



Sistema Qualità
Impianti termici a legna

Schemi idraulici standard

Parte I

Hans Rudolf Gabathuler
Hans Mayer

**Gruppo di lavoro QM Biomass DH
Plants**

Svizzera: Holzenergie Schweiz

Austria: AEE - Istituto per le tecnologie
sostenibili

Baden-Württemberg: Università di
Scienze Applicate

Scienze forestali Rottenburg

Bayern: C.A.R.M.E.N. e.V.

Italia: APE FVG - Agenzia per l'Energia
del Friuli Venezia Giulia

tradotto con il supporto di

CE-INTERREG-Progetto ENTRAIN



QM Holzheizwerke® è il marchio di uno standard di qualità per impianti di riscaldamento a biomassa sviluppato congiuntamente da partner provenienti da Svizzera, Baden-Württemberg, Baviera, Renania-Palatinato e Austria. Le fasi prese in considerazione riguardano la progettazione professionale, la pianificazione e la realizzazione dell'impianto di riscaldamento e della rete. L'applicazione dello standard assicura un'elevata affidabilità operativa, un controllo preciso, basse emissioni e una logistica del combustibile efficiente. L'obiettivo è quello di ottimizzare l'efficienza dell'impianto dal punto di vista energetico, ecologico ed economico.

Il sistema QM è progettato per sistemi ad acqua calda per generare calore. I sistemi per la generazione di energia elettrica, quindi, non sono presi in considerazione.

Queste linee guida descrivono la procedura del **QMstandard®** e definiscono i requisiti di qualità che devono essere soddisfatti per la realizzazione di un impianto di teleriscaldamento a biomassa. Questi requisiti di qualità sono definiti nel Q-piano all'avvio del progetto (in appendice a questo documento). Le tappe individuate nel Q-piano vengono utilizzate per verificare eventuali scostamenti di qualità e possibili misure correttive. L'ottimizzazione delle operazioni ricopre un ruolo fondamentale. Dopo un anno di funzionamento, deve essere dimostrato che l'impianto soddisfa i requisiti di qualità specificati nel Q-piano.

Il sistema QM, inoltre, ha anche definito il processo **QMmini®** per i sistemi monovalenti più piccoli nelle proprie Q-linee guida (non è però l'oggetto del presente documento).

I materiali raccolti sono pubblicati in **tedesco come serie di pubblicazioni "QM-Holzheizwerke"**.

Band 1: Q-Leitfaden (mit Q-Plan)
ISBN 978-3-937441-91-7

Band 2: Standard-Schaltungen - Teil I
ISBN 978-3-937441-92-4

Band 3: Muster-Ausschreibung Holzkessel
ISBN 978-3-937441-93-1

Band 4: Planungshandbuch
ISBN 978-3-937441-94-8 (sta per essere aggiornato)

Band 5: Standard-Schaltungen - Teil II
ISBN 978-3-937441-95-5

Band 6: Ratgeber zur Biomassekesselausschreibung
(Version Österreich)
ISBN 978-3-937441-89-4

Versioni in inglese:

Volume 1: Q Linee guida

Volume 2 e Volume 5: schemi idraulici standard

Volume 4: Manuale di progettazione

Le pubblicazioni del sistema di qualità QM per gli impianti di teleriscaldamento a biomassa possono essere scaricate o richieste su www.qm-biomass-dh-plants.com

Biomass DH Plants

Serie di pubblicazioni QM per impianti TELERISCALDAMENTO a biomassa

Volume 2

sviluppato dal gruppo di lavoro Gestione della qualità per gli impianti di teleriscaldamento a biomassa

Schemi idraulici standard

Parte I

Hans Rudolf Gabathuler
Hans Mayer

Basato sulla seconda edizione ampliata

C.A.R.M.E.N. e.V. Straubing 2010



tradotto con il supporto di

Interreg Central Europe - Progetto ENTRAIN

Gruppo di lavoro Gestione della qualità per impianti di teleriscaldamento a biomassa in diversi paesi

Svizzera:

Holzenergie Schweiz con il sostegno finanziario dell'Ufficio federale dell'energia
www.qmholzheizwerke.ch
www.holzenergie.ch

Austria:

AEE INTEC - AEE - Istituto per le tecnologie sostenibili
www.klimaaktiv.at/qmheizwerke

Germania:

Baden-Württemberg: Università di Scienze Forestali Applicate Rottenburg
Bayern: C.A.R.M.E.N. e.V.
www.qmholzheizwerke.de

Italia:

APE FVG - Agenzia per l'Energia del Friuli Venezia Giulia
www.ape.fvg.it

Questi siti web contengono informazioni e pubblicazioni sul tema dell'energia da biomassa.

In particolare in Italia è disponibile il sito dedicato al QM Impianti Termici a Legna da cui è possibile scaricare i documenti ed utili strumenti software.

<https://qm.ape.fvg.it/>

Gruppo di lavoro Gestione della qualità per impianti di teleriscaldamento a biomassa

QM Holzheizwerke® è un marchio registrato.

Componenti Gruppo di lavoro QM - Sistema per la Gestione della Qualità di impianti di teleriscaldamento a biomassa

Jürgen Good (Gestione), Verenum, CH
Stefan Thalmann, Verenum, CH

Daniel Binggeli, Ufficio federale dell'energia, CH

Andreas Keel, Holzenergie Schweiz, CH

Andres Jenni, ardens GmbH, CH

Patrick Küttel, DM Energieberatung AG, CH

Harald Schrammel, AEE INTEC, AT
Sabrina Metz, AEE INTEC, AT

Gilbert Krapf, C.A.R.M.E.N. e.V., DE
Niels Alter, C.A.R.M.E.N. e.V., DE
Christian Leuchtweis, C.A.R.M.E.N. e.V., DE

Harald Thorwart, Università di Scienze Forestali Applicate Rottenburg, DE
Johanna Eichermüller, Università di Scienze Forestali Applicate Rottenburg, DE

Ex membri della squadra:

Ruedi Bühler, Umwelt und Energie, CH

Hans Rudolf Gabathuler, Gabathuler Beratung GmbH, CH

Franz Promitzer, LandesEnergieVerein Steiermark, AT

Helmut Böhnisch, Agenzia per la protezione del clima e l'energia Baden-Württemberg GmbH, DE

Helmut Bunk, Holzenergie-Beratung Bunk Ltd., DE

Bernhard Pex, C.A.R.M.E.N. e.V., DE

Bernd Textor, Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, DE

Joachim Walter, Transferstelle für Rationelle und Regenerative Energienutzung Bingen, DE

Autori

Hans Rudolf Gabathuler, Gabathuler Beratung GmbH

Hans Mayer, Mayer Ingenieur GmbH

Collaborazione

Ruedi Bühler, Ambiente ed Energia

Andres Jenni, ardens GmbH

Team di traduzione

Riccardo Battisti, Chiara Lazzari, *Ambiente Italia srl*
Martina Arteni, Francesco Locatelli, Michele D'Aronco,
Samuele Giacometti, Matteo Mazzolini, *Agenzia per l'energia del Friuli Venezia Giulia*

Prefazione alla seconda edizione ampliata

Negli ultimi quattro anni, molti impianti di riscaldamento a legna sono stati costruiti secondo gli attuali schemi idraulici standard. Grazie al sistema di gestione della qualità **QM Impianti Termici a Legna per impianti di teleriscaldamento a biomassa legnosa**, è stato possibile confermare che le soluzioni proposte sono effettivamente affidabili dal punto di vista operativo, efficienti dal punto di vista energetico, ecologiche ed economiche.

Sulla base dell'esperienza acquisita, nella presente seconda edizione sono state inserite diverse integrazioni, apportati alcuni piccoli miglioramenti e, naturalmente, sono stati anche corretti gli errori.

Di seguito si riportano le modifiche/integrazioni più rilevanti:

- Poco dopo la pubblicazione della prima edizione, sono stati evidenziati problemi per il rilevamento del livello di carica dello accumulo. È stato quindi prodotto, e pubblicato su internet, un opuscolo in cui sono presentate varie possibili soluzioni per la registrazione del livello di carica dello accumulo, successivamente integrate anche nella presente pubblicazione.

- I sistemi bivalenti a tre caldaie (con 2 caldaie a biomassa e 1 caldaia a gasolio/gas) sono stati introdotti relativamente di recente. Il vantaggio rispetto ad un sistema monovalente con solo due caldaie a biomassa è che le caldaie a biomassa possono essere dimensionate ad una taglia inferiore visto che i picchi di domanda di potenza possono essere garantiti dalla caldaia a gasolio/gas. Rispetto ad un sistema bivalente, con una sola caldaia a biomassa, c'è invece il vantaggio che il funzionamento estivo dell'impianto può essere garantito in maniera soddisfacente con la sola piccola caldaia a biomassa. Sono stati pertanto inclusi due nuovi schemi idraulici standard: sistema bivalente a tre caldaie (2 caldaie a biomassa, 1 caldaia a gasolio/gas) senza serbatoio di accumulo (denominazione breve WE7) e con serbatoio di accumulo (denominazione breve WE8).

- Le specifiche per il programma di controllo orario sono state omesse per tutti i circuiti perché l'inserimento dei programmi orari richiede molto tempo, i programmi orari cambiano spesso e sono anche di secondaria importanza per il corretto funzionamento del sistema.

- La modalità di funzionamento "manuale" è ancora prevista, ma non più obbligatoria.

- Nell'elenco dei punti di misura per il sistema automatico di registrazione dei dati in precedenza veniva restituito il valore effettivo della potenza termica fornita dal sistema I&C secondario della caldaia a biomassa (nessun segnale standard disponibile). Questo valore effettivo è stato eliminato dall'elenco dei punti di misura. Al suo posto, nell'elenco dei punti di misura per tutte le caldaie è stato inserito un "valore di setpoint interno della potenza termica fornita (feedback)" (anche segnale standard disponibile).

- Poiché nel frattempo è stato pubblicato il volume 5 "Schemi idraulici standard - Parte II", che tratta in dettaglio il controllo delle valvole a tre vie per tutti i circuiti standard, la precedente appendice 2 è stata omessa.

Gli autori desiderano ringraziare il team del gruppo di lavoro QM Holzheizwerke, che ha reso possibile la revisione e la stampa di questa seconda edizione. Auspicano che anche la seconda edizione possa risultare un aiuto affidabile per la costruzione di impianti di riscaldamento/teleriscaldamento a biomassa sicuri dal punto di vista operativo, efficienti dal punto di vista energetico, ecologici ed economici.

Novembre 2010

Indice

Introduzione	9
Principi 9	
Panoramica.....	10
Livelli del sistema I&C.....	18
Registrazione dei dati operativi per l'ottimizzazione delle operazioni	19
Come si descrive uno schema idraulico standard?	20
Come si descrive uno schema idraulico non standard?	20
1. Sistema di riscaldamento a biomassa monovalente senza serbatoio di accumulo	21
1.1 Breve descrizione e responsabilità	21
1.1.1 Livello utente	21
1.1.2 Sistema principale I&C	21
1.1.3 Sistema I&C secondario 1: caldaia a biomassa.....	21
1.1.4 Soluzione minima ammissibile	22
1.1.5 Struttura selezionata dei livelli del sistema I&C	22
1.2 Schema principale e design	23
1.2.1 Circuito idraulico	23
1.2.2 Progettazione idraulica e del sistema di controllo	23
1.3 Descrizione del funzionamento	27
1.3.1 Schema di controllo.....	27
1.3.2 Modalità di funzionamento	27
1.3.3 Controllo	27
1.3.4 Controllo del circuito della caldaia.....	30
1.3.5 Controllo della temperatura di uscita della caldaia	30
1.3.6 Controllo della potenza termica fornita.....	30
1.3.7 Scelta della strategia di controllo	31
1.4 Registrazione dei dati per l'ottimizzazione operativa	32
1.5 Allegato al protocollo di approvazione	34
2. Sistema di riscaldamento a biomassa monovalente con serbatoio di accumulo.....	35
2.1 Breve descrizione e responsabilità	35
2.1.1 Livello utente	35
2.1.2 Sistema principale I&C	35
2.1.3 Sistema I&C secondario 1: caldaia a biomassa.....	35
2.1.4 Selezione della struttura dei livelli del sistema I&C.....	36
2.2 Schema principale e design	37
2.2.1 Circuito idraulico	37
2.2.2 Progettazione idraulica e del sistema di controllo	37
2.3 Descrizione del funzionamento	40
2.3.1 Schema di controllo.....	40
2.3.2 Modalità di funzionamento	40
2.3.3 Controllo	40
2.3.4 Controllo del circuito della caldaia.....	40
2.3.5 Controllo dello stato di carica del serbatoio di accumulo	42

2.3.6	Controllo della potenza termica fornita.....	43
2.3.7	Sistema di controllo selezionato.....	45
2.4	Registrazione dei dati per l'ottimizzazione operativa	46
2.5	Allegato al protocollo di approvazione	48
3.	Sistema di riscaldamento a biomassa bivalente senza serbatoio di accumulo	50
3.1	Breve descrizione e responsabilità	50
3.1.1	Livello utente	50
3.1.2	Sistema principale I&C	50
3.1.3	Sistema I&C secondario 1: caldaia a biomassa.....	50
3.1.4	Sistema I&C secondario 2: caldaia a gasolio/gas	51
3.1.5	Struttura dei livelli del sistema I&C selezionata	51
3.2	Schema di base e design	53
3.2.1	Circuito idraulico.....	53
3.2.2	Progettazione idraulica e del sistema di controllo	53
3.3	Descrizione del funzionamento	57
3.3.1	Schema di controllo.....	57
3.3.2	Modalità di funzionamento	57
3.3.3	Controllo	57
3.3.4	Controllo del circuito della caldaia caldaia a biomassa.....	57
3.3.5	Controllo del circuito della caldaia caldaia a gasolio/gas.....	60
3.3.6	Controllo della temperatura di alimentazione principale	60
3.3.7	Controllo della potenza termica fornita dell caldaia a biomassa.....	60
3.3.8	Controllo della potenza termica fornita di una caldaia a gasgasolio/gas	61
3.3.9	Controllo di sequenza caldaia a biomassa - caldaia a gasolio/gas	61
3.3.10	Modalità di controllo prescelte.....	62
3.4	Registrazione dei dati per l'ottimizzazione operativa	63
3.5	Allegato al protocollo di approvazione	66
4.	Sistema di riscaldamento a biomassa bivalente con serbatoio di accumulo	67
4.1	Breve descrizione e responsabilità	67
4.1.1	Livello utente	67
4.1.2	Sistema principale I&C	68
4.1.3	Sistema I&C secondario 1: caldaia a biomassa.....	68
4.1.4	Sistema I&C secondario 2: caldaia a gasolio/gas	68
4.1.5	Struttura selezionata dei livelli del sistema I&C	68
4.2	Schema principale e design	70
4.2.1	Circuito idraulico.....	70
4.2.2	Progettazione idraulica e del sistema di controllo	70
4.3	Descrizione del funzionamento	73
4.3.1	Schema di controllo.....	73
4.3.2	Modalità di funzionamento	73
4.3.3	Controllo	73
4.3.4	Controllo del circuito della caldaia a biomassa	73
4.3.5	Controllo del circuito della caldaia caldaia a gasolio/gas.....	76
4.3.6	Controllo dello stato di carica del serbatoio di accumulo	76
4.3.7	Caldaia a biomassa con controllo della potenza termica fornita.....	77
4.3.8	Caldaia a gasolio/gas con controllo della potenza termica fornita	78
4.3.9	Controllo della sequenza caldaia a biomassa - caldaia a gasolio/gas.....	78
4.3.10	Sistema di controllo scelto	79

4.4	Registrazione dei dati per l'ottimizzazione operativa	81
4.5	Allegato al protocollo di approvazione	83
5.	Sistema di riscaldamento a biomassa monovalente a due caldaie senza serbatoio di accumulo	85
5.1	Breve descrizione e responsabilità	85
5.1.1	Livello utente	85
5.1.2	Sistema principale I&C	85
5.1.3	Sistemi I&C secondari delle caldaie a biomassa	86
5.1.4	Struttura dei livelli del sistema I&C selezionata	86
5.2	Schema principale e design	88
5.2.1	Circuito idraulico	88
5.2.2	Progettazione idraulica e del sistema di controllo	88
5.3	Descrizione del funzionamento	91
5.3.1	Sistema di controllo	91
5.3.2	Modalità di funzionamento	91
5.3.3	Controllo	91
5.3.4	Controllo del circuito delle caldaie a biomassa	91
5.3.5	Controllo della temperatura di alimentazione principale	94
5.3.6	Caldaie a biomassa con controllo della potenza termica fornita	94
5.3.7	Caldaie a biomassa con controllo di sequenza	94
5.3.8	Sistema di controllo scelto	96
5.4	Registrazione dei dati per l'ottimizzazione operativa	96
5.5	Allegato al protocollo di approvazione	99
6.	Sistema di riscaldamento a biomassa monovalente a due caldaie con serbatoio di accumulo	101
6.1	Breve descrizione e responsabilità	101
6.1.1	Livello utente	101
6.1.2	Sistema principale I&C	101
6.1.3	Sistemi I&C secondari caldaie a biomassa	101
6.1.4	Struttura selezionata dei livelli del sistema I&C	102
6.2	Schema principale e design	103
6.2.1	Circuito idraulico	103
6.2.2	Progettazione idraulica e del sistema di controllo	103
6.3	Descrizione del funzionamento	107
6.3.1	Schema di controllo	107
6.3.2	Modalità di funzionamento	107
6.3.3	Controllo	107
6.3.4	Controllo del circuito della caldaia caldaie a biomassa	108
6.3.5	Controllo dello stato di carica del serbatoio di accumulo	110
6.3.6	Caldaie a biomassa con controllo della potenza termica fornita	111
6.3.7	Caldaie a biomassa con controllo di sequenza	112
6.3.8	Il sistema di controllo scelto	114
6.4	Registrazione dei dati per l'ottimizzazione operativa	115
6.5	Allegato al protocollo di approvazione	117

7.	Sistema bivalente a tre caldaie senza serbatoio di accumulo (2 caldaie a biomassa, 1 caldaia a gasolio/gas)	120
7.1	Breve descrizione e responsabilità	120
7.1.1	Livello utente	120
7.1.2	Sistema principale I&C	120
7.1.3	Sistemi I&C secondari caldaie a biomassa	120
7.1.4	Caldaia a gasolio/gas del sistema I&C secondario	121
7.1.5	Struttura selezionata dei livelli del sistema I&C	121
7.2	Schema principale e design	123
7.2.1	Circuito idraulico	123
7.2.2	Progettazione idraulica e del sistema di controllo	123
7.3	Descrizione del funzionamento	128
7.3.1	Schema di controllo	128
7.3.2	Modalità di funzionamento	128
7.3.3	Controllo	129
7.3.4	Controllo del circuito della caldaia caldaie a biomassa	129
7.3.5	Controllo del circuito della caldaia caldaia a gasolio/gas	129
7.3.6	Controllo della temperatura di alimentazione principale	129
7.3.7	Caldaie a biomassa con controllo della potenza termica fornita	130
7.3.8	Caldaia a gasolio/gas con controllo della potenza termica fornita	130
7.3.9	Caldaie a biomassa con controllo di sequenza	133
7.3.10	Controllo di sequenza caldaia a biomassa 1+2 - caldaia a gasolio/gas	134
7.3.11	Sistema di controllo scelto	136
7.4	Registrazione dei dati per l'ottimizzazione operativa	137
7.5	Allegato al protocollo di approvazione	140
8.	Sistema bivalente a tre caldaie con accumulo (2 caldaie a biomassa, 1 caldaia a gasolio/gas)	142
8.1	Breve descrizione e responsabilità	142
8.1.1	Livello utente	142
8.1.2	Sistema principale I&C	142
8.1.3	Sistemi I&C secondari delle caldaie a biomassa	142
8.1.4	Sistema I&C secondario della caldaia a gasolio/gas	143
8.1.5	Struttura selezionata dei livelli del sistema I&C	143
8.2	Schema principale e design	145
8.2.1	Circuito idraulico	145
8.2.2	Progettazione idraulica e del sistema di controllo	145
8.3	Descrizione funzionamento	149
8.3.1	Schema di controllo	149
8.3.2	Modalità di funzionamento	149
8.3.3	Controllo	150
8.3.4	Controllo del circuito delle caldaie a biomassa	150
8.3.5	Controllo del circuito della caldaia a gasolio/gas	150
8.3.6	Controllo dello stato di carica del serbatoio di accumulo	150
8.3.7	Caldaie a biomassa con controllo della potenza termica fornita	152
8.3.8	Caldaia a gasolio/gas con controllo della potenza termica fornita	153
8.3.9	Caldaie a biomassa con controllo di sequenza	156
8.3.10	Controllo di sequenza caldaia a biomassa 1+2 - caldaia a gasolio/gas	156
8.3.11	Sistema di controllo scelto	158
8.4	Registrazione dei dati per l'ottimizzazione operativa	159
8.5	Allegato al protocollo di approvazione	162

9.	Rete di teleriscaldamento (se presente)	165
9.1	Consumatori di calore	165
9.2	Rete di teleriscaldamento.....	166
9.3	Precontrollo, pompa di rete, controllo della pressione differenziale	167
10.	Modifiche specifiche del sistema.....	169
12.	Utenti dell'impianto di riscaldamento centralizzato (collegamenti differenziali a bassa pressione)	170
11.1	Possibilità di realizzazione	170
11.2	Circuito idraulico.....	170
11.3	Progettazione idraulica e di controllo	170
11.4	Descrizione funzionamento.....	171
12.	Utenti della rete di teleriscaldamento (connessioni con differenza di pressione)	173
12.1	Possibilità di realizzazione	173
12.2	Circuito idraulico.....	173
12.3	Altre varianti	177
12.4	Progettazione idraulica e di controllo	179
12.5	Descrizione funzionamento.....	179
	Bibliografia	181
	Appendice 1: Simboli	182
	Appendice 2: Frontespizio	183

Introduzione

Principi

La selezione e la descrizione dei presenti **schemi idraulici standard - Parte I** segue i principi stabiliti in precedenza:

1. Per la produzione di calore, un circuito idraulico standard per ogni applicazione.
2. La produzione di calore può essere ampliata sia idraulicamente che in termini di tecnologia di regolazione/controllo. Fa eccezione l'impianto di riscaldamento a biomassa monovalente senza serbatoio di accumulo, dove è consentita una soluzione minima oltre a quella standard che, però, non può essere ampliata.
3. La caldaia primaria e la caldaia secondaria non sono definite idraulicamente. Ciò significa che solo i circuiti idraulici paralleli sono utilizzati per la produzione di calore (nessun circuito idraulico in serie).
4. La variabile di controllo di regolazione principale è:
 - a. la temperatura di alimentazione principale per i sistemi senza serbatoio di accumulo,
 - b. lo stato di carica del serbatoio di accumulo per i sistemi con serbatoi di accumulo
5. La variabile correttiva del regolatore principale è il setpoint della potenza termica fornita del regolatore interno della caldaia a biomassa, ad esempio nella sequenza Caldaia 1 a due stadi - Caldaia 1 continua - Caldaia 2 a due stadi - Caldaia 2 continua.
6. Rigoroso accoppiamento di circuiti idraulici con bassa differenza di pressione. Ciò significa che c'è sempre un compensatore idraulico congruamente dimensionato ("separatore idraulico") tra due circuiti idraulici (ciascuno con la propria pompa).
7. Tutti i collegamenti delle utenze devono raggiungere la più bassa temperatura di ritorno possibile:
 - nell'impianto di riscaldamento centralizzato con collegamento a bassa differenza di pressione,
 - sulla rete di teleriscaldamento con collegamento a pressione differenziale.

il rispetto delle autorità minime delle valvole (per la definizione si veda il Planning Handbook [4]):

 - valvole a tre vie $\geq 0,5$
 - valvole a via diritta $\geq 0,3$

Il principio 5 ha come conseguenza che solo le caldaie a biomassa che possono elaborare un segnale di setpoint esterno per la potenza termica fornita (dal sistema di controllo principale) sono adatte per l'uso nei presenti "Schemi idraulici standard - Parte I". Un'eccezione è la "soluzione minima" per il sistema monovalente a caldaia singola senza serbatoio di accumulo WE1, dove la temperatura dell'acqua della caldaia è controllata esclusivamente tramite il PLC (regolatore logico programmabile) della caldaia. Le soluzioni collaudate sul campo che funzionano senza un segnale di setpoint esterno per la potenza termica fornita sono state pubblicate come Schemi idraulici standard - Parte II [5].

