

**RISPARMIO E COMFORT
NEGLI IMPIANTI A RADIATORI**
19/05/2022



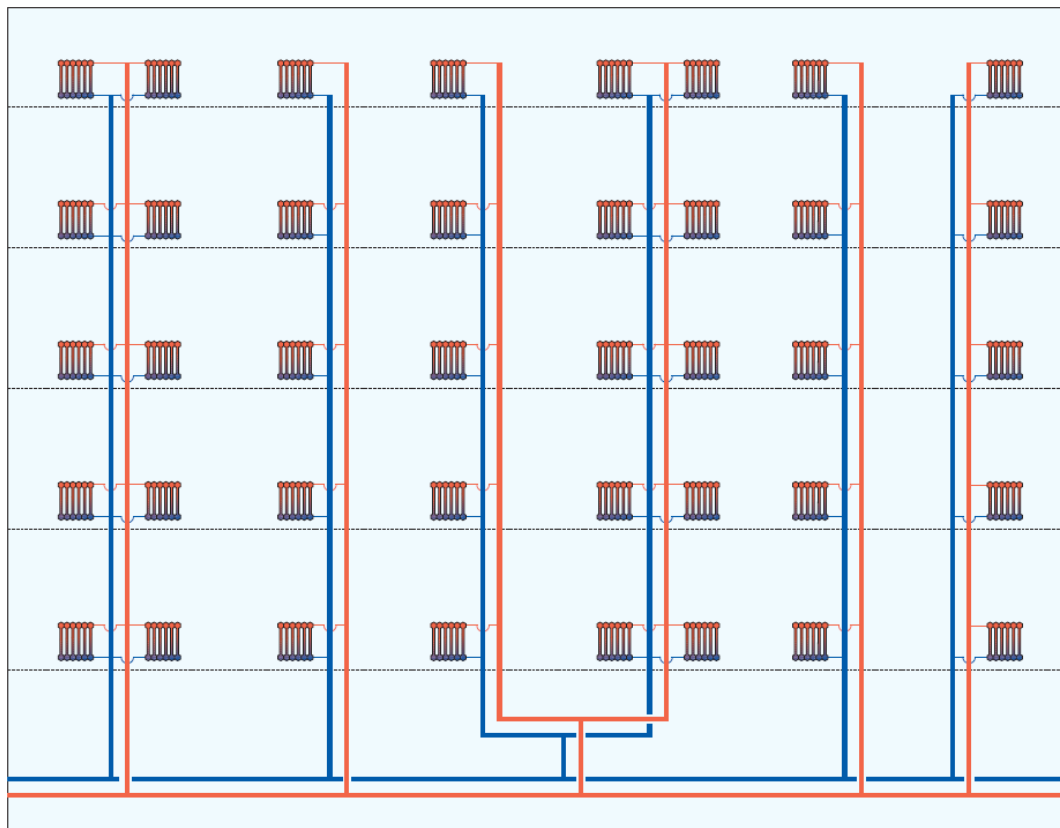
TIPOLOGIE DI IMPIANTO

IMPIANTO CENTRALIZZATO CON DISTRIBUZIONE A COLONNE MONTANTI

Questi impianti sono realizzati con colonne a servizio dei singoli corpi scaldanti e sono tuttora utilizzati per riscaldare una notevole parte del patrimonio edilizio italiano.

Questo tipo di impianti può funzionare:

- **a portata fissa** (assenza di comandi termostatici/elettronici)
- **a portata variabile** (presenza di comandi termostatici/elettronici).



IMPIANTO CENTRALIZZATO CON DISTRIBUZIONE A ZONE

Sono impianti realizzati con colonne a servizio dei **circuiti di zona**: cioè dei circuiti che portano il fluido vettore ai corpi scaldanti di ogni alloggio.

Gli impianti di zona, ormai da diversi anni, hanno reso superati gli impianti con corpi scaldanti serviti direttamente dalle colonne.

Questo tipo di impianti può funzionare solo **a portata variabile** (singole zone a portata fissa, singole zone a portata variabile).



**RISPARMIO E COMFORT:
IL RUOLO DI UN CORRETTO BILANCIAMENTO**

COMFORT ED EFFICIENZA

Obiettivo

Garantire l'efficienza del sistema ottimizzando la distribuzione della potenza termica secondo i dati di progetto.

Mantenere condizioni di funzionamento ottimali, evitando vibrazioni e rumorosità.

Punti chiave per progettare e gestire il sistema

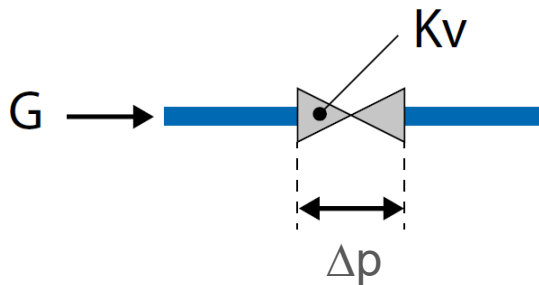
- **Comfort**

Potenza termica di progetto ad ogni radiatore;
Modulazione della potenza secondo reale necessità;
Assenza di rumorosità.

- **Efficienza**

Ottimizzazione dell'uso dell'energia termica;
Controllo a carico parziale;
Assenza di influenze reciproche tra gli elementi;
Minimizzazione della portata complessiva;
Limitazione delle temperature di ritorno in caldaia per favorire la condensazione.

PARAMETRI BASE DI UN ELEMENTO IDRAULICO



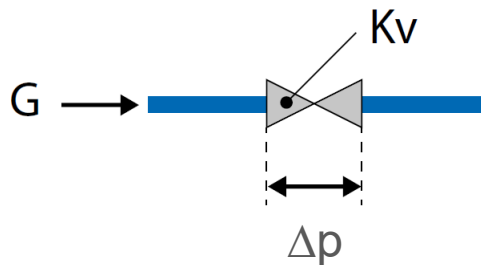
$$G = Kv * \sqrt{\Delta p}$$

Qualsiasi elemento di un circuito idraulico, attraversato da una generica portata G , **offre una resistenza e genera una conseguente perdita di carico (Δp)**, misurabile come la differenza di pressione tra ingresso e uscita dell'elemento stesso.

La perdita di carico Δp non è altro che l'energia spesa perché G attraversi l'elemento.

La capacità di un elemento di farsi attraversare da una portata generica G è noto come **Kv** e corrisponde alla **portata che attraversa l'elemento [m³/h] con una perdita di carico di 1 bar.**

PARAMETRI BASE – Come utilizzare il Kv



$$G = Kv * \sqrt{\Delta p}$$

Se noto il Kv di un elemento (una valvola ad esempio), è possibile:

- **Calcolare le perdite di carico Δp** generate dalla valvola ad una data portata G (necessario per dimensionare le pompe di circolazione)

$$\Delta p = (G/Kv)^2$$

- **Calcolare il valore di portata G** ad una misurata pressione differenziale Δp

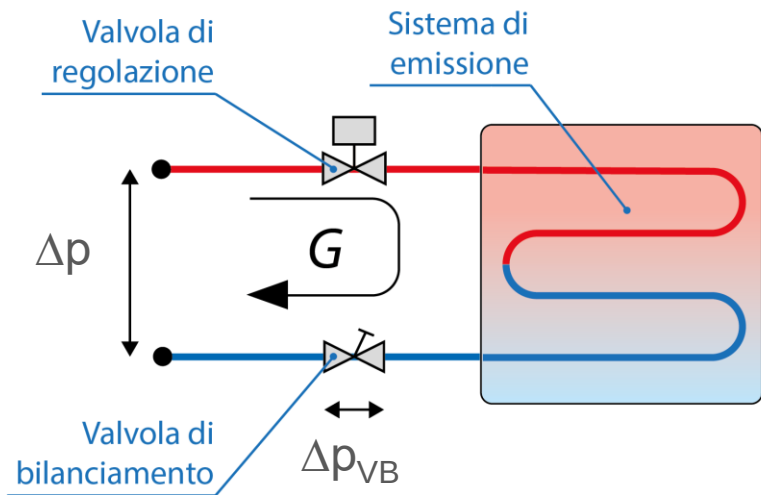
$$G = Kv * \sqrt{\Delta p}$$

Oppure, una volta note G e Δp , è possibile calcolare il Kv della valvola

$$Kv = G/\sqrt{\Delta p}$$

(utile in caso di interventi su impianti vecchi)

PARAMETRI BASE DI UN CIRCUITO



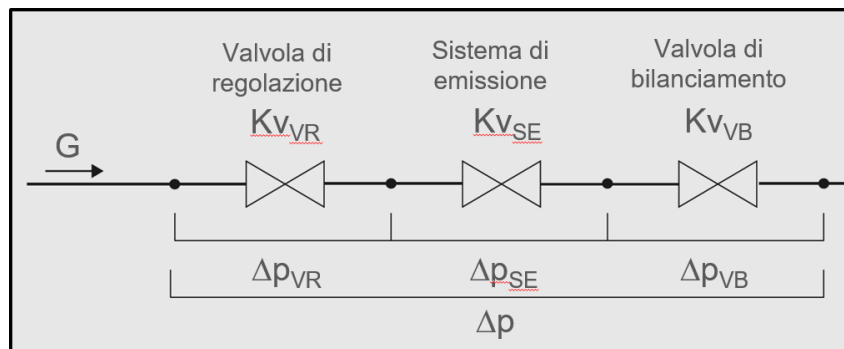
$$G = Kv * \sqrt{\Delta p}$$

$$\Delta p = (G/Kv)^2$$

Ogni elemento del circuito, passante una determinata portata G , genererà una perdita di carico proporzionale a G stessa.

La somma delle singole perdite di carico darà la perdita di carico dell'intero circuito (Δp).

Le pompe di circolazione dovranno essere **dimensionate per fornire G ad una prevalenza uguale a Δp (chiamata H).**

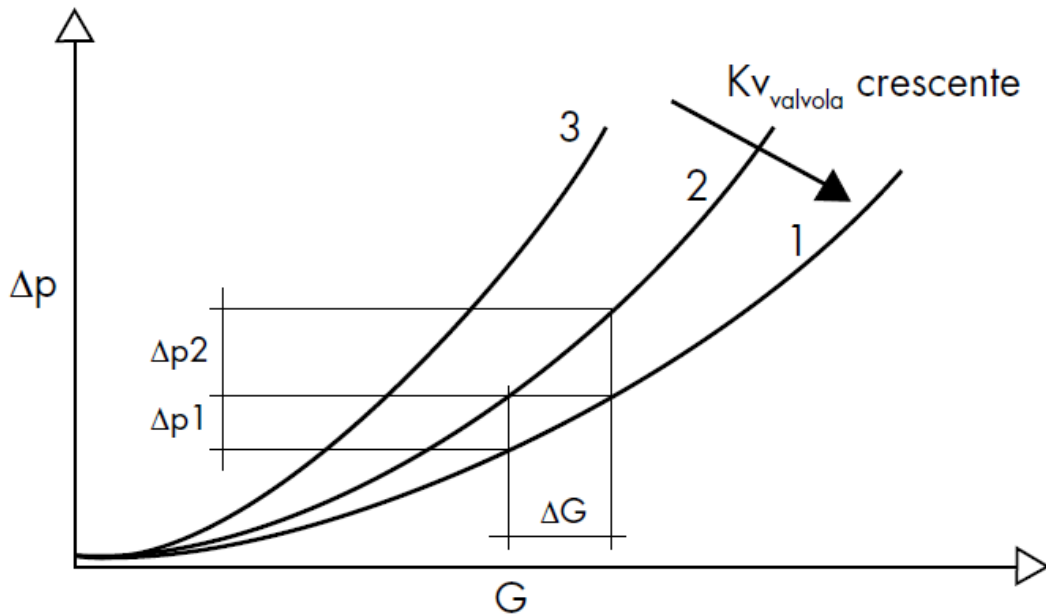


FATTORI DI CONTROLLO DI UN IMPIANTO

Curve di funzionamento di un circuito

In condizioni differenti di un medesimo circuito, ad esempio variando il grado di apertura di una valvola e quindi il suo coefficiente K_v , la curva di funzionamento del circuito si modifica secondo la formula: $G = K_v * \sqrt{\Delta p}$

Una variazione di portata genera una variazione di perdita di carico minore nel circuito caratterizzato da un coefficiente K_v della valvola più elevato.



FATTORI DI CONTROLLO DI UN IMPIANTO – DOVE INTERVENIRE

$$G = K_v * \sqrt{\Delta p}$$



Impianti a portata costante

Bilanciare questo tipo di impianti significa **garantire la portata termica di progetto ad ogni radiatore**. In questo caso la pressione differenziale disponibile ai capi di ogni singolo circuito (Δp) è costante, quindi può essere sufficiente intervenire sulle caratteristiche idrauliche del circuito (K_v) con soluzioni di bilanciamento di tipo statico (K_v costante).

Impianti a portata variabile

Le variazioni di portata nelle varie utenze (comandate da attuatori termostatici, elettrotermici o valvole di zona) determinano variazioni della pressione differenziale disponibile ai capi di ogni singolo circuito (Δp). In questo caso è necessario prevedere soluzioni di bilanciamento di tipo dinamico (K_v variabile), sia per **mantenere costanti le portate ai radiatori** che per **evitare problemi di rumorosità**.

