

Idraulica

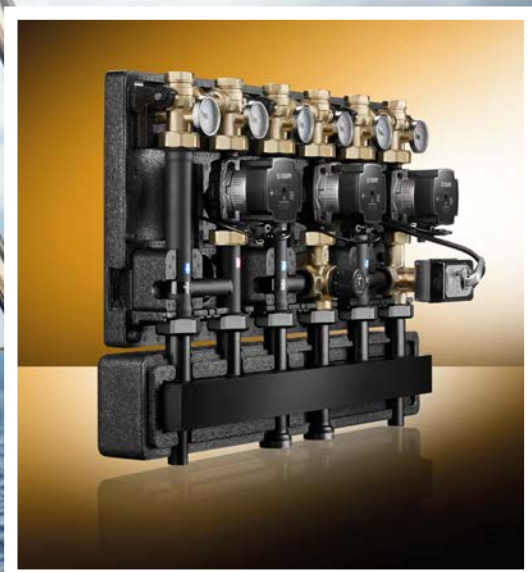
CALEFFI
Hydronic Solutions

56

Giugno 2019

PUBBLICAZIONE PERIODICA DI INFORMAZIONE TECNICO-PROFESSIONALE

La regolazione
degli impianti





La distribuzione compatta

Collettore e gruppi di circolazione con distribuzione diretta, con regolazione termostatica o con regolazione motorizzata per impianti di riscaldamento

Serie 550 Collettore
Serie 165, 166, 167 Gruppi di circolazione

- Adatto per installazioni con ridotto spazio disponibile.
- Gruppi di regolazione termostatica con valvola miscelatrice 25÷50°C per impianti a pannelli e 40÷70°C per impianti a radiatore.
- Gruppo di regolazione termica motorizzato configurato abbinabile a regolatore modulante o climatico.



Regolazione

Regolare e distribuire meglio è ridurre gli sprechi

www.caleffi.com

CALEFFI
 Hydronic Solutions

EDITORIALE

Il mio grazie all'ingegner Mario Doninelli

Scrivere e scrivere bene sono due cose diverse, che producono effetti differenti. Soltanto da lontano, dall'alto, due pagine scritte sono simili fra loro. La stessa storia, raccontata da un bravo o da un pessimo narratore cambia, e non di poco. Una trama interessante in mano a uno scrittore mediocre perde forza e vigore, al pari di come una storia da nulla, in mano a un bravo scrittore, ammalia e avvince.



L'ingegner Mario Doninelli, nei tanti anni di attività in Caleffi, ci ha mostrato cosa sia scrivere bene. Grazia e precisione, sapienza tecnica e, perché no, eleganza. Chiarezza, soprattutto, la chiarezza che nasce dalla profonda conoscenza. Ha fatto letteratura tecnica, se così si può dire. Dall'articolo per la rivista, al foglio di documentazione tecnica: già dalle prime righe si intuisce se qualcosa è a firma sua. Dall'accostamento delle parole, delle immagini sotto alle parole, dal fluire delle frasi. La grazia della precisione e la precisione della grazia.

A mio parere, saper scrivere con chiarezza e forza di argomenti tecnici è un'arte. Com'è un'arte quella di un buon professore che ti fa amare la sua materia.

Così credo di non sbagliarmi dicendo che parte dei risultati Caleffi siano legati a come i prodotti sono stati spiegati, portati, letteralmente, consegnati a chi li deve usare. Un prodotto perfetto ma non adeguatamente comunicato è come un bel quadro lasciato mezzo coperto da un telo, mal esposto, fuori posto.

La commistione fra pura tecnica e tecnica applicata, è stata sempre ben chiara a Mario, che nella vita ha saputo metter mano a più livelli della stessa cosa, padroneggiandone le diverse forme: dallo studio di progettazione allo stare dietro un bancone e davanti all'installatore, per discutere con lui la prassi dell'oggetto, i trucchi e la pratica del suo utilizzo, la sua realtà concreta.

Una scrittura bella e forte, di norma, è emanazione di una persona bella e forte, arguta e ironica, colta, curiosa, mai paga. Una persona, l'ingegner Doninelli, che ci è stata vicina molto negli anni - a mio padre Franco, a mio zio Bonini Dante e a me - nel nostro lavoro e oltre.

Conservo fra i miei ricordi alcune lettere a me indirizzate di suo pugno, ricevute in momenti in cui di una lettera c'era proprio bisogno: un modo antico e bello, desueto e raro, di esser vicino, di dir la propria, nero su bianco, con la forza pacata di un pensiero quando è messo (per sempre) per iscritto.

All'ingegner Mario Doninelli va dunque il mio, il nostro ringraziamento. Con la certezza che la nostra rivista e la comunicazione tecnica Caleffi proseguiranno sotto il suo segno, le sue indicazioni, i suoi insegnamenti, nell'eco chiaro e limpido del suo stile.

Il Presidente



Direttore responsabile:
Mattia Tomasoni

Responsabile di Redazione:
Fabrizio Guidetti

Hanno collaborato
a questo numero:

Elia Cremona
Marco Godi
Domenico Mazzetti
Renzo Planca
Alessia Soldarini
Mattia Tomasoni

Idraulica

Pubblicazione registrata
presso

il Tribunale di Novara
al n. 26/91 in data 28/9/91

Editore:
Centrostampa S.r.l. - Novara

Stampa:
La Terra Promessa Onlus -
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

- 5** LA REGOLAZIONE DEGLI IMPIANTI
- 6** EVOLUZIONE DELLA REGOLAZIONE
 - I sistemi di regolazione automatici
 - Le valvole di regolazione
- 7** LE VALVOLE DI REGOLAZIONE NEGLI IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO
- 8** VALVOLE A 2 VIE E 3 VIE
 - Valvola a 2 vie
 - Valvola a 3 vie
- 9** TIPOLOGIE COSTRUTTIVE DI VALVOLE
 - Valvola a globo
 - Valvola a settore
- 10** CARATTERISTICHE DELLE VALVOLE DI REGOLAZIONE
 - La curva caratteristica
 - Metodi di caratterizzazione
- 12** TIPOLOGIE DI CARATTERIZZAZIONE
 - Caratteristica di regolazione lineare
 - Caratteristica termica degli scambiatori
 - Caratteristica di regolazione equipercentuale
- 14** DIMENSIONAMENTO DELLE VALVOLE DI REGOLAZIONE: L'AUTORITA' DELLE VALVOLE
 - Approfondimento: effetto dell'autorità delle valvole di regolazione
 - Regolabilità
 - Trafilamento
- 17** SERVOMOTORI PER VALVOLE DI REGOLAZIONE
 - Servomotori con comando a 3 punti
 - Servomotori proporzionali
 - I circuiti di regolazione
- 20** CIRCUITO IN LIMITAZIONE
- 22** CIRCUITO IN DEVIAZIONE
- 24** CIRCUITO DI MISCELAZIONE
- 26** CIRCUITO A INIEZIONE CON VALVOLA A 2 VIE
- 28** CIRCUITO A INIEZIONE CON VALVOLA A 3 VIE
- 30** DIMENSIONAMENTO CIRCUITO IN LIMITAZIONE (2 VIE) E DI DEVIAZIONE (3 VIE)
- 32** DIMENSIONAMENTO CIRCUITO DI MISCELAZIONE
- 34** DIMENSIONAMENTO CIRCUITO A INIEZIONE CON VALVOLA A 2 O 3 VIE
- 36** TRATTAMENTO ACQUA NEGLI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE

LA REGOLAZIONE DEGLI IMPIANTI

Ingg. Mattia Tomasoni e Elia Cremona

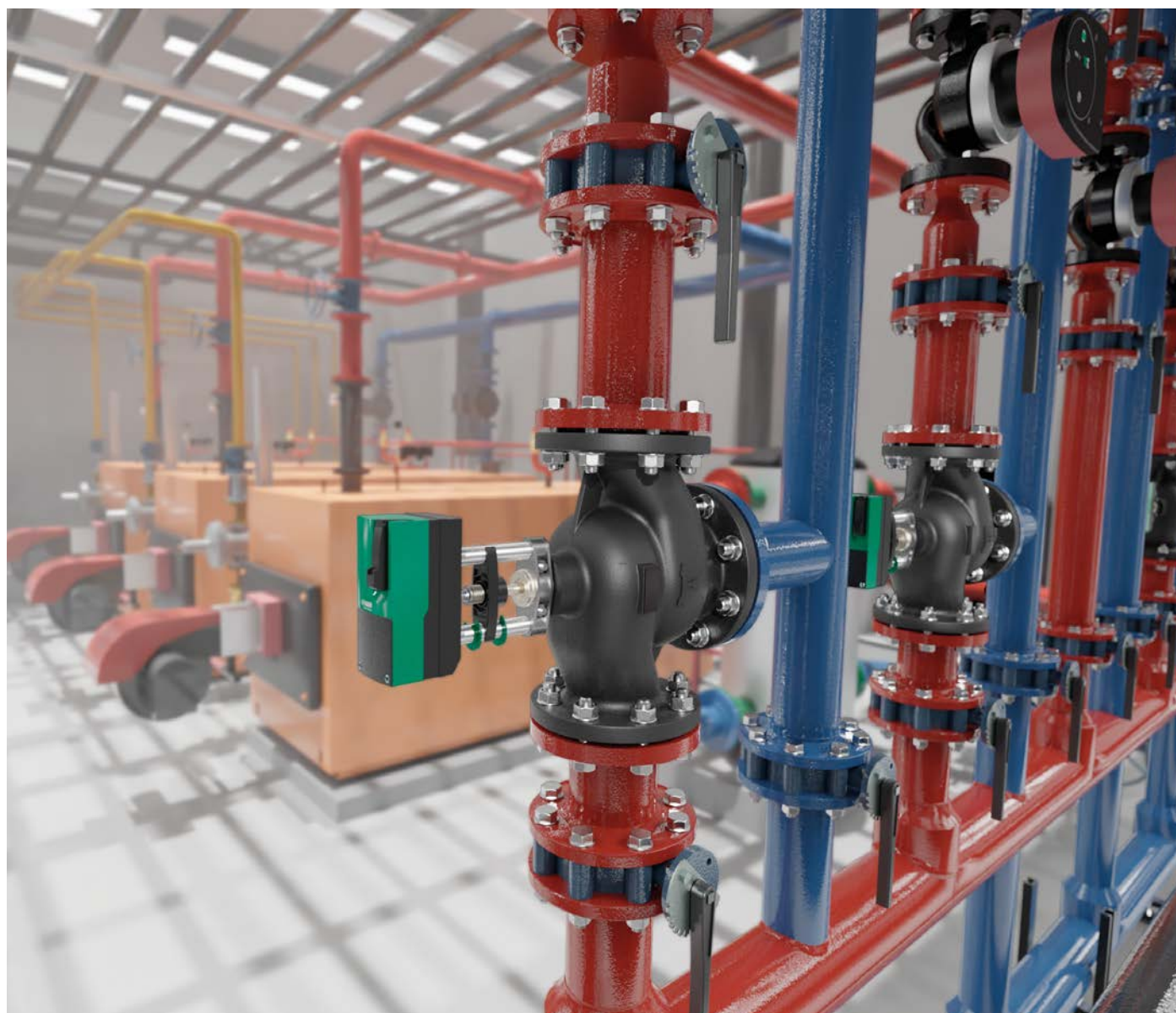
In questo numero di *Idraulica* tratteremo alcuni degli aspetti fondamentali legati alla regolazione degli impianti di climatizzazione. Il tema della regolazione è una materia molto vasta che si sviluppa in diversi ambiti e settori: ci soffermeremo in particolar modo sulle applicazioni di alcuni dispositivi, cioè le valvole di regolazione, che, attraverso opportuni controlli, permettono da una parte il mantenimento del benessere termico e dall'altra consentono di contenere il dispendio energetico degli edifici.

Nella prima parte della rivista tratteremo brevemente l'evoluzione delle valvole di regolazione, per poi concentrarci dapprima sul loro ruolo all'interno degli impianti, e poi analizzandone le varie tipologie e gli accorgimenti costruttivi che le contraddistinguono.

Dopodiché saranno presentati i circuiti di regolazione maggiormente adottati: per ciascuno di essi analizzeremo il principio di funzionamento e quali sono le corrette configurazioni di installazione assieme alle varianti più diffuse.

Verranno poi proposte alcune applicazioni attraverso l'utilizzo di schemi illustrati.

Infine, vedremo quali criteri adottare per il dimensionamento delle valvole di regolazione, aspetto molto importante per garantire le corrette condizioni di lavoro di questi componenti. A tale proposito, attraverso alcuni esempi, verranno presentati sia metodi di calcolo analitici sia più semplici ed immediati metodi grafici basati sull'utilizzo di diagrammi specifici.

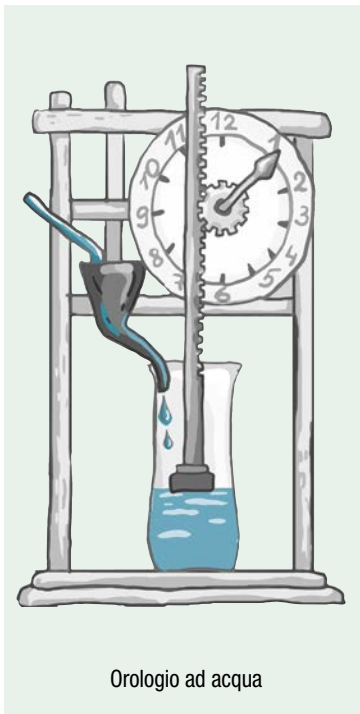


EVOLUZIONE DELLA REGOLAZIONE

I SISTEMI DI REGOLAZIONE AUTOMATICA

Nel corso della storia, l'uomo ha da sempre riscontrato la necessità di governare e controllare processi che lo aiutassero nello svolgimento delle sue azioni quotidiane. Questa esigenza ha portato allo sviluppo sempre più marcato di sistemi di regolazione automatica (anche detti controlli automatici), ovvero di quell'insieme di dispositivi che permettono di controllare macchine o impianti, guidandole verso un determinato comportamento desiderato. Questo risultato infatti è possibile grazie alle continue azioni correttive apportate dalle apparecchiature di controllo. Proprio questo è lo scopo di tali sistemi, sui quali oggi la società fa sempre più affidamento, anche negli oggetti di uso più comune.

I sistemi di regolazione automatica trovano applicazioni sin dall'antichità in vari ambiti riguardanti la pneumatica e l'idraulica. Casi di controlli automatici primordiali si possono riscontrare, ad esempio, nell'antica Grecia con le macchine di Erone, oppure nei complessi orologi ad acqua sviluppati dagli Arabi nel X secolo.



Orologio ad acqua

Ma è con la rivoluzione industriale che si ha un grande sviluppo di questi sistemi, soprattutto per il controllo del vapore e dei flussi a servizio delle macchine nelle diverse filiere produttive. È proprio in questo contesto che vengono ideate e formalizzate le teorie che ancora oggi sono alla base del controllo automatico.

Infine, l'ultima grande evoluzione è avvenuta durante la Seconda guerra mondiale, soprattutto in campo militare per la necessità di realizzare sistemi di puntamento automatici per la difesa aerea.

È in questo tragico contesto che si iniziano a realizzare ed applicare i circuiti elettronici per supportare i sistemi di regolazione automatica. Lo sviluppo di questi componenti è tuttora in continua evoluzione, ed ha portato all'introduzione di computer e microcomputer con logiche di controllo programmabili e dotati di software sempre più sofisticati, che sono alla base di molti dispositivi che oggi vengono quotidianamente utilizzati.

LE VALVOLE DI REGOLAZIONE

Tra i primi sistemi di regolazione progettati dall'uomo sono numerosi quelli aventi lo scopo di controllare i flussi d'acqua, sfruttando dispositivi di vario tipo, che tipicamente prendono il nome di "valvole di regolazione".

Le origini di queste applicazioni si possono riscontrare sin dall'antichità, quando nacque l'esigenza di deviare e controllare corsi d'acqua attraverso l'utilizzo rudimentale di pietre e rami. Le prime vere applicazioni di componenti specifici per il controllo dei flussi d'acqua si hanno con la nascita e lo sviluppo dell'Impero Romano. I Romani furono tra i primi a sviluppare e realizzare con notevole raffinatezza tecnica valvole in bronzo, in cui la rotazione di un cilindro forato permetteva o impediva il passaggio dell'acqua al loro interno.

Bisognerà aspettare il periodo del Rinascimento per avere un riscontro di un'effettiva evoluzione di questi componenti almeno a livello teorico: ne sono un'illustre testimonianza gli studi di Leonardo da Vinci.



Antiche valvole romane

È infine con la rivoluzione industriale che verranno sviluppate le valvole nelle forme che conosciamo. In questo ambito, grazie alle nuove tecnologie in campo di lavorazione dei metalli e ad approfonditi studi teorici, si iniziano a produrre i componenti, che tuttora utilizziamo in forma sempre più evoluta.



Valvola di regolazione moderna

LE VALVOLE DI REGOLAZIONE NEGLI IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO

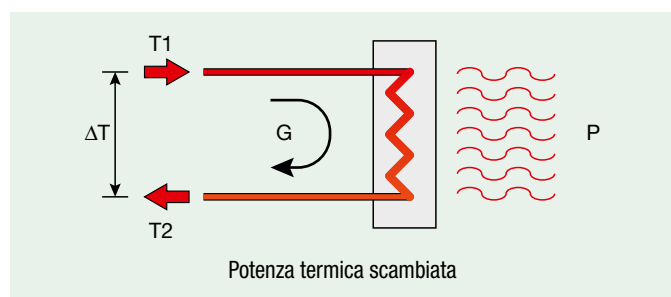
Gli impianti di riscaldamento e raffrescamento, siano essi semplici o complessi, hanno lo scopo di garantire le giuste condizioni di comfort negli ambienti. Per far fronte a tale esigenza, l'impianto e tutti i circuiti che lo costituiscono devono poter regolare l'emissione della corretta quantità di energia termica, in funzione dell'effettiva necessità. Il raggiungimento di questa condizione è "disturbato" da diversi fattori, quali, ad esempio, la variazione della temperatura esterna o altri fenomeni influenti (variazioni di carico, grado di affollamento, irraggiamento solare, etc..). Pertanto, risulta necessario compensare in modo continuativo l'effetto di tali fattori, agendo tramite opportuni dispositivi, ovvero le valvole di regolazione. Questi dispositivi sono utilizzati con lo scopo di riportare e mantenere il sistema alla condizione desiderata, se opportunamente comandati.

In altre parole, occorre quindi controllare la potenza emessa in un circuito di riscaldamento (o raffrescamento) e, per farlo, è importante conoscere da quali grandezze essa dipende. Nel caso di utilizzo di acqua come fluido termovettore, la potenza termica può essere espressa in maniera semplificata come:

$$P = G \cdot \Delta T$$

dove: P = potenza termica scambiata, kcal/h
 G = portata volumetrica, l/h
 ΔT = salto termico, °C

La potenza termica scambiata è quindi direttamente proporzionale alla portata e al salto termico.



Dalla precedente relazione, appare quindi evidente che variare la portata è un metodo efficace per controllare la potenza emessa. Un secondo metodo, consiste invece nel controllare il salto termico. Ciò può avvenire agendo sulla temperatura di miscelazione di due flussi, uno caldo ed uno più freddo, variandone opportunamente le portate.

Una valvola di regolazione è un dispositivo che, grazie a particolari accorgimenti costruttivi, è in grado di far opportunamente variare il flusso che la attraversa. Questo è reso possibile dalla capacità di modificare la sezione di passaggio della valvola in un intervallo compreso tra la sua completa apertura e la sua completa chiusura. Questa azione viene normalmente svolta da un servomotore.

Le valvole di regolazione sono componenti che fanno normalmente parte di un sistema di regolazione automatica. Lo studio di questa materia è particolarmente vasto e complesso, ma in modo molto semplificato un sistema di regolazione automatica è sempre costituito da tre elementi fondamentali:

- Il sensore di misura: è quel dispositivo in grado di misurare la grandezza che si vuole controllare, come, ad esempio, i sensori di temperatura.
- Il controllore o regolatore: ha il compito di effettuare un confronto tra il segnale ricevuto dal sensore e il valore desiderato della grandezza da controllare. In base a questa comparazione, il regolatore, tramite una opportuna logica, stabilisce come comandare l'organo di regolazione. Il termostato ne rappresenta un tipico esempio.
- L'organo di regolazione: è quel dispositivo che, opportunamente comandato dal controllore, consente di correggere la grandezza da regolare, con lo scopo di riportarla al valore desiderato. Le valvole di regolazione, unitamente ai loro servomotori, ne sono quindi un esempio all'interno di un impianto di riscaldamento.

Per poter meglio comprendere questi concetti, possiamo analizzare la similitudine con un semplice piatto di una bilancia a molla.



In questo sistema si deve controllare il livello del piatto mobile in modo da far raggiungere una determinata tacca dell'indicatore di livello. Questa azione è resa possibile da una serie prestabilita di pesi che l'operatore (controllore), in base a quanto visivamente misurato dall'indicatore di livello (sensore), aggiungerà o toglierà dalla bilancia (organo di regolazione).

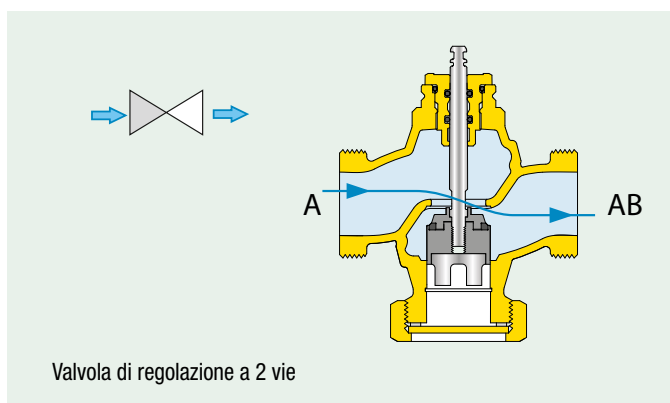
Per analogia, così come aggiungere o togliere i pesi alla bilancia modifica il livello, l'apertura o la chiusura di una valvola di regolazione modifica la portata che la attraversa.

