



solarcombi+

ClimateWell[®] descripción de soluciones estándares

Editado por: Olof Hallström

Versión 3.0

Institución



Stockholm, Enero 21, 2010

Table of Contents

ClimateWell® descripción de soluciones estándares	1
1 Introducción	3
2 La enfriadora	4
3 Componentes del Sistema	8
3.1 Colectores Solares	8
3.1.1 Fluido del colector	10
3.1.2 Comportamiento en estancamiento	10
3.1.3 Tuberías	11
3.1.4 Pérdidas	11
3.2 Sistema de Distribución	12
3.2.1 Unidad de tratamiento de aire	12
3.2.2 TermoDeck	13
3.2.3 Inductores o vigas frías	14
3.3 Disipación de Calor	15
3.3.1 Piscinas	16
3.3.2 Torre de refrigeración húmeda	17
3.3.3 Precaentamiento del ACS	18
3.4 Sistema de agua caliente sanitaria	18
3.4.1 Almacenamiento térmico	18
3.4.2 Preparación del ACS	19
3.5 Diseño hidráulico	21
3.5.1 Grupos de retorno solar	21
3.5.2 Vaso de expansión	21
3.5.3 Vaso tampón	22
3.5.4 Purgadores	22
3.5.5 Filtro	23
3.5.6 Válvulas de seguridad	23
3.5.7 Intercambiadores de calor	24
3.5.8 Bombas	24
4 Esquemas del Sistema	25
5 Solución Estándar Propuesto	29
6 Resumen	30



1 Introducción

El producto de Frío Solar de ClimateWell combina las mejores características del mundo de absorción y adsorción con su tecnología patentada de absorción de triple estado. Entre muchas ventajas se encuentra consumo de electricidad bajo, sin ruido, sin problemas de cristalización, y almacenamiento integrado.

ClimateWell tiene oficinas en Estocolmo y Madrid y una fábrica en Ólvega, España.



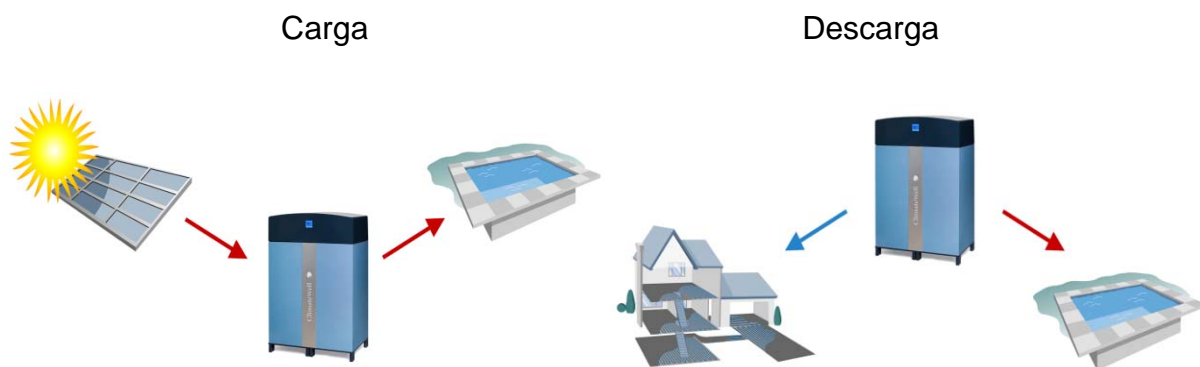
Dentro del proyecto de Solarcombi+ soluciones estándares han sido desarrollados que minimizan el esfuerzo de ingeniería para cada proyecto y así baja el coste total del sistema.

2 La enfriadora

La maquina consiste de 3 partes: dos barriles gemelos que trabajan de forma independientemente y una pieza de fontanería que conecta los dos barriles con los circuitos externos. La maquina está conectada con tres circuitos externos: la fuente de calor, el sistema de disipación y la distribución de frío/calor.

La fuente de calor puede ser paneles solares, calderas, maquinas de cogeneración o similar. El sistema de disipación disipa toda la energía extraída del edificio más el calor de la fuente de calor. Sistemas de disipación posibles son piscinas, pozos geotérmicos o torres de refrigeración. El sistema de distribución distribuye el calor/frío por el edificio. Hay varias maneras para distribuir el calor/frío.

Los dos barriles trabajan en dos modos distintos: carga y descarga. Cuando un barril carga está conectada a la fuente de calor y al sistema de disipación. Cuando un barril descarga está conectada al sistema de distribución y al sistema de disipación. El modo de operación normal significa que siempre cuando un barril está descargando el otro está cargando y viceversa. Como resultado la maquina siempre puede recibir calor y cargar y a la vez aportar frío y calor al sistema de distribución.

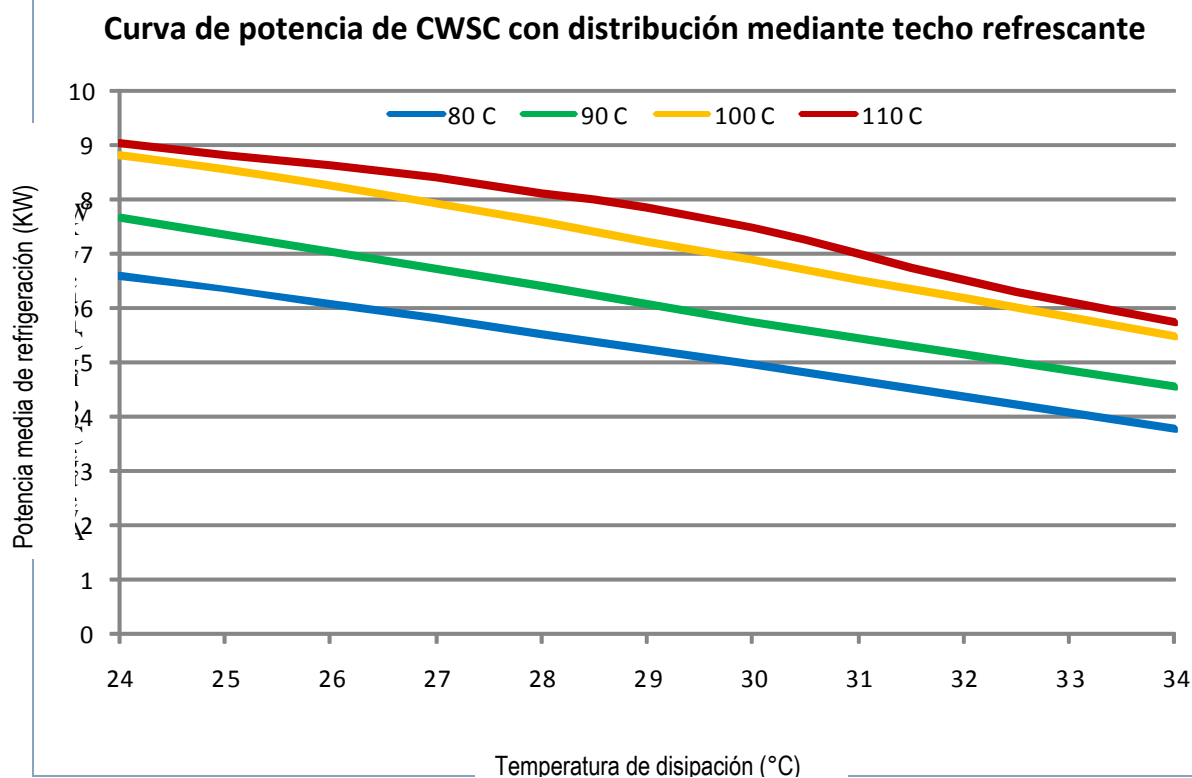




Datos de funcionamiento		ClimateWell SolarChiller	
Circuito aporte de calor	Caudal	25 - 30 l/min	
	Rango de potencias	15 - 20 kW	
	Temperaturas de trabajo	Salida	75 °C – 100 °C
		Entrada	85 °C – 110 °C
	Presión de funcionamiento	3 bars	
	Máxima presión	6 bars	
Tipo de fluido	Propilenglicol 1,2 L ≥ 15 % de concentración		
Circuito de distribución	Caudal	25 - 30 l/min	
	Potencia nominal	<i>Ver curvas de potencia</i>	
	Temperaturas de trabajo	Salida	10 °C – 16 °C
		Entrada	15 °C – 21 °C
Tipo de fluido	Propilenglicol 1,2 L ≥ 15 % de concentración		
Circuito de disipación	Caudal	50 - 60 l/min	
	Rango de potencias	20-30 kW	
	Temperaturas de trabajo	Salida	30 °C a 45 °C
		Entrada	< 30 °C
Tipo de fluido	Propilenglicol 1,2 L ≥ 15 % de concentración		
Datos técnicos		ClimateWell SolarChiller	
Potencia nominal	Refrigeración	<i>Ver curvas de potencia</i>	
Potencia media consumida	Eléctrica	18 W	
COP	(Térmico)	Proceso de triple estado de absorción con un COP 0,68. En la práctica el COP dependerá de las características de la instalación. Normalmente entre 0,52-0,57.	
Máxima temperatura de aporte a la ClimateWell	Desde la fuente de calor	120°C	
Máxima presión	Desde la fuente de calor	10 bar	
Caída de presión	Circuito aporte de calor	30 kPa at 25l/min	
	Circuito de disipación	38 kPa at 50l/min	
	Circuito de distribución	45 kPa at 25l/min	
Capacidad de almacenamiento de energía	Refrigeración	56 kWh	
Dimensiones	Alto x Ancho x Fondo	2038 x 1211 x 807 mm	
Peso		990 kg	
Volumen de fluido	Interno	74,5 l	
Solución salina	Cloruro de litio	LiCl	