I PROBLEMI DI UN IMPIANTO NON BILANCIATO

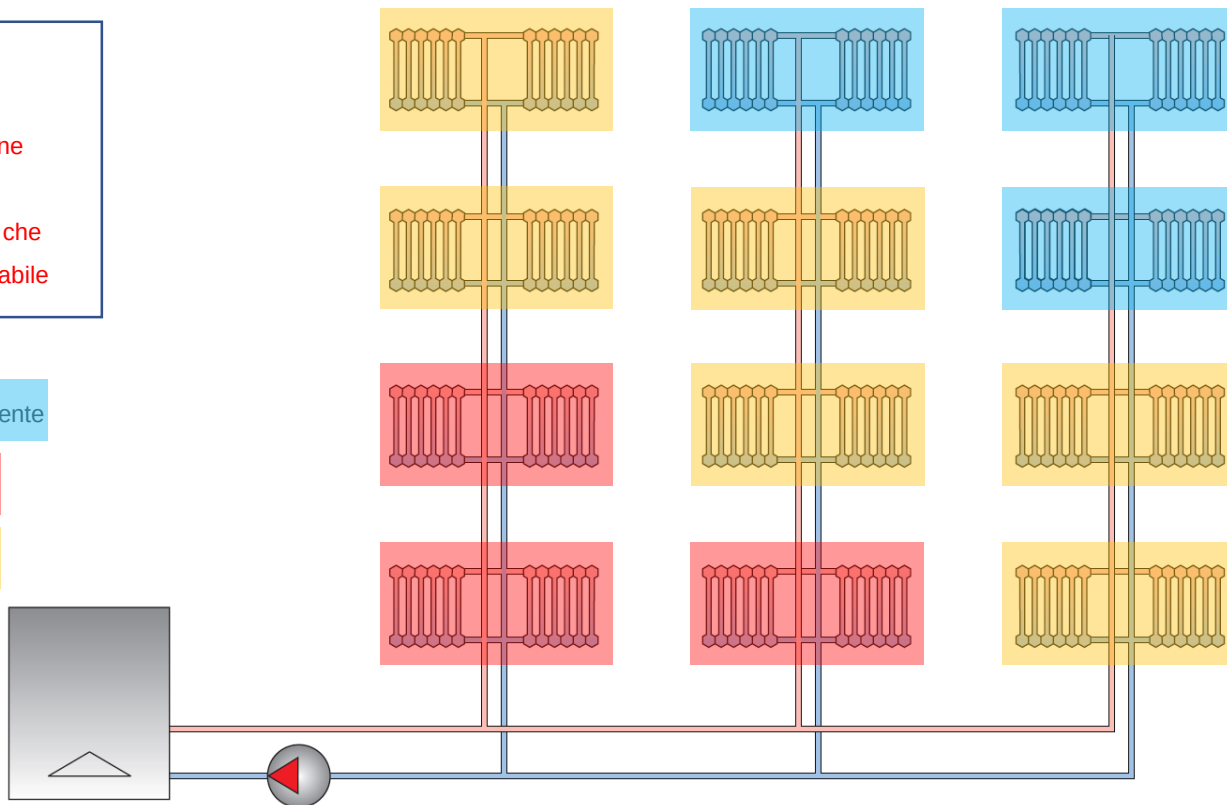


- Scarso comfort
- Alti costi di gestione
- Nessuna modulazione
- Sprechi energetici
- Influenza tra utenze che rende il sistema instabile

Zone sfavorite: Δp insufficiente $\rightarrow$ G insufficiente

Zone favorite: Δp eccessivo $\rightarrow$ G eccessiva

Zone intermedie: Δp instabile $\rightarrow$ G instabile

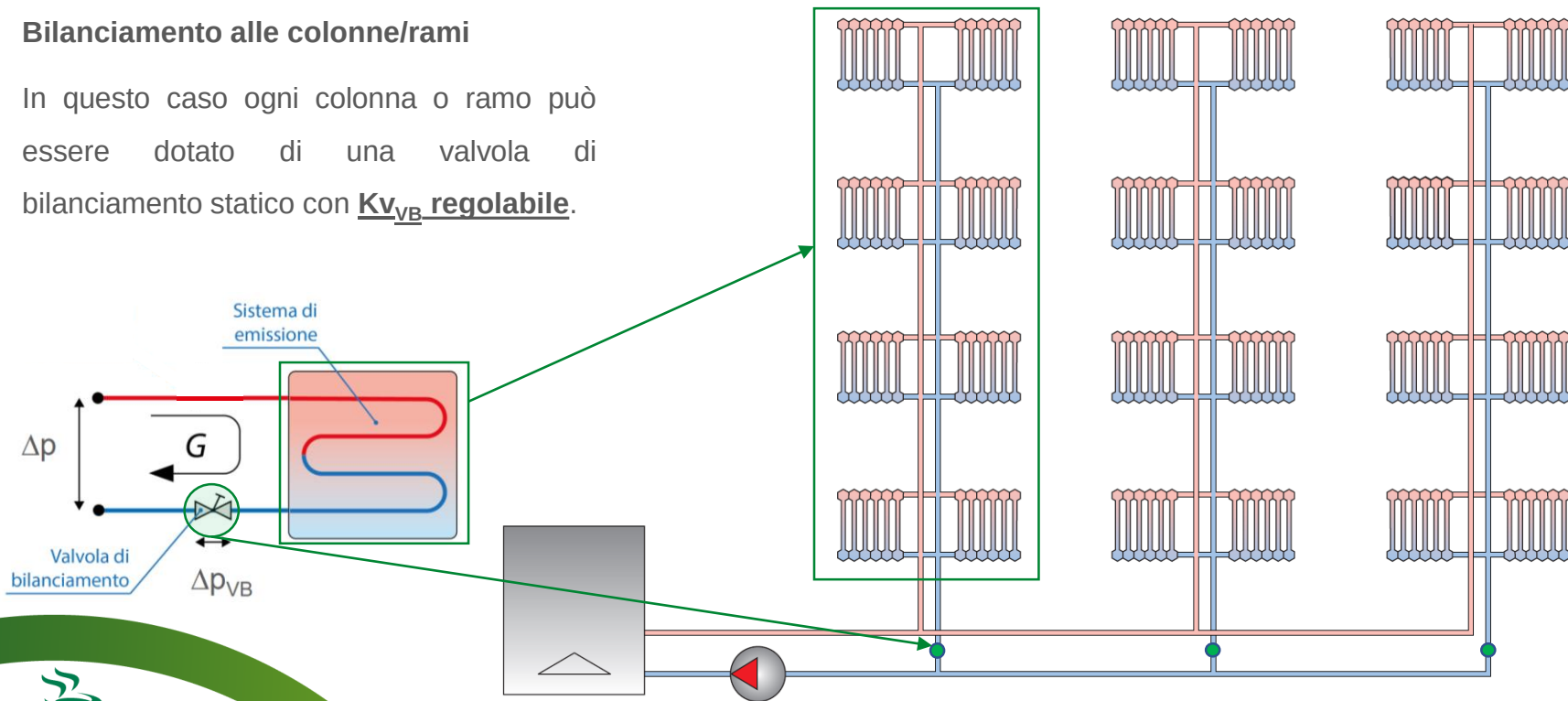


**BILANCIAMENTO DI UN IMPIANTO A
RADIATORI A PORTATA COSTANTE**
Bilanciamento alle colonne/rami

BILANCIAMENTO DI IMPIANTI A PORTATA COSTANTE

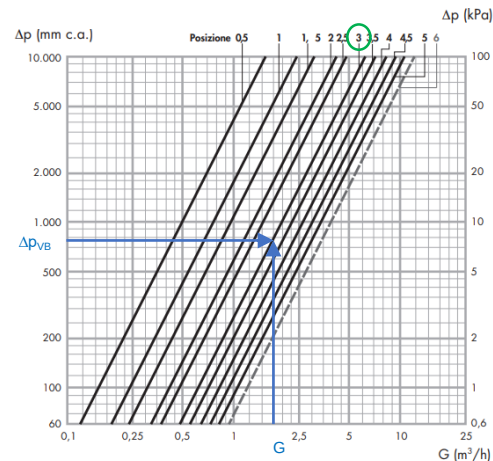
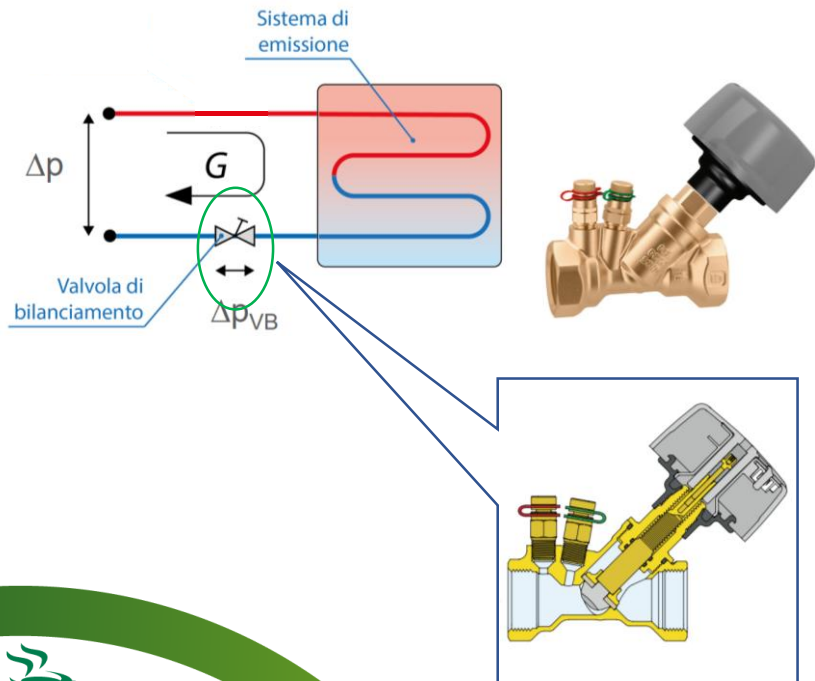
Bilanciamento alle colonne/rami

In questo caso ogni colonna o ramo può essere dotato di una valvola di bilanciamento statico con $K_{v_{VB}}$ regolabile.



BILANCIAMENTO DI IMPIANTI A PORTATA COSTANTE

Bilanciamento alle colonne/rami tramite valvola di bilanciamento statico



DN 32	Posizione										Kvs
Misura 1 1/4"	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6
Kv (m³/h)	1,52	2,47	3,18	4,22	4,91	6,23	7,15	8,28	9,16	10,37	12,10

- Alta precisione
- Presetting chiaramente visibile
- Possibile intercettazione mantenendo la taratura
- Possibile misura diretta della portata (Venturi)

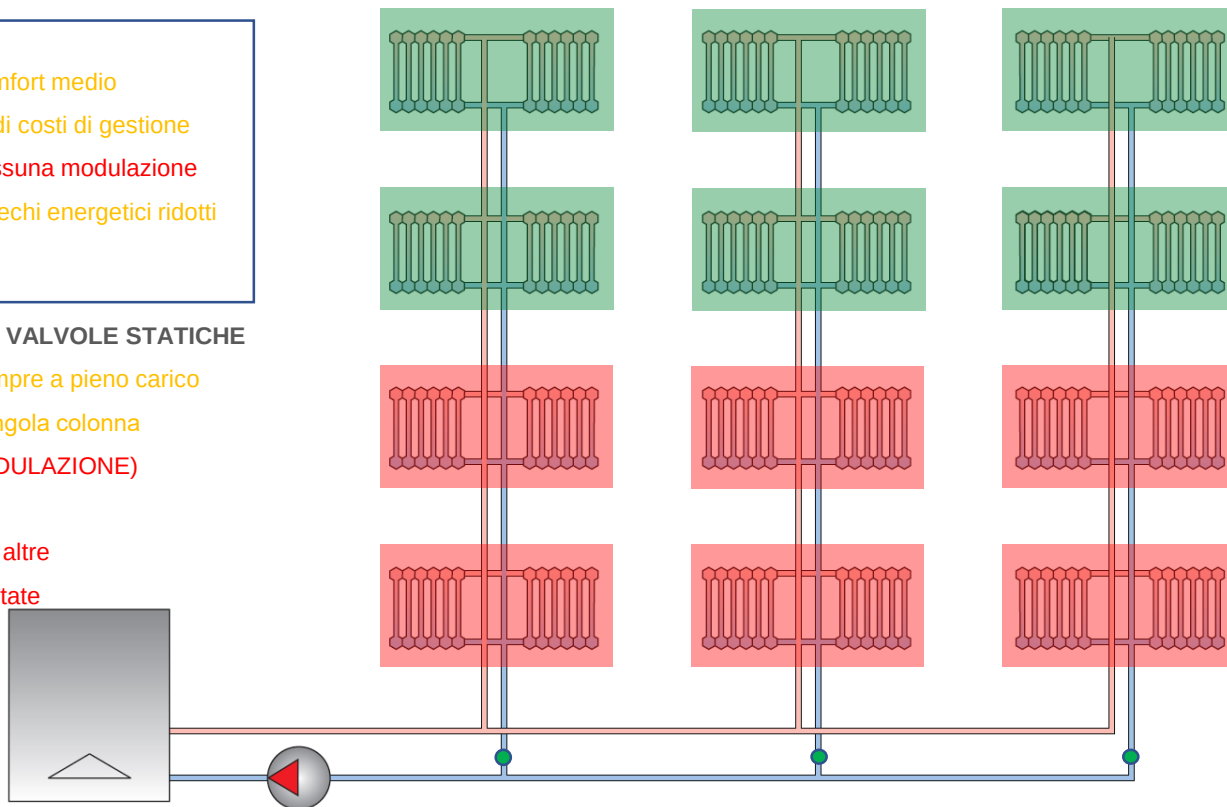
BILANCIAMENTO DI IMPIANTI A PORTATA COSTANTE



