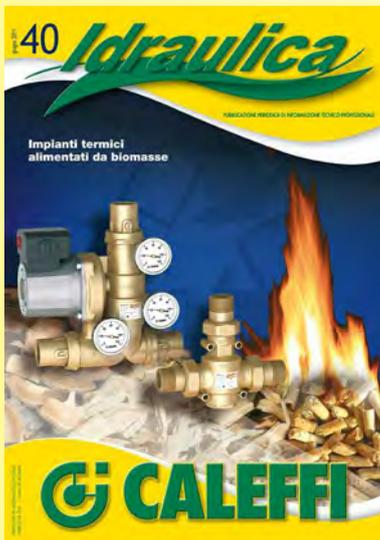


Impianti termici alimentati da biomasse



CALEFFI



Direttore responsabile:
Marco Caleffi

Responsabile di Redazione:
Fabrizio Guidetti

Hanno collaborato a questo numero:

- Alessandro Crimella
- Mario Doninelli
- Marco Doninelli
- Domenico Mazzetti
- Renzo Planca
- Claudio Tadini
- Mario Tadini
- Mattia Tomasoni

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

Editore:
Poligrafica Moderna S.r.l. Novara

Stampa:
Poligrafica Moderna S.r.l. Novara

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

CALEFFI S.P.A.
S.R. 229, N. 25

28010 Fontaneto d'Agogna (NO)
TEL. 0322-8491 FAX 0322-863305
info@caleffi.it www.caleffi.it

Sommario

- 3 **IMPIANTI TERMICI ALIMENTATI DA BIOMASSE**
- 4 **BIOMASSE**
 - Biogas
 - Biocombustibili
 - Biomasse legnose
- 6 **IL LEGNO COME COMBUSTIBILE**
 - Legna in ciocchi e in tondelli
 - Bricchette di legno
 - Cippato
 - Pellet
- 8 **CAMINETTI**
 - Caminetti aperti
 - Caminetti chiusi
- 9 **STUFE**
 - Stufe vecchie
 - Stufe nuove
- 10 **CALDAIE A LEGNA**
 - Caldaie tradizionali a tiraggio naturale
 - Caldaie con fiamma verso l'alto
 - Caldaie con fiamma orizzontale
 - Caldaie con fiamma verso il basso
 - Caldaie tradizionali a tiraggio forzato
 - Caldaie a gassificazione
 - Caldaie a cippato
 - Caldaie a pellet
- 14 **CONDOTTI PER EVACUARE I FUMI**
 - Canna fumaria
 - Comignolo
 - Canale da fumo
- 16 **IMPIANTI A COMBUSTIBILI SOLIDI NON POLVERIZZATI**
 - Norme di sicurezza
 - Dispositivi di regolazione del tiraggio
 - Dispositivo di scarico termico
 - VST a sensore incorporato
 - VST a sensore esterno
 - VSST a doppia sicurezza
 - Dispositivi anticondensa
- 18 **REGOLATORI DI TIRAGGIO**
- 19 **VST A SENSORE INCORPORATO**
- 20 **VST A SENSORE ESTERNO E REINTEGRO**
- 21 **VSST A DOPPIA SICUREZZA**
- 22 **VALVOLE ANTICONDENSA**
- 24 **GRUPPO DI CIRCOLAZIONE ANTICONDENSA**
- 26 **REGOLAZIONE DEL FLUIDO**
 - Regolazione di tipo discontinuo
 - Regolazione di tipo continuo
- 27 **IDROACCUMULATORI DI CALORE**
- 36 **Valvola anticondensa**
- 37 **Gruppo di circolazione anticondensa**
- 38 **Gruppo di ricircolo anticondensa e distribuzione**
- 39 **Gruppo di collegamento e gestione energia**
- 40 **Valvola di scarico termico ad azione positiva**
- 41 **Valvola di scarico di sicurezza termica**
- 42 **Valvola di scarico termico ad azione positiva**
- 43 **Regolatore di tiraggio**

Impianti termici alimentati da biomasse

Marco e Mario Doninelli

È questo il sesto numero di *Idraulica* dedicato al tema delle energie alternative. In precedenza sono stati riservati:

- 2 numeri al solare (il 29 e il 32)
- 2 numeri alle pompe di calore (il 33 e il 38),
- 1 numero (il 39) ai problemi della situazione energetica attuale.

Quest'ultimo tema, di grande attualità, è stato svolto nell'ambito della presentazione del CUBOROSSO: il nuovo laboratorio di ricerca Caleffi che ha tra i suoi compiti più qualificanti lo studio e la progettazione di singoli componenti e soluzioni integrate atti a favorire l'uso degli impianti ad energie alternative.

Nelle pagine che seguono considereremo il tema delle biomasse e della loro trasformazione in calore, soffermandoci soprattutto sull'importanza e sull'uso delle biomasse legnose. A ciò siamo indotti dal fatto che ormai sono molti i fattori, tecnologici, ecologici

ed economici che contribuiscono ad un rinnovato interesse nei confronti delle sostanze legnose come combustibili.

Lo scopo è quello di individuare e di considerare i vari aspetti, d'ordine tecnico e pratico, che servono per poter predisporre soluzioni e realizzare impianti in grado di utilizzare adeguatamente queste nuove, e nello stesso tempo molto vecchie, fonti di energia.

La trattazione è essenzialmente suddivisa in 4 parti:

- nella prima considereremo i vari tipi di biomassa utilizzabili per produrre calore;
- nella seconda esamineremo tipologie e prestazioni dei generatori di calore funzionanti a biomasse;
- nella terza cercheremo di esaminare i principali aspetti tecnici relativi a questi impianti;
- nella quarta, infine, proporranno possibili schemi realizzativi di impianti con caldaie a legna.



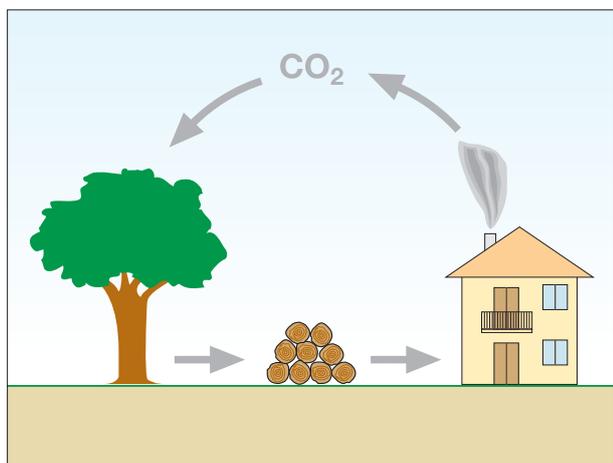
BIOMASSE

Con il termine biomasse **si identificano tutti quei materiali di origine organica** (vegetale o animale) **che non hanno subito processi di fossilizzazione e che possono essere utilizzati come fonti di energia**. Quindi nell'ambito di questi materiali non rientrano i combustibili fossili, quali: il carbone, il petrolio e il gas naturale.

L'energia derivabile dalle biomasse è **considerata di tipo rinnovabile**. Naturalmente **questo è vero fino a che il suo consumo non ha un impatto eccessivo sulla biodiversità e non ruba troppo terreno alle altre colture (soprattutto a quelle alimentari) facendone crescere troppo i costi**.

Inoltre, l'energia derivabile dalle biomasse è **di tipo sostenibile in quanto non causa una crescita di anidride carbonica (CO₂) nell'ambiente**: gas ritenuto responsabile (anche se non disponiamo di certezze scientifiche in merito) dell'effetto serra (ved. Idraulica 37, pag. 6).

La CO₂ emessa dalla combustione delle piante è, infatti, la stessa da esse assorbita in fase di crescita. **Sull'effetto serra, il riscaldamento con biomasse ha quindi un impatto nullo**.



Diverso, invece, è quanto avviene con le sostanze fossili. La combustione di queste sostanze immette, infatti, nell'atmosfera il carbonio da esse assorbito migliaia e migliaia di anni fa e fissato stabilmente nel sottosuolo: **immette cioè nell'atmosfera CO₂ prima immagazzinata sotto terra**.

Va comunque considerato che, per evitare fenomeni di inquinamento dell'ambiente, le biomasse devono essere prive di materiali contaminanti e ben usate.

Di seguito esamineremo brevemente la natura e le forme delle biomasse più utilizzate, vale a dire: il biogas, i biocombustibili e i vari tipi di biomasse legnose.

BIOGAS

È costituito da una miscela di vari gas (soprattutto metano) prodotta con la fermentazione anaerobica (cioè in assenza di ossigeno) di materia organica, in genere proveniente da rifiuti, scarti agro-alimentari e liquami zootecnici. La fermentazione avviene in appositi digestori. Il biogas è usato come carburante



e anche in impianti di cogenerazione: cioè in impianti che producono sia energia elettrica sia calore.

BIOCOMBUSTIBILI

Dalle biomasse si possono ricavare anche diversi tipi di combustibili. I più importanti sono l'etanolo e il biodiesel. L'etanolo è ricavato dalla fermentazione di vegetali ricchi di zucchero come barbabietole, mais e canna da zucchero.



Il biodiesel è ricavato invece dalla spremitura delle oleaginose, quali: il girasole, la colza e la soia.



I biocombustibili sono utilizzati principalmente per alimentare motori diesel.

BIOMASSE LEGNOSE

Come legno da ardere, queste biomasse sono state il più antico combustibile utilizzato dall'uomo per il riscaldamento delle abitazioni e la cottura dei cibi. Solo nella seconda metà dell'Ottocento è iniziata la loro graduale sostituzione con i combustibili fossili (carbone, gas, petrolio). A partire poi dalla seconda metà del Novecento, la loro sostituzione, almeno nei Paesi più evoluti, è diventata pressoché totale.

Negli ultimi anni, tuttavia, è **avvenuta una decisa inversione di tendenza dovuta a diversi motivi**, tra i quali:

- la forte diminuzione delle scorte di combustibili tradizionali;
- i danni ambientali causati dall'uso troppo esteso dei combustibili fossili;
- la disponibilità, a partire dai primi anni Duemila, di stufe e di caldaie a legna molto più efficienti e meno inquinanti di quelle usate in precedenza.



L'uso del legno come combustibile **risulta essere vantaggioso anche per altri aspetti ambientali**, ad esempio:

- favorisce una miglior cura e manutenzione dei boschi, in quanto tali interventi possono essere ampiamente pagati con la vendita del legno. Un corretto esbosco, inoltre, non reca alcun danno all'ecosistema forestale;
- può contribuire (quando il legno viene prodotto dalle siepi campestri, dalle fasce fluviali o dagli alberi di campo) a migliorare l'ambiente delle campagne;
- presenta rischi praticamente nulli per l'ambiente in fase di produzione, trasporto e stoccaggio.

Il potere calorifico del legno è generalmente dato come PCS: potere calorifico superiore. È dato cioè come **potere calorifico del legno completamente secco:** condizione non riscontrabile in pratica, ma facile da ottenere in un laboratorio.

Potere calorifero superiore e peso specifico di alcune speci legnose

Specie legnosa	PCS (kcal/kg)	PS (kg/m ³)
Abete	4.750	445
Acero	4.600	740
Betulla	4.970	650
Faggio	4.600	750
Frassino	5.350	720
Larice	4.050	660
Pino	4.900	630
Pioppo	4.100	500
Robinia	4.500	790
Roverella	4.600	880

Nota il **PCS**, per determinare il **PCI** del legno, cioè il suo **potere calorifico inferiore** (o in altri termini il calore realmente ottenibile) **bisogna conoscere anche la sua umidità relativa:** umidità che può essere misurata con appositi igrometri o stimata con l'aiuto di tabelle come quella sotto riportata.

Umidità media del legno in percentuale

Tempi di essiccazione	Legna lasciata all'aria aperta		Legna al riparo e ben ventilata	
	Ciocchi	Tronchi	Ciocchi	Tronchi
legna verde	75	78	75	78
3 mesi	48	62	44	61
6 mesi	37	46	29	35
1 anno	26	35	25	27
2 anni	16	24	16	14

In base alla percentuale di umidità può essere poi determinato, ad esempio con la tabella che segue, il fattore riduttivo di emissione termica (**F**).

Fattore riduttivo in relazione all'umidità della legna

UR	10%	20%	30%	40%	50%	60%
F	0,89	0,77	0,66	0,54	0,43	0,32

Il **PCI** si determina quindi moltiplicando **PCS** per **F**. Considerando i valori di **F**, è **facile notare che l'umidità abbassa notevolmente la resa del legno**. Ad esempio un'umidità relativa del 20% rispetto ad un'umidità del 40% fa variare i valori di **F** da 0,77 a 0,54: cioè abbassa la resa termica di circa il 30%. E infine è bene considerare che il **legno da ardere può essere acquistato sia a volume che a peso**. Acquistare a peso è però meno conveniente perché **il legno umido non solo rende molto meno, ma pesa anche molto di più**.

IL LEGNO COME COMBUSTIBILE

Il legno, come combustibile, è normalmente usato nelle seguenti forme:

Legna in ciocchi e in tondelli

È legna ottenuta direttamente dagli alberi in forme e misure atte a consentire un suo facile stoccaggio, trasporto ed utilizzo.



In base al suo peso specifico è classificata come legna dolce o forte.

La legna dolce (abete, pino, pioppo) è quella che ha un peso specifico medio-basso.

Si accende facilmente, si consuma in fretta e la sua fiamma è lunga; si utilizza pertanto in forni che richiedono un lungo giro di fiamma.

La legna forte (roverella, faggio, frassino, robinia) è quella che ha un peso specifico medio-alto.

Ha una combustione lenta e produce fiamme corte. Dura più a lungo della legna dolce ed è quindi più adatta al riscaldamento domestico.

Questa legna va conservata in luoghi ben areati e coperti: vale a dire in luoghi in grado di eliminare il più possibile l'umidità in essa contenuta. La legna troppo umida, infatti, non solo dà rese molto basse, ma immette anche in atmosfera alti livelli di polveri e sostanze inquinanti.

Il principale vantaggio della legna in ciocchi e in tondelli è quello di avere un costo relativamente basso.

Per contro consente prestazioni (come facilità d'uso e rese di combustione) inferiori a quelle ottenibili con il cippato e i *pellet*. Necessita inoltre di spazi non trascurabili per il suo stoccaggio e richiede frequenti "carichi" delle stufe o delle caldaie.

Bricchette di legno

Sono realizzate con scarti di materiale non trattato e compresso ad alta temperatura. La loro forma è generalmente cilindrica o ottagonale.



Bruciano con fiamma bassa e continua in modo assai simile a quello del carbon fossile (lignite). A differenza di quest'ultimo, comunque le bricchette producono meno fuliggine, cenere e zolfo. Sono quindi più pulite e presentano un minor impatto ambientale.

Rispetto ai ciocchi e ai tondelli, le bricchette sono più compatte e hanno un maggior potere calorifico: è quindi più ridotto lo spazio richiesto per il loro stoccaggio e a ciò contribuisce anche la loro forma e il loro calibro regolare.

Altri vantaggi delle bricchette sono i bassi valori di umidità e di ceneri prodotte: cosa che facilita le operazioni di pulizia e di manutenzione.

Per contro il calore prodotto con le bricchette ha un costo più elevato di quello prodotto con la legna in ciocchi e in tondelli.

Cippato

È legno ridotto in scaglie con lunghezze variabili da 2 a 5 cm.

È ottenuto con apposite macchine (dette cippatrici) da tronchi, semilavorati o ramaglie. Il legno di base può provenire da scarti di lavorazioni industriali oppure da colture dedicate *short rotation forestry*: colture a rapido accrescimento e a turno breve, dai 2 ai 5 anni.



Generalmente i *pellet* di buona qualità si possono riconoscere dalle loro superfici (che devono essere poco fessurate, lisce e dure) e dall'odore di legno non manipolato. È bene anche verificare che le confezioni siano a tenuta d'aria perché i *pellet* sono materiali che assorbono facilmente umidità. È inoltre consigliabile accertarsi che in fondo ai contenitori non vi sia troppo legno in polvere, in quanto la sgretolabilità è indice di bassa qualità dei *pellet*.

Per la produzione di energia termica, il cippato è normalmente utilizzato in impianti con caldaie (a partire da circa 20 kW) ad alimentazione continua. Più le caldaie sono di elevata potenzialità e più il cippato può essere a scaglie grosse ed eterogenee.

Il cippato è usato anche in impianti medio-piccoli di cogenerazione: cioè in impianti che producono contemporaneamente energia elettrica e calore per il riscaldamento urbano.

Pellet

È legno ridotto in piccoli cilindri con diametri variabili da 6 a 12 mm e lunghezze comprese fra 10 e 13 mm. Tali cilindri sono ottenuti da segatura pressata e compattata ad alta pressione.

I *pellet* sono facili da trasportare e da dosare. Una vite senza fine provvede al loro trasporto dalla zona di stoccaggio fino alla zona di combustione. Il loro colore dipende sia dal tipo di materia prima utilizzata sia dai processi adottati per l'estrusione e l'essiccazione della segatura.

È importante utilizzare solo *pellet* di buona qualità (1) per non compromettere la resa termica della combustione, (2) per non recar danni alle stufe e alle caldaie dovuti a depositi di impurità incrostanti, (3) per non immettere nell'atmosfera polveri e fumi troppo inquinanti.

La qualità dei *pellet*

In Europa, le principali norme per definire i livelli di qualità dei *pellet* sono tedesche (DIN PLUS 51731) e austriache (ÖNORM M 7135). Dal 2010 sono state introdotte anche le norme EN 14961-2 dell'Istituto Tedesco del *pellet* (Deutsches Pelletinstitut).

In base ai valori medi previsti e consigliati da queste norme, i *pellet* di buona qualità dovrebbero avere:

Elevato potere calorifico (> 5 kW/kg)

a parità di peso e di costo, tra i vari tipi di *pellet* possono esserci differenze del 10÷15% del potere calorifico e quindi del relativo contenuto energetico.

Basso tenore di cenere (< 0,5%)

serve a minimizzare i tempi e i costi di manutenzione delle caldaie, soprattutto per la pulizia degli scambiatori di calore, delle canne fumarie e dei bracieri.

Basso tenore di polveri (< 2,0%)

in quanto, col tempo, l'eccesso di polveri sul fondo dei contenitori può formare "depositi" di notevole durezza, tali da compromettere il corretto funzionamento dei mezzi di carico automatici.

Umidità: < 10%

Residuo zolfo: < 0,04%

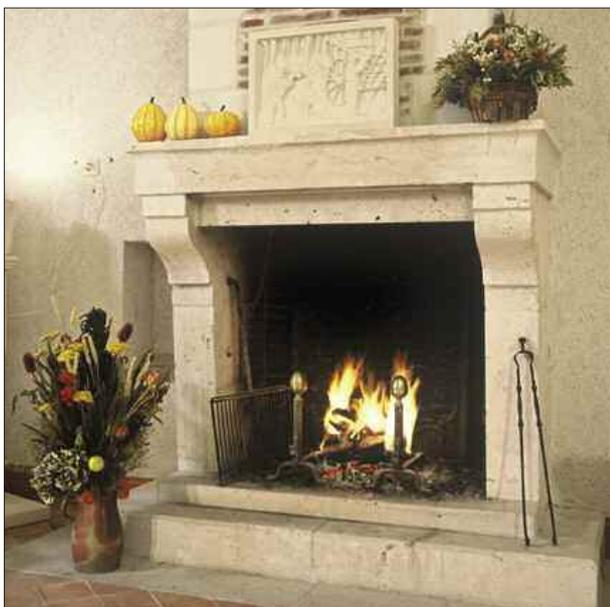
Residuo cloro: < 0,02%

Residuo azoto: < 0,30%

Nella fabbricazione dei *pellet* può essere ammesso l'uso di termoagglutinanti vegetali a patto che siano in misura inferiore al 2% e non modificati chimicamente.

CAMINETTI

Per migliaia d'anni sono stati, in pratica, i soli mezzi disponibili e utilizzati dall'uomo per riscaldarsi. Nella loro evoluzione spesso hanno assunto anche una notevole importanza architettonica e artistica.



A tutt'oggi sono ancora spesso utilizzati sia per il loro valore estetico sia per le atmosfere che essi sanno creare.

Caminetti aperti

Hanno la camera di combustione aperta, pertanto il focolare è a diretto contatto con l'ambiente.



La resa termica di questi caminetti è molto bassa: circa il 10÷15%. Inoltre la loro autonomia è assai limitata, in quanto non è possibile regolare l'aria di combustione.

Per cercare di aumentare la loro resa, si possono utilizzare sistemi che recuperano calore, sia dalle fiamme sia dai fumi, per cederlo poi all'ambiente sotto forma di aria calda.

In tal modo è possibile portare la resa termica al 30÷35%: comunque si tratta di un valore ancora troppo basso per poter considerare accettabile, dal punto di vista termico, il riscaldamento ottenibile con questi caminetti.

