

Idraulica

PUBBLICAZIONE PERIODICA DI INFORMAZIONE TECNICO-PROFESSIONALE

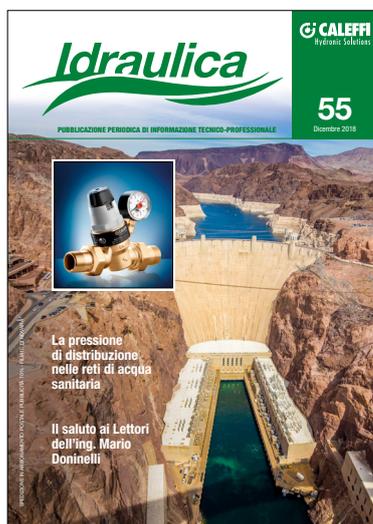
55

Dicembre 2018



**La pressione
di distribuzione
nelle reti di acqua
sanitaria**

**Il saluto ai Lettori
dell'ing. Mario
Doninelli**



Direttore responsabile:
Mattia Tomasoni

Responsabile di Redazione:
Fabrizio Guidetti

Hanno collaborato a questo numero:

- Claudio Ardizzoia
- Elia Cremona
- Alessandro Crimella
- Mario Doninelli
- Domenico Mazzetti
- Renzo Planca
- Alessia Soldarini

Idraulica
Pubblicazione registrata presso
il Tribunale di Novara
al n. 26/91 in data 28/9/91

Editore:
Centrostampa S.r.l. Novara

Stampa:
Centrostampa S.r.l. Novara

Copyright Idraulica Caleffi. Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte della pubblicazione può essere riprodotta o diffusa senza il permesso scritto dell'Editore.

CALEFFI S.P.A.
S.R. 229, N. 25
28010 Fontaneto d'Agogna (NO)
TEL. 0322-8491 FAX 0322-863305
info@caleffi.com www.caleffi.com

Sommario

- 3 IL SALUTO AI LETTORI DELL'ING. MARIO DONINELLI
- 6 LA PRESSIONE DI DISTRIBUZIONE NELLE RETI DI ACQUA SANITARIA
- 7 UN PO' DI STORIA
- 8 IL RANGE OTTIMALE PER LA DISTRIBUZIONE DELLA PRESSIONE
- 9 SISTEMI DI SOPRAELEVAZIONE DELLA PRESSIONE
 - 11 AUTOCLAVI A CUSCINO D'ARIA
 - 14 AUTOCLAVI A MEMBRANA
 - 16 APPROFONDIMENTO SUL DIMENSIONAMENTO DELLE AUTOCLAVI
 - 18 GRUPPI DI PRESSURIZZAZIONE CON POMPE A INVERTER
- 19 SISTEMI DI RIDUZIONE DELLA PRESSIONE
 - 19 RIDUTTORI DI PRESSIONE A MEMBRANA
 - 20 RIDUTTORI DI PRESSIONE A PISTONE
 - 21 RIDUTTORI DI PRESSIONE PILOTATI
- 22 CARATTERISTICHE PRINCIPALI
- 24 DIMENSIONAMENTO
- 25 RAPPORTO DI RIDUZIONE E CAVITAZIONE
- 26 TIPOLOGIE DI INSTALLAZIONE
 - 26 RIDUTTORI IN PARALLELO
 - 28 RIDUTTORI IN SERIE
- 29 PROTEZIONE DALLA SOVRAPPRESSIONE A VALLE DEL RIDUTTORE
- 30 PORTATA DA RETE TROPPO BASSA
 - 30 METODO ANALITICO SEMPLIFICATO
 - 31 METODO GRAFICO
- 32 RETE DI RICIRCOLO E RIDUTTORI DI PRESSIONE
- 33 SCHEMI DI INSTALLAZIONE
 - 33 APPLICAZIONI DOMESTICHE
 - 34 EDIFICI MULTIPIANO
 - 38 DISTRIBUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA
- 42 RISPARMIO IDRICO
 - 46 Riduttori di pressione per acqua fredda
 - 47 Riduttori di pressione per acqua fredda e calda
 - 48 Riduttori di pressione per alte pressioni (PN 40)
 - 49 Riduttore di pressione flangiato
 - 49 Riduttore e stabilizzatore di pressione flangiato con circuito pilota
- 50 Riduttore di pressione per applicazioni speciali
- 51 Software di ausilio alla progettazione

Il saluto ai Lettori dell'ing. Mario Doninelli

In questo mio ultimo scritto, vorrei ricordare come e perché è nata Idraulica e quali sono state le principali scelte che l'hanno guidata e caratterizzata.

Il primo ricordo che ho in merito è una domanda che, più di trent'anni fa, mi è stata posta dal Presidente Francesco Caleffi, fondatore della Caleffi: **“Cosa potrei fare, come Imprenditore, per poter essere d'aiuto ai Progettisti e agli Installatori, cioè a quelli che considero i miei collaboratori esterni?”**.

Ho avuto poi altri incontri col Presidente ed insieme abbiamo cercato di dare una risposta valida e ben definita alla sua richiesta.

Infine, nel marzo 1988, su richiesta del Presidente ho scritto una breve relazione per mettere in ordine e riassumere le nostre varie osservazioni e considerazioni: relazione che era essenzialmente suddivisa in tre parti.

Nella prima erano esposte le ragioni per cui ritenevamo che una documentazione tecnica appositamente studiata e realizzata avrebbe potuto essere d'aiuto non solo ai Progettisti e agli Installatori, ma anche al mondo della Scuola.

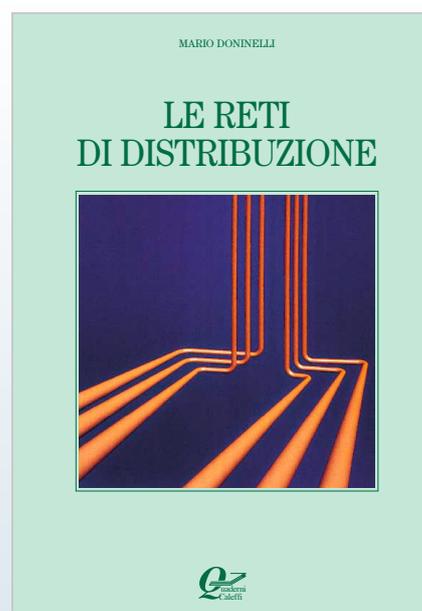
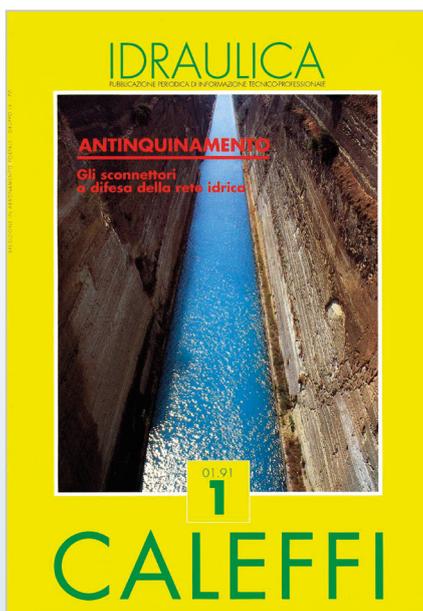
Ai Progettisti e agli Installatori poteva infatti essere d'aiuto per seguire meglio il continuo evolversi

della tecnologia impiantistica: evoluzione che avrebbe richiesto un bagaglio di conoscenze sempre più vasto e un lavoro professionale sempre più qualificato. Mentre al mondo della scuola poteva servire a ridurre il divario che generalmente sussiste fra l'insegnamento teorico e la realtà operativa.

Nella seconda parte erano esaminati i motivi per cui ritenevamo consigliabile proporre la nuova documentazione sia con manuali che con riviste. Ai manuali (poi denominati Quaderni Caleffi) poteva essere affidato il compito di richiamare i principi e le leggi fondamentali della termotecnica e costituire il supporto teorico di base al quale poter fare costante riferimento.

Alle riviste (cui poi è stato dato il nome di Idraulica) poteva, invece, essere affidato il compito di seguire l'evolversi del mercato impiantistico, indotto soprattutto, come già si poteva intravedere, dalle richieste di maggior comfort termico e dalla necessità di ridurre sensibilmente, per motivi sia economici che ambientali, il consumo di combustibili fossili.

Nella terza parte, infine, erano riportate le regole, o linee guida, il cui scopo era quello di garantire il rispetto degli obiettivi di base ed assicurare un adeguato livello qualitativo delle nuove pubblicazioni.



Linee guida

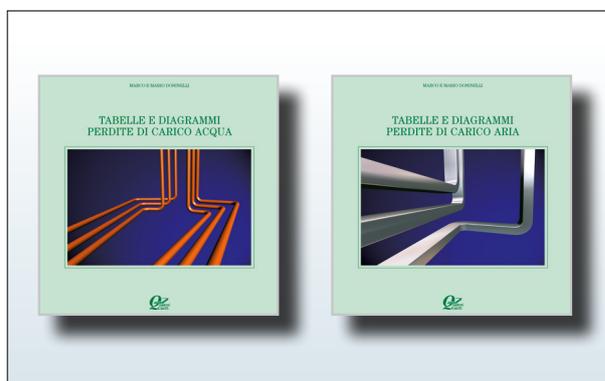
- Scegliere temi e argomenti di sicuro interesse generale e non limitarsi solo a presentare, né tanto meno a reclamizzare, prodotti commerciali.
- Affidare lo svolgimento dei temi scelti solo a chi oltre ad una conoscenza teorica ne possiede anche una pratica, per averli vissuti e sperimentati direttamente sul campo.
- Tener sempre presente che il vero valore di una pubblicazione sta nel numero e nella qualità delle informazioni utili cedute ai Lettori e non nel numero delle pagine.
- Entrare nel vivo dei problemi e non sottrarsi mai alle relative difficoltà sia per rispetto ai Lettori sia per poter dare risposte valide e convincenti.
- Scrivere con un linguaggio semplice, accessibile a tutti e senza troppi inglesismi, specie quando sono inutili
- Redigere con molta cura i grafici, i diagrammi e le tabelle per rendere la loro lettura più facile e quindi meno esposta ad errori.
- Utilizzare i disegni soprattutto quando sono in grado di chiarire, meglio del testo scritto, ciò che si intende dire.

Ritenevamo, o meglio speravamo, che queste regole ci avrebbero aiutato anche a far percepire ai nostri Lettori che, per essere loro utili, il nostro lavoro era svolto senza risparmiare né tempo né fatica, nonché evitando di trattare i soliti temi e scrivere di cose sapute e risapute: cioè senza seguire la via più facile, ovvia e scontata.

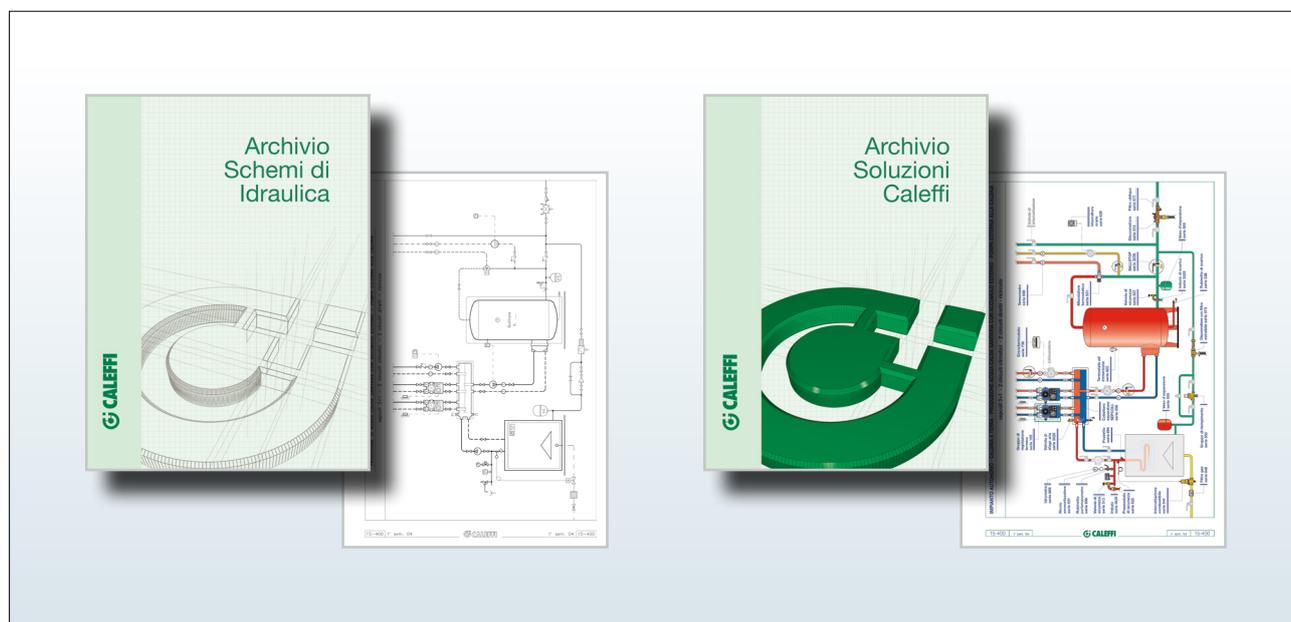
D'altra parte eravamo anche ben consapevoli del fatto che non sarebbe stato facile ottenere l'attenzione e l'interesse sufficienti a giustificare l'impegno previsto, tanto più che, nel nostro settore, era già disponibile una ricca informazione e documentazione tecnica.

Ed è in base a queste considerazioni, osservazioni e dubbi che il Presidente ha deciso di pubblicare il primo Quaderno Caleffi e i primi numeri di Idraulica. In base ai riscontri più che positivi ottenuti, ha poi deciso di completare la serie prevista dei Quaderni e di continuare a pubblicare Idraulica.

Nell'ambito di tale iniziativa, sono stati pubblicati anche tre raccoglitori: il primo con formule, tabelle e diagrammi per determinare le perdite di carico dei tubi che convogliano acqua e dei condotti d'aria; il secondo e il terzo con schemi funzionali e disegni di soluzioni impiantistiche derivate da Idraulica e dai Quaderni Caleffi.



Nel riquadro a lato sono brevemente richiamati i principali temi e argomenti trattati su Idraulica.



Principali temi e argomenti trattati

- **Impianti a pannelli radianti**
Il primo numero di Idraulica dedicato a questo tema è del gennaio 1996. L'intento era quello di dissipare le paure e i dubbi che penalizzavano ancora notevolmente la diffusione di questi impianti. In altri numeri abbiamo poi considerato i relativi problemi di progettazione, realizzazione e regolazione.
- **Impianti idrosanitari**
A questo tema abbiamo dedicato il n. 14 (gennaio 1998) e il n. 50 (giugno 2016) di Idraulica, focalizzando, in entrambi i numeri, l'attenzione sul calcolo delle portate di progetto. Valori errati di tali portate possono infatti comportare gravi errori nel dimensionamento sia delle reti di distribuzione sia dei sistemi di accumulo, pressurizzazione e produzione dell'acqua calda.
- **Impianti ad energie alternative**
Dal num. 29 (dicembre 2005) abbiamo dedicato a queste energie diversi numeri di Idraulica, considerando non solo i notevoli vantaggi che esse possono offrire, ma anche i vari inconvenienti e pericoli causati da un loro utilizzo non adeguato: ad es. (con pompe geotermiche) il possibile inquinamento delle falde acquifere.
- **Bilanciamento degli impianti**
Anche a questo tema, per la sua importanza, abbiamo dedicato diversi numeri di Idraulica, considerando dapprima il bilanciamento degli impianti tradizionali a portata costante e poi (con l'affermarsi delle valvole termostatiche) quello ben più complesso, specie in interventi di riqualificazione, degli impianti a portata variabile.
- **Riqualificazione degli impianti esistenti**
Negli ultimi anni ci siamo spesso occupati dei principali aspetti (normativi, tecnici ed operativi) relativi a questi interventi in quanto, se correttamente realizzati, possono offrire sensibili incrementi del comfort ambientale e una notevole riduzione dei consumi energetici.
- **Altri temi ed argomenti**
Riguardano essenzialmente: (1) i possibili pericoli di scottature e le gravi patologie provocate dai batteri della Legionella negli impianti idrosanitari; (2) l'eliminazione dagli impianti di bolle e microbolle d'aria; (3) la pulizia e il trattamento dell'acqua, richiesti soprattutto in impianti che funzionano con valvole termostatiche ed elettropompe ad alta efficienza; (4) la contabilizzazione diretta e indiretta del calore.

Da quanto considerato, risulta dunque che Idraulica non è mai stata una rivista tecnica di tipo tradizionale, bensì una rivista appositamente studiata e realizzata per poter dar vita all'idea del suo Fondatore, cioè per "*poter essere d'aiuto ai Progettisti e agli Installatori*". Idea questa alla quale sono sempre stato fedele perché non ho mai neppure intravisto possibili alternative o miglioramenti: idea, inoltre, che ho sempre condiviso e ammirato per la semplicità e la chiarezza con cui è stata formulata, e anche perché in essa ravviso la personalità e il modo d'agire di chi, tanti anni fa, me ne ha parlato e poi coinvolto nella sua realizzazione.

Mi richiama alla memoria le sue grandi doti umane e imprenditoriali: la sua attenzione e il suo rispetto verso i collaboratori, ai quali sapeva trasmettere la sua forza vitale e il suo entusiasmo; la sua capacità di andare subito al cuore del problema; la sua concretezza, non amava i discorsi fumosi; la sua attitudine a vedere lontano nel tempo; il suo coraggio nell'affrontare nuove sfide; il suo saper cogliere ed apprezzare il valore del lavoro fatto come si deve; la sua innata generosità e bontà d'animo. Ed è con questo ricordo che desidero chiudere il mio scritto di saluto ai Lettori.

Desidero, infine, esprimere la mia gratitudine e riconoscenza all'attuale Presidente Marco e a tutta la famiglia Caleffi che mi hanno sempre dato fiducia, sostegno e un'amicizia che mi onora ed è tra le cose più belle che la vita mi ha regalato.

Desidero inoltre ringraziare e salutare i Lettori di Idraulica per averci incoraggiato coi loro giudizi e fatto da guida coi loro rilievi. Ai colleghi Progettisti ed agli Installatori, che sono stati i miei veri e insostituibili *tutor* sul campo, auguro buon lavoro: un lavoro, il nostro, che considero un privilegio, anche perché il duro e costante confronto con la realtà pratica ci aiuta a maturare e crescere: si impara più dai propri errori che dai propri successi.

Ringrazio i colleghi e tecnici della Caleffi ed in particolare Fabrizio Guidetti e Renzo Planca che mi hanno dato un prezioso aiuto per quanto riguarda sia la grafica della rivista sia la scelta delle fotografie e lo sviluppo dei grafici e dei disegni. Un dovuto ringraziamento a Marco Doninelli per la sua profonda conoscenza teorica e pratica dei temi trattati e col quale, dal gennaio 1997, ho scritto tutti gli articoli di Idraulica.

Mario Doninelli

LA PRESSIONE DI DISTRIBUZIONE NELLE RETI DI ACQUA SANITARIA

Ingg. Mattia Tomasoni e Alessia Soldarini

Le reti di distribuzione di acqua sanitaria devono assicurare ad ogni punto di prelievo (lavandini, docce, ecc.) la corretta erogazione di acqua calda e fredda alle utenze. La buona progettazione di questi impianti passa attraverso diverse fasi, quali la valutazione dei fabbisogni specifici, il dimensionamento della rete di tubazioni, il controllo e la **regolazione della pressione**.

In questo numero di *Idraulica*, ci soffermeremo proprio su questo ultimo aspetto, analizzandone l'importanza sotto diversi punti di vista.

Dapprima ci occuperemo dei metodi per **innalzare il valore della pressione** quando questa risulti insufficiente. A tale scopo, vengono normalmente utilizzati appositi **sistemi**, detti **di sopraelevazione**, di cui vedremo le caratteristiche ed i principali parametri per il loro corretto dimensionamento.

In seguito, ci concentreremo sulla condizione opposta, ovvero quella in cui la **pressione disponibile è eccessiva** e può quindi facilmente comportare malfunzionamenti, rumorosità e sprechi.

Si ricorre in queste situazioni all'utilizzo di **riduttori di pressione**, dispositivi in grado di regolare opportunamente e mantenere stabile la pressione all'interno delle reti di distribuzione di acqua sanitaria. Particolare attenzione verrà posta alle loro caratteristiche principali, sia dal punto di vista del funzionamento e delle caratteristiche tecniche, sia dal punto di vista della corretta installazione in diverse possibili configurazioni.

Nell'ultima parte di questo numero, verranno presentati alcuni **schemi di installazione** applicati a diverse tipologie di edifici, evidenziando le scelte progettuali atte a garantire il buon funzionamento.

Infine, esamineremo il tema del **risparmio idrico**, sempre più attuale e legato alla prospettiva di risparmio energetico e conservazione delle risorse naturali.

A tal proposito verranno trattati, attraverso alcuni casi esemplificativi, i possibili **sprechi di acqua** derivanti da una regolazione non corretta della pressione all'interno degli impianti sanitari.



UN PO' DI STORIA

Fin dai tempi antichi l'uomo ha sentito la necessità di trasportare l'acqua da un punto ad un altro e soprattutto di prelevarla da fiumi, torrenti o dal sottosuolo per irrigare i campi o abbeverare gli animali.

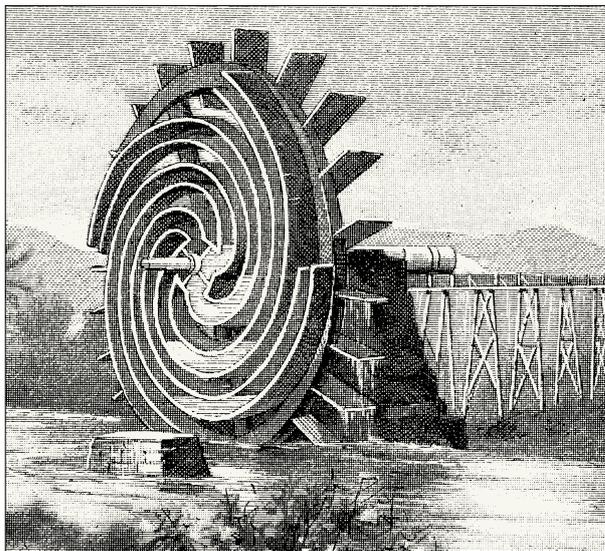
Ben presto quindi sono stati messi a punto sistemi e dispositivi per prelevare l'acqua che si trovava ad una altezza inferiore rispetto a quella di utilizzo.

In un intervallo di tempo molto ampio, a partire dal III millennio a.c. fino alla rivoluzione industriale, si sono studiati e messi a punto sistemi sempre più ingegnosi per sollevare l'acqua.

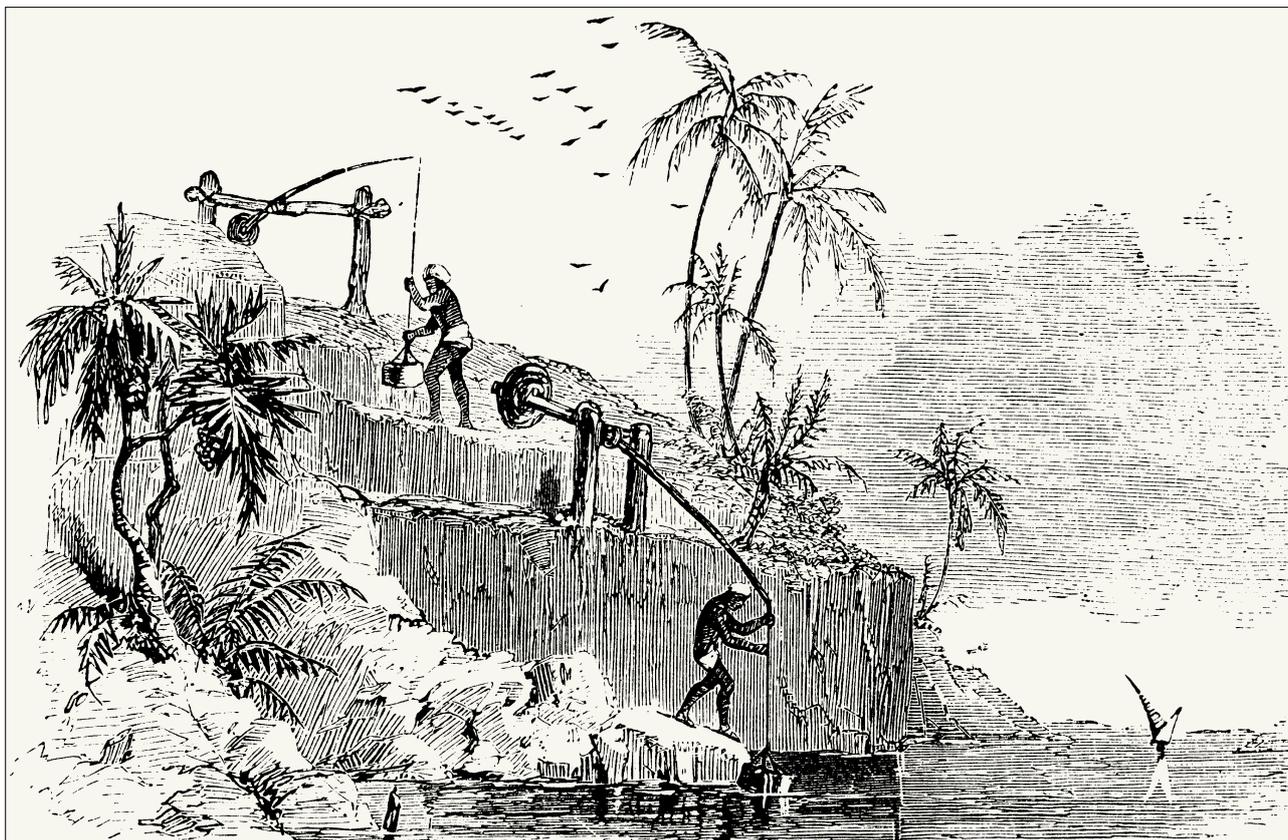
I primi meccanismi rudimentali erano dispositivi azionati dall'uomo e costituiti da una trave, un secchiello e un contrappeso (generalmente una pietra). È l'esempio dello "shaduf" utilizzato in Mesopotamia nel III millennio a.C. per scopo irriguo e dalle popolazioni egiziane nel II millennio a.C. per sollevare l'acqua da laghi e fiumi e alimentare canali posizionati più in alto. Probabilmente è uno dei sistemi più antichi conosciuti e permette ad un solo uomo di sollevare grandi volumi d'acqua grazie al principio della leva e del contrappeso.

In alcune parti del terzo mondo, ancora oggi, è possibile ammirare l'utilizzo di secchi di legno o recipienti di argilla collegati a corde per sollevare grandi quantità d'acqua.

Poco per volta questi modelli si sono trasformati in congegni e macchine sofisticate, azionate prima dalla forza degli animali e successivamente da quella della natura quali correnti d'acqua, vento o maree.

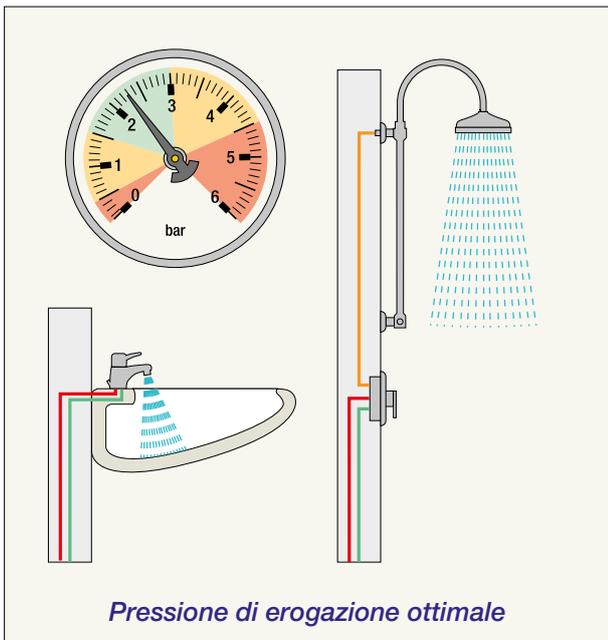


Sono stati introdotti con il tempo ruote, ingranaggi, pulegge e pignoni che hanno dato origine a macchine sempre più complesse, basti solamente pensare alle numerose opere di Leonardo da Vinci. L'evoluzione ha portato ad avere oggi gruppi di sollevamento sofisticati ed elettronici, ma in alcuni paesi in via di sviluppo è ancora possibile trovare ruote, leve o viti a spirale in funzionamento.

