

SECRETARÍA DE ENERGÍA

ACUERDO MINISTERIAL SEN-100-2025

EL SECRETARIO DE ESTADO EN EL DESPACHO DE ENERGÍA

CONSIDERANDO: Que de conformidad al artículo 247 de la Constitución de la República de Honduras, los Secretarios de Estado son colaboradores del Presidente de la República en la orientación, coordinación, dirección y supervisión de los órganos y entidades de la administración pública nacional, en el área de su competencia.

CONSIDERANDO: Que son atribuciones y deberes comunes a los Secretarios de Estado conforme a lo dispuesto en el artículo 36 numeral 8) de la Ley General de la Administración Pública “Formular con respecto de los asuntos de su competencia, los proyectos de Leyes, reglamentos y demás actos del Presidente de la República”.

CONSIDERANDO: Que mediante Decreto Ejecutivo **No. PCM-048-2017** del 7 de agosto de 2017 se crea la Secretaría de Estado en el Despacho de Energía como Institución Rectora del sector energético nacional y de la integración energética regional e internacional, y las políticas relacionadas con el desarrollo integral y sostenible del sector energético.

CONSIDERANDO: Que la Ley del Sistema Nacional de la Calidad creada mediante Decreto No. 29-2011 del 08 de julio de 2011, en su capítulo V Artículo 48, crea la Comisión Interinstitucional de Reglamentación Técnica (CIRT), presidida por la Secretaría de Desarrollo Económico a través de la Dirección General de Protección al Consumidor, cuya finalidad es la integración de las entidades de la Administración Pública para la emisión de reglamentos técnicos definiendo los criterios de elaboración y armonizando su contenido.

CONSIDERANDO: Que la demanda térmica en los diferentes sectores de consumo representa una fracción significativa de las emisiones de gases de efecto invernadero, por lo cual la incorporación de tecnologías solares térmicas constituye una estrategia clave para avanzar en la descarbonización de dicha demanda y en la transición hacia una matriz energética más limpia y sostenible.

CONSIDERANDO: Que en el marco de los compromisos asumidos por Honduras como país signatario del Acuerdo de París, resulta prioritario implementar medidas que aceleren la reducción de emisiones, incluyendo el fomento y regulación de sistemas de energía solar térmica que contribuyan al cumplimiento de las metas climáticas.

POR TANTO: En aplicación de los artículos: 247, 248 de la Constitución de la República; 36 numerales 1, 5, 8, 116, 118, 122 de la Ley General de la Administración Pública; Artículos 3, 4, 5 de la Ley de Procedimiento Administrativo; Decreto Ejecutivo Número PCM-048-2017 publicado en fecha 7 de agosto del año 2017 en el Diario Oficial la Gaceta; Decreto Legislativo No. 36-2024 Ley para el Uso Racional y Eficiente de la Energía en Honduras; y demás aplicables.

ACUERDA:

PRIMERO: Aprobar a través del presente Acuerdo el Reglamento **RTH 27.03.03:25, INSTALACIONES SOLARES TÉRMICAS DE BAJA TEMPERATURA, REQUISITOS BÁSICOS DE INSTALACIÓN**, de conformidad a los artículos siguientes:

ARTÍCULO 1.- OBJETIVO: El propósito de este reglamento técnico es establecer los estándares en materia de seguridad, eficiencia, calidad, así como las condiciones técnicas básicas para garantizar el funcionamiento óptimo y extender la durabilidad de las instalaciones solares térmicas de baja temperatura. Con este enfoque se busca beneficiar a los usuarios de esta tecnología, al mismo tiempo que, contribuye a elevar el prestigio de las aplicaciones de sistemas de calentamiento solar de agua y otros fluidos.

ARTÍCULO 2.- AMBITO DE APLICACIÓN: Este reglamento técnico aplica a los sistemas de calentamiento solar de circulación forzada y circulación natural o termosifón que se instalan en el territorio nacional, abarcando todos los componentes que lo conforman: hidráulicos, mecánicos, eléctricos o electrónicos.

ARTÍCULO 3.- REFERENCIA NORMATIVA:

- OHN-ISO 9488 Energía Solar-Vocabulario, en su versión vigente.
- OHN-ISO 9806 Energía Solar- Colectores Solares-Métodos de ensayos, en su versión vigente.

ARTÍCULO 4.- TERMINOS Y DEFINICIONES

Para la aplicación del presente reglamento se utilizan los siguientes términos y definiciones:

Absorbedor: Componente de un colector solar que sirve para absorber energía radiante y transferir esta energía en forma de calor a un fluido.

Arreglo de colectores solares: Grupo de colectores solares térmicos que están estrechamente conectados en serie, en paralelo o combinación de ambos modos, con una entrada y una salida hidráulica.

Autoridad competente: Secretaría de Estado en el Despacho de Energía (SEN).

Certificado del colector solar: Documento que acredita la homologación de las características técnicas, la eficiencia y el cumplimiento de normativas de un colector solar específico, garantizando su calidad y confiabilidad en el uso. Este documento es emitido por un organismo independiente que comprueba y evalúa que el equipo cumple con los requisitos de calidad establecidos.

Circuito de consumo: Circuito entre el acumulador y los puntos de consumos de agua caliente.

Circuito primario: Circuito de transferencia de calor entre los colectores y el intercambiador de calor. En el caso de sistemas directos corresponde al circuito entre los colectores y el acumulador.

Circuito secundario: Circuito que se ubica entre el intercambiador de calor y el (los) acumulador(es).

Colector de tubo de vacío: Colector de vacío que emplea tubería transparente (generalmente de vidrio) con un espacio de vacío entre la pared del tubo y del absorbedor. El absorbedor puede consistir en un tubo interior u otra forma con medios para eliminar la energía térmica.

Colector solar o colector solar térmico: Dispositivo diseñado para absorber la radiación solar y transferir la energía térmica así producida a un fluido que pasa a través de él.

Dictamen técnico: Es el documento emitido por especialistas de la autoridad competente que avala la evaluación de la conformidad de una instalación solar térmica a través de inspecciones en sitio. Este dictamen técnico contiene los resultados de las pruebas de funcionamiento, así como el análisis del cumplimiento de la documentación y la normativa vigente.

Empresa suplidora: Se refiere a toda sociedad mercantil debidamente registrada ante la autoridad competente que se dedica a la venta de equipos solares y/o brindar servicios de instalación de sistemas de energía solar fotovoltaica para autoconsumo y/o solar térmica de baja temperatura que se utilizan para aplicaciones rurales, residenciales, comerciales e industriales.

Energía solar: Energía emitida por el sol en forma de ondas electromagnéticas. En general se entiende por energía solar cualquier energía disponible mediante la captura y conversión de la energía solar.

Fluido caloportador: Fluido que se utiliza para transferir energía térmica entre los componentes de un sistema.

Instalación solar térmica: Es la interconexión hidráulica y eléctrica de un conjunto de colectores solares, bomba (s), control(es), tuberías, válvulas, accesorios, aislamiento y tanque (s) de almacenamiento, constituyendo un sistema integral para el calentamiento de agua. Incluye los sistemas de calentamiento solar a circulación natural (termosifón).

Instalador registrado: Persona natural con titulación técnica o universitaria autorizada por la autoridad competente para realizar instalaciones solares térmicas residenciales. Esta persona debe cumplir con todos los requisitos establecidos por la autoridad competente.

Intercambiador de calor: Dispositivo que permite el intercambio de calor entre dos circuitos sin que se mezclen los fluidos de trabajo.

“Loops” de expansión: Conexión en forma de “U” integrada en una parte de una tubería recta compuesta por codos de 90°, que se utiliza para permitir la dilatación y contracción lineal de la tubería en respuesta a las variaciones de temperatura.

Sistema de circulación forzada: Sistema que utiliza una bomba o un ventilador para hacer circular el fluido caloportador a través de los colectores solares.

Sistema termosifón: Sistema que utiliza solo los cambios de densidad del fluido caloportador para lograr la circulación entre el colector y el tanque de almacenamiento o el colector y el intercambiador de calor.

Retorno o flujo inverso: Se refiere a la circulación del fluido en sentido contrario a la del diseño en cualquier circuito del sistema solar térmico.

Revisión o inspección: Conjunto de actividades realizadas en el sitio de la instalación solar térmica por técnicos especializados de la autoridad competente. Su objetivo es evaluar la conformidad de la instalación solar térmica, su operación correcta y segura conforme a los requisitos de este reglamento técnico. La autoridad competente puede contratar personas o

entidades externas para llevar a cabo estas actividades, siempre y cuando estén debidamente registradas ante dicha autoridad y cumplan con los requisitos establecidos.

Sistema de respaldo o de apoyo: Sistema que utiliza una fuente de calor distinta de la solar usada para complementar la producción proporcionada por el sistema de calentamiento solar.

Sistema cerrado: Sistema en el cual el fluido caloportador está completamente aislado de la atmósfera.

Sur geográfico: Es el punto cardinal determinado por el meridiano geográfico.

Sur magnético: Es el determinado por una brújula.

Tanque de almacenamiento, termotanque o acumulador: Dispositivo donde se almacena el agua caliente producida por los colectores solares y que debe estar aislado térmicamente para reducir las pérdidas de calor al medio ambiente.

Tanque de expansión o vaso de expansión abierto: Dispositivo de seguridad que se requiere en los sistemas abiertos y que consiste en un depósito abierto a la atmósfera, que permite la dilatación o contracción del fluido de un sistema como consecuencia de la variación de su temperatura.

Tanque de expansión o vaso de expansión cerrado: Dispositivo de seguridad que se requiere en los sistemas cerrados y que consiste en una cámara de aire, separado por una membrana, que al comprimirse tiene la capacidad de absorber el volumen de agua incrementado en una instalación solar térmica debido a la dilatación volumétrica por un aumento en su temperatura.

Válvulas de seguridad: Válvula limitadora de temperatura y/o presión.

Válvula eliminadora de aire o purga: Válvula cuya acción permite eliminar el aire de una tubería o componente del sistema a través de un accionamiento manual o automático.

Válvula mezcladora termostática: Es una válvula que tiene la función de regular la temperatura del agua caliente que va hacia los puntos de consumo, comúnmente consta de 3 vías: dos vías de entrada, una conectada al acumulador y la otra a la tubería de agua fría de la red. La tercera vía corresponde al consumo de agua caliente.

Válvula de retención, anti-retorno o check: Válvula de acción mecánica diseñada para permitir el flujo unidireccional evitando cualquier retorno o circulación inversa.

Válvula rompedora de vacío: Válvula de acción mecánica que permite la entrada de aire a una tubería o componente del sistema cuando se genera una presión de vacío al detenerse una bomba.

ARTÍCULO 5.- SIMBOLOS Y ABREVIATURAS

CDT	Carga dinámica total
cm	Centímetro
°	Grados
°C	Grados Celsius

Kg	Kilogramo
km/h	Kilometro por hora
kg/cm ²	Kilogramo por centímetro cuadrado
l/s	Litro por segundo
l/s·m ²	Litros por segundo por metro cuadrado de área de captación
l/min·m ²	Litros por minuto por metro cuadrado de área de captación
l/h·m ²	Litros por hora por metro cuadrado de área de captación
>	Mayor que
<	Menor que
m	Metro
m ²	Metro cuadrado
m ³	Metro cúbico
m/s	Metro por segundo
cm	Centímetro
mm	Milímetro
%	Por ciento
SM	Sur magnético
S	Sur geográfico
T	Temperatura
UV	Rayos ultravioleta
V/A	Relación volumen con respecto al área de captación
ACS	Agua caliente sanitaria
AFS	Agua fría sanitaria
OHA	Organismo Hondureño de Acreditación

ARTÍCULO 6.- CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS: La clasificación de las instalaciones solares de calentamiento para efectos del cumplimiento del presente reglamento técnico se define de la siguiente manera:

6.1 Sistemas de calentamiento solar a circulación natural (termosifón): El sistema se basa en el principio de termosifón y se fabrica mediante un proceso estandarizado de diseño a la vez de ser suministrados como una unidad lista para su instalación. Puede constar de un solo componente integral o de un conjunto de componentes uniformes en términos de características, ensamble y configuración. Está destinado a satisfacer pequeños consumos.

6.2 Sistemas de calentamiento solar a circulación forzada: Este sistema utiliza una bomba o un ventilador para impulsar el fluido caloportador y se instala de forma particular al integrar, dentro de un diseño específico, sus distintos componentes, tales como; colectores solares, acumuladores, estructuras, bombas, tuberías, entre otros elementos.

ARTÍCULO 7.- REQUISITOS DE LOS COLECTORES SOLARES: Los colectores solares deberán cumplir con los requisitos de la norma técnica: OHN-ISO 9806:2017 Energía Solar- Colectores Solares-Métodos de ensayos, o con versiones más actualizadas de esta o una equivalente. El cumplimiento de esta norma se verificará mediante la presentación del certificado vigente y reconocido a nivel mundial cuando sea requerido por la autoridad competente.

ARTÍCULO 8.- REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DEL PERSONAL INSTALADOR: El personal técnico de las empresas suplidoras o instalador registrado ante la autoridad competente mediante el procedimiento que ha sido establecido por esta entidad, serán los responsables de ejecutar las instalaciones solares térmicas. La autoridad competente debe asegurar la competencia de las empresas suplidoras y los instaladores registrados conforme a los siguientes requisitos:

Las empresas suplidoras deben cumplir con los requisitos establecidos en el acuerdo No. SEN-132-2023 específicamente con lo dispuesto en los artículos 2 y 3 o, cualquier actualización de este instrumento legal.

Requisitos para instaladores registrados:

Educación:

- Poseer título de ingeniero del área electromecánica o áreas afines, o
- Ser técnico titulado en áreas de electromecánica o áreas afines con experiencia demostrable en instalaciones o mantenimiento de sistemas solares térmicos.
- Contar con seminarios, cursos, talleres, diplomados en energía solar térmica que sumen en total al menos 40 horas.

Experiencia Laboral:

- Mínimo de 3 años de experiencia en instalaciones y mantenimiento de sistemas solares térmicos.
- Documentos que acredite la experiencia laboral.
- Hoja de vida actualizada.
- Títulos académicos.

Requisitos legales: Cumplimiento de requisitos y procedimientos establecidos en el acuerdo ministerial No. SEN-132-2023, publicado en la Gaceta el 10 de enero de 2024, o cualquier actualización de este instrumento legal.

