



Sistemas solares térmicos

Guía Técnica

Sistemas solares térmicos

Índice sistemas solares térmicos

1	Aplicaciones de la energía solar térmica	5	4.4.3	Sistema solar con acumulación centralizada.	78
1.1	Estimación de la demanda.	5	4.5	Dimensionado del acumulador.	79
1.1.1	Suministro de a.c.s.	5	5	Dimensionado del sistema	80
1.1.2	Calentamiento de piscinas.	7	5.1	Planificación de grandes sistemas solares térmicos.	80
1.1.3	Demanda de calefacción.	10	5.2	Determinación de la demanda de a.c.s.	80
1.2	La energía procedente del sol.	12	5.3	Determinación del número de colectores necesarios.	81
2	Tecnología Solar para viviendas unifamiliares	18	5.3.1	Factores de corrección para la orientación y el ángulo de inclinación.	84
2.1	El sistema de captación.	18	5.3.2	Cálculo del caudal en el campo de colectores.	84
2.1.1	Rendimiento del captador.	20	5.3.3	Determinación de la pérdida de carga de una fila de colectores	85
2.1.2	Disposición de los captadores	22	5.4	Requerimientos de espacio necesario para colectores instalados en tejado inclinado.	86
2.1.2.1	Separación de los captadores.	23	5.4.1	Indicaciones generales de las medidas.	86
2.1.3	Superficie de captadores para la instalación de a.c.s.	24	5.4.2	Montaje sobre el tejado.	87
2.1.4	Superficie de captadores para la instalación de calefacción.	26	5.4.3	Montaje integrado en tejado.	88
2.2	Sistemas compactos por termosifón.	27	5.5	Requerimientos de espacio necesario para colectores instalados sobre tejado plano o fachada.	90
2.3	El sistema de acumulación.	30	5.5.1	Montaje en tejado plano.	90
2.3.1	Volumen de acumulación.	30	5.5.2	Montaje en la fachada.	91
2.3.2	Intercambiadores de calor.	30	5.5.3	Sombra.	91
2.4	El sistema de circulación y elementos del circuito primario.	31	5.5.4	Tejados inclinados.	92
2.4.1	El vaso de expansión.	31	5.6	Dimensionado del circuito hidráulico.	93
2.4.2	El fluido caloportador.	32	5.6.1	Conexionado hidráulico de colectores planos.	93
2.4.3	El grupo de bombeo.	33	5.6.2	Cálculo de la pérdida de carga en el campo de colectores para colectores planos.	97
2.4.3.1	Funcionamientos de grupos de bombeo AGS.	34	5.6.3	Cálculo de la pérdida de carga en el campo de colectores para colectores planos.	98
2.4.3.2	Lavado y llenado de las tuberías.	35	5.6.4	Tuberías en el circuito solar – aislamiento térmico.	99
2.4.3.3	Comprobación y ajuste del caudal.	35	5.7	Selección de la estación solar.	100
2.5	El sistema de control.	36	5.8	Dimensionado del vaso de expansión del circuito solar.	102
2.5.1	Centralitas de regulación.	36	5.8.1	Cálculo del volumen de la instalación.	102
2.6	El sistema de energía auxiliar.	39	5.8.2	Vaso de expansión para instalaciones solares con colectores planos.	102
2.7	Instalaciones tipo.	41	5.9	Instalación del disipador de calor.	104
3	Tecnología solar para viviendas multifamiliares	47	5.10	Selección del sistema de intercambio.	104
3.1	Principios.	47	5.11	Planificación del circuito de distribución (circuito secundario).	105
3.1.1	Sistema de instalación con depósitos individuales.	47	5.11.1	Determinación de los caudales necesarios para el sistema solar con depósitos individuales.	105
3.1.2	Sistema de instalación con intercambiadores por vivienda.	51	5.11.2	Determinación de los caudales necesarios para el sistema solar con intercambiadores de placas por vivienda.	105
3.1.3	Sistemas de instalación con depósito centralizado.	56	5.11.3	Selección de la bomba de circuito secundario para el sistema de instalación con intercambiadores de placas por vivienda.	106
3.2	Campo de colectores.	58	5.11.4	Cálculo de la red de tuberías.	107
3.2.1	Colectores planos FKC-2, FCC-2.	58	5.11.5	Selección del diámetro del tubo.	107
3.2.2	Colectores planos FT226-2V de alto rendimiento.	59	5.11.6	Selección del contador de calorías.	108
3.3	Estación solar AGS.	60	6	Indicaciones para la instalación y puesta en servicio	109
3.4	Acumuladores.	61	7	Mantenimiento	111
3.4.1	Utilización de varios acumuladores auxiliares.	62	7.1	Plan de vigilancia.	111
3.4.2	Intercambiador externo para el circuito solar.	63	7.2	Plan de mantenimiento.	111
3.5	Válvula de seguridad.	63			
4	Descripción del funcionamiento	64			
4.1	Sistema solar con depósitos individuales.	64			
4.2	Sistema solar con intercambiadores por vivienda.	67			
4.3	Sistema solar con depósito centralizado.	71			
4.4	Componentes de un sistema descentralizado.	73			
4.4.1	Sistema solar con depósitos individuales.	73			
4.4.2	Sistema solar con intercambiadores por vivienda.	75			

1 Aplicaciones de la energía solar térmica

El principal objetivo de una instalación solar es generar un ahorro significativo de la energía convencional y reducir emisiones de CO₂.

El sol es una fuente de energía inagotable, su aprovechamiento depende de muchos factores algunos de los cuales podemos controlar, como son los que afectan a la inclinación y ubicación de los captadores. El objetivo es diseñar una instalación que garantice el aporte energético en función de la demanda, sin olvidar que es inevitable el apoyo de energía convencional como sistema de energía auxiliar.

Las principales aplicaciones de la energía solar son:

- ▶ Sistemas de preparación de a.c.s.
- ▶ Calentamiento del agua de piscinas.
- ▶ Apoyo a calefacción por suelo radiante.

Es primordial conocer la demanda que se produce de forma diaria, así como disponer de datos que hagan referencia al tipo de captador a instalar.

La demanda energética, a su vez, depende de dos factores como son:

- ▶ **Zona climática:** En función de la localidad donde se lleve a cabo la instalación, tendremos unas temperaturas de entrada de agua y unos valores de temperatura ambiente diferentes que determinarán el rendimiento del captador.
- ▶ **Ocupación y tipología del edificio:** El número de usuarios que realizan consumo y el uso al que esté destinado el mismo afectan a la demanda.

El rendimiento del captador se ve afectado por las condiciones externas que se detallan:

- ▶ **Radiación media diaria:** Cantidad de energía incidente por unidad de superficie y por unidad de tiempo. Se encuentra este dato en tablas publicadas que corresponden a capitales de provincia.
- ▶ **Inclinación del captador:** El objetivo es dar una inclinación al captador, de tal forma que capte la energía procedente del sol lo más perpendicular posible de forma que su aprovechamiento sea máximo. Lo más recomendable es que la inclinación coincida con la latitud del lugar donde se lleva a cabo la instalación, aunque hay ocasiones en las que es necesario cambiar esta inclinación en función del periodo de utilización de la instalación.
- ▶ **Orientación del captador:** Con el fin de aprovechar al máximo la radiación solar se orientará hacia el sur geográfico siempre y cuando nos encontremos en el hemisferio norte. Ligeras desviaciones respecto al sur también son admisibles.

Tras conocer los consumos y por lo tanto la demanda se definirá la superficie de captadores necesarios para generar el aporte energético solar y el volumen de acumulación necesario para un día en el caso de servicio de a.c.s.

1.1 Estimación de la demanda

Las formas de definir la demanda pueden ser:

1.1.1 Suministro de a.c.s.

Para determinar la demanda de un edificio se tomarán los valores unitarios aportados por el ASIT a una temperatura de referencia. Aquellos municipios que cuenten con ordenanza se guiarán por los consumos establecidos a la temperatura de uso exigida.

La siguiente tabla aportada por ASIT define los consumos unitarios en l/día en función del uso al que esté destinada la instalación, para una temperatura de referencia de 60 °C:

Demandas	l/día a 60 °C	Por	Estacionalidad
Viviendas	28	Persona	E1
Escuelas sin ducha	4	Alumno	E1-E2-E4
Escuelas con ducha	21	Alumno	E1-E2-E4
Cuarteles/Centro penitenciario	28	Persona	E1
Taller/fábricas	21	Persona	E1-E2-E4
Oficinas	2	Persona	E1-E2-E4
Gimnasio	21	Usuario	E1-E2-E3
Hospitales/Clínicas	55	Persona	E1
Hotel 5 estrellas	69	Persona	E3
Hotel 4 estrellas	55	Persona	E3
Hotel 3 estrellas	41	Persona	E3
Hotel 2 estrellas	34	Persona	E3
Pensiones-Hostal	28	Persona	E3
Residencias / Ambulatorios	41	Persona	E1
Campings	21	Persona	E3
Albergue	24	Persona	E1-E2
Restaurante	8	Persona	E1-E2-E3
Cafetería	1	Persona	E1-E2-E3
Vestuario/Duchas colectivas	21	Persona	E1-E2-E3-E4

De acuerdo con las referencias de la tabla, se definen 4 tipos de estacionalidad de uso y en porcentaje de ocupación.

E1 consumo constante e igual al 100% durante todo el año, si considerar excepciones.

E2 con hasta 3 meses no operativos, si considerar ninguna reducción de consumo en el dimensionado, y el resto del año se calcularan al 100%.

E3 para esta consideración se valorarán las variaciones a lo largo de todo el año establecida en los datos de ocupación estadística provincial establecida en las tablas A1 al A4, los datos estadísticos una alta fiabilidad para determinar.

E4 en estas instalaciones se puede fijar el cálculo de distribución semanal del consumo, ejemplo cierres de colegios, en este caso se podrá realizar un cálculo de 5/7 del valor semanal o media diaria con la condición de aumentar el volumen de acumulación para un mejor aprovechamiento de los fines de semana.

En aquellos casos en los que la temperatura de uso sea diferente a 60 °C, la conversión se podrá realizar mediante la siguiente expresión:

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

D_i (T) Demanda de agua caliente a la temperatura T de diseño.

D_i (60 °C) Demanda de agua caliente a la temperatura de 60 °C.
T Temperatura de diseño.
T_i Temperatura media del agua fría (12 °C).

Es muy importante conocer la distribución de demanda de a.c.s. a lo largo del año para evaluar mensualmente el aporte solar porcentual.

El porcentaje de ocupación se define de forma mensual y, salvo que se diga lo contrario, se definirá un 100%.

Esta estimación de la demanda energética es un factor clave en la determinación de la superficie de captadores y la distribución de la necesidad energética a lo largo de todo el año. Una repercusión importante

Hay municipios como Barcelona, Burgos, ... que trabajan con coeficientes de simultaneidad según el número de usuarios a los que se da servicio.

La demanda energética de a.c.s. (E) vendrá dada por la siguiente ecuación:

$$E = D \times (T_m - T_i) \times C_e$$

puede ser debida a la temperatura de entrada del agua de suministro. Podemos tomar valores de temperatura de agua de red para cada una de las provincias tipificados como los recogidos en la siguiente tabla:

Temperatura de entrada de agua de red para capital de provincias (Fuente ASIT)

Provincia	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
Álava	7	7	8	10	12	14	16	16	14	12	8	7	11
Albacete	7	8	9	11	14	17	19	19	17	13	9	7	13
Alicante	11	12	13	14	16	18	20	20	19	16	13	12	15
Almería	12	12	13	14	16	18	20	21	19	17	14	12	16
Ávila	6	6	7	9	11	14	17	16	14	11	8	6	10
Badajoz	9	10	11	13	15	18	20	20	18	15	12	9	14
Baleares	11	11	12	13	15	18	20	20	19	17	14	12	15
Barcelona	9	10	11	12	14	17	19	19	17	15	12	10	14
Burgos	5	6	7	9	11	13	16	16	14	11	7	6	10
Cáceres	9	10	11	12	14	18	21	20	19	15	11	9	14
Cádiz	12	12	13	14	16	18	19	20	19	17	14	12	16
Castellón	10	11	12	13	15	18	19	20	18	16	12	11	15
Ceuta	11	11	12	13	14	16	18	18	17	15	13	12	14
Ciudad Real	7	8	10	11	14	17	20	20	17	13	10	7	13
Córdoba	10	11	12	14	16	19	21	21	19	16	12	10	15
La Coruña	10	10	11	12	13	14	16	16	15	14	12	11	13
Cuenca	6	7	8	10	13	16	18	18	16	12	9	7	12
Gerona	8	9	10	11	14	16	19	18	17	14	10	9	13
Granada	8	9	10	12	14	17	20	19	17	14	11	8	13
Guadalajara	7	8	9	11	14	17	19	19	16	13	9	7	12
Guipúzcoa	9	9	10	11	12	14	16	16	15	14	11	9	12
Huelva	12	12	13	14	16	18	20	20	19	17	14	12	16
Huesca	7	8	10	11	14	16	19	18	17	13	9	7	12
Jaén	9	10	11	13	16	19	21	21	19	15	12	9	15
León	6	6	8	9	12	14	16	16	15	11	8	6	11
Lérida	7	9	10	12	15	17	20	19	17	14	10	7	13
La Rioja	7	8	10	11	13	16	18	18	16	13	10	8	12
Lugo	7	8	9	10	11	13	15	15	14	12	9	8	11
Madrid	8	8	10	12	14	17	20	19	17	13	10	8	13
Málaga	12	12	13	14	16	18	20	20	19	16	14	12	16
Melilla	12	13	13	14	16	18	20	20	19	17	14	13	16
Murcia	11	11	12	13	15	17	19	20	18	16	13	11	15
Navarra	7	8	9	10	12	15	17	17	16	13	9	7	12
Orense	8	10	11	12	14	16	18	18	17	13	11	9	13
Asturias	9	9	10	10	12	14	15	16	15	13	10	9	12
Palencia	6	7	8	10	12	15	17	17	15	12	9	6	11
Las Palmas	15	15	16	16	17	18	19	19	19	18	17	16	17
Pontevedra	10	11	11	13	14	16	17	17	16	14	12	10	13
Salamanca	6	7	8	10	12	15	17	17	15	12	8	6	11
Tenerife	15	15	16	16	17	18	20	20	20	18	17	16	17
Cantabria	10	10	11	11	13	15	16	16	16	14	12	10	13
Segovia	6	7	8	10	12	15	18	18	15	12	8	6	11
Sevilla	11	11	13	14	16	19	21	21	20	16	13	11	16
Soria	5	6	7	9	11	14	17	16	14	11	8	6	10
Tarragona	10	11	12	14	16	18	20	20	19	16	12	11	15
Teruel	6	7	8	10	12	15	18	17	15	12	8	6	11
Toledo	8	9	11	12	15	18	21	20	18	14	11	8	14
Valencia	10	11	12	13	15	17	19	20	18	16	13	11	15
Valladolid	6	8	9	10	12	15	18	18	16	12	9	7	12
Vizcaya	9	10	10	11	13	15	17	17	16	14	11	10	13
Zamora	6	8	9	10	13	16	18	18	16	12	9	7	12
Zaragoza	8	9	10	12	15	7	20	19	17	14	10	5	13

Para el resto de poblaciones de la provincia, según la altura respecto la capital (H) en metros se aplica la siguiente fórmula: $T_e = T_{cap} - 0,01 \times H$

Para el correcto funcionamiento de la instalación se han de considerar los siguientes parámetros en cuanto a su configuración, los cuales vienen recogidos en el ASIT:

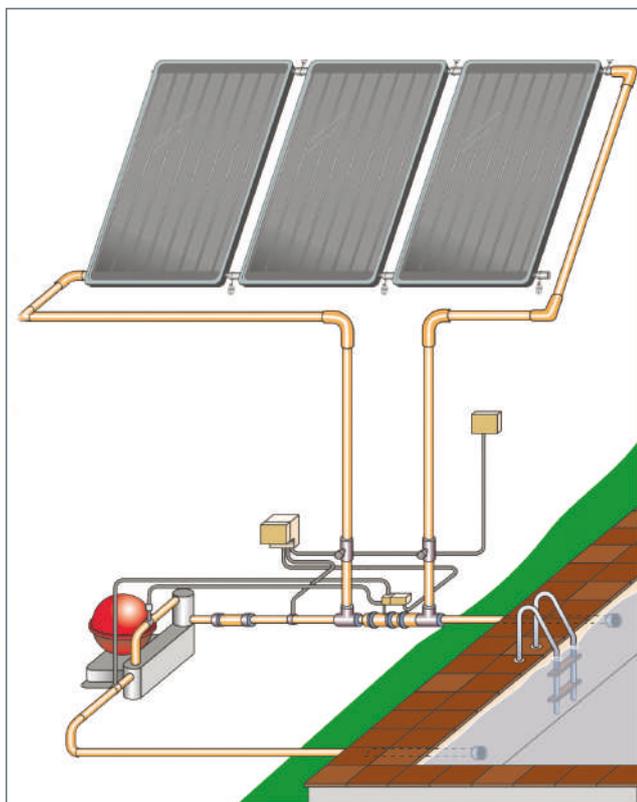
- ▶ Se instalará un sistema automático de mezcla o cualquier otro sistema que limite la temperatura de suministro a 60 °C para evitar quemaduras al usuario.
- ▶ En suministros colectivos de a.c.s., en el punto más alejado de consumo, hay que asegurar llegar a 50 °C para evitar la legionella. En algún punto de la instalación se debe asegurar 70 °C para desinfección de legionella y mantener el depósito de consumo de agua caliente a 60 °C (Real Decreto 865/2003).

1.1.2 Calentamiento de piscinas

Aprovechar la radiación solar para calentar piscinas es una opción interesante ya que permite ampliar los meses de baño, consiguiendo una temperatura agradable para su uso. Los factores de los que depende el diseño no son constantes y afectan a las pérdidas. Estos factores son:

- ▶ Temperatura ambiente.
- ▶ Temperatura del agua de la piscina.
- ▶ Humedad relativa del aire.
- ▶ Velocidad del viento (piscinas descubiertas).

En el caso de piscinas climatizadas el RITE marca que la temperatura del agua esté comprendida entre 24°C



y 30°C según el uso al que esté destinada la piscina, su medición se realizara en el centro de la piscina a 20cm de la superficie. Es la guía de ASIT, más restrictivo en cuanto a la definición de temperaturas ya que relaciona la temperatura de climatización con la temperatura seca del aire del local donde se encuentra la piscina a climatizar, de tal forma que esta temperatura tiene que ser entre 1/ 2°C mayor que la del agua, con un mínimo de 24°C 26°C y un máximo de 30°C. La humedad relativa del ambiente se mantendrá por debajo del 65%.

En líneas generales y para generar un ahorro de energía en las piscinas, estas deberán estar protegidas con barreras térmicas para evitar posibles pérdidas de evaporación.

Hay que tener en cuenta con qué tipo de energía se puede calentar la piscina. Existen diferencias si la piscina está cubierta o descubierta:

- ▶ **Piscinas Descubiertas:** Para su calentamiento no se permite el empleo de energías convencionales; sí podrá hacerse con energías residuales o fuentes de energías renovables. Queda prohibido por lo tanto el calentamiento con una caldera.
- ▶ **Piscinas Cubiertas:** En el caso de piscinas cubiertas una parte de la climatización se cubrirá mediante un sistema de energía solar térmica, con la incorporación de un sistema de captación.

Para el cálculo es conveniente tener en cuenta las siguientes pérdidas:

- ▶ Pérdidas por evaporación, se producen en la transferencia de vapor de agua al ambiente.
- ▶ Pérdidas por convección hacia el ambiente, se dan en la superficie del agua, debido a la diferencia de temperaturas respecto al ambiente y al flujo de aire por encima de la superficie del líquido.
- ▶ Pérdidas por radiación, intercambio de calor entre la superficie del agua y el ambiente.
- ▶ Conducción a través de las paredes.
- ▶ Renovación del agua.

La instalación es más sencilla ya que la propia piscina actúa como sistema de acumulación. Se recomienda seguir un orden de los elementos de la instalación, siendo éste bomba-filtro-captadores.

Para un correcto funcionamiento de la instalación, se ha de colocar la impulsión del agua caliente en la parte inferior de la piscina y la aspiración de agua fría ya filtrada en la parte superior de cara a producir un calentamiento homogéneo desde la parte inferior de la piscina hasta la superficie de la misma.

Se puede calcular las pérdidas energéticas en función del tipo de piscina a calentar. El método de cálculo está basado en la diferencia de temperaturas y la velocidad del viento.

- ▶ **Piscinas Descubiertas:** La climatización de una piscina descubierta se realiza de cara a aumentar el periodo de baño así como dar una temperatura de confort. Los siguientes parámetros atienden a las condiciones a tener en cuenta en el cálculo.
 - ▶ Se pretende una cobertura solar del 100% durante los meses de abril a septiembre, con una temperatura media del agua en torno a 24 °C.
 - ▶ Si la temperatura media del agua demandada supera los 24 °C, por cada 1 °C se recomienda incrementar la superficie de captadores en un 25%.
 - ▶ En estos casos es recomendable utilizar la manta térmica durante las horas nocturnas de cara a minimizar las pérdidas.

$$P = [(28 + 20v) * (T_{ap} - T_{amb}) S] / 1.000$$

Definiendo:

- P** Pérdidas térmicas en W/m².
- T_a** Temperatura del agua en °C.
- T_{amb}** Temperatura del aire ambiente en °C.
- v** Velocidad del viento en m/s.
- S** Superficie de la piscina en m².

Las necesidades energéticas para el dimensionado de piscinas descubiertas se obtienen tras evaluar las pérdidas que se generan y la ganancia que se aporta.

Es conveniente el empleo de mantas térmicas que eviten pérdidas de calor.

Las pérdidas vienen definidas por los parámetros aportados en las tablas siguientes:

Pérdidas por radiación

Temperatura ambiente (°C)

15	Sin manta	14,6
	Con manta	9,6
15	Sin manta	13,5
	Con manta	8,9
15	Sin manta	12,5
	Con manta	8,2
21	Sin manta	11,4
	Con manta	7,5
23	Sin manta	10,3
	Con manta	6,7
25	Sin manta	9,1
	Con manta	5,9
27	Sin manta	7,9
	Con manta	5,1
29	Sin manta	6,7
	Con manta	4,2
31	Sin manta	5,4
	Con manta	3,4

* Tabla pérdidas por radiación (MJ/m²), Fuente: Censolar.

Pérdidas por convección

Grado de humedad		Condiciones de viento		
		Nulo-Débil	Moderado	Fuerte
Seco	Sin manta	6,5	12,5	17,3
	Con manta	3,9	7,5	10,4
Medio	Sin manta	5,6	9,9	13,4
	Con manta	3,4	6,0	8,0
Húmedo	Sin manta	4,8	7,3	9,5
	Con manta	2,9	4,4	5,7

** Tabla pérdidas por convección (MJ/m²), Fuente: Censolar.

Pérdidas por evaporación

Temperatura ambiente (°C)		Condiciones de viento		
		Nulo-Débil (v < 3m/s)	Moderado (5m/s < v < 7m/s)	Fuerte (7m/s < v < 10m/s)
15	Sin manta	11,3	20	25,1
	Con manta	6,2	11	13,7
17	Sin manta	9,7	17,3	21,6
	Con manta	5,2	9,2	11,5
19	Sin manta	8,2	14,5	18,1
	Con manta	4,2	7,4	9,3
21	Sin manta	6,6	11,8	14,7
	Con manta	3,2	5,7	7,1
23	Sin manta	5,1	9,0	11,2
	Con manta	2,2	3,9	4,9
25	Sin manta	3,5	6,2	7,8
	Con manta	1,2	2,2	2,6
27	Sin manta	1,9	3,5	4,3
	Con manta	0,2	0,3	0,4
29	Sin manta	0,4	0,7	0,9
	Con manta	-0,8	-1,4	-1,8
31	Sin manta	-1,2	-2,1	-2,6
	Con manta	-1,8	-3,2	-4,0

*** Tabla por evaporación (MJ/m²), Fuente: Censolar.

En piscinas descubiertas la energía que debe aportar un captador viene dada por la expresión:

$$E = P - H^*A$$

$$P = Pr + Pe + Pc$$

Donde:

- A:** Superficie de la piscina.
- P:** Pérdidas totales.
- Pr:** Pérdidas por radiación.
- Pe:** Pérdidas por evaporación.
- Pc:** Pérdidas por conducción.
- Pr:** Superficie de la piscina
- H*:** Ganancia solar real dada por 0,85 · H.
- H:** Ganancia solar, energía incidente por unidad de superficie.

► **Piscinas cubiertas:** En la climatización de una piscina cubierta las condiciones de diseño de la temperatura ambiente, de la humedad realativa del local donde se encuentra la piscina y la temperatura del vaso de la piscina están completamente relacionadas.

Los criterios de climatización son:

- A la hora de climatizar una piscina cubierta se tiene en cuenta un periodo de utilización de todo el año.
- La contribución mínima de energía renovable cubrirá al menos para climatización de piscinas un 70% según actualización del ASIT H4.
- Las temperaturas recomendadas como media del agua y ambiente, son de 24 °C y 28 °C respectivamente.

Considerando que en una piscina cubierta sólo es necesario evaluar las pérdidas ya que la ganancia solar es despreciable, las pérdidas por radiación, evaporación y conducción son:

Piscinas cubiertas

Radiación	Evaporación	Conducción
(15-20)%	(70-80)%	Despreciables

Las pérdidas diarias por metro cuadrado de una piscina cubierta se evalúan mediante los datos aportados en las correspondientes tablas de pérdidas energéticas de piscinas descubiertas considerando viento nulo, temperatura ambiente de 24 °C y humedad entorno al 65-75%:

La fórmula que utilizaríamos no tendría en cuenta la ganancia solar, quedando:

$$E = P \cdot A$$

EJEMPLO:

Se pretende climatizar una piscina descubierta en la provincia de Ciudad Real. La piscina posee una superficie de 8 x 4 metros, no utiliza manta térmica y su ubicación es tal que está perfectamente orientada al sur.

La humedad en Ciudad Real se va a considerar media y un viento débil, la temperatura ambiente en el mes de septiembre es de 20 °C.

Nuestro captador Bosch posee una superficie útil de 2,25m² y se considera que en función de la Radiación

Horizontal y en función de las condiciones de temperatura ambiente el rendimiento que ofrece en el mes de septiembre es de un 73% , considerando una temperatura de climatización de 27 °C. El cálculo en detalle del rendimiento será evaluado más adelante.

Las pérdidas generadas en la superficie de la piscina según tablas anteriores son:

Pérdidas por Radiación	11,4 MJ/m ²
Pérdidas por Convección	5,6 MJ/m ²
Pérdidas por Evaporación	6,6 MJ/m ²
TOTAL PÉRDIDAS	23,6 MJ/m²

La ganancia en septiembre evaluada a través de tablas (ver tabla página 11) en estas condiciones equivale a:

$$H^* = 0,85 H = 0,85 \times 17,4 \text{ MJ/m}^2 = 14,8 \text{ MJ/m}^2$$

Por lo tanto se genera un déficit energético:

$$\text{Déficit} = 23,6 \text{ MJ/m}^2 - 14,8 \text{ MJ/m}^2 = 8,8 \text{ MJ/m}^2$$

Para evaluar la cantidad de energía que debe aportar el captador es necesario definir la corrección que hay que aplicar debido a la latitud de Ciudad Real y a la inclinación seleccionada que se aporta en la siguiente tabla:

Para una latitud de 40° e inclinación de 40°, el factor K será:

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
60°	1,39	1,24	1,07	0,89	0,77	0,72	0,77	0,9	1,12	1,36	1,53	1,51
40°	1,39	1,29	1,16	1,04	0,95	0,92	0,95	1,05	1,21	1,39	1,52	1,48
30°	1,34	1,26	1,17	1,07	1,01	0,98	1,01	1,09	1,2	1,34	1,43	1,41
20°	1,25	1,2	1,14	1,08	1,03	1,02	1,03	1,09	1,17	1,26	1,32	1,3

La energía aportada por unidad de superficie es:

$$DE = 0,94 \times \dots \times K \times H$$

$$E = 0,73 \times 1,21 \times 17,4 \times 0,94 = 14,4 \text{ MJ/ m}^2$$

Como la piscina a climatizar tiene una superficie de 8 x 4 metros y se genera por m² un déficit de 8,8 MJ/m², la energía a aporta es:

$$E^* = 32 \text{ m}^2 \times 8,8 \text{ MJ/m}^2 = 281,6 \text{ MJ}$$

Es decir que conocida la energía demandada y por otro lado la energía aportada por captador, se obtiene la superficie captadora necesaria:

$$\text{Superficie captadora} = 281,6 \text{ MJ} / 14,4 \text{ MJ} / \text{m}^2 = 19,5 \text{ m}^2$$

Es decir que el número de captadores Bosch necesarios son:

$$\text{N.º Captadores} = \text{Superficie captadora} / \text{Superficie útil} = 19,5 \text{ m}^2 / 2,25 \text{ m}^2 = 8,66$$

Es decir que para climatizar la piscina se requieren **9 captadores.**

1.1.3 Demanda de calefacción

Otra aplicación de la captación solar térmica es calentar, a través de un circuito cerrado de agua caliente, las estancias de cualquier edificio y en particular una vivienda: hablamos del suministro de calefacción.

En la mayoría de los casos este tipo de instalaciones tienen asociado el suministro de a.c.s. y son instalaciones pequeñas, la mayoría individuales. En cuanto a la instalación respecto a la del suministro de a.c.s., monta un sistema de acumulación de inercia antes de la caldera, en el retorno de la instalación de calefacción.

En las instalaciones solares térmicas para servicio de calefacción ocurre que precisamente cuando más se demanda energía para el servicio de calefacción es cuando la temperatura ambiente es más baja, por lo tanto, el fluido caloportador que circula por el captador tiene más pérdidas térmicas respecto al ambiente y el rendimiento del captador disminuye.

Por esta razón en aplicaciones a calefacción se recomienda trabajar con sistemas a baja temperatura, por ejemplo suelo radiante, con temperaturas de ida a la instalación de no más de 50 °C.

Para instalaciones individuales de calefacción, con reducción de temperatura nocturna a través de cronotermostatos Bosch, y en el supuesto de viviendas con reducidas pérdidas por ventilación, tendremos la siguiente expresión para evaluar la demanda térmica de calefacción:

Método comparativo

Se basa en hacer una comparativa entre la potencia necesaria por la vivienda calculada teniendo en cuenta la temperatura exterior mínima, y la potencia necesaria teniendo en cuenta la temperatura ambiente.

1. Primero se calcula la potencia necesaria teniendo en cuenta la temperatura exterior mínima que a su vez depende de varios parámetros:
 - ▶ Superficie del habitáculo.
 - ▶ Altura del habitáculo.
 - ▶ Orientación .
 - ▶ Paredes al exterior .
 - ▶ Aislamiento .
2. Se calcula la potencia según la temperatura ambiente desarrollando la siguiente fórmula:

$$\text{Potencia}_{\text{Ambiente}} = \text{Potencia}_{\text{Exterior}} \times (T^{\text{a}} \text{ interior} - T^{\text{a}} \text{ ambiente}) / (T^{\text{a}} \text{ interior} - T^{\text{a}} \text{ exterior})$$

La expresión resultante se multiplica por el número de horas a calefactar de cada mes y por el número de días del mes. La temperatura ambiente es la temperatura exterior media diaria, distinta de la temperatura durante las horas de sol necesaria para el cálculo del rendimiento (tabla de la página 19) y la temperatura exterior es la temperatura de proyecto mínima.

3. Por último, se dividiría por la potencia generada por el sol o aporte solar por m² (dándonos los metros cuadrados de captador, que a su vez se divide por los metros cuadrados útiles de captador), teniendo definitivamente el número de captadores.

EJEMPLO:

Vamos a calcular el n.º de captadores necesarios para satisfacer la demanda de calefacción de una vivienda de unos 70 m² en Soria. Se supone un sistema de suelo radiante a 45 °C, una T^a de tarado en el interior de la vivienda de 20 °C y 8 horas de tiempo de utilización de la calefacción en los meses desde octubre a marzo.

El cálculo total desglosado se hará con el mes de enero y el resto se muestra con las tablas.

1. Se calcula la potencia necesaria en la vivienda:

Estancia	Superficie m ²	Altura m	Orientación norte o sombra	PARED exterior	Aislamiento	Demanda kcal/h
Pasillo 1	3	2,5	1	1	1	323
Dormitorio 1	9	2,5	1	1	1	968
Salón	20	2,5	1	1	1	2.150
Baño	6	2,5	1	1	1	645
Pasillo 2	3	2,5	1	1	1	323
Dormitorio 2	9	2,5	1	1	1	968
Cocina	8	2,5	1	1	1	860
Dormitorio 3	12	2,5	1	1	1	1.290

2. Una vez tenemos la potencia necesaria calculada para una temperatura mínima, se calcula la potencia para la temperatura ambiente (esta fórmula se desarrolla para cada mes, en este caso lo hacemos para el mes de enero):

$$\text{Potencia}_{\text{Ambiente}} = \text{Potencia}_{\text{Exterior}} \times (T^{\text{a}} \text{ interior} - T^{\text{a}} \text{ ambiente}) / (T^{\text{a}} \text{ interior} - T^{\text{a}} \text{ exterior})$$

$$\text{Potencia}_{\text{Ambiente}} = 7.525 \times (20 - 4) / (20 - (-6)) = 4.630 \text{ kcal}/860 = 5,38 \text{ kW}$$

Ahora es donde se tiene en cuenta el n.º de horas a calefactar y el n.º de días del mes.

$$\text{Potencia}_{\text{Ambiente}} = 5,38 \times 8 \times 31 = 1335,38 \text{ kW/h}$$

Mes	Horas calefacción	Dem. Calef. kWh/mes	Aporte solar kWh/mes/m ²
Enero	8,00	1.335,38	32,02
Febrero	8,00	1.055,38	55,18
Marzo	8,00	918,08	85,05
Abril	0,00	0,00	48,59
Mayo	0,00	0,00	143,91
Junio	0,00	0,00	175,60
Julio	0,00	0,00	225,16
Agosto	0,00	0,00	211,59
Septiembre	0,00	0,00	150,40
Octubre	8,00	584,23	95,07
Noviembre	8,00	969,23	34,38
Diciembre	8,00	1.251,92	21,65

La potencia necesaria anual será: Potencia Total = 6.114,23 kWh

3. Por último se calcula el n.º de captadores:

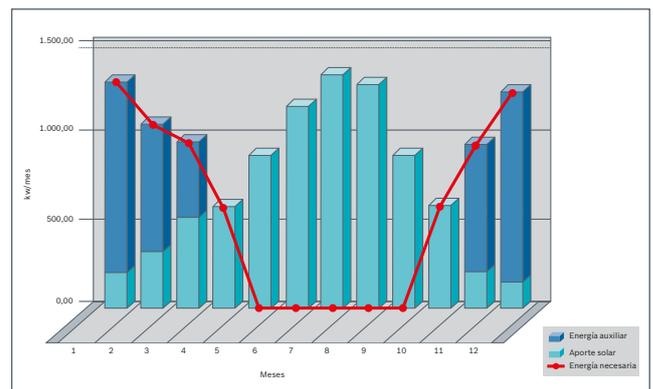
$$\text{n.º captadores} = \text{Superficie} / \text{Superficie útil captador} = \text{Potencia} / \text{Aporte solar} / \text{Superficie útil captador}$$

$$\text{n.º captadores} = 6.114,23 / 1.278,54 / 2,25 = 2,1$$

El resultado de la relación demanda/aporte es de 2 captadores, equivalente a una cobertura de aproximadamente un 13%, si queremos una cobertura mayor, tendremos que incrementar el número de exportadores. Para una cobertura de un 32% necesitaríamos 5 de ellos. (Ver tabla).

Demanda de calefacción

Mes	Horas calef.	Dem. Calef. kWh/mes	Aporte solar kWh/mes	E. Aux. Calef. kWh/mes	Cobertura
Enero	8,00	1335,38	160,10	1194	12,0
Febrero	8,00	1055,38	278,89	789	26,1
Marzo	8,00	918,08	428,23	492	46,3
Abril	0,00	0,00	548,29	0	0,0
Mayo	0,00	0,00	719,57	0	0,0
Junio	0,00	0,00	877,98	0	0,0
Julio	0,00	0,00	1128,82	0	0,0
Agosto	0,00	0,00	1057,76	0	0,0
Septiembre	0,00	0,00	752,07	0	0,0
Octubre	8,00	584,23	475,06	103	8,13
Noviembre	8,00	969,23	171,89	816	17,7
Diciembre	8,00	1251,92	108,23	1167	8,6
		6114,23	6551,90		32%



Aporte solar calefacción.

1.2 La energía procedente del sol

Una vez evaluada la necesidad energética es necesario conocer la cantidad de energía que aporta el Sol, para poder aportar datos de la cobertura solar generada frente a la demanda.

Para la determinación de la energía disponible procedente del Sol deberemos realizar un procedimiento de cálculo con los pasos a seguir siguientes:

- Datos de **Radiación Solar Media** (H, cantidad de energía por unidad de superficie horizontal), evaluados por provincias y aportados mediante tablas. Depende de la latitud del lugar y evalúa la radiación media diaria que recogería el captador si estuviera en el suelo.

La energía solar es una energía proveniente del sol, que se produce a través de reacciones nucleares.

El total de energía solar que llega a la superficie de la tierra en un año es superior a 10.000 veces el consumo total de energía de la humanidad.

La energía solar que llega a la tierra en 20 minutos es la misma que toda la humanidad consume en un año.

Tabla de radiación solar media diaria (kJ/m²)

Provincia	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Media	Latitud
Álava	4.456	8.422	9.199	11.400	15.312	16.876	17.629	14.635	11.555	9.271	4.916	3.217	10.574	43
Albacete	7.236	10.640	12.359	17.555	19.636	22.137	23.893	20.961	16.330	11.520	6.777	5.806	14.571	39
Alicante	9.362	13.538	16.244	20.746	23.720	25.872	26.087	22.444	18.521	13.386	9.265	7.503	17.224	38
Almería	8.918	12.142	16.747	20.432	23.404	24.032	24.535	22.190	17.961	13.775	9.797	7.662	16.800	37
Asturias	5.359	7.536	10.425	12.895	15.282	16.622	16.203	14.193	12.100	8.039	5.610	4.271	10.711	43
Ávila	6.558	10.192	12.045	16.258	19.716	21.236	24.407	22.662	16.579	11.075	6.455	5.004	14.349	41
Badajoz	6.657	9.504	13.147	17.585	21.269	23.320	23.907	21.143	16.496	11.639	7.871	5.568	14.842	39
Baleares	8.363	12.718	14.460	17.820	22.922	24.905	25.833	22.226	17.606	12.917	8.959	6.471	16.267	40
Barcelona	6.196	10.006	13.607	18.171	21.269	22.734	22.358	18.966	15.198	11.765	6.908	5.862	14.420	41
Burgos	3.707	7.997	10.783	14.385	18.108	21.434	22.959	20.078	14.452	10.035	5.170	2.909	12.668	42
Cáceres	6.061	9.614	14.992	20.273	23.157	26.877	31.768	29.218	22.321	12.749	7.691	5.852	17.548	39
Cádiz	8.395	13.265	16.455	22.269	25.630	27.322	27.221	25.712	20.526	14.595	9.749	7.878	18.251	36
Cantabria	4.705	7.267	9.648	11.340	15.136	15.741	15.130	12.028	11.483	8.984	5.205	3.577	10.020	43
Castellón	7.606	12.425	15.633	18.497	21.157	23.043	23.365	20.308	17.170	12.124	7.767	6.806	15.492	40
Ceuta	8.900	13.100	18.600	21.000	24.300	26.700	26.800	24.300	19.100	14.200	11.000	8.600	18.050	36
Ciudad Real	5.949	10.425	12.639	16.581	20.720	23.023	25.763	22.957	17.427	10.974	6.496	4.610	14.797	39
Córdoba	7.401	11.097	14.158	17.307	19.017	24.263	25.719	23.411	17.983	11.895	8.228	6.237	15.560	38
La Coruña	5.173	7.639	11.079	14.677	15.015	16.877	18.170	14.926	13.357	8.245	6.268	3.939	11.280	43
Cuenca	6.041	9.211	11.809	15.266	18.681	20.928	23.786	21.469	15.683	11.075	6.396	4.967	13.776	40
Gerona	7.239	10.205	13.626	15.959	17.657	17.067	22.049	18.059	13.653	10.635	7.400	5.600	13.262	42
Granada	6.881	9.672	12.252	15.872	18.595	21.008	23.685	18.805	15.451	11.205	7.414	5.510	13.863	37
Guadalajara	4.992	7.658	9.948	12.997	16.258	18.372	23.580	20.475	14.551	10.035	5.184	4.166	12.351	41
Guipúzcoa	4.762	6.986	9.546	10.091	14.433	14.838	14.922	12.083	11.544	9.076	5.227	3.832	9.778	43
Huelva	7.574	11.858	15.798	20.794	24.034	25.630	26.994	24.840	20.613	13.098	8.669	6.685	17.216	37
Huesca	6.431	11.470	14.992	17.614	20.609	22.330	23.897	20.734	15.420	11.368	6.772	4.967	14.717	42
Jaén	6.270	9.906	14.671	18.057	20.189	24.411	26.835	24.285	19.646	11.620	7.774	6.311	15.831	38
León	5.598	10.728	13.649	17.315	19.143	23.571	24.821	21.668	15.406	10.629	6.972	4.215	14.476	43
Lérida	6.077	12.168	15.591	19.225	21.952	24.263	24.638	21.340	16.740	11.980	6.303	4.006	15.357	42
Lugo	3.869	7.238	8.588	13.566	13.836	16.733	17.034	15.242	11.300	9.146	5.342	3.155	10.421	43
Madrid	6.364	9.797	14.151	19.552	21.185	23.530	25.874	22.986	16.119	10.760	7.327	6.238	15.324	40
Málaga	8.206	11.556	17.710	18.882	22.818	24.870	25.916	22.316	18.548	13.021	10.132	6.238	16.684	37
Melilla	9.400	12.600	17.200	20.300	23.000	24.800	24.800	22.600	18.300	14.200	10.900	8.700	17.233	35
Murcia	9.546	11.974	17.208	21.353	25.288	25.749	26.921	23.655	19.050	13.900	9.672	7.746	17.672	38
Navarra	4.211	7.347	11.007	11.320	16.172	19.967	21.266	17.748	13.422	9.948	4.627	3.242	11.690	43
Orense	2.823	6.791	14.072	12.098	8.832	19.182	16.161	18.179	12.546	7.158	5.300	2.441	10.465	42
Palencia	4.328	10.121	12.045	15.531	20.113	22.470	24.200	21.867	15.247	11.223	6.351	3.673	13.931	42
Las Palmas	11.200	14.200	17.800	19.600	21.700	22.500	24.300	21.900	19.800	15.100	12.300	10.700	17.592	28
Pontevedra	5.339	8.863	12.049	17.940	16.985	23.021	23.078	20.418	14.474	11.224	6.990	4.917	13.775	42
La Rioja	5.987	9.630	13.607	18.254	21.227	23.572	25.246	21.395	16.538	11.807	6.741	5.024	14.919	42
Salamanca	5.820	8.960	12.435	17.501	20.850	22.734	23.069	20.850	15.533	10.676	6.113	4.857	14.117	41
Sta. Cruz de Tenerife	9.572	12.015	15.915	19.779	21.785	24.179	25.180	22.879	18.696	13.260	9.427	7.168	16.655	28
Segovia	5.155	8.747	11.082	14.627	17.139	20.575	23.993	21.668	15.486	10.613	5.480	4.166	13.228	41
Sevilla	7.159	11.179	15.449	19.720	22.399	23.488	23.781	21.646	17.543	12.058	8.332	6.783	15.795	37
Soria	5.258	7.908	10.569	13.856	17.800	20.950	23.373	19.859	14.054	9.061	5.184	4.265	12.678	42
Tarragona	7.412	11.546	13.169	16.563	18.449	20.552	21.233	18.173	13.902	11.167	7.348	5.962	13.790	41
Teruel	6.115	9.639	11.467	14.407	18.725	20.443	22.959	20.276	14.392	10.530	6.026	4.191	13.264	40
Toledo	6.381	10.639	12.344	17.183	19.694	22.029	24.821	22.264	16.142	11.058	6.396	4.561	14.459	40
Valencia	9.337	10.802	13.858	18.464	21.688	21.855	23.069	24.032	16.035	11.221	7.536	6.615	15.376	39
Valladolid	4.469	10.353	12.940	16.957	19.436	22.801	24.932	22.758	16.030	10.924	6.067	3.624	14.274	42
Vizcaya	3.803	6.017	8.826	9.962	13.565	13.444	14.110	11.287	10.721	8.191	4.399	3.041	8.947	43
Zamora	4.336	10.496	12.983	17.422	19.768	23.023	25.140	22.159	15.990	10.725	6.245	3.587	14.323	41
Zaragoza	6.478	11.315	14.630	17.863	21.804	23.467	24.534	22.308	15.841	11.663	6.553	4.893	15.112	42

► **Corrección de la Radiación Solar Media** para el caso de una superficie plana, esta primera corrección varía en función de la calidad del aire. La calidad del aire se evalúa mediante datos aportados por el Instituto Nacional de Meteorología.

$$H_{\text{corregida}} = 1,05 H \text{ (AIRE LIMPIO)}$$

$$H_{\text{corregida}} = 0,95 H \text{ (AIRE CON POLUCIÓN)}$$

► **Radiación Solar Efectiva o Energía Útil (Eu):** Es la energía que verdaderamente llega al captador teniendo en cuenta la inclinación de éste sin tener en cuenta su rendimiento. El término 0.94 permite hablar de radiación efectiva debido a que a primera hora de la mañana y a última hora de la tarde la intensidad de radiación es menor que en el mediodía solar y en ocasiones se compensaría la intensidad recibida por las pérdidas generadas.

$$Eu = 0.94 \times K \times H_{\text{corregida}}$$

K: Factor correctivo que depende de la latitud del lugar donde se ubica la instalación y de la inclinación del captador.

Para una latitud de 28°, según inclinación, el factor K será:

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
60°	1,18	1,05	0,9	0,73	0,61	0,57	0,61	0,73	0,92	1,12	1,26	1,26

40° 1,24 1,15 1,04 0,92 0,84 0,8 0,84 0,93 1,06 1,21 1,3 1,3

30°	1,22	1,15	1,07	0,98	0,92	0,89	0,92	0,99	1,09	1,2	1,27	1,27
-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------

20° 1,17 1,13 1,08 1,02 0,97 0,95 0,97 1,02 1,09 1,16 1,21 1,21

Para una latitud de 36°, según inclinación, el factor K será:

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
60°	1,31	1,17	1,01	0,84	0,71	0,67	0,71	0,84	1,05	1,27	1,43	1,42

40° 1,33 1,24 1,12 1,0 0,91 0,88 0,91 1,01 1,16 1,32 1,43 1,41

30°	1,29	1,22	1,13	1,04	0,98	0,95	0,98	1,05	1,16	1,29	1,37	1,36
-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

20° 1,22 1,18 1,12 1,06 1,01 0,99 1,01 1,06 1,14 1,22 1,28 1,27

Para una latitud de 38°:

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
60°	1,35	1,21	1,04	0,86	0,74	0,69	0,74	0,87	1,08	1,32	1,48	1,47

40° 1,36 1,26 1,14 1,02 0,93 0,9 0,93 1,03 1,18 1,35 1,46 1,45

30°	1,31	1,24	1,15	1,06	0,99	0,97	0,99	1,07	1,18	1,31	1,4	1,38
-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------

20° 1,24 1,19 1,13 1,07 1,02 1,01 1,02 1,07 1,15 1,24 1,3 1,29

Para una latitud de 40°:

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
60°	1,39	1,24	1,07	0,89	0,77	0,72	0,77	0,9	1,12	1,36	1,53	1,51

40° 1,39 1,29 1,16 1,04 0,95 0,92 0,95 1,05 1,21 1,39 1,52 1,48

30°	1,34	1,26	1,17	1,07	1,01	0,98	1,01	1,09	1,2	1,34	1,43	1,41
-----	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------	------

20° 1,25 1,2 1,14 1,08 1,03 1,02 1,03 1,09 1,17 1,26 1,32 1,3

Para una latitud de 42°:

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
60°	1,43	1,28	1,1	0,92	0,79	0,75	0,8	0,93	1,15	1,41	1,59	1,57

40° 1,42 1,31 1,19 1,06 0,97 0,94 0,97 1,08 1,24 1,42 1,54 1,52

30°	1,36	1,28	1,19	1,09	1,02	1	1,02	1,1	1,23	1,37	1,46	1,44
-----	------	------	------	------	------	---	------	-----	------	------	------	------

20° 1,27 1,21 1,15 1,09 1,04 1,03 1,05 1,1 1,18 1,28 1,34 1,32

Para una latitud de 44°:

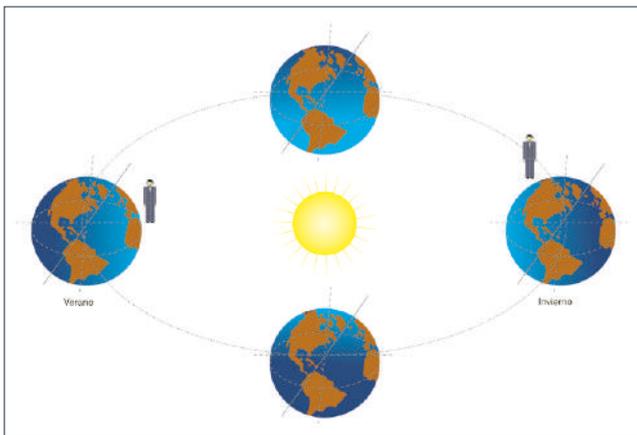
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
60°	1,47	1,32	1,13	0,95	0,82	0,78	0,82	0,97	1,19	1,47	1,65	1,62
40°	1,45	1,34	1,21	1,08	0,99	0,96	1	1,1	1,26	1,46	1,59	1,56
30°	1,38	1,3	1,2	1,11	1,04	1,01	1,04	1,12	1,25	1,4	1,49	1,47
20°	1,28	1,23	1,17	1,1	1,05	1,04	1,06	1,11	1,2	1,3	1,36	1,34

No hay que olvidar el papel que juega una correcta orientación e inclinación del captador. Es conveniente seguir las siguientes recomendaciones y atender a las desviaciones que permite ASIT.

- Inclinación coincidente con la latitud del lugar, teniendo en cuenta que en función del uso podemos corregir para conseguir la perpendicularidad de los rayos del sol sobre el captador en el mediodía solar.

Uso preferente en verano: LATITUD - 10°

Uso preferente en invierno: LATITUD + 10°



Como se observa en el dibujo, en verano la radiación solar es mayor que en invierno.

Tabla de altitudes, latitudes y temperatura mínima histórica *

Provincia	Altitud (de la capital)	Latitud (de la capital)	T. mínima histórica (°C)
Álava	542	42,9	-18
Albacete	686	39,0	-23
Alicante	7	38,4	-5
Almería	65	36,9	-1
Asturias	232	43,4	-11
Ávila	1.126	40,7	-21
Badajoz	186	38,9	-6
Balears	28	39,6	-4
Barcelona	95	41,4	-20
Burgos	929	42,3	-18
Cáceres	459	39,5	-6
Cádiz	28	36,5	-2
Cantabria	69	43,5	-4
Castellón	27	40,0	-8
Ceuta	206	35,9	-1
Ciudad Real	628	39,0	-10
Córdoba	128	37,9	-6
La Coruña	54	43,4	-9
Cuenca	949	40,1	-21
Gerona	95	42,0	-11
Granada	775	37,2	-13
Guadalajara	685	40,6	-14
Guipúzcoa	181	43,3	-12
Huelva	4	37,3	-6
Huesca	488	42,1	-14
Jaén	586	37,8	-8
León	908	42,6	-18
Lérida	323	41,7	-11
Lugo	465	43,0	-8
Madrid	667	40,4	-16
Málaga	40	36,7	-4
Melilla	47	35,3	-1
Murcia	42	38,0	-5
Navarra	449	42,8	-16
Orense	139	42,3	-8
Palencia	734	42,0	-14
Las Palmas	6	28,2	-6
Pontevedra	19	42,4	-4
La Rioja	380	42,5	-12
Salamanca	803	41,0	-16
Santa Cruz de Tenerife	37	28,5	-13
Segovia	1.002	41,0	-17
Sevilla	30	37,4	-6
Soria	1.063	41,8	-16
Tarragona	60	41,1	-7
Teruel	915	40,4	-14
Toledo	540	39,9	-9
Valencia	10	39,5	-8
Valladolid	694	41,7	-16
Vizcaya	32	43,3	-8
Zamora	649	41,5	-14
Zaragoza	200	41,7	-11

* Fuente: CENSOLAR.

- **Orientación** hacia el sur geográfico que corresponde a un valor de 0° y se permiten desviaciones con respecto al sur de -90° hacia el este y 90° el oeste. (siempre que estemos en el hemisferio norte, recordar que no coincide con el sur magnético). En el caso de producirse desvíos con respecto al sur se consideran otros factores de orientación.

- **Aporte de energía solar (Ep):** Ahora debemos de contar con el rendimiento del captador, que depende de la temperatura ambiente y de la temperatura del fluido caloportador. Se ha estimado un 10% en pérdidas generadas en todos los elementos de la instalación, debidas fundamentalmente al aislamiento, de ahí el término 0,9.

$$E_p \text{ (kWh/m}^2\text{)} = 0,9 \times \bullet \times E_u$$

- **Número de captadores:** Para definir el número de captadores que necesita la instalación hay que seguir el método aportado por ASIT, en caso de instalaciones de a.c.s., aunque es conveniente saber que la superficie total de captación (S_{cap}) se obtiene de la comparativa de la energía demandada anual y la energía anual aportada por el Sol por unidad de superficie como se detalla a continuación:

$$S_{capt} = \frac{E_{nec.anual} \text{ (kWh)}}{E_{p anual} \text{ (kWh/m}^2\text{)}} \quad \text{Cobertura deseada}$$

Hasta ahora se han determinado valores de energía por m^2 de superficie de captación, podemos hablar de términos absolutos de energía aportada incluyendo en la expresión anterior el término de superficie de captación (S_{cap}).

$$E_p \text{ (kWh)} = 0,9 \times \bullet \times E_u \times S_{cap}$$

El rendimiento del captador, aparte de depender también de los elementos constructivos del propio captador, depende de la Intensidad Radiante (I), como veremos en siguientes apartados. Esta Intensidad Radiante se obtiene dividiendo la Energía Útil captada por el número de horas expuesto al sol.

