

CÁLCULO DE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS

Vasos de expansión y acumuladores



PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA

Normalmente, para producir agua caliente sanitaria se utilizan dos sistemas: instantáneo o de acumulación.

El sistema **instantáneo** se caracteriza por la producción directa, es decir, inmediata. La aplicación típica es en sistemas de dimensiones reducidas donde el generador (que suele ser una pequeña caldera mural o un calentador) debe satisfacer un consumo limitado de agua caliente sanitaria.

El sistema **de acumulación**, por el contrario, puede responder a las demandas de agua caliente mediante producción directa o con la ayuda de una reserva de agua precalentada.

Es idóneo para instalaciones de tamaño mediano o grande con varios puntos de extracción.

El depósito de acumulación, normalmente llamado acumulador, debe dimensionarse en función del consumo de punta de agua caliente (relacionado con el número de servicios o aparatos que funcionan durante el periodo de mayor uso), del periodo de precalentamiento del agua acumulada y de las temperaturas del agua fría y caliente. Respecto al calentador instantáneo, el acumulador permite utilizar generadores mucho menos potentes pero necesita más tiempo para calentar el agua contenida. El envío de agua caliente a la instalación es más continuo y regular, lo que se traduce en mayor rendimiento térmico.

La producción de agua caliente con acumulador se puede integrar con fuentes de energías renovables, como paneles solares, bombas de calor o generadores de combustible sólido.

ACUMULADORES DE AGUA CALIENTE SANITARIA

DIMENSIONAMIENTO

Para dimensionar el acumulador se consideran los siguientes factores:

- **Periodo de punta**
Tiempo durante el cual hay más consumo de agua caliente.
- **Consumo de agua caliente en el periodo de punta**
Volumen total de agua caliente consumida durante el periodo de punta (ver la tabla 1 en la página siguiente).
- **Periodo de precalentamiento**
Tiempo empleado para llevar el agua fría contenida en el acumulador a la temperatura de acumulación indicada.
- **Temperatura del agua fría**
Depende de muchos factores, como la temperatura del suelo, la temperatura exterior y la zona de procedencia del agua. A los fines prácticos, se puede considerar:
10÷12 °C en Italia norte
12÷15 °C en Italia centro
15÷18 °C en Italia sur
- **Temperatura de utilización del agua caliente**
Para las aplicaciones más comunes, a los fines del dimensionamiento del acumulador, *se puede considerar de 40 °C*. Para otros usos se la debe establecer de acuerdo con las condiciones específicas de uso del agua.
- **Temperatura de acumulación del agua caliente**
Debe establecerse en función de las necesidades de cada caso, que a menudo son contrastantes, con un valor que permita:
 - evitar (o al menos limitar) la corrosión y los sedimentos calcáreos, fenómenos que pueden aumentar notablemente cuando el agua está a más de 60 °C (o 65 °C);
 - limitar el tamaño de los acumuladores, considerando que una temperatura de acumulación baja obliga a utilizar acumuladores mucho más voluminosos;
 - impedir el desarrollo de bacterias, las cuales suelen soportar durante mucho tiempo temperaturas de hasta 50 °C pero mueren rápidamente a más de 55 °C.En consideración de estos aspectos, para las aplicaciones normales se puede considerar *apropiado acumular el agua a 60 °C*.

Cálculo del calor horario

El calor horario necesario, es decir, la potencia térmica que se ha de aportar al sistema, se puede estimar en función del calor total que se debe generar en el intervalo que comprende el periodo de precalentamiento y el periodo de punta:

$$Q_h = \frac{C (T_u - T_f)}{t_{pr} + t_{pi}}$$

Cálculo del volumen del acumulador

El volumen teórico del acumulador se puede determinar a partir de las magnitudes de referencia. La fórmula siguiente permite calcular el volumen del acumulador considerando la cantidad de calor que se debe acumular en el periodo de precalentamiento:

$$V_A = \frac{Q_h \cdot t_{pr}}{T_a - T_f}$$

C	= Consumo de agua caliente en el periodo de punta	[l]
Q _h	= Calor horario que debe cederse al agua	[kcal/h]
t _{pu}	= Duración del periodo de punta	[h]
t _{pr}	= Duración del periodo de precalentamiento	[h]
T _f	= Temperatura del agua fría	[°C]
T _u	= Temperatura de utilización del agua caliente	[°C]
T _a	= Temperatura de acumulación del agua caliente	[°C]
V _A	= Volumen del acumulador	[l]

