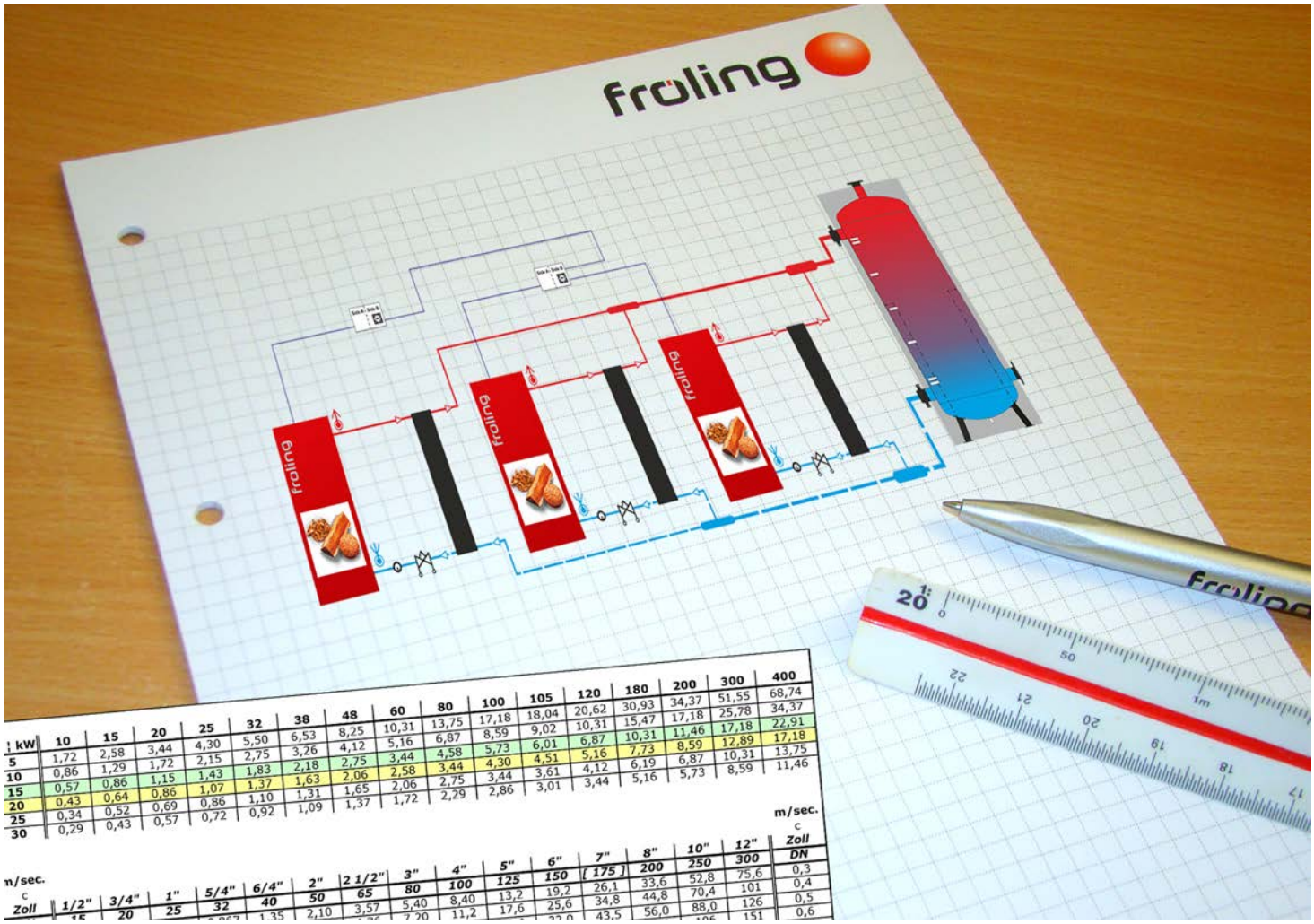


Assistenza alla progettazione

Gestione serbatoio du accumulo / Comando a cascata

P0690116_it • 12/12/2016

Sommario

1 Informazioni generali ... 3
1.1 Dispositivi anticondensa ... 3
1.2 valvola di bilanciamento ... 4
1.2.1 Esempio di regolazione ... 4
1.3 Portata d'acqua ... 4

2 Gestione accumulatore ... 5
2.1 Gestione accumulatore a 2 sonde ... 5
2.2 Gestione accumulatore a 2 sonde a richiesta ... 6
2.3 Gestione accumulatore a 4 sonde ... 7

3 Sistema "Cascata" ... 9
3.1 Cablaggio dei moduli ... 9
3.2 Avvertenze sul dimensionamento delle tubazioni ... 10
3.2.1 Collegamento per ottimi risultati di flusso ... 10
3.2.2 Installazione di un collettore tubolare ... 10
3.3 Esempio di dimensionamento delle tubazioni ... 11
3.3.1 Rappresentazione dei risultati nella proposta di progettazione ... 12
3.4 Cascata con accumulatore ... 13
3.4.1 Calcolo dei punti di avvio ... 13
3.4.2 Proposte di progettazione non vincolanti ... 14

1 Informazioni generali

Responsabile del contenuto del presente documento di progettazione è la ditta Froling S.r.l. In virtù del costante perfezionamento dei nostri prodotti, le figure possono differire leggermente e ci riserviamo di apportare modifiche tecniche. Il documento di progettazione non può essere trasmesso a terzi o riprodotto senza il consenso di Froling S.r.l.

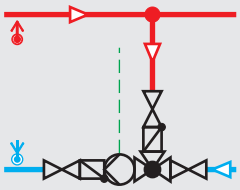
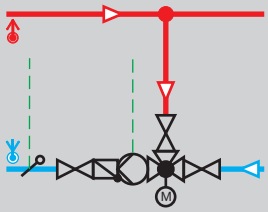
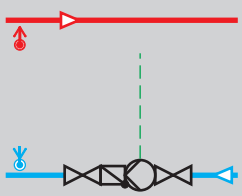
Qualora dovesse riscontrare delle imprecisioni, la preghiamo di segnalarcele: doku@froeling.com

NOTA

Le funzioni descritte e rappresentate di seguito riguardano tutte le caldaie a caricamento automatico della ditta Froling S.r.l. Prestare attenzione alla rispettiva esecuzione del dispositivo anticondensa dei vari tipi di caldaia!