En apartados siguientes se trata el cálculo de la superficie de captación según lo marcado por el ASIT en función de un porcentaje de cobertura mínimo de la demanda media anual por la energía procedente del Sol.

- **Energía Auxiliar:** El siguiente paso del dimensionado consiste en evaluar el déficit energético, aporta los datos de energía no cubierta por la radiación solar y que por lo

tanto tendrá que ser aportada por un sistema de energía convencional.

$$\text{Energía Auxiliar} = E_{demandada} \text{ (kWh)} - E_p \text{ (kWh)}$$

- **Cobertura Solar:** Representa la fracción de consumo energético que satisface la radiación solar. Los resultados se obtienen como:

$$\% \text{ Cobertura} = [E_{aportada} \text{ (kWh)} / E_{necesaria} \text{ (kWh)}] \times 100$$

EJEMPLO:

En este primer ejemplo se trata de evaluar la radiación solar efectiva del mes de abril en una instalación de energía solar para la obtención de a.c.s de una vivienda unifamiliar en la provincia de Zaragoza. En la vivienda residen 5 miembros que habitan en ella permanentemente los doce meses del año. La vivienda está orientada al sur y la cubierta donde se ubicarán los captadores es plana.

Se considera una temperatura de uso T_m de 45°C y con esta temperatura se calcula la demanda por persona:

$$D(45^\circ\text{C}) = 28 \times \left(\frac{60 - 12}{45 - 12} \right) = 40.7 \text{ l/pers día}$$

$$D = 40.7 \text{ l/pers día} \times 5 \text{ personas} = 204 \text{ l/día}$$

De la demanda se interpreta que el depósito de acumulación para esta vivienda será el modelo SO 200-1 cuyo volumen de acumulación útil es de 192 l.

Con estos datos se calcula la necesidad energética para todos los meses del año. Como ejemplo se calcula la necesidad en el mes de abril:

$$E_{Abril} = D \cdot C_e \cdot (T_m - T_f)$$

- D:** $40,7 \text{ l/pers día} \times 5 \text{ personas} = 204 \text{ l/día}$
- Ce:** El fluido caloportador considerado en este ejemplo es agua y por lo tanto tiene un valor de $1 \text{ kcal/l}^\circ\text{C}$.
- Tf:** La temperatura del agua de red en la provincia de Zaragoza para el mes de Abril recogida de la tabla es: 10°C .

$$E_{necesariaAbril} = 204 \text{ l/día} \times 1 \text{ kcal/l}^\circ\text{C} \times (45^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) = 7140 \text{ kcal/día}$$

Para definir la energía en Kwh hay que tener en cuenta la conversión:

$$1 \text{ kWh} = 860 \text{ kcal} = 3600 \text{ KJ}$$

La energía necesaria en el mes de Abril corresponde a:

$$E_{necesariaAbril} = 7140 \text{ kcal/día} \times 1 \text{ kWh}/860 \text{ kcal} \times 30 \text{ días} = 249 \text{ kWh}$$

Importante tener en cuenta que los días considerados corresponden al número de días en los cuales se realiza demanda de energía.

Para conocer la energía aportada por el sol, el primer dato necesario es la radiación solar media evaluada por provincias y aportado mediante tablas.

El valor correspondiente a la provincia de Zaragoza en el mes de abril es:

$$H = 17863 \text{ kJ/m}^2 = 4.962 \text{ kwh/m}^2$$

Se considera atmósfera limpia en Zaragoza, por lo tanto la corrección de la radiación supone:

$$H_{\text{corregida}} = 1.05 \times 4.962 \text{ kwh/m}^2 = 5.210 \text{ kwh/m}^2$$

Una vez definida la radiación solar emitida por el Sol sobre una superficie plana y tras la corrección pertinente, lo siguiente es definir la Radiación Solar Efectiva que le llega al captador de la siguiente forma:

$$Eu = 0.94 * K * H_{\text{corregida}}$$

Con los datos de la latitud de Zaragoza, (41.7) y la inclinación del captador (40º) obtenemos el valor correctivo K de la tabla para el mes de abril:

Para una latitud de 42º, inclinación 40º:

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
60°	1,43	1,28	1,1	0,92	0,79	0,75	0,8	0,93	1,15	1,41	1,59	1,57
40°	1,42	1,31	1,19	1,06	0,97	0,94	0,97	1,08	1,24	1,42	1,54	1,52
30°	1,36	1,28	1,19	1,09	1,02	1	1,02	1,1	1,23	1,37	1,46	1,44
20°	1,27	1,21	1,15	1,09	1,04	1,03	1,05	1,1	1,18	1,28	1,34	1,32

Por lo tanto la radiación solar efectiva en el mes de abril es:

$$Eu = 0.94 * 1.06 * 5210 \text{ kwh/m}^2 \times 30 \text{ días} = 155.7 \text{ kwh/m}^2 \text{ mes}$$

Para el mes de abril en esta instalación en Zaragoza para una demanda de 249 kmh para el servicio de a.c.s en la vivienda en el mejor de los casos podremos tomar del sol 155,7 kwh/m² comparando estos términos podemos estimar la superficie de captación necesaria, pero necesitamos definir el rendimiento del sistema de captación y acumulación.

2 Tecnología Solar para viviendas unifamiliares

2.1 El sistema de captación

Es el elemento principal de cualquier sistema de energía solar térmico. Tiene como misión captar la energía solar incidente y transmitirla al fluido que circula por él.

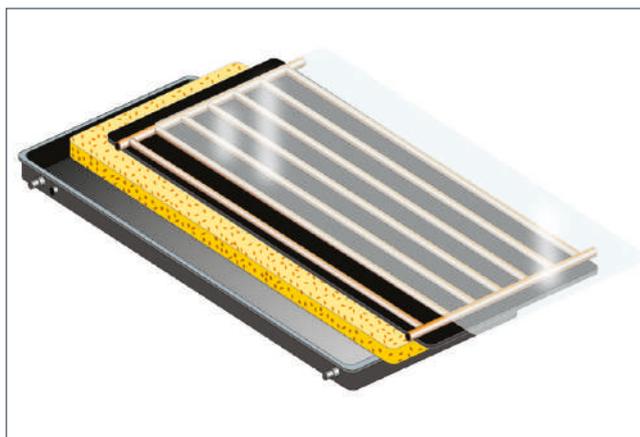
En cuanto al tipo de captadores que forman el sistema de captación para la producción de a.c.s., los hay de placa plana, tubos de vacío y podemos hablar de sistemas compactos. En el caso de captadores para piscinas destacar que son de aplicación válida los anteriores pero que existen captadores especiales que no poseen ni cubierta, ni aislante, ni carcasa.

Captador Plano

Ofrecen una gran selectividad, que es la propiedad de absorber radiación solar en zona activa y reflejar en zona de pérdidas. Se componen básicamente de:

- ▶ **Cubierta:** Provoca el efecto invernadero y asegura la estanqueidad. Puede ser de vidrio o de plástico.
- ▶ **Placa Absorbente:** Recibe la radiación solar, la transforma en calor y la cede al fluido. Posee un recubrimiento que lo convierte en cuerpo negro y por lo tanto consigue una alta absorción.
- ▶ **Aislante:** Disminuye las fugas de calor internas. Debe ser un material resistente a temperaturas altas, inerte a la humedad y que no desprenda sustancias tóxicas.
- ▶ **Carcasa:** Contiene y soporta los elementos anteriores y los protege de la intemperie. Debe poseer alta resistencia a las temperaturas, corrosión, degradación química y radiación ultravioleta.

Estos captadores se adaptan perfectamente a cualquier tipología de instalación debido a su modularidad pudiendo dimensionarse el sistema de captación según los sistemas de acumulación, de control y apoyo auxiliar.



Captador de tubos de vacío

De estos captadores de alto rendimiento, cabe destacar:

- ▶ Evitan pérdidas por convección entre tubos y vidrio.
- ▶ Garantiza alta absorción y mínima emisión.
- ▶ Cada tubo tiene integrado un absorbedor y en el tubo coaxial se produce el intercambio calorífico.

Su característica fundamental es un rendimiento óptimo, incluso para temperaturas ambiente bajas, por lo que son idóneas para trabajar en aplicaciones de calefacción a alta temperatura y procesos industriales de alta temperatura o refrigeración. Su mayor inconveniente es el coste.

Sistema Compacto

Formado por 1 ó 2 captadores solares, acumulador, kit de conexión y soporte.

Las características de dicho sistema son:

- ▶ El coste de instalación es menor al integrar los sistemas de captación y acumulación en el mismo equipo.
- ▶ Rebaja el gasto energético convencional.
- ▶ El sistema de circulación del fluido es por efecto termosifón y no necesita bomba.
- ▶ Tener en cuenta la temperatura mínima ambiente para evitar la congelación del a.c.s. acumulada.

La circulación del agua de primario se produce por efecto termosifón. Debido a que el agua fría posee una densidad mayor, pesa más y empuja al agua caliente.

Si la presión hidrostática de la columna de la ida al acumulador es menor que la presión de retorno se produce una circulación correcta, si se produce lo contrario se denomina circulación inversa.

Durante el día la temperatura de ida al acumulador es grande y la densidad pequeña favoreciendo el efecto termosifón directo. Si por la noche no hay un buen aislamiento y la temperatura en el captador disminuye se puede producir el efecto termosifón inverso, esto se puede solucionar colocando una válvula anti-retorno de clapeta vertical, puesto que genera muy poca pérdida de carga.

Para que el efecto termosifón se vea favorecido, tiene que ocurrir:

- ▶ Que exista una buena relación de altura entre la parte superior del depósito y la parte superior del captador.
- ▶ Que la diferencia de temperaturas entre la ida y el retorno del acumulador sean grandes.
- ▶ No colocar elementos en la instalación que puedan crear pérdidas de carga importantes (reducciones, válvulas...). Si por necesidades de la instalación tiene que colocarse alguna válvula anti-retorno, tiene que ser de clapeta vertical o de bola.
- ▶ Hay que tener en cuenta la viscosidad del fluido caloportador
- ▶ Los acumuladores de doble envoltante generan menor pérdida de carga que los acumuladores de serpentín.
- ▶ Para asegurarnos una buena circulación del fluido caloportador, el diámetro de la tubería se aconseja que sea mayor de media pulgada.
- ▶ Hay que intentar evitar codos de 90° y la curvas tienen que tener un radio de giro mayor o igual al radio de la tubería de circulación.
- ▶ Colocar purgador, ya que la formación de bolsas de aire constituye un problema importante porque impide el flujo.
- ▶ Colocar purgador, ya que la formación de bolsas de aire constituye un problema importante porque impide el flujo.
- ▶ El ángulo de inclinación del retorno se recomienda mayor del 5%.

La diferencia de temperatura entre la ida y el retorno en un sistema termosifón es aproximadamente el doble que en un sistema forzado, puesto que el caudal es aproximadamente la mitad.

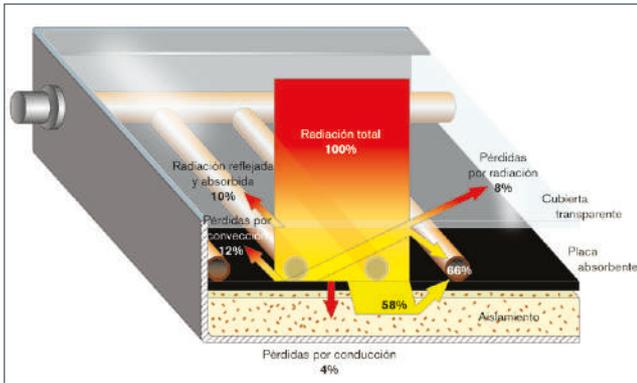
Normalmente no se puede regular el calentamiento del depósito, pudiendo ocasionar corrosión, deposiciones de cal, etc.. Esto se podría evitar haciendo que la relación volumen de acumulación y superficie de captación sea aproximadamente mayor de 80 l/m².



2.1.1 Rendimiento del captador

La forma más sencilla de definir el rendimiento del captador es relacionar la Energía Útil aportada al fluido caloportador y la Energía Solar incidente sobre la cubierta del mismo.

No toda la energía que incide sobre el captador es aprovechada, existen pérdidas por radiación, absorción, conducción y convección, como se detalla a continuación:



El parámetro que define al captador es la ecuación de rendimiento (R) que aporta el fabricante cuyos términos vienen definidos en función del material con el que está construido y su comportamiento frente a la radiación solar incidente:

$$R = A - U (T_m - T_a) / I$$

Factor de ganancia (**A**) = Llamado eficiencia óptica, es definido tras evaluar la transmitancia de la cubierta transparente y la absorbancia de la placa absorbente. En la representación gráfica define a la ordenada en el origen.

Factor de pérdidas (**U**) = Son las pérdidas debidas a la superficie del captador y a la diferencia de temperaturas creadas entre la temperatura ambiente y temperatura media del captador. Representa el ángulo de inclinación en la gráfica de la curva de rendimiento.

El salto térmico que afecta al rendimiento es el que se produce entre la temperatura media del fluido caloportador (T_m) y la temperatura ambiente (T_a).

La intensidad radiante (**I**) es la cantidad de energía útil captada por unidad de tiempo y por unidad de superficie. La superficie tomada es de 1m^2 y el tiempo corresponde al número de horas de sol útiles que son las aportadas en la siguiente tabla en el supuesto de inexistencia de sombras proyectadas en los captadores:

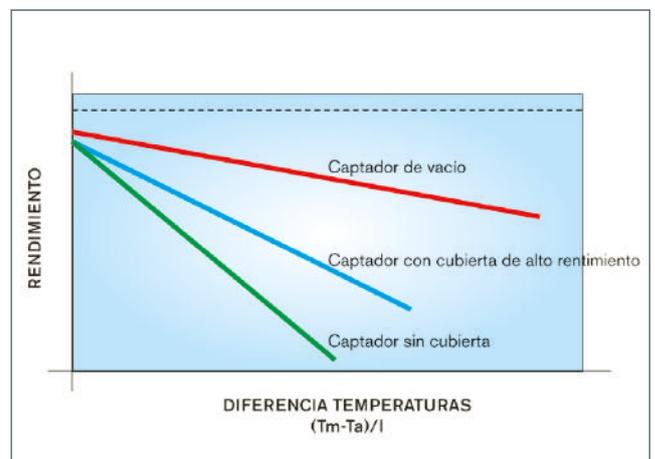
$$I = E_{\text{útil}} / S T$$

Mes	Horas de Sol	Mes	Horas de Sol
Enero	6	Julio	9
Febrero	7	Agosto	9
Marzo	7,5	Septiembre	8,5
Abril	8	Octubre	8
Mayo	8,8	Noviembre	7
Junio	9	Diciembre	6

El siguiente gráfico muestra cómo el rendimiento es propio de cada captador, ya que podemos hablar de captador de vacío, con cubierta de alto rendimiento o los que no llevan cubierta, que son los utilizados en la climatización de piscinas. En todos los casos el rendimiento es sensible a la variación de temperatura producida entre la temperatura media del fluido caloportador (T_m) y la temperatura ambiente (T_a), de tal forma que con saltos térmicos pequeños el rendimiento siempre es más alto, porque las pérdidas son menores; en cambio, cuanto más grande sea la diferencia, más pérdidas energéticas se generarán y será necesario un captador que sea menos sensible a esas variaciones.

En verano las temperaturas ambiente son altas, con lo cual la variación de temperaturas es pequeña, por ello un captador que posea un material absorbente sería suficiente para tener un rendimiento alto comparable a otro captador que posea una cubierta de vidrio.

En países del norte como Holanda y Alemania las horas de sol son menores y las temperaturas ambientes son bajas, de ahí que el tipo de captador más instalado sea aquél que ofrezca un mayor rendimiento en condiciones extremas como es el captador de vacío. En España por las horas de sol y las temperaturas medias de las diferentes provincias hace que sea suficiente un captador con cubierta de alto rendimiento para la mayor parte de las aplicaciones.



La siguiente tabla aporta los valores de temperatura media ambiente por provincias:

Temperatura ambiente media durante las horas de sol, en °c. (fuente: censolar)

Provincia	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Año
Álava	7	7	11	12	15	19	21	21	19	15	10	7	13,7
Albacete	6	8	11	13	17	22	26	26	22	16	11	7	15,4
Alicante	13	14	16	18	21	25	28	28	26	21	17	14	20,1
Almería	15	15	16	18	21	24	27	28	26	22	18	16	20,5
Asturias	9	10	11	12	15	18	20	20	19	16	12	10	14,3
Ávila	4	5	8	11	14	18	22	22	18	13	8	5	12,3
Badajoz	11	12	15	17	20	25	28	28	25	20	15	11	18,9
Baleares	12	13	14	17	19	23	26	27	25	20	16	14	18,8
Barcelona	11	12	14	17	20	24	26	26	24	20	16	12	18,5
Burgos	5	6	9	11	14	18	21	21	18	13	9	5	12,5
Cáceres	10	11	14	16	19	25	28	28	25	19	14	10	18,3
Cádiz	13	15	17	19	21	24	27	27	25	22	18	15	20,3
Cantabria	11	11	14	14	16	19	21	21	20	17	14	12	15,8
Castellón	13	13	15	17	20	24	26	27	25	21	16	13	19,2
Ceuta	15	15	16	17	19	23	25	26	24	21	18	16	19,6
Ciudad Real	7	9	12	15	18	23	28	27	20	17	11	8	16,3
Córdoba	11	13	16	18	21	26	30	30	26	21	16	12	20
La Coruña	12	12	14	14	16	19	20	21	20	17	14	12	15,9
Cuenca	5	6	9	12	15	20	24	23	20	14	9	6	13,6
Gerona	9	10	13	15	19	23	26	25	23	18	13	10	17
Granada	9	10	13	16	18	24	27	27	24	18	13	9	17,3
Guadalajara	7	8	12	14	18	22	26	26	22	16	10	8	15,8
Guipúzcoa	10	10	13	14	16	19	21	21	20	17	13	10	15,3
Huelva	13	14	16	20	21	24	27	27	25	21	17	14	19,9
Huesca	7	8	12	15	18	22	25	25	21	16	11	7	15,6
Jaén	11	11	14	17	21	26	30	29	25	19	15	10	19
León	5	6	10	12	15	19	22	22	19	14	9	6	13,3
Lérida	7	10	14	15	21	24	27	27	23	18	11	8	17,1
Lugo	8	9	11	13	15	18	20	21	19	15	11	8	14
Madrid	6	8	11	13	18	23	28	26	21	15	11	7	15,6
Málaga	15	15	17	19	21	25	27	28	26	22	18	15	20,7
Melilla	15	15	16	18	21	25	27	28	26	22	18	16	20,6
Murcia	12	12	15	17	21	25	28	28	25	20	16	12	19,3
Navarra	7	7	11	13	16	20	22	23	20	15	10	8	14,3
Orense	9	9	13	15	18	21	24	23	21	16	12	9	15,8
Palencia	5	7	10	13	16	20	23	23	20	14	9	6	13,8
Las Palmas	20	20	21	22	23	24	25	20	26	25	23	21	22,5
Pontevedra	11	12	14	16	18	20	22	23	20	17	14	12	16,6
La Rioja	7	9	12	14	17	21	24	24	21	16	11	8	15,3
Salamanca	6	7	10	13	16	20	24	23	20	14	9	6	14
Santa Cruz de Tenerife	19	20	20	21	22	24	26	27	26	25	23	20	22,8
Segovia	4	6	10	12	15	20	24	23	20	14	9	5	13,5
Sevilla	11	13	14	17	21	25	29	29	24	20	16	12	19,3
Soria	4	6	9	11	14	19	22	22	18	13	8	5	12,6
Tarragona	11	12	14	16	19	22	25	26	23	20	15	12	17,9
Teruel	5	6	9	12	16	20	23	24	19	14	9	6	13,6
Toledo	8	9	13	15	19	24	28	27	23	17	12	8	16,9
Valencia	12	13	15	17	20	23	26	27	24	20	16	13	18,8
Valladolid	4	6	9	12	17	21	24	23	18	13	8	4	13,3
Vizcaya	10	11	12	13	16	20	22	22	20	16	13	10	15,4
Zamora	6	7	11	13	16	21	24	23	20	15	10	6	14,3
Zaragoza	8	10	13	16	19	23	26	26	23	17	12	9	16,8

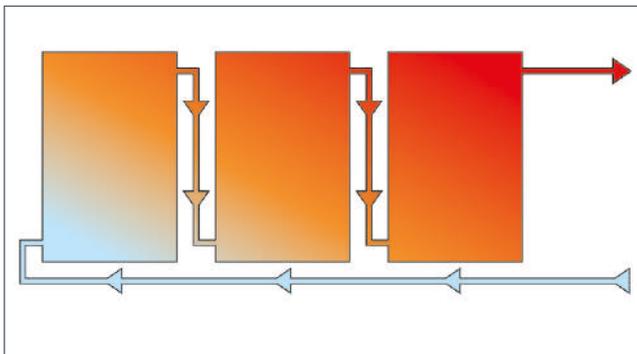
2.1.2 Disposición de los captadores

El conexionado de los captadores es una de las piezas clave en el diseño de una instalación. Esta conexión puede realizarse bien en serie, en paralelo o de forma mixta atendiendo a las necesidades de la instalación.

La conexión entre filas y entre captadores se realizará de tal forma que el circuito resulte equilibrado hidráulicamente. Se recomienda realizar retorno invertido o en su defecto colocar válvulas de equilibrado.

Las características de cada conexión se detallan a continuación:

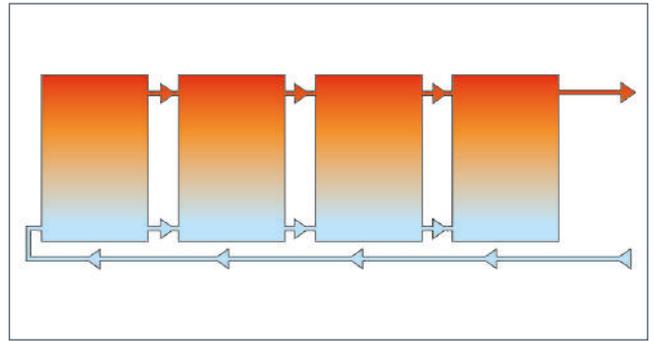
Conexión en serie: El fluido caloportador entra en el primer captador por la parte inferior del mismo, dicho fluido es calentado mientras circula de forma ascendente por su interior y sale de este primer captador por la parte superior para volver a introducirse en el segundo, y así sucesivamente en función del número de captadores conectados. Por todos los captadores así conectados circula el mismo caudal, entregando una temperatura a la salida que corresponde al salto térmico del primer captador multiplicado por el número de captadores conectados en serie, aproximadamente, pues, al ir incrementándose la diferencia de temperatura respecto al exterior, el rendimiento será menor en el último captador de la serie.



Conexión en serie

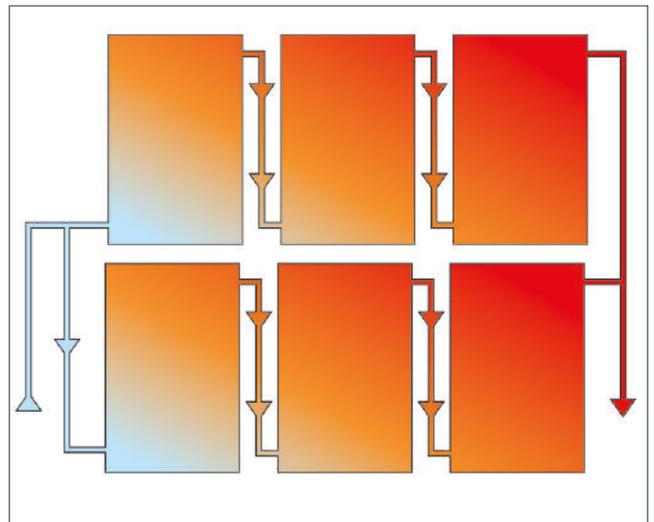
Se aplica cuando existe poca radiación solar o cuando se precisan temperaturas altas a la salida de los captadores.

Conexión en paralelo: Por cada captador circula de forma independiente el fluido caloportador, este fluido es calentado y llevado a un punto en común de todos los captadores. Con esta conexión el salto térmico que se genera en un captador es el mismo que el de la conexión de captadores en paralelo y el caudal es el que circula por un captador multiplicado por el número de captadores así conectados.



Conexión en paralelo

Conexión mixta: Consiste en la conexión de varias baterías conectadas en paralelo con retorno invertido para equilibrar la instalación y en cada una de las baterías los captadores se conectan en serie. Una combinación idónea si se pretende beneficiarse de las ventajas de las conexiones en serie y en paralelo.



Conexión de captadores en serie-paralelo

Podemos definir como batería a los captadores conectados en serie o en paralelo.

Conseguir un funcionamiento óptimo de la instalación implica regular el caudal para que por cada batería circule la misma cantidad de fluido caloportador con la mínima pérdida de carga, esto se consigue con retorno invertido.

Una vez definida la conexión entre captadores hay que tener en cuenta los siguientes criterios:

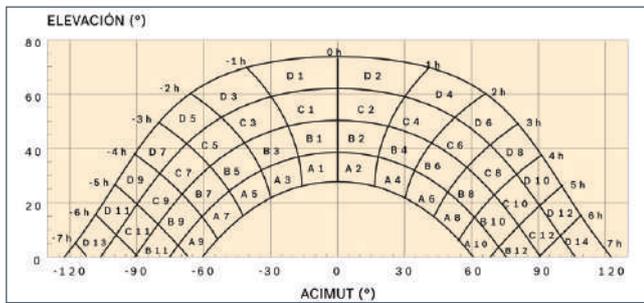
El número de captadores en paralelo lo marca el fabricante, y el número de captadores en serie si la aplicación es de a.c.s variará en función de la zona climática marcada por el CTE.

2.1.2.1 Separación de los captadores

Hay que fijar una distancia mínima entre filas de captadores con el fin de que durante la exposición solar no se proyecten sombras entre sí.

El procedimiento a seguir de cara a definir las sombras que se van a proyectar en el campo de captadores atiende a lo que marca ASIT.

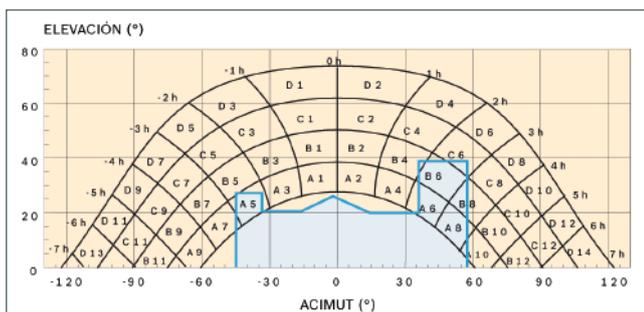
El siguiente diagrama muestra las trayectorias del Sol, de tal forma que cada sector representa el recorrido del Sol en un periodo de tiempo y con una irradiación solar anual. Conocido el perfil de obstáculos que puede generar sombra en el campo de captación y comparándolo con el diagrama aportado se definirá un porcentaje de pérdidas. Cuando el perfil no se proyecte totalmente sobre un sector se le aplicará un factor de llenado que será: 0.25, 0.5, 0.75 y 1 en función de cómo sea dicha ocupación.



Trayectoria del sol

EJEMPLO:

Se quiere valorar el porcentaje de pérdidas por sombreado sobre una instalación solar ubicada en Madrid. Los datos de instalación en cuanto a inclinación es de 30° y orientación de 10° hacia el Este. Y el perfil de sombras como se indica:



Tomando la tabla de referencia de inclinación y orientación que se ajusta más a las características de la instalación se valora el porcentaje.

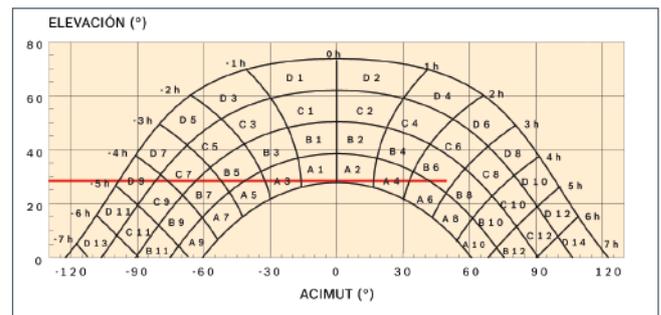
$$\% \text{ pérdidas} = 0.25 \cdot B_4 + 0.5 \cdot A_5 + 0.75 \cdot A_6 + B_6 + 0.25 \cdot C_6 + A_8 + 0.5 \cdot B_6 + 0.25 \cdot C_6 + A_8 + 0.5 \cdot B_8 + 0.25 \cdot A_{10} = 0.25 \cdot 1.89 + 0.5 \cdot 1.84 + 0.75 \cdot 1.79 + 1.51 + 0.25 \cdot 1.65 + 0.98 + 0.5 \cdot 0.99 + 0.25 \cdot 0.11 = 6.16\% \sim 6\%$$

$$\beta = 35^\circ; \alpha = 0^\circ$$

	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,01	0,12	0,44
9	0,13	0,41	0,62	1,49
7	1,00	0,95	1,27	2,76
5	1,84	1,50	1,83	3,87
3	2,70	1,88	2,21	4,67
1	3,17	2,12	2,43	5,04
2	3,17	2,12	2,33	4,99
4	2,70	1,89	2,01	4,46
6	1,79	1,51	1,65	3,63
8	0,98	0,99	1,08	2,55
10	0,11	0,42	0,52	1,33
12	0,00	0,02	0,10	0,40
14	0,00	0,00	0,00	0,02

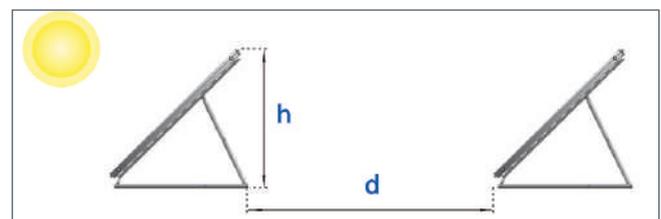
β : ángulo de inclinación
 α : ángulo de orientación

Del diagrama se interpreta que para una orientación hacia el sur (0°) y en el medio día solar la elevación máxima del sol corresponde aproximadamente a unos 28-29° (línea roja marcada en el diagrama):



En este caso la distancia entre filas de captadores corresponde a:

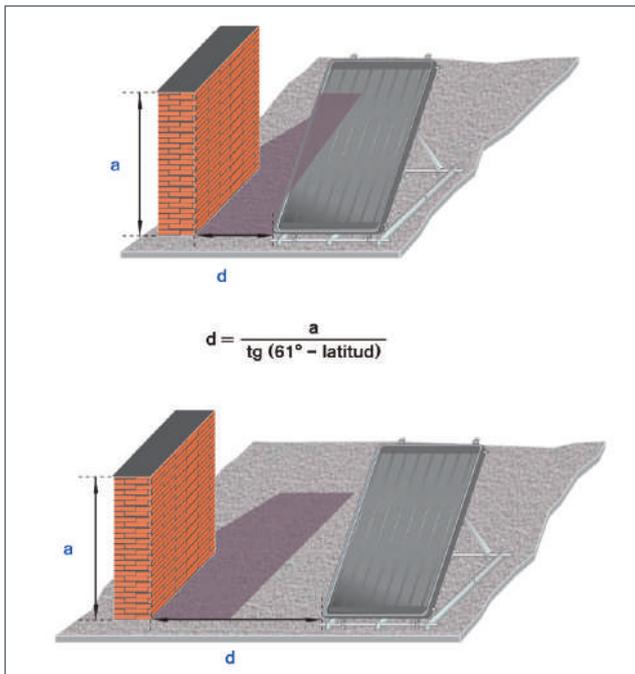
$$d = h / (\tan 61 - \text{latitud})$$



Una instalación de energía solar debe tener en cuenta las normas urbanísticas de cara a integrar la instalación en el edificio y que dicha integración no afecte al rendimiento de la instalación. En función del tipo de cubierta hay que seguir una serie de recomendaciones:

- 1. Cubierta Inclinada:** La solución más óptima de ubicación de captadores sería optar por integración en tejado sin conexiones visibles o en su defecto sobre cubierta en los faldones de la misma sin salirse del plano y con la misma inclinación.
- 2. Cubierta Plana:** En este caso la ubicación de captadores es más fácil y a lo que hay que prestar especial cuidado es que este tipo de cubiertas cuentan con un peto que puede provocar sombras.
- 3. Integración en Fachada:** Cuando el espacio libre en cubierta no es suficiente se puede optar por ubicar los captadores en la fachada, con una cierta inclinación con respecto a la misma.

Para evitar las sombras que pueda producir un obstáculo sobre el sistema de captadores, hay que considerar que la distancia entre la primera fila de captadores y el obstáculo de altura "a" será como mínimo:



EJEMPLO:

En un edificio de viviendas se pretende colocar una fila de 4 captadores en cubierta plana de 7 m de ancho la cual cuenta con un peto de altura 1,5 m. Definir cual es la distancia mínima entre el peto y la fila con el fin de que no se proyecten sombras sobre ella. La latitud de la instalación es 40° correspondiente a Madrid.

Conocida la altura del obstáculo y teniendo en cuenta la expresión anterior la distancia mínima es:

$$d = \frac{a}{\text{tg}(61^\circ - \text{latitud})} = \frac{1,5}{\text{tg}(61^\circ - 40^\circ)} = \frac{1,5}{\text{tg}(21^\circ)} = 3,94 \text{ m}$$

2.1.3 Superficie de captadores para la instalación de a.c.s.

Para definir la superficie total de captadores necesaria para la instalación, es necesario conocer la energía demandada y relacionarla con la energía útil disponible por unidad de superficie evaluada en un año.

Para un correcto diseño el CTE 2013 marca la siguiente condición en cuanto la relación que se tiene que dar entre el volumen y el área de captación de cara a cubrir las necesidades de a.c.s.:

$$50 < V/A < 180$$

Definiendo como A, la superficie total de captadores en m² y V, el volumen del depósito que ha de coincidir con el consumo que se produce al día.

Si el aporte solar es bajo, disminuye la energía disponible por unidad de superficie y se reduce la relación con respecto a lo que se obtendría de tener un aporte solar alto.

EJEMPLO:

Retomando el ejemplo en páginas anteriores y una vez definida la radiación solar efectiva, se evalúa el aporte de energía solar en función del rendimiento del captador y de la superficie de captación necesaria:

La curva de rendimiento del captador para realizar el cálculo será la del modelo FKC-2S

$$E_p \text{ (Kwh/m}^2\text{)} = 0,9 \cdot \eta \cdot E_u$$

$$\eta = 0,766 - 3,216 (T_m - T_a) / I$$

Como ya se definió al principio del ejemplo, la temperatura de uso, T_m, es de 45 °C y la temperatura ambiente para el mes de abril en Zaragoza es de 16 °C.

La intensidad radiante, I, definida en función de la energía solar efectiva en Wh y el número de horas de sol útiles recogidos en la tabla aporta un valor:

$$I = E_u / S_T = 155700 \text{ Wh/m}^2 \text{ mes} / (8 \text{ h} \times 30 \text{ días}) = 648,7 \text{ Wh/m}^2$$

Por lo tanto el rendimiento del captador Bosch en estas condiciones en el mes de abril es:

$$\eta_{\text{Abril}} = 0,766 - 3,216 (45^\circ \text{C} - 16^\circ \text{C}) / 648,7 \text{ Wh/m}^2 \times 100 = 62,2 \%$$

Con los resultados anteriores la aportación solar en el mes seleccionado es:

$$E_{p_{\text{Abril}}} \text{ (Kwh/m}^2\text{)} = 0,9 \cdot 0,62 \cdot 155,7 \text{ kwh/m}^2 = 87,19 \text{ kwh/m}^2$$

Sería conveniente expresar la energía anterior en función de la superficie de captación real requerida para cubrir la demanda de energía, por lo tanto el primer paso es definir dicha superficie la cual viene expresada:

$$\text{Scaptación} = \left[\frac{E_{\text{necesaria anual}} (\text{Kwh})}{\sum E_{\text{p anual}} (\text{Kwh}) / \text{Scaptador}} \right] \times \% \text{ Cobertura Solar}$$

Para proseguir con el cálculo es necesario haber evaluado la energía necesaria anual, la cual vendrá dada de la suma individual de cada uno de los meses del año, así como conocer la energía anual aportada por el sol que se obtendrá mediante el mismo procedimiento.

El porcentaje de cobertura solar es un dato medio anual que define, en función de la energía demandada la cantidad de energía cubierta con la energía del sol evaluada en tanto por ciento. En este caso se pretende cubrir un 60%, ya que es el mínimo exigido por el CTE.

De esta forma el resultado obtenido es:

$$\text{Scaptación} = \left[\frac{E_{\text{necesaria anual}} (\text{Kwh})}{E_{\text{p anual}} (\text{Kwh}) / \text{Scaptador}} \right] \times (\% \text{ Cobertura Solar} / 100)$$

$$\text{Scaptación} = \left[\frac{3309 \text{ Kwh}}{2063 \text{ Kwh} / 2.25 \text{ m}^2} \right] \times (60 / 100) = 2.16 \text{ m}^2$$

Por lo tanto el número de captadores Bosch que requiere la instalación:

$$\text{N}^\circ \text{ Captadores} = \text{Scap} / \text{Sútil} = 2.16 \text{ m}^2 / 2.25 \text{ m}^2 = 0.96$$

Es decir, en este caso con un captador se va a cubrir la cobertura mínima exigida, por lo que la situación más real implica una superficie de captación de:

$$\text{Número de Captadores reales} = 1$$

$$\text{Scaptación real} = 2.25 \text{ m}^2$$

Conocida la superficie real de captación, la energía solar aportada expresada en kWh :

$$E_{\text{p Abril}} (\text{Kwh}) = E_{\text{p Abril}} (\text{Kwh/m}^2) \times \text{Scaptación real} = 80.88 \text{ kwh/m}^2 \times 2.25 \text{ m}^2 = 182 \text{ Kwh}$$

Para terminar, se define la cantidad de energía auxiliar que tendrá que aportar uno de los equipos auxiliares Bosch:

$$\text{Energía Auxiliar}_{\text{Abril}} = E_{\text{necesaria Abril}} (\text{Kwh}) - E_{\text{p Abril}} (\text{Kwh}) = 266 \text{ kwh} - 182 \text{ Kwh} = 84 \text{ kWh}$$

Lo que implica que la energía necesaria demandada en el mes de abril es mayor que la energía aportada por el sol en dicho mes, es decir que es necesario el apoyo de energía auxiliar en este mes.

Para terminar podemos definir con exactitud la cobertura solar ofrecida en este mes por el sol:

$$\% \text{ Cobertura}_{\text{Abril}} = \left[\frac{E_{\text{p Abril}} (\text{Kwh})}{E_{\text{necesaria}_{\text{Abril}}} (\text{Kwh})} \right] \times 100 = \left[\frac{182}{266} \right] = 68,4\%$$

En los meses en los que la aportación solar sea mayor que la energía demandada el porcentaje de cobertura será mayor al 100%. Para normalizar y que al año la aportación solar anual coincida con el consumo anual se fijará un 100% en los meses en los que se supere dicha cifra.

Para terminar podríamos comprobar que los resultados se ajustan a los establecido en el CTE 2013 y que implica un correcto dimensionado:

La condición a cumplir para la obtención de a.c.s. es:

$$50 < V/A < 180$$

- A:** La superficie total de captadores es de 2,25 m²
- V:** el volumen del depósito que ha de coincidir con el consumo que se produce al día y que equivale a 200 l/ día.

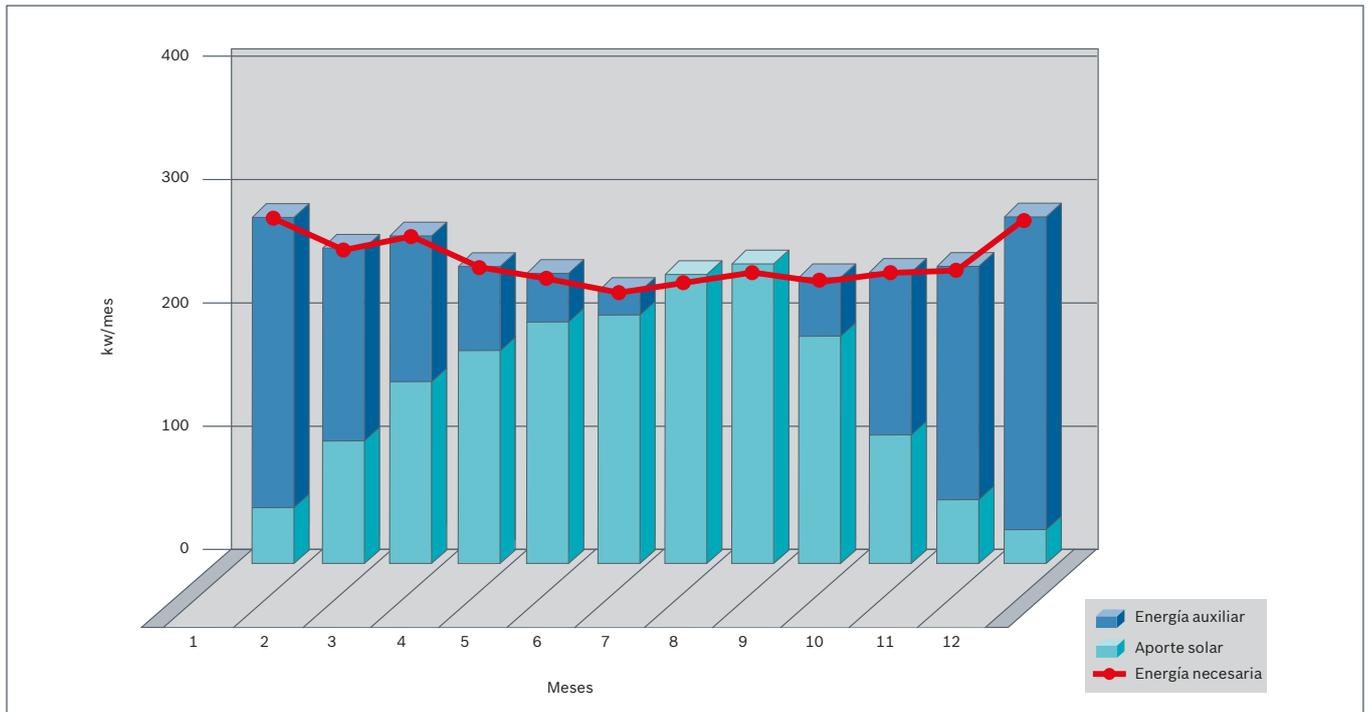
El resultado de la relación es:

$$V/A = 200 / 2,25 = 88,8$$

Lo que indica que los resultados obtenidos cumplen el criterio adoptado por el CTE.

	Consumo de agua (m ³)	Incremento Ta (°C)	Energía Necesaria (Termias)	Energía Necesaria (kWh)	Aporte Solar (kWh)	Cobertura Solar Real	Cobertura Solar Teórico
Enero	6,76	40,0	271	315	118	37,5	37,5
Febrero	6,11	39,0	238	277	142	51,1	51,1
Marzo	6,76	37,0	250	291	196	67,4	67,4
Abril	6,55	35,0	229	266	182	68,5	68,5
Mayo	6,76	34,0	230	267	195	73,0	73,0
Junio	6,55	33,0	216	251	196	77,9	77,9
Julio	6,76	32,0	216	252	211	83,9	83,9
Agosto	6,76	33,0	223	260	222	85,5	85,5
Septiembre	6,55	34,0	223	259	206	79,8	79,8
Octubre	6,76	35,0	237	275	152	55,2	55,2
Noviembre	6,55	37,0	242	282	128	45,5	45,5
Diciembre	6,76	40,0	271	315	114	36,2	36,2
Anual	79,64		2.846	3.309	2.063	62,3	62,3

* Los resultados aquí mostrados son el resultado de un programa de cálculo. Por lo que puede existir alguna variación con respecto a los resultados anteriormente calculados manualmente.



Aporte solar a.c.s.

Se pretendía cubrir la demanda de una vivienda unifamiliar cumpliendo la normativa existente. Con la colocación de un panel modelo FKC-2S se consigue un 62.3% de cobertura anual, llegando a un pico máximo en los meses de Julio y Agosto por encima del 80%. El aporte de energía auxiliar se hace imprescindible pero en la mayor parte de los meses el aporte de energía convencional se habrá reducido en más del 50%.

2.1.4 Superficie de captadores para la instalación de calefacción

Para dimensionar la instalación solar en caso de aplicaciones de calefacción de viviendas se atenderá a lo establecido en puntos anteriores sobre suministro de a.c.s., éste último servicio es siempre prioritario y está regulado por medio de normativa nacional.

En el caso de instalaciones de calefacción, el acumulador debe de cubrir la demanda en al menos una hora de forma autónoma. La relación entre volúmenes de acumulación (V) y la superficie de captación (A) se recomienda que sea:

$$25 < V/A < 50$$

Una vez determinado el número de captadores y el volumen de acumulación para el servicio de a.c.s., se evaluará el aporte solar a la hora de calefactar la vivienda. Para esto es necesario conocer la distribución de temperaturas medias de la instalación a lo largo de todos los meses del año, también la potencia instalada en la vivienda o potencia de proyecto, y con estos datos determinamos la demanda energética en servicio de calefacción por mes para la superficie de captadores establecidos. Si pretendemos cubrir con la energía solar mayor porcentaje energético aumentaremos el número de captadores.

2.2 Sistemas compactos por termosifón

La guía técnica de ASIT nos indica que para:

- ▶ Instalaciones inferiores a 7 kW (10 m²), instalaciones de mediano tamaño entre 7 y 70 kW (10 y 100 m²): Emplear sistemas de intercambio de calor interiores al acumulador para las instalaciones de menor tamaño (de 7 a 35 kW) tanto por razones económicas como por reducir el mantenimiento.
- ▶ En las instalaciones más grandes es recomendable emplear sistemas de intercambio externo (entre 35 y 70 kW). Cuando se utilizan intercambiadores de placas es necesario tener en cuenta sus necesidades de limpieza para evitar las incrustaciones calcáreas en el caso de aguas duras.
- ▶ Instalaciones de mediano o gran tamaño, superiores a 70 kW (100 m²). La utilización de acumuladores de inercia en lugar de acumuladores de agua caliente sanitaria puede compensar económicamente a medida que aumenta el tamaño por los menores costes de inversión (el menor coste del acumulador de inercia compensa al coste adicional de intercambiador y bomba), por reducir el volumen sujeto a prevención de legionelosis y por disminuir las necesidades de mantenimiento.

Los equipos compactos son los sistemas utilizados normalmente en viviendas unifamiliares o en instalaciones donde se requiere una superficie captadora pequeña, instalaciones inferiores a 7 Kw (<10 m²).

Utilizar sistemas prefabricados elimina el riesgo de realizar un mal diseño y simplifica sumontaje.

La selección entre sistemas termosifón o de circulación forzada está condicionada por las características constructivas del edificio y también por la radiación solar y la temperatura del lugar donde se encuentre la instalación que afecta a sus prestaciones.

Está constituido por uno o dos captadores y un acumulador y pueden ser colocados tanto en cubierta plana como en cubierta inclinada, sólo hay que tener en cuenta las condiciones de instalación.

Estos equipos utilizan un sistema de calentamiento indirecto a fin de evitar la congelación del agua que circula por los captadores. De cualquier manera, habrá que prestar especial atención a las latitudes donde se vaya a colocar el equipo ya que se puede producir la congelación del agua del circuito de secundario.

Bosch cuenta con una amplia gama de termosifones que cubren las necesidades de los distintos tipos de viviendas y las distintas zonas geográficas en donde se vayan a instalar.

En función del volumen del sistema termosifón se le ha adaptado un tipo de captador para que consiga un alto rendimiento en cuanto al calentamiento del agua de consumo:

Termosifón	150 L	200 L	300 L
Captador			
Número de captadores	1	1	2
Modelo	(FCC-2S)	FCC-2S	FCC-2S
Dimensiones	1.032 x 2.026 x 67 mm		
Peso (vacío)	30 kg		
Absorbedor	Parrilla de tubos		
Aislamiento	Lana mineral 25 mm		
Volumen absorbedor	1,92 l		
Recubrimiento absorbedor	PVD	PVD	PVD

El sistema de almacenamiento consiste en un depósito horizontal ubicado detrás del captador, cuyo sistema de intercambio se produce por doble envolvente hasta presiones de 10 bar.

Tamaños de instalación	Pequeñas	Medianas	Grandes
Superficie captación (A en m ²)	A ≤ 10	10 ≤ A < 100	A ≥ 100
Potencia solar (Ps) en kW (PS = A * 0,7 kW/m ²)	Ps < 7	7 ≤ Ps < 70	Ps ≥ 70
Volumen acumulación aproximado V en litros	V < 1.000	1.000 ≤ V < 10.000	V ≥ 10.000

Denominación Sistemas SST Instalaciones IST

Según normas Prefabricados A medida

Circulación	Natural	Forzada	
Intercambio	Interno	Interno o externo	Externo
	-	Simple	Simple o doble

Principales características de instalaciones solares térmicas clasificadas por tamaño según ASIT.

La protección contra la corrosión se realiza mediante ánodo de magnesio y la cubierta exterior es de acero esmaltado:

Termosifón	150 L	200 L	300 L
Acumulador			
Tipo	Doble envolvente hecho en acero para instalación horizontal		
Volumen útil	145 L	195 L	280 L
Volumen serpentín	4 l	5,2 l	7,5 l
Diámetro	580 mm	580 mm	580 mm
Altura	1.100 mm	1.350 mm	1.820 mm
Peso (lleno)	215 kg	275 kg	393 kg
Peso (vacío)	51 kg	75 kg	105 kg
Lado solar	2,5 bar		
Lado a.c.s.	8 bar		
Protección corrosión	Ánodo de magnesio		
Recubrimiento acumulador	Acero galvanizado lacado		
Aislamiento	50 mm de espuma de poliuretano libre de hidrocarburos		
Temp. Máx.	95 °C		
Conexión resistencia eléctrica	1 1/2"		

En cuanto a la estructura, tanto para cubierta inclinada como para plana el material utilizado es aluminio y en la siguiente tabla se pueden ver las características técnicas de cada sistema de montaje:

Termosifón	150 L	200 L	300 L
Otros datos			
Estructura	Premium Aluminio		
Estructura	Essence Acero Galvanizado		
Carga máxima nieve	1kN/m ²		
Altura máxima edificio/velocidad viento	Hasta 100m*/152 km/h		
Peso (lleno)	290 mm	340 mm	510 mm
Tejado plano	35° (no ajustables)	35° (no ajustables)	35° (no ajustables)
Tejado inclinado	25° - 45°	25° - 45°	25° - 45°

* Para montaje en tejado plano es necesario un accesorio adicional para edificios con una altura entre 20 y 100 m.

EJEMPLO:

Suponemos una vivienda unifamiliar de 4 personas en Sevilla. La temperatura de uso será de 45 °C.

El volumen de acumulación será de:

4 pers. × 40 l (a 45 °C) = 160 litros

De las tablas del CTE corresponde un mínimo de 28 l/ persona y día a 60 °C.

DEMANDA DE A.C.S.

Meses	Tra. Ent	Nº días/mes	Energía necesaria		Temp Ambiente	Rdto.	Radiación horiz. cor. (H) kWh/m² día	Radiación efectiva (E) kWh/m² mes	Aportación solar kWh/mes	Energía auxiliar kWh/mes	% 74.0
	°C		kWh/día	kWh/mes	°C						
Enero	11	31	6,4	197,8	11	0,44	2,088	82,081	68,6	129,2	32,2
Febrero	11	28	6,4	178	13	0,52	3,261	107,495	105,0	73	56,0
Marzo	13	31	6,1	189,7	14	0,55	4,506	146,272	152,9	36,8	78,0
Abril	14	30	6	179,7	17	0,51	5,752	109,807	104,9	74,8	58,8
Mayo	16	31	6	185,7	21	0,60	6,533	175,514	199,4	0,0	100,0
Junio	19	30	5,3	160	25	0,62	6,851	171,223	202,0	0,0	100,0
Julio	21	31	5	157,4	29	0,65	6,936	186,475	230,6	0,0	100,0
Agosto	21	31	5	157,4	29	0,66	6,313	189,547	235,0	0,0	100,0
Septiembre	20	30	5,2	156,3	24	0,62	5,117	169,181	199,4	0,0	100,0
Octubre	16	31	5,7	177,6	20	0,57	3,517	137,481	148,1	29,5	80,2
Noviembre	13	30	6,12	183,6	16	0,51	2,430	99,301	94,8	88,8	50,0
Diciembre	11	31	6,38	197,8	12	0,45	1,978	82,670	70,9	126,9	33,2
Promedio	16		6	176,7	19	0,56	5	138	145,8	46,3	

2.121

1.812

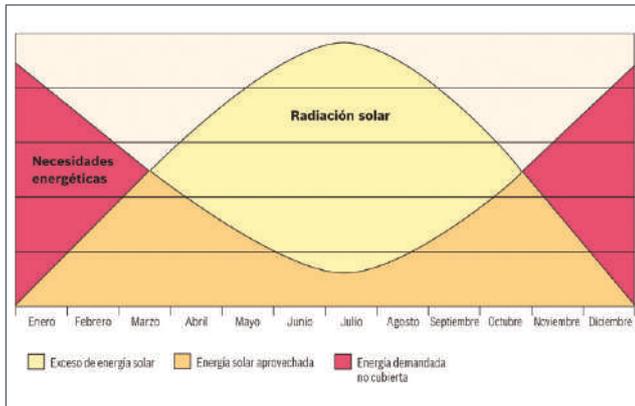
559

El nº de captadores será: Energía necesaria/Aporte solar captador = 2.223/1.812 = 1,22

En este caso se recomienda un sistema termosifón, ya que es una zona climática en la que la radiación horizontal es alta y las temperaturas nocturnas también.

2.3 El sistema de acumulación

Una vez evaluada la necesidad energética anual y conocida la aportación solar anual, se puede hacer una comparativa para conocer la cobertura solar.



La necesidad de energía no siempre coincide en el tiempo con la captación que se obtiene del sol, por lo que es necesario disponer de un sistema de acumulación que haga frente a la demanda en momentos de poca o nula radiación solar, así como a la acumulación energética producida en los momentos de poco o nulo consumo.

2.3.1 Volumen de acumulación

El acumulador es el sistema de almacenamiento de energía.

