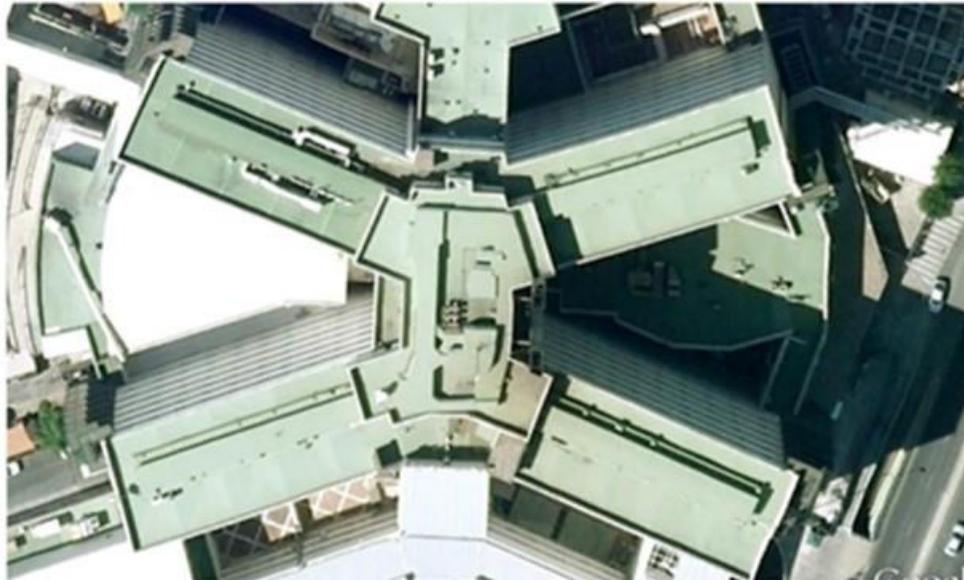


Guía Técnica de la Energía Solar Térmica



Juan Carlos Martínez Escribano – Comisión Técnica ASIT

CONTENIDOS DE LA GUÍA



1. RESUMEN EJECUTIVO
2. CONFIGURACIONES
3. COMPONENTES
4. CONDICIONES DE TRABAJO
5. INCORPORACIÓN INSTALACIONES EN EDIFICIOS
6. DISEÑO HIDRÁULICO Y TÉRMICO
7. CALCULO DE PRESTACIONES ENERGÉTICAS
8. MONTAJE, PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA
9. OPERACIÓN, USO Y MANTENIMIENTO

10. CALENTAMIENTO SOLAR DE PISCINAS
11. CALEFACCIÓN SOLAR
12. REFRIGERACIÓN SOLAR
13. CLIMATIZACIÓN URBANA

14. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

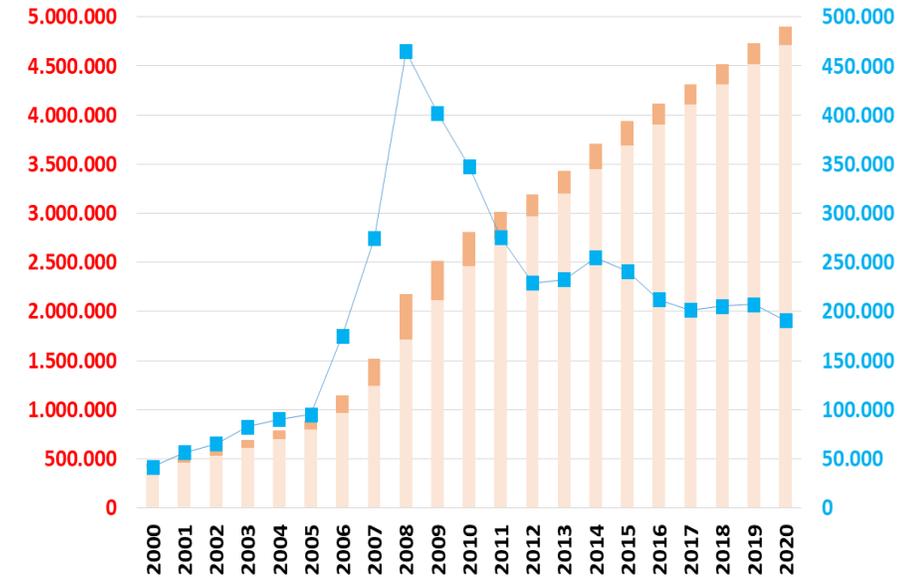
1 RESUMEN EJECUTIVO

En España: casi 50 años y casi 5.000.000 m²

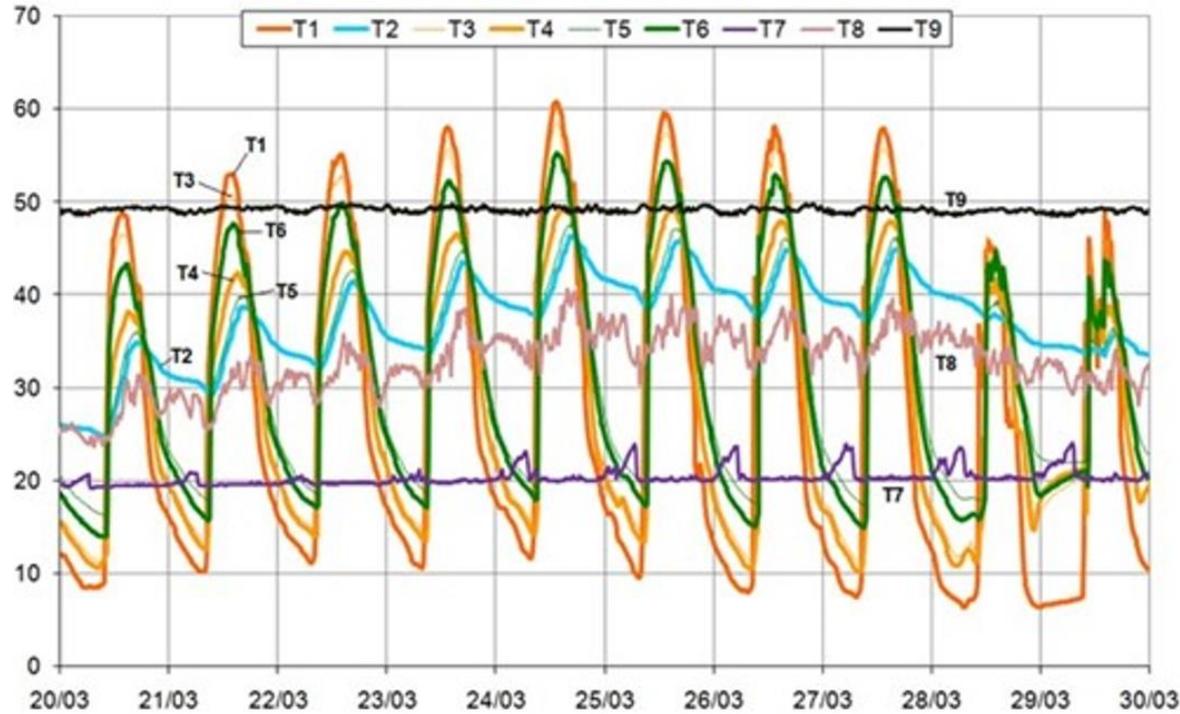
Tecnología sencilla, fiable, madura, duradera y rentable

Conocer y analizar:

1. Funcionamiento y rendimiento
2. Fiabilidad
3. Proyecto y diseño
4. Mantenimiento y durabilidad
5. Costes de inversión y ahorros económicos
6. Sobre los intervinientes:
 - Sector demanda: Usuario o Promotor
 - Sector oferta: Constructor, Instalador, Proyectista, Fabricante
 - Administración: competencias, normativa, vigilancia y supervisión



1.1 FUNCIONAMIENTO Y RENDIMIENTO



$$\eta_{IST} = \eta_{CAP} * \eta_{INT} * \eta_{ACU} * \eta_{CIR} * \eta_{CON}$$

$$0,45 = 0,50 * 1,0 * 1,0 * 0,90 * 1,0$$

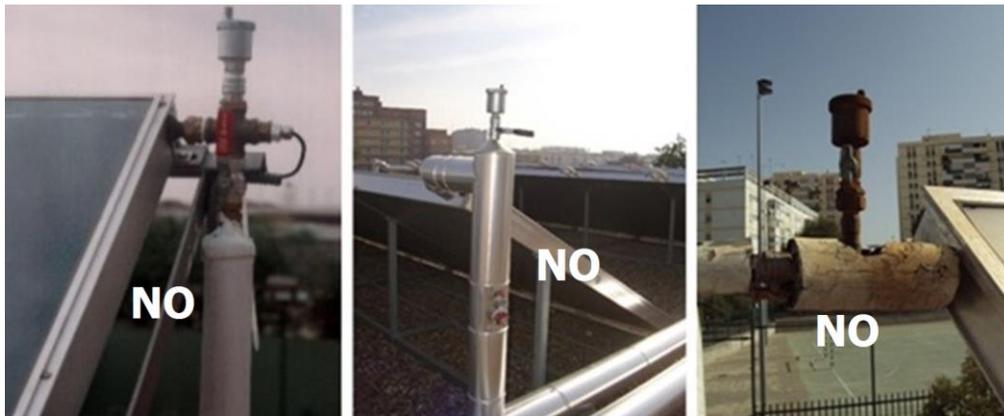
1.2 FIABILIDAD

CIRCUITOS CERRADOS ESTANCOS

Se eliminan todos los problemas de aire y de corrosión interior en circuitos.