Le descrizioni definiscono i principi di base del rispettivo concetto di controllo. La **progettazione dettagliata del sistema di controllo** è lasciata al fornitore I&C e al progettista. Esempi:

Impostazione delle condizioni iniziali

- Attenuazione/ritardo dei segnali esterni
- Tempi di pre e post funzionamento delle pompe di circolazione
- Definizione delle posizioni delle valvole
- Descrizione dettagliata dei criteri di sblocco e di blocco
- Descrizione dettagliata delle modalità di funzionamento

- Informazioni sul programma di controllo orario
- Sensoristica di allarme?
- Specifiche per centraline di controllo, connessioni a spina, ecc.
- Requisiti del sistema di espansione, dispositivi di riempimento, qualità dell'acqua di riscaldamento, ecc.
- Requisiti specifici del sito secondo i protocolli di sicurezza.

Panoramica

Nel seguito sono descritti gli schemi idraulici standard che, entro certi limiti, possono essere combinati:

- **Produzione di calore** con un collegamento a bassa pressione differenziale nell'impianto di riscaldamento centralizzato

Tabella 1

- Sistema di riscaldamento a biomassa monovalente senza serbatoio di accumulo (schema idraulico standard WE1)
- Sistema di riscaldamento a biomassa monovalente con serbatoio di accumulo (schema idraulico standard WE2)
- Sistema di riscaldamento a biomassa bivalente senza serbatoio di accumulo (schema idraulico standard WE3)
- Sistema di riscaldamento a biomassa bivalente con serbatoio di accumulo (schema idraulico standard WE4)

Tabella 2

- Sistema di riscaldamento a biomassa monovalente a due caldaie senza serbatoio di accumulo (schema idraulico standard WE5)
- Sistema di riscaldamento a biomassa monovalente a due caldaie con serbatoio di accumulo (schema idraulico standard WE6)
- Sistema bivalente a tre caldaie senza accumulo, 2 caldaie a biomassa, 1 caldaia a gasolio/gas (schema idraulico standard WE7)
- Sistema bivalente a tre caldaie con accumulo, 2 caldaie a biomassa, 1 caldaia a gasolio/gas (schema idraulico standard WE8)

- **Se è presente una rete di teleriscaldamento:** Rete di teleriscaldamento con precontrollo, pompa di rete e controllo della pressione differenziale.

- **UtENZE dell'impianto di riscaldamento centralizzato con collegamento a bassa pressione differenziale** (Tabella 3):

- Gruppo di riscaldamento senza scambiatore di calore (schema idraulico standard WA1)
- Gruppo di riscaldamento con scambiatore di calore (schema idraulico standard WA2)
- Tre varianti di scaldacqua (per la fornitura di acqua calda sanitaria - vedi schemi idraulici standard WA3a, WA3b, WA3c)

- **UtENZE del teleriscaldamento con collegamento a pressione differenziale**

(Tabella 4):

- Gruppo di riscaldamento senza scambiatore di calore (schema idraulico standard WA4)
- Gruppo di riscaldamento con scambiatore di calore (schema idraulico standard WA5)
- Combinazione di gruppo di riscaldamento senza scambiatore di calore e scaldacqua/scaldabagno in tre varianti (schemi idraulici standard WA6a, WA6b, WA6c).
- Combinazione di gruppo di riscaldamento con scambiatore di calore e scaldacqua/scaldabagno in tre varianti (schemi idraulici standard WA7a, WA7b, WA7c).
- Collegamento con scambiatore di calore e diversi gruppi di riscaldamento e scaldacqua/scaldabagno sul lato secondario (schema idraulico standard WA8)
- Stazione di trasferimento del calore con accumulo per diversi gruppi di riscaldamento e scaldacqua - (schema idraulico standard WA9)

La figura 5 mostra l'esempio di uno schema idraulico standard completo, composto da un impianto di produzione di calore con collegamenti a bassa pressione differenziale nella centrale termica e una rete di teleriscaldamento con collegamenti a pressione differenziale.

La scelta dello schema idraulico standard per la produzione di calore (da WE1 a WE8) è decisiva per la progettazione dell'impianto. La progettazione dei sistemi monovalenti deve essere molto precisa; con i sistemi bivalenti, le incertezze possono essere "coperte" dalla/e caldaia/e a gasolio/gas:

■ Per i **sistemi monovalenti senza accumulo** (WE1, WE5), la caldaia o le caldaie a biomassa devono essere progettate a copertura del 100% della domanda di calore, compresi i picchi di carico (monitoraggio della situazione e acquisizione dati [7]: vedi curva di carico caratteristica - linea continua).

■ Nei **sistemi monovalenti con accumulo** (WE2, WE6), la caldaia o le caldaie a biomassa possono essere dimensionate sul 100% della domanda di calore senza picchi di carico (monitoraggio della situazione e acquisizione dati [7]: vedi curva di carico caratteristica - linea tratteggiata) (si applica solo ai sistemi destinati prevalentemente a riscaldamento ambienti).

■ Per poter coprire l'80...90% del fabbisogno annuo di calore, la caldaia o le caldaie a biomassa dei **sistemi bivalenti senza accumulo** (WE3, WE7) possono essere dimensionate sul 60...70% del fabbisogno di potenza termica (valore indicativo per sistemi destinati prevalentemente a riscaldamento ambienti).

■ Per poter coprire l'80...90% del fabbisogno annuo di calore, la caldaia o le caldaie a biomassa dei **sistemi bivalenti con accumulo** (WE4, WE8) possono essere dimensionate su percentuali di fabbisogno di potenza termica ancora più bassi, tra il 50 e il 60% (valore indicativo per sistemi prevalentemente per riscaldamento ambienti).

■ La **caldaia a gasolio/gas nel caso di sistemi bivalenti** può quindi essere dimensionata sulla potenza totale o ad integrazione della potenza totale, in base a criteri di sicurezza. Alcuni esempi:

- caso di una caldaia a biomassa - caldaia a gasolio/gas dimensionata sulla potenza totale (un eventuale guasto della caldaia a biomassa è assicurato coperto dalla caldaia di backup)
- caso di due caldaie a biomassa: l'aggiunta della caldaia a biomassa più piccola alla potenza totale (un eventuale guasto di una delle due caldaie a biomassa è coperto dalla caldaia di backup).

Etichetta	Descrizione	Requisiti
WE1	<p>Sistema di riscaldamento a biomassa monovalente senza serbatoio di accumulo</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Copertura della domanda di calore annuale (per il riscaldamento, per l'acqua calda sanitaria e di processo) con energia da biomassa: 100% ■ Copertura della domanda di potenza termica annuale con caldaia a biomassa: 100% ■ Copertura dei picchi di potenza termica: con la caldaia. ■ Funzionamento alle basse potenze con biomassa (periodo di transizione/estate): solo se i valori richiesti sono compatibili con le caratteristiche della caldaia. ■ Grado di sicurezza della fornitura di calore: adeguato. ■ Sovradimensionamento della potenza termica, per un futuro ampliamento dell'impianto: Ammesso solo in casi eccezionali, a causa dei problemi di funzionamento alle basse potenze. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Protezione e precontrollo della temperatura di ritorno della caldaia: autorità della valvola $\geq 0,5$ ■ Delta T di progetto tra mandata e ritorno della caldaia $\leq 15 \text{ K}^{**}$ ■ Numero di ore di funzionamento a pieno carico della caldaia a biomassa $> 1500 \text{ h/a}$
WE2	<p>Sistema di riscaldamento a biomassa monovalente con serbatoio di accumulo</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Copertura della domanda di calore annuale (per il riscaldamento, per l'acqua calda sanitaria e di processo) con energia da biomassa: 100% ■ Copertura della domanda di potenza termica annuale con caldaia a biomassa: 100% ■ Copertura dei picchi di potenza termica: con l'accumulo. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Volume di accumulo $\geq 1 \text{ h}$ di capacità di accumulo (in relazione alla potenza nominale della caldaia a biomassa) * ■ Controllo del carico/protezione della temperatura di ritorno della caldaia e precontrollo: autorità della valvola $\geq 0,5$ ■ Delta T di progetto tra mandata e ritorno della caldaia $\leq 15 \text{ K}^{**}$ ■ Numero di ore di funzionamento a pieno carico della caldaia a biomassa $> 2000 \text{ h/a}$

Etichetta	Descrizione	Requisiti
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Funzionamento alle basse potenze con biomassa (periodo di transizione/estate): solo se i valori richiesti sono compatibili con le caratteristiche della caldaia. ■ Grado di sicurezza della fornitura di calore: adeguato ■ Sovradimensionamento della potenza termica, per un futuro ampliamento dell'impianto: Ammesso solo in casi eccezionali, a causa dei problemi di funzionamento alle basse potenze. 	
WE3	<p>Sistema di riscaldamento a biomassa bivalente senza serbatoio di accumulo</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Copertura della domanda di calore annuale (per il riscaldamento, per l'acqua calda sanitaria e di processo) con energia da biomassa: 80 ÷ 90% ■ Copertura della domanda di potenza termica annuale con caldaia a biomassa: 60 ÷ 70% * ■ Copertura dei picchi di potenza termica: con la caldaia a gasolio/gas ■ Funzionamento alle basse potenze con biomassa (periodo di transizione/estate): se i valori richiesti sono compatibili con le caratteristiche della caldaia, altrimenti utilizzare la caldaia a gasolio/gas ■ Grado di sicurezza della fornitura di calore: elevata grazie alla caldaia a gasolio/gas ■ Sovradimensionamento della potenza termica, per un futuro ampliamento dell'impianto: possibile attraverso il sovradimensionamento della caldaia Gasolio/Gas (con conseguente riduzione della percentuale di copertura della domanda di calore ottenuta da biomassa). 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Protezione della temperatura di ritorno per entrambe le caldaie e il precontrollo: autorità della valvola $\geq 0,5$ ■ Delta T di progetto tra mandata e ritorno della caldaia $\leq 15K$ ** ■ Numero di ore di funzionamento a pieno carico della caldaia a biomassa > 2500 h/a; obiettivo 4000 h/a
WE4	<p>Sistema di riscaldamento a biomassa bivalente con serbatoio di accumulo</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Copertura della domanda di calore annuale (per il riscaldamento, per l'acqua calda sanitaria e di processo) con energia da biomassa: 80 ÷ 90% ■ Copertura della domanda di potenza termica annuale con caldaia a biomassa: 50 ÷ 60% * ■ Copertura dei picchi di potenza termica: con l'accumulo ■ Funzionamento alle basse potenze con biomassa (periodo di transizione/estate): solo se i valori richiesti sono compatibili con le caratteristiche della caldaia, altrimenti utilizzare la caldaia a gasolio/gas ■ Grado di sicurezza della fornitura di calore: elevata grazie alla caldaia a gasolio/gas ■ Sovradimensionamento della potenza termica, per un futuro ampliamento dell'impianto: possibile attraverso il sovradimensionamento della caldaia Gasolio/Gas (con conseguente riduzione della percentuale di copertura della domanda di calore ottenuta da biomassa). 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Volume di accumulo ≥ 1 h di capacità di accumulo (in relazione alla potenza nominale della caldaia a biomassa) * ■ Controllo del carico/protezione della temperatura di ritorno per entrambe le caldaie e precontrollo: autorità della valvola $\geq 0,5$ ■ Delta T di progetto tra mandata e ritorno della caldaia $\leq 15 K$ ** ■ Numero di ore di funzionamento a pieno carico della caldaia a biomassa > 3500 h/a; obiettivo 4000 h/a
<p>* Valore di riferimento per sistemi con prevalentemente riscaldamento ambienti ** Può essere aumentato per ridurre il consumo di energia della pompa, se ci si assicura che ciò non causi problemi di controllo (ad esempio, oscillazione della potenza della caldaia a causa della stratificazione della temperatura).</p>		

Tabella 1: Schemi idraulici standard per produzione di calore da WE1 a WE4

Etichetta	Descrizione	Requisiti
WE5	<p>Sistema di riscaldamento a biomassa monovalente a due caldaie senza serbatoio di accumulo</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Copertura della domanda di calore annuale (per il riscaldamento, per l'acqua calda sanitaria e di processo) con energia da biomassa: 100% ■ Copertura della domanda di potenza termica annuale con caldaia a biomassa: 100% ■ Copertura dei picchi di potenza termica: con la caldaia. ■ Funzionamento alle basse potenze con biomassa (periodo di transizione/estate): solitamente possibile grazie alla ridotta potenza termica di una o di entrambi le caldaie ■ Grado di sicurezza della fornitura di calore: adeguato ■ Sovradimensionamento della potenza termica, per un futuro ampliamento dell'impianto: possibile ma attenzione all'aumento dei costi di investimento (caldaie a biomassa costose) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Protezione della temperatura di ritorno per entrambe le caldaie e il precontrollo: autorità della valvola $\geq 0,5$ ■ Delta T di progetto tra mandata e ritorno della caldaia $\leq 15 \text{ K}^{**}$ ■ Numero di ore di funzionamento a pieno carico della caldaia a biomassa $1+2 > 1500 \text{ h/a}$
WE6	<p>Sistema di riscaldamento a biomassa monovalente a due caldaie con serbatoio di accumulo</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Copertura della domanda di calore annuale (per il riscaldamento, per l'acqua calda sanitaria e di processo) con energia da biomassa: 100% ■ Copertura della domanda di potenza termica annuale con caldaia a biomassa: 100% ■ Copertura dei picchi di potenza termica: con l'accumulo ■ Funzionamento alle basse potenze con biomassa (periodo di transizione/estate): solitamente possibile grazie al valore di potenza termica di una o di entrambi le caldaie ■ Grado di sicurezza della fornitura di calore: adeguato ■ Sovradimensionamento della potenza termica, per un futuro ampliamento dell'impianto: possibile ma attenzione all'aumento dei costi di investimento (caldaie a biomassa costose) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Volume dell'accumulo $\geq 1 \text{ h}$ di capacità di accumulo (in relazione alla potenza nominale della caldaia a biomassa più grande) * ■ Controllo del carico/protezione della temperatura di ritorno per entrambe le caldaie e precontrollo: autorità della valvola $\geq 0,5$ ■ Delta T di progetto tra mandata e ritorno della caldaia $\leq 15 \text{ K}^{**}$ ■ Numero di ore di funzionamento a pieno carico della caldaia a biomassa $1+2 > 2000 \text{ h/a}$
WE7	<p>Sistema bivalente a tre caldaie senza serbatoio di accumulo (2 caldaie a biomassa, 1 caldaia a gasolio/gas)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Copertura della domanda di calore annuale (per il riscaldamento, per l'acqua calda sanitaria e di processo) con energia da biomassa: $80 \div 90\%$ ■ Copertura della domanda di potenza termica annuale con caldaie a biomassa: $60 \div 70\%$ * ■ Copertura dei picchi di potenza termica: con la caldaia a gasolio/gas ■ Funzionamento alle basse potenze con biomassa (periodo di transizione/estate): solitamente possibile attraverso la caldaia a biomassa più piccola, altrimenti attraverso la caldaia a gasolio/gas ■ Grado di sicurezza della fornitura di calore: elevata grazie alla caldaia a gasolio/gas ■ Sovradimensionamento della potenza termica, per un futuro ampliamento dell'impianto: possibile attraverso il sovradimensionamento della caldaia Gasolio/Gas (con conseguente riduzione della percentuale di copertura della domanda di calore ottenuta da biomassa). 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Protezione della temperatura di ritorno della caldaia per tutte le caldaie e precontrollo: autorità della valvola $\geq 0,5$ ■ Delta T di progetto tra mandata e ritorno della caldaia $\leq 15 \text{ K}^{**}$ ■ Numero di ore di funzionamento a pieno carico della caldaia a biomassa $1+2 > 2500 \text{ h/a}$; obiettivo 4000 h/a

Etichetta	Descrizione	Requisiti
WE8	<p>Sistema bivalente a tre caldaie con serbatoio di accumulo (2 caldaie a biomassa, 1 caldaia a gasolio/gas)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Copertura della domanda di calore annuale (per il riscaldamento, per l'acqua calda sanitaria e di processo) con energia da biomassa: 80 ÷ 90% ■ Copertura della domanda di potenza termica annuale con caldaia a biomassa: 50 ÷ 60% * ■ Copertura dei picchi di potenza termica: con l'accumulo ■ Funzionamento alle basse potenze con biomassa (periodo di transizione/estate): solitamente possibile attraverso la caldaia a biomassa più piccola, altrimenti attraverso la caldaia a gasolio/gas ■ Grado di sicurezza della fornitura di calore: elevata grazie alla caldaia a gasolio/gas ■ Sovradimensionamento della potenza termica, per un futuro ampliamento dell'impianto: possibile attraverso il sovradimensionamento della caldaia Gasolio/Gas (con conseguente riduzione della percentuale di copertura della domanda di calore ottenuta da biomassa). 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Volume di accumulo ≥ 1 h di capacità di accumulo (in relazione alla potenza nominale della caldaia a biomassa più grande) * ■ Controllo del carico/protezione della temperatura di ritorno sia per le caldaie a biomassa che per il precontrollo: autorità della valvola $\geq 0,5$ ■ Delta T di progetto tra mandata e ritorno della caldaia ≤ 15 K ** ■ Numero di ore di funzionamento a pieno carico della caldaia a biomassa 1+2 > 3000 h/a; obiettivo 4000 h/a
<p>* Valore guida per sistemi con riscaldamento ambienti prevalente ** Può essere aumentato per ridurre il consumo di energia della pompa, se ci si assicura che ciò non causi problemi di controllo (ad esempio, oscillazione dell'output della caldaia a causa della stratificazione della temperatura).</p>		

Tabella 2: Schemi idraulici standard per produzione di calore da WE5 a WE8

Etichetta	Descrizione	Requisiti
WA1	Gruppo di riscaldamento senza scambiatore di calore ■ Collegamento diretto con valvola a tre vie (configurazione idraulica di miscelazione)	■ In caso di gruppi multipli: caduta di pressione massima attraverso le sezioni a portata variabile $\leq 20\%$ della prevalenza della pompa piú piccola del gruppo ■ Autorità della valvola $\geq 0,5$
WA2	Gruppo di riscaldamento con scambiatore di calore ■ In impianti diffusi, collegamento indiretto in caso di elevato dislivello geodetico dell'impianto e/o alta pressione della pompa (possibile una minore pressione di esercizio del gruppo di riscaldamento)	■ Autorità della valvola $\geq 0,5$
WA3	Scaldacqua/scaldabagno ■ WA3a: Scambiatore di calore esterno e controllo di carica per la carica stratificata dello scaldacqua/scaldabagno (potenza di riscaldamento relativamente costante ed alta con la piú bassa temperatura di ritorno possibile). ■ WA3b: Scambiatore di calore esterno senza controllo della carica ■ WA3c: Scambiatore di calore interno	■ Autorità della valvola $\geq 0,5$

Tabella 3: Collegamenti del gruppo di riscaldamento a bassa pressione nell'impianto di riscaldamento centralizzato