Lo ideal sería hacer coincidir el consumo diario con el volumen del depósito ya que la radiación solar y el aporte de energía no coincide con la demanda. Como ya se adelantó para aplicaciones de a.c.s en el CTE 2013 marca que la relación de ajuste para definir el depósito de acumulación está relacionado con el número de captadores que producirán energía en la instalación:

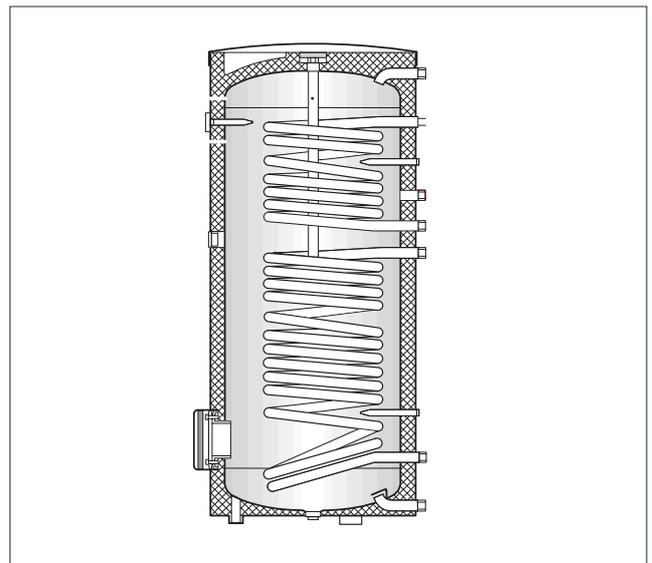
$$50 < V/A < 180$$

Cuando existen demandas grandes podemos disponer dos depósitos bien en serie o en paralelo. Preferentemente se hará en serie aunque en caso de conectarlos en paralelo, hacerlo en retorno invertido para así equilibrar la pérdida de carga a lo largo de las tuberías.

La mejor disposición del acumulador es vertical, ya que de esta forma se favorece la estratificación, que no es más que una división del depósito en niveles diferenciados de temperatura, consiguiendo así enviar el a.c.s más caliente y el retorno a captadores lo más frío posible aumentando el rendimiento de la instalación. Es conveniente mantener una relación entre la altura y el diámetro del depósito mayor a 2 y ubicarlo preferentemente en interiores.

La entrada de agua fría se hará por la parte inferior y la salida por la superior, ya que el agua fría pesa más y se queda en la parte baja y el agua caliente sube. Es conveniente que la entrada de agua de primario al acumulador se realice a una altura del 50% al 75% de la altura total del depósito.

También se ha modificado el apartado respecto a la preparación de agua caliente para usos sanitarios (IT 1.2.4.1.2.4) permitiendo la incorporación de sistemas de generación auxiliar convencional a los depósitos acumuladores de las instalaciones renovables. Es decir, se permite por fin combinar en un mismo depósito un sistema de energía renovable (p.e. energía solar térmica) con un sistema convencional (p.e. caldera de gas). Dicho de otra forma, se permite el uso de los dos intercambiadores de los acumuladores de doble serpentín, y por lo tanto la posibilidad de evitar la instalación de doble acumulación en los sistemas con energía renovable. Por supuesto, estos acumuladores deberán siempre diseñarse e instalarse para maximizar el aprovechamiento de la fuente renovable.

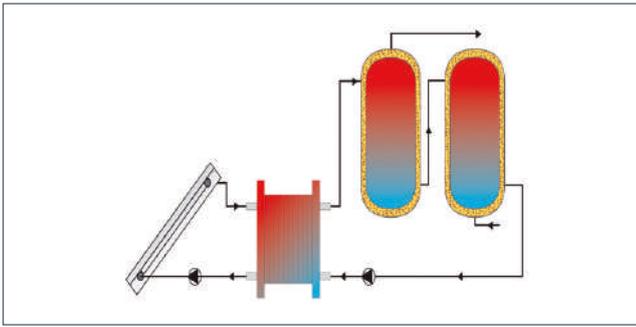


2.3.2 Intercambiadores de calor

En todas las instalaciones, salvo en las de calentamiento de piscinas al aire libre, se ha de incorporar un intercambiador que permita tener dos circuitos independientes. Uno de ellos es el de captadores que transporta fluido caloportador con anticongelante y que actuará de transmisor de la energía calorífica producida, el otro es el de consumo y será el receptor de dicha energía.

Los intercambiadores pueden ser de dos tipos externos e internos:

Intercambiadores Internos: Nos referimos a los interacumuladores, aquellos que llevan un serpentín de intercambio en la parte baja del acumulador. Minimizan las pérdidas energéticas por transferencia de energía.



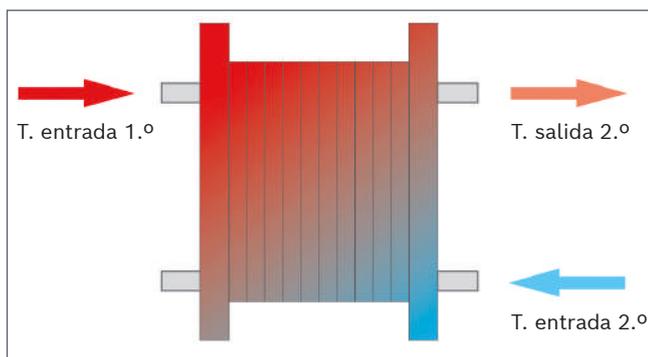
Intercambiadores Externos: Formados por placas de acero inoxidable que deben ser capaces de soportar altas temperaturas y la presión de la instalación.

Hay que tener en cuenta las siguientes recomendaciones en el caso de intercambiadores externos:

- ▶ Se recomienda instalarlo cuando contamos con más de 50 m² de superficie de captación, que vendría a ser el equivalente al suministro de a.c.s a más de 30 viviendas.
- ▶ La potencia mínima de diseño será de 500 W por m² de superficie de captación.
- ▶ La superficie de intercambio será mayor al 15% de la superficie de captación.
- ▶ A la salida y entrada del intercambiador se colocaran llaves de corte, para facilitar su mantenimiento.
- ▶ Estos intercambiadores pueden ir en el circuito secundario/terciario.

Para dimensionar los intercambiadores se recomienda ajustarse a los siguientes valores:

	Temperatura entrada 1.º	Temperatura salida 2.º	Temperatura entrada 2.º
Piscinas	50 °C	28 °C	24 °C
A.C.S.	60 °C	50 °C	45 °C
Calefacción a baja temperatura	60 °C	50 °C	45 °C



2.4 El sistema de circulación y elementos del circuito primario

En un sistema solar térmico se pueden diferenciar dos circuitos:

Circuito Primario: Está formado por el sistema de captación, el intercambiador de energía y el grupo de bombeo.

Circuito Secundario: Es el sistema al que se transfiere la energía para distribuirla a los puntos de consumo, está formado por la instalación de suministro a éstos y el sistema de acumulación que puede ser, un intercambiador de calor dentro de un acumulador, o un segundo grupo de bombeo con el correspondiente acumulador-intercambiador.

En el trazado de las conducciones del fluido caloportador, se tendrá en cuenta:

- ▶ Utilizar componentes metálicos como el cobre y el acero inoxidable.
- ▶ Colocar válvulas antirretorno para preveer el flujo inverso.
- ▶ Montar el mínimo número de codos.
- ▶ Considerar la dilatación de las tuberías y el aislamiento de las mismas, debido a que por ellas circulará un fluido caloportador con un contenido de glicol disuelto en agua que podrá alcanzar altas temperaturas.

2.4.1 El vaso de expansión

Todos los circuitos cerrados necesitan un vaso de expansión que absorba las dilataciones del fluido caloportador provocadas por el aumento de temperatura. Hay que tener especial cuidado en el diseño ya que éste debe ser suficiente para soportar la expansión del fluido, es por ello por lo que es conveniente seguir las siguientes recomendaciones:

- ▶ Conocer el volumen de la instalación en litros.
- ▶ En el caso de que el fluido pueda evaporarse hay que realizar un dimensionado especial del volumen. El vaso deberá ser capaz de absorber el volumen de toda la instalación más un 10%.
- ▶ Temperatura mínima y máxima que pueda alcanzar el agua durante el funcionamiento de la instalación.
- ▶ Presión mínima y máxima de servicio medida en bar.
- ▶ La presión máxima en frío será superior a 1,5 Kg/cm² y en caliente inferior al tarado de los componentes.
- ▶ ASIT recomienda colocarlo en la parte más fría de los circuitos.

2.4.2 El fluido caloportador

El fluido de trabajo puede ser agua y agua con aditivos, pero siempre hay que atender a las especificaciones del fabricante de captadores. En todos los casos se recomienda utilizar agua mezclada con glicoles, este aditivo baja el punto de congelación del agua y eleva su punto de ebullición.

Cuando el fluido es agua con anticongelante hay que tener en cuenta:

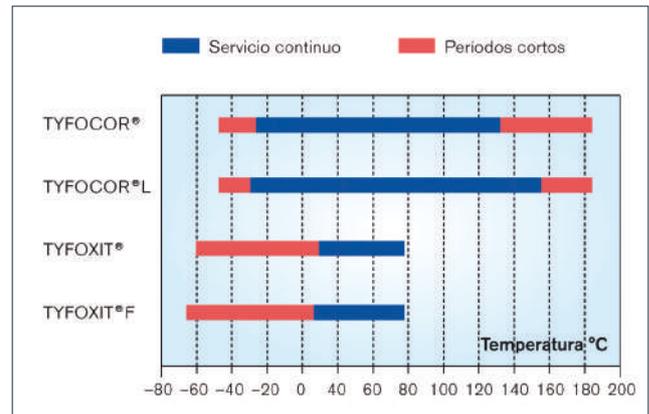
- ▶ **Toxicidad:** El anticongelante puede ser tóxico, por lo tanto evitar que se mezcle con el agua de consumo. Actualmente se utilizan productos de baja toxicidad o ninguna, como propilenglicoles.
- ▶ **Viscosidad:** El anticongelante tiene mayor viscosidad que el agua, por lo tanto habrá que tenerlo en cuenta de cara al cálculo de la pérdida de carga que genera y a la potencia de la bomba.
- ▶ **Dilatación:** El anticongelante posee mayor dilatación que el agua, por lo tanto hay que considerarlo a la hora de dimensionar el vaso de expansión.
- ▶ **Corrosión:** A temperaturas altas los anticongelantes se degradan y pueden provocar corrosión al circuito.
- ▶ **Calor Específico:** El fluido caloportador con anticongelante tiene un calor específico inferior al del agua. Es importante tenerlo en cuenta para el cálculo del caudal, tuberías y bomba.
- ▶ **T° Congelación y pH:** Hay que proteger la instalación ante riesgo de heladas.

El fluido caloportador está constituido por el líquido que pasa a través del captador y tiene como función el intercambio de energía del agua al acumulador intercambiador. Este fluido puede ser de varios tipos dependiendo del lugar donde sea instalado el captador (agua, etilenglicol y propilenglicol).

Las opciones válidas sería utilizar disoluciones de etilenglicol o propilenglicol, el utilizar uno u otro dependería de la temperatura de congelación y de la temperatura de ebullición, que a su vez también depende de la concentración de las diferentes disoluciones. A iguales concentraciones, la disolución de etilenglicol tiene un mayor punto de congelación y el propilenglicol un mayor punto de ebullición. Además, y al contrario que el etilenglicol, el propilenglicol no es tóxico.

Bosch dentro de su gama de producto incluye el fluido caloportador que en este caso es una disolución de propilenglicol al 30% (Tyfocor L). Éste está contenido en diferentes bidones de diferentes volúmenes. El bidón de 10 litros es el modelo WTF10S y el bidón de 20 litros es el modelo WTF20S.

El fluido caloportador tanto a altas como a bajas temperaturas comienza a degradarse. El gráfico siguiente muestra que el fluido caloportador Bosch (Tyfocor L) tiene un comportamiento normal marcado en azul entre -14 °C y 170 °C y si la temperatura es excesivamente baja entre -40 °C y -20 °C o excesivamente alta entre 170 °C y 200 °C el fluido se degrada. Por otro lado la tabla aporta datos sobre la densidad a una temperatura de 20 °C , la concentración en % y el punto de congelación del fluido.



Estabilidad de temperaturas

TYFOCOR®L

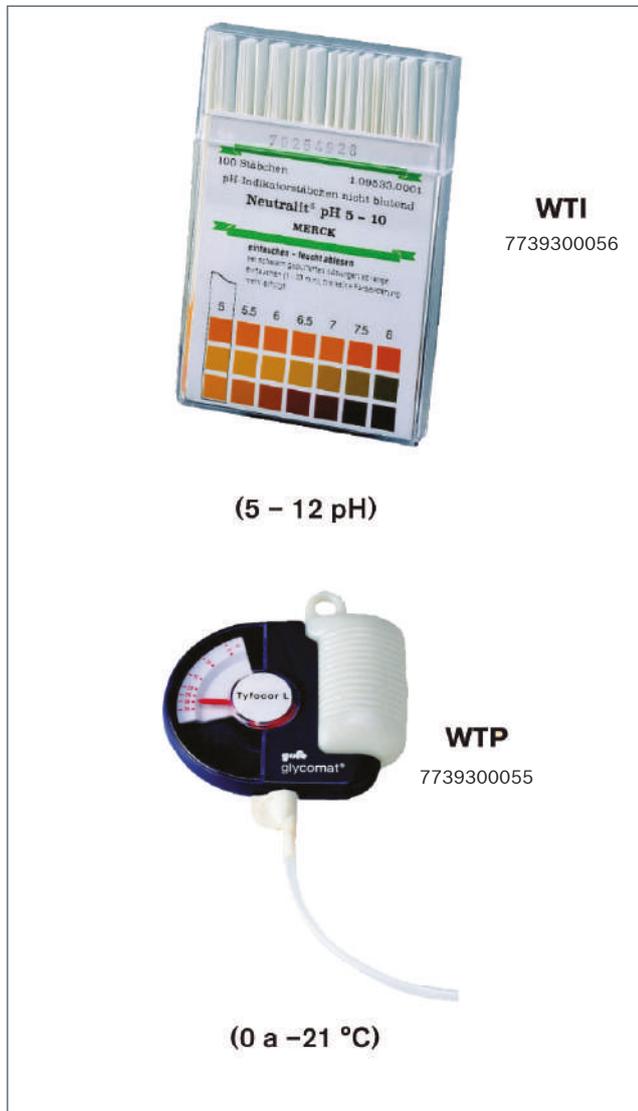
Densidad a 20°C	TYFOCOR®L Concentración [% v/v]	Punto de congelación
1.023	25	-10°C
1.029	30	-14°C
1.033	35	-17°C
1.037	40	-21°C
1.042	45	-26°C
1.045	50	-32°C
1.048	55	-40°C
1.055	100	<-50°C



Suministro del fluido caloportador

Además y para comprobar que este fluido se mantiene en perfectas condiciones, Bosch suministra un indicador de pH modelo WTI y un test de líquido anticongelante modelo WTP.

Si se comprueba a través de pHmetro el pH variará entre 5 y 12, y con el test anticongelante desde 0 a -21 °C.



Accesorios de prueba del fluido caloportador

2.4.3 El grupo de bombeo

Un grupo de bombeo sirve para permitir un funcionamiento equilibrado de una instalación solar. Entre sus componentes principales hay que destacar:

- ▶ Termómetros integrados.
- ▶ Grupo de seguridad compuesto por válvula de seguridad y manómetro.
- ▶ Antirretorno tanto en impulsión como en retorno para evitar la circulación por termosifón.
- ▶ Bomba de circulación para transportar el fluido caloportador desde el sistema de captadores hasta el acumulador o puntos de consumo.

- ▶ Limitador de caudal con llave de cierre.

En cuanto a las recomendaciones a tener en cuenta con respecto a la instalación solar:

- ▶ Las tuberías situadas entre el campo de captadores y el acumulador deben conectarse a tierra para evitar diferencias de potencial.
- ▶ Si la instalación es de más de $\geq 100\text{m}^2$ de captación el ASIT fija que se monten dos bombas iguales en paralelo quedando una en reserva tanto en primario como en secundario.
- ▶ El dimensionado de la bomba depende de:
 - Caudal: El fluido caloportador se calcula en función de la superficie total de los captadores instalados. El CTE define que el caudal debe oscilar entre 1,2 l/s y 2 l/s por cada 100 m^2 de área de captador. Podemos hablar de unos 50 l/h por m^2 de captador como cálculo aproximado.
 - El ajuste de caudal se realiza en función de las diferentes velocidades de la bomba y los mandos reguladores de caudal, dicho caudal es medible con un caudalímetro.

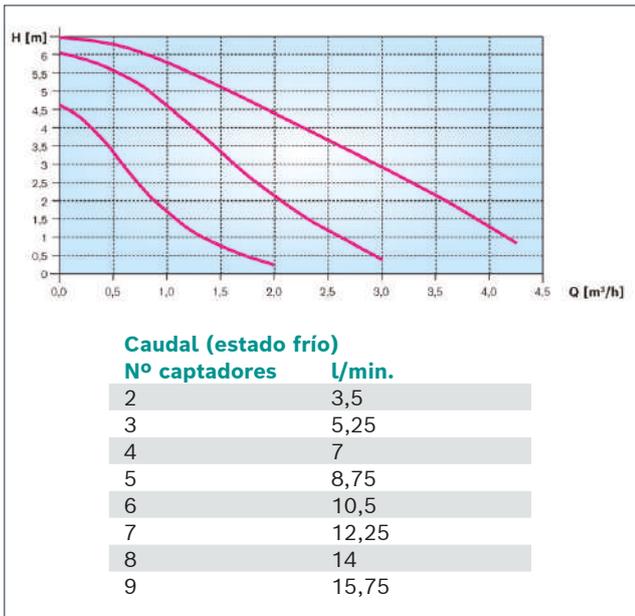
EJEMPLO:

Suponiendo que se va a hacer la puesta en marcha de la instalación y que dicha instalación consta de 7 captadores, se necesita evaluar la velocidad de la bomba para mover dicho caudal.

Procedimiento: Una vez definido el número de captadores de los que consta la instalación y remitiéndose a la tabla que define el caudal en estado frío en función del número de captadores, se evalúan los l/min. que ha de mover la bomba.

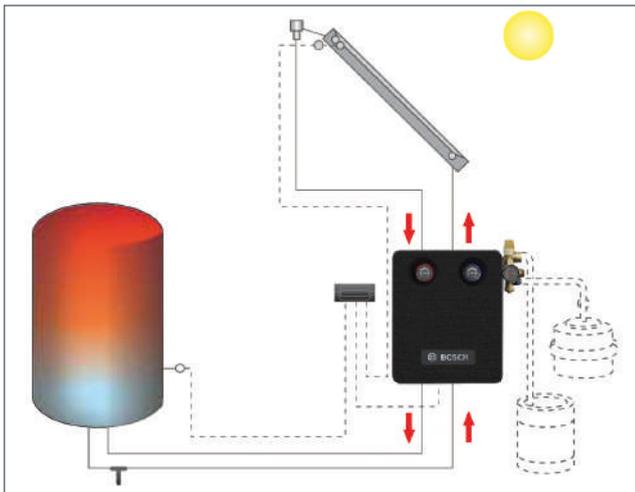
Mediante la curva característica de la bomba se fija la velocidad en la cual se aporta un caudal inmediatamente superior al que se necesita para después reducir con la válvula del caudalímetro hasta los l/min, previamente definidos.

Suponiendo una pérdida de carga de 4 m.c.a. y un caudal de 780 l/h $\approx 0.78\text{ m}^3/\text{h}$ se tendría que colocar la bomba en la 2ª velocidad y reducir el caudal con la válvula que incorpora el grupo de bombeo.



Curva característica del grupo de bombeo AGS 10

El siguiente esquema permite tener una visión de conjunto de la instalación:



2.4.3.1 Funcionamiento de grupos de bombeo AGS

El líquido portador circula a través de la bomba de circulación integrada en la estación de bombeo. La estación de bombeo está diseñada para funcionar junto con un sistema de regulación, bien incorporado en el propio grupo externo.

Los grupos de bombeo pueden ser de 1 o de 2 líneas.

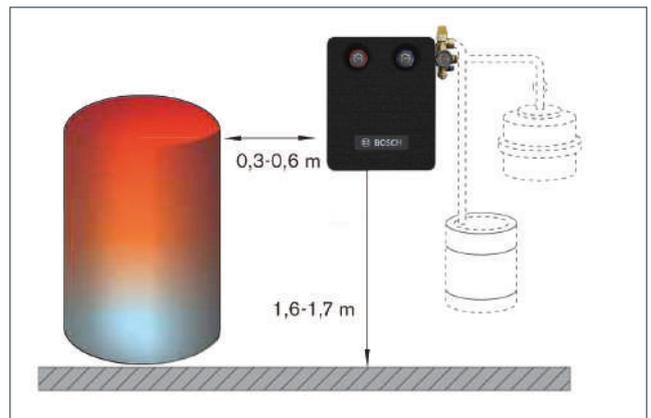
- En función del número de captadores y del tipo de conexión debe de respetarse un caudal máximo. El ajuste puede realizarse de dos formas, de forma automática mediante la centralita de control o de forma manual a través del tornillo de ajuste de regulador de caudal y fijando la velocidad de la bomba.



Grupos de bombeo AGS

Debido al montaje del vaso de expansión resulta recomendable montar el grupo de bombeo a la derecha del acumulador solar, también se recomienda montar el soporte superior para pared a una altura de aproximadamente entre 1,6 y 1,7 metros.

Si se desea instalar el grupo de bombeo en la parte derecha junto al acumulador solar, la distancia entre el grupo de bombeo y el acumulador deberá de ser de aproximadamente 0,3 – 0,6 metros debido a la longitud del cable de la sonda del acumulador.



Montaje del grupo de bombeo y el acumulador

2.4.3.2 Lavado y llenado de las tuberías

Antes de la puesta en marcha es necesario limpiar las tuberías con agua o con líquido caloportador a fin de eliminar los posibles restos de suciedad.

- ▶ Acoplar la tubería de relleno a la llave de paso del grupo de seguridad o a la llave de paso del limitador de caudal y abrir.
- ▶ Abrir las válvulas antirretorno de la ida y el retorno, abriendo las válvulas esféricas con termómetro integrado.
- ▶ Abrir el limitador de caudal en el tornillo frontal.
- ▶ Lavar las tuberías con líquido caloportador (con bombas manuales, eléctricas...).
- ▶ Cerrar las llaves anteriormente abiertas.

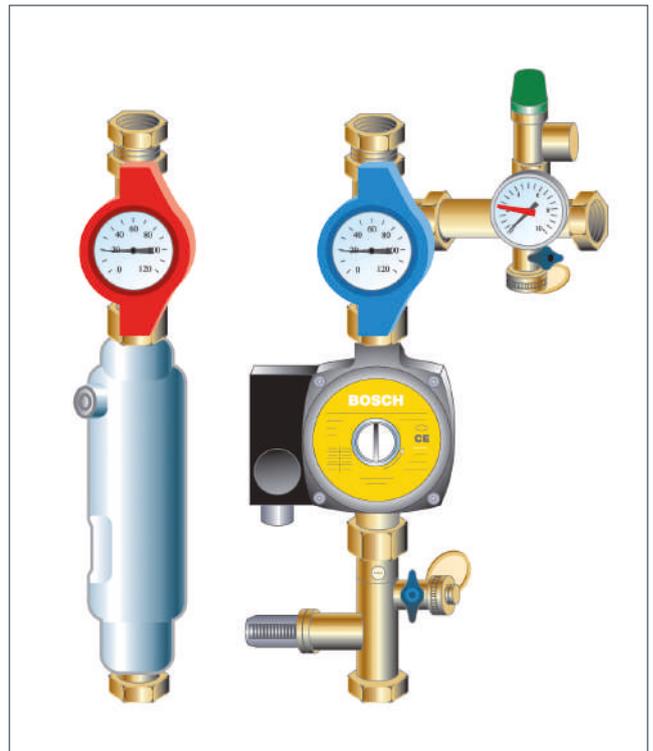
Una vez realizada la limpieza de la instalación se procederá al llenado de la instalación a una presión de servicio de 1.5-2 bar. El llenado se realizará con una bomba manual o eléctrica a través de la llave específica del grupo de seguridad. El procedimiento es:

- ▶ Poner las llaves esféricas a 45°, abrir todos los dispositivos de cierre y abrir el limitador de caudal.
- ▶ Llenar lentamente para que no se formen burbujas hasta la presión indicada.
- ▶ Una vez realizado el llenado, poner los grifos esféricos de tal forma que se encuentren operativos.

2.4.3.3 Comprobación y ajuste del caudal

Para que la transferencia de calor sea la adecuada tenemos que tener en cuenta el caudal de líquido caloportador que pasa a través del sistema solar. El ajuste del caudal se realiza con la instalación en estado frío, es decir a 30°-40°, y puede realizarse de forma automática a través del aparato de regulación o de forma manual a través del regulador integrado. Si es de forma manual el procedimiento a seguir es:

- ▶ Colocar los grifos esféricos a 0° de tal forma que estén operativos los grifos esféricos.
- ▶ Abrir completamente el limitador de caudal y seleccionar el modo manual de la bomba.
- ▶ Con la tuerca de ajuste próxima al limitador realizar el ajuste de tal forma que en la menor velocidad de la bomba se alcance el caudal necesario.
- ▶ El CTE nos marca un caudal que si el fabricante no lo fija, se tomará por defecto entre 1,2 a 2 litros/segundos por cada 100 m² de instalación en captadores.



Caudal de ajuste del AGS

2.5 El sistema de control

Una correcta regulación de la instalación implica obtener un rendimiento óptimo y evitar situaciones adversas que afectarían al funcionamiento normal de la instalación.

Hay dos parámetros a tener en cuenta de cara a la correcta regulación que determinan el funcionamiento de la bomba de primario:

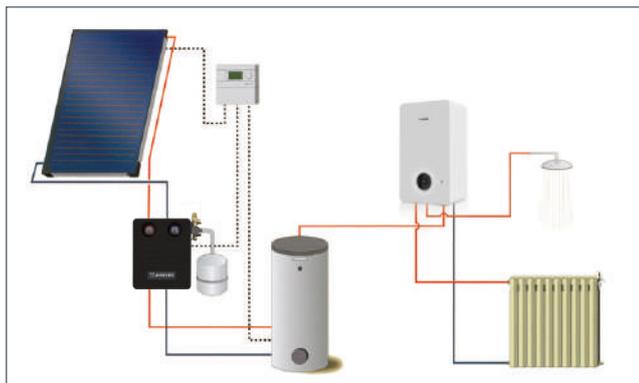
- ▶ Temperatura media del captador.
- ▶ Caudal del fluido que circula por el captador.

Si la diferencia entre la temperatura media del captador y la temperatura ambiente es muy grande, el rendimiento del captador y por lo tanto de la instalación disminuirá. Es conveniente por lo tanto tener en cuenta que, la temperatura de salida de los captadores debe ser lo más cercana posible a la de consumo y la temperatura de retorno hacia el sistema de captadores lo más baja posible, así aumentamos el rendimiento de la transmisión de calor.

ASIT dispone que el funcionamiento de las bombas se regula mediante un control de tipo diferencial. Este sistema actúa mediante la comparativa de temperaturas medidas en salida del sistema de captadores y en la parte baja del depósito de acumulación, es decir entre el punto teórico más caliente y el más frío de la instalación.

Bomba off: Si la diferencia de temperaturas es menor de 2 °C.

Bomba on: Si la diferencia de temperaturas es mayor de 7 °C.



Instalación tipo individual

La medición de la temperatura se realiza mediante sondas. Estas sondas poseen un valor de resistencia que varía de forma directa con la temperatura (a medida que aumenta la temperatura aumenta la resistencia). La medición puede realizarse con sondas inmersas en el fluido (es el dato más fiable) y con sondas de contacto ubicadas en la tubería.

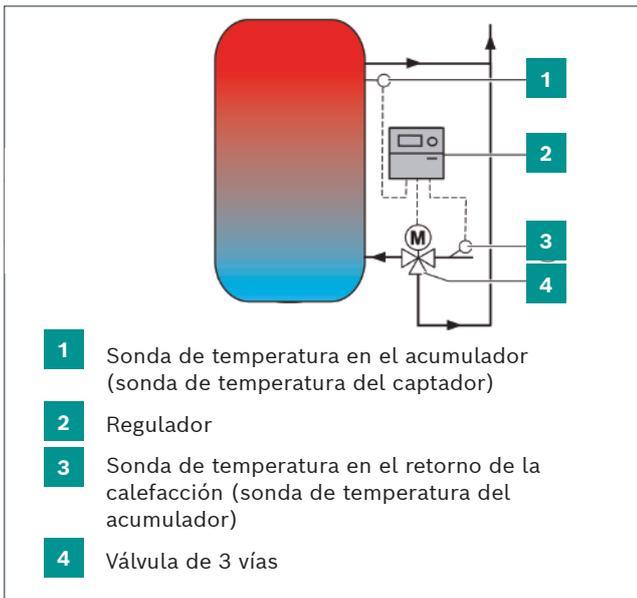
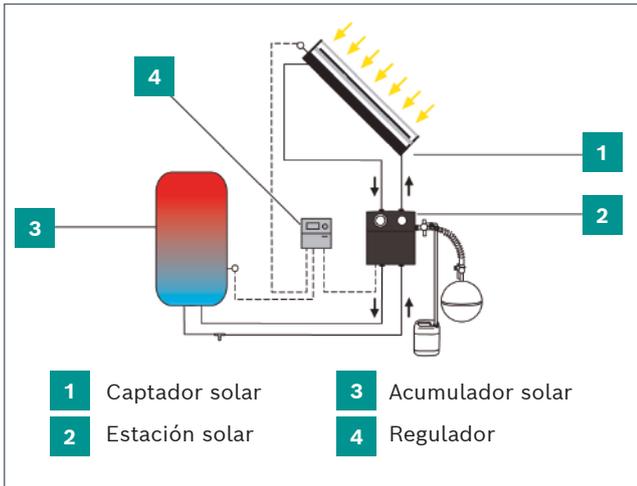
2.5.1 Centralitas de Regulación

Las centralitas de una instalación de energía solar se encargan de controlar y supervisar el correcto funcionamiento de la instalación de cara a obtener un óptimo rendimiento de la instalación.

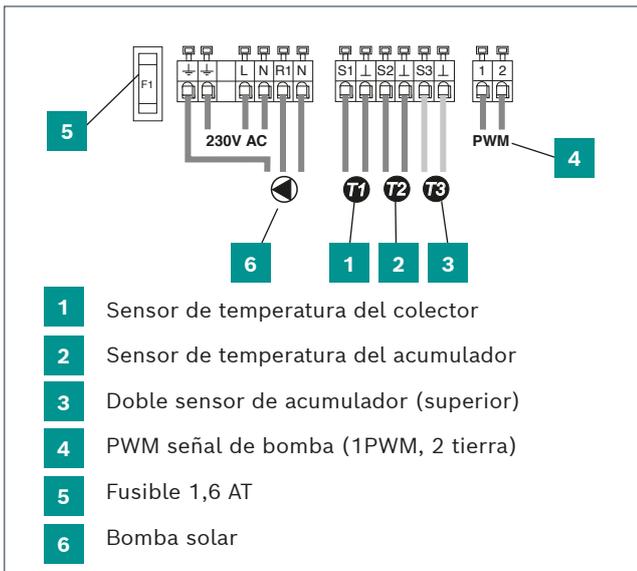
Bosch cuenta con una gama de centralitas por control diferencial que gestionan las instalaciones más comunes. El control se realiza mediante el registro de temperaturas con sondas NTC de inmersión.

Controlador	B-SOL 050	B-SOL 100	CS 200
Aplicaciones	1	1	3
Entradas	2 sondas NTC	3 sondas NTC	8 sondas NTC
Salidas	1 230V/50Hz	1 triac (velocidad variable)	2 triac 4 230V/50 Hz
Ajuste diferencial de temperatura	-	✓	✓
Velocidad de la bomba	-	✓	✓
Antihielo electrónico	-	✓	✓
Características generales	Modelo B-SOL 050 incluye v3v DWU20	Controlador por diferencial de temperatura	27 circuitos pre-configurados Modo vacaciones reduce el estancamiento
Dimensiones	134 x 137 x 30 mm	190 x 170 x 50 mm	101x123x27 mm (CS200)

Modelo B-SOL 050: Se trata una centralita de control diferencial que consta de dos sondas de temperaturas y una salida para dar orden a una bomba de recirculación entre depósitos o válvula de 3 vías, ya que las aplicaciones más comunes serán la regulación de instalación de a.c.s o el control diferencial del retorno de un circuito de calefacción por suelo radiante. Los parámetros configurables son el salto térmico de arranque y la temperatura máxima de almacenamiento.



Conexión B-SOL 100:



Modelo B-SOL 100: Centralita para montaje en pared de forma independiente o bien ensamblada en el grupo de bombeo modelo AGS 10, para controlar instalaciones convencionales. Se trata de una centralita que cuenta con tres sondas de temperatura

y salida de bomba/válvula de 3 vías con velocidad variable lo que permite una regulación optimizada de la instalación a través de la radiación solar captada por las sondas. Entre los ajustes a realizar destacar la definición del rango de trabajo a través de los saltos térmicos de arranque y parada de las bombas, los máximos y mínimos en captación y acumulación, así como un sistema antiheladas y la posibilidad de trabajar mediante revoluciones de la bomba ajustando la zona de modulación de la misma.

Diferencia de temperatura de conexión	Si la diferencia ajustada se alcanza la bomba se pone en marcha	7-20 K (8K) ΔT on
---------------------------------------	---	---------------------------

Temperatura max. acumulador	Temperatura ajustable acumulador	20-90°C (60°C) max
-----------------------------	----------------------------------	---------------------------

Regulación nº de revoluciones Zona modulación bomba	Intenta mantener el salto térmico cercano a la temperatura de conexión Ajuste velocidad mínima de bomba	On/Off(Off) 30-100(50%) - +
---	---	--------------------------------

Regulación nº de revoluciones mínimo	Permite ajustar la regulación de revoluciones al diseño individual	HE: 10-100% (15%) min / max
--------------------------------------	--	---------------------------------------

Temperatura máx/min captador	Si se alcanza la Tª máx o no se llega a la mínima la bomba se desconecta	On/Off (Off) ❄️
------------------------------	--	-----------------

Funcionamiento del colector de tubo	Se activa durante 5" a partir de una temperatura de colector de 20º cada 15 min.	On/Off(Off) ⓘ
-------------------------------------	--	---------------

Función Antiheladas	Circulación del fluido si la temperatura desciende por debajo de 5°C y desconecta si se alcanzan los 7°C	On/Off (Off) 🧤
---------------------	--	----------------

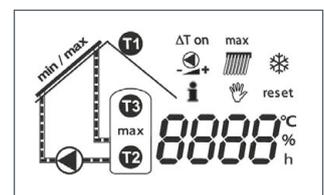
Info	Muestra la versión del programa	
------	---------------------------------	--

Modo manual on (activado)	Controla la bomba durante un max de 12h. Pasado este tiempo el regulador cambia a modo auto	
---------------------------	---	--

Modo manual off (desactivado)	La bomba se desactiva y el líquido no circula	-
-------------------------------	---	---

Modo manual Auto	La bomba arranca o para en función del ajuste realizado	-
------------------	---	---

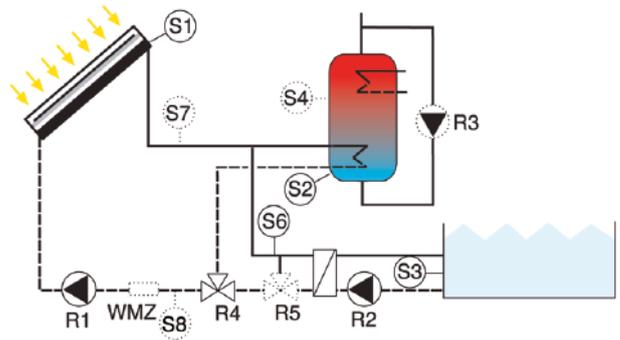
Reset	Todas las funciones se restauran, excepto las horas de servicio	reset
-------	---	--------------



CS 200 + MS 200: Conjunto de controladores de circuito solar para la producción de ACS, apoyo a calefacción y calentamiento de piscina. Varios sistemas a modo de pictograma para elegir.

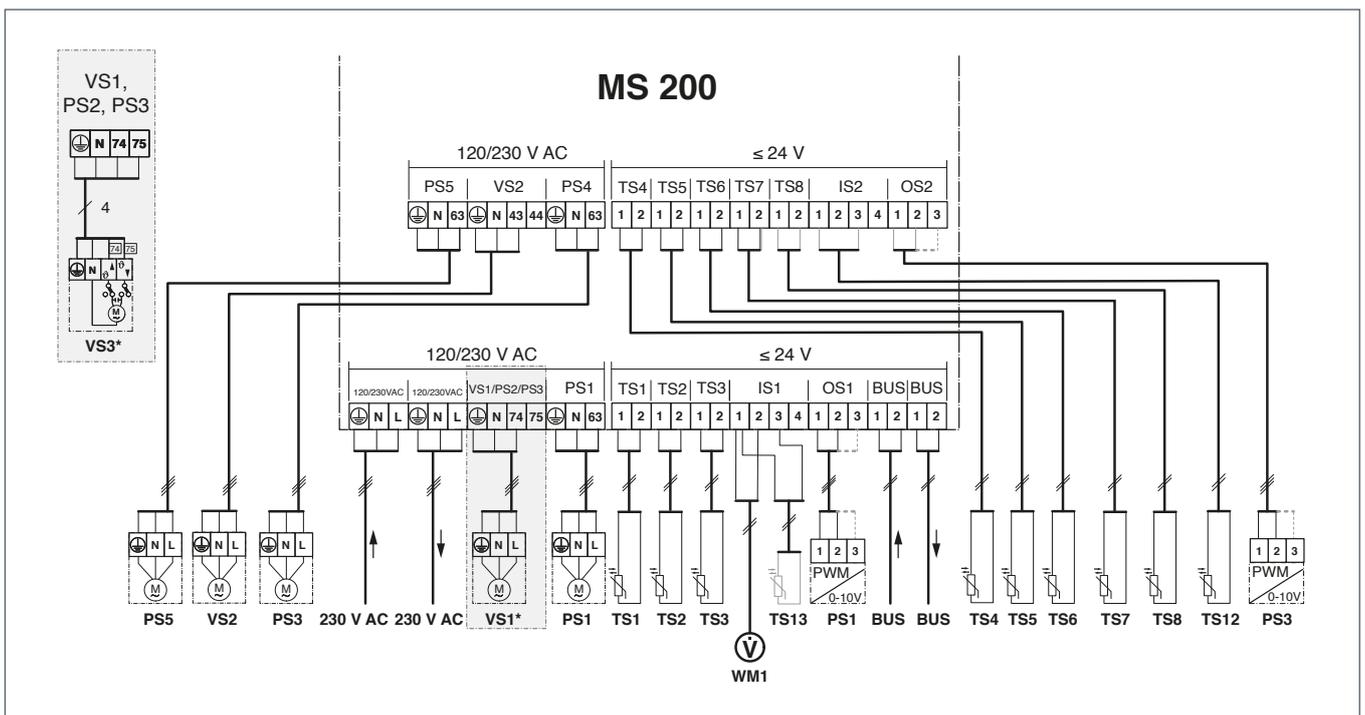


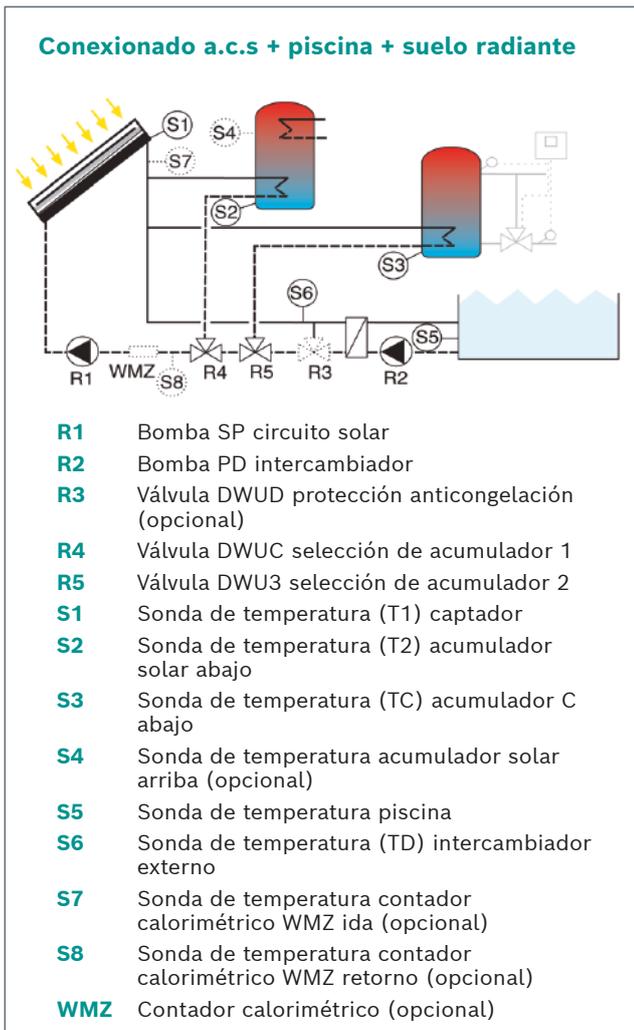
Conexión a.c.s + piscina



- R1** Bomba SP circuito solar
- R2** Bomba PD intercambiador
- R3** Válvula DWUD protección anticongelación (opcional)
- R4** Válvula DWUC selección de acumulador 1
- R5** Válvula DWU3 selección de acumulador 2
- S1** Sonda de temperatura (T1) captador
- S2** Sonda de temperatura (T2) acumulador solar abajo
- S3** Sonda de temperatura (TC) acumulador C abajo
- S4** Sonda de temperatura acumulador solar arriba (opcional)
- S5** Sonda de temperatura piscina
- S6** Sonda de temperatura (TD) intercambiador externo
- S7** Sonda de temperatura contador calorimétrico WMZ ida (opcional)
- S8** Sonda de temperatura contador calorimétrico WMZ retorno (opcional)
- WMZ** Contador calorimétrico (opcional)

Conexión:





2.6 El sistema de energía auxiliar

Es imprescindible disponer de un sistema de energía auxiliar ya que el sol no puede cubrir completamente la demanda energética que se produce a lo largo del año. El objetivo es que el sistema sólo entre en funcionamiento cuando sea de suma necesidad y que por lo tanto siempre sea prioritaria la aportación solar.

Para su diseño hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- ▶ En el circuito primario se prohíbe el sistema de apoyo convencional.
- ▶ Los sistemas de apoyo sólo entrarán en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario.
- ▶ En aquellos casos en los que el aparato sea una fuente instantánea, el equipo de apoyo será modulante capaz de ajustar la temperatura de salida en función de la temperatura de entrada.

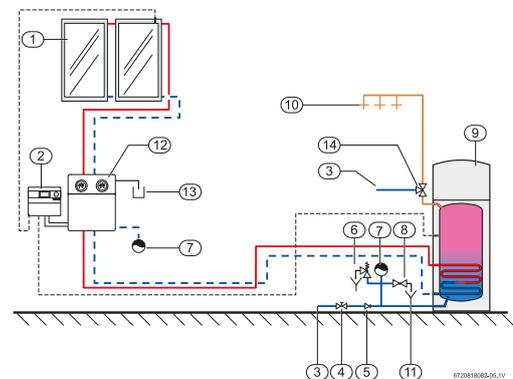
Se introduce un nuevo concepto de energía auxiliar mediante la incorporación de calderas de condensación, con este tipo de aparatos la eficiencia energética está asegurada. La tipología de energía auxiliar depende en gran medida del confort que se requiera en la vivienda. Se puede clasificar en 3 grupos:

- ▶ **Aparatos modulantes hidráulicamente:** Es decir aquellos en los que la modulación del consumo de gas no la realizan por temperatura sino por caudal. Son aparatos compatibles con sistemas de energía solar y están pensados para trabajar en serie junto con un kit solar que adecua el correcto funcionamiento de la instalación. En general estamos hablando de aparatos de producción de a.c.s.

Ejemplo de integración:

- **Modo solar térmico:** La bomba de calor detecta si el sistema solar térmico está trabajando. En caso de estarlo, la bomba de calor para, y de este modo se maximiza la ganancia de energía procedente de sistema solar térmico.

Bomba de calor para producción del agua caliente con energía solar auxiliar



- [1]** Colectores solares térmicos como calefacción adicional (p. ej. colectores FKT)
- [2]** Controlador de la instalación solar
- [3]** Entrada de agua
- [4]** Corredera
- [5]** Válvula de retención ¹⁾
- [6]** Válvula de seguridad ¹⁾
- [7]** Vaso de expansión
- [8]** Llave de paso de salida
- [9]** Bomba de calor
- [10]** Salida de agua caliente
- [11]** Sifón de embudo
- [12]** Estación solar
- [13]** Recipiente de recogida para el conducto de salida de la válvula de seguridad
- [14]** Válvula mezcladora

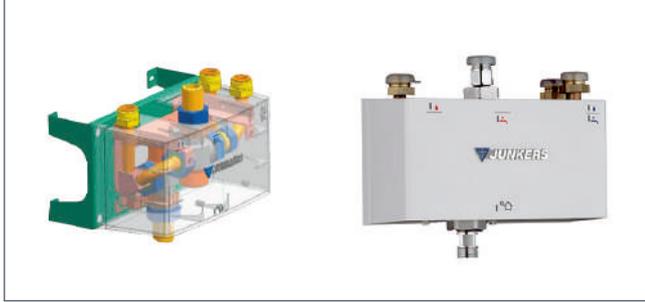
1) Instalación obligatoria

- ▶ **Aparatos modulantes termostáticamente:** Son todos aquellos aparatos que ajustan el consumo por la comparativa de la temperatura de entrada con respecto a la de consigna. Son aparatos que trabajan directamente con el agua proveniente de una instalación solar. En este caso los aparatos más comunes son de producción mixta de a.c.s y calefacción.

- ▶ **Aparatos de acumulación:** Son aparatos que están pensados para trabajar en serie con un sistema solar. No necesitan de ninguna adaptación para hacerlos compatibles con un sistema de este tipo, ya que la forma de trabajar sería como tener en la instalación dos acumuladores en serie.

Características Kit Solar:

Kit hidráulico preparado para colocarlo en serie con una instalación de a.c.s proveniente de un sistema solar. El kit es compatible con cualquier aparato de Bosch, ya sea un calentador o una caldera.



Está formado por dos válvulas termostáticas taradas a 45°C, la primera desviadora y la segunda mezcladora de tal forma que amortigua los picos de temperatura y aumenta el confort del usuario, ya que garantiza el suministro de a.c.s a dicha temperatura. El kit provoca que el calentador/caldera funcione sólo cuando sea estrictamente necesario, lo cual implica un ahorro significativo de gas.

Descripción de funcionamiento:

- ▶ **Temperatura igual o superior a 45°C:** Si a la salida del sistema solar la temperatura es igual o superior a 45°C, el kit suministra directamente el a.c.s a los puntos de consumos, por lo que el sistema de apoyo no llega a arrancar.
- ▶ **Temperatura inferior a 45°C:** Si a la salida del sistema solar la temperatura es inferior a 45°C, la válvula desviadora del kit solar provocará que el a.c.s entre al sistema de energía auxiliar para elevar la temperatura. A la salida del aparato estará la válvula mezcladora que limitará la temperatura de distribución a 45°C.

Aparatos de producción de a.c.s instantánea

Se trata de calentadores, pensados para zonas o viviendas en las que las necesidades de calefacción o no son necesarias o se cubren mediante otros sistemas. La tipología de estos aparatos es bastante amplia ya que un calentador se define por su modulación, por su encendido y por su tipo de evacuación, la otra característica que lo completa es que sea compatible con instalaciones de energía solar.

Aparatos de producción mixta a.c.s y calefacción:

Calderas de Condensación: A diferencia de las calderas convencionales que permiten que los humos de evacuación puedan salir libremente a la atmósfera cargados de calor y emisiones de gases contaminantes, las calderas de condensación utilizan este calor para su aprovechamiento transmitiéndolo al circuito de agua caliente sanitaria o calefacción. Esto no sólo aumenta la eficiencia de la caldera, sino que reduce las emisiones de gases contaminantes.

Una caldera de condensación de alta eficiencia energética es una excelente inversión a la hora de elegir un nuevo sistema de calefacción a baja temperatura y agua caliente sanitaria, estas calderas son idóneas para complementar a una instalación de energía solar ya que la combinación genera un alto ahorro de energía.

Aparatos de producción mixta a.c.s y calefacción:

Aparatos de acumulación: En este caso estamos hablando de acumuladores de agua a gas y termos eléctricos, los primeros trabajando con energía convencional y en los segundos el calentamiento se produce mediante resistencia eléctrica. La conexión entre la instalación de solar y el sistema de energía auxiliar es directa.

2.7 Instalaciones tipo

Después de definir de forma individual los elementos de los que consta una instalación de energía solar, el esquema de instalación permite unificar dichos elementos y entender el funcionamiento hidráulico previamente diseñado.

Los Tipos de Instalación se pueden englobar en función de la tipología del edificio en 3 bloques:

1. **Instalaciones individuales:** Llamando instalaciones individuales a aquellas que hay que definir para viviendas unifamiliares.
2. **Instalaciones Colectivas:** Son aquellas que se proyectan para dar cobertura a un edificio colectivo de viviendas.
3. **Instalaciones Sector Terciario:** Todas aquellas instalaciones que no son consideradas de uso residencial.

Partiendo de los 3 bloques y en función de que la aplicación sea para a.c.s, suelo radiante o piscina en cada uno ellos existirá una variante de instalación.

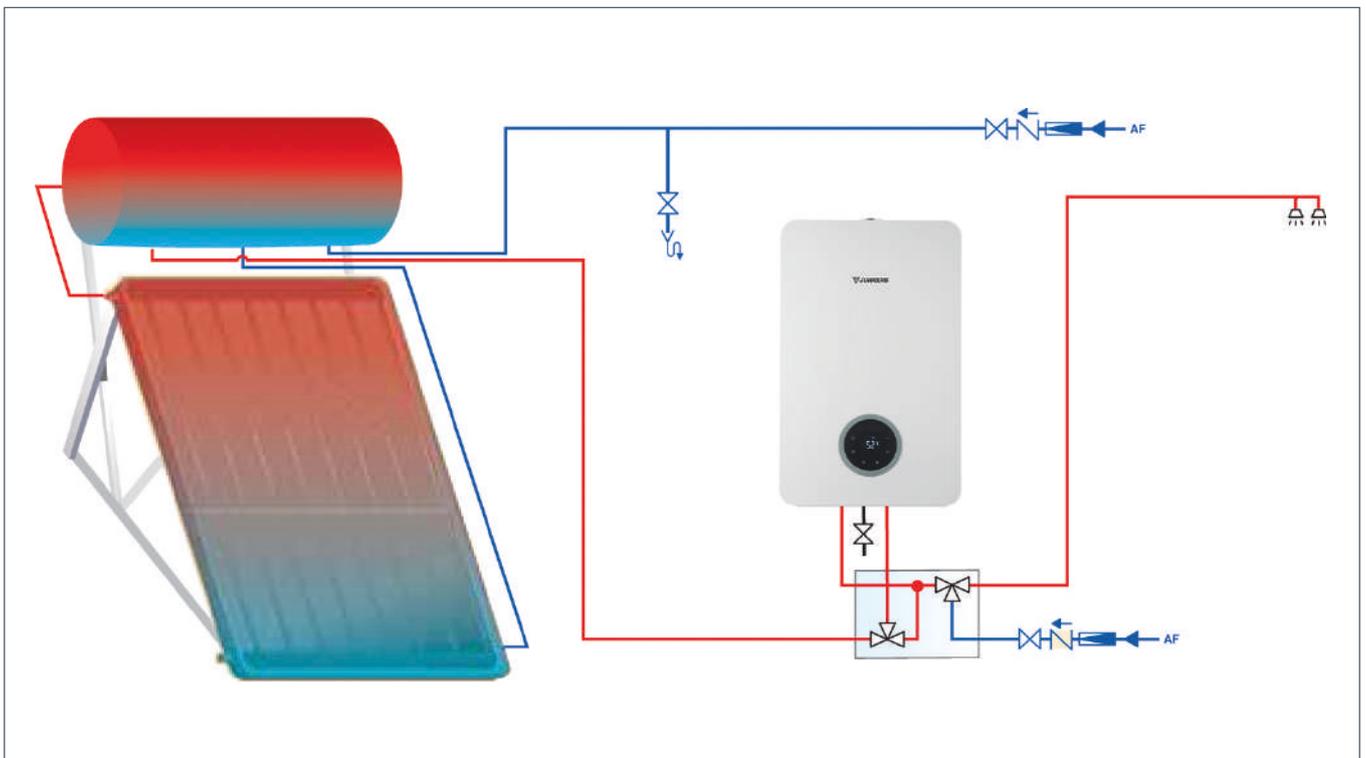
Sistema Termosifón

Es el sistema de instalación más sencillo para una vivienda unifamiliar. Las condiciones climatológicas externas condicionan su correcto funcionamiento, ya que como se mencionó anteriormente el calentamiento del fluido se produce por circulación natural.

Se trata de un equipo compacto indirecto para la producción de a.c.s cuyo sistema de apoyo se coloca en serie y puede tratarse por ejemplo, de una caldera o calentador.

Si el aparato de energía auxiliar no realiza modulación termostática, es necesario de cara a controlar que el calentador arranque sólo cuando sea realmente necesario, incorporar a la entrada del calentador el Kit Solar que protege y a su vez asegura una temperatura de suministro de 45°C en el punto de consumo.

Debido a que se darán situaciones en las que el sistema de energía auxiliar no entrará en funcionamiento y que no existe control de la temperatura en el termosifón, en aquellos casos en los que la instalación no requiera de Kit Solar, habría que colocar una válvula termostática antes de los puntos que limite la temperatura.