Se requiere:

- Correcto diseño del sistema de expansión
- Evitar sistemas de reposición continua
- Buena ejecución del instalador
- No utilizar purgadores automáticos de aire



PROTECCIÓN FRENTE ALTAS TEMPERATURAS

Al usuario:

- Temperatura de uso inferiores a 60°C
- Escapes y evacuación conducida
- Captadores solares en zona técnica

De la instalación con seguridad intrínseca:

- Expansión para absorber la formación de vapor
- Primario con presiones superiores a la de vapor
- No producir vapor por vaciado de captadores

No es tecnología madura el tapado de captadores



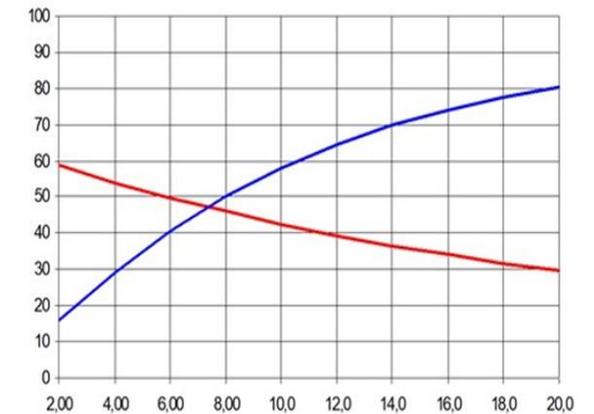
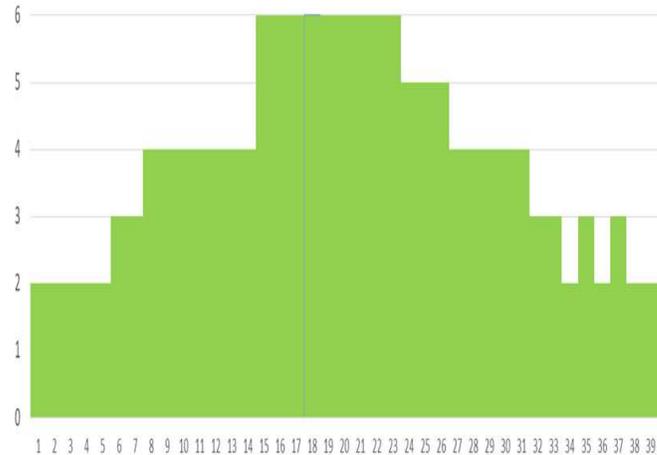
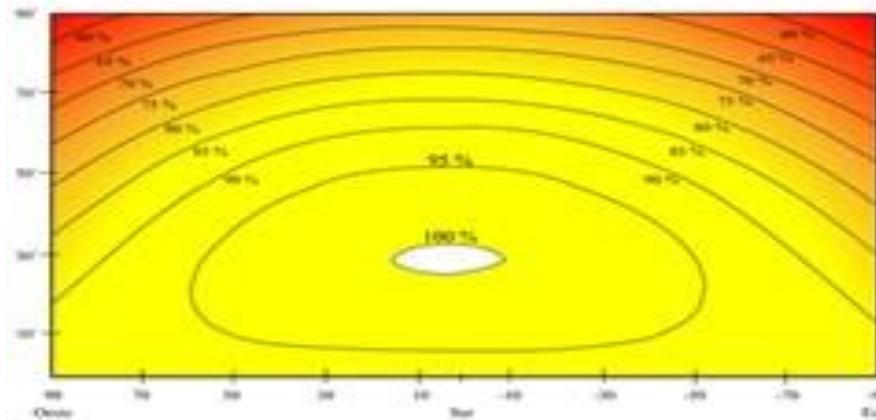
1.3 PROYECTO Y DISEÑO

- Instalaciones en edificios existentes y nuevos. Criterios de orientación e inclinación



- Dimensionado y prestaciones

NC	SC (m2)	FS (%)	Ren(%)
1	2	60	60
2	4	70	40
3	6	80	20

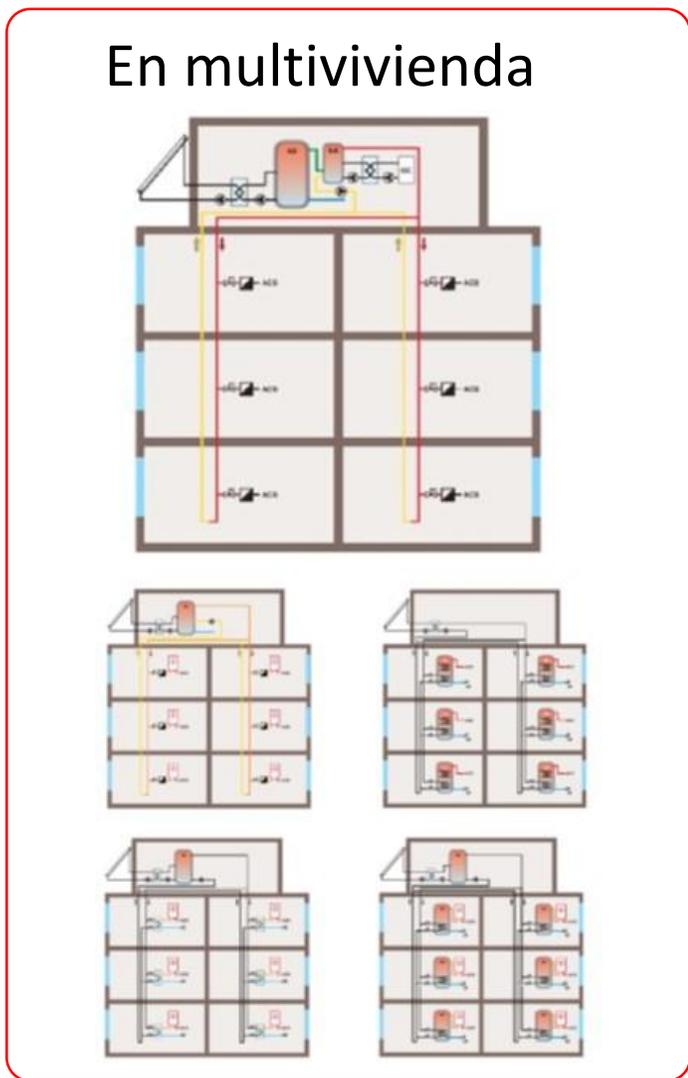
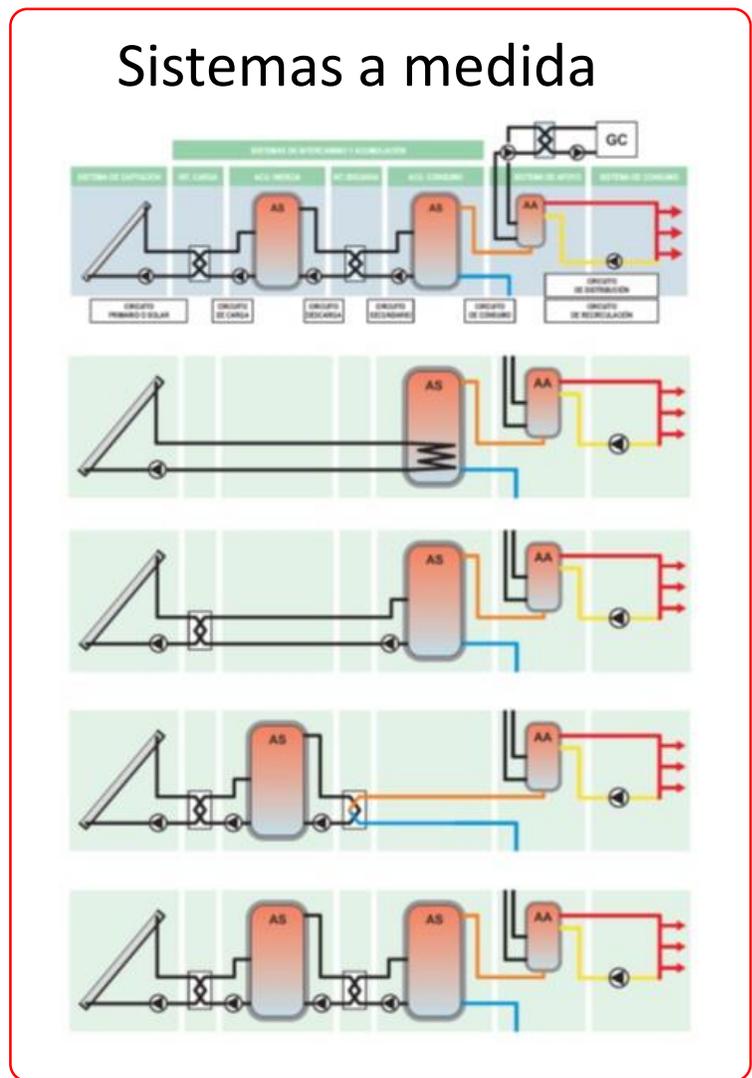
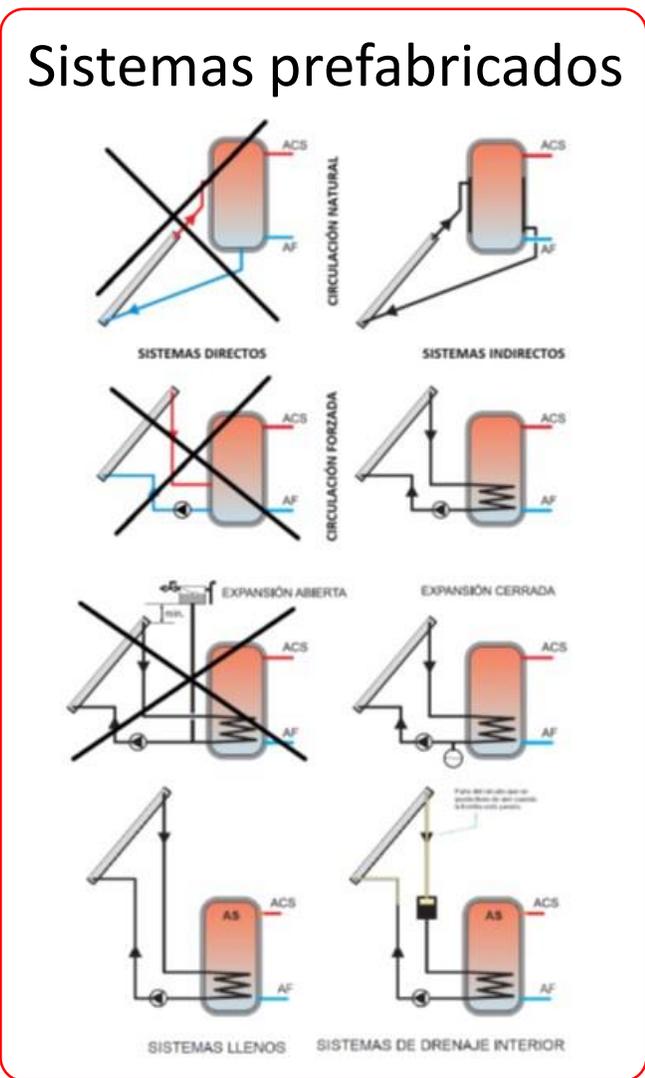