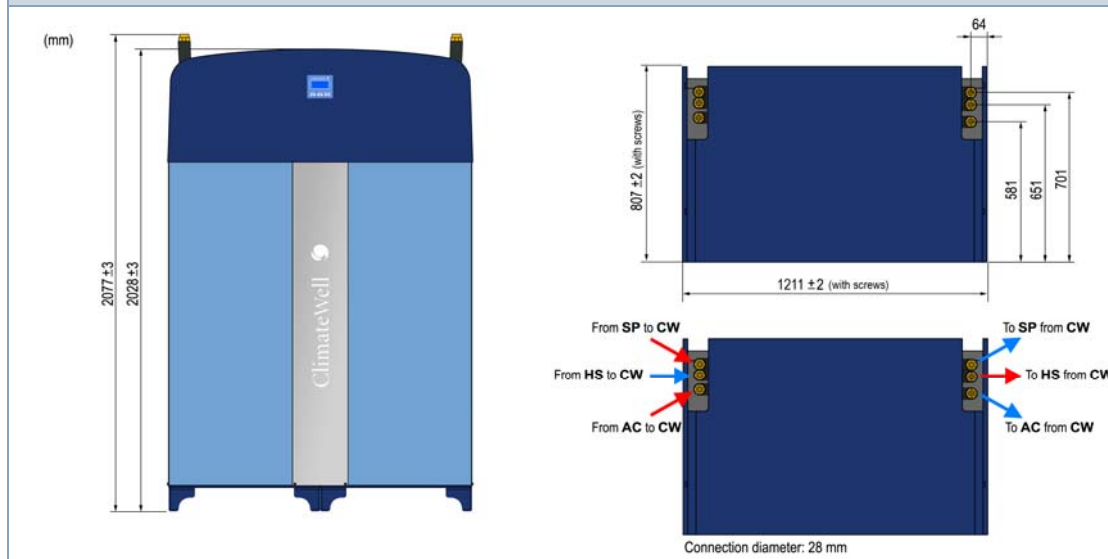
ClimateWell SolarChiller



Control y conexiones eléctricas		ClimateWell SolarChiller
Conexiones eléctricas	Vac	230
Comunicación	Protocolo	RS 232. Baudrate: 19200. Databits: 8. Parity: Ninguna. Stopbits: 1
Señales de salida	Bomba AC	On/off (5V/0V 20 mA)
	Bomba SP	On/off (5V/0V 20 mA)
	Bomba HS	On/off (5V/0V 20 mA)
	Estado de modo	Verano/Invierno (5V/0V 20 mA)
Señales de entrada	Modo de salida	Normalmente abierto Conmuta entre modo invierno/verano cerrando contactos
	Estado bomba AC	On/off (5V/0V 20 mA)



ClimateWell SolarChiller



3 Componentes del Sistema

3.1 Colectores Solares

Utilice únicamente colectores solares certificados y de gran eficiencia con absorbedor altamente selectivo. Se pueden utilizar tanto colectores planos como colectores de tubo de vacío, aunque generalmente los tubos de vacío ofrecen una mayor eficiencia en rangos de temperaturas más elevadas. Los parámetros fundamentales a tener en cuenta para la elección del tipo de colector en una instalación de refrigeración solar son: la diferencia de temperatura de entrada y de salida, el comportamiento de vaciado del colector durante el estancamiento, y la baja caída de presión. Por ello, hay que prestar especial atención a la hora de dimensionar instalaciones con colectores planos de doble arpa o colectores de tubo de vacío de flujo directo. Por tanto, se recomienda colectores planos de tipo meandro o colectores de tubo de vacío heat pipe. El número de colectores en cada batería dependerá de las directrices del fabricante de los paneles solares.

- Las baterías de colectores deben diseñarse para que la diferencia de temperatura (delta T), sea de 10-12°C. Y bajo la máxima radiación a caudal nominal, no debe superar los 20°C.
- Se debe realizar una instalación mediante retorno invertido, para asegurar la misma caída de presión en cada batería de colectores, independientemente del caudal. Este es un requisito necesario cuando se trabaje con caudales variables.
- Se deben instalar sensores de temperatura en las entradas y salidas de cada batería de colectores, o bien utilizar caudalímetros de tipo bypass para así asegurar el mismo caudal en cada batería.
- Se utilizará un sensor de temperatura de inmersión en el último colector de la batería de colectores en serie, y un segundo sensor próximo a la ClimateWell SolarChiller, que será el que controle la bomba solar. Asegúrese que el sensor esté midiendo la temperatura del colector y no el flujo de las tuberías, ya que un sensor de temperatura situado sobre una tubería no puede ser utilizado para el control de la bomba, dado que éste debe poder medir la temperatura del colector aún cuando la bomba solar esté apagada.
- El caudal específico del colector (el caudal a través de un colector) debe cumplir las especificaciones del fabricante, y la configuración hidráulica debe diseñarse para coincidir con el caudal requerido por las unidades de ClimateWell SolarChiller. Generalmente el caudal del campo solar estará en un rango de entre 20 y 50l/hr por m² de área de apertura, dependiendo del tipo de colector solar. Las Figuras 1, 2 y 3 ilustran algunos ejemplos de configuraciones hidráulicas posibles para diferentes colectores.



Figura 1: Esquema hidráulico de colectores de meandro en dos baterías en paralelo con retorno invertido, con ocho colectores cada uno en paralelo. Los tubos de vacío de caudal directo y heat pipe pueden conectarse de manera similar, con la única diferencia que los colectores entre sí están conectados en serie en vez de en paralelo.

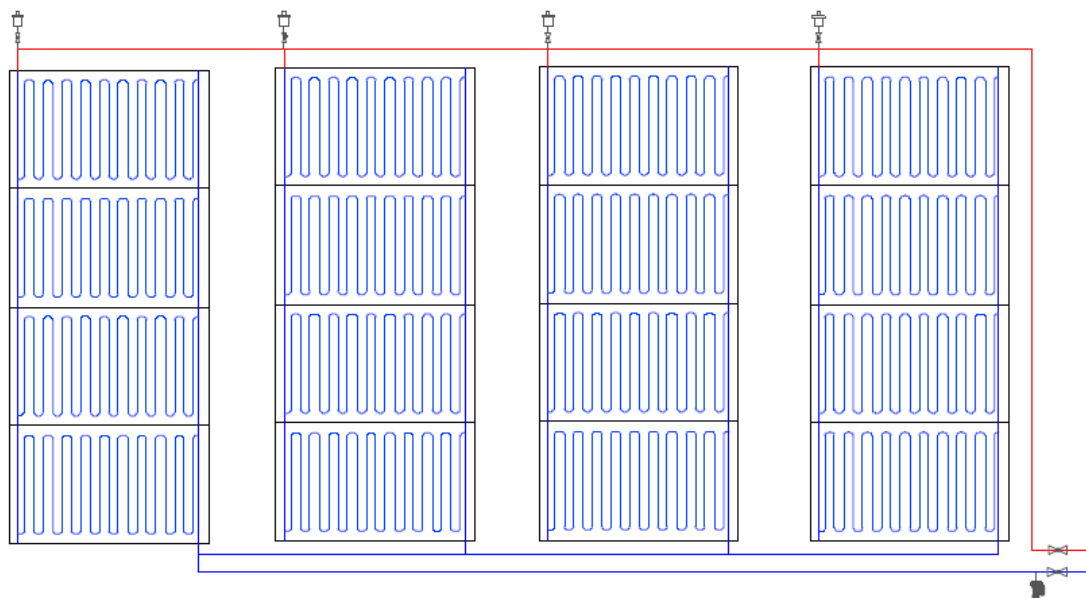


Figura 2: Esquema hidráulico de colectores de meandro en cuatro baterías en paralelo con retorno invertido, con cuatro colectores cada uno, conectados en paralelo. Los tubos de vacío de caudal directo como los de heat pipe pueden conectarse de manera similar, con la diferencia que los colectores de cada batería se conectan en serie en lugar de en paralelo.

