

## VALVOLE TERMOSTATICHE: SONO TUTTE UGUALI?

2<sup>a</sup> parte

di Russo Gaetano Fabio

### Premessa

Nell'articolo precedente sono state messe in evidenza le caratteristiche prestazionali delle testine termostatiche, in questa seconda parte verranno evidenziate le caratteristiche prestazionali dei corpi valvola a cui le testine termostatiche vengono accoppiate, soffermandosi su un aspetto ancora trascurato che è quello della possibilità di bilanciamento dei singoli radiatori. Nel prossimo articolo verranno invece evidenziati alcuni aspetti legati al rumore dovuto al flusso turbolento nel corpo valvola regolato dalla testina termostatica.

### Il problema: lo sbilanciamento idraulico dei radiatori

Ancora oggi nella stragrande maggioranza degli impianti di riscaldamento esistenti in cui si operano interventi di risparmio energetico, ci si limita ad installare (come previsto dall'art. 9 del DM 19/02/2007) caldaie a condensazione, circolatori a velocità variabile e valvole termostatiche su tutti i radiatori. Purtroppo però, non essendo obbligatori per legge, è d'uso installare insieme alle testine termostatiche corpi valvola privi di regolazione del Kv, ritenendo erroneamente che la testina termostatica sia già idonea a compensare durante il funzionamento gli errori di bilanciamento dell'impianto.

D'altronde la maggior parte degli impianti termici esistenti, privi di qualsiasi dispositivo di bilanciamento, dimostrano che la regolazione della portata non fa parte del bagaglio culturale dell'impiantista italiano il quale, anziché adeguare l'effettiva portata alla potenza necessaria, preferisce per convenienza economica realizzare impianti con elevate portate e prevalenze, lasciando ai posteri i problemi di gestione dello sbilanciamento delle temperature, dei rumori e degli esorbitanti consumi elettrici delle pompe.

Queste problematiche, trascurabili finché i corpi valvola erano sprovvisti di testine termostatiche, diventano ora gravi problemi da non sottovalutare.

Infatti con l'impiego dei circolatori a velocità variabile la portata dei radiatori viene inevitabilmente ridotta al minimo e su questi nuovi valori di portata l'impianto deve necessariamente risultare adattato se si vogliono risolvere i problemi sopraccennati.

La soluzione è più semplice di quanto possa sembrare: sarebbe sufficiente che le nuove testine termostatiche risultino accoppiate a corpi valvola dotati di limitatore di portata, ovvero si abbia un Kv regolabile su ciascun radiatore.

Infatti dal punto di vista idraulico i radiatori avendo ampi passaggi presentano Kv elevati (ovvero perdite di carico trascurabili) quindi in presenza di corpi valvola ordinari sprovvisti di Kv variabile si avrebbero extraflussi sui radiatori più favoriti che in presenza di circolatori a velocità variabile accentuano i difetti di sottoflussi sui radiatori più sfavoriti.

Per promemoria ricordo che il Kv è un coefficiente caratteristico che indica la portata fluente a valvola aperta e alla pressione differenziale convenzionalmente assunta pari a 1 bar.

Nelle varie unità di misura utilizzate dai Costruttori si avranno le seguenti relazioni:

Portata in	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	l/h	l/h
Perdita di carico in	bar	kPa	bar	kPa
Coefficiente Kv	$Kv = \frac{q}{\sqrt{\Delta p}}$	$Kv = \frac{10 \cdot q}{\sqrt{\Delta p}}$	$Kv = \frac{q}{10^3 \sqrt{\Delta p}}$	$Kv = \frac{q}{100 \sqrt{\Delta p}}$
Perdita di carico $\Delta p$	$\Delta p = \left(\frac{q}{Kv}\right)^2$	$\Delta p = 100 \left(\frac{q}{Kv}\right)^2$	$\Delta p = 10^{-6} \left(\frac{q}{Kv}\right)^2$	$\Delta p = 10^{-4} \left(\frac{q}{Kv}\right)^2$
Portata q	$q = Kv \sqrt{\Delta p}$	$q = 0,1 Kv \sqrt{\Delta p}$	$q = 10^3 Kv \sqrt{\Delta p}$	$q = 100 Kv \sqrt{\Delta p}$

Valori tipici dei Kv delle valvole da 1/2" completamente aperte variano da 1,8 a 2,4 m<sup>3</sup>/h bar. Alle normali pressioni differenziali presenti sui corpi valvola (circa 5-20kPa) vedremo che tale valore può essere oltre 10 volte superiore a quello necessario per un radiatore da 1000W.