1.4 MANTENIMIENTO Y DURABILIDAD

- Criterios de selección de componentes de instalaciones
- Diseño del aislamiento térmico
- No generalizar la necesidad de limpieza de captadores
- Experiencia práctica en durabilidad de las instalaciones:
 - En la teoría, se estima en unos 20 ó 25 años.
 - En la práctica, en España hay experiencias entre 4 y 44 años. Y podría ser más.



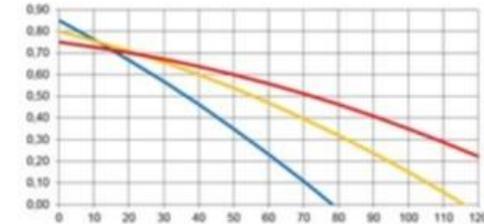
2. CONFIGURACIONES



3. COMPONENTES

CAPTADORES

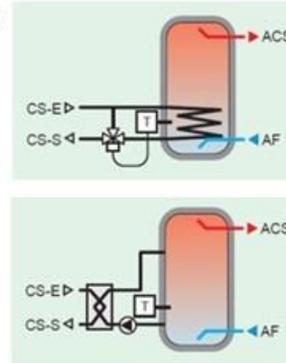
Tipos
Características
Selección



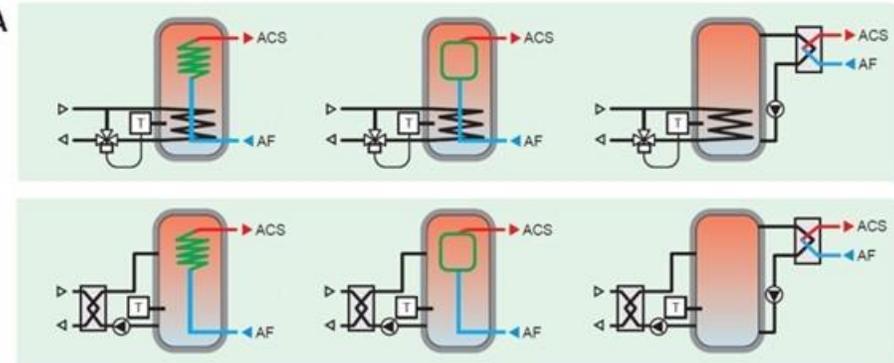
ACUMULADORES

Tipos
Características térmicas
- Estratificación
- Pérdidas
Selección

ACS



INERCIA



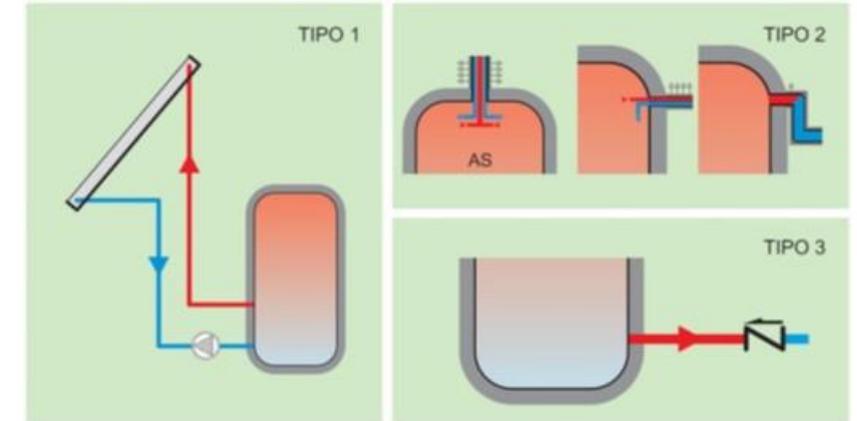
OTROS COMPONENTES. Requisitos:

- Soportar condiciones extremas de **presión y temperatura**
- Resistir las **condiciones exteriores**
- **Compatibilidad** con los fluidos de trabajo

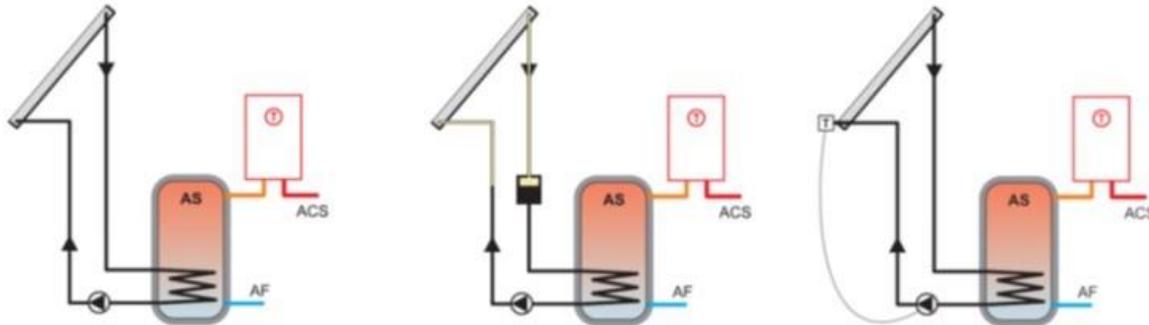
4. CONDICIONES DE TRABAJO

- Definir temperaturas y presiones extremas
- Proteger al usuario y a la instalación frente temperaturas elevadas con sistemas de seguridad intrínseca
- Circuitos primarios cerrados y estancos sin purgadores automáticos, sin llenado automático y con expansión adecuada