Etichetta	Descrizione	Richieste
WA4	Gruppo di riscaldamento senza scambiatore di calore ■ Collegamento diretto (sistema d'iniezione con valvola a via diritta)	■ Autorità della valvola per via diritta $\geq 0,3$
WA5	Gruppo di riscaldamento con scambiatore di calore ■ In impianti estesi collegamento indiretto in caso di grande dislivello geodetico dell'impianto e/o alta pressione della pompa (possibile una minore pressione di esercizio del gruppo di riscaldamento)	■ Autorità della valvola per valvole a via diritta $\geq 0,3$
WA6	Gruppo di riscaldamento combinato senza scambiatore di calore e scaldacqua/scaldabagno ■ Collegamento diretto del gruppo di riscaldamento ■ WA6a: scambiatore di calore esterno per la preparazione dell'acqua calda con controllo di carica per la carica stratificata (potenza di riscaldamento relativamente costante ed elevata con la più bassa temperatura di ritorno possibile). ■ WA6b: Scambiatore di calore esterno per la preparazione di acqua calda senza controllo della carica ■ WA6c: Scaldacqua/scaldabagno con scambiatore di calore interno	■ Autorità della valvola per valvole a tre vie $\geq 0,5$ ■ Autorità della valvola per valvole a via diritta $\geq 0,3$
WA7	Gruppo di riscaldamento combinato con scambiatore di calore e scaldacqua/scaldabagno ■ In impianti estesi, collegamento indiretto in caso di grande dislivello geodetico dell'impianto e/o alta pressione della pompa (possibile una minore pressione di esercizio del gruppo di riscaldamento) ■ WA7a: scambiatore di calore esterno per la preparazione dell'acqua calda con controllo della carica per la carica stratificata (potenza di riscaldamento relativamente costante ed elevata con la più bassa temperatura di ritorno possibile). ■ WA7b: Scambiatore di calore esterno per la preparazione di acqua calda senza controllo della carica ■ WA7c: Scaldacqua/scaldabagno con scambiatore di calore interno	■ Autorità della valvola per valvole a tre vie $\geq 0,5$ ■ Autorità della valvola per valvole a via diritta $\geq 0,3$
WA8	Collegamento con scambiatore di calore e diversi gruppi di riscaldamento e scaldacqua/scaldabagno sul lato secondario ■ In impianti estesi, collegamento indiretto di più gruppi di riscaldamento in caso di grande differenza di livello geodetico dell'impianto e/o alta pressione della pompa (possibile una minore pressione di esercizio dei gruppi di riscaldamento) ■ Attacchi differenziali a bassa pressione sul lato secondario analoghi agli schemi idraulici standard WA1 (gruppi di riscaldamento) e WA3a...WA3c (scaldacqua)	■ In caso di più gruppi sul lato secondario: perdita di carico massima attraverso le sezioni a portata variabile $\leq 20\%$ della pompa principale del gruppo più piccolo ■ Autorità della valvola per valvole a tre vie $\geq 0,5$ ■ Autorità della valvola per valvole a via diritta $\geq 0,3$
WA9	Stazione di trasferimento del calore con serbatoio di accumulo per diversi gruppi di riscaldamento e scaldabagni ■ Per i consumatori di calore con grandi picchi di carico ■ Attacchi differenziali a bassa pressione sul lato secondario analoghi agli schemi idraulici standard WA1 (gruppi di riscaldamento) e WA3a...WA3c (scaldacqua)	■ In caso di più gruppi sul lato secondario: perdita di carico massima attraverso le sezioni a portata variabile $\leq 20\%$ della pompa principale del gruppo più piccolo ■ Autorità della valvola per valvole a tre vie $\geq 0,5$ ■ Autorità della valvola per valvole a via diritta $\geq 0,3$

Tabella 4: connessioni del gruppo di riscaldamento a pressione differenziale sulla rete di teleriscaldamento

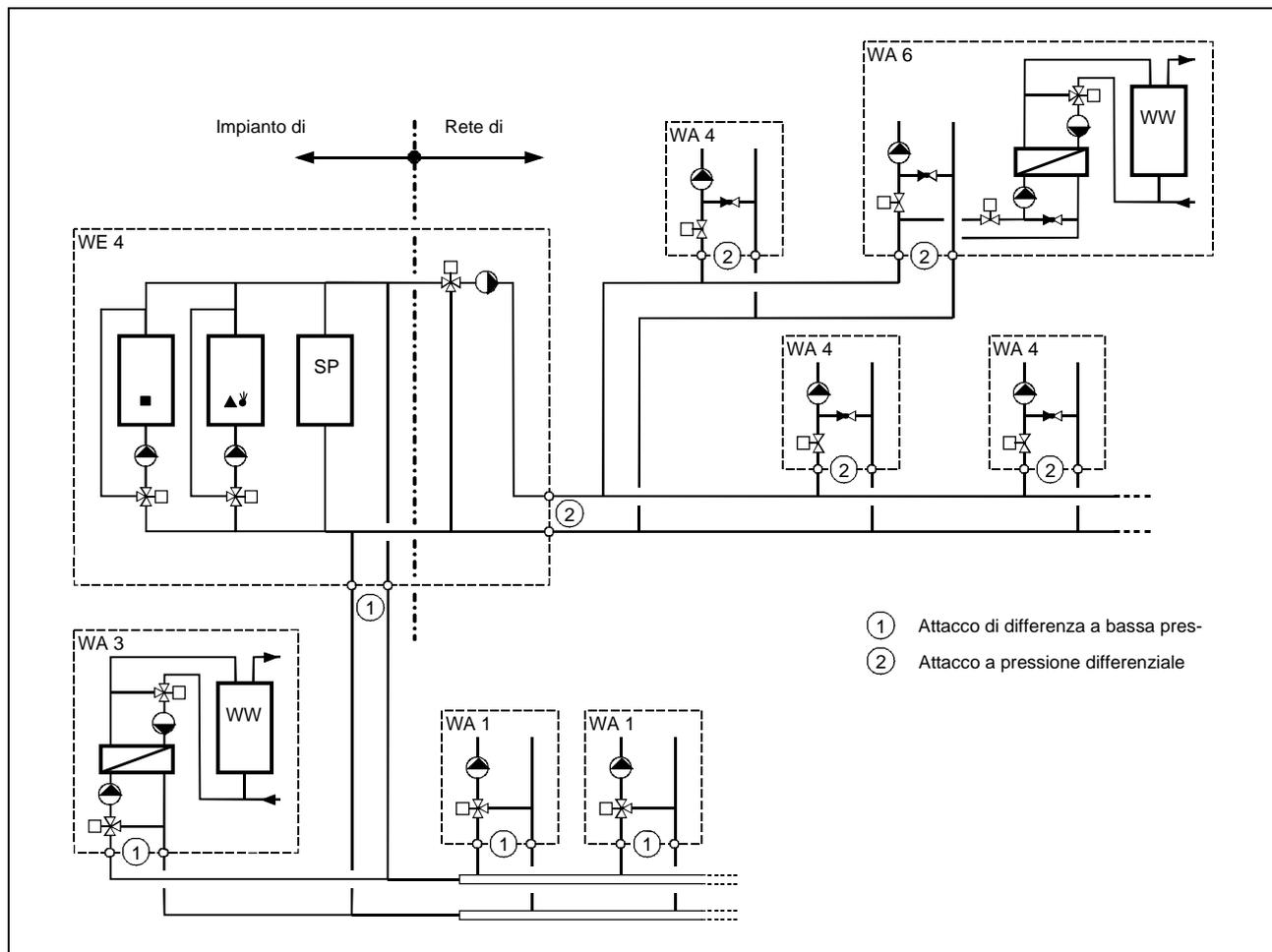


Figura 5 : Esempio di uno schema idraulico standard completo composto da WE4 (sistema di riscaldamento bivalente a biomassa con serbatoio di accumulo) con collegamenti differenziali a bassa pressione nella centrale termica WA1 (gruppi di riscaldamento) e WA3 (scaldacqua/scaldabagno), nonché collegamenti differenziali a pressione sulla rete di teleriscaldamento WA 4 (gruppi di riscaldamento) e WA6 (gruppo di riscaldamento con scaldacqua/scaldabagno). WW: acqua calda (fornitura di acqua calda sanitaria), SP: serbatoio di accumulo.

Livelli del sistema I&C

All'interno degli schemi idraulici standard per la produzione di calore, si distinguono i seguenti livelli per il sistema di strumentazione e controllo (I&C) (esempio nella Figura 6):

■ **Livello utente** con interfacce verso i sistemi I&C principali e secondari. In questo caso è necessaria un'ulteriore distinzione:

- funzionamento di servizio e di emergenza (elementi operativi nel quadro di comando)
- selezione delle modalità di funzionamento (interruttore di selezione del funzionamento nel quadro di comando come soluzione più semplice, possibile anche l'ingresso tramite PLC o l'ingresso tramite computer principale)
- cambio dei setpoint, programmi a tempo, ecc.

■ **Sistema I&C principale** con interfacce per il livello utente e per i sistemi I&C secondari. In questo caso è necessaria un'ulteriore distinzione:

- funzioni di controllo e regolazione
- registrazione dei dati per l'ottimizzazione del funzionamento (è obbligatorio come schema idraulico standard!)

■ **Sistemi I&C secondari** con interfacce verso il livello utente e verso il sistema I&C principale. In questo caso è necessaria un'ulteriore distinzione:

- sistemi I&C nella centrale termica (caldaia a biomassa, caldaia a gasolio/gas, gruppi nella centrale termica).
- sistemi I&C sulla linea dorsale (di solito gruppi autonomi sulla linea dorsale senza interfacce con la centrale termica).

La Tabella 7 mostra, utilizzando tre esempi tipici, come i livelli del sistema I&C possono essere effettivamente realizzati.

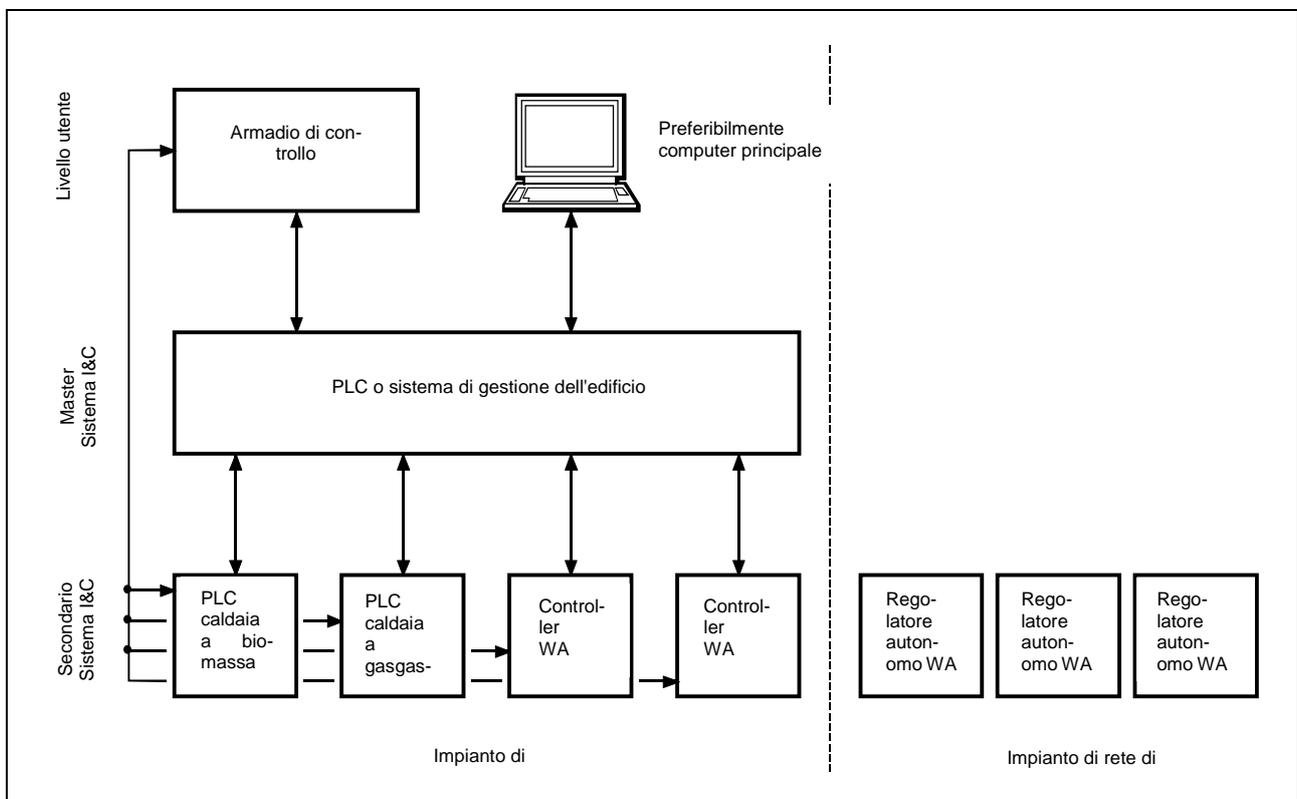


Figura 6 : Livello utente, sistema I&C principale e sistemi I&C secondari (esempio).

Livelli del sistema I&C		Come si realizzano i livelli del sistema I&C?			
		Esempio 1: Realizzazione della parte con sfondo grigio con unità di controllo e regolazione individuale; registrazione dei dati di funzionamento con data logger separato	Esempio 2: Realizzazione della parte con sfondo grigio con un PLC o un piccolo sistema di guida (per esempio, una versione snella di un sistema di gestione degli edifici con un solo regolatore e un livello di controllo minimo necessario)	Esempio 3: Realizzazione della parte con sfondo grigio con il PLC esteso della caldaia a biomassa	Esempio 4: Realizzazione della parte con sfondo grigio con un sistema di gestione dell'edificio (qui il PLC della caldaia a biomassa non può essere sostituito dal sistema di gestione dell'edificio!)
Livello utente	Servizio e funzionamento di emergenza	Interruttore "Off-On-Auto" nel quadro elettrico	Interruttore "Off-On-Auto" nel quadro elettrico	Interruttore "Off-On-Auto" nel quadro elettrico	Interruttore "Off-On-Auto" nel quadro elettrico
	Scelta operativa, estate/inverno	Selezione del funzionamento e interruttore estate/inverno nel quadro di comando	Selezione del funzionamento e interruttore estate/inverno nel quadro di comando	PLC esteso della caldaia a biomassa	Sistema di gestione dell'edificio
	Cambiare i setpoint, i programmi a tempo, ecc.	Unità di controllo e regolazione individuali	PLC o piccolo sistema di guida		
Sistema principale I&C	Controllare e regolare				
Sistemi I&C secondari nell'impianto di riscaldamento centralizzato		PLC della caldaia a biomassa	PLC della caldaia a biomassa	PLC esteso della caldaia a biomassa	PLC della caldaia a biomassa
		Regolatore della caldaia a gasolio/gas	Regolatore della caldaia a gasolio/gas		Regolatore di gruppo
Sistemi I&C secondari nella rete di teleriscaldamento		Regolatori di gruppo autonomi	Regolatori di gruppo autonomi		

Tabella 7 : Tre esempi tipici di implementazione (Attenzione: la registrazione automatica dei dati deve essere sempre possibile!)

Registrazione dei dati operativi per l'ottimizzazione delle operazioni

Per ogni schema idraulico standard, è obbligatorio registrare i dati operativi (almeno temporaneamente per la durata dell'ottimizzazione operativa). Questo viene assegnato al sistema I&C principale. Sono disponibili le seguenti opzioni:

- Utilizzo di un **data logger** (almeno temporaneamente durante il periodo di ottimizzazione operativa) con interfaccia per segnali analogici sotto forma di segnali standard in uscita (ad es. 0...10 V, 4...20 mA) e contatti a potenziale zero per segnali digitali.
- Registrazione dei dati all'interno di un **PLC**. Se questo è possibile dipende dall'hardware e dal software del sistema scelto. È solitamente richiesto un PC per la memorizzazione dei dati (almeno temporaneamente per la durata dell'ottimizzazione del funzionamento).

■ Nel caso di **piccoli sistemi di gestione** (per esempio la versione snella di un sistema di gestione degli edifici con un solo regolatore e un minimo livello di controllo necessario), la registrazione dei dati è solitamente prevista dal produttore, ma questo in genere richiede un computer principale (almeno temporaneamente per la durata dell'ottimizzazione operativa).

■ Se è previsto un **sistema di gestione degli edifici più grande**, la realizzazione della registrazione dei dati dovrebbe essere possibile senza problemi.

Come si descrive uno schema idraulico standard?

Lo **schema idraulico standard** per il progetto specifico in questione consiste delle seguenti parti:

- frontespizio (tratto dall'allegato 2);
- descrizione del Sistema di produzione di calore (capitoli 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 o 8; compilati, spuntati * e adattati alla soluzione idraulica reale prevista);
- se esiste un impianto di teleriscaldamento, descrizione della rete di distribuzione del calore (capitolo 9; completata, spuntata e adattata all'effettiva soluzione idraulica prevista);
- modifiche specifiche del sistema (capitolo 10).

Perché il sistema sia considerato uno schema idraulico standard, devono essere soddisfatti i seguenti **requisiti**:

- Lo schema di base, lo schema di controllo e il testo nei capitoli da 1 a 9 non possono essere modificati (si possono eventualmente inserire delle aggiunte per una migliore comprensione del sistema). Il testo attuale contiene la formulazione "deve" che implica che il requisito è indispensabile perché il sistema sia considerato uno schema idraulico standard. La formulazione "può" nel testo attuale è da intendersi come raccomandato.
- Tutte le domande sull'impianto da realizzare devono trovare risposta nelle tabelle corrispondenti.
- Tutte le informazioni specifiche del sistema devono essere inserite nelle apposite tabelle.

Lo **schema indicato** deve essere adottato per evitare confusione e facilitare la verifica. Nel capitolo 10 "Modifiche specifiche del sistema", la suddivisione in capitoli è lasciata all'utente.

Schema idraulico standard con piccole deviazioni: se la soluzione prevista corrisponde in gran parte a uno schema idraulico standard, ma i requisiti elencati non possono essere completamente soddisfatti, lo schema idraulico standard corrispondente può essere corretto e integrato. Le deviazioni devono essere specificamente evidenziate e giustificate.

Come si descrive uno schema idraulico non standard?

Se non esiste uno schema idraulico standard per la soluzione prevista, lo schema idraulico non standard deve essere descritto analogamente a uno schema idraulico standard.

L'idraulica e lo schema di controllo di un sistema idraulico standard derivano logicamente una dall'altro. Schemi idraulici più grandi che non sono definiti come schemi idraulici standard possono quindi - grazie alla struttura sistematica degli schemi idraulici standard già esistenti - essere derivati da essi senza problemi.

* Il modo più semplice per cambiare il simbolo "☐" in "☒" è fare doppio clic su di esso. Poi si può selezionare il simbolo di spunta dalla lista dei simboli la prima volta, e quando si clicca di nuovo su di esso, il simbolo di spunta appare per primo nella lista (dei simboli usati in precedenza).

1. Sistema di riscaldamento a biomassa monovalente senza serbatoio di accumulo

1.1 Breve descrizione e responsabilità

1.1.1 Livello utente

Sono richiesti il funzionamento più semplice possibile e una chiara visualizzazione delle funzioni principali in modo che anche il personale non specializzato possa utilizzare il sistema:

- Per il **funzionamento di servizio e di emergenza** devono essere soddisfatti i seguenti requisiti:
 - Deve essere possibile disattivare parzialmente o completamente il sistema di controllo automatico per lavori di manutenzione e in caso di funzionamento di emergenza (ad esempio tramite l'interruttore "off/on/automatico").
 - Deve essere garantito il funzionamento manuale delle valvole di controllo (ad esempio, la regolazione manuale sulla valvola di controllo, ma questo non deve essere disturbato da un segnale di controllo errato).
 - Tutte le funzioni di sicurezza devono essere mantenute
- La **modalità di funzionamento** deve essere **selezionata in** uno dei seguenti modi:
 - Tramite interruttori in un **pannello di controllo convenzionale** (di solito nel quadro di controllo).
 - Tramite un **PLC** solo se i requisiti hardware e software per un funzionamento conveniente sono corretti.
 - Attraverso il computer principale di un **sistema di controllo**
- Ulteriori operazioni, come la **regolazione dei setpoint, la modifica dei programmi orari, ecc.**, possono essere eseguite direttamente sui sistemi I&C principali e secondari (se necessario, anche via Internet).

1.1.2 Sistema principale I&C

Il sistema I&C principale si occupa di tutte le principali funzioni di controllo e regolazione e collega tra loro i sistemi I&C secondari. Inoltre, è assegnata al sistema principale I&C anche la registrazione automatica dei dati, che è obbligatoria come schema idraulico standard (almeno temporaneamente per la durata della fase di ottimizzazione dell'operazione).

1.1.3 Sistema I&C secondario 1: caldaia a biomassa

Il sistema I&C secondario della caldaia a biomassa deve soddisfare le seguenti **funzioni**:

- Gestione della portata di cippato in caldaia o accensione automatica.
- Controllo della potenza termica fornita nel funzionamento manuale e automatico in base alla specifica del setpoint del sistema I&C principale.
- Controllo della temperatura dell'acqua della caldaia durante il funzionamento.
- Limitazione della potenza termica fornita in base alla temperatura dell'acqua della caldaia in tutte le modalità di funzionamento.

Se è necessario un **separatore di particelle**, esso deve essere controllato dal sistema I&C secondario della caldaia a biomassa.

La **sicurezza** della caldaia a biomassa, cioè la prevenzione del superamento della temperatura dell'acqua massima ammissibile, deve essere garantita dal sistema I&C secondario della caldaia a biomassa.