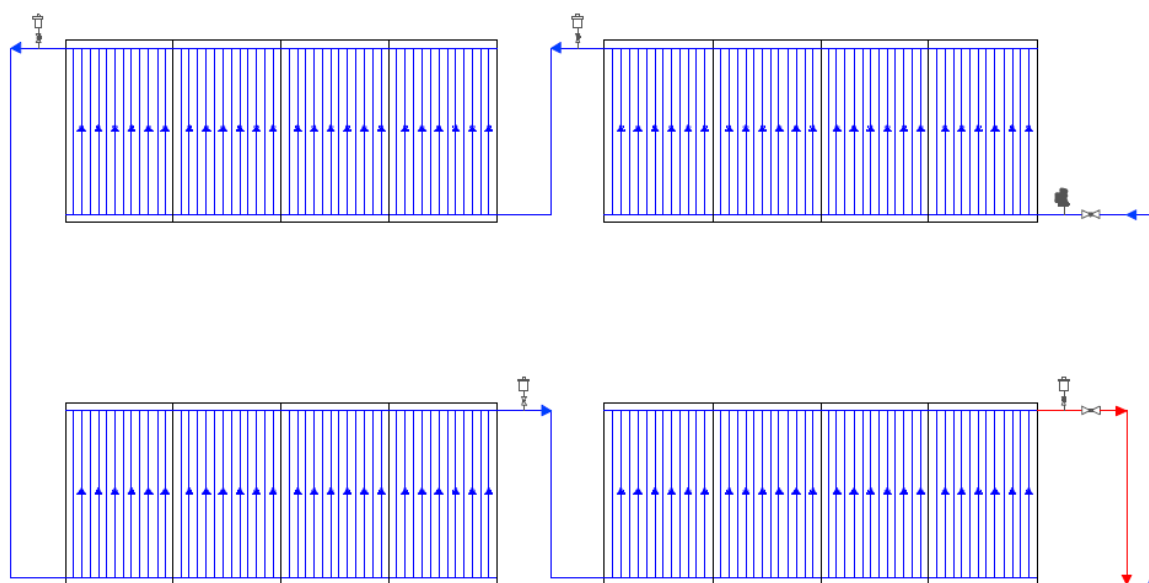


Figura 3: Esquema hidráulico de colectores de parrilla en cuatro baterías en serie, con cuatro colectores cada uno, conectados en paralelo. El tipo parrilla es un colector solar de elevado caudal y se recomienda que tenga, como mínimo, cuatro colectores en serie para obtener el suficiente caudal a través de cada colector. No se recomienda tener más de cuatro colectores en paralelo en un banco, ya que el caudal se distribuye de manera desigual.

3.1.1 Fluido del colector

Utilice únicamente fluidos de transferencia de calor evaporizable reversibles de propilenglicol e inhibidores de corrosión no tóxicos con capacidad amortiguadora de pH, para su uso en instalaciones de calefacción solar. El líquido debe ser capaz de soportar al menos 170°C sin sufrir alteraciones.

3.1.2 Comportamiento en estancamiento

- Utilice un algoritmo de seguridad para que la bomba solar se apague automáticamente si la temperatura del colector supera los 130°C.
- Bajo ninguna circunstancia se podrá encender la bomba solar durante el estancamiento del colector.
- Las tuberías del circuito solar (tanto la impulsión como el retorno) deben de salvar la diferencia de altura de forma constante y no brusca. De esta manera, el transporte de vapor se realizará de un modo más lento y controlado durante el estancamiento.
- Asegúrese que el vapor tenga siempre espacio para expandirse. El camino desde los colectores solares hasta el depósito de expansión debe estar libre para evitar picos de presión.

3.1.3 Tuberías

- Para dimensionar las tuberías, se debe calcular un caudal de 0,5-1,5 m/seg, pero nunca podrá producirse una caída de presión superior a 10 mm/m (mm de presión por metro de tubería).
- Utilice únicamente tuberías de cobre o acero inoxidable en cualquier circuito a alta temperatura. Para un circuito solar, el acero inoxidable ofrece un rendimiento eficiente y fiable.
- Cumpla siempre con la normativa local o regional a la hora de diseñar las tuberías.

Una velocidad de flujo superior a 1,5 m/seg proporcionará una caída de presión innecesariamente alta en el circuito solar, y una velocidad inferior 0,5 m/s impedirá que las burbujas de aire alcancen la unidad de purgado y provocará que aumenten las pérdidas térmicas.

Para evitar confusiones a la hora de conectar las distintas tuberías, es recomendable diferenciar con colores las tuberías de impulsión de las de retorno (consultar la Figura 15).

3.1.4 Pérdidas

El aislamiento debe tener un grosor suficiente y estándar para limitar las pérdidas de calor en las tuberías tanto de ida como de retorno del campo solar. Se recomienda al menos 0,15 W/K por metro de tubería.

- El aislamiento debe ser resistente a las condiciones climatológicas y cumplir o superar los requisitos estándares (ver normas EN 483 o EN 513).

La inclinación, la orientación y las sombras sobre el colector afectan al rendimiento de la instalación de refrigeración solar en distintos grados.

- La inclinación óptima suele ser cercana o ligeramente inferior a la latitud de la ubicación de la instalación.
- Procure siempre orientar el campo solar hacia el ecuador, donde la eficiencia es mayor. Una ligera desviación con respecto al óptimo acimut tendrá un efecto sobre el rendimiento.
- No instale nunca un campo solar cerca de obstáculos de gran tamaño que puedan provocar sombras a los colectores. Durante la fase de diseño de la instalación, deberá tenerse en cuenta si hay montañas, árboles u otros elementos ubicados de manera que puedan reducir el tiempo de funcionamiento diario en ciertos periodos del año.

3.2 Sistema de Distribución

3.2.1 Unidad de tratamiento de aire

Una unidad de tratamiento de aire (UTA) puede conectarse a un sistema de conductos de ventilación convencional con difusores en cada área, o a un sistema VAV (Volumen de Aire Variable).

Una UTA en combinación con ClimateWell SolarChiller y con una enfriadora convencional como sistema auxiliar, debe poseer dos baterías de refrigeración por separado, ya que los dos sistemas de distribución funcionan con diferentes rangos de temperatura de agua fría. Para mantener un alto COP en la enfriadora convencional y un buen rendimiento en las unidades de ClimateWell, los circuitos de ambos dispositivos nunca se deberán mezclar. Por cada batería dentro de la UTA, una válvula de tres vías controla la temperatura de suministro de aire mediante el sistema de control y supervisión de edificios o mediante un sistema de control convencional. A continuación, se enumeran los componentes más habituales de una UTA:

- Batería de filtros (DIN std. EN779).
- Sección de mezcla para la entrada y retorno de aire.
- Batería de refrigeración previa procedente de las unidades ClimateWell (12-17°C). Caída de presión <30 kPa en el lado del agua y <100 Pa en el lado del aire.
- Batería para frío/calor del convencional.
- Conductos de ventilación
- Ventilador con baja potencia específica (EN 13779 SFP: Specific Fan Power, W/m³/seg.).
- Silenciador

El caudal de aire debe diseñarse para una velocidad de aire máxima de 2,5 m/s en las secciones de la batería de refrigeración. La caída de presión en las baterías debe ser lo más baja posible para evitar el uso innecesario de bombas/ventiladores de gran tamaño. Utilice ventiladores de aire con potencia específica (W/m³/s) lo más baja posible. En la

Tabla 1 se ilustra un ejemplo de las especificaciones de una UTA.

Tabla 1: Ejemplo de datos de diseño para una Unidad de Tratamiento de Aire.

Design data: AHU1			
Caudal de aire de suministro, m ³ /s.	3.80	Temp. agua enfriada/KB2	+7/+12 °C
Presión estática ext. (Pa)	350	Batería: Temp. entrada aire/RH	+27 °C/50%
Caudal aire retorno, m ³ /s	3.50	Pre-filtro	MERV 6
Presión estática ext. (Pa)	225	Filtro	MERV 13
Batería 1:	Al/Cobre	Recuperador de calor	None
Capacidad (kW)	60	Aire de escape, m ³ /seg.	0.4
Temp. agua enfriada/KB1	+12/+17 °C	Control de frecuencia	Yes/no
Batería: Temp. entrada aire/RH	+27/50%	Salida nivel sonido máx. antes silenciador	90 dBA
Batería 2:	Al/Cobre	Salida nivel sonido máx. tras silenciador	55 dBA
Capacidad (kW)	120		

3.2.2 TermoDeck

El sistema de placas alveolares de hormigón TermoDeck constituye una de las soluciones de climatización con mayor eficiencia energética del mercado, y proporciona unos niveles de confort muy altos. Esto se consigue añadiendo una fuente de almacenamiento térmico en la distribución de aire: el propio edificio.

TermoDeck se puede combinar con todo tipo de unidades de distribución de aire. Normalmente mediante UTAs ubicadas en el techo, donde los conductos de aire de suministro se extienden en vertical hasta cada planta del edificio, y en horizontal en los falsos techos. Unos pequeños conductos de derivación suministran el aire a cada placa, y este aire entra en la habitación a través de difusores fijados a la salida de las placas. Los difusores suelen colocarse cerca de muros externos, o en oficinas extendidas de manera uniforme por el falso techo. El aire de retorno se suele transferir

al corredor central por plenum y es retornado a la UTA de manera convencional.

Los principales conductos de distribución del pasillo tienen una construcción similar a la de los sistemas convencionales. La principal diferencia es que cada placa alveolar estructural recibe una pequeña cantidad de aire desde el conducto principal de suministro.

El sistema TermoDeck difiere de las tecnologías convencionales en que su integración a la arquitectura del edificio es total. Incluso los sistemas de conductos para el suministro de aire, que tradicionalmente son conductos de acero, son en este caso las mismas placas alveolares de hormigón.