Sistema termosifón con apoyo de calentador hidráulico + kit Solar

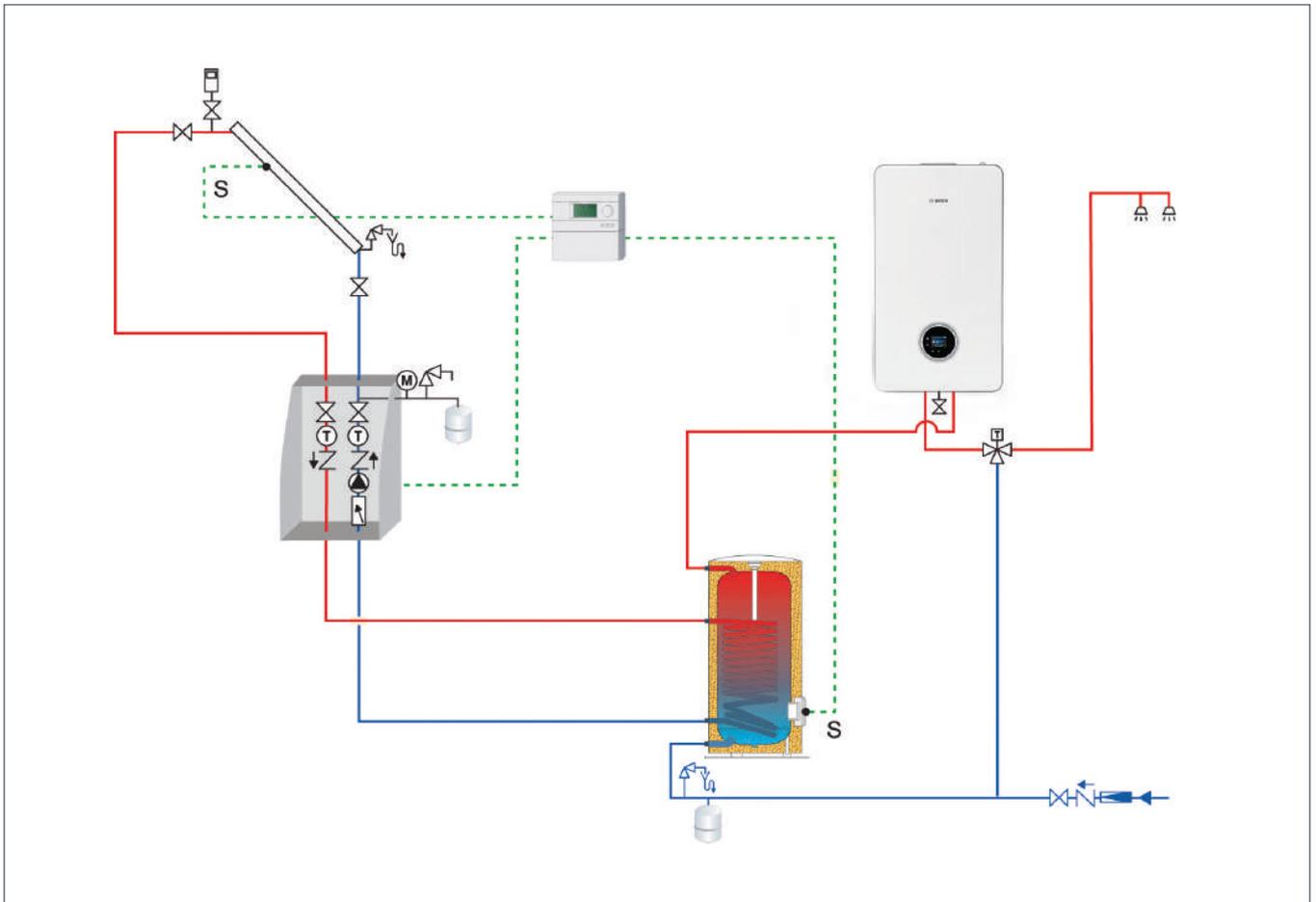
Sistema forzado para producir a.c.s

En aquellos casos en los que un sistema termosifón no sea viable, la instalación tendrá que ser forzada mediante dos circuitos independientes, un primario con fluido caloportador que será el formado por el campo de captadores y el serpentín del sistema de acumulación y un secundario o de distribución de a.c.s a consumo.

El control de la instalación de a.c.s es sencillo, se realiza mediante centralita de control diferencial con ubicación de sondas en la parte superior del último captador y en la parte inferior del acumulador, en los alojamientos destinados a tal fin. Con el control diferencial ajustado, se comanda el arranque y la parada de la bomba de primario.

La salida de a.c.s del depósito se conectará con la entrada convencional de agua fría de la caldera que en ese caso se convertirá en agua precalentada. La caldera deberá ser mixta, de tal forma que en a.c.s sea capaz de medir la temperatura a la entrada, compararla con la del mando y modular para aportar la cantidad de energía que sea estrictamente necesaria. Si por el contrario la temperatura que viene del sistema solar está por encima de la demandada por el usuario la caldera no encenderá.

El sistema de calefacción en este caso se realizará de forma convencional por radiadores sin aporte de energía por parte de la instalación de energía solar.



Sistema individual forzado para producir a.c.s y calefacción por energía convencional

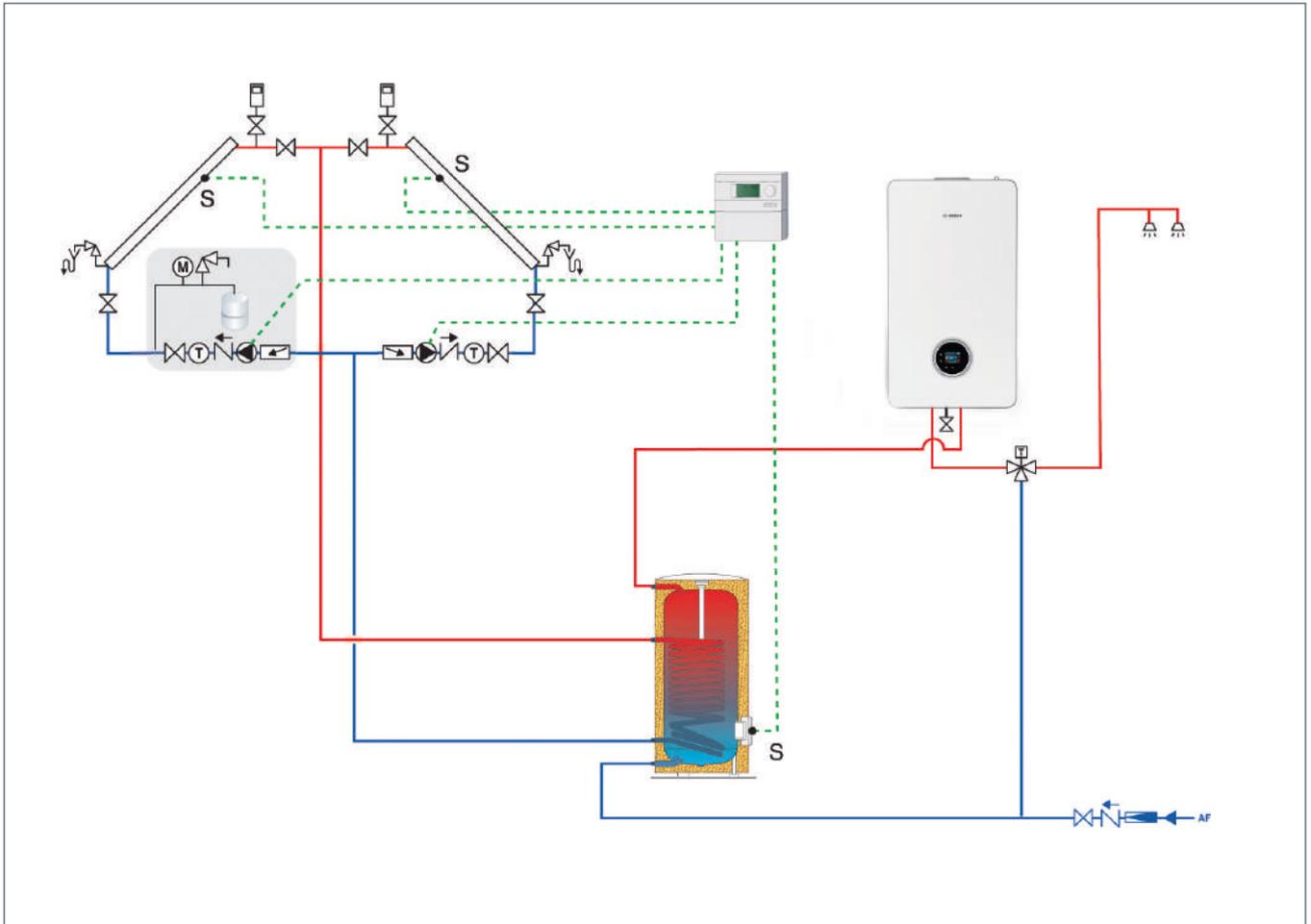
Sistema forzado con doble campo de captación para producir a.c.s

Existen situaciones en las que por la configuración del edificio o por cuestiones de rendimiento, el campo de paneles de la instalación tiene distinta orientación.

En este caso y porque necesariamente se crean dos circuitos uno para cada campo de captación, en el circuito de primario habrá dos grupos de bombeo de una sola línea.

El sistema de acumulación será calentado por el campo de captación que reciba más energía ya que a la salida del campo hay una sonda que junto con la del depósito de acumulación gestiona el arranque y la parada de cada circuito.

El circuito de distribución será igual que el del esquema anterior, con un aparato de energía auxiliar y un sistema de mezcla antes de los puntos de consumo.



Sistema individual forzado para producir a.c.s y calefacción por energía convencional

Sistema forzado para producir a.c.s y climatización de piscina

Instalación para dos aplicaciones y un único circuito de primario, considerando que la prioridad la marca el depósito de a.c.s.

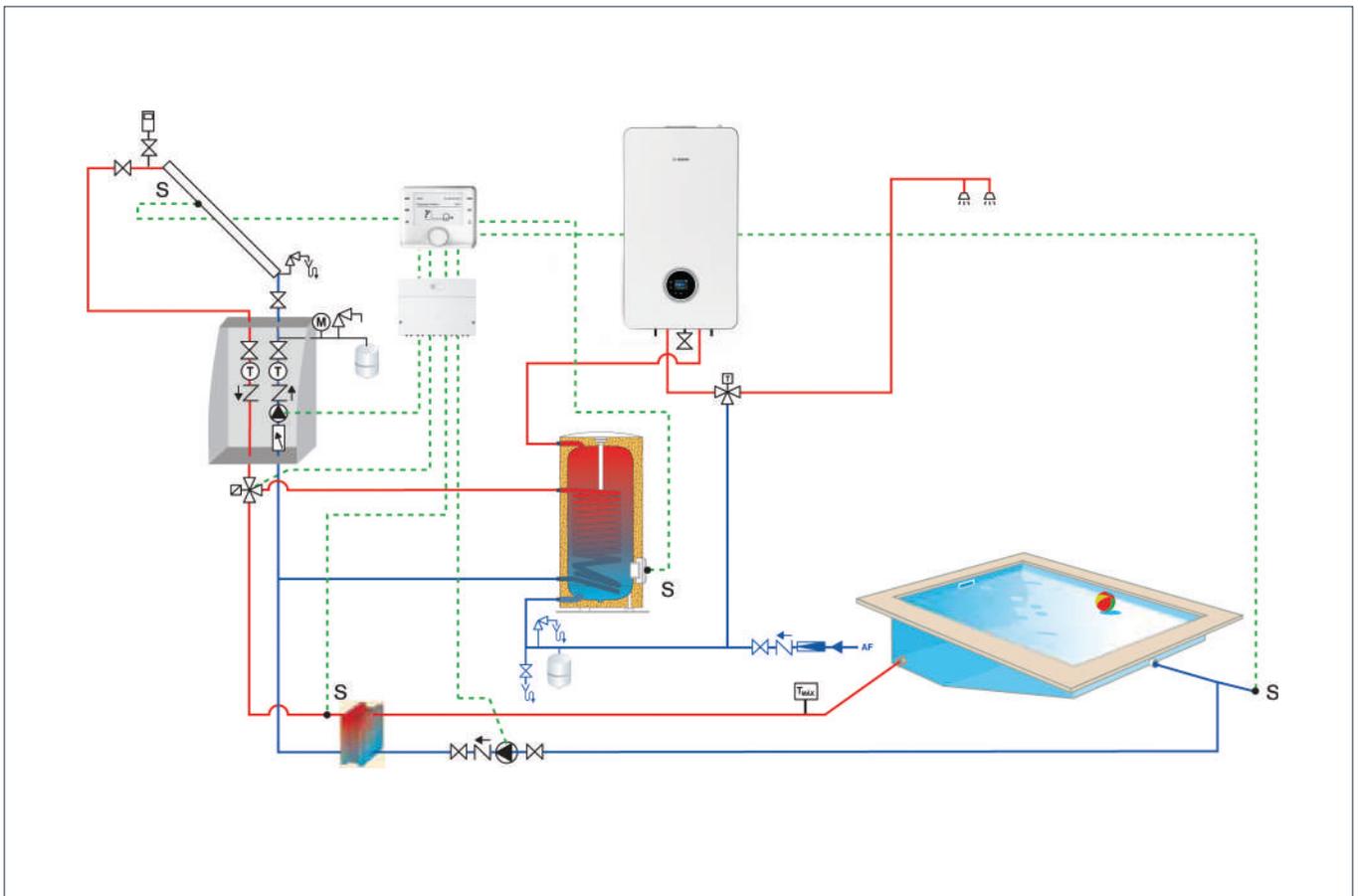
El circuito de primario cuenta con una válvula de tres vías motorizada que conmutará cuando el depósito alcance la temperatura de almacenamiento que se había fijado inicialmente.

En condiciones normales el circuito de primario mantendrá la válvula en reposo y cederá el calor al serpentín del interacumulador. Cuando exista una demanda, el a.c.s del depósito pasará directamente al consumo si la temperatura proveniente del depósito está por encima de la demandada por el usuario y en el caso de estar por debajo arrancará la caldera para aportar el resto de energía.

Una vez que se alcanza la temperatura fijada en el depósito la válvula recibe tensión a través del sistema de control y la válvula conmuta produciéndose cesión de calor al circuito de piscina a través del intercambiador placas externo.

Entre el intercambiador de placas y la piscina se incorporará una bomba que permita superar la pérdida de carga que se pueda producir en ese parte del circuito y cuyo arranque vendrá condicionado por el salto térmico creado entre la temperatura de entrada al intercambiador y de la parte superior de la piscina.

Como sistema de protección, se colocará una válvula termostática que limite la temperatura antes de los puntos de consumo.



Sistema individual forzado para producir a.c.s y calentamiento de piscina

Sistema forzado para producir a.c.s y suelo radiante

Instalación similar a la del circuito anterior, en el que la prioridad sigue siendo para el depósito de a.c.s y la válvula de tres vías motorizada conmutará cuando deje de existir esa prioridad.

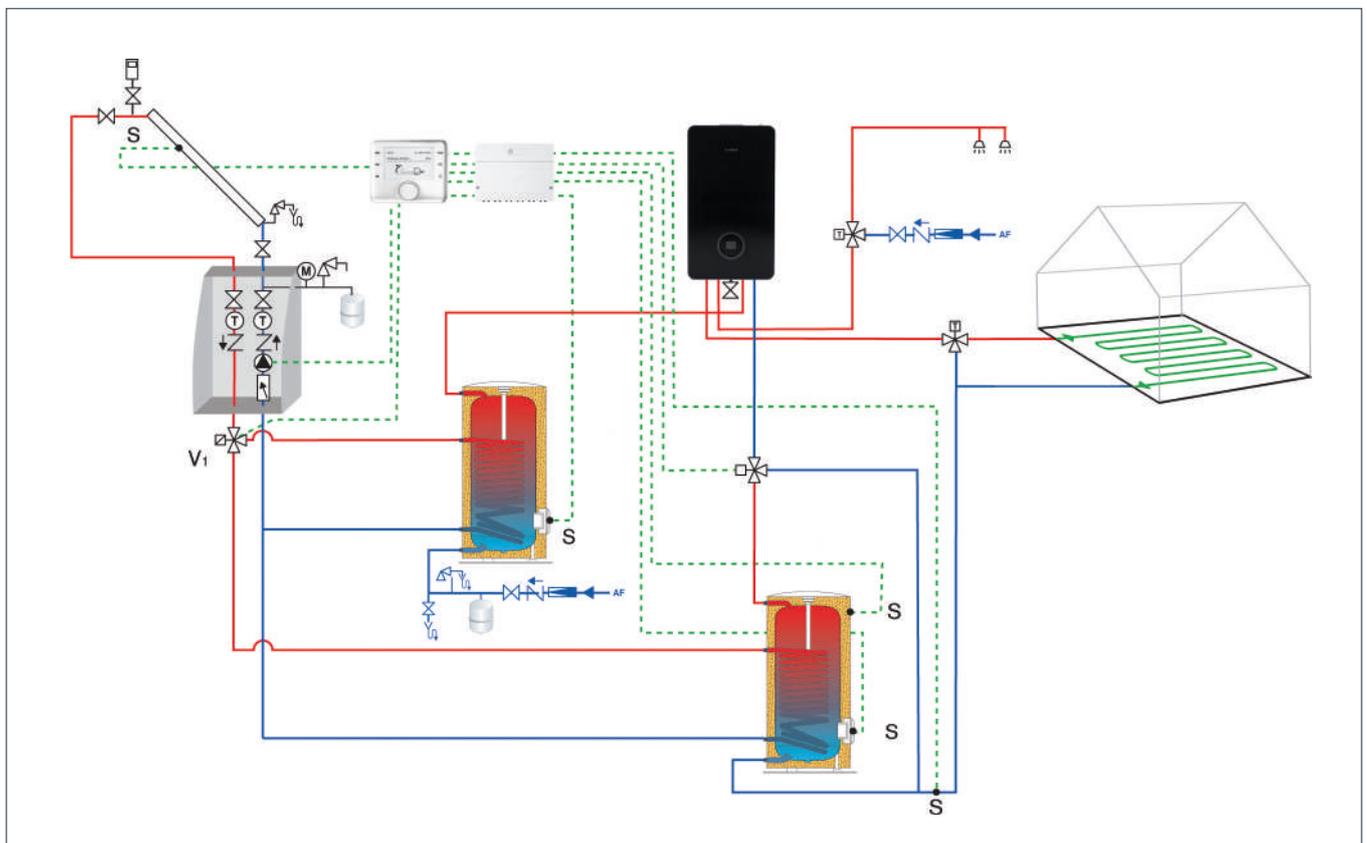
En este caso la demanda realiza el circuito de suelo radiante y la bomba de primario funcionará siempre que se de el salto térmico necesario entre el depósito solar de suelo radiante y la salida del campo de captación. El sistema de apoyo a través de la caldera es imprescindible ya que en los meses de invierno los captadores no son capaces de generar suficiente energía como para almacenar agua a 40°C - 45°C.

Durante el funcionamiento, el retorno del suelo radiante es muy importante, ya que dependiendo de

si el retorno está más caliente que el volumen del depósito de solar, la válvula de tres vías motorizada que está en reposo permitirá la entrada de esa agua caliente a la caldera, si por el contrario el retorno está más frío que el depósito.

La válvula conmuta para aprovechar esa agua para que se genere menos gasto de energía convencional.

Las calderas que pueden trabajar directamente con un circuito de suelo radiante son calderas de baja temperatura como lo son las calderas de condensación, de no ser así cualquier caldera convencional que trabaja a alta temperatura necesitará una válvula termostática previa a la entrada del suelo que limite la temperatura a la entrada.



Sistema forzado para producir a.c.s y suelo radiante

Sistema forzado para producir a.c.s, suelo radiante y climatización de piscina

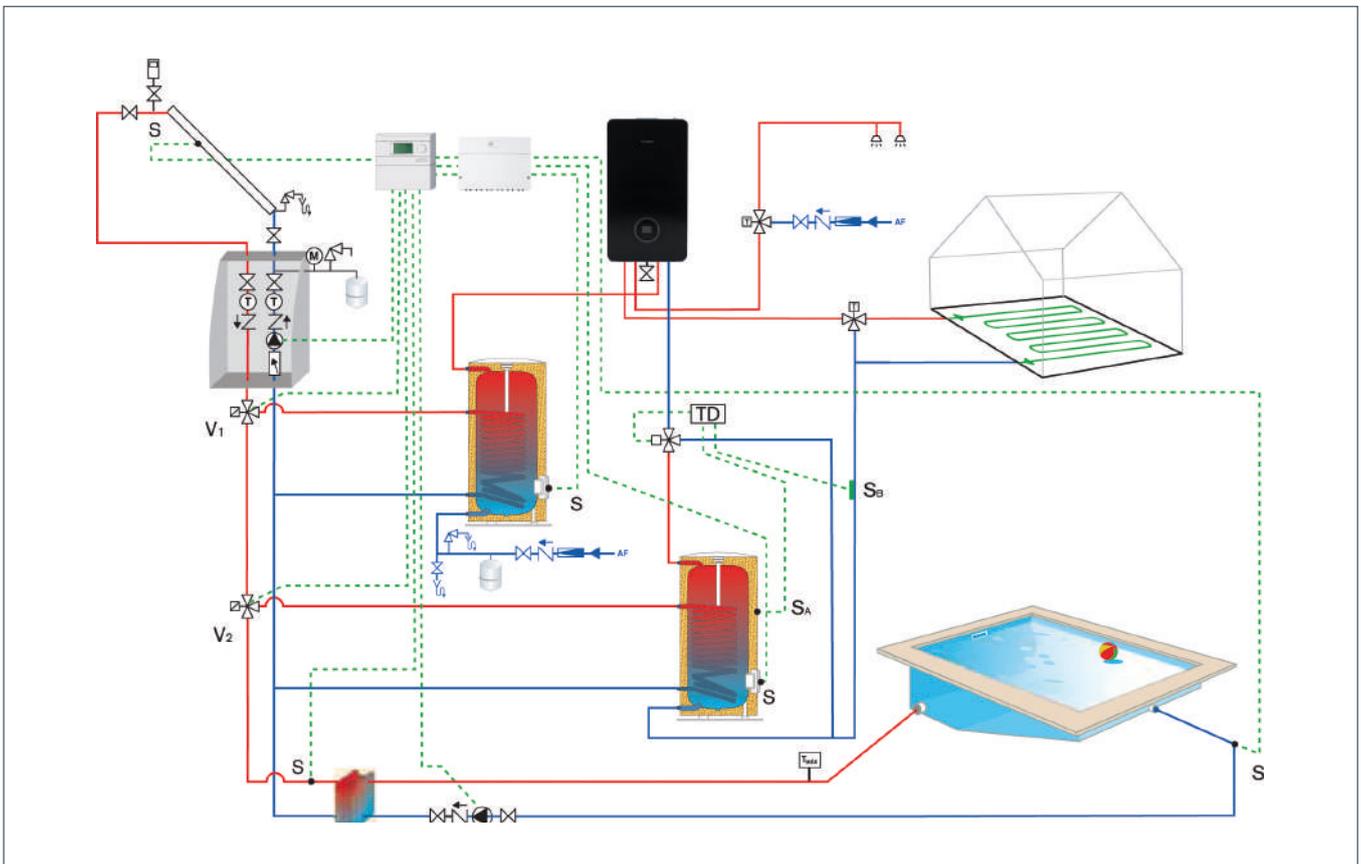
Se trata de la instalación individual más completa que sería diseñada para dar cobertura a los 3 usos de una instalación doméstica.

En este caso la distribución de calor a los distintos circuitos se realizará mediante válvulas de tres vías colocadas en el circuito de primario.

La primera válvula de 3 vías motorizada V1 conmutará si la centralita de control detecta que la temperatura del depósito ya se ha alcanzado. En ese caso se produce la distribución de calor a alguno de los otros dos circuitos bien al de suelo radiante o bien al de piscina ya que la válvula del suelo radiante V2 en estado de reposo distribuye calor al serpentín y con tensión al circuito de piscina.

En el caso del suelo radiante se hace imprescindible contar con un sistema de acumulación que almacene la energía que se necesita para impulsar al circuito de calefacción. Como ocurre en a.c.s, si la temperatura del depósito no es suficiente la caldera aporta el resto de energía que sea necesaria, siendo limitada la temperatura de entrada al suelo radiante a través de una válvula termostática.

La válvula V3 se controla de forma independiente de tal forma que por la comparativa de temperaturas entre el retorno del suelo radiante y la temperatura de almacenamiento del depósito de solar la válvula estará en reposo o conmutará de cara a aprovechar la energía del fluido que este más caliente.



Sistema forzado para producir a.c.s, suelo radiante y piscina

3 Tecnología solar para viviendas multifamiliares

3.1 Principios.

3.1.1 Sistema de instalación con depósitos individuales.

Descripción del sistema.

- ▶ Soluciones para casas plurifamiliares con 3 o más viviendas.
- ▶ Sólo para calentamiento de a.c.s.
- ▶ Campo de colectores centralizado con acumuladores de a.c.s. descentralizados y calefacción adicional descentralizada.
- ▶ Acumuladores de a.c.s. en cada vivienda.
- ▶ Posición WMZ (contador de calor):
 - Para registrar la energía que produce únicamente el campo de colectores, el contador de calorías con el correspondiente sensor de temperatura se debe instalar por encima de la línea del disipador de calor.

- Para registrar la energía solar aprovechable, el contador de calorías con el correspondiente sensor de temperatura se debe instalar por debajo de la línea del disipador de calor.

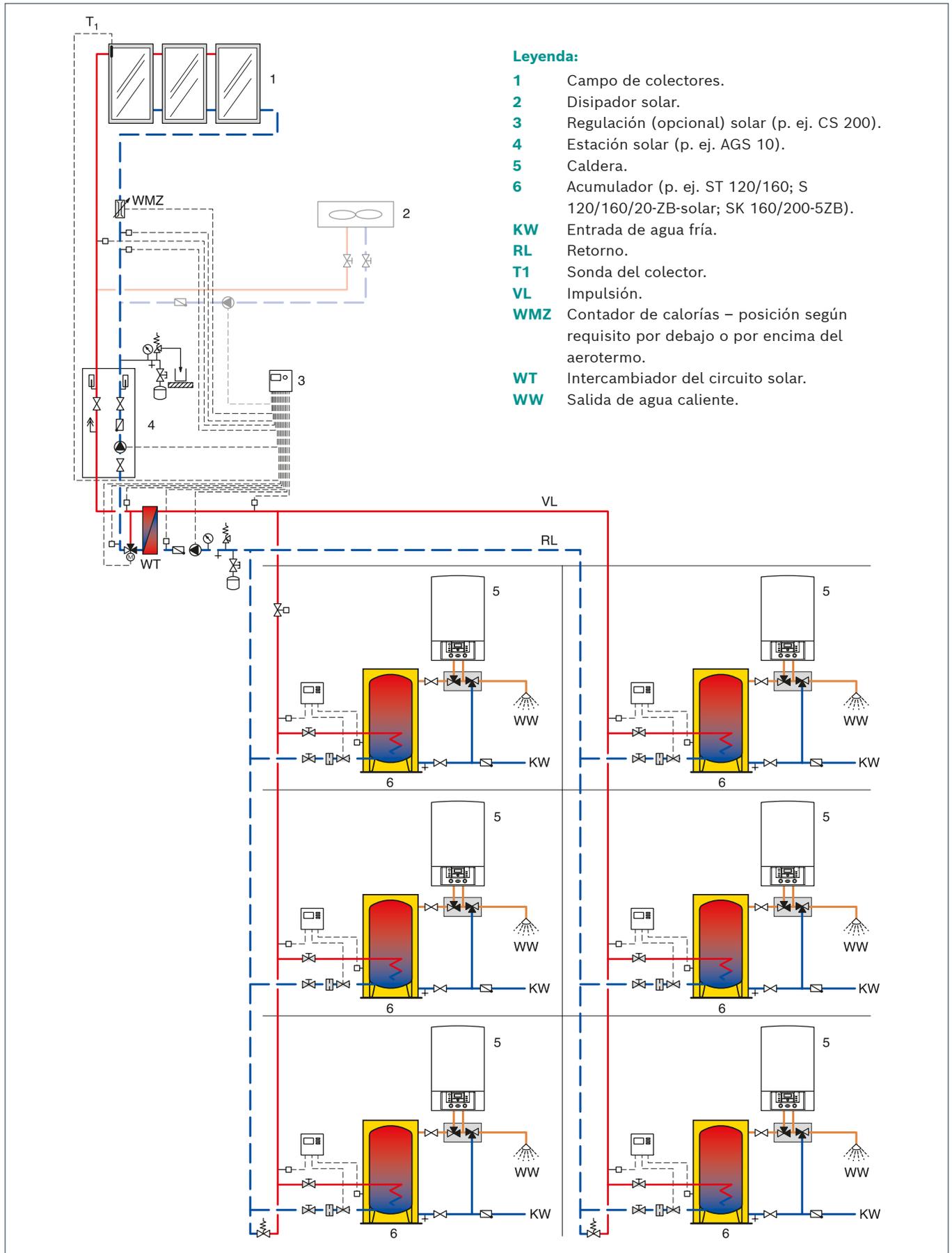
Componentes del sistema.

- ▶ Campo de colectores incluido el sistema de montaje.
- ▶ Estación solar con bomba.
- ▶ Acumuladores de a.c.s. para cada vivienda.
- ▶ Bomba centralizada para carga del circuito.
- ▶ Regulación solar y carga de circuitos.

Ventajas.

- ▶ Ideal para el equipamiento de instalaciones de producción del a.c.s. ya existentes con calentamiento descentralizada.
- ▶ Gran seguridad de planificación.
- ▶ Aprovechamiento de la energía solar para la producción de a.c.s. con un acumulador individual en cada vivienda.

Sistema hidráulico



Sistema de instalación con depósitos individuales.

Nº	Denominación	Modelo	Tipo de instalación
1	Colector	▶ FT226-2/FKC-2	Circuito primario "en el tejado"
		▶ FCC-2	
2	Set de unión (tejado plano)	▶ FS 18 / FS17-2	
		▶ WFS-18	
3	Set de purgador ELT para colector solar Bosch	▶ ELT6	
8	Set de base de soporte del tejado plano FKF vertical	▶ FKF3 / FKF 3-2	
		▶ WMF11	
9	Set de ampliación de soporte del tejado plano vertical	▶ FKF4 / FKF 4-2	
		▶ WMF12	
10	Juego de cajas para cubierta plana	▶ FKF7 / FKF7-2	
11	Disipadores solares	DGS	
	Bomba para el disipador solar	Grundfos	Circuito primario "por debajo del tejado"
	• Para módulo solar AGS 10-2 E	▶ UPS 25-40	
12	• Para módulo solar AGS 10-2	▶ UPS 25-60	
	• Para módulo solar AGS 20-2	▶ UPS 25-80	
	• Para módulo solar AGS 50-2	▶ UPS 25-80, UPS 32-120	
13	Válvula de corte para el disipador de calor (2x)	-	
14	Válvula de retención para el disipador de calor	-	
15	Contador de calorías	WMZ3	
16	Estación solar	▶ AGS 10-2 ▶ AGS 20-2, AGS 50-2	
17	Regulador solar	▶ CS 200 + MS 200	
18	Kit de sistema (incl. sensores de temperatura y resistencias)		
19	Vaso de expansión de energía solar	▶ SAG	
20	Set de conexión y soporte del vaso de expansión	▶ AAS1	
21	Vaso tampón	-	

Nº	Denominación	Modelo	Tipo de instalación
22	Líquido solar	▶ WTF 20 S, 30 %	Circuito primario "por debajo del tejado"
23	Válvula de 3 vías	–	
24	Intercambiador de placas	Alfa Laval	
	▶ 16 m ²	▶ CB 60-20 H	
	▶ 32 m ²	▶ CB 60-30 H	
	▶ 40 m ²	▶ CB 60-40 H	
	▶ 80 m ²	▶ CB 60-50 H	
25	Aislamiento del intercambiador de placas		
	▶ Aislamiento para CB 60..., para 10 ... 30 placas	Alfa Laval	
	▶ Aislamiento para CB 60..., para 31 ... 60 placas		
		Grundfos	
		▶ Alpha 2 25-40, Alpha 2 32-40	
		▶ Alpha 2 25-60, Alpha 2 32-60	
		▶ Magna 32-100, Magna 32-120	
		WILO	
26	Bomba de circuito secundario	▶ Stratos PICO 25/1-4,	Circuito secundario
	▶ p = constante	Stratos PICO 30/1-4	
		▶ Stratos PICO 25/1-6,	
		Stratos PICO 30/1-6	
		▶ Stratos 30/1-10,	
		Stratos 32/1-12	
	Válvula de seguridad, circuito secundario		
27	▶ Por encima de 50 kW, válvula de seguridad ½ "	–	
	▶ Por encima de 100 kW, válvula de seguridad ¾ "	–	
28	Vaso de expansión de circuito secundario	–	
29	Válvula de cierre	–	
30	Válvula antirretorno del circuito secundario	–	
31	Presostato diferencial de circuito secundario	–	
32	Válvula Bypass de circuito secundario	–	
	Calentamiento		
33	▶ Regulador solar		
	▶ Sonda temperatura	▶ B-SOL 050	
	▶ Válvula de control		
	▶ Válvula motorizada de 2 vías		
	▶ Válvula de corte (2x)		
34	▶ Acumulador	Bosch	Circuito secundario "por dentro del edificio"
	▶ Acumulador intercambiador con 1 serpentín 120 ... 200 l	▶ ST 120, ST 160	
		▶ S 120/160/20-ZB-solar; SK 160/200-5ZB	
35	Kit de energía solar	–	
36	Válvula de corte para acumulación descentralizada	–	
37	Válvula antirretorno	–	

Componentes necesarios para el sistema de instalación con depósitos individuales.

3.1.2 Sistema de instalación con intercambiadores por vivienda.

Descripción del sistema.

- ▶ Soluciones para casas plurifamiliares con 3 o más viviendas.
- ▶ Sólo para calentamiento de a.c.s.
- ▶ Campo de colectores centralizado con acumulador de a.c.s. centralizados y calentamiento auxiliar descentralizado.
- ▶ Solarbox Comfort con válvula mezcladora en cada vivienda, o Solarbox Basic sin válvula mezcladora.

Si se instala un sistema con Solarbox sin válvula mezcladora integrada, se debe montar válvula mezcladora central a la salida del acumulador central que limite la temperatura del circuito de distribución a 60 °C.

- ▶ Posición WMZ (contador de calor):
 - Para registrar la energía que produce únicamente el campo de colectores, el contador de calorías con el correspondiente sensor de temperatura se debe instalar por encima de la línea del disipador de calor.

- Para registrar la energía solar aprovechable, el contador de calorías con el correspondiente sensor de temperatura se debe instalar por debajo de la línea del disipador de calor.

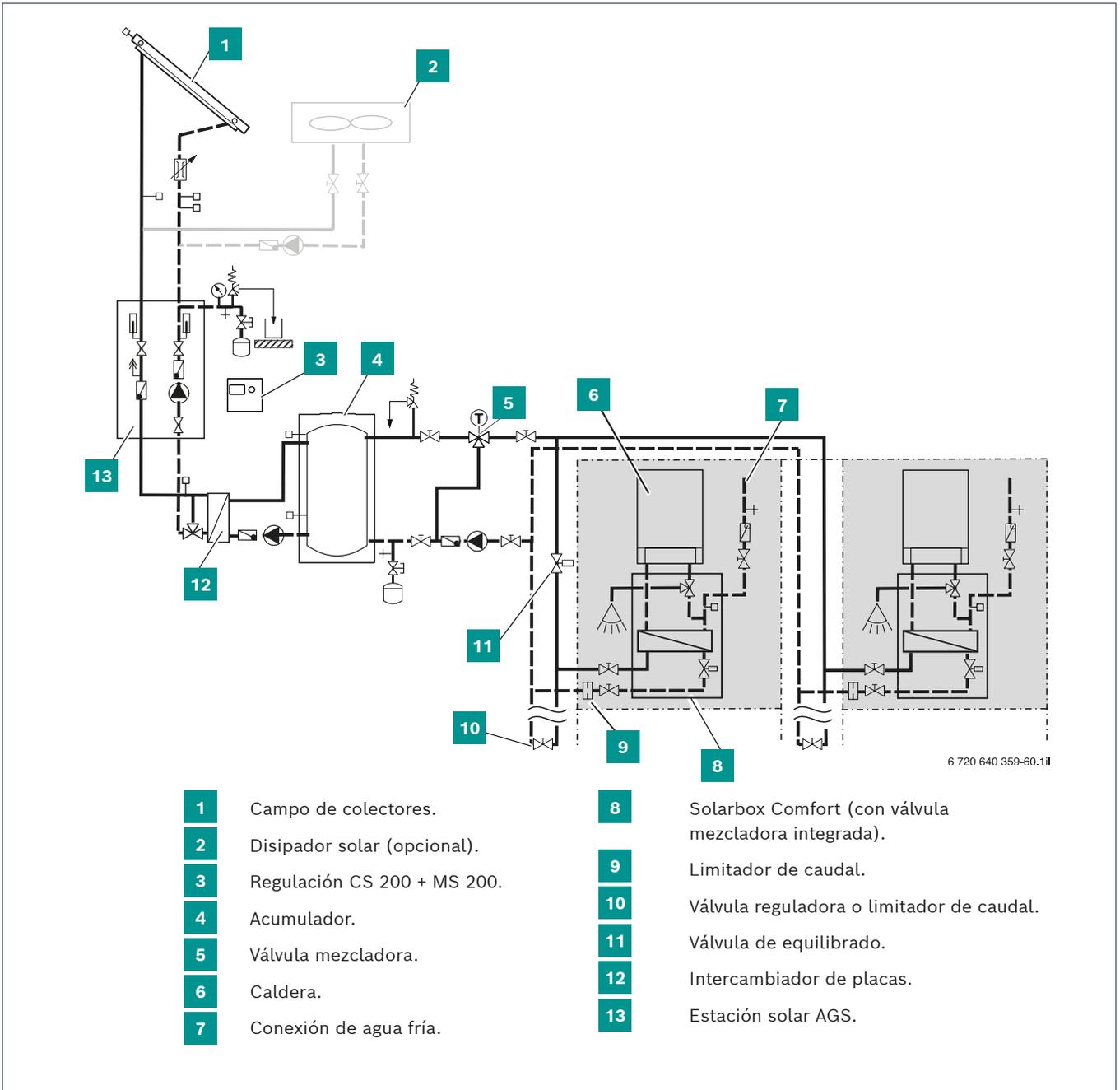
Componentes del sistema.

- ▶ Campo de colectores incluido el sistema de montaje.
- ▶ Estación solar con bomba.
- ▶ Acumulador.
- ▶ Bomba centralizada para carga del circuito.
- ▶ Solarbox en cada vivienda.
- ▶ Regulación del circuito solar y carga del circuito.

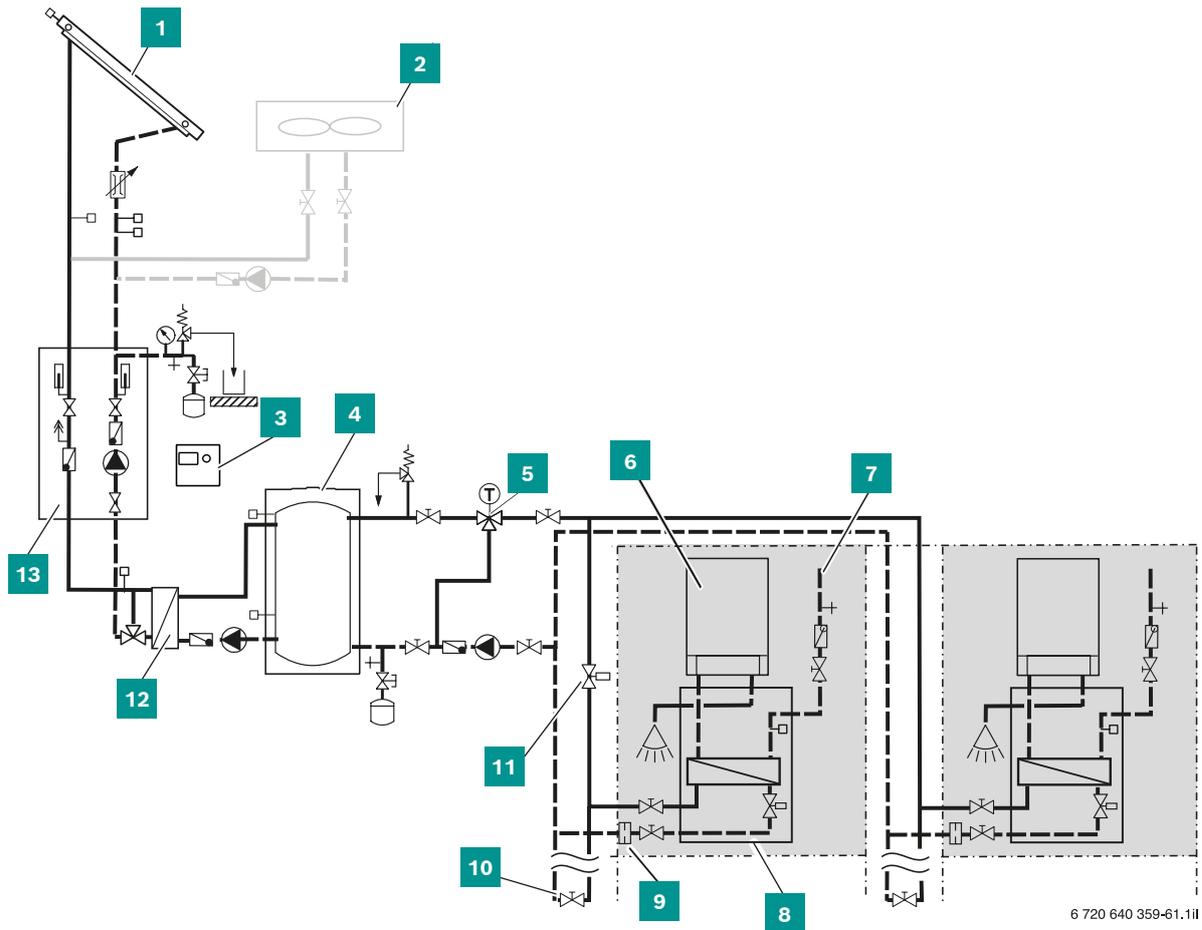
Ventajas.

- ▶ Ideal para el equipamiento de instalaciones de producción del a.c.s. ya existentes con calentamiento descentralizado.
- ▶ Alto nivel de seguridad.
- ▶ Utilización de la energía solar para la producción de a.c.s.
- ▶ Menores costes de inversión que en el caso de un sistema con acumuladores de a.c.s. individual.
- ▶ Menor espacio necesario en la vivienda.

Sistema hidráulico



Sistema de instalación con Solarbox Comfort (con válvula mezcladora integrada).



6 720 640 359-61.111

- | | | | |
|----------|-----------------------------|-----------|--|
| 1 | Campo de colectores. | 8 | Solarbox Comfort (con válvula mezcladora integrada). |
| 2 | Disipador solar (opcional). | 9 | Limitador de caudal. |
| 3 | Regulación CS 200. | 10 | Válvula reguladora o limitador de caudal. |
| 4 | Acumulador. | 11 | Válvula de equilibrado. |
| 5 | Válvula mezcladora. | 12 | Intercambiador de placas. |
| 6 | Caldera. | 13 | Estación solar AGS. |
| 7 | Conexión de agua fría. | | |

Sistema de instalación con Solarbox Basic (sin válvula mezcladora integrada).

Nº	Denominación	Modelo	Tipo de instalación
1	Colector	▶ FT226-2/FKC-2 ▶ FCC-2	Circuito primario "en el tejado"
2	Set de unión (tejado plano)	▶ FS 18 / FS 17 ▶ WFS-18	
3	Set de purgador ELT para colector solar Bosch	▶ ELT6	
8	Set de base de soporte del tejado plano FKF vertical	▶ FKF3 / FKF3-2 ▶ WMF11	
9	Set de ampliación de soporte del tejado plano vertical	▶ FKF4 / FKF4-2 ▶ WMF12	
10	Juego de cajas para cubierta plana	▶ FKF7 / FKF7-2	
11	Disipadores solares	DGS	
	Bomba para el disipador solar	Grundfos	
	• Para módulo solar AGS 10-2 E	▶ UPS 25-40	
12	• Para módulo solar AGS 10-2	▶ UPS 25-60	
	• Para módulo solar AGS 20-2	▶ UPS 25-80	
	• Para módulo solar AGS 50-2	▶ UPS 25-80, UPS 32-120	
13	Válvula de corte para el disipador de calor (2x)	–	
14	Válvula antirretorno para el disipador de calor	–	
15	Contador de calorías	WMZ3	
16	Estación solar	▶ AGS 10-2 ▶ AGS 20-2, AGS 50-2	
17	Regulador solar	▶ CS 200 + MS 200	
18	Kit de sistema (incl. sensores de temperatura y resistencias)		
19	Vaso de expansión de energía solar	▶ SAG	Circuito primario "por debajo del tejado"
20	Set de conexión y soporte del vaso de expansión	▶ AAS1	
21	Vaso tampón	–	
22	Líquido solar	▶ WTF 20 S, 30 %	
23	Válvula de 3 vías	–	
	Intercambiador de placas	Alfa Laval	
	• 16 m ²	▶ CB 60-20 H	
	• 32 m ²	▶ CB 60-30 H	
24	• 40 m ²	▶ CB 60-40 H	
	• 80 m ²	▶ CB 60-50 H	
	• 100 m ²	▶ CB 60-60 H	
	Aislamiento del intercambiador de placas		
25	• Aislamiento para CB 60..., para 10 ... 30 placas	Alfa Laval	
	• Aislamiento para CB 60..., para 31 ... 60 placas		

Nº	Denominación	Modelo	Tipo de instalación
26	Bomba del acumulador auxiliar (bomba de circuito primario)	WILO ▶ Star RS 25/6 ▶ Star RS 30/6	
27	Válvula antirretorno del acumulador	–	
28	Acumulador	Bosch (aprox. de 500 l hasta 5000 l) Grundfos ▶ Alpha 2 25-40, Alpha 2 32-40 ▶ Alpha 2 25-60, Alpha 2 32-60 ▶ Magna 32-100, Magna 32-120	
29	Bomba de circuito secundario • $\Delta p = \text{constante}$	WILO ▶ Stratos PICO 25/1-4, Stratos PICO 30/1-4 ▶ Stratos PICO 25/1-6, Stratos PICO 30/1-6 ▶ Stratos 30/1-10, Stratos 32/1-12	Circuito secundario
30	Válvula de seguridad, circuito secundario • Por encima de 50 kW, válvula de seguridad 1/2 " • Por encima de 100 kW, válvula de seguridad 3/4 "	–	
31	Vaso de expansión de circuito secundario	–	
32	Válvula de cierre	–	
33	Válvula antirretorno de circuito secundario	–	
34	Válvula de corte	–	
35	Presostato diferencial de circuito secundario	–	
36	Válvula Bypass de circuito secundario	–	
37	Válvula de control	–	
38	Válvula de corte	–	
39	Solarbox Comfort (con válvula mezcladora integrada) o Solarbox Basic (sin válvula mezcladora integrada)	–	Circuito secundario "por dentro del edificio"
40	Válvula de corte	–	
41	Válvula antirretorno	–	

Componentes necesarios para el sistema de instalación con intercambiadores individuales.

3.1.3 Sistema de instalación con depósito centralizado.

Descripción del sistema.

- ▶ Soluciones para casas plurifamiliares a partir de 2 viviendas.
- ▶ Sólo para calentamiento de a.c.s.
- ▶ Campo de colectores centralizado con acumulador centralizado de a.c.s. y calefacción adicional descentralizada.
- ▶ Posición WMZ (contador de calor):
 - Para registrar la energía que produce únicamente el campo de colectores, el contador de calorías con el correspondiente sensor de temperatura se debe instalar por encima de la línea del disipador de calor.
 - Para registrar la energía solar aprovechable, el contador de calorías con el correspondiente sensor de temperatura se debe instalar por debajo de la línea del disipador de calor.

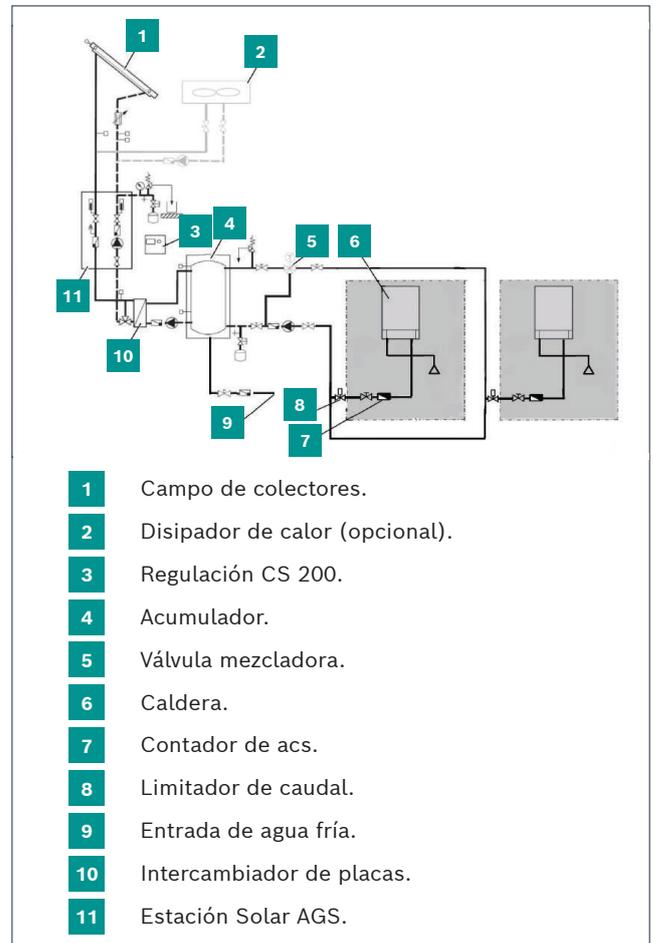
Componentes del sistema.

- ▶ Campo de colectores incluido el sistema de montaje.
- ▶ Estación solar con bomba.
- ▶ Acumulador solar para a.c.s.
- ▶ Bomba centralizada para carga del circuito.
- ▶ Regulación solar y carga de circuito.

Ventajas.

- ▶ Ideal para el equipamiento de instalaciones de producción del a.c.s. de nueva construcción.
- ▶ Gran seguridad de planificación y control.

- ▶ Aprovechamiento de la energía solar para la producción de a.c.s.
- ▶ Menores costes de inversión.
- ▶ Menor espacio necesario en la vivienda.



Sistema de instalación con depósito centralizado.

Nº	Denominación	Modelo	Tipo de instalación	
1	Colector	<ul style="list-style-type: none"> ▶ FT226-2/FKC-2 ▶ FCC-2 	Circuito primario "en el tejado"	
2	Set de unión (tejado plano)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ FS 18 / FS 17-2 ▶ WFS-18 		
3	Set de purgador ELT para colector solar Bosch	▶ ELT6		
8	Set de base de soporte del tejado plano FKF vertical	<ul style="list-style-type: none"> ▶ FKF3 / FKF3-2 ▶ WMF11 ▶ FKF4 / FKF4-2 ▶ WMF12 		
9	Set de ampliación de soporte del tejado plano vertical	<ul style="list-style-type: none"> ▶ FKF4 / FKF4-2 ▶ WMF12 		
10	Juego de cajas para cubierta plana	▶ FKF7 / FKF7-2		
11	Disipadores solares	DGS		
12	Bomba para el disipador solar	Grundfos		Circuito primario "por debajo del tejado"
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Para módulo solar AGS 10-2 ▶ Para módulo solar AGS 20-2 ▶ Para módulo solar AGS 50-2 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ UPS 25-60 ▶ UPS 25-80 ▶ UPS 25-80, UPS 32-120 		

Nº	Denominación	Modelo	Tipo de instalación
13	Válvula de corte para el disipador de calor (2x)	–	
14	Válvula antirretorno para el disipador de calor	–	
15	Contador de calorías	WMZ3	
16	Estación solar	<ul style="list-style-type: none"> ▶ AGS 10-2 ▶ AGS 20-2, AGS 50-2 ▶ CS 200 	
17	Regulador solar		
18	Kit de sistema (incl. sensores de temperatura y resistencias)		
19	Vaso de expansión de energía solar	▶ SAG	
20	Set de conexión y soporte del vaso de expansión	▶ AAS1	
21	Vaso tampón	–	
22	Líquido solar	▶ WTF 20 S, 30 %	Circuito primario "por debajo del tejado"
23	Válvula de 3 vías	–	
24	Intercambiador de placas	Alfa Laval	
	▶ 16 m ²	▶ CB 60-20 H	
	▶ 32 m ²	▶ CB 60-30 H	
	▶ 40 m ²	▶ CB 60-40 H	
	▶ 80 m ²	▶ CB 60-50 H	
25	Aislamiento del intercambiador de placas		
	▶ Aislamiento para CB 60..., para 10 ... 30 placas ▶ Aislamiento para CB 60..., para 31 ... 60 placas	Alfa Laval	
26	Bomba del acumulador (bomba de circuito Primario)	WILO ▶ Star RS 25/6 ▶ Star RS 30/6	
27	Válvula antirretorno del acumulador	WILO ▶ Star RS 25/6 ▶ Star RS 30/6	
28	Acumulador	Bosch (aprox. de 500 l hasta 5000 l)	
29	Bomba de circuito secundario $\Delta p = \text{constante}$	Grundfos ▶ Alpha 2 25-40, Alpha 2 32-40 ▶ Alpha 2 25-60, Alpha 2 32-60 ▶ Magna 32-100, Magna 32-120	
		WILO ▶ Stratos PICO 25/1-4, ▶ $\Delta p = \text{constante}$ Stratos PICO 30/1-4	
		▶ Stratos PICO 25/1-6, Stratos PICO 30/1-6	
		▶ Stratos 30/1-10, Stratos 32/1-12	Circuito secundario
30	Válvula de seguridad, circuito secundario ▶ Por encima de 50 kW, válvula de seguridad ½" ▶ Por encima de 100 kW, válvula de seguridad ¾"	–	
31	Vaso de expansión de circuito secundario		
32	Válvula de cierre	–	
33	Válvula antirretorno	–	
34	Válvula de corte	–	
35	Limitador de caudal	–	Circuito secundario
37	Válvula de corte	–	"por dentro del edificio"
38	Contador de acs	–	

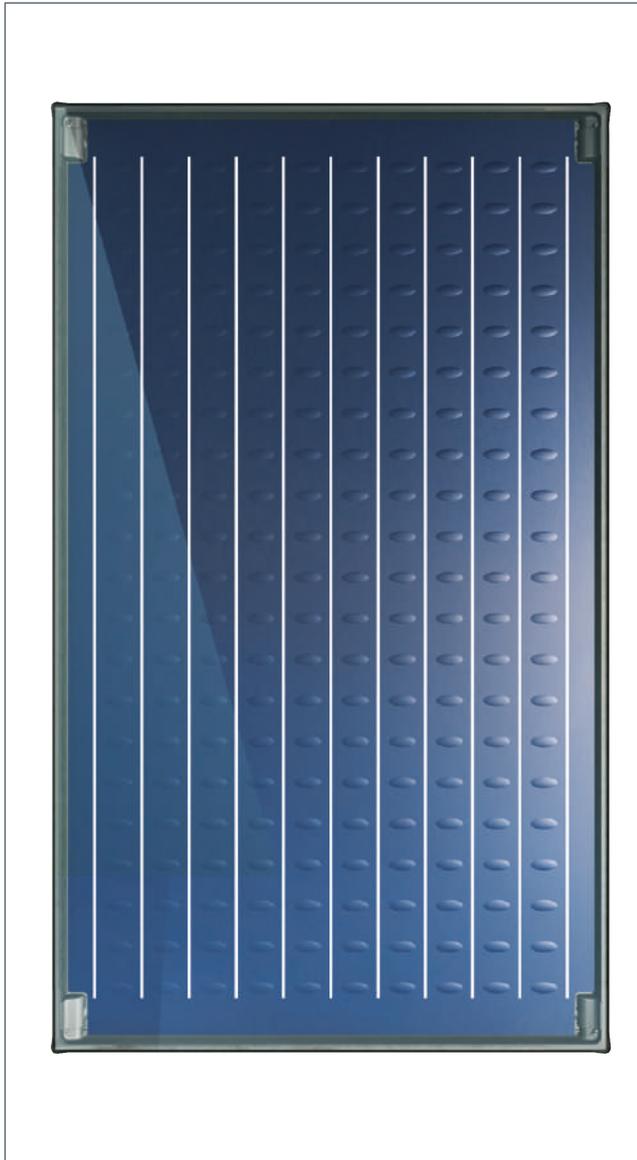
Componentes necesarios para el sistema de instalación con depósito centralizado.