Se il PLC della caldaia a biomassa può soddisfare anche le richieste del sistema I&C principale (in particolare la registrazione automatica dei dati), **può essere** testato l'**uso simultaneo come sistema I&C principale e secondario**.

1.1.4 Soluzione minima ammissibile

Se le funzioni del sistema principale I&C possono essere assolate tramite controller individuali e/o il PLC della caldaia a biomassa, la sola temperatura dell'acqua può essere controllata tramite il PLC della caldaia (stessa temperatura, ma diversi punti di misurazione); invece della temperatura di uscita della caldaia. La registrazione automatica dei dati deve poi essere realizzata tramite il PLC della caldaia a biomassa o tramite un data logger.

1.1.5 Struttura selezionata dei livelli del sistema I&C

Per la progettazione I&C (in particolare anche per la definizione dell'interfaccia) deve essere designato un responsabile di riferimento.

La possibile struttura dei livelli del sistema I&C da descrivere, con indicazione delle diverse responsabilità, è riportata nella Tabella 8.

Livello del sistema I&C	Domande e risposte
Permesso Soluzione minima consentita Sezione 1.1.4	È stata selezionata la soluzione minima ammissibile? <input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No
Livello utente Sezione 1.1.1	Sono soddisfatti i requisiti per il servizio e il funzionamento di emergenza? <input type="checkbox"/> Sì (obbligatorio per lo schema idraulico standard) <input type="checkbox"/> No Come avviene la selezione della modalità di funzionamento? <input type="checkbox"/> Interruttore in un pannello di controllo convenzionale <input type="checkbox"/> Ingresso tramite un PLC (è garantito un funzionamento sufficientemente comodo) <input type="checkbox"/> Ingresso tramite il computer principale del sistema di controllo Da dove può essere controllato e azionato il sistema? <input type="checkbox"/> Solo nell'impianto di riscaldamento centralizzato <input type="checkbox"/> Nell'impianto di riscaldamento centralizzato e via modem <input type="checkbox"/> Nell'impianto di riscaldamento centralizzato e via internet
Sistema principale I&C Sezione 1.1.2	Come viene implementato il sistema principale I&C? <input type="checkbox"/> <u>Soluzione minima</u> : controllo della potenza termica fornita tramite il PLC della caldaia a biomassa; protezione della temperatura di ritorno della caldaia con regolatore individuale o tramite il PLC della caldaia a biomassa. <input type="checkbox"/> Utilizzo del PLC della caldaia a biomassa come sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Proprio sistema I&C principale Collegamento del sistema I&C principale/secondario tramite interfaccia standard [9]? <input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No Come avviene la registrazione automatica dei dati? (Bisogna rispondere anche per la soluzione minima!) <input type="checkbox"/> Data logger durante l'ottimizzazione del funzionamento (viene fornita un'interfaccia) <input type="checkbox"/> Registrazione interna dei dati nel sistema principale I&C
Sistema I&C secondario 1: Caldaia a biomassa Sezione 1.1.3	Qual è il ruolo/compito del PLC della caldaia a biomassa? <input type="checkbox"/> <u>Soluzione minima</u> : controllo della temperatura dell'acqua della caldaia solo tramite il PLC della caldaia a biomassa <input type="checkbox"/> Viene usato simultaneamente come sistema I&C principale e secondario <input type="checkbox"/> È secondario al sistema principale di I&C
Responsabilità	Come sono regolate le responsabilità nella fase di pianificazione delle gare d'appalto? <input type="checkbox"/> Specificazione di tutti i livelli del sistema I&C da parte del progettista principale <input type="checkbox"/> Specificazione di tutti i livelli del sistema I&C da parte del progettista principale con il coinvolgimento degli specialisti I&C

	<p>Come sono regolate le responsabilità (specialmente le definizioni delle interfacce) nella fase di esecuzione e approvazione?</p> <p><input type="checkbox"/> Progettazione generale di tutti i livelli del sistema I&C da parte del progettista principale</p> <p><input type="checkbox"/> Progettazione generale di tutti i livelli del sistema I&C da parte del fornitore della caldaia a biomassa</p> <p><input type="checkbox"/> Progettazione generale di tutti i livelli del sistema I&C da parte del fornitore del sistema I&C principale</p> <p><input type="checkbox"/> Progettazione di ogni livello del sistema I&C da parte del rispettivo fornitore (non consentito per gli schemi idraulici standard, poiché è esplicitamente richiesta un responsabile principale della progettazione I&C).</p>
--	---

Tabella 8: Domande e risposte per la scelta della struttura dei livelli e delle responsabilità del sistema I&C.

1.2 Schema principale e design

1.2.1 Circuito idraulico

Il circuito idraulico deve essere conforme alla Figura 9. I seguenti requisiti devono essere soddisfatti:

- Il circuito idraulico deve essere mantenuto a bassa differenza di pressione dal compensatore idraulico, cioè progettare il compensatore idraulico più corto possibile e il diametro del tubo compensatore idraulico = diametro del tubo del flusso principale.
- L'interconnessione della caldaia a biomassa, del compensatore idraulico, del distributore a bassa pressione e del precontrollo devono essere effettivamente ad un basso differenziale di pressione (tubi corti, grandi diametri dei tubi).

L'impianto è anche considerato uno schema idraulico standard se:

- una pompa è realizzata da due o più pompe collegate in parallelo o in serie,
- il precontrollo della rete di teleriscaldamento è realizzato da due valvole di controllo collegate in parallelo o con un gruppo estivo separato,
- gli scambiatori di calore dei gas di scarico sono integrati.

1.2.2 Progettazione idraulica e del sistema di controllo

La progettazione idraulica e del sistema di controllo deve essere eseguita in funzione delle normative. Devono essere soddisfatti i requisiti in base alle linee guida Q [1] e il manuale di progettazione [4]; in particolare:

- Protezione e precontrollo della temperatura di ritorno della caldaia; autorità della valvola $\geq 0,5$
- Differenza di temperatura di progetto della caldaia a biomassa ≤ 15 K; è necessaria una differenza di temperatura inferiore se la temperatura di ritorno minima ammissibile è elevata (ad es. quando si utilizzano corteccia o residui legnosi della gestione forestale); può essere aumentata per ridurre il consumo di energia della pompa, se ci si assicura che ciò non provochi problemi di controllo (ad es. oscillazione della potenza della caldaia a causa della stratificazione della temperatura).
- La temperatura di entrata della caldaia deve essere almeno 5 K più alta della temperatura di ritorno minima ammessa (margine di sicurezza della temperatura di ritorno della caldaia).

Il progetto idraulico e di controllo deve essere presentato e documentato in conformità alla Tabella 10.

Deve essere specificata **una temperatura massima ammissibile di ritorno principale T143**.

Se la differenza di temperatura tra la temperatura di uscita e la temperatura di ingresso della caldaia è di oltre 10 K inferiore alla differenza tra la temperatura di uscita della caldaia e la temperatura massima ammissibile del ritorno principale T143, si raccomanda di prevedere un **compensatore idraulico nel circuito della caldaia D111**.

Importante: per garantire che la caldaia possa sempre erogare la potenza, bisogna assicurarsi che la temperatura di ritorno principale T143 non possa salire oltre il valore di progetto in nessun caso (prescrivere un limitatore della temperatura di ritorno per tutte le utenze!)

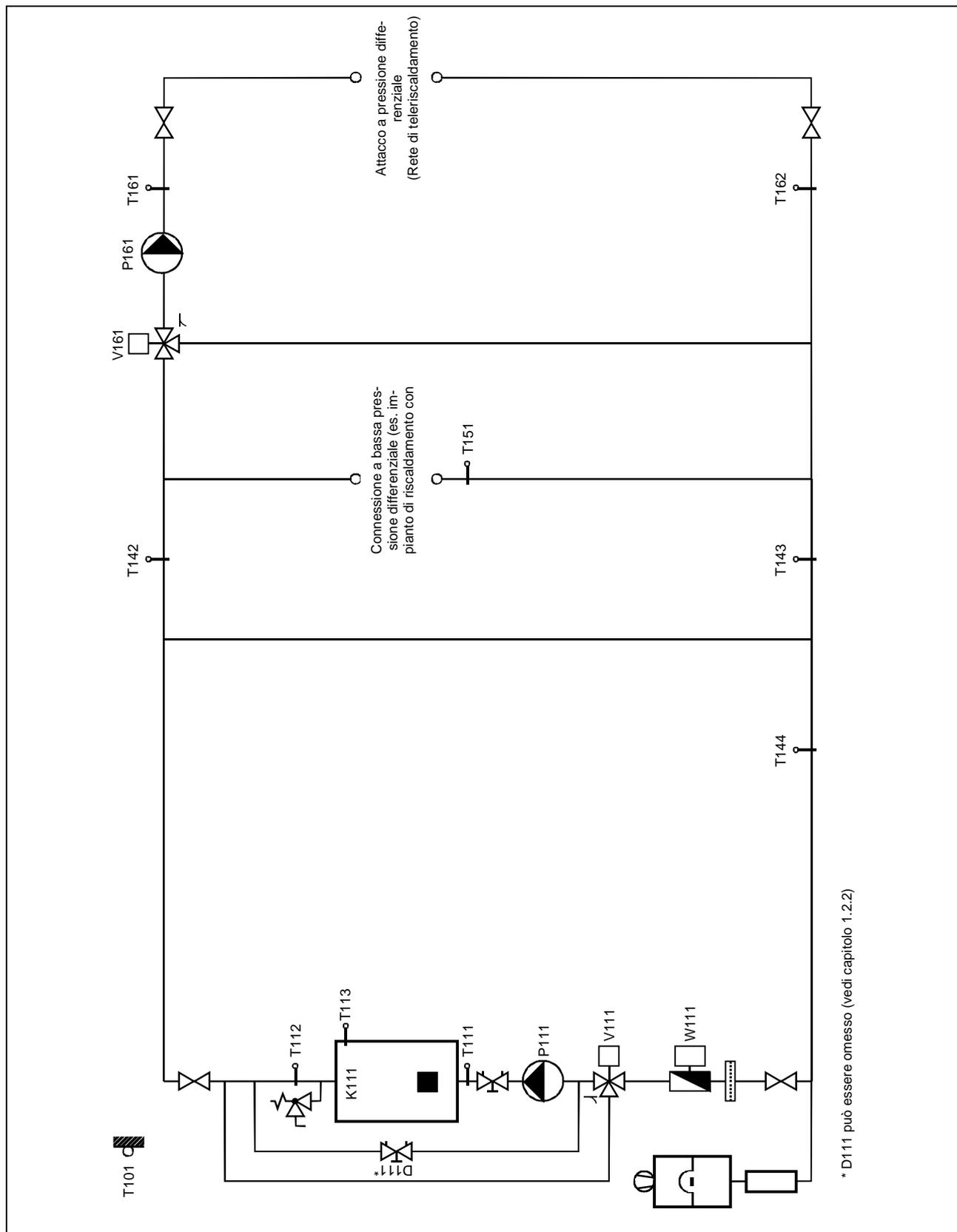


Figura 9 : Schema generale dello schema idraulico standard per un impianto di riscaldamento a biomassa monovalente senza serbatoio di accumulo. I dispositivi di sicurezza e il sistema di espansione devono essere progettati secondo le norme specifiche del paese.

Progettazione del sistema idraulico e di controllo	Unità	<i>Esempio</i>		Etichetta
Richiesta di potenza termica dell'intero sistema				
Attacco di differenza a bassa pressione	kW	50		
Collegamento a pressione differenziale (rete di teleriscaldamento incl. perdite)	kW	250		
Sistema complessivo	kW	300		
Limiti di temperatura garantiti				
Temperatura di alimentazione principale	°C	85		T142
Temperatura massima ammissibile del ritorno principale	°C	55		T143
Temperatura minima ammissibile all'ingresso della caldaia (protezione della temperatura di ritorno della caldaia)	°C	60		T111
Temperatura massima dell'acqua della caldaia (regolatore di limite)	°C	90		T113
Temperatura massima ammissibile dell'acqua della caldaia (controllo sicurezza)	°C	110		T113
Circuito della caldaia				
Potenza massima della caldaia	kW	300		K111
Potenza minima della caldaia	kW	90		K111
Temperatura di uscita della caldaia	°C	85		T112/T113
Portata della pompa della caldaia	m ³ /h	17,2		P111
Prevalenza della pompa caldaia	m	3		P111
Temperatura d'ingresso della caldaia	°C	70		T111
Portata della valvola di controllo del circuito della caldaia	m ³ /h	8,6		V111
Portata del compensatore idraulico	m ³ /h	8,6		D111
caduta di pressione della valvola di controllo	kPa	10		V111
Sezione di perdita di pressione con flusso di volume variabile	kPa	8		
Autorità della valvola risultante	--	0,56		V111
Progettazione del precontrollo e della pompa di rete nel capitolo 9				

Tabella 10 : Progettazione del sistema idraulico e di controllo. I dati per la progettazione del sistema devono essere inseriti secondo l'esempio (i valori inseriti nell'esempio sono da cancellare).

1.3 Descrizione del funzionamento

1.3.1 Schema di controllo

Il sistema può essere controllato e regolato in due modi:

■ **Schema idraulico standard con controllo della temperatura di uscita della caldaia tramite il sistema principale I&C (Figura 11):** Il vantaggio di questa soluzione è la sua compatibilità con gli altri schemi idraulici standard; un successivo ampliamento è possibile con lo stesso modello di controllo.

■ **Soluzione minima ammissibile secondo la sezione 1.1.4 (Figura 12):** invece della temperatura di uscita della caldaia, è controllata tramite il PLC solo la temperatura dell'acqua della caldaia (stessa temperatura, ma diversi punti di misurazione). Questa soluzione è più economica, ma nel caso di un'espansione successiva, il modello di controllo deve essere cambiato e la registrazione dei dati per l'ottimizzazione del funzionamento deve essere impostata separatamente.

1.3.2 Modalità di funzionamento

Sono previste le seguenti modalità di funzionamento:

■ **Off:** l'intero sistema di produzione di calore è fuori servizio, ad eccezione delle operazioni continue (unità di espansione automatica, ecc.)

■ **Manuale:** il setpoint "manuale" della potenza termica fornita può essere impostato come valore fisso 30...100% sul sistema principale I&C; questa modalità di funzionamento non è obbligatoria.

■ **Locale:** il controllo dell'uscita interna del sistema I&C secondario della caldaia a biomassa è attivato (il sistema I&C principale potrebbe essere fuori uso o difettoso).

■ **Automatico:** il setpoint per la potenza termica fornita è specificato dal sistema principale I&C in funzione della temperatura di uscita della caldaia (= variabile di controllo principale).

■ **Altri modi di funzionamento:** specialmente per il funzionamento a basso carico (periodo di transizione, estate), possono essere necessarie altre modalità di funzionamento (per esempio il convenzionale cambio "estate/inverno").

■ **Soluzione minima ammissibile secondo la sezione 1.1.4 (Figura 12):** le modalità di funzionamento "manuale" e "locale" sono omesse e la variabile di controllo principale nella modalità di funzionamento "automatico" non è la temperatura di uscita della caldaia, ma la temperatura dell'acqua della caldaia.

1.3.3 Controllo

La regolazione climatica della temperatura di mandata e il programma di controllo temporale dei setpoint, così come lo sblocco e il blocco di caldaie, pompe, ecc. devono essere implementati dal sistema principale I&C.

Con la **regolazione climatica**, la temperatura dell'aria esterna può essere registrata tramite un sensore sul lato nord dell'edificio, e la temperatura dell'aria esterna può quindi essere utilizzata da un lato come valore istantaneo e dall'altro come valore medio delle 24 ore per tarare i setpoint e i criteri di sblocco. Per esempio calcolo in continuo del valore medio su 24 ore su una finestra delle ultime 24 ore e ricalcolo ogni 15 minuti.

Con un **controllo del programma a tempo**, i livelli del programma a tempo possono essere programmati per diverse funzioni.

Soluzione minima ammissibile secondo la sezione 1.1.4 (Figura 12): il controllo è omesso.

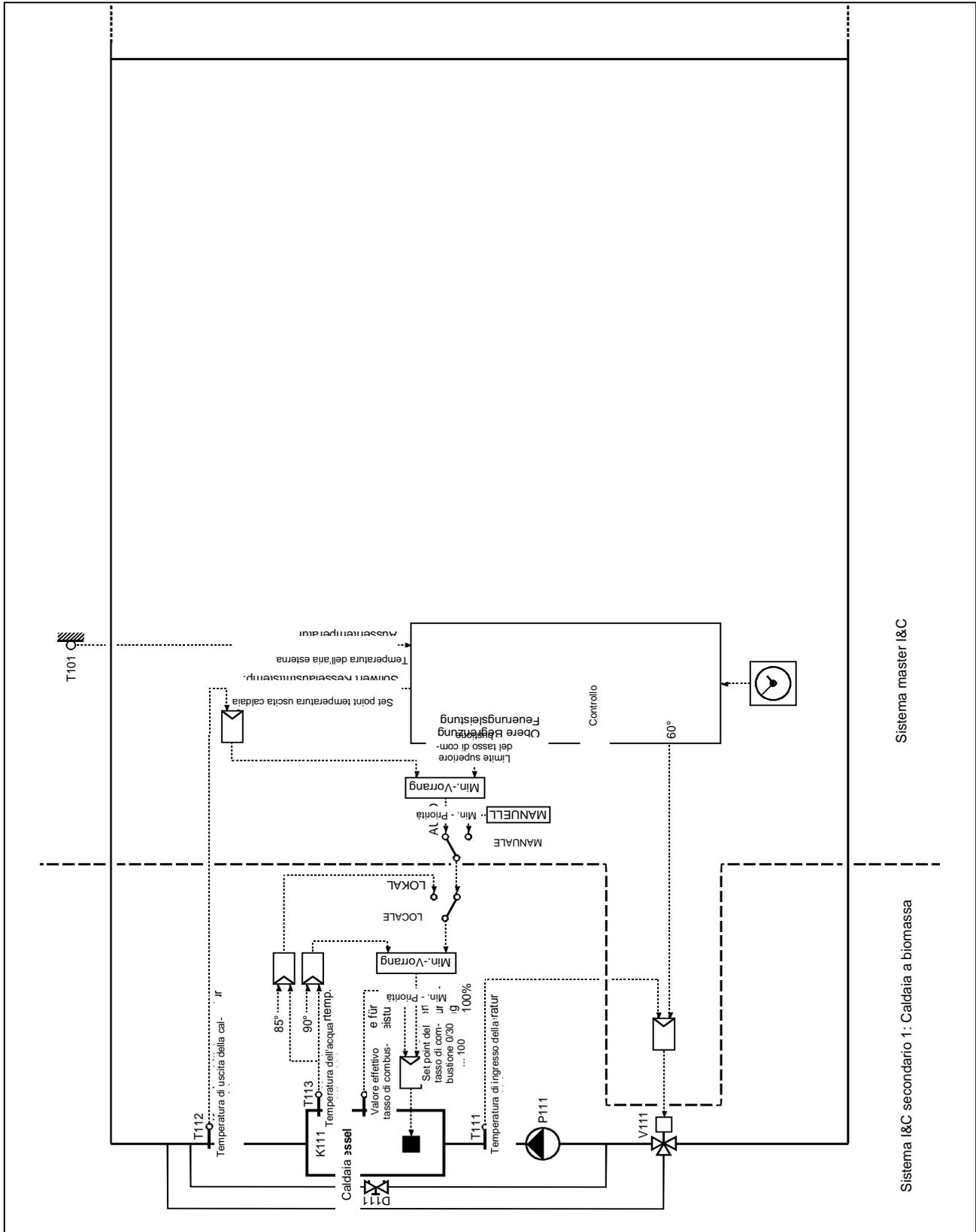


Figura 11 : Schema di controllo dello schema idraulico standard per un sistema di riscaldamento a biomassa monovalente senza serbatoio di accumulo. Gli interruttori a priorità minima indirizzano il segnale d'ingresso più basso verso l'uscita. I valori numerici sono da intendersi come esempi. Le funzioni di sicurezza non sono mostrate; queste devono essere implementate attraverso il sistema secondario I&C della caldaia a biomassa.