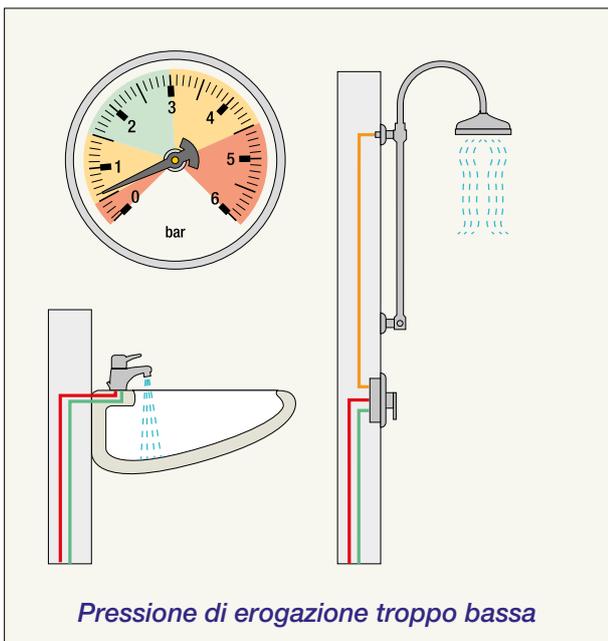


IL RANGE OTTIMALE PER LA DISTRIBUZIONE DELLA PRESSIONE

Il corretto dimensionamento di una rete idrica deve assicurare la portata nominale prevista ad ogni punto di prelievo dell'acqua, indipendentemente dalle richieste degli utenti e dalle condizioni di esercizio. Per questo motivo è bene mantenere ed assicurare una **pressione al punto di erogazione compresa tra 1,5 e 3 bar**.



Nel caso in cui la pressione di erogazione sia troppo bassa non è garantita la portata richiesta a ciascuna utenza.



Invece, nel caso in cui la pressione di erogazione risulti troppo alta possono originarsi rumori e danni ai dispositivi di prelievo ed alla rete di distribuzione.



Al fine di garantire la corretta erogazione alle utenze, la rete di adduzione dell'acqua sanitaria deve essere dimensionata in modo da garantire in ogni suo punto la pressione e le portate di progetto.

Pressione di progetto

È la pressione di esercizio minima prevista alle varie utenze, ed è quella in base a cui vanno dimensionati i tubi delle reti di distribuzione.

Il dimensionamento deve inoltre tener conto della pressione disponibile da acquedotto e dalla tipologia ed estensione della rete di distribuzione.

Per cui:

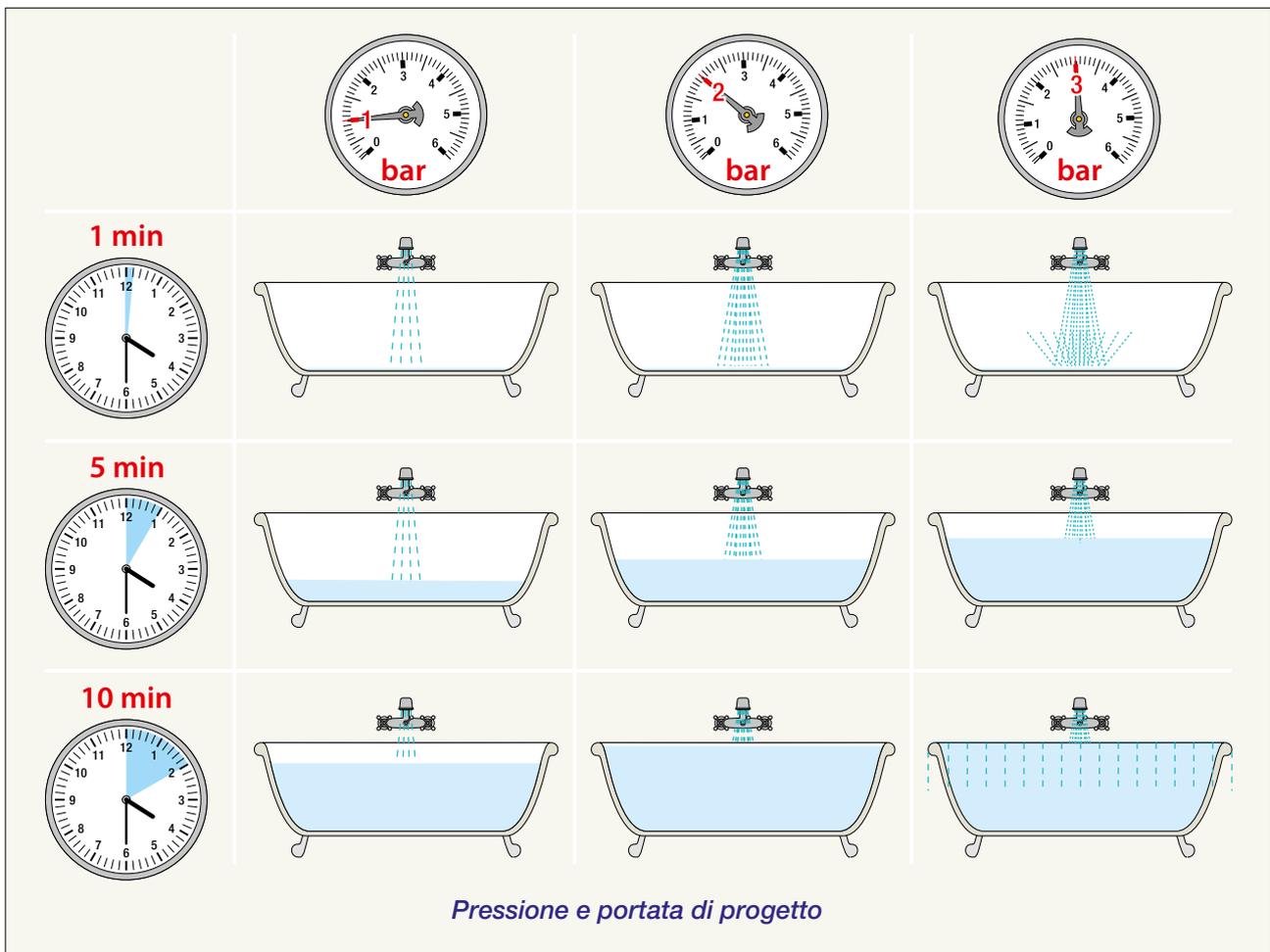
- se la pressione disponibile da acquedotto non consente di ottenere la pressione di progetto all'utenza, sono necessari sistemi di pressurizzazione per "aumentarne" il valore;
- se, invece, la pressione disponibile da acquedotto è troppo elevata occorre installare opportuni dispositivi, ovvero i riduttori di pressione, così da riportarla ai valori di progetto.

Portata di progetto

La portata da considerare nel dimensionamento della rete di distribuzione dell'acqua sanitaria è la portata di progetto, che non coincide con quella totale dato che l'erogazione contemporanea di tutti i punti di prelievo è una situazione poco probabile.

La portata totale è, infatti, la somma delle portate nominali dei singoli apparecchi mentre la portata di progetto deve essere calcolata introducendo un opportuno coefficiente di riduzione.

Tale coefficiente è il fattore di contemporaneità che tiene conto della probabilità dell'utilizzo simultaneo delle utenze.



SISTEMI DI SOPRAELEVAZIONE DELLA PRESSIONE

I sistemi di sopraelevazione della pressione (o gruppi di pressurizzazione) hanno il compito di:

- elevare la pressione ad un valore tale da garantire una corretta distribuzione dell'acqua alle utenze;
- garantire la corretta portata alle utenze al variare della richiesta.

In genere questi sistemi vengono utilizzati quando:

- la pressione di alimentazione dalla rete pubblica risulta insufficiente;
- è necessario distribuire acqua contenuta in serbatoi;
- si deve prelevare acqua da un pozzo.

L'aumento di pressione si ottiene con elettropompe a singolo o più stadi, che devono essere scelte in base alle seguenti caratteristiche:

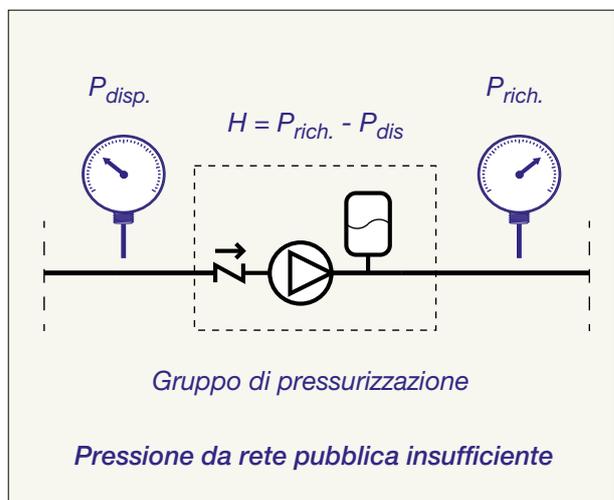
- G = portata di progetto
- H = differenza tra pressione massima richiesta e pressione a monte del gruppo di pressurizzazione.

La prevalenza della pompa (H) va quindi calcolata in base alla specifica tipologia di installazione del gruppo di pressurizzazione. I casi più comuni di installazione sono descritti in seguito.

1. Pressione di alimentazione da rete insufficiente

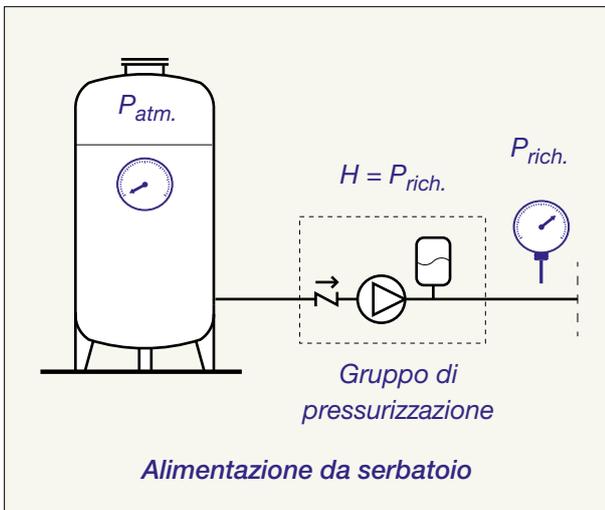
La prevalenza del gruppo di pressurizzazione deve essere pari alla differenza tra la pressione richiesta ($P_{rich.}$) e quella disponibile in rete ($P_{disp.}$).

Dimensionare il gruppo di pressurizzazione con prevalenza pari a quella richiesta potrebbe comportare problemi di pressioni eccessive e maggiori costi di esercizio.



2. Alimentazione da serbatoio

La prevalenza del gruppo di pressurizzazione deve essere uguale a quella richiesta ($P_{rich.}$) in quanto i serbatoi generalmente accumulano acqua a pressione atmosferica.



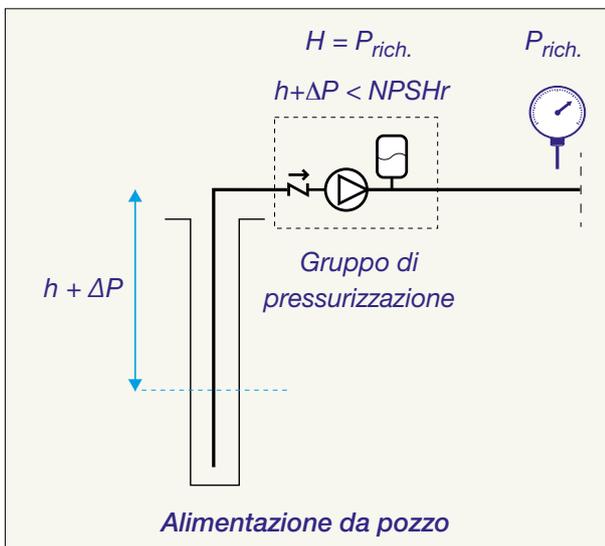
3. Alimentazione da pozzo

La prevalenza del gruppo di pressurizzazione deve essere uguale a quella richiesta ma è molto importante verificare la capacità di aspirazione della pompa.

In genere questo valore è fornito dai produttori tramite i valori di NPSHr (acronimo inglese che indica Net Positive Suction Head required).

Occorre inoltre verificare che la somma dell'altezza della colonna d'acqua in aspirazione (h) e le perdite di carico (ΔP) del condotto di aspirazione siano inferiori (generalmente del 15-20%) al valore di NPSHr dichiarato dal costruttore.

In caso di necessità di una pressione di aspirazione maggiore del valore di NPSHr, si può ricorrere all'utilizzo di pompe sommerse installate all'interno dei pozzi.



In tutti e tre i casi il gruppo di pressurizzazione, che viene utilizzato per garantire la portata richiesta, molto variabile e discontinua nelle reti di distribuzione di acqua sanitaria, è composto da:

- una o più elettropompe di servizio;
- eventuale elettropompa di riserva nel caso in cui si debba garantire sempre la fornitura (per esempio negli ospedali);
- uno o più serbatoi di acqua in pressione;
- collettori di aspirazione e mandata, sensori di pressione, manometri, accessori idraulici di collegamento e componentistica varia per basamenti fissaggi e quadri elettrici.

La funzione del serbatoio di acqua in pressione, denominato anche autoclave, è quella di limitare il numero di avviamenti orari delle pompe grazie alla riserva idrica d'acqua contenuta al suo interno. Tale riserva può essere mantenuta in pressione tramite l'aria oppure un diaframma in materiale elastico (membrana).

In base quindi alla tipologia di elettropompe e di serbatoio utilizzato, i gruppi di pressurizzazione sono del tipo:

1. a una o più pompe a velocità costante e autoclave a cuscino d'aria.
2. a una o più pompe a velocità costante e autoclave a membrana.
3. a una o più pompe a velocità variabile.

I primi due sistemi sono anche detti a **pressione variabile**, in quanto l'accensione e lo spegnimento delle pompe sono comandati da un pressostato a livelli fissi di pressione.

Nel momento in cui viene rilevato il valore di pressione minima, il pressostato comanda l'accensione delle pompe. Queste rimangono attive fino a quando non viene raggiunta la soglia di pressione massima impostata. La pressione all'interno della rete varia quindi tra questi due livelli ed in genere questa differenza è mantenuta tra 0,5 e 1 bar in modo da non generare elevate differenze di erogazione durante l'utilizzo.

Il terzo sistema è invece detto a **pressione costante** in quanto l'accensione delle pompe e la loro regolazione è affidata ad un regolatore elettronico collegato ad un sensore di pressione.

Il regolatore adatta le prestazioni delle pompe, aumentandole o diminuendole, al variare della pressione rilevata garantendo una pressione in uscita pressoché costante.

AUTOCLAVI A CUSCINO D'ARIA

È il sistema di sopraelevazione tradizionale ed è composto da:

- **Serbatoio autoclave**

Serve a contenere la riserva idrica necessaria. Il suo volume può essere determinato con la formula riportata di seguito:

$$V = 30 \cdot \frac{G_{pr} \cdot 60}{a} \cdot \left(\frac{P_{max} + 1}{P_{max} - P_{min}} \right)$$

dove:

V = Volume dell'autoclave, [l]

G_{pr} = Portata di progetto, [l/s]

P_{min} = Pres. min. di sopraelevazione [bar]

P_{max} = Pres. max. di sopraelevazione [bar]

a = Numero massimo orario degli avviamenti della pompa [h^{-1}]

Mediamente si può considerare:

a = 30 per potenza elettropompa < 3 kW

a = 25 per potenza elettropompa 3÷5 kW

a = 20 per potenza elettropompa 5÷7 kW

a = 15 per potenza elettropompa 7÷10 kW

a = 10 per potenza elettropompa > 10 kW

La potenza dell'elettropompa può essere calcolata con la formula riportata sul 1° Quaderno Caleffi alla voce: ELETTROPOMPE.

- **Elettropompa**

Serve per innalzare la pressione dell'acqua proveniente dalla rete pubblica.

Deve essere dimensionata secondo i criteri richiamati nelle note introduttive di pagg. 9 e 10.

- **Pressostato di esercizio**

Serve ad attivare la pompa quando la pressione è troppo bassa o a disattivarla quando è troppo alta rispetto ai valori stabiliti.

- **Dispositivo di blocco**

Serve ad impedire il funzionamento della pompa quando sussiste il pericolo di marcia a secco (cioè in assenza di liquido pompato).

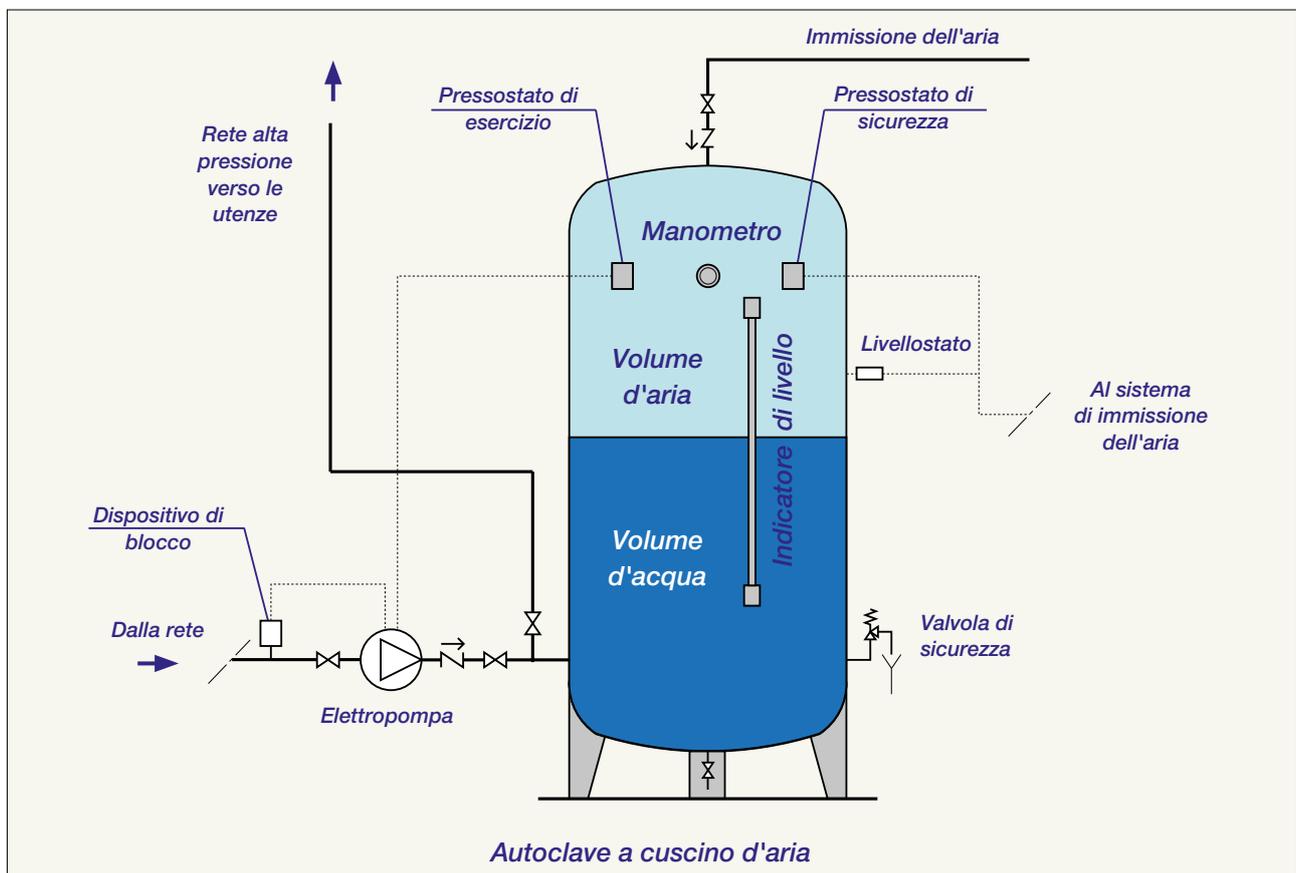
Se la pompa aspira direttamente dall'acquedotto o da un serbatoio chiuso, il dispositivo di blocco può essere costituito da un pressostato tarato a bassa pressione (per esempio a 1 bar); se la pompa aspira da un serbatoio aperto, il dispositivo di blocco può essere costituito da un livellostato.

- **Sistema di immissione dell'aria**

Immette aria dall'ambiente esterno per mantenere il cuscino d'aria nella parte superiore del serbatoio ed evitare che venga lentamente assorbito dall'acqua.

L'immissione dell'aria può avvenire:

1. tramite un alimentatore automatico d'aria;
2. attraverso un compressore;
3. da rete d'aria compressa.

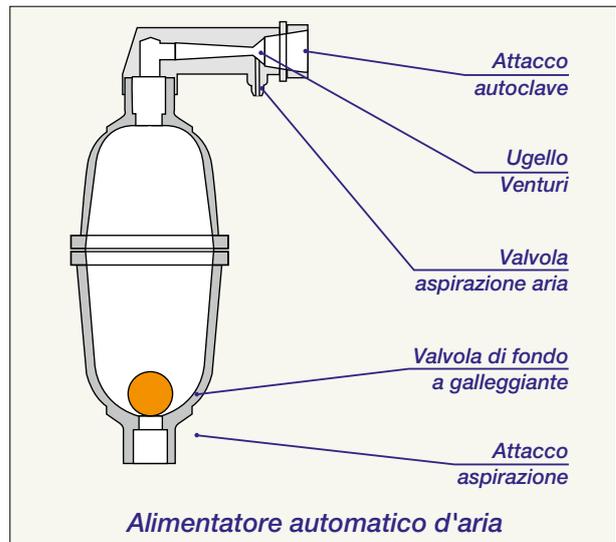


Immissione d'aria tramite alimentatore automatico d'aria

Il sistema è essenzialmente composto da un dispositivo costituito da un piccolo recipiente dotato di valvola di fondo a galleggiante e da una valvola di aspirazione dell'aria. Quest'ultima se attraversata da un flusso d'acqua, è in grado di aspirare l'aria dall'esterno per effetto Venturi. Questo dispositivo va montato in corrispondenza del livello di mantenimento del cuscino d'aria ed il funzionamento è schematizzato nelle immagini seguenti.

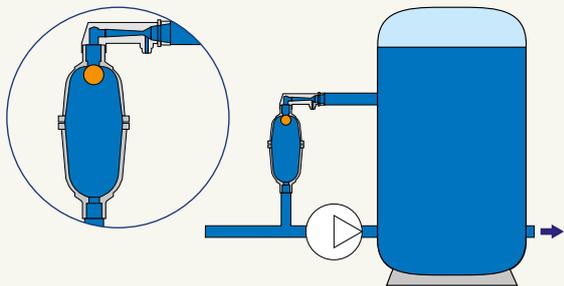
L'alimentatore automatico d'aria è indicato per impianti in cui è previsto un regolare esercizio delle elettropompe, dato che ne sfrutta gli avviamenti per svolgere la sua funzione. Il suo corretto funzionamento è garantito quando si ha un battente negativo in aspirazione della pompa; in caso di battente positivo invece è bene che questo non superi i 5 m c.a..

Non può invece essere utilizzato in combinazione a pompe sommerse dove non è fisicamente possibile il suo collegamento con l'aspirazione della pompa.



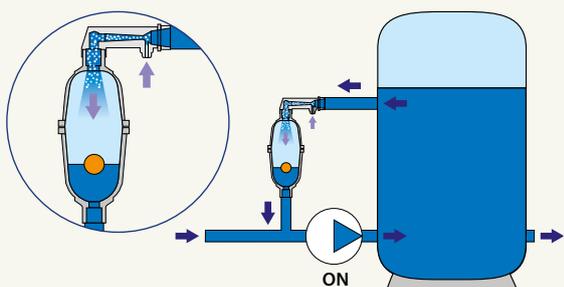
1. Condizione di partenza

La pompa è ferma. Il livello di acqua contenuto nell'autoclave è superiore alla soglia minima e di conseguenza l'alimentatore è pieno d'acqua.



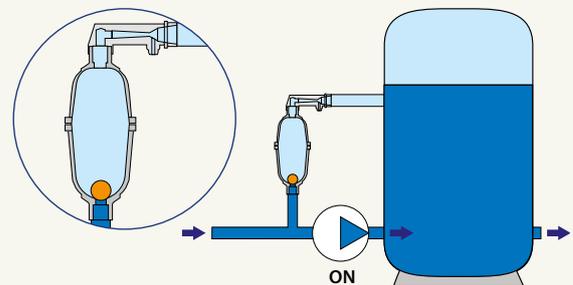
2. Avvio della pompa

La depressione generata dall'avviamento della pompa permette di convogliare l'acqua dall'autoclave verso la bocca di aspirazione della pompa. In questo modo, all'interno dell'alimentatore, si crea un flusso che, attraversando l'ugello Venturi, aziona la valvola di aspirazione. Di conseguenza l'aria aspirata riempie progressivamente l'alimentatore.



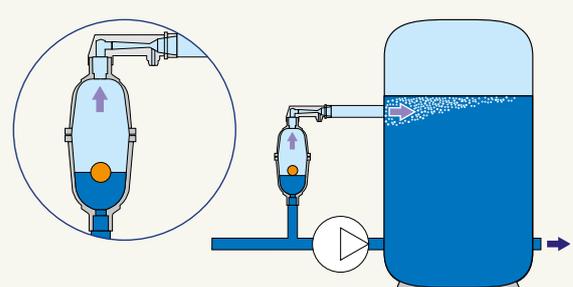
3. Normale funzionamento della pompa

Una volta riempito di aria l'alimentatore, il galleggiante al suo interno si posiziona sul fondo del dispositivo, in modo da chiudere il collegamento con la pompa evitando di conseguenza l'ingresso di aria nella pompa.



4. Spegnimento della pompa

Quando la pompa viene arrestata, grazie al principio dei vasi comunicanti, l'aria contenuta nell'alimentatore, essendo più leggera rispetto all'acqua, risale e riempie la parte superiore dell'autoclave. L'alimentatore è quindi pronto per un nuovo ciclo.



Immissione d'aria tramite compressore

Il sistema è essenzialmente composto da:

- **Compressore**
Serve per aumentare la pressione dell'aria ed a convogliarla all'interno dell'autoclave.
È consigliabile installare un compressore esente da lubrificazione e con opportuni filtri per l'aria.
- **Livellostato**
Serve a tenere sotto controllo il livello del cuscino d'aria, attivando il compressore (quando il livello dell'acqua supera quello di controllo del livellostato) e arrestandolo (quando il livello dell'acqua si trova al di sotto di tale limite).
- **Pressostato di sicurezza**
Serve ad impedire l'avviamento del compressore (o a fermarlo se è già avviato) quando nel serbatoio si supera la pressione massima di sopraelevazione.

L'utilizzo del compressore è consigliato in tutti i casi dove non siano garantiti frequenti avviamenti ed arresti delle elettropompe, ad esempio impianti ad utilizzo molto saltuario o con prelievo costante d'acqua.

Essendo un sistema caratterizzato da elevata affidabilità, viene molto utilizzato laddove sussiste tale requisito, come per le pressurizzazioni a servizio di grossi complessi residenziali, ospedali o processi produttivi.

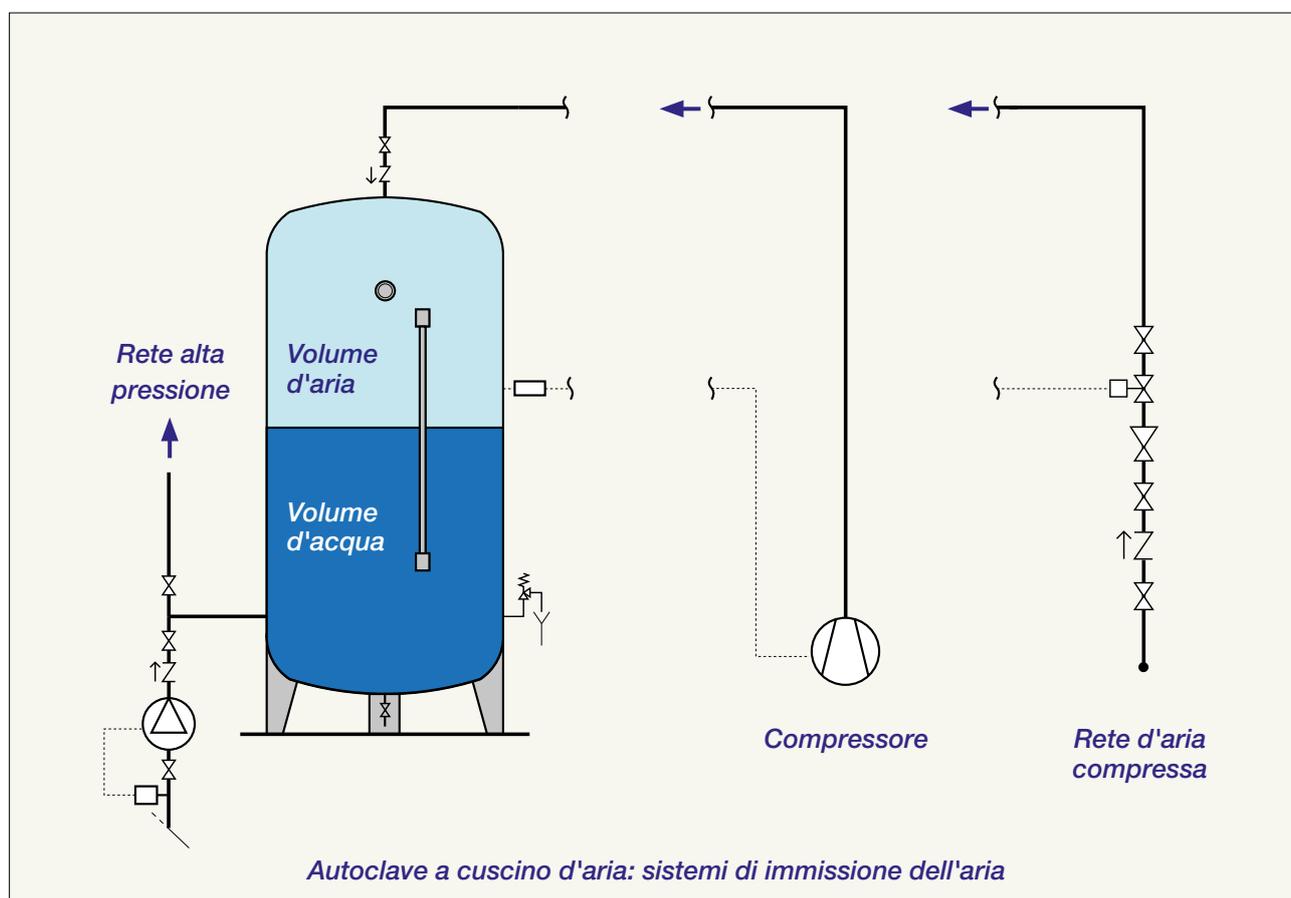
Immissione d'aria tramite rete d'aria compressa

Si tratta di un sistema concettualmente analogo a quello con compressore, ma al posto di quest'ultimo si utilizza un'elettrovalvola per derivare l'aria da una rete d'aria compressa.