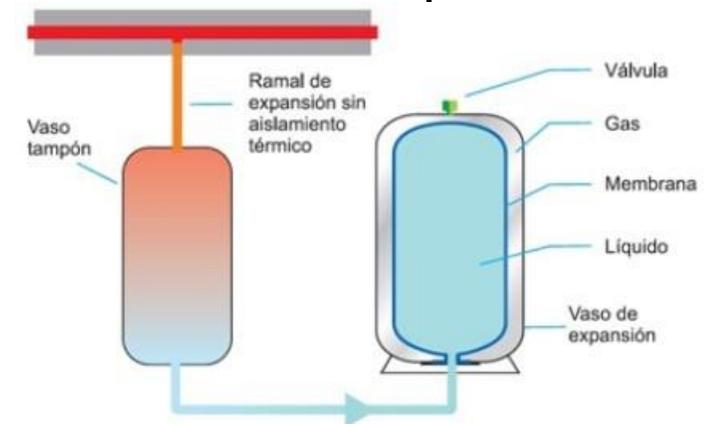
Flujo inverso



Protección antiheladas:



Vaso de expansión



5. INCORPORACIÓN EN EDIFICIOS

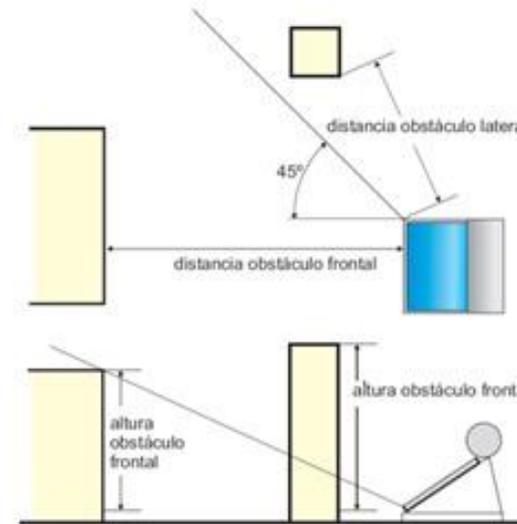
Integración arquitectónica



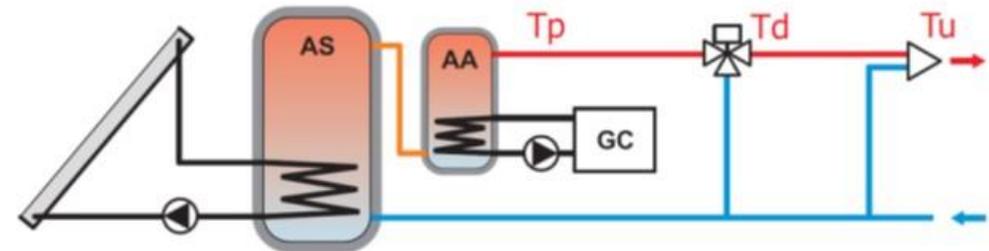
Modulación de baterías



Sombras

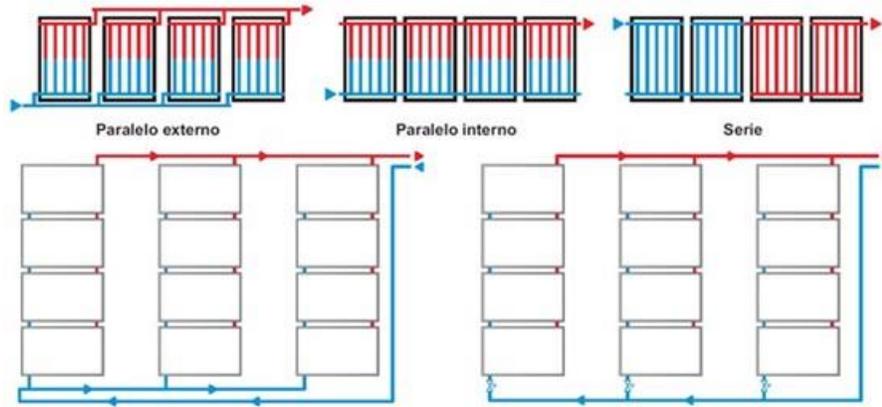


Integración en el sistema de ACS

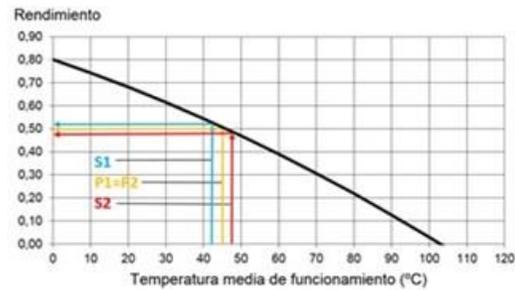
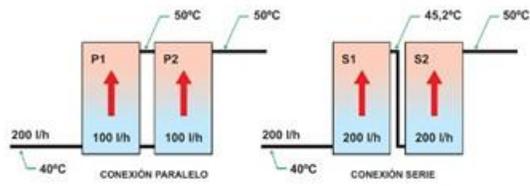
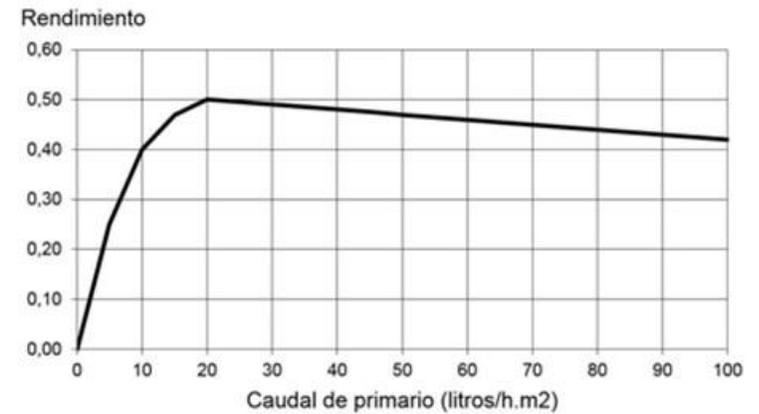