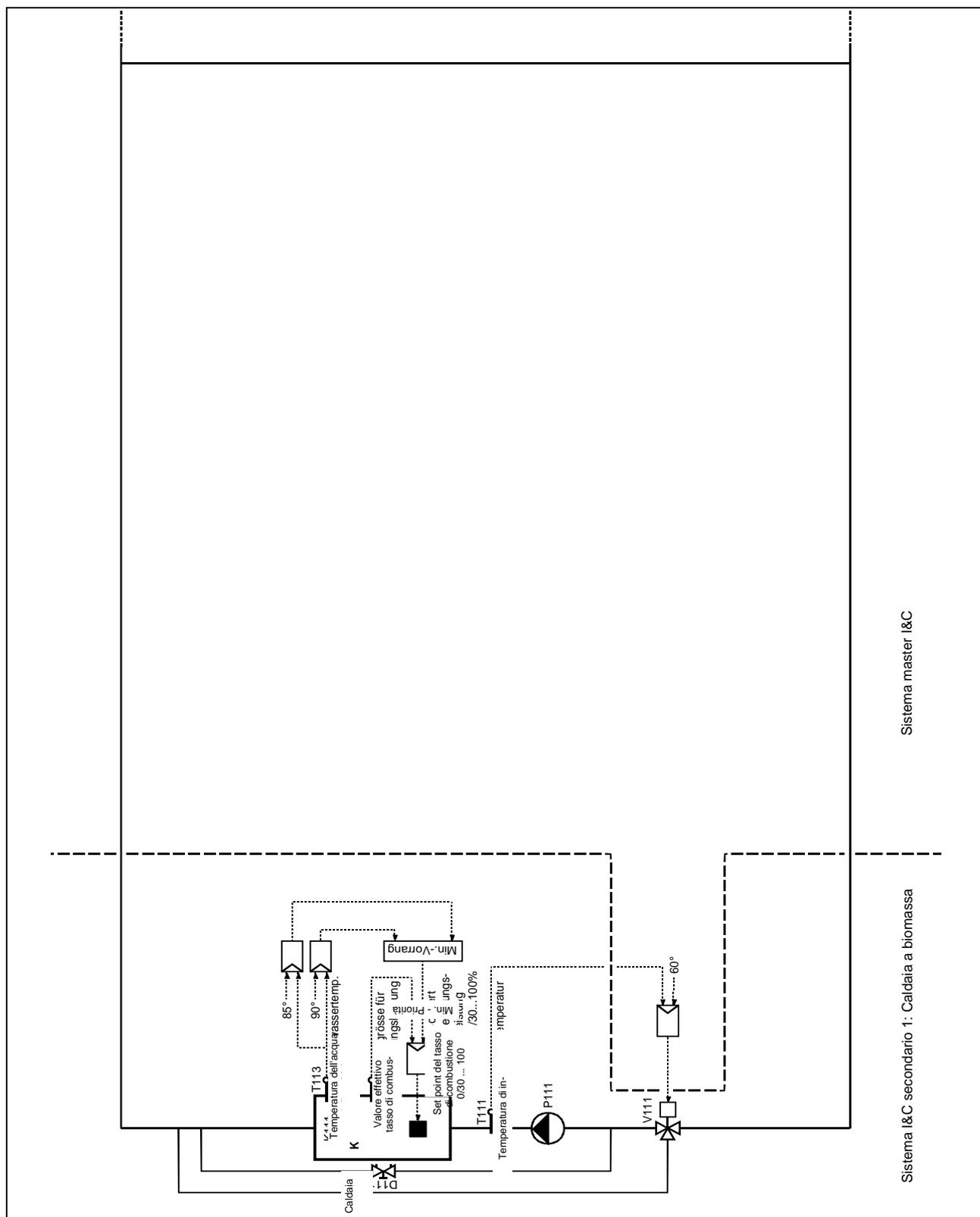


Figura 12 : Schema di controllo della soluzione minima ammissibile per un sistema di riscaldamento a biomassa monovalente senza serbatoio di accumulo. Gli interruttori di priorità minima indirizzano il segnale d'ingresso più basso verso l'uscita. I valori numerici sono da intendersi come esempi. Le funzioni di sicurezza non sono riportate; queste devono essere realizzate tramite il sistema secondario I&C della caldaia a biomassa.

1.3.4 Controllo del circuito della caldaia

Il circuito della caldaia deve essere controllato dal sistema principale I&C.

Nella modalità di funzionamento "automatica", se la temperatura d'ingresso della caldaia scende sotto il valore limite, la regolazione deve avvenire su questo valore limite (= **margine di sicurezza della temperatura di ritorno della caldaia**).

Nella modalità di funzionamento "manuale", dovrebbe anche essere prevista un margine di sicurezza della temperatura di ritorno della caldaia.

Nella modalità di funzionamento "locale", il margine di sicurezza della temperatura di ritorno della caldaia dovrebbe continuare ad essere attiva se il sistema principale I&C è ancora funzionante (condizione che potrebbe non essere più presente in caso di funzionamento di emergenza).

Soluzione minima ammissibile secondo la sezione 1.1.4 (Figura 12): la protezione della temperatura di ritorno della caldaia viene aumentata tramite i regolatori individuali o tramite il PLC della caldaia a biomassa.

1.3.5 Controllo della temperatura di uscita della caldaia

Il controllo della temperatura di uscita della caldaia deve essere realizzato dal sistema principale I&C.

La temperatura di uscita della caldaia deve essere controllata regolando il setpoint della potenza termica fornita (= variabile correttiva) su un valore fisso.

Soluzione minima ammissibile secondo la sezione 1.1.4 (Figura 12): invece della temperatura di uscita della caldaia, solo la temperatura dell'acqua della caldaia (stessa temperatura, ma punti di misurazione diversi) viene controllata tramite il PLC della caldaia a biomassa.

1.3.6 Controllo della potenza termica fornita

La potenza termica fornita è controllata tramite il sistema I&C secondario della caldaia a biomassa.

La caldaia a biomassa deve essere dotata di accensione automatica. Se questo non è possibile o non è ragionevole per le condizioni di funzionamento, può essere fatta funzionare con la modalità di supporto della griglia di combustione. In linea di principio, la caldaia a biomassa dovrebbe essere sempre fatta funzionare alla potenza più bassa possibile, in modo che debba essere accesa e spenta il meno possibile.

Soluzione minima ammissibile secondo la sezione 1.1.4 (Figura 12): I seguenti 4 paragrafi non sono rilevanti!

Il regolatore per la temperatura di uscita della caldaia T113 del sistema principale I&C indica all'impianto di combustione il setpoint della potenza termica fornita. Con l'aiuto del regolatore, il setpoint della potenza di combustione può essere ulteriormente regolato e limitato.

Il regolatore interno per la temperatura dell'acqua della caldaia T113 del sistema I&C secondario ha le seguenti funzioni:

- Modalità di funzionamento "manuale" (non obbligatoria): Controllo della potenza termica fornita ad un valore fisso impostato sul sistema principale I&C, cioè nessun controllo della temperatura di uscita della caldaia T112, ma limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia T113 (ad es. a 90°C).
- Modalità di funzionamento "Locale": Controllo della temperatura dell'acqua della caldaia T113 ad un valore fisso impostato sul sistema I&C secondario (ad es. 85°C), limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia T113 ad un valore fisso superiore (ad es. a 90°C).
- Modalità di funzionamento "automatico": Limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia T113 (per esempio a 90°C)

Nel campo di regolazione della potenza della caldaia a biomassa del 30...100%, la regolazione dovrebbe essere continua. Al di sotto di questo valore, la regolazione deve essere in modalità a due stadi. La commutazione tra OFF (o supporto del letto di fuoco) e regolazione continua avviene tramite il rispettivo sistema I&C

attivo. Se il produttore della caldaia a biomassa lo desidera, la commutazione può sempre avvenire anche tramite la caldaia a biomassa.

Indicazioni per l'interfaccia standard tra il sistema principale I&C e la caldaia a biomassa, così come una lista di produttori di unità di controllo e caldaie a biomassa che offrono queste interfacce, può essere scaricata da Internet [9].

Importante: la sicurezza della caldaia a biomassa, cioè evitare il superamento della temperatura massima ammissibile dell'acqua della caldaia, deve essere ulteriormente garantita dal sistema I&C secondario della caldaia a biomassa.

1.3.7 Scelta della strategia di controllo

Le strategie di controllo del circuito della caldaia, della temperatura di uscita della caldaia e della potenza termica fornita per il progetto da descrivere, devono essere definite nella Tabella 13.

Modalità di funzionamento	Controllo del circuito della caldaia	Controllo della temperatura di uscita della caldaia (= variabile di controllo principale)	Regolazione della potenza termica fornita
Off	Non operativo		
Manuale <input type="checkbox"/> Non fornito <input type="checkbox"/> <u>Soluzione minima:</u> "manuale" è omesso	<input type="checkbox"/> T111 protezione della temperatura di ritorno della caldaia attraverso il sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia T113 da parte del sistema I&C secondario	<input type="checkbox"/> Controllo della temperatura di uscita della caldaia T112 fuori uso	<input type="checkbox"/> Setpoint regolabile come valore fisso sul sistema I&C principale
Locale <input type="checkbox"/> <u>Soluzione minima:</u> "locale" è omesso	<input type="checkbox"/> Controllo della temperatura dell'acqua della caldaia T113 mediante sistema I&C secondario	<input type="checkbox"/> Controllo della temperatura di uscita della caldaia T112 fuori uso	<input type="checkbox"/> Regolatore di potenza interno del sistema I&C secondario attivato
Automatico Operazione estiva? <input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> <u>Soluzione minima:</u> Protezione della temperatura di ritorno della caldaia T111 tramite regolatore individuale <input type="checkbox"/> <u>Soluzione minima:</u> protezione della temperatura di ritorno della caldaia T111 tramite PLC della caldaia a biomassa <input type="checkbox"/> T111 protezione della temperatura di ritorno della caldaia attraverso il sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia T113 da parte del sistema I&C secondario	<input type="checkbox"/> <u>Soluzione minima:</u> Controllare la temperatura dell'acqua della caldaia T113 con il regolatore interno della caldaia a biomassa <input type="checkbox"/> Controllo della temperatura di uscita della caldaia T 112 da parte di un sistema principale I&C; la variabile correttiva è il valore di setpoint della potenza termica fornita.	<input type="checkbox"/> <u>Soluzione minima:</u> Controllo della potenza termica fornita tramite il regolatore interno della caldaia a biomassa <input type="checkbox"/> Controllo della potenza termica fornita da parte del sistema I&C secondario; setpoint dal sistema I&C principale
Riassunto	Quali modalità di funzionamento sono previste? <input type="checkbox"/> Off <input type="checkbox"/> Manuale <input type="checkbox"/> Locale <input type="checkbox"/> Funzionamento invernale automatico <input type="checkbox"/> Funzionamento estivo automatico <input type="checkbox"/> Altro:		

Tabella 13 : Domande e risposte sulla modalità di controllo scelta

	<p>Come viene fatta la registrazione per i contatori?</p> <p><input type="checkbox"/> Come valore somma sull'ultimo intervallo di registrazione (raccomandato)</p> <p><input type="checkbox"/> Come lettura del contatore corrente (Attenzione: è spesso impostato a zero per errore)</p> <p>Come avviene la registrazione dei tempi di funzionamento?</p> <p><input type="checkbox"/> Come tempo di esecuzione durante l'ultimo intervallo di registrazione (raccomandato)</p> <p><input type="checkbox"/> Come il numero attuale di ore di funzionamento (Attenzione: è spesso accidentalmente impostato su zero)</p> <p>Per quanto viene mantenuta memoria del valore misurato?</p> <p><input type="checkbox"/> ≥ 30 giorni di capacità di registrazione (raccomandato) giorni di capacità di registrazione</p>
Valutazione dei dati	<p>Qual è il formato di output per la valutazione in EXCEL?</p> <p><input type="checkbox"/> File CSV con colonne = tempo e punti di misurazione, righe = valori (raccomandato)</p> <p><input type="checkbox"/> Altro:</p> <p>Come si fa la rappresentazione grafica?</p> <p><input type="checkbox"/> andamento settimanale (raccomandato)</p> <p><input type="checkbox"/> andamento giornaliero (raccomandato)</p> <p><input type="checkbox"/> rappresentazione dei flussi orari di calore, diesel e gas come output o portata (domanda)</p> <p><input type="checkbox"/> Altro:</p>
Responsabilità	<p>Come sono definite le responsabilità nella fase di preparazione delle gare d'appalto?</p> <p><input type="checkbox"/> Il progettista principale seleziona il sistema di registrazione automatica dei dati</p> <p><input type="checkbox"/> Il progettista principale seleziona il sistema di registrazione automatica dei dati con il supporto dello specialista I&C</p> <p>Come sono definite le responsabilità nella fase di esecuzione e approvazione?</p> <p><input type="checkbox"/> Programmazione del sistema di registrazione automatica dei dati da parte del progettista principale</p> <p><input type="checkbox"/> Programmazione del sistema di registrazione automatica dei dati da parte dei fornitori di caldaie a biomassa</p> <p><input type="checkbox"/> Programmazione del sistema di registrazione automatica dei dati da parte del fornitore del sistema principale I&C</p> <p>Come sono regolate le responsabilità durante le fasi di ottimizzazione operativa?</p> <p><input type="checkbox"/> Lettura e valutazione dei dati da parte del progettista principale</p> <p><input type="checkbox"/> Lettura da parte del fornitore della caldaia a biomassa, valutazione dei dati da parte del progettista principale</p> <p><input type="checkbox"/> Lettura da parte del fornitore del sistema principale I&C, valutazione dei dati da parte del progettista principale</p> <p><input type="checkbox"/> Lettura da parte dell'operatore, valutazione dei dati da parte del progettista principale</p> <p><input type="checkbox"/> Lettura e valutazione dei dati da parte dell'operatore</p>

Tabella 15 : Domande e risposte sulla registrazione automatica dei dati per l'ottimizzazione del funzionamento

1.5 Allegato al protocollo di approvazione

La fase di esecuzione si conclude con il test di approvazione. Un addendum al protocollo di approvazione deve essere redatto secondo la Tabella 17.

Alle domande della Tabella 16 si deve rispondere all'inizio della fase di gara. L'allegato al protocollo di approvazione secondo la Tabella 17 non deve essere compilato fino alla fine della fase di esecuzione. Tuttavia, si raccomanda di utilizzare queste tabelle già durante la fase di gara e di esecuzione per la definizione preliminare dei valori di progettazione; in questo modo la funzionalità del sistema è chiaramente evidenziata.

Chi prepara l'allegato al protocollo di approvazione? <input type="checkbox"/> Progettista principale <input type="checkbox"/> Fornitore di caldaie a biomassa <input type="checkbox"/> Fornitore del sistema I&C
--

Tabella 16 : Domande e risposte sull'allegato al protocollo di approvazione

Descrizione	Unità	Esempio			
Sistema principale I&C					
Collegamento del sistema I&C principale/secondario tramite interfaccia standard [9]? <input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No					
■ Protezione della temperatura di ritorno della caldaia					
Limite della temperatura d'ingresso della caldaia	°C	60			
■ Controllo della temperatura di uscita della caldaia					
<input type="checkbox"/> Soluzione minima: non applicabile Chi specifica l'OFF (o fired bed support) e la regolazione costante? <input type="checkbox"/> Il sistema di controllo attivo <input type="checkbox"/> Sempre la caldaia a biomassa					
Setpoint della temperatura di uscita della caldaia	°C	85			
Rego- lazione continua	Banda P	%	200		
	Tempo di integrazione	Min.	20		
Regolatore a due punti	Controllo continuo al setpoint controllo combustione	%	≥35		
	OFF (o fired bed support) alla potenza termica fornita impostata.	%	≤25		
Caldaia a biomassa					
■ Impostazioni uscita del calore					
Impostare la potenza termica minima con il combustibile di riferimento	kW	90			
Impostare la potenza termica massima con il combustibile di riferimento	kW	300			
■ Sistema I&C secondario 1					
<input type="checkbox"/> Soluzione minima: La temperatura dell'acqua della caldaia è la principale variabile di controllo					
Setpoint della temperatura dell'acqua della caldaia (per la soluzione minima)	°C	--			
Limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia	°C	90			
Spegnimento di sicurezza alla temperatura dell'acqua della caldaia	°C	110			

Tabella 17 : Allegato al protocollo d'approvazione - valori d'impostazione; i valori negli esempi sono da cancellare

2. Sistema di riscaldamento a biomassa monovalente con serbatoio di accumulo

2.1 Breve descrizione e responsabilità

2.1.1 Livello utente

Sono richiesti un funzionamento più semplice possibile e una chiara visualizzazione delle funzioni principali in modo che anche il personale non specializzato possa utilizzare il sistema:

- I seguenti requisiti per il **funzionamento di servizio e di emergenza** devono essere soddisfatti:
 - deve essere possibile disattivare parzialmente o completamente il sistema di controllo automatico per lavori di manutenzione e in caso di funzionamento di emergenza (ad esempio tramite l'interruttore "off/on/automatico").
 - I sistemi I&C secondari devono essere in grado di funzionare indipendentemente dal sistema I&C principale (ad esempio in caso di guasto del sistema I&C principale).
 - Il funzionamento manuale delle valvole di controllo deve essere garantito (come ad esempio la regolazione manuale sulla valvola di controllo, ma questo non deve essere disturbato da un segnale di controllo errato).
 - Tutte le funzioni di sicurezza devono essere mantenute
- La **selezione della modalità di funzionamento** deve essere fatta in uno dei seguenti modi:
 - Tramite interruttori in un **pannello di controllo convenzionale** (di solito nel quadro di controllo).
 - Tramite un **PLC**; tuttavia, questa è un'opzione solo se i requisiti hardware e software per un funzionamento ottimale sono corretti.
 - Attraverso il computer principale di un **sistema di controllo**
- Ulteriori operazioni, come la **regolazione dei setpoint, la modifica dei programmi orari, ecc.**, possono essere eseguite direttamente sui sistemi I&C principale e secondari (se necessario, anche via Internet).

2.1.2 Sistema principale I&C

Il sistema I&C principale si occupa di tutte le funzioni di controllo e regolazione principale e collega tra loro i sistemi I&C secondari. Inoltre, al sistema I&C principale è assegnata anche la registrazione automatica dei dati, che è obbligatoria per uno schema idraulico standard (almeno temporaneamente per la durata dell'ottimizzazione del funzionamento).

2.1.3 Sistema I&C secondario 1: caldaia a biomassa

Il sistema I&C secondario della caldaia a biomassa deve soddisfare le seguenti **funzioni**:

- Funzionamento della griglia di combustione o accensione automatica
- Controllo della potenza termica fornita nel funzionamento manuale e automatico in base alla specifica del setpoint del sistema I&C principale
- Controllo della temperatura dell'acqua della caldaia durante il funzionamento locale
- Limitazione della griglia di combustione a causa della temperatura dell'acqua della caldaia in tutte le modalità di funzionamento

Se è necessario un **separatore di particelle**, esso deve essere controllato dal sistema I&C secondario della caldaia a biomassa.

La **sicurezza** della caldaia a biomassa, cioè la prevenzione del superamento della temperatura massima ammissibile dell'acqua, deve essere garantita dal sistema I&C secondario.

Se il PLC della caldaia a biomassa può anche soddisfare le richieste del sistema I&C principale (in particolare anche la registrazione automatica dei dati), l'**uso simultaneo come sistema I&C principale e secondario** può essere testato.

2.1.4 Selezione della struttura dei livelli del sistema I&C

Deve essere designato un responsabile per la progettazione I&C (in particolare anche per la definizione dell'interfaccia).

Per descrivere la struttura dei livelli del sistema I&C e le responsabilità di progetto individuate da descrivere si può rispondere alle domande della Tabella 18.

Livello del sistema I&C	Domande e risposte
Livello utente Sezione 2.1.1	<p>Sono soddisfatti i requisiti per il servizio e il funzionamento di emergenza?</p> <p><input type="checkbox"/> Sì (obbligatorio per lo schema idraulico standard) <input type="checkbox"/> No</p> <p>Come avviene la selezione della modalità di funzionamento?</p> <p><input type="checkbox"/> Interruttore in un pannello di controllo convenzionale</p> <p><input type="checkbox"/> Ingresso tramite un PLC (è garantito un buon funzionamento)</p> <p><input type="checkbox"/> Ingresso tramite il computer principale del sistema di controllo</p> <p>Da dove può essere controllato e azionato il sistema?</p> <p><input type="checkbox"/> Solo nell'impianto di riscaldamento centralizzato</p> <p><input type="checkbox"/> Nell'impianto di riscaldamento centralizzato e via modem</p> <p><input type="checkbox"/> Nell'impianto di riscaldamento centralizzato e via internet</p>
Sistema principale I&C Sezione 2.1.2	<p>Come viene implementato il sistema principale I&C?</p> <p><input type="checkbox"/> Regolatore individuale come sistema principale I&C</p> <p><input type="checkbox"/> Utilizzo del PLC della caldaia a biomassa come sistema principale I&C</p> <p><input type="checkbox"/> Proprio sistema I&C principale</p> <p>Collegamento del sistema I&C principale/secondario tramite interfaccia standard [9]?</p> <p><input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No</p> <p>Come avviene la registrazione automatica dei dati?</p> <p><input type="checkbox"/> Data logger durante l'ottimizzazione del funzionamento; viene fornita un'interfaccia</p> <p><input type="checkbox"/> Registrazione interna dei dati nel sistema principale I&C</p>
Sistema I&C secondario 1: Caldaia a biomassa Sezione 2.1.3	<p>Quali sono i compiti del PLC della caldaia a biomassa?</p> <p><input type="checkbox"/> Viene usato simultaneamente come sistema I&C principale e secondario</p> <p><input type="checkbox"/> È secondario al sistema I&C principale</p>
Responsabilità	<p>Come sono regolate le responsabilità nella fase di pianificazione delle gare d'appalto?</p> <p><input type="checkbox"/> Indicazione di tutti i livelli di I&C da parte del progettista principale</p> <p><input type="checkbox"/> Indicazione di tutti i livelli I&C da parte del progettista principale con il coinvolgimento degli specialisti I&C</p> <p>Come sono regolate le responsabilità (specialmente per quanto riguarda le definizioni delle interfacce) nella fase di esecuzione e approvazione?</p> <p><input type="checkbox"/> Progettazione generale di tutti i livelli del sistema I&C da parte del progettista principale</p> <p><input type="checkbox"/> Progettazione generale di tutti i livelli del sistema I&C da parte del fornitore della caldaia a biomassa</p> <p><input type="checkbox"/> Progettazione generale di tutti i livelli del sistema I&C da parte del fornitore del sistema I&C principale</p> <p><input type="checkbox"/> Progettazione di ogni livello del sistema I&C da parte del rispettivo fornitore (non consentito per lo schema idraulico standard, poiché è esplicitamente richiesta una responsabile principale della progettazione I&C).</p>

Tabella 18 : Domande e risposte sulla struttura scelta dei livelli e delle responsabilità del sistema I&C

2.2 Schema principale e design

2.2.1 Circuito idraulico

Il circuito idraulico deve essere conforme alla Figura 19 e devono essere soddisfatti i seguenti requisiti:

- L'interconnessione della caldaia a biomassa, del serbatoio di accumulo, della connessione a bassa pressione differenziale e del precontrollo deve essere effettivamente a bassa pressione differenziale (tubi corti, grandi diametri dei tubi).
- L'impianto di accumulo deve essere progettato come un impianto di accumulo stratificato.
- I collegamenti dello accumulo con allargamento della sezione (riduzione della velocità), deflettore (rifrazione del getto d'acqua) e, se necessario, sifonati (prevenzione della circolazione a un tubo). I collegamenti dello accumulo solo in alto e in basso (nessuna connessione in mezzo)
- Non si possono far passare tubi all'interno del serbatoio di accumulo (pericolo di "agitazione termica").
- Quando possibile, il serbatoio di accumulo non dovrebbe essere diviso tra diversi contenitori. Se questo requisito non può essere soddisfatto, si deve osservare quanto segue:
 - Nessuna connessione tra o diversi contenitori
 - Quando si controlla lo stato di carica del serbatoio di accumulo, ogni contenitore di accumulo deve essere considerato come un'unità di controllo (problema: a causa della stratificazione individuale in ogni serbatoio di accumulo, il serbatoio di accumulo più caldo può essere più freddo in basso rispetto al serbatoio di accumulo più freddo in alto).