1.1 Dispositivi anticondensa

A seconda del rispettivo tipo di caldaia e della versione di potenza, prestare attenzione alla corretta esecuzione del dispositivo anticondensa:

Gruppo pompa FE fino a 40 kW: 	**Collegamento pompa di carico accumulatore:** modulo idraulico: pompa 0.1
Gruppo pompa ME: 	Comando della valvola miscelatrice anticondensa tramite l'uscita "Valvola miscelatrice 1" sul modulo base (disponibile solo il circuito di riscaldamento 2 sul modulo base) o tramite il modulo valvola miscelatrice anticondensa o modulo cippato aggiuntivo.
	Collegamento valvola miscelatrice: - caldaia a legna, caldaia mista: valvola miscelatrice 1 sul modulo base - caldaia a legna, caldaia mista: uscita valvola miscelatrice sul modulo valvola miscelatrice anticondensa - caldaia a cippato: uscita valvola miscelatrice sul modulo cippato
	Collegamento sonda di ritorno: - caldaia a legna, caldaia mista: modulo base - caldaia a cippato: modulo cippato
	Collegamento pompa di carico accumulatore: modulo idraulico: pompa 0.1
Gruppo pompa OE: 	**Collegamento pompa di carico accumulatore:** modulo idraulico: pompa 0.1

1.2 valvola di bilanciamento

La valvola di bilanciamento consente una regolazione rapida e precisa. Il valore della portata è espresso in l/min per evitare la dispendiosa determinazione dei valori di regolazione tramite diagrammi o altri ausili. Il valore della portata può essere regolato con la scala dell'elemento di misura integrato nel bypass, per cui il bordo inferiore del corpo galleggiante serve da indice. Il bypass viene attraversato solo tenendo premuta la staffa. Se gli impianti non sono tarati correttamente, nella caldaia di solito si genera una portata eccessiva che determina un'ampiezza di scostamento relativamente scarsa tra la mandata e il ritorno della caldaia.

1.2.1 Esempio di regolazione

Caldaia a pellet P4 Pellet 15, ampiezza di scostamento 15 K:

$$\dot{m} = \frac{Q_{Ges}}{c * \Delta T} = \frac{15\ kW}{1{,}163\ (kWh/m^3*K) * 15\ K}$$

$$\approx 0{,}86\ m^3/h = \underline{14{,}3\ l/min}$$



Con un'ampiezza di scostamento di 15 K, è possibile regolare approssimativamente la potenza in kW come portata in l/min sulla valvola di bilanciamento.

kW ≈ l/min

1.3 Portata d'acqua

La seguente tabella mostra la quantità d'acqua necessaria tra le possibili configurazioni di potenza delle caldaie in funzione della differenza di temperatura tra mandata e ritorno caldaia. Per determinare le dimensioni del tubo si può utilizzare la sezione inferiore della tabella, da cui emerge la relativa portata in funzione della velocità dell'acqua. (temperatura = 70°C, materiale tubazione = acciaio)

Portata d'acqua [m³/h]

dT ¦ kW	10	15	20	25	32	38	48	60	80	100	105	120	180	200	300	400
5	1,72	2,58	3,44	4,30	5,50	6,53	8,25	10,31	13,75	17,18	18,04	20,62	30,93	34,37	51,55	68,74
10	0,86	1,29	1,72	2,15	2,75	3,26	4,12	5,16	6,87	8,59	9,02	10,31	15,47	17,18	25,78	34,37
15	0,57	0,86	1,15	1,43	1,83	2,18	2,75	3,44	4,58	5,73	6,01	6,87	10,31	11,46	17,18	22,91
20	0,43	0,64	0,86	1,07	1,37	1,63	2,06	2,58	3,44	4,30	4,51	5,16	7,73	8,59	12,89	17,18
25	0,34	0,52	0,69	0,86	1,10	1,31	1,65	2,06	2,75	3,44	3,61	4,12	6,19	6,87	10,31	13,75
30	0,29	0,43	0,57	0,72	0,92	1,09	1,37	1,72	2,29	2,86	3,01	3,44	5,16	5,73	8,59	11,46

Diametro nominale

m / sec. c																m / sec. c
Zoll	1/2"	3/4"	1"	5/4"	6/4"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"	10"	12"	Zoll
DN	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	[175]	200	250	300	DN
0,3	0,189	0,336	0,552	0,867	1,35	2,10	3,57	5,40	8,40	13,2	19,2	26,1	33,6	52,8	75,6	0,3
0,4	0,252	0,448	0,736	1,16	1,80	2,40	4,76	7,20	11,2	17,6	25,6	34,8	44,8	70,4	101	0,4
0,5	0,315	0,560	0,920	1,45	2,25	3,50	5,95	9,00	14,0	22,0	32,0	43,5	56,0	88,0	126	0,5
0,6	0,379	0,672	1,10	1,73	2,70	4,20	7,14	10,8	16,8	26,4	38,4	52,2	67,2	106	151	0,6
0,7	0,441	0,784	1,28	2,02	3,15	4,90	8,33	12,6	19,6	30,8	44,8	60,9	78,4	123	176	0,7
0,9	0,567	1,01	1,66	2,60	4,05	6,30	10,7	16,2	25,2	39,6	57,6	78,3	101	158	227	0,9
1,0	0,635	1,12	1,84	2,89	4,50	7,00	11,9	18,0	28,0	44,0	64,0	87,0	112	176	252	1,0
1,1	0,698	1,32	2,02	3,18	4,95	7,70	13,9	19,8	30,8	48,4	70,4	95,7	123	194	277	1,1
1,2	0,761	1,34	2,21	3,47	5,40	8,40	14,3	21,6	33,6	52,8	76,8	104	134	211	302	1,2
1,5	0,950	1,68	2,76	4,34	6,75	10,5	17,9	27,0	42,0	66,0	96,0	104	168	264	378	1,5
1,75	1,11	1,96	3,22	5,06	7,87	12,3	20,8	31,5	49,0	77,0	112	152	196	308	441	1,75
2,0	1,26	2,24	3,68	5,78	9,00	14,0	23,8	36,0	56,0	88,0	128	174	224	352	504	2,0