6.1 DISEÑO HIDRÁULICO Y TÉRMICO

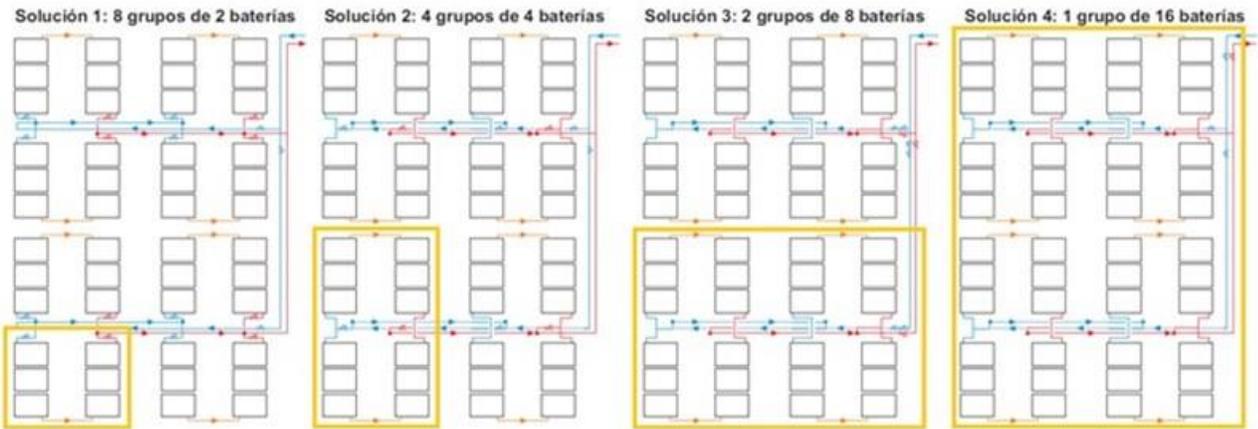
Conexionado y equilibrado



Caudal del primario

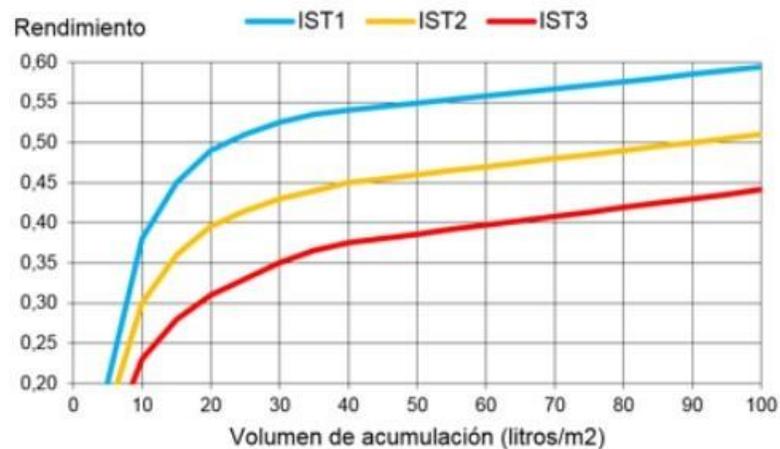


Sectorización

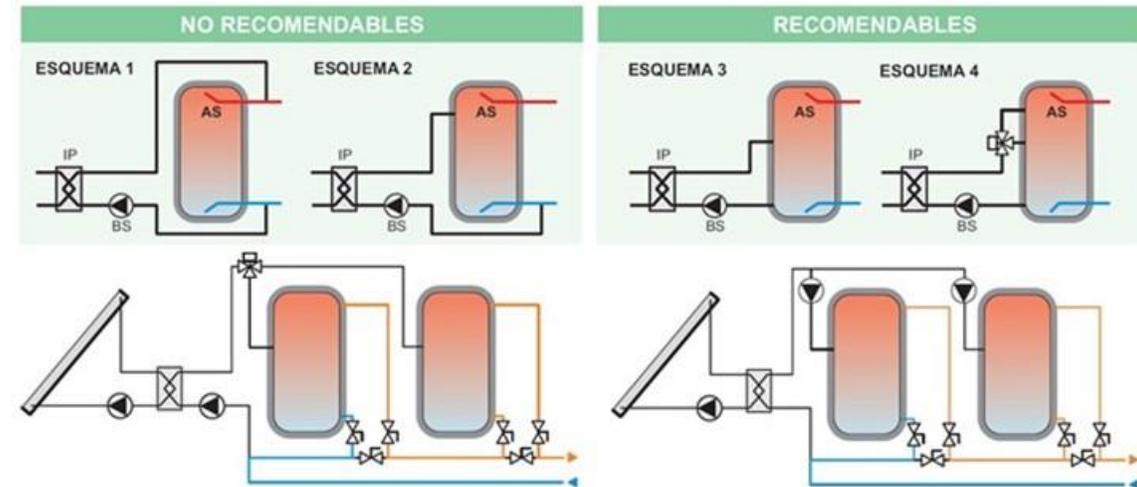


6.2 DISEÑO HIDRÁULICO Y TÉRMICO

Dimensionado acumulación

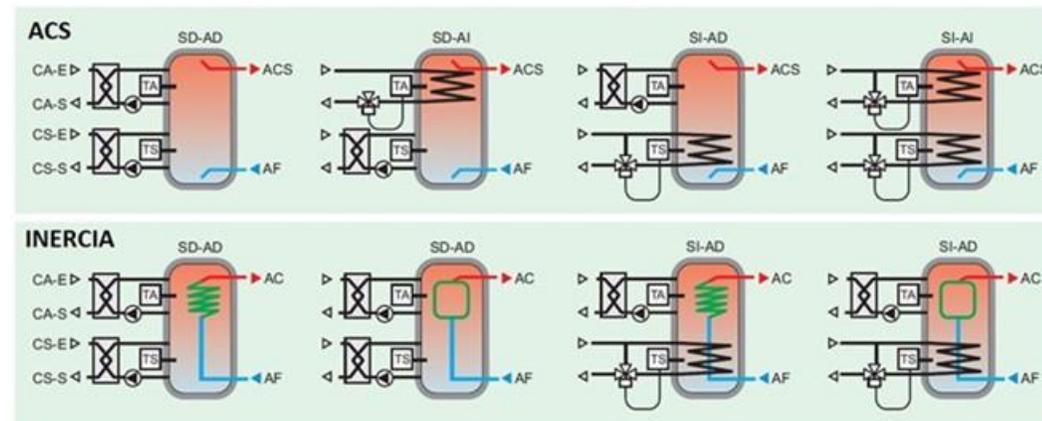


Conexión de acumuladores



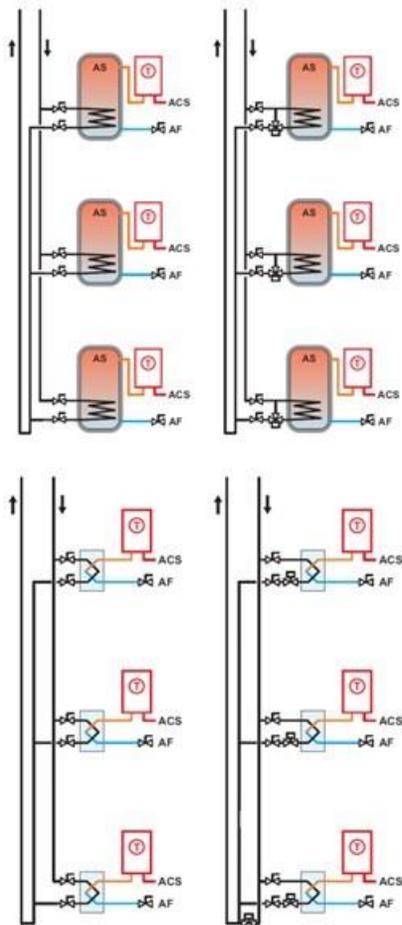
Energía auxiliar incorporada

- Vertical con esbeltez $\geq 1,5$
- Diferencia volumen solar y auxiliar
- Acumuladores de ACS o de inercia
- Favorecer estratificación y evitar mezclas
- Uso y regulación de temperaturas

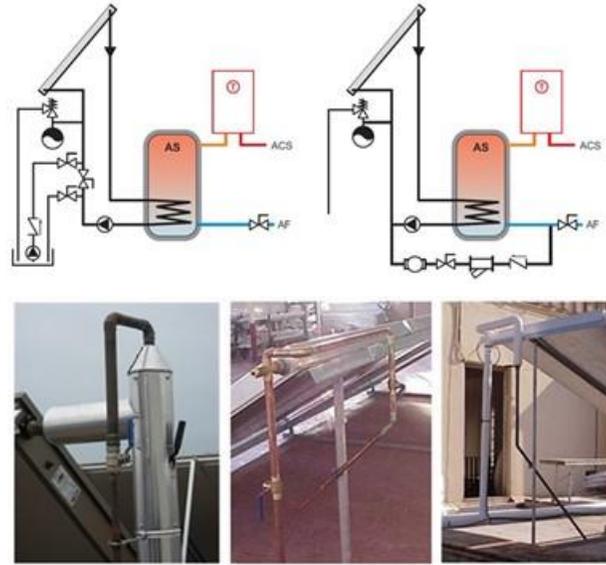


6.3 DISEÑO HIDRÁULICO Y TÉRMICO

Circuitos

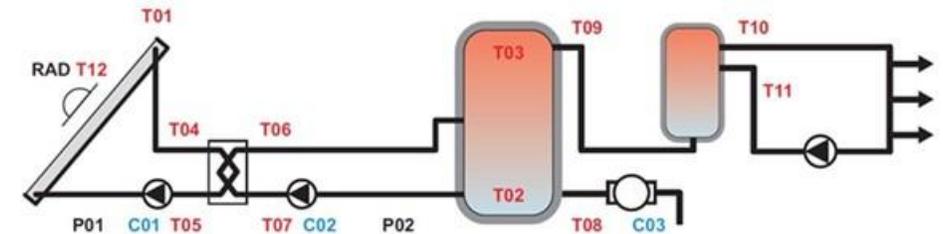


Llenado y purga

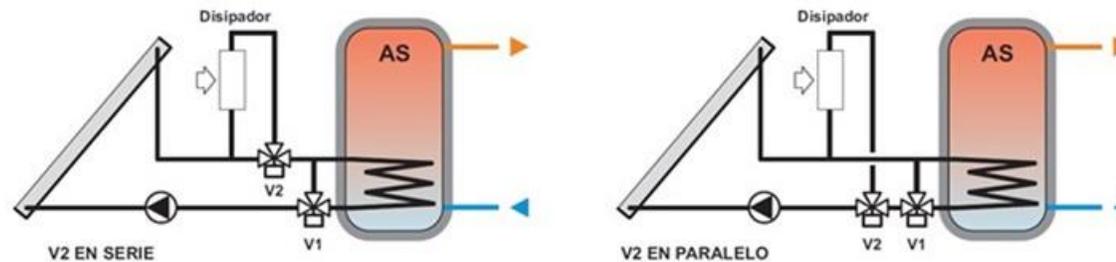


Sistema de medida

	C1	C2	C3	C4	C5
Circulación	Forzada				Natural
Bombas	Dobles	Simples o dobles		Simples	-
Intercambiador	Externo (de placas)		Interno (incorporado)		-
Área captación (m ²)	A ≥ 100	100 > A ≥ 10		A < 10	