L'impianto è anche considerato uno schema idraulico standard se:

- una pompa è realizzata da due o più pompe collegate in parallelo o in serie,
- il precontrollo della rete di teleriscaldamento è realizzato da due valvole di controllo collegate in parallelo o con un gruppo estivo separato,
- lo scambiatore di calore dei gas di scarico può essere integrato.

2.2.2 Progettazione idraulica e del sistema di controllo

La progettazione idraulica e del Sistema di controllo deve essere eseguita in funzione delle normative. I requisiti secondo le linee guida Q [1] e il manuale di progettazione [4] devono essere soddisfatti, in particolare:

- Volume di accumulo ≥ 1 h di capacità di accumulo in relazione alla potenza nominale della caldaia a biomassa
- Controllo del carico/protezione della temperatura di ritorno della caldaia e precontrollo: Autorità della valvola $\geq 0,5$
- Differenza tra la temperatura di progetto e quella della caldaia ≤ 15 K; è necessaria una differenza di temperatura inferiore se la temperatura minima di ritorno ammessa è alta (ad es. con corteccia, scarti della gestione forestale); può essere aumentata per ridurre il consumo di potenza della pompa, se ci si assicura che ciò non provochi problemi di controllo (ad es. oscillazione della potenza della caldaia a causa della stratificazione della temperatura).
- La temperatura di entrata della caldaia deve essere almeno 5 K più alta della temperatura di ritorno minima ammessa (protezione della temperatura di ritorno della caldaia).

Il progetto idraulico e di controllo deve essere presentato e documentato in conformità con la Tabella 20

Deve essere specificata **una temperatura massima ammissibile del ritorno principale T243.**

Se la differenza tra la temperatura di uscita della caldaia e la temperatura di entrata della caldaia è più di 10 K inferiore alla differenza di temperatura tra la temperatura di uscita della caldaia e la temperatura massima ammissibile del ritorno principale T243, si raccomanda di prevedere un **compensatore idraulico nel circuito della caldaia D211.**

Importante: per garantire che la caldaia possa sempre erogare potenza, bisogna assicurarsi che la temperatura di ritorno principale T243 non salga oltre il valore di progetto in nessun caso di funzionamento (prescrivere un limitatore della temperatura di ritorno per tutte le utenze!)

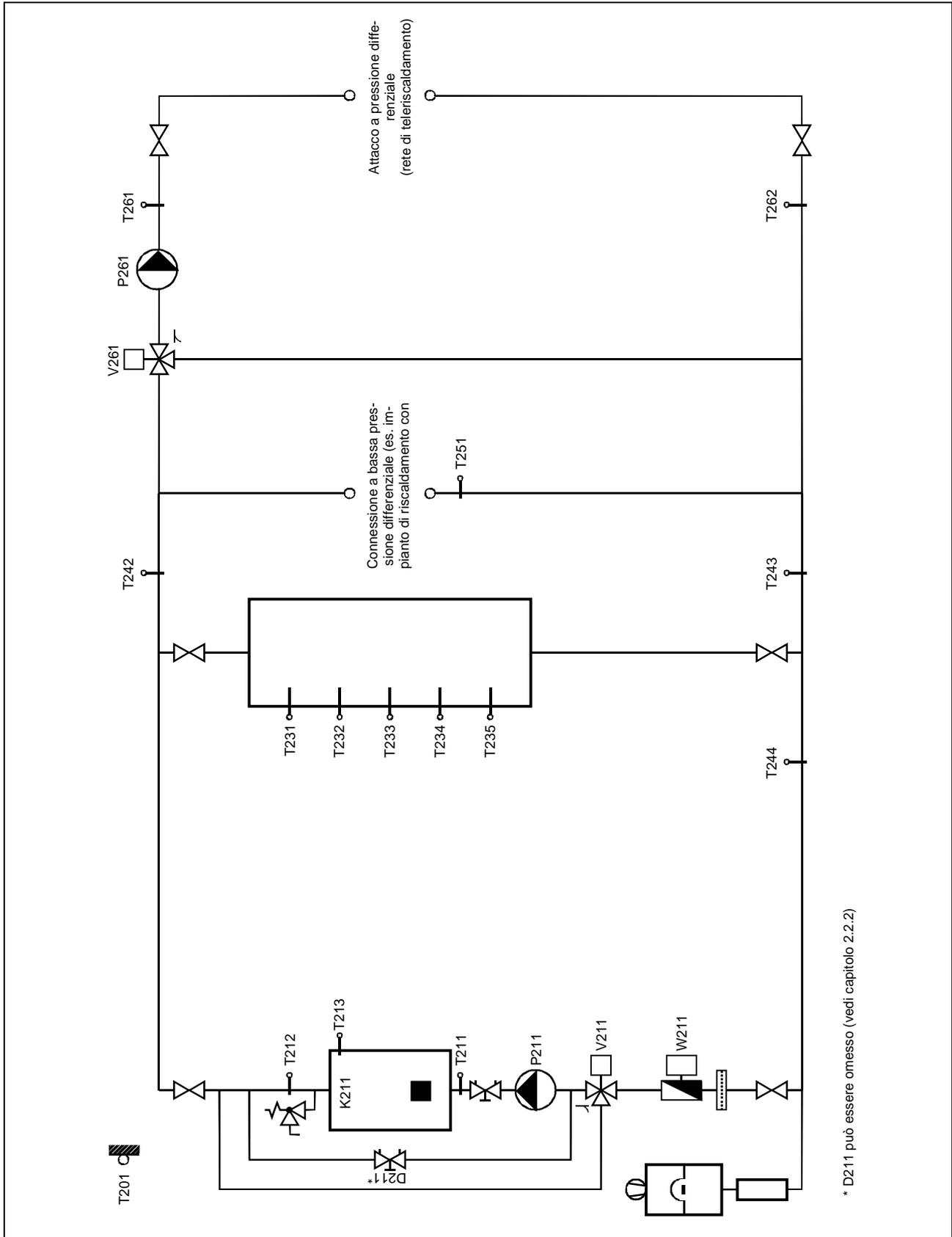


Figura 19 : Schema base di un sistema di riscaldamento a biomassa monovalente con serbatoio di accumulo. I dispositivi di sicurezza e il sistema di espansione devono essere progettati secondo le norme nazionali specifiche.

Progettazione del sistema idraulico e di controllo	Unità	<i>Esempio</i>		Etichetta
Accumulo				
Contenuto	m3	9		
Richiesta di potenza termica dell'intero sistema				
Collegamento a bassa differenza di pressione	kW	50		
Collegamento con pressione differenziale (rete di teleriscaldamento incl. perdite)	kW	250		
Sistema complessivo	kW	300		
Limiti di temperatura garantiti				
Temperatura di alimentazione principale	°C	85		T242
Temperatura massima ammissibile del ritorno principale	°C	55		T243
Temperatura minima ammissibile all'ingresso della caldaia (protezione della temperatura di ritorno della caldaia)	°C	60		T211
Temperatura massima dell'acqua della caldaia (regolatore di limite)	°C	90		T213
Temperatura massima ammissibile dell'acqua della caldaia (controllo di sicurezza)	°C	110		T213
Circuito della caldaia				
Potenza massima della caldaia	kW	300		K211
Potenza minima della caldaia	kW	90		K211
Temperatura di uscita della caldaia	°C	85		T212/T213
Portata della pompa della caldaia	m3/h	17,2		P211
Prevalenza della pompa caldaia	m	3		P211
Temperatura d'ingresso della caldaia risultante	°C	70		T211
Portata della valvola di controllo del circuito della caldaia risultante	m3/h	8,6		V211
portata risultante del compensatore idraulico	m3/h	8,6		D211
caduta di pressione della valvola di controllo	kPa	10		V211
Sezione di perdita di pressione con flusso di volume variabile	kPa	8		
Autorità della valvola risultante	--	0,56		V211
Progettazione del precontrollo e della pompa di rete nel capitolo 9!				

Tabella 20 : Progettazione del sistema idraulico e di controllo. I dati di progettazione del sistema da eseguire devono essere inseriti secondo l'esempio (i valori dell'esempio sono da cancellare).

2.3 Descrizione del funzionamento

2.3.1 Schema di controllo

Il controllo e la regolazione del sistema devono essere eseguiti secondo la Figura 21.

2.3.2 Modalità di funzionamento

Sono previste le seguenti modalità di funzionamento:

- **Off:** L'intero sistema di produzione di calore è fuori servizio, ad eccezione delle operazioni in continuo (unità di espansione automatica, ecc.)
- **Manuale:** Il setpoint di combustione "manuale" può essere impostato come valore fisso 30...100% sul sistema I&C principale; questa modalità operativa non è obbligatoria.
- **Locale:** Il controllo dell'output interno del sistema I&C secondario della caldaia a biomassa è attivato (il sistema I&C principale potrebbe essere fuori uso o difettoso).
- **Automatico:** Il setpoint della potenza termica fornita viene indicato dal sistema principale I&C in base allo stato di carica del serbatoio di accumulo (= variabile di controllo principale).
- **Altre modalità di funzionamento:** Specialmente per il funzionamento a basso carico (periodo di transizione, estate), possono essere necessari altre modalità di funzionamento (ad esempio il cambio convenzionale "estate/inverno", il funzionamento a basso carico con "accumulo di carica/scarica", ecc.)

2.3.3 Controllo

La Regolazione climatica della temperatura di mandata e il programma di controllo temporale dei setpoint, così come lo sblocco e il blocco di caldaie, pompe, ecc. devono essere implementati dal sistema principale I&C.

Con la **regolazione climatica**, la temperatura dell'aria esterna può essere registrata tramite un sensore sul lato nord dell'edificio e la temperatura dell'aria esterna può quindi essere utilizzata da un lato come valore istantaneo e dall'altro come valore medio sulle 24 ore per impostare i setpoint e i criteri di sblocco. Per esempio calcolo in continuo del valore medio su una finestra delle ultime 24 ore e ricalcolo ogni 15 minuti.

Con un **programma di controllo a tempo**, i livelli del programma a tempo possono essere programmati per diverse funzioni.

2.3.4 Controllo del circuito della caldaia

Il circuito della caldaia deve essere controllato dal sistema principale I&C.

Nella modalità di funzionamento "automatico", la **temperatura di uscita della caldaia** dovrebbe essere regolata in continuo, tramite la valvola anticondensa nel circuito della caldaia, su un valore fisso. Se la temperatura d'ingresso della caldaia scende al di sotto del valore limite, la regolazione deve essere impostata su questo valore limite (= **protezione della temperatura di ritorno della caldaia**).

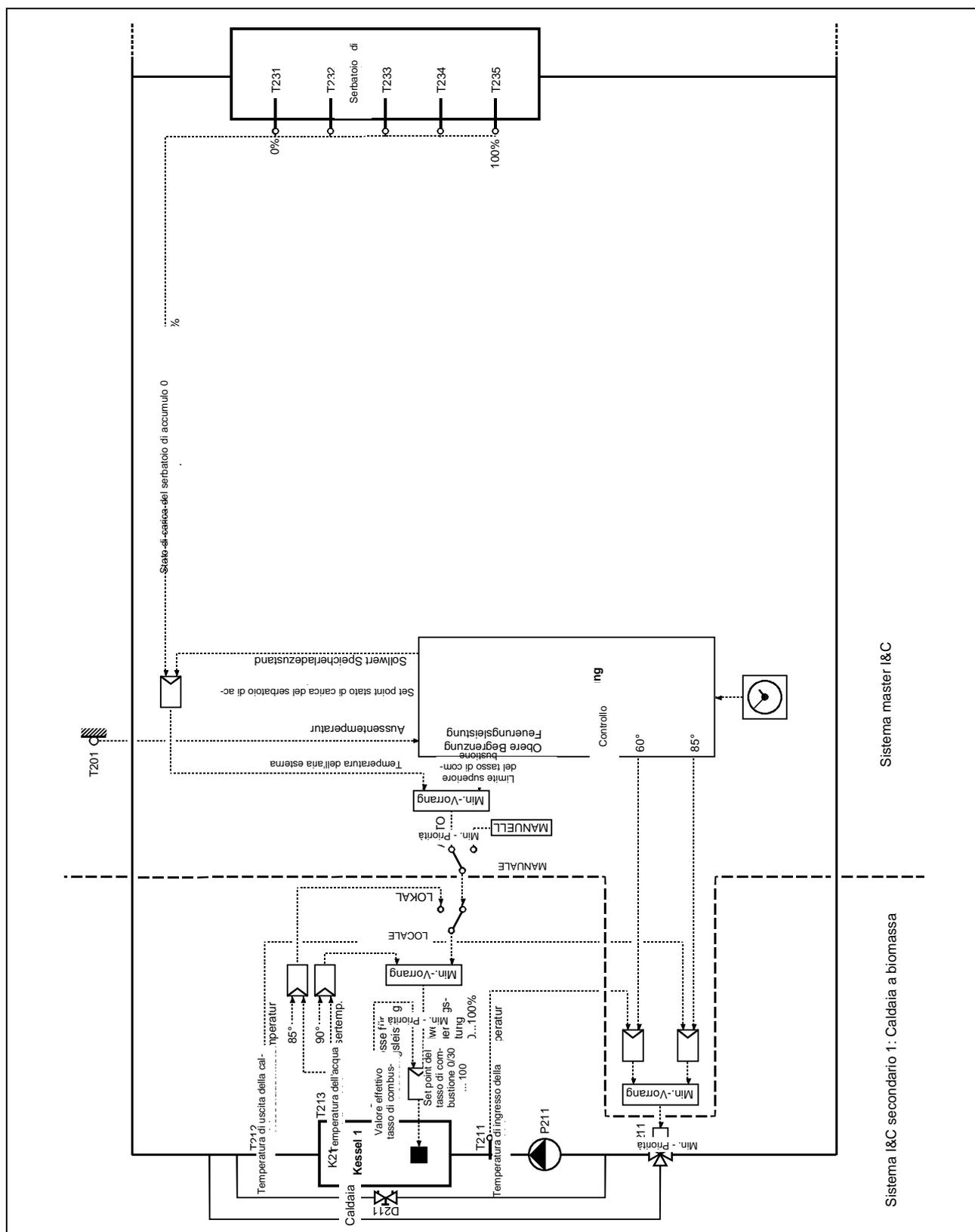


Figura 21 : Sistema di controllo per lo schema idraulico standard di un impianto di riscaldamento a biomassa monovalente con serbatoio di accumulo. Gli interruttori a priorità minima indirizzano il segnale d'ingresso più basso verso l'uscita. I valori numerici sono da intendersi come esempi. Le funzioni di sicurezza non sono mostrate; queste devono essere implementate attraverso il sistema I&C secondario della caldaia a biomassa.

2.3.5 Controllo dello stato di carica del serbatoio di accumulo

Il controllo dello stato di carica del serbatoio di accumulo deve essere realizzato dal sistema principale I&C.

Lo stato di carica dell'accumulo deve essere registrato tramite almeno 5 sensori di temperatura distribuiti uniformemente sull'altezza dell'accumulo, in modo da fornire lo stato di carica dell'accumulo da 0% a 100%.

Sono possibili diverse varianti per la registrazione dello stato di carica del serbatoio di accumulo. Quanto segue si applica alle varianti 1 e 2:

w = Il sensore segnala "caldo" quando ad esempio $T \geq 75^\circ\text{C}$

k = Il sensore segnala "freddo" quando ad esempio $T \leq 65^\circ\text{C}$

Variante 1 (Tabella 22): Con valori del sensore 20 - 40 - 60 - 80 - 100. Per "tutti i sensori freddi" il valore è 0. Questa variante risulta in un segnale di valore effettivo a gradini. Pertanto, la componente P (veloce) del regolatore non deve essere troppo grande e le interferenze devono essere compensate principalmente attraverso la componente I (lenta).

Sensore (dall'alto in basso)					Valore
1	2	3	4	5	
k	k	k	k	k	0
w	k	k	k	k	20
w	w	k	k	k	40
w	w	w	k	k	60
w	w	w	w	k	80
w	w	w	w	w	100

Tabella 22 : Variante 1 (in fasi)

Variante 2: il segnale a gradini secondo la variante 1 può essere smussato da un elemento di ritardo di controllo di primo ordine (elemento PT1). Tuttavia, la costante di tempo dell'elemento PT1 non deve essere troppo grande, altrimenti c'è il rischio che l'inevitabile ritardo temporale del segnale del valore reale porti a interferenze. Il segnale del valore reale "più continuo", tuttavia, permette una componente P un po' più grande nel regolatore rispetto alla variante 1.

Variante 3 (Tabella 23): Un livellamento della curva caratteristica può anche essere ottenuto se la temperatura del sensore attivo viene interpolata.

Sensore (dall'alto in basso)					Valore
1	2	3	4	5	
< 60°C	< 60°C	< 60°C	< 60°C	< 60°C	0
60... 80°C	< 60°C	< 60°C	< 60°C	< 60°C	0...20
> 80°C	60... 80°C	< 60°C	< 60°C	< 60°C	20...40
> 80°C	> 80°C	60... 80°C	< 60°C	< 60°C	40...60
> 80°C	> 80°C	> 80°C	60... 80°C	< 60°C	60...80
> 80°C	> 80°C	> 80°C	> 80°C	60... 80°C	80...100

Tabella 23 : Variante 3 (senza gradini)

Con un buon sistema, si può supporre che per le temperature del sensore valga $T_1 \dots T_5$:

$$T_1 \geq T_2 \geq T_3 \geq T_4 \geq T_5 \quad (T_1 \dots T_5 \text{ dall'alto in basso})$$

Il sensore attivo è evidenziato in grigio nella Tabella 23 si applica la seguente regola:

- Sensore 1 attivo quando tutte le altre temperature del sensore $< 80^\circ\text{C}$
- Sensore 2 attivo quando la temperatura del sensore $T_1 > 80^\circ\text{C}$
- Sensore 3 attivo quando la temperatura del sensore $T_2 > 80^\circ\text{C}$
- Sensore 4 attivo quando la temperatura del sensore $T_3 > 80^\circ\text{C}$
- Sensore 5 attivo quando la temperatura del sensore $T_4 > 80^\circ\text{C}$

La qualità dell'interpolazione (livellamento del segnale) dipende dallo spessore della zona di miscelazione nel serbatoio di accumulo, e questo spessore non ha un valore fisso. Per lo stesso serbatoio di accumulo, può essere molto diverso - a seconda della portata, del raffreddamento, ecc. Fondamentalmente:

- Lo spessore della zona di mescolamento uguale a zero (accumulo stratificato ideale) non provoca alcuno smussamento; il segnale è a gradini come nella variante 1
- Lo spessore della zona di miscelazione tra zero e una distanza tra i sensori porta a un livellamento sempre migliore del segnale
- Lo spessore della zona di miscelazione leggermente maggiore di una distanza tra i sensori dà il miglior livellamento

- Lo spessore della zona di miscelazione significativamente maggiore di una distanza tra le sonde porta a una lisciatura più scarsa

Variante 4: temperatura media dell'accumulo come misura dello stato di carica dell'accumulo. Lo svantaggio in questo caso è che il reale stato di carica dell'accumulo è riprodotto in modo diverso a seconda dello spessore della zona di miscelazione, della temperatura di ritorno, del raffreddamento, ecc: Lo spessore della zona di miscelazione uguale a zero (accumulo a stratificazione ideale) non comporta alcun livellamento, il segnale è a gradini come nella variante 1; quando è programmato per 85/55°C, il range di regolazione è di 30 K, quando il ritorno mattino è di 25°C, è improvvisamente di 60 K.

Più di 5 sensori di accumulo: Solo con questo assetto (in combinazione con le varianti da 1 a 4) è possibile migliorare realmente il segnale.

Il serbatoio di accumulo deve essere caricato da un sistema di controllo o regolazione? in continuo. Questo regolatore dovrebbe avere caratteristiche PI. Come risultato della componente I, l'accumulo può essere caricato ad un setpoint del 60... 80% senza una deviazione permanente della regolazione, come accadrebbe con il regolatore P (nel caso di un segnale a gradini, selezionare un valore, per esempio 60%). Se le utenze richiedono improvvisamente più potenza, lo stato di carica dello accumulo scende e la potenza termica fornita viene aumentata, mentre se improvvisamente è necessaria meno potenza, il livello di carica dello accumulo sale e la potenza termica fornita viene regolata nuovamente. Nel primo caso, la metà superiore del serbatoio di accumulo è disponibile come riserva di potenza finché la caldaia a biomassa non ha reagito, mentre nel secondo caso, la caldaia a biomassa può fornire il surplus temporaneo di potenza alla metà inferiore del serbatoio di accumulo.