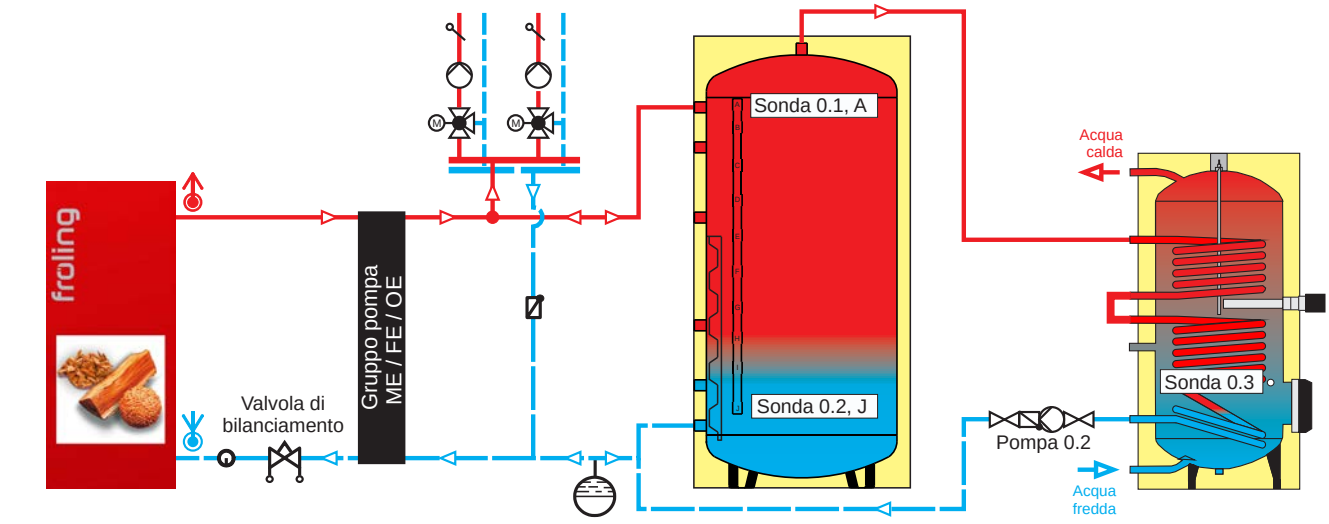
2 Gestione accumulatore

Nelle caldaie con accumulatore è necessario selezionare il modo operativo "Automatico". In questo modo operativo sono disponibili quattro finestre temporali di carico accumulatore con la massima priorità. La caldaia si avvia solo entro queste finestre temporali; al di fuori di esse, le richieste di calore vengono ignorate dall'accumulatore.

2.1 Gestione accumulatore a 2 sonde

Nel sistema di gestione accumulatore a 2 sonde, come criterio di avvio o arresto si utilizza la temperatura superiore e inferiore nell'accumulatore.

CRITERIO DI AVVIO:	
L'impostazione della temperatura minima dell'accumulatore avviene tramite la temperatura nominale della caldaia (TC_{nom}) meno un valore regolabile (T_{Start}). La caldaia si avvia quando la temperatura superiore dell'accumulatore (AC_{sup}) entro la finestra temporale definita scende sotto la temperatura minima impostata per l'accumulatore.	
$CA_{Start} = FT_{attiva}$ & $[AC_{sup} < (TC_{nom} - T_{Start})]$	
CRITERI DI ARRESTO:	
Se durante il riscaldamento la finestra temporale di carico accumulatore si chiude, la caldaia si arresta in modo controllato.	Una volta soddisfatto il criterio di caricamento completo in base alla temperatura inferiore dell'accumulatore, la caldaia si arresta in modo controllato.
$CA_{Stop} = FT_{inattiva}$	$CA_{Stop} = AC_{inf} > (TC_{nom} - T_{Stop})$
Glossario	
CA_{Start} … avvio caldaia CA_{Stop} … arresto caldaia FT_{attiva} … entro la finestra temporale $FT_{inattiva}$ … fuori dalla finestra temporale AC_{sup} … temperatura superiore dell'accumulatore	AC_{inf} … temperatura inferiore dell'accumulatore CA_{nom} … temperatura nominale della caldaia T_{Start} … valore regolabile T_{Stop} … valore regolabile



2.2 Gestione accumulatore a 2 sonde a richiesta

Alla richiesta della caldaia, l'ambiente di sistema (circuiti di riscaldamento, boiler) segnala nuovamente le impostazioni di temperatura al sistema di regolazione e le confronta con la temperatura corrente dell'accumulatore. La caldaia si avvia se l'impostazione di temperatura corrente è maggiore della temperatura superiore corrente dell'accumulatore più 2°C.

Per utilizzare questa funzione è necessario impostare su "SÌ" il parametro "`Gestire la richiesta accumulo in base alle utenze`" nel menu "Accumulatore", alla voce "Servizio".

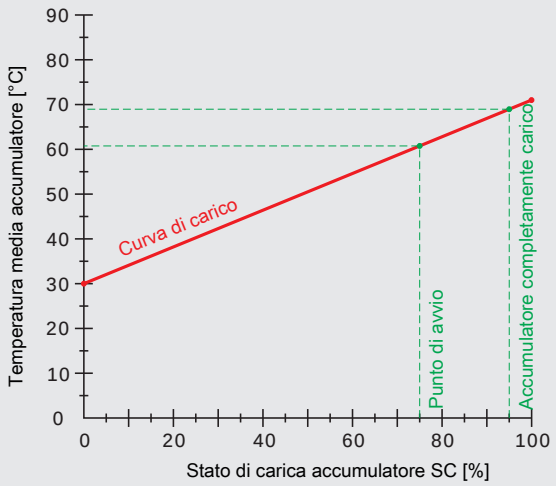
CRITERIO DI AVVIO:
La caldaia si avvia quando la temperatura superiore dell'accumulatore (AC_{sup}) entro la finestra temporale impostata scende sotto la temperatura massima di mandata attualmente richiesta (MA_{nom}) o la temperatura nominale del boiler desiderata (TB_{nom}) più un'isteresi di 2 °C.
$CA_{Start} = FT_{attiva}$ & $[AC_{sup} < ((MA_{nom}$ o $TB_{nom}) + 2°C)]$