L'utilizzo di questi sistemi è generalmente applicato a livello industriale dove sono già presenti reti d'aria compressa per esigenze produttive.

In genere se le pressioni di distribuzione dell'aria compressa sono elevate è consigliabile utilizzare un riduttore di pressione prima dell'elettrovalvola.

È inoltre indispensabile l'utilizzo di un buon sistema di ritegno, in quanto una eventuale depressurizzazione della rete potrebbe far defluire l'acqua contenuta nell'autoclave all'interno della rete d'aria compressa.



AUTOCLAVI A MEMBRANA

Questo sistema di sopraelevazione è composto da:

- **Serbatoio a membrana**
- **Elettropompa**
- **Pressostato di esercizio**
- **Dispositivo di blocco**

È un sistema simile alle autoclavi a cuscino d'aria ma, a differenza di questi dove l'aria è costantemente a contatto con l'acqua, vengono utilizzati serbatoi con membrane in gomma naturale o artificiale.

Questo accorgimento permette di evitare il sistema di immissione dell'aria.

I serbatoi sono preventivamente caricati con azoto per evitare fenomeni di ossidazione delle superfici interne dei serbatoi.

La pressione iniziale del gas caricato, detta anche **pressione di precarica**, deve essere leggermente inferiore alla pressione minima di sopraelevazione ma allo stesso tempo maggiore della pressione idrostatica dell'impianto al fine di evitare depressurizzazioni.

$$P_{\text{idrostatica}} < P_{\text{precarica}} < P_{\text{sopraelevazione}}$$

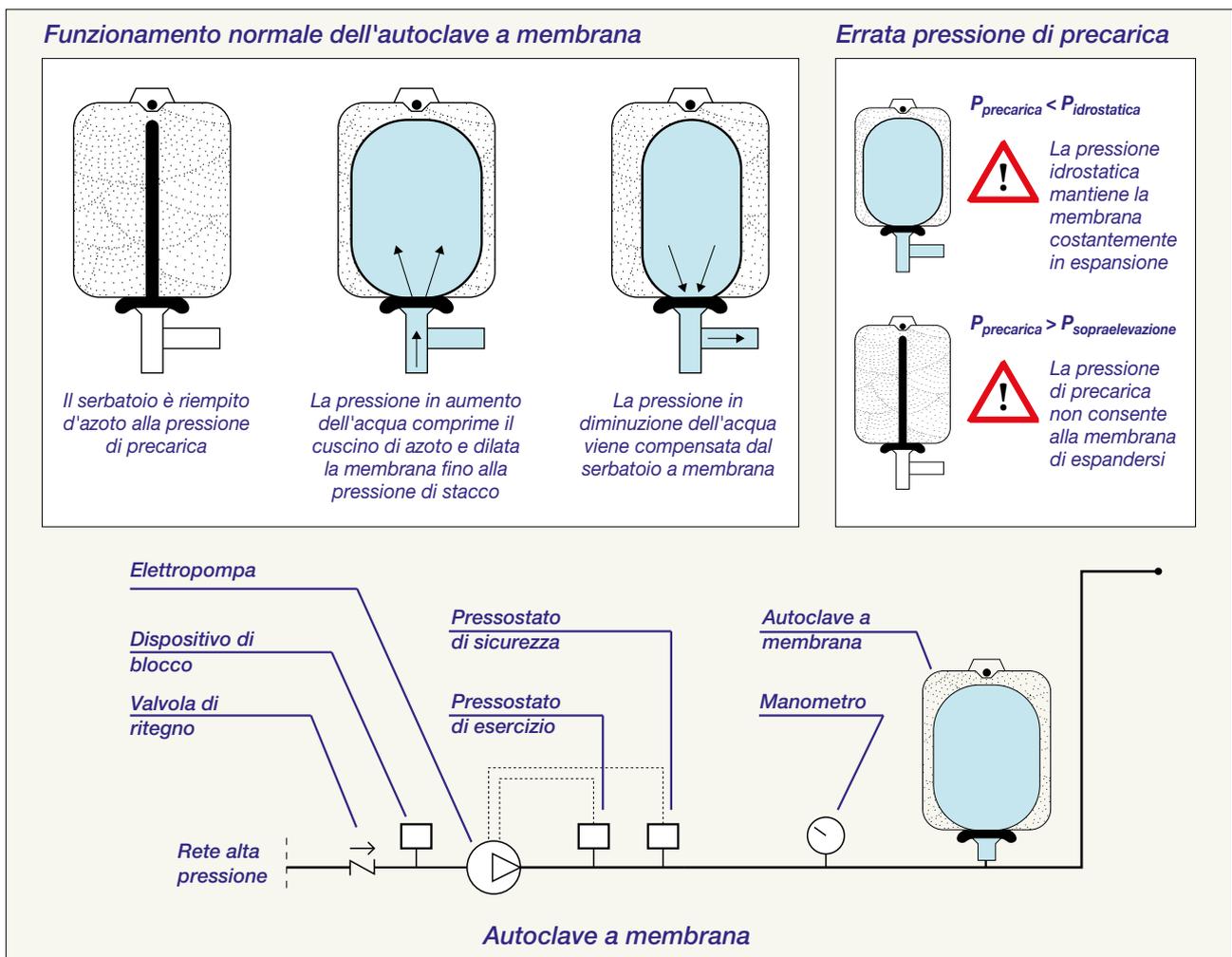
Se la pressione di precarica è inferiore alla pressione

idrostatica, oltre a mantenere la membrana costantemente espansa, potrebbe sussistere il rischio di svuotamento della colonna d'acqua a valle. Se invece la pressione di precarica è superiore alla pressione di sopraelevazione, non è possibile sfruttare l'espansione della membrana dell'autoclave e si rischia di aumentare eccessivamente la pressione nell'impianto.

Con l'avvio delle pompe, l'acqua comprime il gas fino al raggiungimento della pressione massima prevista. Man mano che si ha richiesta da parte delle utenze, la pressione "immagazzinata" viene gradualmente restituita all'impianto nel periodo che intercorre tra la disattivazione e l'attivazione delle pompe.

Con lo scopo di proteggere le pompe dal pericolo della marcia a secco, è bene prevedere (ad integrazione delle apparecchiature normalmente adottate) un dispositivo di blocco. Questo può essere un livellostato per pompe che aspirano da un serbatoio aperto, oppure un pressostato (tarato a bassa pressione) per pompe che aspirano da acquedotto o da un serbatoio in pressione (pre-autoclave).

Il dimensionamento delle autoclavi a membrana è simile a quello delle autoclavi a cuscino d'aria e può essere calcolato con la formula riportata di seguito.



$$V = 6 \cdot \frac{G_{pr} \cdot 60}{a} \cdot \left(\frac{P_{max} + 1}{P_{max} - P_{min}} \right)$$

dove:

- V = Volume dell'autoclave, [l]
- G_{pr} = Portata di progetto, [l/s]
- P_{min} = Pressione min. di sopraelevazione [bar]
- P_{max} = Pressione max. di sopraelevazione [bar]
- a = Numero massimo orario degli avviamenti della pompa [h⁻¹]

Mediamente si può considerare:

- a = 30 per potenza elettropompa < 3 kW
- a = 25 per potenza elettropompa 3÷5 kW
- a = 20 per potenza elettropompa 5÷7 kW
- a = 15 per potenza elettropompa 7÷10 kW
- a = 10 per potenza elettropompa > 10 kW

La potenza dell'elettropompa può essere calcolata con la formula riportata sul 1° Quaderno Caleffi alla voce: ELETROPOMPE.

L'utilizzo di autoclavi a membrana porta quindi ad una notevole riduzione dei volumi dei serbatoi rispetto a quelli a cuscino d'aria, a parità di prestazioni. Nei serbatoi a membrana infatti tutto il volume interno è utilizzabile per l'espansione e la compressione dell'aria.

Rispetto a quello con semplice cuscino d'aria, il sistema con autoclave a membrana presenta i seguenti vantaggi:

- ha un ingombro più ridotto;
- non necessita di un sistema di immissione dell'aria;
- consente controlli e interventi di manutenzione più semplici.

Esempio di dimensionamento

Dimensionare un'autoclave a cuscino d'aria per un'utenza residenziale con 50 appartamenti. Ogni appartamento è dotato di:

- n° 1 wc
- n° 1 lavabo
- n° 1 doccia
- n° 1 bidet
- n° 1 lavello cucina

L'acqua viene prelevata da un serbatoio a pressione atmosferica e deve essere pressurizzata sino ad una pressione di 6 bar.

Si calcola la portata totale dell'impianto come somma delle portate di progetto per ciascuna utenza:

- 1 wc = 0,1 l/s
- 1 lavabo = 0,1 l/s
- 1 doccia = 0,2 l/s
- 1 bidet = 0,1 l/s
- 1 lavello cucina = 0,2 l/s

Portata totale singolo alloggio:

$$G_{alloggio} = 0,1 + 0,1 + 0,2 + 0,1 + 0,2 = 0,7 \text{ [l/s]}$$

Portata totale per 50 alloggi:

$$G_{totale} = 50 \cdot 0,7 = 35 \text{ [l/s]}$$

Portata di progetto:

si calcola la portata di progetto utilizzando il coefficiente di contemporaneità (f) determinato con i grafici o le tabelle riportate nella norme. A tal proposito si rimanda all'Idraulica 50.

$$f = 5,3\%$$

$$G_{progetto} = G_{totale} \cdot f$$

$$G_{progetto} = 35 \cdot f = 1,85 \text{ [l/s]}$$

Se consideriamo un'elettropompa del gruppo di pressurizzazione con portata di reintegro pari a G_{progetto} e, quindi, potenza minore di 3 kW, si ottengono circa 30 avviamenti orari.

Inoltre, considerando i seguenti valori di pressione:

$$P_{min} = 5 \text{ bar}$$

$$P_{max} = 6 \text{ bar}$$

si può calcolare il volume dell'autoclave come segue.

$$V = 30 \cdot \frac{1,85 \cdot 60}{30} \cdot \left(\frac{6 + 1}{6 - 5} \right) = 777 \text{ [l]}$$

È quindi possibile scegliere un'autoclave commerciale a cuscino d'aria da 800 litri.

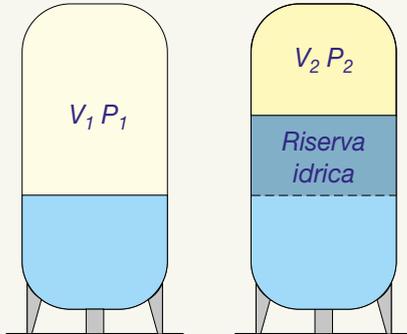
Se per lo stesso impianto dovessimo installare un'autoclave a membrana si otterrebbe un volume pari a:

$$V = 6 \cdot \frac{1,85 \cdot 60}{30} \cdot \left(\frac{6 + 1}{6 - 5} \right) = 155 \text{ [l]}$$

È quindi possibile scegliere un'autoclave commerciale a membrana da 200 litri.

APPROFONDIMENTO SUL DIMENSIONAMENTO DELLE AUTOCLAVI

La pressurizzazione dell'acqua è ottenuta sfruttando l'azione elastica dell'aria intrappolata nella parte superiore dell'autoclave.



Per l'aria vale la formula:

$$P \cdot V = \text{cost}$$

$$V_2 \cdot P_2 = V_1 \cdot P_1$$

Il volume V_2 è quello del cuscino d'aria alla pressione massima (P_{\max}) mentre il volume minimo V_1 corrisponde al cuscino d'aria alla pressione minima (P_{\min}).

La riserva idrica (R) è pari alla differenza tra V_1 e V_2 .

$$R = V_1 - V_2$$

$$R = V_1 \cdot \left(1 - \frac{V_2}{V_1}\right)$$

$$R = V_1 \cdot \left(1 - \frac{P_1}{P_2}\right) = V_1 \cdot \left(\frac{P_2 - P_1}{P_2}\right)$$

Se utilizziamo la pressione relativa possiamo definire P_2 e P_1 come:

$$P_2 = P_{\max} + P_{\text{atm}}$$

$$P_1 = P_{\min} + P_{\text{atm}}$$

Quindi:

$$R = V_1 \cdot \left(\frac{P_{\max} + P_{\text{atm}} - P_{\min} - P_{\text{atm}}}{P_{\max} + P_{\text{atm}}}\right)$$

$$R = V_1 \cdot \left(\frac{P_{\max} - P_{\min}}{P_{\max} + P_{\text{atm}}}\right)$$

Esprimendo il volume del cuscino d'aria ($V_1 = V_{\text{aria}}$) in funzione della riserva idrica, si ottiene:

$$V_{\text{aria}} = R \cdot \left(\frac{P_{\max} + P_{\text{atm}}}{P_{\max} - P_{\min}}\right)$$

La riserva idrica serve per garantire un numero contenuto di avviamenti orari della pompa (o delle pompe) per evitare dei surriscaldamenti.

Considerando una pompa a velocità costante, il numero di avviamenti dipende dalla portata oraria della pompa G_h e dalla portata richiesta (G_{utenza}).

La portata richiesta è molto variabile in funzione dell'utilizzo (vedi grafici nella pagina seguente): il caso per il quale si verificano i maggiori avviamenti della pompa è quando la portata richiesta risulta la metà della portata della pompa.

Quindi nel caso peggiore gli avviamenti orari della pompa saranno:

$$a = \frac{1}{2} \cdot \frac{G_b}{R}$$

dove:

G_h = portata pompa [l/h]

R = riserva idrica [l]

In tutti gli altri casi avremo che:

$$a = F \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{G_b}{R}$$

Dove F è un fattore di riduzione che varia da 0 a 1. Quindi:

$$R = F \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{G_b}{a}$$

In genere si utilizza un fattore di riduzione del 20% in quanto è molto raro che la portata richiesta sia esattamente uguale a quella di progetto e che questa portata rimanga costante per un periodo di un'ora.

Se consideriamo un fattore $F = 0,2$ ed esprimiamo la portata di progetto (G) in l/s avremo che:

$$R = 6 \cdot \frac{G \cdot 60}{a}$$

Inserendo il valore così calcolato nella formula ed esprimendo le pressioni in bar avremo:

$$V_{\text{aria}} = 6 \cdot \frac{G \cdot 60}{a} \cdot \left(\frac{P_{\max} + 1}{P_{\max} - P_{\min}}\right)$$

Nelle **autoclavi a membrana** il volume d'aria può occupare tutto il volume del serbatoio, pertanto si può assumere:

$$V_{\text{autoclave}} = V_{\text{aria}}$$

Al contrario nelle **autoclavi a cuscino d'aria** il volume d'aria è solo una parte del totale poiché occorre garantire una quantità minima di acqua (riserva idrica).

Pertanto:

$$V_{\text{autoclave}} = \alpha \cdot V_{\text{aria}}$$

Comunemente si può supporre:

$$\alpha = 5$$

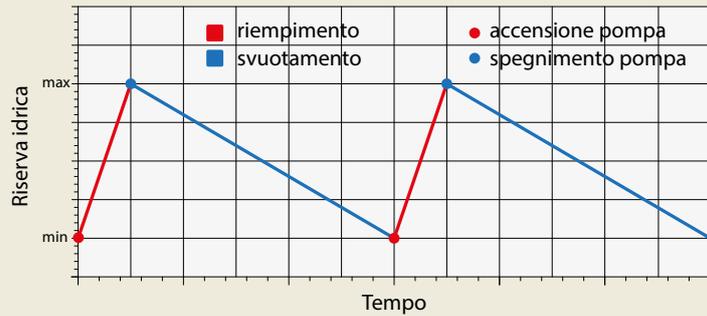
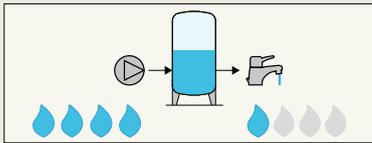
GLI AVVIAMENTI ORARI DELLE POMPE

A titolo esemplificativo, sono riportati di seguito l'andamento nel tempo dei cicli di riempimento e svuotamento del serbatoio alimentato da una pompa a portata costante. Ogni volta che la riserva idrica raggiunge il suo valore minimo, la pompa si avvia; lo spegnimento avviene una volta raggiunto il livello massimo.

Per semplicità si considera una portata di prelievo costante dal serbatoio in tre differenti situazioni.

Caso 1: si ipotizza che la portata mediamente richiesta dalle utenze (G_{utenze}) è minore di quella che viene reintegrata nell'autoclave dalla pompa (G_{pompa}). Ne consegue che il tempo medio di riempimento è inferiore al tempo di svuotamento ed il numero di avviamenti orari rimane limitato.

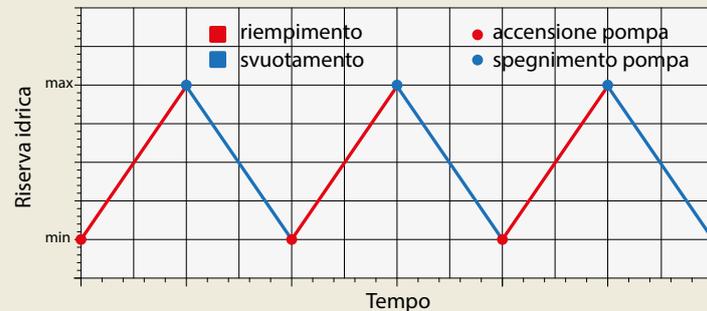
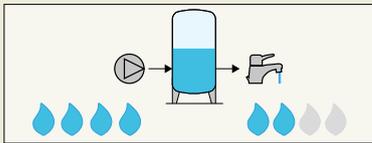
$$G_{pompa} \gg G_{utenze}$$



Caso 2: si ipotizza la situazione che **richiede il massimo numero di accensioni orarie**. Questo accade quando la portata mediamente richiesta dalle utenze (G_{utenze}) è pari alla metà della portata reintegrata nell'autoclave dalla pompa (G_{pompa}).

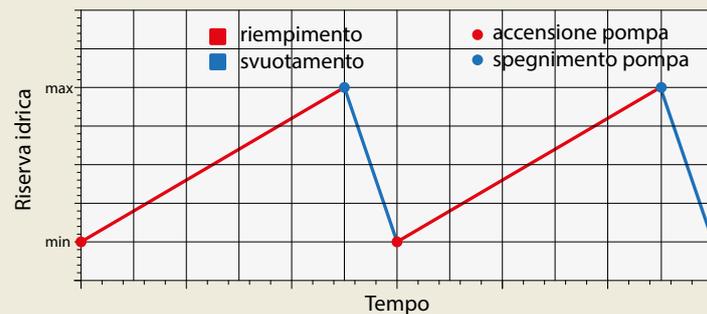
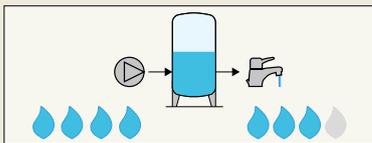
In tale situazione, infatti, il tempo medio di riempimento è pari a quello di svuotamento.

$$G_{pompa} = 1/2 G_{utenze}$$



Caso 3: si ipotizza una portata richiesta dalle utenze (G_{utenze}) di poco inferiore rispetto alla portata reintegrata nell'autoclave dalla pompa (G_{pompa}). Il tempo medio di riempimento risulta parecchio dilatato poiché il prelievo è consistente.

$$G_{pompa} \approx G_{utenze}$$



GRUPPI DI PRESSURIZZAZIONE CON POMPE A INVERTER

E' un sistema essenzialmente composto da:

- una o più elettropompe a velocità variabile;
- un rilevatore di pressione;
- un quadro di comando;
- un'autoclave a membrana;

Questo sistema è in grado di autoregolarsi e di pressurizzare l'acqua costantemente ad una pressione predefinita.

In genere tutto il gruppo di sopraelevazione è fornito come un insieme monoblocco, assemblato, tarato e collaudato in fabbrica.

Essenzialmente il sistema è costituito da una o più pompe a giri variabili in parallelo, di prestazioni identiche. Solamente i gruppi con prestazioni elevate, costituiti da elettropompe di grande potenza, prevedono nella serie un'elettropompa più piccola (detta Jockey), in grado di soddisfare le basse portate senza che vengano attivate le elettropompe principali. Agendo sull'accensione delle pompe e sulla modulazione della velocità di rotazione delle stesse, questi gruppi riescono ad erogare portate in un intervallo molto ampio.

La portata massima, data dall'accensione di tutte le pompe al regime più alto di rotazione, deve essere pari alla portata di progetto.

La portata minima erogabile invece, è pari a quella della pompa più piccola al regime minimo di rotazione.

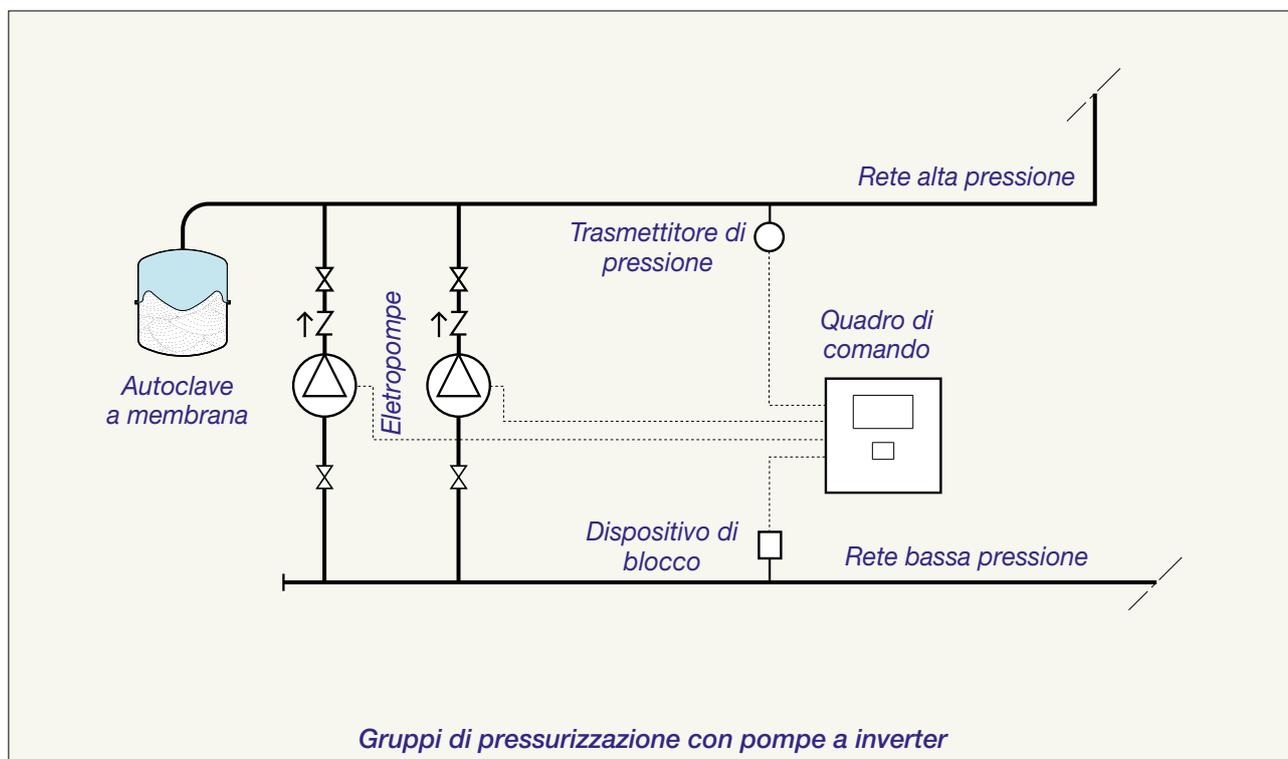
Per garantire anche portate inferiori a quella minima (gocciolamenti o piccoli prelievi) i gruppi sono normalmente forniti con un'autoclave a membrana. Il dimensionamento di quest'ultima è generalmente effettuato dal costruttore secondo regole analoghe a quelle descritte alla pagine precedenti, ma tenendo conto inoltre della portata minima che il gruppo deve poter garantire. Per questa ragione le autoclavi dei gruppi di pressurizzazione sono molto piccole.

Sono, inoltre, in grado di smorzare repentine variazioni di pressione.

Anche per i gruppi di pompaggio ad inverter è opportuno cautelarsi dal pericolo di marcia a secco prevedendo un dispositivo di blocco. Nei casi di pompe che aspirano da serbatoio aperto è possibile utilizzare un livellostato, mentre in caso di pompe che aspirano da rete pubblica o da un serbatoio in pressione è possibile sfruttare un pressostato tarato a bassa pressione.

I vantaggi di questo tipo di sistemi sono:

- Mantenimento della pressione a valori pressoché costanti
- Compattezza del sistema e quindi ingombri molto ridotti



SISTEMI DI RIDUZIONE DELLA PRESSIONE

La distribuzione dell'acqua viene talvolta effettuata a pressioni elevate e spesso discontinue; per tale ragione è necessario ridurre e stabilizzare la pressione a valori ottimali prestabiliti prima della distribuzione alle utenze della rete privata, attraverso dispositivi detti riduttori di pressione. Questi si possono dividere essenzialmente in:

- riduttori di pressione ad azione diretta che possono essere di tipo a membrana o a pistone;
- riduttori stabilizzatori di pressione con circuito pilota.

I **riduttori ad azione diretta** sono abitualmente utilizzati nelle civili abitazioni e negli impianti industriali medio-piccoli.

Come vedremo meglio in seguito, questi dispositivi sfruttano l'azione di una membrana (o di un pistone) e di una molla collegate ad un otturatore.

I **riduttori stabilizzatori di pressione con circuito pilota** offrono un controllo più accurato della pressione (specialmente con grandi capacità ed elevate portate), ma sono utilizzati principalmente in applicazioni industriali, a causa delle loro dimensioni, complessità e costi.

RIDUTTORI DI PRESSIONE A MEMBRANA

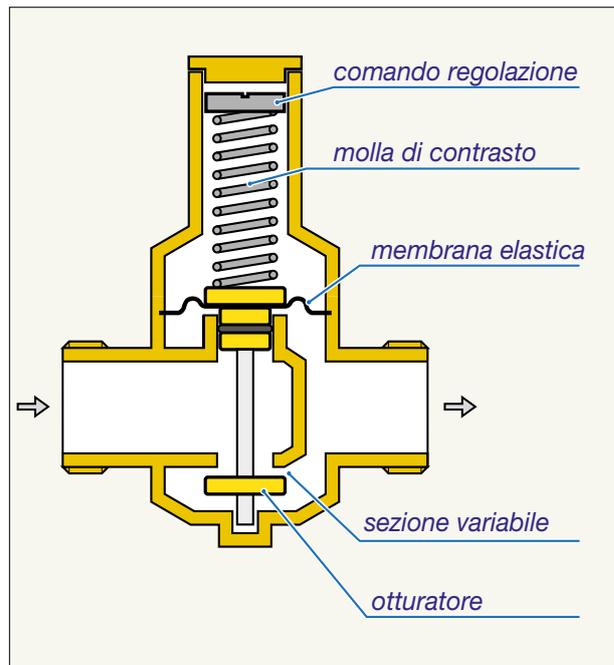
Come anticipato, i riduttori di pressione hanno lo scopo di ridurre la pressione in entrata nelle reti di distribuzione ad un valore che può essere tarato manualmente attraverso il dispositivo stesso. La loro azione permette inoltre di eliminare le fluttuazioni di pressione che possono verificarsi all'interno delle tubazioni; queste variazioni avvengono tipicamente tra le ore diurne e quelle notturne a causa della minore richiesta d'acqua.

La possibilità di servire le utenze con pressioni pressoché costanti garantisce il mantenimento dell'efficienza dei componenti nel tempo, ne previene la rumorosità e consente inoltre un notevole risparmio idrico. Si veda a quest'ultimo proposito la trattazione a pag. 42 e seguenti.

Sono essenzialmente costituiti da:

- un comando di regolazione,
- una molla di contrasto,
- una membrana elastica,
- un otturatore collegato alla membrana tramite uno stelo.