Control, protección y fiabilidad



7. CALCULO DE PRESTACIONES

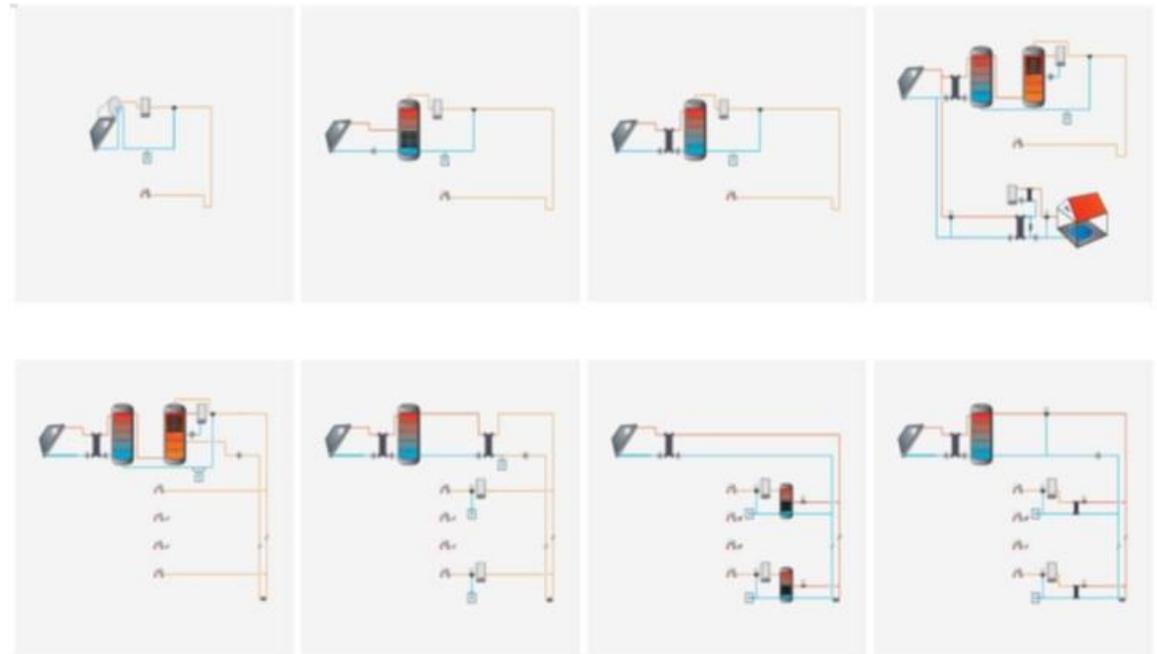
- Diferentes objetivos: Justificación de la contribución mínima y comparación de soluciones
- Métodos simplificados en el caso de edificios multivivienda:

F-Chart + pérdidas térmicas

Parámetro	Rango admisible
Eficiencia óptica	$0.6 < (\tau\alpha)_n < 0.9$
Área captación ajustada	$5 < F_R \cdot A_c < 120 \text{ m}^2$
Coefficiente de pérdidas térmicas	$2.1 < U_L < 8.3 \text{ W/m}^2\text{C}$
Inclinación	$30^\circ < \beta < 90^\circ$
Razón de acumulación	$37.5 < V/A_c < 300 \text{ L/m}^2$
Producto del coeficiente de pérdidas térmicas y del área superficial del acumulador	$83 < (UA)_h < 667 \text{ W/C}$

CIRCUITO	PRI		CAR		DES		SEC		CON		DIS		REC	
Ramal	<u>int</u>	<u>ext</u>												
CGP (W/K)														
T _{NOM} (°C)														
T _{AMB} (°C)														
T _{NOM} - T _{AMB} (K)														
POT (W)														
HF (horas)														
PT (KWh)														

Metasol-CHEQ4



8. MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA

MONTAJE



PUESTA EN MARCHA

Trabajos previos:

- Llenado
- Purga
- Presurización

Operaciones:

- Encendido manual
- Ajuste de la distribución de fluidos
- Calibración del sistema de control
- Verificaciones finales

Pruebas de funcionamiento:

- Encendido y apagado diario
- Evolución diaria de temperaturas
- Entrega de agua caliente
- Comprobaciones finales

9.1 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO



PLAN DE VIGILANCIA

Niveles del plan de vigilancia:

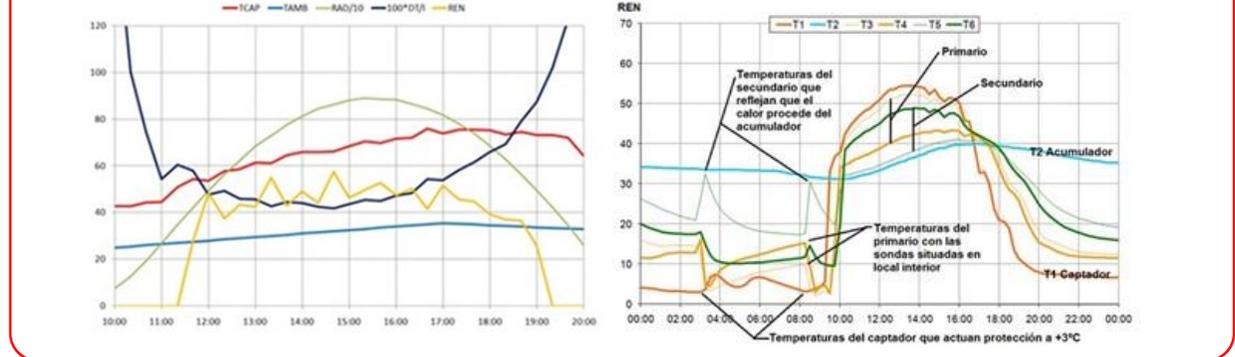
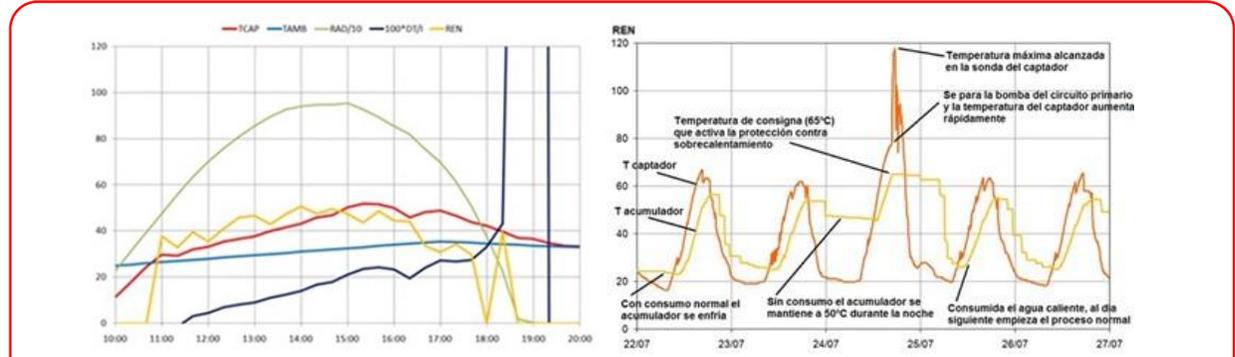
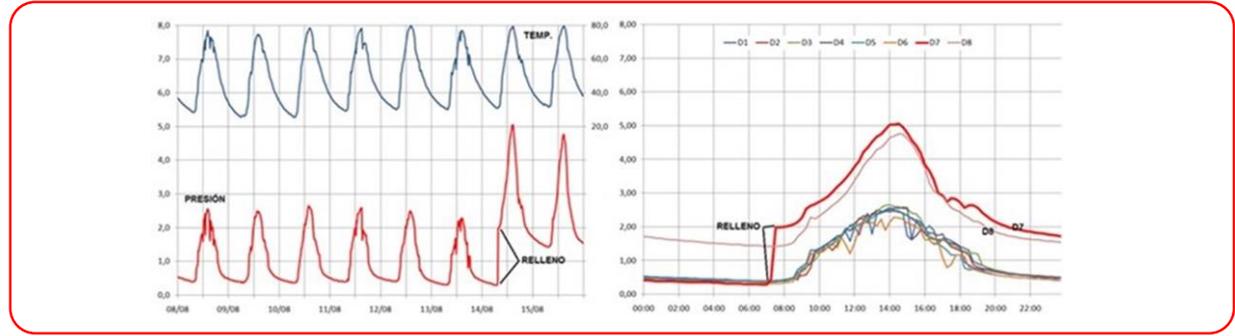
- Observación parámetros de funcionamiento.
- Sistema electromecánico con avisos
- Sistema de monitorización continua

Indicadores del plan de vigilancia:

- Presión del circuito primario
- Sistema de control
- Circulación de fluidos
- Transferencia calor y temp. funcionamiento
- Medidas de la energía y del rendimiento

Detección de problemas:

- Verificaciones previas
- Presurización de circuitos
- Sistema de control
- Circulación de fluido