Caminetti chiusi

Hanno la camera di combustione chiusa e separata dall'ambiente da uno schermo con portello in vetro. Sono realizzati con monoblocchi prefabbricati in ghisa o in acciaio. Le pareti sono ad intercapedine e al loro interno circola aria calda utilizzabile sia per riscaldare il locale del caminetto, sia (con l'uso di appositi canali flessibili) i locali adiacenti.



Rispetto ai caminetti aperti, quelli chiusi offrono i seguenti considerevoli vantaggi:

- una miglior resa termica: si possono ottenere anche valori del 75÷80%;
- una maggior autonomia, che deriva dal poter regolare meglio l'aria di combustione.

Gli svantaggi sono invece dovuti al fatto che i caminetti chiusi costano di più e possono imporre soluzioni, d'ordine estetico, meno valide di quelle ottenibili coi caminetti aperti.

STUFE

La loro invenzione (comunque la questione è molto dibattuta) è fatta risalire al 1742: anno in cui il grande scienziato e politico statunitense Benjamin Franklin realizzò la prima stufa in ferro (poi si fecero in ghisa) per cuocere vivande e per riscaldare.



In relazione al loro tipo di combustione, le stufe sono attualmente classificate in vecchie e nuove.

Stufe vecchie

Sono del tipo a combustione semplice e sono tuttora commercializzate principalmente per il loro fascino retrò.

In pratica sono costituite da una semplice camera di combustione direttamente collegata alla canna fumaria e con una sola presa per l'aria esterna: configurazione questa che non consente un buon sfruttamento del calore ottenibile dalla legna, in



quanto non può bruciare i gas che si formano dopo la prima fase della combustione e che vengono di conseguenza eliminati nell'atmosfera.

A causa di tali gas incombusti, **le vecchie stufe hanno basse rese** (in genere inferiori al 60%) e **sono molto inquinanti**.

Stufe nuove

Sono del tipo a bicombustione o policombustione.

La loro camera di combustione è realizzata con più entrate dell'aria, il che consente di bruciare anche i gas non combustibili con le vecchie stufe.

Sostanzialmente il funzionamento delle nuove stufe è questo:

- la prima entrata dell'aria **attiva la combustione primaria della legna;**
- le altre entrate dell'aria **attivano, invece, la combustione dei gas prodotti e non bruciati nella fase di combustione primaria.**

Pertanto **queste stufe possono dare elevate rese termiche (oltre il 70% e fino all'80%) e sono poco inquinanti.**

Sono disponibili sia in **acciaio** che in **ghisa** con possibili rivestimenti in pietra ollare o in ceramica.

I modelli in acciaio offrono più *design* in quanto la materia è più facile da lavorare. I modelli in ghisa offrono, invece, linee più classiche e tradizionali.

Va infine considerato che le stufe in acciaio vanno in temperatura in tempi più brevi, mentre quelle in ghisa conservano il calore più a lungo.

CALDAIE A LEGNA

In relazione al tipo di combustione, di tiraggio e di legna utilizzata, queste caldaie possono essere così suddivise:

- caldaie tradizionali a tiraggio naturale,
- caldaie tradizionali a tiraggio forzato,
- caldaie a gassificazione,
- caldaie a cippato,
- caldaie a *pellet*.

CALDAIE TRADIZIONALI A TIRAGGIO NATURALE

Funzionano con ciocchi, tondelli, bricchette e scarti di lavorazione di varia pezzatura.

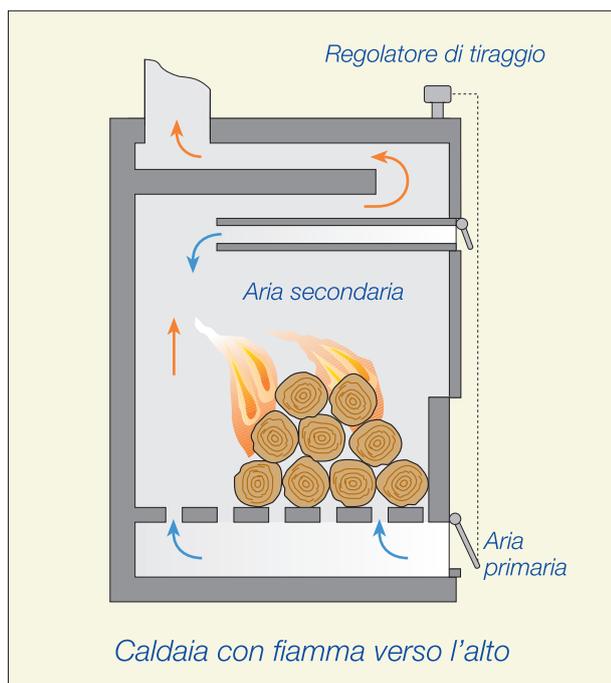
Sono generalmente caldaie ad uso civile con basse potenze termiche.

In relazione al tipo di combustione possono essere suddivise in 3 gruppi:

Caldaie con fiamma verso l'alto

Funzionano come la maggior parte delle stufe a legna con presa dell'aria primaria in basso e dell'aria secondaria in alto. Il legno brucia con fiamme verso l'alto.

La combustione è rapida e senza controllo: forte all'inizio e molto più debole in seguito.



Non sussiste una netta distinzione fra la fase di seccaggio e quella di combustione. A seguito di ciò il legno brucia in modo incompleto e irregolare. Ne consegue un tipo di combustione di scarsa qualità, con basse rese termiche ed un forte inquinamento connesso sia alla composizione sia alla quantità delle sostanze volatili immesse nell'atmosfera.

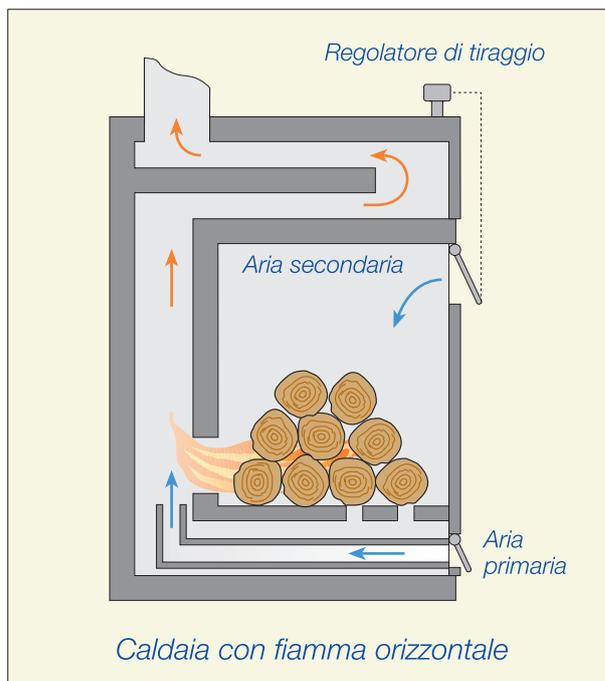
Il solo vantaggio di queste caldaie è il loro basso costo di acquisto.

Rendimento: 55%÷60%.

Caldaie con fiamma orizzontale

Sono un'importante evoluzione delle caldaie sopra considerate.

Con l'afflusso dell'aria primaria laterale e dell'aria secondaria in alto, il legno brucia con fiamme a sviluppo orizzontale attraverso e sotto la griglia di supporto del combustibile.



L'arrivo dell'aria è più controllato, il che comporta una produzione del calore più regolare. Inoltre la disposizione dei flussi d'aria rende possibile far avvenire in fasi diverse il seccaggio del legno e la sua combustione.

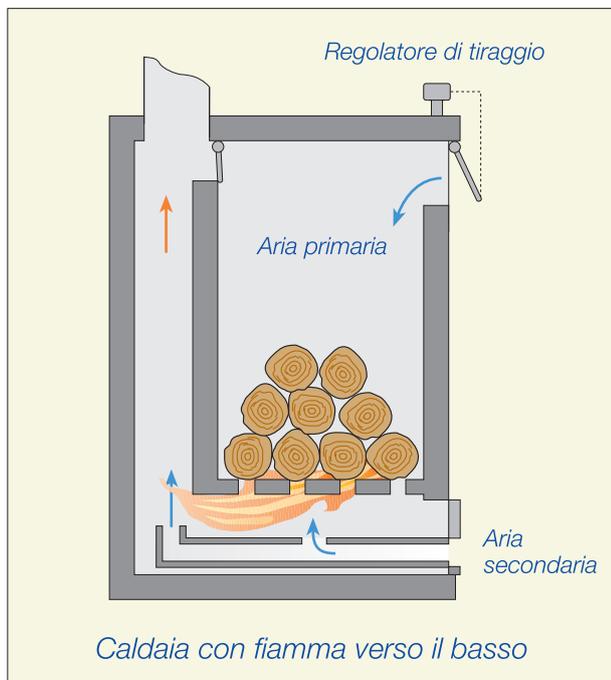
Queste caldaie, rispetto a quelle con fiamma verso l'alto, consentono di ottenere rese termiche più elevate e minor inquinamento.

Rendimento: 60%÷65%.

Caldaie con fiamma verso il basso

Costituiscono un'ulteriore evoluzione delle caldaie a tiraggio naturale.

La particolarità della loro combustione, dovuta al flusso di aria primaria dall'alto e di aria secondaria dal basso, sta nel fatto che le fiamme si sviluppano al di sotto della griglia di supporto del combustibile.



Questo tipo di combustione consente il seccaggio del legno sopra la griglia: cioè sopra la zona di combustione che corrisponde alla zona di sviluppo delle fiamme.

Il tipo di combustione così ottenuto è di buona qualità e l'emissione di fumi e sostanze inquinanti è ulteriormente ridotta.

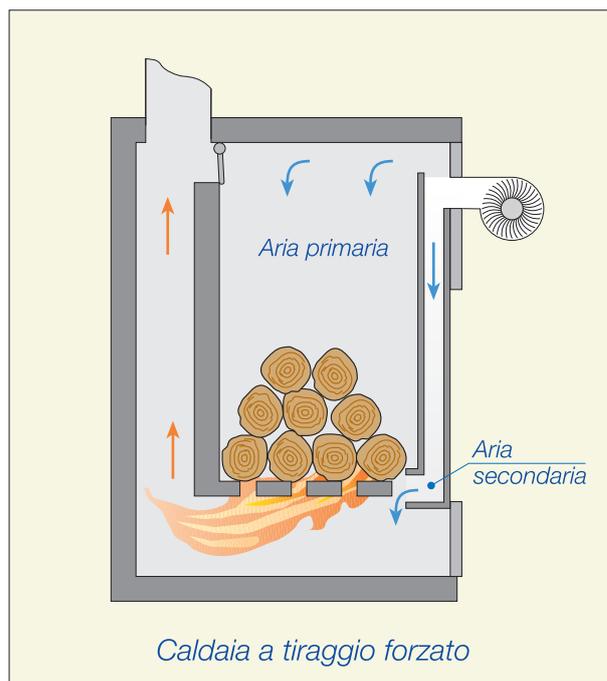
Rendimento: 65%÷70%.

CALDAIE TRADIZIONALI A TIRAGGIO FORZATO

Dette anche "turbo", queste caldaie (proposte da pochi anni) sono le più evolute tra le caldaie di tipo tradizionale che il mercato offre attualmente.

Le loro modalità di combustione sono assai simili a quelle delle caldaie tradizionali a tiraggio naturale e con fiamma verso il basso.

La differenza consiste essenzialmente nel fatto che queste caldaie sono dotate di un ventilatore che serve ad incrementare e a tener controllata l'aria che attiva la combustione.



Tale dispositivo migliora la resa delle caldaie e contribuisce a diminuire l'inquinamento.

Rendimento massimo: 75%÷80%.

CALDAIE A GASSIFICAZIONE

Sono caldaie in cui la combustione della legna è realizzata in tre ambienti diversi ed è ottenuta con **processi di gassificazione della legna stessa**.

Sostanzialmente il ciclo di combustione è questo: (1) dapprima il combustibile caricato viene seccato, (2) poi è gassificato a bassa temperatura e senza apporto di ossigeno, (3) il gas così ottenuto è quindi miscelato con aria secondaria. Ed è tale miscela che genera ed alimenta la combustione.

È questo un ciclo di combustione che non funziona bene a regimi ridotti o discontinui. È consigliabile, pertanto, dotare gli impianti con queste caldaie di appositi serbatoi in grado di accumulare l'eccesso di calore prodotto in fase di combustione a regime e di cederlo poi progressivamente all'impianto.

Vantaggi ottenibili con questo tipo di caldaie: (1) notevoli incrementi delle rese di combustione con valori paragonabili a quelli ottenibili con le caldaie a gasolio e a gas, (2) maggior durata dei carichi di legno e quindi intervalli di caricamento più lunghi, (3) minor diffusione in atmosfera di polveri e fumi inquinanti.

Rendimento: > 90%.

CALDAIE A CIPPATO

Sono caldaie, in genere, con caricamento e gestione completamente automatizzata.

La combustione del cippato avviene su bruciatori a griglia alimentati in continuo da meccanismi a vite senza fine.

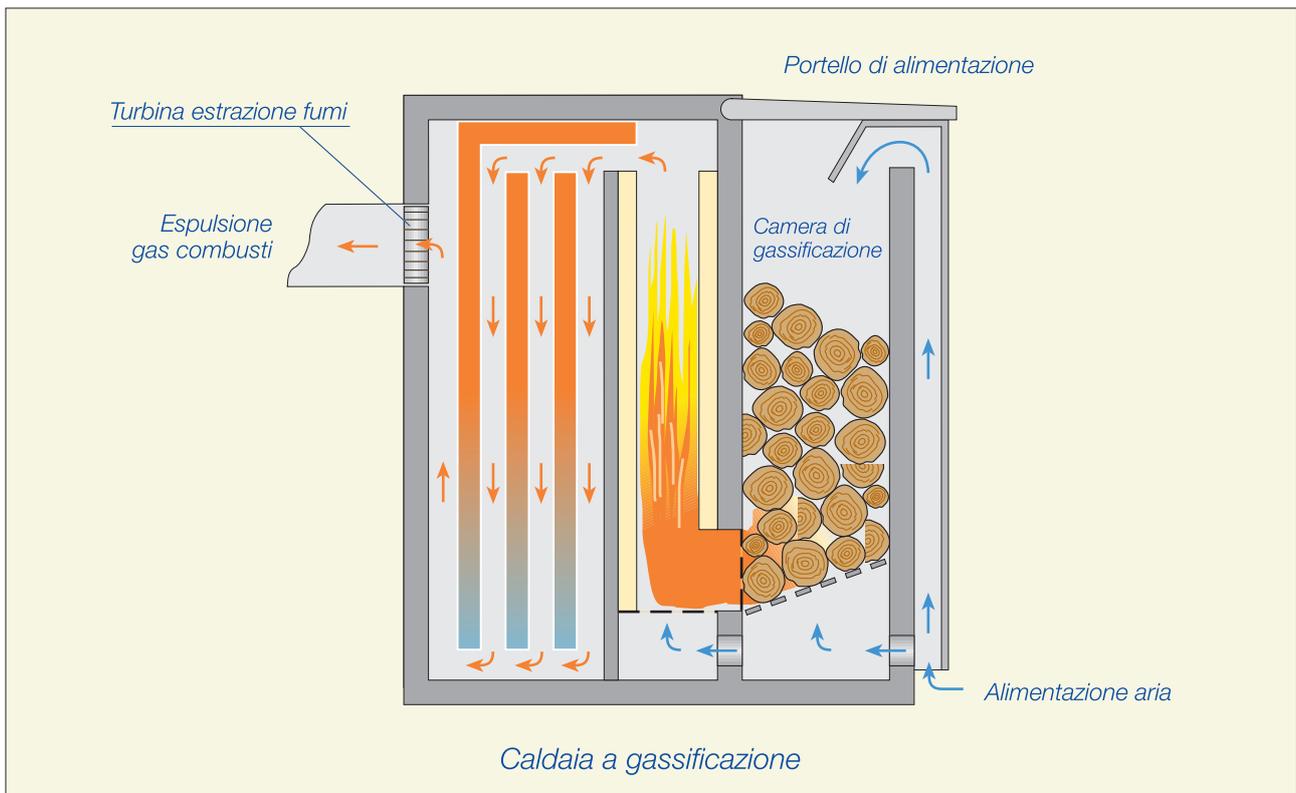
Nelle caldaie più evolute il flusso del cippato e la combustione sono regolati in continuo con sistemi di tipo elettronico in base alle richieste di energia, alla temperatura voluta del fluido e alla percentuale di ossigeno presente nei fumi.

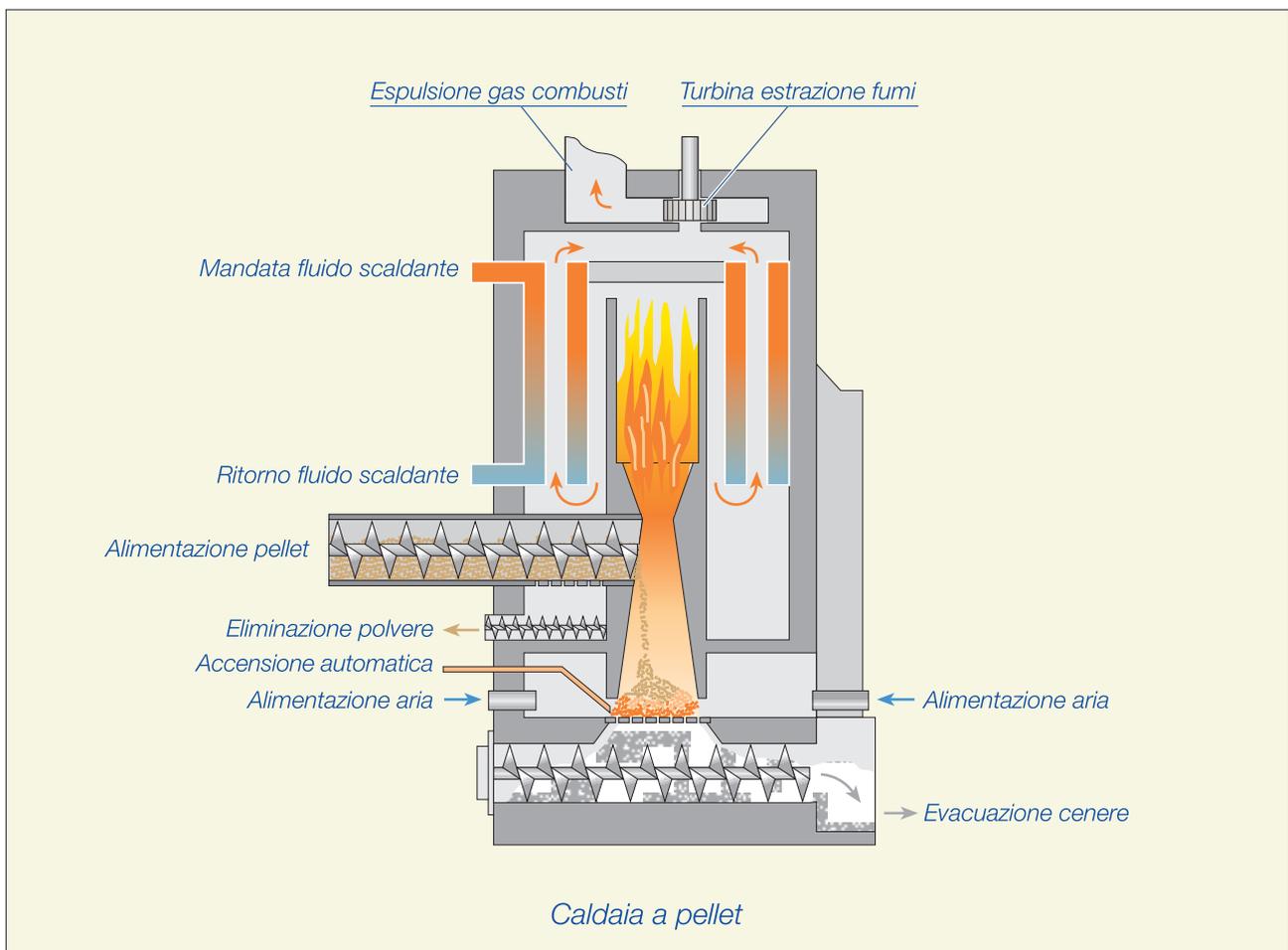
In alcuni modelli esiste la funzione "mantenimento delle braci". Serve, nelle pause di funzionamento, a mantenere in caldaia una piccola quantità di braci per poter consentire il rapido riavvio dell'impianto.

Va considerato che per lo stoccaggio del cippato è richiesto un apposito locale accessibile ai mezzi di trasporto.

Gli impianti a cippato, per le caratteristiche e i vincoli connessi all'uso delle loro caldaie, sono indicati soprattutto per impianti di riscaldamento medio-grandi o per impianti di cogenerazione.