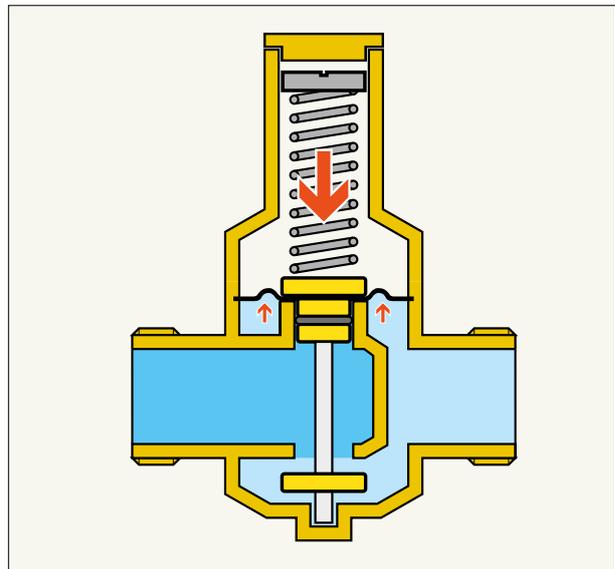
La membrana è sensibile alle variazioni di pressione e molto reattiva nella stabilizzazione.



Principio di funzionamento

Il **principio di funzionamento** del riduttore si basa sull'equilibrio tra due forze in opposizione.

La molla spinge l'otturatore verso il basso nel senso di apertura del riduttore. La pressione di valle che insiste sulla membrana crea invece una forza contraria, che tende quindi a riportare verso l'alto l'otturatore nel senso della chiusura.



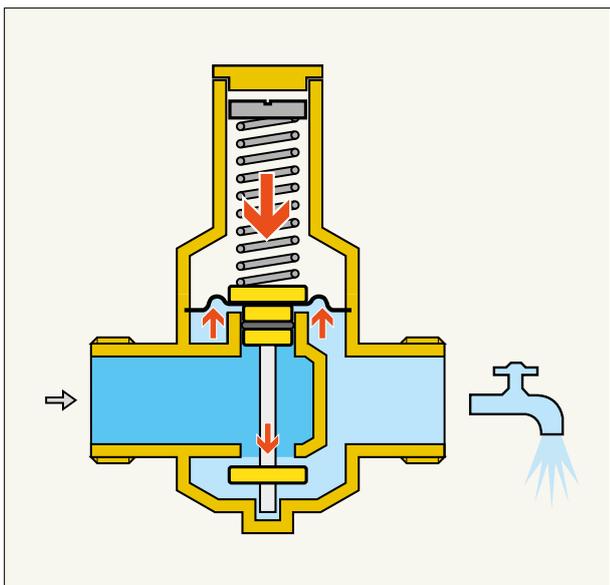
Il riduttore funziona sia durante l'erogazione che quando i rubinetti sono chiusi.

Attraverso il comando di regolazione è possibile cambiare la compressione iniziale della molla (ovvero cambiarne la precarica), determinandone quindi una forza di spinta differente. Questa particolarità costruttiva permette quindi di effettuare la taratura del riduttore al valore di pressione desiderato.

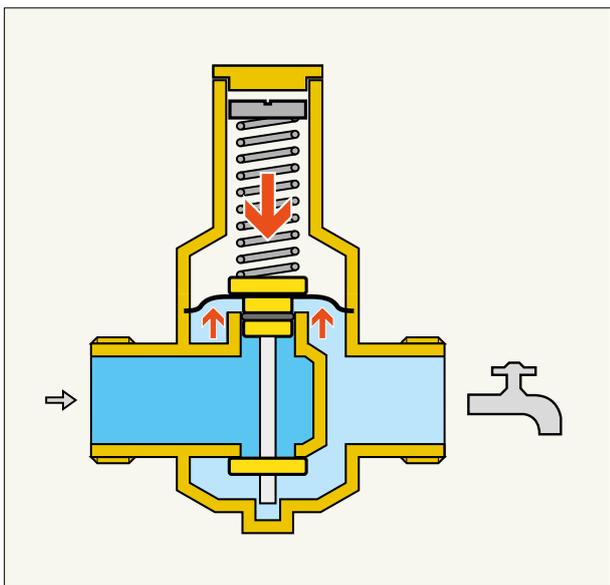
Aperto un rubinetto sulla linea a valle del riduttore si verifica una diminuzione di pressione sotto la membrana.

La forza della molla diventa prevalente rispetto a quella esercitata dall'acqua sotto la membrana: la molla spinge l'otturatore verso il basso permettendo il passaggio dell'acqua.

L'apertura dell'otturatore è tanto più ampia quanto maggiore è il numero di rubinetti aperti, cioè quanto maggiore è la diminuzione della pressione sotto la membrana.

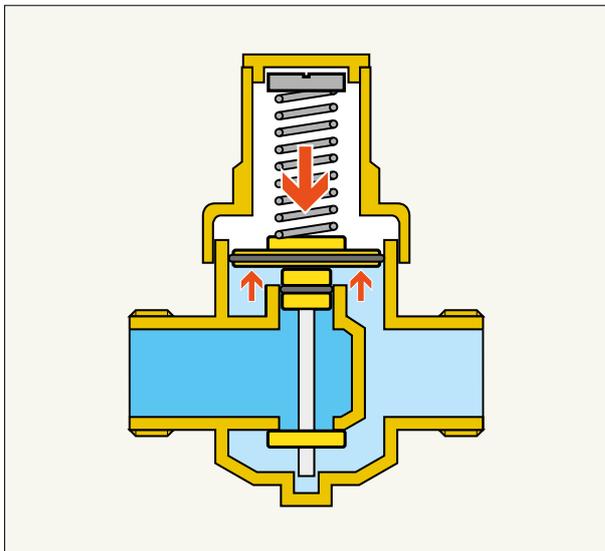


Chiudendo tutti i rubinetti a valle del riduttore di pressione, la pressione al di sotto della membrana aumenta fino ad equilibrare la spinta (taratura) della molla. L'otturatore si chiude mantenendo a valle un valore di pressione pari a quella di taratura.

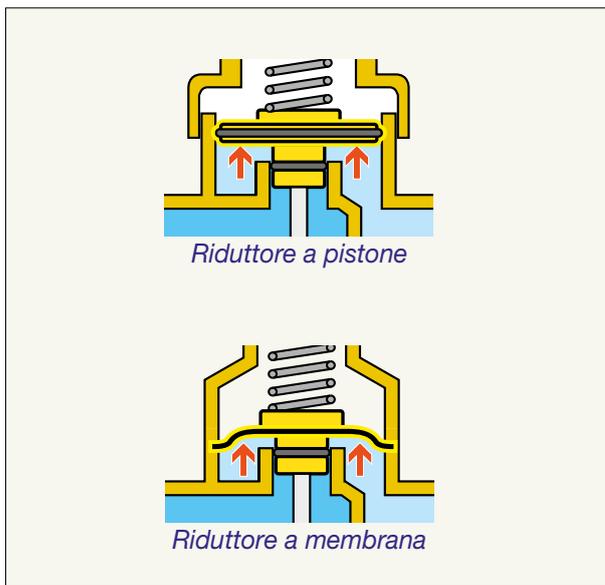


RIDUTTORI DI PRESSIONE A PISTONE

Il funzionamento dei riduttori di pressione a pistone è del tutto simile a quello dei riduttori a membrana. In questi dispositivi la spinta della pressione di valle, che agisce sulla superficie di un pistone, viene contrastata ed equilibrata dalla spinta della molla, pre-caricata secondo le esigenze di taratura.



La presenza del pistone garantisce maggiore robustezza alle sollecitazioni dovute a repentini sbalzi di pressione ed eventuali colpi d'ariete. Tuttavia, il pistone è meno sensibile alla variazione di pressione e quindi meno "reattivo" nell'azione di stabilizzazione della stessa: il tempo di reazione è più elevato rispetto a quello della membrana. Per questa ragione tali dispositivi raramente utilizzati come stabilizzatori finali di pressione.



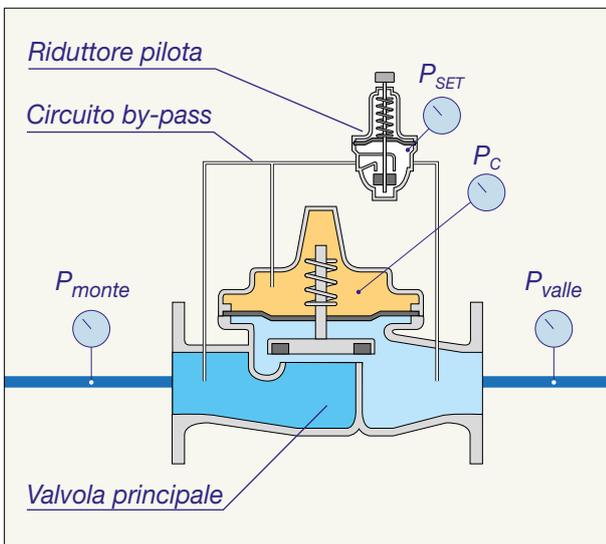
RIDUTTORI DI PRESSIONE PILOTATI

In un normale riduttore di pressione, quando aumenta la portata richiesta, la pressione a valle diminuisce rispetto alla pressione di taratura. Questo accade poiché cresce la perdita di carico interna del dispositivo. In sostanza, maggiore è la portata richiesta, maggiore sarà la differenza tra la pressione di taratura e quella effettivamente regolata a valle. Per contrastare questo fenomeno, è possibile utilizzare i cosiddetti riduttori di pressione pilotati (o riduttori stabilizzatori di pressione), la cui particolarità costruttiva permette di mantenere ad un valore costante la pressione a valle, in maniera indipendente sia dalle variazioni di portata, sia dalle variazioni della pressione a monte.

Tali dispositivi trovano applicazione nelle grandi distribuzioni e sono composti da:

1. **valvola principale**, al cui interno si trova un otturatore collegato ad una membrana tramite un apposito stelo;
2. **circuito di by-pass**;
3. **riduttore di pressione pilota**, ovvero un riduttore di pressione ad azione diretta installato sul circuito di by-pass.

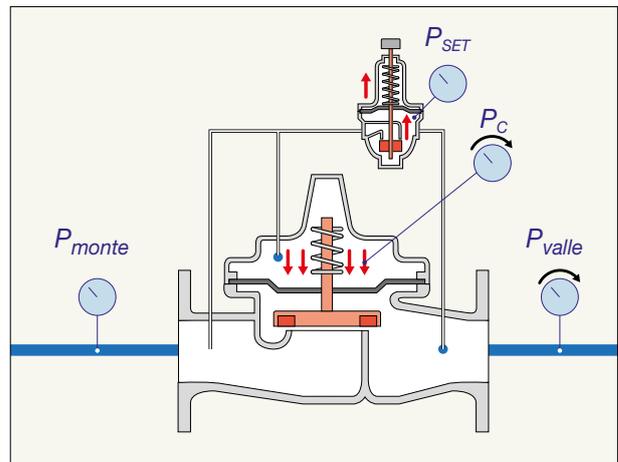
Il funzionamento è comandato dal riduttore di pressione pilota, mentre la valvola principale funge da "moltiplicatore" di ciò che avviene su di esso.



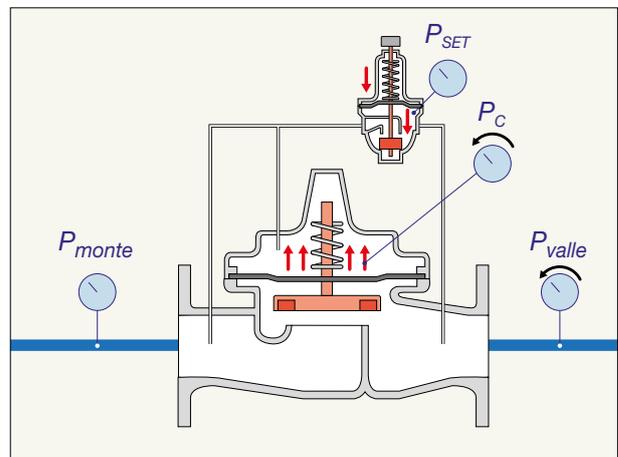
La valvola principale è dotata di una camera superiore che dispone di una presa di pressione e la collega al circuito di by-pass. Sulla parte superiore della membrana agisce quindi la pressione a monte del riduttore pilota, che per semplicità chiameremo pressione di controllo (P_c). Sulla parte inferiore della membrana, invece, agisce la pressione di valle. Per tale motivo quindi, il movimento dell'otturatore della valvola principale dipende dalla differenza tra le pressioni P_c e P_{valle} .

Sul riduttore di pressione pilota, installato sul circuito di by-pass, è possibile effettuare la taratura della pressione di valle desiderata (P_{SET}). Il suo funzionamento in sé è analogo a quello di un riduttore tradizionale, ma ha l'ulteriore effetto di "pilotare" la valvola principale.

Quando **la pressione di valle aumenta**, all'interno del riduttore pilota l'otturatore si muove verso la posizione di chiusura (come in un tradizionale riduttore di pressione). Di conseguenza la portata all'interno del circuito di by-pass diminuisce e la pressione di controllo (P_c) tende, per tale ragione, ad aumentare, creando quindi una forza sulla membrana della valvola principale che porta il suo otturatore in basso verso la posizione di chiusura.



Quando invece **la pressione di valle diminuisce** si ha il comportamento opposto: il riduttore di pressione pilota si apre maggiormente, la portata all'interno del circuito di by-pass aumenta e di conseguenza si riduce la pressione di controllo (P_c) che agisce sulla parte superiore della membrana principale. Per tale ragione, l'otturatore della valvola principale viene "pilotato" verso l'alto nel senso di apertura.



Proprio queste continue regolazioni permettono di controllare la pressione di valle mantenendola entro i limiti stabiliti.

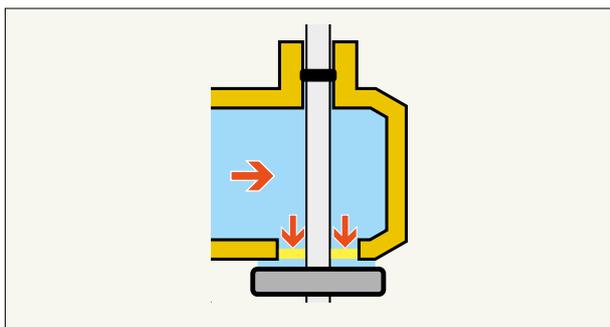
CARATTERISTICHE PRINCIPALI

Come già detto, il funzionamento di un riduttore di pressione e le sue caratteristiche principali sono le medesime indipendentemente dalla tipologia a pistone o a membrana.

Parleremo quindi in modo più approfondito del riduttore di pressione a membrana per la migliore regolazione che questo consente, esplicitando nei seguenti paragrafi non solo le caratteristiche principali, ma anche il dimensionamento e le tipologie di installazione.

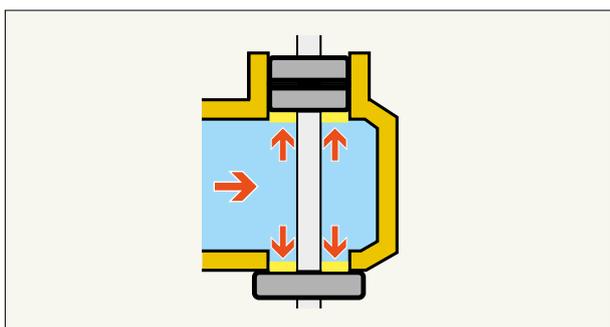
Sede normale

La spinta della pressione di monte agisce solo sull'otturatore. All'aumentare della pressione di monte, aumenta la spinta della molla agente sull'otturatore che tende quindi ad abbassarsi aprendo il passaggio. Il movimento dell'otturatore è perciò influenzato dalla pressione a monte.



Sede compensata

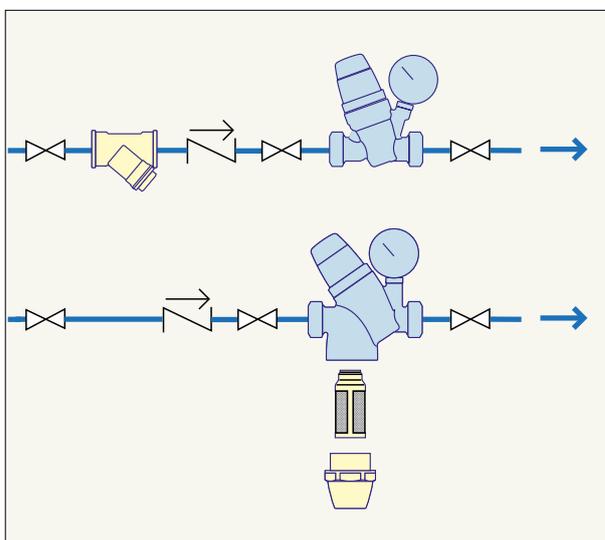
La sede dell'otturatore è costruita in modo tale da avere la stessa superficie di spinta sia verso l'alto che verso il basso. In questo modo la spinta della pressione di monte agente sull'otturatore si "annulla". Il riduttore a sede compensata consente una migliore prestazione soprattutto per quanto riguarda la precisione e la stabilità di funzionamento, poiché il movimento dell'otturatore non è influenzato dalla pressione a monte.



Filtro

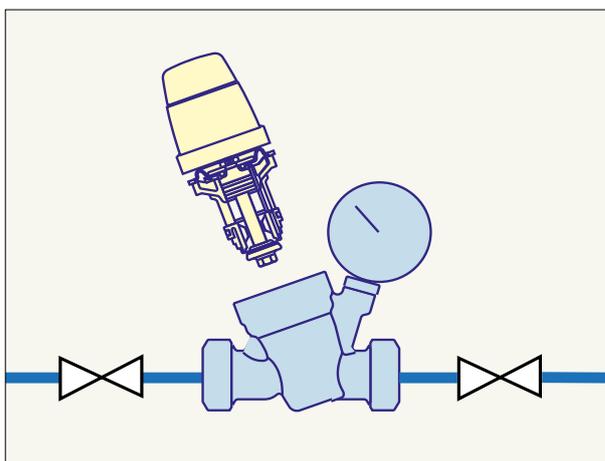
La presenza di un **filtro a monte** del riduttore può scongiurare malfunzionamenti che spesso in modo errato si addebitano al riduttore di pressione. Talvolta infatti può sembrare che il riduttore non mantenga la taratura impostata; nella maggioranza dei casi questo problema deriva dalla presenza di impurità che si depositano sulla sede di tenuta provocando trafilamenti con conseguenti incrementi di pressione a valle.

È possibile trovare talvolta un **filtro ispezionabile a bordo del riduttore**, di solito posto in un apposito contenitore trasparente; in questo modo si garantisce un'elevata protezione del riduttore e dell'impianto da eventuali impurità presenti nell'acqua di alimentazione.



Cartuccia estraibile e sostituibile

La cartuccia contenente membrana, filtro, sede, otturatore e pistone di compensazione è generalmente preassemblata in un blocco unico ed estraibile per facilitare le operazioni di ispezione e manutenzione.



La taratura del riduttore

Il riduttore può essere:

- regolabile
- preregolabile.

Il **riduttore regolabile** deve essere tarato dopo essere stato installato sull'impianto. Occorre agire sulla ghiera premimolla: ruotando in senso orario si aumenta il valore di taratura, in senso antiorario si diminuisce.

Occorre sempre aver installato un manometro a valle per poter verificare il valore di taratura.

Il **riduttore preregolabile** può essere invece tarato alla pressione desiderata prima dell'installazione, mediante un'apposita manopola con indicatore del valore di regolazione. Per aumentare la taratura è sufficiente ruotare la manopola in senso orario. Dopo l'installazione, la pressione dell'impianto si porterà automaticamente al valore regolato.

Resistenza alle alte pressioni

In alcune applicazioni è richiesta una resistenza elevata dei componenti a causa di pressioni in ingresso molto alte.

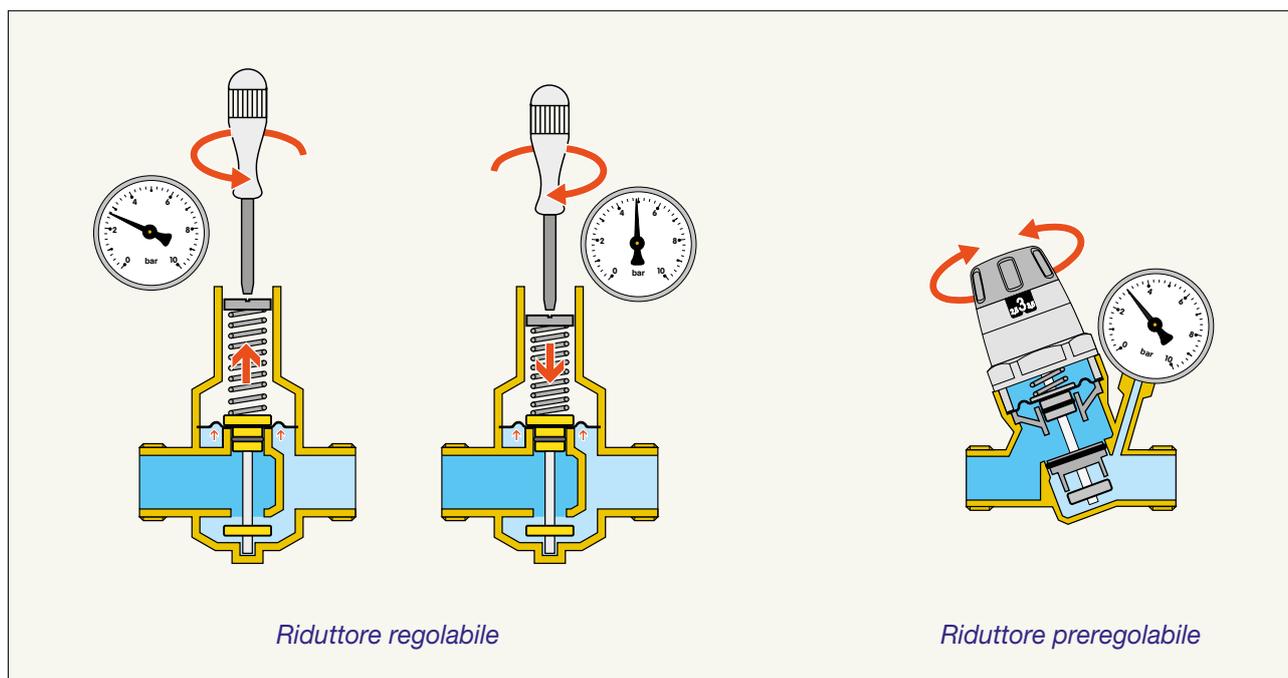
In tali situazioni, all'interno del riduttore, la zona esposta alla pressione di monte deve essere costruita in modo da poter operare anche alle alte pressioni, evitando possibili malfunzionamenti o rotture del dispositivo.

Questo tipo di riduttori possono essere impiegati in servizio continuo con pressioni di monte anche fino a 40 bar.

Resistenza alle alte temperature

I riduttori di pressione possono trovare utilizzo anche in reti di distribuzione di acqua calda sanitaria, dove quindi possono essere sottoposti a temperature più elevate rispetto al normale utilizzo.

Per tali applicazioni sono presenti sul mercato prodotti appositamente realizzati con componenti in grado di resistere a temperature fino a 80°C.



DIMENSIONAMENTO

Il dimensionamento dei riduttori di pressione prevede essenzialmente i seguenti passaggi:

- **calcolo della portata di progetto;** la portata realmente richiesta dalle utenze è molto variabile in funzione del numero di apparecchi ed in particolare della tipologia di edificio. Occorre quindi valutare attentamente questo valore per un corretto dimensionamento;
- **calcolo della velocità;** in base alla portata di progetto stimata è opportuno che la velocità dell'acqua rimanga entro valori ottimali (come vedremo in seguito), per garantire un funzionamento preciso e silenzioso del riduttore.

Calcolo della portata di progetto

La portata di progetto, come già accennato, dovrà essere ricavata a partire dalla portata totale, con un opportuno fattore di contemporaneità. Non esistono tuttavia norme o criteri specifici per il dimensionamento dei riduttori di pressione, tuttavia è consigliato considerare un coefficiente di contemporaneità anche per tali dispositivi al fine di evitare sovradimensionamenti e garantire un funzionamento ottimale.

La scelta del coefficiente di contemporaneità dipende da vari fattori quali in particolare:

- la tipologia di utenza;
- il numero e la tipologia di apparecchi.

Essendo i criteri di contemporaneità fondati su base probabilistica è chiaro che possono sussistere delle differenze tra i vari metodi e che tali possono risultare più o meno precisi o cautelativi a seconda del caso specifico. L'adozione del criterio di contemporaneità rimane pertanto una scelta del progettista.

In base alla tipologia di apparecchi e alla portata unitaria (vedi tabella), si ricava la portata totale:

$$G_{totale} = n \cdot G_{lavello} + n \cdot G_{bidet} + \dots$$

dove n è il numero di apparecchi per ciascuna tipologia.

Tipo apparecchio	Portata unit. (l/min)	Tipo apparecchio	Portata unit. (l/min)
lavello	12	vasca	24
lavabo	6	vaso a cassetta	6
bidet	6	lavabiancheria	12
doccia	12	lavastoviglie	12

Portata unitaria apparecchi

La portata di progetto, noto il fattore di contemporaneità, si ricava come:

$$G_{progetto} = F_{contemporaneità} \cdot G_{totale}$$

Comunemente, noto il valore della portata totale, la portata di progetto si ricava dai grafici o dalle tabelle riportate in letteratura tecnica o indicate dalle normative. A tal proposito si rimanda all'Idraulica 50.

Calcolo della velocità

Al fine di evitare fenomeni di rumorosità e rapida usura degli apparecchi di erogazione è consigliabile che **la velocità del flusso nelle tubazioni non superi il valore limite di 2 m/s**. Come noto, il valore della velocità del flusso dipende dalla portata passante e dalla sezione della tubazione secondo la relazione:

$$v = \frac{10^3 \cdot 4}{60 \cdot \pi} \cdot \frac{G_{progetto}}{DN^2}$$

dove:

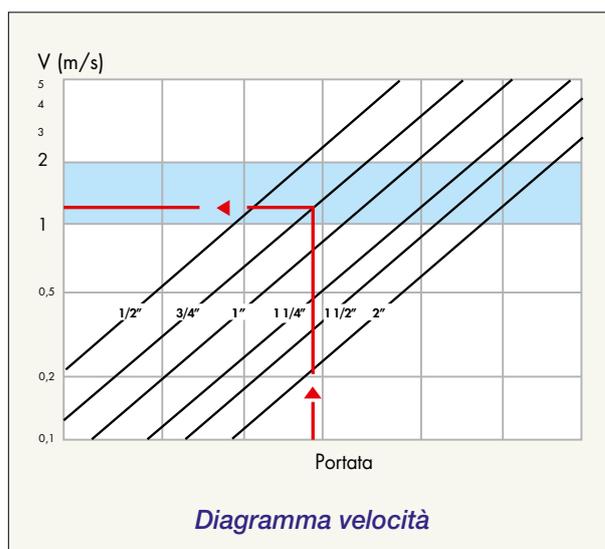
- v = velocità di flusso [m/s]
- G_{PROGETTO} = portata del fluido [l/min]
- DN = diametro nominale [mm]

Un intervallo consigliato di velocità di flusso, a meno di specifiche di prodotto più o meno restrittive, può essere:

$$1 \text{ m/s} < v < 2 \text{ m/s}$$

Si sceglierà conseguentemente la dimensione del riduttore di pressione in modo tale da ottenere una velocità di flusso compresa nell'intervallo indicato.

In alternativa al calcolo analitico spesso è possibile utilizzare diagrammi del tipo sotto riportato.



RAPPORTO DI RIDUZIONE E CAVITAZIONE

Rapporto di riduzione

Il rapporto di riduzione di un riduttore di pressione è definito come il rapporto tra la pressione di monte (P_M) e la pressione di valle (P_V) o pressione ridotta.

Esempio:

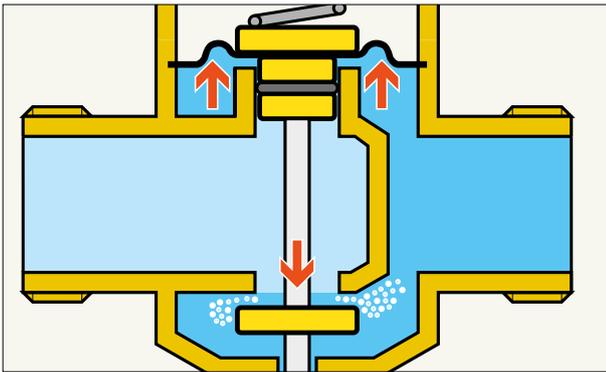
pressione di monte $P_M = 15 \text{ bar}$

pressione di valle $P_V = 3 \text{ bar}$

il rapporto di riduzione è $15:3 = 5:1$.

Cavitazione

Il fenomeno della cavitazione, tipico degli impianti idraulici, si manifesta con la formazione di piccole bolle di vapore, il cui rapido collasso può provocare danni alle tubazioni ed ai componenti.