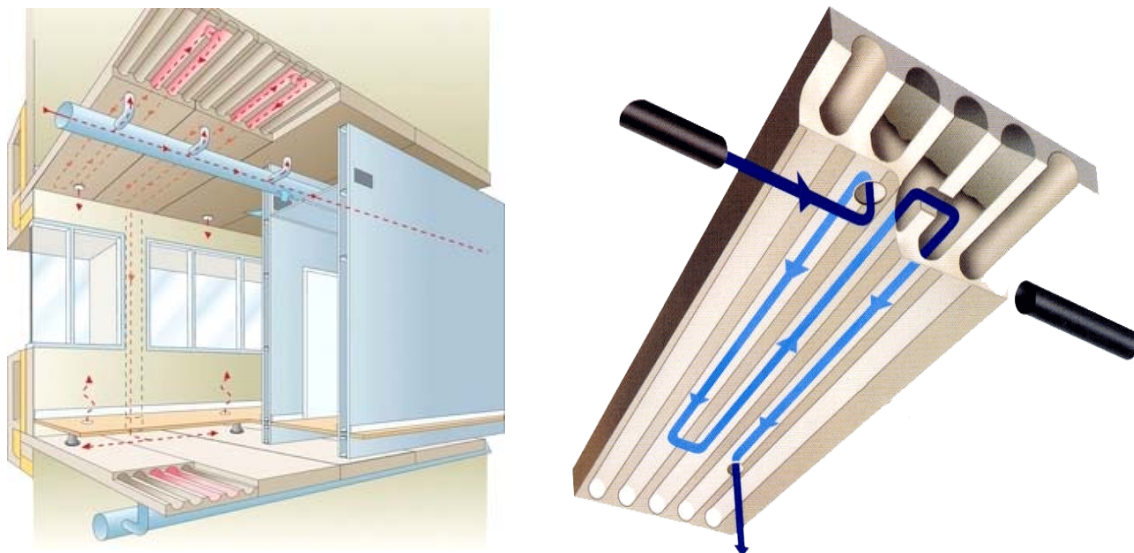


Figura 1: a) Conexión con KlimaDeck y los conductos de aire. b) Flujo de aire dentro de las planchas huecas.

TermoDeck utiliza la capacidad de almacenamiento térmico del conjunto de la estructura del edificio para regular la temperatura interna. La efectividad del conjunto térmico del edificio se mejora pasando aire de suministro a través de la placa alveolar antes de la entrada en la sala a climatizar. Así las placas funcionan como intercambiadores de calor entre el aire de suministro y las distintas salas a climatizar (ver Figura 4).

Las placas alveolares de techo/suelo cumplen varios propósitos: a parte del principal de conformar el suelo estructural, transportan aire fresco hacia el interior del edificio y sirven de almacén de energía.

Las placas se integran en el edificio situándose el conducto principal de suministro en los pasillos. No se necesita ningún conducto aparte y, por lo tanto, ningún falso techo en las distintas salas a climatizar. Por ello, el

diseñador de interiores tiene total libertad para ubicar o reubicar en el futuro las distintas distribuciones de las distintas salas.

3.2.3 Inductores o vigas frías

En aplicaciones con UTA, en áreas o zonas con altas cargas térmicas tales como salas de reuniones o de conferencias, es muy recomendado el uso de inductores o vigas frías.

Estos sistemas son muy efectivos y fácilmente instalables, y al requerir una mayor temperatura del agua para evitar la condensación dentro de las unidades, son ideales para ser conectados al circuito de distribución de la ClimateWell SolarChiller.

La carga base en estas zonas viene suministrada por la UTA, y las cargas pico la suministran estos módulos refrigerantes, a menudo con difusores incorporados.

Además mediante los inductores o vigas frías se pueden controlar la temperatura de cada zona o área independiente mediante sensores, ya que mediante válvulas se regula el caudal de agua de cada uno de ellos con el fin de mantener la temperatura de confort deseada de cada área según las cargas térmicas. Ya que son muy fáciles de instalar, existen incluso algunos módulos diseñados para poder ser instalados en los falsos techos. Otra de las grandes ventajas de estos sistemas de distribución es que no producen ruido alguno.

3.3 Disipación de Calor

ClimateWell® recomienda que se da un valor a la energía disipada si es posible. Sistemas de disipación que aportan un valor añadido son precalentamiento de ACS y precalentamiento de piscina. El precalentamiento de ACS se puede utilizar en combinación con cualquier otro sistema de disipación y puede llegar a ser una gran parte de los ahorros del sistema. Una piscina es una forma de disipación fácil y eficaz especialmente para el sector residencial. La piscina puede proporcionar una manera de disipación a bajo coste y encima alargando los periodos de baño especialmente durante primavera y otoño.

Si no se puede dar el calor disipado un valor hay que por lo menos intentar hacerlo para que el coste sea mínimo. Por eso ClimateWell® recomienda soluciones geotérmicas donde se disipa el calor a la tierra. Soluciones geotérmicas incluye soluciones verticales como horizontales. Una solución geotérmica también puede aportar calor de baja temperatura en invierno a través de la máquina de absorción.

Si ningunos de estos sistemas son posibles, hay que ir a una torre seca o húmeda. La desventaja de utilizar un sistema activo con ventilador es por su puesto el coste de operación en electricidad y/o agua que bajen la eficiencia del sistema. Utilizando un sistema de control eficaz con caudales variables estas soluciones todavía pueden ser interesantes.

Se pueden utilizar dos o más sistemas de disipación de calor en una sola instalación, conectándolos en serie o en paralelo. La Figura 5 y 6 ilustran cómo se pueden acoplar distintos sistemas de disipación de calor.

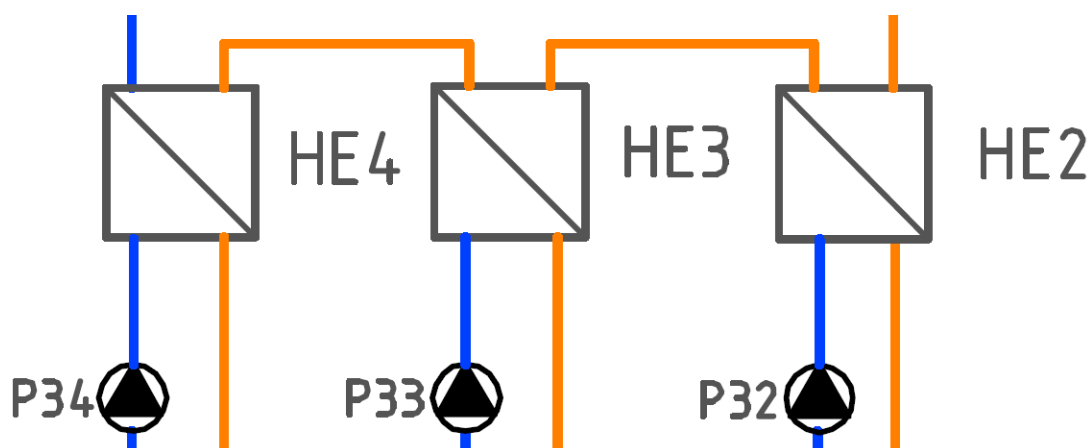


Figura 5: Conexión en serie de tres sistemas distintos de disipación de calor. El precalentamiento de ACS (HE2) siempre tiene la máxima prioridad y, por lo tanto, se coloca primero en la dirección del flujo. La torre de refrigeración (HE4) tiene la mínima prioridad y, por lo tanto, se coloca en último lugar.

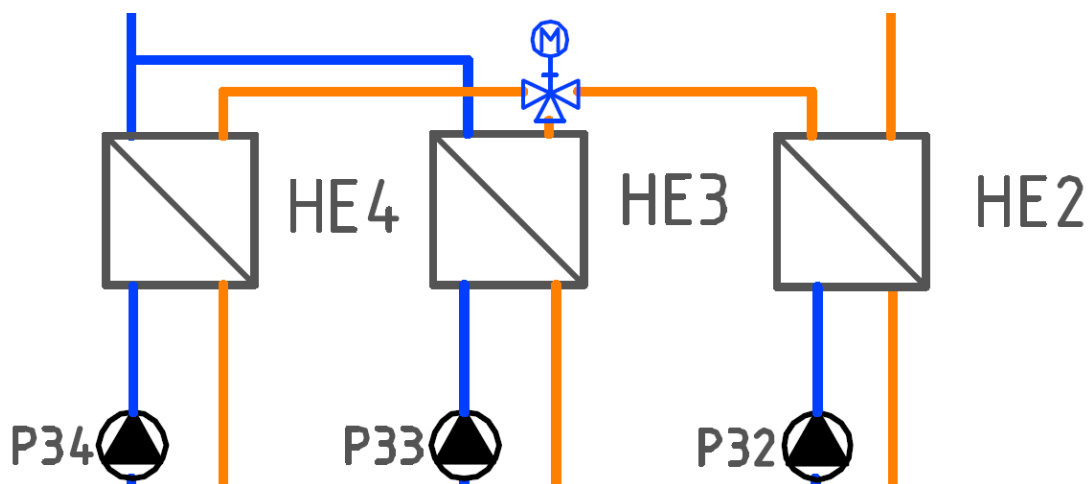


Figura 6: Conexión en paralelo de dos sistemas de disipación de calor (HE3 y HE 4) conectados en serie con un tercer sistema (HE2) de máxima prioridad.

3.3.1 Piscinas

Una piscina puede ser el único sistema de disipación de calor de una instalación de refrigeración solar, pero también se puede utilizar en combinación con otras soluciones si el tamaño no es suficiente o si la piscina tiene una regulación de temperatura estricta. Utilice mediante un conexionado paralelo, un sistema de disipación de calor secundario si la piscina tiene un funcionamiento corto al año. De no ser así, se puede utilizar un conexionado en serie y así simplificar la lógica de control. En caso de aprovechar la disipación de calor para precalentamiento de agua caliente sanitaria, lo más recomendable es un conexionado en serie. Es importante siempre utilizar una bomba que funcione a presión ambiental entre la piscina y el intercambiador de calor, ya que las bombas de circulación normal necesitan una mayor presión de entrada y no funcionan bien en un circuito no presurizado.