3.2 Campo de colectores.

El campo de colectores se compone de los colectores planos FKC-2, FCC-2 y FT226-2.

El montaje de los colectores planos puede realizarse en tejado inclinado, en el interior del tejado, en un tejado plano o en una fachada.

3.2.1 Colectores planos FKC-2 y FCC-2.



Colector plano FKC-2S.

Los colectores planos FKC-2 y FCC-2 están pensados para instalaciones con sistema solares Bosch, con el fin de producir a.c.s. y/o apoyo calefacción, gracias a su combinación con acumuladores de a.c.s. diseñados para calentamiento indirecto y estaciones solares.

Los colectores planos Bosch destacan por su gran durabilidad. Carcasa de una pieza de fibra de vidrio (USP), cubierta sobre la tecnología SMC, permite un aumento de la capacidad de producción y una óptica mejorada.

El absorbedor de cobre-aluminio multitubular es soldado por ultrasonidos ofreciendo un alto rendimiento gracias al recubrimiento selectivo. La tecnología de sus conexiones fabricadas en acero inoxidable y testadas por el TUV facilitan el montaje y la conexión de forma rápida y sencilla. La conexión de estos colectores no requiere de herramientas.

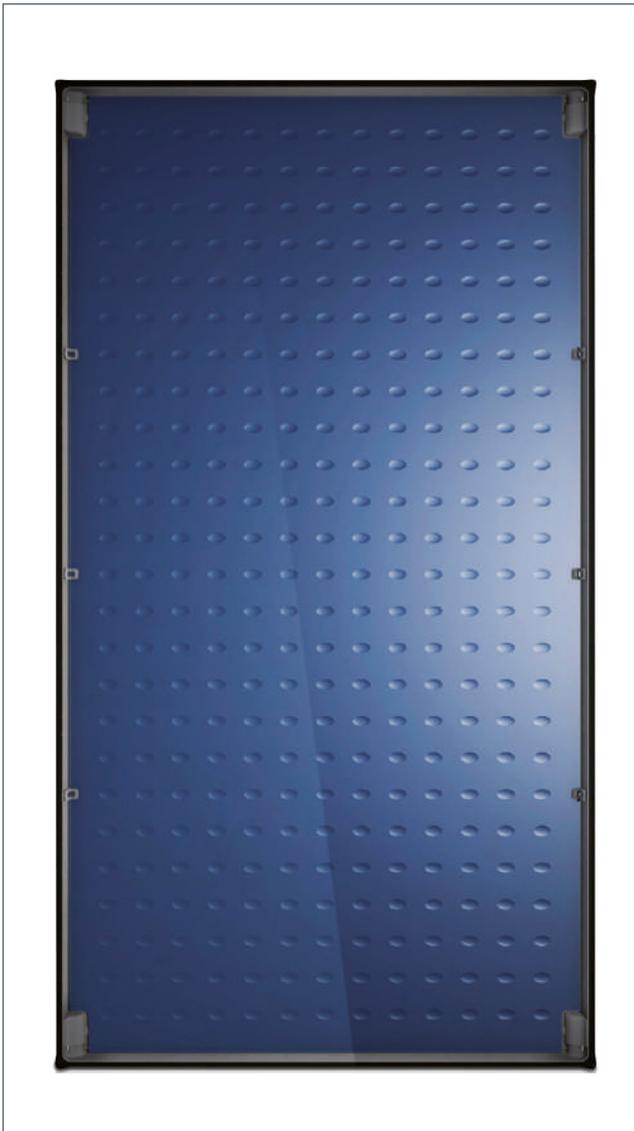
Descripción del aparato.

- ▶ Colector con una relación calidad precio muy buena, compuesto de una carcasa de una sola pieza SMC, con opciones de agarre, mejor óptica, menor peso y mayor robusted.
- ▶ Colectores para el montaje vertical y horizontal (sólo los FKC-2).
- ▶ Adecuados para el montaje sobre tejado inclinado, plano, integrados o sobre fachada (estos últimos sólo los FKC-2).

Componentes.

- ▶ Absorbedor de cobre - aluminio multitubular con revestimiento altamente selectivo (PVD), soldado por ultrasonido.
- ▶ Recubrimiento con un vidrio solar templado monocapa de 3,2 mm de grosor, estructurado y resistente al granizo.
- ▶ Aislamiento térmico mediante un aislamiento de lana mineral resistente a altas temperaturas y libre de gasificación de 55 mm de grosor.
- ▶ Bordes ventilados para evitar la formación de humedad.
- ▶ Tecnología de conexiones rápidas en todos los kit 's, testados por el TUV fabricados en acero inoxidable y sujeción mediante grapas que permite su instalación sin herramientas.
- ▶ Conexiones de tuberías mediante biconos (18mm) o racores $\frac{3}{4}$.
- ▶ Vaina de medición para sonda integrada \varnothing 6 mm.

3.2.2 Colectores planos FT226-2V de alto rendimiento.



Colector plano FT226-2V de alto rendimiento.

Los colectores planos FT226-2 de alto rendimiento están pensados para instalaciones con sistema solares Bosch para el calentamiento de a.c.s. y/o apoyo a calefacción, respectivamente con acumuladores de a.c.s. diseñados para calentamiento indirecto y con estaciones solares. El colector FT226-2V está diseñado para el montaje vertical, y el FT226-2H para el montaje horizontal.

Los colectores planos Bosch destacan gracias a su gran durabilidad. La extraordinaria robustez y la mayor rigidez son el resultado de la carcasa de una sola pieza SMC (hecha de plástico reforzado con fibra de vidrio). El absorbedor de aluminio - cobre de doble meandro soldado por ultrasonidos en omega le provee de una muy buena transferencia del calor, y por lo tanto de un gran rendimiento, con una pérdida de presión muy baja, esto permite que se puedan conectar hasta 5 colectores en un lado sin necesidad de retorno invertido.

Tecnología de conexiones rápidas en todos los kits, testados por el TÜV fabricados en acero inoxidable y sujeción mediante grapas que permite su instalación sin herramientas.

Descripción del aparato.

- ▶ Colector de alto rendimiento consistente en una carcasa de una sola pieza SMC resistente a los rayos UV y a las inclemencias ambientales con bordes multifuncionales y un panel trasero recubierto de aluminio-zinc.
- ▶ Colectores para montaje vertical u horizontal.
- ▶ Aptos para instalación sobre tejado inclinado, plano, integrados o sobre fachada.

Componentes.

- ▶ Absorbedor de cobre-aluminio con tubos en doble meandro con recubrimiento altamente selectivo (PVD); soldado por ultrasonidos.
- ▶ Cubierto con un sólo cristal de seguridad con 3.2 mm de espesor, de alta resistencia.
- ▶ Aislamiento térmico de lana de roca mineral resistente a las altas temperaturas de 50 mm de espesor; sin emisión de gases.
- ▶ Bordes ventilados que evitan la formación de humedad.
- ▶ Tecnología de conexiones rápidas con juntas tóricas en todos los kits, testados por el TÜV fabricados en acero inoxidable y sujeción mediante grapas que permite su instalación sin herramientas.
- ▶ Conexiones de tuberías mediante biconos (18mm) o racores 3/4".
- ▶ Vaina de medición para sonda integrada Ø6mm.

3.3 Estación solar AGS.

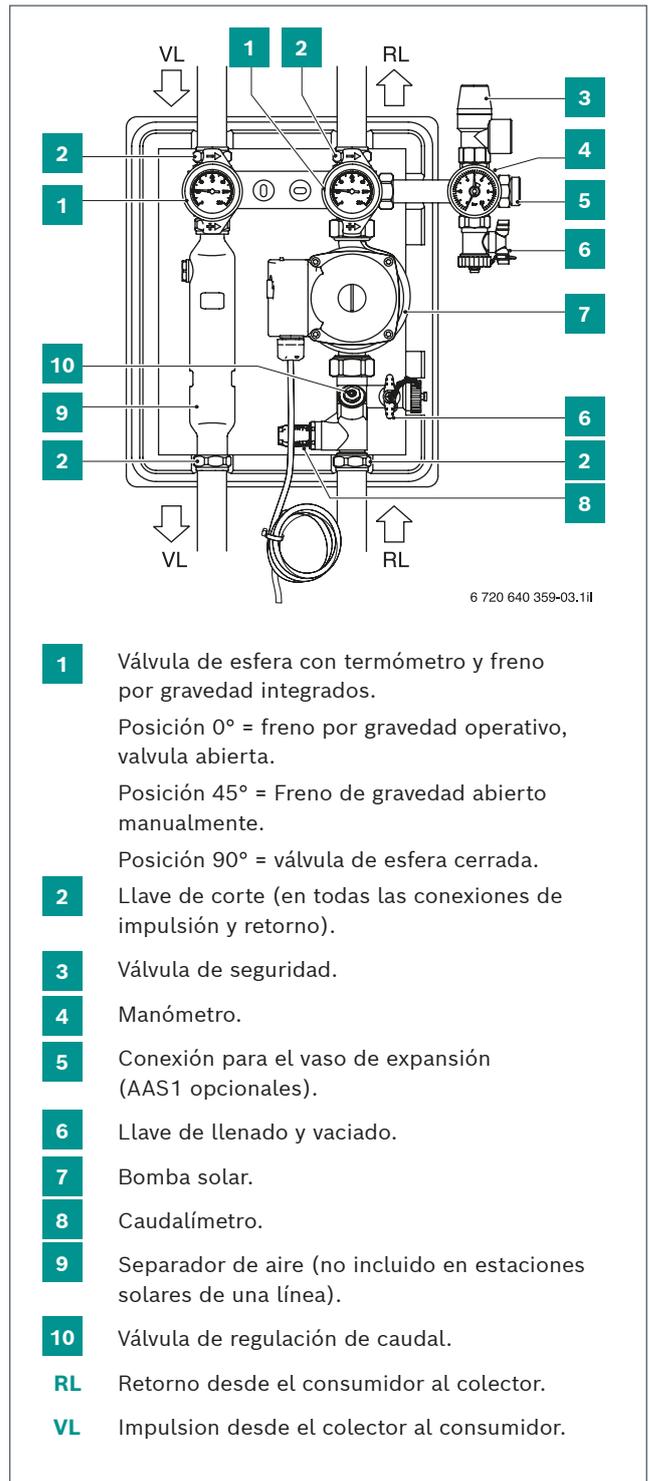
Las estaciones solares AGS se usan para el calentamiento del acumulador.

Todos los componentes esenciales, como la bomba del circuito solar, freno por gravedad, válvula de seguridad, manómetro, una válvula de esfera con termómetro integrado en impulsión y retorno, limitador de caudal y el aislamiento térmico se combinan para formar una sola pieza.

La estación solar AGS 10-2 está disponible con una regulación integrada B-SOL 100, ó sin unidad de regulación solar, las estaciones solares, AGS 20-2, AGS 50-2 están disponibles para los campos de colectores más grandes.

Las estaciones solares sin regulación integrada se pueden combinar con la regulación B-SOL 100 o CS 200 + MS 200 para el montaje en pared. El vaso de expansión necesario (SAG) no forma parte de la entrega estándar de las estaciones solares AGS.

Debe tener un tamaño específico para cada aplicación.

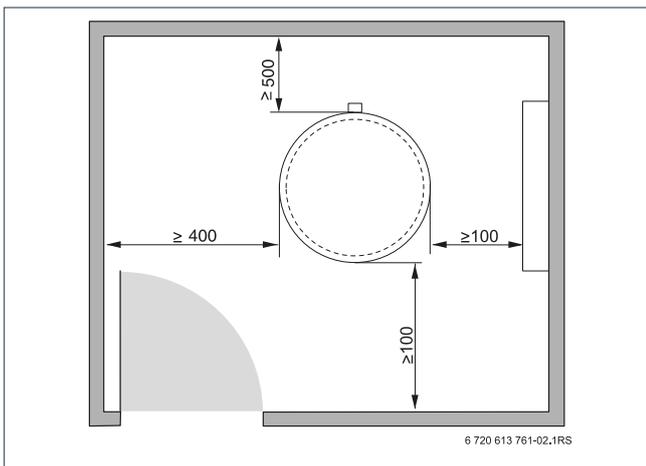


Descripción de la instalación solar AGS sin regulación integrada.

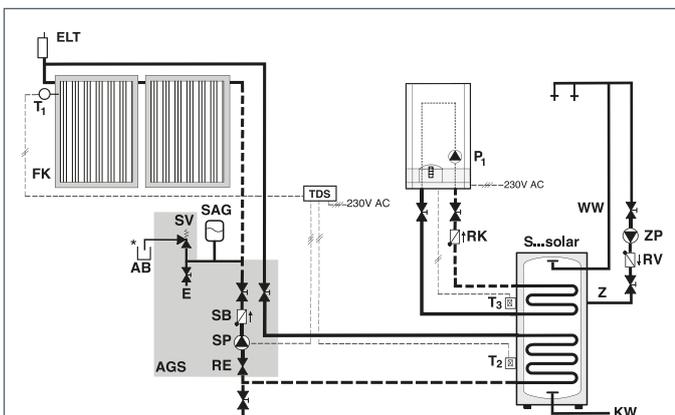
3.4 Acumuladores RITE.



Ejemplo de acumulador.



Distancias mínimas recomendadas a la pared.



AB Depósito colector	RK Compuerta de retención	T₂ Sensor de temperatura del acumulador - solar
AGS Estación solar	RV Válvula de retención	T₃ Sensor de temperatura del acumulador - calefacción (NTC)
E Vaciado / llenado	SAG Vaso expansor de circuito solar	TDS Centralita de regulación del circuito solar
ELT Depósito de aire / purgado	SB Inhibidor del efecto gravitatorio	WW Conexión de agua caliente
FK Panel solar	SP Bomba del circuito solar	Z Conexión de recirculación
KW Entrada de agua fría	SV Válvula de seguridad	ZP Bomba de recirculación
P₁ Bomba de circulación (circuito de calefacción / carga del acumulador)	S...solar Acumulador del circuito solar	
RE Elemento de ajuste del caudal con indicador	T₁ Sensor de temperatura de panel solar	

Para acumular la energía térmica procedente del campo de colectores se utilizan los acumuladores.

Para permitir alcanzar mayores volúmenes de acumulación, se pueden conectar varios acumuladores del mismo tamaño unidos entre sí de forma paralela.

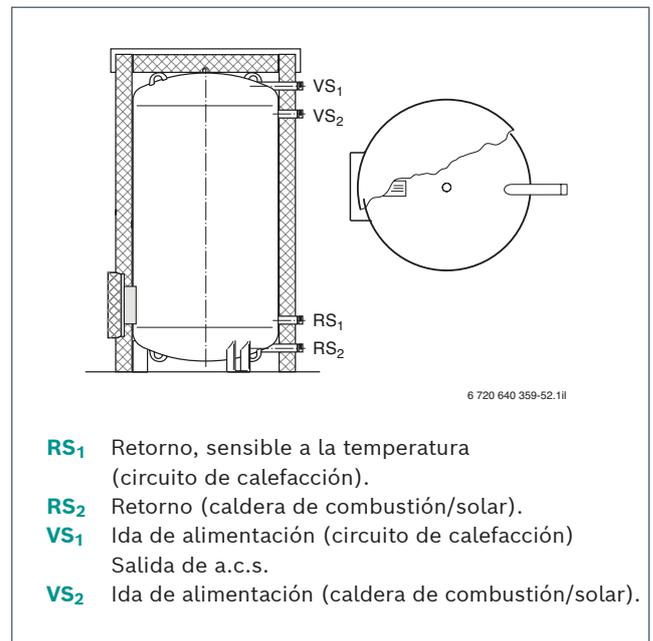
Para volúmenes de acumulación aún mayores que puedan ser necesarios, una de las opciones sería colocar otros tipos de acumuladores. Una relación favorable entre el volumen y la superficie de un gran acumulador puede dar buenos resultados siempre que las pérdidas de calor sean bajas y estos sean también fáciles de instalar hidráulicamente.

Descripción del acumulador.

Disponemos de acumuladores de diferentes tamaños. Por lo general se emplean acumuladores de entre 800 y 5000 litros.

Descripción del acumulador:

- ▶ Acumulador de chapa de acero en ejecución cilíndrica de pie.
- ▶ Recubrimiento de plástico.
- ▶ El acumulador debe estar protegido contra el enfriamiento mediante un aislamiento térmico.



- RS₁** Retorno, sensible a la temperatura (circuito de calefacción).
- RS₂** Retorno (caldera de combustión/solar).
- VS₁** Ida de alimentación (circuito de calefacción) Salida de a.c.s.
- VS₂** Ida de alimentación (caldera de combustión/solar).

Ejemplo: acumulador auxiliar con un contenido de 1000 litros.

* Según DIN 12975 las tuberías de descarga y salida deberán confluir a un depósito abierto con una capacidad suficiente para acumular el total de líquido de los paneles solares.

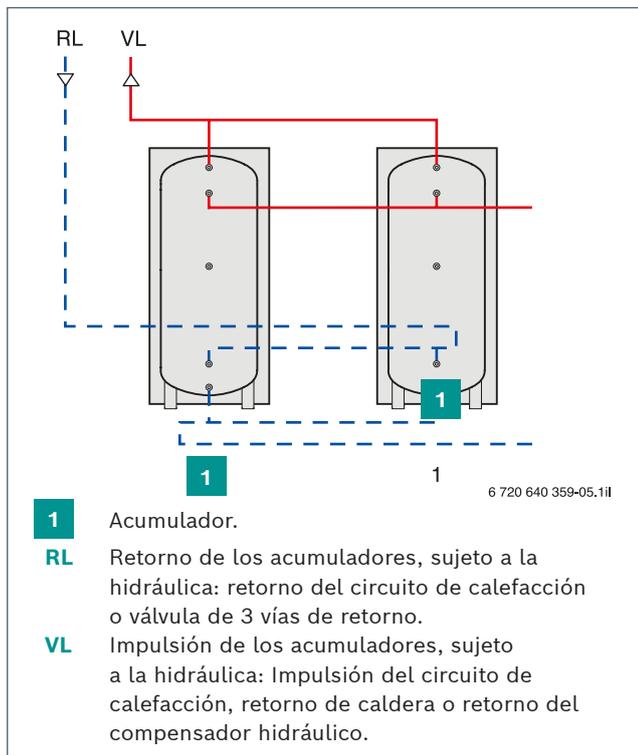
Esquema de conexión

3.4.1 Utilización de varios acumuladores auxiliares.

En algunos sistemas puede ser necesario dividir el contenido de la acumulación en varios acumuladores, por ejemplo, si se necesita gran volumen de acumulación o si el lugar de emplazamiento no dispone de suficiente espacio.

Para conectar varios acumuladores de forma uniforme y siempre que sea posible, se usará la conexión paralela o "sistema Tichelmann". En sistemas con diferentes acumuladores, estos se deberán conectar en serie.

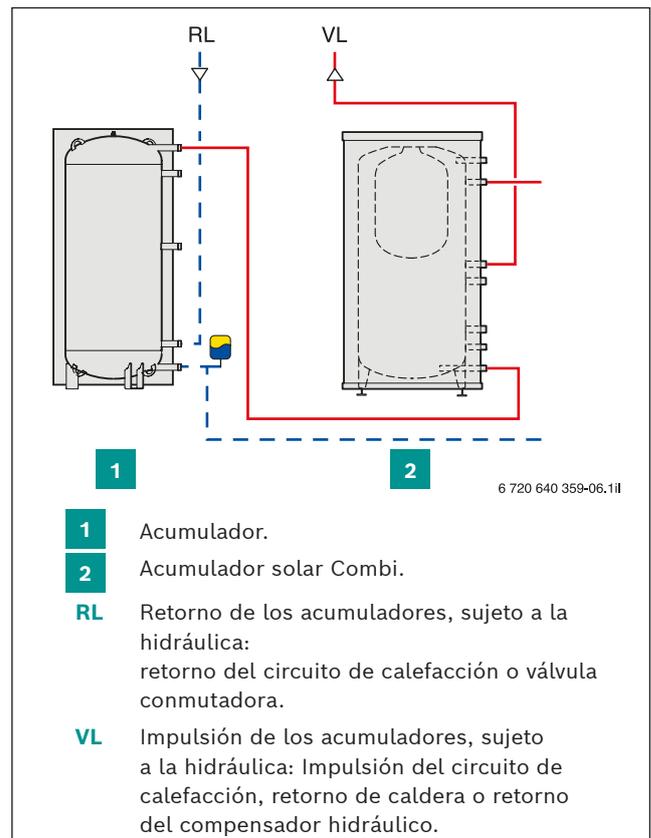
Conexión en paralelo con acumuladores iguales.



Conexión en paralelo de acumuladores iguales.

- ▶ Solución principal para dos acumuladores de idénticas características.
- ▶ Los acumuladores adicionales se deben conectar como se muestra en la figura anterior.
- ▶ Los cambios de sonda para combinaciones de calderas pueden ser conectados en cualquier acumulador en la misma posición ya que la temperatura de distribución es idéntica en todos los acumuladores (conexión Tichelmann).
- ▶ El diámetro interior de las tuberías de conexión con sólo un caudal parcial deben adecuarse a la velocidad de caudal (reducción).

Conexión en serie en caso de disponer de acumuladores diferentes.

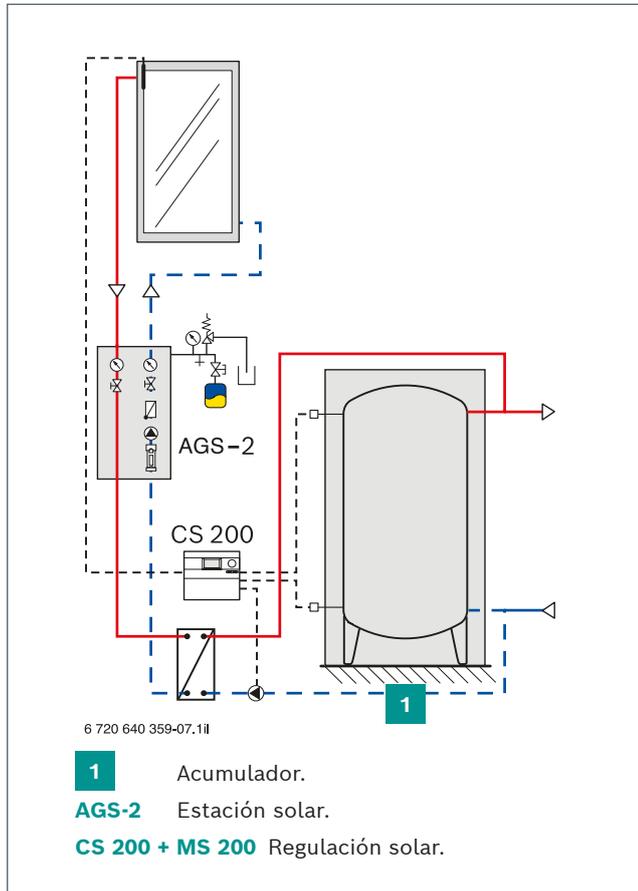


Conexión serie en caso de disponer de acumuladores diferentes.

- ▶ Necesario en caso de acumuladores diferentes (con respecto al volumen y / o diseño), por ejemplo, cuando se combina un acumulador solar y un acumulador solar combi. Para lograr un alto nivel de confort de agua caliente sanitaria y una temperatura adecuada, el acumulador combi debe ser calentado con prioridad por la fuente de calor.
- ▶ La conexión de dos acumuladores idénticos en serie es posible pero no es recomendable por razones de energía ya que desde el retorno de los circuitos de calefacción debe circular, inicialmente, el caudal a través del segundo acumulador y más frío.

3.4.2 Intercambiador externo para el circuito solar.

Cuando se utiliza un único acumulador de gran volumen, es posible calentarlo a través de un intercambiador de calor externo. La regulación solar CS 200 + MS 200 se puede utilizar para regular el circuito solar.



Intercambiador de calor externo en el circuito solar.

3.5 Válvula de seguridad.

La válvula de seguridad debe ser elegida en función del campo de colectores. Debe ser capaz de disipar la potencia máxima en forma de vapor. En sistemas intrínsecamente seguros, la disipación en la fase líquida también está permitida.

El diámetro interno de la válvula de seguridad debe corresponder como mínimo a los valores de la tabla siguiente.

Tamaño de la válvula (tamaño de la sección de entrada)	Área de colectores [m ²]
DN 15	50
DN 20	100
DN 25	200
DN 32	350
DN 40	600

4 Descripción del funcionamiento.

4.1 Sistema solar con depósitos individuales.

Los grandes sistemas con depósitos individuales para más de 3 viviendas son sistemas descentralizados solares para calentamiento de agua caliente sanitaria con apoyo descentralizado. En cada piso, se instalan acumuladores de agua caliente sanitaria de entre 75 y 200 litros donde se almacena el calor solar.

La regulación solar CS 200 + MS 200 (figura anterior), controla las bombas y válvulas en el circuito de distribución solar. La regulación solar B-SOL 050 [6], regula el calentamiento de los acumuladores de agua caliente sanitaria [5] en los pisos. Para obtener información sobre la conexión eléctrica de la regulación, consulte el manual de instalación del programador.

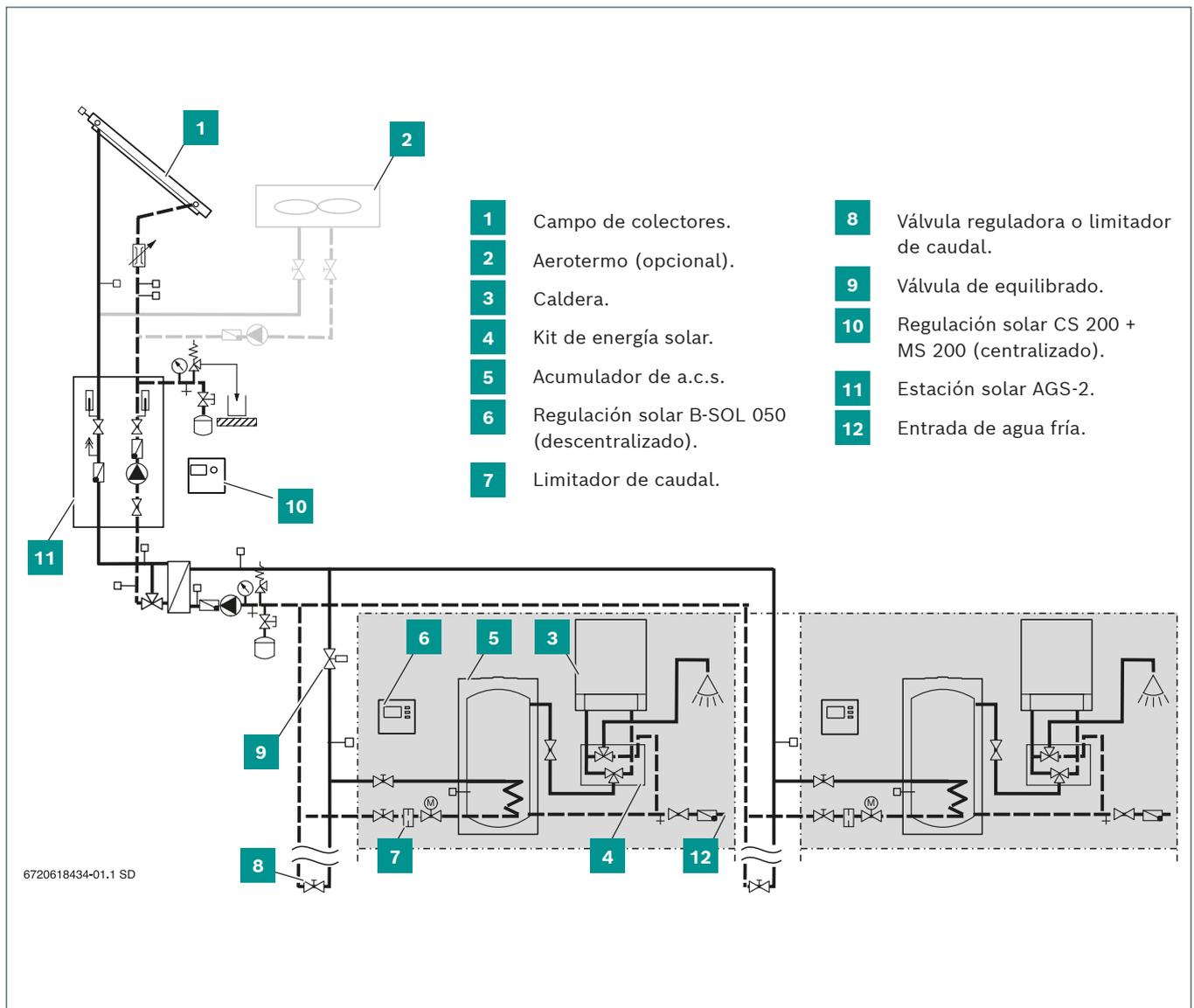
El agua extraída del acumulador de agua caliente solar descentralizado [5] es introducido en el Kit Solar(4),

donde se desviará, si el agua esta suficientemente caliente a los puntos de consumo, y si no, se realizará un calentamiento posterior a través de la caldera (3), para suministrar el agua caliente a la temperatura deseada.

Opción: cuando se utiliza un aerotermo [2], la energía solar que no se puede utilizar es transferida fuera del campo de colectores para mantener su funcionalidad.

Position WMZ: para registrar la energía que produce únicamente el campo de colectores, el contador de calorías con el correspondiente sensor de temperatura se debe instalar por encima de la línea del disipador de calor.

Para registrar la energía solar utilizable el contador de calorías con el correspondiente sensor de temperatura se debe instalar por debajo de la línea del disipador de calor.



Pieza	Denominación	Referencia de pedido ¹⁾
Sistema solar/caldera/generador de calor		
x11	Colector plano FKC-2S	8 718 530 946
2	Set de base sobre el tejado en vertical para 1 colector FKA 5-2	8 718 531 017
9	Ampliación sobre el tejado en vertical para 1 colector FKA 6-2	8 418 531 018
x11	Fijación en el tejado para teja flamenca/plana FKA 3-2	8 718 531 023
2	Set de conexión para FKC-2 instalación sobre el tejado/en el interior del tejado FS 17-2 CTE	8 718 531 462
1	Módulo solar AGS 10-2	7 735 600 056
1	Set de conexión para SAG AAS 1	7 739 300 331
1	Vaso de expansión de energía solar (requiere cálculo)	-
1	Líquido portador de calor WTF 20	8 718 660 878
6	Calentamiento posterior	-
6	Kit de energía solar	7 709 003 628
Accesorios de conexión		
1	Disipador de calor	-
2	Válvula de corte para el aerotermo	-
1	Válvula de antiretorno para el aerotermo	-
1	Regulación Solar CS 200 + MS 200	7 736 503 556
1	Vaso tampón	-
1	Líquido solar (cantidad/tipo dependen de la instalación)	-
1	Válvula de 3 vías	-
1	Intercambiador de placas (hasta 16 m2 de superficie bruta del colector), CB 60-20 H	-
	Intercambiador de placas (hasta 32 m2 de superficie bruta del colector), CB 60-30 H	-
	Intercambiador de placas (hasta 40 m2 de superficie bruta del colector), CB 60-40 H	-
	Intercambiador de placas (hasta 80 m2 de superficie bruta del colector), CB 60-50 H	-
	Intercambiador de placas (hasta 100 m2 de superficie bruta del colector), CB 60-60 H	-
1	Aislamiento para el intercambiador de placas	-
1	Grupo de seguridad (circuito secundario)	-
1	Vaso de expansión (requiere cálculo)	-

Pieza	Denominación	Referencia de pedido ¹⁾
1	Grundfos Alpha 2 25-40 o WILO-Stratos PICO 25/1-4	–
	Grundfos Alpha 2 32-40 o WILO-Stratos PICO 30/1-4	–
	Grundfos Alpha 2 25-60 o WILO-Stratos PICO 25/1-6	–
	Grundfos Alpha 2 32-60 o WILO-Stratos PICO 30/1-6	–
	Grundfos Magna 32-100 o WILO-Stratos 30/1-10	–
	Grundfos Magna 32-120 o WILO-Stratos 32/1-12	–
1	Válvula de derivación	–
1	Válvula de antirretorno (circuito secundario)	–
1	Regulador de presión	–
6	Acumulador S120ZB solar	8 718 540 029
	Acumulador S160ZB-solar	8 718 540 030
	Acumulador S200 2 ZB-solar	8 718 501 731
6	Circuito de calentamiento, regulación solar B-SOL 050	7 747 004 407
6	Sensor de temperatura	–
6	Regulador de presión	–
6	Válvula motorizada de 2 vías	–
24	Válvula de corte	–
6	Válvula de antirretorno	–

Ejemplo de una instalación con 6 viviendas para un sistema con depósitos individuales.

1) Los componentes sin código deben diseñarse de forma específica para la instalación.



La relación de componentes individuales no representa una lista de pedido y sólo sirve para realizar una preselección. Es necesario realizar un proyecto detallado.

4.2 Sistema solar con intercambiadores por vivienda.

Los sistemas solares con intercambiadores por vivienda para más de 3 viviendas son sistemas descentralizados solares para calentamiento de agua caliente sanitaria con apoyo descentralizado.

Un acumulador proporciona la acumulación de calor procedente de la energía solar (figura siguiente).

La regulación solar CS200/MS200 controla las bombas y válvulas en el circuito de distribución solar. Para obtener más información sobre la conexión eléctrica de la regulación, consulte en el manual de instalación del programador.

La transferencia de calor al agua potable se efectúa según el principio de paso continuo en función de la demanda mediante el Solarbox (pos. 4) en las viviendas.

El agua precalentada en el Solarbox será posteriormente calentada en función de la demanda mediante el elemento de apoyo auxiliar (pos. 3).

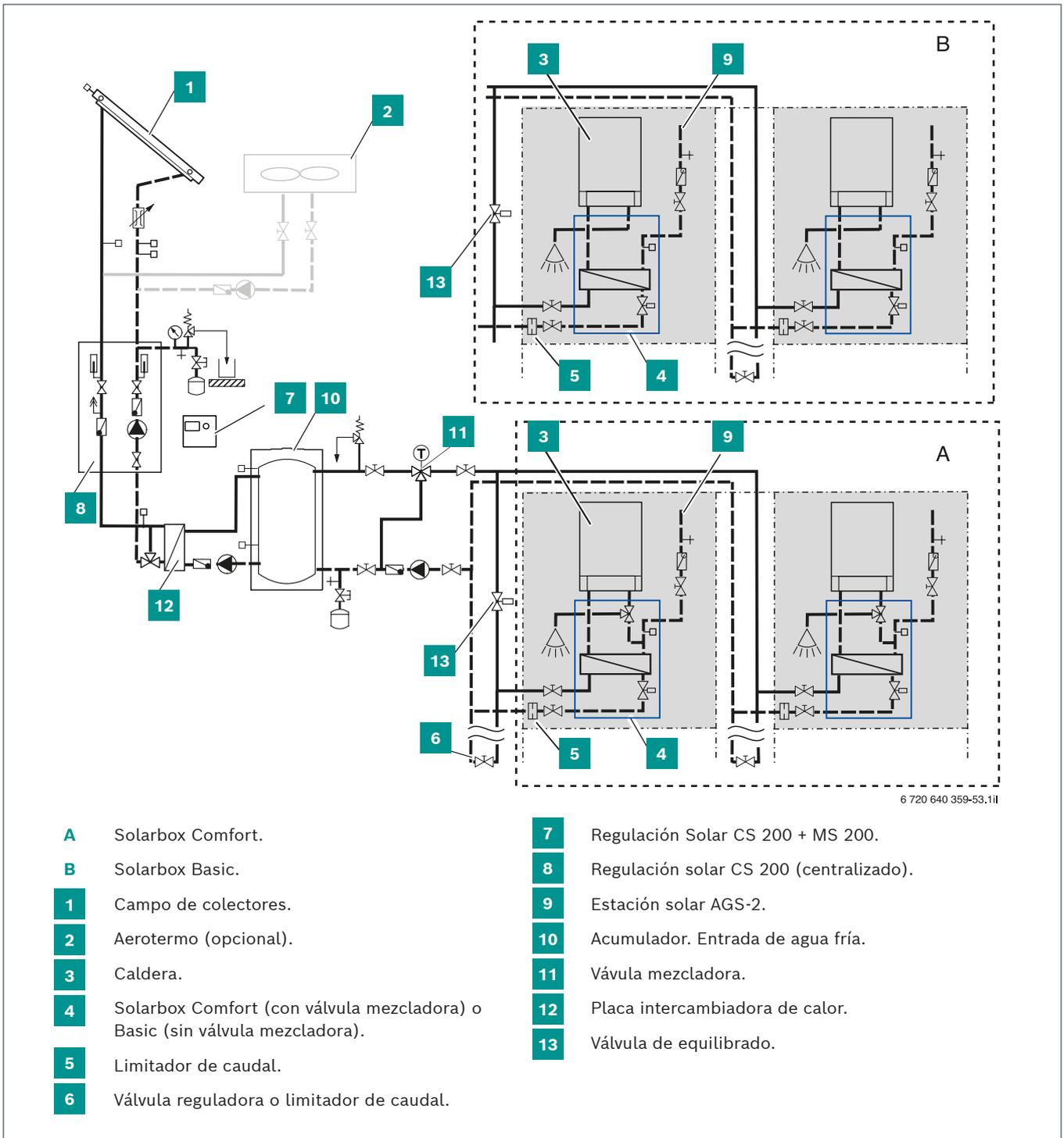
El Solarbox Comfort con la válvula mezcladora térmica integrada regula la temperatura de salida de a.c.s. a un valor fijo.

Si se instala un sistema con Solarbox Basic (sin válvula mezcladora integrada), se debe montar una válvula mezcladora a la salida del acumulador que limite la temperatura del circuito de distribución a 60 °C.

Opción: cuando se utiliza un disipador de calor [2], la energía solar que no se puede utilizar es transferida fuera del campo de colectores para mantener su funcionalidad.

Position WMZ: para registrar la energía que produce únicamente el campo de colectores, el contador de calorías con el correspondiente sensor de temperatura se debe instalar por encima de la línea del disipador de calor.

Para registrar la energía solar utilizable el contador de calorías con el correspondiente sensor de temperatura se debe instalar por debajo de la línea del disipador de calor.



Sistema solar con intercambiador por vivienda, opcionalmente con Solarbox Comfort (con válvula mezcladora integrada) o Solarbox Basic (sin válvula mezcladora integrada).

Pieza	Denominación	Referencia de pedido ¹⁾
Sistema solar/caldera/generador de calor		
x11	Colector plano FKC-2S	8 418 531 018
2	Set de base sobre el tejado en vertical para 1 colector FKA 5-2	8 718 531 017
9	Ampliación sobre el tejado en vertical para 1 colector FKA 6-2	8 718 531 018
x11	Fijación en el tejado para teja flamenca/plana FKA3-2	8 718 531 023
2	Set de conexión para FKC-2 instalación sobre el tejado/en el interior del tejado FS17-2CTE	8 718 531 462
1	Módulo solar AGS 10-2	7 735 600 056
1	Set de conexión para SAG AAS 1	7 739 300 331
1	Vaso de expansión de energía solar (requiere instalación)	-
1	Líquido portador de calor WTF 20	8 718 660 878
6	Calentamiento posterior	-
6	Solarbox Comfort con válvula mezcladora integrada o Solarbox Basic sin válvula mezcladora integrada	7 709 003 917 o 7 736 500 209
1	Acumulador (instalación necesaria, para Solarbox Basic una mezcladora de agua central para la limitación de la temperatura)	-
1	Bomba de carga del acumulador para acumulador	-
1	Válvula de retención	-
Accesorios de conexión		
6	Sets de conexión para Solarbox	-
1	Disipador de calor	-
2	Válvula de bola para disipador de calor	-
1	Válvula de retención para disipador de calor	-
1	Contador de calorías WMZ3	7 747 009 873
1	Programador solar CS 200 + MS 200	7 736 503 556
1	Vaso tampón	-
1	Líquido solar (cantidad/tipo dependen de la instalación)	-
1	Válvula de 3 vías	-
	Intercambiador de placas (hasta 16 m ² de superficie bruta del colector), CB 60-20 H	-
	Intercambiador de placas (hasta 32 m ² de superficie bruta del colector), CB 60-30 H	-
1	Intercambiador de placas (hasta 40 m ² de superficie bruta del colector), CB 60-40 H	-
	Intercambiador de placas (hasta 80 m ² de superficie bruta del colector), CB 60-50 H	-
	Intercambiador de placas (hasta 100 m ² de superficie bruta del colector), CB 60-60 H	-

Pieza	Denominación	Referencia de pedido ¹⁾
1	Aislamiento el intercambiador de placas	-
1	Grupo de seguridad (circuito secundario)	-
1	Vaso de expansión (requiere cálculo)	-
1	Grundfos Alpha 2 25-40 o WILO-Stratos PICO 25/1-4	-
	Grundfos Alpha 2 32-40 o WILO-Stratos PICO 30/1-4	-
	Grundfos Alpha 2 25-60 o WILO-Stratos PICO 25/1-6	-
	Grundfos Alpha 2 32-60 o WILO-Stratos PICO 30/1-6	-
	Grundfos Magna 32-100 o WILO-Stratos 30/1-10	-
	Grundfos Magna 32-120 o WILO-Stratos 32/1-12	-
1	Válvula Bypass	-
1	Válvula de antirretorno (circuito secundario)	-
1	Regulador de presión	-
6	Válvula antirretorno	-
6	Regulador de presión	-
20	Válvula de corte ²⁾	-

Ejemplo de una instalación con 6 viviendas para un sistema con intercambiador por vivienda.

1) Los componentes sin código deben diseñarse de forma específica para la instalación.

2) Si se utilizan los sets de conexión pueden suprimirse las válvulas de corte de Solarbox para la alimentación del circuito de distribución y el retorno del circuito de distribución, así como para la conexión del agua fría.



La relación de componentes individuales no representa una lista de pedido y sólo sirve para realizar una preselección. Es necesario realizar un proyecto detallado.

4.3 Sistema solar con depósito centralizado.

Los sistemas solares con acumulador centralizado para más de 2 viviendas son sistemas centralizados solares para calentamiento de agua caliente sanitaria con apoyo descentralizado.

Un acumulador proporciona la acumulación de calor procedente de la energía solar (figura inferior).

La regulación solar CS200/MS200 [3]) controla las bombas y válvulas en el circuito de distribución solar. Para obtener más información sobre la conexión eléctrica de la regulación, consulte en el manual de instalación del programador.

El sistema de intercambio del depósito solar puede ser interno, mediante serpentín, o externo, mediante intercambiador de placas. En este último caso, entre el intercambiador de placas y el depósito de acumulación se genera un nuevo circuito hidráulico. Este tendrá que incorporar una bomba de impulsión para poder aprovechar el calor proveniente del circuito primario y cuyo funcionamiento será simultáneo al de la bomba del circuito primario.

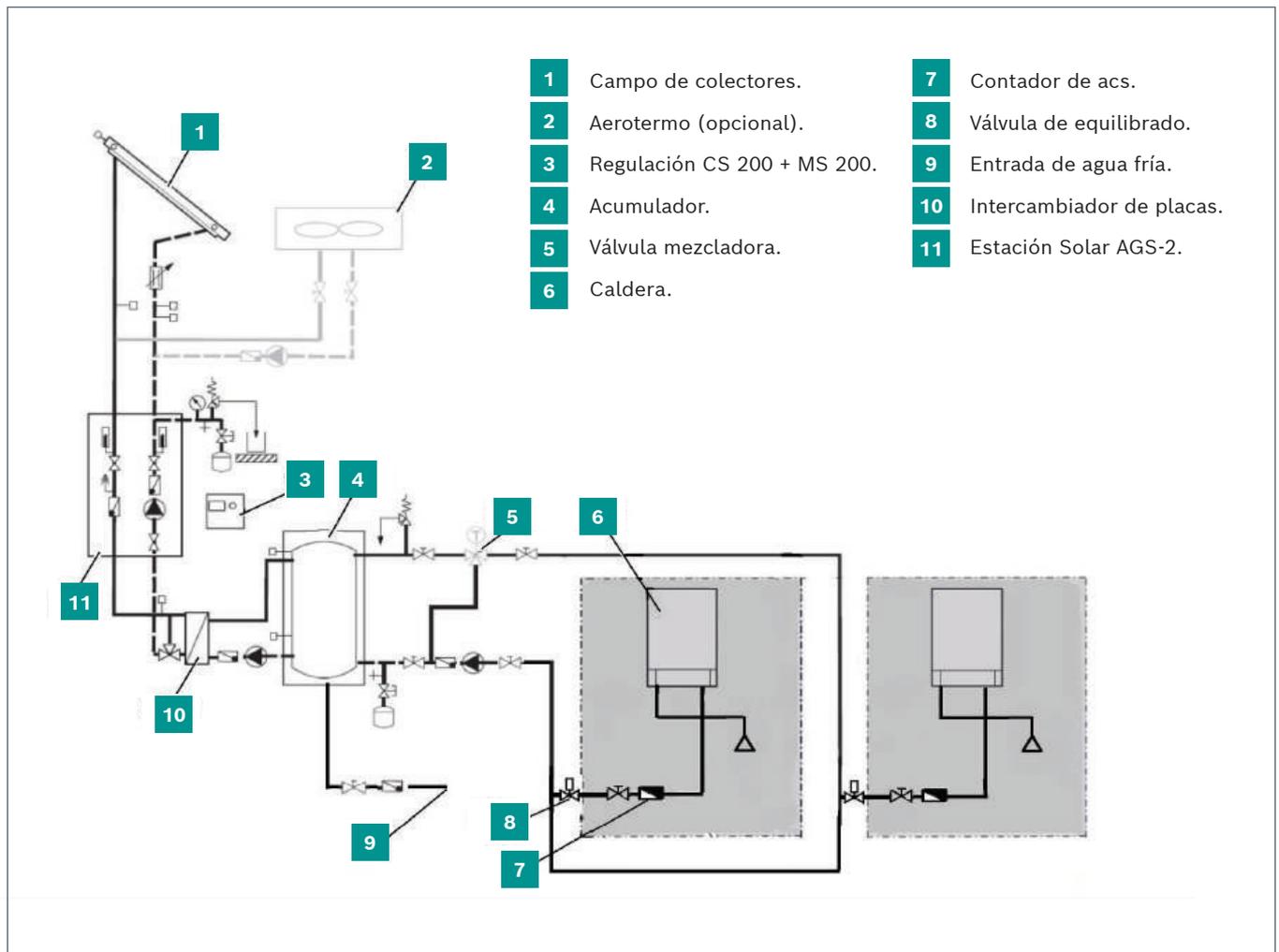
En el circuito secundario se produce el suministro de agua caliente sanitaria a las viviendas del edificio, se dispondrá además de contadores individuales de agua caliente sanitaria.

Como sistema de protección, se colocará una válvula termostática que limite la temperatura a la salida del depósito centralizado.

Opcion: cuando se utiliza un disipador de calor [2], la energía solar que no se puede utilizar es transferida fuera del campo de colectores para mantener su funcionalidad.

Position WMZ: para registrar la energía que produce únicamente el campo de colectores, el contador de calorías con el correspondiente sensor de temperatura se debe instalar por encima de la línea del disipador de calor.

Para registrar la energía solar utilizable el contador de calorías con el correspondiente sensor de temperatura se debe instalar por debajo de la línea del disipador de calor.



Sistema solar con depósito centralizado.

Nº	Denominación	Referencia de pedido ¹⁾
Sistema solar/caldera/generador de calor		
x 11	Sor plano FKC -2S	8 418 531 018
2	Set de base sobre tejado vertical para un colector FKA 5-2	8 718 531 017
9	Ampliación sobre el tejado en vertical para 1 colector FKA 6-2	8 718 531 018
X 11	Fijación en el tejado para teja flamenca/plana FKA 3-2	8 718 531 023
2	SSet de conexión para FKC-2 instalación sobre el tejado/en el interior del tejado FS 17-2 CTE	8 718 531 023
1	Modulo solar AGS 10	7 747 009 414
1	Set de conexión para SAG AAS1	7 739 300 331
1	Vaso de expansión de energía solar (requiere instalación)	-
1	Líquido caloportador WTF20	8 798 660 878
6	Calentamiento posterior	-
1	Acumulador (instalación necesaria, calculo en función del número y tipo vivienda)	-
1	Intercambiador de placas (sistema solar, necesario calcular)	-
1	Bomba de carga del acumulador	-
1	Válvula de retención	-
Accesorios de conexión		
1	Disipador de calor	-
2	Válvula de bola para disipador de calor	-
1	Válvula de retención para disipador de calor	-
1	Contador de calorías WMZ3	7 747 009 873
1	Progamador solar CS 200	7 747 004 424
1	Vaso tampón	-
1	Líquido solar (cantidad y tipo dependen de la instalación)	-
1	Válvula de 3 vías	-
	Intercambiador de placas (hasta 16 m2 de superficie bruta de colector) CB 60-20 H	-
	Intercambiador de placas (hasta 32 m2 de superficie bruta de colector) CB 60-30 H	-
	Intercambiador de placas (hasta 40 m2 de superficie bruta de colector) CB 60-40 H	-
1	Intercambiador de placas (hasta 80 m2 de superficie bruta de colector) CB 60-80 H	-
1	Aislamiento del intercambiador de placas	-
1	Grupo de seguridad (circuito secundario)	-
1	Vaso de expansión (requiere cálculo)	-
1	Grundfos Alpha 2 25-40 o WILO Stratos PICO 25/1-4	-
	Grundfos Alpha 2 32-40 o WILO Stratos PICO 30/1-4	-
	Grundfos Alpha 2 25-60 o WILO Stratos PICO 25/1-6	-
	Grundfos Alpha 2 32-60 o WILO Stratos PICO 30/1-6	-
	Grundfos Alpha 2 32-100 o WILO Stratos PICO 30/1-6	-
	Grundfos Alpha 2 32-120 o WILO Stratos PICO 32/1-12	-
1	Válvula de derivación	-
1	Válvula antirretorno (circuito secundario)	-
1	Regulador de presión	-
6	Contadores de acs	-
6	Limitador de caudal	-
6	Válvula de corte	-

Ejemplo de una instalación con 6 viviendas para un sistema centralizado y apoyo individual.

4.4 Componentes de un gran sistema descentralizado.

4.4.1 Sistema solar con depósitos individuales.

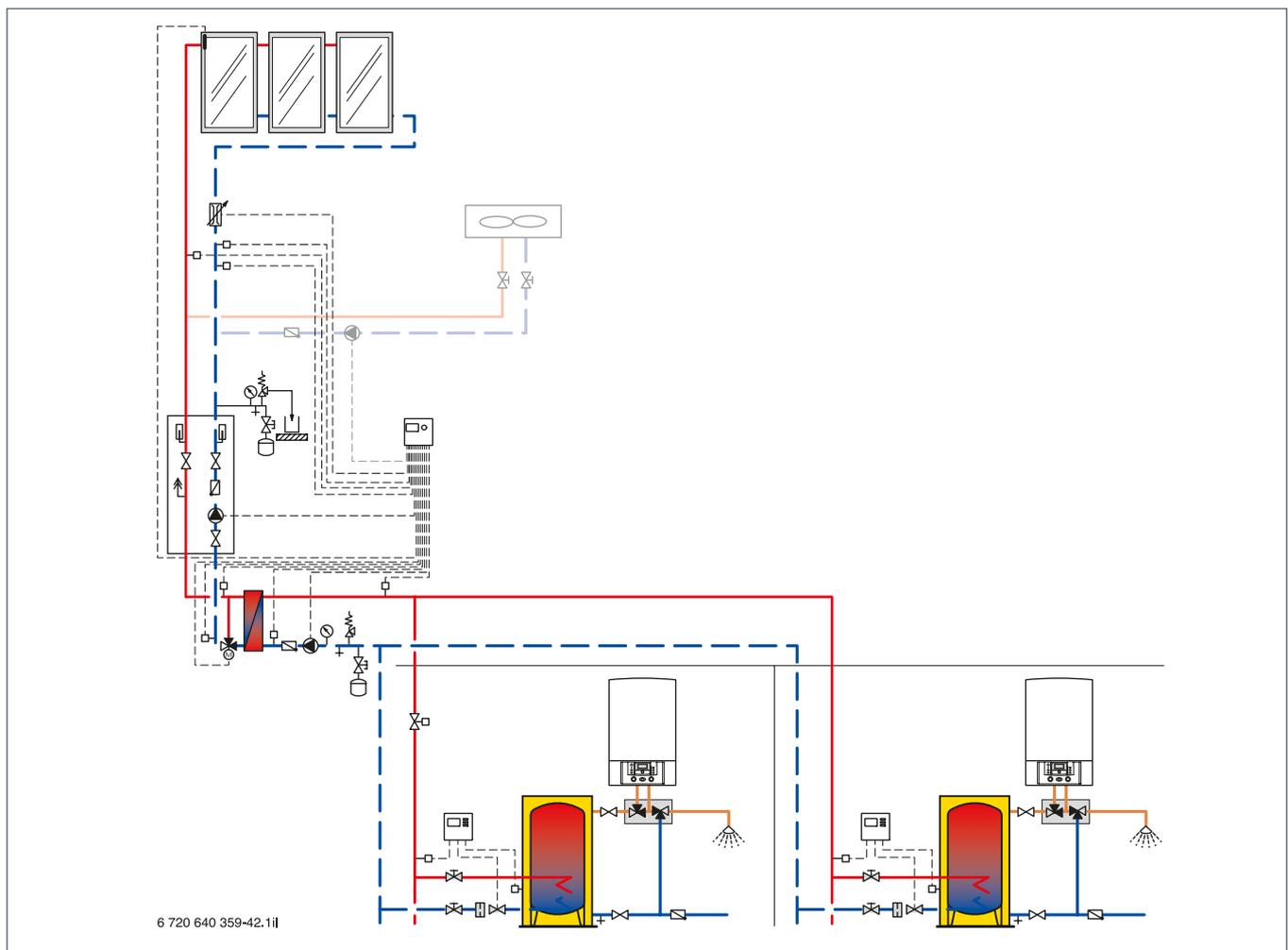
Componentes del sistema.