- Comfort medio
- Medi costi di gestione
- Nessuna modulazione
- Sprechi energetici ridotti

BILANCIAMENTO ALLE COLONNE/RAMI CON VALVOLE STATICHE

- Portata di progetto ad ogni colonna/ramo sempre a pieno carico
- Potenziale sbilanciamento all'interno della singola colonna
- No funzionamento a carico parziale (NO MODULAZIONE)
- Calibrazione può richiedere tempo
- Ogni cambio di preregolazione influisce sulle altre
- La chiusura di un elemento influisce sulle portate



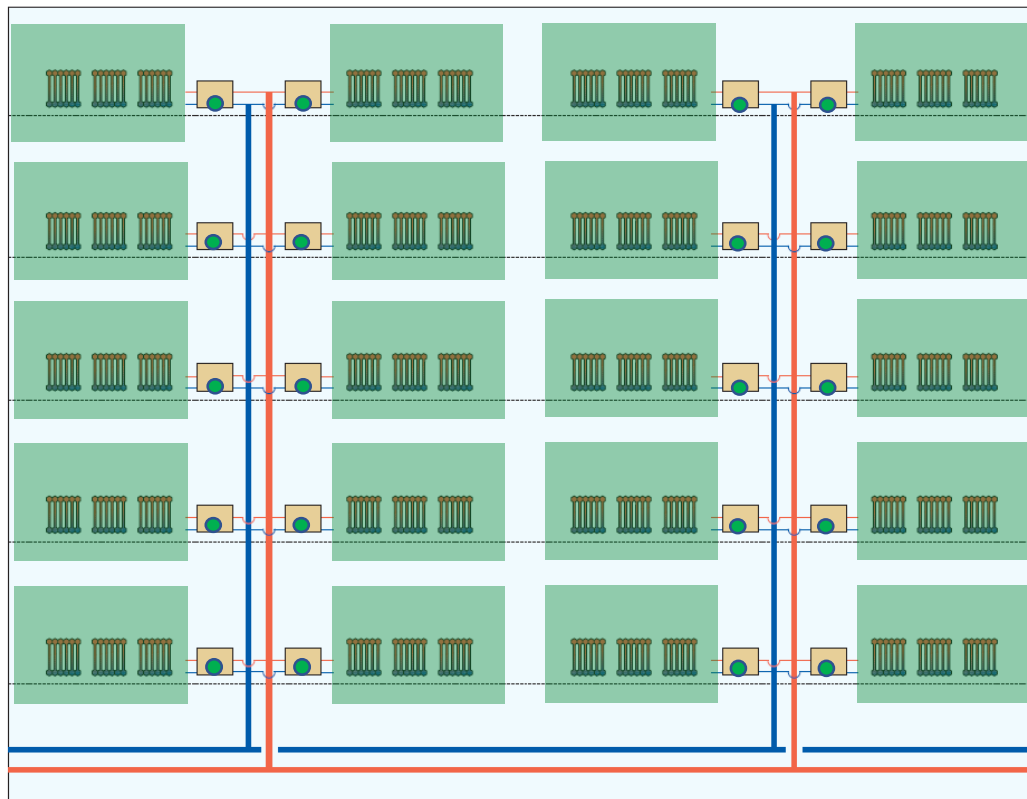
BILANCIAMENTO DI IMPIANTI A PORTATA COSTANTE



- Comfort medio
- Medi costi di gestione
- Nessuna modulazione
- Sprechi energetici ridotti

BILANCIAMENTO ALLE SINGOLE ZONE CON VALVOLE STATICHE

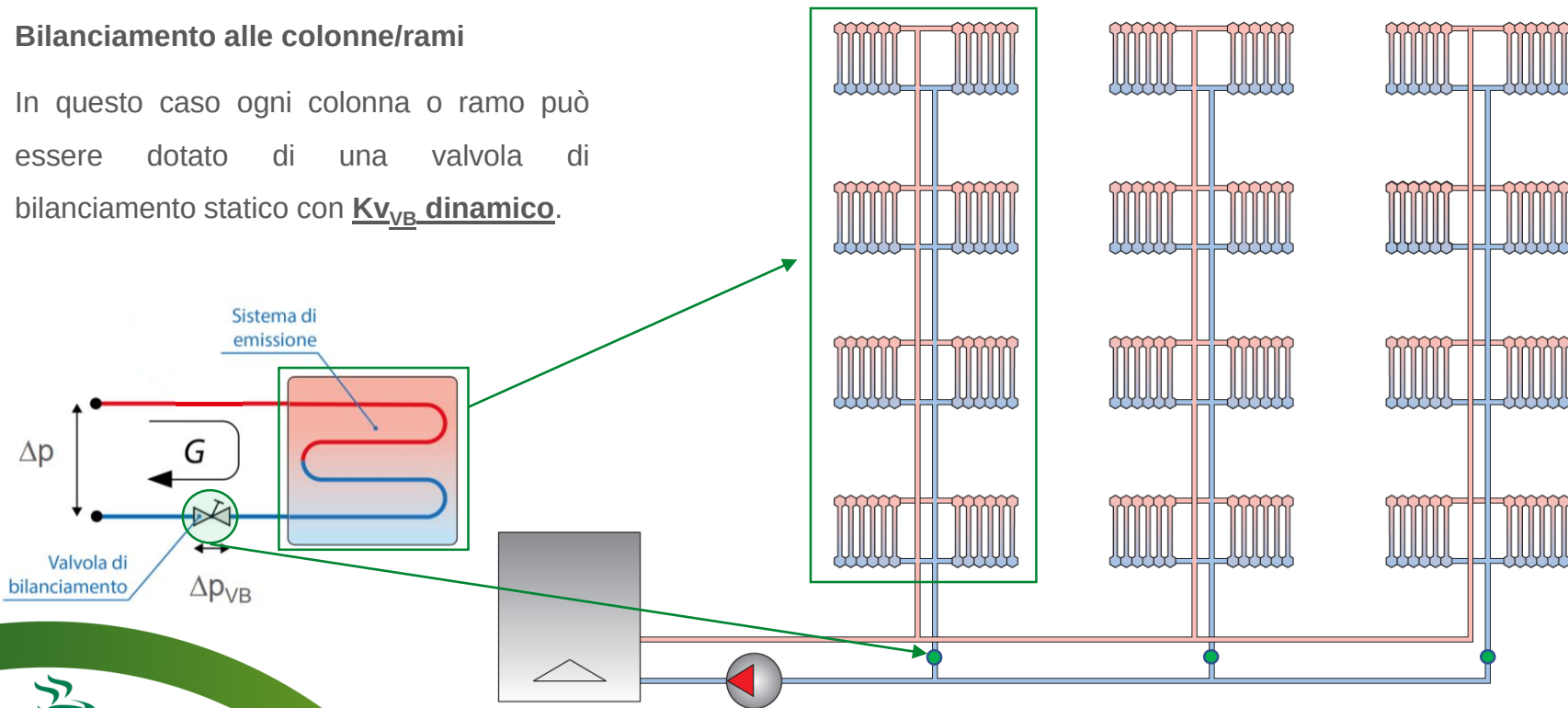
- Portata di progetto ad ogni zona sempre a pieno carico
- Potenziale sbilanciamento all'interno della singola zona
- No funzionamento a carico parziale (NO MODULAZIONE)
- Calibrazione può richiedere tempo
- Ogni cambio di preregolazione influisce sulle altre
- La chiusura di un elemento influisce sulle portate



BILANCIAMENTO DI IMPIANTI A PORTATA COSTANTE

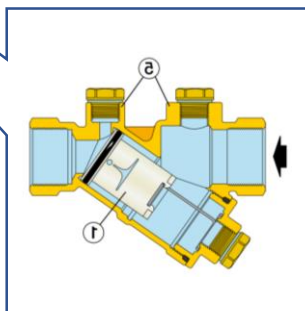
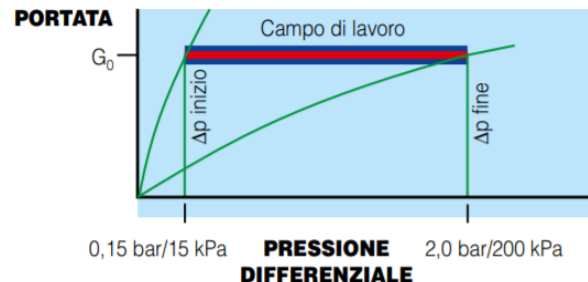
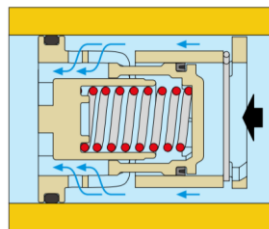
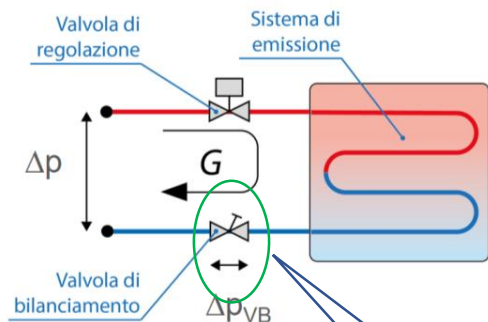
Bilanciamento alle colonne/rami

In questo caso ogni colonna o ramo può essere dotato di una valvola di bilanciamento statico con $K_{v_{VB}}$ dinamico.



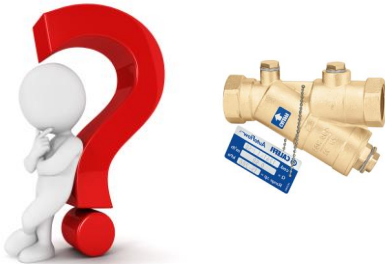
BILANCIAMENTO DI IMPIANTI A PORTATA COSTANTE

Bilanciamento alle colonne/rami tramite valvola di bilanciamento dinamica



- Buona precisione
- Operazioni di taratura non necessarie
- Presetting chiaramente visibile

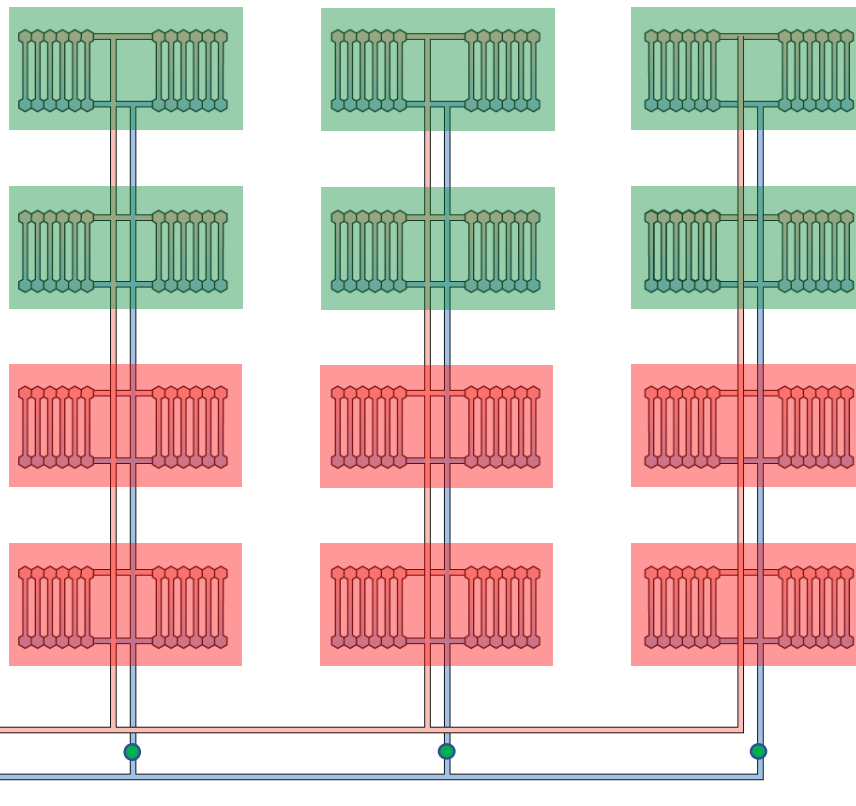
BILANCIAMENTO DI IMPIANTI A PORTATA COSTANTE



- Comfort medio
- Medi costi di gestione
- **Nessuna modulazione**
- Sprechi energetici ridotti

BILANCIAMENTO ALLE COLONNE/RAMI CON VALVOLE DINAMICHE

- Portata di progetto ad ogni colonna/ramo **sempre a pieno carico**
- Potenziale sbilanciamento all'interno della singola colonna
- **No funzionamento a carico parziale (NO MODULAZIONE)**
- Calibrazione di fabbrica
- Il cambio di presetting non ha influenza sulle altre colonne
- La chiusura di un elemento influisce sulle portate