Rendimento: 80%÷90%.





CALDAIE A PELLETTA

Sono caldaie completamente automatizzate e con regolazioni in genere facili e semplici da gestire.

L'alimentazione è ottenuta con una vite senza fine che preleva i *pellet* dall'apposito contenitore e li trasporta fino al bruciatore. Una vite senza fine provvede anche all'espulsione delle ceneri.

L'accensione, di tipo automatico, è molto rapida ed è ottenuta con l'aiuto di una resistenza elettrica.

Nei sistemi più evoluti, l'alimentazione dell'aria e il flusso dei *pellet* sono regolati con microprocessori.

In mancanza di corrente elettrica o in caso di fermo della pompa di circolazione, il rischio che l'acqua vada in ebollizione è molto limitato sia perché è possibile il blocco immediato dell'alimentazione dei *pellet*, sia per il poco combustibile presente nel focolare.

Le rese termiche di queste caldaie sono molto elevate e basso è il loro tasso d'inquinamento.

Rendimento: 85%÷90%.

CONDOTTI PER EVACUARE I FUMI

Per i generatori di calore alimentati a legna o da altri biocombustibili solidi, i condotti per evacuare i fumi vanno realizzati in base alle norme vigenti e, in particolare, secondo quanto richiesto dalle:

UNI 9615

Generatori di calore alimentati a legna o da altri biocombustibili solidi. Requisiti di installazione.

UNI 10683

Calcolo delle dimensioni interne dei camini.

Definizioni e procedimenti di calcolo fondamentali.

Questi condotti sono essenzialmente composti:

(1) dalla **canna fumaria**, che convoglia i fumi verso l'esterno; (2) dal **comignolo**, che serve ad evacuare i fumi in atmosfera e (3) dal **canale da fumo**, che collega il generatore di calore alla canna fumaria.

Canna fumaria

Principali caratteristiche e prestazioni richieste:

- essere a tenuta dei gas combusti, impermeabile e coibentata per evitare dispersioni di calore e fenomeni di condensa;



- essere realizzata con materiali resistenti alle normali sollecitazioni termo-meccaniche e alla azione dei gas combusti e delle loro condense;
- essere adeguatamente distanziata dai materiali combustibili o infiammabili con intercapedini d'aria o materiali isolanti;
- avere sezione interna preferibilmente circolare. Le sezioni rettangolari devono avere un rapporto massimo tra i lati di 1,5.

Principali caratteristiche costruttive:

Camera di raccolta

È bene che la canna fumaria abbia una camera (per la raccolta di materiali solidi e delle condense) da situarsi sotto l'imbocco del canale da fumo. La camera deve essere facilmente ispezionabile da un apposito sportello a tenuta d'aria.

Allacciamento

Il collegamento alla canna fumaria deve ricevere lo scarico di un solo generatore di calore. Eventuali deroghe vanno approvate dalle autorità competenti. Non è permesso lo scarico dei fumi in spazi chiusi anche se sono a cielo libero.

Spostamenti

La canna fumaria deve essere realizzata con uno sviluppo prevalentemente verticale con deviazioni dall'asse non maggiori di 45°.

Quota di sbocco

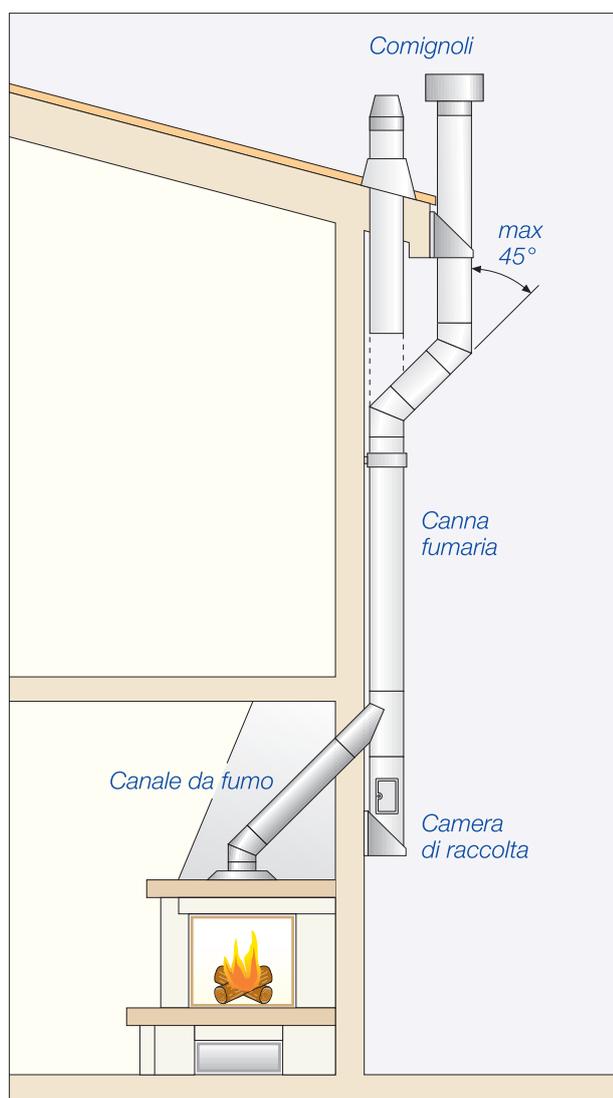
Deve garantire una buona dispersione e diluizione dei prodotti della combustione. A tal fine deve essere posta oltre la zona (detta di reflusso) in cui possono formarsi delle contropressioni: zona che è variabile in relazione all'angolo di inclinazione della copertura (ved. norme UNI 7129).

Comignolo

Principali caratteristiche e prestazioni richieste:

- avere una sezione interna equivalente a quella del camino;
- avere una sezione utile di uscita dei fumi non minore del doppio di quella interna del camino;
- essere costruito con accorgimenti per impedire la penetrazione nel camino della pioggia, della neve e dei corpi estranei;
- essere costruito in modo tale che, anche in caso di venti provenienti da ogni direzione e con qualsiasi inclinazione, sia comunque assicurato lo scarico dei prodotti della combustione.

Inoltre il funzionamento del comignolo deve essere esclusivamente di tipo statico. Non sono pertanto ammessi comignoli che utilizzano mezzi meccanici di aspirazione.



Canale da fumo

Principali caratteristiche e prestazioni richieste:

- essere realizzato con materiali non combustibili idonei a resistere ai prodotti della combustione ed alle loro eventuali condensazioni;
- essere a tenuta dei prodotti della combustione e delle condense ed inoltre essere coibentato;
- non deve passare attraverso i locali nei quali è vietato installare apparecchi a combustione;
- è vietato l'uso dei normali tubi metallici flessibili e in fibro-cemento;
- deve esserci soluzione di continuità tra il canale da fumo e la canna fumaria in modo tale che la canna fumaria non appoggi sul generatore.

Principali caratteristiche costruttive:

Lunghezza massima e spostamenti

Con generatori dotati di ventilatore per l'espulsione dei fumi, per quanto riguarda la lunghezza ed il numero massimo delle curve, si devono rispettare le istruzioni del costruttore.

In mancanza di tali istruzioni si devono rispettare le seguenti prescrizioni:

- i tratti orizzontali devono avere una pendenza minima del 3% verso l'alto;
- la lunghezza del tratto orizzontale deve essere minima e comunque non maggiore di 3 m;
- i cambiamenti di direzione, compreso quello di collegamento alla canna fumaria, non devono essere più di 4.

Per collegare alla canna fumaria le stufe a tiraggio naturale vanno usate non più di 2 curve con cambio di direzione non superiore a 90°. La lunghezza del canale, in proiezione orizzontale, non deve superare i 2 m.

Pendenza

Deve essere evitata, per quanto possibile, la messa in opera di tratti orizzontali. E' vietato lo sviluppo in contropendenza.

Per caminetti, dove si devono raggiungere scarichi a soffitto o a parete non coassiali rispetto all'uscita dei fumi dall'apparecchio, i cambiamenti di direzione devono essere realizzati con l'uso di gomiti aperti non superiori a 45°.

Cambiamenti di sezione

Il canale da fumo deve essere a sezione costante. Eventuali cambiamenti di sezione sono ammessi solo all'innesto della canna fumaria.

Aperture di ispezione

Il canale da fumo deve permettere il recupero della fuliggine o essere scovolabile.

Dispositivi di regolazione manuale del tiraggio

Se inseriti nel canale da fumo, questi dispositivi non devono ostruire ermeticamente la sezione interna del condotto.

Le serrande devono essere dotate di idonee aperture di sicurezza o altro meccanismo atto ad evitare la totale chiusura della valvola.

L'apertura minima di sicurezza deve essere pari al 3% della sezione del canale e non minore di 20 cm². Non è ammesso l'uso di dispositivi manuali per la regolazione del tiraggio sugli apparecchi del tipo a tiraggio forzato.

IMPIANTI A COMBUSTIBILI SOLIDI NON POLVERIZZATI

Sono così definiti (UNI 10412-2) gli impianti che utilizzano **combustibili solidi con dimensioni delle particelle maggiori o uguali ad 1 mm**.

Sono impianti con caratteristiche tecniche alquanto particolari, inoltre hanno esigenze (di espansione, sicurezza, protezione e controllo) assai diverse da quelle degli impianti che funzionano a combustibili liquidi o gassosi.

Di seguito cercheremo di cogliere ed analizzare tali caratteristiche e vedere come è possibile soddisfare le loro esigenze.

NORME DI SICUREZZA

Attualmente, in relazione al tipo di generatore e alla potenzialità termica dell'impianto vanno rispettate le seguenti norme:

1. Impianti a caldaie fino a 35 kW

EN 12828 (2003)

Impianti di riscaldamento negli edifici.

Progettazione dei sistemi di riscaldamento ad acqua.

2. Impianti a dispositivi domestici fino a 35 kW

UNI 10412-2 (2009)

Impianti di riscaldamento ad acqua calda.

Requisiti specifici per impianti con apparecchi per il riscaldamento di tipo domestico alimentati a combustibile solido con caldaia incorporata e con potenza del focolare complessiva non maggiore di 35 kW.

Nota:

La norma si applica ai circuiti idraulici degli impianti termici serviti con **generatori di calore per il riscaldamento di tipo domestico**: stufe, caminetti e termocucine con caldaia incorporata, funzionanti a combustibili solidi non polverizzati.

3. Impianti a caldaie oltre 35 kW

Specifiche tecniche applicative del Titolo II DM 1.12.75. Raccolta R. CAP. R.3.C. (ed. 2009)

Impianti con generatori alimentati con combustibili solidi non polverizzati.

Le norme di cui sopra classificano gli impianti in base (1) al sistema di espansione, che può essere aperto o chiuso; (2) alle modalità di carico del combustibile solido, che possono essere manuali o automatiche; (3) alla tipologia di circolazione del fluido, che può essere naturale o forzata e (4) al tipo e collegamento dei generatori, che possono essere singoli o in batteria con altri generatori.

DISPOSITIVI DI REGOLAZIONE DEL TIRAGGIO

Servono a regolare automaticamente (aprendo e chiudendo le serrande di regolazione) **la portata dell'aria comburente**. Pertanto servono per tener meglio sotto controllo la combustione e anche per renderla più regolare e completa (ved. descrizione e considerazioni tecniche più dettagliate a pag. 18).

DISPOSITIVI DI SCARICO TERMICO

Servono ad evitare che l'acqua dell'impianto superi la temperatura di sicurezza.

Sono utilizzati soprattutto in impianti a caricamento manuale del combustibile solido, cioè dove non è possibile interrompere di netto la combustione con la disattivazione del bruciatore.

Con temperature oltre i valori di taratura, **questi dispositivi scaricano all'esterno l'acqua troppo calda favorendo l'immissione nell'impianto di nuova acqua fredda**. Ritornano poi in chiusura quando le temperature registrate sono accettabili.

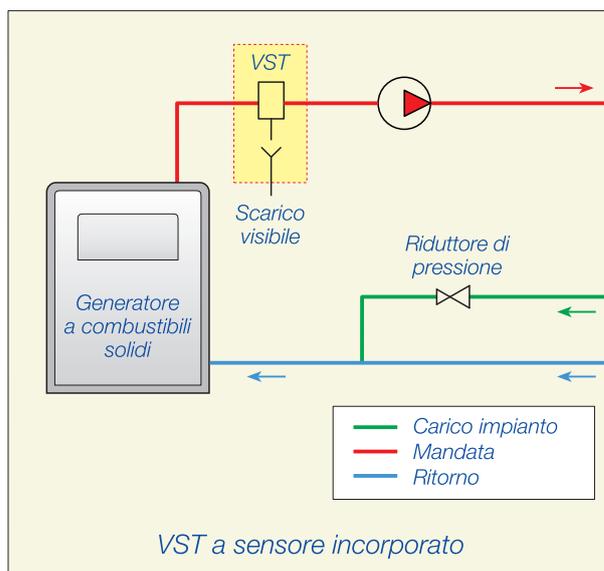
I dispositivi di scarico termico sono suddivisibili in 2 gruppi:

- le **VST** valvole di scarico termico
- le **VSST** valvole di scarico di sicurezza termico

VST a sensore incorporato

Devono essere installate nelle immediate vicinanze del generatore di calore.

L'acqua di raffreddamento è derivata solo dal caricamento dell'impianto.

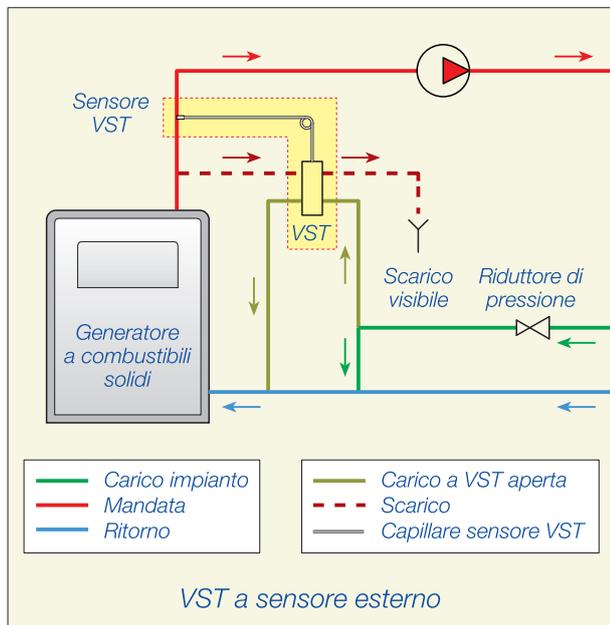


Vedi descrizione tecnica più dettagliate a pagina 19.

VST a sensore esterno

Il sensore della valvola deve essere installato nelle immediate vicinanze del generatore di calore.

L'acqua di raffreddamento è derivata sia dal caricamento sia dal reintegro incorporato nella valvola stessa.

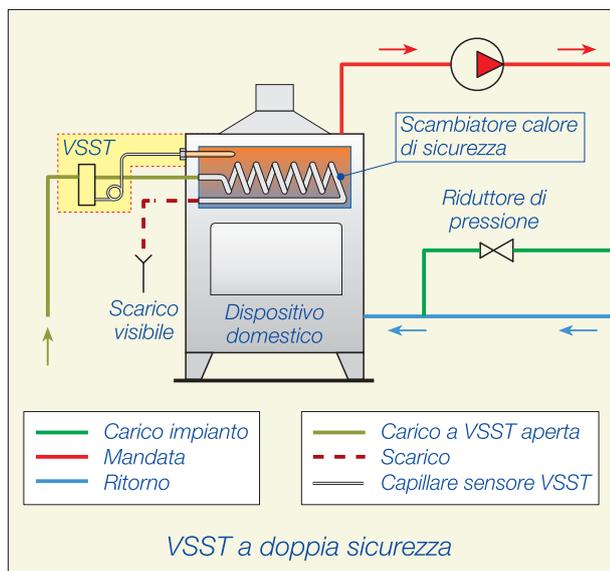


Vedi descrizione tecnica più dettagliate a pagina 20.

VSST a doppia sicurezza

Il sensore della valvola deve essere installato nelle immediate vicinanze del generatore di calore.

L'acqua di raffreddamento è derivata solo dal caricamento della valvola.



Vedi descrizione tecnica più dettagliate a pagina 21.

DISPOSITIVI ANTICONDENSA

Servono ad evitare il ritorno in caldaia di acqua a temperature troppo basse.

Come già considerato (Idraulica 35, pag. 16) con le caldaie tradizionali a combustibili liquidi o gassosi, **il ritorno dell'acqua in caldaia a temperature troppo basse può causare shock termici e portare alla formazione di condense corrosive:** fenomeni molto temibili per la tenuta e la durata delle caldaie. Per ovviare a tali fenomeni e ai conseguenti danni si utilizzano generalmente pompe anticondensa oppure regolazioni con sonda di minima (Idraulica 35, pag. 22 e 23).

Anche con generatori di calore a combustibile solido, il ritorno dell'acqua a temperature troppo basse può provocare **gli inconvenienti e i pericoli di cui sopra, inoltre può portare alla formazione di creosoto, un altro temibile pericolo.**

Il creosoto, infatti, è un **agglomerato catramoso** (ved. riquadro sotto) **molto infiammabile che può sia ostruire i canali da fumo sia innescare gravi incendi.**

Proprio per poter meglio contrastare l'insieme di tutti questi pericoli, a protezione dei generatori a combustibile solido sono state realizzate valvole anticondensa autoazionate (ved. note tecniche da pag. 22 a pag. 25).

PERICOLO CREOSOTO

Il creosoto prodotto dai fumi dei generatori a combustibile solido è un gas di combustione condensato che contiene materiali vaporizzati ma non bruciati.

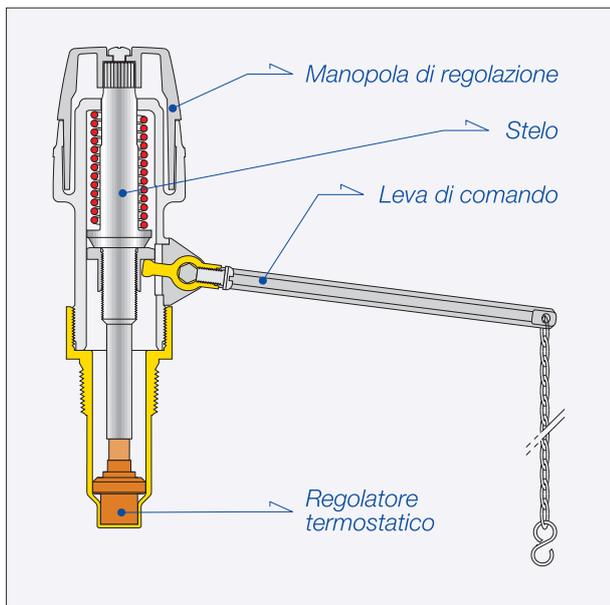
Ostruzione da creosoto



In condizioni particolari può infiammarsi e bruciare a circa 1150°C. La sua combustione, sviluppandosi in verticale, può comunque portare a temperature di circa 1650÷1700°C: temperature in grado di fondere i camini, provocare la rottura delle canne fumarie, recar danni ai muri e far nascere pericolosi incendi.

REGOLATORI DI TIRAGGIO

Sono regolatori utilizzabili in impianti con generatori a combustibili solidi e a tiraggio naturale. Hanno il compito, modulando le aperture dell'aria, di regolare la combustione.