Se il **rapporto di riduzione** tra la pressione di monte (P_M) e la pressione ridotta (P_V) è **troppo alto**, all'interno del riduttore tra l'otturatore e la sua sede, l'acqua assume un'elevata velocità che provoca un abbassamento locale di pressione fino a raggiungere la tensione di vapore del liquido stesso.

Questa condizione provoca un cambiamento di fase del liquido che passa direttamente alla fase gassosa con la formazione di bolle (cavità) contenenti vapore; il fenomeno è incrementato dalla presenza di aria disciolta nell'acqua.

Lo scoppio di queste bolle innesca delle fluttuazioni di pressione cariche di energia d'urto che, unitamente all'elevata velocità dell'acqua nello spazio tra sede e otturatore, può portare alla prematura compromissione dei componenti interni del riduttore di pressione.

Diagramma di cavitazione

Per ridurre al minimo il rischio di cavitazione all'interno del riduttore, che potrebbe provocare malfunzionamenti con rischio di erosione nella zona di tenuta, vibrazioni e rumore, è fortemente consigliato fare riferimento alle condizioni di lavoro riportate nel diagramma di cavitazione.

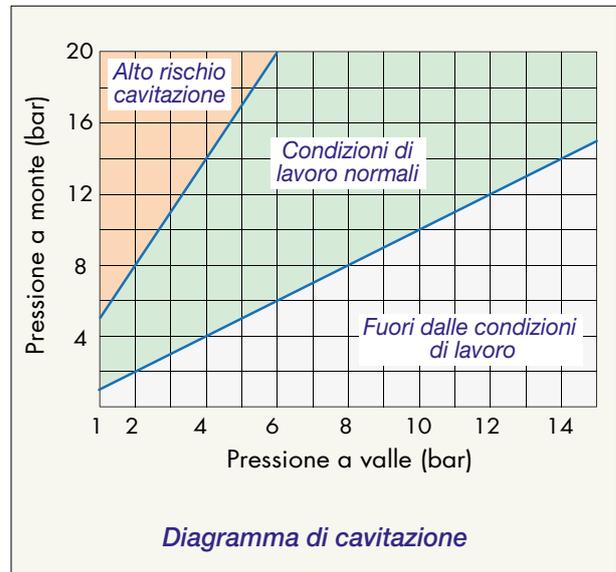


Diagramma di cavitazione

- **Area rossa:** il rapporto di riduzione tra monte e valle risulta essere troppo elevato e quindi l'insorgere del fenomeno di cavitazione è molto probabile.
- **Area verde:** il riduttore lavora con un rapporto di riduzione corretto e quindi in assenza di fenomeni di cavitazione.
- **Area grigia:** è l'area ove il funzionamento del riduttore non è possibile in quanto la pressione di monte risulta più bassa della pressione di valle (ridotta).

A causa di numerosi fattori e condizioni variabili sperimentate quali:

- pressione dell'impianto
- temperatura
- presenza di aria
- portata e velocità

che potrebbero influenzare il comportamento del riduttore di pressione è consigliabile che il rapporto tra la pressione di monte e quella di valle sia idealmente tenuto tra il valore di 2:1 e 3:1 (**rapporto limite di riduzione**).

Esempio:

pressione di monte $P_M = 10 \text{ bar}$

pressione di valle $P_V = 5 \text{ bar}$

il rapporto di riduzione è $10:5 = 2:1$.

In queste condizioni, il rischio di cavitazione è ridotto al minimo.

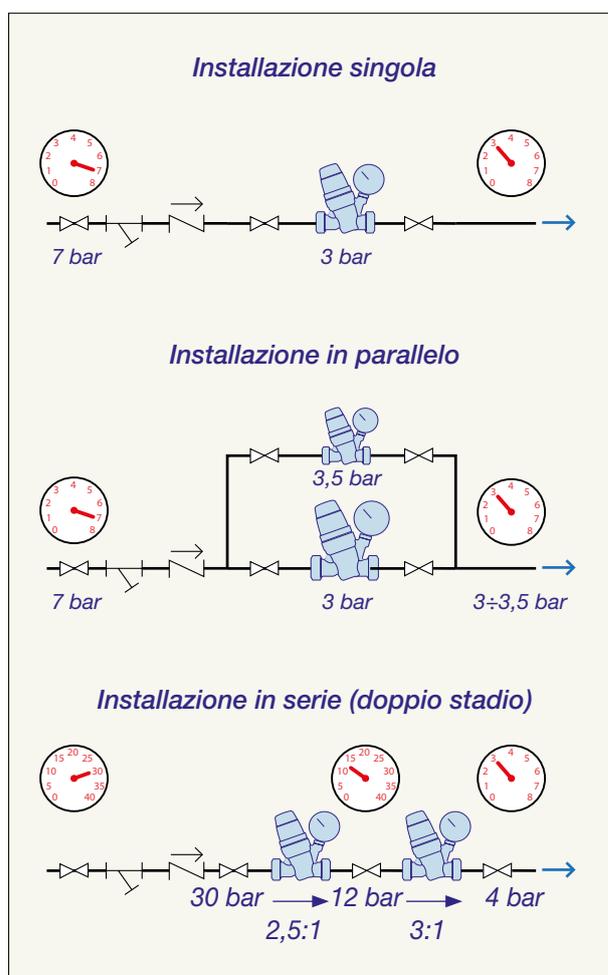
TIPOLOGIE DI INSTALLAZIONE

I riduttori di pressione sono generalmente installati all'ingresso della rete, per ridurre la pressione dell'acqua proveniente dall'acquedotto, subito a valle del contatore volumetrico di utenza.

Se la rete da servire è piuttosto estesa non è sufficiente un solo riduttore in ingresso e si dovrà ricorrere al posizionamento di più riduttori lungo la distribuzione per garantire la pressione corretta in tutti i punti di prelievo.

Le configurazioni più diffuse sono:

- **installazione singola.** Si utilizza quando il rapporto di riduzione è inferiore a 3:1, condizione raccomandata per evitare l'insorgere di problemi di cavitazione;
- **installazione in parallelo.** Si utilizza quando la portata richiesta dalle utenze è molto variabile e può raggiungere valori di molto inferiori rispetto a quella di progetto; questa configurazione permette di garantire un valore di pressione di valle stabile anche alle basse portate;
- **installazione in serie (doppio stadio).** Si utilizza quando la pressione iniziale è elevata, quando il rapporto di riduzione è maggiore di 3:1 o quando la pressione in ingresso fluttua notevolmente.



RIDUTTORI IN PARALLELO

Il dimensionamento di un riduttore in base alla sua portata massima comporta talvolta problemi di funzionamento in caso di bassa richiesta di portata. In tale situazione, infatti, il riduttore funzionerebbe fuori dal campo ottimale di lavoro, in una posizione di quasi completa chiusura dell'otturatore e potrebbe non essere in grado di stabilizzare correttamente la pressione in uscita, causando fluttuazioni della stessa.

Per ovviare a tale problematica è possibile installare due riduttori di pressione in parallelo secondo la seguente logica:

- un riduttore principale, dimensionato in base alla portata di progetto;
- un riduttore in by-pass, tarato a circa 0,5÷0,7 bar in più rispetto alla taratura del riduttore principale e dimensionato in base alla portata minima richiesta dalla rete.

Come già detto, per il calcolo della **portata di progetto** si può far riferimento all'Idraulica 50 in cui sono riportati i passaggi di calcolo e le relative normative di riferimento.

La **portata minima richiesta** può essere ragionevolmente assunta pari al **20÷30%** della portata di progetto.

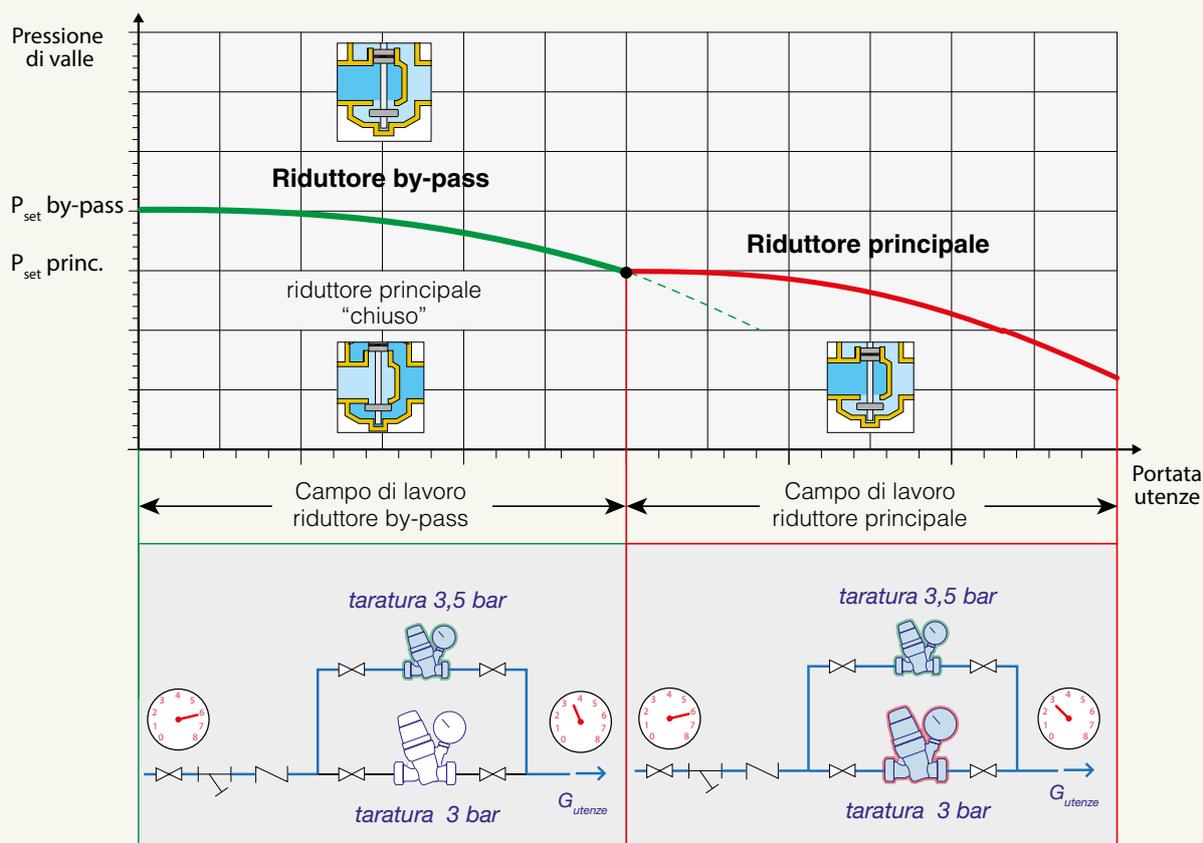
Nello schema seguente si rappresenta graficamente il funzionamento dei due riduttori in parallelo.

Quando le utenze richiedono **basse portate** interviene solo il riduttore in by-pass, avendo una pressione di taratura più elevata rispetto a quello principale.

Quando la **richiesta di portata aumenta** al di sopra di un certo valore, interviene anche il riduttore principale secondo la seguente logica:

- all'aumentare della portata, la pressione a valle diminuisce in seguito all'aumento della perdita di carico interna del riduttore in by-pass;
- il riduttore principale inizia a lavorare (cioè l'otturatore comincia ad aprirsi) quando la pressione a valle raggiunge il suo valore di taratura.

Funzionamento dei riduttori in parallelo



Esempio di dimensionamento

Dimensionare un riduttore di pressione di piano con le seguenti caratteristiche:

- deve servire 4 appartamenti (le cui utenze sono esplicitate nella tabella seguente);
- la pressione di taratura richiesta dalle utenze è pari a 3 bar.

Tipo apparecchio	n°	Portata unitaria
lavello cucina	4	12 l/min
lavabo	4	6 l/min
bidet	4	6 l/min
doccia	4	12 l/min
vaso a cassetta	4	6 l/min
lavabiancheria	4	12 l/min
lavastoviglie	4	12 l/min
Portata totale		264 l/min
Portata di progetto		44 l/min
<small>calcolata secondo UNI EN 806</small>		

Con la portata di progetto ottenuta si calcola la velocità del flusso secondo formula riportata a pag. 24: per avere una velocità compresa tra 1 e 2 m/s la misura del riduttore primario risulta essere DN 25.

$$V = \frac{10^3 \cdot 4}{60 \cdot \pi} \cdot \frac{44,4}{25^2} = 1,5 \text{ m/s}$$

Nei casi di bassa richiesta si può ragionevolmente assumere che la portata minima raggiunga valori pari al 20÷30 % della portata di progetto, quindi pari a:

$$G_{min} = 30\% \cdot G_{progetto} = 13,3 \text{ l/min}$$

Con tale valore è possibile dimensionare il riduttore in by-pass con la stessa procedura: per avere una velocità compresa tra 1 e 2 m/s la misura del riduttore risulta essere DN 15.

$$V = \frac{10^3 \cdot 4}{60 \cdot \pi} \cdot \frac{13,3}{15^2} = 1,25 \text{ m/s}$$

Per garantire il funzionamento del riduttore in by-pass è opportuno tararlo ad una pressione maggiore di 0,5÷0,7 bar rispetto alla taratura del riduttore principale.

$$P_{set \text{ principale}} = 3 \text{ bar}$$

$$P_{set \text{ by-pass}} = 3,5 \text{ bar}$$

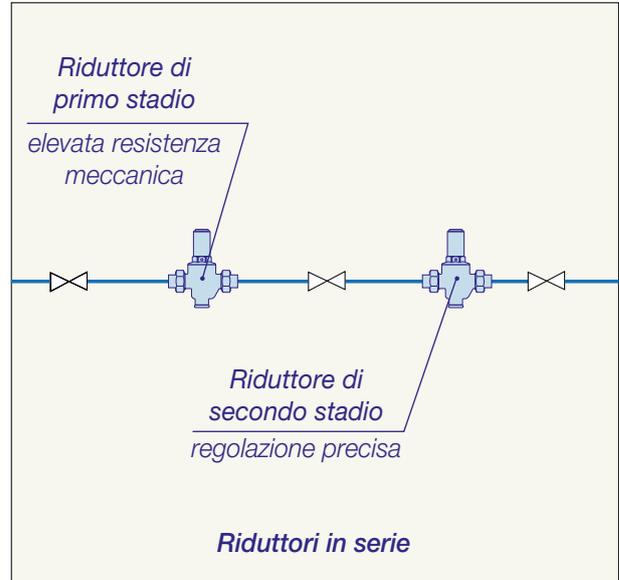
RIDUTTORI IN SERIE

Se il rapporto di riduzione supera il limite consigliato o la pressione di progetto dell'impianto, è opportuno valutare l'impiego di:

- un **riduttore di primo stadio** per eseguire una prima riduzione di pressione;
- un **riduttore di secondo stadio**, installato in serie al primo, per raggiungere la pressione desiderata.

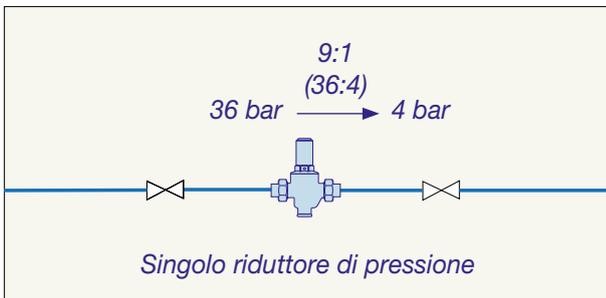
Il riduttore di primo stadio in genere può essere un dispositivo meno raffinato nella regolazione ma con elevate qualità di resistenza meccanica, poiché soggetto a picchi e sbalzi di pressione della rete.

Il riduttore di secondo stadio, al contrario, è meno soggetto a picchi e fluttuazioni di pressione poiché il suo funzionamento è protetto da quello di primo stadio tuttavia deve poter garantire una regolazione precisa verso le utenze.

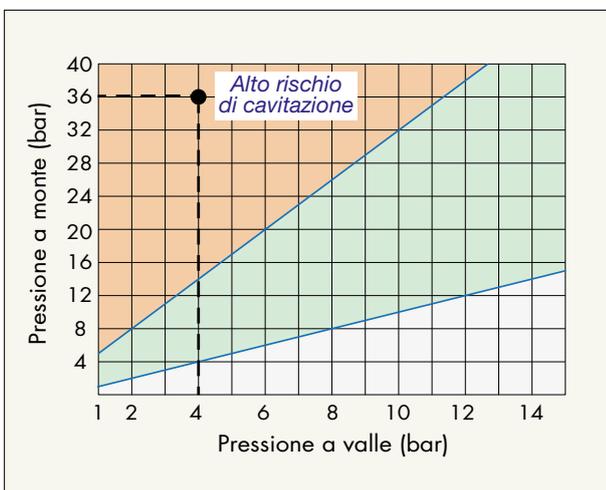


Esempio di dimensionamento

Se la pressione disponibile a monte risulta essere 36 bar e si ha la necessità di avere una fornitura di acqua alla pressione di 4 bar, il rapporto di riduzione conseguente è quindi circa 9:1, molto al di sopra del valore limite di 3:1.

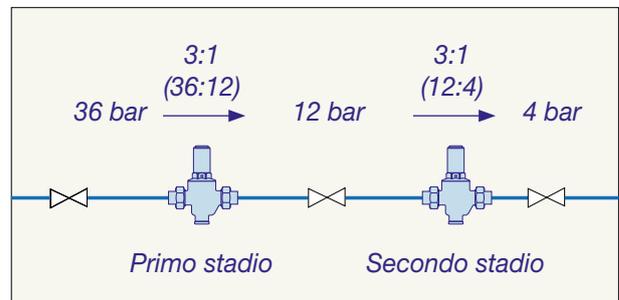


Come si vede dal diagramma di seguito riportato l'utilizzo di un solo riduttore di pressione tarato a 4 bar è improprio in quanto il riduttore risulta lavorare nella zona rossa e quindi in condizioni di cavitazione.

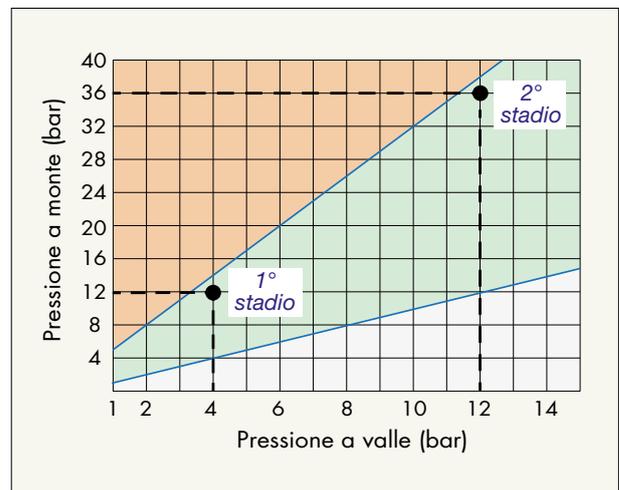


Il dimensionamento corretto prevede l'utilizzo di due riduttori di pressione in serie.

Il riduttore di primo stadio può essere tarato a 12 bar con un rapporto di riduzione di 3:1 (36:12). In serie a questo un riduttore di secondo stadio con taratura a 4 bar può lavorare con un rapporto di riduzione di 3:1 (12:4).

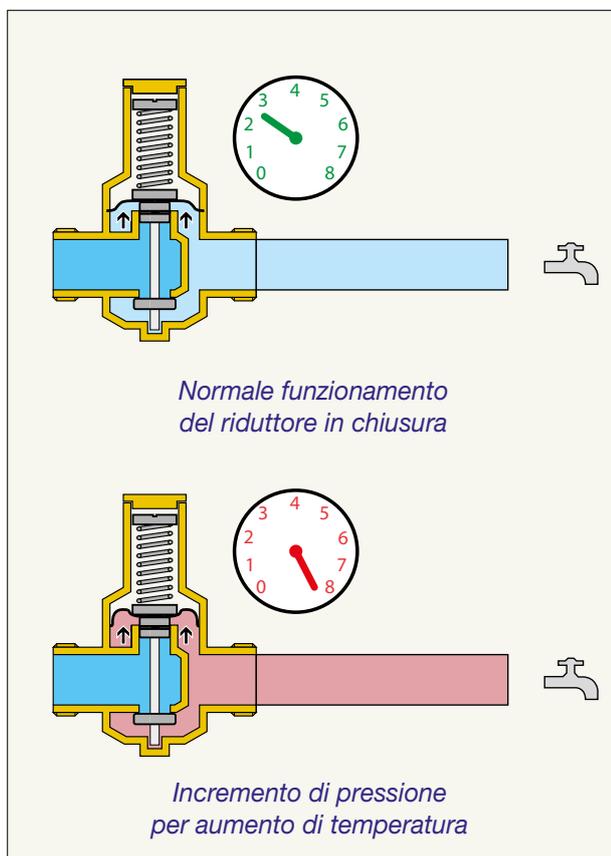


In questo modo entrambi i riduttori funzionano all'interno del campo ottimale di lavoro.



PROTEZIONE DALLA SOVRAPPRESSIONE A VALLE DEL RIDUTTORE

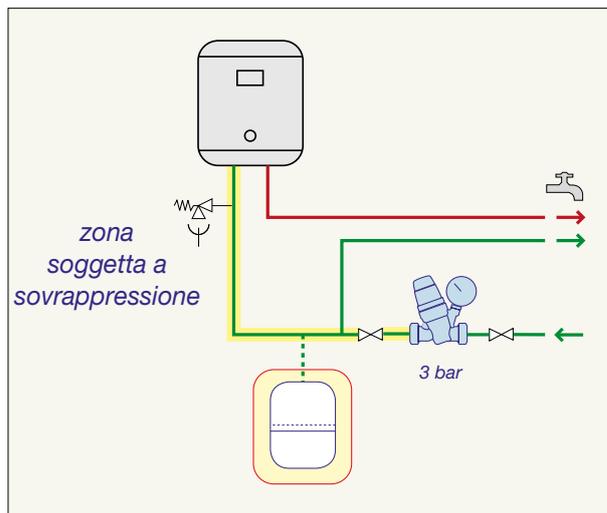
Nel caso in cui la pressione a valle del riduttore aumenti, questo componente presenta un funzionamento analogo a quello di una valvola di ritegno. Per meglio capire questo comportamento si può fare riferimento all'immagine sotto riportata, dove si può notare che un'elevata pressione di valle, creando una forza sulla membrana, provoca la chiusura dell'otturatore del riduttore di pressione. In questo modo l'acqua tra il rubinetto di utenza e il riduttore rimane perfettamente intercettata. Pertanto eventuali aumenti di volume dell'acqua provocati dall'innalzarsi della temperatura provocherebbero notevoli incrementi di pressione, che possono portare, non di rado, a rotture delle membrane dei riduttori stessi.



L'incremento della pressione a valle del riduttore in presenza di un boiler, ad esempio per i **piccoli impianti**, è in genere dovuto al riscaldamento dell'acqua provocato dal boiler stesso.

La pressione non riesce a "sfogare" in quanto, in assenza di richiesta delle utenze il riduttore è in posizione di chiusura.

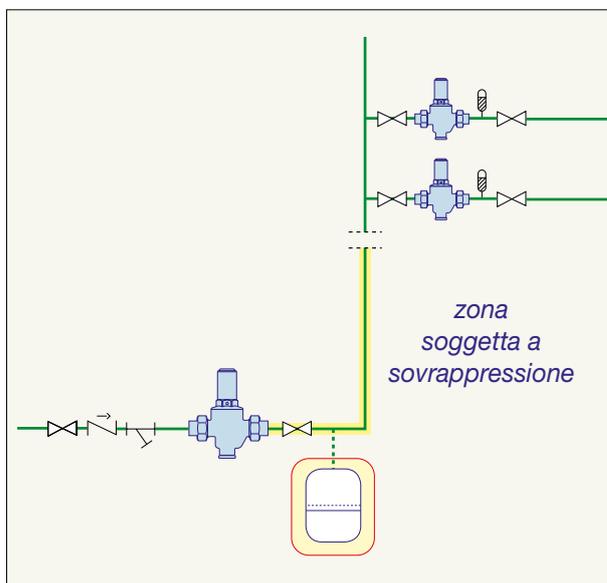
La soluzione è costituita dall'installazione di un vaso d'espansione (tra il riduttore ed il boiler) che è in grado di compensare l'incremento di pressione.



Un'altra condizione dove si possono avere incrementi di pressione è quella relativa a grandi installazioni dove, generalmente, sono presenti più riduttori in serie. In tale situazione, se i due riduttori sono vicini, cioè il contenuto d'acqua nella tubazione intermedia è ridotto, le dilatazioni possono essere assorbite e contenute dalle tubazioni. Al contrario, se la distanza tra i due riduttori diventa significativa (è il caso delle grandi distribuzioni) le dilatazioni potrebbero provocare la rottura delle membrane.

Negli **impianti medio-grandi**, l'incremento di pressione può avvenire, oltre che nelle vicinanze del generatore di calore, anche lungo la rete per effetto del riscaldamento dell'acqua contenuta nelle tubazioni.

È il caso ad esempio di reti estese provviste di doppio riduttore e con tubazioni che possono risentire del calore diretto del sole o di altre fonti. Analogamente alle piccole installazioni, questo problema può essere risolto tramite l'inserimento di opportuni vasi di espansione.



PORTATA DA RETE TROPPO BASSA

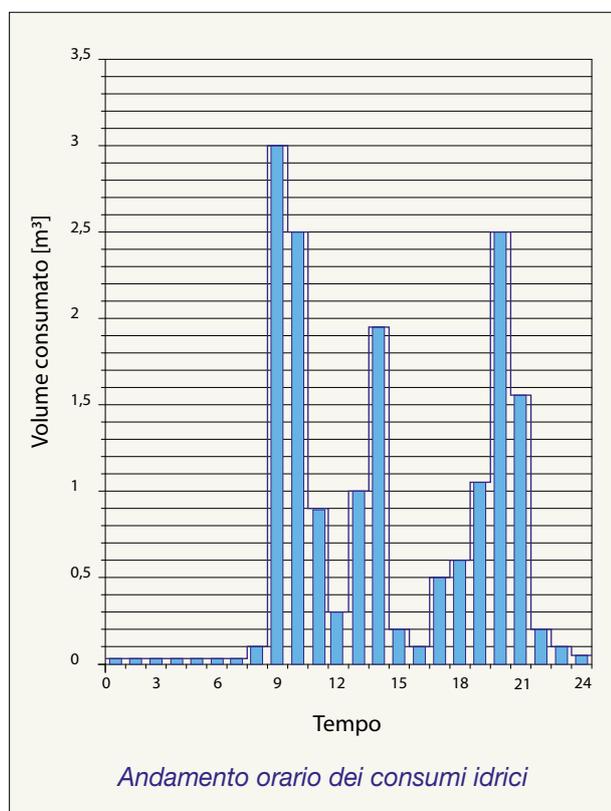
Le adduzioni idriche non presentano solamente malfunzionamenti legati alla pressurizzazione; in alcuni casi le reti non sono in grado di raggiungere le prestazioni di progetto a causa di portate insufficienti.

Questi problemi si presentano essenzialmente per un sottodimensionamento della rete di alimentazione al punto di prelievo oppure per un calo delle risorse idriche.

In tutti e due i casi si deve prevedere un opportuno accumulo idrico in grado di soddisfare la richiesta di portata anche quando quella erogata dalla rete di alimentazione risulta insufficiente.

La funzione del **serbatoio di accumulo, o riserva idrica**, è quella di immagazzinare acqua durante i periodi di poco prelievo e di renderla disponibile nei periodi di picco della richiesta.

Un calcolo accurato del sistema di accumulo può essere fatto partendo dallo studio dell'andamento orario dei consumi idrici (profilo di utilizzo). Nel diagramma di seguito ne è riportato un esempio relativo ad un edificio di tipo residenziale.



Tuttavia non è sempre possibile reperire o ipotizzare i dati relativi ai consumi effettivi nei vari periodi della giornata ed i calcoli risultano talvolta complicati o specifici solo per la situazione analizzata.

Il dimensionamento del serbatoio può quindi essere fatto tramite:

- **metodo analitico semplificato** quando non si è in possesso dei dati relativi al profilo di utilizzo;
- **metodo grafico** quando sono noti i dati relativi al profilo di utilizzo.

METODO ANALITICO SEMPLIFICATO

È un metodo di dimensionamento approssimato e si basa essenzialmente su due ipotesi:

- la richiesta massima di portata di progetto (G_{pr}) è concentrata in uno o più periodi di picco (t_p);
- i periodi di picco sono sufficientemente distanziati di un tempo detto tempo di ricarica (t_{ric}) del serbatoio di accumulo con la portata disponibile (G_{disp}).