ARTÍCULO 9.- REQUERIMIENTOS GENERALES DE LAS INSTALACIONES SOLARES TÉRMICAS

9.1 El colector solar llevará en un lugar visible una placa en la que se muestra como mínimo los siguientes datos:

- Nombre y domicilio de la empresa fabricante
- Modelo, año de producción
- Número de serie de fabricación
- Área total del captador
- Peso del captador en vacío y lleno
- Capacidad de líquido caloportador
- Presión máxima de servicio

9.2 Los acumuladores deberán contener una placa que detalle como mínimo los siguientes datos:

- Capacidad
- Nombre de la empresa fabricante
- Modelo, tipo, año de producción
- Número de serie de fabricación
- Máxima presión de operación

9.3 El revestimiento interior del acumulador deberá ser de un material que prolongue su vida útil, mantenga las condiciones de calidad del agua y pueda soportar la presión del suministro

hidráulico. En todo caso, los equipos deben resistir una presión de 1.5 veces la presión máxima de operación del hidroneumático.

9.4 La fijación o sujeción de los colectores solares y otros componentes que integran el sistema solar térmico instalados en terrazas, techos u otras áreas, debe garantizar que pueda resistir las cargas del viento de conformidad con lo establecido en el Código Hondureño de la Construcción, considerando para su diseño, la velocidad mínima básica de viento por región geográfica que se muestra en la Figura 1.2.4-1 del mismo código. Cuando se instalen colectores solares en una estructura existente o por construir, esta deberá ser revisada o diseñada para soportar las cargas de viento de la zona más las cargas propias de los colectores solares u otros componentes.

9.5 La fijación a una estructura metálica o base de concreto debe realizarse en la parte estructuralmente más resistente del colector solar. No se permite soportar los colectores solares en los cabezales, salvo en el caso de los colectores solares de plástico para calefacción de piscinas y de los colectores solares que tengan su parte más resistente en el absorbedor.

9.6 Las estructuras destinadas al soporte de los colectores solares deberán ser exclusivamente metálicas, pudiendo ser de acero con tratamiento de pintura anticorrosiva, acero galvanizado, aluminio anodizado o acero inoxidable.

9.7 Se deben utilizar lozas o bases de concreto para la fijación del colector o del arreglo de colectores solares cuando estos se instalen sobre terrazas.

9.8 En el caso de colectores solares plásticos para piscina, la fijación debe diseñarse para permitir la dilatación y contracción por cambios en su temperatura. No se permiten anclajes inadecuados ni con alambres.

9.9 Se debe asegurar un sellado apropiado en las perforaciones realizadas en terrazas o techos utilizados para el anclaje de la estructura de soporte.

9.10 Si el sistema de respaldo se conecta en serie con el sistema solar, se instalará una válvula termostática mezcladora en la alimentación del circuito de consumo para asegurar que la temperatura de suministro no exceda los 60 °C.

9.11 Se debe realizar el análisis de las sombras y proyecciones de construcciones u otros elementos estructurales circundantes a la instalación solar térmica con el objetivo de informar de forma clara y transparente al usuario sobre posibles interferencias, así como para diseñar el sistema solar de forma óptima.

9.12 La seguridad de la instalación del sistema de calentamiento solar no estará sujeta a factores externos a la misma instalación y deberá ser diseñada de tal manera que, al experimentar temperatura y presiones que puedan causar daños, la instalación pueda restaurarse automáticamente a su modo normal de funcionamiento sin requerir ninguna intervención adicional.

9.13 La empresa suplidora o instalador registrado debe capacitar al usuario o propietario del sistema de calentamiento solar térmico con relación a su uso y mantenimiento, proporcionando el manual de usuario correspondiente, en el cual se detalle su funcionamiento y prácticas a ejecutar para un mantenimiento adecuado. Asimismo, cuando

el área de captación del sistema solar supere los 8 m², se deberá entregar el diseño del sistema solar.

9.14 Se debe aplicar aislamiento térmico del mismo espesor en todas las tuberías y accesorios que conducen agua caliente, ya sean metálicas o de material plástico, sin dejar tramos descubiertos a excepción de aquellos componentes que requieran actuaciones para su operación y mantenimiento.

9.15 Se debe emplear cubiertas o revestimientos resguardados con pinturas asfálticas, poliésteres reforzados con fibra de vidrio, chapa de aluminio o acero inoxidable sobre el aislamiento que cubre las tuberías que se encuentran expuestas al exterior. Una aislación de coquilla espuma elastomérica (recubrimiento de espuma elastomérica) con envoltorio de aluminio o cinta de aluminio son soluciones típicas. En todo caso, se debe cumplir con los requisitos establecidos en el apartado 11.9 sobre el aislamiento en tuberías.

9.16 Cuando el aislamiento pueda retener agua en su interior, se debe dejar prevista una salida que permita la evacuación de esta al exterior.

9.17 La utilización de agua con propilenglicol o agua con inhibidores de corrosión como fluido caloportador está autorizada, siempre y cuando se cuente con un intercambiador de calor que impida la mezcla de este con el agua de consumo.

9.18 La tubería de alimentación al ramal de agua caliente en el circuito de distribución, debe de resistir temperaturas de 90 °C y la velocidad de la circulación fluido caloportador no será mayor a 2.4 m/s.

9.19 La presión de apertura de la válvula de seguridad debe ser menor a la presión de diseño o seguridad del circuito cerrado, y la presión de cierre, debe ser mayor a la presión de operación o trabajo.

9.20 Previo a realizar los trabajos de la instalación solar térmica se debe evaluar la dureza del agua que circulará por los circuitos hidráulicos, usando sistemas solares indirectos para aguas duras. Adicionalmente se debe asegurar que exista un suministro continuo de agua con una presión adecuada y que las características fisicoquímicas del agua cumplan con los estándares de calidad necesarios para prevenir obstrucciones y garantizar el correcto y permanente funcionamiento del sistema solar térmico.

9.21 En el proceso de entrega y arranque del sistema solar térmico a circulación forzada, se llevará a cabo una prueba hidrostática a una presión equivalente a 1.5 veces la presión de trabajo del sistema, manteniéndola así por una hora y verificando la ausencia de fugas, deformaciones o daños permanentes en los componentes del sistema. Durante este período, no se permitirá que la presión disminuya más del 10% de su valor inicial.

9.22 La empresa suplidora o instalador registrado debe disponer de la siguiente documentación relacionada con la instalación solar térmica:

9.22.1 Especificaciones técnicas de los colectores solares: Estas deben detallar aspectos relacionados a materiales de fabricación, dimensiones del colector solar, peso en vacío/llevo, temperaturas límite, flujo recomendado, presión máxima de operación, y diámetros de tubería de entrada y salida del colector solar.

9.22.2 Manual de instalación y/operación: En este documento se debe especificar los esquemas de la estructura de montaje, descripción general del proceso de calentamiento

solar, recomendaciones generales sobre la instalación y del diseño de las redes hidráulicas, temperaturas de operación recomendadas, integración entre el sistema solar y el sistema de respaldo, diagrama eléctrico del control automático, recomendaciones para el manejo y estiba del colector solar. Se debe incluir la operación manual y automática, recomendaciones para paro de emergencia, recomendaciones para falla del equipo, operación con apoyo de energía de fuente convencional, lista de problemas comunes de chequeo y sus soluciones, y lista de distribuidores para una atención directa al consumidor.

9.22.3 Manual de mantenimiento del fabricante de los equipos: Este documento debe detallar las recomendaciones para la limpieza de los equipos, frecuencia de servicios preventivos, teléfonos de consulta del fabricante en caso de falla y de asistencia entre otros.

9.22.4 Certificado de garantía emitido por el fabricante de los equipos: Documento que debe ser proporcionado por el fabricante de los colectores solares, acumulador, bombas y demás componentes en el que se especifique la duración y tipo de cobertura, condiciones para su validez y procedimiento para su ejecución, incluyendo cualquier limitación de responsabilidad del fabricante.

9.22.5 Certificado de garantía de instalación: Los requerimientos descritos en el apartado 9.22.4 se aplicarán también al documento de garantía que las empresas suplidoras o el instalador registrado deben ofrecer y entregar a los usuarios finales para toda instalación solar térmica.

9.23 En el Anexo Informativo A y B del presente reglamento técnico, se encuentran esquemas recomendados de conexiones típicas para sistemas de circulación natural (termosifón) y circulación forzada.

ARTÍCULO 10.- REQUERIMIENTOS MÍNIMOS PARA SISTEMAS DE CALENTAMIENTO SOLAR A CIRCULACIÓN NATURAL (TERMOSIFÓN)

10.1 La inclinación de los equipos prefabricados viene predeterminada por su estructura soporte para la cual será necesario corroborar que esta coincida con el rango de inclinaciones previstas según localización del área geográfica donde se instalará el sistema solar térmico. La orientación ideal de estos sistemas es hacia el sur geográfico, la inclinación de la superficie de captación solar debe estar establecida en ángulo igual a la latitud del lugar $\pm 10^\circ$ situados en áreas libre de sombras. Lo anterior no es limitativo, pudiendo también seguir las disposiciones establecidas en el apartado 11.1

10.2 Para obtener una determinación precisa del sur geográfico, se recomienda seguir los métodos de cálculo detallados en los Anexos Informativos C y D de este reglamento técnico.

10.3 Disposiciones del circuito hidráulico

10.3.1 Debe contar con un purgador de aire o una válvula eliminadora de aire ubicada en la parte más alta del sistema solar térmico, además debe incorporar una válvula check o de retención en la entrada de este.

10.3.2 Debe de instalarse una válvula de corte tanto en la entrada del sistema solar térmico como en la salida de este para permitir el servicio de mantenimiento.

10.3.3 Los sistemas solares térmicos deben tener un elemento de drenado de lodos.

10.3.4 Los sistemas de circulación natural (termosifón) deben incluir una válvula de seguridad, en caso de no contar con ella, se requerirá de su instalación.

10.3.5 Si el sistema de circulación natural (termosifón) es de alta eficiencia o bien, posee un absorbedor con superficie selectiva o si, es de tubos de vacío, es necesario instalar una válvula termostática de mezcla como medida adicional de protección con el objetivo de que nunca se supere los 60 °C en los puntos de consumo.

10.4 Puesto que algunos sistemas de circulación natural funcionan como precalentadores, es necesario previo a la instalación, verificar la compatibilidad e incompatibilidad con el sistema de calentamiento de apoyo ya sean eléctricos, de gas u otra fuente.

10.5 Si el sistema de circulación natural (termosifón) se conecta en serie con un sistema de apoyo, se recomienda verificar que este último sea capaz de soportar las temperaturas de operación del primero.

10.6 Tanto el colector solar como el tanque de almacenamiento de los sistemas de circulación natural (termosifón) deberán contar con una etiqueta en un lugar visible donde se indique la máxima presión de operación.

10.7 Se podrán instalar colectores solares de tipo termosifón cuyo suministro de agua provenga de un tanque elevado ubicado a una altura mínima de 1.5 metros, medida desde la cota superior del sistema solar hasta el punto más bajo del tanque elevado.

ARTÍCULO 11.- REQUERIMIENTOS MÍNIMOS PARA SISTEMAS DE CALENTAMIENTO SOLAR A CIRCULACIÓN FORZADA

11.1 Orientación e Inclinación de los colectores solares

11.1.1 En toda instalación solar térmica, se debe optimizar la inclinación y orientación de los colectores solares para asegurar un rendimiento máximo a lo largo del año. La orientación de los colectores solares debe ser al sur geográfico (S) teniendo en cuenta que, la orientación o azimut debe estar fijada en los rangos mostrados en el Anexo Informativo E, para que el límite máximo de pérdidas al utilizar una combinación de inclinación y orientación no sobrepase un 10%, considerando un consumo de agua caliente constante anual. Para períodos estacionales se recomienda realizar los cálculos pertinentes.

11.1.2 Cuando la arquitectura de las construcciones o la geometría del área disponible para instalar los colectores solares no permitan orientarlos estrictamente hacia el sur geográfico y tampoco sea posible inclinarlos con el ángulo adecuado, se permite su instalación desviados del sur geográfico e inclinados con un ángulo diferente al óptimo de acuerdo con la siguiente indicación:

11.1.2.1 Se debe recalcular el área de colectores solares en función a las pérdidas de irradiación solar debidas a su orientación e inclinación diferentes de la posición ideal con el objetivo de determinar el número de colectores solares necesarios para cumplir con la carga térmica requerida.

11.1.2.2 La orientación e inclinación del colector solar pueden ajustarse de manera que la pérdida de irradiación solar incidente en su superficie no supere el 30% anual del valor máximo captado en su ubicación óptima.

Para tal efecto, en la figura No.1, 2, 3 y 4 se muestran los discos de irradiación que ilustran las pérdidas de irradiación solar para las ciudades de Tegucigalpa, San Pedro Sula, La Ceiba y Choluteca en función de la orientación e inclinación del colector solar, respectivamente. Así para Tegucigalpa, un colector instalado con 50° de inclinación y con orientaciones entre, este (90°) y oeste (270°), se obtendría una pérdida máxima de aproximadamente 30% anual de la orientación óptima.