VALVOLE DI REGOLAZIONE A 2 E 3 VIE

VALVOLE A 2 VIE

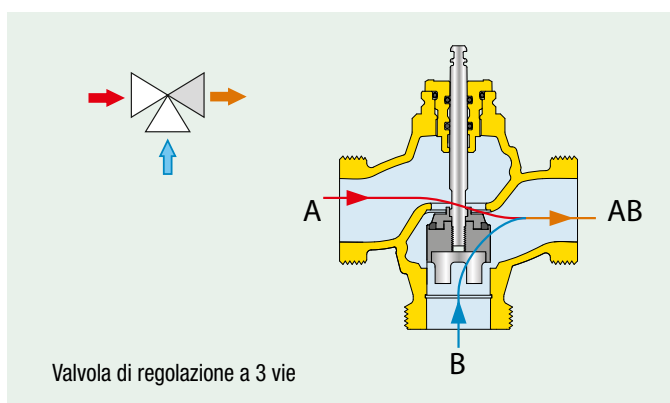
Sono valvole a due porte e, quindi, presentano un ingresso e un'uscita. Convenzionalmente l'ingresso è indicato con la lettera "A" e l'uscita con la lettera "AB".

Sostanzialmente sono composte da un corpo valvola e da un otturatore che, con il suo movimento, varia la luce di passaggio interna, opponendo quindi più o meno resistenza al flusso. Con tali caratteristiche, le valvole a due vie risultano adatte per il controllo della portata nei circuiti idraulici.



VALVOLE A 3 VIE

Sono valvole che presentano tre porte, di cui una, detta comune, rimane sempre aperta ed è generalmente indicata con le lettere "AB". Le altre due porte "A" e "B", anche dette indipendenti, possono essere parzialmente aperte o chiuse grazie al movimento dell'otturatore. Normalmente sono realizzate in modo tale che ad una apertura progressiva di una delle due porte indipendenti si ha una conseguente chiusura dell'altra e viceversa.

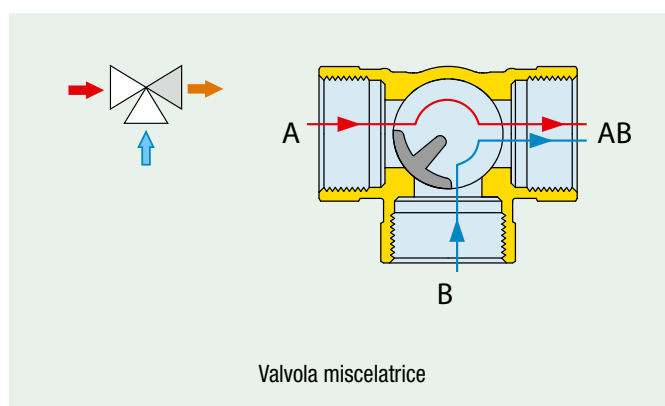


Quindi, un'apertura della via di passaggio tra "A" e "AB" corrisponde a una chiusura della via tra le porte "B" e "AB".

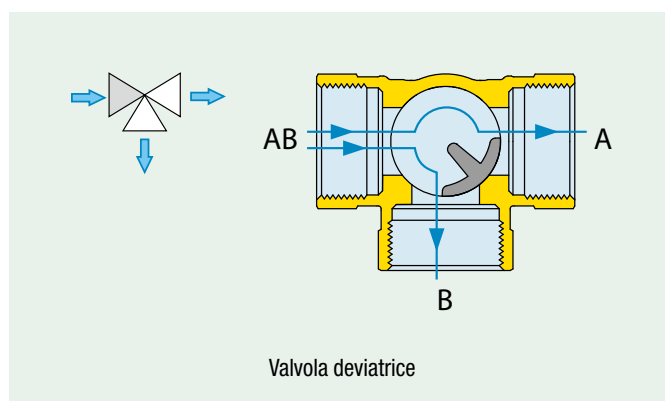
Queste valvole possono assumere differenti configurazioni, a seconda delle direzioni dei flussi fra le tre porte.

Se la valvola presenta due ingressi e un'uscita è detta valvola miscelatrice.

In questa configurazione, come suggerisce il nome stesso, la posizione dell'otturatore varia i flussi in ingresso dalle porte "A" e "B" che si uniscono in un unico flusso in uscita attraverso la porta comune "AB". In questo modo è possibile regolare la percentuale di miscelazione dei flussi in ingresso, passando da un flusso totalmente proveniente dalla porta "A" ad uno totalmente derivato dalla porta "B". Di conseguenza, le posizioni intermedie dell'otturatore stabiliscono la percentuale di miscelazione dei flussi in ingresso.



Questa configurazione è principalmente utilizzata per le regolazioni di temperatura, sfruttando la miscelazione di flussi in ingresso a temperature diverse allo scopo di ottenere la temperatura desiderata in uscita.



Se invece la valvola presenta un ingresso e due uscite, viene detta valvola deviatrice. In questo modo di funzionamento il flusso proveniente dalla via comune "AB" viene deviato verso le porte "A" o "B". Di conseguenza, le posizioni intermedie dell'otturatore determinano una precisa quota di ripartizione del flusso tra le due vie di uscita.

Grazie a questa modalità di funzionamento, le valvole a tre vie in configurazione deviatrice sono utilizzate per il controllo della portata, senza però variare il flusso in ingresso alla valvola.

TIPOLOGIE COSTRUTTIVE DI VALVOLE

In generale, ne esistono di molte varianti, a seconda dell'applicazione. Volendo porre l'attenzione all'ambito della regolazione, trascureremo le valvole meno indicate a tale scopo, quali le valvole a farfalla o diaframma.

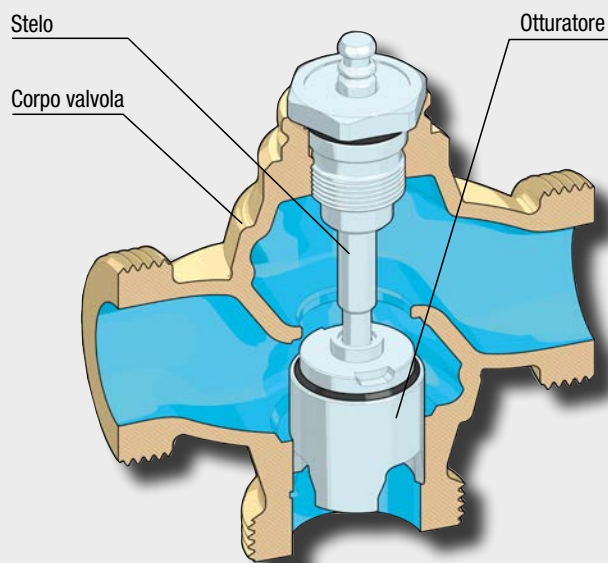
La quasi totalità delle valvole di regolazione si suddividono principalmente in valvole a globo (dette anche ad otturatore) o a settore.

Va inoltre citato il caso molto particolare della valvola a sfera: tradizionalmente questa tipologia è utilizzata a scopo di intercettazione, ma alcuni produttori, lavorando opportunamente il foro di passaggio, riescono a renderla adatta alla regolazione.

Di seguito possiamo riassumere le caratteristiche principali delle due tipologie costruttive delle valvole di regolazione più diffuse:

VALVOLE A GLOBO

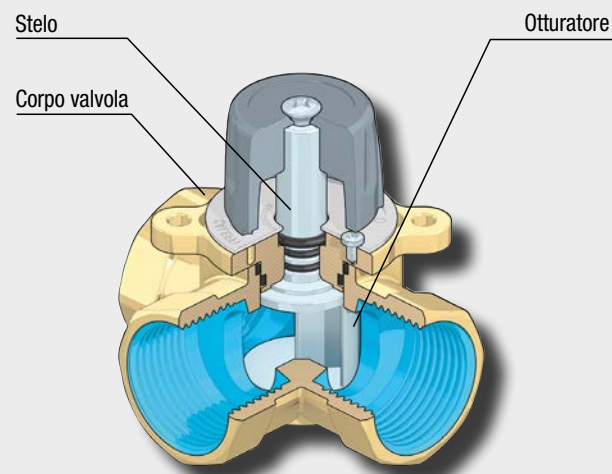
In queste valvole l'otturatore ha un movimento lineare grazie al collegamento meccanico con un organo mobile detto stelo.



- Richiedono maggior spazio di installazione
- Hanno caratteristiche di regolazione più precise
- Presentano un trafilamento limitato
- Possono raggiungere un'elevata resistenza alla pressione statica

VALVOLE A SETTORE

In queste valvole l'otturatore ruota sul proprio asse aprendo le opportune luci sulle sedi della valvola. Il movimento è quindi rotativo.



- Sono valvole compatte
- La caratteristica di regolazione è meno precisa
- Sono maggiormente soggette al fenomeno del trafilamento
- Hanno una resistenza limitata alla pressione statica

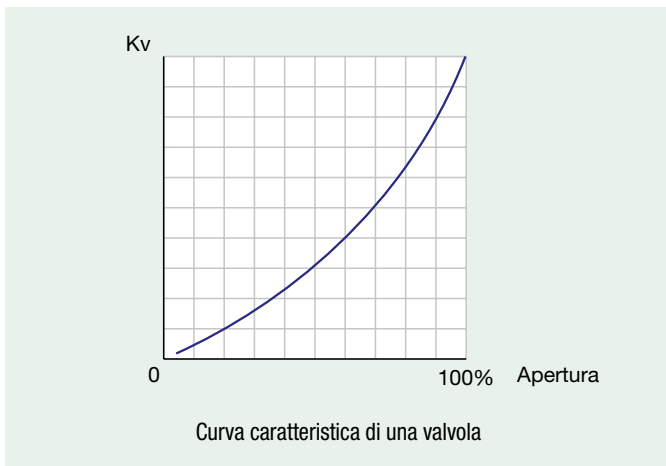
CARATTERISTICHE DELLE VALVOLE DI REGOLAZIONE

In seguito, analizzeremo le principali proprietà delle valvole di regolazione, cercando di evidenziare quali sono le soluzioni costruttive che sono in grado di rendere efficaci le loro prestazioni.

LA CURVA CARATTERISTICA

La curva caratteristica di una valvola di regolazione definisce il modo in cui essa regola la portata al variare del grado di apertura, cioè al variare della corsa del proprio otturatore. Sperimentalmente i produttori ricavano curve, del tipo riportato nel grafico sottostante, che riportano il valore di K_v della valvola al variare della corsa dell'otturatore.

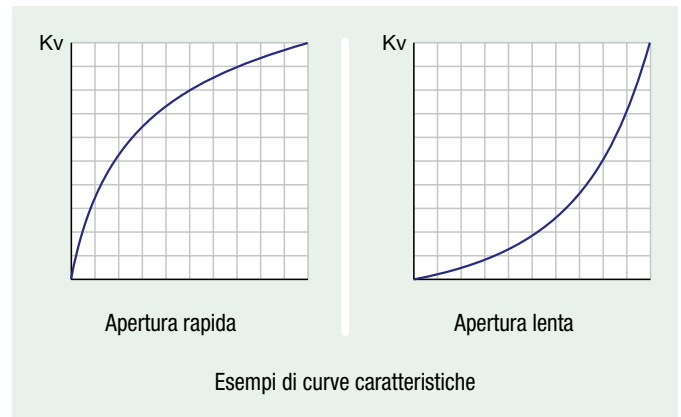
Grazie a questo diagramma è possibile calcolare le perdite di carico in ogni condizione di funzionamento della valvola. Per tale motivo viene definita curva caratteristica della valvola di regolazione.



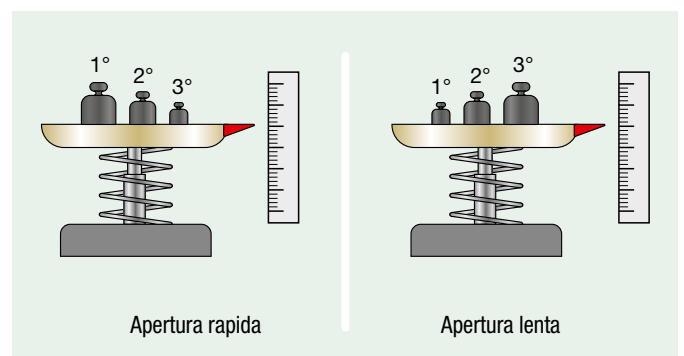
Generalmente, curve caratteristiche simili, tipiche di valvole uguali ma di misure diverse, vengono raggruppate in un unico diagramma che riporta il valore K_v/K_{vs} al variare del grado di apertura (K_{vs} si riferisce al valore di K_v nella condizione di valvola tutta aperta).

Dall'analisi delle curve caratteristiche risulta semplice intuire il funzionamento di questi dispositivi:

- valvole costruite in modo da avere una apertura rapida nella prima parte della loro corsa presentano curve inizialmente molto ripide, ma che tendono poi ad appiattirsi. Ne consegue che componenti di questo tipo, già a partire da bassi gradi di apertura, consentono il passaggio di gran parte della loro portata massima;
- valvole con caratteristica di apertura lenta, presentano curve inizialmente piatte che via via diventano sempre più verticali. In questo modo, bassi gradi di apertura corrispondono a portate limitate rispetto al flusso in condizione di totale apertura.



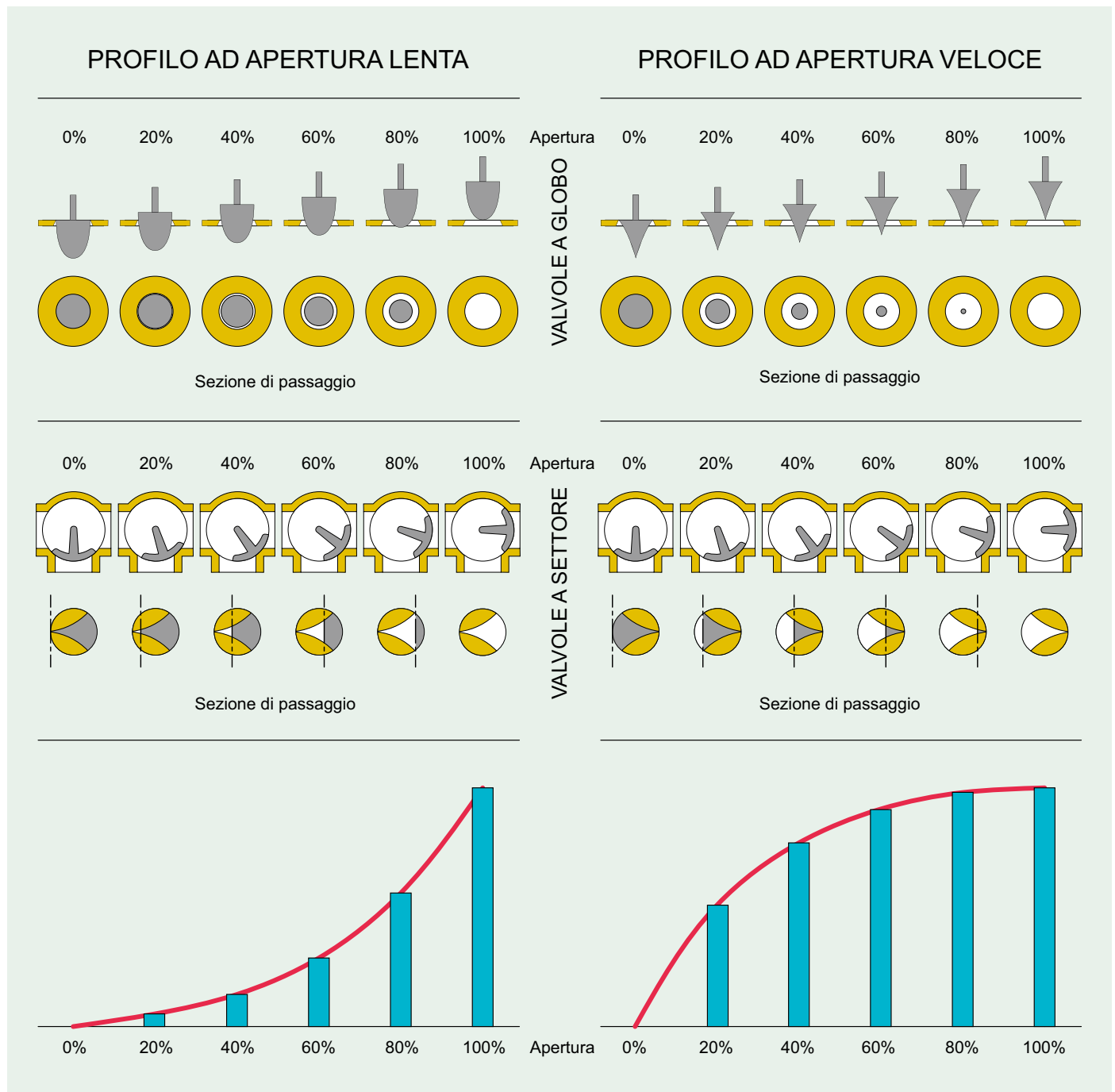
Riprendendo l'analogia tra la regolazione della portata da parte di una valvola e il livello raggiunto dalla bilancia, la caratteristica della valvola può essere rappresentata da un insieme di pesi a disposizione dell'operatore. Immaginando che i pesi possano essere utilizzati in un ordine prestabilito, una valvola ad apertura rapida può essere associata all'utilizzo di pesi dapprima di elevata massa e man mano più leggeri. In questo modo, i primi pesi posizionati sulla bilancia provocheranno un forte spostamento, ma sempre più ridotto all'aggiunta degli ultimi. Invece, una valvola ad apertura lenta, può essere rappresentata dalla situazione esattamente opposta, ovvero posizionando pesi via via sempre più pesanti sulla bilancia.



METODI DI CARATTERIZZAZIONE

Le valvole di regolazione possono essere costruite in modo da ottenere differenti comportamenti idraulici. Ciò è possibile intervenendo sulle geometrie interne dei componenti in fase progettuale e costruttiva.

In particolare, nelle valvole a globo, vengono opportunamente sagomati gli otturatori; nelle valvole a settore, invece, possono essere ricavate specifiche forme delle sezioni di passaggio in funzione del comportamento che si vuole ottenere.



TIPOLOGIE DI CARATTERIZZAZIONE

È facile intuire che si possono realizzare molti differenti disegni di profili di otturatori o sagome delle sedi, e, conseguentemente ottenere diverse caratterizzazioni delle valvole.

Nella termoregolazione le caratterizzazioni maggiormente diffuse sono la caratteristica lineare e la caratteristica equipercentuale.

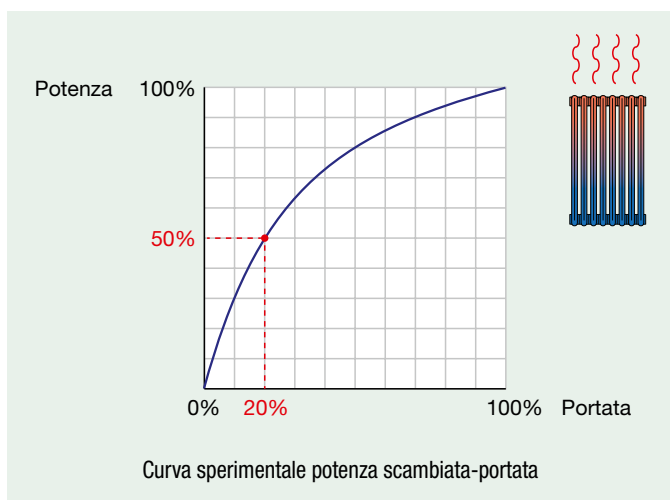
CARATTERISTICA TERMICA DEGLI SCAMBIATORI

Nell'ambito degli impianti di condizionamento, lo scopo di molte regolazioni è quello di regolare la potenza termica scambiata. Questa, a parità di altri fattori, non risulta proporzionale alla portata che attraversa lo scambiatore.

Per meglio comprendere questo fenomeno, si può prendere in considerazione il semplice caso di un radiatore che lavora alla potenza di progetto. Vediamo nella tabella a lato come cambia la potenza termica emessa dal radiatore quando la portata che lo attraversa diminuisce.

Portata		Potenza
100%	➔	100%
90%	➔	96%
80%	➔	88%
...	➔	...
40%	➔	73%
30%	➔	64%

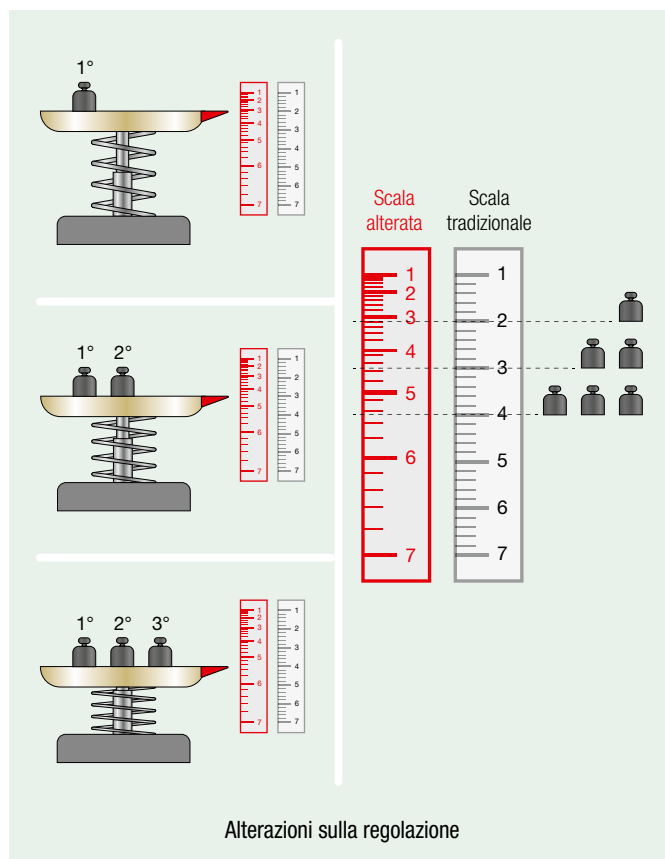
Riportando su un grafico questo andamento avremmo curve del tipo sotto riportato. Si può notare come inizialmente, a partire dalla condizione di pieno carico, la riduzione di portata provoca una diminuzione molto contenuta della potenza. Ad esempio, se si vuole ottenere una riduzione della potenza emessa del 50% occorre ridurre la portata fino al 20% di quella di progetto. Tuttavia, a portate più basse, le prestazioni del calorifero crollano molto repentinamente.



Questo comportamento è tipico per tutti i fenomeni di scambio termico come ventilconvettori, scambiatori di calore, tubi radianti ecc.