### La prerogazione per il bilanciamento dei radiatori

Si è accennato al fatto che sembrerebbe non ravvisabile alcun vantaggio bilanciare la portata dei singoli radiatori, soprattutto se dotati di valvole termostatiche: essendo la loro funzione quella di correlare il flusso di calore emesso dal radiatore con la temperatura ambiente regolata, potrebbe conseguire che il bilanciamento idraulico si ottiene con l'approssimarsi della chiusura della valvola al raggiungimento della temperatura voluta.

Infatti è pur vero che la valvola termostatica tende indirettamente a livellare le differenze di portata nei radiatori quando, per l'eccesso di temperatura ambiente nei locali sovrariscaldati, la chiusura delle termostatiche crea un aumento della perdita di carico nel radiatore interessato e quindi un maggior flusso si rende disponibile anche ai radiatori idraulicamente sfavoriti che risultano ancora freddi.

Questa proprietà è vera ma purtroppo si verifica solamente quando la temperatura ambiente nei locali favoriti supera il valore di set point e della banda proporzionale (tolleranza di regolazione della valvola). Se invece la temperatura ambiente risulta inferiore a questo valore la valvola sarà completamente aperta non esplicando così alcuna azione di bilanciamento.

Questi casi sono più numerosi di quanto si possa pensare e non si limitano al solo avviamento a freddo del mattino (morning start up) ma si verificano anche in presenza di regime intermittente o attenuato, di errori comportamentali (termostatiche tarate oltre i 22°C, apertura prolungata delle finestre, ...) nonché durante le continue pendolazioni all'interno della banda proporzionale che si hanno con il normale funzionamento della valvola termostatica.

In ogni caso dover attendere che il bilanciamento venga effettuato solo alla chiusura della termostatica, condizione che potrebbe anche non verificarsi mai (tante sono le valvole termostatiche che vengono lasciate dagli utenti al massimo della taratura), significa mantenere condizioni di funzionamento squilibrate che producono maggiori consumi di energia elettrica da parte delle pompe ed insufficienza di portata (e quindi di temperatura ambiente) nei radiatori idraulicamente più sfavoriti.

In sostanza tutti quei casi che provocano perturbazioni locali della temperatura ambiente, determinano la completa apertura della valvola termostatica e quindi necessitano di una limitazione della portata al valore limite corrispondente alla potenza massima erogabile dal radiatore. Erogare una portata maggiore del limite massimo necessario crea solo problemi ed aumenta i consumi energetici.

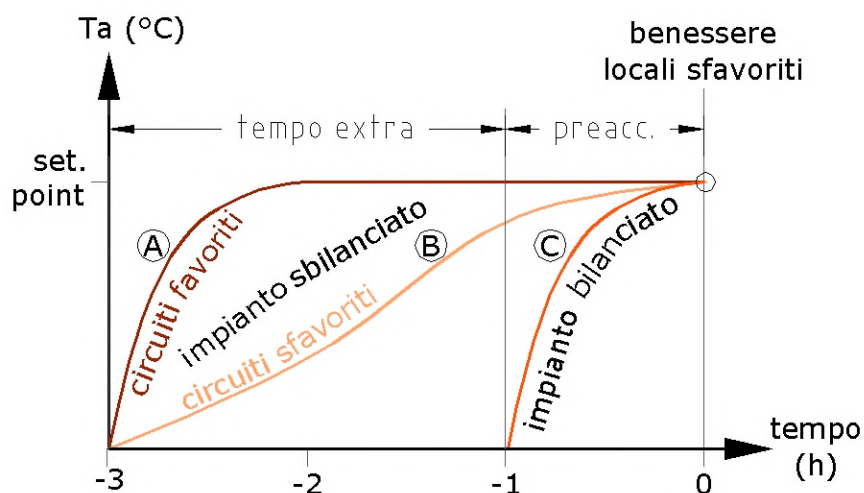


Fig. 1 Rappresentazione tempo di messa a regime tra impianto sbilanciato e bilanciato