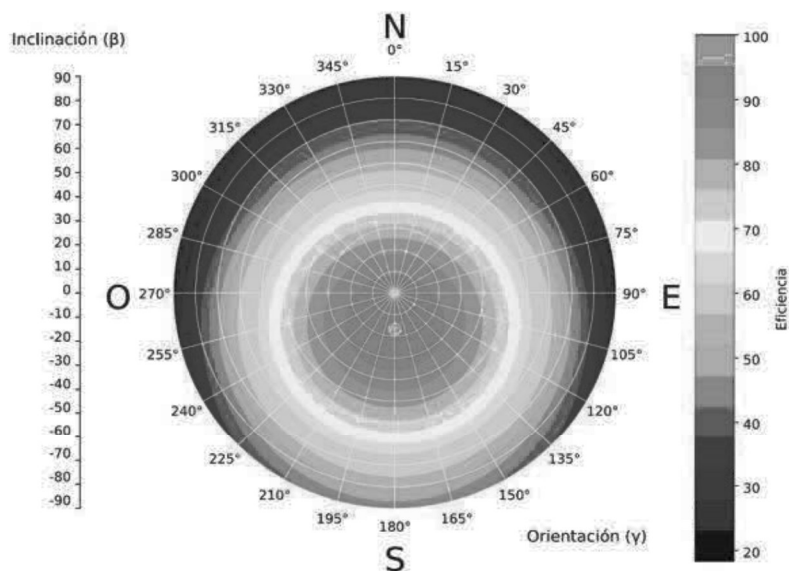


Tabla 1: Generalidades de Tegucigalpa

Latitud	14.105512
Longitud	-87.204551
Modelo de declinación solar	Modelo Cooper (1961)
Modelo de radiación promedio en superficies inclinadas	Modelo Klein-Theilacker

Figura No.1 Disco de irradiación solar para la ciudad de Tegucigalpa

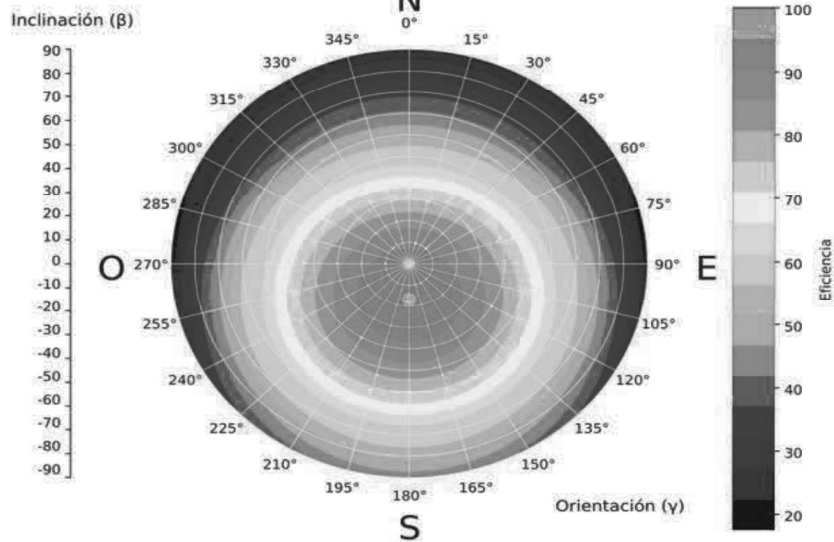


Tabla 2: Generalidades San Pedro Sula

Latitud	15.505433
Longitud	-88.024884
Modelo de declinación solar	Modelo Cooper (1961)
Modelo de radiación promedio en superficies inclinadas	Modelo Klein-Theilacker

Figura No.2 Disco de irradiación solar para la ciudad de San Pedro Sula

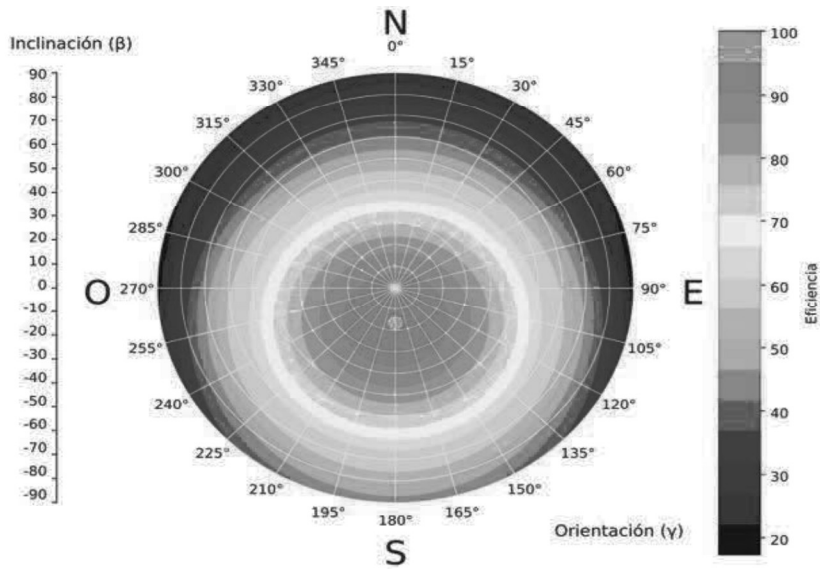


Tabla 3: Generalidades de La Ceiba

Latitud	13.306249
Longitud	-87.195175
Modelo de declinación solar	Modelo Cooper (1961)
Modelo de radiación promedio en superficies inclinadas	Modelo Klein-Theilacker

Figura No. 3 Disco de irradiación solar para la ciudad de La Ceiba

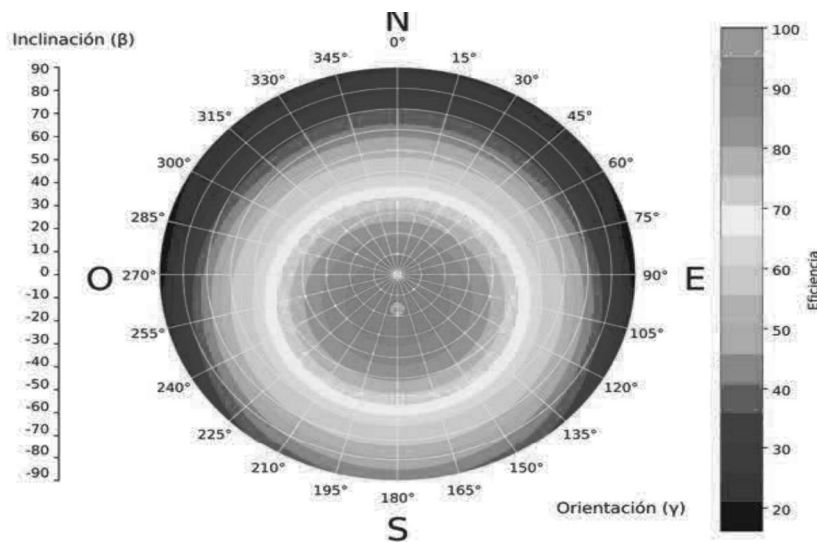


Tabla 3: Generalidades de Choluteca

Latitud	13.306249
Longitud	-87.195175
Modelo de declinación solar	Modelo Cooper (1961)
Modelo de radiación promedio en superficies inclinadas	Modelo Klein-Theilacker

Figura No.4 Disco Solar de la Ciudad de Choluteca

11.1.3 Se debe evitar confusiones con el sur magnético (SM) especialmente al utilizar brújulas de baja calidad. La omisión de tener en cuenta la declinación magnética y la interferencia de estructuras metálicas cercanas como el hierro y el acero puede llevar a orientaciones inexactas.

11.1.4 Si la tecnología permite la instalación del colector solar de forma horizontal se debe consultar el manual del fabricante.

11.1.5 Para fines de auto limpieza y la no acumulación de polvo o lodos, los colectores solares deben inclinarse al menos con un ángulo de 5° con respecto a la horizontal.

11.2 Cálculo de sombras entre colectores

En el caso de tener suficiente área disponible, la separación entre bancos de colectores solares se establece de tal forma que al mediodía solar del día más desfavorable (altura solar mínima), la sombra de la arista superior de una fila de colectores ha de proyectarse como máximo, sobre la arista inferior de la fila siguiente. En equipos que se utilicen todo el año o en invierno, el día más desfavorable corresponde al 21 de diciembre (con respecto al hemisferio norte). En este día la altura solar es mínima y al mediodía solar tiene el valor siguiente:

$$h_0 = (90^\circ - \text{Latitud del lugar}) - 23.45^\circ$$

Donde:

h_0 = Altura solar mínima

23.45° = Declinación solar mínima

90° = Ángulo complementario

Por lo tanto, la fórmula de la distancia mínima entre hileras de colectores solares es la siguiente:

$$d = L \left(\frac{\sin \alpha}{\tan h_0} + \cos \alpha \right)$$

Donde:

$$d = d_1 + d_2$$

L = Largo del colector solar

En la figura No.5 se indica la distancia mínima entre filas de colectores solares:

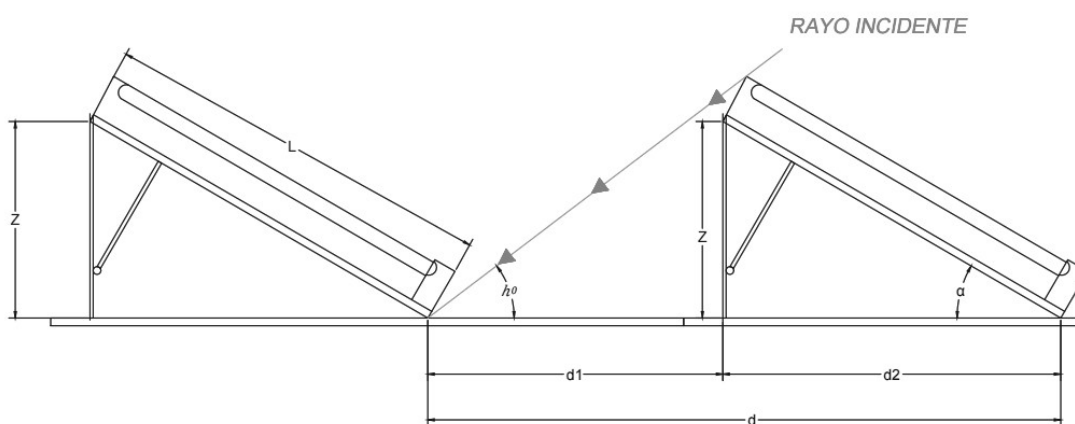


Figura No.5 Distancia mínima entre filas de colectores solares

Independientemente de la proyección de sombras, se deberá dejar una distancia mínima d_1 de 0.8 m de z entre filas de colectores.

11.3 Tuberías

11.3.1 En el circuito de agua caliente y de consumo podrá utilizarse cobre, acero inoxidable y materiales plásticos aptos para esta aplicación. En los casos en que pueda producirse temperaturas superiores a las habituales de los circuitos de producción de agua caliente como los tramos de circuito que unen el acumulador solar a un intercambiador de calor externo, no se permitirá el uso de tuberías de materiales plásticos.

11.3.2 Las tuberías se instalarán de manera ordenada, empleando fundamentalmente tres ejes perpendiculares entre sí y paralelos a elementos estructurales del edificio, donde se pueda fijar los soportes, salvo en la disposición de pendientes existentes, que permitirá las inclinaciones necesarias para garantizar el flujo adecuado. En los tramos de tubería horizontal, se instalarán con una inclinación descendente para facilitar el vaciado y ascendente en la dirección de evacuación del aire.

11.3.3 Al instalar la tubería se debe dejar espacio suficiente para manipular el aislamiento y los accesorios.

11.3.4 Las tuberías se instalarán debajo de conducciones eléctricas que crucen o corran paralelamente y no se instalarán nunca encima de equipos eléctricos como tableros eléctricos, motores, ni se instalarán en huecos y salas de equipos de ascensores, centros de transformación y chimeneas.

11.3.5 Para el circuito de los sistemas solares térmicos destinados a la climatización de piscinas que utilicen colectores solares plásticos, se recomienda la utilización de materiales termoplásticos con uniones roscadas, bridadas, termofusionadas y adheridas.

11.3.6 Las tuberías deben anclarse con abrazaderas al menos cada 3.0 metros. En tramos aéreos horizontales esta distancia debe ser tal que impida que la deflexión de la tubería sea superior a 1.0 cm, permitiéndose el uso de abrazaderas tipo uña en tramos horizontales y en verticales con una altura no mayor a 3.0 metros. En tramos verticales cuando el peso de la tubería y el agua sea mayor de 50 kilogramos se debe considerar un anclaje del tipo unicanal (riel strut). Ver figura No.6.

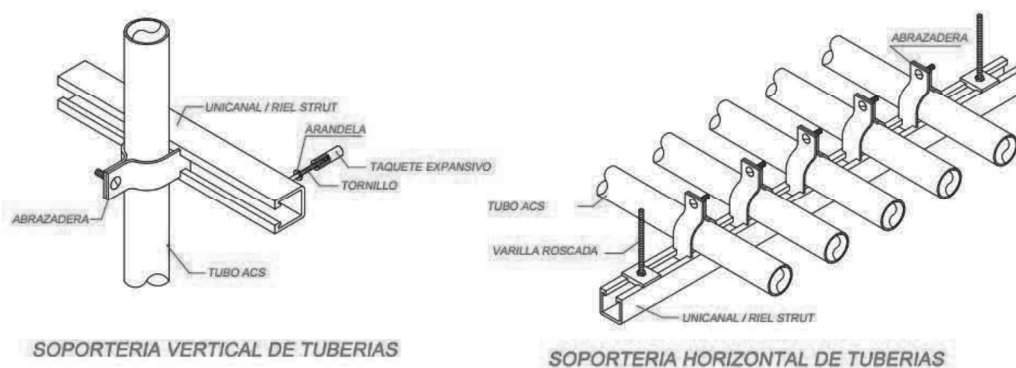


Figura No.6 Soportaría de tuberías

11.3.7 En trayectos de tubería mayores a 30 m en línea recta, se debe considerar el uso de juntas o loops de expansión. En caso de no poder usar "Loops" de expansión horizontales, solamente se aceptan "Loops" de expansión verticales, usando válvulas eliminadoras de aire. Ver figura No.7.

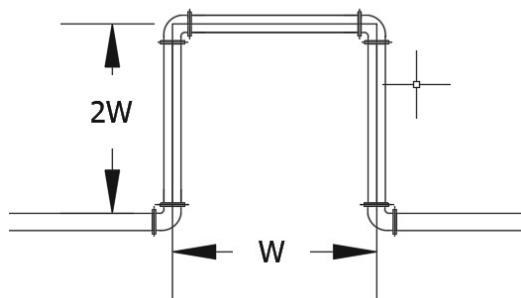


Figura No.7 "Loops" de expansión

11.3.8 Las tuberías de agua caliente deben ir ascendiendo con una pendiente mínima del 1% para ir evacuando las burbujas de aire que tenga el sistema hasta llegar al punto más alto, donde se unan a la tubería principal para que puedan ser desalojadas por el arrastre del

flujo, o bien deben contar con válvulas eliminadoras de aire en los puntos más elevados de la red. Si no es posible lo anterior en cada punto alto de la salida de los colectores solares o de las tuberías, debe instalarse una válvula eliminadora de aire.

11.3.9 Cuando las tuberías atraviesen muros o cimentaciones, se recomienda garantizar su libertad de movimiento. Para lograr esto, se debe utilizar chaquetas de acero con un diámetro que sea el doble del diámetro de las tuberías o implementar arcos de cemento, relleno con un sellador flexible.

11.3.10 Para tuberías enterradas se deben excavar zanjas lineales y colocar la tubería rodeada ya sea con arena o tierra fina, sin piedras, colocando al menos 10 centímetros de relleno compactado alrededor de la tubería. En todo caso se recomienda seguir la normativa y reglamento de construcción aplicable. El trayecto de las tuberías debe estar señalizado.