También es importante elegir un intercambiador de calor que soporte la corrosión presente en los aditivos utilizados para el mantenimiento de piscinas. El material utilizado en el intercambiador de calor deberá elegirse en función de los productos químicos que se utilicen para el agua de la piscina. Posiblemente, un intercambiador de calor que soporte agua tratada con cloro no soporte agua tratada con sal o agua de mar. La Figura 7 muestra un ejemplo de un intercambiador de calor fabricado con tuberías y con revestimiento resistente a la corrosión para aplicaciones de piscina. Soporta tanto agua tratada con cloro como agua de mar, y tiene además una muy baja caída de presión.



Figura 7: Intercambiador de calor de piscina. El intercambiador de calor cuenta con adaptadores de plástico en el lado de la piscina que pueden soportar una temperatura máxima de 100 °C.

3.3.2 Torre de refrigeración húmeda

Las torres de refrigeración húmeda son los sistemas más convencionales para disipar calor en aplicaciones de refrigeración solar. La refrigeración evaporativa permite que la torre desprenda temperaturas por debajo de la temperatura de bulbo seco ambiente, lo cual es necesario para instalaciones de refrigeración solar en climas cálidos. Cuando se dimensiona una torre de refrigeración, se deberá tener en consideración la temperatura del bulbo húmedo máxima y la temperatura media de la ubicación.

El mantenimiento necesario de una torre de refrigeración se limita básicamente a la higiene, ya que el mantenimiento mecánico es mínimo. Las operaciones sanitarias deberán seguir o superar normativas como el RD865/03. Algunos fabricantes de torres de refrigeración recomiendan un tratamiento sólido de disolución lenta, basado en la aplicación de una pastilla de limpieza en la bandeja de la torre que funciona como biocida e inhibidor de corrosión durante un periodo aproximado de seis meses.

Otro parámetro muy importante a tener en cuenta para el diseño de la torre de refrigeración es el número de ciclos de concentración que se pueden utilizar. La concentración de minerales como Ca y Mg aumenta a medida que se evapora el agua. Con el fin de evitar la deposición y acumulación de minerales dentro de la torre de refrigeración, se deberá reemplazar cierta cantidad de agua continuamente (purgar), además del agua perdida por la evaporación. La calidad del agua de la instalación determina el número de ciclos de concentración, donde el agua muy pura se puede concentrar muchas veces antes de que la deposición suponga un peligro, y el agua con una alta concentración de minerales deberá ser reemplazada con más frecuencia.

Para obtener instrucciones sobre el mantenimiento, dimensionamiento de la velocidad del ventilador, volumen del sumidero y ciclos de concentración, por favor póngase en contacto con el fabricante de la torre de refrigeración.

3.3.3 Precalentamiento del ACS

El precalentamiento del ACS es el sistema más favorable de todos los sistemas de disipación de calor, ya que el balance energético se utiliza de manera muy eficiente. Primeramente, el calor se utiliza para producir frío y, posteriormente, la misma energía puede calentar el agua que es demanda para su uso. El inconveniente de este sistema de disipación es que depende del consumo de agua y, por lo tanto, no se puede utilizar como sistema de disipación único. Tampoco se puede utilizar como única fuente de calor para calentar el agua, ya que las temperaturas máximas que se obtienen están por debajo de los requisitos sanitarios.

3.4 Sistema de agua caliente sanitaria

3.4.1 Almacenamiento térmico

Se recomienda el uso de depósitos de inercia con módulos de agua caliente sanitaria instantánea (ACS y solar con intercambiadores de calor externo, calefacción directa) en aquellas instalaciones en las que se necesite ACS y calefacción, especialmente cuando se requieren unas altas condiciones higiénicas. Para instalaciones en las que no se necesite calefacción de la instalación solar o instalaciones pequeñas, si se pueden utilizar sin problemas los depósitos de agua caliente sanitaria.

3.4.2 Preparación del ACS

Básicamente, existen dos métodos distintos para la preparación de agua caliente sanitaria. Uno es preparar y almacenar esta agua para el consumo en tanques de ACS antes de su uso, y otro es calentar al instante esta agua cuando se necesite. La primera solución tiene como principal ventaja que las demandas de pico se pueden cubrir con una capacidad pequeña en los intercambiadores de calor, pero tiene como inconveniente los problemas higiénicos derivados al almacenar agua caliente (<math><53^{\circ}\text{C}</math>). La segunda solución proporciona altas condiciones higiénicas, ya que el agua fría se calienta al instante, pero requiere que los intercambiadores de calor estén adaptados a las demandas de pico de energía. La Figura 8 ilustra cómo se pueden combinar ambas soluciones con el precalentamiento y la calefacción solar.

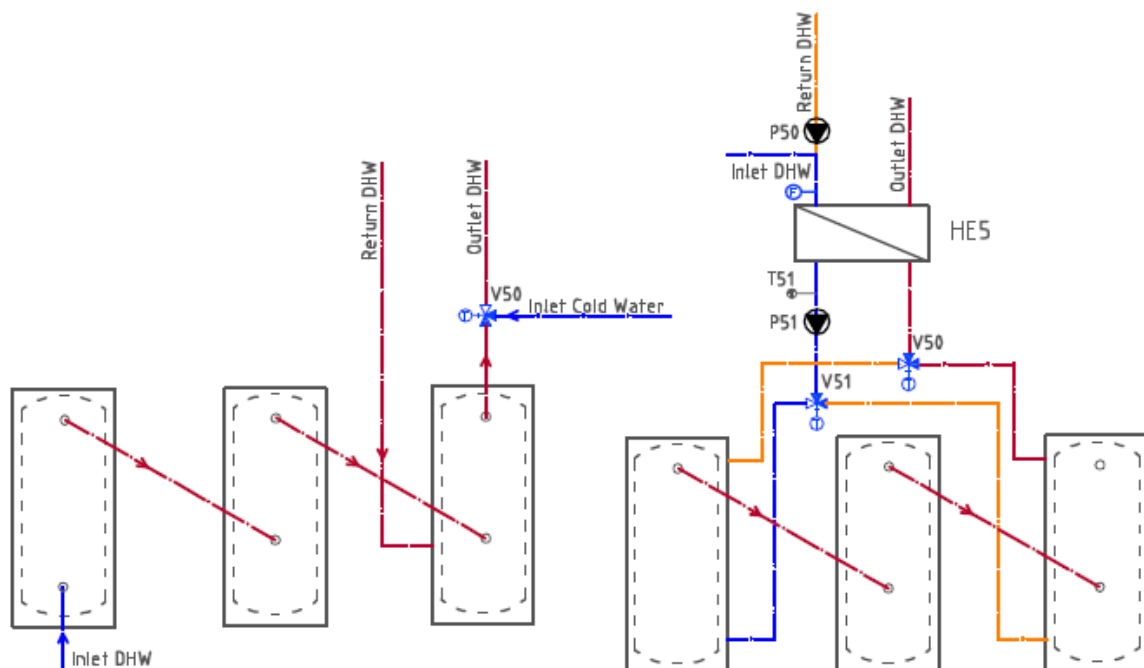


Figura 8: Solución de agua caliente sanitaria. (Izquierda) Depósitos de ACS para uso directo. (Derecha) Depósitos de almacenamiento para la preparación de ACS instantáneo. Empezando por la izquierda de cada solución, los tres depósitos son: depósito de precalentamiento (depósito calentado por el circuito de disipación de calor de las unidades ClimateWell) (20-40 °C), depósito solar (40-70 °C) y depósito de caldera (60 °C).

En instalaciones pequeñas, un único depósito puede ser suficiente. La Figura 9 ilustra la configuración de dichas soluciones.

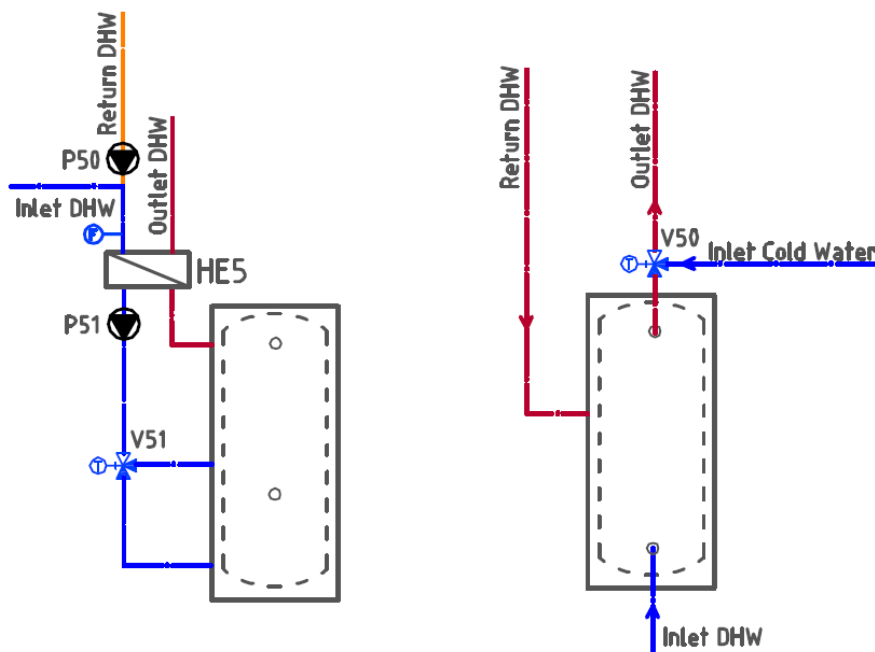


Figura 9: Solución de agua caliente sanitaria para instalaciones pequeñas. (Izquierda) Depósito de almacenamiento y preparación de ACS instantáneo. (Derecha) Depósito de ACS. Asegúrese de que la solución elegida cumpla con la normativa local.