- ▶ Campo de colectores (incluyendo kit de conexión, purgador de aire, kit de soporte para colectores sobre tejado inclinado o sobre tejado plano).
- ▶ Ganchos de fijación para tejado plano, sobre tejado (kit básico o ampliación).
- ▶ WMZ:
 - Para registrar la energía que produce únicamente el campo de colectores, el contador de calorías con el correspondiente sensor de temperatura se debe instalar por encima de la línea del disipador de calor.
 - Para registrar la energía solar aprovechable, el contador de calorías con el correspondiente sensor de temperatura se debe instalar por debajo de la línea del disipador de calor.
- ▶ La refrigeración de retorno (disipador de calor, bomba, válvula de corte) a instalar in situ.

- ▶ Estación solar (incluyendo regulación solar, vaso de expansión, grupo de seguridad, tubería de conexión).
- ▶ Líquido solar.
- ▶ Intercambiador de placas externo entre el circuito solar y el circuito de distribución.
- ▶ Bomba del circuito de distribución, grupo de seguridad, válvulas de corte.
- ▶ Portador de calor para circuito de calefacción.
- ▶ Tuberías (válvulas reguladoras de caudal, válvulas de equilibrado).
- ▶ Válvula de equilibrado.
- ▶ Acumulador de a.c.s.
- ▶ Caldera auxiliar.

Diagrama del sistema.

Ejemplo de diagrama de un edificio de viviendas donde de muestran los componentes del sistema: El sistema, incluyendo los acumuladores de agua caliente sanitaria pueden ser diseñados de forma modular. Cuando se dimensiona, la bomba de distribución limita el número de acumuladores de agua caliente sanitaria conectados. El siguiente ejemplo muestra dos viviendas con un acumulador de agua caliente sanitaria cada una.



Esquema de la conexión para casas multifamiliares (ejemplo con dos viviendas).

Unidad de carga para acumuladores de agua caliente descentralizados.

Componentes	Descripción
Programador solar B-SOL 050	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Regulador diferencial de la temperatura con sonda de temperatura del acumulador. (vaina de inmersión del acumulador) y sonda de la temperatura de impulsión en la vía de distribución.
Válvula de esfera en impulsión	<ul style="list-style-type: none"> ▶ ¾ ", DN 20. ▶ Presión de trabajo máx. admitida 10 bares. ▶ Temperatura de servicio máx. 110 °C. ▶ Compatibilidad con glicol ≤ 50 %. ▶ Válvula de retención.
Válvula de 2 vías p. ej.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ p. ej. ¾ ", DN 20. ▶ Presión de trabajo máx. admitida 10 bares. ▶ Temperatura de servicio máx. 110 °C. ▶ Compatibilidad con glicol ≤ 50 %. ▶ Diferencia de presión máx. admitida 1,0 bar (mediante válvula): la válvula de ajuste debe ser capaz de abrir y cerrar correctamente la válvula.
Válvula motorizada activada térmicamente	<ul style="list-style-type: none"> ▶ p. ej. ¾ ", DN 20. ▶ Presión de trabajo máx. admitida 10 bares. ▶ Temperatura de servicio máx. 110 °C. ▶ Compatibilidad con glicol ≤ 50 %.
Válvula de equilibrado	<ul style="list-style-type: none"> ▶ p.ej. Temperatura ambiente admitida de válvula de ajuste 50 °C. ▶ Tiempo de cierre de válvula de ajuste ≤ 3 minutos con una temperatura ambiente de 50 °C. ▶ Temperatura admitida del medio en la válvula de la válvula de ajuste 110 °C. ▶ Activación de la válvula de ajuste 230 V, máx. 250 W, 1,1 A. ▶ Válvula de ajuste cerrada sin corriente.
Válvula compensadora	<ul style="list-style-type: none"> ▶ p.ej. Temperatura de servicio máx.: 110 °C. ▶ Compatibilidad con glicol ≤ 50 %. ▶ Campo de regulación mín. 0,5 ... 6,0 l/min (30 ... 360 l/h).

Componentes de la unidad de carga de los acumuladores de agua caliente descentralizados.

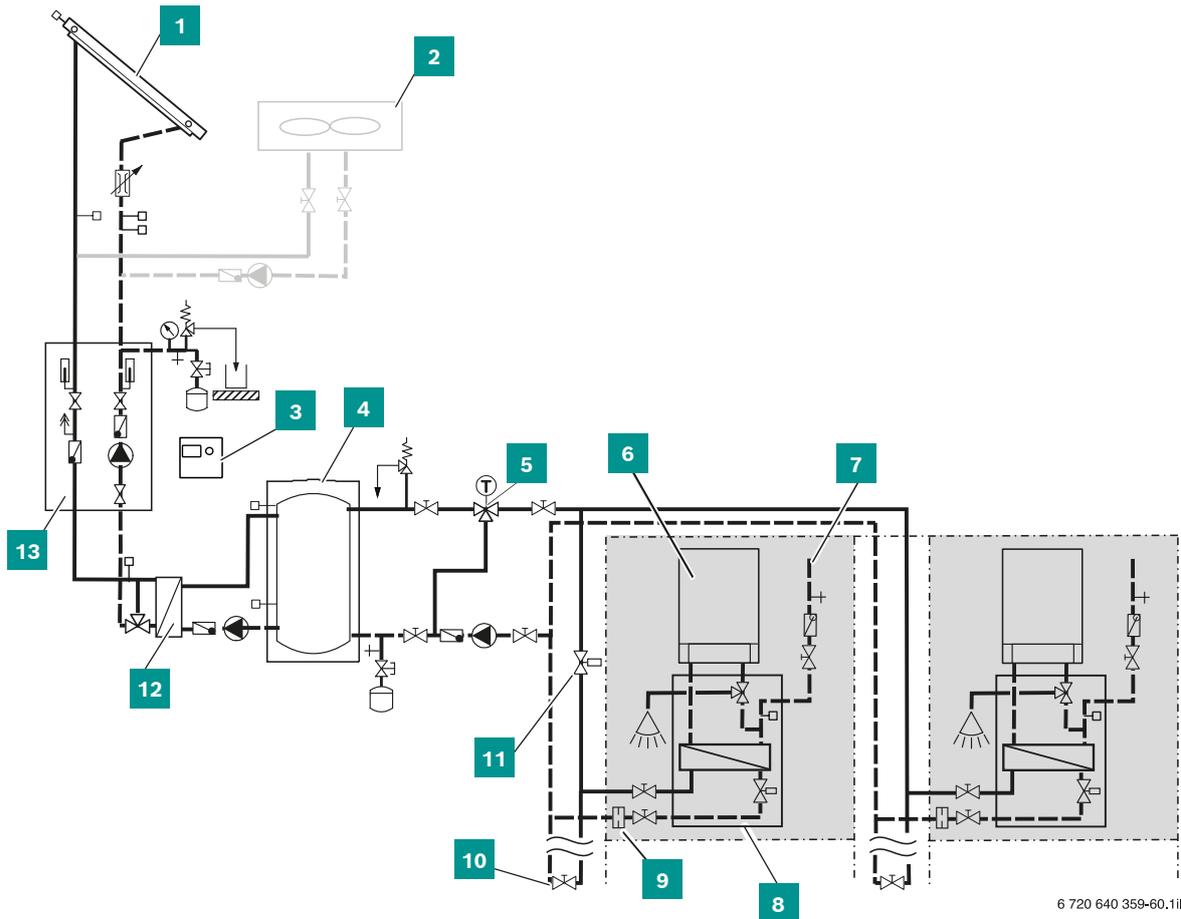
4.4.2 Sistema solar con intercambiadores por vivienda.

Componentes del sistema.

- ▶ Campo de colectores (incluyendo kit de conexión, purgador de aire, kit de soporte para colectores sobre tejado inclinado o sobre tejado plano).
- ▶ Ganchos de fijación para tejado plano, sobre tejado (kit básico o ampliación).
- ▶ WMZ:
 - Para registrar la energía que produce únicamente el campo de colectores, el contador de calorías con el correspondiente sensor de temperatura se debe instalar por encima de la línea del disipador de calor.
 - Para registrar la energía solar aprovechable, el contador de calorías con el correspondiente sensor de temperatura se debe instalar por debajo de la línea del disipador de calor.
- ▶ La refrigeración de retorno (disipador de calor, bomba, válvula de cierre) a instalar in situ.
- ▶ Estación solar (incluyendo regulación solar, vaso de expansión, grupo de seguridad, tubería de conexión).
- ▶ Líquido solar.
- ▶ Intercambiador de placas externo entre el circuito solar y el circuito de distribución.
- ▶ Bomba de calentamiento del acumulador auxiliar.
- ▶ Acumulador central.
- ▶ Bomba del circuito de distribución y mezclador de agua caliente (grupo de seguridad, llaves de paso, válvula de retención, válvula de seguridad, etc., deben instalarse).
- ▶ Portador de calor para circuito de calefacción.
- ▶ Tuberías (válvulas reguladoras de caudal, válvulas de equilibrado).
- ▶ Válvula de equilibrado.
- ▶ Solarbox Comfort (con válvula mezcladora térmica integrada) o Solarbox Basic (sin válvula mezcladora térmica integrada).
- ▶ Sets de conexión para Solarbox.
- ▶ Caldera auxiliar.
- ▶ Regulación solar.
- ▶ Kit de sistema.

Diagrama del sistema.

Ejemplo de diagrama de un edificio de viviendas donde se muestran los componentes del sistema: El sistema incluye el Solarbox que puede ser diseñado de forma modular. Cuando se dimensiona, la bomba de distribución limita el número de Solarbox conectadas. El siguiente ejemplo muestra dos viviendas con un Solarbox cada una. Es obligatorio e imprescindible la regulación del sistema, en este caso es a través de la CS200+MS200.

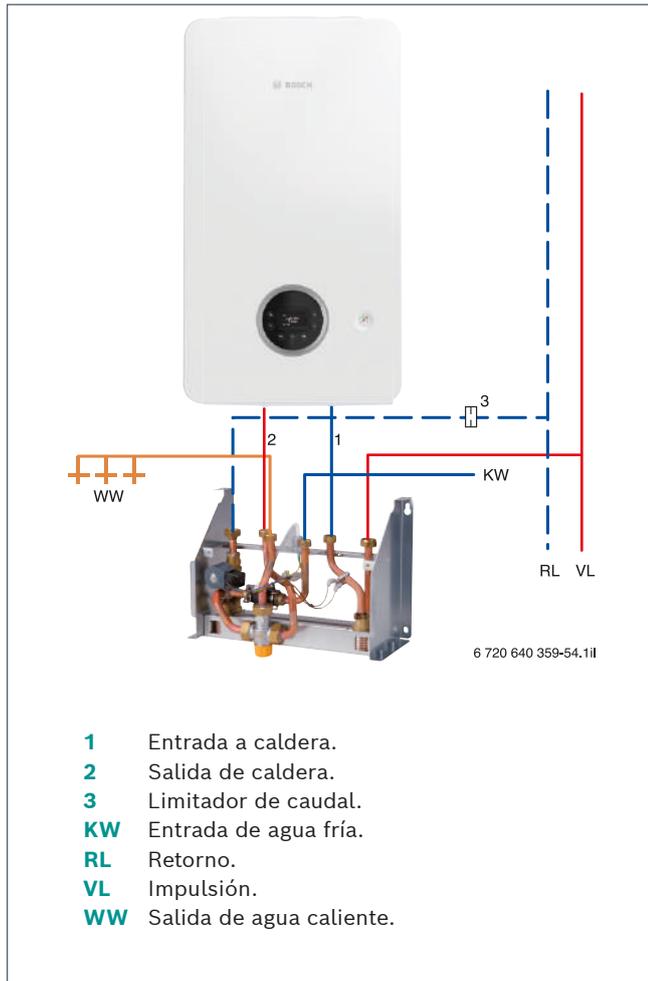


6 720 640 359-60.111

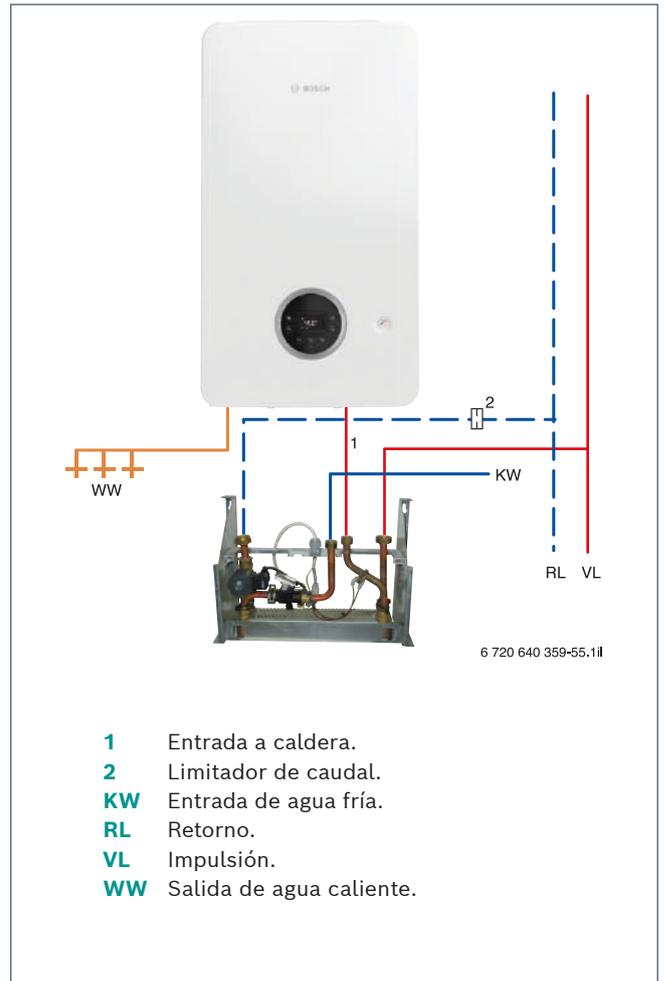
- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 1 Campo de colectores. 2 Disipador de calor (opcional). 3 Regulación solar CS200 + MS 200. 4 Acumulador. 5 Válvula mezcladora. 6 Caldera. 7 Entrada de agua fría. | <ul style="list-style-type: none"> 8 Solarbox Comfort (con válvula mezcladora integrada). 9 Limitador de caudal. 10 Válvula reguladora o limitador de caudal. 11 Válvula de equilibrado. 12 Intercambiador de placas. 13 Estación solar AGS-2. |
|--|--|

Esquema de la conexión para casas multifamiliares (ejemplo con dos viviendas y Solarbox con válvula mezcladora).

Solarbox Comfort y Basic.



Solarbox Comfort (con válvula mezcladora):
 vista general y conexiones.



Solarbox Basic (sin válvula mezcladora):
 vista general y conexiones.

Solarbox	Unidad	Comfort	Basic
Dimensiones (H x A x P)	mm	400 x 275 x 210	400 x 275 x 210
Peso	kg	10	9
Conexiones			
▶ agua caliente, agua fría	–	G ½ (AG) (rosca macho)	G ½ (AG) (rosca macho)
▶ retorno/alimentación calefacción secundaria	–	G ½ (AG) (rosca macho)	G ½ (AG) (rosca macho)
▶ retorno/alimentación solar	–	G ¾ (AG) (rosca macho)	G ¾ (AG) (rosca macho)
Presión máxima del circuito de distribución	bares	10	10
Presión de servicio máxima del agua caliente	bares	10	10
Temperatura máxima a la entrada del circuito de distribución	°C	60	60
Cantidad máxima de extracción de agua caliente (con 42 °C agua caliente y 60 °C temperatura del acumulador auxiliar)	l/min	12	12
Conexión eléctrica	V (Hz)	230 AC (50)	230 AC (50)

Dimensiones y datos técnicos.

4.4.3 Sistema solar con Acumulación centralizada.

Componentes del sistema.

- ▶ Campo de colectores (incluyendo kit de conexión, purgador de aire, kit de soporte para colectores sobre tejado inclinado o sobre tej plano).
- ▶ Ganchos de fijación para tejado plano, sobre tejado (kit básico o ampliación).
- ▶ WMZ:
 - Para registrar la energía que produce únicamente el campo de colectores, el contador de calorías con el correspondiente sensor de temperatura se debe instalar por encima de la línea del disipador de calor.
 - Para registrar la energía solar aprovechable, el contador de calorías con el correspondiente sensor de temperatura se debe instalar por debajo de la línea del disipador de calor.
- ▶ La refrigeración de retorno (disipador de calor, bomba, válvula de cierre) a instalar in situ.
- ▶ Estación solar (incluyendo regulación solar, vaso de expansión, grupo de seguridad, tubería de conexión).
- ▶ Líquido solar.
- ▶ Intercambiador de placas externo entre el circuito Solar.

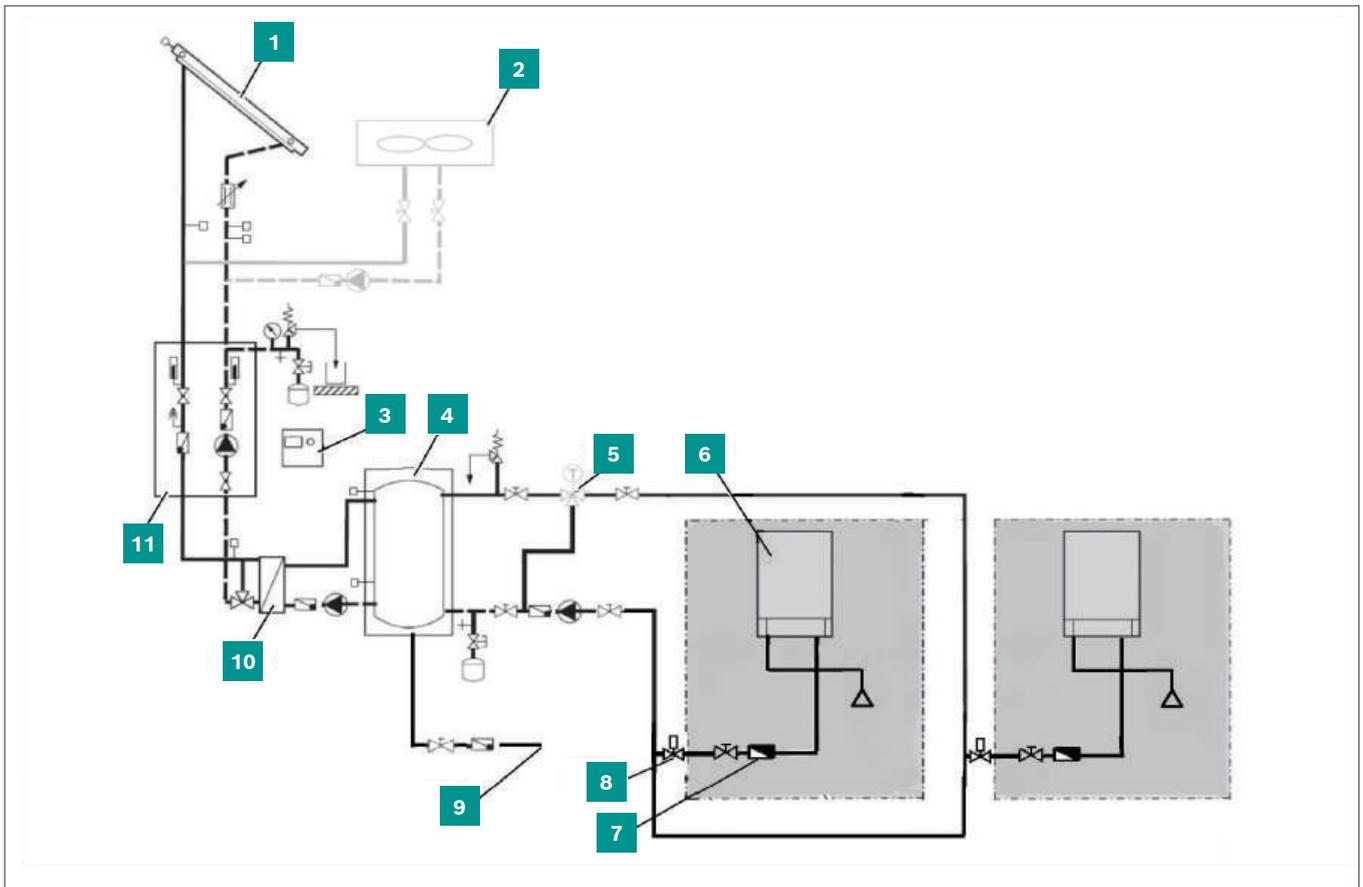
- ▶ Bomba de calentamiento del acumulador solar.
- ▶ Acumulador solar.
- ▶ Bomba del circuito de distribución y mezclador de Agua caliente (grupo de seguridad, llaves de paso, válvula de retención, válvula de seguridad, etc., deben instalarse).
- ▶ Portador de calor para circuito de calefacción.
- ▶ Tuberías (válvulas reguladoras de caudal, válvulas de equilibrado).
- ▶ Contador de acs
- ▶ Caldera auxiliar.

Diagrama del sistema.

Ejemplo de diagrama de un edificio de viviendas en el que se muestra los componentes del sistema: El sistema incluye un acumulador centralizado solar que suministra a todas las viviendas.

Cuando se dimensiona, el sistema de distribución tenemos que tener en cuenta las válvulas de equilibrado, así como los contadores de acs, obligatorios por RITE.

El siguiente ejemplo muestra dos viviendas con un depósito centralizado. Es obligatorio e imprescindible la regulación del sistema, en este caso es a través de la CS 200 + MS 200.



Esquema de la conexión para casa multifamiliar (ejemplo con 2 viviendas)

4.5 Dimensionado del acumulador.

El tamaño del acumulador necesario depende del tamaño y cantidad del área de colectores además del perfil de consumo del proyecto de construcción previsto. Cuando se utilizan acumuladores con intercambiador interno, hay que tener en cuenta la superficie de transferencia.

Los acumuladores están dimensionados para un almacenamiento a corto plazo de la energía necesaria para el calentamiento de agua caliente sanitaria. El volumen debe estar entre 50 a 180 litros por m² de superficie del colector (Según CTE 2013).

Cuanto mayor sea la potencia cubierta por el área de colectores, menor es el volumen requerido para el acumulador y cuanto más desigual sea el patrón de consumo, mayor es la acumulación requerida.

Este cálculo tiene como objetivo reducir al mínimo los tiempos de inactividad del sistema de energía solar térmica, debido a que el acumulador está totalmente caliente.

En el caso de proyectos para edificios con un patrón de consumo sin tiempos en los que no hay demanda, como por ejemplo en un edificio multifamiliar, un acumulador

CV 800/1000/750 con aprox. 50 l/m² está diseñado para almacenar la energía necesaria para cubrir el calentamiento de agua caliente sanitaria de todo un día.

$$V_{AC} = A_C \cdot 50$$

A_C Área de colectores (apertura) en m².
V_{AC} Volumen de acumulación en litros.

Si la instalación se prevé para un perfil de consumo irregular con tiempos de demanda nula, como p. ej. una residencia de estudiantes con un consumo muy reducido durante el fin de semana, un acumulador con aprox. 70 l/m² está dimensionado para un mayor nivel de almacenamiento de energía.

$$V_{AC} = A_C \cdot 70$$

En el caso de tasas de cobertura solar inferiores al 40%, el volumen del acumulador, posiblemente, se pueda reducir. Sin embargo, esto no debe dar lugar a períodos más largos de inactividad, lo que debe verificarse por medio de un cálculo o simulación.

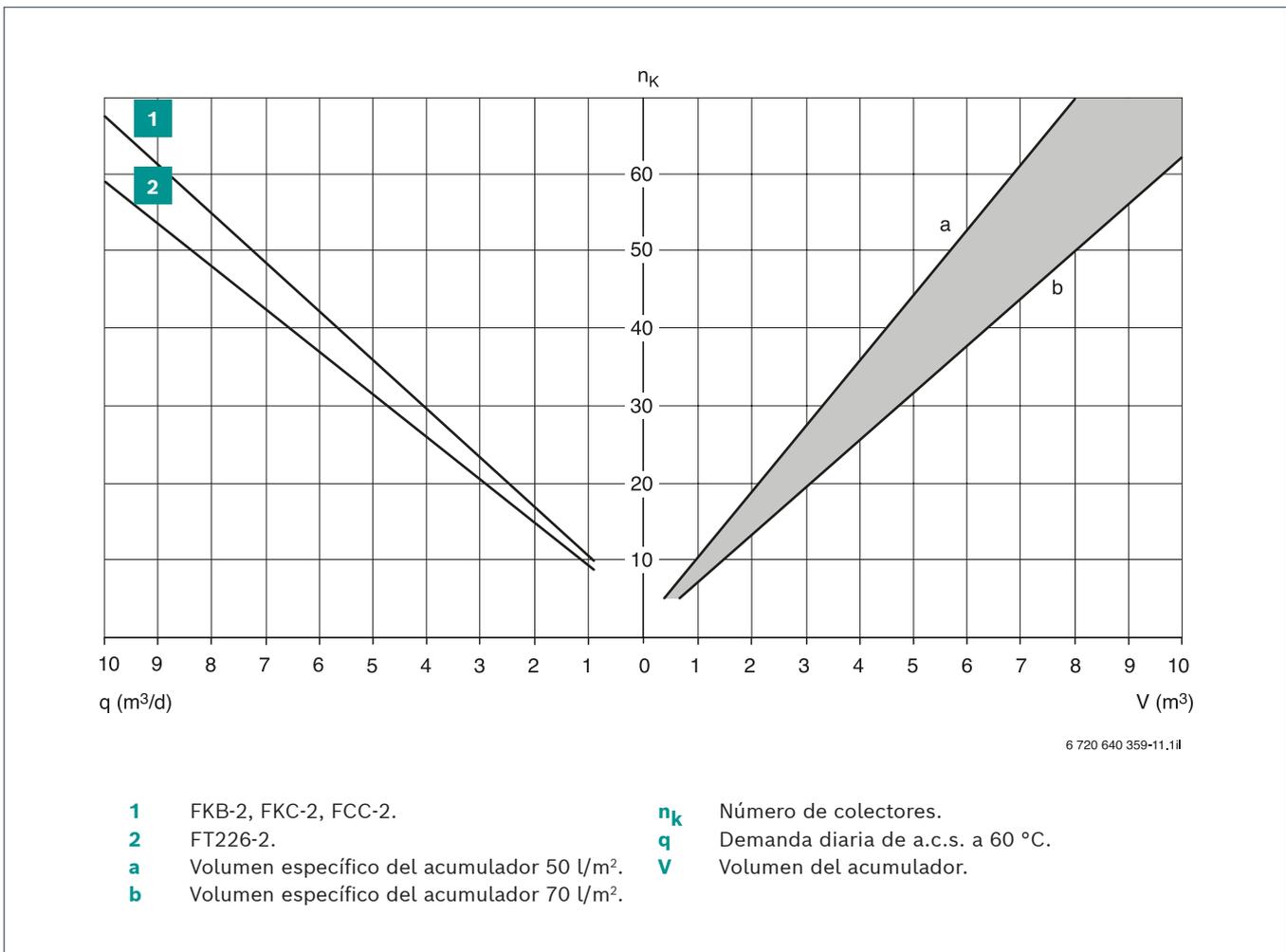


Diagrama para estimar del número de colectores y tamaño del acumulador según los ejemplos arriba indicados.

5 Dimensionado del sistema.

5.1 Planificación de grandes sistemas solares térmicos.

Cuando se diseña un gran sistema de energía solar térmica, se deberá determinar la demanda de agua caliente sanitaria del edificio (temperatura de agua fría 12 °C).

Deben tenerse en cuenta los siguientes factores:

- ▶ Consumo de a.c.s diario por persona.
- ▶ Tipología del edificio.
- ▶ Número de viviendas.
- ▶ Ocupantes por vivienda.

- ▶ Número total de ocupantes = Número de viviendas x ocupantes por vivienda.
- ▶ Comprobar la cantidad de energía necesaria para cubrir la demanda de a.c.s. a través del diagrama de la figura de la página anterior.

La elección de la estación solar AGS y del acumulador auxiliar CV 800 hasta CV 1000 esta sujeto a el campo de colectores.

Como parte del proceso de diseño, tenga en consideración todas las condiciones regionales, requisitos específicos, directivas actuales y normas técnicas. Si existe falta de información consulte las guías técnicas solares.

5.2 Determinación de la demanda de a.c.s.

Para valorar las demandas se tomarán los valores unitarios que aparecen en la siguiente tabla (demanda de referencia a 60 °C).

Criterio de demanda	Litros/día unidad	Unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal**	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión*	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

Demanda de referencia a 60 °C (1). Fuente: Nuevo ASIT.

Los valores de demanda ofrecidos en esta tabla tienen la función de determinar la fracción solar mínima a abastecer mediante la aplicación de esta tabla. Serán válidas las demandas de a.c.s. calculadas mediante la norma UNE 94002 u otras fuentes de datos aceptadas.

Para otros usos se tomarán valores contrastados por la experiencia o recogidos por fuentes de reconocida solvencia. Para una temperatura en el acumulador final diferente de 60 °C, se deberá alcanzar la contribución solar mínima correspondiente a la demanda obtenida con las demandas de referencia a 60 °C. No obstante, la demanda a considerar a efectos de cálculo, según la temperatura elegida, será la que se obtenga a partir de la siguiente expresión:

$$D(T) = \sum Di(T)$$

$$Di(T) = Di(60^{\circ}\text{C})(60 - T_i / T - T_i)$$

siendo: D(T) Demanda de agua caliente sanitaria anual a la temperatura T elegida; Di(T) Demanda de agua caliente sanitaria para el mes i a la temperatura T elegida; Di(60 °C) Demanda de agua caliente sanitaria para el mes i a la temperatura de 60 °C; T Temperatura del acumulador final; Ti Temperatura media del agua fría en el mes.

5.3 Determinación del número de colectores necesarios.

Para determinar el número de colectores necesarios, es prioritario saber el número de ocupantes y la demanda de agua caliente sanitaria por persona. En el uso residencial privado, según el ASIT, el cálculo del número de personas por vivienda deberá hacerse utilizando como valores mínimos los que se relacionan a continuación:

Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado.

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	≥ 6
Número de Personas	1,5	3	4	5	6	6	7

En los edificios de viviendas multifamiliares se utilizará el factor de centralización correspondiente al número de viviendas del edificio que multiplicará la demanda diaria de agua caliente sanitaria a 60 °C calculada.

Valor del factor de centralización

Número de Viviendas	N≤3	4≤N ≤10	11≤N≤ 20	21≤N ≤50	51≤N ≤75	76≤N ≤100	N≥101
Factor de centralización	1	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70

Una vez calculada la energía necesaria en función de la demanda en los diagramas de las figuras de las siguientes paginas podemos determinar el número de colectores necesarios, sujeto a la radiación solar y la cobertura necesaria (30 % a 70 %).

Servicios de a.c.s. que se mantiene en sus demandas dependientes del número de ocupantes de la vivienda a los mismos valores de energía admitidos en la guía técnica de ASIT del 2013. Ahora en el CTE se fija un 60 a 70% de cobertura de energías renovables para todo el territorio nacional, en lugar de un porcentaje de cobertura variable del anterior dependiente de la radiación solar y de la demanda total del edificio.

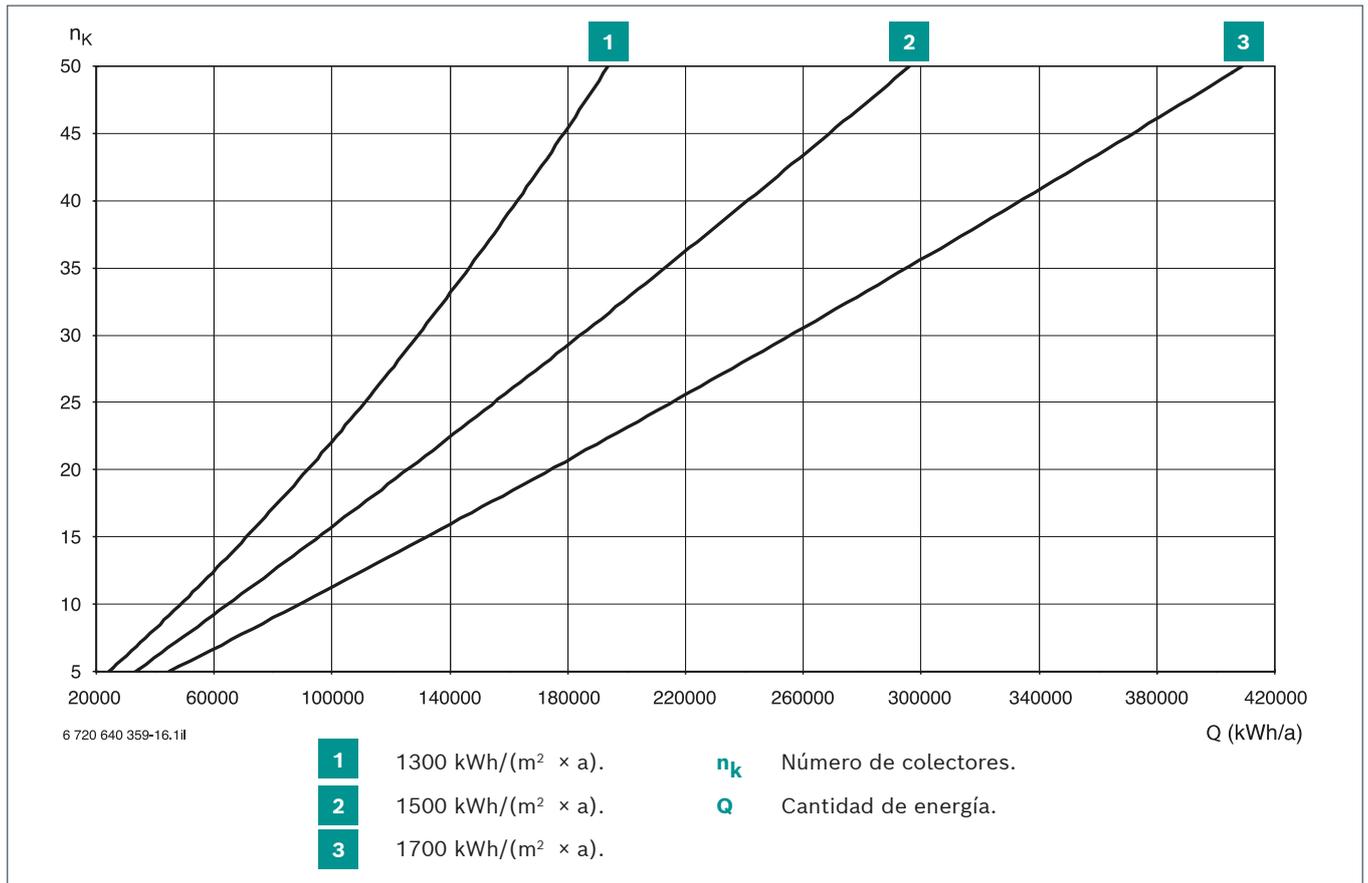
Siendo la contribución mínima de energía renovable cubrirá al menos al 70% de la demanda energética anual de a.c.s y/o climatización de piscina, obtenida a partir de valores mensuales, incluyendo las pérdidas térmicas por distribución, acumulación y recirculación. En caso de demandas de a.c.s. inferiores a 5000 l/día (52 viviendas de 3 dormitorios) la contribución mínima de energía renovable será como mínimo del 60%.

Deben tenerse en cuenta los siguientes factores:

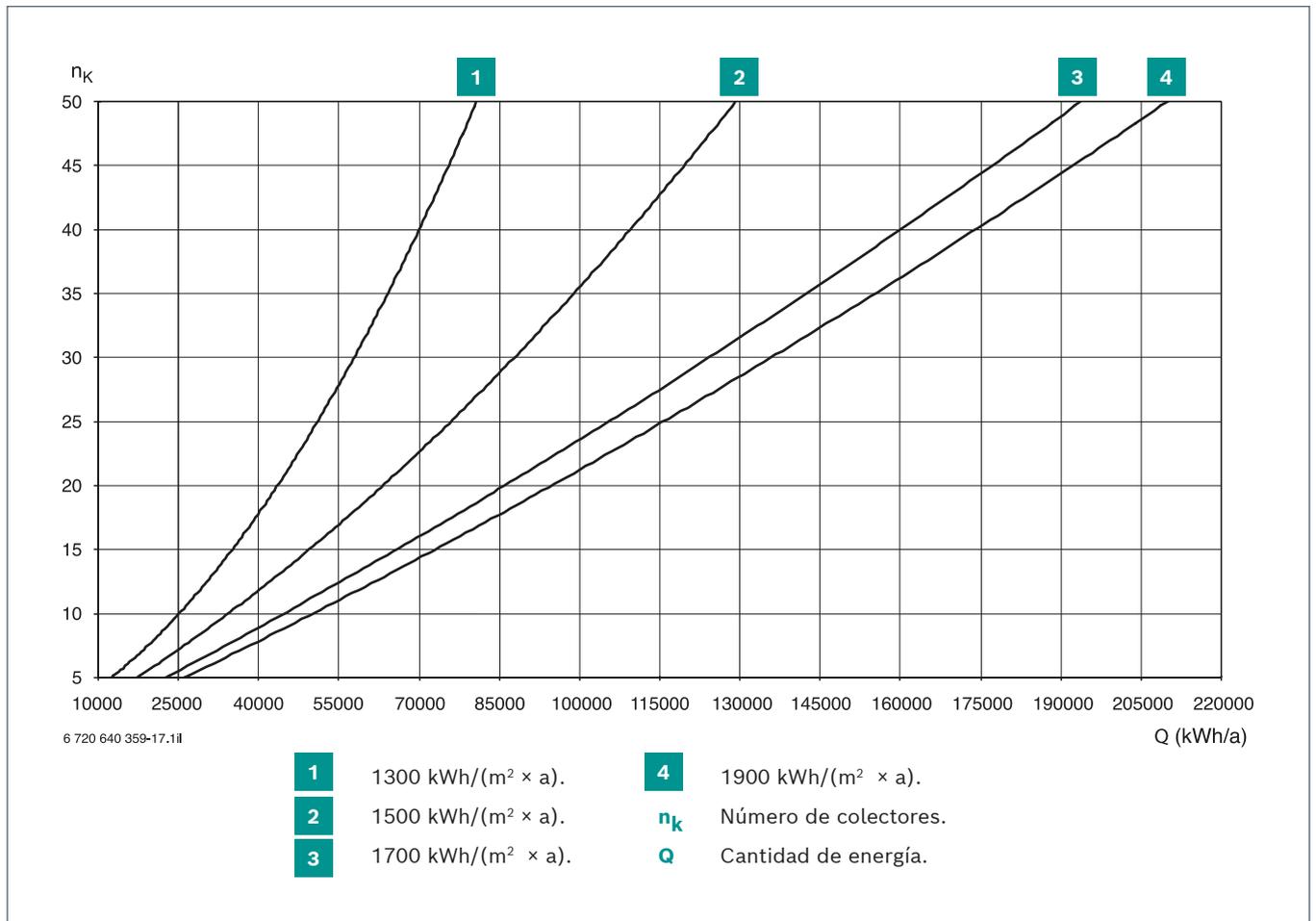
- ▶ Área de colectores, sujeto a la radiación solar.
- ▶ Sistema hidráulico.
- ▶ Demanda del agua caliente y perfil de necesidades.
- ▶ Estructura del edificio.
- ▶ Longitud y diámetro de tuberías.
- ▶ Grosor y calidad del aislamiento de las tuberías y del acumulador de agua caliente.
- ▶ Temperatura del agua caliente y de extracción.
- ▶ Sombra de los colectores.

Los siguientes diagramas sólo están diseñados para proporcionar una aproximación y no puede sustituir a una simulación informática completa de un sistema. Por lo tanto:

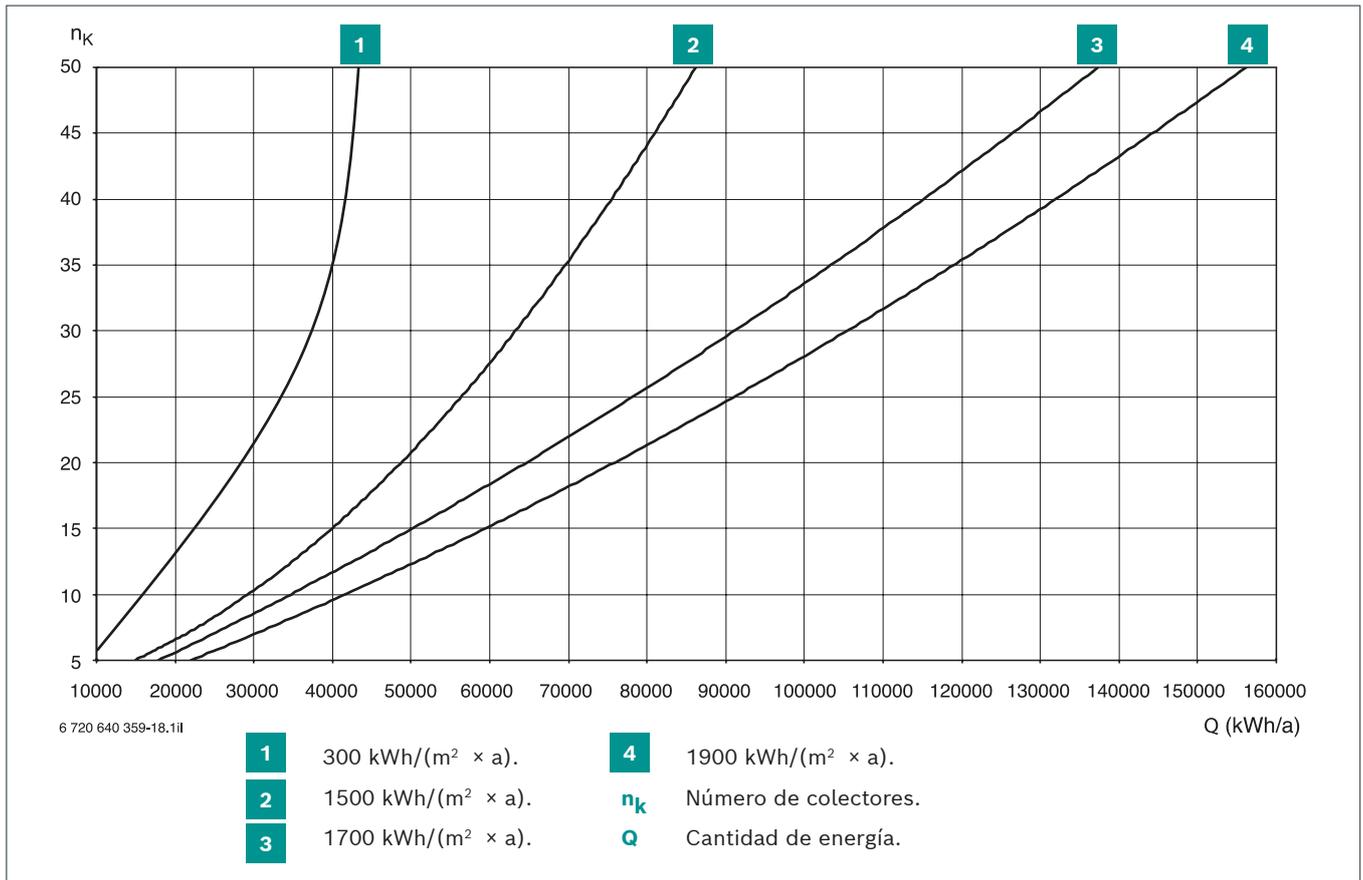
- ▶ Determine el tamaño aproximado del campo de colectores mediante los diagramas.
- ▶ Defina el sistema hidráulico y sus componentes.
- ▶ Utilice una herramienta de simulación con los parámetros adecuados para su sistema definido para calcular y optimizar el rendimiento solar. Les recomendamos nuestro programa +Solar.
- ▶ Los diagramas indican una disposición de a.c.s. a 45 °C. Si tiene intención de proporcionar a su sistema de agua caliente sanitaria una temperatura de 60 °C, necesitará una superficie de colectores de aproximadamente un 20 % mayor.



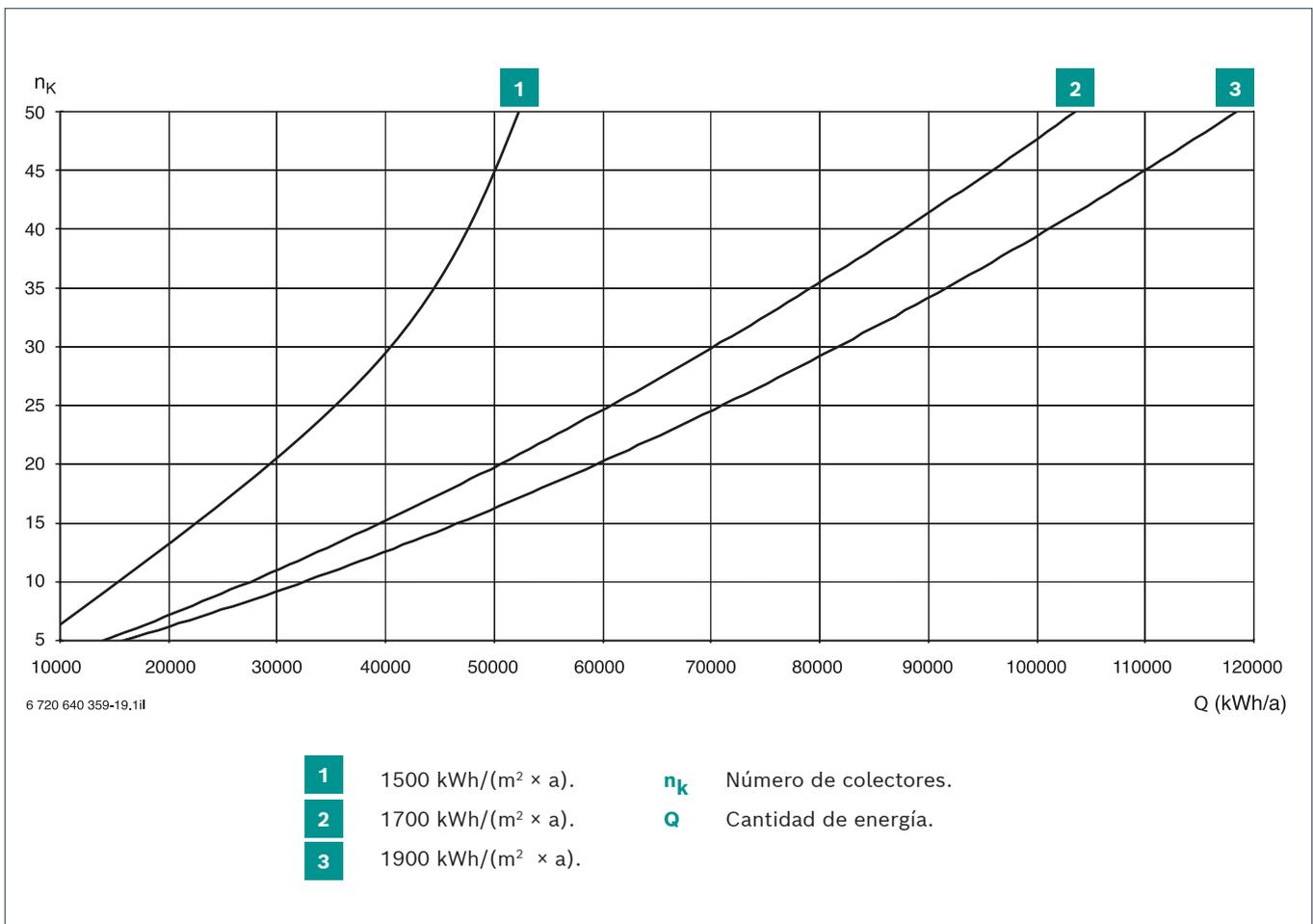
Demanda del colector en el caso de 30 % de cobertura solar (45 °C agua caliente, 12 °C agua fría, 45° ángulo de inclinación, FK-2S).



Demanda del colector en el caso de 50 % de cobertura solar (45 °C agua caliente, 12 °C agua fría, 45° ángulo de inclinación, FK-2S).



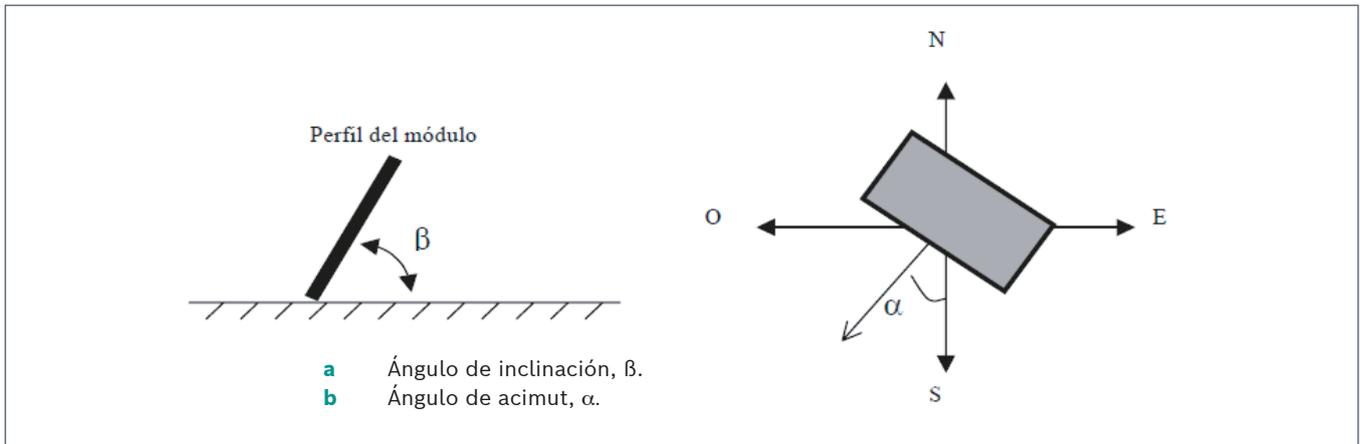
Demanda del colector en el caso de 60 % de cobertura solar (45 °C agua caliente, 12 °C agua fría, 45° ángulo de inclinación, FK-2S).



Demanda del colector en el caso de 70 % de cobertura solar (45 °C agua caliente, 12 °C agua fría, 45° ángulo de inclinación, FK-2 S).

5.3.1 Factores de corrección para la orientación y el ángulo de inclinación.

Las pérdidas por este concepto se calcularán en función de:



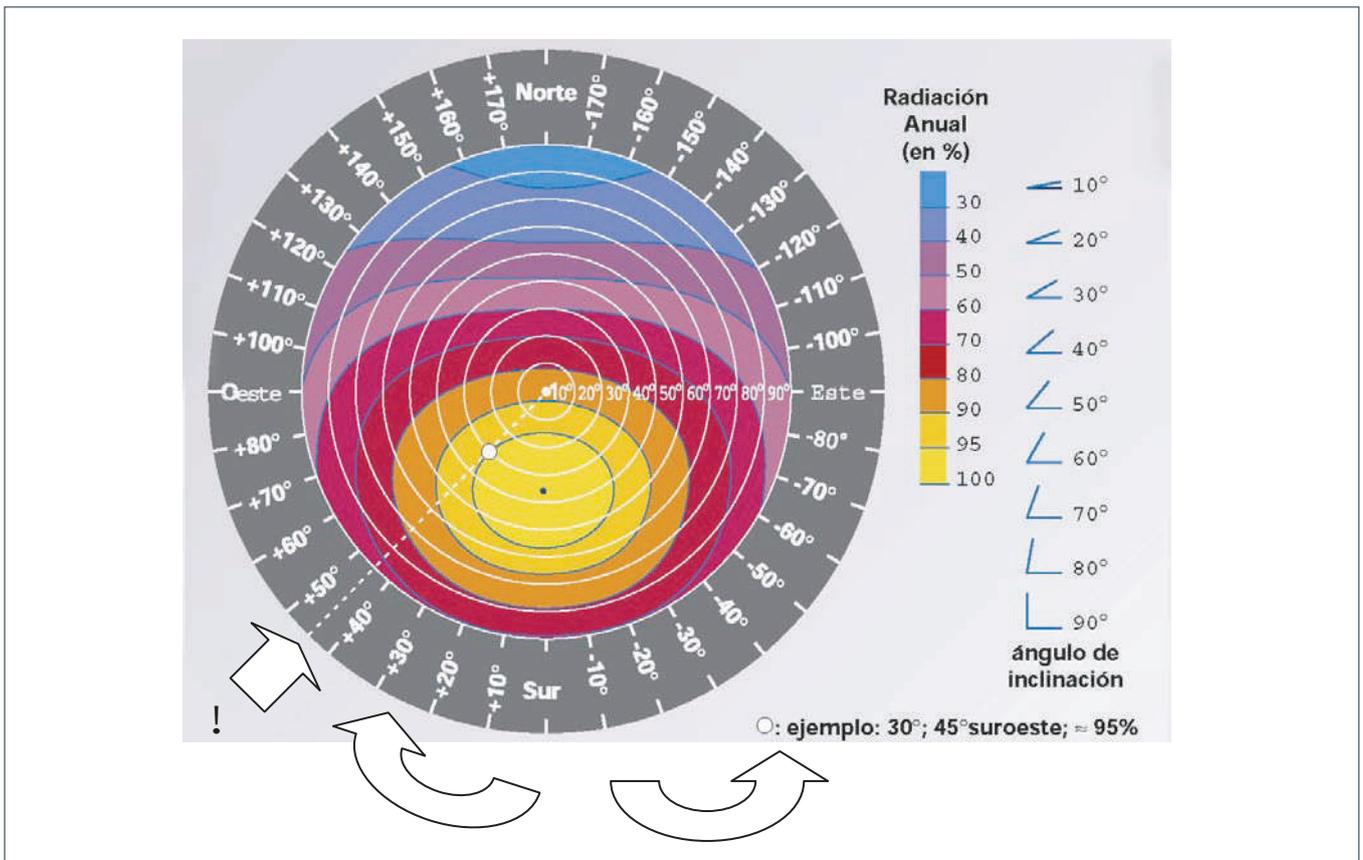
Orientación e inclinación de los módulos.