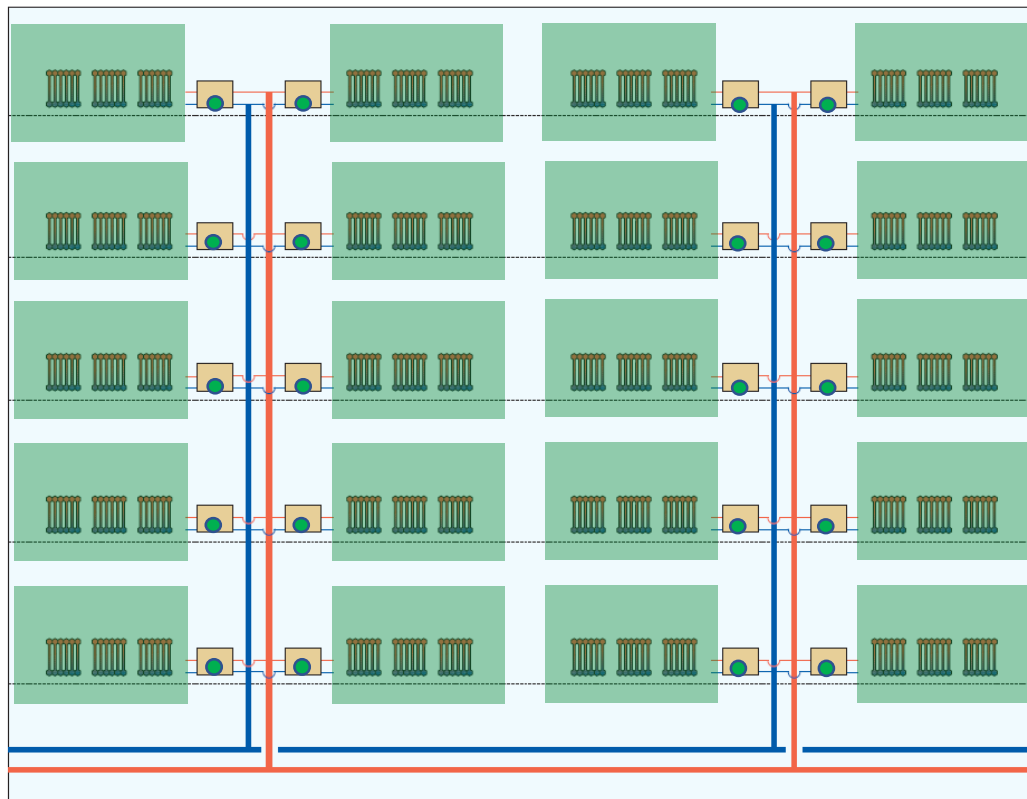
BILANCIAMENTO DI IMPIANTI A PORTATA VARIABILE (ZONE A PORTATA COSTANTE)



- Comfort medio-alto
- Medi costi di gestione
- **Nessuna modulazione**
- Sprechi energetici bassi

BILANCIAMENTO ALLE SINGOLE ZONE CON VALVOLE DINAMICHE

- Portata di progetto ad ogni zona **sempre a pieno carico**
- Potenziale sbilanciamento all'interno della singola zona
- **No funzionamento zona a carico parziale (NO MODULAZIONE)**
- Calibrazione di fabbrica
- Il cambio di presetting non ha influenza sulle altre colonne
- La chiusura di una zona non influisce sulle portate

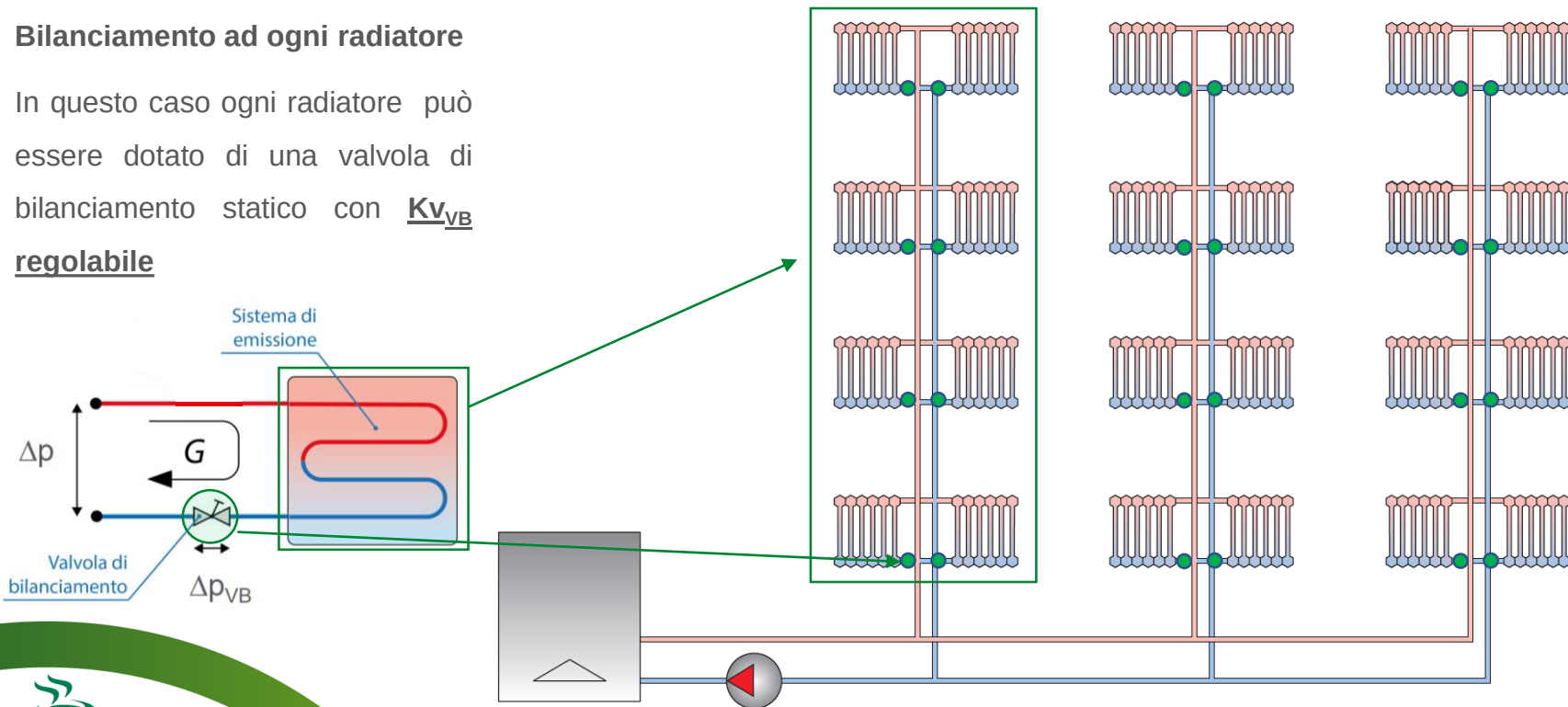


**BILANCIAMENTO DI UN IMPIANTO A
RADIATORI A PORTATA COSTANTE**
Bilanciamento alle singole utenze

BILANCIAMENTO DI IMPIANTI A PORTATA COSTANTE

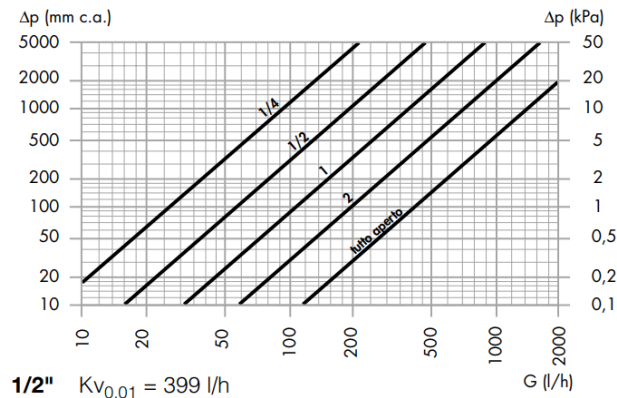
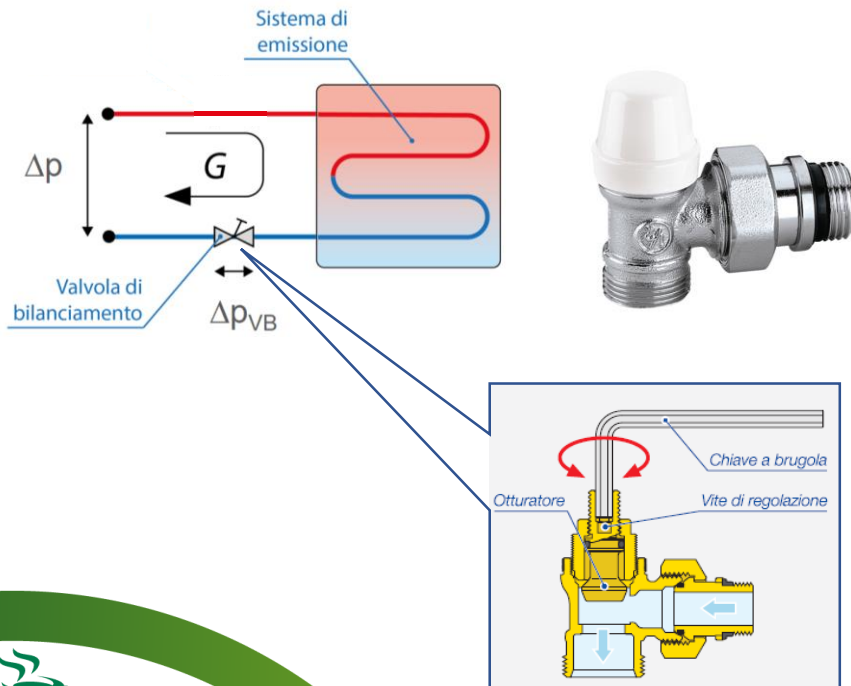
Bilanciamento ad ogni radiatore

In questo caso ogni radiatore può essere dotato di una valvola di bilanciamento statico con $K_{v_{VB}}$ regolabile



BILANCIAMENTO DI IMPIANTI A PORTATA COSTANTE

Bilanciamento ad ogni radiatore tramite detentore

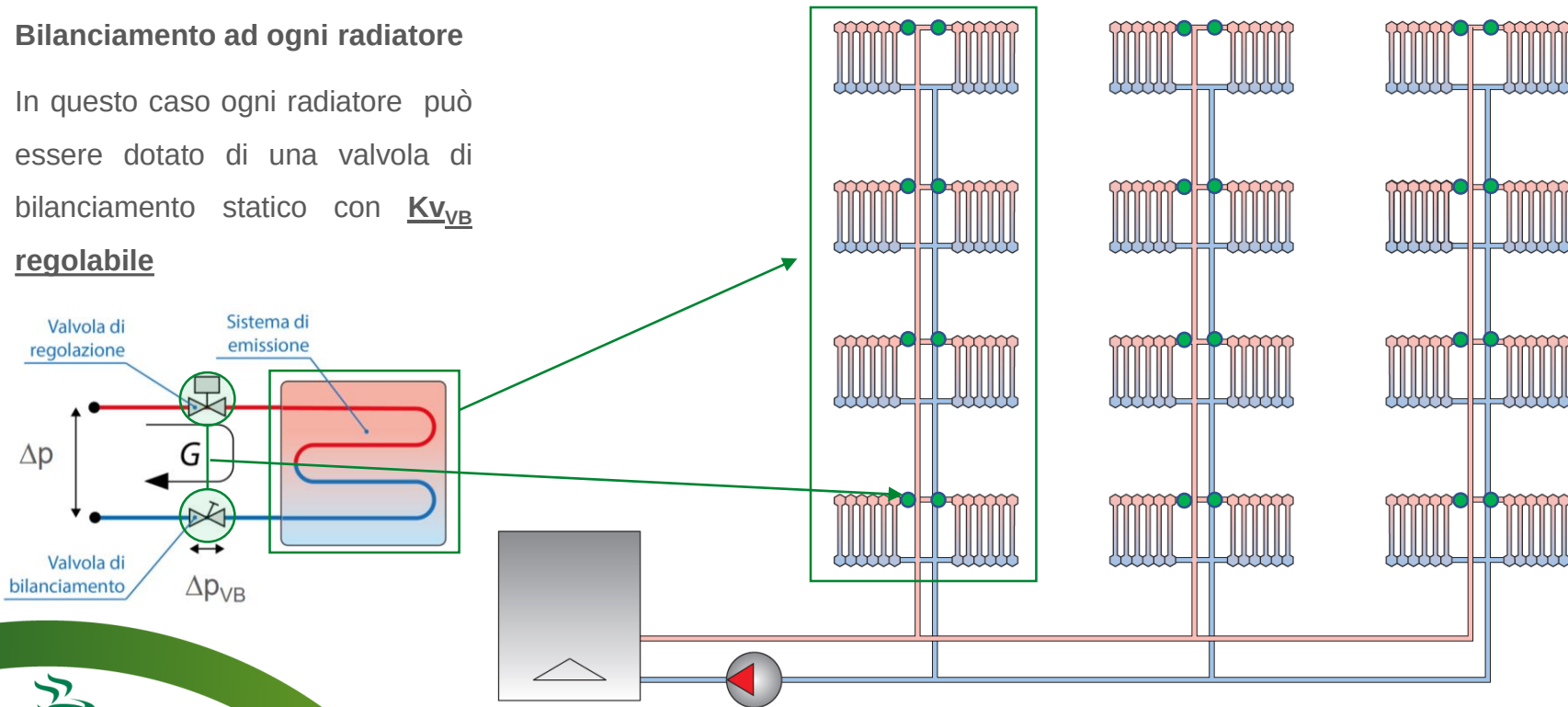


- Operazioni di taratura complicate ed esposte ad errori
- Difficili verifiche di presetting
- Perdita tarature in caso di manutenzioni

