

IL DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI IDROSANITARI

Vasi d'espansione e accumuli



PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

Due sono i sistemi normalmente utilizzati per produrre acqua calda sanitaria: quello istantaneo e quello ad accumulo.

Il sistema **istantaneo** è concepito e dimensionato per far fronte alle richieste d'acqua calda con una produzione diretta, cioè istantanea. E' utilizzato tipicamente per impianti di piccola taglia in cui il generatore (di solito caldaie murali o scaldacqua) deve far fronte ad un fabbisogno limitato di acqua calda sanitaria.

Il sistema **ad accumulo** è invece concepito per far fronte alle richieste d'acqua calda sia con una produzione diretta, sia con l'aiuto di una riserva d'acqua preriscaldata.

E' adatto per impianti di media-grande taglia che devono servire diverse utenze.

Il serbatoio di accumulo (normalmente chiamato bollitore) deve essere dimensionato in funzione del consumo di acqua calda di punta (legato al numero di servizi o apparecchi in funzione nel periodo di maggior utilizzo), del periodo di preriscaldamento del volume dell'accumulo e delle temperature dell'acqua calda e fredda.

Rispetto a quello istantaneo, il sistema ad accumulo consente l'utilizzo di generatori molto meno potenti, a fronte di un maggior tempo per il riscaldamento dell'accumulo. Consente una erogazione di acqua calda all'impianto più continua e regolare e quindi una maggiore resa termica.

Il sistema ad accumulo permette inoltre di sfruttare ed integrare la produzione di acqua calda tramite energie rinnovabili quali pannelli solari, pompe di calore o generatori a biomassa.

ACCUMULO PER ACQUA CALDA SANITARIA

DIMENSIONAMENTO

Il dimensionamento dell'accumulo va eseguito considerando le grandezze seguenti:

- **Periodo di punta**
È il periodo in cui risulta più elevato il consumo d'acqua calda.
- **Consumo d'acqua calda nel periodo di punta**
Corrisponde al volume totale di acqua calda consumata in corrispondenza della durata del periodo di punta. (vedi tabella 1 pagina seguente)
- **Periodo di preriscaldamento**
È il tempo che può essere impiegato per portare l'acqua fredda immessa nel bollitore fino alla temperatura di accumulo richiesta.
- **Temperatura dell'acqua fredda**
Il suo valore dipende da molti fattori, quali ad esempio: la temperatura del terreno, la temperatura esterna, la zona di provenienza dell'acqua. Tuttavia nella pratica si può assumere:
10 ÷ 12°C nell'Italia settentrionale,
12 ÷ 15°C nell'Italia centrale,
15 ÷ 18°C nell'Italia meridionale.
- **Temperatura di utilizzo dell'acqua calda**
Per le utenze più comuni, ai fini del dimensionamento del bollitore, *il suo valore può essere considerato pari a 40°*. Per altri tipi di utenza, deve essere invece stabilito in relazione alle specifiche condizioni con cui l'acqua è utilizzata.
- **Temperatura di accumulo dell'acqua calda**
Il suo valore deve essere stabilito in relazione a diverse esigenze fra loro contrastanti ed in particolare deve essere scelto in modo da:
 - evitare (o almeno limitare) fenomeni di corrosione e deposito del calcare: fenomeni che possono crescere notevolmente quando l'acqua supera i 60÷65°C;
 - limitare le dimensioni dei bollitori, considerando che basse temperature di accumulo fanno aumentare notevolmente tali dimensioni;
 - impedire lo sviluppo dei batteri, che in genere possono sopportare a lungo temperature fino a 50°C, mentre invece muoiono in tempi rapidi oltre i 55°C.In considerazione di questi aspetti, per le normali utenze è in genere un *buon compromesso accumulare acqua a 60°C*.

Stima del calore orario

Il calore orario richiesto, ovvero la potenza termica necessaria, si può stimare calcolando il calore totale da generare nell'intervallo di tempo che comprende il periodo di preriscaldamento e il periodo di punta:

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

Calcolo del volume del bollitore

Si può determinare il volume teorico del bollitore ad accumulo a partire dalle grandezze di riferimento; dalla seguente formulazione è possibile calcolare il volume del bollitore considerando la quantità di calore da accumulare nel periodo di preriscaldamento:

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

C	= Consumo d'acqua calda nel periodo di punta	[l]
Q_h	= Calore orario che deve essere ceduto all'acqua	[kcal/h]
t_{pu}	= Durata del periodo di punta	[h]
t_{pr}	= Durata del periodo di preriscaldamento	[h]
T_f	= Temperatura dell'acqua fredda	[°C]
T_u	= Temperatura di utilizzo dell'acqua calda	[°C]
T_a	= Temperatura d'accumulo dell'acqua calda	[°C]
V_B	= Volume del bollitore	[l]