TABLA 1: DATOS PARA EL CÁLCULO DE LOS ACUMULADORES

TIPO DE INSTALACIÓN	Consumos en periodos de punta	temperatura utilización	periodo punta	periodo precal.
Edificios residenciales	260 l por cada vivienda con 1 local servicios (1)	40 °C	1,5 h	2 h
	340 l por cada vivienda con 2 locales servicios (1)			
Oficinas y similares	40 l por servicio (WC+lavabo)	40 °C	1,5 h	2 h
Hoteles y similares (4)	180 l por habitación con baño con bañera	40 °C	(2)	2 h
	130 l por habitación con baño con ducha			
Hospitales (4)	120 l por cama	40 °C	2 h	2 h
Clínicas (4)	150 l por cama	40 °C	4 h	2 h
Cuarteles, internados y similares (4)	80 l por cama	40 °C	2 h	2 h
Gimnasios y centros deportivos	150 l por ducha	40 °C	0,3 h	1,5 h
	60 l por grifo			
Vestuarios de establecimientos	150 l por ducha	40 °C	0,3 h	(3)
	60 l por grifo			

(1) Los consumos previstos deben multiplicarse por el coeficiente de simultaneidad (C), que depende del número de viviendas (n).

n	1÷5	6÷12	13÷20	21÷30	31÷45	46÷60	61÷80	81÷110	111÷150	151÷200	>200
C	1	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50

(2) 1,5 h Período de punta que debe considerarse para hoteles y similares con consumo concentrado (por ejemplo los situados en zonas deportivas invernales o frecuentados por contingentes turísticos).
2,5 h Período de punta que debe considerarse en hoteles y similares con consumo normal de agua (por ejemplo hoteles comerciales de ciudad).

(3) El período de precalentamiento normalmente varía entre 1 y 7 horas, en relación con los intervalos entre los turnos de trabajo.

(4) Se excluye el agua caliente para lavavajillas y lavadoras, que se ha de calcular en función de las características específicas (temperaturas y tiempos de trabajo) de las máquinas previstas.

DIMENSIONAMIENTO CON SOFTWARE

Determinación del volumen de acumulación para un sistema que produce agua caliente en un edificio residencial compuesto por 40 viviendas con dos baños cada una.

$T_{FRÍA}$	= 10 °C	Temperatura del agua fría
$T_{UTILIZACIÓN}$	= 40 °C	Temperatura de utilización
$T_{ACUMUL.}$	= 60 °C	Temperatura de acumulación
t_{pu}	= 1,5 h	Periodo de punta (según tabla 1 contenida en el software)
t_{pr}	= 2 h	Periodo de precalentamiento (según tabla 1 contenida en el software)

The screenshot shows the 'Acumuladores' section of the software. It includes a dropdown menu for 'Edificios residenciales'. Below it are two input fields for the number of dwellings: 'Número viviendas con 1 local servicio' (set to 0) and 'Número viviendas con 2 locales servicio' (set to 40). There are three temperature input fields: 'Temperatura del agua fría de extracción [°C]' (10), 'Temperatura del agua caliente de extracción [°C]' (40), and 'Temperatura del agua caliente acumulada [°C]' (60). At the bottom, there are two input fields for 'Periodo de punta [h]' (1,5) and 'Periodo de precalentamiento [h]' (2). A 'Calcular' button is located at the bottom right.

The screenshot shows the 'RESULTADOS' section of the software. It displays a table with the following data:

Consumo total:	Volumen calculado:	Potencia estimada:	Volumen recomendado:
10680 L	3730,29 L	108,2 KW	4000 L

There are 'Atrás' buttons above and below the results table.

VASO DE EXPANSIÓN PARA AGUA CALIENTE SANITARIA

Los vasos de expansión tienen la función de compensar el aumento de volumen del agua cuando esta se calienta. Es sabido que, en general, si disponen de espacio suficiente, los líquidos varían su volumen en función de la temperatura y del coeficiente de expansión.

Puesto que el agua de estos sistemas está en estado líquido, el volumen de expansión se puede calcular con la fórmula siguiente:

$$E = V_0 (e - e_0)$$

donde:

E = Volumen de expansión [l]

V_0 = Volumen a la temperatura inicial [l]

e = Coeficiente de expansión del agua a la temperatura final

e_0 = Coeficiente de expansión del agua a la temperatura inicial

Las instalaciones hidrosanitarias se consideran sistemas abiertos. En realidad, el agua contenida en ellos se encuentra en circuitos cerrados de forma intermitente, solo cuando no hay una extracción en curso. Por este motivo, no es posible determinar exactamente el volumen de agua cuya expansión se debe calcular. Es suficiente que haya una sola extracción para que el incremento de presión causado por un aumento de la temperatura disminuya sensiblemente.