BILANCIAMENTO DI IMPIANTI A PORTATA COSTANTE

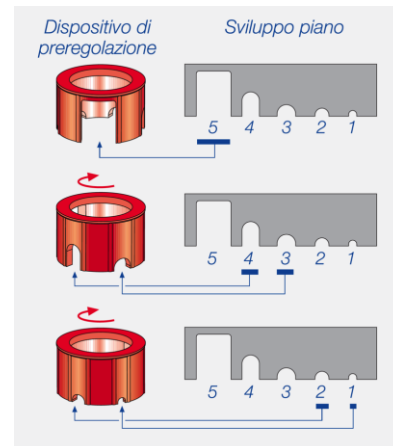
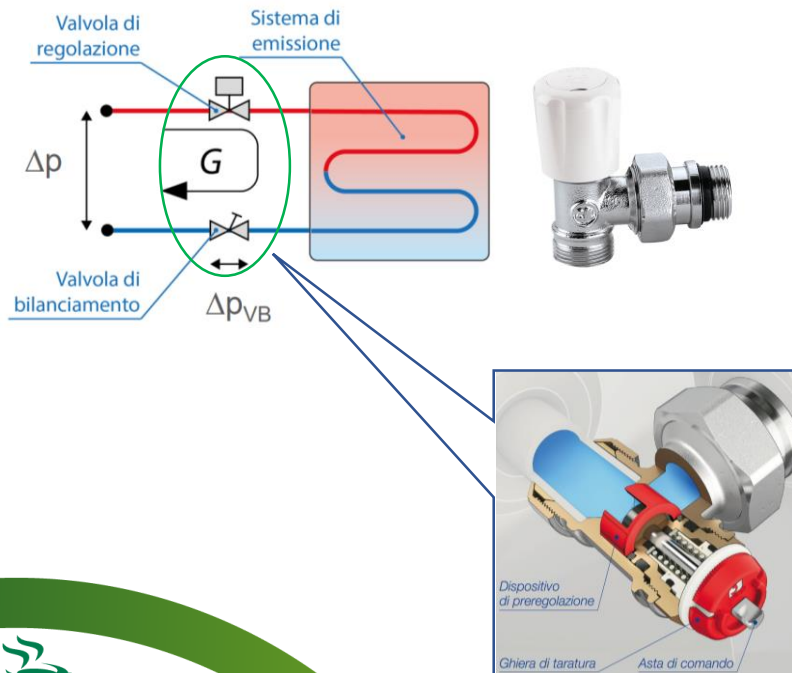
Bilanciamento ad ogni radiatore

In questo caso ogni radiatore può essere dotato di una valvola di bilanciamento statico con $K_{v_{VB}}$ regolabile



BILANCIAMENTO DI IMPIANTI A PORTATA COSTANTE

Bilanciamento ad ogni radiatore tramite valvola con preregolazione



		Kvs (m³/h)					
		3/8" quadrata	3/8" drilla	1/2" quadrata	1/2" drilla	3/4" quadrata	3/4" drilla
Posizione di preregolazione	1	0,08	0,08	0,08	0,09	0,12	0,12
	2	0,17	0,17	0,17	0,19	0,22	0,22
	3	0,25	0,25	0,25	0,27	0,41	0,41
	4	0,55	0,55	0,55	0,56	0,95	0,93
	5	1,30	0,90	1,40	1,00	1,80	1,70

- Operazioni di taratura semplificate
- Presetting chiaramente visibile
- Possibile intercettazione mantenendo la taratura

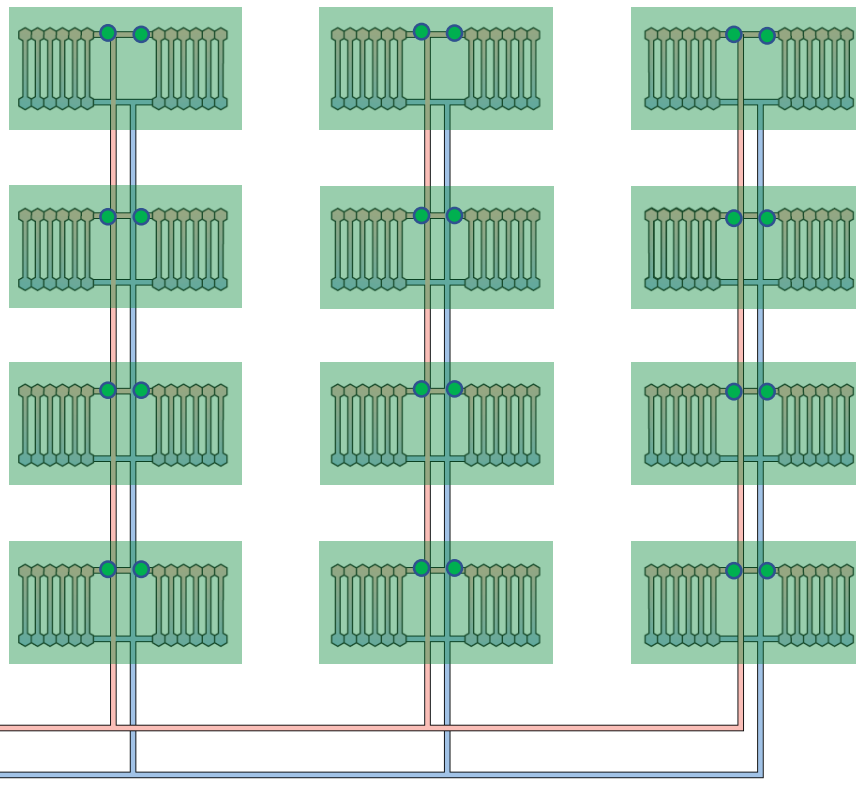
BILANCIAMENTO DI IMPIANTI A PORTATA COSTANTE



- Comfort medio
- Medi costi di gestione
- Nessuna modulazione
- Sprechi energetici ridotti

BILANCIAMENTO AI RADIATORI CON VALVOLE PREREGOLABILI

- Portata di progetto ad ogni elemento sempre a pieno carico
- No funzionamento a carico parziale (NO MODULAZIONE)
- Calibrazione richiede tempo
- Ogni cambio di prerogolazione influisce sulle altre
- La chiusura di un elemento influisce sulle portate

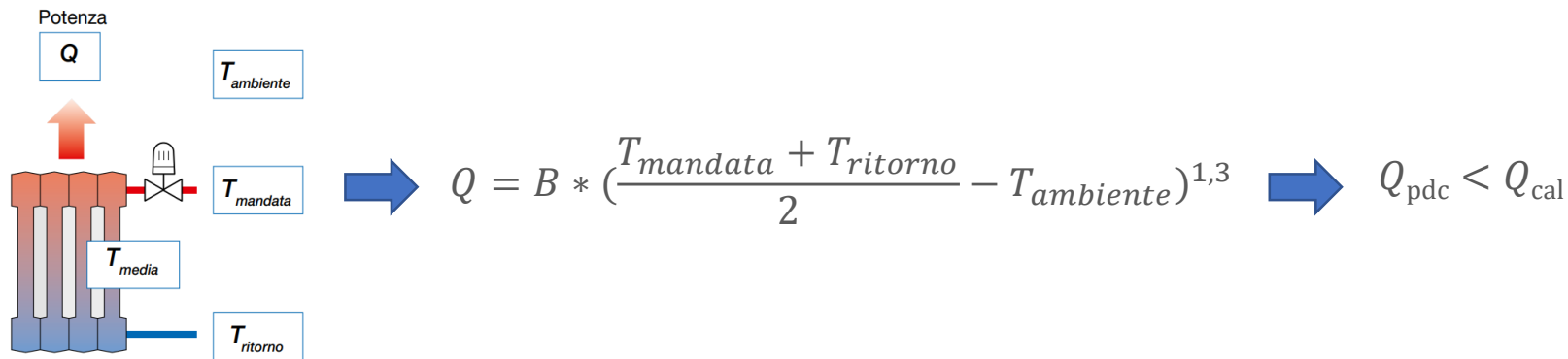


**RI-BILANCIAMENTO DI UN IMPIANTO A
RADIATORI A PORTATA COSTANTE**
Sostituzione del generatore

RI-BILANCIAMENTO DI UN IMPIANTO A PORTATA COSTANTE

La sostituzione del generatore, a parità di potenza termica, può portare a dover riconsiderare i parametri base del sistema.

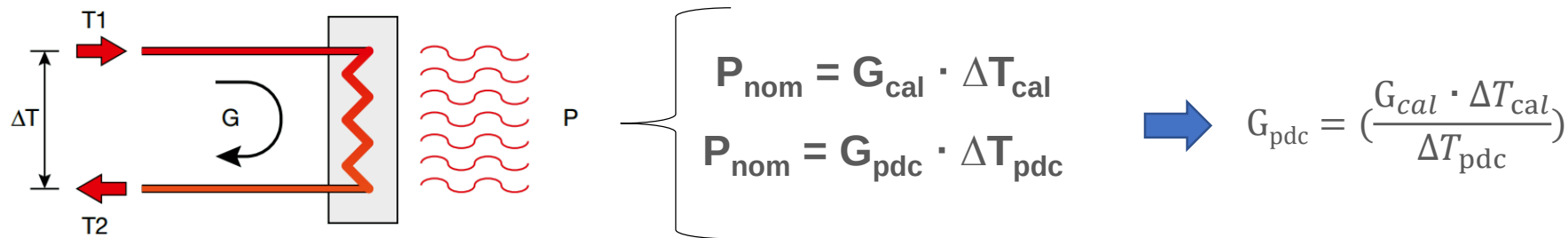
Un esempio molto comune, oggi, è la sostituzione di una caldaia con una pompa di calore.



➡ Per mantenere il valore di potenza nominale del singolo circuito sarà necessario **aumentare il numero di elementi del radiatore**.

RI-BILANCIAMENTO DI UN IMPIANTO A PORTATA COSTANTE

La sostituzione del generatore, a parità di potenza termica, può portare anche a dover ricalcolare le portate del sistema.



➡ Il valore di portata **G** deve essere **maggiorato** per assicurare la stessa potenza.

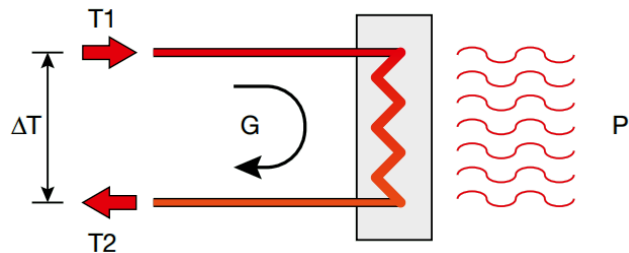


**REGOLAZIONE DELLA TEMPERATURA NEGLI
IMPIANTI A RADIATORI**
Modulazione della portata

REGOLAZIONE AL TERMINALE DI EMISSIONE

La potenza termica può essere espressa in maniera semplificata come:

$$P = G \cdot (T1 - T2)$$

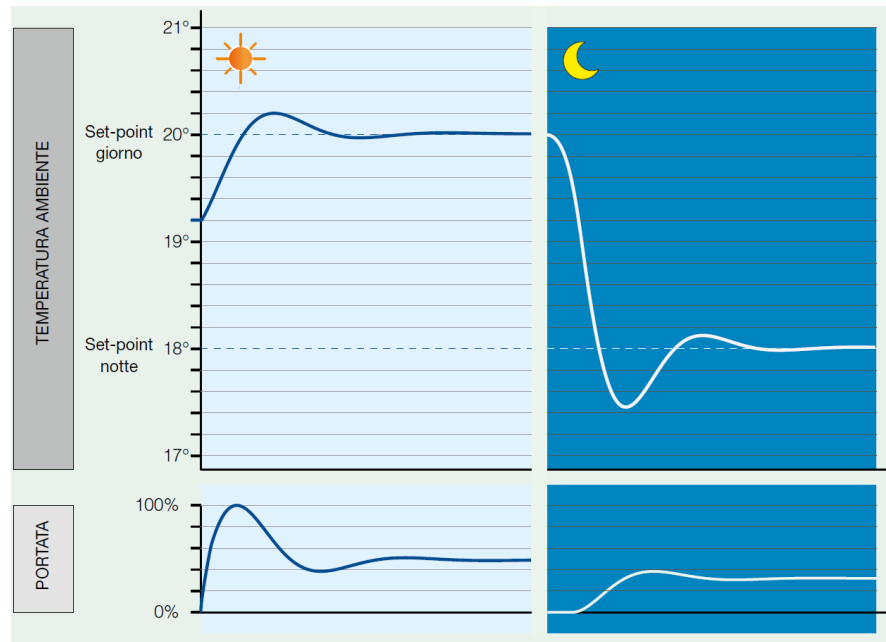


P = potenza termica scambiata, kcal/h

G = portata volumetrica, l/h

T1 = temperatura del fluido in ingresso al terminale, °C

T2 = temperatura del fluido in uscita dal terminale, °C



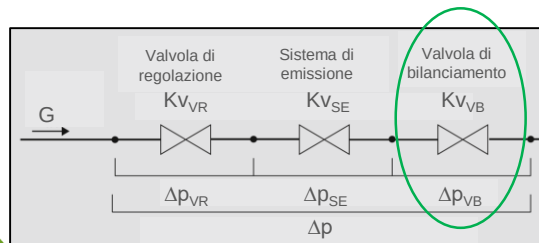
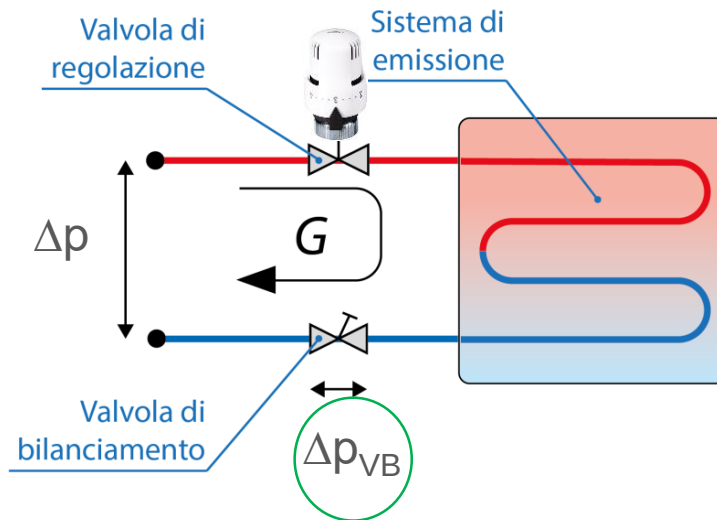
Il valore di portata **G** varia continuamente in funzione della reale esigenza del sistema.