CRITERI DI ARRESTO		
Se durante il riscaldamento la finestra temporale di carico accumulatore si chiude, la caldaia si arresta in modo controllato.	Se i circuiti di riscaldamento e i boiler non inviano richieste di calore alla caldaia, dopo un ritardo impostabile la caldaia si arresta in modo controllato.	Una volta soddisfatto il criterio di caricamento completo in base alla temperatura inferiore dell'accumulatore, la caldaia si arresta in modo controllato.
$CA_{Stop} = FT_{inattiva}$	$CA_{Stop} = [CR_{inattivo}$ & $(TB_{corrente} > BT_{min})] + TRI$	$CA_{Stop} = AC_{inf} > (TC_{nom} - T_{Stop})$

Glossario	
CA_{Start} … avvio caldaia	T_{Stop} … valore regolabile
CA_{Stop} … arresto caldaia	MA_{nom} … temperatura nominale di mandata
FT_{attiva} … entro la finestra temporale	$TB_{corrente}$ … temperatura corrente del boiler
$FT_{inattiva}$ … fuori dalla finestra temporale	TB_{nom} … temperatura nominale del boiler
AC_{sup} … temperatura superiore dell'accumulatore	TB_{min} … temperatura minima del boiler
AC_{inf} ... temperatura inferiore dell'accumulatore	$CR_{inattivo}$ … pompa del circuito di riscaldamento non funzionante
TC_{nom} ... temperatura nominale della caldaia	TRI … tempo di ritardo regolabile

2.3 Gestione accumulatore a 4 sonde

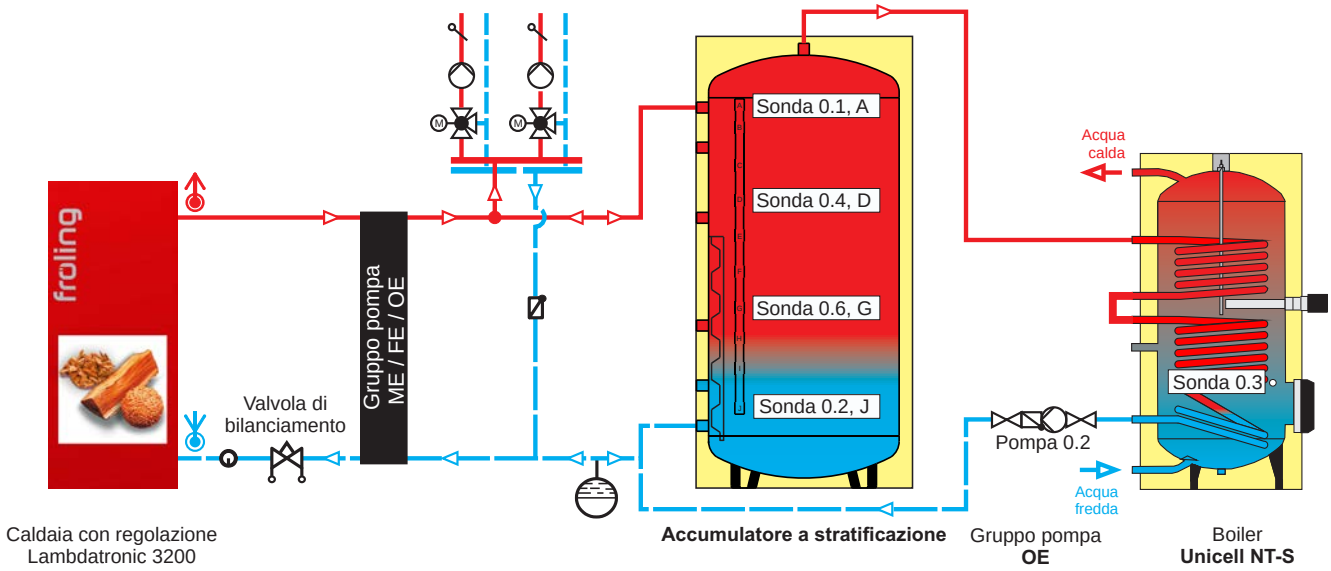
Il sistema di gestione sonde permette di distribuire quattro sonde uniformemente su tutta l'altezza dell'accumulatore. Il sistema di regolazione della caldaia determina quindi uno stato di carico accumulatore compreso tra 0 e 100%. Le variazioni a breve termine del carico possono essere rilevate rapidamente (es. termoventilatore, cabina di verniciatura, ...). Negli impianti più grandi, con un accumulatore di piccole dimensioni è quindi possibile ottenere un carico termico costante riducendo la potenza della caldaia prima che l'accumulatore sia completamente carico.

CRITERIO DI AVVIO:	
La curva di carico viene impostata definendo la temperatura media dell'accumulatore per uno stato di carica 0 o 100%. La caldaia si avvia quando lo stato di carica scende sotto il punto di avvio.	
$CA_{Start} = FT_{attiva}$ & SC [%] < PA [%]	

CRITERI DI ARRESTO:	
Se durante il riscaldamento la finestra temporale di carico accumulatore si chiude, la caldaia si arresta in modo controllato.	Una volta soddisfatto il criterio di caricamento completo in base alla temperatura massima dell'accumulatore, la caldaia si arresta in modo controllato.
$CA_{Stop} = FT_{inattiva}$	CA_{Stop} = SC > 95%

Glossario	
SC [%] … stato di carica dell'accumulatore in %	PA [%] … punto di avvio della caldaia in % dello stato di carica dell'accumulatore