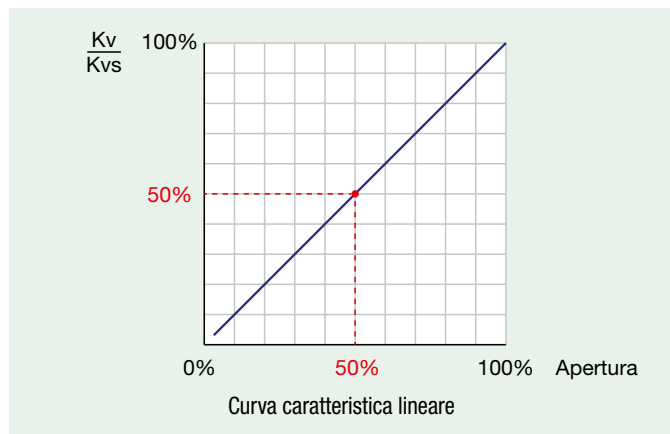
Da questa analisi, si può comprendere che una accurata regolazione della potenza termica è possibile solo grazie ad un preciso e progressivo controllo della portata, e quindi, come vedremo, attraverso l'utilizzo di valvole costruite con una caratteristica adatta a tale scopo.

Riprendendo l'analogia della bilancia, la curva della potenza emessa dal radiatore può essere rappresentata come una scala di lettura alterata dell'indicatore di livello. In tale situazione si può notare come ciascun peso di pari massa aggiunto sulla bilancia abbia un effetto regolante differente rispetto alla situazione tradizionale, con conseguente difficoltà nel raggiungimento della posizione desiderata dall'operatore.



CARATTERISTICA DI REGOLAZIONE LINEARE

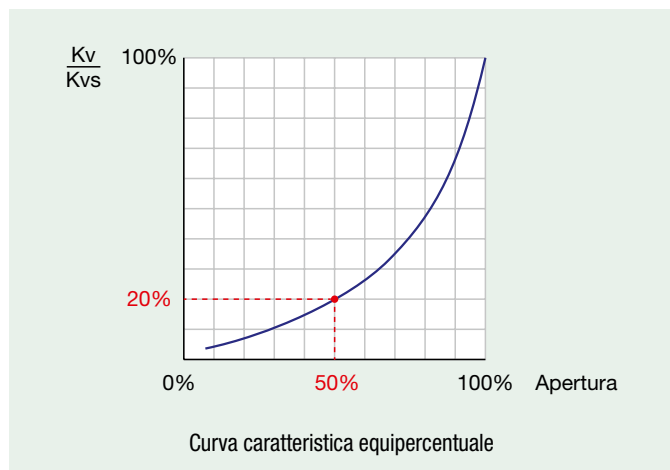
Le valvole con caratteristica lineare sono in grado di far variare la portata proporzionalmente al loro grado di apertura. Pertanto, la percentuale di apertura della valvola corrisponde in ugual misura a quella della portata che la attraversa.



A prima vista, una valvola a caratteristica lineare può sembrare la più adatta alla regolazione: possiede infatti lo stesso comportamento per tutta la corsa. In effetti, questo è vero se lo scopo è esclusivamente quello di regolare la portata. Tuttavia, utilizzando valvole di questo tipo per il controllo della potenza termica, si avrebbero non poche difficoltà di regolazione. Queste valvole infatti ricalcherebbero il comportamento tipico dei fenomeni di scambio termico, e di conseguenza sarebbero costrette a funzionare, con scarsa efficacia, solo a bassi gradi di apertura.

CARATTERISTICA DI REGOLAZIONE EQUIPERCENTUALE

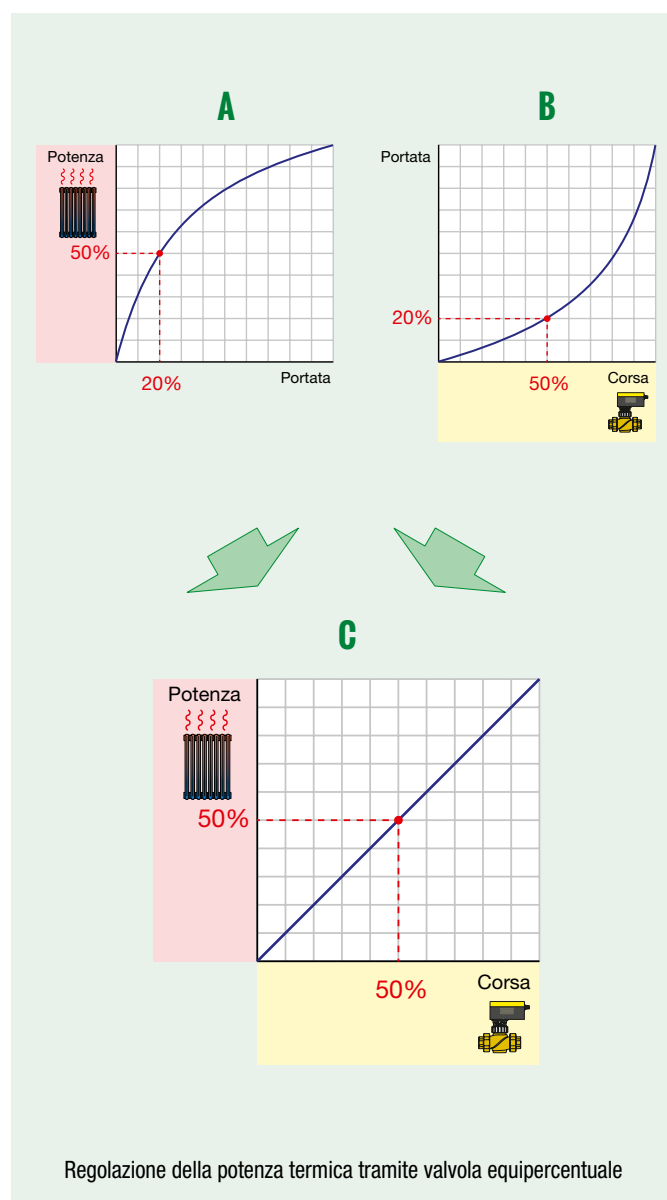
Per compensare la caratteristica termica degli scambiatori e migliorare l'efficacia nella regolazione della potenza, sono state ideate e realizzate dai costruttori valvole ad apertura lenta, comunemente dette equipercettuali.



Valvole di questo tipo presentano una curva caratteristica molto piatta a bassi gradi di apertura ma che diventa via via sempre più "ripida" quanto più ci si avvicina all'apertura massima.

In riferimento ai seguenti diagrammi, si può notare come la potenza emessa dal radiatore si dimezza quando è attraversato da una portata pari al 20% di quella massima (diagramma A). Nella valvola equipercettuale rappresentata, questo valore di portata è raggiunto proprio alla metà della corsa (diagramma B).

In questo modo, come si intuisce dal diagramma risultante (C) sotto riportato, la potenza emessa risulta proporzionale al grado di apertura della valvola. Grazie a questo accorgimento, le valvole con caratteristica equipercettuale sono in grado di sfruttare efficacemente tutta la loro corsa nelle applicazioni in cui è richiesto il controllo dell'emissione termica.



DIMENSIONAMENTO DELLE VALVOLE DI REGOLAZIONE: L'AUTORITÀ DELLE VALVOLE

I più comuni dispositivi di un circuito idraulico vengono solitamente dimensionati cercando di ridurre le perdite di carico che il componente stesso genera. Questo aspetto, negli ultimi anni, è preso sempre più in considerazione anche per una maggiore attenzione al risparmio energetico.

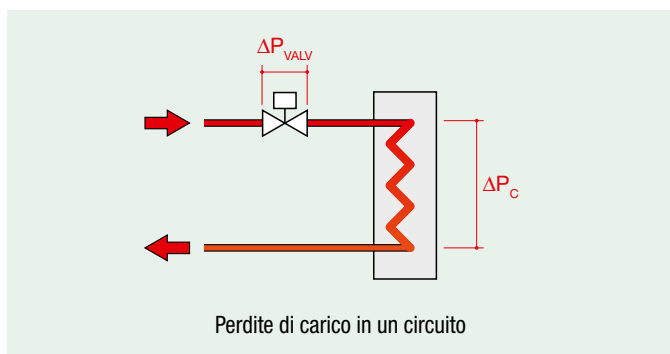
A prima vista, si può pensare di seguire un criterio simile anche per il dimensionamento delle valvole di regolazione, ma, come vedremo in seguito, questo approccio potrebbe comportare scarse prestazioni della valvola e, quindi, conseguenti malfunzionamenti degli impianti. In tale ambito, occorre tenere in considerazione che impianti mal regolati provocano sprechi energetici ben maggiori rispetto all'eventuale risparmio dato dalla scelta di una valvola con basse perdite di carico.

Per meglio comprendere come dimensionare una valvola di regolazione, è necessario introdurre il concetto di autorità. Questa caratteristica è importante in quanto permette di valutare la capacità di regolare la portata della valvola all'interno del circuito idraulico in cui è installata, e può essere calcolata con la seguente formula:

$$a = \frac{\Delta P_{VALV}}{\Delta P_{VALV} + \Delta P_C}$$

dove: ΔP_{VALV} = perdita di carico della valvola alla portata di progetto (in completa apertura)

ΔP_C = perdite di carico di tutti i componenti del circuito, esclusa quella della valvola



In altre parole, il valore di autorità esprime quanto è grande la caduta di pressione della valvola (tutta aperta) rispetto alle perdite di carico totali del circuito (valvola compresa), e ciò si traduce in una maggiore o minore efficacia nel far variare la portata. Infatti, in caso la valvola di regolazione scelta abbia ad esempio perdite di carico eccessivamente basse, questa non sarebbe in grado di regolare la portata in maniera apprezzabile per la maggior parte della sua corsa di apertura. Solamente in prossimità della posizione di chiusura comincerebbe ad avere un effetto regolante. Chiaramente questa condizione non è accettabile, in quanto le prestazioni di regolazione sarebbero del tutto insoddisfacenti. Allo scopo di effettuare un corretto dimensionamento delle valvole di regolazione, possiamo affermare che:

- bassi valori di autorità comportano basse perdite di carico della valvola (sovra-dimensionamento) ma scarsa capacità di regolare la portata all'interno del circuito;
- alti valori di autorità generano elevate perdite di carico (sotto-dimensionamento) ma una marcata efficacia nella regolazione della portata.

Dalle precedenti considerazioni, si deduce quindi che è opportuno ricercare il miglior compromesso tra le prestazioni di regolazione ed il contenimento dei costi di pompaggio. I valori di autorità ottimali a tale proposito sono tipicamente i seguenti:

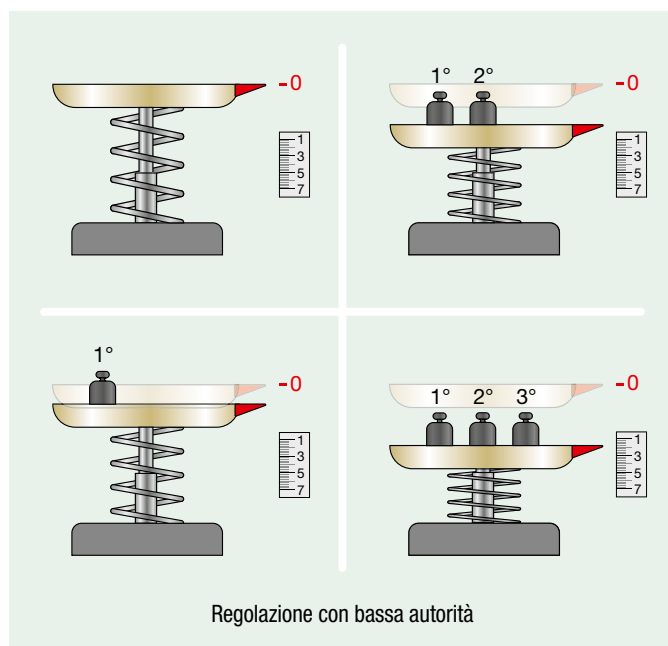
$$a = 0,3 \div 0,5$$

In maniera più intuitiva, ciò significa che valori pratici di dimensionamento sono quelli per cui si ha una perdita di carico della valvola pari almeno alla metà di quelle rimanenti del circuito, o ancor meglio pari ad esse:

$$a \approx 0,3 \rightarrow \Delta P_{VALV} \approx 0,5 \cdot \Delta P_C$$

$$a = 0,5 \rightarrow \Delta P_{VALV} = 1 \cdot \Delta P_C$$

Per analogia, il comportamento di una valvola di regolazione con bassa autorità descritto in precedenza, si può paragonare ad una bilancia dotata di una corsa molto lunga rispetto alla propria scala di regolazione. Fino a che non viene aggiunto un numero di pesi tali da rientrare nella scala, il piatto della bilancia si muove senza effetto. Perciò, i primi pesi posizionati sul piatto non hanno un effetto regolante, così come una valvola sovradimensionata "spreca" gran parte della sua corsa utile.



Approfondimento: effetto dell'autorità delle valvole di regolazione

Per meglio comprendere l'effetto dell'autorità delle valvole di regolazione, cerchiamo di analizzare ciò che accade in un semplice circuito, in cui si vuole poter controllare efficacemente la portata. A tale scopo, consideriamo la scelta di tre differenti valvole, dotate di curva caratteristica lineare, abbinata al medesimo circuito.

Valvola A: $Kvs_A = 18 \text{ m}^3/\text{h}$

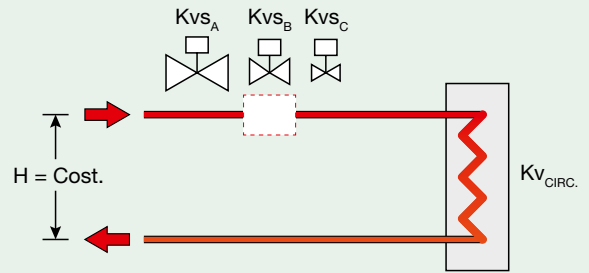
Valvola B: $Kvs_B = 6 \text{ m}^3/\text{h}$

Valvola C: $Kvs_C = 3 \text{ m}^3/\text{h}$

Portata di progetto: $G = 1500 \text{ l/h}$

Coefficiente perdite di carico del circuito: $Kv_{CIRC} = 6 \text{ m}^3/\text{h}$

Prevalenza disponibile costante: $H = \text{cost}$



Si calcolano le perdite di carico del circuito:

$$\Delta P_{CIRC} = 0,01 \cdot (G/Kv_{CIRC})^2 = 0,01 \cdot (1500/6)^2 = 625 \text{ mm c.a.}$$

Caso A

Si calcolano le perdite di carico della valvola A:

$$\Delta P_A = 0,01 \cdot (G/Kv_A)^2 = 0,01 \cdot (1500/18)^2 = 69 \text{ mm c.a.}$$

L'autorità della valvola risulta:

$$a_A = \Delta P_A / (\Delta P_A + \Delta P_{CIRC}) = 69 / (69 + 625) = 0,10$$

La prevalenza disponibile al circuito è pari a:

$$H_A = \Delta P_A + \Delta P_{CIRC} = 69 + 625 = 694 \text{ mm c.a.}$$

Caso B

Si calcolano le perdite di carico della valvola B:

$$\Delta P_B = 0,01 \cdot (G/Kv_B)^2 = 0,01 \cdot (1500/6)^2 = 625 \text{ mm c.a.}$$

L'autorità della valvola risulta:

$$a_B = \Delta P_B / (\Delta P_B + \Delta P_{CIRC}) = 625 / (625 + 625) = 0,50$$

La prevalenza disponibile al circuito è pari a:

$$H_B = \Delta P_B + \Delta P_{CIRC} = 625 + 625 = 1250 \text{ mm c.a.}$$

Caso C

Si calcolano le perdite di carico della valvola C:

$$\Delta P_C = 0,01 \cdot (G/Kv_C)^2 = 0,01 \cdot (1500/3)^2 = 2500 \text{ mm c.a.}$$

L'autorità della valvola risulta:

$$a_C = \Delta P_C / (\Delta P_C + \Delta P_{CIRC}) = 2500 / (2500 + 625) = 0,8$$

La prevalenza disponibile al circuito è pari a:

$$H_C = \Delta P_C + \Delta P_{CIRC} = 2500 + 625 = 3125 \text{ mm c.a.}$$

Di seguito, si valuta per ciascuna valvola, la capacità di regolazione nel caso di grado di apertura del 75%.

Caso A (75% apertura)

Si calcola il Kv della valvola A al 75% di apertura:

$$Kv_{A(75\%)} = 0,75 \cdot Kvs_A = 0,75 \cdot 18 = 13,5$$

Nota la prevalenza disponibile al circuito pari ad H_A è possibile ricavare la portata dalla relazione:

$$H_A = \Delta P_{A(75\%)} + \Delta P_{CIRC(75\%)} = 0,01 \cdot \left(\frac{G_{A(75\%)}}{Kv_{A(75\%)}} \right)^2 + 0,01 \cdot \left(\frac{G_{A(75\%)}}{Kv_{CIRC}} \right)^2$$

da cui:

$$G_{A(75\%)} = 10 \cdot \frac{Kv_{A(75\%)} \cdot Kv_{CIRC}}{\sqrt{Kv_{A(75\%)}^2 + Kv_{CIRC}^2}} \cdot \sqrt{H_A} = 10 \cdot \frac{13,5 \cdot 6}{\sqrt{13,5^2 + 6^2}} \cdot \sqrt{694} = 1445 \text{ l/h}$$

Caso B (75% apertura)

Si calcola il Kv della valvola B al 75% di apertura:

$$Kv_{B(75\%)} = 0,75 \cdot Kvs_B = 0,75 \cdot 6 = 4,5$$

Nota la prevalenza disponibile al circuito pari ad H_B è possibile ricavare la portata:

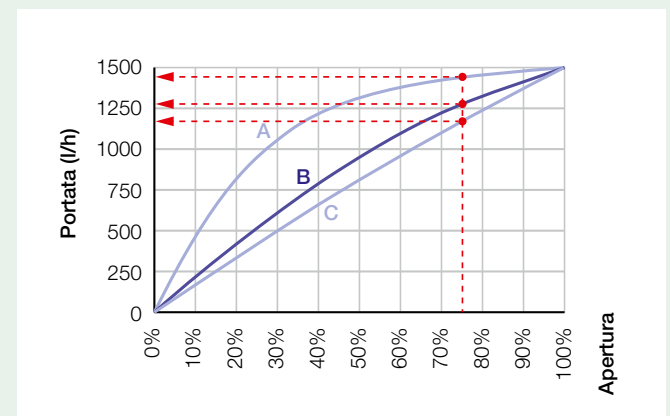
$$G_{B(75\%)} = 10 \cdot \frac{Kv_{B(75\%)} \cdot Kv_{CIRC}}{\sqrt{Kv_{B(75\%)}^2 + Kv_{CIRC}^2}} \cdot \sqrt{H_B} = 10 \cdot \frac{4,5 \cdot 6}{\sqrt{4,5^2 + 6^2}} \cdot \sqrt{1250} = 1273 \text{ l/h}$$

Caso C (75% apertura)

Caso C al 75% di apertura procedendo in maniera analoga al caso visto in precedenza

$$G_{C(75\%)} = 1177 \text{ l/h}$$

In maniera del tutto analoga, si può procedere a calcolare le portate regolate a diverse aperture (50%, 25% e così via...), costruendo, per ciascun caso, un grafico rappresentativo come quello sotto riportato.



Considerazioni:

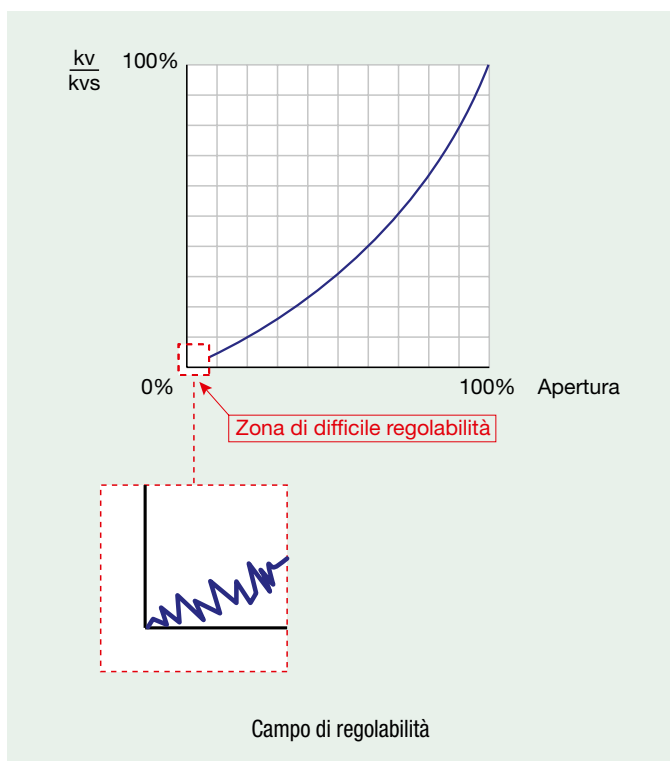
Valvola A: avendo una bassa autorità pari a 0,1, non è efficace nella regolazione della portata. Per gran parte del suo grado di apertura infatti la portata nel circuito non si modifica sensibilmente.

Valvola B: con una autorità pari a 0,5, risulta il miglior compromesso tra la capacità di regolazione ed il contenimento dei costi di pompaggio.

Valvola C: ha una autorità molto elevata pari a 0,8 ed ha quindi capacità di regolazione elevate a fronte tuttavia di una prevalenza necessaria molto alta.

REGOLABILITÀ

È piuttosto intuitivo che, ai fini della regolazione, la condizione di lavoro ideale di una valvola sarebbe quella in cui si riesce a sfruttare l'intera corsa di apertura. Tuttavia, per problemi costruttivi e limiti dati dalle tolleranze di lavorazione, le valvole non sono fisicamente in grado di regolare accuratamente in prossimità del punto di chiusura.



Con il termine regolabilità di una valvola si indica il campo di lavoro in cui questa è in grado di regolare progressivamente la portata. Questa proprietà è valutabile sperimentalmente come il rapporto tra la portata regolata a completa apertura e quella minima regolabile in prossimità della posizione di chiusura. Più precisamente, per poter rendere indipendente dalla portata il valore di regolabilità, si calcola normalmente come il rapporto tra il coefficiente di flusso K_v a completa apertura (normalmente indicato come K_{vs}) e quello minimo regolabile in prossimità della posizione di chiusura (normalmente indicato come $K_{v_{MIN}}$).

Ad esempio, una valvola con regolabilità pari a 20 è in grado di regolare la portata sino a valori pari ad un ventesimo di quella che la attraversa quando è completamente aperta.