Come vedremo dettagliatamente questi problemi possono essere risolti efficacemente e in modo semplice prevedendo valvole termostatiche dotate del dispositivo di prerogazione della portata.

Per focalizzare il problema prendiamo in considerazione due radiatori nello stesso appartamento: uno piccolo con  $P_n=500$  W e l'altro grande con  $P_n=2000$  W, se ponessimo un  $\Delta t=15^\circ\text{C}$  (sarebbe auspicabile un  $\Delta t=20^\circ\text{C}$ ) le portate nominali ( $q_n$ ) massime, ovvero a piena potenza, risultano essere:

- per il radiatore piccolo da 500W:  $q_n = \frac{P_n}{1,163 \cdot \Delta t} = \frac{500}{1,163 \cdot 15} = 29$  litri/h

- per il radiatore grande da 2000W:  $q_n = \frac{P_n}{1,163 \cdot \Delta t} = \frac{2000}{1,163 \cdot 15} = 115$  litri/h

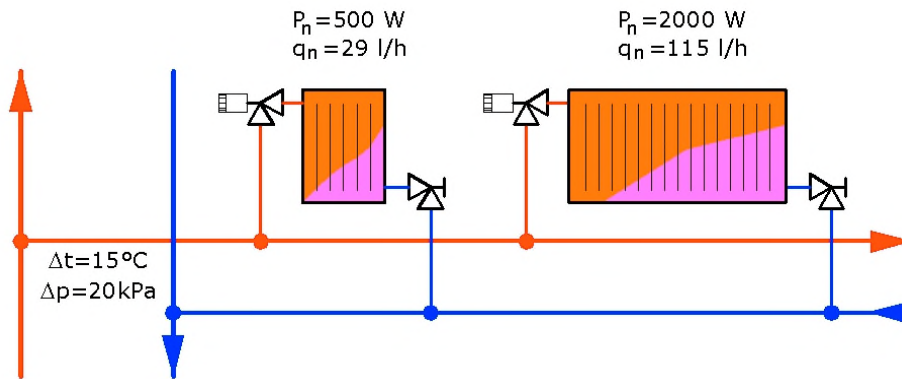


Fig. 2 Portate nominali tra due radiatori di differente potenza

Supponiamo di trascurare le perdite di carico delle tubazioni e del corpo del radiatore concentrandosi solo sul  $K_v$  delle valvole di mandata e ritorno dei radiatori, le quali a valvole completamente aperte presentano normalmente ciascuna un  $K_v=2,2$ .

Dato che il  $K_v$  complessivo di un circuito con valvole inserite in serie si calcola con:

$$K_{v_{tot}} = \left( K_{v_1}^{-2} + K_{v_2}^{-2} + \dots + K_{v_n}^{-2} \right)^{\frac{1}{2}}$$

con le 2 valvole in serie avremo per ciascun radiatore un  $K_v$  complessivo pari a:

$$K_{v_{tot}} = \left( 2,2_{valv}^{-2} + 2,2_{det}^{-2} \right)^{\frac{1}{2}} = \left( 0,207 + 0,207 \right)^{-0,5} = 1,56$$

ipotizzando agli attacchi una pressione differenziale di 15kPa si avrà una portata reale ( $q_R$ ):

$$q_R = 100 \cdot K_v \sqrt{\Delta p} = 100 \cdot 1,56 \cdot \sqrt{15} = 602 \text{ l/h per ciascun radiatore.}$$

E' bene osservare che la portata è la stessa per entrambi i radiatori, indipendentemente dalla loro potenza, essendo di fatto identica la perdita di carico valvola-radiatore.