2 Gestione accumulatore



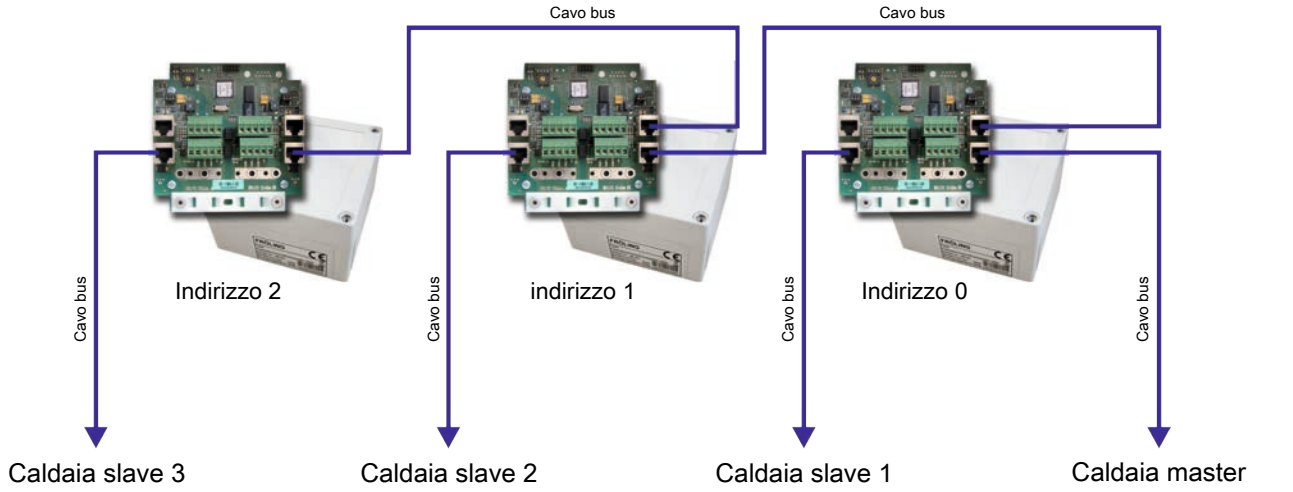
3 Sistema "Cascata"

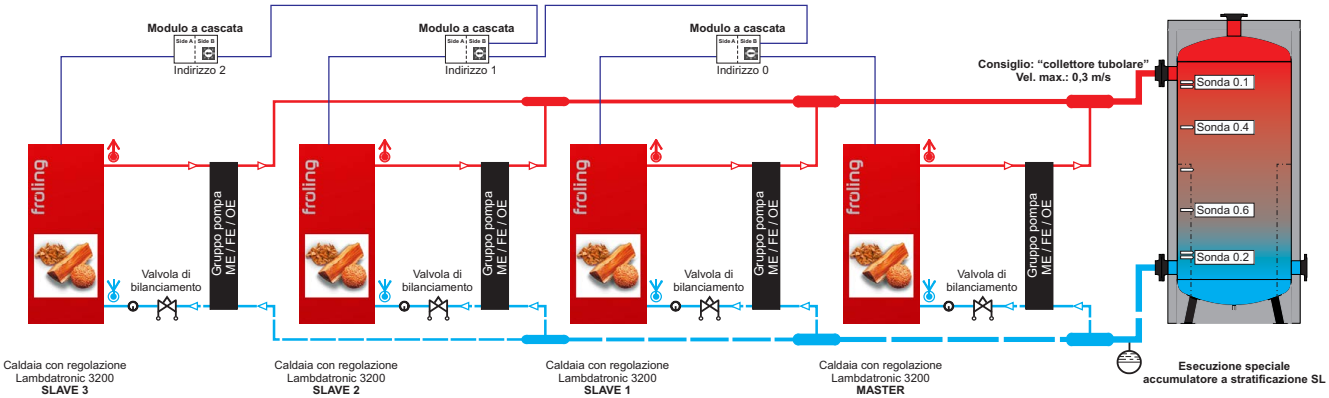
Con il comando a cascata Froling si possono mettere in funzione fino a quattro caldaie collegate. I vantaggi della cascata sono evidenti anche nella stagione calda. Nella maggior parte dei giorni di riscaldamento durante l'anno, per soddisfare il fabbisogno termico è sufficiente una caldaia. Un altro vantaggio risiede nella maggiore sicurezza di funzionamento, poiché la produzione oraria di calore è ripartita tra più caldaie. Poiché il comando a cascata offre diverse opzioni, si possono combinare caldaie con potenza calorifica nominale sia uguale sia diversa. Allo scopo si assegnano diverse priorità di avvio, per cui ad avviarsi per prima non è la caldaia con la maggior potenza calorifica nominale, ma quella sufficiente ad es. per la preparazione dell'acqua sanitaria. Se si impiegano caldaie con la stessa potenza calorifica nominale e a ogni caldaia si assegna la medesima priorità di avvio, il criterio di avvio utilizzato è dato dalle ore di funzionamento. Così facendo, si ottengono la stessa distribuzione del carico e una soluzione di riscaldamento ad alta efficienza.

3.1 Cablaggio dei moduli

Il numero di moduli si ottiene dal numero di caldaie meno uno.

Numero di caldaie	Numero di moduli
4	3
3	2
2	1



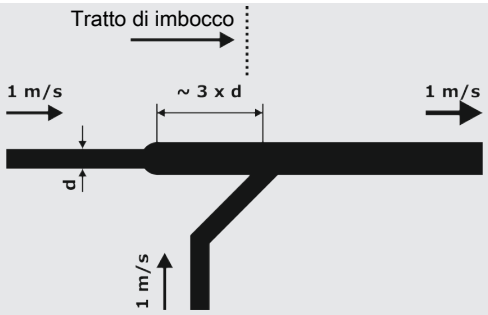


3.2 Avvertenze sul dimensionamento delle tubazioni

Negli impianti a cascata con potenza totale della caldaia >100 kW, a causa delle portate dell'acqua assicurarsi che i raccordi degli accumulatori a stratificazione standard (DN40) abbiano portata sufficiente. In questo caso utilizzare accumulatori a stratificazione speciali con raccordi di maggiori dimensioni (es. accumulatori SL). Inoltre prestare attenzione al collegamento idraulico dei singoli componenti. Nel punto di giunzione di due condotti di mandata e ritorno caldaia si possono utilizzare due varianti di esecuzione:

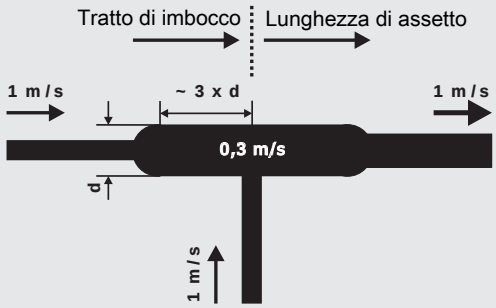
3.2.1 Collegamento per ottimi risultati di flusso

Questa variante di collegamento permette un'espansione alla dimensione corrispondente alla potenza totale della caldaia a monte del punto di giunzione dei condotti di mandata e ritorno caldaia. Il secondo condotto di mandata o ritorno caldaia viene collegato alla tubazione di mandata o ritorno con un angolo di 45° nella direzione di flusso. Come tratto di imbocco si deve considerare circa 3 volte la lunghezza della dimensione precedente. La velocità nella nuova sezione deve essere progettata a circa 1 m/s.