In caso siano verificate queste ipotesi e considerando che la portata di progetto (G_{pr}) tiene già conto della contemporaneità di utilizzo dell'acqua, il volume di accumulo si può calcolare con la formula:

$$V = t_p \cdot (G_{pr} - G_{disp})$$

Verificando che

$$t_{ric} > \left(\frac{V}{G_{disp}} \right)$$

dove

V	= volume teorico accumulato	(l)
G_{pr}	= portata di progetto	(l/h)
G_{disp}	= portata disponibile	(l/h)
t_p	= periodo di picco	(h)
t_{ric}	= tempo di ricarica	(h)

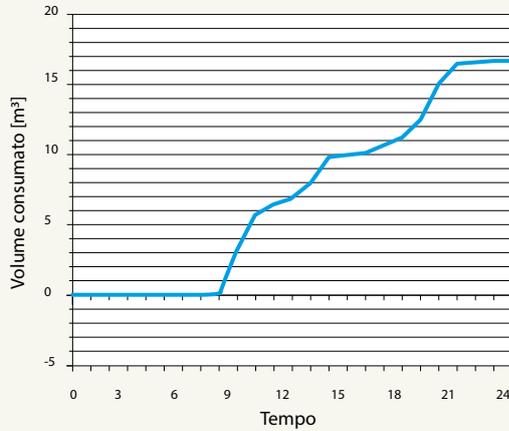
Il volume teorico viene generalmente aumentato di un fattore di sicurezza (F_s) per poter soddisfare consumi occasionalmente più elevati.

$$V_{serbatoio} = F_s \cdot V$$

A valle del serbatoio di accumulo è necessario ripressurizzare la rete di adduzione come visto da pag. 4.

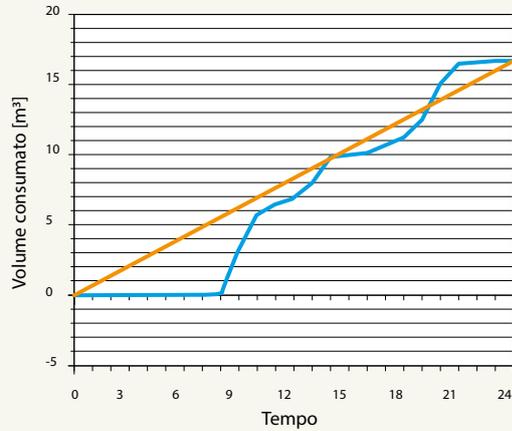
METODO GRAFICO

È un metodo di dimensionamento più preciso in quanto tiene in considerazione i dati relativi al profilo di utilizzo. Al fine di evitare calcoli lunghi e complicati, è possibile tracciare la curva di utilizzo cumulativo nel tempo e, a partire da questa, ricavare graficamente il volume del serbatoio di accumulo, come riportato nel box seguente.



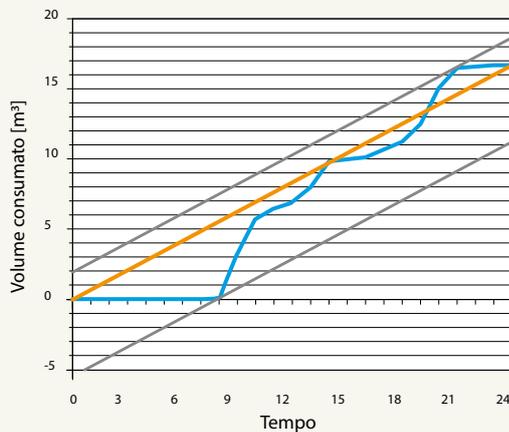
1. Curva di utilizzo cumulativo nel tempo

La curva rappresenta l'andamento del volume totale d'acqua prelevato nell'arco della giornata. Si ricava sommando progressivamente i dati di andamento orario dei consumi idrici.



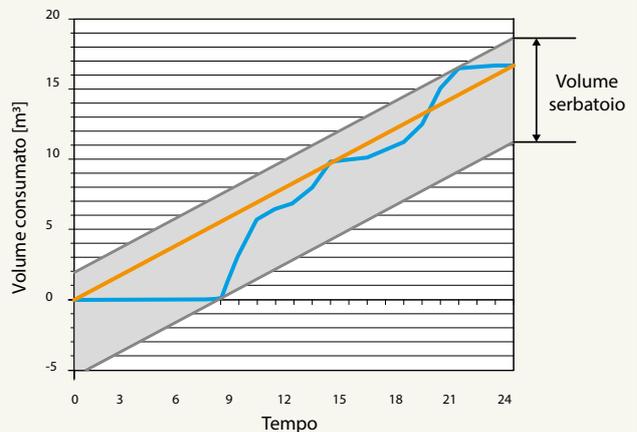
2. Retta di medio utilizzo

La pendenza della retta che congiunge il punto iniziale (punto 0) con il punto finale della curva di utilizzo cumulativo rappresenta la portata mediamente richiesta dalle utenze nell'arco della giornata.



3. Rette di contenimento

Sono le parallele alla retta di medio utilizzo che contengono completamente la curva di utilizzo.



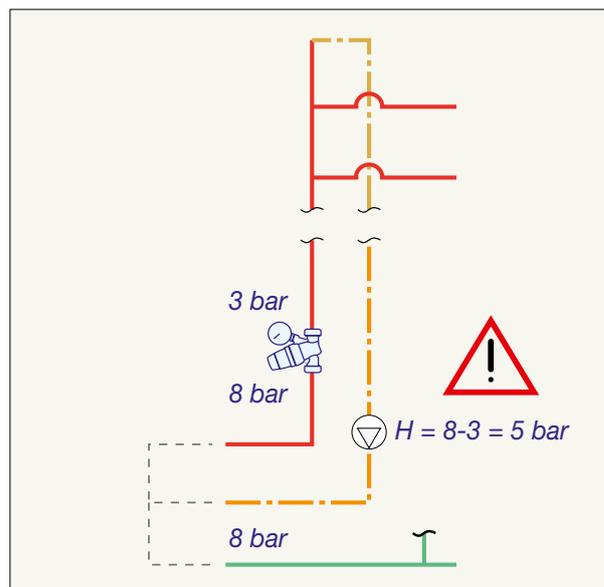
4. Volume teorico serbatoio

Si può ricavare misurando la distanza, sull'asse delle Y, tra le rette di contenimento.

RETE DI RICIRCOLO E RIDUTTORI DI PRESSIONE

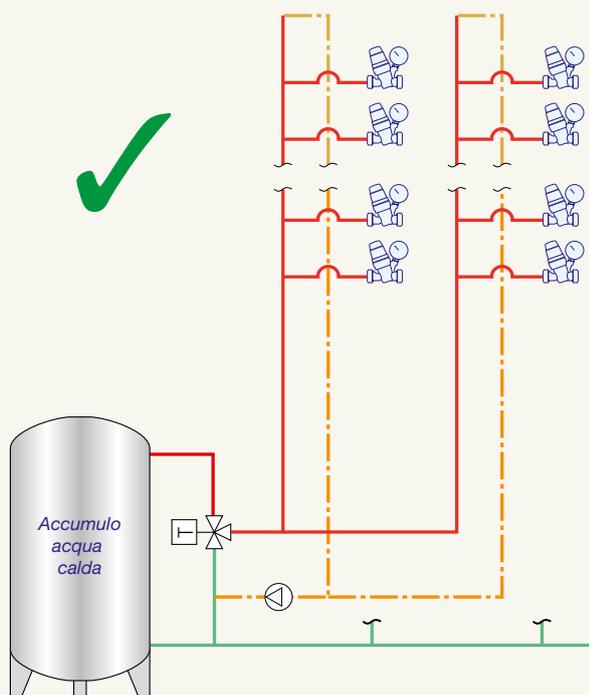
Gli impianti di distribuzione di acqua sanitaria a servizio di edifici multipiano o torri si sviluppano prevalentemente in altezza, con grandi differenze di pressione tra i vari piani. Pertanto si ha l'esigenza di installare più riduttori di pressione lungo la rete. Inoltre, al fine di evitare un eccessivo raffreddamento della distribuzione dell'acqua calda sanitaria, sono dotati di impianti di ricircolo. Per poterne garantire il corretto funzionamento, i riduttori di pressione a servizio della rete di acqua calda non devono essere installati all'interno dei tratti di rete nei quali viene fatta ricircolare l'acqua.

Il meccanismo di funzionamento del riduttore non permette tale installazione poiché, quando tutti i rubinetti di prelievo sono chiusi la pressione a valle è pari alla pressione di rete e l'otturatore si porta in posizione di chiusura, arrestando così il ricircolo. L'unico modo per far aprire l'otturatore sarebbe quello di generare con la pompa di ricircolo una prevalenza superiore alla differenza tra la pressione di rete e la pressione alla quale sono regolati i riduttori: questa differenza è di solito dell'ordine di 1÷6 bar, difficilmente a disposizione dei circolatori tradizionali dedicati al ricircolo.

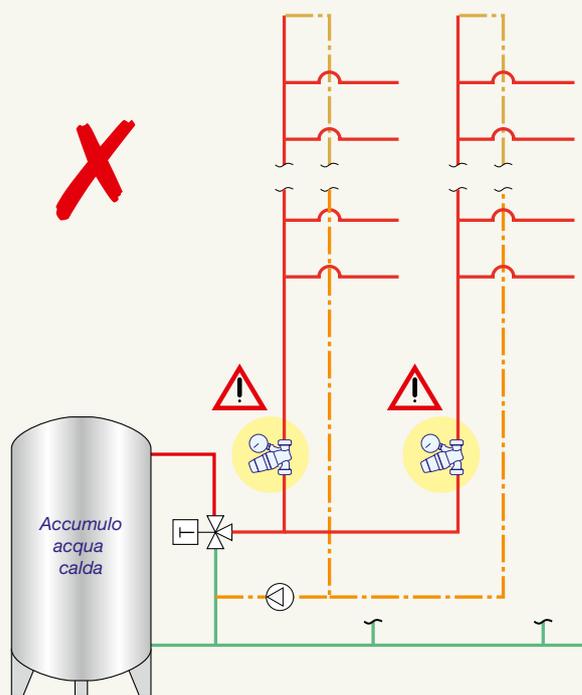


Inoltre, ammesso che il circolatore riesca ad avere a disposizione la prevalenza necessaria, si avrebbero costi energetici non sostenibili per il funzionamento di questi sistemi di circolazione.

INSTALLAZIONE CORRETTA



INSTALLAZIONE ERRATA



SCHEMI DI INSTALLAZIONE

Nelle pagine che seguono sono riportati alcuni schemi di installazioni tipiche dei riduttori di pressione.

Inizialmente analizzeremo le reti di distribuzione dell'acqua fredda sanitaria in piccole applicazioni domestiche; successivamente esamineremo le distribuzioni a servizio di edifici multipiano che, come vedremo, necessitano di una corretta gestione delle pressioni di distribuzione.

Infine ci occuperemo anche di schemi per la corretta distribuzione dell'acqua calda sanitaria.

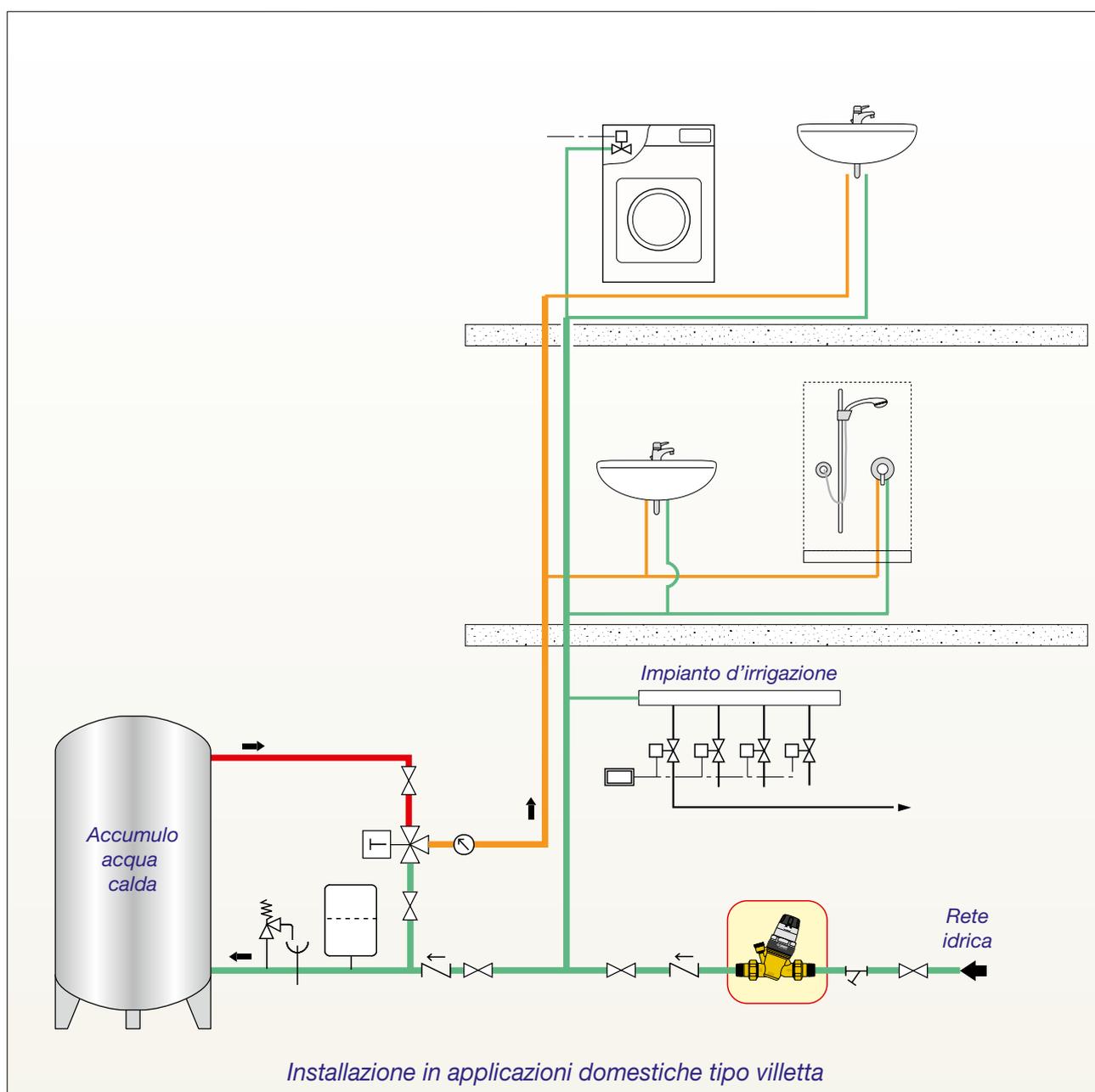
APPLICAZIONI DOMESTICHE

Questo tipo di installazioni sono generalmente caratterizzate da distribuzioni non troppo estese e a servizio di 2 o 3 piani.

In questi impianti il pericolo può essere quello di sovrappressioni dalla rete di alimentazione, sia costanti nel tempo che concentrate in certi orari della giornata, come può avvenire per le utenze alimentate da acquedotto.

A protezione di queste reti viene installato un riduttore di pressione generale all'allaccio dell'utenza.

La taratura della pressione è in genere mantenuta tra valori di 1,5 e 3 bar.



EDIFICI MULTIPIANO

Nelle distribuzioni multipiano la pressione a disposizione delle utenze cala all'aumentare dell'altezza dei piani: si può considerare una **perdita di pressione di circa 0,3÷0,4 bar per ogni piano**.

Si possono presentare due casi tipici:

- **pressione disponibile sufficiente** ad alimentare l'utenza più sfavorita (generalmente quella del piano più alto); in questa condizione i piani più bassi sono soggetti a pressioni elevate;
- **pressione disponibile non sufficiente** ad alimentare l'utenza più sfavorita; quando la pressione al piede della colonna montante, risulta essere troppo bassa, i piani più alti non potranno essere alimentati in modo adeguato.

In entrambe queste situazioni è quindi difficile servire correttamente più di 4 o 5 piani.

Pressione disponibile sufficiente

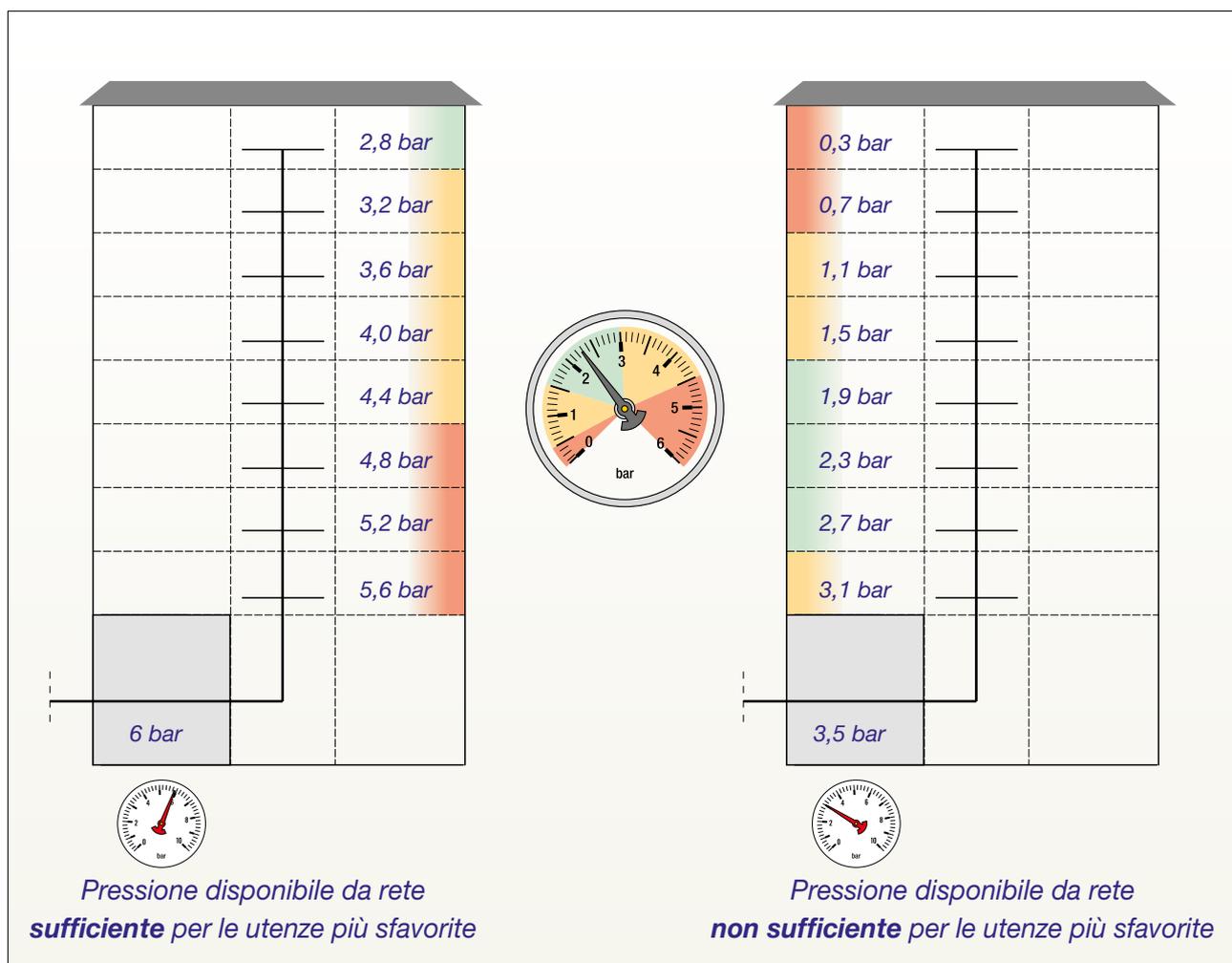
Nel **caso 1**, la pressione disponibile è sufficiente ad alimentare l'utenza più sfavorita e risulta quindi possibile suddividere l'adduzione principale su più colonne montanti. Ogni colonna montante è al

servizio di 4 o 5 piani; quella che serve i piani più bassi può essere regolata alla pressione opportuna tramite un riduttore di pressione.

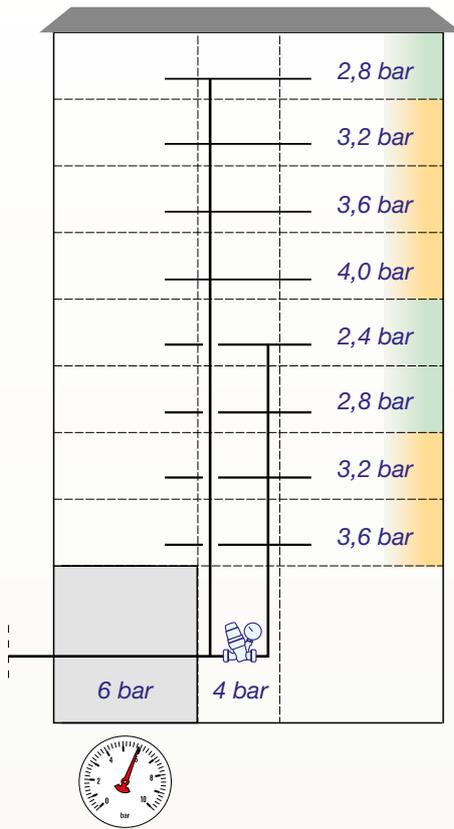
Nel **caso 2**, le **colonne** possono essere **collegate in parallelo** e i riduttori di pressione risultano essere dimensionati per la portata della rispettiva colonna montante. I rapporti di riduzione sono più elevati nei riduttori installati sulle colonne a servizio dei piani più bassi.

Nel **caso 3**, le **colonne** possono essere **collegate in serie** a partire da quella a servizio dei piani più alti. In questo caso il primo riduttore deve essere dimensionato in base alla portata totale mentre il riduttore successivo, essendo di secondo stadio, risulta avvantaggiato e lavora con rapporto di riduzione minore.

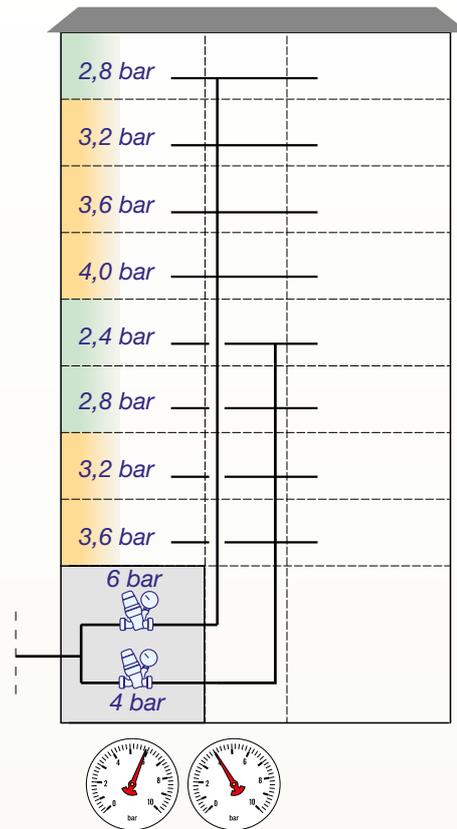
Quando non è praticabile o conveniente suddividere le colonne di adduzione, come nel **caso 4**, è possibile distribuire con un'unica colonna dotando ogni piano o utenza di un riduttore di pressione. Questa soluzione permette una distribuzione ottimale di pressione alle utenze ma può essere utilizzata per colonne a servizio di 15 o 16 piani, per non incorrere in rapporti di riduzione troppo elevati.



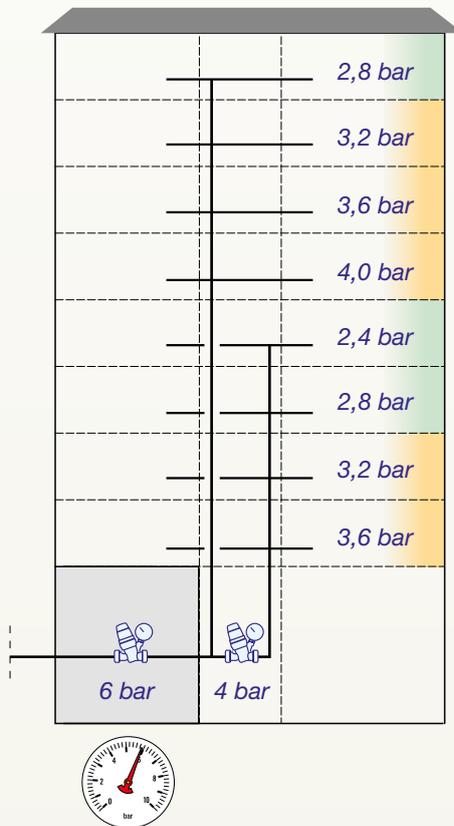
Caso 1



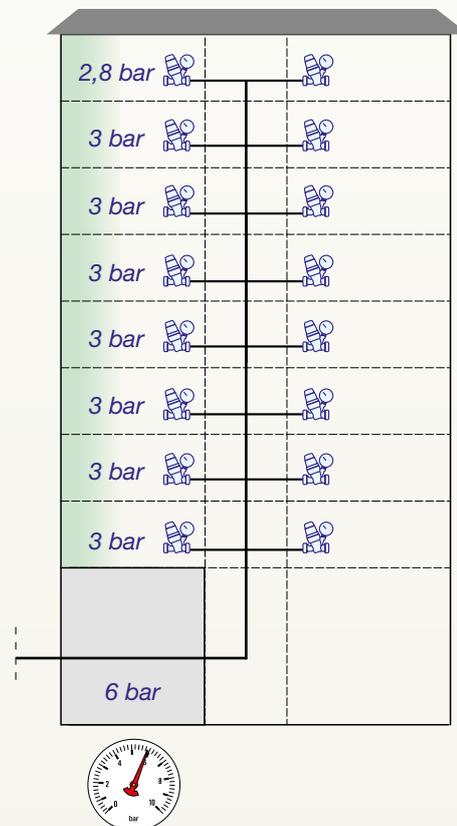
Caso 2



Caso 3



Caso 4



Distribuzione in edifici multipiano con pressione disponibile sufficiente

Pressione disponibile non sufficiente

Nella maggior parte degli edifici multipiano si riscontra una pressione disponibile insufficiente a garantire il corretto funzionamento delle utenze più sfavorite, cioè quelle ai piani più elevati.

In questi casi si deve ricorrere ad uno o più gruppi di pressurizzazione evitando, analogamente alle situazioni viste in precedenza, di servire le utenze ai piani più bassi con pressioni troppo elevate.

Quando la pressione disponibile è sufficiente a servire solo i piani più bassi (**caso 1**) è possibile dividere le colonne di adduzione e quindi:

- servire direttamente i primi piani;
- utilizzare un gruppo di pressurizzazione a servizio dei piani più elevati.

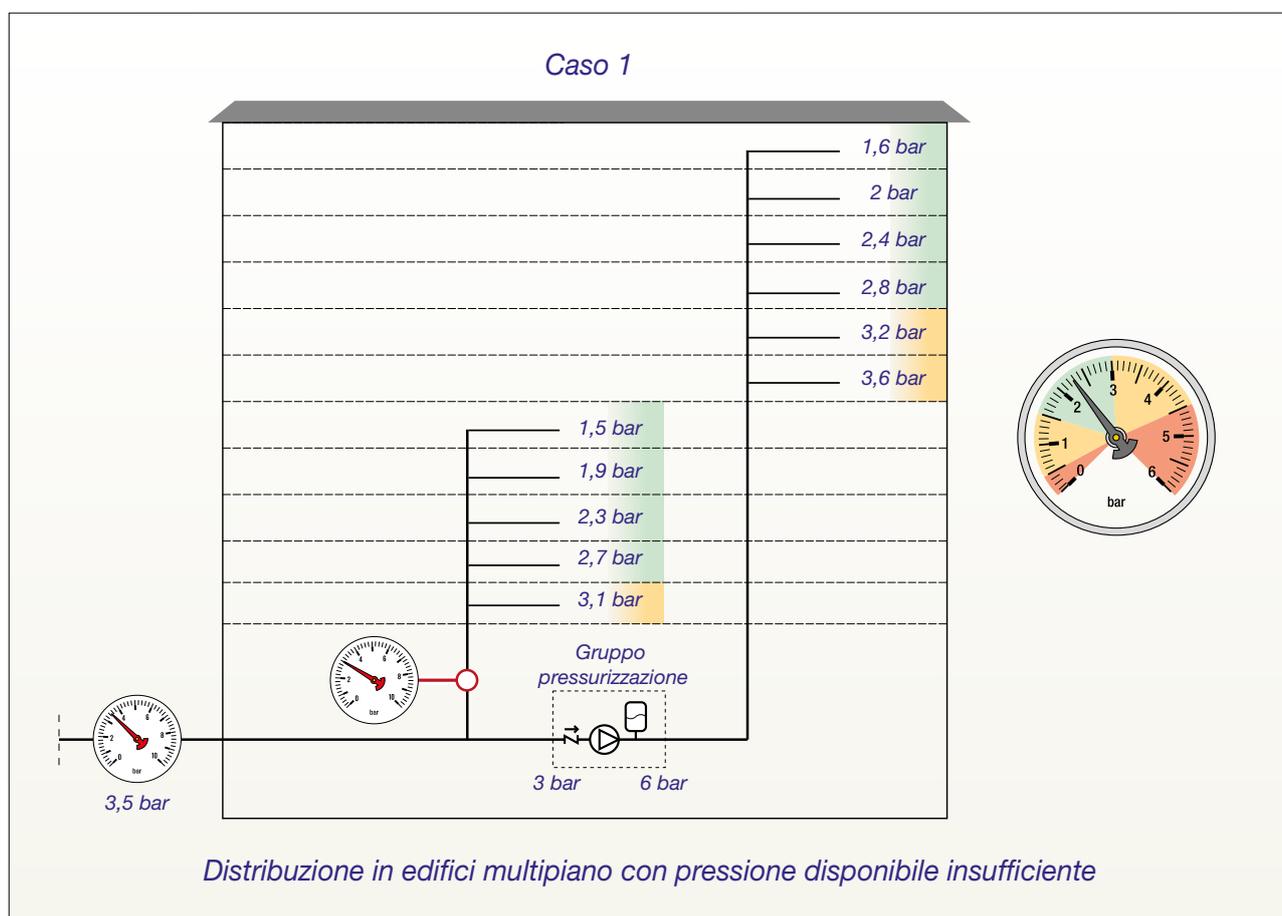
Il gruppo di pressurizzazione deve essere dimensionato tenendo conto della portata di progetto relativa ai soli piani più alti e non quella totale riferita all'intero edificio.