11.4 Diámetros mínimos de tuberías

11.4.1 El cálculo de los diámetros de la tubería de toda la red hidráulica se basa en el flujo nominal especificado por el fabricante del colector solar o, en su caso, con el valor mínimo calculado en base a los siguientes incisos del presente apartado, usando el valor mayor que resulte de las dos alternativas.

11.4.2 La velocidad de circulación del fluido en el circuito primario debe mantenerse por debajo de los 2.4 m/s, con un valor mínimo de 0.3 m/s para prevenir la entrada de aire.

11.4.3 Cuando el agua tiene un valor de pH inferior a 6.9 (clasificada como agresivamente corrosiva) o cuando el agua ha sido suavizada a dureza cero por medio de un suavizador, la velocidad máxima no debe ser mayor de 1.2 m/s. Este límite de 1.2 m/s aplicará igualmente cuando la temperatura del agua en las tuberías sea superior o igual a 60 °C debido a que a esas temperaturas el agua se vuelve altamente corrosiva.

11.4.4 La velocidad de circulación del fluido en el circuito secundario o de consumo será inferior a 2 m/s cuando la tubería discurra por locales habitados e inferior a 3 m/s cuando el trazado sea al exterior.

11.5 Cálculo hidráulico y arreglos de colectores solares

Se debe cumplir con las siguientes condiciones a fin de obtener la máxima eficiencia del conjunto de colectores solares:

11.5.1 El cálculo del sistema hidráulico debe diseñarse para alcanzar un flujo uniforme en cada colector solar del conjunto o subconjuntos, con diámetros de tubería y la bomba de recirculación seleccionados conforme a los criterios establecidos en los apartados 11.4 y 11.8.

11.5.2 El flujo por cada colector solar debe estar de acuerdo con las especificaciones del fabricante, dentro del rango de 0.012 l/(s·m²) (42 l/h·m²) y 0.020 l/(s·m²) (72 l/h·m²) en colectores solares de cobre tipo parrilla (sistema de alto flujo) y en colectores de tubos evacuados. Como mínimo 0.040 l/(s·m²) (144 l/h·m²) para colectores solares de plástico. Para sistemas donde se requieran temperaturas superiores a 60 °C o en instalaciones donde se busque ahorros energéticos en el sistema de bombeo y reducción en el tamaño de tuberías, podrá considerarse como alternativa los colectores tipo serpentín, (sistema de bajo flujo) con caudales entre 0.003 l/(s·m²) (10 l/h·m²) a 0.007 l/(s·m²) (25 l/h·m²).

11.5.3 En sistemas cerrados se debe de proteger el sistema solar con un tanque de expansión cuyo cálculo debe estar incluido en el diseño correspondiente.

11.5.4 Las trayectorias de las tuberías deben estar óptimamente diseñadas para minimizar su recorrido y deben instalarse con las pendientes apropiadas para asegurar un drenaje completo de toda el agua del sistema solar térmico.

11.5.5 El arreglo de los colectores solares en varios bancos de colectores en paralelo se conecta de tal forma que el flujo sea equilibrado, esto es en el mejor de los casos teniendo la misma longitud de recorrido por diferentes caminos y empleándose el sistema de retorno inverso. Cuando esto no sea posible deben instalarse válvulas de control para el equilibrado del flujo. Ver figura No.8.

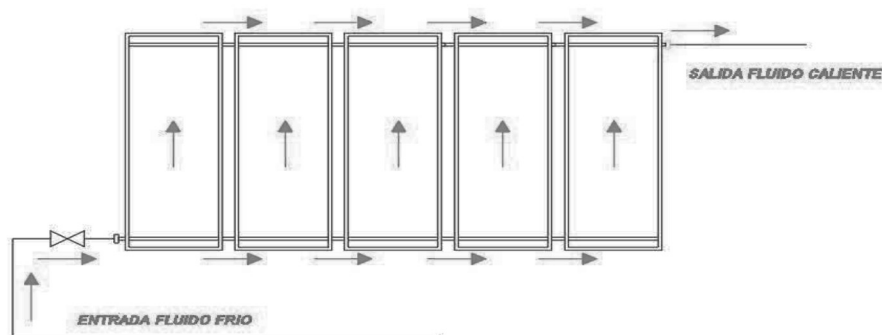


Figura No.8 Retorno inverso en un arreglo de colectores en paralelo

11.6 Termotanque de almacenamiento o acumulador

11.6.1 Se deben usar preferentemente termotanques de almacenamiento solares verticales exclusivos para el sistema solar térmico, permitiéndose excepciones en caso de alguna restricción técnica evidente.

11.6.2 Los tanques de almacenamiento deben tener difusores o deflectores en la entrada del agua fría de alimentación, ubicados en la parte inferior del tanque.

11.6.3 La conducción de agua caliente proveniente de los sistemas solares térmicos debe ubicarse en la parte superior de los tanques de almacenamiento y la salida de agua fría a colectores solares debe estar en la parte baja del mismo dejando solo un pequeño espacio para la acumulación de lodos.

11.6.4 La tubería que conecta el intercambiador o los colectores solares con el acumulador de agua caliente se posicionará en la parte superior de este último, idealmente a una altura que oscile entre el 50% y el 75% de su altura total.

11.6.5 Para reducir las pérdidas de calor en los tanques de almacenamiento en instalaciones solares térmicas comerciales o industriales, se recomienda ubicarlos en espacios interiores, en todo caso deben estar debidamente aislados. Si el acumulador se posiciona en el exterior, el material aislante debe tener una envoltura protectora, como aluminio, chapa lacada, poliéster u otro material que selle completamente el acumulador, evitando la infiltración de agua o humedad.

11.6.6 La relación adecuada entre el volumen de acumulación y el área total de captación debe estar en el rango de $50 \leq V/A \leq 180$ l/m² por día. Cuando la temperatura del agua requerida sea mayor a los 70 °C podrá modificarse la relación volumen/área.

11.6.7 Si los tanques de almacenamiento solares están fabricados con acero al carbono, deben tener protección interna contra la corrosión mediante el uso de pintura epóxica, acabado vidriado o vitrificado y la instalación de un ánodo de sacrificio o alguna opción equivalente.

Esto se excluye para sistema solares que utilicen circuitos de inercia cerrados con producción de agua caliente de consumo instantáneo a través de intercambiador, pudiendo usar acumuladores de inercia de acero al carbono.

11.6.8 Los tanques de almacenamiento si son múltiples, se deben conectar en serie invertida siguiendo el esquema de la figura No.9 que se muestra a continuación:

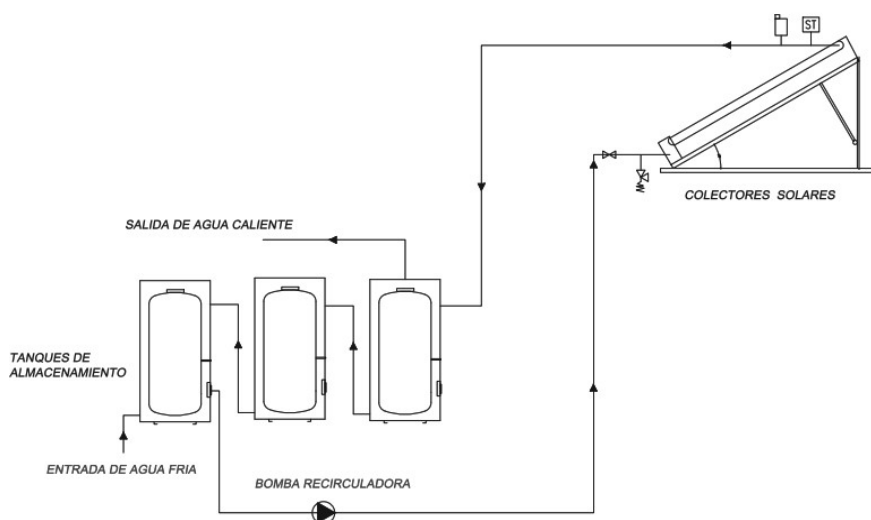
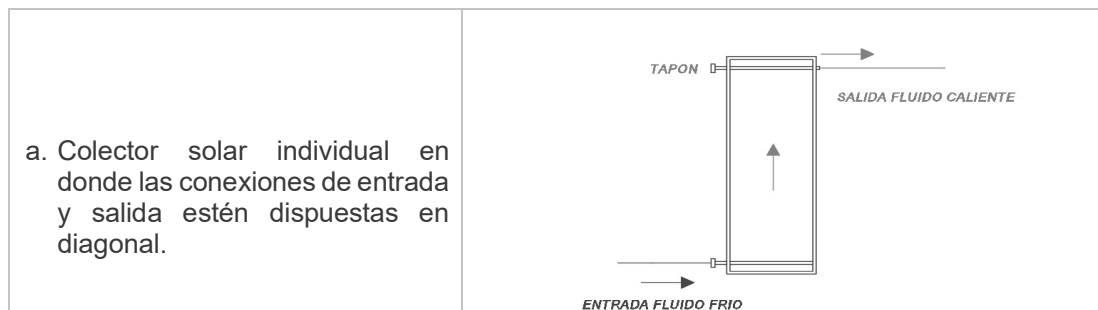


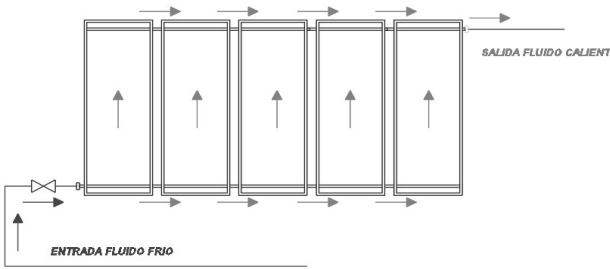
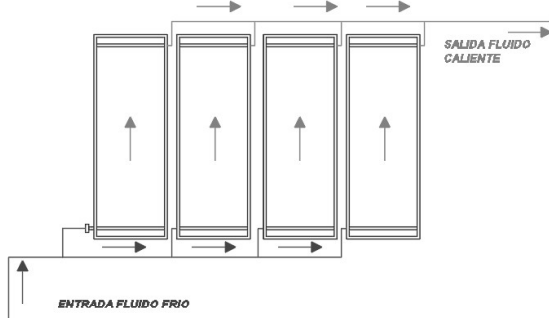
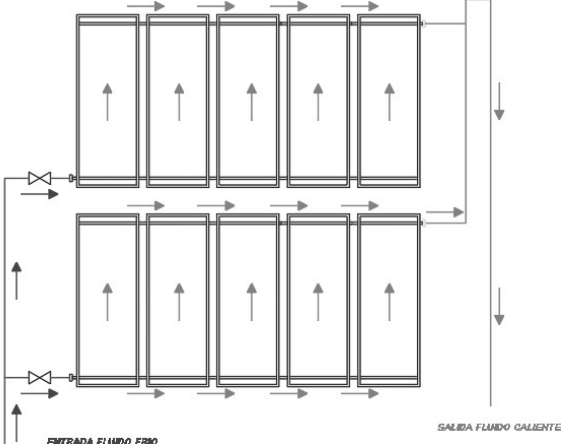
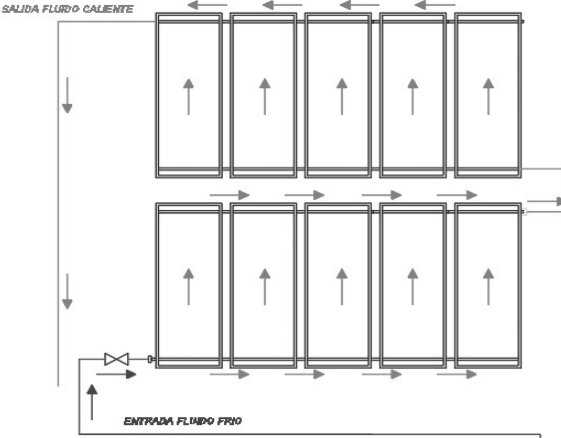
Figura No.9 Instalación típica de tanques de almacenamiento múltiples

Nota 1. Debe incorporarse un sistema de recirculación del agua caliente en función de las condiciones del sistema solar térmico y su configuración.

11.7 Tipos de arreglos de colectores solares planos permitidos

A continuación se detallan algunos tipos de arreglos de colectores solares permitidos en un sistema solar:



b. Arreglo paralelo interno con retorno inverso.	
c. Arreglo paralelo externo.	
d. Arreglo paralelo interno de dos subconjuntos de colectores solares, con retorno inverso para tener un flujo de agua similar en cada colector solar.	
e. Arreglo serie-paralelo de dos subconjuntos de colectores solares.	

11.7.1 Los colectores solares deben estar instalados lo más cercano posible al sistema de acumulación, al sistema de apoyo y a los puntos de consumo.

11.7.2 Todos los arreglos de colectores de un campo solar deben tener el mismo número de colectores y estar conectados de manera idéntica. Si esto no es posible, se utilizarán válvulas de equilibrado para evitar diferencias en las temperaturas a la salida de cada arreglo de colectores solares.

11.7.3 Instalar válvulas de cierre en la entrada y salida entre las filas de colectores que estén conectados en paralelo, en serie o en serie-paralelo, asegurando que en ningún punto la velocidad del fluido exceda los 2.4 m/s.

11.7.4 El fabricante del colector solar debe establecer el número de colectores solares conectados en paralelo o serie que pueden componer un arreglo de colectores solares.

11.7.5 Los colectores que integren la instalación solar térmica deben ser del mismo modelo y características técnicas.

11.7.6 Se debe limitar el número de colectores solares por subconjunto en función al diámetro interno de sus cabezales, de tal forma que la velocidad en la entrada no sea mayor a 2.4 m/s.

11.7.7 Se recomienda garantizar que, en cualquier configuración del conexionado de los colectores solares, el rendimiento total del conjunto, independientemente de la aplicación y la tecnología utilizada, sea siempre igual o superior al 40%.

11.8 Selección de la bomba

11.8.1 Para el dimensionamiento de la bomba se debe tener en cuenta el flujo total de fluido requerido por todos los colectores solares y la Carga Dinámica Total (CDT) de la red hidráulica, utilizando las curvas características proporcionadas por el fabricante de la bomba. El Cálculo de la Carga Dinámica total de la red hidráulica se efectúa mediante la evaluación separada de las pérdidas en tuberías y accesorios en cada uno de los circuitos paralelos, considerando su carga estática (altura del equipo solar más alto o el punto más alto de la red de tuberías), tomando el circuito más desfavorable, es decir, aquel con la CDT más elevada.