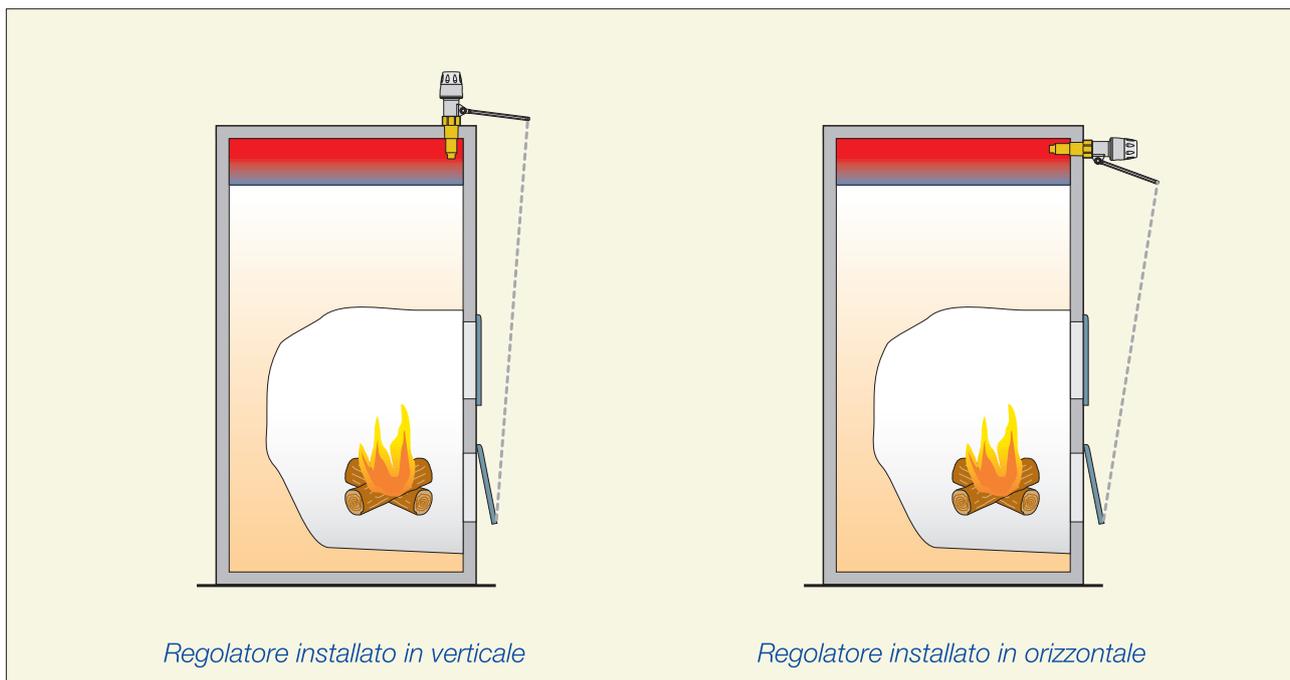


L'elemento termostatico, tramite una leva collegata con catena ad un portello o ad una serranda, regola la portata dell'aria di combustione (ved. disegno sopra riportato). Il portello o la serranda devono trovarsi chiusi quando è raggiunta la temperatura impostata sulla manopola.

In genere questi regolatori possono lavorare sia in verticale che in orizzontale.

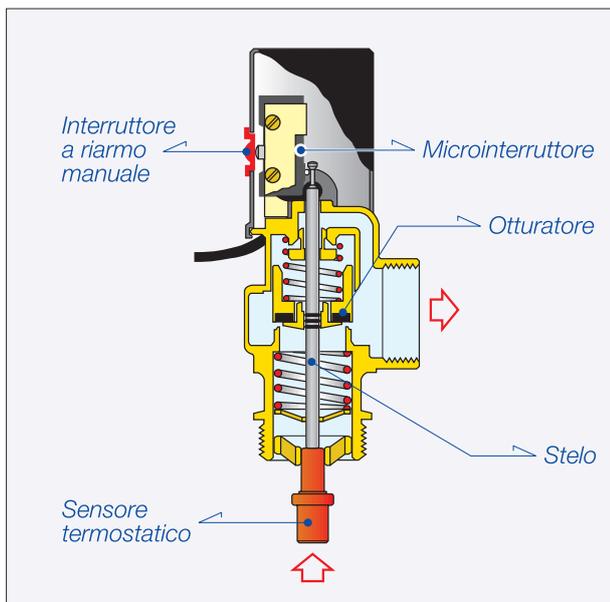
Sono essenzialmente costituiti da un regolatore termostatico, da una manopola di regolazione e da una leva di comando.

La regolazione dell'aria è attuata in base ai valori della temperatura rilevata dal termostato e da quella impostata sulla manopola.



VST A SENSORE INCORPORATO

Il loro sensore agisce direttamente sullo stelo che comanda l'otturatore della valvola. Raggiunta la temperatura di taratura, lo stelo manda in apertura la valvola. Al di sotto di tale temperatura la valvola ritorna in chiusura.



La notevole capacità di scarico di queste VST può portare, in tempi brevi, ad un forte svuotamento dell'impianto.

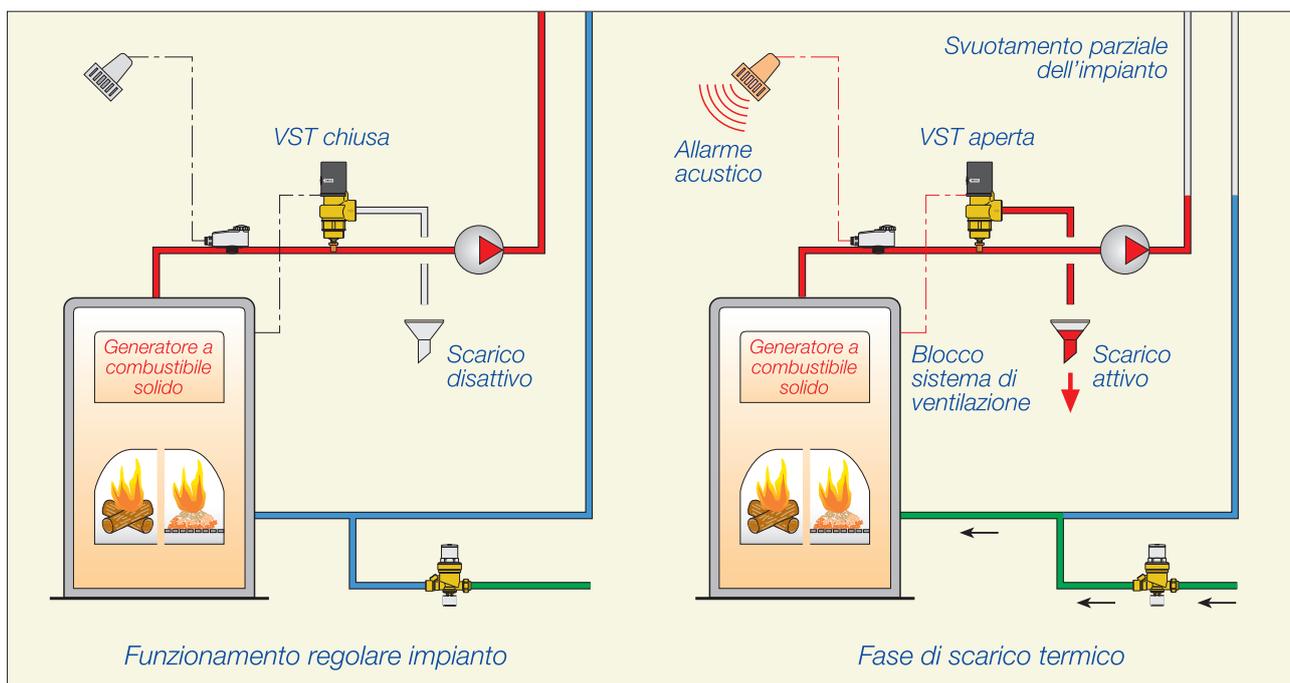
Queste valvole sono dotate anche di un interruttore a riarmo manuale che, ad esempio, può essere utilizzato per attivare segnali acustici d'allarme



oppure, con generatori a tiraggio forzato, per fermare il ventilatore di alimentazione dell'aria.

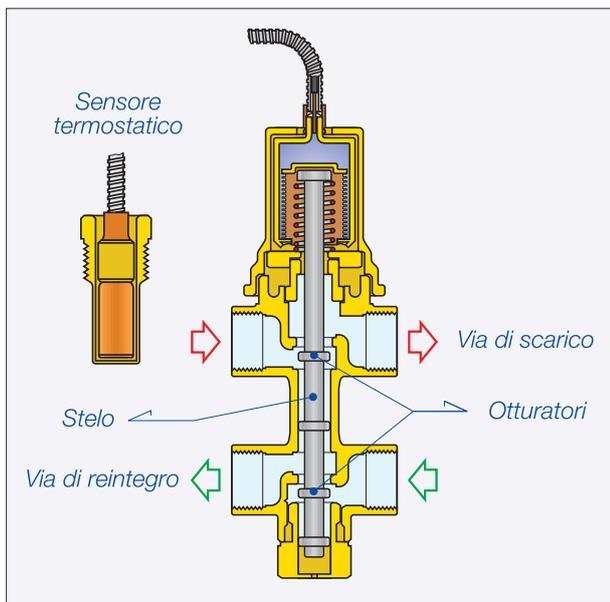
Con combustibili solidi non polverizzati, l'uso di queste valvole è previsto dall'INAIL (ex ISPESL) in impianti sia a vaso chiuso che a vaso aperto. In quest'ultimo caso servono a sostituire il riscaldatore dell'acqua di consumo o lo scambiatore termico di sicurezza integrato nel generatore.

Queste VST devono essere ad azione positiva, cioè in grado di intervenire anche in caso di avaria dell'elemento sensibile.



VST A SENSORE ESTERNO E REINTEGRO

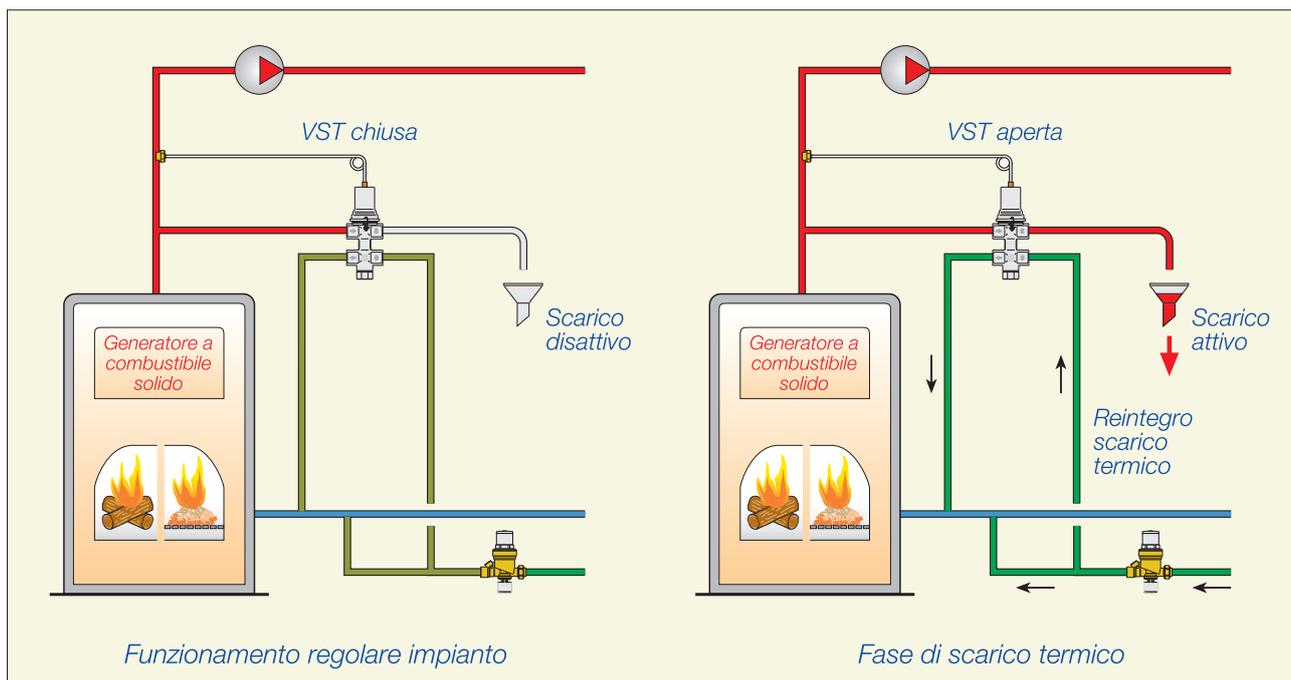
Questo tipo di VST incorpora una valvola che serve a reintegrare l'acqua scaricata dalla VST stessa. Il sensore esterno agisce sullo stelo che apre contemporaneamente sia la via di scarico sia la via di reintegro dell'impianto.



L'utilizzo di queste valvole è previsto dalle norme UNI 10412-2 in impianti con dispositivi domestici (ved. pag. 16) alimentati da combustibili solidi non polverizzati e con potenza del focolare minore o uguale a 35 kW.

Anche queste VST, come quelle del tipo con sensore incorporato, devono essere ad azione positiva.

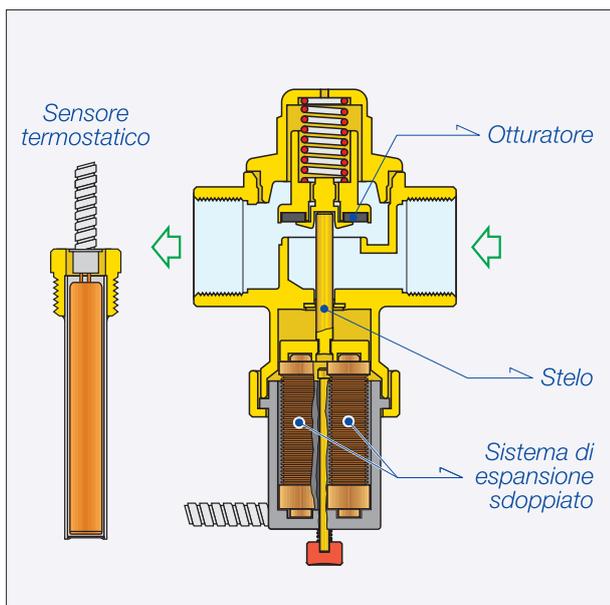
La presenza del reintegro assicura un'asportazione del calore più efficiente e di maggior durata, in quanto non c'è il pericolo che l'impianto si svuoti in modo significativo e che quindi interrompa la circolazione del fluido.



VSST A DOPPIA SICUREZZA

Servono a limitare la temperatura dell'acqua negli impianti con generatori di calore a combustibili solidi e dotati di bollitori incorporati o di appositi dissipatori o scambiatori termici di sicurezza.

Queste VSST sono dotate di sensori a distanza che fanno aprire le valvole con temperature superiori a quella di taratura, facendo passare acqua fredda di rete attraverso gli scambiatori di cui sopra.

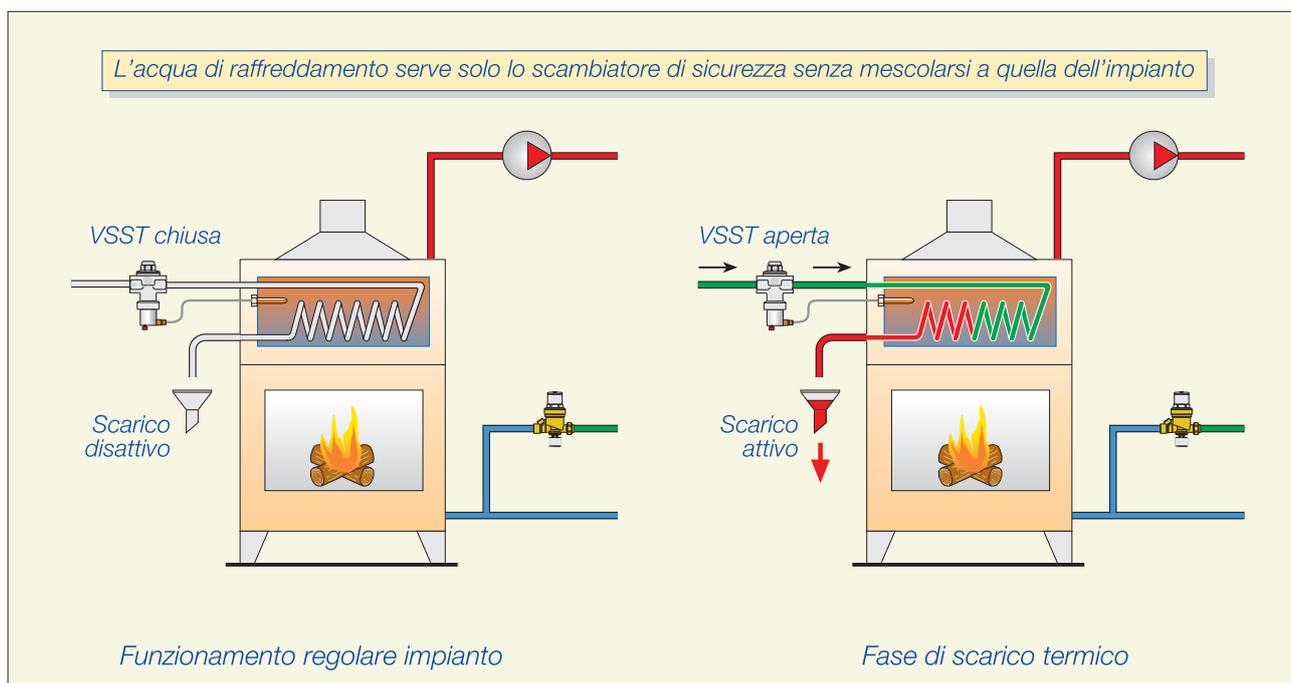


L'uso delle VSST, nell'ambito dei rispettivi campi di validità, è previsto dalle UNI 10412-2 e EN 12828, e dalla normativa INAIL (ex ISPESL).

L'elemento sensibile di queste valvole esercita la sua azione sfruttando le variazioni di volume del liquido contenuto.

Per maggior sicurezza dello scarico, il sistema di espansione del fluido è sdoppiato. In tal modo le valvole possono intervenire anche in caso di avaria di uno dei due elementi sensibili.

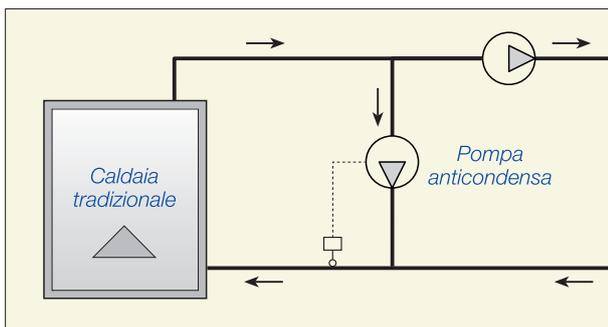
Al di sotto della temperatura di taratura, le valvole ritornano in chiusura.



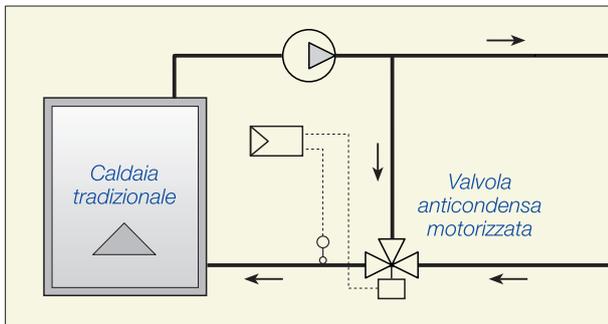
VALVOLE ANTICONDENZA

Come già considerato, per evitare la formazione di condensa e i pericoli (ved. pag. 17) ad essa connessi, negli impianti con caldaie tradizionali si evita che l'acqua ritorni in caldaia troppo fredda in due modi.

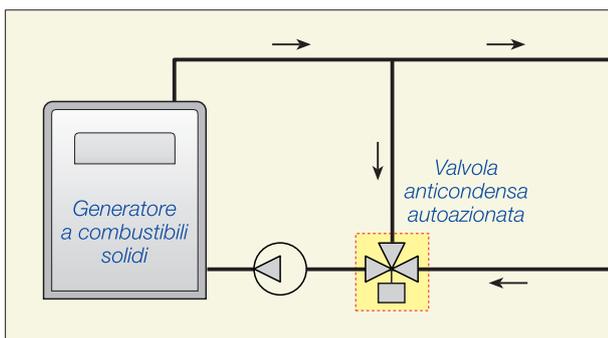
Il primo consiste nel dotare l'impianto di un by-pass tra mandata e ritorno con una pompa attivata da un termostato quando la temperatura di ritorno è troppo bassa: ad esempio sotto i 60°C.



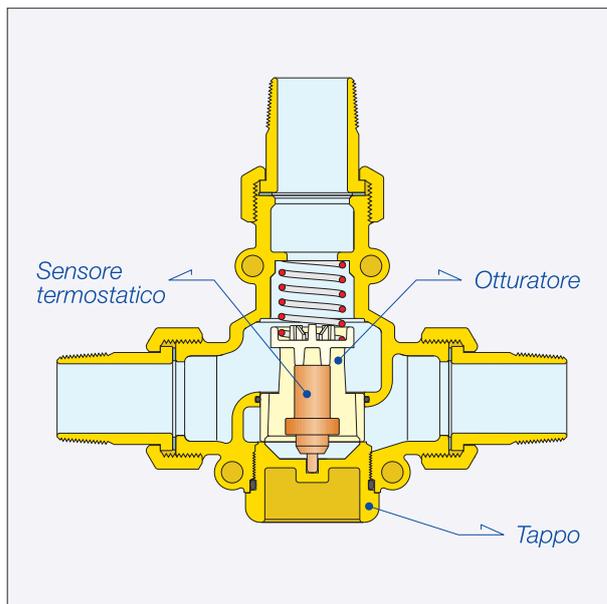
Il secondo consiste nel modulare i flussi d'acqua, attraverso il by-pass di cui sopra, con una valvola miscelatrice e una sonda di minima.