In queste condizioni l'errore  $qE_{\%} = \frac{q_R - q_n}{q_n} \cdot 100$ , ovvero l'esuberanza della portata effettiva rispetto a quella nominale necessaria, risulta essere:

- per il radiatore piccolo da 500W:  $qE_{\%} = \frac{602 - 29}{29} \cdot 100 = 1975\%$  ovvero quasi 20 volte il necessario;

- per il radiatore grande da 2000W:  $qE_{\%} = \frac{602 - 115}{115} \cdot 100 = 423\%$  ovvero oltre 4 volte il necessario.

A titolo indicativo si evidenzia che la portata di 602 l/h con  $\Delta t$  di  $20^\circ\text{C}$  è talmente esuberante al punto che potrebbe da sola soddisfare un impianto con potenza nominale di:

$$P = 1,163 \cdot \Delta t \cdot q = 1,163 \cdot 20 \cdot 602 = 14.000W$$

ovvero un solo radiatore è attraversato da una portata normalmente richiesta da un intero appartamento ubicato in zona climatica D avente una superficie di circa  $200\text{m}^2$  ! Questo sovrappiù catastrofico in gergo viene definito "corto circuito idraulico".

Ma questo sovrappiù ha aumentato della stessa proporzione anche la potenza emessa? Assolutamente no! La maggior portata costituisce solo una potenza termica "spendibile" ovvero potenziale, l'effettiva potenza termica emessa dipende dalle caratteristiche costruttive del radiatore e riassumibili dalla formula canonica dello scambio termico:

$$P_n = U \cdot S \cdot \Delta t$$

dove U= trasmittanza di scambio termico (radiatori in aria calma  $U \approx 6-8W/m^2K$ ), S=superficie in  $m^2$  e  $\Delta t$  è la differenza tra la temperatura del radiatore e la temperatura ambiente, ovvero:

$$\Delta t = \frac{t_m + t_r}{2} - t_a$$

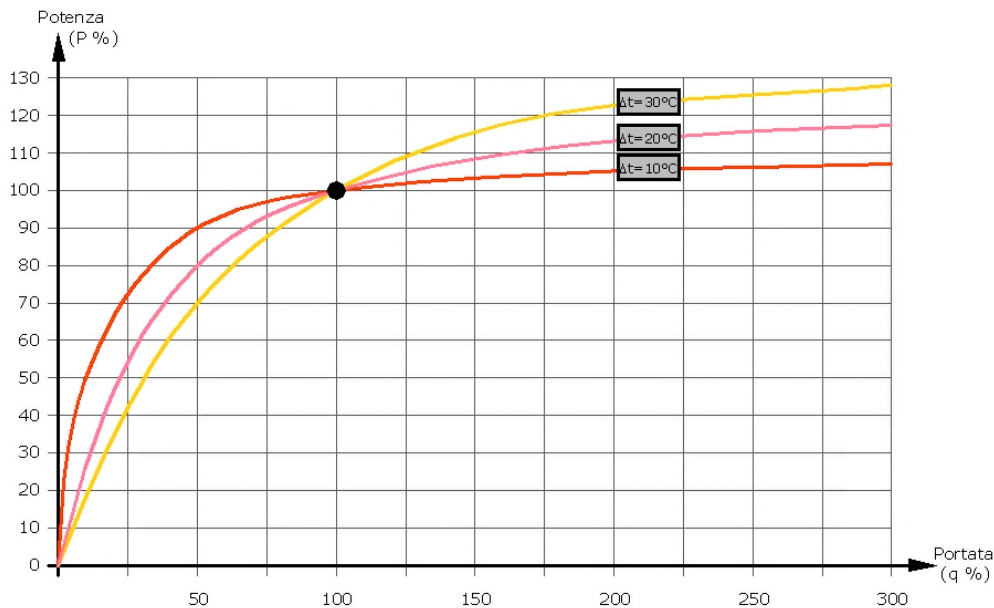
Siccome né U e né S possono aumentare ne consegue che una maggior portata conduce unicamente ad un aumento del  $\Delta t$  del radiatore.