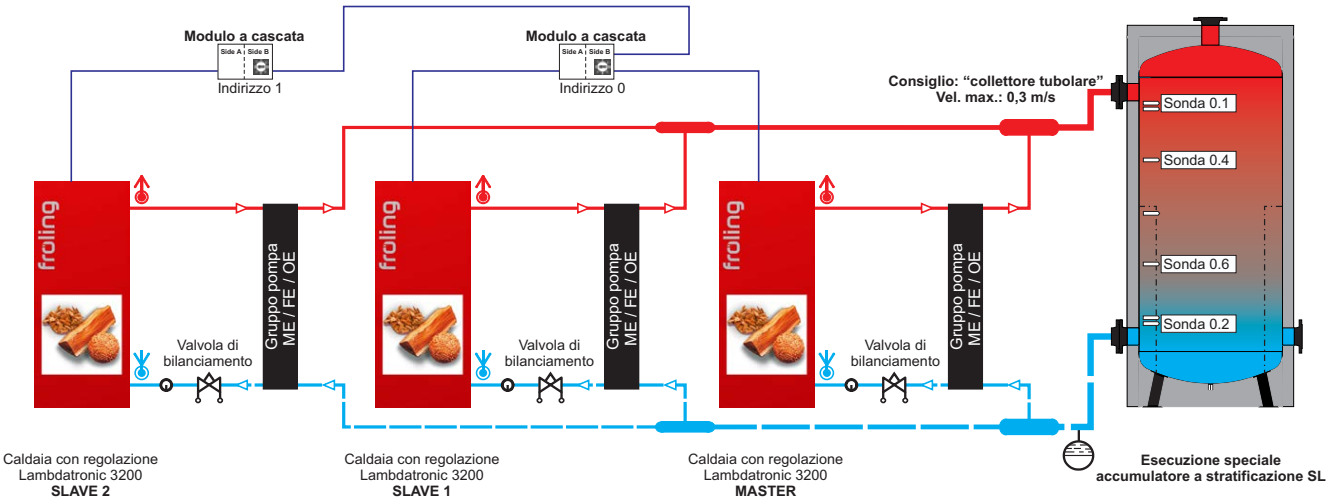
3.2.2 Installazione di un collettore tubolare

Nel punto di giunzione di due condotti di mandata o ritorno caldaia si consiglia di installare un collettore tubolare. Se non si installa il collettore tubolare e le dimensioni della tubazione non sono conformi alla potenza, a causa della dimensione insufficiente della tubazione l'acqua subisce una forte accelerazione. Ciò determina, da un lato, l'emissione di rumori dovuti all'alta velocità di flusso e, dall'altro, problemi di stratificazione nell'accumulatore. Il collettore tubolare dovrebbe essere dimensionato in modo da ridurre la velocità a circa 0,3 m/s. Il tratto di imbocco e la lunghezza di assetto del collettore tubolare dovrebbero essere 3 volte il diametro del collettore tubolare, e comunque misurare almeno 30 cm. Dall'estremità del collettore tubolare, la tubazione deve essere progettata in base alla massima potenza totale ammissibile della caldaia e a una velocità di 1 m/s.



3.3 Esempio di dimensionamento delle tubazioni

Determinazione del dimensionamento delle singole tubazioni e dei collettori tubolari. Si realizzi il seguente impianto idraulico. Potenza di ciascuna caldaia **100 kW**.



Si inizi dalla tubazione di dimensioni più piccole, dalla rispettiva caldaia al collettore tubolare. Dalla tabella risulta, data una potenza di **100 kW** e un'ampiezza di scostamento di **15 K**, una portata d'acqua richiesta di **5,73 m³/h**.

Tubazione: 1 m/s

32	38	48	60	80	100	105
5,50	6,53	8,25	10,31	13,75	17,18	18,04
2,75	3,26	4,12	5,16	6,87	8,59	9,02
1,83	2,18	2,75	3,44	4,58	5,73	6,01
1,37	1,63	2,06	2,58	3,44	4,30	4,51
1,10	1,31	1,65	2,06	2,75	3,44	3,61
0,92	1,09	1,37	1,72	2,29	2,86	3,01

6/4"	*2"*	*2 1/2"*	*3"*	*4"*	*5"*	*6"*
40	*50*	*65*	*80*	*100*	*125*	*150*
1,35	2,40	3,57	5,40	8,40	13,2	19,2
1,80	2,40	4,76	7,20	11,2	17,6	25,6
2,25	3,50	5,95	9,00	14,0	22,0	32,0
2,70	4,20	7,14	10,8	16,8	26,4	38,4
3,15	4,90	8,33	12,6	19,6	30,8	44,8
4,05	6,30	10,7	16,2	25,2	39,6	57,6
4,50	7,0	11,9	18,0	28,0	44,0	64,0
4,95	7,70	13,9	19,8	30,8	48,4	70,4

Per la tubazione di mandata o ritorno delle caldaie risulta una dimensione di **DN50**.

Nel primo collettore tubolare si incontrano la caldaia slave 2 e la caldaia slave 1. Se entrambe le caldaie funzionano alla potenza calorifica nominale, si ottiene una potenza totale della caldaia di 200 kW. Nel collettore tubolare non si deve superare la velocità massima di 0,3 m/s. A valle del collettore tubolare, la tubazione deve essere progettata in base alla massima potenza della caldaia e a una velocità di circa 1 m/s.