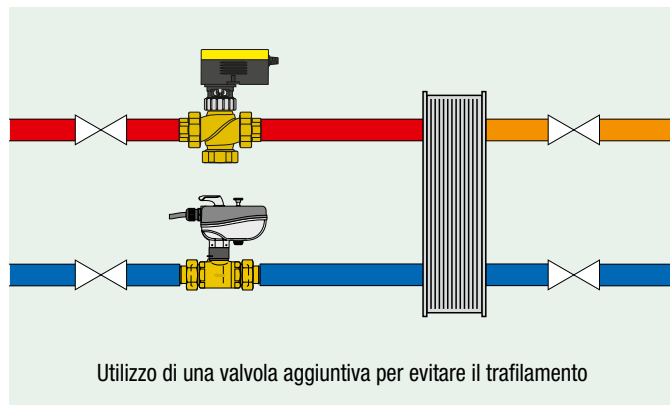
TRAFILAMENTO

Indica e quantifica il passaggio di flusso per una valvola in posizione di completa chiusura.

Le valvole di regolazione in genere non presentano una tenuta perfetta in questa condizione. Normalmente questo non rappresenta un problema, in quanto bassi valori di portata di trafilamento non incidono generalmente sui processi regolati, ed anzi in certi casi può rappresentare un vantaggio. È questo, ad esempio, il caso delle batterie delle unità di trattamento aria, dove un piccolo trafilamento di portata migliora il tempo di risposta della macchina durante gli avviamenti e, inoltre, previene il completo raffreddamento delle batterie allontanando il pericolo di gelo nei mesi invernali.

Tuttavia, in altre applicazioni il trafilamento può essere causa di malfunzionamenti o addirittura danni. Basti pensare ad esempio al caso di scambiatori di calore a servizio delle reti di riscaldamento. Il pericolo è rappresentato dal fatto che, quando non sussiste richiesta a valle dello scambiatore, la continua circolazione di portata può provocare vaporizzazione del fluido, con conseguenti possibili danni nonché pericoli per la salute.

In queste situazioni impiantistiche è opportuno scegliere valvole a trafilamento nullo, oppure prevedere una valvola aggiuntiva che abbia l'unica funzione di intercettare il circuito primario in caso di mancata richiesta da parte dell'utenza.



SERVOMOTORI PER VALVOLE DI REGOLAZIONE

I servomotori abbinabili alle valvole di regolazione sono i componenti che, opportunamente comandati, hanno la funzione di determinare il grado di apertura delle valvole, determinandone quindi la posizione dell'otturatore.

Sono essenzialmente composti da:

- un motore elettrico, in grado di fornire l'energia meccanica utile al movimento;
- una trasmissione meccanica, che ha la funzione principale di amplificare la coppia del motore;
- contatti elettrici, per l'alimentazione del motore e la gestione dei comandi di apertura o chiusura

In base alla tipologia costruttiva della valvola, si possono distinguere servomotori di tipo lineare e di tipo rotativo.

I servomotori di tipo lineare vengono accoppiati alle valvole del tipo a globo, e vengono definiti tali in quanto imprimono un spostamento lungo un asse. In questo caso, la trasmissione meccanica svolge anche la funzione di trasformare la rotazione prodotta dal motore in un moto lineare. I servomotori di tipo rotativo, invece, vengono accoppiati alle valvole di tipo a settore o a sfera, le quali, come descritto a pag. 9, sfruttano la rotazione per svolgere la loro funzione.

CARATTERISTICHE SERVOMOTORI LINEARI

- corsa, che indica la lunghezza utile entro cui possono movimentare l'otturatore
- forza, ovvero la spinta che riesce a generare il servomotore al fine di vincere la resistenza al movimento
- tempo di corsa, indicativo della durata di una movimentazione completa lungo tutta la corsa

CARATTERISTICHE SERVOMOTORI ROTATIVI

- angolo di rotazione, ovvero l'ampiezza dell'angolo entro cui effettuano la rotazione, che tipicamente è di 90° o 180°
- coppia, indice della capacità di imprimere la rotazione opponendosi alle resistenze a tale movimento
- tempo di rotazione, ovvero la durata di una rotazione completa

L'alimentazione dei servomotori può essere pneumatica o elettrica. Nelle comuni applicazioni per impianti di riscaldamento e condizionamento, i servomotori sono quasi esclusivamente alimentati con energia elettrica. Per questo motivo prenderemo in considerazione solamente questa tipologia.

Oltre alle caratteristiche citate, analizzeremo in seguito le modalità di azionamento dei servomotori, approfondendo quali sono i più diffusi segnali di comando che ne controllano il funzionamento.

SERVOMOTORI CON COMANDO A 3 PUNTI

Sono contraddistinti dalla presenza di due contatti che possono essere alternativamente alimentati per azionare il motore. L'alimentazione di uno o dell'altro contatto determina rispettivamente un movimento in senso di apertura o chiusura. Nel caso in cui nessuno dei contatti venga alimentato, la posizione del motore rimane invariata.

Un servomotore a 3 punti può quindi trovarsi in tre differenti stati a seconda del segnale di comando che riceve:

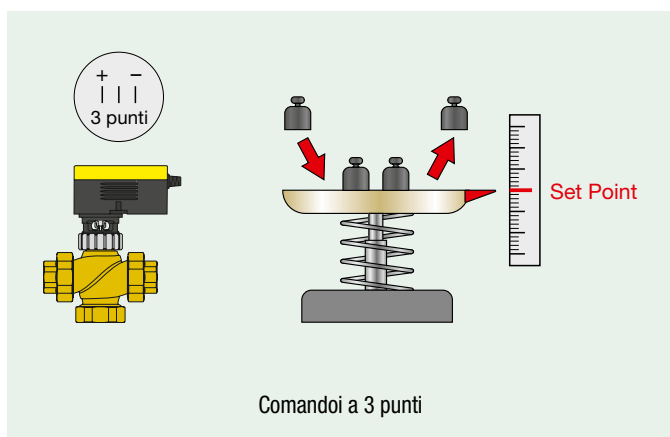
- apertura, per il tempo in cui viene alimentato il relativo contatto;
- chiusura, quando viene alimentato il contatto specifico;
- fermo marcia, quando nessuno dei due contatti viene alimentato.

Sulla base di queste caratteristiche di funzionamento, il servomotore si muove fino a quando vi è alimentazione, mentre invece, in mancanza di questa, rimane fermo nell'ultima posizione regolata.

Al fine di ovviare a problematiche quali surriscaldamento e usura, si ricorre spesso a contatti ausiliari o specifici componenti elettronici che hanno la funzione di togliere tensione al motore quando questo raggiunge i limiti di corsa.

Il sistema di regolazione in abbinamento a questo tipo di servomotore ha come limite il fatto di non conoscere l'effettiva posizione della valvola, e tipicamente agisce attivando per brevi intervalli di tempo successivi lo stato di apertura o di chiusura. Per tale caratteristica, questa logica di controllo viene comunemente detta di tipo "incrementale", poiché il regolatore invia dei segnali di comando che hanno l'effetto di aprire (o chiudere) la valvola attraverso piccoli incrementi successivi.

Se volessimo rappresentare questo funzionamento tramite l'analogia della bilancia, è come se l'operatore, dovendo regolare l'altezza del piatto, avesse la sola possibilità di controllarne la posizione e poi aggiungere o togliere un peso alla volta. L'insieme di pesi disponibili all'operatore sono tutti della medesima dimensione.



Comandoi a 3 punti

Normalmente, è possibile impostare sul regolatore la durata degli impulsi di apertura o chiusura. Nella nostra analogia ciò corrisponde alla possibilità di decidere la dimensione dei pesi a disposizione dell'operatore. Impulsi di lunga durata (equivalenti quindi a pesi di grande dimensione) possono causare il problema del pendolamento, ovvero continue oscillazioni al di sopra e al di sotto del punto di regolazione richiesto. Al contrario impulsi di breve durata (e quindi equivalenti a piccoli pesi) possono causare tempi di risposta del sistema regolato molto lenti.

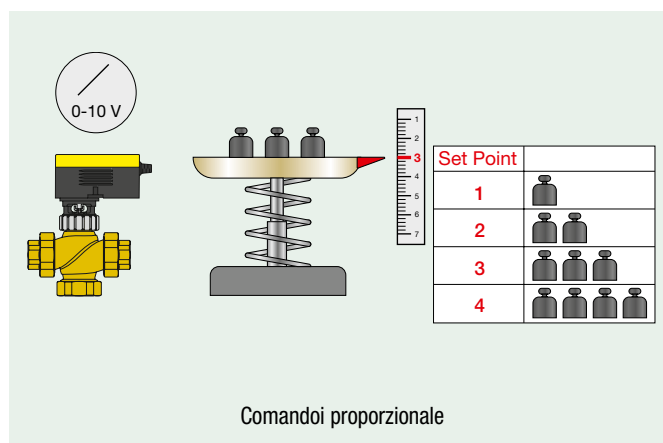
Per migliorare l'accuratezza della regolazione e compensare i limiti citati, il regolatore dovrebbe conoscere il tempo di corsa del servomotore da controllare. Sui regolatori comunemente utilizzati, è normalmente possibile impostare questo parametro.

SERVOMOTORI PROPORZIONALI

Sono dotati di componenti elettronici integrati, in grado di controllare il movimento del motore in funzione di un particolare segnale di comando, che tipicamente è un valore di tensione variabile tra 0 e 10 Volt. Il valore di tale segnale è "proporzionale" alla corsa effettuata dal servomotore, per cui, un segnale di 0 Volt corrisponde al limite inferiore della corsa (normalmente associato alla chiusura della valvola), così come ad esempio un segnale di 4 Volt corrisponde ad un posizionamento al 40% della corsa e così via.

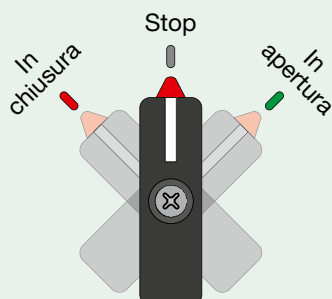
Spesso, la logica di controllo adottata per questi servomotori viene comunemente chiamata di tipo "posizionale" per via del principio di funzionamento descritto. Rispetto ai servomotori con comando a 3 punti, il regolatore abbinato a quelli proporzionali risulta essere più semplificato: ciò è dovuto al fatto che il segnale di comando contiene già per sua natura l'informazione di posizionamento da comunicare al servomotore, e risulta quindi indipendente dal tempo di corsa di quest'ultimo.

Volendo riportarsi ancora una volta al paragone equivalente con la bilancia, il servomotore proporzionale è analogo al caso in cui l'operatore disponga di istruzioni di regolazione nelle quali sia indicato il numero di pesi da utilizzare per raggiungere una determinata posizione. In questo modo, in un'unica operazione l'operatore è in grado di portare la bilancia al livello richiesto, a differenza del servomotore con comando a 3 punti, dove abbiamo visto che il controllore necessita continuamente di verificare la posizione raggiunta.



Comandoi proporzionale

COMANDO A 3 PUNTI



VANTAGGI

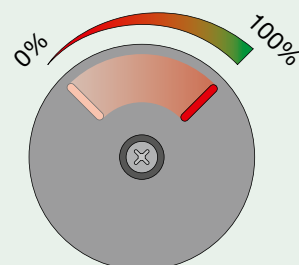
- Elettronica del servomotore semplificata
- Consumi ridotti



SVANTAGGI

- Precisione limitata
- Programmazione del regolatore correlata al tempo di apertura e chiusura

COMANDO PROPORZIONALE



VANTAGGI

- Precisione maggiore
- Regolazione svincolata dal tipo di valvola e servomotore
- Può restituire l'effettivo stato di apertura



SVANTAGGI

- Elettronica del servomotore più complessa

I CIRCUITI DI REGOLAZIONE

Fino ad ora, in questa trattazione, ci siamo soffermati in modo particolare su aspetti strettamente legati alle valvole di regolazione ed alle loro caratteristiche. Da un punto di vista impiantistico invece, vogliamo ora considerare come anche i sistemi più complessi possano sempre essere suddivisi e a loro volta ricondotti a schemi tipici più semplificati, comunemente chiamati circuiti di regolazione. Negli impianti di riscaldamento e raffrescamento, questi circuiti, sono costituiti dall'insieme di quei componenti (valvole, circolatori, regolatori) che, opportunamente collegati, rendono possibile il controllo della potenza termica emessa.

Nelle pagine seguenti individueremo i principali circuiti di regolazione, analizzandone per ciascuno il principio di funzionamento, i relativi vantaggi e svantaggi, e presentando inoltre le più diffuse varianti. Inoltre, per ognuna delle tipologie individuate, saranno presentate alcune delle applicazioni tipiche nel contesto dei sistemi di termoregolazione.

Infine, nelle ultime pagine, verranno presentati i metodi di dimensionamento utilizzabili per una corretta scelta delle valvole di regolazione. A seconda della applicazione e quindi della tipologia di circuito di regolazione in cui sono previste, ciascuna procedura di dimensionamento sarà dapprima approfondita in forma analitica e verranno poi mostrati metodi grafici alternativi di semplice utilizzo.

CIRCUITO IN LIMITAZIONE

SCHEMA E PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Descrizione: Il circuito in limitazione controlla la portata che attraversa il circuito utenza, tramite la gestione del grado di apertura di una valvola a due vie. È possibile in questo modo controllare la potenza termica scambiata dal circuito utenza. Il funzionamento deve essere garantito da una pompa a monte del circuito.

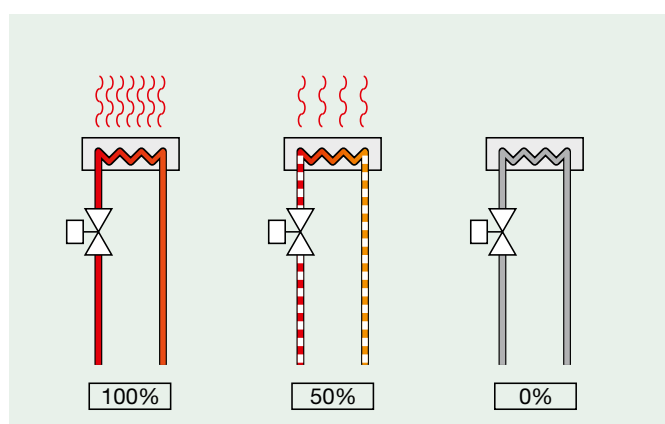
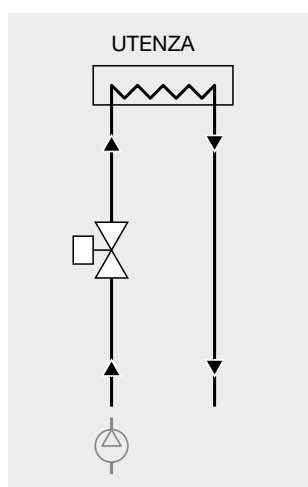
Funzionamento: Questa tipologia di circuito è sempre a portata variabile.

Nel funzionamento a pieno carico, la valvola a due vie è completamente aperta. Durante la regolazione il grado di apertura della valvola viene gestito in funzione del carico richiesto.

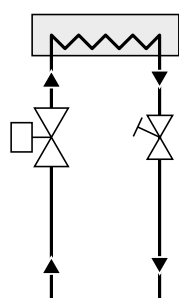
TIPO DI REGOLAZIONE
Regolazione della portata

DISPOSITIVO DI REGOLAZIONE
Valvola a 2 vie

DISPOSITIVI ACCESSORI
Valvole di bilanciamento

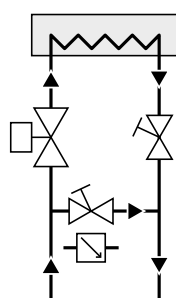


VARIANTE 1



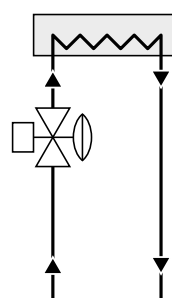
La presenza di una valvola di bilanciamento permette di avere la portata di progetto a pieno carico. Va prevista specialmente nelle reti di grandi dimensioni.

VARIANTE 2



Rispetto alla variante 1, prevede un by-pass controllato da una valvola di bilanciamento (oppure un Autoflow®) per garantire una portata minima anche a carico nullo. Questo accorgimento garantisce maggiore reattività durante le fasi di avviamento.

VARIANTE 3



Rispetto allo schema tipico, viene utilizzata una valvola tipo Flowmatic® al posto di quella tradizionale. Questa valvola è in grado di compensare le variazioni di pressione differenziale sul circuito, e, di conseguenza, garantisce il bilanciamento anche nel funzionamento a carichi parziali.



VANTAGGI

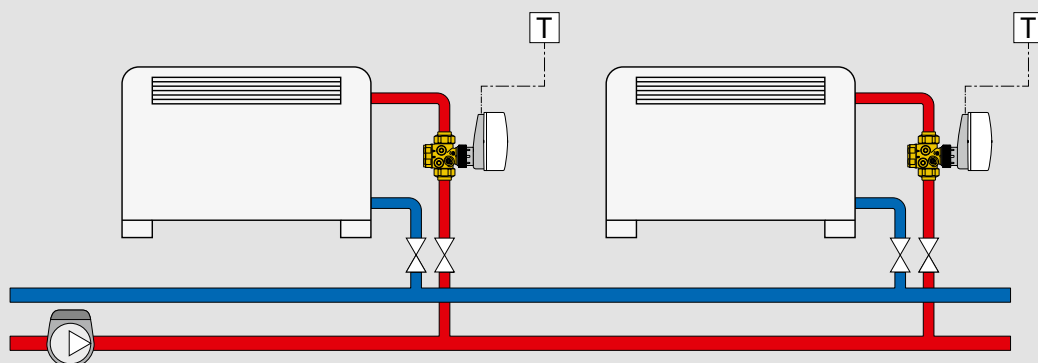
- massimizza il salto termico anche ai carichi parziali
- minimizza la portata dell'impianto



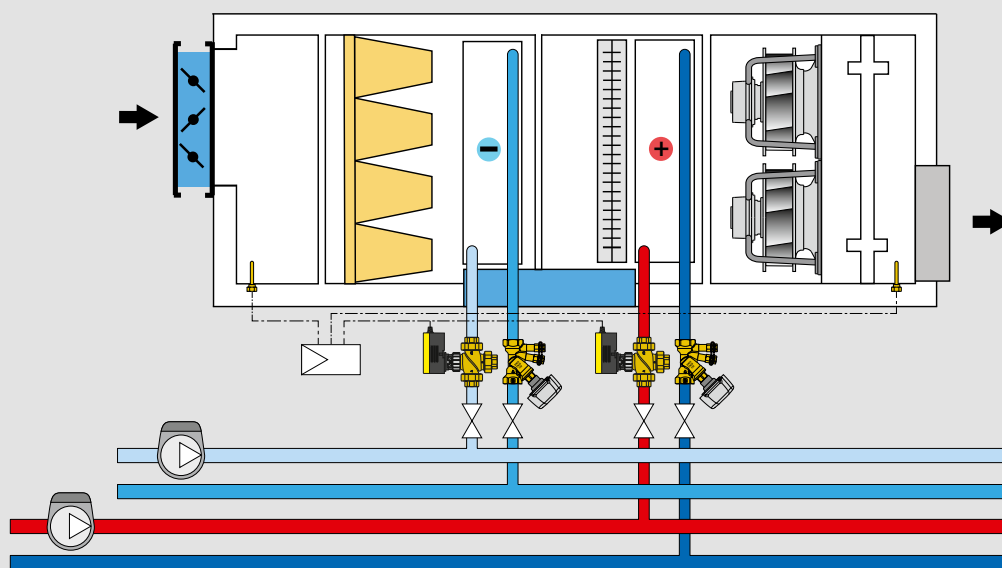
SVANTAGGI

- soggetto a possibili ritardi all'avviamento
- sensibile a problemi di trafilamento

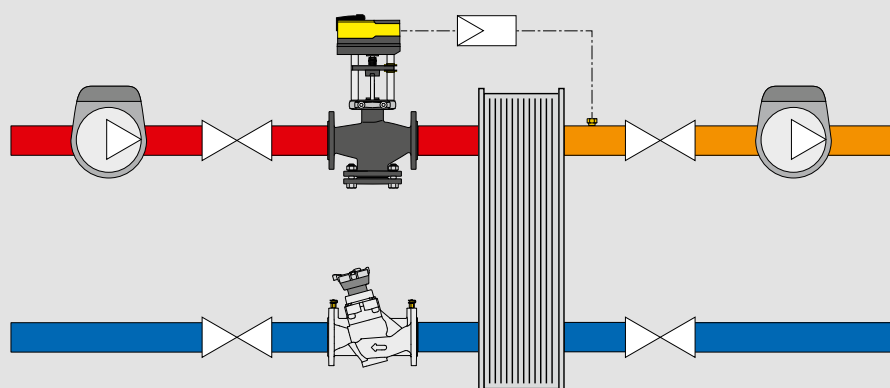
SCHEMI APPLICATIVI DEL CIRCUITO IN LIMITAZIONE



Bilanciamento e regolazione ventilconvettori con valvole Flowmatic®



Regolazione batterie UTA con valvole a 2 vie



Regolazione temperatura circuito secondario con valvola a 2 vie

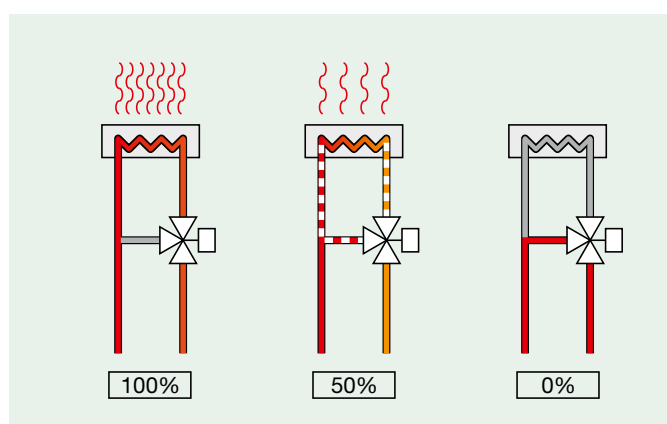
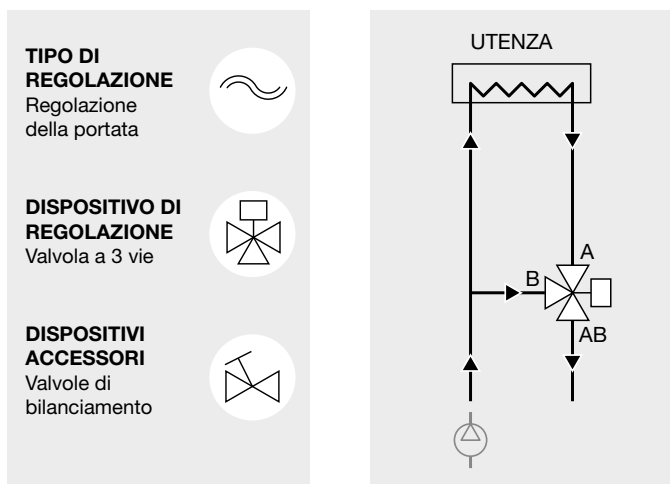
CIRCUITO IN DEVIAZIONE

SCHEMA E PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

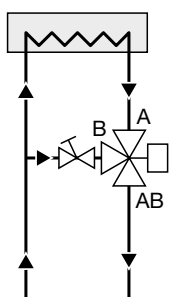
Descrizione: Il circuito in deviazione controlla la portata che attraversa il circuito utenza, tramite la gestione del grado di apertura di una valvola a tre vie. È quindi possibile in questo modo controllare la potenza termica scambiata dal circuito utenza. Il funzionamento deve essere garantito da una pompa a monte del circuito.