Anche ammesso per assurdo che la differenza  $t_m, t_r$  diventi nulla, ovvero  $t_m = t_r = 80^\circ C$  (e quindi si avrà un  $\Delta t = 60^\circ C$  anziché di  $50^\circ C$ ) l'incremento di potenza ( $pE\%$ ) che ne consegue è modesto e non certo proporzionale all'esubero di portata, infatti ipotizzando una qualsiasi potenza  $P_n$ :

$$pE\% = \frac{P_{n_{60}} - P_{n_{50}}}{P_{n_{50}}} \cdot 100 = \frac{60 - 50}{50} \cdot 100 = 20\%$$

Ciò significa che a fronte di aumenti impressionanti della portata si ottiene solo un modesto incremento della potenza (max 20%), inoltre un sovrappiù in una parte dell'impianto, se non viene adeguatamente compensato dalla pompa, significa inevitabilmente un sottopiù da un'altra parte dell'impianto.

I sottopiù hanno una incidenza sulla potenza notevolmente superiore ai sovrappiù, questo fatto è messo in evidenza dalla fig. 3 se si nota la diversa inclinazione che assumono le curve prima e dopo il punto ottimale del 100% di portata e potenza.



**Fig. 3:** Variazione % della potenza emessa (P%) in funzione della variazione di portata (q%) per diversi salti termici e riferiti ad un comune radiatore ( $n=1.3$ ) e con ambiente a  $20^\circ C$ .

Come se ciò non bastasse a creare problemi in un impianto, altre distorsioni se ne aggiungono. Ad esempio, valvole termostatiche regolate oltre la massima temperatura ambiente non andranno mai in chiusura: in questo caso è come se la testina termostatica non esistesse. Se la portata massima nei circuiti favoriti non viene adeguatamente limitata, questi extra flussi ridurranno la portata disponibile ad altre parti dell'impianto creando disagi soprattutto ai piani alti, i quali avendo tubazioni con maggior percorso hanno perdite di carico maggiori e quindi la portata disponibile sarà inferiore.

### Dispositivi di prerogolazione dei radiatori

Nel paragrafo precedente sono stati evidenziati gli effetti disastrosi del mancato bilanciamento dei radiatori e abbiamo accennato al fatto che per porvi rimedio è sufficiente che i corpi valvola delle testine termostatiche siano dotate di limitatore di portata ovvero di Kv regolabile.

Da tener presente che dal punto di vista economico un corpo valvola con Kv variabile ha un costo di circa il 10% in più rispetto ad un corpo valvola ordinario, maggiorazione di costo di circa 1€ che non giustifica la presenza sul mercato di valvole a kv fisso salvo che per due motivi:

1. il Costruttore non dispone di risorse atte a modificare la produzione;
2. il Costruttore mantiene la produzione in attesa di una evoluzione del mercato ancora legato al costo e non alle prestazioni.

Ma come funziona il limitatore di portata, ovvero la preregolazione del Kv?

Nella pratica costruttiva è sufficiente che l'inserto stelo-otturatore all'interno del corpo valvola abbia uno scontro che limiti la corsa di apertura dello stelo. Un altro metodo è quello di dotare il gruppo otturatore di un cilindro con vari orifizi aventi differenti sezioni di passaggio selezionabili mediante semplice rotazione.

Siccome gli inserti stelo-valvola sono pezzi smontabili dal corpo valvola è spesso possibile la sostituzione di un inserto comune con altro dello stesso tipo avente la regolazione della corsa di massima apertura.

In ogni caso per poter effettuare la preregolazione della portata massima basta svitare la ghiera della testina termostatica e agire con cacciavite o apposita chiave sulla vite di preselezione numerata regolandola al corrispondente valore di portata rilevabile dal diagramma del Costruttore.