11.8.2 En el análisis de la Carga Dinámica Total para sistemas solares de piscinas se debe considerar las pérdidas en las tuberías y accesorios de succión (como válvulas y trampas), el filtro (con una presión típica de 0.7 kg/cm² cuando está obstruido), así como las pérdidas en el sistema de respaldo y en las boquillas de retorno de agua caliente a la piscina.

11.8.3 Para instalaciones con una superficie de captación superior a 50 m² se implementarán dos bombas de circulación idénticas en paralelo en el circuito primario.

11.8.4 Las bombas se situarán en las zonas más frías del circuito hidráulico.

11.9 Aislamiento de tuberías

11.9.1 Se debe instalar aislamiento térmico en las tuberías debido a las altas pérdidas de calor que se producen en el transporte del fluido caloportador.

11.9.2 En el contexto de colectores solares para piscinas (polipropileno), a menudo no se requiere aislar las tuberías, especialmente considerando el uso frecuente de materiales poliméricos en las tuberías. Se exceptúa los casos cuando las tuberías atraviesen zanjas húmedas, el sistema solar térmico incluya un intercambiador de calor diseñado para temperaturas superiores a 33 °C en el circuito de los colectores solares, en el caso de piscinas o jacuzzis destinados a tratamientos de hidroterapia con una temperatura superior a 33 °C, en donde se debe aplicar aislamiento térmico.

11.9.3 El aislamiento en tuberías en exterior o intemperie deberá llevar una protección externa que asegure su durabilidad ante las acciones climatológicas, como los rayos UV, lluvia, así como la acción de animales y otros, admitiéndose revestimientos con pinturas asfálticas, poliésteres reforzados con fibra de vidrio o pinturas acrílicas, chapa de aluminio o de acero inoxidable siempre manteniendo especial cuidado en la estética y durabilidad del material.

11.9.4 La protección del aislamiento en el exterior debe garantizar que el agua no entre en contacto con él, por lo que se excluye los forros de telas plásticas como protección del material aislante.

11.9.5 Los materiales empleados para aislantes térmicos deben resistir la temperatura de estancamiento del colector solar sin sufrir degradación.

11.9.6 Para una conductividad térmica de referencia a 10 °C y de 0.040 W/(m·K), se muestra en la Tabla No.1, los espesores mínimos recomendados del aislamiento de tuberías y accesorios que transportan agua caliente y que discurren por el interior y el exterior de los edificios:

Diámetro Exterior (mm)	Aislamiento de Tubería para ACS	
	Interior	Exterior
$D \leq 35$	25	35
$35 < D \leq 60$	30	40
$60 < D \leq 90$	30	40
$90 < D \leq 140$	40	50
$140 < D$	40	50

Tabla No.1 Espesores mínimos recomendados del aislamiento de tuberías y accesorios

Si la conductividad térmica λ en W/m·K es distinta a 0.04, se deben realizar los cálculos para obtener el espesor mínimo del aislante mediante las siguientes ecuaciones:

Para superficies planas	Para superficies de sección circular
$d = d_{ref} \frac{\lambda}{\lambda_{ref}}$	$d = \frac{D}{2} \left(\text{EXP} \left(\frac{\lambda}{\lambda_{ref}} \cdot \ln \frac{D + 2 \cdot d_{ref}}{D} \right) - 1 \right)$

Donde:

λ_{ref} : conductividad térmica de referencia, igual a 0.04 W/m·K a 10 °C.

λ : conductividad térmica del material empleado, en W/m·K.

d_{ref} : espesor mínimo de referencia, en mm.

d : espesor mínimo del material empleado, en mm.

D : diámetro interior del material aislante, coincide con diámetro exterior de la tubería, en mm.

$\ln$: logaritmo neperiano (base 2.7183...).

EXP: significa el número neperiano elevado a la expresión entre paréntesis.

11.10 Válvulas y accesorios

11.10.1 Instalar válvulas en función de su propósito considerando presión y temperaturas extremas presentes en el circuito hidráulico.

11.10.2 Se deben instalar las válvulas de corte o de paso necesarias para facilitar el aislamiento de los componentes, junto con la instalación de circuitos de by-pass para aislar los componentes conectados en serie, deben ser de esfera (tipo bola). Se instalarán en el suministro de agua fría al acumulador y la salida de este, conjunto de colectores solares y bomba.

11.10.3 Se instalará como mínimo una válvula de seguridad para presión del circuito en cada uno de los circuitos cerrados de la instalación, en cada uno de los arreglos de colectores solares y en cada uno de los acumuladores. Adicionalmente se instalará como mínimo, una válvula de seguridad en el circuito principal, entre el acumulador y vaso de expansión. La disposición de las válvulas de seguridad y la gestión de la salida de escape deben asegurar que, en caso de liberación, no se generen accidentes ni se causen daños.

11.10.4 Se instalarán válvulas de retención, anti-retorno o check en el suministro de agua fría, en la impulsión de bombas instaladas en el circuito de recirculación.

11.10.5 Se instalarán válvulas de desagüe, drenado o purga estratégicamente en el punto más bajo del sistema solar térmico. Además, se asegurará de que los acumuladores cuenten con una válvula de desagüe ubicada en la parte inferior. En todo caso, la descarga de estas válvulas estará conducida por medio de pendientes y de forma visible, hasta áreas de drenaje.

11.10.6 Se utilizarán válvulas mezcladoras termostáticas entre la salida del acumulador y el consumo, a fin de evitar daños al usuario.

11.10.7 Las válvulas eliminadoras de aire y de purga deben instalarse en las partes más altas de la tubería o colectores solares. Estas deben de soportar las temperaturas de estancamiento más severas.

11.10.8 Las válvulas rompedoras de vacío se deben instalar en sistemas de calentamiento de piscinas que utilicen tuberías plásticas o colectores solares de polipropileno que puedan reblandecerse y deformarse a la temperatura de estancamiento de los colectores solares, a causa de presión negativa al fallar el suministro de energía eléctrica.

11.10.9 Cada subconjunto de colectores solares debe tener como mínimo una válvula de drenaje conducida o similar, a excepción de sistemas forzados residenciales.

11.10.10 En la figura No.10 se muestra un ejemplo de cómo deben ser colocadas las válvulas de alivio de presión y temperatura.

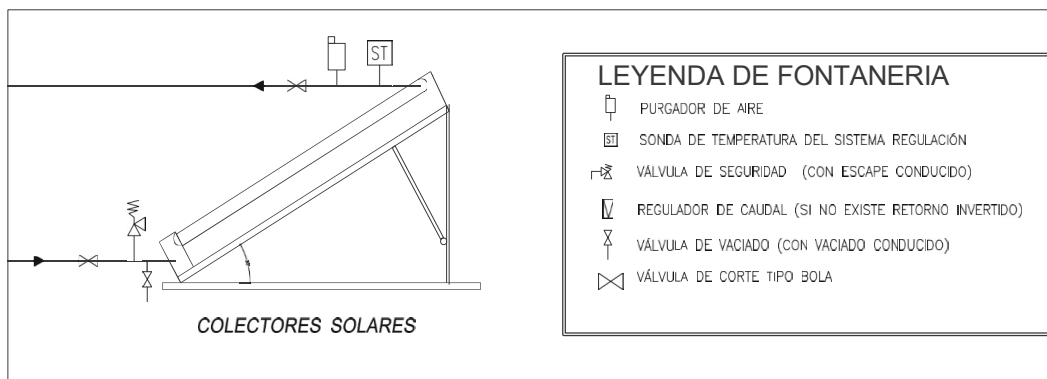


Figura No.10 Esquema típico de instalación de válvulas de presión y temperatura

ARTÍCULO 12.- CONTROLES AUTOMÁTICOS Y MEDIDORES

12.1 Los sistemas de calentamiento solar de circulación forzada deben contar controles automáticos, no permitiéndose controles manuales para arrancar y parar la bomba de recirculación.

12.2 Controles electrónicos diferenciales

12.2.1 En Sistemas de calentamiento solar a circulación forzada se deben utilizar controles electrónicos diferenciales para que arranquen y paren la bomba, para lo cual se contará con dos sensores de temperatura, uno se coloca en la parte superior de los colectores solares, y el otro, para detectar la temperatura del agua a calentar, se coloca en la parte inferior del tanque de almacenamiento. En caso de piscinas, el sensor de temperatura se debe colocar en la descarga de la bomba del filtro.

12.2.2 Deben estar graduados de tal forma que, la diferencia de temperaturas entre el colector solar y la del agua a calentar corresponda a 8 °C para el momento de arranque, y una diferencia de 3 °C, para el momento de paro. Estos valores pueden ser ajustados en base a los requerimientos particulares del sistema solar térmico.

12.2.3 Los controles diferenciales admiten una corriente eléctrica relativamente baja, pero en caso de que la corriente que demanda la bomba sea mayor a la establecida por los controles electrónicos diferenciales, se debe conectar un contactor o arrancador magnético para evitar que la corriente de la bomba pase directamente por ellos.

12.2.4 En todos los casos, la bomba o recirculador deben estar protegidos térmicamente con un dispositivo eléctrico adecuado, debiéndose además aterrizar su carcasa a una tierra física.

12.2.5 Se debe asegurar que los cables que unen los diferentes elementos eléctricos del sistema solar no tengan empalmes, pues este tipo de unión va perdiendo propiedades de conducción eléctrica debido a la oxidación formada con el paso del tiempo. Las conexiones deberán hacerse con soldadura de estaño o conectores eléctricos apropiados para que el contacto eléctrico sea perfecto y duradero.

ARTÍCULO 13.- SISTEMA DE CALENTAMIENTO SOLAR DE PISCINAS

13.1 El cálculo de la pérdida de fricción en válvulas y accesorios se debe evaluar por cada componente, no permitiéndose estimaciones.

13.2 El flujo volumétrico mínimo recomendado en colectores solares de plástico para piscinas es de $0.04 \text{ l/(s}\cdot\text{m}^2)$ ($144 \text{ l/h}\cdot\text{m}^2$) y en colectores solares con absorbedores metálicos tipo parrilla es entre $0.012 \text{ l/(s}\cdot\text{m}^2)$ ($42 \text{ l/h}\cdot\text{m}^2$) y $0.020 \text{ l/(s}\cdot\text{m}^2)$ ($72 \text{ l/h}\cdot\text{m}^2$).

13.3 Al realizar el cálculo hidráulico, es esencial considerar la pérdida de presión del filtro de la piscina cuando se encuentra sucio, la cual suele ser de 0.7 kg/cm^2 para garantizar el cumplimiento de los flujos previamente mencionados.

13.4 Cuando se emplea exclusivamente la misma bomba del equipo de filtrado para circular el agua a través de los colectores solares, las tuberías no pueden reducirse del diámetro del equipo de filtrado o el que resulte del cálculo por flujos y pérdidas de fricción para el caso de la instalación de colectores solares para calentamiento de piscinas.

13.5 El circuito secundario de calentamiento para piscinas se construirá exclusivamente con materiales plásticos empleados en instalaciones de piscinas climatizadas, teniendo características técnicas para resistir las temperaturas y presiones extremas.

13.6 Con el fin de evitar las pérdidas de calor durante la noche, se recomienda el uso de mantas térmicas previniendo posibles accidentes durante su instalación y desmontaje.

ARTÍCULO 14.- CÁLCULO DE LA DEMANDA

A efecto de estimar el consumo de agua caliente sanitaria en el dimensionado del sistema solar térmico y ante la falta de datos específicos de los diferentes sectores de consumo, se recomienda utilizar como referencia los consumos unitarios y de ocupación mostrados en el Anexo Informativo F.

ARTÍCULO 15.- DISPOSICIONES GENERALES

15.1 Si se produce innovación en la tecnología de energía solar térmica de baja temperatura y con el propósito de continuar impulsando dicho avance, la autoridad competente tendrá la facultad de examinar la documentación técnica y pruebas que respalden la excepcionalidad en términos de seguridad y rendimiento de la instalación.

15.2 La empresa suministradora o el instalador registrado deberá capacitar al usuario final de la instalación solar térmica, entregando a la vez los manuales de operación y mantenimiento del sistema solar instalado, así como las garantías ofertadas por las fábricas de los equipos.

15.3 La empresa suplidora o el o el instalador registrado, deberá entregar un documento de garantía del sistema solar térmico instalado en el que se especifique el tiempo y tipo de cobertura, condiciones para su validez y procedimiento para su ejecución.

ARTÍCULO 16.- EVALUACION DE LA CONFORMIDAD

16.1 Objetivo

Con el propósito de asegurar el cumplimiento del presente reglamento técnico, las empresas suplidoras o el instalador registrado, deberán vigilar y cumplir con las disposiciones establecidas. La autoridad competente podrá llevar a cabo la evaluación de conformidad de los sistemas solares térmicos, la cual incluirá una o varias visitas técnicas al sitio de la instalación por parte de su personal técnico calificado. A través de inspecciones y pruebas necesarias (sin ser limitativas), se verificará el cumplimiento de las disposiciones establecidas.

16.2 Esquema de certificación

La empresa suplidora o el instalador registrado podrán ser requeridos por parte de la autoridad competente para que presenten la siguiente documentación:

- a) Certificados vigentes de los colectores solares u otros componentes del sistema solar emitidos por un organismo acreditado y reconocido OHA.
- b) Memoria de cálculo de la instalación solar térmica para sistemas solares con un área de captación mayor a 8 m².
- c) Manuales de operación y mantenimiento, garantías y especificaciones técnicas de los equipos.

El certificado del colector solar debe ser emitido por un organismo de certificación acreditado, el cual dará conformidad para los colectores solares que han pasado los ensayos según la norma OHN-ISO 9806:2017, su versión vigente o cualquier otra equivalente.

Este certificado indicará que el colector solar cumple con los estándares de rendimiento y seguridad especificados. La autoridad competente podrá solicitar la rastreabilidad y validez del certificado a través del Organismo Hondureño de Acreditación, de modo que se pueda constatar la validez de las certificaciones, así como la de los organismos que la otorgan.

16.3 Informe de ensayo

El informe de ensayo o prueba debe ser emitido por un laboratorio independiente y acreditado con base a la Norma Hondureña OHN-ISO/IEC17025 en su versión vigente.

16.4 Importación de Equipos

Previo a la importación de los equipos que integran el sistema solar térmico, las empresas suplidoras o el instalador registrado se asegurarán de que el fabricante o distribuidor de los equipos cuente con la documentación técnica detallada en la sección 9.22 del presente reglamento en el que se incluye los certificados vigentes de los principales componentes de la instalación solar.

16.5 Garantía al Usuario Final

La empresa suplidora de sistemas de energía solar térmica debe entregar al usuario final la garantía ofertada para el sistema solar instalado.