Se invece la pressione disponibile non è sufficiente per la distribuzione ai primi piani, risulta necessario pressurizzare tutta la rete (caso 2, 3 e 4).

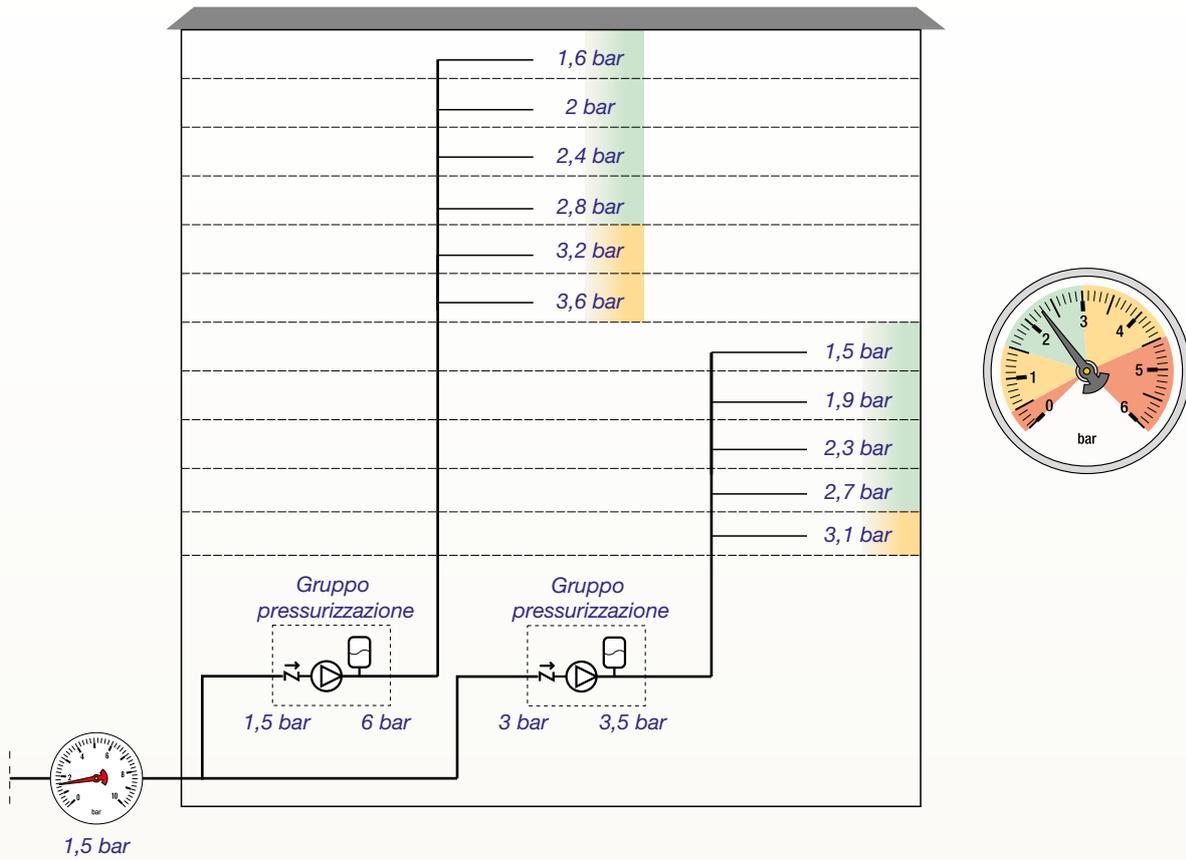
E' possibile prevedere un gruppo di pressurizzazione dedicato a ciascuna colonna di adduzione (**caso 2**) e dimensionato con la relativa portata di progetto.

In alternativa, può essere installato un singolo gruppo di pressurizzazione sulla linea principale abbinato ad un riduttore di pressione sulla colonna a servizio dei primi piani (**caso 3**). Per questa applicazione il gruppo di pressurizzazione va dimensionato considerando la portata di progetto dell'intero edificio e la pressione necessaria a servire la colonna più sfavorita.

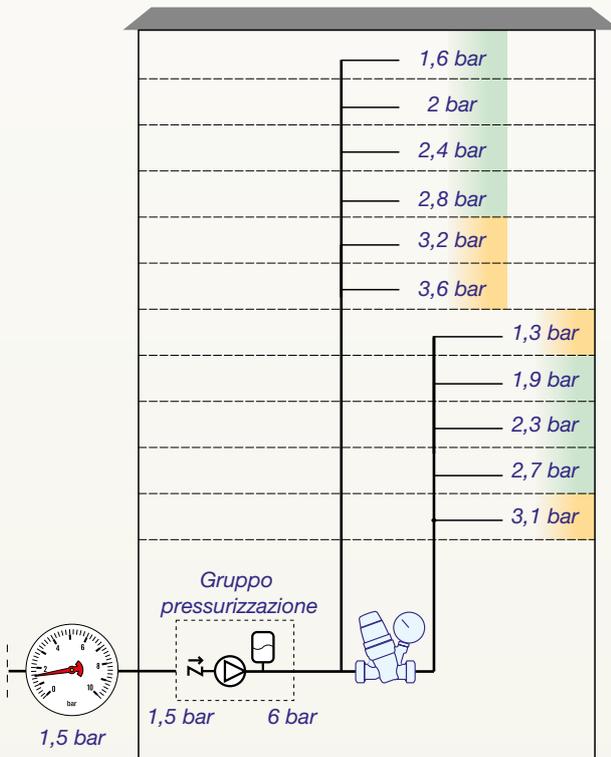
Infine, è anche possibile non suddividere in più colonne di adduzione, utilizzare un unico gruppo di pressurizzazione e ridurre localmente la pressione ad ogni piano (**caso 4**) o ad ogni utenza. Come già accennato questa soluzione permette la miglior distribuzione della pressione alle utenze evitando la suddivisione della rete in più colonne di adduzione. In edifici particolarmente alti, il rapporto di riduzione ai piani inferiori potrebbe essere troppo elevato; in questi casi è necessaria l'installazione riduttori in serie.



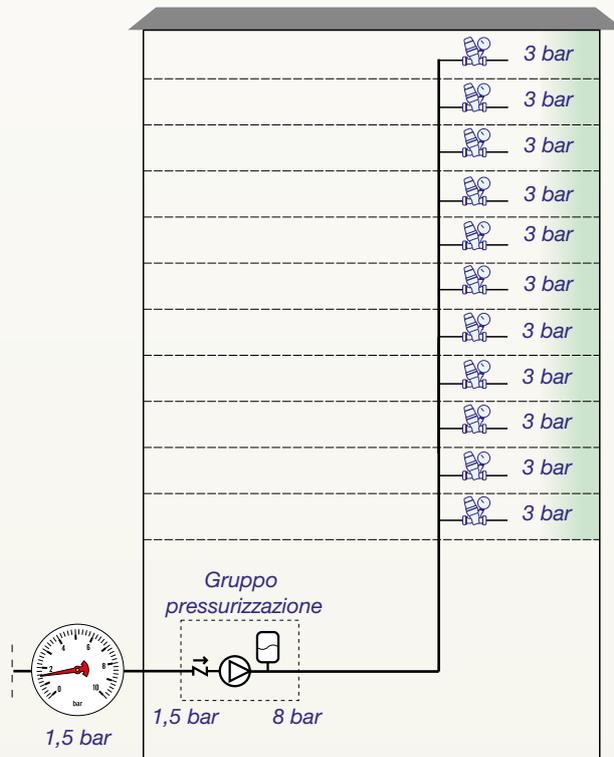
Caso 2



Caso 3



Caso 4



Distribuzione in edifici multipiano con pressione disponibile insufficiente

DISTRIBUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

La produzione di ACS può essere realizzata con:

- produzione centralizzata, con accumulo in centrale termica e rete di distribuzione dedicata;
- produzione autonoma, tipicamente tramite satellite d'utenza, caldaia murale o scaldacqua.

Produzione centralizzata

Ci soffermeremo ora ad analizzare gli aspetti riguardanti la pressione di distribuzione dell'acqua calda sanitaria in edifici multipiano con produzione centralizzata.

Oltre alle problematiche già esposte relative alla distribuzione dell'acqua fredda sanitaria, occorre tenere in considerazione anche i seguenti aspetti:

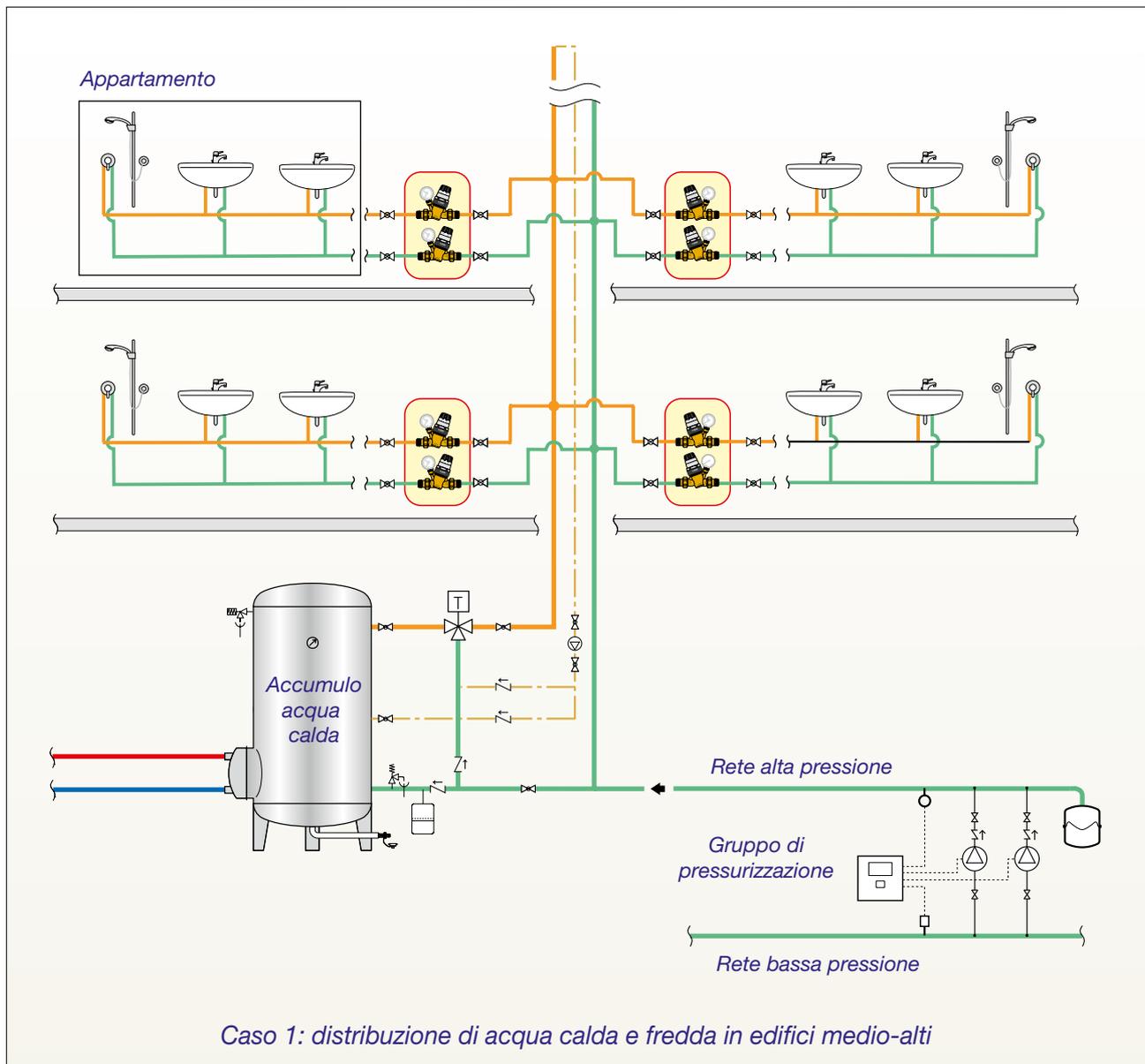
- insorgenza della cavitazione favorita dalle alte temperature;
- effetto dell'alta temperatura sui materiali che costituiscono i componenti specifici;

- possibile malfunzionamento della rete di ricircolo, in caso di errata installazione dei riduttori di pressione (vedi pag. 32).

In **edifici medio-alti (Caso 1)**, fino a circa 10 o 15 piani di altezza, è opportuno prevedere un'unica colonna di adduzione e due riduttori di pressione per ogni piano o appartamento: uno dedicato alla distribuzione dell'acqua fredda, l'altro per l'acqua calda sanitaria. Come espresso in precedenza si deve tenere in considerazione che i riduttori installati sulla rete di ACS devono poter resistere alle alte temperature.

In **edifici a torre (Caso 2)** è bene evitare, per via della loro altezza, la suddivisione in più colonne di adduzione, al contrario di quanto espresso nelle pagine precedenti a proposito delle reti di AFS.

In questo caso non risulta conveniente, poiché oltre alla tubazione dedicata alla distribuzione di acqua fredda e calda, occorre prevedere tanti anelli di ricircolo quante sono le colonne di adduzione.



Tale rete impatta economicamente in modo significativo sul costo totale. Una maggiore lunghezza delle rete di acqua calda (e di ricircolo) comporta, inoltre, una maggiore dispersione termica del calore, che si traduce in un ulteriore danno economico.

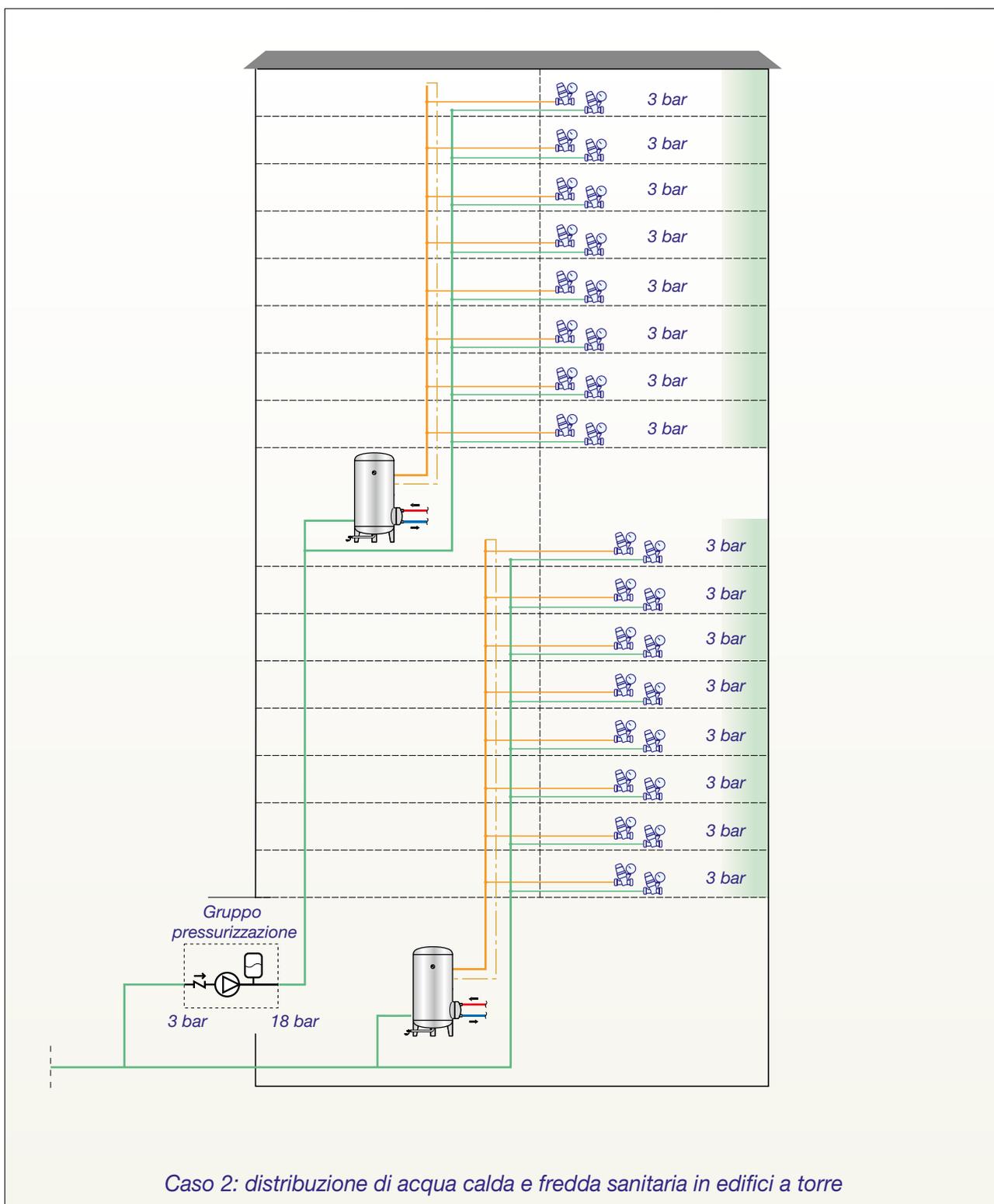
Per questi motivi è possibile sdoppiare solo la rete dell'AFS e predisporre la produzione dell'ACS in piani intermedi, detti anche piani tecnici.

In questo modo la lunghezza della rete viene notevolmente ridotta e i componenti dell'impianto

(bollitori e riduttori) non sono soggetti a pressioni troppo elevate. Installando un riduttore di pressione per piano o appartamento, sia sulla rete calda che fredda si garantisce la corretta erogazione.

Una soluzione alternativa prevede l'installazione di uno scambiatore di calore al posto del bollitore, poiché questo componente resiste meglio alle pressioni elevate.

Le varie possibilità devono essere valutate in fase progettuale in termini di fattibilità e costi.



Produzione autonoma

Nei casi in cui non vi sia una convenienza tecnica ed economica nella realizzazione di una rete di distribuzione dell'ACS, può essere utile ricorrere alla produzione locale di ACS tramite, ad esempio, "satelliti d'utenza".

Si rimanda all'Idraulica 42 la trattazione di questi dispositivi in grado di produrre acqua calda tramite uno scambiatore di calore istantaneo, derivando l'energia termica dalla rete di riscaldamento.

In questo modo occorre solo garantire la corretta pressione alla rete di distribuzione dell'acqua fredda, così come presentato nelle pagine precedenti.

I vantaggi di questo tipo di installazione sono:

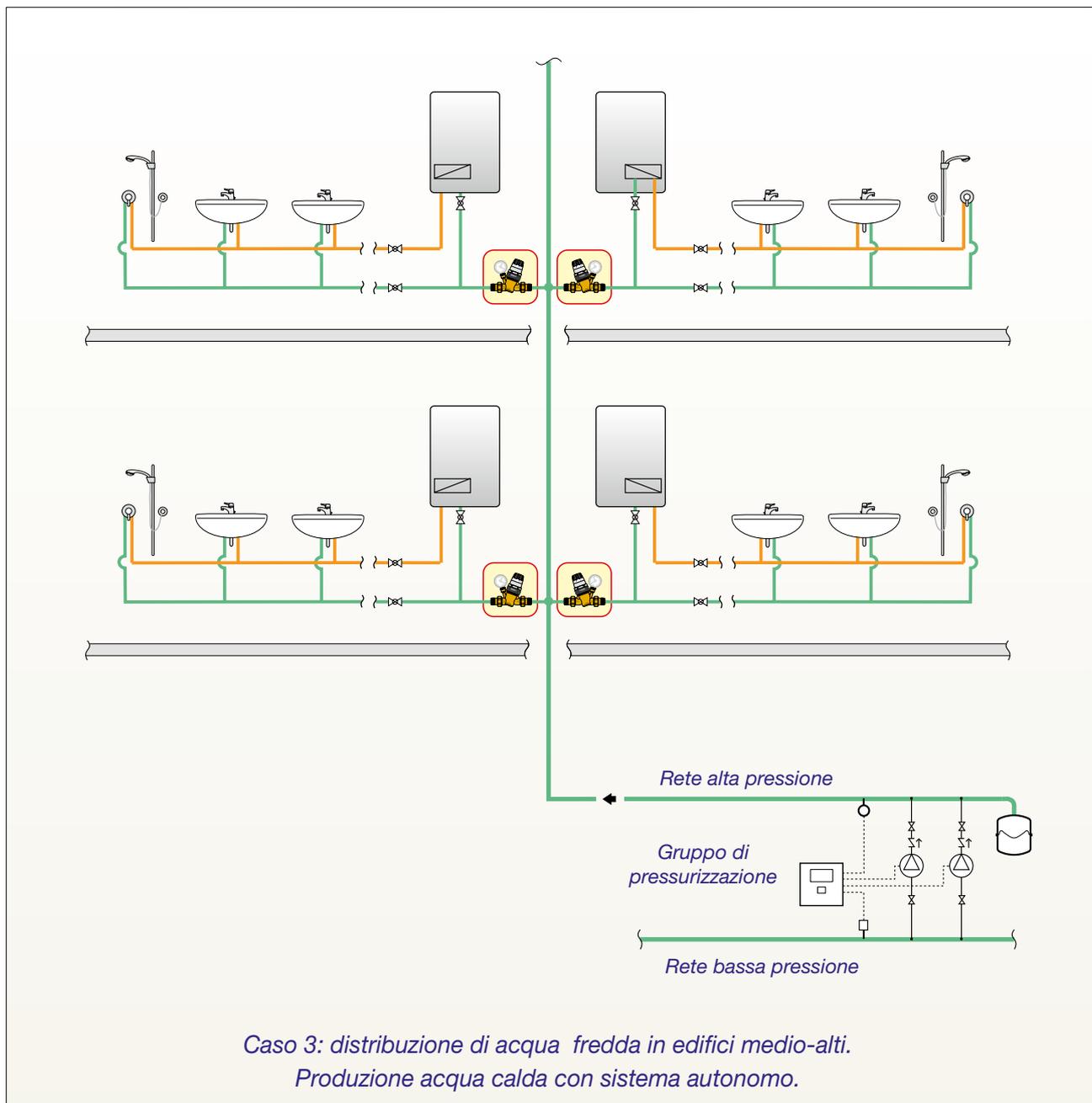
- minori costi di installazione delle reti di adduzione;

- minori dispersioni dovute al mantenimento in temperatura della rete di adduzione dell'acqua calda sanitaria e del relativo ricircolo;
- minori problemi di proliferazione batterica attraverso la rete di distribuzione dell'acqua calda sanitaria.

La produzione autonoma di ACS è possibile sia in edifici medio-alti che in edifici a torre.

Nel primo caso (**Caso 3**) sarà sufficiente prevedere un riduttore di pressione per piano o appartamento sulla rete dell'acqua fredda.

Nel secondo caso (**Caso 4**) invece occorrerà installare due riduttori in serie, nei primi piani, per evitare pressioni eccessive e funzionamenti con rapporti di riduzione troppo elevati.

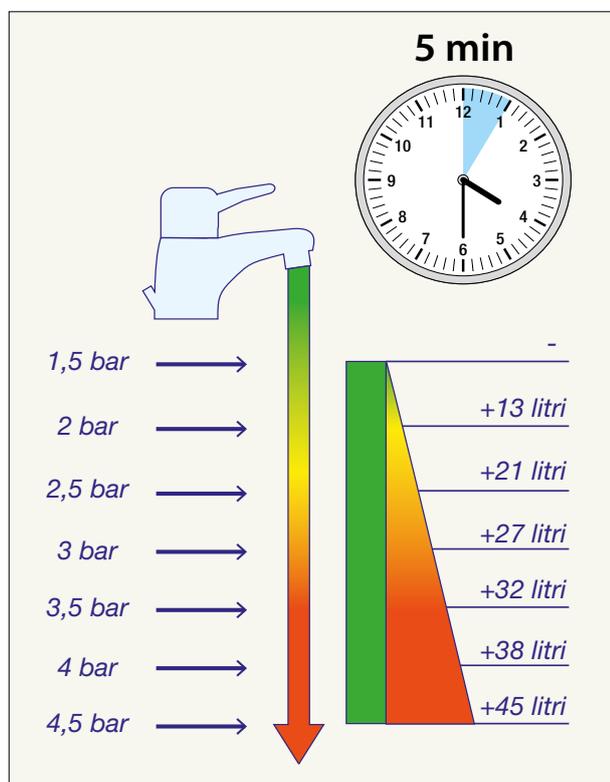


RISPARMIO IDRICO

La corretta distribuzione delle pressioni nelle reti di adduzione dell'acqua sanitaria è fondamentale per una regolare erogazione del servizio e per evitare problemi di rumorosità e colpi di ariete nelle tubazioni. Infatti, pressioni elevate comportano portate maggiori rispetto alla reale necessità con conseguente spreco energetico e, soprattutto, di acqua potabile.

Il maggior utilizzo di acqua è essenzialmente legato al fatto che un normale rubinetto, se non dotato di dispositivi di limitazione del flusso, farà scorrere più acqua all'aumentare della pressione a monte.

Un esempio di questo andamento è rappresentato nell'immagine sotto riportata.



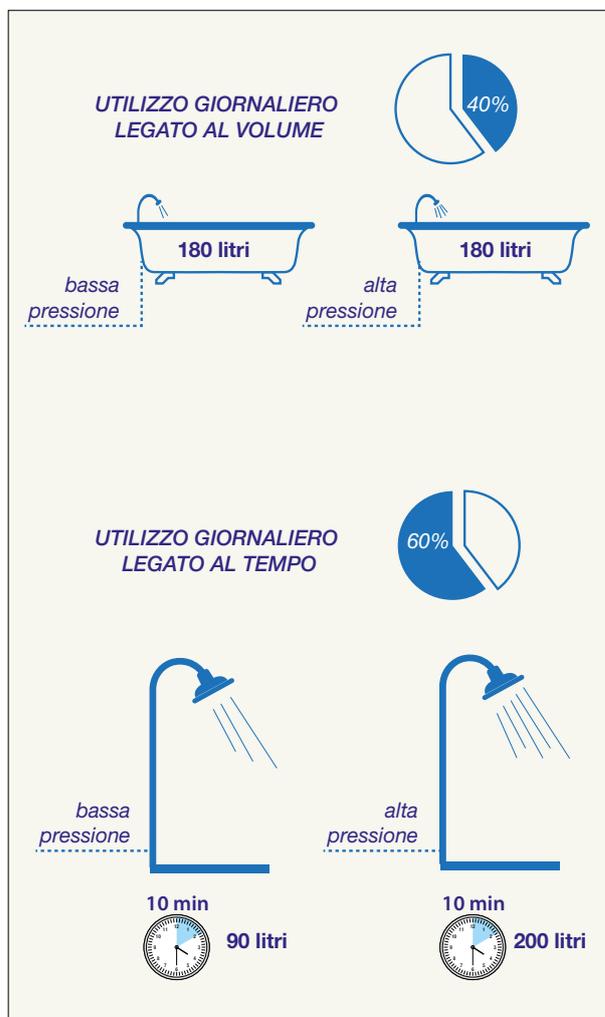
Pressioni di distribuzione elevate a monte dei rubinetti possono portare, quindi, anche a portate di una volta e mezza superiori di quella di progetto. Tuttavia, ai fini del risparmio idrico, va considerato che un aumento della portata ai rubinetti non ha lo stesso effetto su tutti i tipi di utilizzo. Ad esempio, riempire la vasca da bagno oppure ricaricare la cassetta di risciacquo del wc, comporterà sempre lo stesso consumo d'acqua sia che la rete di adduzione sia correttamente pressurizzata sia nel caso in cui le pressioni siano elevate. In quest'ultima situazione, avendo portate maggiori alle utenze, occorrerà meno tempo a riempire la vasca o la cassetta di risciacquo, ma la quantità di acqua sarà la medesima.

Questi ultimi sono **utilizzi di acqua potabile legati al volume**. Vi sono poi **utilizzi dipendenti dal tempo**, per i quali l'aumento di portata ai rubinetti è invece causa di molti sprechi. Ad esempio, lavarsi le mani, fare la doccia o risciacquare i piatti sono tutti utilizzi che sostanzialmente prevedono l'apertura di un rubinetto per un tempo prefissato.

In questi casi, laddove i rubinetti sono serviti da reti con una pressione maggiore e quindi erogano portate più elevate, si avranno maggiori consumi d'acqua.

L'aumento di consumi per un'utenza servita ad un'elevata pressione, come si può vedere dal grafico riportato, può anche essere del doppio rispetto ad un'utenza servita con una pressione corretta.

Per un'utenza **domestica** media i **consumi dipendenti dal tempo possono essere stimati in una percentuale che varia tra il 50% e il 60% del totale**.