BILANCIAMENTO DI UN IMPIANTO A RADIATORI A PORTATA VARIABILE

BILANCIAMENTO DI IMPIANTI A PORTATA VARIABILE

Le variazioni di portata nelle varie utenze determinano variazioni della pressione differenziale disponibile ai capi di ogni singolo circuito (Δp).

Per mantenere la portata G , la perdita di carico Δp_{VB} che la valvola di bilanciamento determinerà dovrà quindi **variare per compensare** le continue variazioni di Δp . Perché questo avvenga, la valvola di bilanciamento di tipo **dinamico** dovrà essere in grado di **variare Kv_{VB} automaticamente**.



$$G = Kv_{VB} * \sqrt{\Delta p_{VB}}$$

variabile

variabile

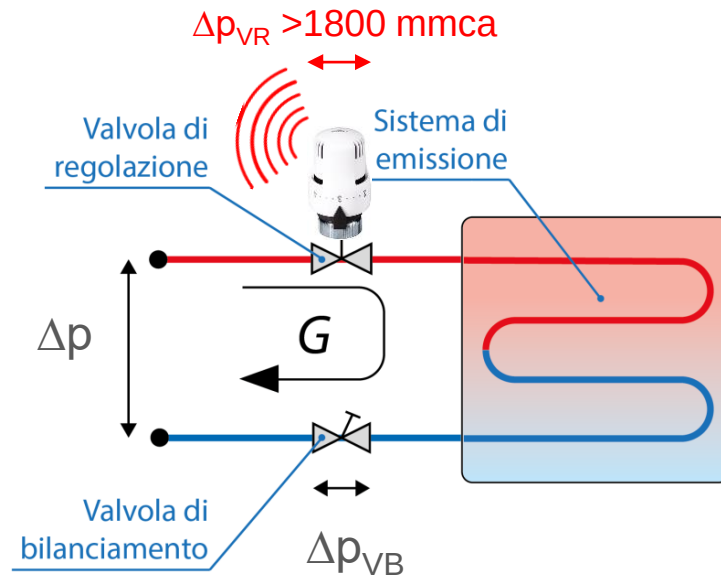
variabile

BILANCIAMENTO DI IMPIANTI A PORTATA VARIABILE

Rumorosità della valvola radiatore

Può verificarsi in condizioni di basso carico termico dell'impianto, con valvola termostatica in chiusura e pressione differenziale disponibile ai capi della valvola superiore a 1800 mmc.a.. Con basse portate, le perdite di carico nelle tubazioni sono minime; la pressione differenziale grava, per la maggior parte, sulla valvola termostatica.

Anche per questa ragione, in impianti a portata variabile, è quindi necessario controllare le variazioni di Δp .

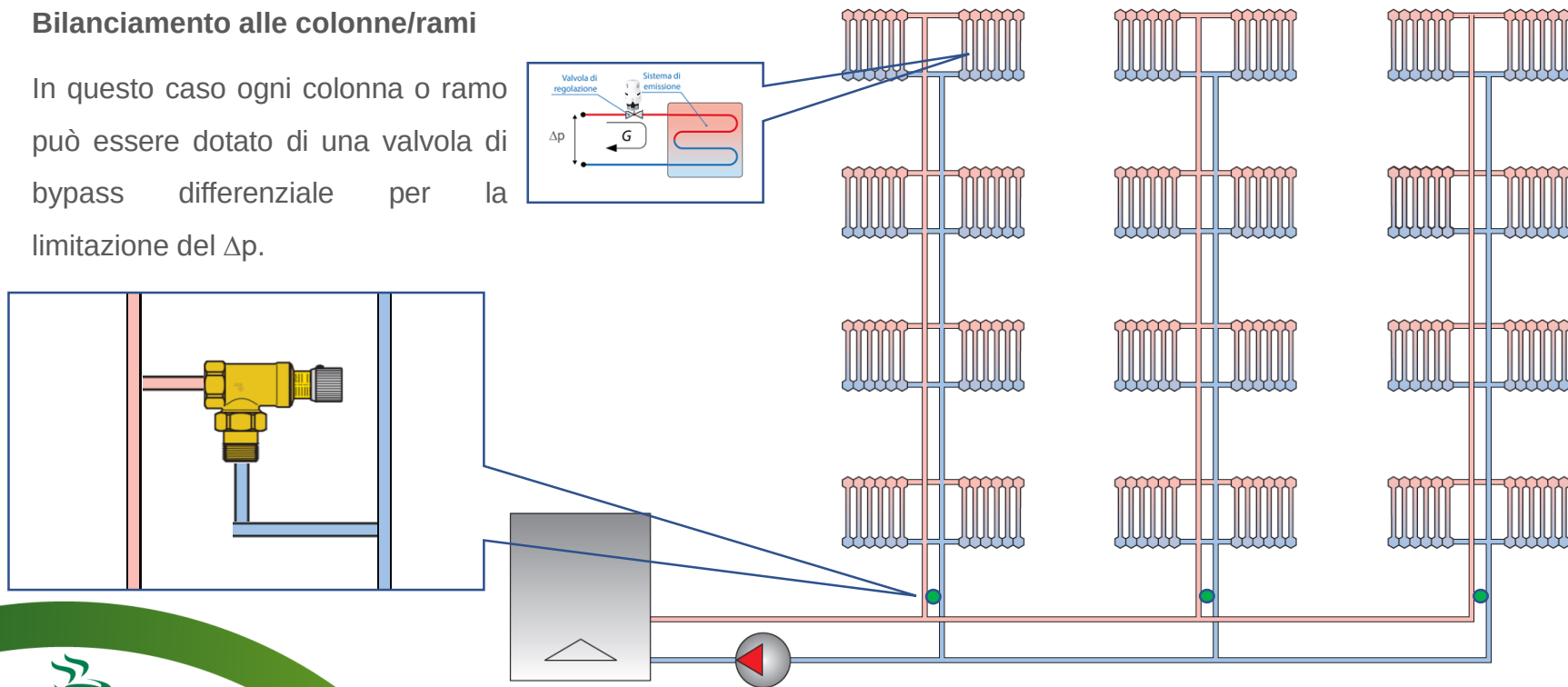


**BILANCIAMENTO DI UN IMPIANTO A
RADIATORI A PORTATA VARIABILE**
Bilanciamento alle colonne/rami

BILANCIAMENTO DI IMPIANTI A PORTATA VARIABILE

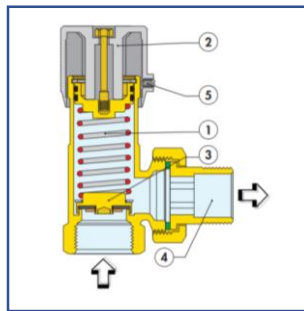
Bilanciamento alle colonne/rami

In questo caso ogni colonna o ramo può essere dotato di una valvola di bypass differenziale per la limitazione del Δp .



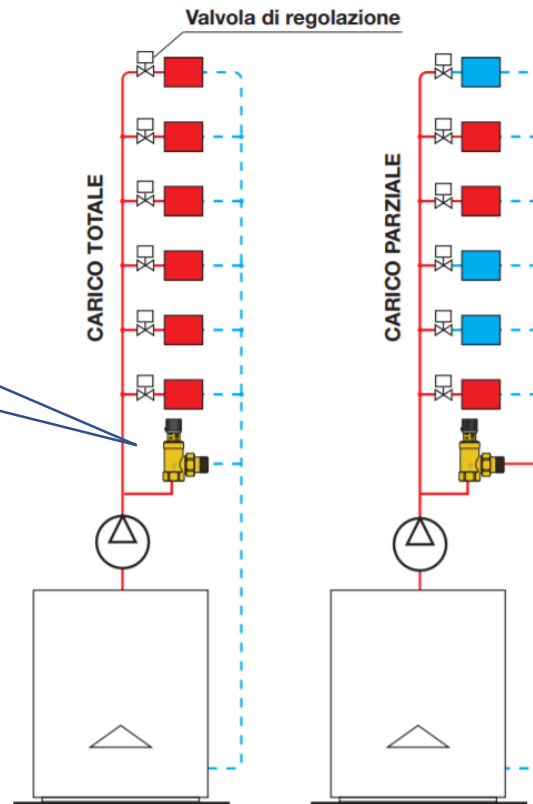
BILANCIAMENTO DI IMPIANTI A PORTATA VARIABILE

Bilanciamento alle colonne/rami tramite valvola di bypass differenziale



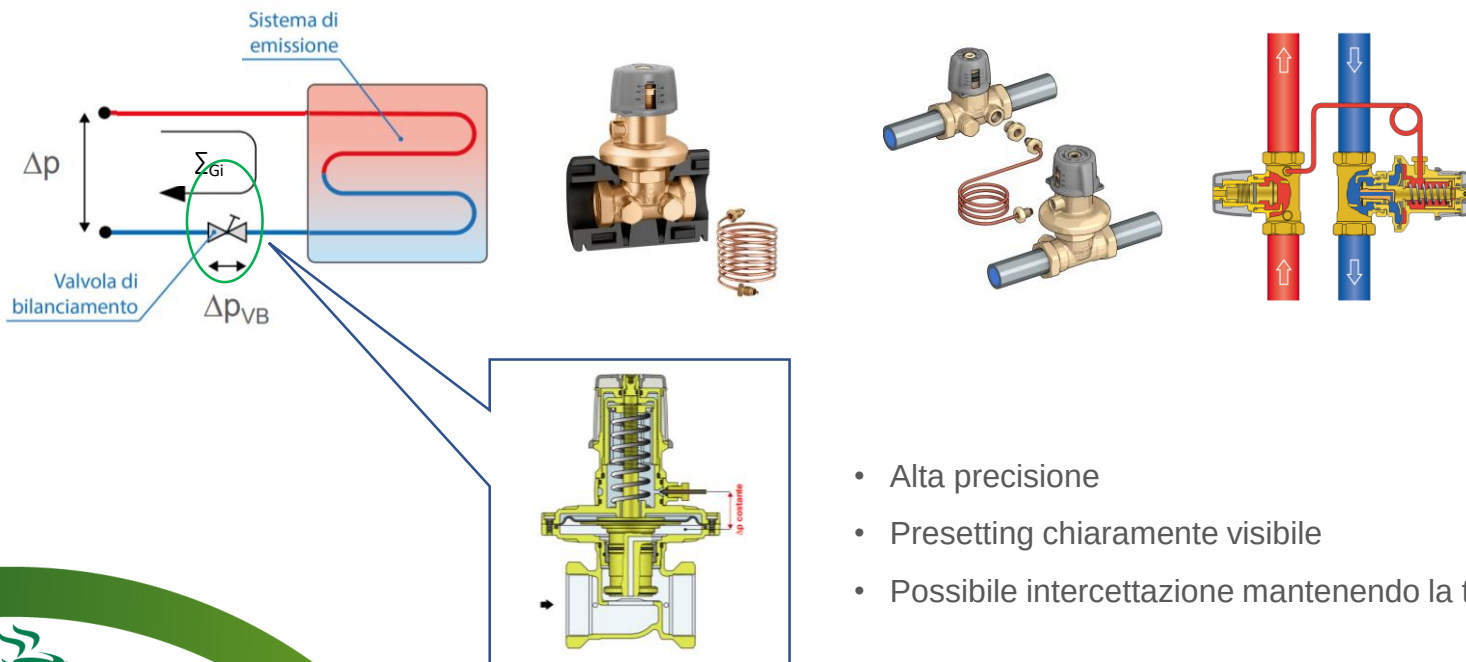
- Media precisione
- Presetting chiaramente visibile
- Protezione da rumorosità e/o danni al circolatore

⚠ Portata in Bypass



BILANCIAMENTO DI IMPIANTI A PORTATA VARIABILE

Bilanciamento alle colonne/rami tramite regolatore di pressione differenziale



- Alta precisione
- Presetting chiaramente visibile
- Possibile intercettazione mantenendo la taratura