Con le caldaie a combustibili solidi si preferisce, invece, ricorrere all'uso di **valvole autoazionate e preregolate**, in quanto queste valvole (1) **sono più semplici e pratiche da utilizzare**, (2) **richiedono minor spazio**, (3) **non necessitano di collegamenti elettrici**, (4) **non sono starabili**.



Queste valvole sono del tipo a 3 vie con un bulbo termostatico completamente immerso nel fluido. Tale elemento regola i flussi di miscela attraverso la valvola in modo da poter assicurare **temperature dell'acqua di ritorno in caldaia non inferiori al valore di prearatura della valvola stessa**.



I valori di prearatura delle valvole sono, in genere, variabili (ad esempio: 45, 55, 60, 70°C) **per poter assicurare le temperature di ritorno richieste dai Produttori**: temperature che dipendono sia dalla geometria delle caldaie sia dal tipo di materiali utilizzati.

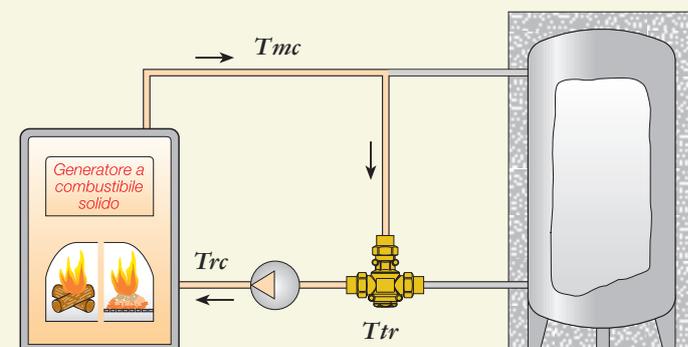


Nella pagina a lato sono rappresentate e descritte le 3 principali fasi di lavoro di queste valvole.

Fasi di funzionamento valvola termostatica anticondensa

T_{mc} = Temperatura di mandata caldaia
 T_{ri} = Temperatura di ritorno impianto

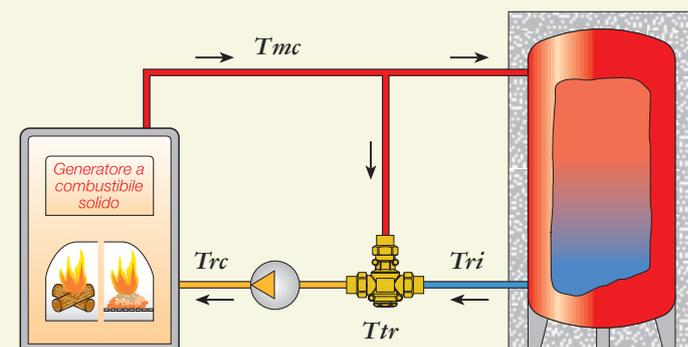
T_{rc} = Temperatura di ritorno caldaia
 T_{tr} = Temperatura di taratura della valvola



Fase di chiusura via impianto

È la fase che corrisponde all'avvio della caldaia. Fino a che la temperatura di mandata (T_{mc}) non supera la temperatura di taratura della valvola (T_{tr}), resta aperta solo la via di by-pass. Pertanto la temperatura di ritorno in caldaia (T_{rc}) è uguale alla temperatura di mandata (T_{mc}).

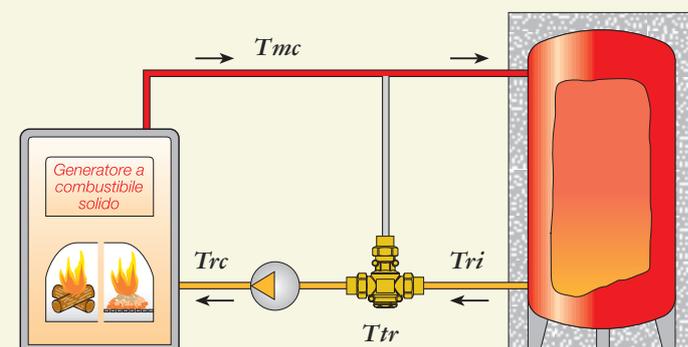
Temperatura impianto: $T_{mc} < T_{tr}$
 $T_{rc} = T_{mc}$



Fase di miscelazione

Quando la temperatura di mandata (T_{mc}) supera la temperatura di taratura della valvola (T_{tr}), apre anche la via di ritorno dall'impianto. In tal modo la temperatura minima di ritorno in caldaia (T_{rc}), cioè quella di taratura della valvola, è ottenuta miscelando fra loro l'acqua del by-pass e quella di ritorno dall'impianto.

Temperatura impianto: $T_{mc} > T_{tr}$
 $T_{rc} = T_{tr}$



Fase di chiusura via by-pass

Quando, infine, la temperatura di ritorno dall'impianto (T_{ri}) supera la temperatura di taratura della valvola (T_{tr}), va in chiusura la via di by-pass. Pertanto la temperatura di ritorno in caldaia (T_{rc}) è uguale alla temperatura di ritorno dall'impianto (T_{ri}).

Temperatura impianto: $T_{ri} > T_{tr}$
 $T_{rc} = T_{ri}$

GRUPPO DI CIRCOLAZIONE ANTICONDENSA

È un gruppo essenzialmente costituito da un blocco di fusione in ottone nel quale sono assemblati: una pompa, una valvola anticondensa, una valvola di ritegno a gravità e tre valvole di intercettazione a sfera.

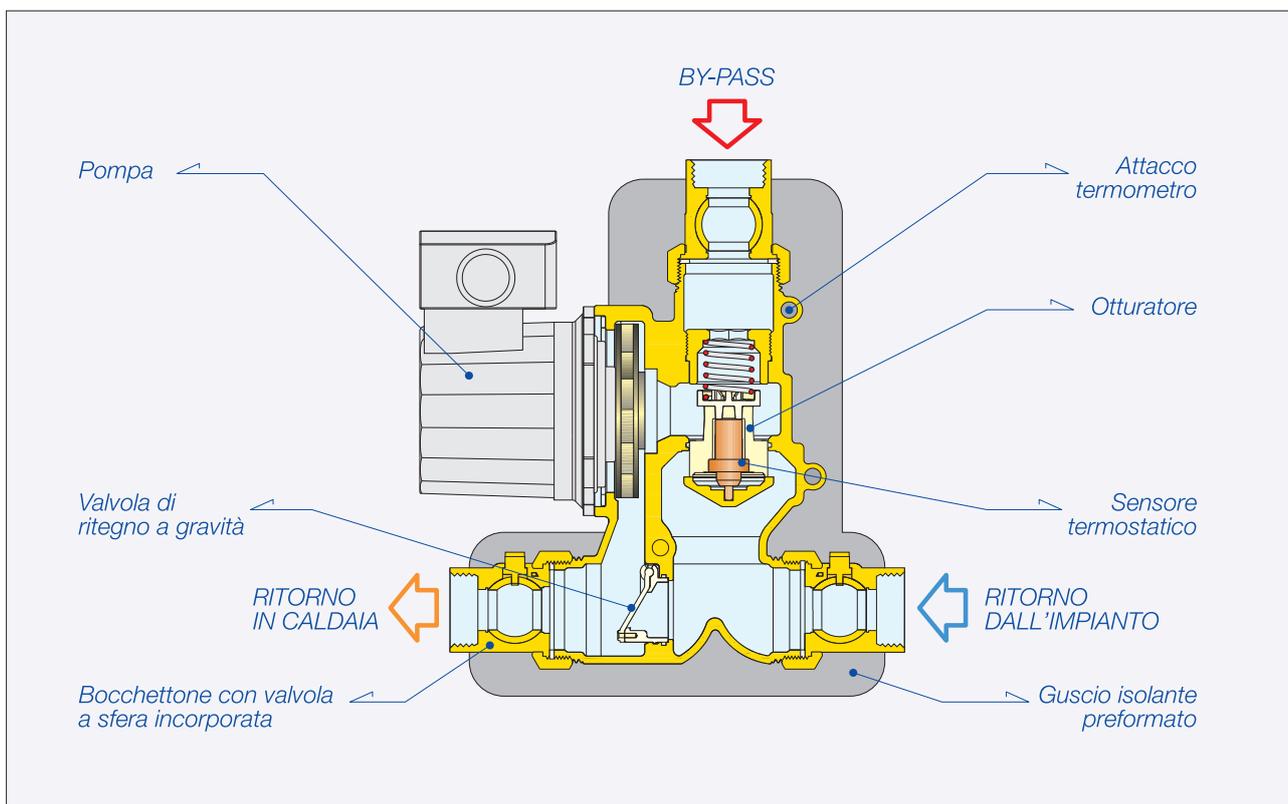


La valvola di ritegno a gravità ha il compito di rendere possibile **la circolazione naturale del fluido anche se la pompa si ferma, ad esempio, per mancanza di energia elettrica.**

Questa funzione è assai importante in quanto, in ogni caso, **assicura una circolazione minima del fluido e pertanto consente di raffreddare il generatore di calore in modo continuo.**

Altri vantaggi del gruppo di ricircolo e anticondensa sono la semplicità e la facilità sia di montaggio che di manutenzione. La sua compattezza, inoltre, rende possibile minimizzare gli ingombri dell'impianto: cosa di grande utilità soprattutto nei piccoli impianti domestici.

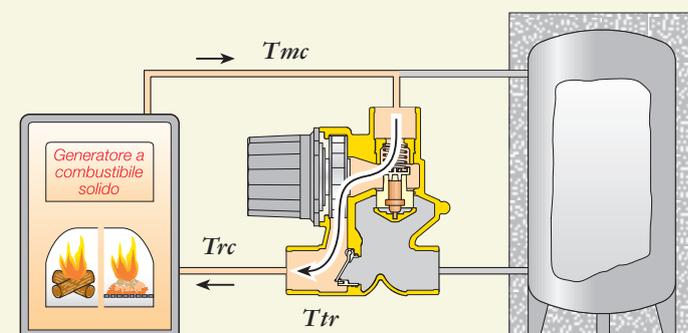
Nella pagina a lato sono rappresentate e descritte le 4 principali fasi di lavoro di questi gruppi di ricircolo e anticondensa.



Fasi di funzionamento gruppo di circolazione anticondensa

T_{mc} = Temperatura di mandata caldaia
 T_{ri} = Temperatura di ritorno impianto

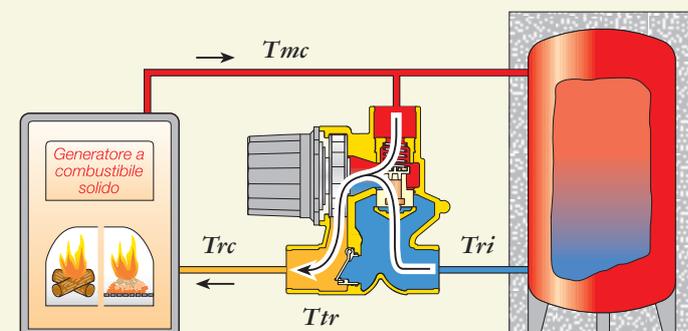
T_{rc} = Temperatura di ritorno caldaia
 T_{tr} = Temperatura di taratura della valvola



Fase di chiusura via impianto

È la fase che corrisponde all'avvio della caldaia. Fino a che la temperatura di mandata (T_{mc}) non supera la temperatura di taratura della valvola (T_{tr}), resta aperta solo la via di by-pass. Pertanto la temperatura di ritorno in caldaia (T_{rc}) è uguale alla temperatura di mandata (T_{mc}).

Temperatura impianto: $T_{mc} < T_{tr}$
 $T_{rc} = T_{mc}$

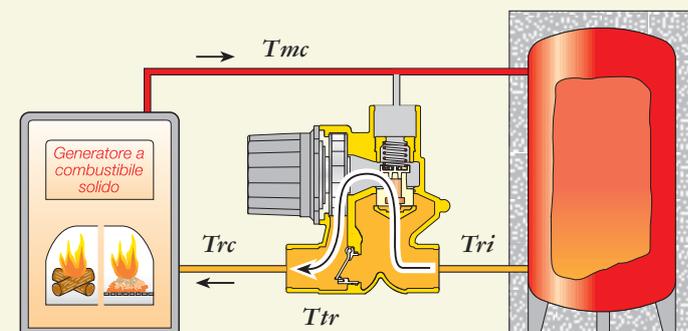


Fase di miscelazione

Quando la temperatura di mandata (T_{mc}) supera la temperatura di taratura della valvola (T_{tr}), apre anche la via di ritorno dall'impianto.

In tal modo la temperatura minima di ritorno in caldaia (T_{rc}), cioè quella di taratura della valvola, è ottenuta miscelando fra loro l'acqua del by-pass e quella di ritorno dall'impianto.

Temperatura impianto: $T_{mc} > T_{tr}$
 $T_{rc} = T_{tr}$

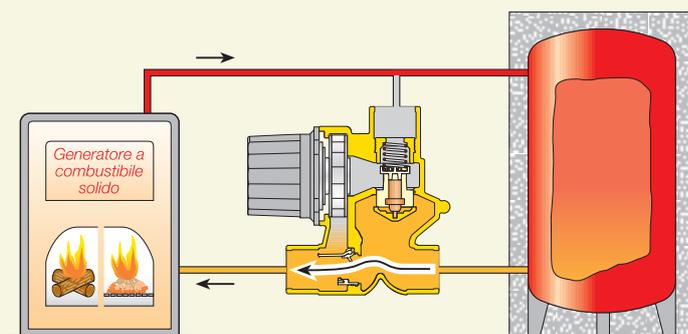


Fase di chiusura via by-pass

Quando, infine, la temperatura di ritorno dall'impianto (T_{ri}) supera la temperatura di taratura della valvola (T_{tr}), va in chiusura la via di by-pass.

Pertanto la temperatura di ritorno in caldaia (T_{rc}) è uguale alla temperatura di ritorno dall'impianto (T_{ri}).

Temperatura impianto: $T_{ri} > T_{tr}$
 $T_{rc} = T_{ri}$



Fase di circolazione naturale

In caso di blocco della pompa, la valvola di ritegno integrata nel gruppo (normalmente mantenuta chiusa dalla pressione della pompa) consente una circolazione naturale del fluido tra la caldaia e l'impianto. Tale circolazione evita il blocco totale dell'impianto e può servire ad evitare temperature troppo elevate in caldaia.

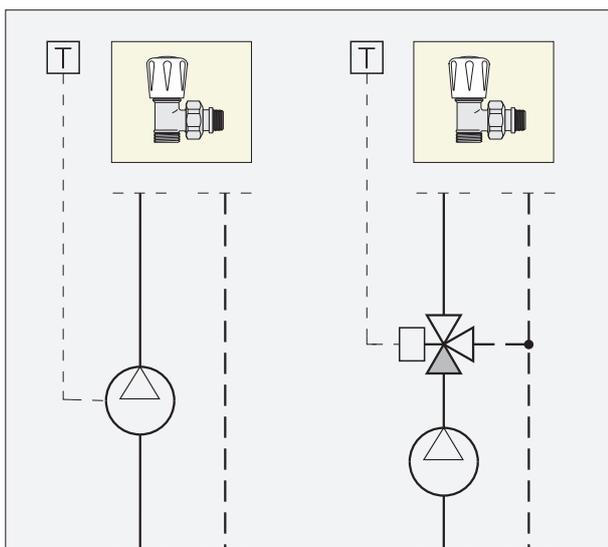
REGOLAZIONE DEL FLUIDO

Negli impianti a combustibile solido, è molto importante scegliere in modo coerente il tipo di regolazione del fluido scaldante. A tal fine, di seguito considereremo le regolazioni generalmente utilizzate nonché i relativi vantaggi e svantaggi.

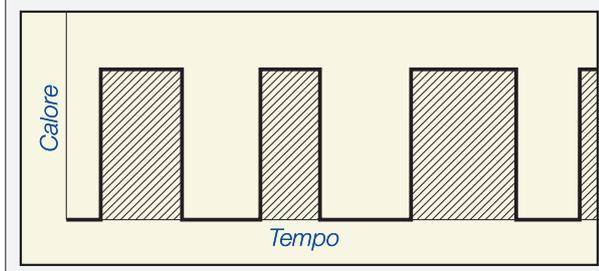
Regolazioni di tipo discontinuo

Queste regolazioni (dette anche ON-OFF) sono basate sull'uso di **termostati a due posizioni** che, in base alla loro temperatura di taratura e a quella ambiente, **attivano o disattivano l'invio del fluido ai corpi scaldanti** (ved. schemi sotto riportati).

I periodi di attivazione e di disattivazione possono durare da pochi minuti a diverse ore. La loro durata dipende essenzialmente dalle temperature esterne, dall'inerzia termica (sia delle strutture d'involucro che dell'impianto) e dai differenziali d'intervento dei termostati.



Regolazione di tipo discontinuo con pompe a velocità costante e valvole radiatori normali



Queste regolazioni sono poco costose e facili da gestire. Per contro, possono creare problemi negli impianti che funzionano a combustibile solido.

Il motivo è dovuto al fatto che con le caldaie a legna, a differenza di quanto avviene con le caldaie a gas e

a gasolio, non è possibile un blocco netto del calore prodotto, dato che non è possibile spegnere di netto le braci. Il calore continua quindi ad essere ceduto alle caldaie anche nei tempi in cui i corpi scaldanti non disperdono calore nell'ambiente: cosa che **può portare le temperature dell'acqua a valori tali da far intervenire i dispositivi, a riarmo manuale, di allarme, di sicurezza e di scarico termico.**

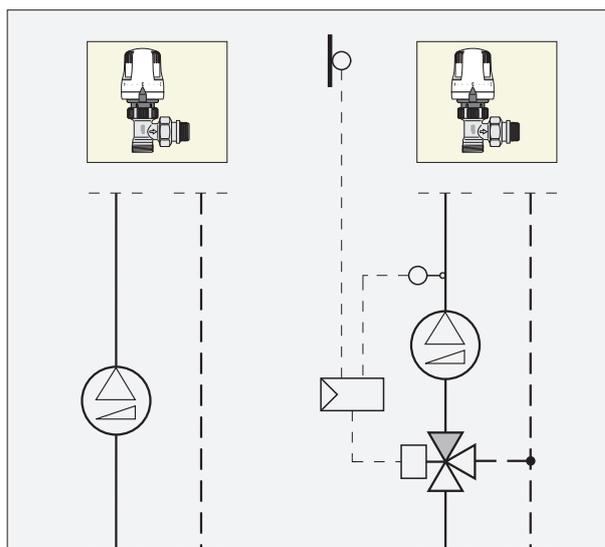
Regolazioni di tipo continuo

Possono essere di tipo climatico, termostatico o misto, cioè di tipo sia climatico che termostatico.

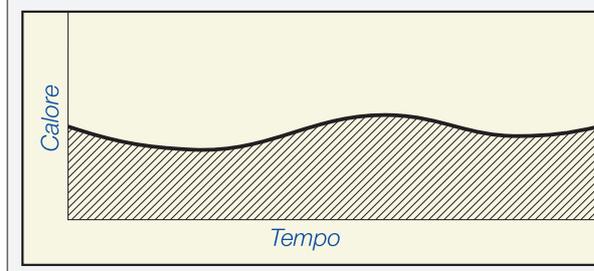
Queste regolazioni, a differenza di quelle ON-OFF, **cedono solo il calore che serve a mantenere gli ambienti alla temperatura richiesta.**

Sono quindi regolazioni che consentono di erogare **calore in continuità, o meglio senza intervalli di discontinuità**, e in base essenzialmente ai valori delle temperature esterne.

Dunque sono regolazioni che non favoriscono surriscaldamenti dell'acqua in caldaia.



Regolazione di tipo continuo con pompe a velocità variabile e valvole radiatori termostatiche



Le regolazioni di tipo continuo, anche per il comfort e (se dotate di valvole termostatiche) per l'equilibrio termico che esse possono offrire, sono pertanto le più idonee a garantire un buon funzionamento degli impianti con caldaie a combustibile solido.

IDROACCUMULATORI DI CALORE

I generatori a combustibile solido, nelle fasi di forte rallentamento della combustione, abbassano notevolmente la loro resa e producono molti fumi densi ed inquinanti. Per porre rimedio a tale situazione sono possibili, almeno in teoria, due soluzioni.

La prima è quella (talvolta consigliata) di caricare i generatori solo con una quantità di legna correlata alle effettive esigenze termiche dell'impianto. È però, in pratica, una soluzione non gestibile.

La seconda consiste, invece, nel **dotare gli impianti di idroaccumulatori per poter immagazzinare il calore prodotto in eccesso dalla caldaia e poterlo utilizzare in seguito.**

In merito va anche considerato che, per la validità delle loro garanzie, alcuni produttori di caldaie a legna richiedono espressamente che gli impianti siano dotati di idroaccumulatori con volumi minimi correlati al tipo e alla potenzialità delle caldaie stesse.