Procedimiento.

Determinado el ángulo de acimut del captador, se calcularán los límites de inclinación aceptables de acuerdo a las pérdidas máximas respecto a la inclinación óptima establecidas en la figura 28.

Ejemplo:

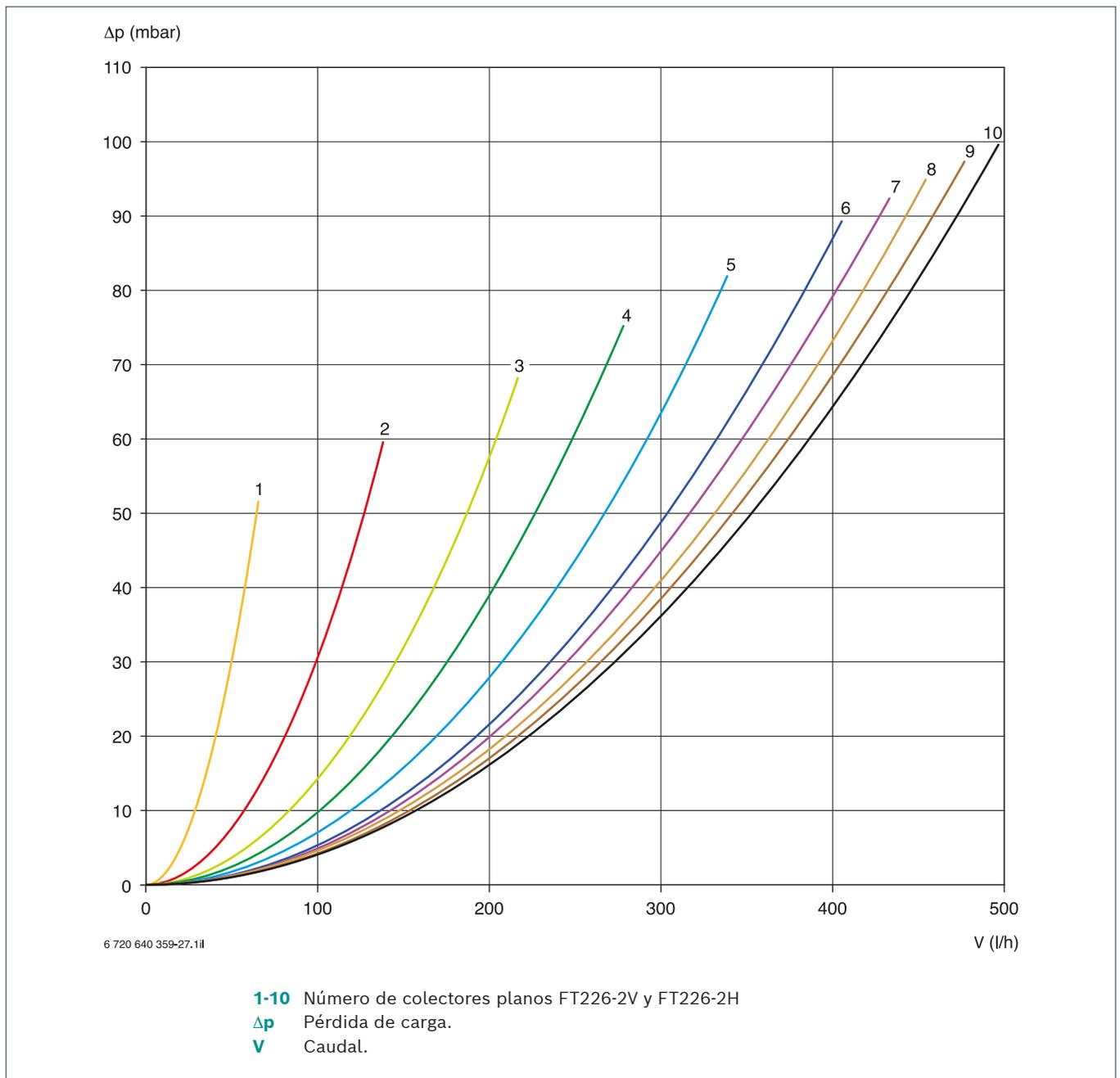
Ángulo de inclinación β : 45° sureste.
 Ángulo acimut α : 30°.
 Resultado: 95 % de radiación anual.



5.3.2 Cálculo del caudal en el campo de colectores.

$$V_A = V_{k,Nenn} \cdot n_k = 50 \cdot n_k$$

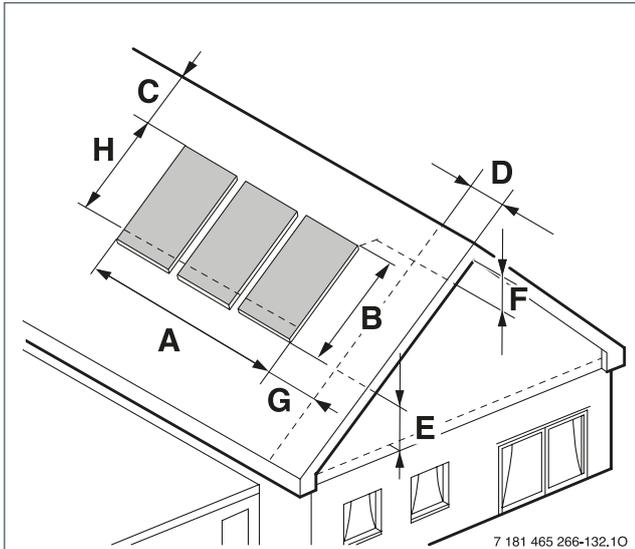
5.3.3 Determinación de la pérdida de carga de una fila de colectores.



Pérdida de carga para colector plano FKC-2S, FKC-2W, FT226V y FT226-2H (mezcla glicol-agua 55/45 vol.-%).

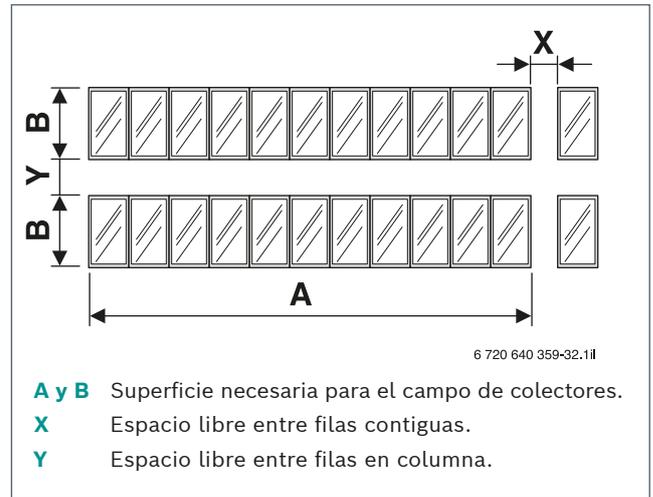
5.4 Requerimientos de espacio necesario para colectores instalados en tejado inclinado.

5.4.1 Indicaciones generales de las medidas.



- A y B** Superficie necesaria para el campo de colectores.
- C** Al menos dos filas de tejas hasta el remate del tejado o la chimenea; en especial si las tejas están colocadas sobre mortero ya que existe el riesgo de que la cubierta del tejado sufra daños.
- D** Saliente del tejado inclusive el grosor de la fachada.
- E** Al menos 30 cm para el montaje de las tuberías de conexión en la parte inferior del ático.
- F** Al menos 40 cm para el montaje de las tuberías de conexión en la parte superior del ático (en el caso del montaje de un purgador se debe prever adicionalmente que haya suficiente espacio en la zona de la salida de la alimentación).
- G** Sólo en el caso del montaje sobre el tejado; al menos 50 cm a la izquierda y a la derecha junto al campo de colectores para las tuberías de conexión bajo el tejado.
- H** La medida H representa la distancia mínima desde el borde superior del colector hasta el perfil guía inferior a montar previamente.
- ▶ FT226-2: 1,9 mm vertical / 1,0 mm horizontal
 - ▶ FKC-2: 1,8 mm vertical / 1,0 mm horizontal
 - ▶ FFKB-2 y FCC-2: 1,9 mm vertical

Espacio requerido en el caso de la instalación de varias filas de colectores, tanto integrado como sobre tejado inclinado.



Montaje sobre el tejado inclinado

Distancia

X	aprox. 0,20 m
Y	según la estructura del tejado

Montaje integrado en tejado inclinado

Distancia

X	3 filas de tejas
Y	-

5.4.2 Montaje sobre el tejado.

Para el montaje sobre el tejado se debe tener en cuenta únicamente la altura y la anchura de los colectores a la hora de calcular el espacio necesario.

Montaje vertical y horizontal FT226-2.

Número de colectores	Vertical		Horizontal	
	medida A	medida B	medida A	medida A
1	1,18 m	2,17	2,17 m	1,18 m
2	2,38 m	2,17	4,37 m	1,18 m
3	3,58 m	2,17	6,56 m	1,18 m
4	4,78 m	2,17	8,76 m	1,18 m
5	5,98 m	2,17	10,95 m	1,18 m
6	7,18 m	2,17	13,15 m	1,18 m
7	8,38 m	2,17	15,34 m	1,18 m
8	9,58 m	2,17	17,54 m	1,18 m
9	10,78 m	2,17	19,73 m	1,18 m
10	11,98 m	2,17	21,93 m	1,18 m

Necesidad de espacio para modelo vertical y horizontal

Montaje vertical FCC-2.

Número de captadores	Medida A (m)	Medida B (m)
1	1,095	2,026
2	2,196	2,026
3	3,296	2,026
4	4,397	2,026
5	5,497	2,026
6	6,598	2,026
7	7,698	2,026
8	8,799	2,026
9	9,899	2,026
10	11,000	2,026

Necesidad de espacio para modelo vertical y horizontal

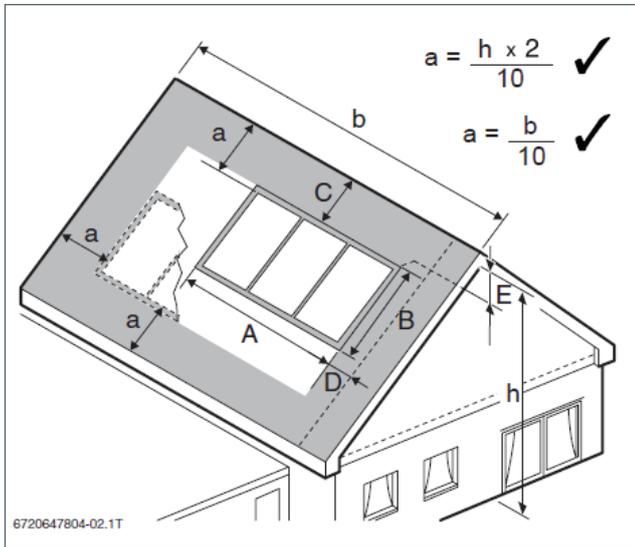
Montaje vertical y horizontal FKC-2.

Número de captadores	Vertical		Horizontal	
	medida A	medida B	medida A	medida A
1	1,18 m	2,02 m	2,02 m	1,18 m
2	2,38 m	2,02 m	4,06 m	1,18 m
3	3,58 m	2,02 m	6,11 m	1,18 m
4	4,78 m	2,02 m	8,15 m	1,18 m
5	5,98 m	2,02 m	10,19 m	1,18 m
6	7,18 m	2,02 m	12,23 m	1,18 m
7	8,38 m	2,02 m	14,27 m	1,18 m
8	9,58 m	2,02 m	16,32 m	1,18 m
9	10,98m	2,02 m	18,36 m	1,18 m
10	11,98 m	2,02 m	20,40 m	1,18 m

Necesidad de espacio para modelo vertical y horizontal

5.4.3 Montaje integrado en tejado.

En caso de montaje integrado en tejado, para calcular el espacio necesario debe tenerse en cuenta, además de la anchura y la altura de los colectores, también la medida del marco de integración.



Distancia sobre tejado

Necesidad de espacio para modelo vertical y horizontal FKC-2

Medida A, chapa de recubrimiento incluida [m]

Número de colectores	Teja/pizarra		Teja flamenca	
	vertical	horizontal	vertical	horizontal
1	1,54 m	2,38 m	1,61 m	2,45 m
2	2,74 m	4,42 m	2,81 m	4,49 m
3	3,94 m	6,46 m	4,01 m	6,53 m
4	5,14 m	8,5 m	5,21 m	8,57 m
5	6,34 m	10,55 m	6,41 m	10,62 m
6	7,54 m	12,59 m	7,61 m	12,66 m
7	8,74 m	14,63 m	8,81 m	14,7 m
8	9,94 m	16,67 m	10,01 m	16,74 m
9	11,14 m	18,71 m	11,21 m	10,78 m
10	12,34 m	20,76 m	12,41 m	20,83 m

Necesidad de espacio para modelo vertical y horizontal

Medida B, chapa de recubrimiento incluida [m]

Fila	Teja		Teja Flamenca		Pizarra	
	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.
sin lámina de plomo	2,59	1,75	2,86	2,02	2,61	1,77

Necesidad de espacio para modelo vertical y horizontal

- Medida a:** Ambas fórmulas son posibles. Se puede utilizar el valor más bajo.
- Medida A:** Espacio necesario, chapa incluida. → tab. 17 o 19 dependiendo de modelo.
- Medida B:** Espacio necesario, chapa incluida. → tab. 18 o 20 dependiendo del modelo
- Medida C:** Al menos dos filas de tejas hasta el remate del tejado/chimenea.
- Medida D:** Al menos 0,5 m para la alimentación derecha o izquierda junto al campo del colector.
- Medida E:** Cuando sea necesario un purgador en el tejado, al menos 0,4 m para la alimentación.

Planificar una distancia de al menos 3 filas de tejas entre dos campos de colectores.

Necesidad de espacio para modelo vertical y horizontal FT226-2

Medida A, chapa de recubrimiento incluida [m]

Número de colectores	Teja/pizarra		Teja flamenca	
	vertical	horizontal	vertical	horizontal
1	1,54 m	2,53 m	1,61 m	2,6 m
2	2,74 m	4,73 m	2,81 m	4,8 m
3	3,94 m	6,92 m	4,01 m	6,99 m
4	5,14 m	9,11 m	5,21 m	9,19 m
5	6,34 m	11,32 m	6,41 m	11,39 m
6	7,54 m	13,51 m	7,61 m	13,59 m
7	8,74 m	15,7 m	8,81 m	15,77 m
8	9,94 m	17,89 m	10,01 m	17,96 m
9	11,14 m	20,09 m	11,21 m	20,16 m
10	12,34 m	22,29 m	12,41 m	22,36 m

Necesidad de espacio para modelo vertical y horizontal

Medida B, chapa de recubrimiento incluida [m]

Fila	Teja		Teja Flamenca		Pizarra	
	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.	Vert.	Horiz.
sin lámina de plomo	2,74	1,75	3,01	2,02	2,76	1,77
con lámina de plomo	2,85	1,86	3,21	2,22		

Necesidad de espacio para modelo vertical y horizontal

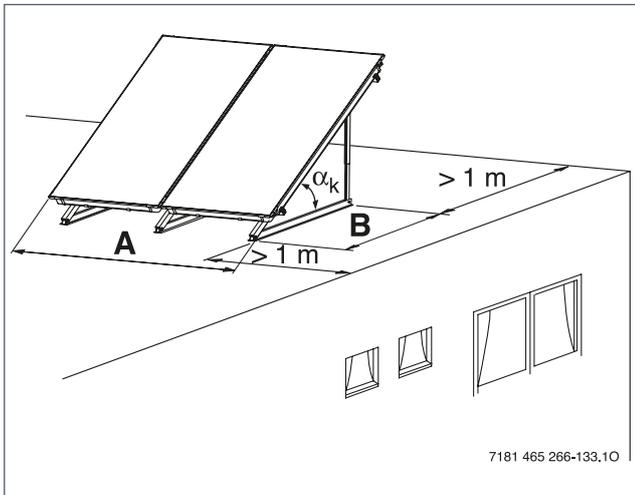
Inclinaciones del tejado permitidas

- ▶ Montar el juego de montaje solamente sobre tejados con la siguiente Inclinación.
- ▶ En el caso de montaje sobre tejados con una inclinación mejor a 25°, un tejador deberá garantizar la estanqueidad del tejado.

Cubierta del tejado	Inclinación del tejado
Teja/teja plana	25° - 65°
Teja flamenca	17°- 65°
Pizarra/Ripia	25° - 65°

5.5 Requerimientos de espacio necesario para colectores instalados sobre tejado plano o fachada.

5.5.1 Montaje en tejado plano.



A,B Superficie necesaria para el campo de colectores.

El espacio necesario para el montaje en tejado plano se determina según la anchura y altura de los colectores y el ángulo de inclinación.

Montaje vertical FKC-2

Número de colectores	A (m)	Ángulo de inclinación α_K	B (m)
1	1,18	30°	1,77
2	2,38	35°	1,67
3	3,58	40°	1,57
4	4,78	45°	1,50
5	5,98	50°	1,50
6	7,18	55°	1,52
7	8,38	60°	1,53
8	9,58	-	-
9	10,78	-	-
10	11,98	-	-

Montaje horizontal FKC-2

Número de colectores	A (m)	Ángulo de inclinación α_K	B (m)
1	2,02	30°	1,04
2	4,06	35°	0,98
3	6,10	40°	0,93
4	8,14	45°	0,88
5	10,9	50°	0,89
6	12,23	55°	0,90
7	14,27	60°	0,91
8	16,31	-	-
9	18,35	-	-
10	20,40	-	-

Montaje vertical FT226-2

Número de colectores	A (m)	Ángulo de inclinación α_K	B (m)
1	1,18	25°	1,92
2	2,38	30°	1,8
3	3,58	35°	1,69
4	4,78	40°	1,57
5	5,98	45°	1,52
6	7,18	50°	1,53
7	8,38	55°	1,54
8	9,58	60°	-
9	10,78	-	-
10	11,98	-	-

Montaje horizontal FT226-2

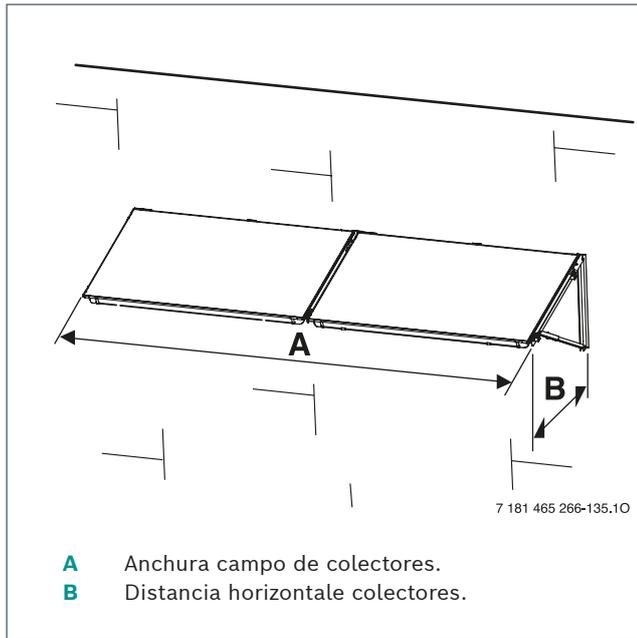
Número de colectores	A (m)	Ángulo de inclinación α_K	B (m)
1	2,17	25°	1,04
2	4,36	30°	0,98
3	6,56	35°	0,93
4	8,76	40°	0,88
5	10,95	45°	0,89
6	13,15	50°	0,9
7	15,34	55°	-
8	17,54	60°	-
9	19,73	-	-
10	21,93	-	-

Montaje vertical FCC-2

Número de captadores	Medida A (m)
2	2,20
3	3,30
4	4,40
5	5,50
6	6,60
7	7,70
8	8,80
9	9,90
10	11,00

Ángulo de inclinación	Medida B (m)
15°	1,99
20°	1,94
35°	1,93

5.5.2 Montaje en la fachada.



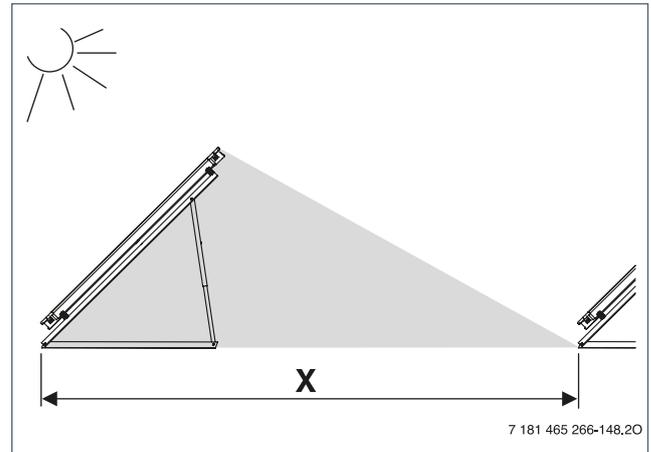
El espacio necesario para el montaje en la fachada se determina según la anchura de los colectores. Únicamente podremos realizar el montaje en la fachada para colectores planos horizontales FK2-2W o FT226-2H. La altura máxima de instalación en la fachada es de 20 m.

Montaje horizontal FT226-2.

Número de colectores	A (m)	Ángulo de inclinación α_K	B (m)
1	2,17	45°	0,85
2	4,36	45°	0,85
3	6,56	45°	0,85
4	8,76	45°	0,85
5	10,95	45°	0,85
6	13,15	45°	0,85
7	15,34	45°	0,85
8	17,54	45°	0,85
9	19,73	45°	0,85
10	21,93	45°	0,85

5.5.3 Sombra.

La distancia mínima entre las filas en caso de sombreado, se determina en función del ángulo de inclinación, la altura generada y la latitud del lugar donde se encuentre la instalación.



Representación de la formación de sombra, espacio x.

Ángulo de inclinación	Distancia X	
	Instalación Vertical	Instalación Horizontal
25°	4,36	2,37
30°	4,71	2,56
35°	5,02	2,73
40°	5,3	2,88
45°	5,53	3,01
50°	5,73	3,11
55°	5,88	3,19
60°	5,98	3,25

Distancia entre fila de colectores FT226-2 latitud 40°.

Ángulo de colocación α	Distancia X	
	Tejado Plano Vertical	Horizontal
30°	4,37	2,55
35°	4,67	2,72
40°	4,92	2,87
45°	5,14	3,00
50°	5,32	3,10
55°	5,46	3,18
60°	5,56	3,24

Distancias entre las filas de colectores FK2-2 latitud 40°.

5.5.4 Tejados inclinados.

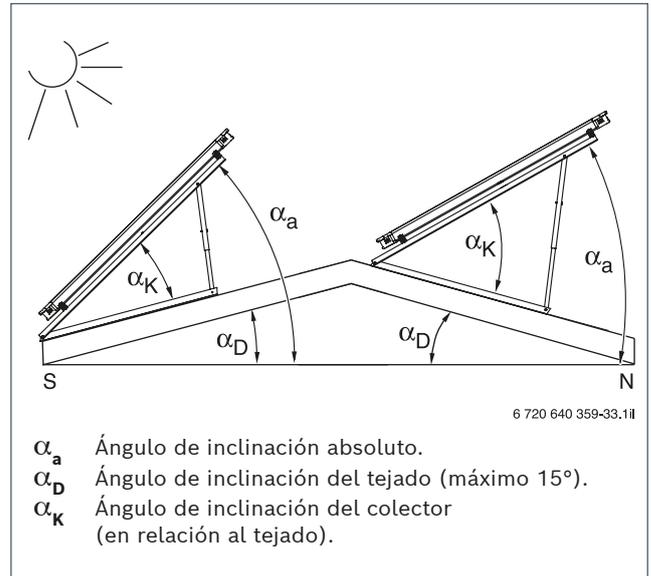
Si el tejado no tiene una inclinación mayor de 15° las estructuras planas pueden ser utilizadas con una ligera inclinación.

Debemos asegurar los soportes para tejado plano contra desprendimientos mediante bandejas de carga.

El ángulo de inclinación absoluto de los colectores α_a se calcula con el ángulo del tejado α_D y el ángulo de colocación de los colectores α_K en relación a la superficie del tejado.

- ▶ En el caso de tejados orientados al norte se debe restar del ángulo del tejado el ángulo de colocación relativo de los colectores.
- ▶ Si el tejado está orientado hacia el sur, el ángulo debe sumarse.

El ángulo de inclinación de los soportes para tejado plano se puede ajustar en intervalos de 5°. En el caso de soportes horizontales para tejado plano, la inclinación se puede graduar entre 25° y 45°, en el caso de los soportes verticales, entre 30° y 60°. (FT226-2 y FKC-2).



Ángulo de colocación del colector en tejados inclinados.

5.6 Dimensionado del circuito hidráulico.

5.6.1 Conexión hidráulica de colectores planos.

Los colectores solares se pueden conectar tanto en serie como en paralelo. De igual forma es posible combinar la conexión en serie y en paralelo. Esto permite adaptarse de forma variable a la superficie del tejado disponible en cada caso y un aprovechamiento óptimo de las posibilidades técnicas del sistema.

Sin embargo se debe tener en cuenta que un campo de colectores por lo general sólo se ejecuta con colectores y orientación iguales (sólo vertical o sólo horizontal), para obtener una distribución uniforme del caudal. Debido a esta distribución uniforme, en el caso de instalaciones pequeñas se debe utilizar, en principio, la conexión en serie, y en el caso de instalaciones grandes, la conexión en paralelo de los colectores.

Cuando las baterías de un campo de captadores no tienen el mismo número de captadores, se deberán utilizar válvulas de equilibrado que permitan regular el caudal que deba pasar por cada una de ellas, que deberá ser distinto, de forma que se puedan conseguir las mismas temperaturas a la salida de todas las baterías.

El equilibrado hidráulico se alcanza cuando son mínimas las diferencias de la temperatura de salida de cada grupo de captadores y, para ello, se puede establecer como criterio general que las diferencias de caudales entre los distintos grupos sean inferiores al 10%. Para garantizar el criterio de equilibrado las pérdidas de carga en los grupos de baterías deben ser iguales y se recomienda que sean equivalentes, como mínimo, al 30% de la pérdida de carga total del circuito.

Para obtener un circuito equilibrado se podrá utilizar:

- ▶ Ramal invertido del circuito, ya sea de ida o de retorno, para obtener recorridos hidráulicos iguales por todos los lazos del campo;
- ▶ Válvulas de equilibrado u otras válvulas de control de caudal, en cada lazo para forzar y regular las pérdidas de carga necesarias.

Absorbedor de doble meandro en el FT226-2.

El colector FKT tiene configuración de doble meandro, lo cual permite conectar hasta 5 colectores en una misma fila mediante conexión simple de entrada y salida por el mismo lado del colector. En el caso de los campos de colectores mayores es necesaria una conexión correlativa para asegurar un flujo uniforme.

En el absorbedor de doble meandro se conectan dos meandros en paralelo en el interior del colector. De este modo se puede mantener la pérdida de carga

a un nivel muy bajo. En caso de estancamiento el fluido solar caliente puede escaparse rápidamente del colector, ya que el tubo colector de retorno está dispuesto por debajo. La corriente en los meandros es turbulenta y de esta manera permite obtener una excelente transferencia de calor y una gran potencia del colector.

Vista general de la conexión en serie y en paralelo.

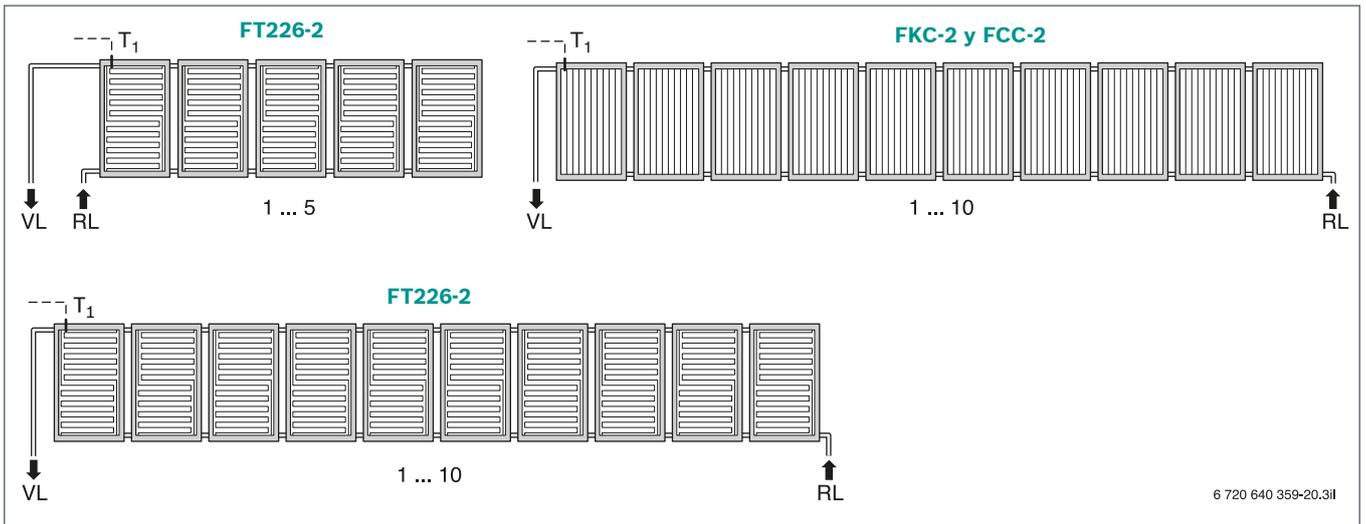
Filas	Número máx. de colectores por fila
	FKC-2, FCC-2, FT226-2
Conexión en serie (no es posible conectar más de tresfilas)	
1	10
2	5
3	3
Conexión en paralelo	
1	máx. 10 colectores por fila en conexiones con dos lados
2	
3	máx. 5 colectores por fila en conexiones con un lado (sólo FT226-2)
...	

Como elemento limitador se debe tener en cuenta el caudal total. Con la estación solar AGS 10-2 se pueden utilizar por lo general hasta 10 colectores con un caudal total de aprox. 500 l/h. La instalación se debe comprobar en cada caso.

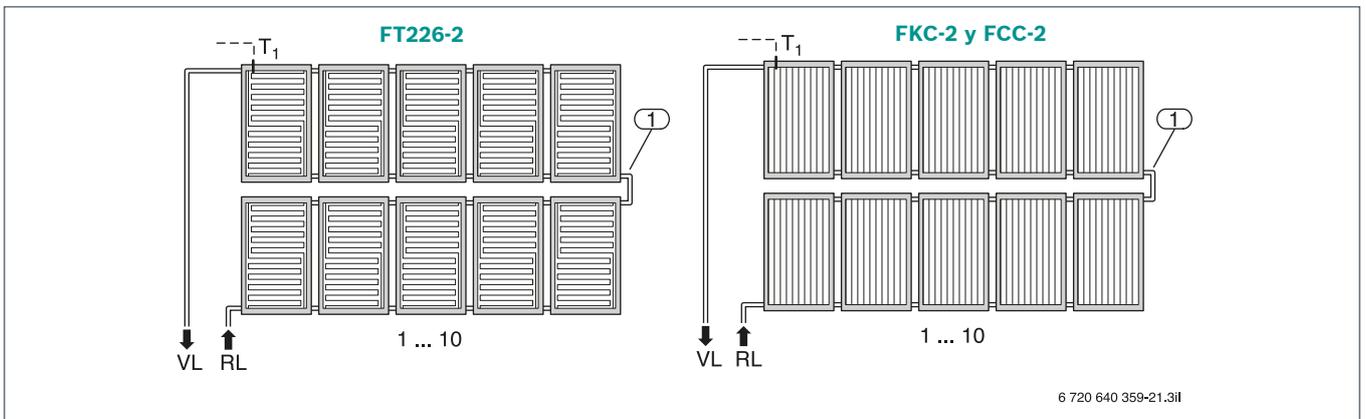
Conexión en serie.

En la conexión en serie de los colectores la alimentación del primer colector se efectúa al mismo tiempo que el retorno del segundo colector. El caudal total circula a través de todos los colectores. por lo que la pérdida de carga del campo de colectores es la suma de la que genera individualmente cada uno de ellos. El coste del circuito de tuberías, es mínimo, por lo que la conexión en serie es muy sencilla. El equilibrado se consigue más fácilmente al circular el mismo caudal por toda la fila. Aunque no es recomendable descompensar las filas en el caso de hacerlo sería con una conexión de 2 o 3 colectores y con una diferencia entre filas de un único colector.

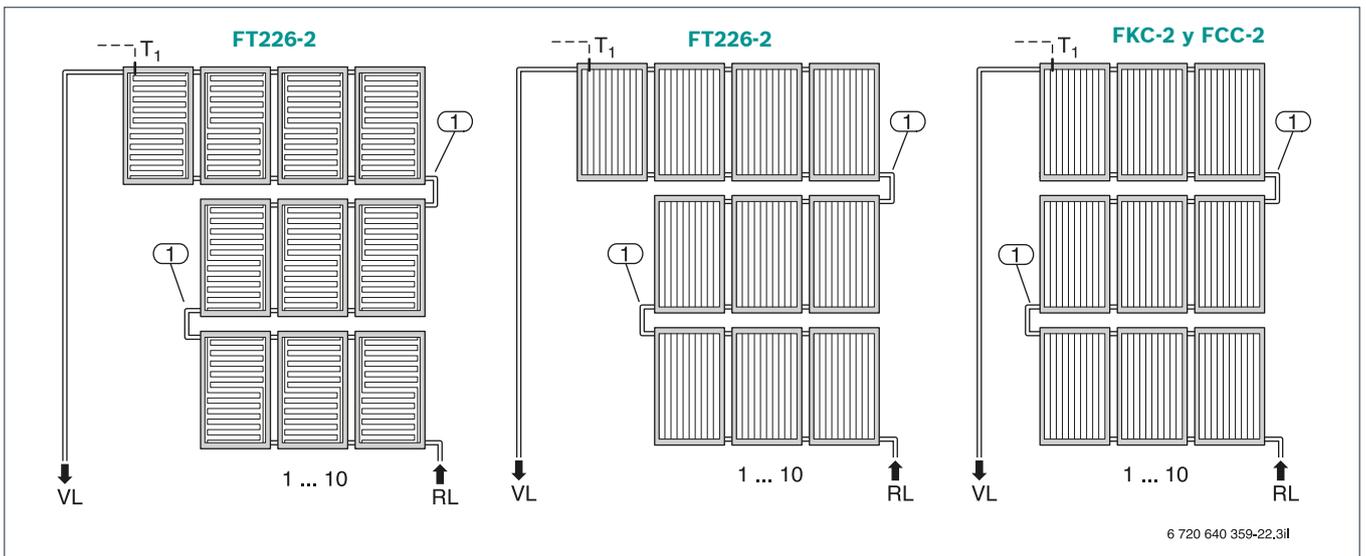
En el caso de los campos de colectores mayores (más de 2 filas) se deben añadir purgadores también en la alimentación de cada una de las filas de colectores. De igual modo se debe añadir una válvula de corte en la alimentación del colector para facilitar el llenado y limpieza del campo de colectores.



Conexión en serie de colectores solares en una fila.



Conexión en serie de colectores solares en dos filas.



Conexión en serie de colectores solares en tres filas.

Leyenda:

- 1** Conexionado hidráulico.
- RL** Retorno.
- T₁** Sensor de temperatura del colector.
- VL** Impulsión.

Conexión en paralelo.

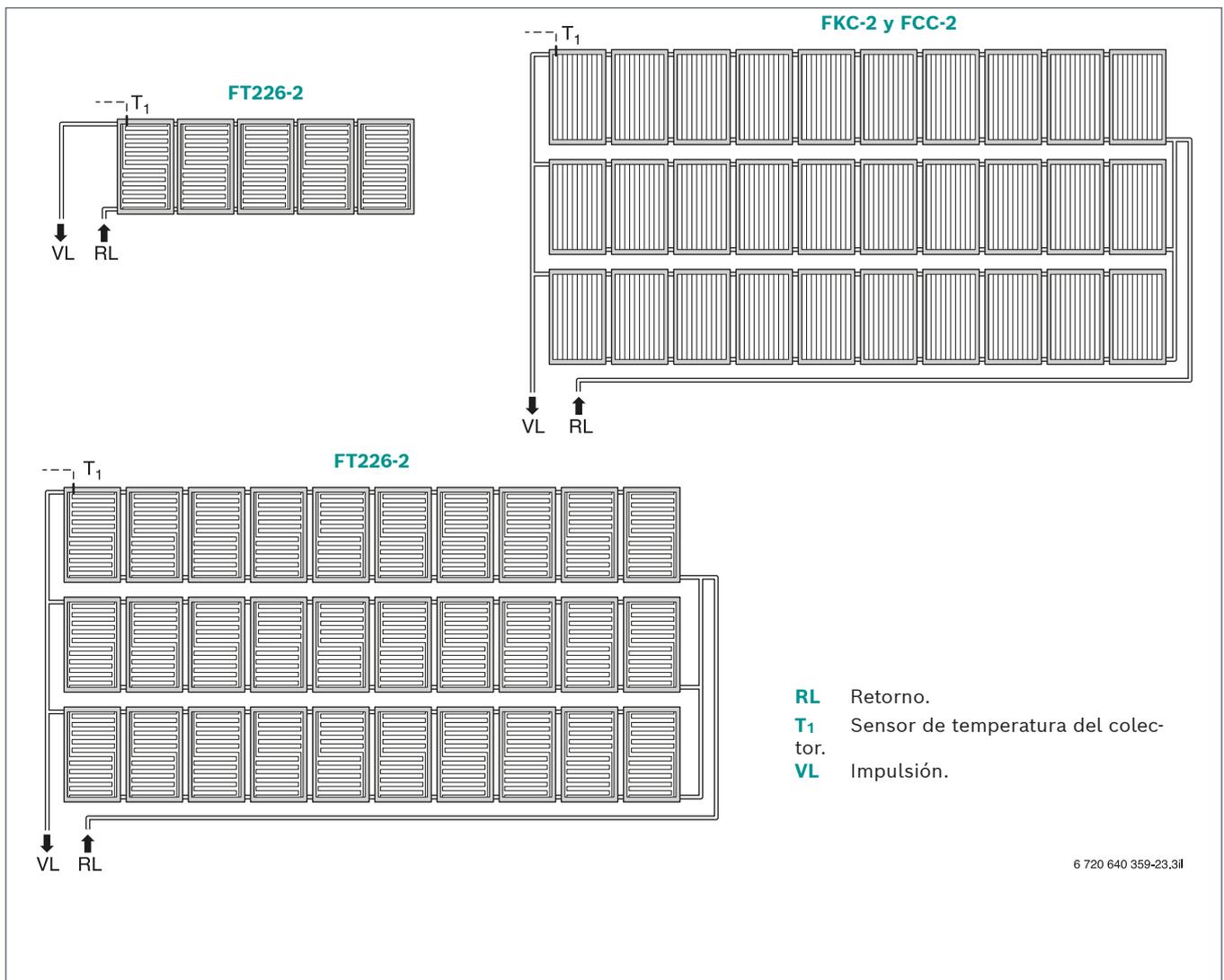
En el caso de conexión en paralelo de los colectores, la alimentación y el retorno de todos los colectores son iguales y únicamente un caudal parcial recorre cada colector. La pérdida de carga total corresponde aprox. a la de un colector individual. El coste del circuito de tuberías es mayor que en el caso de la conexión en serie.

Si se necesitan más de 10 colectores planos FKC-2, FCC-2 o FT226-2 se requiere una conexión en paralelo de las filas de colectores. En la conexión en paralelo los colectores se deben conectar según el sistema Tichelmann o retorno invertido, de forma que la longitud de las tuberías y el diámetro de las mismas sean iguales para todos los colectores. De este modo las pérdidas de carga en cada colector

y los caudales que atraviesan los colectores son iguales. Si esto no se puede garantizar se debe realizar una compensación hidráulica.

Para minimizar las pérdidas de calor, el bucle de Tichelmann debe disponerse en el retorno. Los campos de colectores pueden estructurarse también de forma simétrica cuando están situados el uno al lado del otro. Esto tiene la ventaja de que ambos campos se pueden conectar en la mitad con un tubo ascendente.

Al realizar la instalación se debe tener en cuenta que cada fila necesita un purgador propio si no se emplea una estación de llenado. En el caso de utilizar un purgador con una bomba de llenado solar se debe tener en cuenta que cada vía de colectores se debe limpiar y purgar de forma individual.



Conexión en paralelo de colectores solares en tres filas.

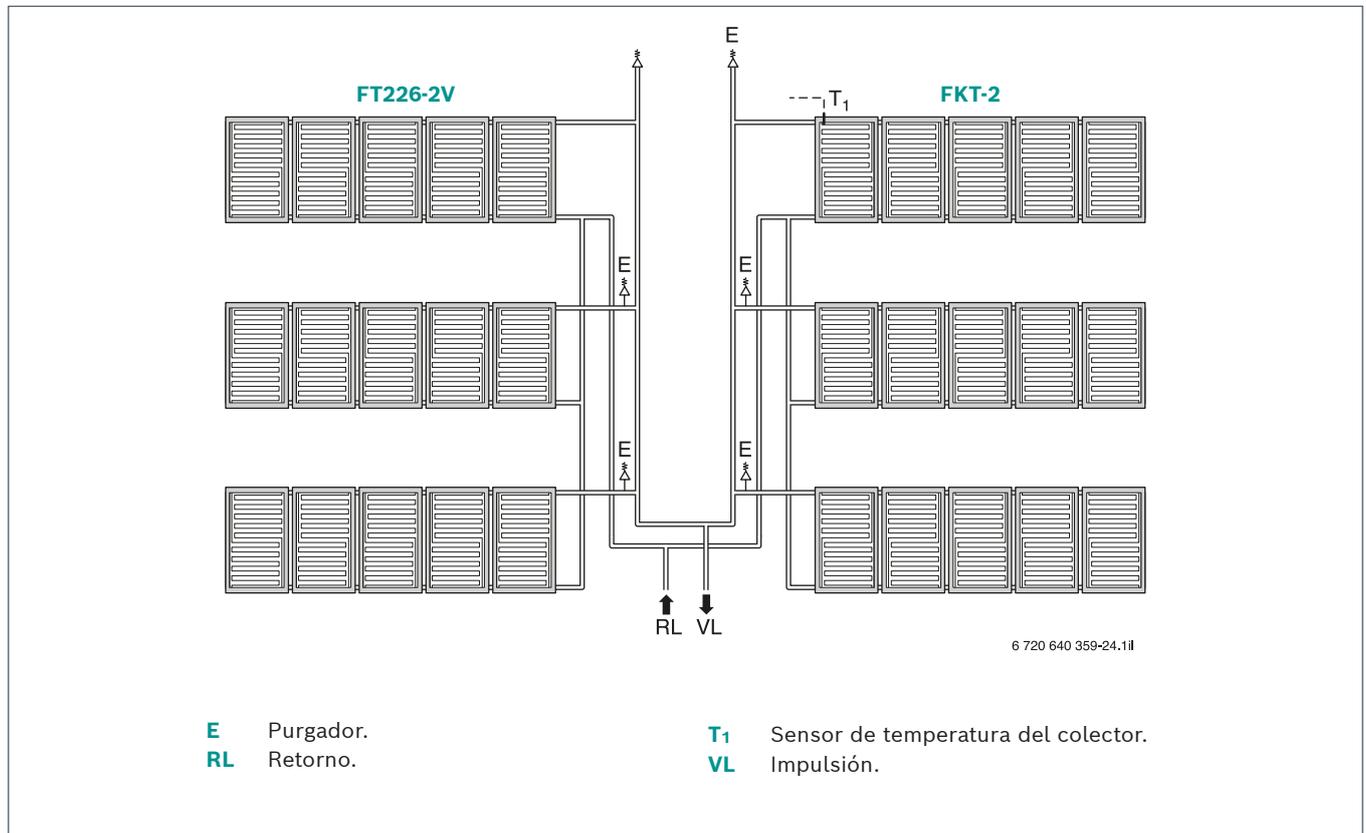
En el caso de la conexión en paralelo se alcanza la efectividad óptima en el campo de colectores al aumentar un nivel la temperatura. Debido a que el caudal es mayor en el circuito del colector, la desventaja es un coste proporcionalmente mayor para el circuito de tuberías y su aislamiento térmico.

Cuando se hayan situado todas las filas de colectores con el mismo número de colectores y por lo tanto presenten la misma pérdida de presión, se puede alcanzar una distribución del caudal uniforme conectando las filas individuales según el principio de Tichelmann.

El caudal nominal V_N por cada colector es de 50 l/h. Por tanto un campo con 10 colectores necesita 500 l/h.

Los campos de colectores situados uno junto al otro se pueden conectar de la misma manera según el principio de Tichelmann. Los campos se pueden

situar de forma simétrica, por lo que se obtiene la ventaja para la conducción de las tuberías de que ambos campos se pueden conectar en la mitad con un tubo ascendente. El sensor del colector se debe colocar en una fila del campo de colectores que no reciba sombra.



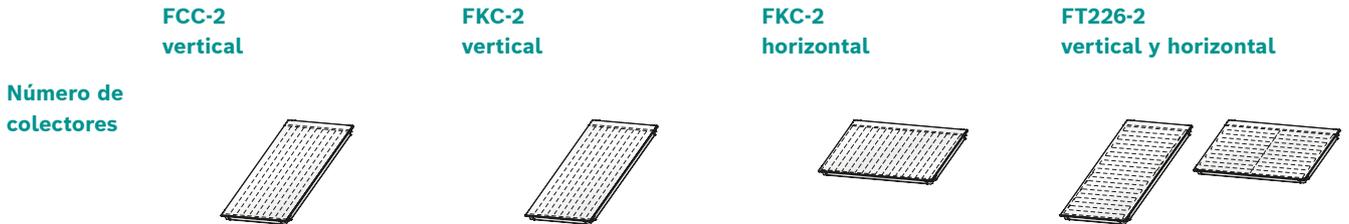
Conexión en paralelo de colectores solares en seis filas.

5.6.2 Cálculo de la pérdida de carga en el campo de colectores para colectores planos.

La pérdida de carga de una fila de colectores aumenta con la cantidad de colectores por fila. La pérdida de carga de una fila, incluido el kit de conexión, se puede consultar en función del número de colectores por fila.

En la tabla se muestran las pérdidas de carga de los colectores FKC-2, FCC-2 y FT226-2 para una mezcla de líquido solar de glicol/agua de 50/50 con una temperatura media de 50 °C.

Pérdida de carga de una fila con n colectores



Número de colectores

en caudal por colector (caudal nominal 50 l/h)

n _k	FCC-2 vertical			FKC-2 vertical			FKC-2 horizontal			FT226-2 vertical y horizontal		
	50 l/h [mbar]	100 l/h ¹⁾ [mbar]	150 l/h ²⁾ [mbar]	50 l/h [mbar]	100 l/h ¹⁾ [mbar]	150 l/h ²⁾ [mbar]	50 l/h [mbar]	100 l/h ¹⁾ [mbar]	150 l/h ²⁾ [mbar]	50 l/h [mbar]	100 l/h ¹⁾ [mbar]	150 l/h ²⁾ [mbar]
1	1,1	4,7	10,2	2,1	4,7	7,9	0,4	1,7	4,3	30	71	131
2	1,5	6,5	13,2	2,8	7,1	13,1	1,9	6,9	14,4	31	73	133
3	2,1	13,5	26,3	4,1	11,4	23,0	5,6	18,1	35,1	32	82	153
4	6,5	22,1	-	6,0	19,2	-	9,3	29,7	-	39	96	-
5	11,1	35	-	8,9	29,1	-	14,8	46,8	-	44	115	-
6	15,2	-	-	13,2	-	-	21,3	-	-	49	-	-
7	10,1	-	-	18,2	-	-	28,9	-	-	61	-	-
8	28	-	-	24,3	-	-	37,6	-	-	73	-	-
9	36	-	-	31,4	-	-	47,5	-	-	87	-	-
10	45	-	-	39,4	-	-	58,6	-	-	101	-	-

Pérdidas de carga de las filas de colectores con, FKC-2, FCC-2 y FT226-2, incluidos el purgador y el set de conexión; las pérdidas de carga son válidas para líquidos solares L con una temperatura media de 50 °C.

- 1) Caudal por colector en el caso de la conexión en serie de dos filas.
- 2) Caudal por colector en el caso de la conexión en serie de tres filas.

5.6.3 Cálculo de la pérdida de carga en el campo de colectores para colectores planos.

Las conexiones del circuito primario serán realizadas o bien en cobre o acero inoxidable. Las soldaduras serán fuertes y el primario se diseñará y ejecutará para trabajar con fluido caloportador y altas temperaturas. Opcionalmente se pueden utilizar manguitos de montaje a presión, si son adecuados para el uso con una mezcla de glicol-agua y para las correspondientes altas temperaturas. Tenemos que tener en cuenta que, en caso de estancamiento de la instalación se pueden alcanzar los 200 °C en las tuberías cercanas al colector.

Todas las tuberías deben estar colocadas con una elevación hacia el campo de colectores o hacia el purgador. La velocidad del flujo en las tuberías debe ser siempre superior a 0,4 m/s para que el aire que se encuentra todavía en el fluido caloportador sea transportado por los conductos mediante la inclinación para poder ser evacuado correctamente.

En el caso de que se produzcan velocidades del flujo significativamente superiores a 1 m/s puede producirse molestos ruidos de flujo.

Para calcular la pérdida de carga de la red de tuberías deben tenerse en cuenta las resistencias individuales (p. ej. los arcos). En la práctica a menudo se emplea un aumento de entre 30 % y 50 % en la pérdida de presión de las tuberías rectas. Según el diseño del circuito, las pérdidas de carga efectivas pueden variar en gran medida.

Para estructurar la instalación se debe efectuar un cálculo de la red de tuberías. En la siguiente tabla se pueden consultar las pérdidas de carga por metro recto de tubería de cobre en función de la dimensión, el caudal y la velocidad de flujo. Los valores de la tabla se han determinado para una mezcla de glicol 50 % con una temperatura de 50 °C.

Pérdida de carga de una fila con n colectores

Número de colectores	Caudal l/h	15 x 1		18 x 1		22 x 1		28 x 1,5		35 x 1,5		42 x 1,5		54 x 2	
		v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R
		[m/s]	[mbar/m]	[m/s]	[mbar/m]	[m/s]	[mbar/m]	[m/s]	[mbar/m]	[m/s]	[mbar/m]	[m/s]	[mbar/m]	[m/s]	[mbar/m]
4	200	0,42	3,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	250	0,52	4,97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	300	0,63	6,97	0,41	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	350	0,73	9,05	0,48	3,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	400	0,84	11,6	0,55	4,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	450	0,94	14,2	0,62	5,18	0,4	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-
10	500	-	-	0,69	6,72	0,44	2,12	-	-	-	-	-	-	-	-
12	600	-	-	0,83	8,72	0,53	2,94	-	-	-	-	-	-	-	-
14	700	-	-	0,97	11,5	0,62	3,89	0,4	1,35	-	-	-	-	-	-
16	800	-	-	-	-	0,71	4,95	0,45	1,66	-	-	-	-	-	-
18	900	-	-	-	-	0,8	6,12	0,51	2,06	-	-	-	-	-	-
20	1000	-	-	-	-	0,88	7,26	0,57	2,51	-	-	-	-	-	-
22	1100	-	-	-	-	0,97	8,65	0,62	2,92	-	-	-	-	-	-
24	1200	-	-	-	-	-	-	0,68	3,44	0,41	1,02	-	-	-	-
26	1300	-	-	-	-	-	-	0,74	4,0	0,45	1,21	-	-	-	-
28	1400	-	-	-	-	-	-	0,79	4,5	0,48	1,35	-	-	-	-
30	1500	-	-	-	-	-	-	0,85	5,13	0,52	1,56	-	-	-	-
32	1600	-	-	-	-	-	-	0,91	5,28	0,55	1,62	-	-	-	-
34	1700	-	-	-	-	-	-	0,96	5,79	0,59	1,83	0,4	0,73	-	-

Velocidad de flujo y caída de presión por metro recto de tubería de cobre para una mezcla de glicol-agua 50/50 a 50 °C.

Pérdida de carga de una fila con n colectores

Número de colectores	Caudal l/h	15 x 1		18 x 1		22 x 1		28 x 1,5		35 x 1,5		42 x 1,5		54 x 2	
		v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R
		[m/s]	[mbar/m]	[m/s]	[mbar/m]	[m/s]	[mbar/m]	[m/s]	[mbar/m]	[m/s]	[mbar/m]	[m/s]	[mbar/m]	[m/s]	[mbar/m]
36	1800	-	-	-	-	-	-	-	-	0,62	1,99	0,42	0,79	-	-
38	1900	-	-	-	-	-	-	-	-	0,66	2,22	0,44	0,86	-	-
40	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	0,69	2,39	0,47	0,96	-	-
42	2100	-	-	-	-	-	-	-	-	0,73	2,64	0,49	1,03	-	-
44	2200	-	-	-	-	-	-	-	-	0,76	2,83	0,51	1,10	-	-
46	2300	-	-	-	-	-	-	-	-	0,79	3,2	0,51	1,22	-	-
48	2400	-	-	-	-	-	-	-	-	0,83	3,29	0,56	1,3	-	-
50	2500	-	-	-	-	-	-	-	-	0,86	3,5	0,58	1,38	-	-
54	2700	-	-	-	-	-	-	-	-	0,93	4,01	0,63	1,59	-	-
58	2900	-	-	-	-	-	-	-	-	1,00	4,55	0,67	1,77	0,41	0,55
62	3100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,72	2,0	0,44	0,62
66	3300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,77	2,25	0,47	0,7
70	3500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,81	2,46	0,5	0,78
74	3700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,86	2,73	0,52	0,83
78	3900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,91	3,01	0,55	0,92
82	4100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,95	3,24	0,58	1,0
86	4300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	3,54	0,61	1,1
90	4500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,64	1,19
94	4700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,67	1,29
98	4900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,69	1,36
102	5100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,72	1,46

Velocidad de flujo y caída de presión por metro recto de tubería de cobre para una mezcla de glicol-agua 50/50 a 50 °C.

5.6.4 Tuberías en el circuito solar – aislamiento térmico.

Los espesores mínimos de aislamiento para tuberías que circulan por el interior de edificios y que transportan fluidos caliente pueden consultarse en la siguiente tabla.

En el caso de una instalación solar se considerará una temperatura de trabajo comprendida entre 100 °C y 180 °C dependiendo de las condiciones de insolación.

Diámetro exterior [mm]	Temperatura máxima de fluido (°C)	
	Interior	Exterior
D ≤ 35	30	40
35 < D ≤ 60	35	45
60 < D ≤ 90	35	45
90 < D ≤ 140	45	55
140 < D	45	55

Fuente: RITE. Espesores del aislamiento de las tuberías a distintas temperaturas.