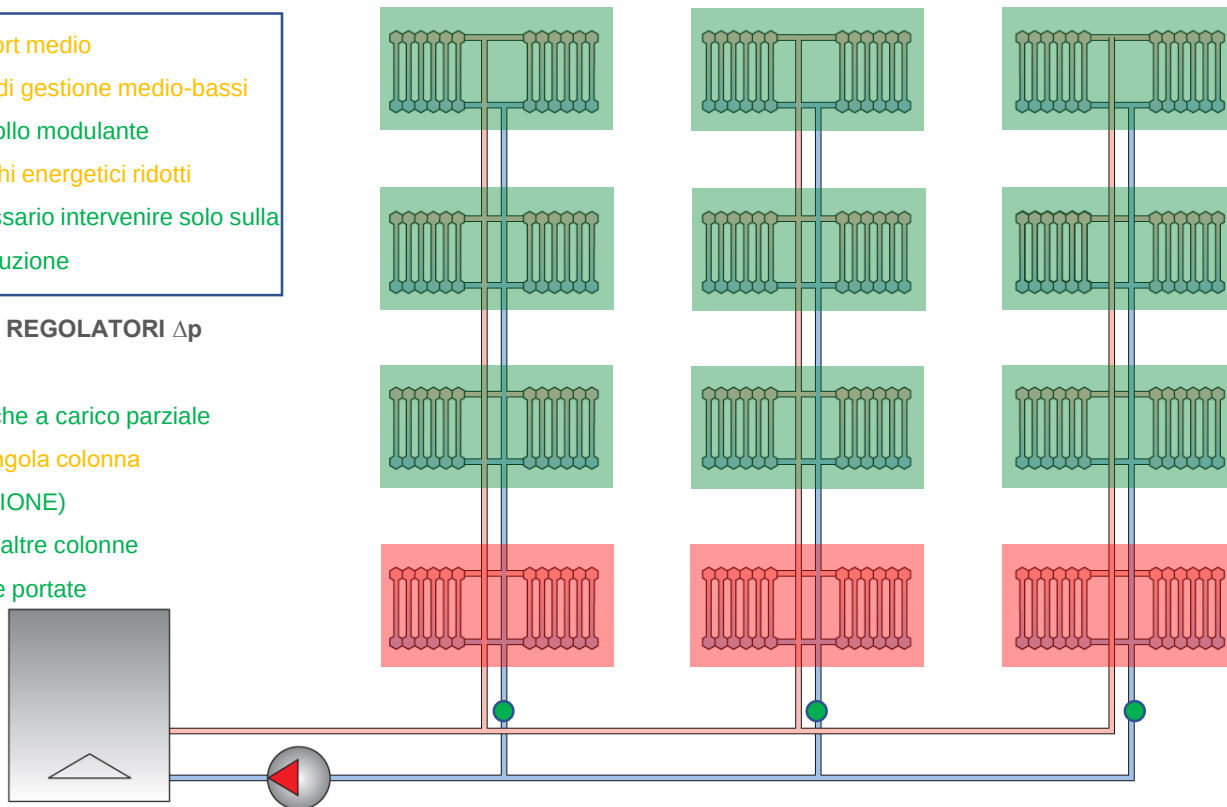
BILANCIAMENTO DI IMPIANTI A PORTATA VARIABILE



- Comfort medio
- Costi di gestione medio-bassi
- Controllo modulante
- Sprechi energetici ridotti
- Necessario intervenire solo sulla distribuzione

BILANCIAMENTO ALLE COLONNE/RAMI **CON REGOLATORI Δp**
(radiatori con valvole standard)

- Portata di progetto ad ogni colonna/ramo anche a carico parziale
- Potenziale sbilanciamento all'interno della singola colonna
- Funzionamento a carico parziale (MODULAZIONE)
- Il cambio di presetting non ha influenza sulle altre colonne
- La chiusura di un elemento non influisce sulle portate

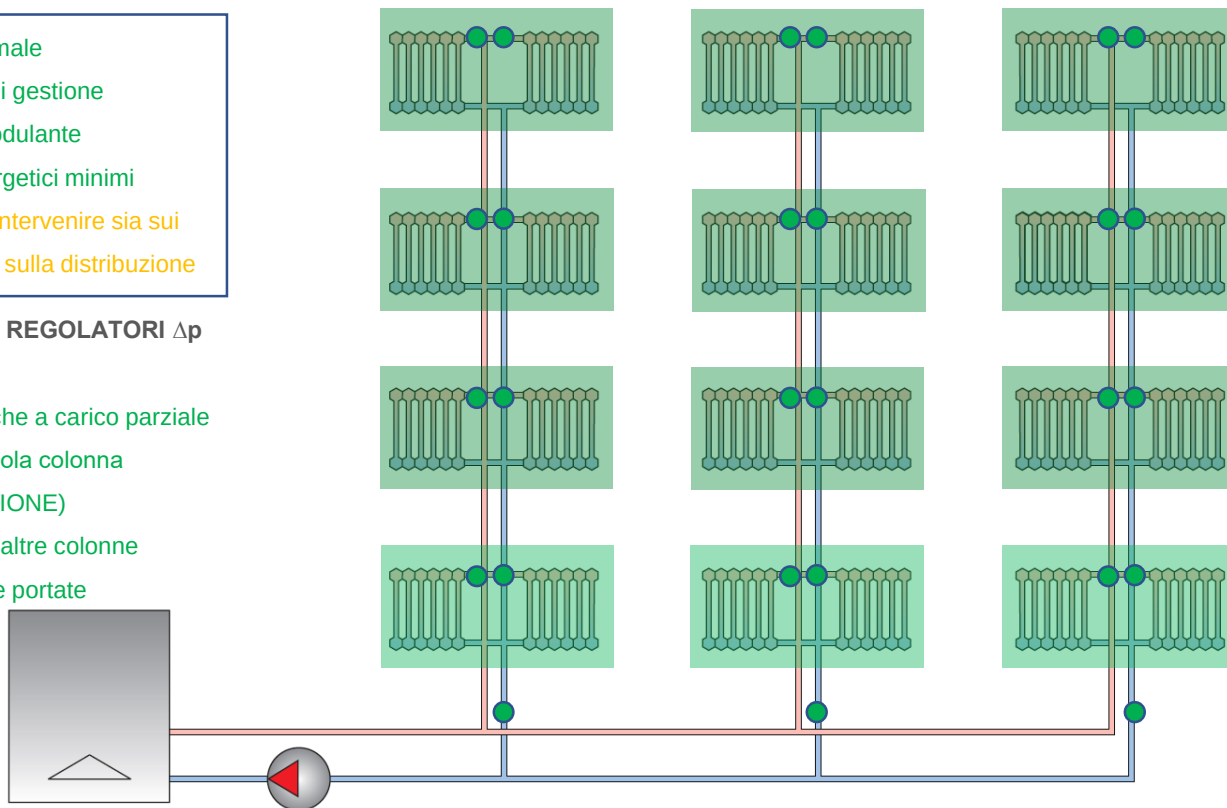


BILANCIAMENTO DI IMPIANTI A PORTATA VARIABILE

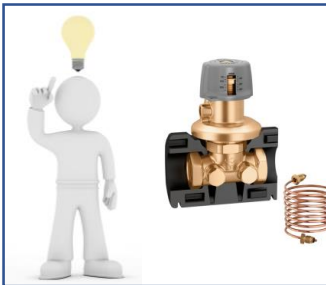


BILANCIAMENTO ALLE COLONNE/RAMI **CON REGOLATORI Δp**
(radiatori con valvole preregolabili)

- Portata di progetto ad ogni colonna/ramo anche a carico parziale
- Nessuno sbilanciamento all'interno della singola colonna
- Funzionamento a carico parziale (MODULAZIONE)
- Il cambio di presetting non ha influenza sulle altre colonne
- La chiusura di un elemento non influisce sulle portate



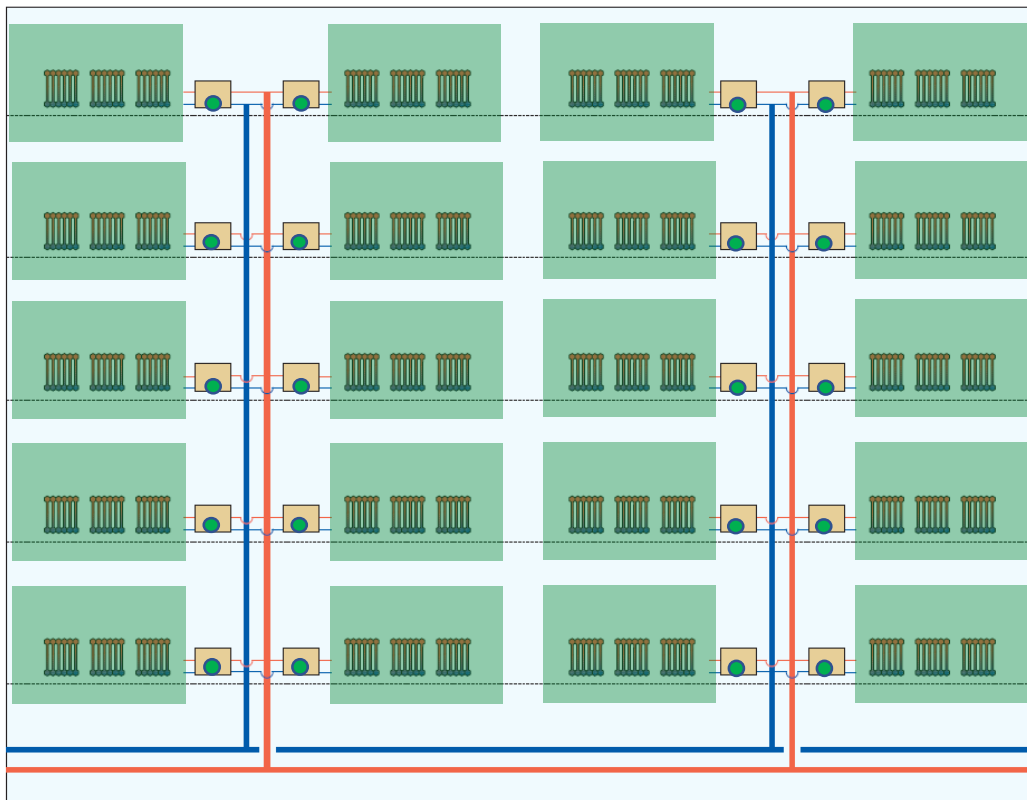
BILANCIAMENTO DI IMPIANTI A PORTATA VARIABILE (ZONE A PORTATA COSTANTE)



- Comfort ottimale
- Bassi costi di gestione
- Controllo modulante
- Sprechi energetici minimi
- **Necessario intervenire sia sui radiatori che sulla distribuzione**

BILANCIAMENTO ALLE SINGOLE ZONE **CON REGOLATORI Δp**
(radiatori con valvole preregolabili)

- Portata di progetto ad ogni zona anche a carico parziale
- Nessuno sbilanciamento all'interno della singola colonna
- Funzionamento a carico parziale (MODULAZIONE)
- Il cambio di presetting non ha influenza sulle altre colonne
- La chiusura di un elemento non influisce sulle portate