Coeficientes de expansión del agua respecto a T = 4 °C			
T	e	T	e
0 °C	0,0001	5 °C	0,0000
10 °C	0,0003	15 °C	0,0009
20 °C	0,0018	25 °C	0,0030
30 °C	0,0043	35 °C	0,0058
40 °C	0,0078	45 °C	0,0098
50 °C	0,0121	55 °C	0,0145
60 °C	0,0170	65 °C	0,0198
70 °C	0,0227	75 °C	0,0258
80 °C	0,0290	85 °C	0,0324
90 °C	0,0359	95 °C	0,0396
100 °C	0,0434		

DIMENSIONAMIENTO

Con este método, para dimensionar los vasos se considera solo la expansión del agua que tiene lugar en el acumulador. La expansión que se verifica en las redes de distribución y de recirculación se omite. Esta simplificación permite considerar empíricamente la reducción de presión causada por la apertura de los grifos, evitando un dimensionamiento excesivo respecto a las necesidades reales.

El volumen del vaso de expansión se calcula con la fórmula siguiente:

$$V_v = \frac{V_A (e_A - e_0)}{1 - \frac{P_a}{P_t}}$$

donde:

V_v = Volumen del vaso de expansión [l]

V_A = Volumen del acumulador [l]

e_A = Coeficiente de expansión del agua a la temperatura de acumulación

e_0 = Coeficiente de expansión del agua a la temperatura del agua fría de alimentación

P_a = Presión absoluta de alimentación del acumulador, correspondiente al tarado del reductor de presión o a la presión máxima de alimentación de la red sumada a la presión atmosférica de 1 bar [bar]

P_t = Presión de trabajo absoluta máxima de la instalación, resultante de sumar la presión de descarga de la válvula de seguridad (P_{VS}) reducida en un 10 % (valor que previene la apertura) y la presión atmosférica de 1 bar [bar]:

$$P_t = 0,9 P_{VS} + 1 \quad \text{si } P_{VS} > 5 \text{ bar}$$

DIMENSIONAMIENTO CON SOFTWARE

Dimensionamiento de un vaso de expansión para una instalación hidrosanitaria con acumulador de 1000 l

$T_{FRÍA}$	= 10 °C	Temperatura del agua fría
$T_{ACUMUL.}$	= 80°C	Temperatura de acumulación
P_{red}	= 3 bar	Presión de alimentación del acumulador
P_{vs}	= 7 bar	Presión de actuación de la válvula de seguridad

The screenshot shows the 'Vasos de expansión' (Expansion Tanks) section of the software. It features a navigation bar with icons for 'Reductores de presión', 'Mezcladores', 'Acumuladores', and 'Vasos de expansión'. Below the navigation bar is a 'Desde el acumulador' (From accumulator) button. The 'Datos de diseño' (Design Data) section contains several input fields: 'Volumen del acumulador [L]' (1000), 'Presión de actuación de la válvula de seguridad [bar]' (7), 'Presión de alimentación del acumulador [bar]' (3), 'Temperatura del agua fría de extracción [°C]' (10), and 'Temperatura del agua caliente acumulada [°C]' (80). A 'Calcular' (Calculate) button is located at the bottom right of the form.

The screenshot shows the 'RESULTADOS' (RESULTS) section of the software. It displays the 'Volumen calculado [L]' (Calculated volume) as 63.49. Below this, there are two tables of solutions. The first table is titled 'SOLUCIÓN CON UN VASO DE EXPANSIÓN' (Solution with one expansion tank) and the second is 'SOLUCIÓN CON DOS VASOS DE EXPANSIÓN' (Solution with two expansion tanks). Both tables list 'Serie' (Series), 'Volumen [L]', 'Medida conexión [pulg.]' (Connection size), 'Presión de precarga de fábrica [bar]' (Factory pre-charge pressure), 'Presión máxima de servicio [bar]' (Maximum service pressure), and 'Código' (Code) or 'Seleccionar' (Select).

SOLUCIÓN CON UN VASO DE EXPANSIÓN					
Serie	Volumen [L]	Medida conexión [pulg.]	Presión de precarga de fábrica [bar]	Presión máxima de servicio [bar]	Código
568	60	1"	2.5	10	568060

SOLUCIÓN CON DOS VASOS DE EXPANSIÓN					
Serie	Volumen [L]	Medida conexión [pulg.]	Presión de precarga de fábrica [bar]	Presión máxima de servicio [bar]	Seleccionar
568	33	3/4"	2.5	10	568033



Visite Caleffi en YouTube
[youtube/CaleffiVideoProjects](https://www.youtube.com/CaleffiVideoProjects)

CALEFFI

Hydronic Solutions

0851416ES