ARTÍCULO 17.- PROCEDIMIENTO DE LA EVALUACION DE LA CONFORMIDAD

17.1 Procedimiento de la evaluación de la conformidad

a) Inspección a los sitios de las instalaciones solares térmicas independientemente de su capacidad, cuando la autoridad competente así lo estime, o podrá ser solicitada por parte de:

- alguna empresa suplidora de equipos y sistemas de energía solar térmica.
- El instalador registrado.

b) Por denuncia proveniente de usuario de la tecnología.

17.1.1. Cuando a solicitud de parte interesada sea requerida una inspección de una instalación solar de acuerdo con lo detallado en el 17.1 a), se debe contar con la siguiente información:

- a) Formulario de solicitud de inspección completado (Anexo Normativo H).
- b) Documentación técnica de la instalación de conformidad con el apartado 9.22 del presente reglamento.
- c) Pago de tasa por servicio de inspección establecido en el Acuerdo 002-2019, Categorización y Creación del Aporte para las Inspecciones de Campo, Inscripciones y Emisión de Autorizaciones para las Áreas de Seguridad Radiológica, Hidrocarburos, Biocombustibles, Eficiencia Energética, Energía Renovable y Responsabilidad Social y Ambiental de la Secretaría de Estado en el Despacho de Energía publicado en La Gaceta el 10 de abril de 2019.

17.2 Las empresas suplidoras e instaladores registrados deberán estar en capacidad de demostrar la veracidad de la información suministrada y el cumplimiento de los requisitos establecidos en el presente reglamento técnico.

17.3 Para los casos contemplado en el literal b) del numeral 17.1, la autoridad competente actuara de oficio según los hechos denunciados por el usuario de la tecnología a efecto de verificarlos sin cargos a los usuarios. Una vez se tengan corroborada las no conformidades con este reglamento técnico, la autoridad competente procederá conforme a la legislación aplicable.

ARTÍCULO 18.- VIGILANCIA Y VERIFICACIÓN

18.1 Responsabilidad de la vigilancia

La vigilancia del cumplimiento del presente reglamento técnico corresponde a la autoridad competente, quien deberá emitir un dictamen técnico en el que se detallen las conformidades o inconformidades encontradas, aplicando el procedimiento establecido en el presente Reglamento Técnico Hondureño.

18.2 Procedimiento en caso de inconformidades

Si en una primera visita técnica se encuentran inconformidades relacionadas con la seguridad, funcionamiento y desempeño, documentación técnica, o con la metodología de capacitación brindada al usuario final, la autoridad competente tendrá las facultades para realizar las siguientes acciones para que la inconformidad sea enmendada:

a) Dictamen Desfavorable y Primer Llamado de Atención:

- Emitir un dictamen desfavorable.
- Hacer un llamado de atención a la empresa suplidora o instalador registrado para que enmiende la inconformidad en un término no mayor a cuatro (4) meses en caso de importación de equipos contados a partir de la entrega del dictamen desfavorable. Este llamado será realizado a través de un oficio emitido por la autoridad competente. Se podrá extender el tiempo de 4 meses en casos justificados.

b) Segundo Llamado de Atención:

Si no se cumple con lo establecido en el inciso anterior, se emitirá un segundo llamado de atención bajo las mismas condiciones, otorgando 30 días más para que la inconformidad sea resuelta satisfactoriamente.

En los casos en que sea necesario realizar inspecciones por parte de la autoridad competente para verificar la enmienda de las inconformidades en los casos 17.1 a) y b), los costos de estas inspecciones serán asumidos por parte de la empresas suplidoras o inspector registrado de conformidad a las tasas vigentes.

c) Suspensión del Registro:

La falta de cumplimiento de los requisitos mencionados en el inciso b), dará como resultado la suspensión de la empresa suplidora de sistemas solares o del instalador registrado del registro administrado por la autoridad competente.

SEGUNDO: Forman parte del presente Reglamento los anexos siguientes: ANEXO INFORMATIVO A, Conexionado de sistema solar térmico de circulación forzada; ANEXO INFORMATIVO B, Conexionado de Sistemas de calentamiento solar a circulación natural (termosifón); ANEXO INFORMATIVO C, Determinación del sur geográfico; ANEXO INFORMATIVO D, Método alternativo para determinar el sur geográfico; ANEXO INFORMATIVO E, Tabla 3, Porcentaje de pérdidas por combinación de orientación e inclinación de colector solar a 15° de latitud; ANEXO INFORMATIVO F, Valores orientativos de la demanda de ACS a la temperatura de referencia de 60 °C, que podrán ser incrementados de acuerdo con las pérdidas térmicas por distribución, acumulación y recirculación; ANEXO NORMATIVO G, Formato de inspección, Para uso del personal de la autoridad competente; y, ANEXO NORMATIVO H, Solicitud de Inspección.

TERCERO: El presente Reglamento entrará en vigencia una vez sea publicado en el Diario Oficial La Gaceta.

Dado en la ciudad de Tegucigalpa, Municipio del Distrito Central, a los veintiún (21) días del mes de octubre del año dos mil veinticinco (2025).

COMUNÍQUESE Y PUBLÍQUESE. -

ING. TOMÁS ANTONIO RODRÍGUEZ SÁNCHEZ
SUBSECRETARIO DE ENERGÍA RENOVABLE Y ELECTRICIDAD
SECRETARÍA DE ESTADO EN EL DESPACHO DE ENERGÍA
ACUERDO DE DELEGACIÓN NO. SEN-115-2022

ABOG. LUIS ESTEBAN MARTÍNEZ SÁNCHEZ
SECRETARIO GENERAL

ANEXO INFORMATIVO A

Conexión de sistema solar térmico de circulación forzada

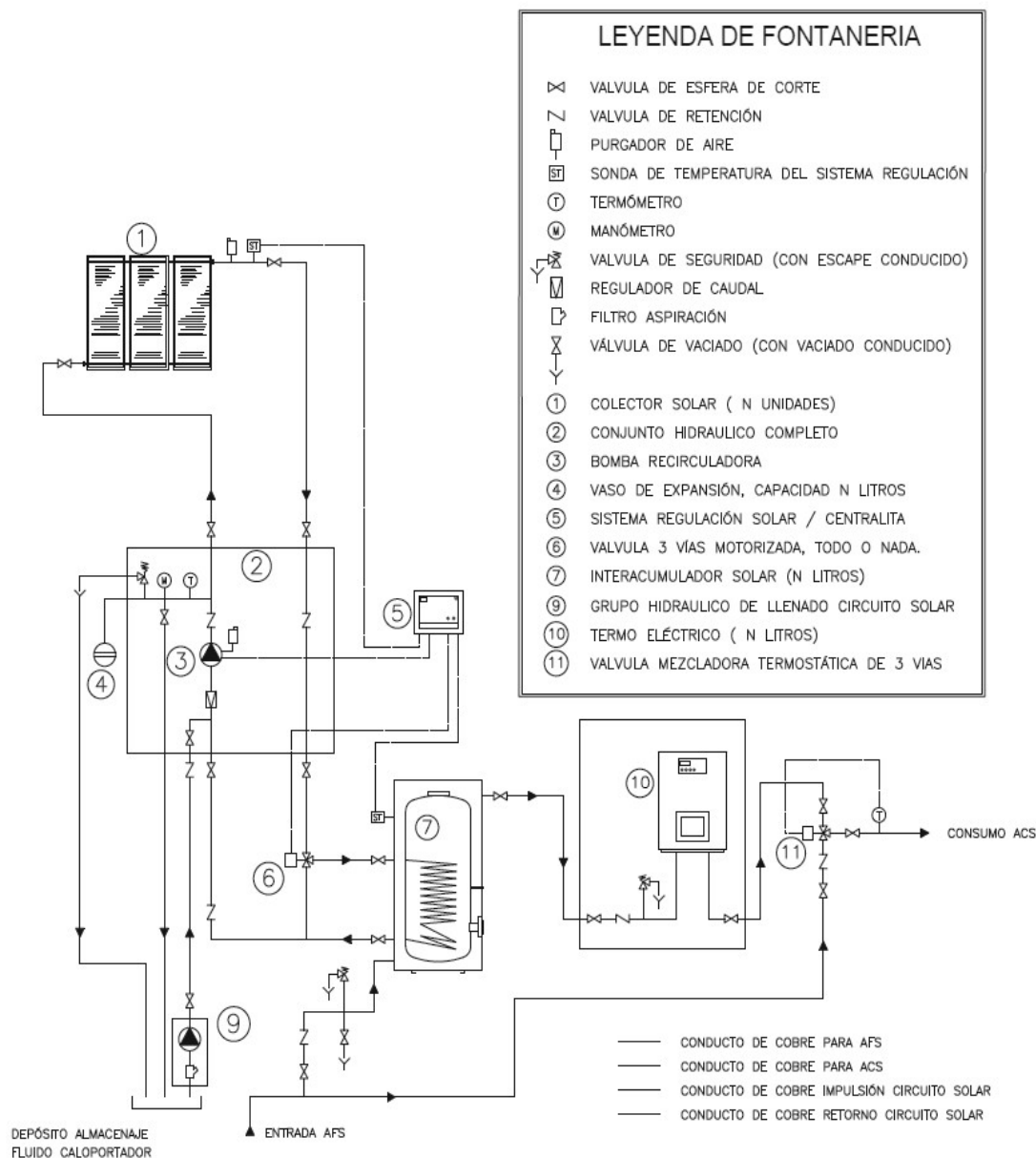


Figura No.11 Sistema de circulación forzada de colector solar plano

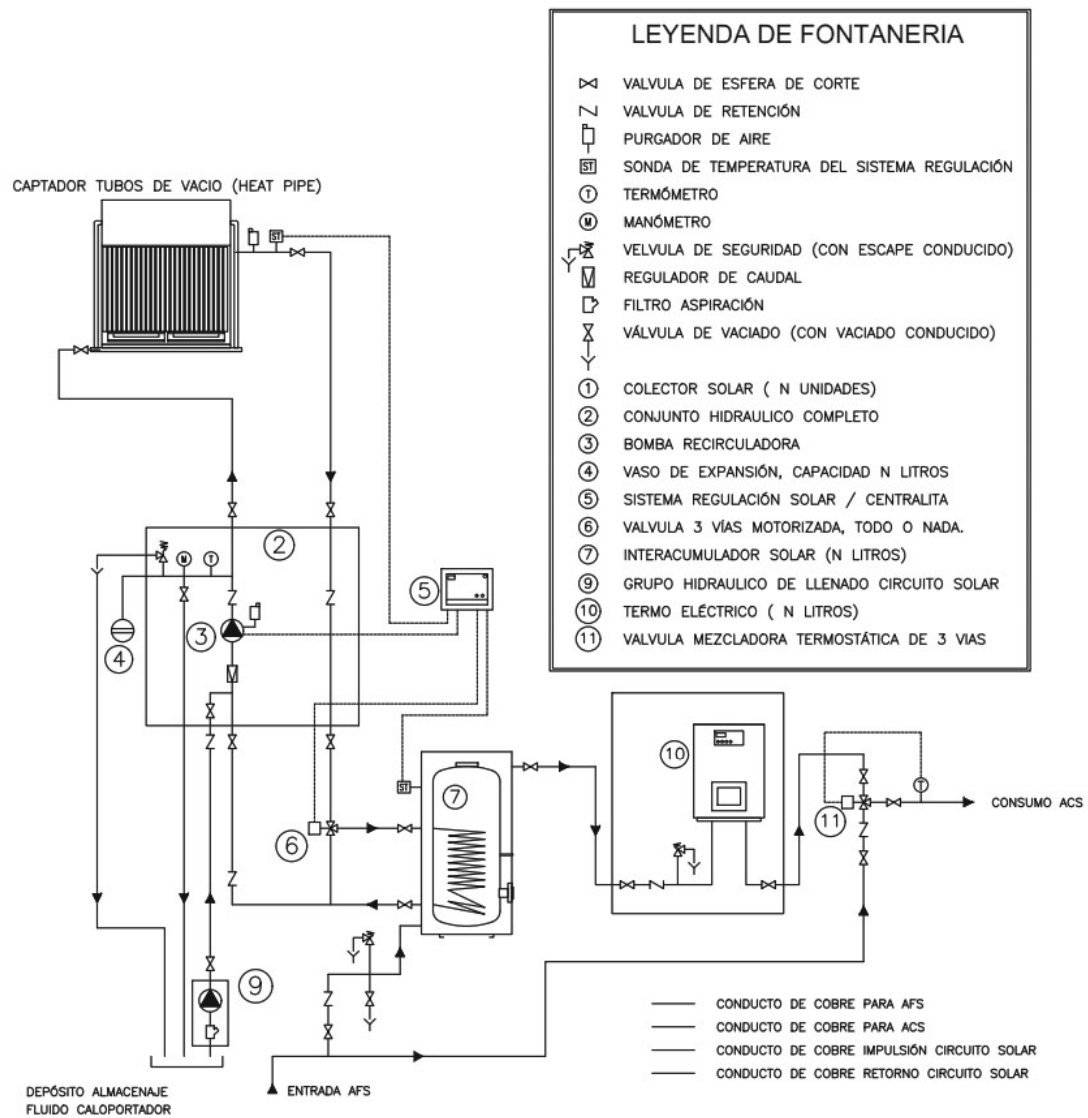


Figura No.12 Sistema de circulación forzada heat pipe

ANEXO INFORMATIVO B

Conexión de sistemas de calentamiento solar a circulación natural (termosifón)