3.5 Diseño hidráulico

Todos los componentes conectados al circuito primario deben de poder trabajar a las temperaturas del campo solar 130°C/150°C.

3.5.1 Grupos de retorno solar

Los grupos de retorno solar son la conexión entre los colectores solares y el resto de componentes de la instalación. Existen grupos premontados en el mercado con todos los accesorios de seguridad necesarios para instalaciones pequeñas y medianas, y con test de presión realizados. En la Figura 10, se puede observar un ejemplo de estación de bomba solar con su lista de componentes necesarios. En las instalaciones grandes no son habituales estos grupos premontados, y los componentes se suelen montar e instalar in situ.

- Bomba de circulación de velocidad variable
- Válvula de seguridad (6-8 bares)
- Válvula de llenado/drenaje
- Manómetro
- Caudalímetro
- Separador de aire
- Termómetro de ida
- Termómetro de retorno
- Aislamiento térmico
- Válvulas de corte
- Conexión vaso de expansión

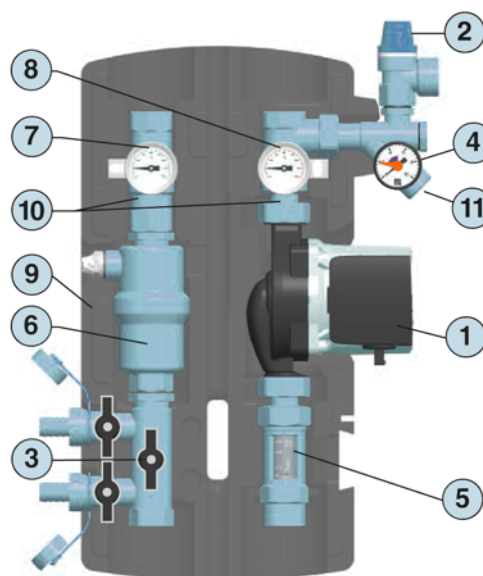


Figura 10: Ejemplo de grupo de retorno solar para pequeñas y medianas instalaciones.

3.5.2 Vaso de expansión

Compruebe la presión del vaso de expansión antes de instalarlo. Para protegerlo deberá instalarse en el punto más frío del circuito (debajo del grupo de retorno solar). En las instalaciones pequeñas, se puede montar después de la válvula antiretorno en la tubería de ida en dirección a los colectores solares.

- Es necesario dimensionar el vaso de expansión de acuerdo con la norma VDI6002 o las normas locales.
- Se recomienda la instalación de una válvula de servicio para operaciones de mantenimiento del vaso de expansión.
- El vaso de expansión debe colocarse siempre debajo del grupo de retorno solar para así impedir que el agua caliente que sube por las tuberías alcance el depósito.

En caso de no calcular correctamente el tamaño y la presión previa del vaso de expansión, podrían producirse fugas de aire durante las noches frías o la válvula de seguridad podría abrirse y dejar salir el líquido del colector en situaciones de alto estrés térmico.

3.5.3 Vaso tampón

Los vasos tampón tienen la función de proteger la membrana del vaso de expansión frente a temperaturas superiores a las admisibles. Por lo general se trata de pequeños vasos de acero instalados en serie delante del vaso de expansión.

Su dimensionado debe de garantizar, incluso en caso de propagación de vapor por las tuberías del circuito primario, una reducción suficiente de las temperaturas entre la entrada y la salida. No existe ningún reglamento vigente en cuanto al dimensionado del vaso tampón, pero sí se puede hacer referencia a otras normas. La norma alemana VDI 6002, exige la instalación de un vaso tampón, cuando el contenido líquido de las tuberías entre los captadores y el vaso de expansión sea inferior al 50% del volumen útil del vaso de expansión dimensionado correctamente. El dimensionado del vaso tampón evitará que sea inferior (~8%volumen total instalación).

Por tanto, el uso del vaso tampón dependerá de la distancia a la que se encuentra el campo de colectores solar y el comportamiento de estos en situaciones de estancamiento.

3.5.4 Purgadores

- Instálese al menos un purgador de aire por circuito de la ClimateWell SolarChiller (3 purgadores) en la parte alta, con un volumen de 2-5 veces el diámetro de la tubería. Se recomienda instalar purgadores manuales de 100cm³ lo más cerca posible a las unidades ClimateWell mediante T o codos.

Se pueden utilizar purgadores automáticos, pero con la posibilidad de poder controlarlos de forma manual, ya que siempre deben de estar cerrados durante un funcionamiento normal de la instalación. Incremente en esa sección el tamaño de tubería, para así disminuir la velocidad del flujo. Para instalaciones de gran tamaño, se recomienda el uso de varios purgadores a

lo largo de toda la instalación. En la Figura 11 se ilustra cómo debe instalarse un purgador.

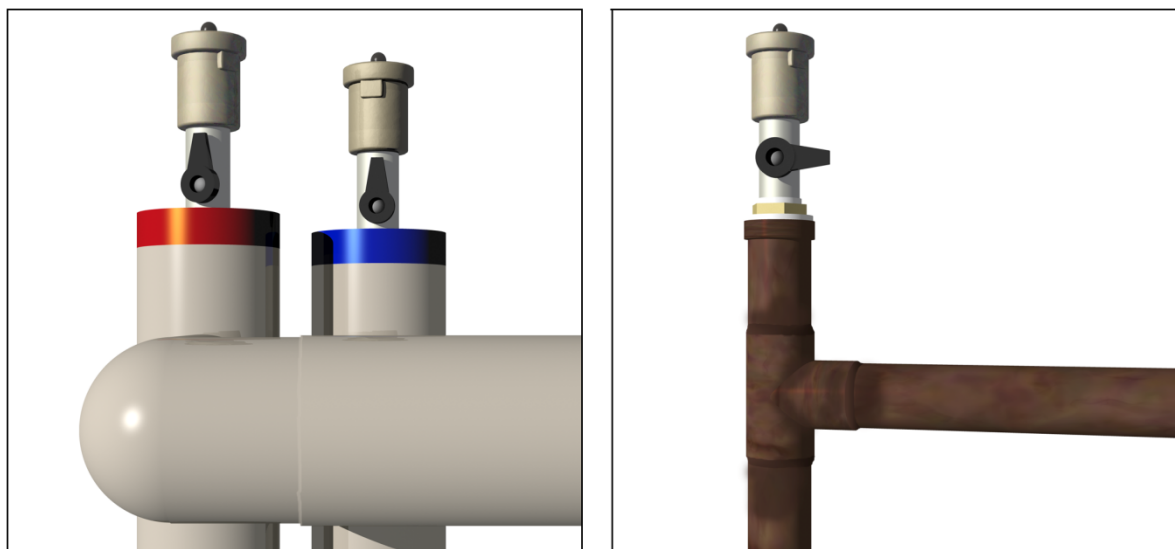


Figura 11: Ejemplo de un purgador que consta de: una válvula de purgado automático, una válvula manual, y un volumen de almacenamiento para el aire. Se utilizan colores diferentes para diferenciar la ida y el retorno.

3.5.5 Filtro

- Se recomienda instalar un filtro de malla de 1-1,5 mm antes de la bomba de circulación con válvulas de corte a ambos lados del filtro, para así facilitar las operaciones de mantenimiento.

El filtro es una malla de gran tamaño que retiene la suciedad del circuito. Se debe de prestar especial atención en limpiar o sustituir este filtro si fuese necesario para evitar las descompensaciones de presión. De lo contrario, el sistema podría bloquearse y provocar daños irreparables en las bombas.

3.5.6 Válvulas de seguridad

- Para instalaciones muy grandes, se recomienda el uso de válvulas de seguridad dobles (6-8 bares), separadas por una válvula de 3 vías para así facilitar las operaciones de mantenimiento.
- En caso que la presión estática en frío sea superior a 2,5 bares, se aconseja el uso de válvulas de seguridad de 8 bares o más.

Si el campo de colectores es muy grande o se encuentra muy alejado del grupo de retorno solar, se recomienda colocar alguna válvula de seguridad cerca del campo solar.

- Si existe riesgo que el vapor llegue a las bombas solares durante el estancamiento, siempre se deberá instalar una válvula antiretorno tras las bombas solares en la tubería de retorno a colectores para así protegerlas de la acción del vapor.

3.5.7 Intercambiadores de calor

- Utilice intercambiadores de calor de placas con una diferencia de temperatura logarítmica aproximadamente de 3°C según la potencia de diseño del circuito.
- Se recomienda una caída de presión máxima de 30 kPa en los intercambiadores de calor. Si es posible, se deberá tener el mismo caudal a ambos lados del intercambiador de calor.