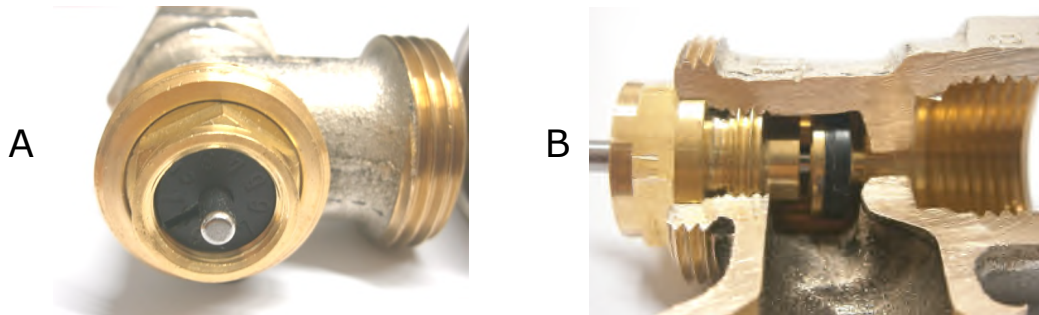


Fig. 4 Vista esterna (A) ed interna (B) di un tipico corpo valvola con inserto di regolazione del Kv.

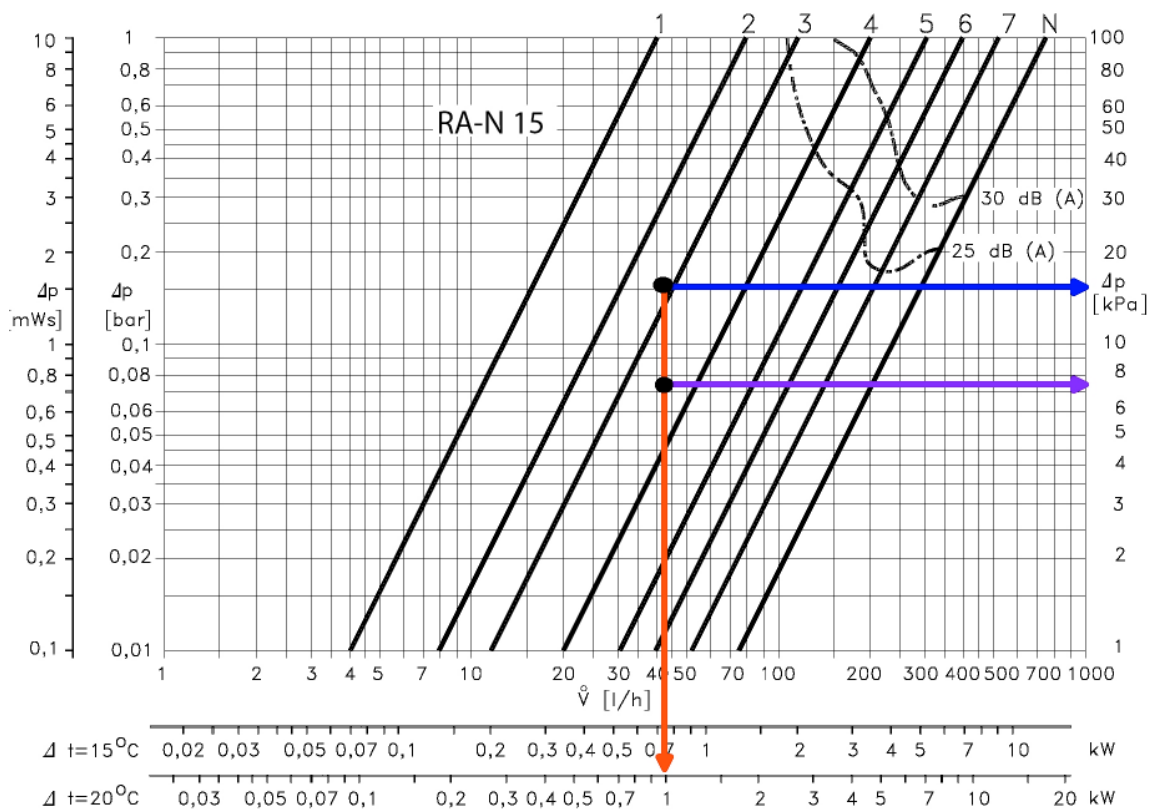


Fig. 5 Tipico diagramma di regolazione della portata per valvola termostattizzabile con Kv regolabile.