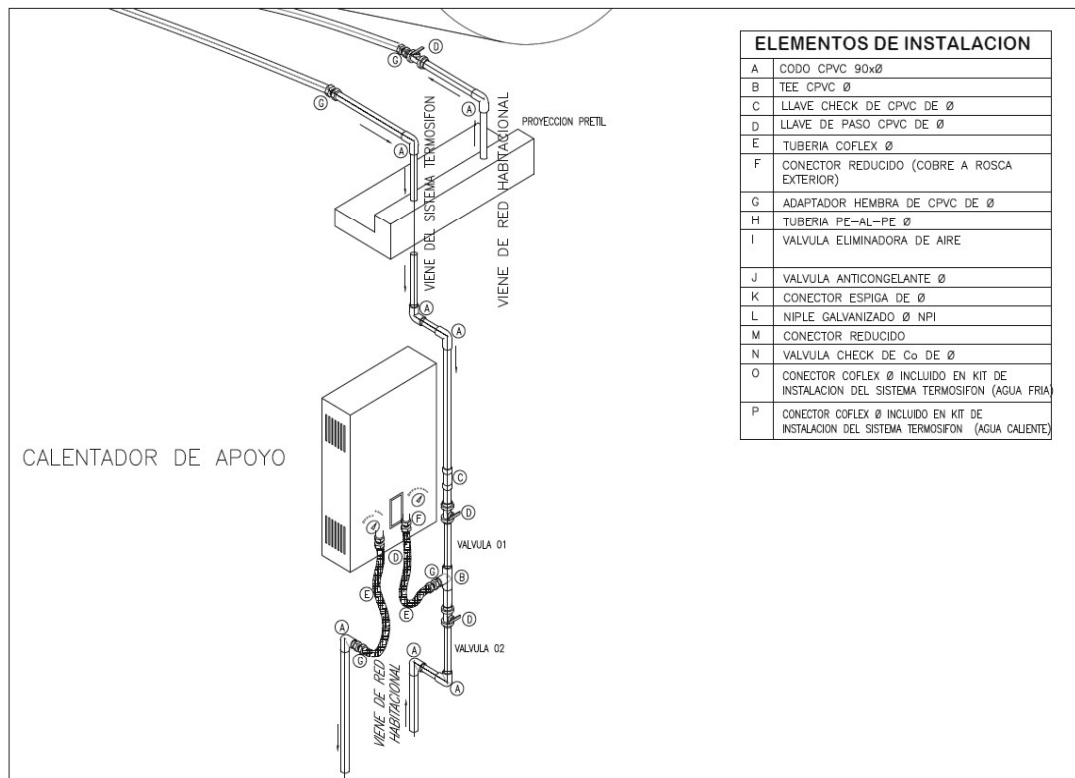
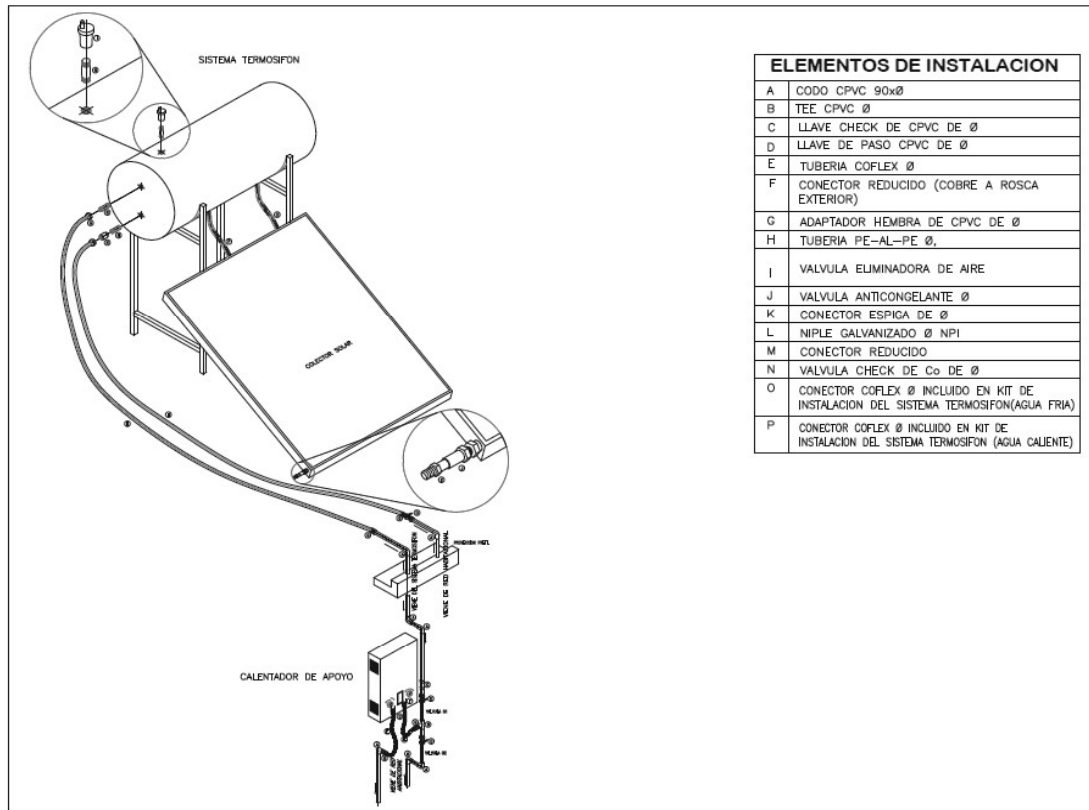


Figura No.13 Conexión de sistema solar tipo termosifón con respaldo

ANEXO INFORMATIVO C Determinación del sur geográfico

Para aprovechar mejor la energía solar que incide en un colector solar es necesario orientarlo adecuadamente, para lo cual se debe seguir el método que permite determinar el sur (o el norte) geográfico. El método se basa en el conocimiento de la hora (local) a la que el sol cruza el meridiano del lugar. A este fenómeno se le conoce como la hora de la culminación solar.

Los datos que se requieren para determinar esta hora son los siguientes:

1. Posición geográfica del lugar: latitud y longitud.
2. Longitud geográfica de meridiano estándar de referencia en términos del cual se establece la hora oficial local (hora del reloj). Para Honduras, el meridiano de 90° al Oeste de Greenwich es el que se utilizará.
3. Fecha del día (día consecutivo del año) en la que se pretende determinar la línea Norte-Sur geográfica.

Con los datos anteriores, se debe calcular la hora de la culminación del sitio en estudio en la fecha indicada. Al determinarla será necesario salir al sitio de instalación y colocar un poste o de una cuerda de la plomada proyectada sobre el piso para marcará la línea Norte-Sur buscada, la cual será la misma de la sombra y que debe trazarse (pintarse) en el suelo, ver Figura No.14.

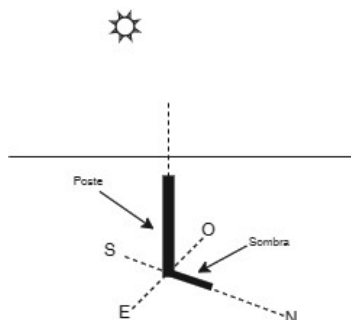


Figura No.14. Determinación del sur geográfico mediante proyecto de sombra en hora de culminación solar

Si el lugar se encuentra en el hemisferio Norte en latitudes no mayores a 23.5° N, en invierno (más específicamente entre las fechas, de otoño-invierno-primavera en las que el Sol culmina en el cenit) la sombra se proyecta al Norte y en verano (más específicamente entre las fechas de primavera-verano-otoño en las que el Sol culmina en el Cenit) se proyecta al Sur. El Sol culmina en el cenit cuando la declinación solar es igual a la latitud del lugar, por ejemplo, para un punto localizado en -87.1921 W y 14.0723 N el Sol culmina en el Cenit el 28 de abril y el 27 de julio.

Cálculo de la hora de culminación solar:

La hora de culminación solar se refiere al momento del día en el que el Sol alcanza su punto más alto en el cielo, conocido como culminación superior. En términos simples, es la hora en la que el Sol está en su máxima elevación sobre el horizonte en una ubicación específica, también llamada mediodía solar. Para *Duffie & Beckman (2013)* se puede determinar el tiempo solar mediante la siguiente ecuación:

$$T_{so} - T_{std} = - \left(\frac{L_{st} - L_{loc}}{15} + \frac{E}{60} \right) \quad 1.a$$

En donde, T_{so} es la hora en tiempo solar verdadero, T_{std} es el tiempo solar standard, L_{st} es la longitud del meridiano de referencia (estándar) correspondiente al huso horario del lugar, L_{loc} : Es la longitud geográfica del lugar en cuestión en decimales y E es la ecuación del tiempo.

Cuando el sol pasa por el meridiano del lugar, la hora en tiempo solar standard por definición será: $T_{std} = 12:00:00$. Donde al sustituir este valor en la ecuación 1.a, se obtiene lo siguiente:

$$T_{so} = 12 - \left(\frac{L_{st} - L_0}{15} + \frac{E}{60} \right) \quad 2.a$$

Con la ecuación 2.a, la T_{so} en este caso se convierte en la hora de culminación solar del sitio en estudio. Por tal motivo, la T_{so} se debe expresar en horas: minutos: segundos.

Ahora bien, la E es un ajuste entre el tiempo solar verdadero y el tiempo solar medio standard, el cual se debe por la excentricidad orbital y la inclinación del eje terrestre. Para fines prácticos se utilizará la ecuación de tiempo propuesta por *Kalogirou(2014)* y *Goswami (2015)*, la cual es la siguiente:

$$E = 9.87 \sin(2B) - 7.53 \cos(B) - 1.50 \sin(B) \quad 3.a$$

Donde: $B = \frac{360}{364} (n - 81)$.

La E se expresa en minutos. La variable n representa el día consecutivo del año, donde tiene valores de $1 < n < 365$. Por ejemplo, para el 1 de enero $n = 1$, para el 31 de diciembre $n = 365$ (año no bisiesto).

En la tabla No.2, se determina la hora de culminación solar para todo el año utilizando el Patio frontal a la Catedral del Parque Central en el Centro Histórico de la Ciudad de Tegucigalpa (CPCT) como punto de referencia para la norma nacional, cuya longitud y latitud son respectivamente: 14.105512 N, -87.204551 W. Para cualquier otro lugar en donde se emplee el huso de 90°, la hora oficial de la culminación se puede aproximar usando los valores de la tabla No.2 sumando 4 minutos por cada grado de longitud si el lugar esta al oeste de (CPCT) y restando 4 minutos por cada grado de longitud que este al este del CPCT.

Tabla No.2
Hora local a la que el sol culmina

(Meridiano de 90° al Oeste de Greenwich)
(Meridiano del Parque Central en el Centro Histórico de la Ciudad de Tegucigalpa (CPT))
(Longitud=14.105512, Latitud=-87.204551)

Punto de referencia: Patio frontal a la Catedral del Parque Central en el Centro Histórico de la Ciudad de Tegucigalpa (CPT)

Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	11:52:25	12:02:29	12:01:52	11:53:09	11:45:53	11:46:29	11:52:20	11:54:48	11:47:11	11:37:28	11:32:23	11:38:57
2	11:52:52	12:02:38	12:01:40	11:52:50	11:45:45	11:46:38	11:52:31	11:54:44	11:47:51	11:37:10	11:32:25	11:39:20
3	11:53:18	12:02:46	12:01:29	11:52:31	11:45:39	11:46:48	11:52:42	11:54:40	11:47:30	11:36:51	11:32:28	11:39:44
4	11:53:45	12:02:53	12:01:16	11:52:12	11:45:32	11:46:57	11:52:53	11:54:34	11:47:09	11:36:33	11:32:31	11:40:08
5	11:54:10	12:03:00	12:01:03	11:51:54	11:45:27	11:47:08	11:53:03	11:54:28	11:46:48	11:36:16	11:32:36	11:40:33
6	11:54:36	12:03:06	12:00:49	11:51:35	11:45:22	11:47:18	11:53:13	11:54:22	11:46:27	11:35:59	11:32:41	11:40:58
7	11:55:01	12:03:11	12:00:35	11:51:17	11:45:17	11:47:29	11:53:23	11:54:14	11:46:05	11:35:42	11:32:47	11:41:23
8	11:55:26	12:03:15	12:00:21	11:50:59	11:45:14	11:47:40	11:53:32	11:54:06	11:45:43	11:35:26	11:32:54	11:41:49
9	11:55:50	12:03:18	12:00:06	11:50:42	11:45:10	11:47:51	11:53:41	11:53:58	11:45:21	11:35:11	11:33:01	11:42:15
10	11:56:14	12:03:21	11:59:51	11:50:24	11:45:08	11:48:03	11:53:49	11:53:49	11:44:59	11:34:56	11:33:10	11:42:42
11	11:56:37	12:03:23	11:59:35	11:50:07	11:45:06	11:48:14	11:53:58	11:53:39	11:44:37	11:34:42	11:33:19	11:43:09
12	11:57:00	12:03:24	11:59:19	11:49:50	11:45:04	11:48:26	11:54:05	11:53:29	11:44:15	11:34:28	11:33:29	11:43:36
13	11:57:23	12:03:25	11:59:02	11:49:34	11:45:03	11:48:38	11:54:12	11:53:18	11:43:53	11:34:15	11:33:40	11:44:03
14	11:57:44	12:03:24	11:58:45	11:49:18	11:45:03	11:48:51	11:54:19	11:53:06	11:43:30	11:34:02	11:33:52	11:44:31
15	11:58:06	12:03:23	11:58:28	11:49:02	11:45:03	11:49:03	11:54:26	11:52:54	11:43:08	11:33:51	11:34:04	11:44:58
16	11:58:27	12:03:21	11:58:10	11:48:47	11:45:04	11:49:15	11:54:31	11:52:42	11:42:46	11:33:39	11:34:17	11:45:26
17	11:58:47	12:03:18	11:57:53	11:48:32	11:45:06	11:49:28	11:54:37	11:52:28	11:42:23	11:33:29	11:34:31	11:45:54
18	11:59:06	12:03:15	11:57:35	11:48:17	11:45:08	11:49:41	11:54:41	11:52:15	11:42:01	11:33:19	11:34:46	11:46:22
19	11:59:25	12:03:11	11:57:16	11:48:03	11:45:10	11:49:53	11:54:46	11:52:00	11:41:39	11:33:10	11:35:01	11:46:50
20	11:59:43	12:03:06	11:56:58	11:47:49	11:45:13	11:50:06	11:54:49	11:51:45	11:41:17	11:33:02	11:35:17	11:47:19
21	12:00:01	12:03:00	11:56:39	11:47:36	11:45:17	11:50:19	11:54:53	11:51:30	11:40:55	11:32:55	11:35:34	11:47:47
22	12:00:18	12:02:54	11:56:20	11:47:24	11:45:21	11:50:31	11:54:55	11:51:14	11:40:33	11:32:48	11:35:52	11:48:15
23	12:00:34	12:02:47	11:56:01	11:47:11	11:45:26	11:50:44	11:54:57	11:50:58	11:40:12	11:32:42	11:36:10	11:48:43
24	12:00:50	12:02:40	11:55:42	11:47:00	11:45:31	11:50:56	11:54:59	11:50:41	11:39:50	11:32:36	11:36:28	11:49:11
25	12:01:05	12:02:31	11:55:23	11:46:48	11:45:37	11:51:09	11:54:59	11:50:24	11:39:29	11:32:32	11:36:48	11:49:40
26	12:01:19	12:02:22	11:55:04	11:46:38	11:45:43	11:51:21	11:55:00	11:50:06	11:39:08	11:32:28	11:37:08	11:50:08
27	12:01:33	12:02:13	11:54:45	11:46:28	11:45:49	11:51:33	11:54:59	11:49:48	11:38:48	11:32:25	11:37:29	11:50:35
28	12:01:45	12:02:03	11:54:25	11:46:18	11:45:56	11:51:45	11:54:58	11:49:29	11:38:27	11:32:23	11:37:50	11:51:03
29	12:01:57		11:54:06	11:46:09	11:46:04	11:51:57	11:54:57	11:49:10	11:38:07	11:32:22	11:38:12	11:51:31
30	12:02:09		11:53:47	11:46:01	11:46:12	11:52:09	11:54:55	11:48:51	11:37:48	11:32:21	11:38:34	11:51:58
31	12:02:19		11:53:28		11:46:20		11:54:52	11:48:31		11:32:22		11:52:25

Partner académico: Instituto de Investigaciones de Ciencias Aplicadas y Tecnológicas (IICAT) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras - <https://icat.unah.edu.hn/>

ANEXO INFORMATIVO D

Método alternativo para determinar el sur geográfico

Colocar una varilla en posición vertical. Por la mañana, cuando todavía falten 2 o 3 horas para el mediodía, se marca el punto A (ver figura No.15), en el extremo de la sombra de la varilla y se traza en el suelo una circunferencia alrededor de esta y de radio OA igual a su sombra.