Funzionamento: La porzione di circuito a valle della valvola a tre vie funziona a portata variabile, mentre quella a monte è a portata costante.

Nel funzionamento a pieno carico la via (A) è completamente aperta e pertanto si ha la portata massima nel circuito utenza. Durante la regolazione, la via di bypass (B) viene progressivamente aperta, limitando di conseguenza il flusso nel circuito utenza.



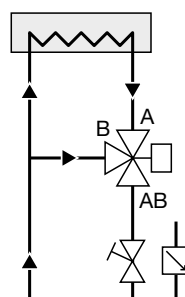
VARIANTE 1



Rispetto allo schema tipo, è presente una valvola di bilanciamento sul ramo di by-pass, che ha la funzione di introdurre una perdita di carico simile a quella dell'utenza.

In questo modo si evitano portate eccessive sul by-pass anche con piccole aperture della valvola, migliorando quindi l'efficacia della regolazione.

VARIANTE 2



Rispetto allo schema tipo, sul ramo di ritorno è inoltre installata una valvola di bilanciamento (oppure un Autoflow®). Questa configurazione viene utilizzata in distribuzioni estese e ramificate, oppure con forti differenze di carico termico tra i vari circuiti regolati.



VANTAGGI

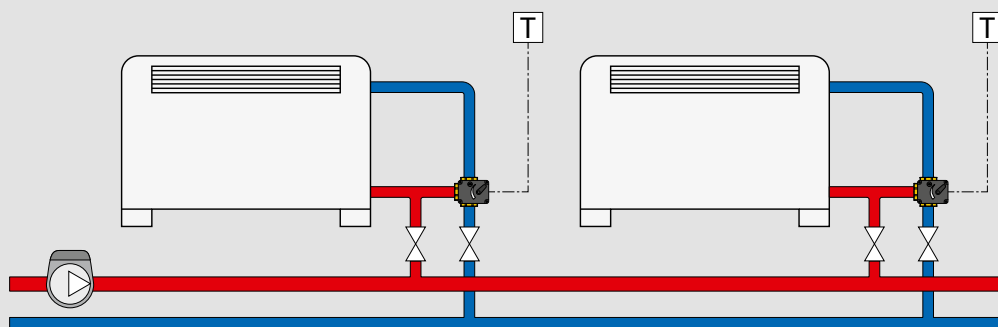
- pronta risposta per effetto della continua circolazione di portata



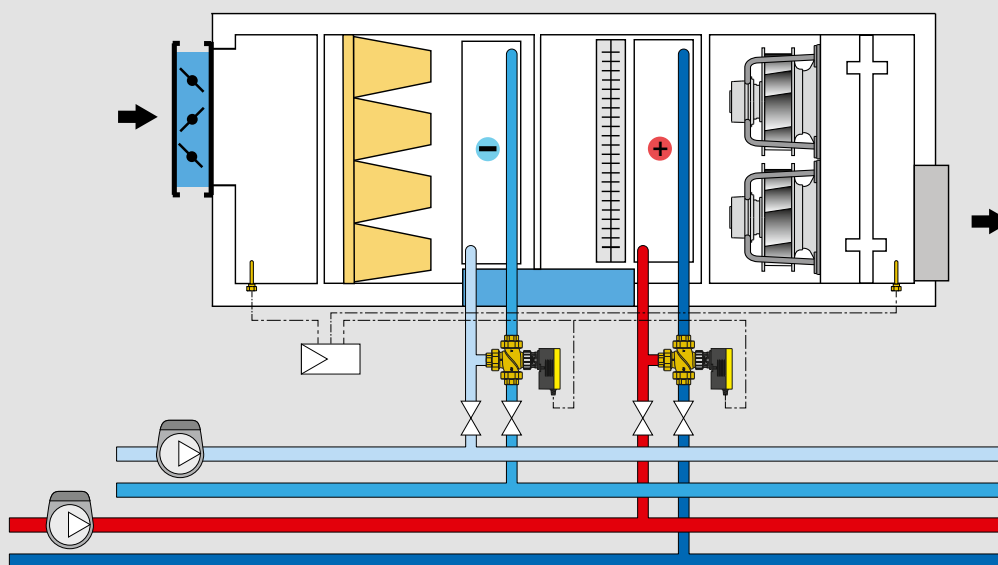
SVANTAGGI

- bassi salti termici a causa della portata deviata sul by-pass
- soggetto a riscaldamento per conduzione a valvola chiusa

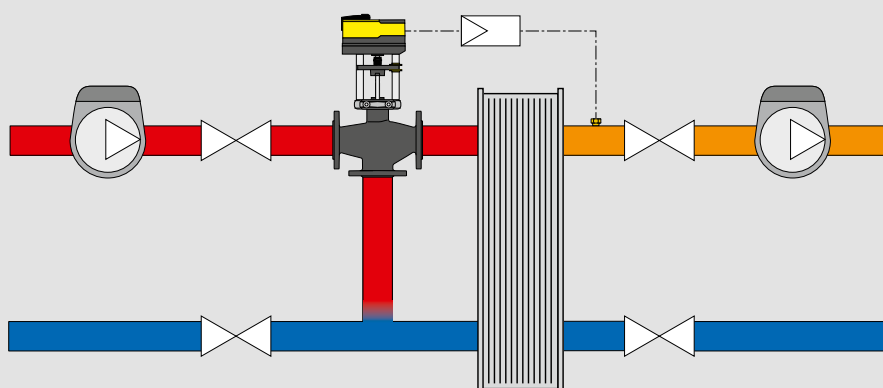
SCHEMI APPLICATIVI CIRCUITO IN DEVIAZIONE



Regolazione ventilconvettori con valvole a 3 vie



Regolazione batterie UTA con valvole a 3 vie



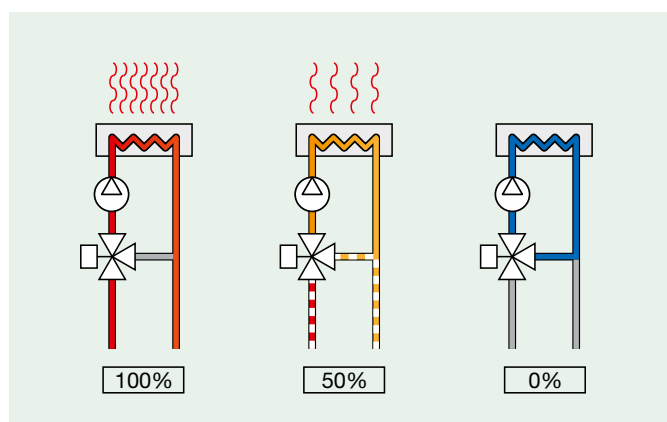
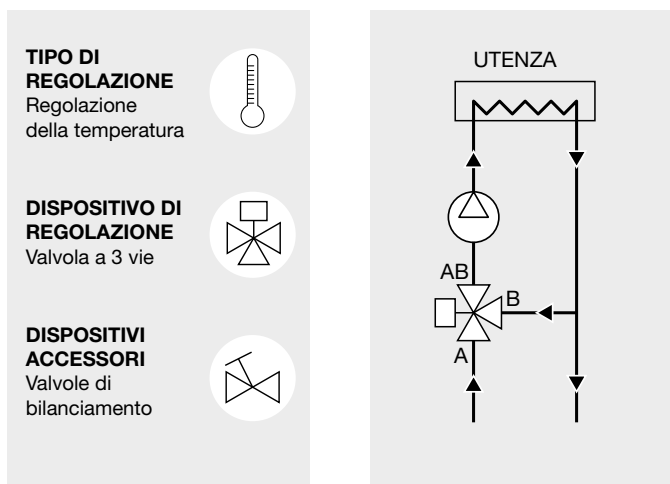
Regolazione temperatura circuito secondario con valvola a 3 vie

CIRCUITO DI MISCELAZIONE

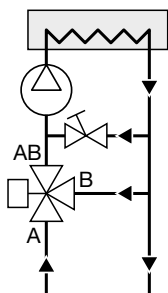
SCHEMA E PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Descrizione: Il circuito di miscelazione controlla la temperatura del flusso che attraversa il circuito utenza tramite la gestione del grado di apertura di una valvola a tre vie. In questo modo, infatti, il flusso in mandata può essere opportunamente miscelato con quello di ritorno. La pompa del circuito utenza preleva portata dal circuito primario: non è quindi necessaria una pompa a monte del circuito.

Funzionamento: La porzione di circuito a valle della valvola a tre vie può funzionare sia a portata costante che a portata variabile. Quella a monte, invece, è sempre a portata variabile. Nel funzionamento a pieno carico, la via (A) è completamente aperta e pertanto si ha la temperatura massima nel circuito utenza. Durante la regolazione, la via di by-pass (B) viene progressivamente aperta, limitando di conseguenza il flusso dal circuito primario proveniente dalla via (A).

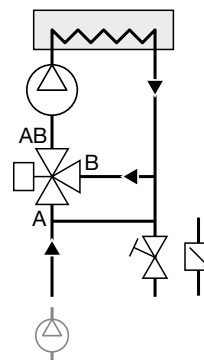


VARIANTE 1



Rispetto allo schema tipico, è presente un by-pass tarato detto di pre-miscelazione. Tale accorgimento è utilizzato nei circuiti dove vi è una notevole differenza tra la temperatura del primario e quella da regolare. In questa configurazione la regolazione sfrutta in modo ottimale la corsa della valvola a tre vie, evitando condizioni di funzionamento in cui la via primaria (A) risulti in posizione di quasi completa chiusura.

VARIANTE 2



Rispetto allo schema tipico, è presente un by-pass del circuito con funzione di separazione idraulica. Sul ramo di ritorno è necessaria una valvola di bilanciamento (oppure un Autoflow®). Questa configurazione viene utilizzata in distribuzioni estese con il fine di evitare eccessivi ritardi nella regolazione della temperatura.



VANTAGGI

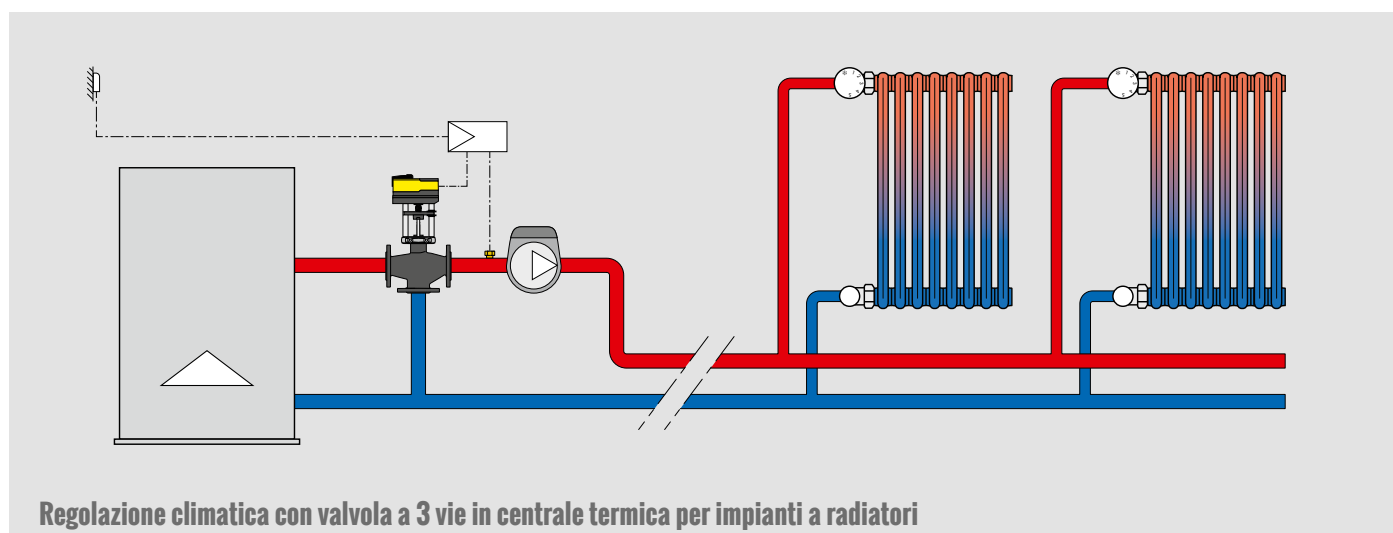
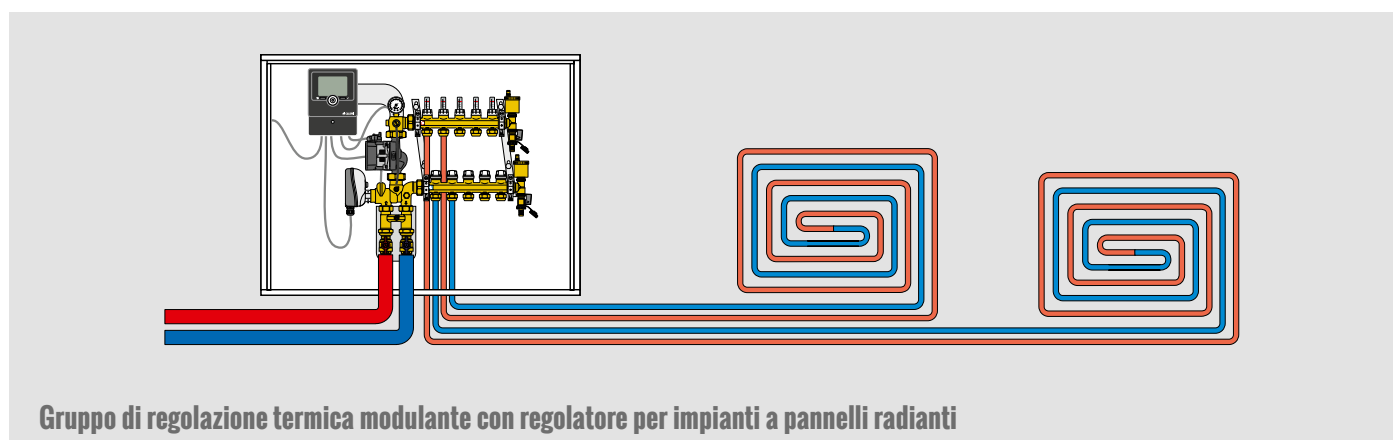
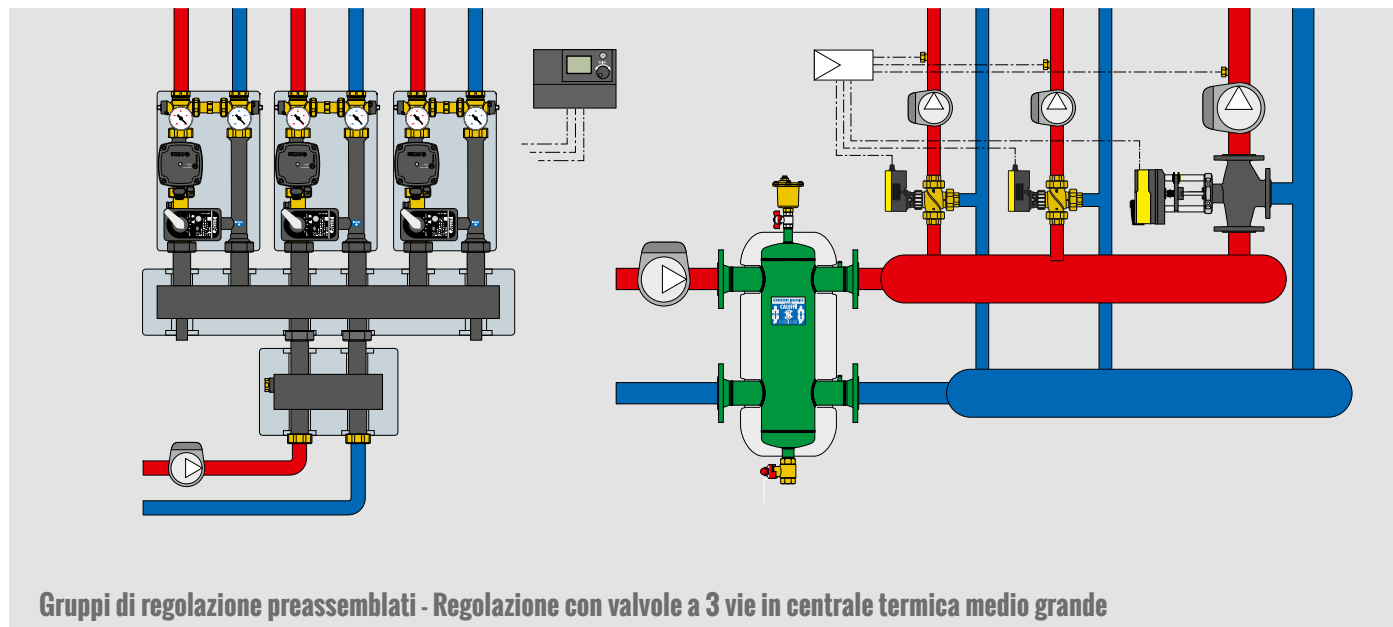
- temperatura costante all'utenza



SVANTAGGI

- necessità di sistema di pompaggio nel circuito utenza

SCHEMI APPLICATIVI CIRCUITO IN MISCELAZIONE

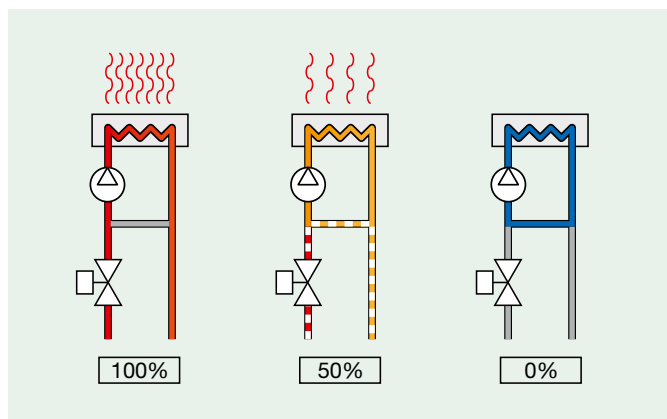
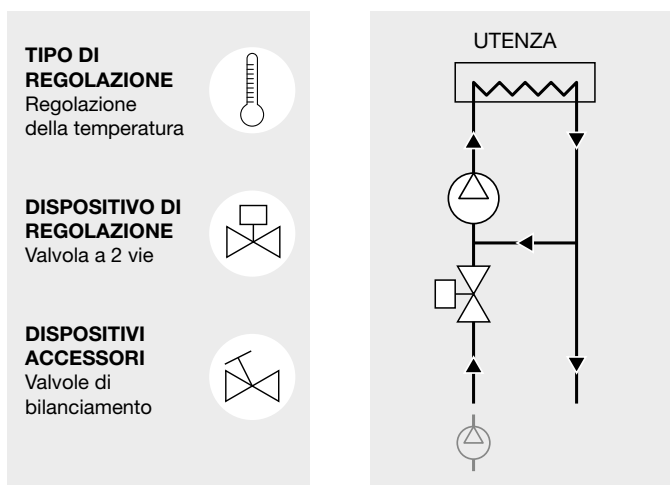


CIRCUITO A INIEZIONE CON VALVOLA A 2 VIE

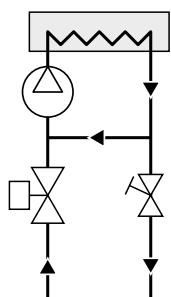
SCHEMA E PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Descrizione: Il circuito a iniezione con valvola a due vie controlla la temperatura del flusso che attraversa il circuito utenza tramite la gestione del grado di apertura della valvola. In questo modo, infatti, è possibile regolare la quantità di flusso "iniettato" nel circuito utenza così che possa essere miscelato con quello di ritorno. Il circuito utenza è dotato di una pompa ed è idraulicamente separato dalla presenza della linea di by-pass: per questo motivo è necessaria una pompa a monte di un circuito a iniezione.

Funzionamento: La porzione di circuito a valle della linea di by-pass può funzionare sia a portata costante che a portata variabile. Quella a monte, invece, è sempre a portata variabile. Nel funzionamento a pieno carico, la valvola a due vie è completamente aperta e pertanto si ha la temperatura massima nel circuito utenza.

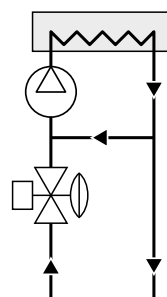


VARIANTE 1



La presenza di una valvola di bilanciamento permette di avere la portata di progetto a pieno carico. Va prevista specialmente nelle reti di grandi dimensioni.

VARIANTE 2



Rispetto allo schema tipico, viene utilizzata una valvola tipo Flowmatic®. Questa valvola è in grado di compensare le variazioni di pressione differenziale sul circuito, e, di conseguenza, garantisce il bilanciamento anche nel funzionamento a carichi parziali.