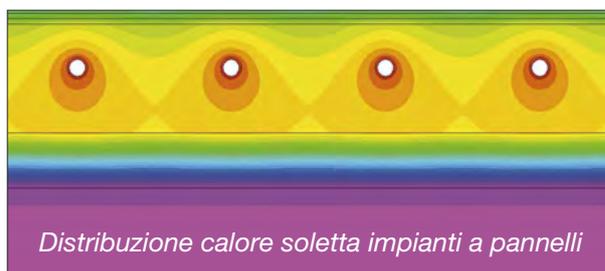
Generalmente, per il loro dimensionamento, sono proposti i seguenti valori:

- **per caldaie a ciocchi o tondelli**
50÷70 l per ogni kW di potenza nominale
- **per caldaie a pellet**
25÷30 l per ogni kW di potenza nominale

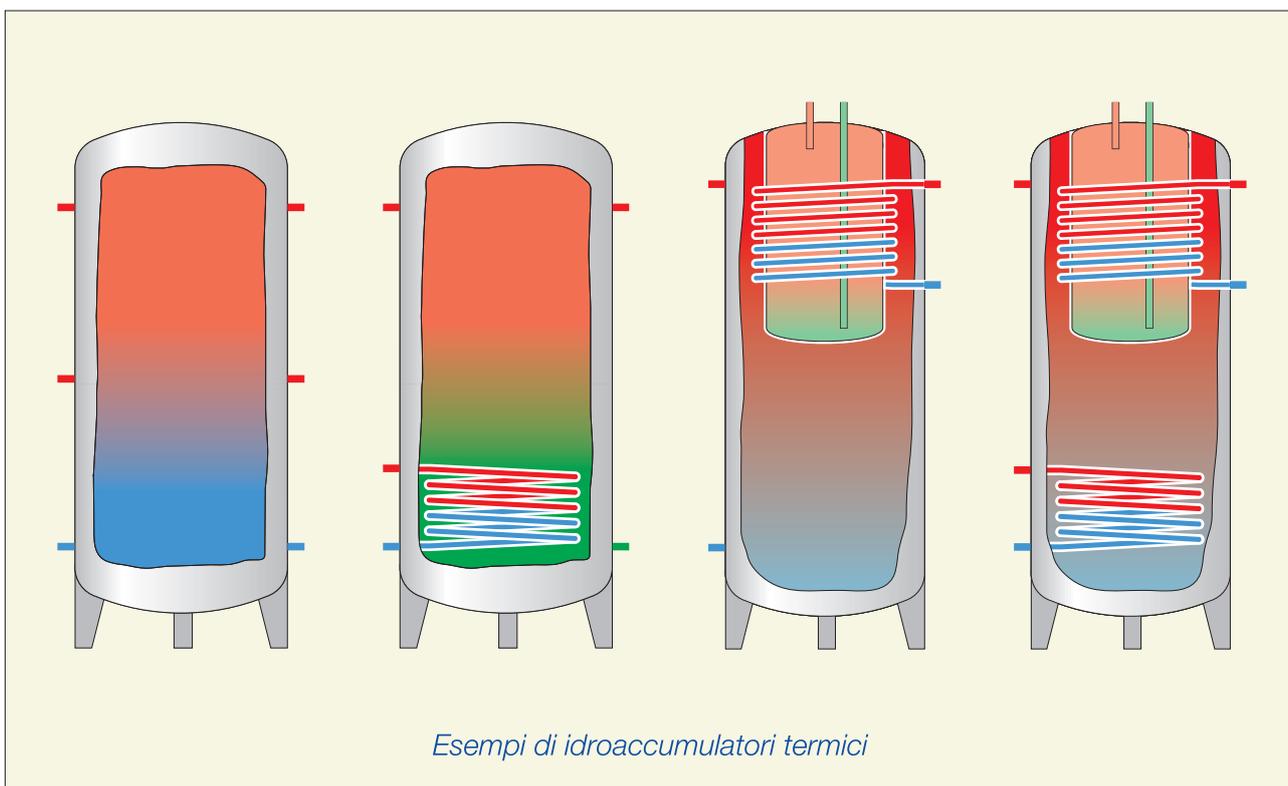
Gli idroaccumulatori possono servire anche per la produzione diretta dell'acqua calda sanitaria (ACS) e collegamenti integrativi fra più fonti di calore (caldaia a gas, pannelli solari, geotermico).

In vero, i **valori proposti dai produttori per il dimensionamento degli idroaccumulatori sono generalmente assai elevati**, anche perché non fanno alcun riferimento, e quindi non tengono in considerazione, l'inerzia termica dell'impianto e delle strutture d'involucro: cioè di elementi che possono immagazzinare una grande quantità di calore ed esercitare pertanto una efficace azione di volano termico.

Ad esempio, può essere molto elevato il calore che è immagazzinabile nelle solette degli impianti a pannelli, così come può essere molto elevato il calore immagazzinabile negli impianti con vecchi caloriferi: in genere, superdimensionati e realizzati con elementi che contengono molta acqua.



In questi casi, rispetto ai valori sopra riportati, **gli idroaccumulatori possono avere volumi ridotti del 50-60%. Inoltre possono anche non essere indispensabili, specie se le caldaie non sono superdimensionate.**



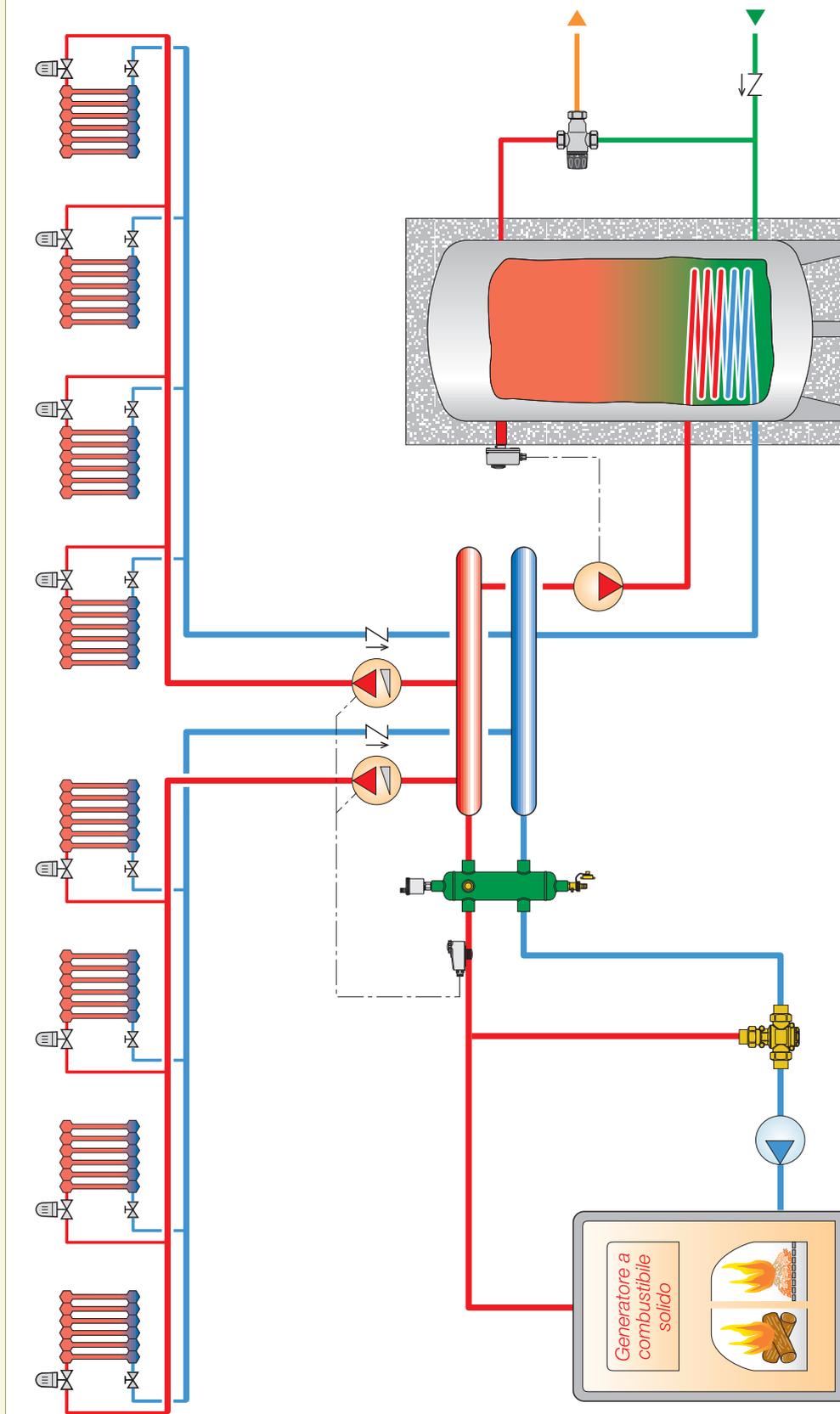
Schema funzionale impianto tradizionale esistente adattato per funzionare con caldaia a legna

L'impianto è essenzialmente costituito da:

- una caldaia a legna,
- un separatore idraulico,
- collettori di centrale,
- un bollitore per la produzione di ACS.

Dai collettori sono derivati tre circuiti: due per il riscaldamento e uno per la produzione di ACS. Tra la caldaia e i collettori è interposto un separatore idraulico. Il circuito della caldaia è inoltre dotato di una valvola anticondensa.

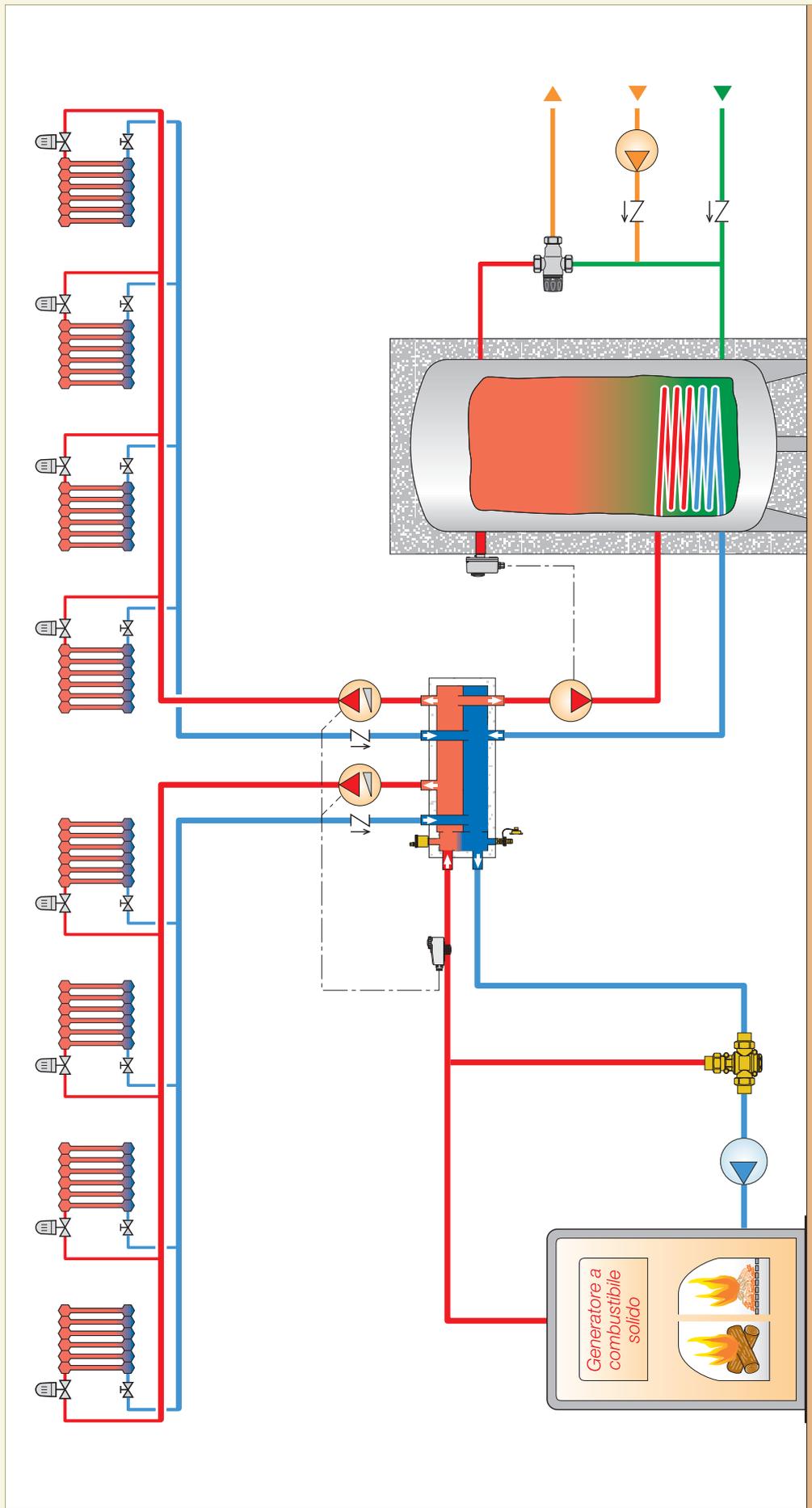
Per poter smaltire in modo continuo il calore, i radiatori sono dotati di valvole termostatiche e alimentati con circolatori a velocità variabile. Se la temperatura dell'acqua in caldaia è troppo bassa, un termostato blocca le pompe che servono i radiatori.



Schema funzionale impianto con caldaia a legna e a radiatori

L'impianto è essenzialmente costituito da:

- una caldaia a legna,
 - un seppoll, - tre circuiti derivati, - un bollitore per la produzione di ACS.
- Dal seppoll - vale a dire dall'insieme costituito da un separatore idraulico e collettori - sono derivati tre circuiti: due servono per il riscaldamento e uno per la produzione di ACS. Il circuito della caldaia è inoltre dotato di una valvola anticondensa.
- Per poter smaltire il calore in modo continuo, i radiatori sono dotati di valvole termostatiche e alimentati con circolatori a velocità variabile. Se la temperatura dell'acqua in caldaia è troppo bassa, un termostato blocca le pompe che servono i radiatori.



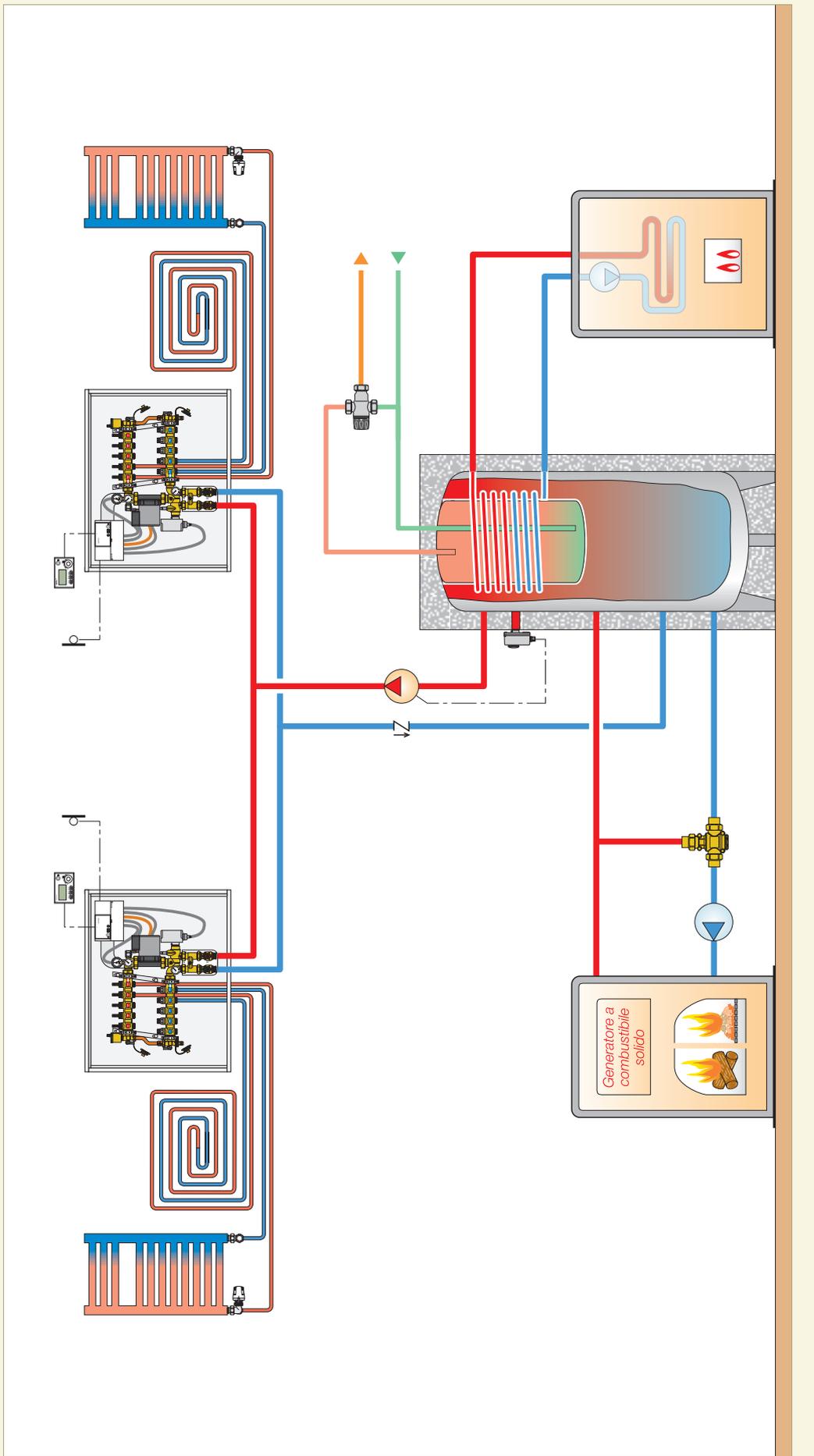
Schema funzionale impianto con caldaia a legna, caldaia a gas e un idroaccumulatore

L'impianto è essenzialmente costituito da:

- due caldaie: una a legna e una a gas,
- un idroaccumulatore tank in tank,
- due circuiti con regolazione climatica in cassetta,
- un bollitore per la produzione di ACS.

Il calore prodotto dalla caldaia a legna (protetta con valvola anticorrosione) o dalla caldaia a gas riscalda l'idroaccumulatore. La caldaia a gas, che non necessita di un'elevata inerzia, riscalda solo la parte superiore dell'accumulo.

Quando, nella parte alta dell'idroaccumulatore, viene raggiunta la temperatura ritenuta adeguata, un termostato attiva la pompa di circolazione che distribuisce il fluido scaldante alle due cassette con regolazione climatica.



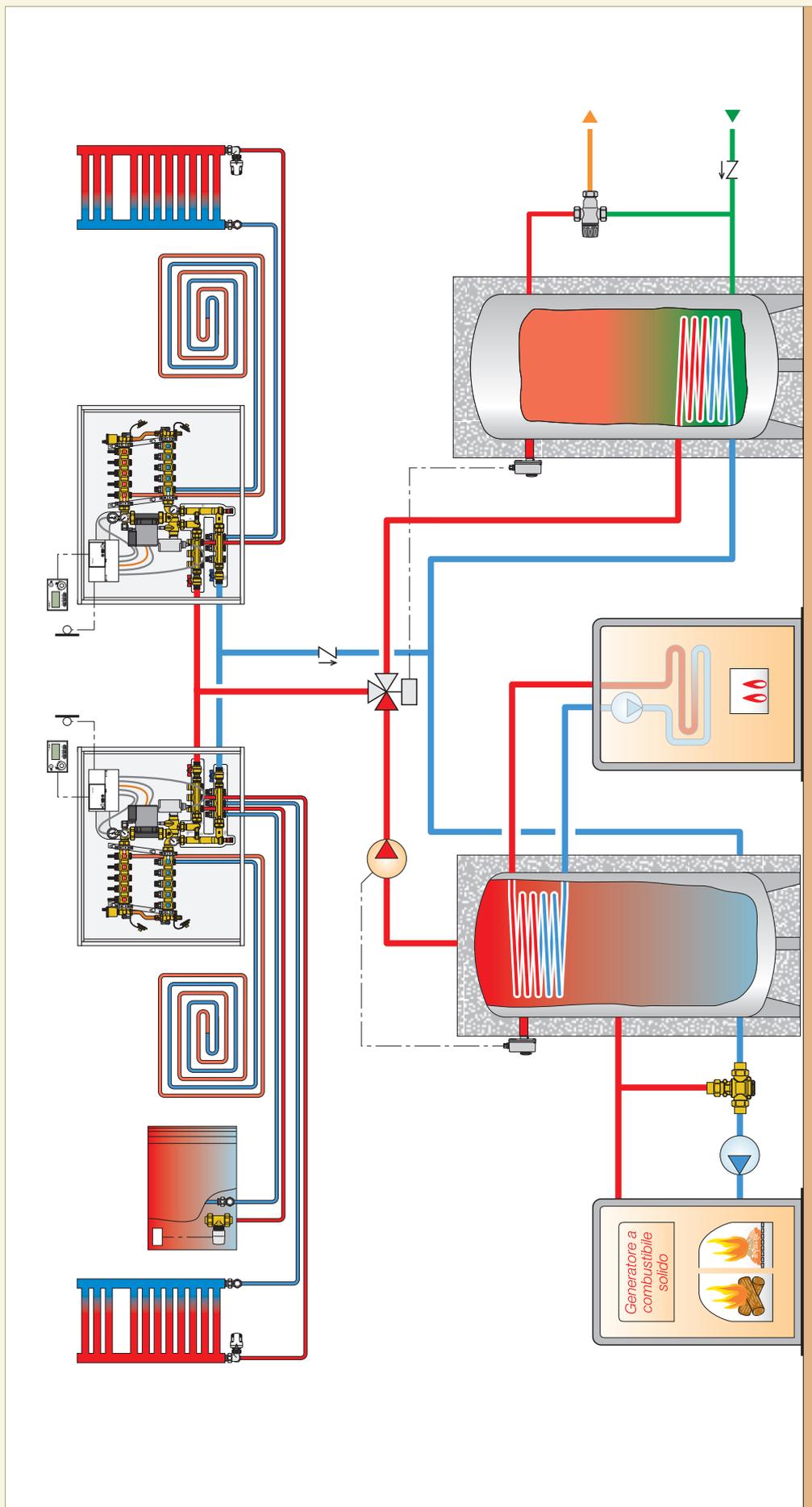
Schema funzionale impianto con caldaia a legna, caldaia a gas e due idroaccumulatori

L'impianto è essenzialmente costituito da:

- due caldaie: una a legna e una a gas,
- un idroaccumulatore per il riscaldamento,
- due circuiti con regolazione climatica in cassetta,
- un bollitore per la produzione di ACS.