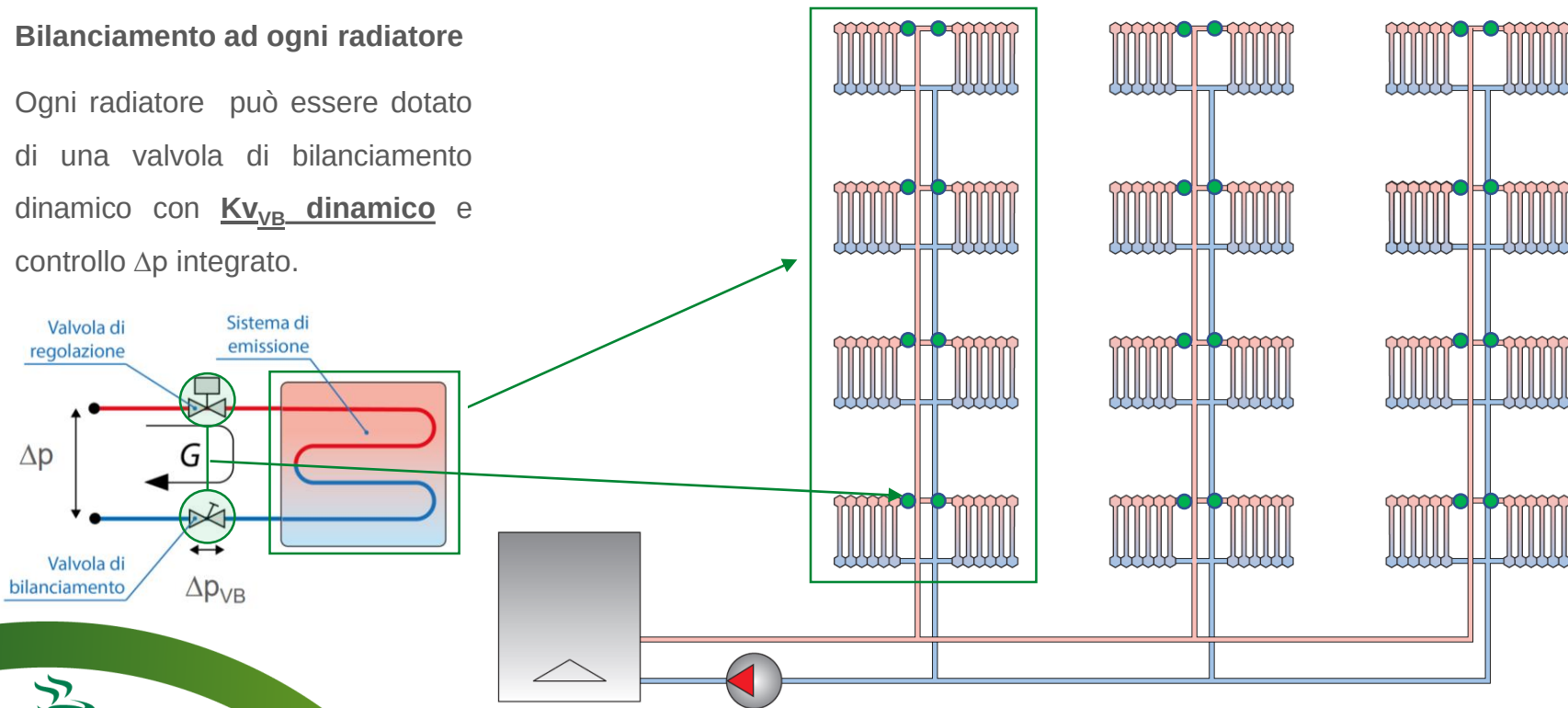


**BILANCIAMENTO DI UN IMPIANTO A
RADIATORI A PORTATA VARIABILE**
Bilanciamento alle singole utenze

BILANCIAMENTO DI IMPIANTI A PORTATA VARIABILE

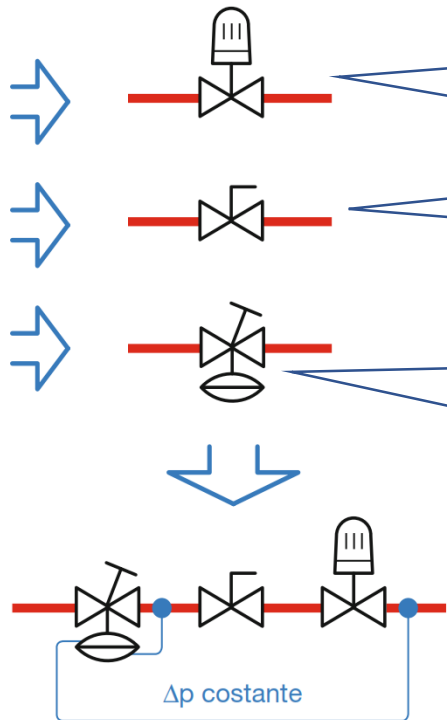
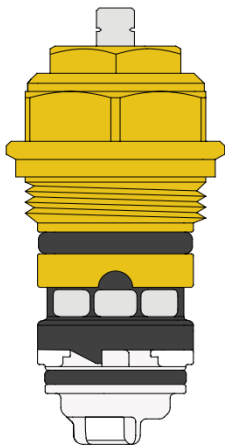
Bilanciamento ad ogni radiatore

Ogni radiatore può essere dotato di una valvola di bilanciamento dinamico con $K_{v_{VB}}$ dinamico e controllo Δp integrato.



BILANCIAMENTO DI IMPIANTI A PORTATA VARIABILE

Bilanciamento ad ogni radiatore tramite valvola termostatica dinamica



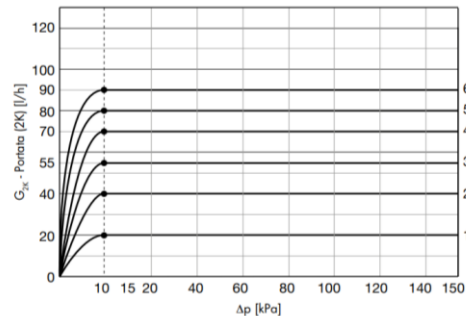
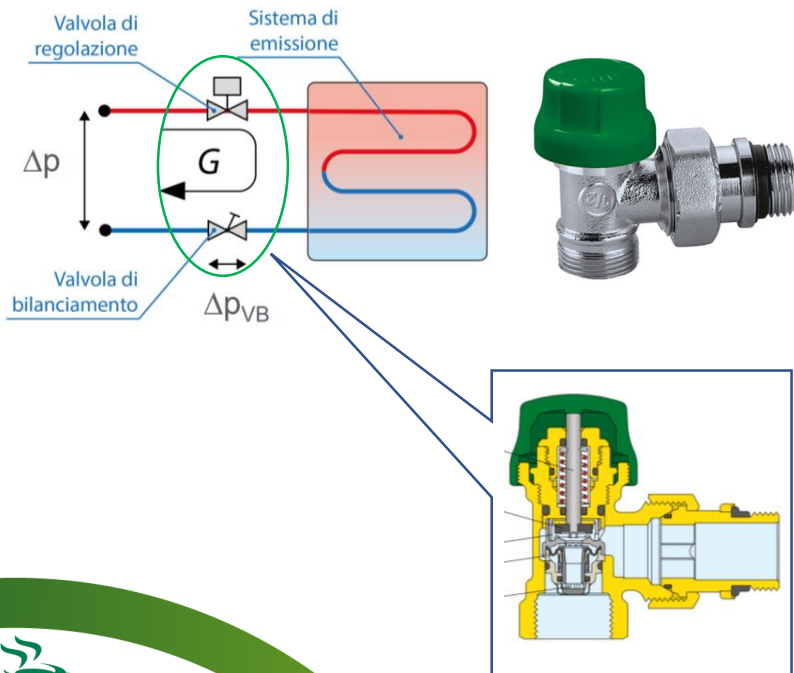
CONTROLLO DI PORTATA
Comando termostatico per modulazione portata in base al reale fabbisogno termico.

PREREGOLAZIONE
Permette il presetting della portata massima.

REGOLATORE Δp
Rende la valvola indipendente dalle fluttuazioni di pressione differenziale ed evita la rumorosità.

BILANCIAMENTO DI IMPIANTI A PORTATA VARIABILE

Bilanciamento ad ogni radiatore tramite valvola termostatica dinamica



		Posizione di preregolazione					
		1	2	3	4	5	6
G_{max}	(l/h)	20	40	60	80	100	120
G_{2K}	(l/h)	20	40	55	70	80	90

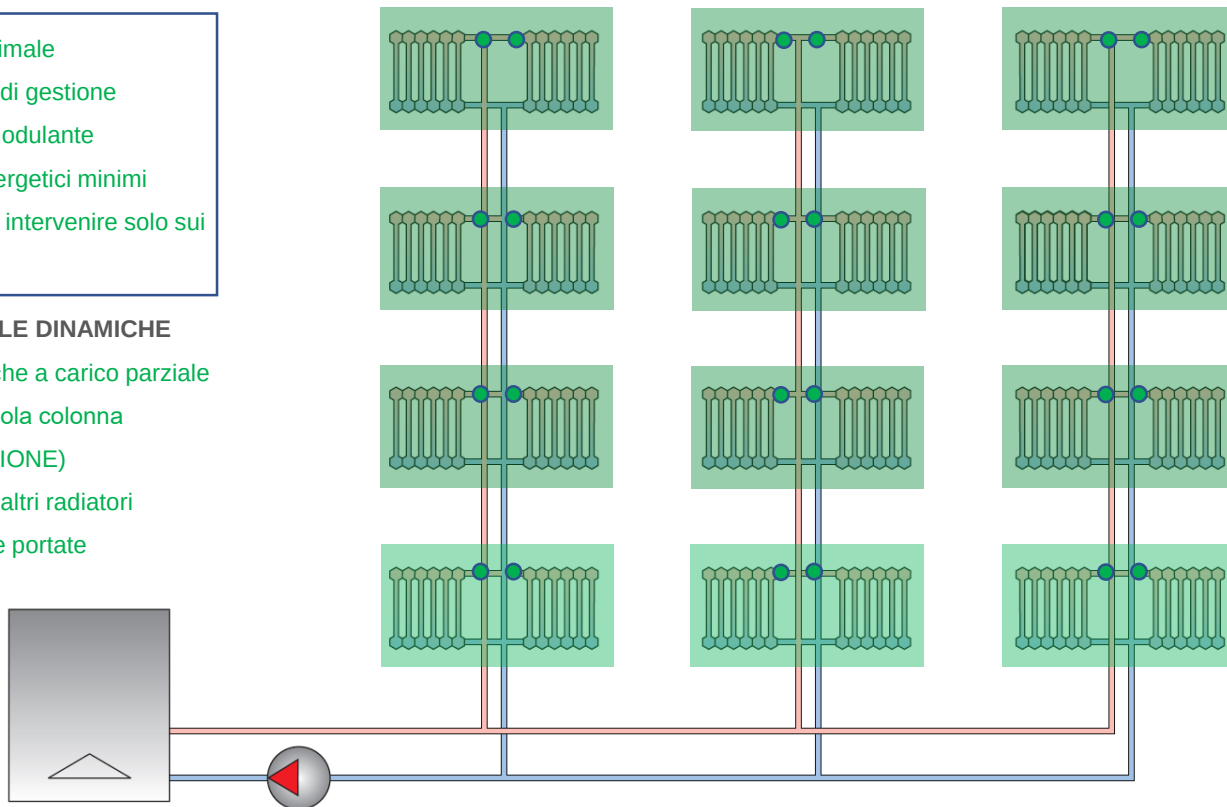
- Operazioni di taratura semplificate
- Presetting chiaramente visibile
- Possibile intercettazione mantenendo la taratura

BILANCIAMENTO DI IMPIANTI A PORTATA VARIABILE



BILANCIAMENTO AI RADIATORI CON VALVOLE DINAMICHE

- Portata di progetto ad ogni colonna/ramo anche a carico parziale
- Nessuno sbilanciamento all'interno della singola colonna
- Funzionamento a carico parziale (MODULAZIONE)
- Il cambio di presetting non ha influenza sugli altri radiatori
- La chiusura di un elemento non influisce sulle portate

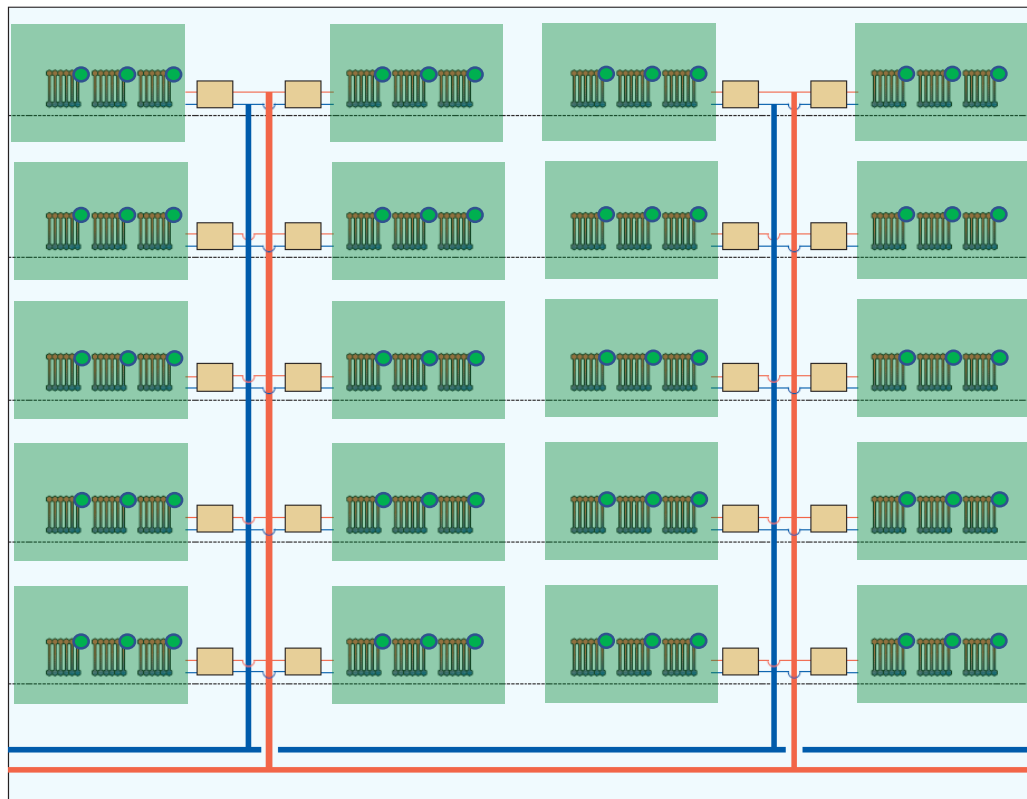


BILANCIAMENTO DI IMPIANTI A PORTATA VARIABILE



BILANCIAMENTO AI RADIATORI CON VALVOLE DINAMICHE

- Portata di progetto ad ogni colonna/ramo anche a carico parziale
- Nessuno sbilanciamento all'interno della singola colonna
- Funzionamento a carico parziale (MODULAZIONE)
- Il cambio di presetting non ha influenza sugli altri radiatori
- La chiusura di un elemento non influisce sulle portate



GRAZIE PER L'ATTENZIONE



S.R. 229, n. 25
28010 Fontaneto d'Agogna (NO) Italy
Tel. +39 0322 8491 / Fax +39 0322 863305
info@caleffi.com
www.caleffi.com



[youtube/CaleffiVideoProjects/](https://www.youtube.com/CaleffiVideoProjects/)



[linkedin/caleffi-s-p-a-/](https://www.linkedin.com/company/caleffi-s-p-a-/)



[facebook /CaleffiItalia/](https://www.facebook.com/CaleffiItalia/)

Alessio Cioni
alessio.cioni@caleffi.com