VANTAGGI

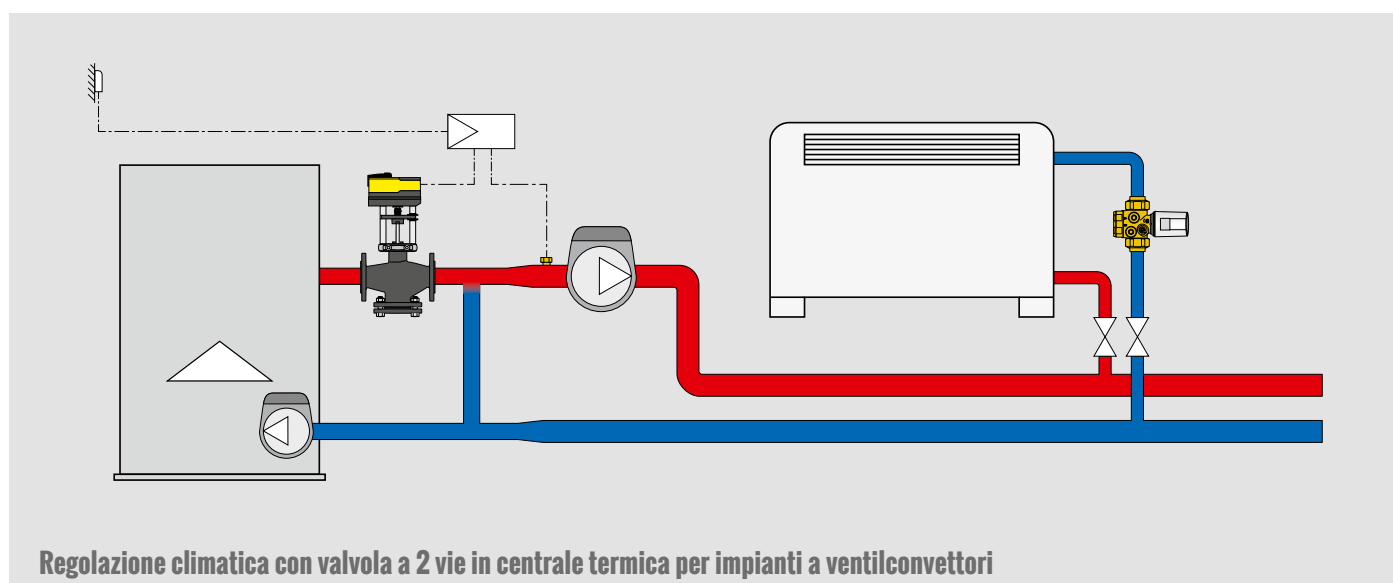
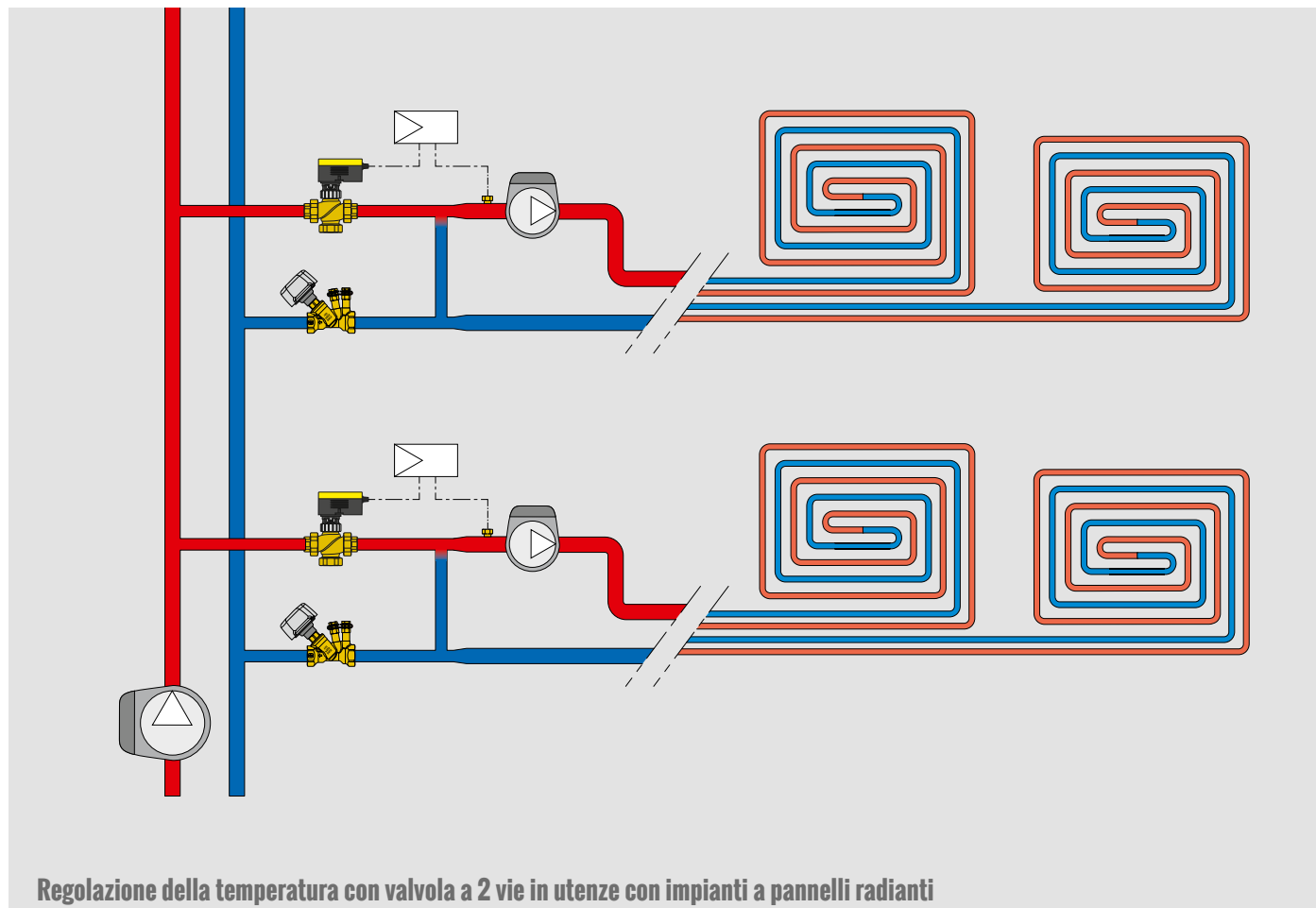
- massimizza il salto termico anche ai carichi parziali
- minimizza la portata dell'impianto



SVANTAGGI

- soggetto a possibili ritardi all'avviamento
- sensibile a problemi di trafilamento

SCHEMI APPLICATIVI CIRCUITO A INIEZIONE CON VALVOLA A 2 VIE



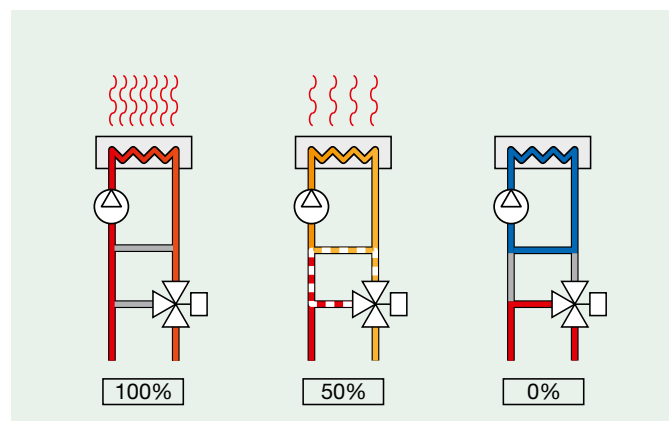
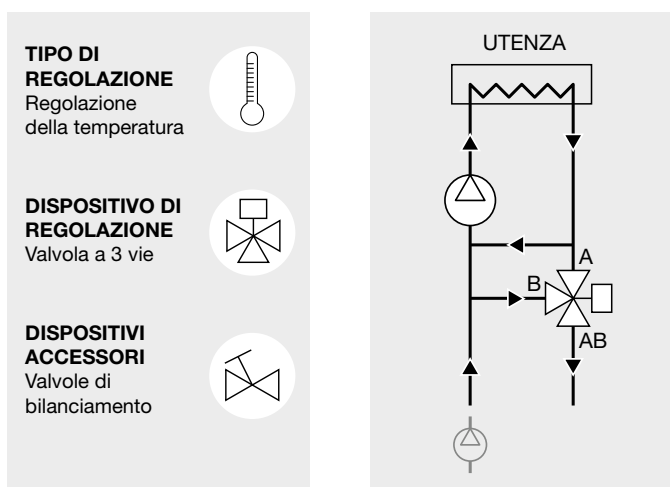
CIRCUITO A INIEZIONE CON VALVOLA A 3 VIE

SCHEMA E PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

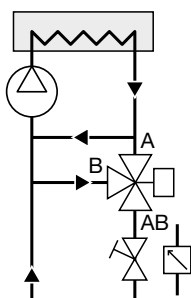
Descrizione: Il circuito a iniezione con valvola a tre vie controlla la temperatura del flusso che attraversa il circuito utenza tramite la gestione del grado di apertura della valvola. In questo modo, infatti, è possibile regolare la quantità di flusso "iniettato" nel circuito utenza così che possa essere miscelato con quello di ritorno. Il circuito utenza è dotato di una pompa ed è idraulicamente separato dalla presenza della linea di by-pass: per questo motivo è necessaria una pompa a monte di un circuito a iniezione.

Funzionamento: La porzione di circuito a valle della linea di by-pass può funzionare sia a portata costante che a portata variabile. Quella a monte, invece, è a portata costante per via della presenza della valvola a tre vie.

Nel funzionamento a pieno carico, la via (A) è completamente aperta e pertanto si ha la temperatura massima nel circuito utenza. Durante la regolazione la via di by-pass (B) viene progressivamente aperta limitando di conseguenza il flusso che viene iniettato dal circuito primario verso il circuito utenza.

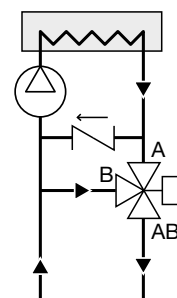


VARIANTE 1



Rispetto allo schema tipico, è presente una valvola di bilanciamento (oppure un Autoflow®) sul ramo del ritorno. Questa configurazione viene utilizzata in distribuzioni estese e ramificate, oppure in caso di forti differenze di carico tra i vari circuiti regolati.

VARIANTE 2



La presenza di una valvola di ritegno impedisce la circolazione inversa sul ramo di by-pass ed evita, quindi, di innalzare eccessivamente la temperatura di ritorno.



VANTAGGI

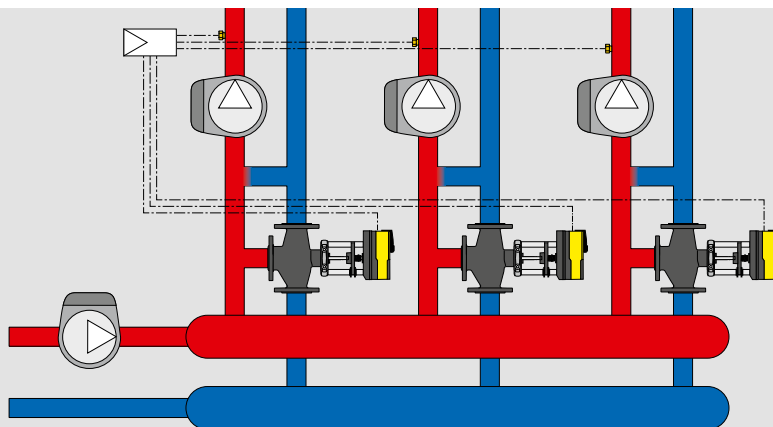
- pronta risposta per effetto della continua circolazione di portata



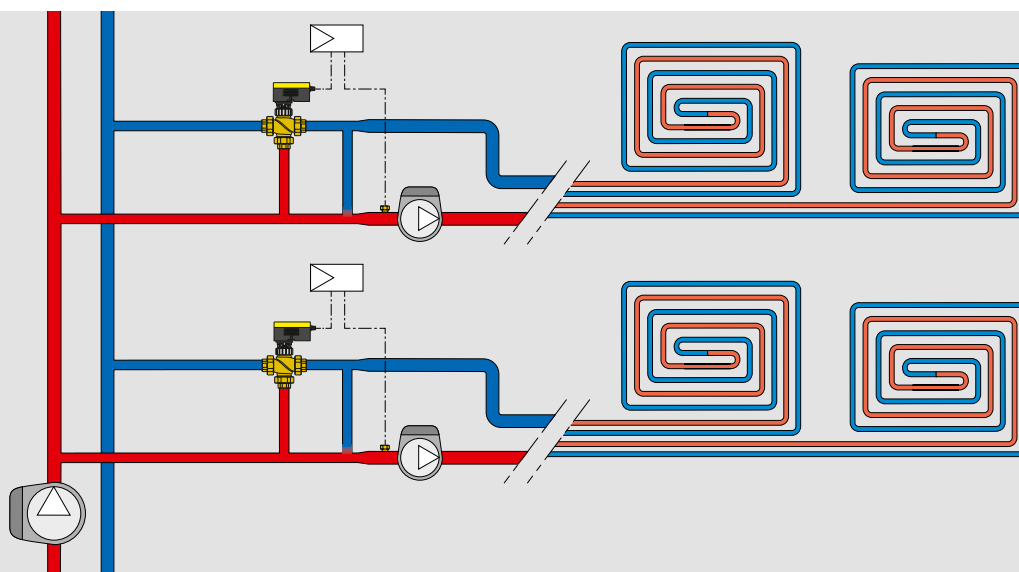
SVANTAGGI

- bassi salti termici a causa della portata deviata sul by-pass

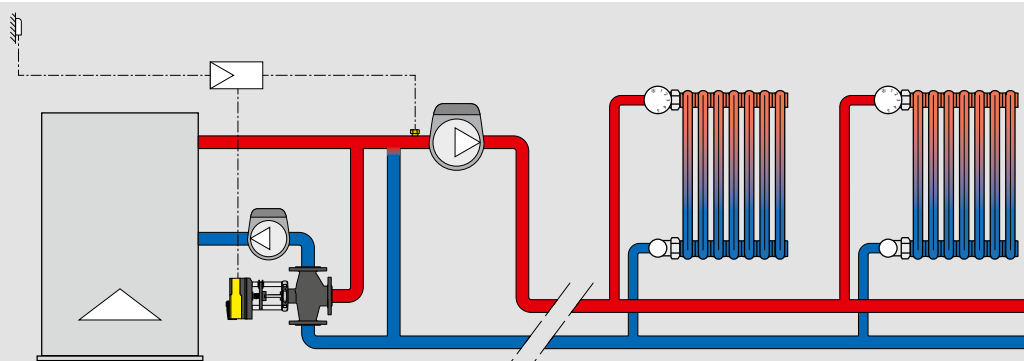
SCHEMI APPLICATIVI CIRCUITO A INIEZIONE CON VALVOLA A 3 VIE



Regolazione con valvole a 3 vie in centrale termica medio grande senza separatore idraulico



Regolazione della temperatura con valvola a 3 vie in utenze con impianti a pannelli radianti

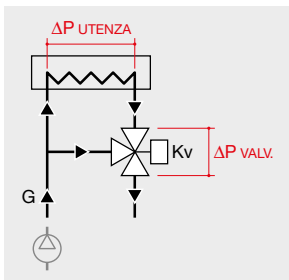
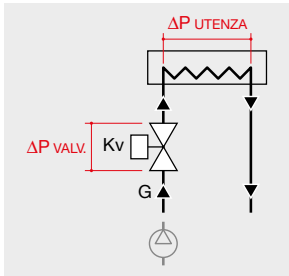


Regolazione climatica con valvola a 3 vie in centrale termica per impianti a radiatori

DIMENSIONAMENTO

CIRCUITO IN LIMITAZIONE (2 VIE) E DI DEVIAZIONE (3 VIE)

SCHEMA TIPICO



METODO DI DIMENSIONAMENTO

In queste tipologie di circuito, la valvola di regolazione a 2 o 3 vie agisce regolando la portata che attraversa il circuito utenza. Come abbiamo visto a pag. 14, è importante in questi casi ottenere una buona autorità, dimensionando le valvole di regolazione in modo tale che la loro perdita di carico non sia troppo bassa rispetto a quella del circuito utenza. Valori consigliati per un rapido dimensionamento possono quindi essere scelti considerando:

$$\Delta P_{VALV.} \cong 0,5 \div 1,0 \cdot \Delta P_{UTENZA}$$

Esprimendo la perdita di carico della valvola in funzione della portata G e del coefficiente di flusso K_v si ottiene la relazione di dimensionamento della valvola:

$$K_v = 0,10 \div 0,15 \cdot G / \sqrt{\Delta P_{UTENZA}}$$

dove: G = portata, l/h

ΔP_{UTENZA} = perdita di carico di tutti i componenti del circuito esclusa la valvola, mm c.a.

K_v = coefficiente di flusso della valvola, m^3/h

In alternativa, i criteri di dimensionamento sopra descritti possono essere rappresentati graficamente su specifici diagrammi: ciascuna banda colorata corrisponde alla scelta di una valvola con caratteristiche idrauliche ottimali a seconda dei dati di progetto.

ESEMPIO

Si dimensiona una valvola a due vie per il controllo della potenza termica di uno scambiatore di calore con le seguenti caratteristiche:

- Potenza termica scambiatore: $P = 500 \text{ kW}$
- Salto termico scambiatore: $\Delta T = 10^\circ\text{C}$
- Perdita di carico utenza: $\Delta P_{UTENZA} = 3000 \text{ mm c.a.}$

Metodo analitico:

Si ricava la portata nominale a partire da potenza e salto termico:

$$G = P \cdot 860 / \Delta T = 500 \cdot 860 / 10 = 43000 \text{ l/h}$$

Si ricavano i coefficienti di flusso K_v della valvola di regolazione:

$$K_{v_{MIN}} = 0,10 \cdot 43000 / \sqrt{3000} = 78,5 \text{ m}^3/h$$

$$K_{v_{MAX}} = 0,15 \cdot 43000 / \sqrt{3000} = 117,7 \text{ m}^3/h$$

Si dimensiona quindi una valvola DN 80, con coefficiente K_v pari a $100 \text{ m}^3/h$. La perdita di carico della valvola risulta:

$$\Delta P_{VALV.} = 0,01 \cdot (G/K_v)^2 = (43000/100)^2 = 1849 \text{ mm c.a.}$$

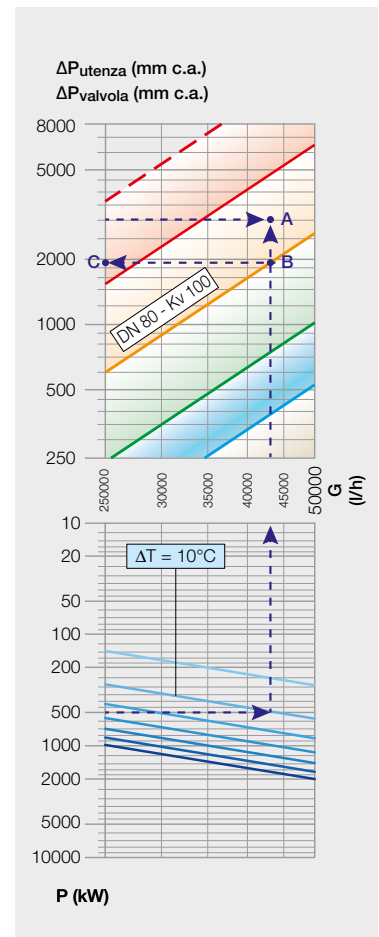
L'autorità della valvola di regolazione scelta è pari a:

$$a = 1849 / (1849 + 3000) = 0,38$$

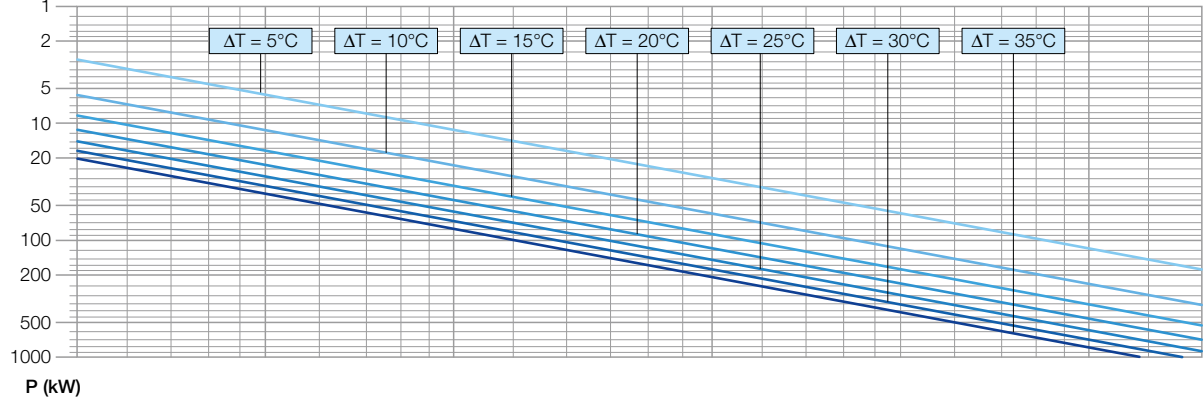
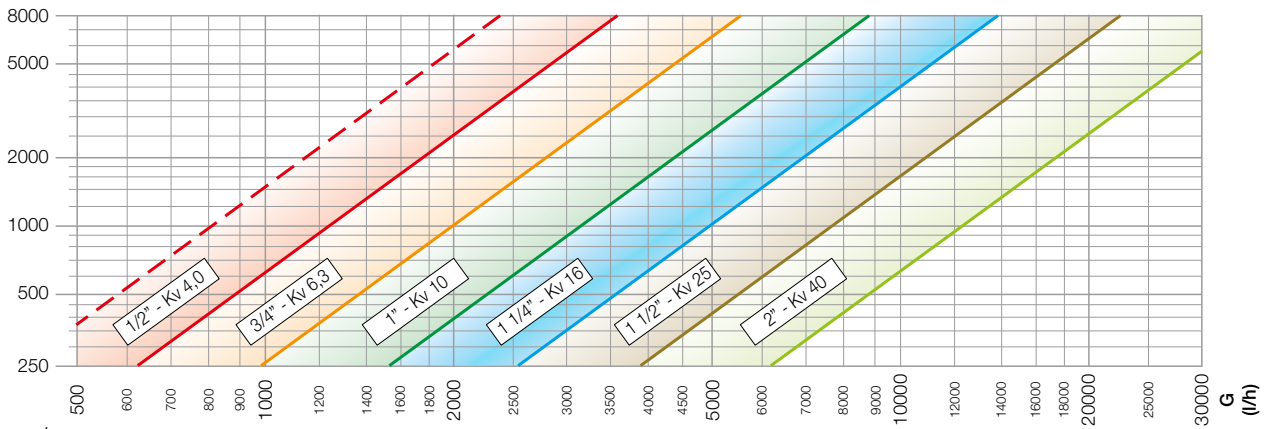
Metodo grafico:

Tramite l'apposito grafico sottostante a quello di dimensionamento, è possibile ricavare la portata di progetto individuando sulla linea corrispondente ad un salto termico di 10°C il punto relativo alla potenza termica di progetto di 500 kW . Si trova quindi il punto A in corrispondenza del valore di perdita di carico ΔP_{UTENZA} , che rientra nella banda di scelta della valvola DN 80.