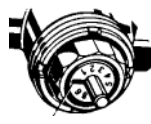
Per un corretto funzionamento è quindi necessario che in fase di installazione delle valvole termostatiche l'installatore sappia, consultando i diagrammi del Costruttore, il limite di massima apertura da impostare su ogni radiatore.

Ad esempio impiegando una valvola con caratteristica idraulica come da diagramma di fig.5 possiamo notare che per un radiatore da 1000W con  $\Delta t=20^{\circ}\text{C}$ , che richiede una portata nominale di 43l/h, è necessario impostare la corsa massima dell'otturatore sulla tacca 3 se si ha un  $\Delta p = 15\text{kPa}$  oppure sulla tacca 4 se si ha un  $\Delta p = 7\text{kPa}$ . Se non diversamente indicato tali diagrammi riferiscono le regolazioni ad una banda proporzionale, ovvero ad un errore rispetto al set-point, di  $\pm 2\text{K}$ . Nel caso sia necessaria una banda di  $\pm 1\text{K}$  (preferibile), ovvero una maggior precisione di regolazione, è necessario un aumento dell'autorità della valvola, ovvero la corsa va limitata ulteriormente secondo le istruzioni del Costruttore.

Molto importante è tener presente che i diagrammi dei Costruttori si riferiscono alla sola valvola termostaticabile e non all'accoppiamento valvola+detentore che, pur avendo quest'ultima un Kv relativamente grande (in genere 2,2), è comunque un ulteriore elemento resistivo in serie che riduce il valore della portata attraversante il radiatore e quindi, a rigore, il riferimento esatto del Kv sarebbe da calcolarsi con la formuletta del Kv in serie ma, essendo l'errore minore dell' 1%, nella pratica questo calcolo può essere omesso.

Errore molto più sensibile, che modifica la taratura del diagramma di circa il 10%, è invece apportato dalla "rigidezza" della testina termostatica che viene accoppiata allo stelo. In questo caso i Costruttori sono soliti indicare la maggiorazione della perdita di carico da considerare per il tipo di testina termostatica.

Per semplificare le operazioni di regolazione effettuate da personale non esperto in regolazioni può essere utile predisporre una tabella riepilogativa del tipo seguente:

Dimensioni e Regolazione Radiatore			Note per la taratura	
Grandezza	Pn (Watt)	REG.		Con un cacciavite, ruotare in senso orario la vite di pre-selezione fino al suo arresto (valvola chiusa). Contrassegnare questa posizione come riferimento di partenza. Ruotare in apertura fino al riferimento indicato in REG (tacca 10 = 1 giro).
Piccolo	$P_n < 1000$	9		
Medio	$1000 < P_n < 2000$	12		
Grande	$P_n > 2000$	15		

Dato che la pressione differenziale disponibile nel circuito diminuisce con l'aumentare delle resistenze nel circuito stesso, simili prospetti rappresentano una approssimazione di uno specifico caso in cui il valore di  $\Delta p$  assunto rappresenta una particolare zona dell'impianto avente la pressione residua considerata.

Il diagramma di fig. 6 rappresenta graficamente questa condizione.