Se puede obtener la potencia necesaria para el dimensionado de los distintos intercambiadores de calor de los distintos circuitos, utilizando la herramienta de dimensionado de refrigeración solar de ClimateWell Solar Cooling. Los valores habituales de transferencia de calor para una instalación sencilla de ClimateWell Solar Cooling se encuentran entre 20-30 kW para el circuito de disipación y de 7-10 kW para el de distribución.

Si el campo de colectores solares se encuentra alejado de la sala de máquinas, se recomienda la instalación de un intercambiador solar de placas para así reducir costes debidos a la gran cantidad de fluido con anticongelante que se necesitaría, y así aislar ese circuito de los demás. Esto conllevaría a que las unidades de ClimateWell trabajarían sin protección alguna frente al riesgo de congelación, y por tanto, habrá que tener un especial cuidado en el diseño de la instalación, ya que las unidades de ClimateWell podrían sufrir daños irreparables.

3.5.8 Bombas

La eficiencia eléctrica del sistema es de vital importancia, y el bombeo de líquido es uno de los factores clave que influyen en ella. Al igual que en la mayoría de instalaciones solares, los sistemas de refrigeración solar funcionan normalmente a carga parcial (fuera de las horas pico). Este proceso se ilustra en la Figura 12, donde se observa que las distintas bombas trabajan a su máxima capacidad sólo unas horas al año.

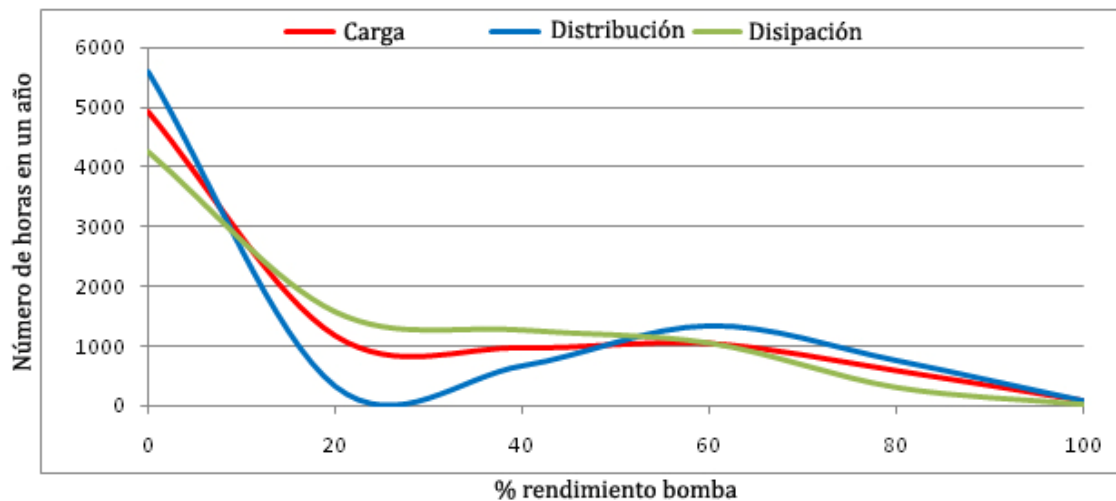


Figura 12: Curva que representa el rendimiento de las distintas bombas en una instalación de refrigeración solar típica. Es necesaria una buena eficiencia en carga parcial, ya que el sistema suele funcionar normalmente al 20-80% de su capacidad total.

Para obtener una alta eficiencia general, es importante tener una buena eficiencia a carga parcial. Esto se puede conseguir instalándose bombas de velocidad variable en circuito de aporte de calor y en el circuito de disipación de calor. Se puede utilizar la diferencia de temperatura entre la ida y el retorno de cada circuito para generar una señal al regulador de frecuencia de la bomba. Se recomienda una diferencia de temperatura de 10 a 12°C. En el caso de bombas sencillas, se pueden utilizar otros métodos más simples para variar la velocidad.

4 Esquemas del Sistema

El esquema hidráulico estándar utilizado en las simulaciones está ilustrado en continuación. Este esquema fue diseñado para funcionar con cualquier máquina de absorción o adsorción. Sin embargo es difícil optimizar el funcionamiento de todas las máquinas con un esquema general a pesar de que es posible hacer cambios pequeños.

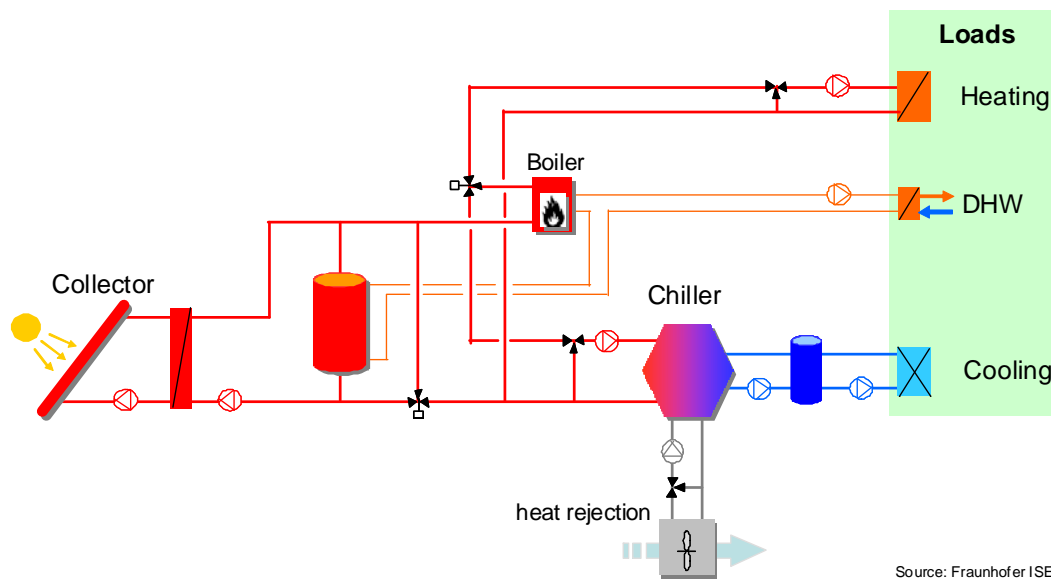


Figura 13: El esquema hidráulico estándar utilizado en el proyecto de SolarCombi+.

Durante el tiempo del proyecto se ha obtenido más conocimiento y experiencia sobre el sistema y como mejor integrar la máquina de ClimateWell® con mayor eficiencia, rendimiento y durabilidad. Abajo se muestra algunos de los peculiaridades del sistema ClimateWell®.

- Máquina diseñada para trabajar sin acumulación de agua.
- Proceso interno inseparable y por eso un fluido de antihielo es necesario para no causar rotura de los intercambiadores.
- Almacenamiento de frío/calor interno.
- Todos los circuitos interconectados. Tiene que ser el mismo fluido en todos los circuitos.
- Almacenamiento interno y las temperaturas de trabajo complican la integración del sistema con una caldera para producir frío sin energía solar.

Conclusiones del trabajo de simulación hecho por EURAC se ve en continuación.

- Pequeñas o inexistentes mejoras engrandando los depósitos de almacenamiento.
- Acumulación de agua en depósitos es solamente importante para calefacción. La posibilidad de almacenar calor en la máquina también baja la importancia de los depósitos.
- La capacidad de frío se disminuye cuando hay que producir frío instantáneamente según una demanda programada. Se podría mejorar el rendimiento utilizando la masa térmica del edificio y producir frío en función a la irradiación solar. Hay que desarrollar más el



almacenamiento de frío para poder aportar instantáneamente con gran eficiencia.

- Producir frío con energía fósil a través de una caldera no resulta en ahorros de energía primaria.

Cambios al esquema hidráulico para implementar las conclusiones del proyecto se muestra en continuación.

- Separar el depósito de acumulación de la producción de frío. El depósito se dimensiona entonces según la demanda de ACS o calefacción.
- Incorporar la ClimateWell® en el circuito primario solar. Haciendo eso se protege la máquina de congelación y una se puede omitir una bomba trabajando con sistemas de distribución con aire. Para separar el fluido solar del circuito secundario se puede utilizar un serpentín interno en el depósito solar. Si el sistema de distribución es por agua hay que introducir un intercambiador de calor en el circuito de frío. Un proyecto separado ha evaluado las ventajas y desventajas en tener la máquina en el circuito primario.
- La caldera se utiliza solamente para calefacción directa y para ACS. La conexión y la bomba de la caldera a la máquina se ha quitado.
- La caldera está conectada en serie con la máquina de absorción para también dar calor con la máquina. Cuando la máquina no puede con toda la demanda la caldera entra para cubrir lo que falta.

Los cambios del esquema hidráulico resultan en nuevos esquemas que se muestra en figura 10-11. Trabajo todavía queda para diseñar un kit-hidráulico premontado que sea fácil y rápido para instalar.