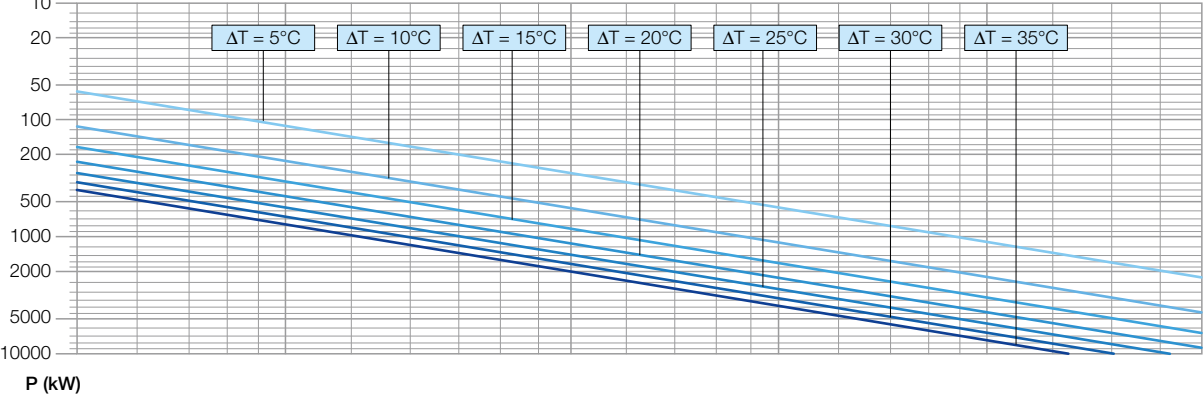
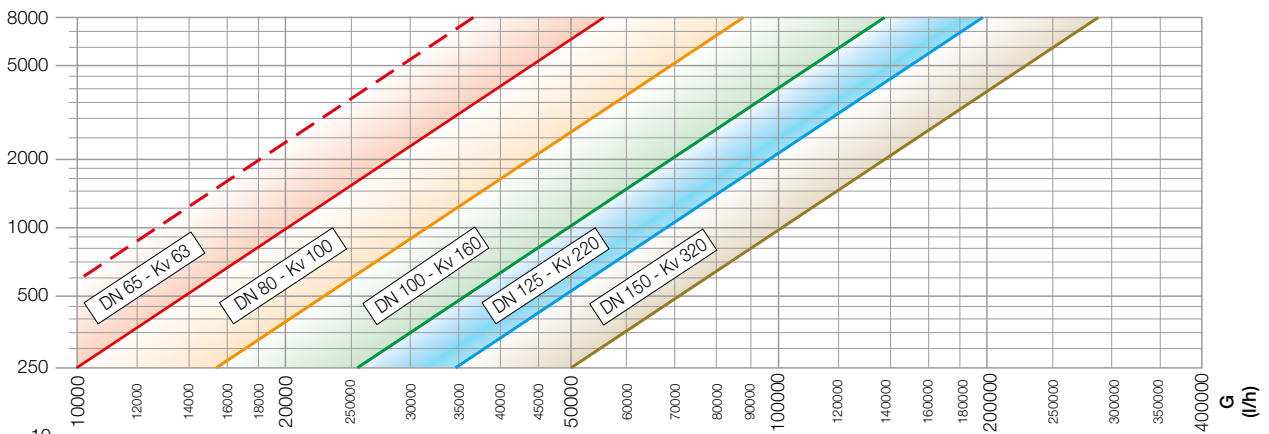
Dal punto B (intersezione tra il valore di portata G e la curva della valvola scelta) è possibile leggere il valore di perdita di carico della valvola (punto C sul medesimo asse).



$\Delta P_{putenza}$ (mm c.a.)
 $\Delta P_{valvola}$ (mm c.a.)

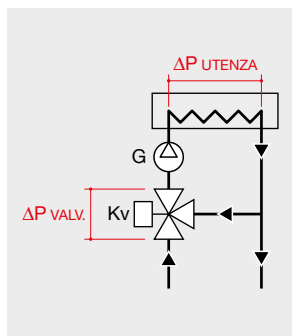


$\Delta P_{putenza}$ (mm c.a.)
 $\Delta P_{valvola}$ (mm c.a.)



DIMENSIONAMENTO CIRCUITO DI MISCELAZIONE

SCHEMA TIPICO



METODO DI DIMENSIONAMENTO

Nei circuiti di miscelazione, la porzione di circuito a monte della valvola a tre vie solitamente è una zona a ΔP trascurabile (normalmente è inoltre presente un separatore idraulico). La perdita di carico principale è quindi quella della valvola a tre vie, che di conseguenza può disporre di una alta autorità di regolazione. Per tale ragione, il dimensionamento della valvola a tre vie può essere eseguito considerando una perdita di carico accettabile per la pompa del circuito utenza, ovvero ad esempio compresa indicativamente tra il 5% ed il 15% della perdita di carico del circuito utenza:

$$\Delta P_{VALV.} \cong 0,05 \div 0,15 \cdot \Delta P_{UTENZA}$$

Esprimendo la perdita di carico della valvola in funzione della portata G e del coefficiente di flusso Kv si ottiene la relazione di dimensionamento della valvola:

$$Kv = 0,25 \div 0,45 \cdot G / \sqrt{\Delta P_{UTENZA}}$$

dove: G = portata, l/h

ΔP_{UTENZA} = perdita di carico di tutti i componenti del circuito esclusa la valvola, mm c.a.

Kv = coefficiente di flusso della valvola, m^3/h

In alternativa, i criteri di dimensionamento sopra descritti possono essere rappresentati graficamente su specifici diagrammi: ciascuna banda colorata corrisponde alla scelta di una valvola con caratteristiche idrauliche ottimali a seconda dei dati di progetto.

ESEMPIO

Si dimensiona una valvola a tre vie per un circuito di miscelazione di un impianto a pannelli radianti con le seguenti caratteristiche:

- Portata di progetto: $G = 2000$ l/h
- Perdita di carico utenza: $\Delta P_{UTENZA} = 2.300$ mm c.a.

Metodo analitico:

Si ricavano i coefficienti di flusso Kv della valvola di regolazione:

$$Kv_{MIN} = 0,25 \cdot 2000 / \sqrt{2300} = 10,4 \text{ m}^3/h$$

$$Kv_{MAX} = 0,45 \cdot 2000 / \sqrt{2300} = 18,8 \text{ m}^3/h$$

Si dimensiona quindi una valvola da 1 1/4", con coefficiente Kv pari a 16 m^3/h

La perdita di carico della valvola risulta:

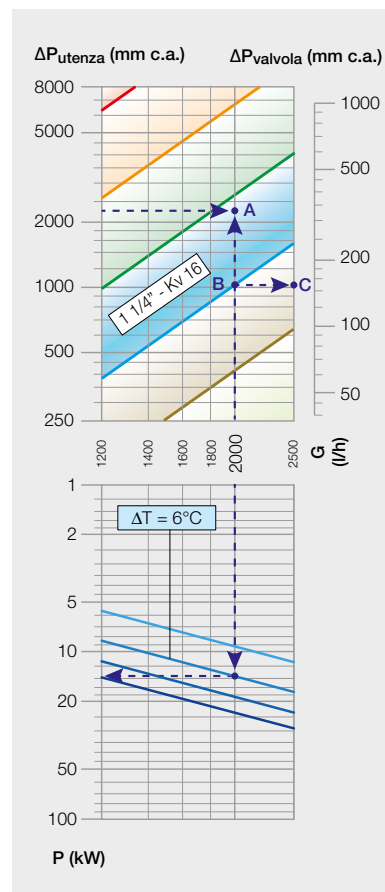
$$\Delta P_{VALV.} = 0,01 \cdot (G/Kv)^2 = (2000/16)^2 = 156 \text{ mm c.a.}$$

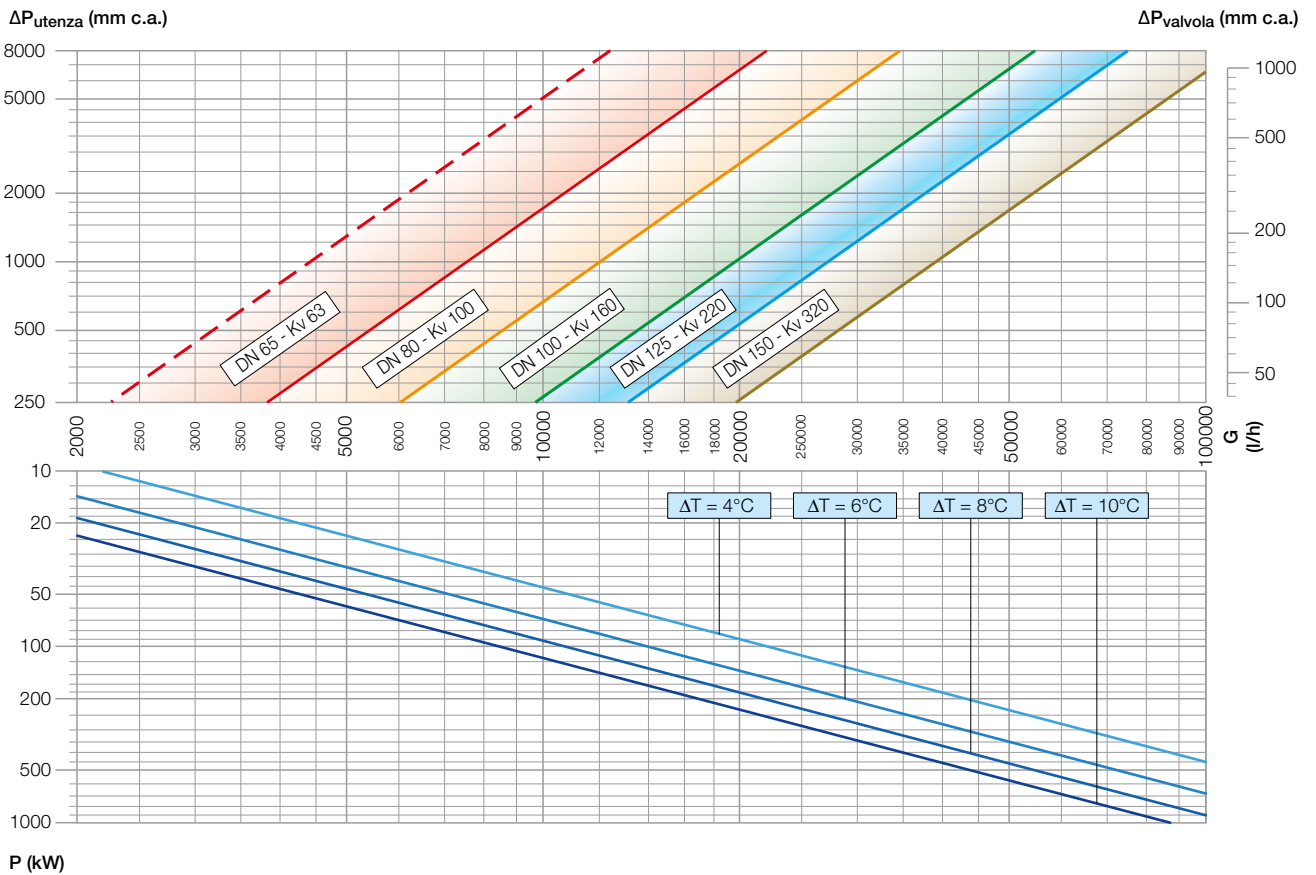
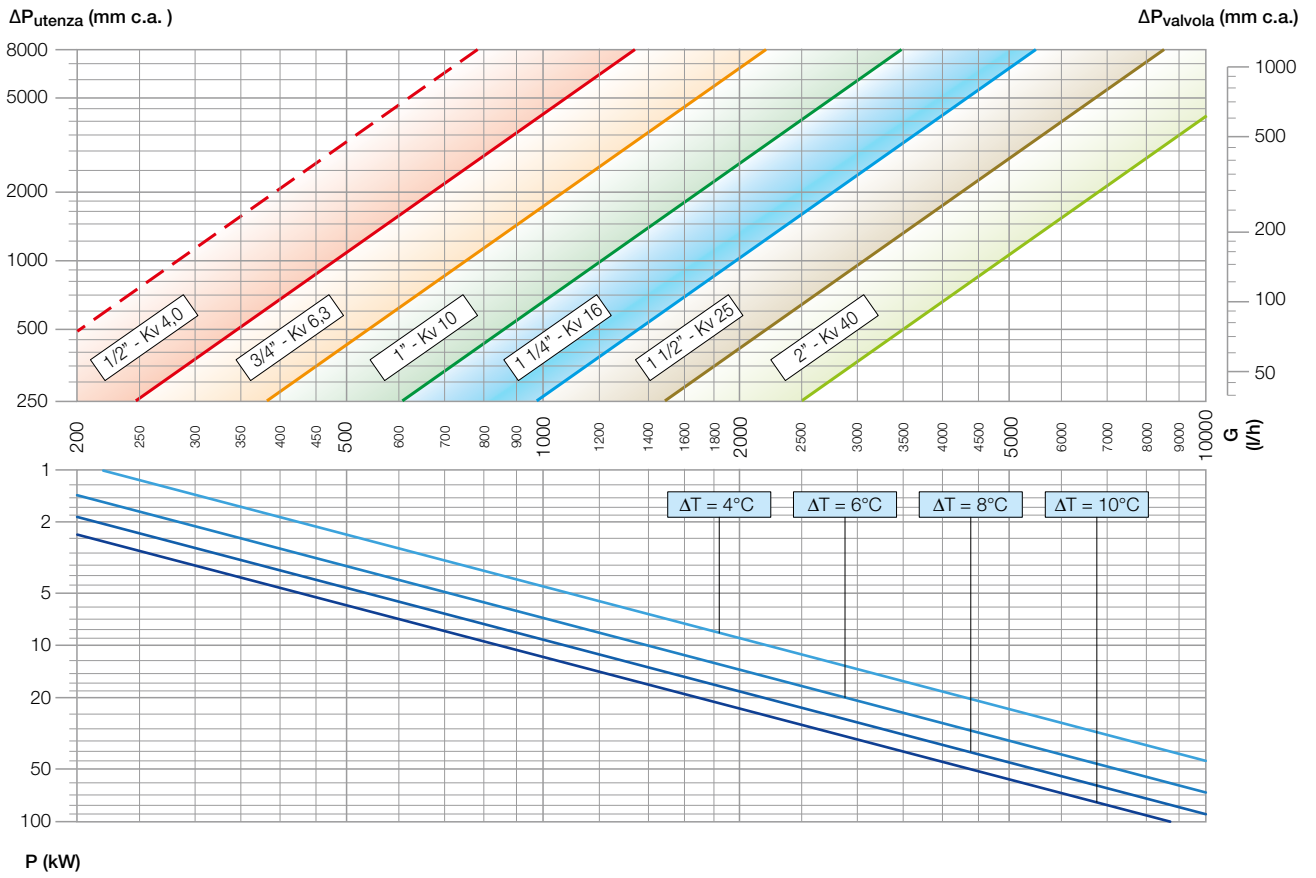
Metodo grafico:

Alternativamente si possono sfruttare i grafici riportati alla pagina a lato.

Incrociando i valori di portata G e perdita di carico ΔP_{UTENZA} si individua il punto A, che rientra nella banda relativa ad una valvola da 1 1/4". La perdita di carico della valvola è invece ricavabile a partire dal punto B (intersezione tra il valore di portata G e la curva della valvola scelta) e leggendo il corrispondente valore al punto C sul relativo asse.

È inoltre possibile ricavare la potenza scambiata tramite il grafico sottostante a quello di scelta. Nell'esempio considerato, ipotizzando un salto termico di 6°C si stima una potenza di 13,9 kW a partire dalla portata di progetto pari a 2000 l/h.

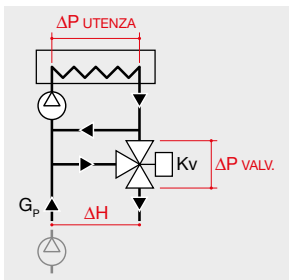
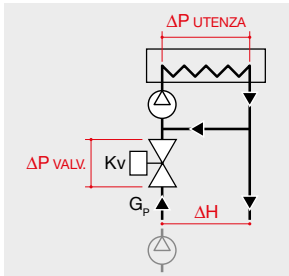




DIMENSIONAMENTO

CIRCUITO A INIEZIONE CON VALVOLA A 2 O 3 VIE

SCHEMA TIPICO



METODO DI DIMENSIONAMENTO

Nei circuiti a iniezione, la presenza della linea di by-pass separa il circuito utenza da quello primario in cui è installata la valvola di regolazione a 2 o 3 vie. Inoltre, ai fini del funzionamento di questo circuito, deve essere sempre presente una pompa a monte. Per garantire efficacia nella regolazione della temperatura di mandata del circuito utenza, è necessario considerare un corretto valore di autorità in fase di dimensionamento. Occorre quindi prevedere che la valvola abbia una perdita di carico non troppo bassa rispetto alla prevalenza disponibile ΔH a monte del circuito. Valori consigliati per un rapido dimensionamento possono quindi essere scelti considerando:

$$\Delta P_{VALV.} \cong 0,5 \div 1,0 \cdot \Delta H$$

Esprimendo la perdita di carico della valvola in funzione della portata G_p e del coefficiente di flusso Kv_{VALV} si ottiene la relazione di dimensionamento della valvola:

$$Kv = 0,10 \div 0,15 \cdot G_p / \sqrt{\Delta H}$$

dove: G_p = portata nel circuito primario, l/h

ΔH = prevalenza disponibile a monte del circuito, mm c.a.

Kv = coefficiente di flusso della valvola, m^3/h

In alternativa, i criteri di dimensionamento sopra descritti possono essere rappresentati graficamente su specifici diagrammi: ciascuna banda colorata corrisponde alla scelta di una valvola con caratteristiche idrauliche ottimali a seconda dei dati di progetto.

ESEMPIO

Si dimensiona una valvola a tre vie per il controllo della temperatura di mandata tramite un circuito ad iniezione con le seguenti caratteristiche:

- Temp. di mandata circ. primario: $T_p = 70^\circ C$
- Potenza termica: $P = 90 \text{ kW}$
- Temp. di mandata circ. secondario: $T_s = 50^\circ C$
- Prevalenza disp.: $\Delta H = 3500 \text{ mm c.a.}$
- Temp. di ritorno: $T_r = 45^\circ C$

Metodo analitico:

Si ricava il salto termico sul circuito primario:

$$\Delta T = T_p - T_r = 70 - 45 = 25^\circ C$$

Si ricava il valore di portata nel circuito primario:

$$G_p = P \cdot 860 / \Delta T = 90 \cdot 860 / 25 = 3096 \text{ l/h}$$

Si ricavano i coefficienti di flusso Kv della valvola di regolazione:

$$Kv_{MIN} = 0,10 \cdot 3096 / \sqrt{3500} = 5,2 \text{ m}^3/h$$

$$Kv_{MAX} = 0,15 \cdot 3096 / \sqrt{3500} = 7,8 \text{ m}^3/h$$

Si dimensiona quindi una valvola 3/4", con Kv pari a 6,3 m^3/h .

La perdita di carico della valvola risulta:

$$\Delta P_{VALV.} = 0,01 \cdot (G/Kv)^2 = (3096/6,3)^2 = 2415 \text{ mm c.a.}$$

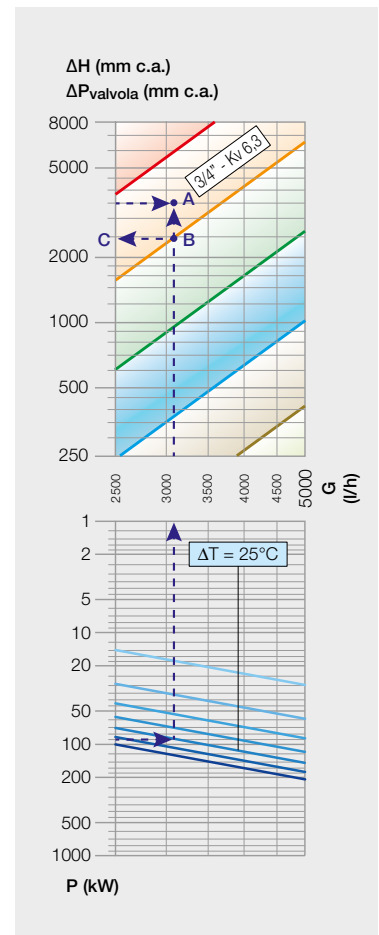
L'autorità della valvola di regolazione scelta è pari a:

$$a = 2415 / (2415 + 3500) = 0,40$$

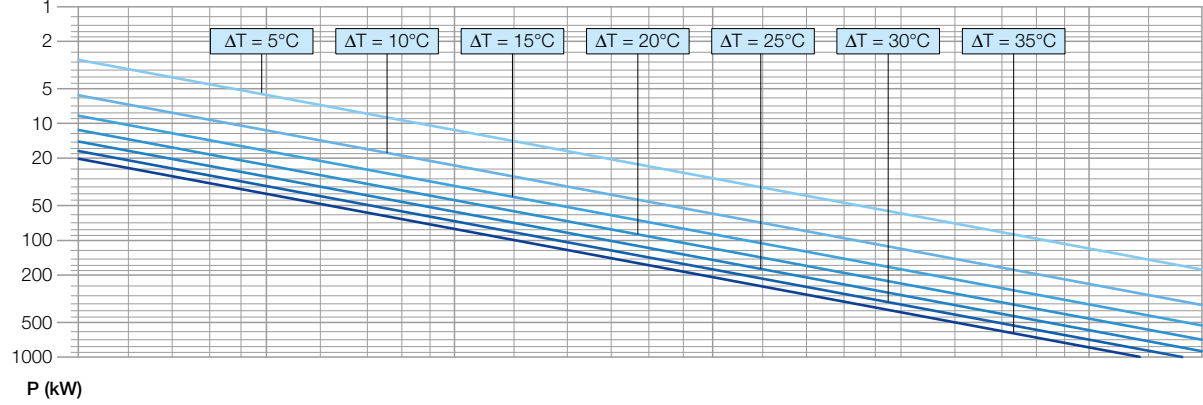
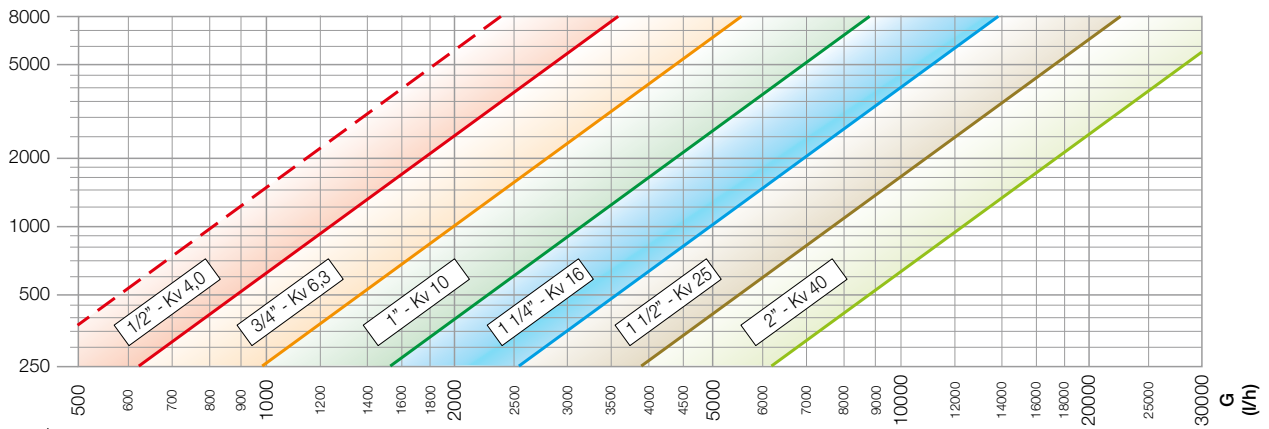
Metodo grafico:

Tramite l'apposito grafico sottostante a quello di dimensionamento, è possibile ricavare la portata di progetto individuando sulla linea corrispondente ad un salto termico di $25^\circ C$ il punto relativo alla potenza termica di progetto di 90 kW. Si trova quindi il punto A in corrispondenza del valore di prevalenza disponibile ΔH , che rientra nella banda di scelta della valvola 3/4".