Il calore prodotto dalla caldaia a legna (protetta con valvola anticondensa) o dalla caldaia a gas riscalda l'idroaccumulatore. La caldaia a gas, che non necessita di un'elevata inerzia, riscalda solo la parte superiore dell'accumulo.

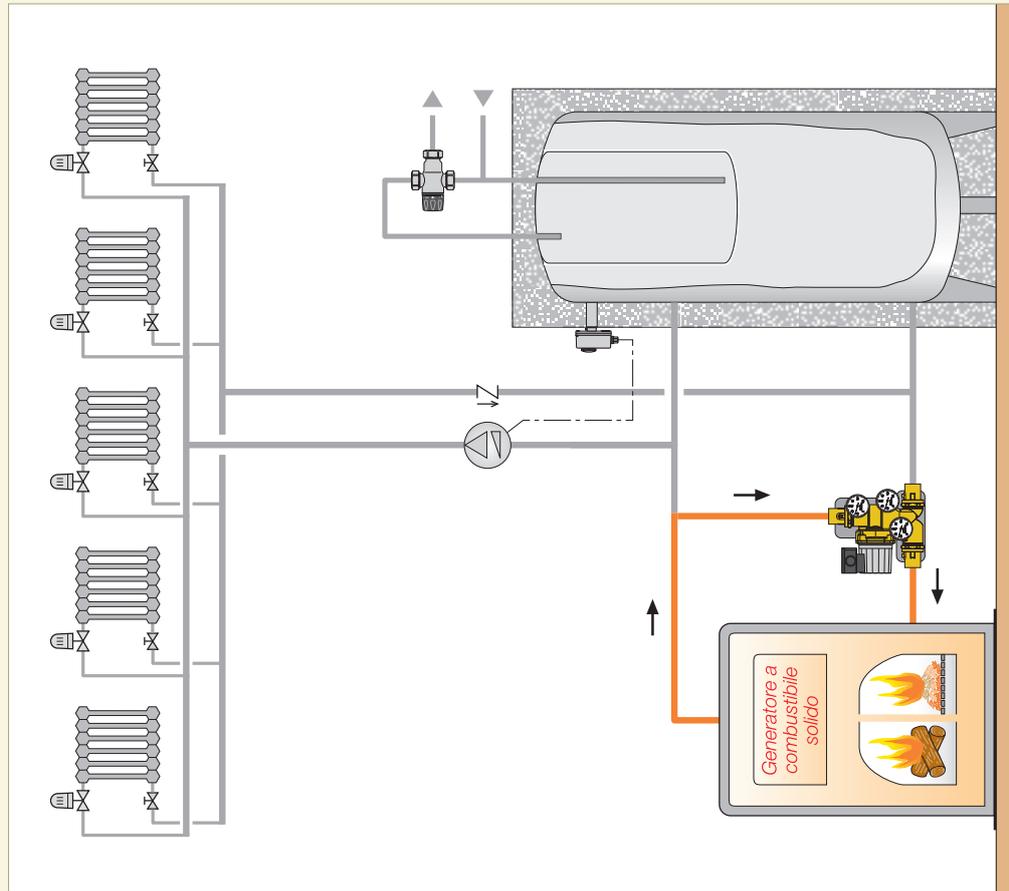
Quando, nella parte alta dell'idroaccumulatore, viene raggiunta la temperatura ritenuta adeguata, è attivata la produzione di ACS o la distribuzione del riscaldamento. La produzione di ACS ha precedenza sul riscaldamento.



Esempio di funzionamento impianto ad anello con caldaia a legna, idroaccumulatore e gruppo di circolazione anticondensa

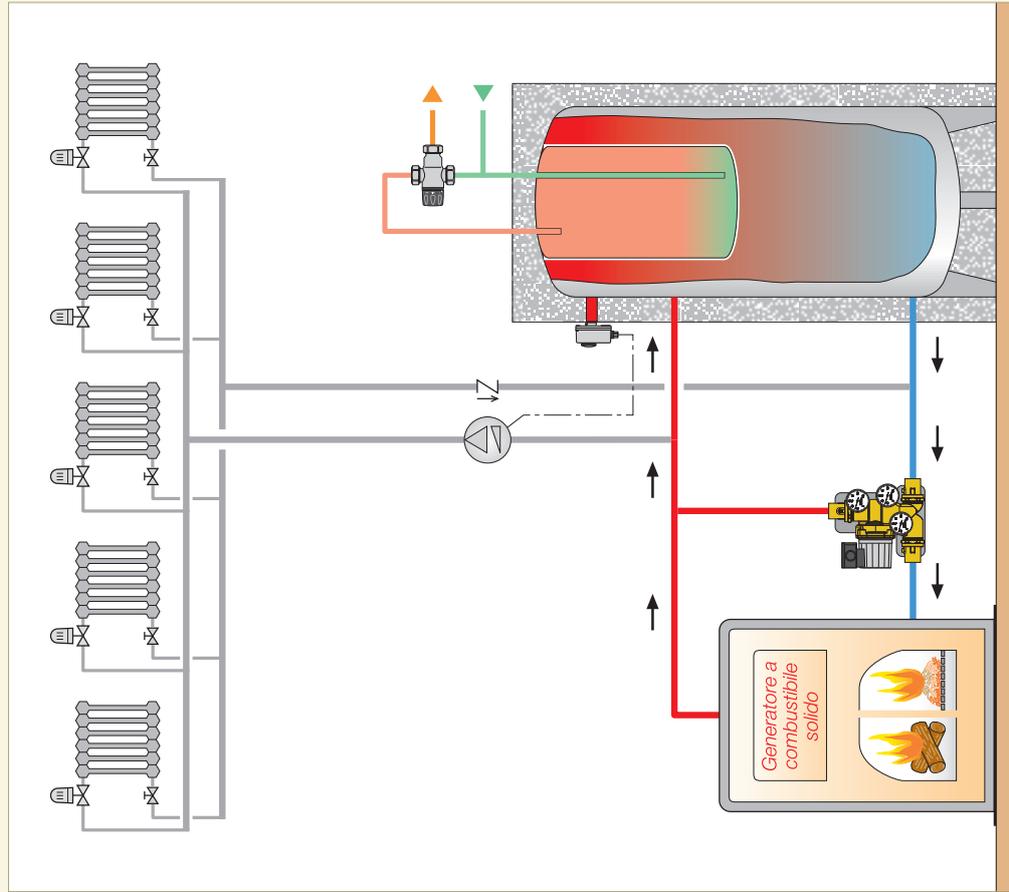
Fase 1: Avviamento impianto

In fase di avviamento dell'impianto, il gruppo di circolazione anticondensa devia tutta la portata sul ramo di by-pass in modo da incrementare velocemente la temperatura di ritorno in caldaia.



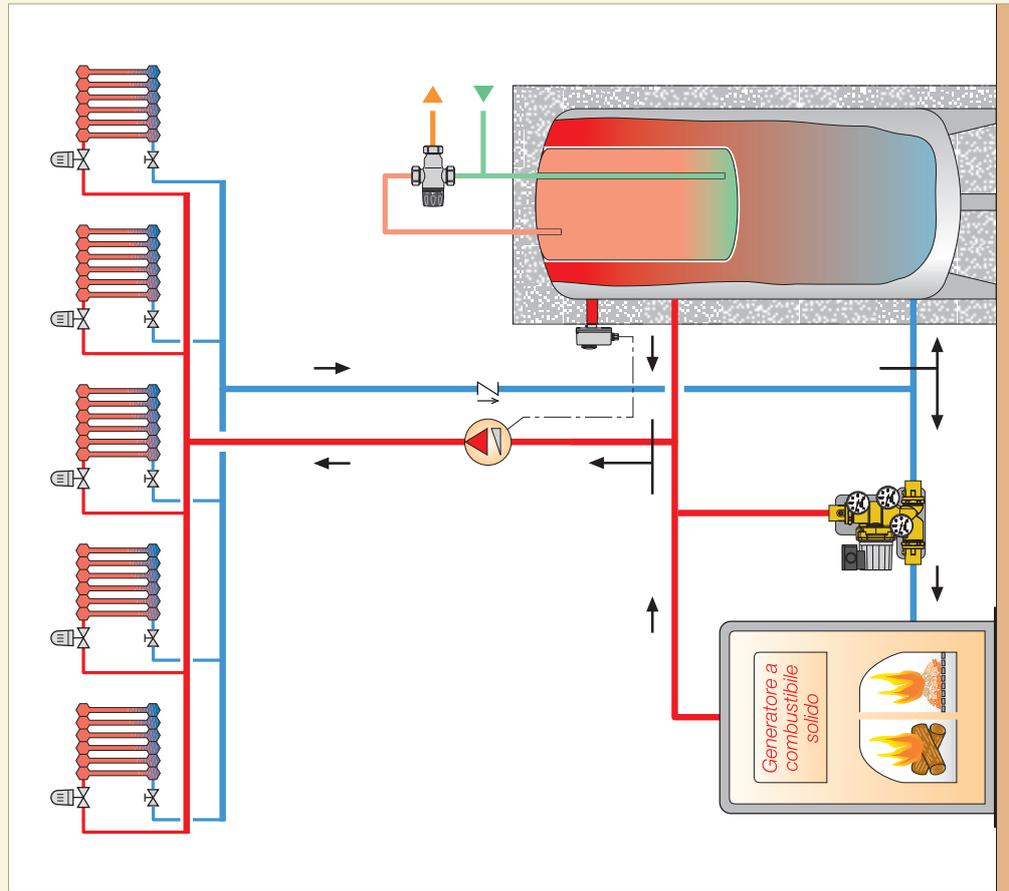
Fase 2: Caricamento termico idroaccumulatore

Raggiunta una temperatura di ritorno sufficiente, parte del fluido caldo viene fatta circolare nell'idroaccumulatore. La distribuzione del calore ai radiatori è disattivata finché non è raggiunta una determinata temperatura del fluido nell'accumulatore.



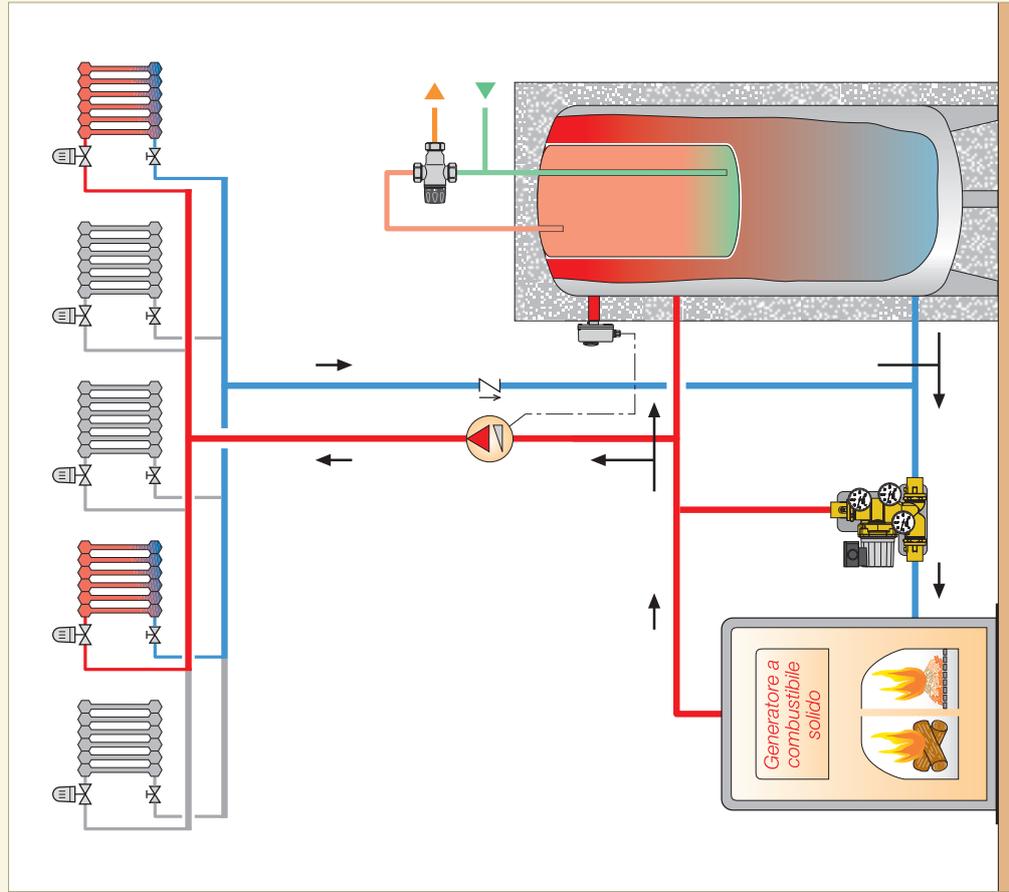
Fase 3: Funzionamento a pieno carico

Raggiunta una temperatura sufficiente nell'idroaccumulatore, è attivata la pompa di circolazione dell'impianto. In questa fase tutte le valvole termostatiche sono aperte e per servire i radiatori il fluido è derivato sia dal circuito caldaia, sia dall'accumulo.



Fase 4: Funzionamento a carico ridotto

Al chiudersi delle valvole termostatiche la portata del circuito di riscaldamento, servito da una pompa a velocità variabile, diminuisce. In tal caso parte del fluido può tornare a caricare l'accumulatore.



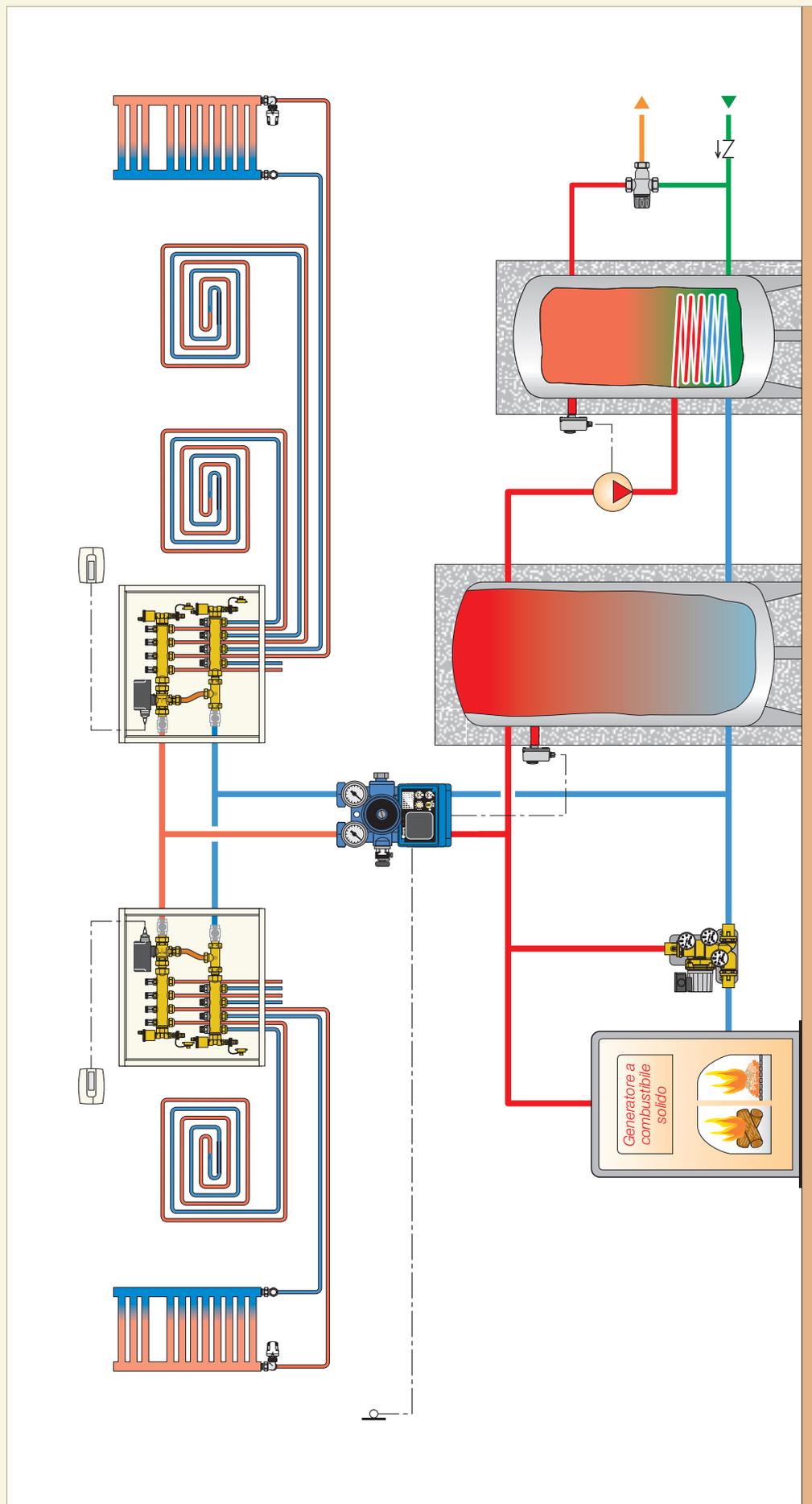
Schema funzionale impianto con caldaia a legna e due idroaccumulatori

L'impianto è essenzialmente costituito da:

- una caldaia a legna,
- un idroaccumulatore per il riscaldamento,
- un circuito con regolazione climatica a due zone,
- un bollitore per la produzione di ACS.

Il calore prodotto dalla caldaia a legna (protetta con un gruppo di circolazione anti-condensa) porta in temperatura l'idroaccumulatore, dal quale sono derivati il circuito di riscaldamento e di produzione dell'ACS.

Quando, nella parte alta dell'idroaccumulatore, viene raggiunta la temperatura ritenuta adeguata, può essere attivata la produzione di ACS o la distribuzione del riscaldamento.