9.2 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

PLAN DE MANTENIMIENTO

Equipo	Descripción
Captadores	Conforme manual de instrucciones del fabricante
Acumuladores	Presencia de lodos en el fondo
Protección Catódica	Comprobación desgaste de ánodos de sacrificio /CF efectivo
Intercambiador de Calor	CF efectivo y prestaciones: saltos de temperatura
Circuitos hidráulicos	IV fugas o manchas de humedad
Aislamiento en el interior	IV de uniones y presencia de humedad
Bomba	CF, estanqueidad y verificar caudal total en circulación
Purgador manual	Vaciar aire de los botellines de purga
Sistema de llenado	CF efectivo
Vaso de expansión	Comprobación de la presión del lado aire (gas N ₂)
Válvulas de corte	CF efectivo: abrir y cerrar para evitar agarrotamiento
Válvulas de seguridad	CF efectivo: abrir manualmente para evitar agarrotamiento
Válvula termostática	CF efectivo y ajuste: comparar temperaturas consigna y real
Válvula de tres vías	CF efectivo verificando la correcta derivación de caudales
Fluido de Trabajo	Comprobar densidad y pH
Elementos de medida	Contrastar las medida con otros dispositivos
Contador caudal/energía	Registrar la medida y evaluar los datos
Sistema de Control	CF efectivo (man./autom.) (arranque y parada de bombas)
Termostato	CF efectivo
Sondas y sensores	Contrastar temperaturas de sensores con otras medidas
Sistema auxiliar	CF efectivo conexionado y control de temperatura consigna

Limpieza de captadores



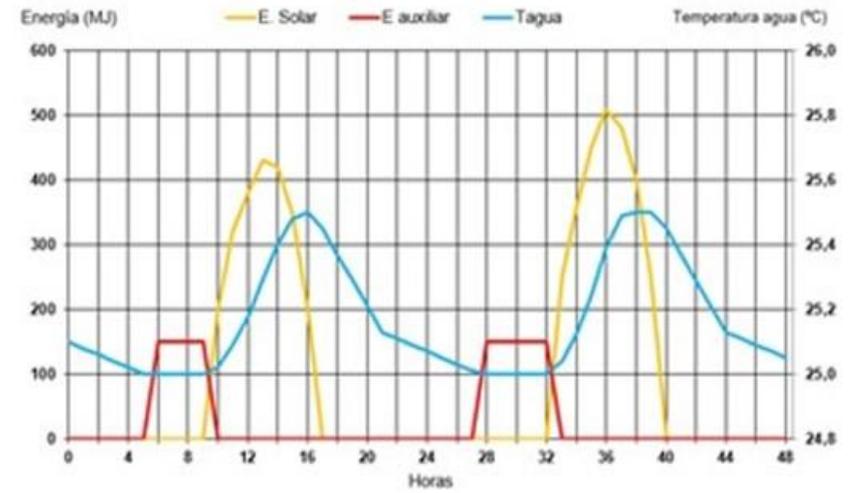
Purga manual y mantenimiento



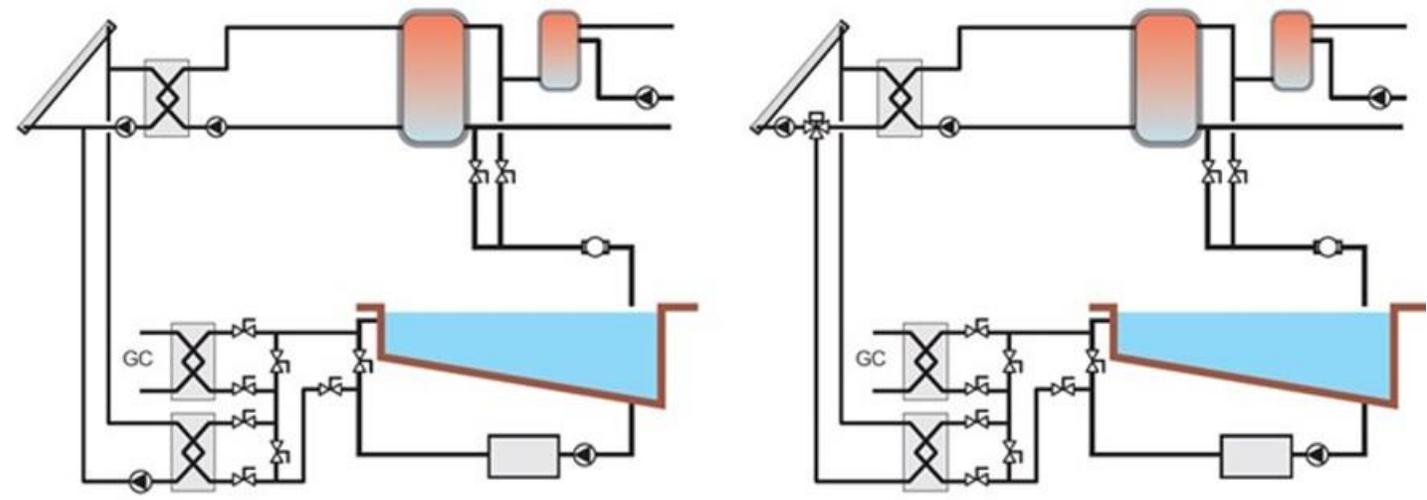
10. CALENTAMIENTO DE PISCINAS



- Pérdidas por evaporación (80%). Uso de la manta térmica
- Potencia de pérdidas casi constante vs Potencia de aporte solar variable
- Capacidad de acumulación limitada al margen de temperatura del agua



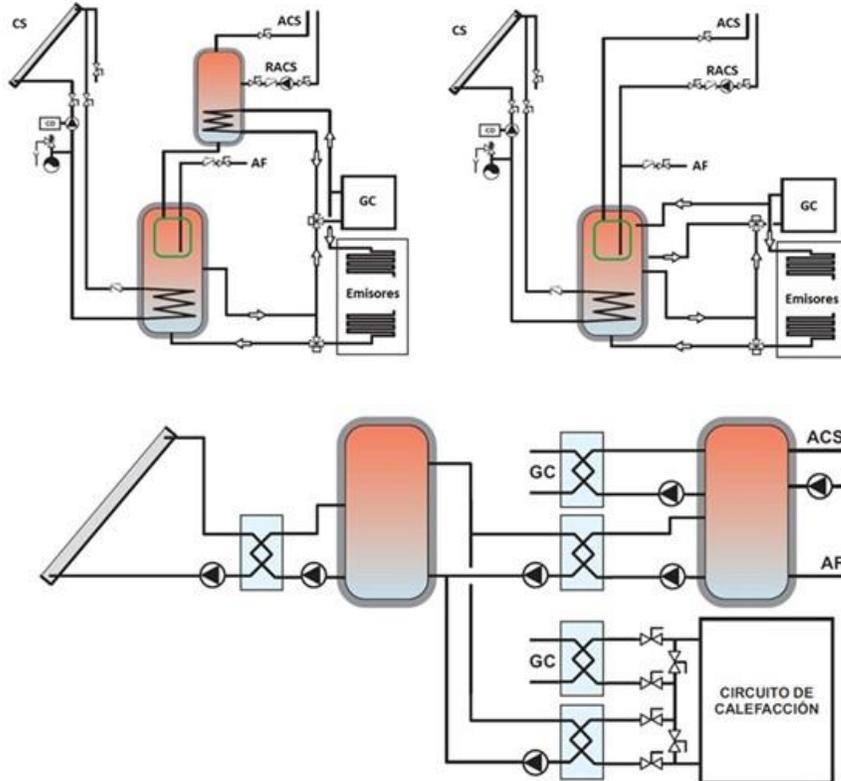
Esquemas para ACS+PISCINA



11. CALEFACCIÓN SOLAR

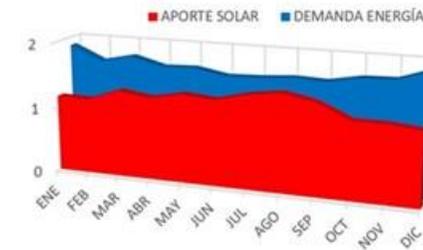


Esquemas de ACS + CALEFACCIÓN
Una única acumulación solar
y conexión en retorno



Contribución solar CS

ACS: 60-70%

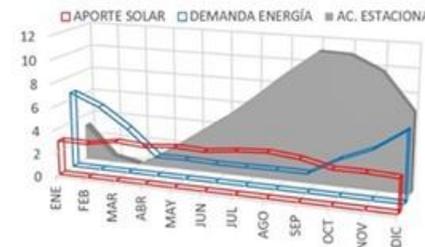


ACS + CAL:

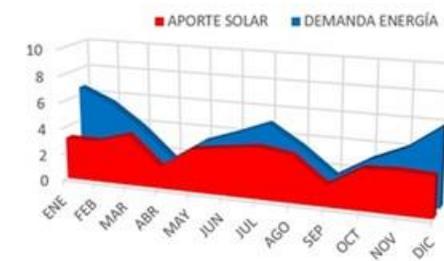
- Baja CS (20-40%):



