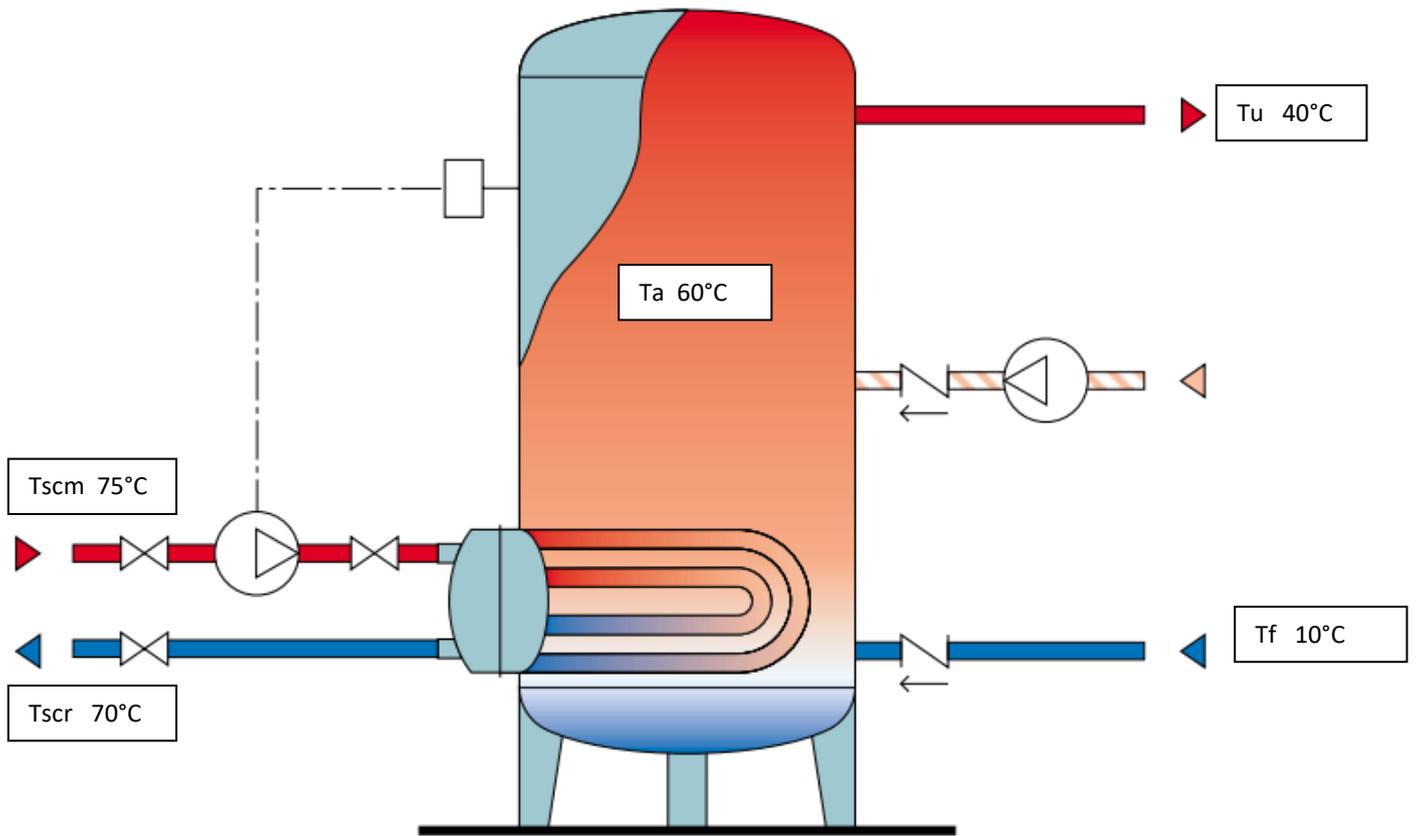


# DIMENSIONAMENTO BOILER ACCUMULO ACS



## TEMPERATURA DELL'ACQUA FREDDA TF

Il suo valore dipende da molti fattori quali: la temperatura del terreno, la temperatura esterna, la zona di provenienza dell'acqua e la natura della rete di distribuzione. In pratica, tuttavia, si può ritenere:

- Italia settentrionale  $t = 10 \div 12^{\circ}\text{C}$
- Italia centrale  $t = 12 \div 15^{\circ}\text{C}$
- Italia meridionale  $t = 15 \div 18^{\circ}\text{C}$

## TEMPERATURA DI ACCUMULO DELL'ACQUA CALDA TA

Il suo valore deve essere scelto in funzione dei seguenti criteri:

- Evitare (o almeno limitare) fenomeni di corrosione e deposito del calcare.  
Tali fenomeni sono molto più rapidi e aggressivi quando l'acqua di accumulo supera i  $60\text{-}65^{\circ}\text{C}$ ;
- Limitare le dimensioni dei bollitori.  
Basse temperature dell'acqua di accumulo fanno aumentare notevolmente il volume dei bollitori;
- Evitare lo sviluppo nell'acqua dei batteri.  
In genere i batteri possono sopportare a lungo temperature fino a  $50^{\circ}\text{C}$ . Muoiono invece in tempi rapidi oltre i  $55^{\circ}\text{C}$ .

***In considerazione di questi aspetti, accumulare acqua calda a  $60^{\circ}\text{C}$  è in genere un buon compromesso, compatibile anche con i limiti imposti dalla attuale norma UNI 9182.***

## TEMPERATURA DELL'ACQUA SCALDANTE TSC

E' bene non tenere troppo elevata la temperatura del fluido scaldante e limitare il salto termico.  
Ad esempio si può adottare una temperatura di mandata pari a  $75^{\circ}\text{C}$  e un salto termico di  $5^{\circ}\text{C}$ .

## FORMULE

Per calcolare la superficie del serpentino riscaldante si può utilizzare con buona approssimazione la seguente formula:

$$S = \frac{Q_h}{K \cdot (t_{ms} - t_m)} \quad (5)$$

dove:

**S** = Superficie del serpentino.

**Q<sub>h</sub>** = Calore orario trasmissibile dal serpentino (cioè calore orario richiesto alla caldaia).

**K** = Coefficiente di scambio termico del serpentino.

Normalmente si può considerare:

**K** = 500 per tubi in ferro

**K** = 520 per tubi in rame

**t<sub>ms</sub>** = Temperatura media del fluido scaldante:

è data dalla media fra la temperatura di mandata e di ritorno del fluido scaldante.

**t<sub>m</sub>** = Temperatura media del fluido riscaldato:

è data dalla media fra la temperatura dell'acqua di accumulo (**t<sub>a</sub>**) e la temperatura dell'acqua fredda (**t<sub>f</sub>**) di alimentazione.

## ESERCIZIO

Determinare il bollitore richiesto in un impianto che produce acqua calda per 50 alloggi con fabbisogno nel periodo di punta di 12750 litri di ACS.

Si consideri:

- temperatura di accumulo  $T_a = 60^\circ\text{C}$ , - temperatura acqua fredda  $T_f = 10^\circ\text{C}$  - temperatura di utilizzo  $t_u = 40^\circ\text{C}$
- temperatura andata fluido scaldante  $T_{scm} = 75^\circ\text{C}$ , - temperatura ritorno fluido scaldante  $T_{scr} = 70^\circ\text{C}$ .
- serpentino in acciaio con  $U = 581 \text{ W/m}^2\text{K}$
- periodo di preriscaldamento ( $t_{pr}$ ) di 2h e il periodo di punta ( $t_{pu}$ ) 1.5h

Calcolo del calore totale necessario per riscaldare l'acqua richiesta nel periodo di punta con temperatura di utilizzo ( $T_u$ ) dell'acqua calda e temperatura di alimentazione dell'acqua fredda ( $T_f$ ):

$$T_u = 40^\circ\text{C} \quad \text{e} \quad T_f = 10^\circ\text{C}$$

$$Q_t = m C_t \Delta T = 1601145 \text{ kJ} = 444,76 \text{ kWh} \quad \text{con} \quad \Delta T = T_a - T_f$$