TAB. 1: DATI PER IL CALCOLO DEI BOLLITORI

TIPO UTENZA	Consumi nei periodi di punta	temperatura utilizzo	periodo punta	periodo prerisc.
Edifici Residenziali	260 l per ogni alloggio con 1 locale servizi (1) 340 l per ogni alloggio con 2 locali servizi (1)	40°C	1,5 h	2,0 h
Uffici e Simili	40 l per servizi (WC+lavabo)	40°C	1,5 h	2,0 h
Alberghi, Pensioni e Simili (4)	180 l per camere con servizi dotati di vasca 130 l per camere con servizi dotati di doccia	40°C	(2)	2,0 h
Ospedali (4)	120 l per ogni posto letto	40°C	2,0 h	2,0 h
Cliniche (4)	150 l per ogni posto letto	40°C	4,0 h	2,0 h
Caserme, Collegi e Simili (4)	80 l per ogni posto letto	40°C	2,0 h	2,0 h
Palestre e Centri Sportivi	150 l per ogni doccia 60 l per ogni rubinetto	40°C	0,3 h	1,5 h
Spogliatoi di Stabilimenti	150 l per ogni doccia 60 l per ogni rubinetto	40°C	0,3 h	(3)

(1) I consumi previsti vanno moltiplicati per il fattore di contemporaneità (**F**) che dipende dal numero di alloggi (**n**)

n	1÷5	6÷12	13÷20	21÷30	31÷45	46÷60	61÷80	81÷110	111÷150	151÷200	>200
F	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50

(2) **1,5 h** periodo di punta da considerarsi per alberghi e pensioni con consumo concentrato: ad esempio quelli posti in zone di sport invernali o frequentati da comitive turistiche;
2,5 h periodo di punta da considerarsi in alberghi e pensioni con consumo d'acqua normale: ad esempio alberghi commerciali di città.

(3) Il periodo di preriscaldamento può normalmente variare da 1 a 7 ore in relazione ai tempi che intercorrono fra i turni di lavoro.

(4) È esclusa l'acqua calda per lavastoviglie e lavatrici, da determinarsi in relazione alle specifiche caratteristiche (temperature e tempi di lavoro) delle macchine da utilizzarsi.

DIMENSIONAMENTO CON SOFTWARE

Determinazione del volume di accumulo per un impianto che produce acqua calda in un edificio residenziale avente 40 alloggi con servizi doppi.

$T_{FREDDA} = 10^{\circ}\text{C}$ Temperatura acqua fredda

$T_{UTILIZZO} = 40^{\circ}\text{C}$ Temperatura di utilizzo

$T_{ACCUMULO} = 60^{\circ}\text{C}$ Temperatura accumulo

$t_{pu} = 1,5 \text{ h}$ Periodo di punta (da tabella 1 implementata nel software)

$t_{pr} = 2,0 \text{ h}$ Periodo di preriscaldamento (da tabella 1 implementata nel software)

The screenshot shows the input interface of the software. It features a navigation bar with icons for 'Riduttori di pressione', 'Miscelatori', 'Bollitori ad accumulo', and 'Vasi di espansione'. The main area contains several input fields: a dropdown menu set to 'Edifici residenziali', two input boxes for the number of units (one for 1 service unit, one for 2 service units, both set to 40), three input boxes for temperatures (cold water at 10°C, hot water at 40°C, and hot water at 60°C), and two input boxes for periods (peak at 1.5 h and preheating at 2 h). A 'Calcola' button is located at the bottom right.

The screenshot shows the output interface of the software. It features a navigation bar with icons for 'Riduttori di pressione', 'Miscelatori', 'Bollitori ad accumulo', and 'Vasi di espansione'. Below the navigation bar, there is a 'RISULTATI' section with a table of results. The table has four columns: 'Consumo totale', 'Volume calcolato', 'Potenza stimata', and 'Volume suggerito'. The values are: 10880 L, 3730.29 L, 108.2 KW, and 4000 L. There are 'Indietro' buttons on either side of the results table.

Consumo totale	Volume calcolato	Potenza stimata	Volume suggerito
10880 L	3730.29 L	108.2 KW	4000 L

VASO D'ESPANSIONE PER ACQUA CALDA SANITARIA

I vasi d'espansione sono dei dispositivi atti alla compensazione dell'aumento di volume dell'acqua dovuto all'innalzamento della temperatura della stessa.

È noto infatti che in generale i liquidi, se liberi di espandersi, variano il loro volume in relazione alla temperatura ed al loro specifico coefficiente di espansione.