Un esempio di rete di adduzione dell'acqua potabile dove si possono verificare forti variazioni di pressione è rappresentato dagli edifici a più piani: infatti l'altezza idrostatica porta ad una equivalente diminuzione della pressione disponibile ai rubinetti.

Esempio

Per meglio capire gli effetti sul consumo dell'acqua potabile si è analizzato, a titolo di esempio, la distribuzione a servizio di una palazzina di 9 piani.

Nell'esempio, si sono considerate tre colonne montanti in grado ciascuna di servire due bagni per piano. Per il dimensionamento delle tubazioni di distribuzione si è fatto riferimento al 5° quaderno Caleffi.

Per semplicità di calcolo è stata considerata la medesima pressione alla base delle colonne montanti.

Lo schema della distribuzione e il relativo andamento delle pressioni è riportato nell'immagine sottostante. Come si può notare, per garantire la corretta pressione al piano più alto, è necessario un aumento graduale di pressione man mano che si scende di livello.

Per quanto riguarda i consumi giornalieri si sono invece considerati i seguenti dati:

- persone per piano: 8
- consumo totale di acqua a persona: 240 l
- 45% di consumo dipendente dal volume: 110 l
- 55% di consumo dipendente dal tempo: 130 l

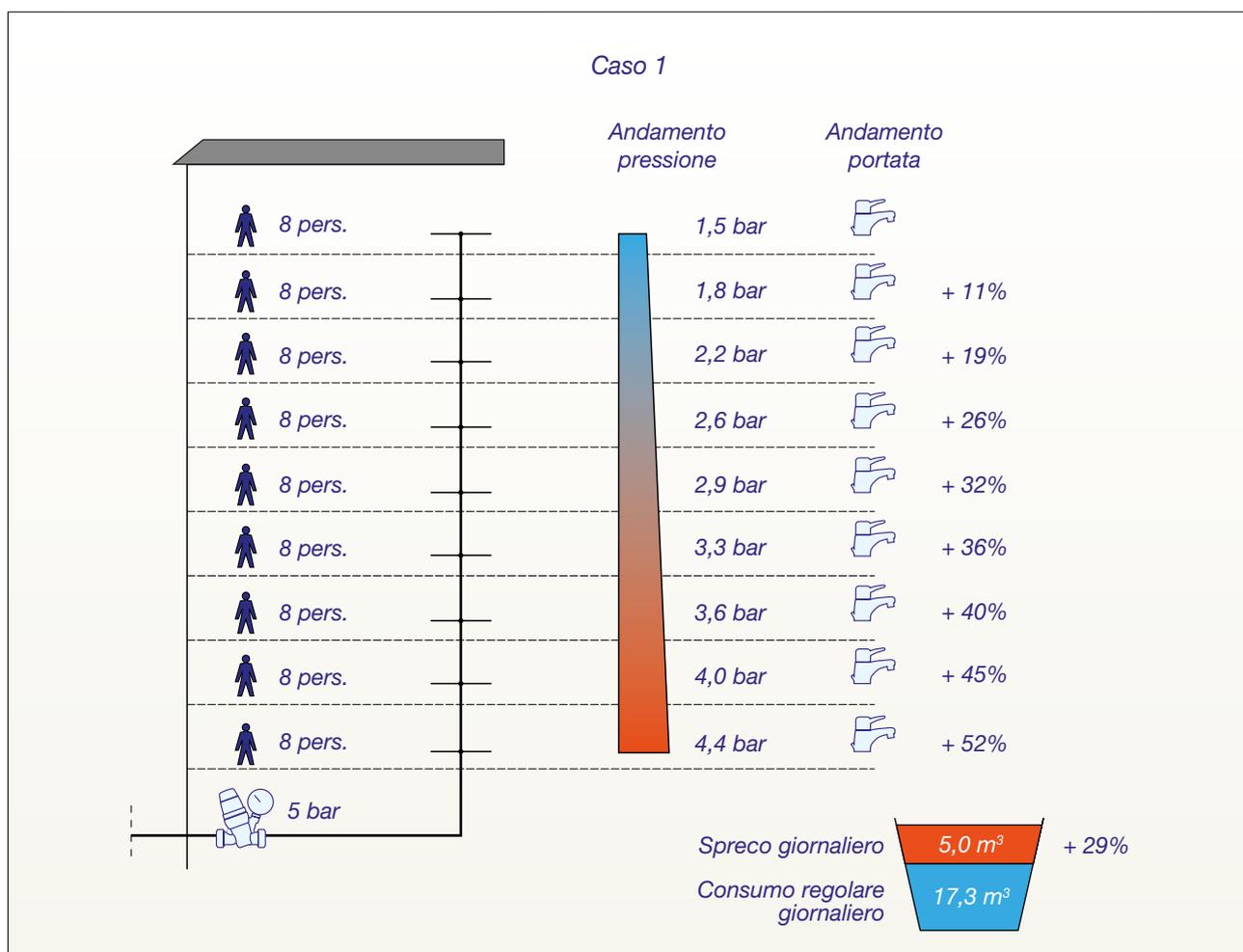
Il fabbisogno totale di acqua per l'edificio risulta pari a 17,3 m³.

Consumi medi giornalieri di acqua a persona [litri]	
bagno e doccia	100
gabinetto	50
bucato	30
piatti	25
cibi	15
varie (pulizie)	20
Totale giornaliero	240

Come abbiamo visto nella pagina precedente gli sprechi idrici sono determinati dai consumi dipendenti dal tempo, a loro volta influenzati dalla pressione di erogazione.

Nei casi seguenti si calcolerà lo spreco idrico per varie tipologie di installazione.

Nel caso 1 è rappresentata un'unica colonna di distribuzione senza riduttori di pressione né dispositivi di riduzione di flusso ai rubinetti. In questa situazione, a causa della maggior pressione ai piani inferiori, si ha un consumo medio di acqua potabile del 29% maggiore rispetto al caso ideale in cui tutti i rubinetti erogano la portata di progetto.



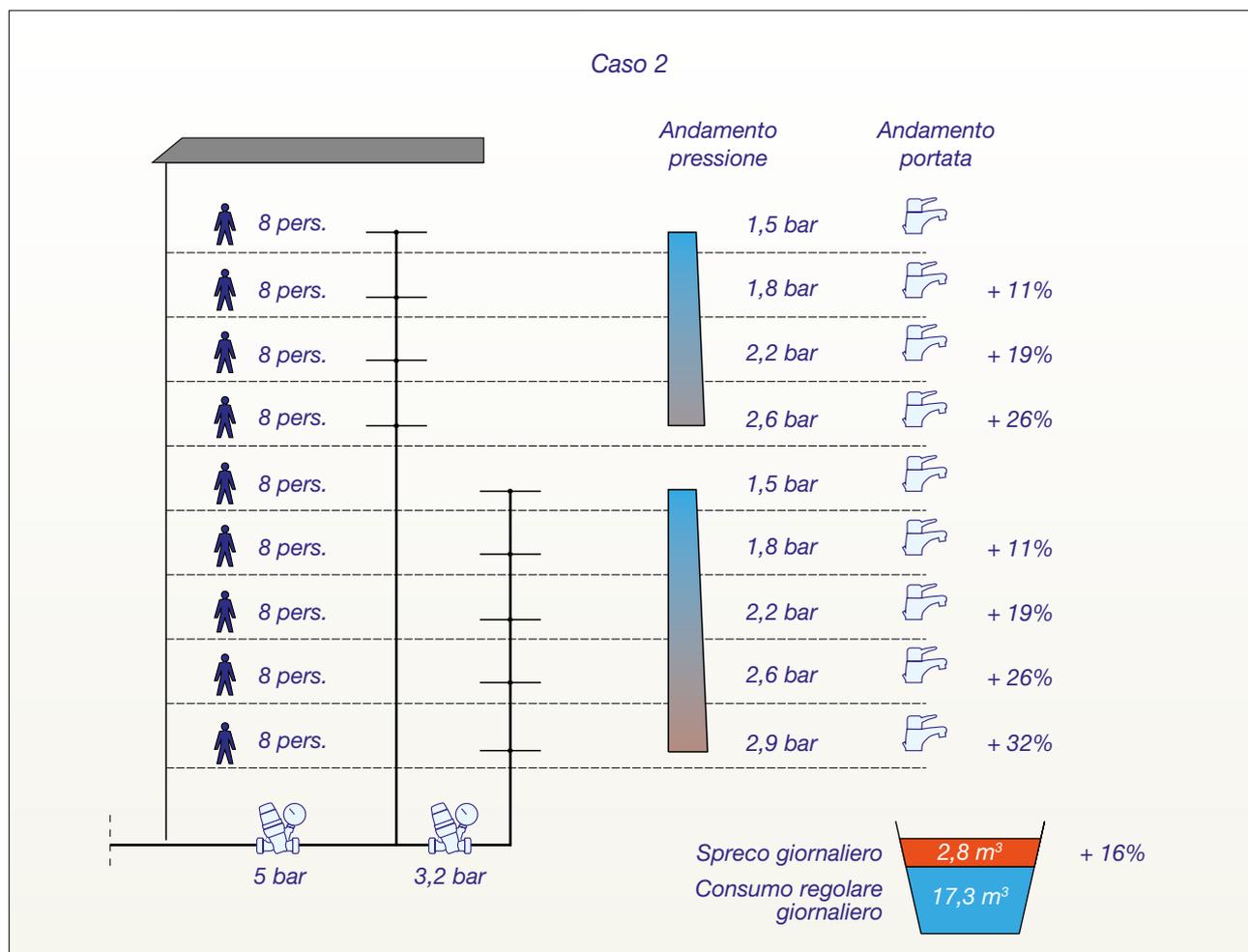
Nei casi 2 e 3 vengono invece analizzate due situazioni dove la pressione di distribuzione è mantenuta più costante attraverso l'utilizzo di più colonne montanti servite a pressioni diverse.

Nel **caso 2** è riportata una distribuzione a due colonne montanti: una a servizio dei cinque livelli più alti e l'altra a servizio dei restanti piani. Come si può notare dai dati riportati in figura, una migliore distribuzione delle pressioni rispetto al caso di un'unica colonna montante comporta minori consumi di acqua, ma comunque maggiori del 16% rispetto al caso ideale.

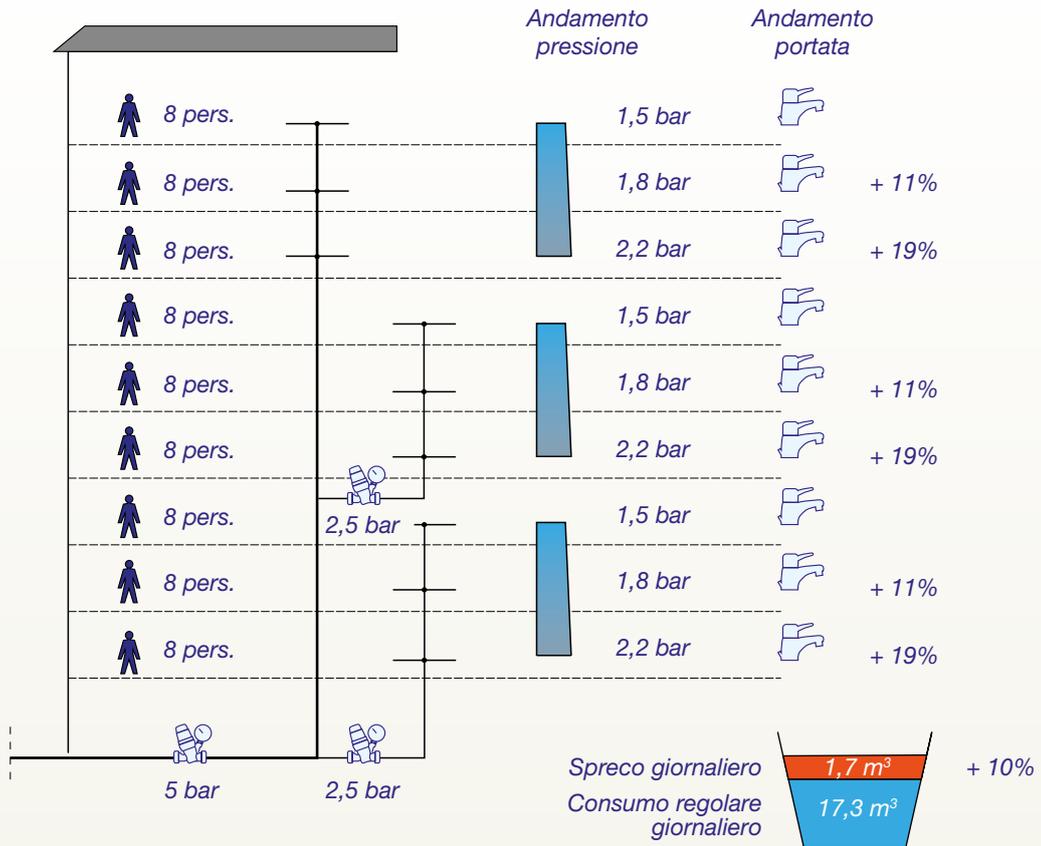
Nel **caso 3** è analizzata una distribuzione a tre colonne montanti: anche in questo caso si può notare come una maggior uniformità delle pressioni di erogazione comporta una riduzione dell'aumento del consumo idrico rispetto alla situazione di riferimento dove tutti i rubinetti funzionano con la corretta portata di progetto.

Nel **caso 4**, infine, è rappresentata una distribuzione costituita da una colonna montante e riduttori di pressione ad ogni piano. Questa soluzione impiantistica garantisce ad ogni rubinetto una pressione molto vicina a quella di progetto e, quindi, la corretta portata di erogazione. Analoghi risultati si possono ottenere tramite valvole per il controllo del flusso montate nei rubinetti; va tuttavia considerato che un controllo a monte della pressione di distribuzione risulta più efficace e sicuro nel tempo. Infatti, i terminali di erogazione possono essere sostituiti dagli utenti con altri senza regolatori di flusso.

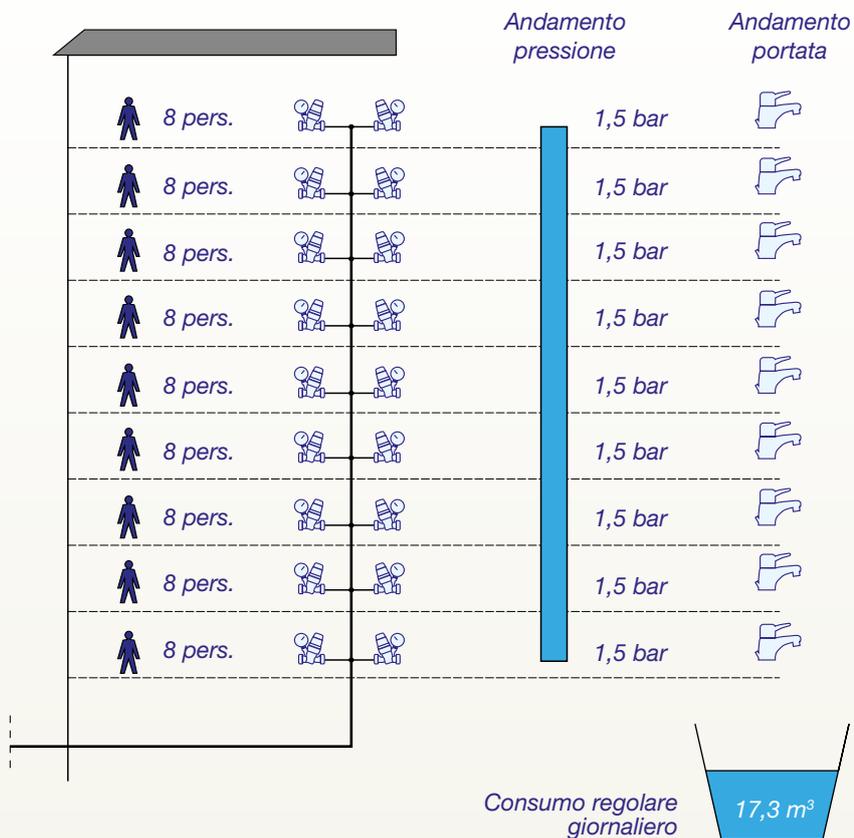
Come si è brevemente cercato di analizzare, progettare reti di adduzione con **distribuzioni uniformi di pressioni**, anche oltre alle normali tolleranze di buon funzionamento, può portare a **considerevoli risparmi nei consumi dell'acqua potabile**.



Caso 3



Caso 4



Riduttori di pressione per acqua fredda



Serie 533.

Riduttore di pressione inclinato.
Cartuccia e filtro estraibili.

Caratteristiche tecniche

Corpo in ottone.
Cromato.
Attacchi femmina.
Pmax a monte: 16 bar.
Pressione di taratura a valle: da 1 a 6 bar.
Tmax d'esercizio: 40°C.



Serie 5350

Riduttore di pressione con cartuccia monoblocco estraibile.
Con indicatore di preregolazione.

Caratteristiche tecniche

Corpo in lega antidezincificazione.
Attacchi maschio a bocchettone.
Pmax a monte: 25 bar.
Pressione di taratura a valle: da 1 a 6 bar.
Tmax d'esercizio: 40°C.
Certificato a norma EN 1567.
PATENT



Serie 5351

Riduttore di pressione con cartuccia monoblocco estraibile.
Cartuccia filtrante in acciaio inox con contenitore trasparente.
Con indicatore di preregolazione.

Caratteristiche tecniche

Corpo ottone.
Attacchi maschio a bocchettone.
Pmax a monte: 25 bar.
Pressione di taratura a valle: da 1 a 6 bar.
Tmax d'esercizio: 40°C.
Luce maglia filtro Ø: 0,28 mm.
Certificato a norma EN 1567.

Riduttori di pressione per acqua fredda e calda



Serie 539

Riduttore di pressione.

Caratteristiche tecniche

Corpo in lega antidezincificazione.
Fornito di due raccordi femmina-maschio.
Pmax a monte: 25 bar.
Pressione di taratura a valle: da 1 a 5,5 bar.
Taratura di fabbrica: 3 bar.
Tmax d'esercizio: 80°C.



Serie 5350..H

Riduttore di pressione con cartuccia monoblocco estraibile.

Caratteristiche tecniche

Corpo in lega "LOW LEAD" antidezincificazione.
Attacchi maschio a bocchettone.
Pmax a monte: 25 bar.
Pressione di taratura a valle: da 1 a 6 bar.
Tmax d'esercizio: 80°C.
Prestazioni a norma EN 1567.



Serie 5360

Riduttore di pressione con cartuccia estraibile.

Caratteristiche tecniche

Corpo in lega antidezincificazione.
Attacchi maschio a bocchettone.
Pmax a monte: 25 bar.
Pressione di taratura a valle: da 0,5 a 6 bar.
Tmax d'esercizio: 80°C.
Prestazioni a norma EN 1567.

Riduttori di pressione per alte pressioni (PN 40)



Serie 5360

Riduttore di pressione **di primo stadio**.
 Pressione di taratura a valle: **da 10 a 15 bar**.
 Corpo in lega antidezincificazione.
 Con manometro inox in bagno di glicerina: **0÷25 bar**.
 Attacchi: 1/2"÷1 1/4" M a bocchettone.



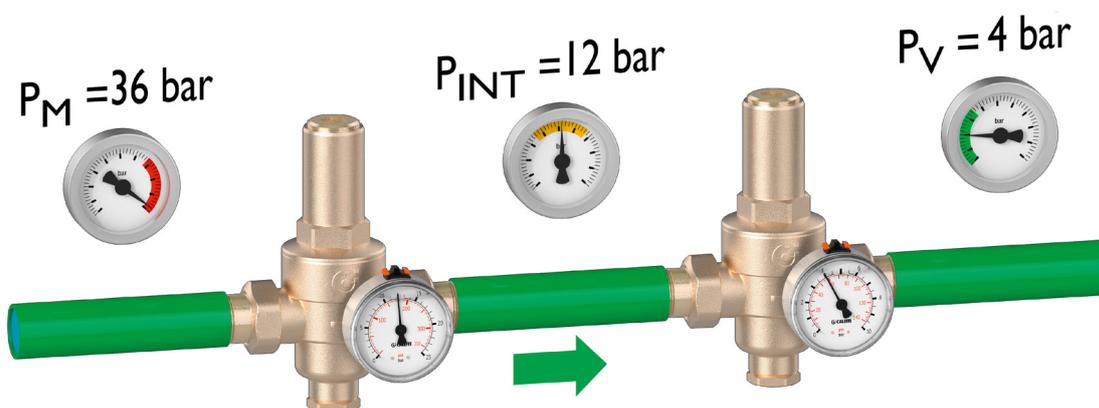
Serie 5360

Riduttore di pressione **di secondo stadio**.
 Pressione di taratura a valle: **da 0,5 a 6 bar**.
 Corpo in lega antidezincificazione.
 Con manometro inox in bagno di glicerina: **0÷10 bar**.
 Attacchi: 1/2"÷1 1/4" M a bocchettone.

- ✓ Riducono e stabilizzano la pressione in entrata dalla rete pubblica, in genere troppo elevata e variabile per un utilizzo domestico.
- ✓ Cartuccia estraibile per consentire operazioni periodiche di pulizia e manutenzione.
- ✓ Dispositivo blocco taratura antimanomissione opzionale.

RAPPORTO DI RIDUZIONE

Per evitare l'insorgere dei fenomeni di cavitazione all'interno del componente si consiglia di mantenere il rapporto tra la pressione massima di monte e la pressione regolata di valle ad un valore non superiore a 3. Dovendo ad esempio ridurre da un valore di pressione a monte di 36 bar ad un valore a valle di 4 bar, il dimensionamento corretto prevede l'utilizzo di due riduttori di pressione in serie.



Riduttore di pressione flangiato



Serie 576

Riduttore di pressione.

Caratteristiche tecniche

Corpo in ghisa, PN 16.

Attacchi flangiati PN 16.

Dimensioni da DN 65 a DN 150.

Pressione max a monte: 16 bar.

Pressione di taratura a valle: 2÷14 bar.

Fornito con due manometri.

Riduttore e stabilizzatore di pressione flangiato con circuito pilota



Serie 578

Riduttore stabilizzatore di pressione.

Caratteristiche tecniche

Corpo in ghisa, PN 25.

Attacchi flangiati: DN 65÷DN 150, PN 16

DN 200÷DN 300, PN 10.

Dimensioni da DN 65 a DN 300.

Pressione max a monte: 25 bar.

Pressione di taratura a valle: 2,1÷21 bar.

Fornito con due manometri.

Riduttore di pressione per applicazioni speciali



Serie 533..H

Micro riduttore di pressione inclinato per applicazioni speciali: distributori di acqua, di bevande e macchine da caffè. Cartuccia e filtro estraibili.

Caratteristiche tecniche

Corpo in lega "LOW LEAD" antidezincificazione.

Pmax a monte: 16 bar.

Pressione di taratura a valle: da 0,8 a 4 bar.

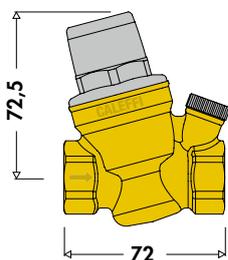
Tmax d'esercizio: 80°C.

Portata massima consigliata: 6 l/min.

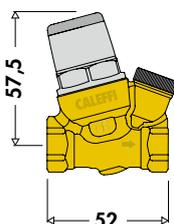
- ✓ Appositamente realizzata per applicazioni dove è necessario ridurre e stabilizzare con precisione la pressione in entrata dalla rete pubblica in presenza di bassi valori di portata
- ✓ Tipicamente installata al servizio di apparecchiature dove sono inoltre importanti gli ingombri e il funzionamento intermittente
- ✓ Prestazioni di questa serie di micro riduttori sono certificate a norma EN 1567
- ✓ Per uso con acqua fredda e calda fino a 80°C
- ✓ Applicazioni tipiche: apparecchi per la distribuzione di acqua, di bevande e macchine da caffè

Rappresentazione in scala

Riduttore standard 1/2"



Riduttore micro 3/8"



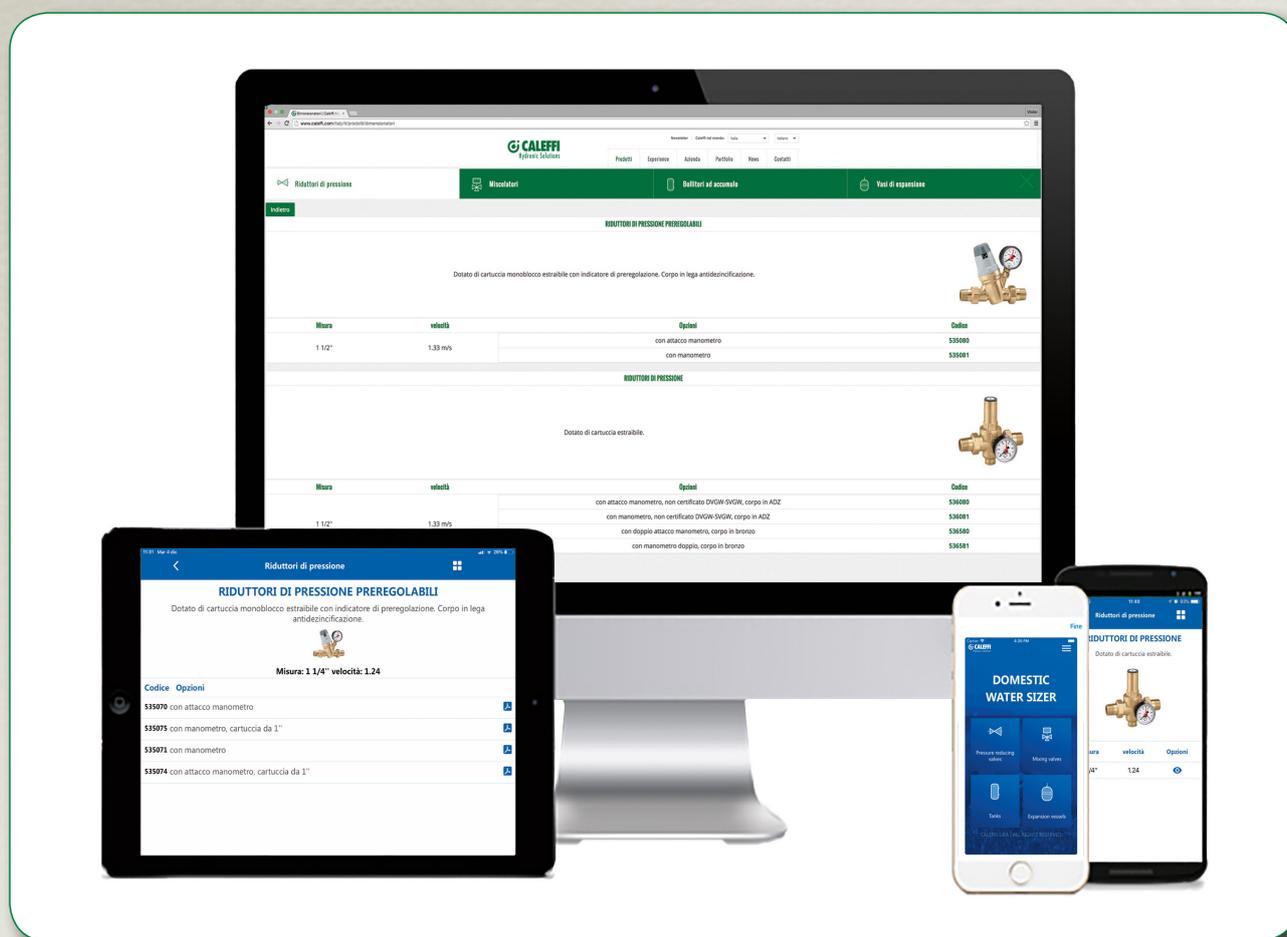
Software di ausilio alla progettazione

La Caleffi da sempre attenta alle esigenze dei progettisti propone un software per dimensionare in modo rapido e corretto i principali componenti per impianti idrico sanitari.

Inserendo gli opportuni parametri di progetto vengono proposti i prodotti compatibili alle condizioni di utilizzo. L'applicazione permette inoltre di salvare il report di progetto in formato PDF contenente i dati inseriti, i dati calcolati e la documentazione tecnica.

DOMESTIC WATER SIZER permette di dimensionare in modo rapido e corretto i principali componenti per impianti idrico sanitari.

È possibile dimensionare i seguenti componenti: Riduttori di pressione, Miscelatori, Bollitori ad accumulo e Vasi d'espansione. È utilizzabile come WEBAPP sul nostro sito o come mobile app da APP STORE e GOOGLE PLAY.



È inoltre disponibile il software **PIPE SIZER**, digitalizzazione delle TABELLE DI PERDITE DI CARICO ARIA E ACQUA. È possibile dimensionare le tubazioni per aria e acqua o calcolare le perdite di carico o di una rete già nota.



Software di dimensionamento disponibile su www.caleffi.com, Apple Store e Google play.





Un miglior controllo della pressione per un minor spreco di acqua

Serie 5350..H

- Design compatto
- Basse perdite di carico
- Semplicità di installazione e manutenzione
- Pre-regolazione della pressione con indicatore di taratura



Proteggere l'impianto per proteggere l'acqua

www.caleffi.com

CALEFFI
Hydronic Solutions