Potenza ( $Ph$ ) che deve essere ceduta all'acqua in base al calore totale richiesto e al tempo in cui esso può essere ceduto: cioè in base al tempo dato dalla somma fra il periodo di preriscaldamento ( $t_{pr}$ ) e il periodo di punta ( $t_{pu}$ ).

$$t_{pr} = 2\text{h} \quad \text{e} \quad t_{pu} = 1.5\text{h}$$

$$Ph = Q_t / (t_{pr} + t_{pu}) = 127,075 \text{ kW}$$

Portata di fluido scaldante necessaria:

$$Ph = m C_t \Delta T_{sc} \rightarrow m = Ph / C_t \Delta T_{sc} = 6,07 \text{ Kg/s}$$

Calcolo del calore da accumulare nella fase di preriscaldamento del boiler:

$$Q_a = Ph * t_{pr} = 914940 \text{ kJ} = 254,15 \text{ kWh}$$

Determinazione del volume del bollitore

$$T_a = 60^\circ\text{C} \quad \text{e} \quad T_f = 10^\circ\text{C}$$

$$m = Q_a / C_t (T_a - T_f) = 4371,4 \text{ Kg} \rightarrow V = m = 4371 \text{ litri}$$

Calcolo della superficie del serpentino del boiler

temperature medie del fluido scaldante ( $t_{ms}$ ) e del fluido riscaldato ( $t_m$ ):

$$U = 581 \text{ W/m}^2\text{K} \quad t_{ms} = (75 + 70) / 2 = 72,5^\circ\text{C} \quad t_m = (60 + 10) / 2 = 35^\circ\text{C} \rightarrow \Delta t_m = t_{ms} - t_m$$

$$A = Ph / (U \Delta t_m) = 5,9 \text{ m}^2$$

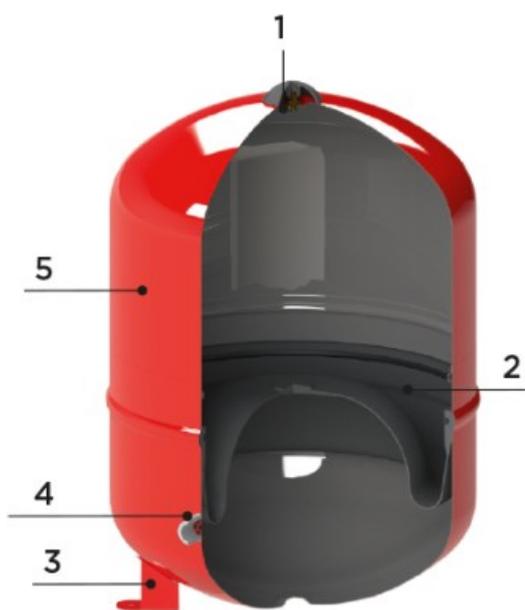
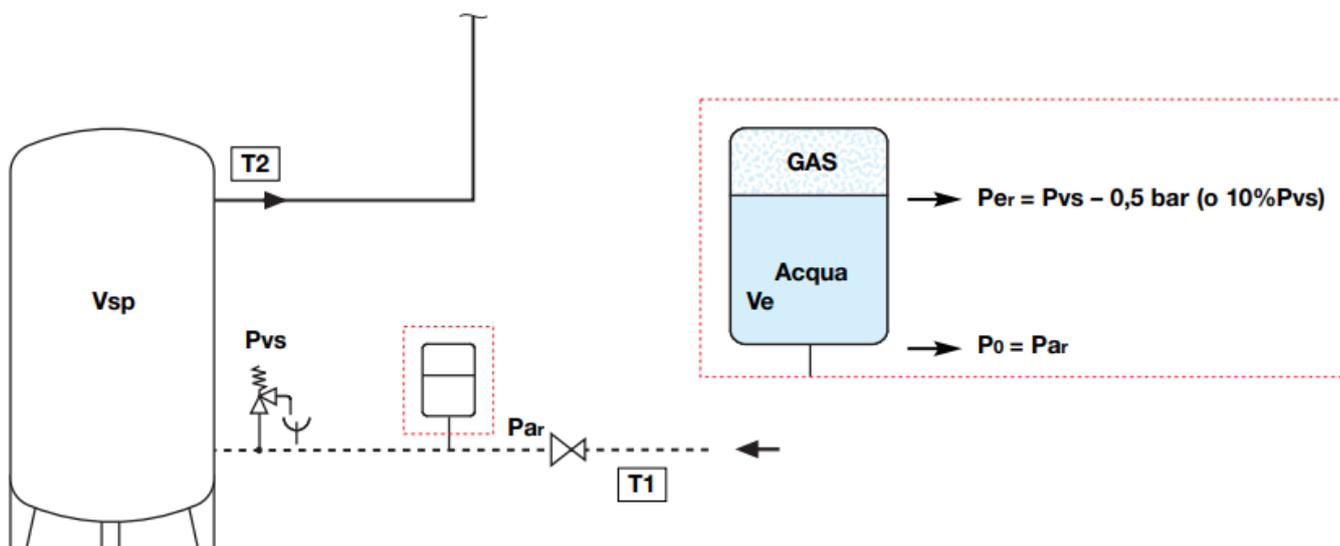
Fissate le velocità si possono dimensionare le tubature.