Nei sistemi con accensione automatica, il serbatoio di accumulo dovrebbe essere completamente caricato e scaricato con una potenza ridotta durante il funzionamento a basso carico (potenza richiesta della caldaia a biomassa inferiore alla potenza minima). Deve essere definito un criterio di commutazione adeguato per il passaggio da "carica/scarica" ad una regolazione in continuo e viceversa (ad es. commutazione manuale o commutazione in base al programma orario e alla temperatura dell'aria esterna).

2.3.6 Controllo della potenza termica fornita

La potenza termica fornita è controllata tramite il sistema I&C secondario della caldaia a biomassa.

La camera di combustione della caldaia a biomassa deve essere dotata di combustione automatica. Se questo non è possibile o non è ragionevole, può essere fatta funzionare in modalità fire bed support mode. In linea di principio, la camera di combustione dovrebbe essere sempre fatta funzionare alla potenza più bassa possibile, in modo da doverla accendere e spegnere il meno possibile.

Il regolatore dello stato di carica dello accumulo del sistema I&C principale indica il setpoint della potenza termica fornita all'impianto di combustione. Con l'aiuto del sistema di controllo dovrebbe essere possibile guidare e limitare ulteriormente il setpoint della potenza termica fornita.

Il regolatore interno per la temperatura dell'acqua della caldaia T213 del sistema I&C secondario ha le seguenti funzioni:

- Modalità di funzionamento "manuale" (non obbligatoria): Regolazione della potenza termica fornita ad un valore fisso impostato sul sistema principale I&C, cioè nessun controllo dello stato di carica dello accumulo, ma limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia T213 (ad es. a 90°C).
- Modalità di funzionamento "Locale": Controllo della temperatura dell'acqua della caldaia T213 ad un valore fisso impostato sul sistema I&C secondario (ad es. 85°C), limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia T213 ad un valore fisso superiore (ad es. a 90°C).
- Modalità di funzionamento "automatico": Limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia T213 (per esempio a 90°C)

Nel range di regolazione della potenza della camera di combustione tra 30 e 100%, la regolazione dovrebbe essere in continuo. Al di sotto di questo valore, la regolazione deve essere in modalità a due stadi. La commutazione tra OFF e regolazione in continuo avviene tramite il rispettivo sistema I&C attivo. Se il produttore

della caldaia a biomassa lo desidera, la commutazione può sempre avvenire anche tramite la caldaia a biomassa.

Una indicazione per le interfacce standard tra il sistema principale I&C e la caldaia a biomassa, così come una lista di produttori di unità di controllo e caldaie a biomassa che offrono queste interfacce, possono essere scaricate da Internet [9].

Importante: la sicurezza della caldaia a biomassa, cioè la prevenzione del superamento della temperatura massima ammissibile dell'acqua, deve essere inoltre garantita dal sistema I&C secondario.

2.3.7 Sistema di controllo selezionato

Le modalità di controllo del circuito della caldaia, dello stato di carica dell'accumulo e della potenza termica fornita, sono definite nella Tabella 24

Modalità di funzionamento	Controllo del circuito della caldaia	Controllo dello stato di carica del serbatoio di accumulo (= variabile di controllo principale)	Regolazione della potenza termica fornita
Off	Inoperativo		
Manuale <input type="checkbox"/> Non fornito	<input type="checkbox"/> protezione della temperatura di ritorno della caldaia T211 attraverso il sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Controllo della temperatura di uscita della caldaia T212 da parte del sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia - T213 da parte del sistema I&C secondario	<input type="checkbox"/> Controllo dello stato di carica del serbatoio di accumulo fuori uso	<input type="checkbox"/> Setpoint regolabile come valore fisso sul sistema I&C principale
Locale	<input type="checkbox"/> Controllo della temperatura dell'acqua della caldaia T213 da parte del sistema I&C secondario	<input type="checkbox"/> Controllo dello stato di carica del serbatoio di accumulo fuori uso	<input type="checkbox"/> Regolatore di potenza interno del sistema I&C secondario attivato
Automatico Funzionamento estivo? <input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> protezione della temperatura di ritorno della caldaia T211 attraverso il sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Controllo della temperatura di uscita della caldaia T212 da parte del sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia - T213 da parte del sistema I&C secondario	<input type="checkbox"/> Controllo dello stato di carica dello accumulo da parte del sistema principale I&C; la variabile correttiva è il setpoint della potenza termica fornita. <input type="checkbox"/> Accumulo di carica/scarica (funzionamento a basso carico)	<input type="checkbox"/> Controllo della potenza termica fornita da parte del sistema I&C secondario; setpoint dal sistema I&C principale
Acquisizione dello stato di carica del serbatoio di accumulo	Numero di sensori del serbatoio di accumulo: (almeno 5) <input type="checkbox"/> Segnale a gradini (variante 1) <input type="checkbox"/> Livellamento con elemento PT1 (variante 2) <input type="checkbox"/> Smussamento per interpolazione della temperatura del rispettivo sensore attivo (variante 3) <input type="checkbox"/> Temperatura media del serbatoio di accumulo come misura dello stato di carica del serbatoio di accumulo (variante 4)		
Riassunto	Quali modalità di funzionamento sono previste? <input type="checkbox"/> Off <input type="checkbox"/> Manuale <input type="checkbox"/> Locale <input type="checkbox"/> Funzionamento automatico nel periodo invernale per mezzo di un controllo continuo dello accumulo <input type="checkbox"/> Funzionamento automatico a basso carico (periodo di transizione, estate) caricando/scaricando il serbatoio di accumulo <input type="checkbox"/> Altro:		

Tabella 24 : Domande e risposte sul Sistema di controllo scelto

2.4 Registrazione dei dati per l'ottimizzazione operativa

Devono essere prese tutte le precauzioni per poter effettuare una corretta ottimizzazione operativa del sistema e monitorarne efficacemente il regolare funzionamento. Le variabili misurate da registrare devono essere contrassegnate con una croce nella Tabella 25 variabili misurate contrassegnate con "Standard" devono poter essere registrate in ogni caso; si raccomanda il collegamento con le altre variabili misurate. La precisione di misurazione deve soddisfare i requisiti massimi del sistema di misurazione.

E' necessario rispondere alle domande sulla registrazione automatica dei dati per l'ottimizzazione operativa riportate nella Tabella 26

<input checked="" type="checkbox"/>	Standard	Punti di misura	Etichetta
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura dell'aria esterna	T201
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di ingresso della caldaia a biomassa	T211
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di uscita della caldaia a biomassa	T212
<input type="checkbox"/>		Temperatura dell'acqua della caldaia (altro punto di misurazione)	T213
<input type="checkbox"/>	Standard *	Temperatura di alimentazione principale dopo il serbatoio di accumulo	T242
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di ritorno principale prima del serbatoio di accumulo	T243
<input type="checkbox"/>	Standard *	Temperatura di ritorno principale dopo il serbatoio di accumulo	T244
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura del serbatoio di accumulo (in alto)	T231
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura del serbatoio di accumulo	T232
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura del serbatoio di accumulo (medio)	T233
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura del serbatoio di accumulo	T234
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura del serbatoio di accumulo (fondo)	T235
<input type="checkbox"/>	Standard *	Temperatura di ritorno del raccordo differenziale a bassa pressione	T251
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di alimentazione dell'attacco a pressione differenziale	T261
<input type="checkbox"/>	Standard *	Temperatura di ritorno dell'attacco a pressione differenziale	T262
<input type="checkbox"/>	Standard	Contacalorie della caldaia**	W211
<input type="checkbox"/>		Contacalorie della caldaia a biomassa **	W211
<input type="checkbox"/>	Standard	Setpoint della potenza termica fornita della caldaia a biomassa	
<input type="checkbox"/>		Setpoint interno alla caldaia della potenza termica fornita (caldaia a biomassa di ritorno)	
<input type="checkbox"/>	Standard	Valore effettivo dello stato di carica del serbatoio di accumulo	
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura dei gas di scarico della caldaia a biomassa	
<input type="checkbox"/>		Temperatura della camera di combustione della caldaia a biomassa	
<input type="checkbox"/>	Standard *	Caldaia a biomassa con ossigeno residuo	
		Separatore di particelle a punti di misura; tipo:	
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			
<p>* Al fine di ridurre lo sforzo per la registrazione dei dati, è ammessa, come deviazione nel processo di ottimizzazione operativa, una riduzione di questi punti di misurazione.</p> <p>** Il contatore di calore deve essere dotato di un'interfaccia per registrare la quantità di calore [kWh] o di acqua [m³]. La rappresentazione grafica, invece, deve essere in termini di potenza [kW] o di portata volumetrica [m³/h].</p>			

Tabella 25 : Elenco dei punti di misura per la registrazione automatica dei dati. Per uno schema idraulico standard, deve essere possibile registrare tutte le variabili misurate contrassegnate da "Standard".

2.5 Allegato al protocollo di approvazione

La fase di esecuzione si conclude con il test di approvazione. Un addendum al protocollo di approvazione deve essere redatto secondo la Tabella 28.

Alle domande della Tabella 27 si deve rispondere all'inizio della fase di gara. L'allegato al protocollo di approvazione secondo la Tabella 28 non deve essere compilato fino alla fine della fase di esecuzione. Tuttavia, si raccomanda di utilizzare queste tabelle già durante la fase di gara e di esecuzione per una definizione preliminare dei valori di progettazione in modo da evidenziare chiaramente le modalità di funzionamento del sistema.

Chi prepara l'allegato al protocollo di approvazione? <input type="checkbox"/> Progettista principale <input type="checkbox"/> Fornitore di caldaie a biomassa <input type="checkbox"/> Fornitore del sistema principale I&C

Tabella 27 : Domande e risposte sull'allegato al protocollo di approvazione

Descrizione	Unità	Esempio			
Sistema principale I&C					
Collegamento del sistema I&C principale/secondario tramite interfaccia standard [9]? <input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No					
■ Controllo del carico					
Setpoint della temperatura di uscita della caldaia	°C	85			
■ Protezione della temperatura di ritorno della caldaia					
Limite della temperatura d'ingresso della caldaia	°C	60			
■ Controllo della carica dello accumulato					
Chi determina l'OFF (o il supporto del letto di fuoco) e la regolazione costante? <input type="checkbox"/> Il sistema di controllo attivo <input type="checkbox"/> Sempre la caldaia a biomassa Come viene commutato il "controllo in continuo" in "carica/scarica" dello accumulato? <input type="checkbox"/> Commutazione manuale Altro <input type="checkbox"/>					
Setpoint dello stato di carica del serbatoio di accumulato	%	60			
Sensore del serbatoio di accumulato "caldo"	°C	≥75			
Sensore del serbatoio di accumulato "freddo"	°C	≤65			
Regolazione continua	Banda P	%	200		
	Tempo di integrazione	Min.	20		
Regolatore a due tempi	Controllo in continuo al setpoint controllo della combustione	%	≥35		
	Potenza termica di riferimento per lo spegnimento (o supporto del letto di fuoco)	%	≤25		
Riempimento e svuotamento del serbatoio di accumulato	Valore effettivo dello stato di carica dello accumulato a cui avviene lo spegnimento della caldaia	%	0		
	Valore effettivo dello stato di carica dello accumulato a cui avviene lo spegnimento della caldaia	%	100		
	Firing rate di riferimento (valore fisso)	%	40		
Caldaia a biomassa					
■ Impostazione della potenza termica					
Indicazione della potenza termica minima per il combustibile di riferimento	kW	90			
Indicazione della potenza termica massima per il combustibile di riferimento	kW	300			

■ Sistema I&C secondario 1					
Temperatura di riferimento dell'acqua della caldaia per la modalità di funzionamento "locale"	°C	85			
Temperatura limite dell'acqua della caldaia	°C	90			
Temperatura dell'acqua della caldaia a cui avviene lo spegnimento di sicurezza	°C	110			

Tabella 28 : Allegato al protocollo d'approvazione - valori di riferimento; i valori riportati in tabella sono esempi e vanno cancellati

3. Sistema di riscaldamento a biomassa bivalente senza serbatoio di accumulo

3.1 Breve descrizione e responsabilità

3.1.1 Livello utente

Sono richiesti il funzionamento più semplice possibile e una chiara visualizzazione delle funzioni principali in modo che anche il personale non specializzato possa utilizzare il sistema:

- I seguenti requisiti devono essere soddisfatti per il **funzionamento di servizio e di emergenza**:
 - Deve essere possibile disattivare parzialmente o completamente il sistema di controllo automatico per lavori di manutenzione e in caso di funzionamento di emergenza (ad esempio tramite l'interruttore "off/on/automatico").
 - I sistemi I&C secondari devono essere in grado di funzionare indipendentemente dal sistema I&C principale (ad esempio in caso di guasto del sistema I&C principale).
 - Deve essere garantito il funzionamento manuale delle valvole di controllo (ad esempio la regolazione manuale sulla valvola di controllo; ma questo non deve essere disturbato da un segnale di controllo errato).
 - Tutte le funzioni di sicurezza devono essere mantenute
- La **selezione della modalità di funzionamento** deve essere fatta in uno dei seguenti modi:
 - Tramite interruttori in un **pannello di controllo convenzionale** (di solito nel quadro di controllo).
 - Tramite un **PLC**; tuttavia, questa è un'opzione solo se sono garantiti i requisiti hardware e software per un funzionamento ottimale.
 - Attraverso il computer principale di un **sistema di controllo**
- Ulteriori operazioni, come la **regolazione dei setpoint, la modifica dei programmi orari, ecc.**, possono essere eseguite direttamente sui sistemi I&C principale e secondari (se necessario, anche via Internet).

3.1.2 Sistema principale I&C

Il sistema I&C principale si occupa di tutte le funzioni di controllo e regolazione principali e collega tra loro i sistemi I&C secondari. Inoltre, al sistema I&C principale compete anche la registrazione automatica dei dati, che è obbligatoria nello schema idraulico standard (almeno temporaneamente per la durata dell'ottimizzazione del funzionamento).

3.1.3 Sistema I&C secondario 1: caldaia a biomassa

Il sistema I&C secondario della caldaia a biomassa deve soddisfare le seguenti **funzioni**:

- Gestione della portata di combustibile in caldaia o combustione automatica
- Controllo della potenza termica fornita nel funzionamento manuale e automatico in base al setpoint definite dal sistema I&C principale
- Controllo della temperatura dell'acqua della caldaia durante il funzionamento locale.
- Limitazione della potenza termica fornita a causa della temperatura dell'acqua della caldaia in tutte le modalità di funzionamento.

Se è necessario un **separatore di particelle**, esso deve essere controllato dal sistema I&C secondario della caldaia a biomassa.

La **sicurezza** della caldaia a biomassa, cioè la prevenzione del superamento della temperatura massima ammissibile dell'acqua della caldaia, deve essere garantita dal sistema I&C secondario della caldaia a biomassa.

Se il PLC della caldaia a biomassa può anche soddisfare le richieste del sistema I&C principale (in particolare anche la registrazione automatica dei dati), può essere testato l'**uso simultaneo come sistema I&C principale e secondario**.

3.1.4 Sistema I&C secondario 2: caldaia a gasolio/gas

Il sistema I&C secondario della caldaia a gasolio/gas deve svolgere le seguenti **funzioni**:

- pre-purge, combustione e monitoraggio della fiamma
- Regolazione della potenza termica fornita nel funzionamento manuale e automatico in base alla specifica del setpoint del sistema I&C principale (continua nel funzionamento modulare, a stadi nel funzionamento multistadio)
- Controllo della temperatura dell'acqua della caldaia durante il funzionamento locale
- Limitazione della potenza termica fornita a causa della temperatura dell'acqua della caldaia in tutte le modalità di funzionamento

La **sicurezza** della caldaia a gasgasolio/gas, cioè la prevenzione del superamento della temperatura massima ammissibile dell'acqua della caldaia, deve essere garantita dal sistema I&C secondario della caldaia a gas/gas.

3.1.5 Struttura dei livelli del sistema I&C selezionata

Deve essere designato un responsabile principale per la pianificazione/progettazione I&C (in particolare anche per la definizione dell'interfaccia).

Per descrivere la struttura dei livelli del sistema I&C e le responsabilità selezionate per il progetto si può compilare la Tabella 29.

Livello del sistema I&C	Domande e risposte
Livello utente Sezione 3.1.1	<p>Sono soddisfatti i requisiti per il servizio e il funzionamento di emergenza? <input type="checkbox"/> Sì (obbligatorio per lo schema idraulico standard) <input type="checkbox"/> No</p> <p>Come avviene la selezione della modalità di funzionamento? <input type="checkbox"/> Interruttore in un pannello di controllo convenzionale <input type="checkbox"/> Ingresso tramite un PLC; è garantito un funzionamento sufficientemente comodo <input type="checkbox"/> Ingresso tramite il computer principale del sistema di controllo</p> <p>Da dove può essere controllato e azionato il sistema? <input type="checkbox"/> Solo nell'impianto di riscaldamento centrale <input type="checkbox"/> Nell'impianto di riscaldamento centralizzato via modem <input type="checkbox"/> Nell'impianto di riscaldamento centralizzato via internet</p>
Sistema principale I&C Sezione 3.1.2	<p>Come viene implementato il sistema principale I&C? <input type="checkbox"/> Regolatore individuale come sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Utilizzo del PLC della caldaia a biomassa come sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Proprio sistema I&C principale</p> <p>Collegamento di sistemi I&C principale/secondari tramite interfaccia standard [9]? <input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No</p> <p>Come avviene la registrazione automatica dei dati? <input type="checkbox"/> Data logger durante l'ottimizzazione del funzionamento; viene fornita un'interfaccia <input type="checkbox"/> Registrazione interna dei dati nel sistema principale I&C</p>
Sistema I&C secondario 1: Caldaia a biomassa Sezione 3.1.3	<p>Quali sono i compiti del PLC della caldaia a biomassa? <input type="checkbox"/> Viene usato simultaneamente come sistema I&C principale e secondario <input type="checkbox"/> È secondario al sistema I&C principale</p>
Sistema I&C secondario 2: Caldaia a gasgasolio/gas Sezione 3.1.4	<p>Quali sono i compiti del sistema I&C della caldaia a gasgasolio/gas? <input type="checkbox"/> È secondario al sistema I&C principale</p>
Responsabilità	<p>Come sono regolate le responsabilità nella fase di pianificazione delle gare d'appalto? <input type="checkbox"/> Specifica di tutti i livelli di I&C da parte del progettista principale <input type="checkbox"/> Specifica di tutti i livelli I&C da parte del progettista principale con il coinvolgimento degli specialisti I&C</p> <p>Come sono regolate le responsabilità (specialmente per quanto riguarda le definizioni delle interfacce) nella fase di esecuzione e approvazione? <input type="checkbox"/> Progettazione generale di tutti i livelli di I&C da parte del progettista principale <input type="checkbox"/> Progettazione generale di tutti i livelli di I&C da parte del fornitore di caldaie a biomassa <input type="checkbox"/> Progettazione generale di tutti i livelli I&C da parte del fornitore del sistema I&C principale <input type="checkbox"/> Progettazione di ogni livello I&C da parte del rispettivo fornitore (non consentito per lo schema idraulico standard, poiché è esplicitamente richiesto responsabile principale della progettazione I&C).</p>

Tabella 29 : Domande e risposte sulla struttura definite per i livelli e e responsabilità di I&C

3.2 Schema di base e design

3.2.1 Circuito idraulico

Il circuito idraulico deve essere conforme alla Figura 30 seguenti requisiti:

- Nel circuito deve essere **effettivamente** mantenuta bassa la differenza di pressione dal compensatore idraulico, cioè il compensatore idraulico deve essere il più corto possibile e il diametro del tubo compensatore idraulico = diametro del tubo flusso principale
- L'interconnessione della caldaia a biomassa, della caldaia a gas/gasolio/gas, del compensatore idraulico, del collegamento a bassa pressione differenziale e del precontrollo deve essere **effettivamente** a bassa pressione differenziale (tubi corti, grandi diametri dei tubi).
- Assicurarci che il sensore della temperatura di alimentazione principale sia correttamente miscelato (installare un miscelatore statico, se necessario).

L'impianto è anche considerato uno schema idraulico standard se:

- una pompa è composta da due o più pompe collegate in parallelo o in serie;
- il precontrollo della rete di teleriscaldamento è realizzato da due valvole di controllo collegate in parallelo o con un gruppo estivo separato;
- può essere integrato lo scambiatore di calore dei gas di scarico.

3.2.2 Progettazione idraulica e del sistema di controllo

La progettazione idraulica e del sistema di controllo deve essere eseguita in funzione delle normative. Devono essere soddisfatti i requisiti definiti nelle linee guida Q [1] e nel manuale di progettazione [4] tra i quali, in particolare:

- Protezione della temperatura di ritorno della caldaia per entrambe le caldaie e il precontrollo: Autorità della valvola $\geq 0,5$
- Differenza tra la temperatura di progetto e quella della caldaia ≤ 15 K; è necessaria una differenza di temperatura inferiore se la temperatura di ritorno minima ammessa è elevata (ad es. con corteccia, residui della gestione forestale); può essere aumentata per ridurre il consumo di potenza della pompa, se ci si assicura che ciò non provochi problemi di regolazione (ad es. oscillazione della potenza della caldaia a causa della stratificazione della temperatura).
- La temperatura di entrata della caldaia deve essere almeno 5 K più alta della temperatura di ritorno minima ammessa (protezione della temperatura di ritorno della caldaia).

Se la caldaia a gasolio/gas non richiede una protezione della temperatura di ritorno della caldaia, la valvola a tre vie può essere sostituita da una serranda motorizzata a chiusura ermetica.

Il progetto idraulico e del sistema di controllo deve essere presentato e documentato in conformità con la Tabella 31

Deve essere specificata **una temperatura massima ammissibile del ritorno principale T343**.