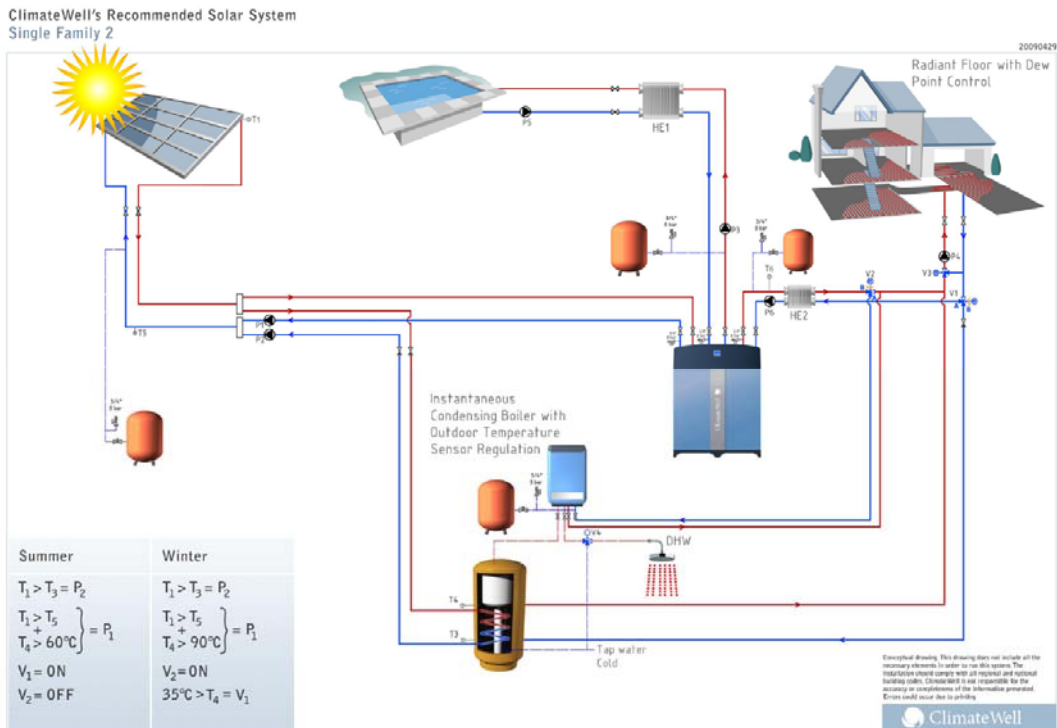


Figura 14: Esquema hidráulico recomendado por ClimateWell® para el sector residencial. Si se utiliza un sistema de distribución por aire no hace falta el intercambiador de calor HE2.

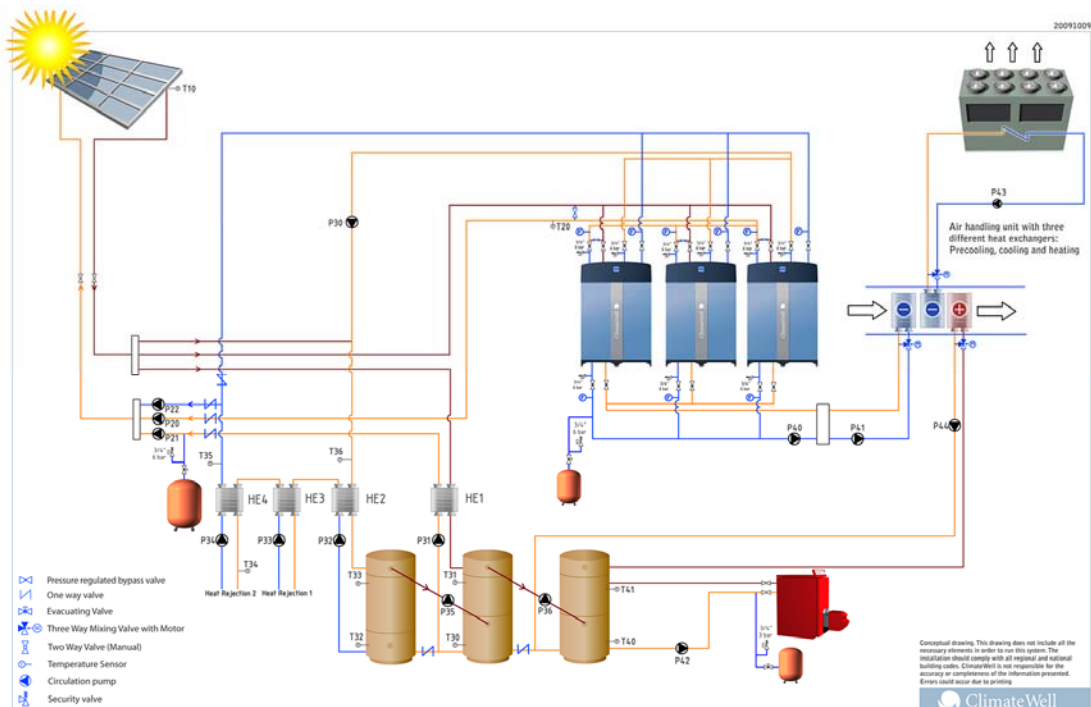


Figura 15: Esquema hidráulico recomendado por ClimateWell® para el sector comercial. No hace falta ningún intercambiador de calor HE2 porque la batería fluido/aire separa el circuito primario con el circuito de distribución.

5 Solución Estándar Propuesto

Como la radiación solar y condiciones climáticas cambian de un lugar a otro y cada proyecto tiene sus peculiaridades, ClimateWell recomienda que se analice cada proyecto utilizando el programa de simulación de ClimateWell Frío Solar 1.1. En el programa se simula con un modelo dinámico y flexible de un edificio contra un sistema de frío solar con gran precisión. El programa ha sido diseñado para poder simular edificios de distintos tipos con un sistema flexible que se puede dimensionar según las demandas del edificio sin utilizar mucha capacidad de ingeniería. La figura 16 muestra algunas imágenes del programa que está utilizado internamente en ClimateWell como por los colaboradores y distribuidores de ClimateWell

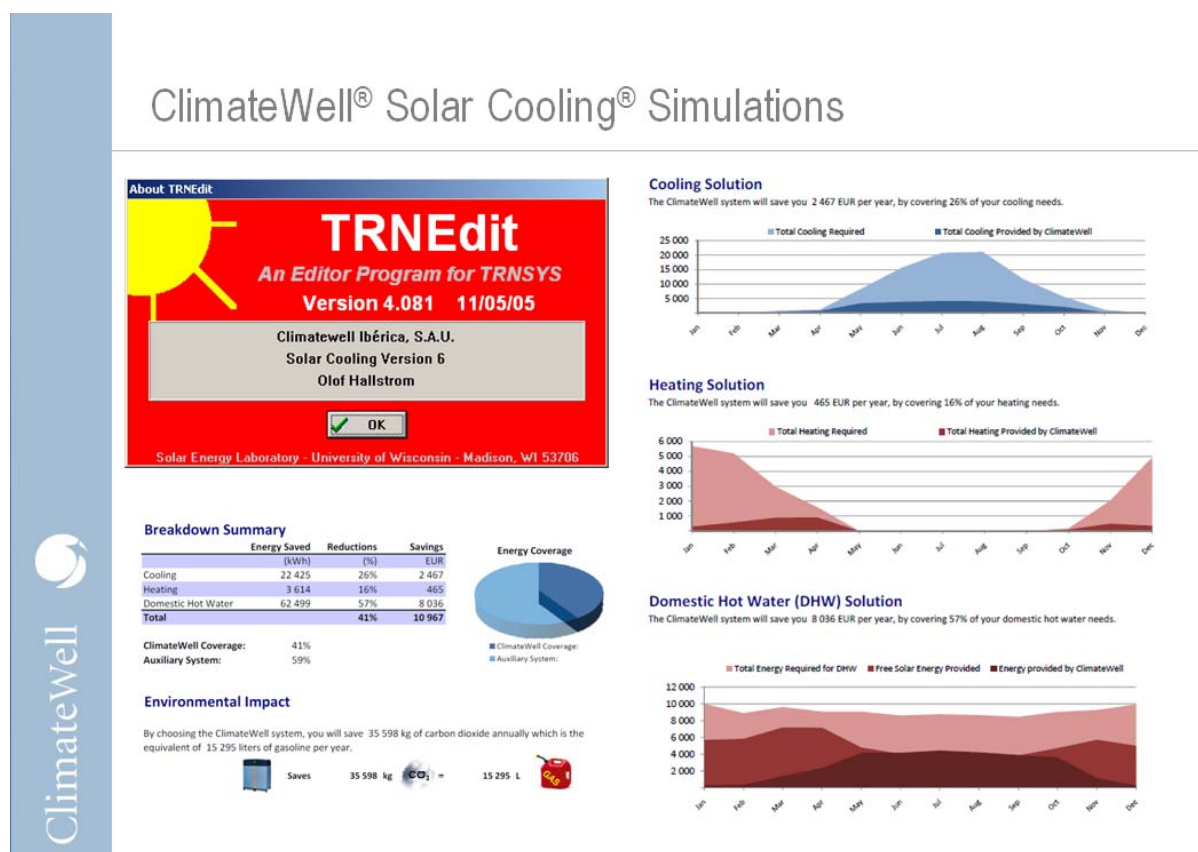


Figura 16: Imágenes de ClimateWell Frío Solar 1.1. El programa utiliza simulación dinámica y el resultado se presenta de forma fácil y sencilla en un pdf.



6 Resumen

Este documento ha sido desarrollado para utilizar como un guía para diseñar sistemas de frío solar junto con los colaboradores de ClimateWell. El documento incluye componentes claves y configuraciones de componentes que son importantes para un sistema de Frío Solar eficaz. Como cada proyecto real puede diferenciar mucho de los sistemas presentado en este documento es importante que se trate este documento como una plataforma de trabajo y comunicación entre ClimateWell y sus colaboradores en el diseño de instalaciones de Frío Solar.