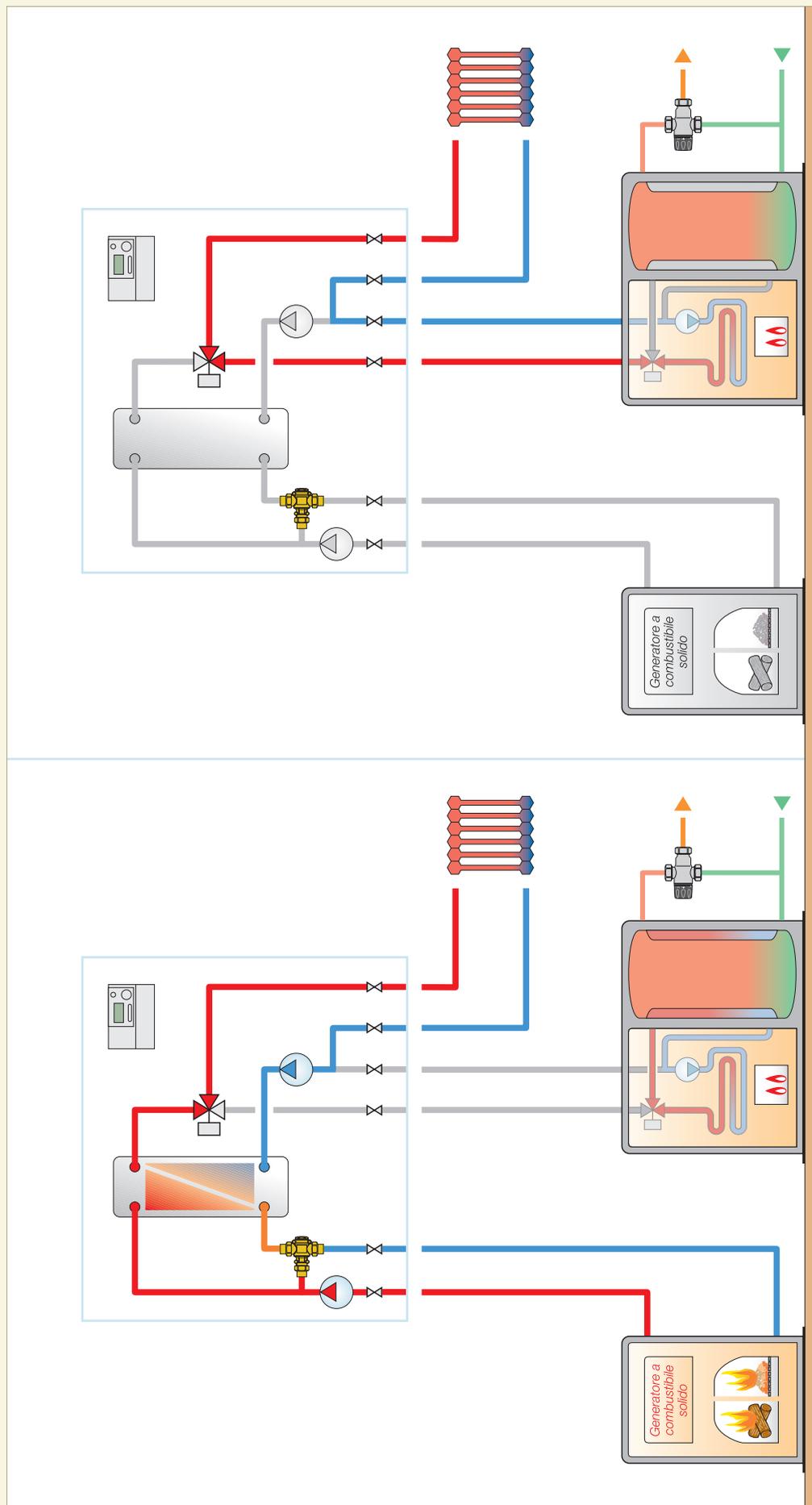
Schema funzionale impianto con caldaia a legna, caldaia a gas e un idroaccumulo.

L'impianto è essenzialmente costituito da:

- una caldaia a legna,
- una caldaia a gas con produzione di ACS,
- un gruppo di collegamento e di gestione energia (ved. pag. 39),
- un circuito derivato per riscaldamento.

Modo di funzionamento 1: Quando la caldaia a legna è in funzione, il gruppo di collegamento, oltre a effettuare la protezione anticorrosione, trasferisce il calore prodotto all'impianto attraverso lo scambiatore a piastre. La produzione dell'ACS avviene tramite la caldaia a gas.

Modo di funzionamento 2: Quando la caldaia a legna è spenta, il gruppo di collegamento e gestione energia, agendo su una valvola deviatrice a tre vie attiva la caldaia a gas. La produzione dell'ACS avviene con precedenza sul riscaldamento.



Valvola anticondensa



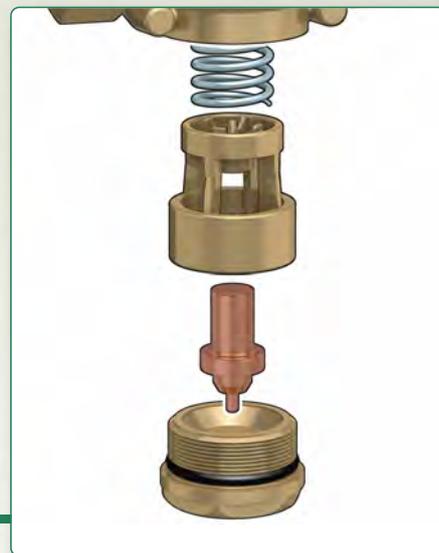
Serie 280 - Caratteristiche tecniche

Prestazioni

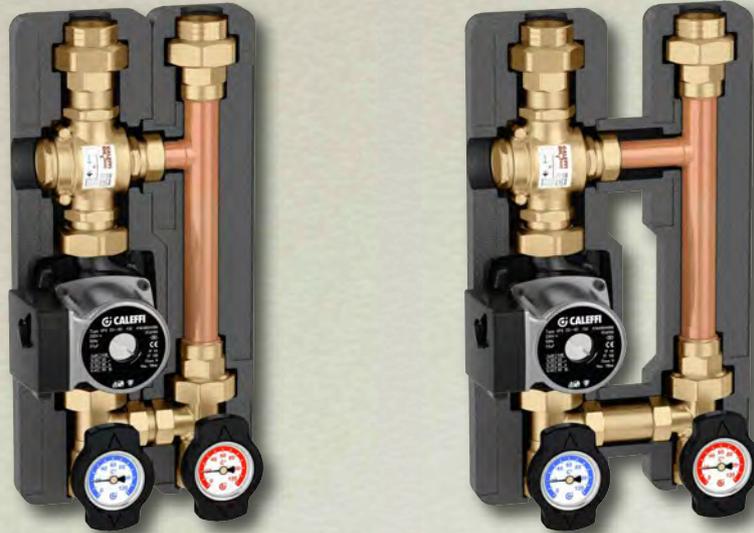
Fluido d'impiego:	acqua, soluzioni glicolate
Massima percentuale glicole:	50%
Pressione massima di esercizio:	10 bar
Campo temperatura di esercizio:	5÷100°C
Temperature di taratura:	45, 55, 60 e 70°C
Precisione:	±2°C
Temperatura di chiusura completa by-pass:	T taratura +10°C
Attacchi:	3/4" - 1" - 1 1/4" M a bocchettone

Il sensore di regolazione può essere agevolmente rimosso in caso di manutenzione o cambio della taratura, previa intercettazione della valvola.

La valvola può essere installata da entrambi i lati del generatore in qualsiasi posizione verticale o orizzontale. **L'installazione è consigliata sul ritorno al generatore in modalità miscelatrice**; è consentita anche sulla mandata dal generatore in modalità deviatrice in base alle necessità di controllo impianto.



Gruppo di circolazione anticondensa



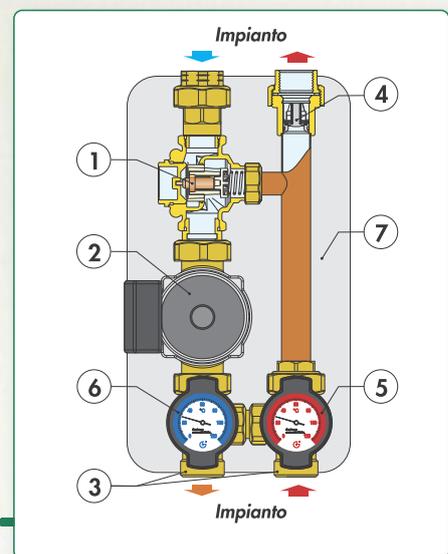
Serie 282 - Caratteristiche tecniche

Prestazioni

Fluido d'impiego:	acqua, soluzioni glicolate
Massima percentuale di glicole:	50%
Campo temperatura di esercizio:	5÷100°C
Tarature:	45, 55, 60 e 70°C
Pressione massima d'esercizio:	10 bar
Portata massima consigliata:	2 m ³ /h
Termometri scala:	0÷120°C
Attacchi:	1" F a bocchettone
- circuito impianto:	1" F
- circuito generatore:	1" F
- interasse attacchi:	90 - 125 mm

Componenti caratteristici

1. Valvola anticondensa (ved. serie 280 a pag 36)
2. Pompa a tre velocità modello UPS 25-60 oppure 25/80
3. Valvole di intercettazione
4. Valvola di ritegno
5. Termometro di mandata
6. Termometro di ritorno
7. Coibentazione



Gruppo di ricircolo anticondensa e distribuzione



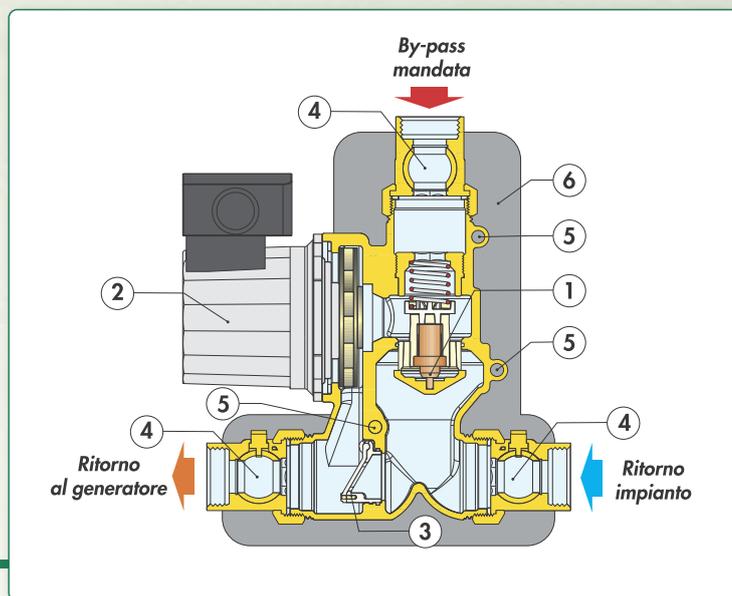
Serie 281 - Caratteristiche tecniche

Prestazioni

Fluido d'impiego:	acqua, soluzioni glicolate
Massima percentuale di glicole:	50%
Campo di temperatura di esercizio:	5÷100°C
Tarature:	45, 55, 60 e 70°C
Pressione massima d'esercizio:	10 bar
Portata massima consigliata:	2 m ³ /h
Termometri scala:	0÷120°C
Attacchi:	1" e 1 1/4" F a bocchettone

Componenti caratteristici

1. Dispositivo termostatico anticondensa (ved. serie 280 a pag 36)
2. Pompa a tre velocità modello RS 4-3
3. Valvola per circolazione naturale
4. Bocchettone con valvola a sfera incorporata
5. Alloggiamento termometro
6. Coibentazione



Gruppo di collegamento e gestione energia (versione solo riscaldamento)



Serie 2851 - Caratteristiche tecniche

Prestazioni

Fluidi di impiego:	acqua, soluzioni glicolate
Massima percentuale di glicole:	30%
Campo di temperatura di esercizio:	5÷100°C
Pressione massima di esercizio:	10 bar
Potenza massima utile scambiatore di calore:	35 kW
Portata massima consigliata circuito primario:	2,0 m ³ /h
Portata massima consigliata circuito secondario (impianto):	2,0 m ³ /h
Temperatura di taratura anticondensa (opzionale):	
Precisione:	±2°C
Temperatura di chiusura completa by-pass:	T taratura + 10°C
Attacchi:	3/4" M

Regolatore a tre punti

Alimentazione: 230 V - 50 Hz

Pompa circuito caldaia a biomassa a tre velocità modello UPS 25-60

Pompa circuito caldaia tradizionale a tre velocità modello UPS 15-60

Valvola deviatrice con ritorno a molla

Pressione max di esercizio: 10 bar
 Δp massimo: 1 bar

Servocomando valvola deviatrice con ritorno a molla

Motore sincrono
 Normalmente chiuso
 Alimentazione: 230 V - 50 Hz
 Tempo di apertura: 70÷75 s
 Tempo di chiusura: 5÷7 s

Valvola di scarico termico ad azione positiva



Serie 542 - Caratteristiche tecniche

Prestazioni

Riarmo manuale per blocco bruciatore o allarme.

Pressione d'esercizio:

$0,3 \leq P \leq 10 \text{ bar}$

Campo di temperatura:

$5 \div 100^\circ\text{C}$

Temperatura di taratura 98°C e 99°C

Qualificata e tarata I.S.P.E.S.L.

Potenzialità scarico:

$1 \frac{1}{2}'' \times 1 \frac{1}{4}'' - 136 \text{ kW}$

$1 \frac{1}{2}'' \times 1 \frac{1}{2}'' - 419 \text{ kW}$

Riferimenti normativi I.S.P.E.S.L.

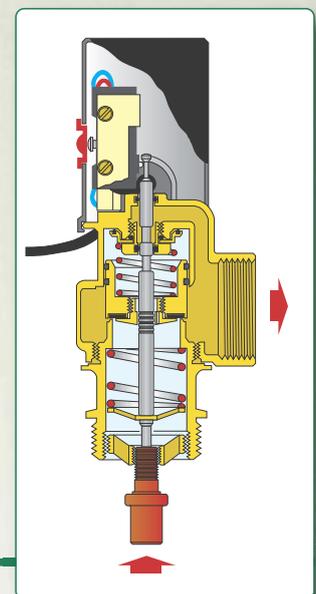
Secondo le disposizioni della Raccolta R Ed. 2009, riguardante gli "impianti centrali di riscaldamento utilizzando acqua calda con temperatura non superiore a 110°C e potenza nominale massima superiore a 35 kW", l'impiego della valvola di scarico termico è previsto nei seguenti casi:

Impianti a vaso aperto

- Impianti con generatori di calore alimentati con combustibile solido non polverizzato, in sostituzione del riscaldatore di acqua di consumo o dello scambiatore di emergenza (cap. R.3.C., punto 2.1, lettera i2).

Impianti a vaso chiuso

- Impianti termici con generatori alimentati da combustibili solidi non polverizzati fino ad una potenza nominale di 100 kW a disinserimento parziale in sostituzione del dispositivo di dissipazione della potenza residua (cap. R.3.C., punto 3.2).



Valvola di scarico di sicurezza termica (con sensore a doppia sicurezza)



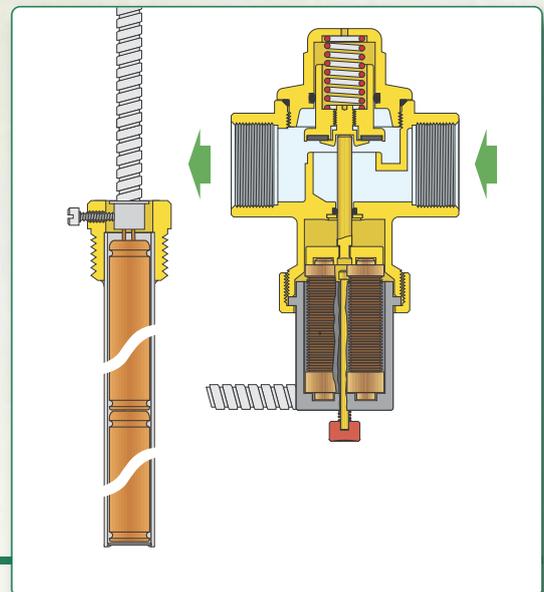
Serie 543 - Caratteristiche tecniche

Prestazioni

Pressione massima d'esercizio:	10 bar
Campo di temperatura:	5÷110°C
Temperatura di taratura:	95°C
Portata di scarico con Δp di 1 bar e $T=110^\circ\text{C}$:	3000 l/h
Lunghezza del capillare:	1300 mm
Certificata a norma EN 14597	

Riferimenti normativi

Il suo utilizzo è previsto dalla normativa I.S.P.E.S.L., Raccolta R - ed. 2009, capitolo R.3.C., punto 2.1, lettera i2; punto 3.1, lettera i; punto 3.3. La valvola è conforme alla EN 14597, può essere abbinata a generatori a combustibile solido di potenza inferiore a 100 kW, utilizzati secondo le disposizioni impiantistiche delle norme EN 12828, UNI 10412-2 e EN 303-5.



Valvola di scarico termico ad azione positiva (con reintegro incorporato)



Serie 544 - Caratteristiche tecniche

Prestazioni

Pressione massima d'esercizio:	6 bar
Temperatura massima di esercizio:	110°C
Campo di temperatura:	5÷110°C
Campo di temperatura ambiente:	1÷50°C
Temperatura di taratura:	100°C (0/-5°C)
Portata di scarico con Δp di 1 bar e $T=110^\circ\text{C}$:	1600 l/h
Lunghezza del capillare:	1300 mm

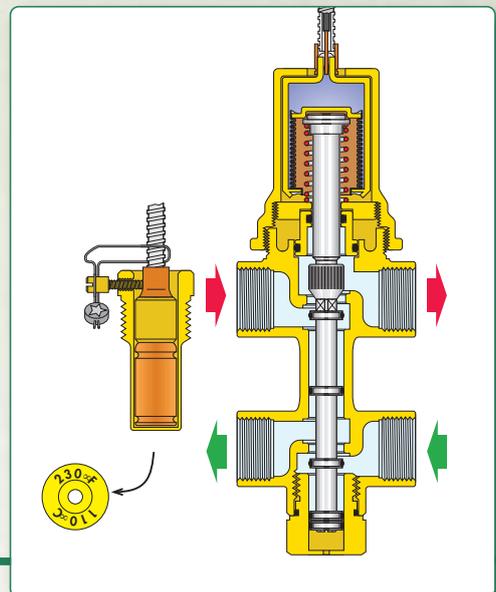
Caratteristiche costruttive

Nella parte inferiore del sensore è applicato un bollino termometrico che segnala l'eventuale superamento della temperatura massima consentita di 110°C.

Sul corpo della valvola sono evidenziati:

- freccia indicante l'arrivo delle tubazioni del generatore sulla tubazione di mandata e collegamento allo scarico di sicurezza con lettera "S".
- freccia indicante la mandata al generatore e ingresso dell'acqua della rete idrica con lettera "C".

IMPORTANTE: non è possibile invertire i flussi, e obbligatorio seguire le indicazioni di carico e scarico riportate sulla valvola.



Regolatore di tiraggio



Serie 529 - Caratteristiche tecniche

Prestazioni

Fluido d'impiego:	acqua, soluzioni glicolate
Massima percentuale di glicole:	30%
Pressione massima d'esercizio:	10 bar
Temperatura massima di esercizio:	120°C
Campo di regolazione della temperatura:	30÷90°C
Carico massimo sulla catenella:	10 N
Lunghezza catenella:	1200 mm
Attacco:	3/4" M ISO 7/1

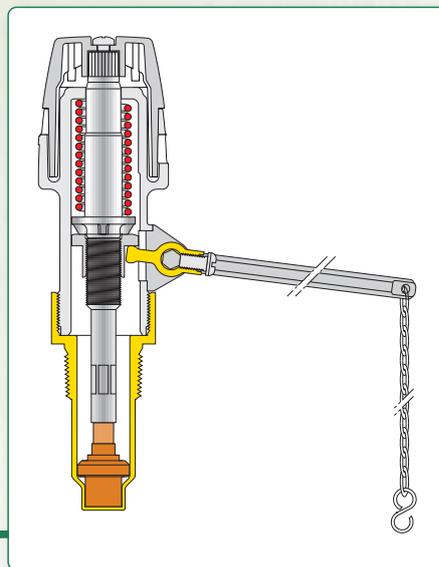
Caratteristiche costruttive

Precisione - Il sensore a dilatazione di cera permette la regolazione senza risentire di eventuali sovratemperature accidentali.

Resistenza alte temperature - I materiali plastici e metallici di cui è composto il regolatore, ne consentono l'utilizzo alle elevate temperature tipiche dei generatori a combustibile solido.

Resistenza meccanica - L'elemento termosensibile non viene danneggiato da accidentali sforzi sulla leva o strappi sulla catenella.

Doppio riquadro di lettura - Il regolatore dispone sulla manopola di una doppia finestra con l'indicazione della temperatura di regolazione per agevolare la lettura nelle posizioni di installazione consentite orizzontale e verticale.





ENERGIE RINNOVABILI. IL FUTURO SI È TRIPLICATO.



PRONTA LA COMPONENTISTICA PER GLI IMPIANTI A FONTI ALTERNATIVE

Finalmente l'uomo ha sviluppato tecnologie in grado di attingere dalle fonti rinnovabili del pianeta, riducendo così gli sprechi e rispettando l'ecosistema. Caleffi, da sempre attenta alle tematiche legate al rapporto uomo/ambiente, propone al mercato tre grandi famiglie di prodotti altamente qualificati che raccolgono le sfide del futuro: risparmio energetico, affidabilità nel tempo e funzionalità.

**CALEFFI
SOLAR**

**CALEFFI
GE**

**CALEFFI
BIOMASS**

CALEFFI
Hydronic Solutions *50*
1961 - 2011