Collettore tubolare: 0,3 m/s

80	100	105	120	180	200	300
13,75	17,18	18,04	20,62	30,93	34,37	51,55
6,87	8,59	9,02	10,31	15,47	17,18	25,78
4,58	5,73	6,01	6,87	10,31	11,46	17,18
3,44	4,30	4,51	5,16	7,73	8,59	12,89
2,75	3,44	3,61	4,12	6,19	6,87	10,31
2,29	2,86	3,01	3,44	5,16	5,73	8,59

4"	5"	6"	7"	8"	10"	12"
100	125	150	[175]	200	250	300
8,40	13,2	19,2	26,1	33,6	52,8	75,6
11,2	17,6	25,6	34,8	44,8	70,4	101

Ne deriva una dimensione **DN125** per il primo collettore tubolare e **DN65** per il secondo collettore tubolare.

Tubazione: 1 m/s

38	48	60	80	100	105	120	180	200	300
6,53	8,25	10,31	13,75	17,18	18,04	20,62	30,93	34,37	51,55
3,26	4,12	5,16	6,87	8,59	9,02	10,31	15,47	17,18	25,78
2,18	2,75	3,44	4,58	5,73	6,01	6,87	10,31	11,46	17,18
1,63	2,06	2,58	3,44	4,30	4,51	5,16	7,73	8,59	12,89
1,31	1,65	2,06	2,75	3,44	3,61	4,12	6,19	6,87	10,31
1,09	1,37	1,72	2,29	2,86	3,01	3,44	5,16	5,73	8,59

2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"	10"	12"
50	65	80	100	125	150	[175]	200	250	300
2,10	3,57	5,40	8,40	13,2	19,2	26,1	33,6	52,8	75,6
2,40	4,76	7,20	11,2	17,6	25,6	34,8	44,8	70,4	101
3,50	5,95	9,00	14,0	22,0	32,0	43,5	56,0	88,0	126
4,20	7,14	10,8	16,8	26,4	38,4	52,2	67,2	106	151
4,90	8,33	12,6	19,6	30,8	44,8	60,9	78,4	123	176
6,30	10,7	16,2	25,2	39,6	57,6	78,3	101	158	227
7,0	11,9	18,0	28,0	44,0	64,0	87,0	112	176	252
7,70	13,9	19,8	30,8	48,4	70,4	95,7	123	194	277

Il secondo collettore tubolare e il condotto di collegamento all'accumulatore vengono progettati in base alla massima potenza totale ammissibile della caldaia di **300 kW**.

Collettore tubolare: 0,3 m/s

100	105	120	180	200	300	400
17,18	18,04	20,62	30,93	34,37	51,55	68,74
8,59	9,02	10,31	15,47	17,18	25,78	34,37
5,73	6,01	6,87	10,31	11,46	17,18	22,91
4,30	4,51	5,16	7,73	8,59	12,89	17,18
3,44	3,61	4,12	6,19	6,87	10,31	13,75
2,86	3,01	3,44	5,16	5,73	8,59	11,46

5"	6"	7"	8"	10"	12"	m/sec. c Zoll
125	150	[175]	200	250	300	DN
13,2	19,2	26,1	33,6	52,8	75,6	0,3
17,6	25,6	34,8	44,8	70,4	101	0,4

Ne deriva una dimensione **DN150** per il secondo collettore tubolare e **DN80** per il condotto di collegamento all'accumulatore.

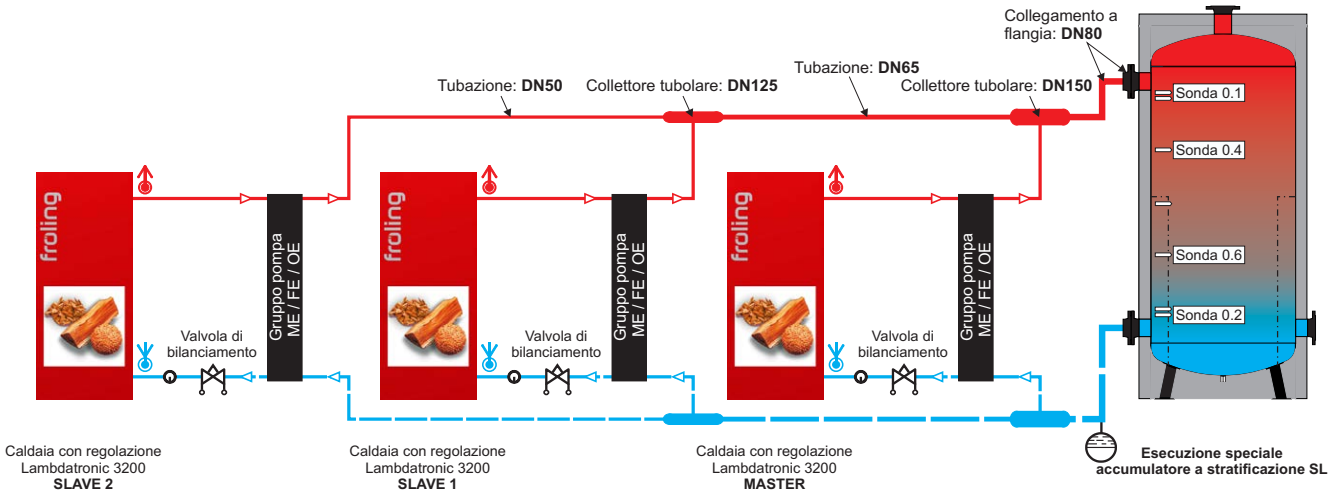
Il condotto di collegamento all'accumulatore definisce le dimensioni dei raccordi sull'accumulatore stesso!

Tubazione: 1 m/s

48	60	80	100	105	120	180	200	300	400
8,25	10,31	13,75	17,18	18,04	20,62	30,93	34,37	51,55	68,74
4,12	5,16	6,87	8,59	9,02	10,31	15,47	17,18	25,78	34,37
2,75	3,44	4,58	5,73	6,01	6,87	10,31	11,46	17,18	22,91
2,06	2,58	3,44	4,30	4,51	5,16	7,73	8,59	12,89	17,18
1,65	2,06	2,75	3,44	3,61	4,12	6,19	6,87	10,31	13,75
1,37	1,72	2,29	2,86	3,01	3,44	5,16	5,73	8,59	11,46