5.7 Selección de la estación solar.

La selección más adecuada de una estación solar o grupo de bombeo en una instalación solar, requiere valorar la pérdida de carga generada en la instalación y el caudal de circulación que deberá mover la bomba.

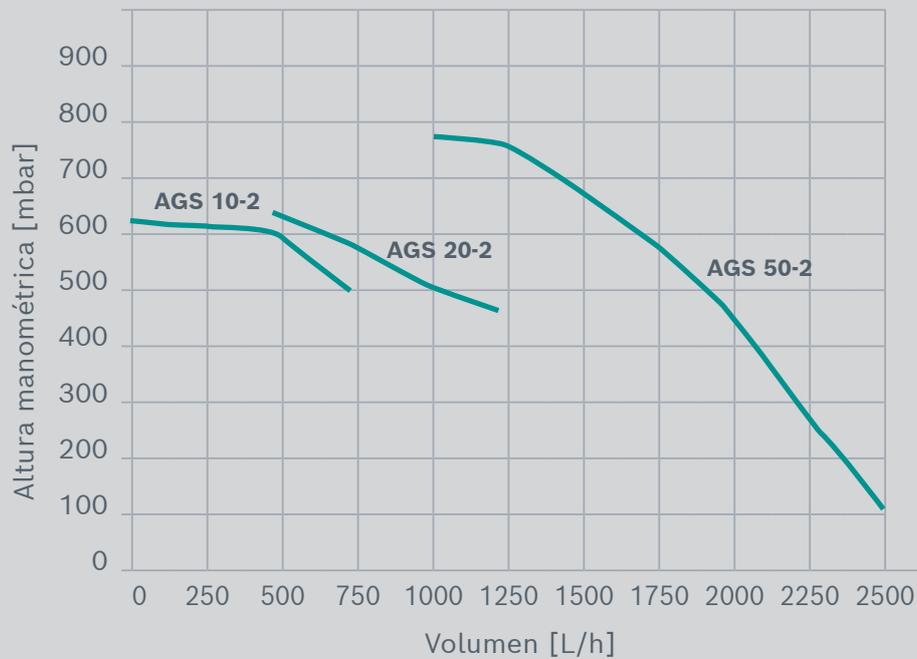
Por ello deben tenerse en cuenta las siguientes pérdidas de carga en el circuito solar:

- ▶ Pérdidas de carga de la tubería a partir de un cálculo de la red de tuberías.
- ▶ Pérdida de carga en el campo de colectores.
- ▶ Pérdida de carga en los sistemas de transferencia (intercambiadores, serpentines).
- ▶ Pérdidas de carga adicionales generadas en las válvulas o accesorios del circuito.

El campo de aplicación de los módulos solares AGS está limitado por el rango de medición de los limitadores de caudal integrados:

- ▶ AGS 10-2 de 120 l/h a 960 l/h.
- ▶ AGS 20-2 de 480 l/h a 1560 l/h.
- ▶ AGS 50-2 de 1200 l/h a 2550 l/h.

Grupos de bombeo solar AGS



Altura manométrica y campo de aplicación de los módulos solares AGS en función del caudal (área de visualización del limitador de caudal resaltada en gris).

Número de colectores	Caudal [l/h]	Paso ¹⁾ [l/min]	Número de colectores	Caudal [l/h]	Paso ¹⁾ [l/min]
1	50	1	11	550	8...x11
2	100	1,5...2	12	600	10...12
3	150	2,5...3	13	650	10,5...13
4	200	3...4	14	700	11,5...14
5	250	4...5	15	750	12,5...15
6	300	5...6	16	800	13...16
7	350	5,5...7	17	850	14...17
8	400	7...8	18	900	15...18
9	450	7,5...9	19	950	15,5...19
10	500	8...10	20	1000	16,5...20

Vista general de los pasos.

1) A 30 ... 40 °C de temperatura de retorno.

Las instalaciones reguladas mediante la CS 200 + MS 200 permiten regulación electrónica del caudal.

En instalaciones de más de $\geq 100 \text{ m}^2$, se montarán dos bombas idénticas en paralelo dejando una en reserva. El funcionamiento automático o manual, deberá ser alterno con el fin de que el desgaste sea proporcional.

Modelo		AGS 10-2	AGS 20-2	AGS 50-2
Altura manométrica de la bomba		7 m	7,5 m	9 m
Nº de colectores		10	20	50
Diámetro de conexión		15 mm	22 mm	28 mm
Válvula de seguridad	bar	6 bar	6 bar	6 bar
Diámetro de la tubería	mm	15x1	22x1	28x1
Conexión para vaso de expansión		3/4"	3/4"	1"
Bomba de Circulación		Willo 15/7	Willo 15/7,5	Willo 15/1-9
	mm	130	130	130
Alimentación eléctrica	V (AC)	230	230	230
	Hz	50	50	50
	W	15	22,5	50
	A	0,44 / EEI $\leq 0,2$	0,7 / EEI $\leq 0,2$	1,0 / EEI $\leq 0,23$
Caudalímetro	l/min	1 - 12	8 - 20	10 - 42
Dimensiones (Ancho x Alto x Fondo)	mm	284 x 353 x 248	284 x 353 x 248	284 x 403 x 248
Peso	kg	8	9,3	10

5.8 Dimensionado del vaso de expansión del circuito solar.

5.8.1 Cálculo del volumen de la instalación.

El volumen de un sistema solar, con un módulo solar AGS es importante para determinar el tamaño del vaso de expansión y para determinar la cantidad del líquido solar.

Para el cálculo del volumen de líquido solar de la instalación del sistema solar con un módulo solar AGS es válida la siguiente fórmula de cálculo:

$$V_A = V_K \cdot n_K + V_{WT} + V_{KS} + V_R$$

Cálculo del volumen de llenado de instalaciones de sistema solar con un módulo solar AGS.

- n_K** Número de colectores.
- V_A** Volumen de llenado de la instalación en l.
- V_K** Volumen de un colector en l.
- V_{KS}** Volumen del módulo solar AGS (aprox. 1,0 l) en l.
- V_R** Volumen de la tubería en l.
- V_{WT}** Volumen del intercambiador de calor solar en l.

Volumen de la tubería.

Dimensión del tubo Ø × Grosor de la pared [mm]	Volumen de conductor específico [l/m]
15 x 1,0	0,133
18 x 1,0	0,201
22 x 1,0	0,314
28 x 1,5	0,491
35 x 1,5	0,804
42 x 1,5	1,195

Volumen de llenado específico de las tuberías seleccionadas.

Volumen de los colectores.

Colectores			Contenido del colector [l]
Modelo		Ejecución	
Colector plano 18 x 1,0	FKC-2	Vertical	0,94
	FKC-2	Horizontal	1,35
Colector plano de alto rendimiento	FT226-2	Vertical	1,61
		Horizontal	1,95

Volumen de llenado de los colectores.

5.8.2 Vaso de expansión para instalaciones solares con colectores planos.

Seguridad intrínseca del sistema solar.

Un sistema solar se considera intrínsecamente seguro si el vaso de expansión puede aceptar la modificación del volumen debido a la evaporación del líquido solar en el colector y en las conexiones (estancamiento). En el caso de sistemas solares que no sean intrínsecamente seguros, la válvula de seguridad drena durante el estancamiento con la consiguiente pérdida de fluido y por lo tanto la necesidad de volver a llenar la instalación.

Las siguientes suposiciones y fórmulas son el fundamento para la instalación de un vaso de expansión:

$$\left(\frac{V_A \cdot n_K}{V_A + V_D + V_{DR}} \right) \cdot p_e - p_v > 1,6 \text{ bar}$$

$$V_{n, \min} = (V_A \cdot n + V_D + V_{DR}) \cdot \left(\frac{P_e + 1}{P_e - P_0} \right)$$

Cálculo del volumen mínimo del vaso de expansión.

$$V_D = n_K \cdot V_K$$

Cálculo del volumen de evaporación.

Leyenda:

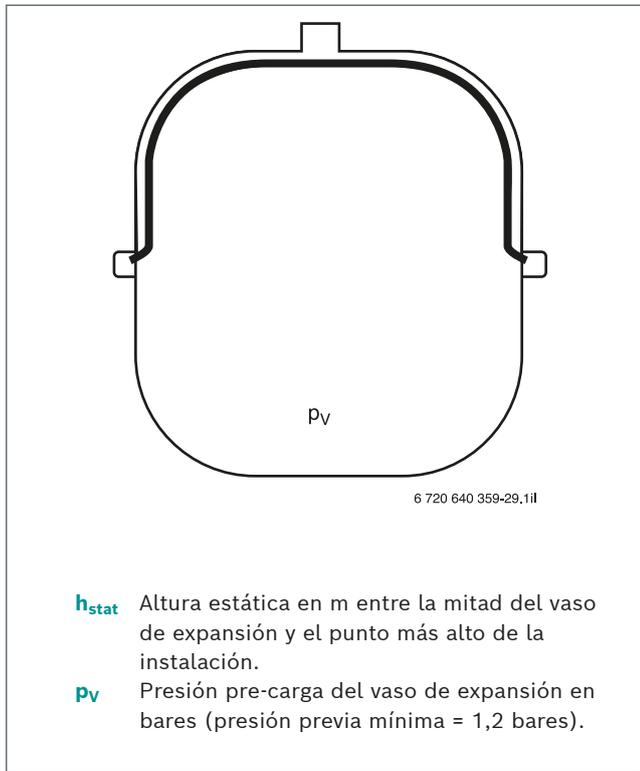
- V_{n, min}** V_{expansión} = Volumen nominal mínimo o volumen de expansión.
- e_n** coeficiente de expansión (= 7,3% en Δθ = 100 K).
- V_A** Volumen total de la instalación.
- p_e** Presión final absoluta (presión de la válvula de seguridad) Se consideran unos coeficientes de seguridad dependiendo del taraje de la válvula.
- p₀** Presión absoluta inicial depende de la altura manométrica de la instalación. Se parte de un valor de 0,5 bar que sería una sobrepresión añadida para descartar la vaporización. Hay que asegurarse un mínimo de 1,5 bar.
- V_D** Volumen de evaporación en l.
- V_{DR}** Volumen de vapor en la tubería en l.
- V_K** Volumen de vapor en el colector en l.

El alcance del vapor en las tuberías cerradas es aproximadamente de 10 m por cada colector conectado.

Presión pre-carga.

$$p_v = 0,1 \cdot h_{stat} + 0,7 \text{ bar}$$

Cálculo de la presión pre-carga de un vaso de expansión.

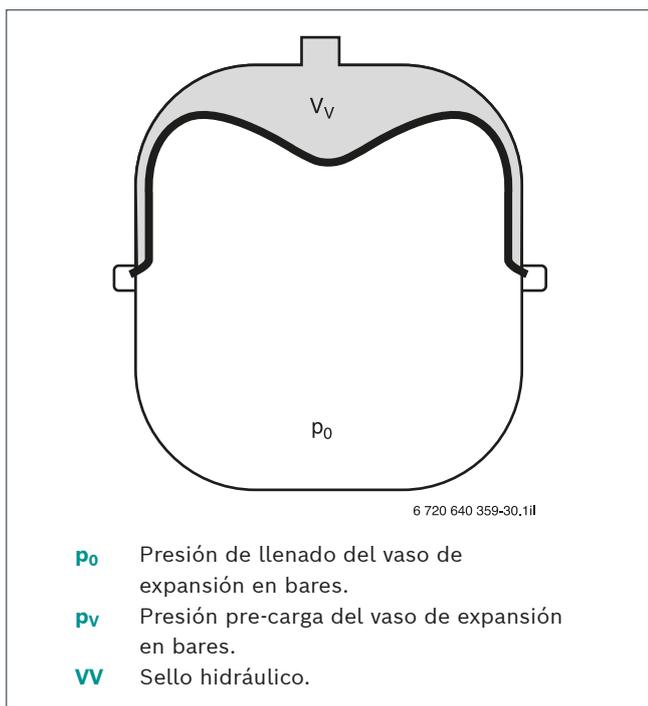


Presión pre-carga de un vaso de expansión.

Presión de llenado.

$$p_0 = p_v + 0,3 \text{ bar}$$

Cálculo de la presión de llenado de un vaso de expansión.



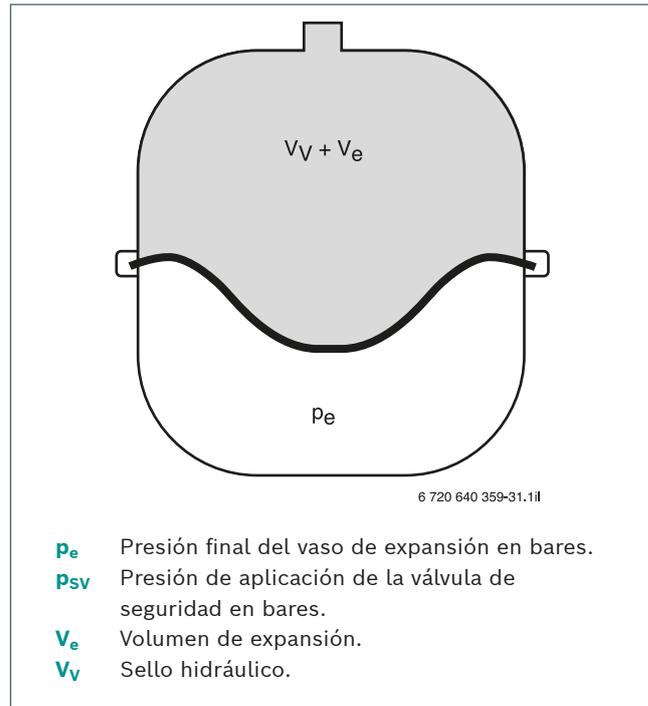
Presión de llenado de un vaso de expansión.

Presión final.

$$p_e \leq p_{sv} - 0,2 \text{ bar} \quad p_{sv} \leq 3 \text{ bar}$$

$$p_e \leq 0,9 \cdot p_{sv} \quad p_{sv} > 3 \text{ bar}$$

Cálculo de la presión final de un vaso de expansión en función de la presión de aplicación de la válvula de seguridad.



Presión final de un vaso de expansión.

5.9 Instalación del disipador de calor.

Todas las instalaciones de energía solar deben de contemplar un mecanismo de disipación en aquellos casos en los que haya riesgo de sobret temperatura en los meses de verano.

Entre los distintos mecanismos planteados por el ASIT, existen los disipadores dinámicos.

En el dimensionado para la correcta elección del disipador se han de conocer los siguientes parámetros:

- ▶ Potencia a disipar.
- ▶ Salto térmico del agua.
- ▶ Porcentaje de glicol.
- ▶ Temperatura ambiente.

En función del porcentaje de propilenglicol existente en la instalación a la potencia a disipar se le aplicará un factor de corrección:

% Glicol	0	10	20	30	40	50
C1	1,09	1,07	1,04	1	0,95	0,9

Para obtener la Pu de un captador en función de su eficiencia:

$$Pu = \eta \times S \times Ig$$

η rendimiento
 S superficie de colector

Ejemplo de cálculo:

Se quieren disipar 40kW en una instalación solar térmica. El fluido caloportador el Tyfocor L al 43 % y el salto térmico del fluido es de 15 °C, entrando a 100 °C y saliendo a 85°C.

$$Tm = (100+85)/2 = 90 \text{ °C}$$

$$P / C1 = 40kW/0.95 = 42 \text{ Kw}$$

Se deberá buscar un disipador que a la temperatura de 90°C sea capaz de extraer 42kW, teniendo en cuenta la temperatura ambiente exterior, ya que cuanto más alta sea, menor intercambio se dará.

Otros mecanismos de evacuación del excedente de energía pueden ser otros consumidores, como por ejemplo piscinas o bien disipadores estáticos.

Estos últimos son mecanismos de evacuación por aumento de temperatura del primario, a partir de una temperatura crítica actúa la válvula de 4 vías ubicada en el primario que permite la disipación a través de un intercambiador de una potencia determinada para el campo de colectores instalados.



5.10 Selección del sistema de intercambio.

Selección del intercambiador de calor.

Para la preparación de a.c.s para usos sanitarios en instalaciones solares, es necesario definir el sistema de intercambio en el circuito primario.

Se puede diferenciar entre sistemas con interacumulador en el primario, en cuyo caso y cumpliendo las normativas existentes (ASIT), la relación entre la superficie útil de intercambio y el sistema de captación no será inferior a 0,7.

En el caso de tratarse de grandes volúmenes, es conveniente realizar el intercambio externo al depósito, el cual funcionará contracorriente con el fin de que la transferencia sea mayor.

La potencia mínima en este caso se determinará según lo marcado en el ASIT, en función de la radiación y con una conversión de la energía aportada por los colectores de al menos el 50 %. Por ello es necesario que se cumpla la condición:

$$P > = 500 \cdot A$$

Siendo:

- P** Potencia mínima del intercambiador en W.
- A** Área en m² del campo de colectores.

En este caso hay que asegurar la eficiencia en la transferencia de calor, es por ello por lo que el intercambiador de primario entre colectores y depósito deberá asegurar una transferencia de al menos 40 W/m²K.

Selección de la bomba de circuito primario.

La selección de la bomba de impulsión entre el acumulador y el intercambiador externo, dependerá de la pérdida de carga generada en las tuberías de conexión entre ambos.

Los criterios de elección y diseño de un intercambiador para usos sanitarios debe tener en cuenta las siguientes temperaturas:

$$T_{\text{primario}} = 55 \text{ °C} \text{ ---- } T_{\text{secundario}} = 35 \text{ °C}.$$

$$T_{\text{primario}} = 45 \text{ °C} \text{ ---- } T_{\text{secundario}} = 45 \text{ °C}.$$

La bomba de impulsión entre el intercambiador y el depósito será calculada teniendo en cuenta la pérdida de carga de la tubería en esa parte del circuito.

Bomba	Ud.	WILO-Star RS 25/6	WILO-Star RS 30/6
Tipo de instalación	-	Bomba individual	Bomba individual
Tipo de funcionamiento	-	1	1
Grado de presión nominal	-	PN 10	PN 10
Temperatura mín. del líquido	°C	-10	-10
Temperatura máx. del líquido	°C	110	110

Planificación del tamaño del acumulador.

El tamaño del acumulador solar debe ser acorde con al demanda que se realice. Por lo que siguiendo lo marcado en el CTE 2013, para aplicaciones de a.c.s, el volumen del acumulador estará directamente relacionado con el área de captación.

$$50 < V/A < 180$$

Siendo:

V Volumen del depósito de acumulación solar (l).

A Área total del campo de colectores (m²).

Preferentemente se dispondrá de un solo acumulador vertical y en el caso de tener que repartirse en varios, éstos se conectarán hidráulicamente en serie o en paralelo equilibrando tanto primario como secundario.

5.11 Planificación del circuito de distribución (circuito secundario).

5.11.1 Determinación de los caudales necesarios para sistema solar con depósitos individuales.

$$V_{VK} - V_{SK}$$

$$V_s = \frac{V_{VK}}{n}$$

V_s Caudal Acumuladores de agua caliente de la vivienda en l/min.

V_{SK} Caudal del circuito solar en l/min.

V_{VK} Caudal del circuito de distribución en l/min.

n Cantidad de viviendas.

El caudal calculado debe utilizarse para la compensación hidráulica.

Para el cálculo de la bomba de distribución se puede prescindir de la pérdida de carga mínima del acumulador de agua caliente. El dimensionamiento del acumulador de agua caliente debe realizarse según las reglas de la técnica y debe cumplir las normativas y directrices nacionales (CTE).

Utilización p. ej. de un acumulador de agua caliente SO 160:

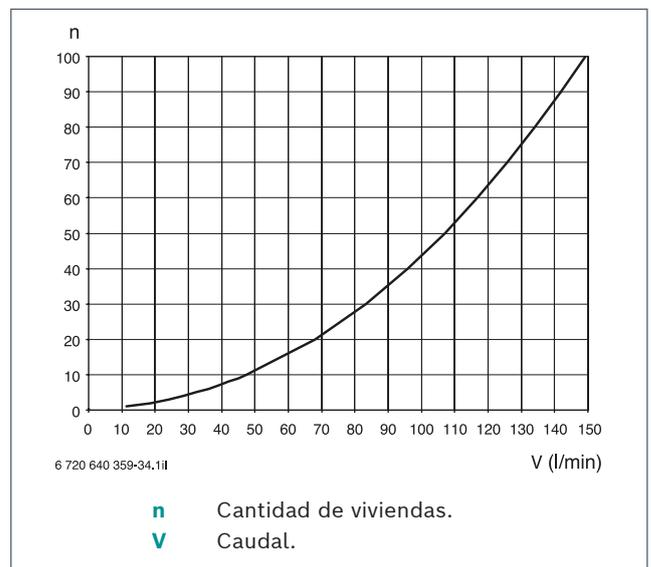
- ▶ Tipo de aislamiento: aislante de PU.
- ▶ Grosor del aislamiento: 34 mm.
- ▶ Lambda: 0,030 W/(m x K).
- ▶ Pérdida de calor en estado listo para funcionar: 1,6 kWh/(24 h) a 60 °C) o acumulador con requisitos comparables.

5.11.2 Determinación de los caudales necesarios para el sistema solar con intercambiadores de placas por vivienda.

El caudal necesario en el circuito de distribución depende de la cantidad de estaciones de extracción simultáneas (para más información → UNE 149201).

Número de viviendas	Caudal en el circuito de distribución [l/m]	Simultaneidad derivada según DIN 1988-3 [%]	Diámetro nominal recomendado [m²]
1	13	100	DN 25
2	24	100	DN 32
3	24	67	DN 32
4	29	60	DN 32
5	33	54	DN 32
6	36	50	DN 32
7	39	47	DN 32
8	42	44	DN 40
9	45	42	DN 40
10	48	40	DN 40
20	68	28	DN 50
30	83	23	DN 50
40	96	20	DN 50
50	107	18	DN 65
60	117	16	DN 65
70	126	15	DN 65
80	134	14	DN 65
90	142	13	DN 65
100	149	12	DN 65

Caudal en el circuito de distribución, teniendo en cuenta la extracción simultánea de las viviendas en las que habra de suministrarse.



5.11.3 Selección de la bomba de circuito secundario para el sistema de instalación con intercambiadores de placas por vivienda.

Para la determinación de la bomba de circuito secundario tenga en cuenta los siguientes datos de pérdida de presión:

Cantidad de agua determinada de bomba de circuito secundario	Tubo de salida Solarbox [mbar]
Pérdida de presión Solarbox (producción del agua caliente con V = 800 l/h)	400
Pérdida de presión de las tuberías	1)
Pérdida de presión del contador de calorías a 800 l/h	1)
Pérdida de presión del regulador de la presión diferencial en la vía	1)
Pérdida de presión de la válvula mezcladora termostática central Taco nova MT 52	1)
800 l/h	12
1200 l/h	30
3000 l/h	110
4800 l/h	145
Total	1)

1) El valor debe determinarse.

La determinación de la pérdida de presión se efectúa en la vía menos rentable. Para simplificar el sistema hidráulico los segmentos de las vías de ascenso pueden ejecutarse con el mismo diámetro nominal.

- ▶ Utilizando una bomba de alta eficiencia se puede conseguir un mayor ahorro de energía eléctrica con bajos costes adicionales.
- ▶ Ajuste del Solarbox (compensación hidráulica): mediante presión diferencial o caudal ~ 0,8 m³/h.
- ▶ Si se realiza el dimensionamiento del circuito de distribución se puede suprimir la compensación de los consumidores en el caso de utilizar hasta seis consumidores situados simétricamente en una vía.
- ▶ Si se realizan proyectos de sistemas mayores es indispensable un cálculo detallado de la red de tuberías.

5.11.4 Cálculo de la red de tuberías.

Para el cálculo de la red de tuberías se debe escoger una caída de presión media de 100 Pa/m. Si la

resistencia de fricción de la tubería para el caudal es mayor que 100 Pa/m, se debe elegir la siguiente dimensión superior en tamaño.

Para el cálculo con tubería de cobre (agua caliente 60 °C) son válidas la tabla y las fórmulas siguientes:

Diámetro exterior de los tubos d x grosor de la pared s														
Dimensión nominal	15x1	15x1	18x1	18x1	22x1	22x1	28x1,5	28x1,5	35x1,5	35x1,5	42x1,5	42x1,5	54x2	54x2
	Diámetro interior del tubo di													
	13	13	16	16	20	20	25	25	32	32	39	39	50	50
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
R	V	v	V	v	V	v	V	v	V	v	V	v	V	v
[Pa/m]	[L/h]	[m/s]	[L/h]	[m/s]	[L/h]	[m/s]	[L/h]	[m/s]	[L/h]	[m/s]	[L/h]	[m/s]	[L/h]	[m/s]
100	135	0,28	238	0,33	436	0,37	799	0,54	1556	0,54	2651	0,62	5164	0,73
150	170	0,36	300	0,42	550	0,49	1005	0,57	1957	0,68	3329	0,77	6478	0,92
200	200	0,41	354	0,48	648	0,55	1183	0,67	2301	0,79	3912	0,91	7606	1,10

R Caída de presión.

V Caudal.

v Velocidad de flujo.

$$R = \frac{\Delta p_R}{l}$$

$$\Delta p_R = R \cdot l$$

Form. 8

ΔpR Pérdida de carga en Pa.
l Longitud de la sección en m.
R Caída de presión en Pa/m.

5.11.5 Selección del diámetro del tubo.

Si la pérdida de carga específica de las tuberías de salida es mayor que 1,0 mbar/m (100 Pa/m), el diámetro nominal de la tubería se debe escoger un nivel mayor.

Hasta 5 m de longitud se puede utilizar conexiones con diámetro nominal DN 20 para el acero y 22 x 1 para el cobre.

Diámetro nominal viviendas	Diámetro nominal [m m]	Diámetro exterior [m m]	Diámetro interior [m m]	Contenido [L/m]
¾	20	26,9	21,6	0,366
1	25	33,7	27,2	0,581
1 ¼	32	42,4	35,9	1,012
1 ½	40	48,3	41,8	1,372
2	50	60,3	53,0	2,206
2 ½	65	76,1	68,8	3,720

Tamaños de tubería de acero según DIN 2440.

Dimensiones [m m]	Diámetro interior [m m]	Contenido [L/ m]
15 x 1	13	0,133
18 x 1	16	0,201
22 x 1	20	0,314
28 x 1,5	25	0,491
35 x 1,5	32	0,805
42 x 1,5	39	1,195
54 x 2	50	1,963

Tamaños de tubería de cobre según DIN EN 12449.

5.11.6 Selección del contador de calorías.



Set del contador de calorías.

Instalaciones solares de más de 14 kW según HE 4 del CTE, dispondrán de sistema de medida de energía final suministrada. Si el sistema solar es de acumulación distribuida, es suficiente con la medición de la energía solar centralizada en el circuito de distribución hacia los acumuladores individuales.

Contador de calorías	Unidad	PolluCom C Original			PolluCom C/S RA	
		Qn0,6	Qn1,5	Qn2,5	Qn1	Qn1,5
Indicación del tamaño	–	Qn0,6	Qn1,5	Qn2,5	Qn1	Qn1,5
Caudal mínimo Qmin	m³/h	0,006	0,015	0,025	0,010	0,015
Rango de medición (Qmin/Qn)	–	1:100				
Valor de arranque (valor medio)	m³/h	0,0015	0,0025	0,0030	0,0025	0,0025
Rango de medición de la temperatura	°C	5 ... 150				
Margen de diferencia de la temperatura	K	3 ... 100				
Temperatura admitida en la parte de medición del volumen	°C	10 ... 90 (temporalmente 110)				
Campo de aplicación inferior						
Qmin / ΔT	l/h / K	24 / 8	60 / 6	100 / 3	40 / 6	60 / 6
Q / ΔT _{min}	l/h / K	100 / 3	100 / 3	100 / 3	100 / 3	100 / 3
Pérdida de presión con Qn	bares	0,16	0,22	0,24	0,10	0,22
Rosca de empalme (montada sobre la superficie)	–	M 60 × 2			M 77 × 1,5	
Presión de servicio admitida	bares	16				
Longitud del cable de conexión en un climatizador tipo split	m	ca. 0,3				
Temperatura ambiente admitida	°C	5 ... 55				
Tipo de protección	–	IP 54				

Datos técnicos.

6 Indicaciones para la instalación y la puesta en servicio.

En el manual de instalación encontrará más datos sobre la regulación, la posición de los sensores y la conexión eléctrica.

Deben tenerse en cuenta las siguientes indicaciones a la hora de realizar la instalación y la puesta en marcha de instalaciones solares a gran escala.

Tenga en cuenta de manera adicional el manual de instalación.

- ▶ Montar las bombas paralelas en el circuito solar y de distribución, si el campo de colectores es mayor que $\geq 100 \text{ m}^2$ (\rightarrow ASIT).
- ▶ Antes de proceder al llenado del sistema deben cerrarse todas las aberturas (también las aberturas de purga de todas las viviendas). Los colectores no deben calentarse por encima de los $30 \text{ }^\circ\text{C}$, ya que ello puede provocar daños a la instalación durante el llenado a causa del vapor de agua.
- ▶ Limitación de la temperatura de almacenamiento máxima del sistema solar con intercambiadores por vivienda a $65 \text{ }^\circ\text{C}$. En caso de que se produzcan temperaturas más altas en el sistema existe un alto riesgo de calcificación del transportador de calor en el circuito de agua potable.
- ▶ La dureza máxima admitida del agua potable no debe superar los $17 \text{ }^\circ\text{dH}$. Si se sobrepasa este valor se debe preparar una instalación de ablandamiento en la entrada de agua fría.
- ▶ Respetar el espacio para la instalación de todos los componentes del sistema. Tener en cuenta la capacidad de carga de las superficies de soporte a la hora de instalar los acumuladores y proteger la base de posibles daños.
- ▶ Al realizar la instalación de los acumuladores se debe preparar el vaso de expansión, la válvula de seguridad, la válvula de retención, la válvula de corte y la bandeja de suelo.
- ▶ La integración del calentamiento posterior se realiza según la figura de la página 46 y las instrucciones de montaje del aparato de calentamiento posterior y del kit solar.
- ▶ Instalar un microdesaireador en el circuito solar para separar las inclusiones de oxígeno (microburbujas) durante el funcionamiento.
- ▶ Asegurar que las velocidades de flujo en el circuito solar sea de $0,4 \text{ m/s}$ como mínimo.
- ▶ Prevención de la legionela: para viviendas ocupadas sólo temporalmente se recomienda equipar el sistema con Solarbox en lugar del sistema con acumuladores de agua caliente por vivienda.
- ▶ Como solución de acumulación se recomiendan ánodos de corriente externa en lugar de ánodos de sacrificio.
- ▶ Accionar las válvulas de bola una vez al año para evitar que se queden fijas.
- ▶ Debe garantizarse el requisito de presión mínima de 3 bares de presión de flujo. Determinar la pérdida de presión en los componentes (incluida la pérdida en la estación de la vivienda).
- ▶ Incorporar medidas de seguridad para evitar la sobrepresión en el lado del agua fría.
- ▶ Tener en cuenta la altura estática del edificio al realizar la instalación de las válvulas de seguridad o colocar las válvulas de seguridad en el punto más bajo de la instalación.
- ▶ Todos los componentes empleados deben cumplir las »Directivas de compatibilidad electromagnética.«
- ▶ Asegurar la presión de servicio necesaria en toda la instalación.
- ▶ Asegurar que los sistemas colocados e instalados alcanzan el grado de cobertura solar necesario y simulado.
- ▶ Instalar un disipador de calor para evitar el estancamiento.
- ▶ Se recomienda ajustar la temperatura de salida del agua caliente del calentamiento posterior a $45 \text{ }^\circ\text{C}$.
- ▶ El vaso tampón protege el vaso de expansión de temperaturas altas no admitidas. Se debe instalar un vaso tampón delante del vaso de expansión si el volumen del líquido solar en la tubería entre el campo de colectores y el vaso de expansión es inferior al alcance del vapor.
- ▶ En todas las vías se debe instalar un conducto de by pass y una válvula reguladora de vía para garantizar la circulación en el circuito de distribución completo. La válvula reguladora se debe instalar tras el último consumidor de cada vía, entre la alimentación y el retorno. El caudal en la válvula equilibrado debe ajustarse a 3 litros por segundo y metro de longitud de tubería. La longitud de tubería se refiere en este caso a la longitud de tubería simple de la alimentación desde el transportador de calor central o el acumulador auxiliar hasta la respectiva válvula reguladora.
- ▶ Para todos los componentes deben tenerse en cuenta las correspondientes instrucciones de montaje, servicio e instalación.
- ▶ Tener en cuenta las normativas y directivas técnicas universales.

- ▶ Se recomienda instalar la bomba para el disipador de calor en el interior del edificio. Si la bomba para el disipador de calor en el interior del edificio. Si la bomba para el disipador de calor se instala en el exterior, debe estar diseñada para ello (ser resistente a la humedad, a las temperaturas altas y bajas, etc.).
- ▶ Los frenos de gravedad y las válvulas de retención deben instalarse en la dirección del flujo después de cada bomba.
- ▶ Para cerrar el campo de colectores únicamente se deben utilizar válvulas garantizadas contra un cierre accidental (p. ej. válvulas de caperuza). El diámetro de conexión de las válvulas de corte utilizadas no debe ser inferior al diámetro del tubo.
- ▶ Se recomienda compensar hidráulicamente los campos de colectores grandes mediante una válvula de equilibrado. Para ello debe tenerse en cuenta lo siguiente:
 - En el módulo solar AGS se instala la válvula de seguridad en el retorno del circuito solar. Las válvulas de equilibrado de las filas de colectores deben instalarse en la alimentación del circuito solar, con el fin de no reducir o cerrar el corte transversal de la tubería hacia la válvula de seguridad durante la regulación del caudal en el circuito solar. El diámetro de conexión de las válvulas de equilibrado instaladas no debe ser inferior al diámetro del tubo de la tubería del circuito solar.
- ▶ Se recomienda incorporar una conexión para la estación de llenado cerca del campo de colectores.
- ▶ El caudal en el circuito del disipador de calor debe igualarse al caudal en el circuito solar.
- ▶ El flujo de todas las placas intercambiadoras de calor utilizadas debe seguir el principio de contracorriente.
- ▶ Para evitar las pérdidas de calor, la placa intercambiadora de calor externa central debe equiparse con un aislamiento del fabricante o un conjunto de aislamiento similar.
- ▶ Todas las juntas del circuito solar deben ser adecuadas para el líquido solar. disipador de calor se instala en el exterior, debe estar diseñada para ello (ser resistente a la humedad, a las temperaturas altas y bajas, etc.).

7 Mantenimiento.

Sin perjuicio de aquellas operaciones de mantenimiento derivadas de otras normativas, para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la fiabilidad y prolongar la duración de la misma, se definen dos escalones complementarios de actuación:

- a) plan de vigilancia;
- b) plan de mantenimiento preventivo.

7.1 Plan de vigilancia

El plan de vigilancia se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación sean correctos. Es un plan de observación simple de los parámetros funcionales principales, para verificar el correcto funcionamiento de la instalación. Tendrá el alcance siguiente:

Tabla 7.1 Plan de vigilancia

Elemento de la instalación	Operación	Frecuencia (meses)	Descripción
Captadores	Limpieza de cristales	A determinar	Con agua y productos adecuados
	Cristales	3	IV condensaciones en las horas centrales del día
	Juntas	3	IV Agrietamientos y deformaciones
	Absorbedor	3	IV Corrosión, deformación, fugas, etc.
	Conexiones	3	IV fugas
	Estructura	3	IV degradación, indicios de corrosión.
Circuito primario	Tubería, aislamiento y sistema de llenado	6	IV Ausencia de humedad y fugas.
	Purgador manual	3	Vaciar el aire del botellín
Circuito secundario	Termómetro	Diaria	IV temperatura
	Tubería y aislamiento	6	IV ausencia de humedad y fugas. Purgado de la acumulación de lodos de la parte inferior del depósito.
	Acumulador solar	3	

IV: inspección visual

Adicionalmente, durante todo el año se vigilará la instalación con el objeto de prevenir los posibles daños ocasionados por los posibles sobrecalentamientos.

Instalaciones solares térmicas:

$$P_n \leq 14 \text{ kW} = 20 \text{ m}^2 = \text{Anual}$$

Instalaciones solares térmicas:

$$P_n > 14 \text{ kW} > 20 \text{ m}^2 = \text{Semestral RITE 2021}$$

7.2 Plan de mantenimiento

- ▶ Son operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otros, que aplicados a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.
- ▶ El plan de mantenimiento debe realizarse por personal técnico competente que conozca la tecnología solar térmica y las instalaciones mecánicas en general. La instalación tendrá un libro de mantenimiento en el que se reflejen todas las operaciones realizadas así como el mantenimiento correctivo.
- ▶ El mantenimiento ha de incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles o desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.
- ▶ A continuación se desarrollan de forma detallada las operaciones de mantenimiento que deben realizarse en las instalaciones de energía solar térmica para producción de agua caliente, la periodicidad mínima establecida (en meses) y observaciones en relación con las prevenciones a observar.

Tabla 7.2 Plan de mantenimiento. Sistema de captación

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
A determinar	6	IV diferencias sobre original
Cristales	6	IV diferencias entre captadores
Juntas	6	IV condensaciones y suciedad
Absorbedor	6	IV agrietamientos, deformaciones
Carcasa	6	IV corrosión, deformaciones
Conexiones	6	IV deformación, oscilaciones, ventanas de respiración
Estructura	6	IV aparición de fugas
Captadores*	6	IV degradación, indicios de corrosión, y apriete de tornillos
Captadores*	12	Tapado parcial del campo de captadores
Captadores*	12	Destapado parcial del campo de captadores
Captadores*	12	Vaciado parcial del campo de captadores
Captadores*	12	Llenado parcial del campo de captadores

* Operaciones a realizar en el caso de optar por las medidas b) o c) del apartado 2.1.2 párrafo 2 del ASIT.
IV: inspección visual

Tabla 7.3 Plan de mantenimiento. Sistema de acumulación

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Depósito	12	Presencia de lodos en fondo
Ánodos sacrificio	12	Comprobación de desgaste
Ánodos de corriente impresa	12	Comprobación del buen funcionamiento

Aislamiento 12 Comprobar que no hay humedad

IV: inspección visual

Tabla 7.4 Plan de mantenimiento. Sistema de intercambio

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Intercambiador de placas	12	CF eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza
Intercambiador de serpentín	12	CF eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza

CF: control de funcionamiento

Tabla 7.5 Plan de mantenimiento. Sistema de captación

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Fluido refrigerante	12	Comprobar su densidad y pH
Estanqueidad	24	Efectuar prueba de presión
Aislamiento al exterior	6	IV degradación protección uniones y ausencia de humedad
Aislamiento al interior	12	IV uniones y ausencia de humedad
Purgador automático	12	CF y limpieza
Purgador manual	6	Vaciar el aire del botellín
Bomba	12	Estanqueidad
Vaso de expansión cerrado	6	Comprobación de la presión
Vaso de expansión abierto	6	Comprobación del nivel
Sistema de llenado	6	CF actuación
Válvula de corte	12	CF actuaciones (abrir y cerrar) para evitar agarrotamiento
Válvula de seguridad	12	CF actuación

IV: inspección visual CF: control de funcionamiento

Tabla 7.6 Plan de mantenimiento. Sistema eléctrico y de control

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Cuadro eléctrico	12	Comprobar que está siempre bien cerrado para que no entre polvo
Control diferencial	12	CF actuación
Termostato	12	CF actuación
Verificación del sistema de medida	12	CF actuación

CF: control de funcionamiento

Tabla 7.7 Plan de mantenimiento. Sistema de energía auxiliar

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Sistema auxiliar	12	CF actuación
Sondas de temperatura	12	CF actuación

CF: control de funcionamiento

Porcentaje de ocupación de establecimientos hoteleros por provincias

Provincia	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Álava	42	51	48	49	55	60	60	60	60	58	52	44	53
Albacete	32	43	47	49	57	55	55	50	63	60	52	38	51
Alicante	56	64	68	64	66	71	72	82	80	69	58	51	67
Almería	49	63	57	53	49	61	76	81	69	55	48	42	60
Asturias	21	27	29	36	34	43	53	73	46	42	31	27	40
Ávila	27	36	38	42	41	41	52	60	53	49	35	31	42
Badajoz	28	38	43	50	47	48	44	49	50	48	39	37	43
Baleares	48	60	66	61	57	73	82	91	79	56	59	47	71
Barcelona	48	61	73	69	69	70	72	76	75	71	69	53	68
Burgos	26	34	37	49	52	51	52	66	58	56	38	32	46
Cáceres	24	31	37	51	40	41	38	49	48	49	38	34	40
Cádiz	29	46	49	51	56	64	74	83	71	58	38	36	57
Cantabria	23	31	37	40	41	52	61	80	58	52	32	31	48
Castellón	45	46	47	50	50	59	67	80	70	58	47	42	58
Ciudad Real	35	39	39	42	43	44	49	42	45	50	41	35	42
Córdoba	33	44	54	68	65	48	40	43	58	60	48	43	50
Coruña	28	39	40	49	56	60	61	71	61	57	39	33	50
Cuenca	25	32	36	50	38	44	50	63	56	51	40	39	44
Girona	41	52	53	53	52	54	67	85	63	56	42	36	60
Granada	45	56	55	60	57	50	51	59	62	60	43	46	54
Guadalajara	37	44	50	49	54	57	51	55	57	55	47	42	50
Guipúzcoa	37	44	47	53	57	66	72	85	72	63	52	43	58
Huelva	36	44	45	51	47	60	74	84	69	52	53	42	58
Huesca	47	49	42	34	34	40	48	67	44	36	24	30	43
Jaén	27	35	38	46	40	40	36	44	42	44	33	29	38
León	24	34	40	50	50	51	51	64	57	54	40	35	46
Lérida	51	53	43	37	32	36	41	62	41	35	33	43	43
Lugo	19	27	28	41	42	43	52	67	48	43	30	28	40
Madrid	54	66	63	59	69	64	54	48	71	77	67	54	62
Málaga	47	57	61	62	64	71	73	80	75	64	49	44	63
Murcia	46	53	56	58	54	54	56	60	60	52	47	36	53
Navarra	31	41	43	49	51	50	55	65	59	60	48	34	50
Orense	28	29	34	33	37	44	37	51	46	42	31	32	37
Palencia	26	30	30	43	50	46	46	52	48	43	31	28	40
Palmas (Las)	72	74	76	64	63	64	70	84	78	74	79	70	72
Pontevedra	27	34	38	44	45	54	59	74	60	56	38	30	50
Rioja (La)	44	48	53	58	61	56	56	60	61	65	52	38	55
Salamanca	28	33	45	53	51	52	48	67	63	60	46	38	49
SC Tenerife	75	79	72	66	58	61	69	84	76	73	75	67	72
Segovia	27	33	38	41	47	43	51	58	61	54	34	37	44
Sevilla	40	59	60	71	70	54	43	44	62	66	53	51	56
Soria	23	35	26	36	38	34	44	60	43	39	30	32	37
Tarragona	30	34	38	52	54	66	74	85	74	55	34	32	62
Teruel	29	32	36	47	39	36	40	61	44	44	28	33	39
Toledo	34	45	44	55	52	57	47	61	63	60	45	37	50
Valencia	44	53	61	56	54	54	61	62	63	59	49	40	55
Valladolid	43	49	54	55	64	55	52	48	65	64	54	39	53
Vizcaya	42	54	58	58	66	64	57	69	70	68	61	44	59
Zamora	25	27	33	44	41	41	43	56	54	52	41	35	41
Zaragoza	39	54	49	61	57	60	56	50	61	68	56	49	55
MEDIA	37	45	47	51	51	53	56	65	60	56	45	39	51

Porcentaje de ocupación de campamentos

Provincia	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Alicante	69	68	66	56	48	48	52	66	46	61	61	60	58
Almería	27	32	23	23	10	11	22	36	13	15	15	20	21
Barcelona	53	51	53	52	49	54	72	76	52	52	57	48	58
Burgos	10	23	26	19	21	18	22	32	21	24	24	16	22
Cádiz	14	15	15	20	13	17	44	61	19	13	12	19	25
Castellón	40	49	43	36	31	31	46	63	34	38	35	35	40
Córdoba	11	11	15	21	21	26	18	35	22	14	13	14	19
A Coruña	-	-	7	7	8	16	30	35	13	8	9	9	19
Girona	29	31	30	22	22	28	51	58	26	23	27	31	35
Granada	15	14	11	23	10	11	32	50	16	12	8	14	19
Guipúzcoa	16	18	12	15	22	28	55	74	31	16	13	15	29
Huelva	1	1	1	13	10	16	30	45	17	10	9	11	14
Huesca	20	20	20	19	16	19	38	55	21	24	17	24	26
Jaén	-	13	12	19	8	10	20	34	11	11	10	-	16
Lleida	46	53	47	38	35	32	35	47	31	45	55	56	41
Málaga	36	37	31	29	22	23	39	56	25	23	21	25	31
Pontevedra	0	0	0	10	16	14	34	39	12	-	0	0	25
Sevilla	11	6	11	19	15	15	19	30	15	12	9	11	15
Tarragona	19	35	32	29	28	32	46	54	30	43	43	38	37
Valencia	46	53	54	51	44	49	58	71	48	55	48	50	53
MEDIA	26	28	26	26	22	25	38	51	25	26	24	26	30

Porcentaje de ocupación de apartamentos turísticos

Provincia	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Alicante	21	23	23	28	22	33	46	59	36	30	18	16	31
Almería	15	20	18	27	26	32	52	67	46	19	12	16	32
Barcelona	56	59	64	65	68	69	50	57	67	61	52	22	58
Cádiz	5	13	9	21	16	21	63	72	51	25	11	13	32
Castellón	8	9	14	17	15	30	49	62	31	15	12	12	31
A Coruña	15	19	24	30	26	24	49	62	26	16	12	20	27
Girona	16	22	14	15	19	22	44	62	24	17	3	19	33
Granada	23	26	28	26	21	21	36	57	28	28	21	25	28
Huelva	2	5	3	11	3	28	43	64	36	24	13	16	31
Huesca	40	37	28	19	5	14	32	63	18	15	6	30	27
Jaén	13	14	15	28	17	15	28	56	26	32	14	24	24
Lleida	37	34	20	12	1	8	33	42	7	8	5	22	21
Lugo	8	8	10	10	6	19	38	71	12	19	12	15	23
Málaga	31	35	37	39	42	50	58	67	49	41	30	27	43
Las Palmas	57	55	56	50	36	42	52	64	49	50	51	49	51
Tenerife	54	55	55	48	34	37	49	62	46	48	51	49	49
Sevilla	22	32	43	59	48	45	32	35	48	53	40	47	42
Tarragona	6	3	7	18	21	36	50	62	37	19	16	4	35
Valencia	13	12	17	16	14	27	57	70	38	25	14	18	34
MEDIA	23	25	26	28	23	30	45	61	36	29	21	23	34

Porcentaje de ocupación de alojamientos rurales

Provincia	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Álava	21	24	42	46	29	38	38	55	38	38	37	37	37
Albacete	21	34	33	44	19	16	24	41	12	30	27	28	27
Alicante	15	16	28	33	16	18	28	28	13	24	15	20	21
Asturias	11	15	17	37	15	24	43	83	27	32	9	19	29
Ávila	34	59	61	53	45	49	46	60	40	48	53	37	49
Baleares	11	27	29	39	44	54	49	68	64	42	26	23	44
Barcelona	47	39	45	50	41	51	44	57	51	53	48	40	47
Burgos	15	31	37	42	34	28	32	50	20	39	30	22	32
Cádiz	32	39	24	38	18	17	36	52	36	26	28	26	31
Cantabria	14	22	33	35	26	34	43	75	41	34	21	21	35
Castellón	32	20	29	36	15	22	31	39	22	29	22	21	27
Ciudad Real	21	24	32	44	27	28	30	28	29	31	27	36	30
Córdoba	20	36	22	38	14	16	23	42	30	25	24	43	28
A Coruña	16	18	27	42	32	37	52	75	44	39	16	23	35
Cuenca	14	22	29	44	27	20	21	29	18	36	19	30	26
Girona	31	33	31	43	35	39	53	72	54	45	39	32	43
Granada	24	35	32	31	18	17	29	48	23	26	16	27	27
Guadalajara	28	39	39	46	35	27	34	38	36	45	36	35	37
Guipúzcoa	24	33	47	48	36	46	58	85	53	43	21	31	44
Huelva	29	55	61	41	39	36	33	66	42	36	37	40	42
Huesca	27	37	34	45	21	36	42	70	31	34	19	24	35
Jaén	21	22	28	39	27	22	28	46	34	32	34	28	30
León	12	16	30	36	21	21	29	53	18	33	17	21	26
Lleida	27	36	29	32	21	28	24	62	29	30	15	24	30
Lugo	9	16	20	37	26	25	32	54	31	26	20	15	26
Madrid	46	51	57	49	39	38	41	38	37	49	38	44	44
Málaga	20	35	29	43	30	31	46	64	36	32	34	36	37
Murcia	20	24	22	31	11	19	30	44	28	25	22	30	25
Navarra	25	39	53	53	36	37	38	78	40	55	44	41	45
Orense	20	25	34	34	26	25	30	52	24	33	24	18	29
Palencia	16	27	40	50	29	26	31	64	20	34	27	26	33
Las Palmas	25	28	26	20	15	9	12	37	19	29	20	29	22
Pontevedra	6	14	17	31	16	20	33	67	25	21	10	15	24
Rioja (La)	20	30	37	46	36	42	34	52	37	40	35	29	37
Salamanca	14	32	31	46	20	18	22	46	21	27	12	24	26
Sta. C. Tenerife	25	32	29	31	19	17	18	30	26	27	28	27	26
Segovia	34	57	56	47	45	42	45	51	44	56	49	37	47
Soria	21	33	40	54	47	52	48	67	47	55	41	28	45
Tarragona	13	25	24	40	31	35	34	58	26	32	22	22	31
Teruel	27	19	27	30	11	12	22	52	18	21	17	20	23
Toledo	15	29	39	42	34	30	32	39	41	43	21	24	33
Valencia	18	15	14	35	17	34	37	42	16	20	15	21	24
Valladolid	15	19	29	38	29	21	31	29	25	31	24	30	27
Vizcaya	25	34	50	49	38	58	61	78	50	49	40	37	48
Zamora	23	24	33	38	29	27	32	58	31	41	29	24	32
Zaragoza	7	15	28	37	15	18	22	31	25	19	22	22	22
MEDIA	22	30	34	41	27	29	35	53	32	35	27	28	33

En Junkers Bosch queremos acompañarte

Apoyo al profesional

Por eso sumamos a nuestra amplia gama de productos de alta calidad, un gran número de servicios para apoyar a los profesionales en todas las etapas del proyecto e instalación de sistemas.

Formación profesional con Junkers Bosch

En Junkers Bosch ponemos a tu disposición planes de formación para ayudarte en tu trabajo, pudiendo completarlos tanto presencialmente como a distancia.



Formación presencial y Aula Digital en la Academia

Inscripciones para el calendario de formaciones a través de:

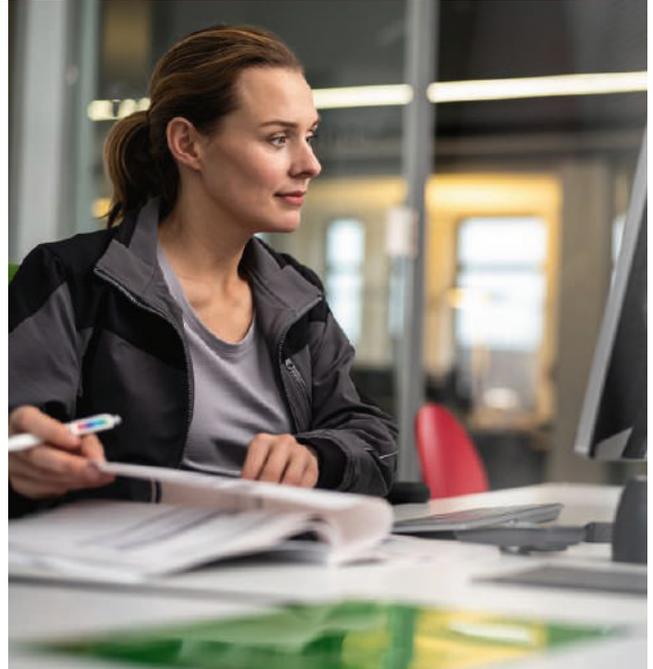
Email: formación.boschtermotecnia@es.bosch.com

Web: www.academia.boschtermotecnia.es



Aula online

A cualquier hora del día todos los días del año. Para acceder entra en www.aula.boschtermotecnia.es



Más servicios Junkers Bosch para el profesional



HomeCom Pro

Nuevo concepto de contratos de mantenimiento con acceso remoto a la instalación a través de los **Servicios Técnicos Oficiales de Junkers Bosch**. Posible en instalaciones con calderas controladas por el control CT200 y bombas de calor con conectividad.



Documentación:

Folletos técnicos, comerciales, guías de producto, etc... disponible en www.aula.boschtermotecnia.es y en www.academia.boschtermotecnia.es



Línea de Soporte Técnico al Profesional:

A través de nuestro Servicio Telefónico de Soporte Técnico al Profesional 902 41 00 14.



EasyPro

Aplicación móvil para smartphone con información especializada en el momento de la instalación.



Servicio post-venta: 911 759 092.

Herramientas de apoyo en la implementación de la directiva ErP en www.junkers-bosch.es en el acceso profesional.



Software ErP Pro Tool:

Identificar y calcular etiquetas de sistema.



Base de datos de documentación técnica,

donde se podrán descargar las etiquetas y toda la información relacionada con la nueva directiva ErP.



Simulador de producto,

que permite al usuario la comparación de tecnologías para elegir la opción que más le convenga.

Cómo contactar con nosotros

Aviso de averías

Tel.: 91 175 90 92

E-mail: asistencia-tecnica.boschtermotecnia@es.bosch.com

Información general para el usuario final

Tel.: 902 100 724 – 91 175 90 92

E-mail: atencion-clientes.boschtermotecnia@es.bosch.com

Soporte técnico al profesional

Tel.: 902 410 014

E-mail: soporte.boschtermotecnia@es.bosch.com

Junkers Bosch plus

Club Junkers Bosch plus

Si aún no eres socio de nuestro exclusivo club para profesionales, date de alta en: www.junkersboschplus.es

Robert Bosch España, S.L.U.

Bosch Termotecnia

Calle de los Hermanos García Noblejas, 19

28037 Madrid

www.junkers-bosch.es