- Alta CS (60-80%):



Ac. Estacional



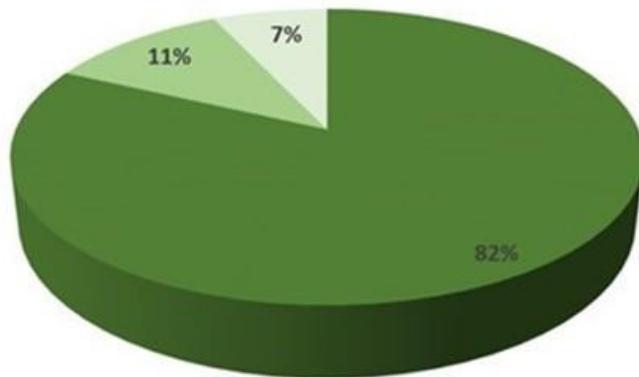
ACS+CAL+REF

12. REFRIGERACIÓN SOLAR

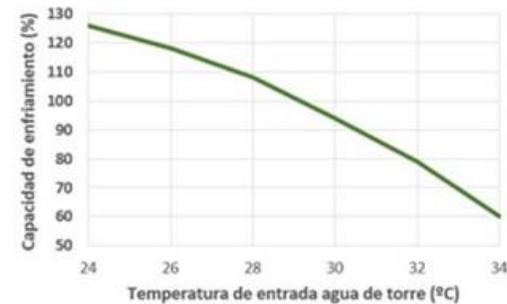
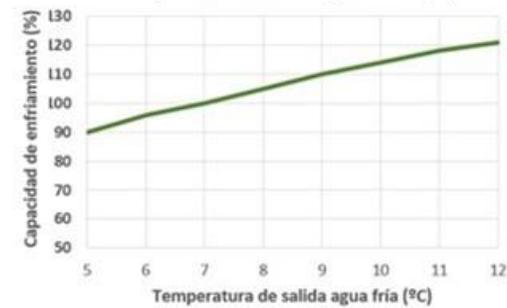
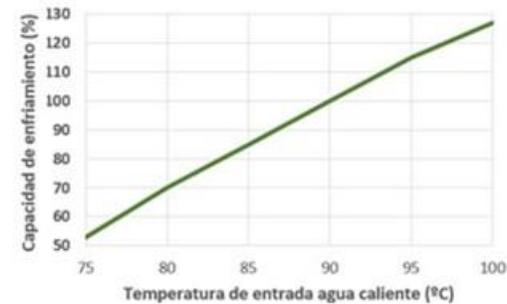
Sistemas de

- ✓ Absorción
- ✓ Adsorción
- ✓ Desecantes

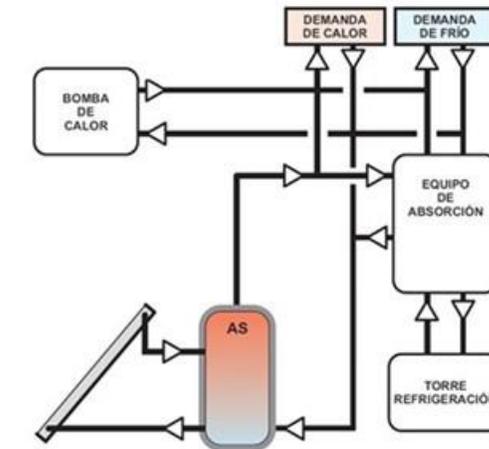
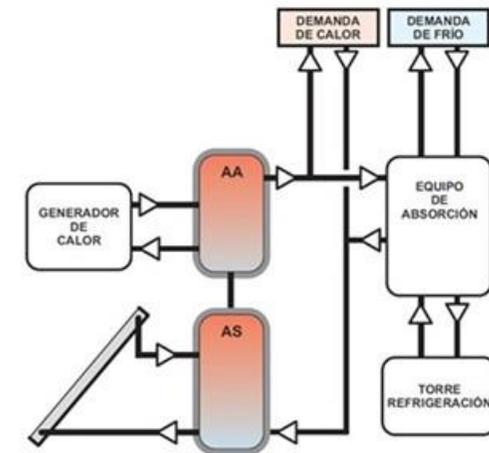
■ Absorción ■ Adsorción ■ Sistemas desecantes



Variación potencia

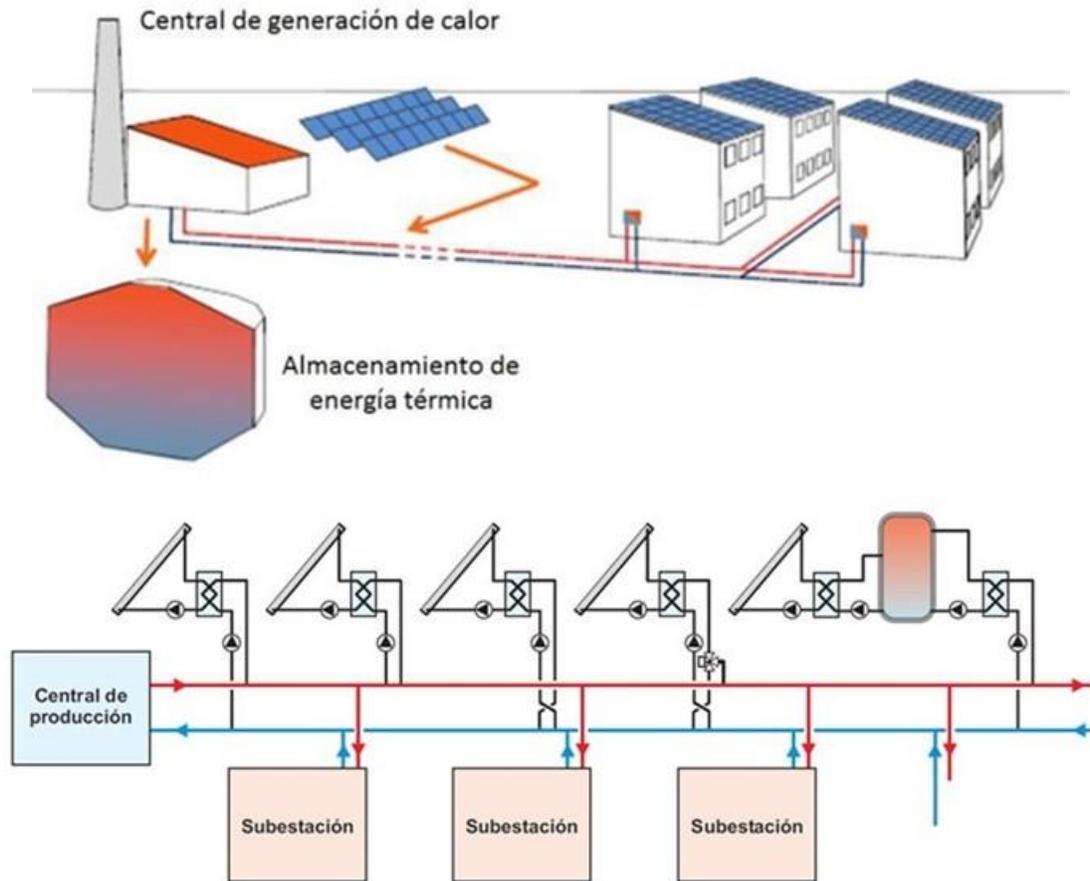


Esquemas

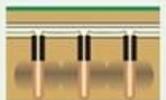
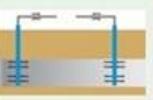


13. CLIMATIZACIÓN URBANA

Esquemas funcionales



Acumulación estacional

Tecnología de almacenamiento	Depósito	Pozo	Sondeo	Acuífero
Esquema				
Medio de almacenamiento	Agua	Agua	Grava + Agua	Tierra / Roca
Cap. calorífica (kWh/m3)	60-80	60-80	30-50	15-30
Requisitos geológico	Condiciones estables del terreno Preferiblemente sin aguas subterráneas	Condiciones estables del terreno Preferiblemente sin aguas subterráneas Profundidad de 5 – 15 m	Terreno <u>perforable</u> Agua subterránea favorable con gran capacidad térmica	Capa acuífera con alta conductividad Bajo caudal de aguas subterráneas

Sistemas de captación



14. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

1. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Normas UNE y Bibliografía

2. DEFINICIONES

3. FORMATOS RECOMENDADOS

Memoria de diseño

Revisión y supervisión de proyectos

Fichas técnicas de sistemas prefabricados y componentes

4. TABLAS Y DATOS

Datos de ocupación y estacionalidad

Tablas de datos climáticos

Tablas de referencia para el cálculo de sombras

5. ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

Gracias por su atención

info@asit-solar.com

www.asit-solar.com