## VASO DI ESPANSIONE

I vasi d'espansione sono dei dispositivi atti alla compensazione dell'aumento di volume dell'acqua dovuto all'innalzamento della temperatura della stessa, sia negli impianti di riscaldamento che in quelli di produzione di acqua calda sanitaria.

A titolo esplicativo l'acqua, passando da una temperatura di 0°C ad una di 100°C, produce un aumento di volume pari circa al 4,5%: ciò significa che dev'essere presente uno "spazio" interno al circuito in cui l'acqua possa essere contenuta.

Tale "spazio" è fornito dal vaso di espansione.

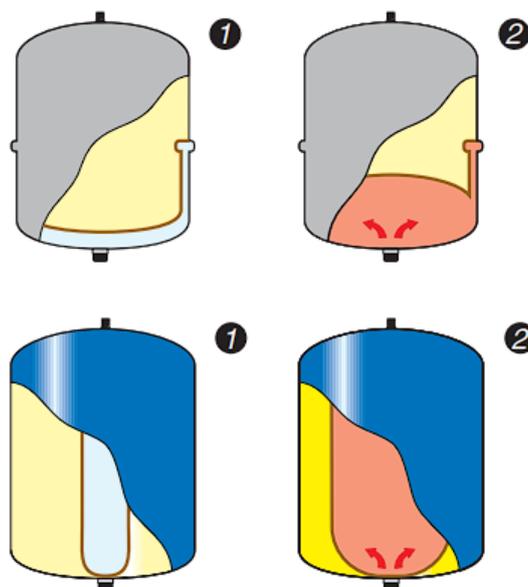


1. VALVOLA ARIA
2. MEMBRANA IN GOMMA
3. PIEDE DI SOSTEGNO
4. CONNESSIONE ACQUA
5. CORPO DEL VASO (VERNICIATURA A POLVERI)

### Vaso d'espansione per circuiti di riscaldamento e sanitario

Il vaso di espansione chiuso a membrana è costituito da un contenitore chiuso suddiviso in due parti da una membrana che separa l'acqua dal gas (in genere azoto) e che agisce da compensatore della dilatazione.

A seguito dell'incremento di temperatura, nel vaso si produce un aumento di pressione rispetto al valore di precarica a freddo (fig. 1) fino a raggiungere il valore corrispondente alla massima dilatazione (fig. 2).