Cuando, por la tarde, de nuevo la sombra de la varilla vuelva a alcanzar exactamente el mismo radio, es decir, cuando alcance a tocar la circunferencia que se ha trazado, se marca el punto de contacto B. La recta que une ambos puntos A y B estará orientada exactamente en la dirección del paralelo terrestre y, por tanto, una perpendicular a dicha recta señalará la dirección norte - sur.

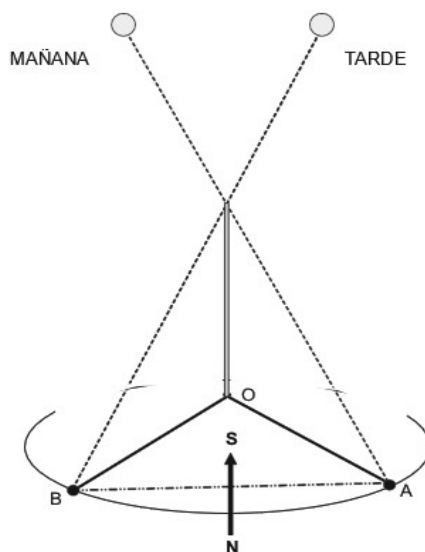


Figura No.15 Determinación del sur geográfico

ANEXO INFORMATIVO E

Tabla 3. Porcentaje de pérdidas por combinación de orientación e inclinación de colector solar a 15° de latitud

Orientación	Alpha/Bheta	0,00	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	89
ESTE	-90.00	2.70	1.20	0.30	0.00	28.65	29.55	31.05	33.15	35.85	39.15	43.05	47.55	52.65	58.35	64.65	71.55	79.05	87.15	94.06
	-85.00	2.70	1.20	0.30	0.00	25.59	26.49	27.99	30.09	32.79	36.09	39.99	44.49	49.59	55.29	61.59	68.49	75.99	84.09	91.00
	-80.00	2.70	1.20	0.30	0.00	22.70	23.60	25.10	27.20	29.90	33.20	37.10	41.60	46.70	52.40	58.70	65.60	73.10	81.20	88.11
	-75.00	2.70	1.20	0.30	0.00	19.99	20.89	22.39	24.49	27.19	30.49	34.39	38.89	43.99	49.69	55.99	62.89	70.39	78.49	85.40
	-70.00	2.70	1.20	0.30	0.00	17.45	18.35	19.85	21.95	24.65	27.95	31.85	36.35	41.45	47.15	53.45	60.35	67.85	75.95	82.86
	-65.00	2.70	1.20	0.30	0.00	15.09	15.99	17.49	19.59	22.29	25.59	29.49	33.99	39.09	44.79	51.09	57.99	65.49	73.59	80.50
	-60.00	2.70	1.20	0.30	0.00	12.90	13.80	15.30	17.40	20.10	23.40	27.30	31.80	36.90	42.60	48.90	55.80	63.30	71.40	78.31
	-55.00	2.70	1.20	0.30	0.00	10.89	11.79	13.29	15.39	18.09	21.39	25.29	29.79	34.89	40.59	46.89	53.79	61.29	69.39	76.30
	-50.00	2.70	1.20	0.30	0.00	9.05	9.95	11.45	13.55	16.25	19.55	23.45	27.95	33.05	38.75	45.05	51.95	59.45	67.55	74.46
	-45.00	2.70	1.20	0.30	0.00	7.39	8.29	9.79	11.89	14.59	17.89	21.79	26.29	31.39	37.09	43.39	50.29	57.79	65.89	72.80
SURESTE	-40.00	2.70	1.20	0.30	0.00	5.90	6.80	8.30	10.40	13.10	16.40	20.30	24.80	29.90	35.60	41.90	48.80	56.30	64.40	71.31
	-35.00	2.70	1.20	0.30	0.00	4.59	5.49	6.99	9.09	11.79	15.09	18.99	23.49	28.59	34.29	40.59	47.49	54.99	63.09	70.00
	-30.00	2.70	1.20	0.30	0.00	3.45	4.35	5.85	7.95	10.65	13.95	17.85	22.35	27.45	33.15	39.45	46.35	53.85	61.95	68.86
	-25.00	2.70	1.20	0.30	0.00	2.49	3.39	4.89	6.99	9.69	12.99	16.89	21.39	26.49	32.19	38.49	45.39	52.89	60.99	67.90
	-20.00	2.70	1.20	0.30	0.00	1.70	2.60	4.10	6.20	8.90	12.20	16.10	20.60	25.70	31.40	37.70	44.60	52.10	60.20	67.11
	-15.00	2.70	1.20	0.30	0.00	1.09	1.99	3.49	5.59	8.29	11.59	15.49	19.99	25.09	30.79	37.09	43.99	51.49	59.59	66.50
	-10.00	2.70	1.20	0.30	0.00	0.65	1.55	3.05	5.15	7.85	11.15	15.05	19.55	24.65	30.35	36.65	43.55	51.05	59.15	66.06
	-5.00	2.70	1.20	0.30	0.00	0.39	1.29	2.79	4.89	7.59	10.89	14.79	19.29	24.39	30.09	36.39	43.29	50.79	58.89	65.80
	0.00	2.70	1.20	0.30	0.00	0.30	1.20	2.70	4.80	7.50	10.80	14.70	19.20	24.30	30.00	36.30	43.20	50.70	58.80	65.71
	5.00	2.70	1.20	0.30	0.00	0.39	1.29	2.79	4.89	7.59	10.89	14.79	19.29	24.39	30.09	36.39	43.29	50.79	58.89	65.80
SUROESTE	10.00	2.70	1.20	0.30	0.00	0.65	1.55	3.05	5.15	7.85	11.15	15.05	19.55	24.65	30.35	36.65	43.55	51.05	59.15	66.06
	15.00	2.70	1.20	0.30	0.00	1.09	1.99	3.49	5.59	8.29	11.59	15.49	19.99	25.09	30.79	37.09	43.99	51.49	59.59	66.50
	20.00	2.70	1.20	0.30	0.00	1.70	2.60	4.10	6.20	8.90	12.20	16.10	20.60	25.70	31.40	37.70	44.60	52.10	60.20	67.11
	25.00	2.70	1.20	0.30	0.00	2.49	3.39	4.89	6.99	9.69	12.99	16.89	21.39	26.49	32.19	38.49	45.39	52.89	60.99	67.90
	30.00	2.70	1.20	0.30	0.00	3.45	4.35	5.85	7.95	10.65	13.95	17.85	22.35	27.45	33.15	39.45	46.35	53.85	61.95	68.86
	35.00	2.70	1.20	0.30	0.00	4.59	5.49	6.99	9.09	11.79	15.09	18.99	23.49	28.59	34.29	40.59	47.49	54.99	63.09	70.00
	40.00	2.70	1.20	0.30	0.00	5.90	6.80	8.30	10.40	13.10	16.40	20.30	24.80	29.90	35.60	41.90	48.80	56.30	64.40	71.31
	45.00	2.70	1.20	0.30	0.00	7.39	8.29	9.79	11.89	14.59	17.89	21.79	26.29	31.39	37.09	43.39	50.29	57.79	65.89	72.80
	50.00	2.70	1.20	0.30	0.00	9.05	9.95	11.45	13.55	16.25	19.55	23.45	27.95	33.05	38.75	45.05	51.95	59.45	67.55	74.46
	55.00	2.70	1.20	0.30	0.00	10.89	11.79	13.29	15.39	18.09	21.39	25.29	29.79	34.89	40.59	46.89	53.79	61.29	69.39	76.30
OESTE	60.00	2.70	1.20	0.30	0.00	12.90	13.80	15.30	17.40	20.10	23.40	27.30	31.80	36.90	42.60	48.90	55.80	63.30	71.40	78.31
	65.00	2.70	1.20	0.30	0.00	15.09	15.99	17.49	19.59	22.29	25.59	29.49	33.99	39.09	44.79	51.09	57.99	65.49	73.59	80.50
	70.00	2.70	1.20	0.30	0.00	17.45	18.35	19.85	21.95	24.65	27.95	31.85	36.35	41.45	47.15	53.45	60.35	67.85	75.95	82.86
	75.00	2.70	1.20	0.30	0.00	19.99	20.89	22.39	24.49	27.19	30.49	34.39	38.89	43.99	49.69	55.99	62.89	70.39	78.49	85.40
	80.00	2.70	1.20	0.30	0.00	22.70	23.60	25.10	27.20	29.90	33.20	37.10	41.60	46.70	52.40	58.70	65.60	73.10	81.20	88.11
	85.00	2.70	1.20	0.30	0.00	25.59	26.49	27.99	30.09	32.79	36.09	39.99	44.49	49.59	55.29	61.59	68.49	75.99	84.09	91.00
	90.00	2.70	1.20	0.30	0.00	28.65	29.55	31.05	33.15	35.85	39.15	43.05	47.55	52.65	58.35	64.65	71.55	79.05	87.15	94.06
Donde:																				
β : Inclinación del colector solar																				
θ : Latitud 15°																				
α : Orientación del colector solar (azimut)																				

Para $15^\circ < \beta < 90^\circ$

Pérdidas (%) = $100 [1.2 \times 10^{-4} \cdot (\beta - \theta)^2 + 3.5 \times 10^{-5} \cdot \alpha^2]$

Para $15^\circ \leq \beta$

Pérdidas (%) = $100 [1.2 \times 10^{-4} \cdot (\beta - \theta)^2]$

Nota 2: Los valores sombreados corresponden a pérdidas < al 10% por la combinación de azimut e inclinación del colector solar

ANEXO INFORMATIVO F

Valores orientativos de la demanda de ACS a la temperatura de referencia de 60 °C, que podrán ser incrementados de acuerdo con las pérdidas térmicas por distribución, acumulación y recirculación

Criterio de demanda	Litros/día
Hospitales y clínicas	55 por cama
Ambulatorio y centro de salud	41 por persona
Hotel *****	69 por cama
Hotel ****	55 por cama
Hotel ***	41 por cama
Hotel /hostal**	34 por cama
Hotel /pensión*	28 por cama
Camping	21 por emplazamiento
Residencia	41 por persona
Centro penitenciario	28 por persona
Albergue	24 por persona
Vestuario/Duchas colectivas	21 por persona
Escuela sin duchas	4 por alumno
Escuela con duchas	21 por alumno
Cuarteles	28 por persona
Fábricas y talleres	21 por persona
Oficinas	2 por persona
Gimnasios	21 por persona
Lavandería	de 3 a 5 por kilo de ropa
Restaurantes	8 por comida
Cafeterías	1 por comida

El consumo de ACS a una temperatura (T) de preparación, distribución o uso, distinta de la referencia (60 °C), se debe obtener a partir del consumo de ACS a la temperatura de referencia usando las siguientes expresiones:

$$D(T) = \sum_{i=1}^{12} D_i(T)$$

$$D(T) = D_i(60\text{ °C}) \frac{60 - T_i}{T - T_i}$$

donde:

$D(T)$: Demanda de agua caliente sanitaria anual a la temperatura T elegida;

$D_i(T)$: Demanda de agua caliente sanitaria para el mes i, a la temperatura T elegida;

$D_i(60\text{ °C})$: Demanda de agua caliente sanitaria para el mes i, a la temperatura de 60 °C;

T: Temperatura del acumulador final;

T_i : Temperatura media del agua fría en el mes i

ANEXO NORMATIVO G
FORMATO DE INSPECCIÓN
Para uso del personal de la autoridad competente

Fecha de inspección: _____

Nombre del inspector: _____

1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN:

Nombre del Propietario/Usuario: _____

Dirección de la Instalación: _____

Teléfono de Contacto: _____

Correo Electrónico: _____

Fecha de Instalación: _____

Empresa suplidora/Instalador registrado: _____

2. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA:

¿Se presenta la documentación técnica completa?

Sí _____

No _____

Observaciones: _____

3. REVISIÓN DE COMPONENTES PRINCIPALES:

Ítem	Componentes	Conforme	No conforme	Observaciones
1	Colectores solares			
2	Acumuladores			
3	Estructura de soporte			
4	Válvulas y accesorios			
5	Tuberías			
6	Bomba de circulación			
7	Vaso de expansión			
8	Controles automáticos diferenciales			
9	Cuenta con placas de especificaciones técnicas en ítems 1, 2 ,6 y 7			

4. HALLAZGOS ENCONTRADOS EN LA INSPECCIÓN:

Firma de inspector

Firma de representante de empresa suplidora o
Instalador registrado/usuario final

ANEXO NORMATIVO H

Solicitud de Inspección

1. DATOS GENERALES DEL SOLICITANTE:

Nombre completo de la empresa suministradora de equipos y sistemas de energía solar térmica/
Instalador registrado/Usuario de la tecnología:

Teléfono del solicitante: _____

Correo electrónico: _____

Destinatario: _____

2. DATOS DE LA INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA:

Descripción de la instalación solar térmica:

Dirección detallada de la instalación solar térmica donde se requiere la inspección:

Objetivo de la inspección:

Observaciones:

Lugar y Fecha: _____

Nombre y firma del
solicitante: _____

Revisado por: _____
(firma y sello)

Aprobado por: _____
(firma y sello)