2 1/2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"	10"	12"	m/sec. c Zoll
65	80	100	125	150	[175]	200	250	300	DN
3,57	5,40	8,40	13,2	19,2	26,1	33,6	52,8	75,6	0,3
4,76	7,20	11,2	17,6	25,6	34,8	44,8	70,4	101	0,4
5,95	9,00	14,0	22,0	32,0	43,5	56,0	88,0	126	0,5
7,14	10,8	16,8	26,4	38,4	52,2	67,2	106	151	0,6
8,33	12,6	19,6	30,8	44,8	60,9	78,4	123	176	0,7
10,7	16,2	25,2	39,6	57,6	78,3	101	158	227	0,9
11,9	18,0	28,0	44,0	64,0	87,0	112	176	252	1,0
13,9	19,8	30,8	48,4	70,4	95,7	123	194	277	1,1

3.3.1 Rappresentazione dei risultati nella proposta di progettazione



3.4 Cascata con accumulatore

Se le caldaie collegate a cascata vengono combinate con un accumulatore, su tutta l'altezza dell'accumulatore vengono distribuite quattro sonde. Le quattro sonde calcolano la temperatura media corrente dell'accumulatore. Per il calcolo del volume dell'accumulatore si consigliano 30 l/kW, con riferimento alla potenza totale della caldaia in cascata. Impostando determinati parametri nel sistema di regolazione della caldaia viene archiviata una curva di carico da cui derivano i rispettivi punti di avvio delle caldaie esistenti. La sequenza di avvio della rispettiva caldaia è determinata dalle priorità di avvio definite. Se in tutte le caldaie esistenti si assegna la medesima priorità di avvio, il criterio di avvio utilizzato è dato dalle ore di funzionamento.

3.4.1 Calcolo dei punti di avvio

Nel sistema di regolazione sono archiviati i seguenti parametri:

Temperatura nominale caldaia	**75 °C**
L'accumulatore è caricato al 100% con una temperatura nominale caldaia – parametro	**4 °C**
L'accumulatore è caricato allo 0% con una temperatura di	**30 °C**

Ne consegue che, a una temperatura media dell'accumulatore di **71°C**, l'accumulatore presenta uno stato di carica del **100%**.

Formula per il calcolo dei punti di avvio:

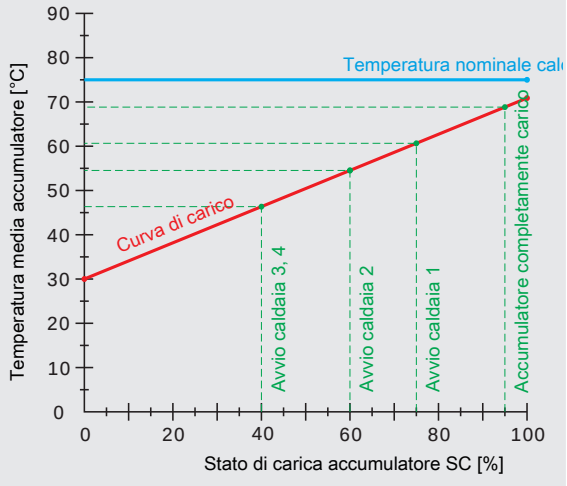
$$\textbf{Temperatura di avvio/arresto} = \text{SC } 0\% + \frac{(\text{SC } 100\% - \text{SC } 0\%) \times \text{punto di avvio}}{100\%}$$

Quando l'accumulatore raggiunge uno stato di carica del **95%**, tutte le caldaie si arrestano.

$$\textbf{Temperatura di arresto} = 30°C + \frac{(71°C - 30°C) \times 95\%}{100\%} = 69°C$$

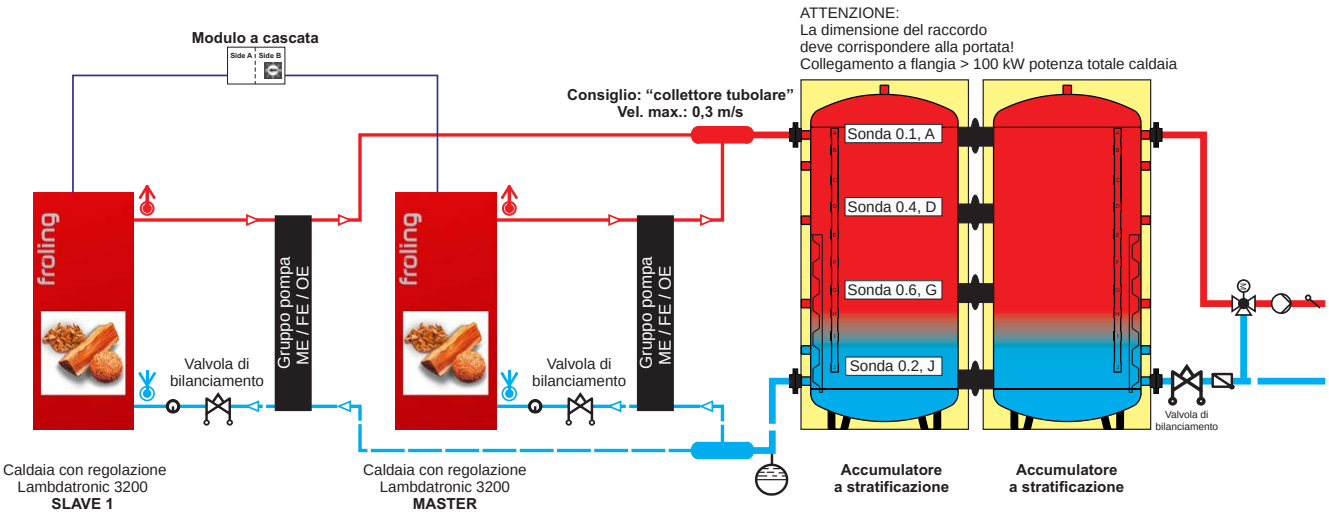
Dalla formula sopra riportata, come punti di avvio delle caldaie 1, 2, 3 e 4 (se presenti) si ottengono le seguenti temperature:

Punto di avvio caldaia 1	SC **75%**	**60,8 °C**
Punto di avvio caldaia 2:	SC **60%**	**54,6 °C**
Punto di avvio caldaia 3 e 4:	SC **40%**	**46,4 °C**
Avvio rapido [%/10 min]	**15%**	**7,7 °C**



3.4.2 Proposte di progettazione non vincolanti

Due caldaie collegate a cascata



Quattro caldaie collegate a cascata