## Metodo di dimensionamento

**T1** = temperatura acqua fredda di alimentazione  
**T2** = temperatura di accumulo dell'acqua calda  
**e** = coefficiente di espansione dell'acqua, calcolato in base alla massima differenza tra la temperatura dell'acqua fredda di alimentazione e quella calda di accumulo

$$e = n_{T2}/100 - n_{T1}/100$$

### Definizione volumi

**Vn** = volume del vaso (l), da calcolare  
**Vsp** = volume dell'acqua riscaldata (l) (nel bollitore)  
**Ve** = volume di espansione dovuto al riscaldamento dell'acqua (l)

**Definizione pressioni** - le pressioni sotto riportate sono tutte pressioni misurate al manometro (pressioni relative):

**Po** = pressione di precarica vaso lato gas (bar)  
**Pvs** = pressione taratura valvola sicurezza (bar)  
**Par** = pressione iniziale (bar) lato acqua, relativa rappresentata dalla pressione massima di ingresso (valore di taratura del riduttore di pressione o dalla pressione massima di alimentazione della rete)

$$Par = Po$$

**Per** = pressione massima di esercizio dell'impianto (bar) lato gas (Pvs) diminuita di un valore di pressione che previene l'apertura della valvola di sicurezza.

$$Per = Pvs - 0,5 \text{ bar (10\% Pvs se Pvs > 5 bar)}$$

La capacità di un vaso d'espansione chiuso a membrana (diaframma) per impianti sanitari con accumulo viene calcolata applicando la seguente formula:

$$Vn = \frac{e \cdot Vsp}{Pa - \frac{Pa}{Pe}} \quad (2)$$

### Pressioni assolute

**Pa** = pressione assoluta iniziale lato gas (bar) pari alla pressione massima di ingresso Par + pressione atmosferica (1 bar). In pratica è la pressione di precarica a freddo del vaso aumentata di 1 bar.

$$Pa = Par + 1 = Po + 1$$

**Pe** = pressione assoluta finale lato gas (bar) data dalla pressione massima relativa di esercizio dell'impianto Per + pressione atmosferica (1 bar).

$$Pe = Per + 1$$

## Tabella indicativa coefficiente "n" al variare della temperatura "T (°C)", relativo alla temperatura di 10°C, senza glicole

°C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
n	0	0,1	0,2	0,4	0,8	1,2	1,7	2,3	2,9	3,6

### Esempio:

Dimensionare un vaso di espansione per un impianto idrosanitario avente le seguenti caratteristiche:

**Vsp** = volume dell'acqua riscaldata (bollitore) = **600 l**  
**T1** = temperatura acqua fredda di alimentazione = **10°C**  
**T2** = temperatura di accumulo dell'acqua calda = **80°C**  
**Par** = pressione iniziale lato acqua = **3,5 bar**  
**Pvs** = pressione di taratura della valvola di sicurezza = **6 bar**

### Soluzione:

Dalla tabella dei coefficienti "n" ricaviamo:

per  $T1 = 10^\circ\text{C}$   $\rightarrow n_{T1} = 0,1$  per  $T2 = 80^\circ\text{C}$   $\rightarrow n_{T2} = 2,9$   
quindi "e" per  $\Delta T = 70^\circ\text{C}$  è dato da:

$$e = (2,9/100) - (0,1/100) = 0,028$$

**Po** = pressione di precarica vaso lato gas = **Par = 3,5 bar**

**Per** = pressione massima di esercizio dell'impianto lato gas  
 $= Pvs - 0,5 \text{ bar} = 6 - 0,5 = \mathbf{5,5 \text{ bar}}$

**Pa** = pressione assoluta iniziale lato gas =  $Par + 1 = 3,5 + 1 = \mathbf{4,5 \text{ bar}}$

**Pe** = pressione assoluta finale lato gas =  $Per + 1 = 5,5 + 1 = \mathbf{6,5 \text{ bar}}$

Si applica la formula (2) per il calcolo del volume del vaso **Vn**:

$$Vn = \frac{0,028 \cdot 600}{1 - \frac{4,5}{6,5}} = \mathbf{54,54 \text{ l}}$$

**Verrà scelto quindi un vaso da 60 l** (che dovrà essere precaricato a 3,5 bar)