Considerando come liquido l'acqua si può esprimere il volume di espansione tramite la relazione seguente:

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

dove:

E = Volume di espansione, [l]

V_0 = Volume alla temperatura iniziale, [l]

e = Coefficiente di espansione dell'acqua alla temperatura finale

e_0 = Coefficiente di espansione dell'acqua alla temperatura iniziale

Gli impianti idrosanitari si definiscono impianti aperti. Nella realtà l'acqua contenuta in essi si trova in circuiti chiusi ad intermittenza, ovvero solamente quando non c'è erogazione in corso. Esiste quindi una indeterminazione nel valutare quale sia il volume d'acqua di cui considerare l'espansione. Infatti, basta una singola erogazione di acqua per diminuire sensibilmente gli aumenti di pressione indotti dall'aumento di temperatura.

**Coefficienti di espansione dell'acqua
rispetto a $T = 4^\circ\text{C}$**

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		

DIMENSIONAMENTO

Con questo metodo i vasi d'espansione sono calcolati considerando solo l'espansione dell'acqua che avviene nel bollitore. L'espansione che avviene nelle reti di distribuzione e di ricircolo è trascurata. Con tale semplificazione si tiene empiricamente conto delle riduzioni di pressione indotte dall'apertura dei rubinetti evitando sovradimensionamenti eccessivi rispetto alle effettive esigenze.

Il volume del vaso d'espansione si calcola secondo la seguente formulazione:

$$V_v = \frac{V_B (e_B - e_0)}{1 - \frac{P_a}{P_e}}$$

dove:

V_v = Volume del vaso di espansione, [l]

V_B = Volume del bollitore, [l]

e_B = Coefficiente di espansione dell'acqua alla temperatura di accumulo

e_0 = Coefficiente di espansione dell'acqua alla temperatura dell'acqua fredda di alimentazione

P_a = Pressione assoluta di alimentazione del bollitore, pari alla pressione di taratura del riduttore di pressione o alla pressione massima di alimentazione della rete, addizionata del valore della pressione atmosferica (pari ad 1 bar), [bar]

P_e = Pressione assoluta di esercizio massima dell'impianto, calcolata sommando la pressione di scarico della valvola di sicurezza (P_{vs}) diminuita di un valore pari al 10% (che ne previene l'apertura) e la pressione atmosferica (pari ad 1 bar), [bar]:

$$P_e = 0,9 P_{vs} + 1 \quad \text{se } P_{vs} > 5 \text{ bar}$$

DIMENSIONAMENTO CON SOFTWARE

Dimensionamento di un vaso di espansione per un impianto idrosanitario con bollitore ad accumulo di capacità pari a 1000 l.

$T_{FREDDA} = 10^{\circ}\text{C}$

Temperatura acqua fredda

$T_{ACCUMULO} = 80^{\circ}\text{C}$

Temperatura accumulo

$P_{rete} = 3 \text{ bar}$

Pressione di alimentazione del bollitore

$P_{vs} = 7 \text{ bar}$

Pressione di intervento della valvola di sicurezza

The screenshot shows the 'Vasi di espansione' (Expansion Tanks) section of the software. It includes a navigation bar with icons for pressure reducers, mixers, accumulators, and expansion tanks. The 'Da bollitore' (From boiler) section is active. Under 'Dati di progetto' (Project data), there are input fields for:

- Volume del bollitore ad accumulo [L]: 1000
- Pressione di intervento della valvola di sicurezza [bar]: 7
- Pressione di alimentazione del bollitore [bar]: 3
- Temperatura dell'acqua fredda di prelievo [°C]: 10
- Temperatura dell'acqua calda di accumulo [°C]: 80

 A 'Calcola' (Calculate) button is located at the bottom right of the input area.

The screenshot shows the 'Risultati' (Results) section of the software. It displays the calculated volume and two solution options for the expansion tank.

RISULTATI					
Volume calcolato [L]					63.49
SOLUZIONE CON SINGOLO VASO D'ESPANSIONE					
Serie	Volume[L]	Misura attacco [inch]	Pressione di precarica di fabbrica [bar]	Pressione massima d'esercizio [bar]	Codice
568	60	1"	2.5	10	568060
SOLUZIONE CON DOPPIO VASO D'ESPANSIONE					
Serie	Volume[L]	Misura attacco [inch]	Pressione di precarica di fabbrica [bar]	Pressione massima d'esercizio [bar]	Selezione
568	33	3/4"	2.5	10	568033



Visita Caleffi su Youtube
youtube/CaleffiVideoProjects

CALEFFI
Hydronic Solutions

0851415