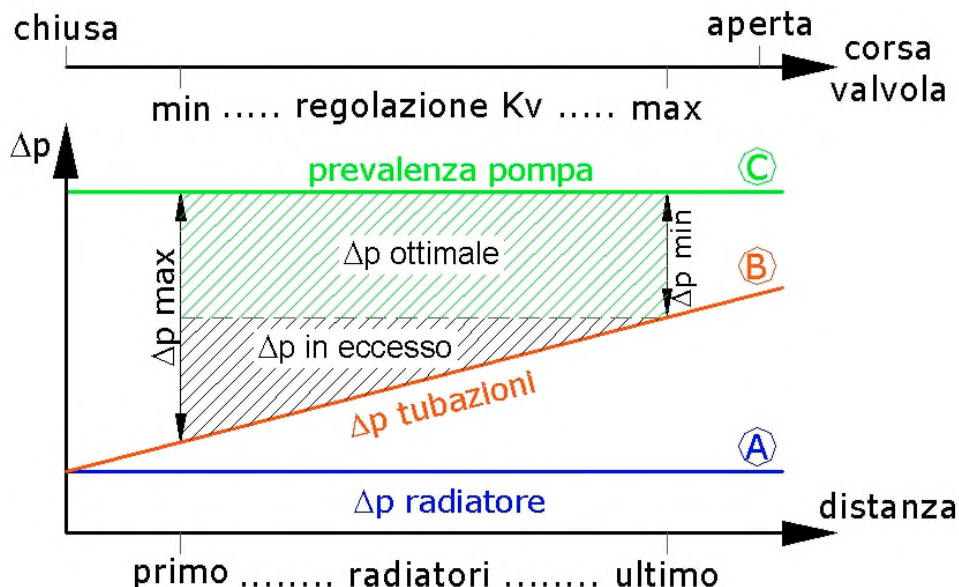


Fig. 6 Rappresentazione perdite di carico e prevalenza residua

Dal diagramma di fig. 6 si può notare che la perdita di carico dei radiatori (A), si può considerare un valore costante, mentre la perdita delle tubazioni (B) è in genere proporzionale allo sviluppo della rete.

Ciascun radiatore avrà quindi disponibile una prevalenza residua data dalla differenza, nel punto considerato, tra la prevalenza massima agli attacchi della pompa (linea verde C) sottratte le perdite di carico totali del circuito (linea rossa B).

Il valore di riferimento della prevalenza residua da utilizzare per la regolazione del Kv è quindi un valore variabile (min-max) che dipende dal punto considerato nel circuito (dal primo all'ultimo radiatore).

Negli impianti esistenti, mancando le predisposizioni degli attacchi per le misure di pressione, non risulta possibile misurare la prevalenza residua nei vari punti e quindi si tende ad effettuare una prima regolazione in eccesso, che eventualmente può essere corretta in fase di esercizio rilevando le temperature effettivamente disponibili ai radiatori e affinando al coltempo un'esperienza utile a suggerire la migliore approssimazione nelle installazioni successive.

In ogni caso si tenga presente che qualsiasi approssimazione in eccesso produrrà comunque una riduzione di quell'errore catastrofico della portata che altrimenti si avrebbe con le valvole termostatiche completamente aperte e prive di Kv regolabile. E' anche utile osservare che non è necessaria una eccessiva precisione dato che la funzione della prerregolazione del Kv è quella di correggere i transitori termici. Ad eccezione di questi casi, ovvero con impianto ben regolato e a regime, sarà la stessa testina termostatica a posizionare l'otturatore sotto la corsa massima del Kv prefissato, dovendo di fatto ridurre la potenza del radiatore al valore di compensazione delle sole dispersioni termiche.

Si conclude osservando che una regolazione della portata massima potrebbe essere operata parzializzando la chiusura dei detentori, ovvero intervenendo sulla valvola (priva di manopola) posta sul ritorno dei radiatori.

Sebbene il principio sia lo stesso (realizzare una perdita di carico addizionale atta a ridurre la portata in eccesso) questa soluzione non è minimamente paragonabile all'impiego di un corpo valvola con Kv regolabile, non tanto per il fatto che il Costruttore fornisce diagrammi ad hoc e una scala di regolazione visibile sul corpo valvola, quanto per il fatto che un qualsiasi intervento nell'impianto che richieda la chiusura di valvole e detentori dei radiatori fa perdere quelle condizioni di taratura che magari sono state faticosamente raggiunte. Tale problema non può verificarsi nelle valvole predisposte con Kv regolabile essendo questa una taratura indipendente sia dall'azione della valvola termostatica sia dall'azione manuale di chiusura del radiatore.