Dal punto B (intersezione tra il valore di portata G_p e la curva della valvola scelta) è possibile leggere il valore di perdita di carico della valvola (punto C sul medesimo asse).

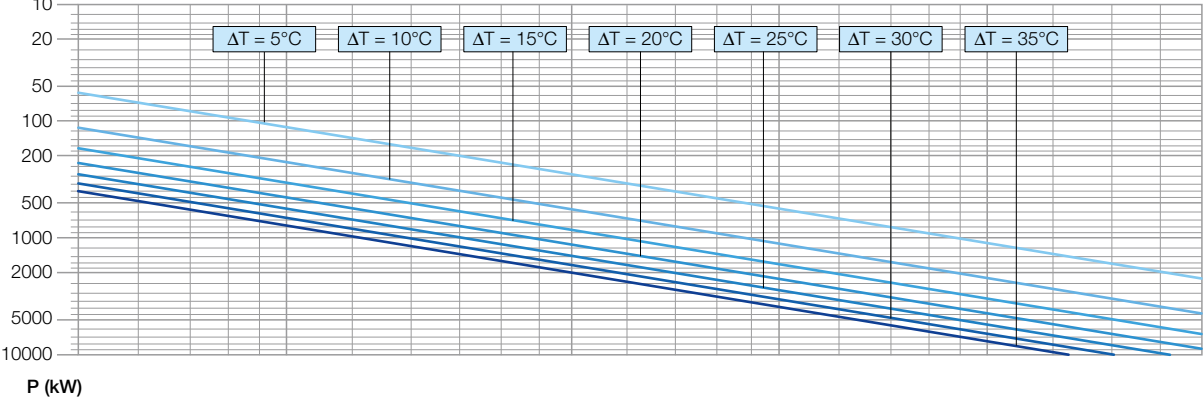
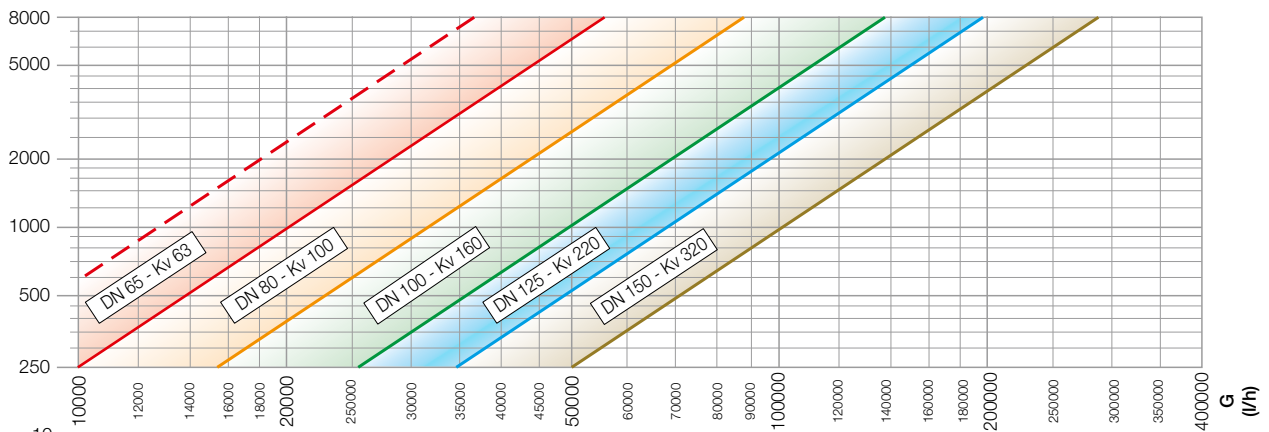


ΔH (mm c.a.)
 $\Delta P_{valvola}$ (mm c.a.)



P (kW)

ΔH (mm c.a.)
 $\Delta P_{valvola}$ (mm c.a.)



P (kW)

TRATTAMENTO ACQUA NEGLI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE

Nelle precedenti edizioni sono stati affrontati, a livello impiantistico, differenti aspetti riguardanti l'ottimizzazione e l'efficiamento degli impianti di climatizzazione e distribuzione dell'acqua sanitaria.

L'acqua è il componente principale all'interno delle reti di distribuzione, per questo motivo le sue caratteristiche rappresentano un aspetto chiave per il contenimento dei costi di gestione e la longevità dell'intero impianto.

Proprietà inadeguate dell'acqua possono infatti generare problematiche come incrostazioni, corrosioni, depositi, formazioni microbiologiche, congelamento o degrado del fluido.

SITUAZIONE LEGISLATIVA ATTUALE

Il **Decreto interministeriale 26 giugno 2015**, altrimenti conosciuto come DMISE, oltre a definire le metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici e dei loro parametri limite, fornisce i requisiti minimi e gli accorgimenti da adottare negli impianti tecnologici.

Al capitolo 2.3.5, si può leggere:

In relazione alla qualità dell'acqua utilizzata negli impianti termici per la climatizzazione invernale, con o senza produzione di acqua calda sanitaria, ferma restando l'applicazione della norma tecnica UNI 8065, è sempre obbligatorio un trattamento di condizionamento chimico. Per impianti di potenza termica del focolare maggiore di 100 kW e in presenza di acqua di alimentazione con durezza totale maggiore di 15 gradi francesi, è obbligatorio un trattamento di addolcimento dell'acqua di impianto. Per quanto riguarda i predetti trattamenti si fa riferimento alla norma tecnica UNI 8065.

Parafrasando il decreto, si deduce che per tutte le tipologie di impianto, a prescindere dalla potenza del suo generatore, è fatto obbligo l'inserimento di condizionanti chimici volti a proteggere l'intero sistema.

Nel caso in cui l'impianto abbia una potenza termica superiore a 100 kW e la durezza dell'acqua utilizzata per il suo riempimento sia superiore ai 15°f, è fatto obbligo utilizzare, oltre i predetti trattamenti chimici, appropriati sistemi di addolcimento per riportare tale parametro entro tale limite.

Tuttavia, per conoscere quali siano le differenti tipologie di trattamenti da utilizzare, occorre consultare la norma tecnica, di recente riedizione, **UNI 8065 – Trattamento dell'acqua negli impianti per la climatizzazione, per la produzione di acqua calda sanitaria e negli impianti solari termici**.

Questo documento si propone di offrire, oltre alle specifiche richieste del decreto, molteplici informazioni riguardanti le problematiche derivanti da un fluido vettore non conforme, soluzioni attuabili per risolverle, verifiche periodiche da effettuare e tipologie di trattamenti da utilizzare.

Nello specifico caso dei trattamenti, la norma UNI 8065 propone una distinzione tra:

- Trattamenti chimici (o interni)
- Trattamenti fisici o chimico-fisici (o esterni)

Viste inoltre le molteplici sottocategorie proposte, la stessa norma specifica che i trattamenti (fisici, chimico-fisici, chimici) si utilizzano, secondo necessità, singolarmente o in combinazione tra di loro.

La scelta del tipo di trattamento deve essere effettuata in base:

- Alle caratteristiche dell'acqua da trattare;
- Alla tipologia di impianto;
- Alla potenza complessiva dell'impianto termico.

Questo, ad integrazione di quanto espresso nel Decreto dei Requisiti Minimi, significa che i condizionanti chimici obbligatori possono essere differenti e devono essere valutati per singolo caso.

Si può inoltre evincere che quanto obbligatorio per legge sia indispensabile, ma debba essere integrato con ulteriori accorgimenti, al fine di massimizzare l'efficacia degli interventi attuati.

Trattamenti chimici (o interni)

In questo articolo prenderemo in considerazione esclusivamente i trattamenti chimici, chimico-fisici e fisici dedicati al circuito chiuso.

Ogni tipologia di rete distributiva utilizza, secondo quanto prescritto nella normativa, delle tipologie differenti di trattamento chimico dell'acqua, al fine di raggiungere gli obiettivi quali:

- Inibizione delle incrostazioni;
- Dispersione di depositi;
- Inibizione dei fenomeni corrosivi;
- Correzione del pH;
- Controllo delle crescite biologiche;
- Protezione dal gelo.

Gli inibitori di corrosione e di incrostazione diventano fondamentali in ogni impianto, a prescindere dalla sua tipologia, per prevenire seri malfunzionamenti e danneggiamenti, specialmente dei componenti più delicati.

Depositi pregressi o accumuli di impurità possono innescare o accelerare i fenomeni corrosivi e non lasciano agli additivi protettori la possibilità di creare uno strato omogeneo a protezione del sistema. Per tale motivo diventa fondamentale, sia per nuove realizzazioni che per quelle esistenti, effettuare il lavaggio con appropriati **additivi disperdenti**.

Per preservare il sistema è bene che il valore di pH (misurato a 25°C) rimanga in valori prossimi alla neutralità, tra 7 e 8,5. Per tale motivo diviene fondamentale misurare questo parametro ad ogni riempimento e, qualora servisse, riportarlo entro valori standard.

Gli impianti operanti a bassa temperatura forniscono le condizioni ideali per la proliferazione di batteri ed alghe che possono occludere i passaggi e formare depositi. In questa tipologia di distribuzione diventa quindi obbligatorio l'utilizzo di **additivi biocidi** in grado di limitare od annullare totalmente tale proliferazione.

A causa dell'abbassamento della temperatura sotto lo zero termico l'acqua può ghiacciare aumentando il suo volume e provocando rotture, perdite e danni ingenti agli impianti e alle apparecchiature ad essi collegate. In caso di impossibilità di cicli o sistemi tecnologici atti ad evitare il congelamento, questo fenomeno si deve prevenire mediante l'utilizzo di prodotti a base di **glicoli atossici passivati**.

FUNZIONE	MECCANISMO D'AZIONE	OBLIGO	TIPOLOGIA PRODOTTO
Inibizione delle incrostazioni	Impediscono che sulle superfici di scambio termico si formino depositi di sali insolubili e svolgono un'azione disgregante dei depositi pregressi	In tutte le tipologie d'impianto	
Dispersione di depositi	Disperdono e mantengono in sospensione i depositi evitandone l'accumulo sulle superfici	In tutte le tipologie d'impianto	
Inibizione dei fenomeni corrosivi	Evitano fenomeni corrosivi su tutti i materiali presenti nell'impianto	In tutte le tipologie d'impianto	
Correzione del pH	Mantengono un pH in un intervallo neutro-leggermente alcalino	Per valori di pH post caricamento al di fuori dai limiti	
Controllo delle crescite biologiche	Prevenire lo sviluppo di alghe, muffe, funghi e batteri	In impianti funzionanti a bassa temperatura	
Protezione dal gelo	Impedire che l'acqua congeli all'interno degli impianti	In impianti a rischio formazione ghiaccio	

Trattamenti fisici e chimico-fisici (o esterni)

I trattamenti chimici obbligatori precedentemente descritti svolgono l'importante compito di preservare la salute dei componenti degli impianti di climatizzazione, generando strati protettivi capaci di prevenire la corrosione e di mantenere in sospensione le impurità, evitando pericolosi depositi.

Tuttavia, questo comporta che le particelle di sporco possano inficiare i passaggi più stretti all'interno dei componenti di regolazione, delle pompe di circolazione o degli scambiatori di calore.

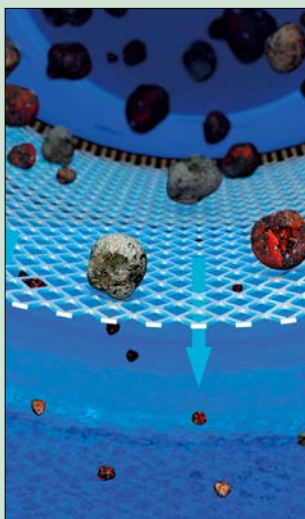
Inoltre, tali trattamenti non sono in grado di controllare la presenza di aria all'interno dei sistemi distributivi.

La revisione della **norma UNI 8065** suggerisce, in aggiunta ai predetti sistemi di trattamento chimico, anche dei sistemi fisici o chimico-fisici per migliorare e mantenere nel tempo elevati standard energetici negli impianti di climatizzazione.

I trattamenti previsti sono:

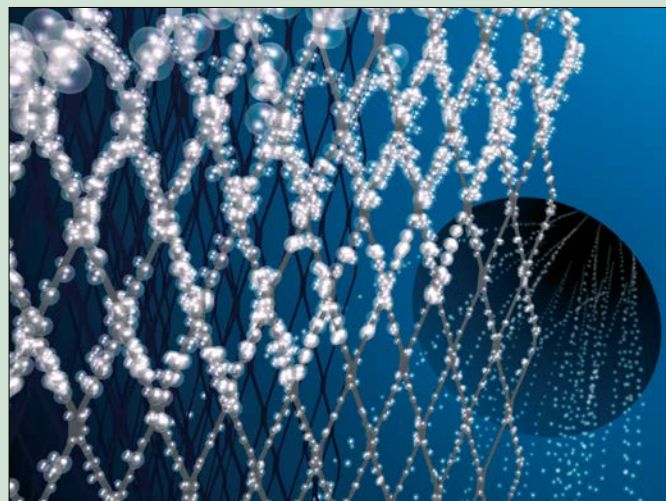
- Filtrazione e/o defangazione;
- Disaerazione;
- Addolcimento mediante resine a scambio ionico;
- Rimineralizzazione;
- Rimozione selettiva di nitrati e altri ioni mediante resine a scambio ionico;
- Demineralizzazione.

Già in diverse edizioni precedenti abbiamo speso parole per spiegare l'importanza della **defangazione e filtrazione** delle impurità negli impianti di climatizzazione. La stessa norma UNI 8065 suggerisce sempre l'utilizzo di almeno una delle due tipologie, se non addirittura la combinazione di entrambe.



A rafforzamento dell'importanza di questi prodotti è il fatto precedentemente spiegato che gli inibitori di incrostazione ed i disperdenti per il lavaggio non sono in grado di eliminare le impurità presenti nell'impianto, ma solamente di mantenerle in sospensione. Diventa facile capire come questi dispositivi debbano andare naturalmente ad integrare l'azione dei condizionanti chimici obbligatori, al fine di massimizzare l'efficienza dell'intero sistema.

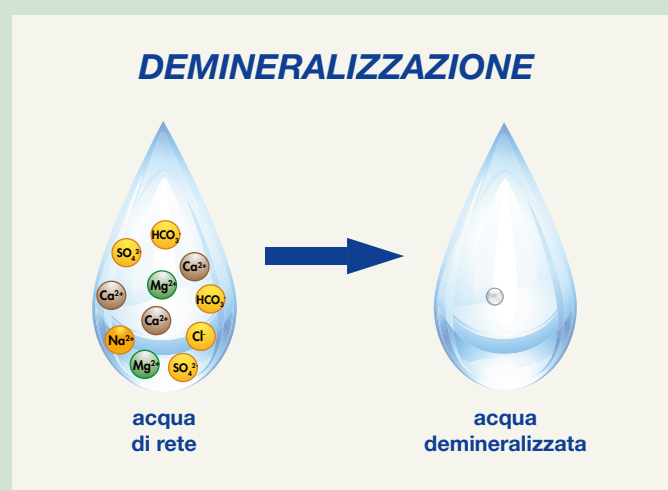
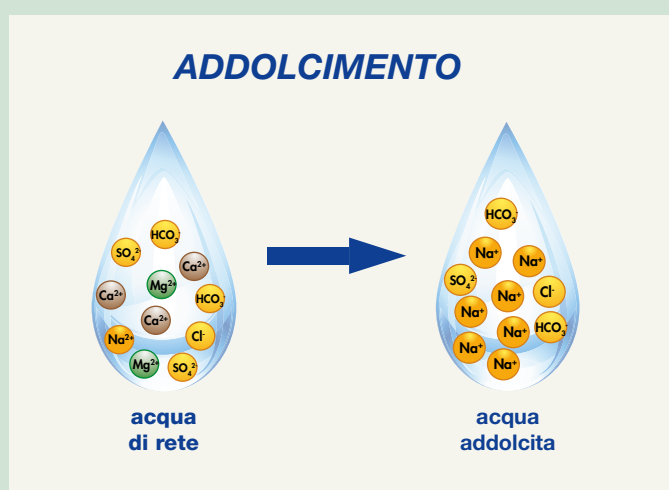
L'aria è sempre presente all'interno degli impianti di climatizzazione. Nonostante un caricamento adeguato e puntiglioso volto ad eliminare i gas contenuti nelle tubazioni, l'aria si trova in forma disciolta all'interno dell'acqua di riempimento. Secondo la legge di Harry, l'aumento della temperatura o la diminuzione della pressione dell'acqua provocano la separazione dell'aria, generando delle micro bolle. Queste micro bolle vengono trascinate dal fluido per tutto l'impianto, dove, cambiando di stato, danno origine al fenomeno della cavitazione, danneggiando gli organi di regolazione e le giranti delle pompe.



A prevenzione di queste problematiche, la norma UNI 8065 suggerisce l'installazione di **disaeratori**, dispositivi in grado di trattenere e separare le microbolle dal fluido vettore, eliminandole dall'impianto attraverso l'azione di una valvola di sfiato automatica.

La durezza dell'acqua di riempimento dipende dal contenuto di bicarbonati di calcio e magnesio disciolti nell'acqua e permette di capire le sue capacità incrostanti nel circuito chiuso. L'**addolcimento** è un trattamento che prevede la sostituzione di calcio e magnesio con il sodio. I bicarbonati di sodio rilasciati non hanno capacità incrostante, nemmeno dopo riscaldamento. Un addolcimento totale (0-5°f) rende l'acqua "aggressiva" con possibili danneggiamenti di alcuni componenti dell'impianto. Per questo motivo è preferibile mantenere un valore di durezza residua tra 5 e 15°f. Dopo aver riempito l'impianto con acqua addolcita è necessario aggiungere un idoneo condizionante chimico.

La **demineralizzazione** è un trattamento che elimina la maggior parte dei sali contenuti in forma ionica nell'acqua: diminuisce la conducibilità elettrica. Si utilizzano di solito dei letti di resine miste a scambio ionico. Poiché l'acqua demineralizzata ha un basso potere tampone nei confronti delle variazioni di pH, è preferibile diminuire la conducibilità elettrica senza spingersi alla demineralizzazione totale. È opportuno aggiungere un idoneo condizionante chimico dopo aver effettuato il riempimento con acqua demineralizzata.



Passi operativi

La nuova norma UNI 8065 integra ulteriormente le richieste del Decreto 26.06.2015, rendendo obbligatori, per il raggiungimento della massima efficienza energetica, ulteriori interventi.

Gli interventi indicati nella seguente tabella sono da attuarsi indipendentemente dalla potenza dell'impianto di climatizzazione e dalla durezza dell'acqua di caricamento.

Treatment obbligatorio indipendentemente dalla durezza dell'acqua e dalla potenza dell'impianto	Impianto nuovo	Modifica impianto
Lavaggio	✓	
Verifica perdite		✓
Risanamento		✓
Filtrazione di sicurezza dell'acqua di carico dell'impianto	✓	✓
Filtrazione e/o defangazione dell'acqua dell'impianto	✓	✓
Disaerazione	✓	✓
Condizionamento chimico	✓	✓

L'obbligo di addolcire l'acqua di caricamento scatta con il medesimo limite imposto dal Decreto dei Requisiti Minimi, tuttavia la nuova norma UNI 8065 integra la possibilità di sostituire questo trattamento con un sistema di demineralizzazione, fermo restando la presenza dei trattamenti descritti in precedenza.



L'eXtra Small ancora più performante Per una protezione veloce e completa dell'impianto

Serie 5459 - Caleffi XS® Filtro defangatore magnetico sottocaldaia

Serie 5709 - FAST Additivi chimici

- Pulizia meccanica con il filtro defangatore XS e protezione dell'impianto tramite additivi C1 e C3
- Utilizzabili in impianti con spazi ridotti
- C3 CLEANER FAST rimuove impurità e incrostazioni in impianti nuovi o esistenti
- C1 INHIBITOR FAST protegge da corrosioni e incrostazioni ed è compatibile con ogni materiale



Riscaldamento

www.caleffi.com

CALEFFI
Hydronic Solutions