Se la differenza di temperatura tra la temperatura di uscita della caldaia e la temperatura di ingresso della caldaia è più di 10 K inferiore alla differenza di temperatura tra la temperatura di uscita della caldaia e la temperatura massima ammissibile del ritorno principale T343, si può prevedere un **compensatore idraulico** nel **circuito della caldaia D311/D321** (potrebbe non essere auspicabile/consigliabile per mantenere basse le temperature dell'acqua della caldaia).

Importante: per garantire che le caldaie possano sempre erogare la potenza, bisogna assicurarsi che la temperatura di ritorno principale T343 non possa salire oltre il valore di progetto in qualsiasi modalità di funzionamento (prescrivere un limitatore della temperatura di ritorno per tutte le utenze!)

Dal punto di vista idraulico e della tecnologia di controllo, questo circuito è impegnativo. In definitiva, il progettista principale deve decidere se l'attuale circuito WE3 senza serbatoio di accumulo è fattibile o se è necessario il prossimo circuito WE4 con serbatoio di accumulo. I seguenti requisiti dovrebbero essere soddisfatti per il circuito WE3:

- Nessun picco di carico troppo elevato e nessuna caldaia sovradimensionata
- Variabile di controllo principale relativamente stabile (temperatura di alimentazione principale), cioè nessun fattore di disturbo improvviso con alta potenza e un precontrollo impostato in modo stabile.
- Deve essere garantito uno scarto sufficientemente grande tra il setpoint della temperatura di alimentazione principale e il valore limite della temperatura dell'acqua della caldaia a biomassa, in modo che sia possibile una modulazione delle caldaie senza limitazione della potenza della caldaia a biomassa (vedi sezione 3.3.9)
- Utili criteri di sblocco e blocco per il controllo di sequenza della caldaia a biomassa - caldaia a gasgasolio/gas, per poter evitare ~~con successo~~ frequenti accensioni e spegnimenti.

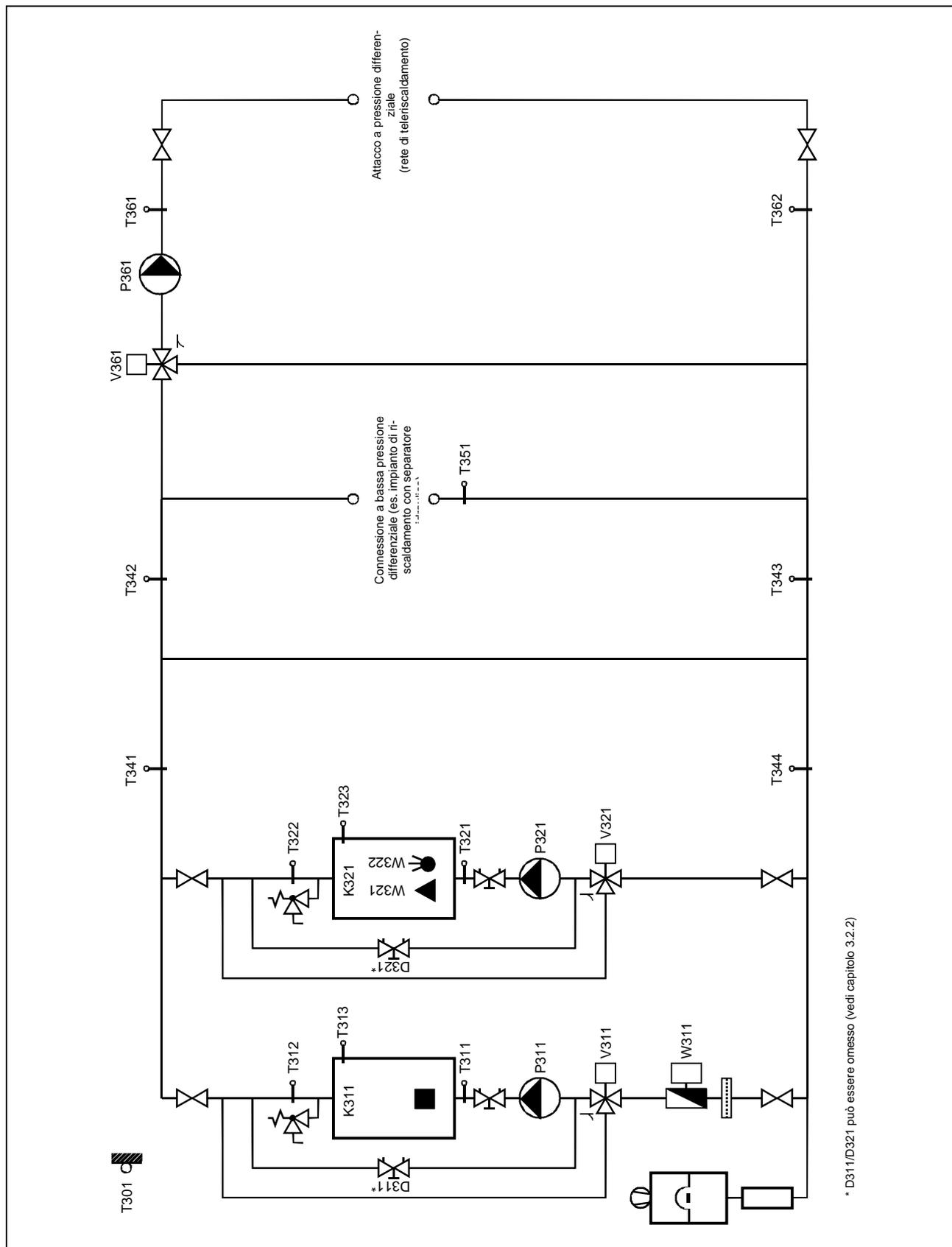


Figura 30 : Schema di base di un impianto di riscaldamento a biomassa a doppio combustibile senza serbatoio di accumulo. I dispositivi di sicurezza e il sistema di espansione devono essere progettati secondo le norme specifiche del paese.

Progettazione del sistema idraulico e di controllo	Unità	Esempio		Etichetta
Domanda di potenza termica dell'intero sistema				
Collegamento a bassa differenza di pressione	kW	80		
Collegamento con pressione differenziale (rete di teleriscaldamento incl. perdite)	kW	620		
Sistema complessivo	kW	700		
Limiti di temperatura garantiti				
Temperatura di alimentazione principale	°C	85		T342
Temperatura massima ammissibile del ritorno principale	°C	55		T343
Temperatura minima ammissibile di ingresso della caldaia a biomassa (protezione della temperatura di ritorno della caldaia)	°C	60		T311
Temperatura massima dell'acqua della caldaia a biomassa (Termostato di blocco della caldaia)	°C	90		T313
Temperatura massima ammissibile dell'acqua della caldaia a biomassa (controllo di sicurezza)	°C	110		T313
Temperatura minima ammissibile di ingresso della caldaia a gasgasolio/gas. (protezione della temperatura di ritorno della caldaia)	°C	60		T321
Temperatura massima dell'acqua della caldaia a gasolio/gas (Termostato di blocco della caldaia)	°C	90		T323
Temperatura massima ammissibile dell'acqua della caldaia a gasolio/gas (controllo di sicurezza)	°C	110		T323
Boiler circuit biomass boiler				
Potenza massima della caldaia	kW	500		K311
Potenza minima della caldaia	kW	150		K311
Temperatura di uscita della caldaia	°C	85		T312/T313
Portata della pompa della caldaia	m ³ /h	28,7		P311
Prevalenza della pompa caldaia	m	3		P311
Temperatura d'ingresso della caldaia risultante	°C	70		T311
Portata risultante alla valvola di controllo del circuito della caldaia	m ³ /h	28,7		V311
Portata risultante al compensatore idraulico	m ³ /h	0		D311
Caduta di pressione alla valvola di controllo	kPa	10		V311
Sezione di perdita di pressione con flusso di volume variabile	kPa	8		
Resulting valve authority	--	0,56		V311
Circuito caldaia a gasgasolio/gas				
Potenza massima della caldaia	kW	700		K321
Potenza minima della caldaia	kW	280		K321
Temperatura di uscita della caldaia	°C	85		T322/T323
Portata della pompa della caldaia	m ³ /h	40,1		P321
Prevalenza della pompa caldaia	m	3		P321
Temperatura d'ingresso della caldaia risultante	°C	70		T321
Portata risultante della valvola di controllo del circuito della caldaia	m ³ /h	40,1		V321
Portata risultante del compensatore idraulico	m ³ /h	0		D321
Caduta di pressione della valvola di controllo	kPa	10		V321
Sezione di perdita di pressione con flusso di volume variabile	kPa	8		
Resulting valve authority	--	0,56		V321
Progettazione del precontrollo e della pompa di rete nel capitolo 9!				

Tabella 31 : Progettazione idraulica e del sistema di controllo. Per mantenere basse le temperature dell'acqua della caldaia, ha senso mantenere bassa la differenza di temperatura tra le caldaie; quindi, il compensatore idraulico D311/D321 nell'esempio sono stati omessi. I dati di progettazione dell'impianto da realizzare sono da inserire in base all'esempio.

3.3 Descrizione del funzionamento

3.3.1 Schema di controllo

Il controllo e la regolazione del sistema devono essere eseguiti secondo la Figura 32.

3.3.2 Modalità di funzionamento

Sono previste le seguenti modalità di funzionamento:

- **Off:** L'intero sistema di produzione di calore è fuori servizio, ad eccezione delle operazioni in continuo (unità di espansione automatica, ecc.)
- **Manuale:** Il setpoint di combustione sia per la caldaia a biomassa che per la caldaia a gasolio/gas può essere impostato "manualmente" come valore fisso sul sistema principale I&C; questa modalità di funzionamento non è obbligatoria.
- **Locale:** I controlli di uscita interni dei sistemi I&C secondari della caldaia a biomassa o della caldaia a gasolio/gas sono attivati (il sistema I&C principale potrebbe essere fuori uso o difettoso).
- **Automatico:** Il valore di riferimento per la potenza termica fornita viene specificato come sequenza sia per la caldaia a biomassa che per la caldaia a gasolio/gas dal sistema principale I&C in funzione della temperatura di alimentazione principale (= variabile di controllo principale).
- **Altre modalità di funzionamento:** Specialmente per il funzionamento a basso carico (periodo di transizione, estate), possono essere necessari altre modalità di funzionamento (ad esempio il convenzionale cambio "estate/inverno", il funzionamento a basso carico con la "sola caldaia a gasgasolio/gas", ecc.)

3.3.3 Controllo

La Regolazione climatica della temperatura di mandata e il programma di controllo temporale dei setpoint, così come lo sblocco e il blocco di caldaie, pompe, ecc. devono essere implementati dal sistema principale I&C.

Con la **regolazione climatica**, la temperatura dell'aria esterna può essere registrata tramite un sensore sul lato nord dell'edificio e la temperatura dell'aria esterna può quindi essere utilizzata da un lato come valore istantaneo e dall'altro come valore medio delle 24 ore per guidare i setpoint e i criteri di sblocco. Ad esempio calcolo in continuo del valore medio su 24 ore su una finestra delle ultime 24 ore e ricalcolo ogni 15 minuti.

Con un **controllo del programma a tempo**, i livelli del programma a tempo possono essere programmati per diverse funzioni.

3.3.4 Controllo del circuito della caldaia caldaia a biomassa

Il controllo del circuito della caldaia a biomassa deve essere realizzato dal sistema principale I&C.

In modalità di funzionamento "automatico", se la temperatura d'ingresso della caldaia scende sotto il valore limite, la regolazione deve avvenire a questo valore limite (= **protezione della temperatura di ritorno della caldaia**).

In modalità di funzionamento "manuale", si dovrebbe anche prevedere una protezione della temperatura di ritorno della caldaia.

Nella modalità di funzionamento "locale", la protezione della temperatura di ritorno della caldaia dovrebbe rimanere attiva se il sistema principale I&C è ancora in funzione (che potrebbe non essere più il caso nel funzionamento di emergenza).

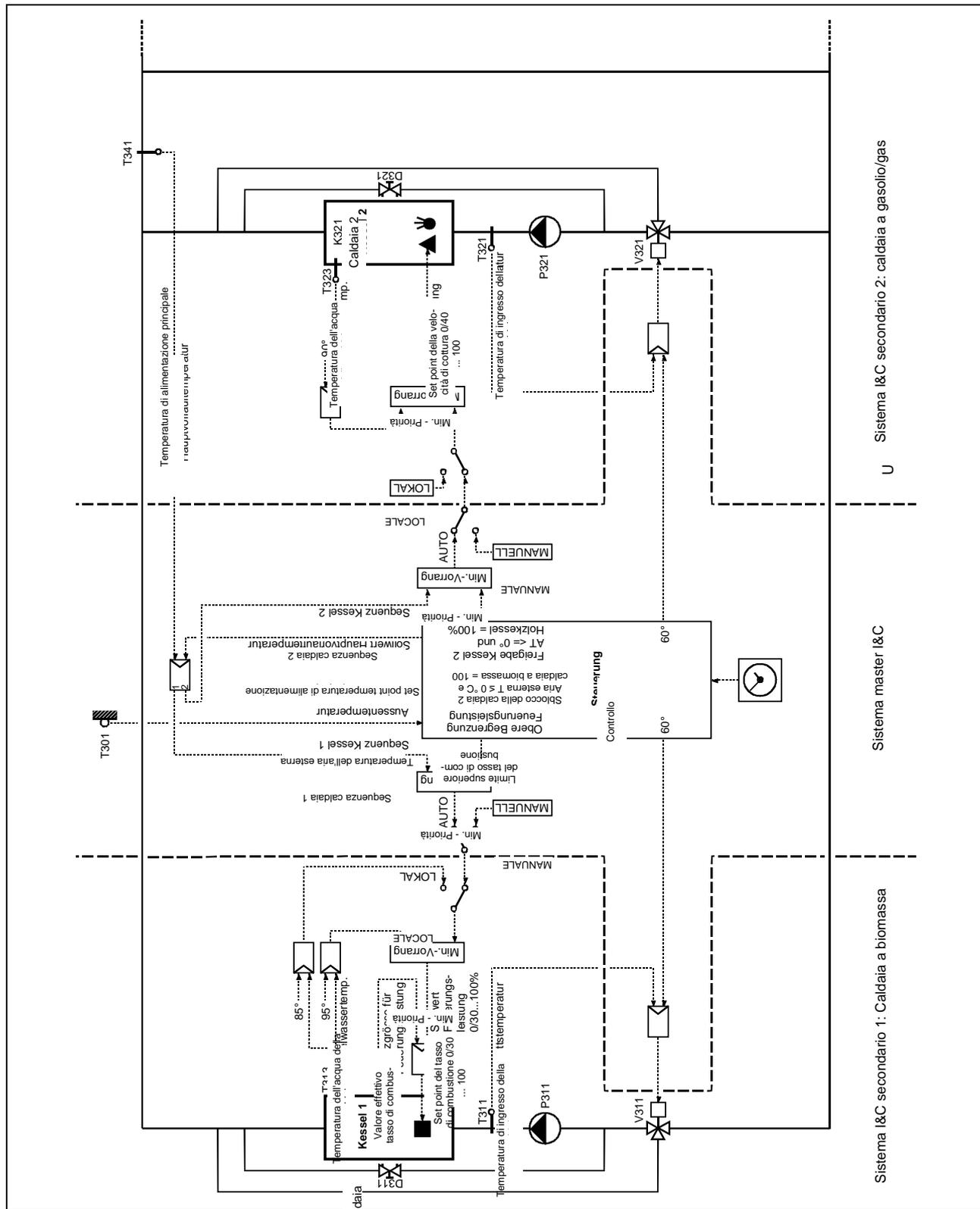


Figura 32 : Sistema di controllo dello schema idraulico standard di un impianto di riscaldamento a biomassa bivalente senza serbatoio di accumulo. Gli interruttori a priorità minima indirizzano il segnale d'ingresso più basso verso l'uscita. I valori numerici sono da intendersi come esempi. Le funzioni di sicurezza non sono mostrate; queste devono essere realizzate tramite i sistemi I&C secondari delle caldaie.

3.3.5 Controllo del circuito della caldaia caldaia a gasolio/gas

Il controllo del circuito della caldaia per la caldaia a gasolio/gas deve essere realizzato dal sistema principale I&C.

In modalità di funzionamento "automatico", se la temperatura d'ingresso della caldaia scende sotto il valore limite, la regolazione deve avvenire a questo valore limite (= **protezione della temperatura di ritorno della caldaia**).

In modalità di funzionamento "manuale", si dovrebbe anche prevedere una protezione della temperatura di ritorno della caldaia.

Nella modalità di funzionamento "locale", la protezione della temperatura di ritorno della caldaia dovrebbe rimanere attiva se il sistema principale I&C è ancora in funzione (che potrebbe non essere più il caso nel funzionamento di emergenza).

Se la caldaia a gasolio/gas non richiede una protezione della temperatura di ritorno, questa funzione viene omessa.

3.3.6 Controllo della temperatura di alimentazione principale

Il controllo della temperatura di alimentazione principale deve essere realizzato dal sistema principale I&C.

La temperatura di mandata principale deve essere controllata su un valore fisso regolando i valori di riferimento della potenza termica fornita (= variabili correttive) per la caldaia a biomassa e la caldaia a gasolio/gas in sequenza.

Importante: I tassi di combustione delle caldaie sono controllati attraverso la temperatura di alimentazione principale, cioè la temperatura media delle due temperature di uscita delle caldaie. È necessario un attento bilanciamento idraulico e i regolatori per la limitazione delle temperature dell'acqua della caldaia devono essere impostati tra i 5 e i 15 K sopra il setpoint della temperatura di alimentazione principale.

3.3.7 Controllo della potenza termica fornita della caldaia a biomassa

Il potenza termica fornita è controllato tramite il sistema I&C secondario della caldaia a biomassa.

La camera di combustione della caldaia a biomassa deve essere dotata di combustione automatica. Se questo non è possibile o non è ragionevole, può essere fatto funzionare con la modalità di supporto del letto ardente. In linea di principio, la camera di combustione della caldaia a biomassa dovrebbe essere sempre fatta funzionare alla potenza più bassa possibile, in modo che debba essere accesa e spenta il meno possibile.

Il regolatore per la temperatura di alimentazione principale del sistema I&C principale specifica il setpoint della potenza termica fornita della caldaia a biomassa. Con l'aiuto del sistema di controllo, il setpoint della potenza termica fornita può essere ulteriormente guidato e limitato.

Il regolatore interno per la temperatura dell'acqua della caldaia T313 del sistema I&C secondario ha le seguenti funzioni:

- Modalità di funzionamento "manuale" (non obbligatoria): Regolazione della potenza termica fornita ad un valore fisso impostato sul sistema principale I&C, cioè nessun controllo della temperatura di alimentazione principale T341, ma limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia T313 (ad es. a 95°C).
- Modalità di funzionamento "Locale": Controllo della temperatura dell'acqua della caldaia T313 ad un valore fisso impostato sul sistema I&C secondario (ad es. 85°C), limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia T313 ad un valore fisso superiore (ad es. a 95°C).
- Modalità di funzionamento "automatico": Limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia T313 (per esempio a 95°C)

Nel range di regolazione della potenza della caldaia a biomassa tra il 30 e il 100%, la regolazione dovrebbe essere continua. Al di sotto di questo valore, la regolazione deve essere in modalità a stadi. La commutazione tra OFF (o portata di combustibile in caldaia) e regolazione in continuo avviene tramite il sistema I&C attivo.

In base alle specifiche del produttore, la commutazione può sempre avvenire anche tramite la caldaia a biomassa.

Indicazioni per le interfacce standard tra il sistema principale I&C e la caldaia a biomassa e una lista di produttori di unità di controllo e caldaie a biomassa che offrono queste interfacce, possono essere scaricate da Internet [9].

Importante: la sicurezza della caldaia a biomassa, cioè la prevenzione del superamento della temperatura massima ammissibile dell'acqua della caldaia, deve essere ulteriormente garantita dal sistema I&C secondario.

3.3.8 Controllo della potenza termica fornita di una caldaia a gasgasolio/gas

La potenza termica fornita è controllato tramite il sistema I&C secondario della caldaia a gasgasolio/gas.

Il controllo della potenza termica fornita dovrebbe essere continuo (per il funzionamento modulare) o a stadi (per il funzionamento a più stadi). In linea di principio, la caldaia a gasolio/gas dovrebbe funzionare sempre alla potenza più bassa possibile e dovrebbe essere sbloccata solo quando la caldaia a biomassa non è stata in grado di fornire la potenza a pieno carico per un lungo periodo.

Il regolatore della temperatura di alimentazione principale del sistema principale I&C dà il valore di riferimento della potenza termica fornita alla caldaia a gasolio/gas in sequenza alla caldaia a biomassa.

Il regolatore interno per la temperatura dell'acqua della caldaia T323 del sistema I&C secondario ha le seguenti funzioni:

- Modalità di funzionamento "manuale" (non obbligatoria): Regolazione della potenza termica fornita ad un valore fisso impostato sul sistema principale I&C, cioè nessun controllo della temperatura di alimentazione principale T341, ma limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia T323 (ad es. a 90°C).
- Modalità di funzionamento "Locale": Controllo della temperatura dell'acqua della caldaia T323 ad un valore fisso impostato sul sistema I&C secondario (ad es. 90°C).
- Modalità di funzionamento "automatico": Limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia T323 (per esempio a 90°C)

Importante: La sicurezza della caldaia a gasgasolio/gas, cioè la prevenzione del superamento della temperatura massima ammissibile dell'acqua della caldaia, deve essere ulteriormente garantita dal sistema I&C secondario della caldaia a gas/gas.

3.3.9 Controllo di sequenza caldaia a biomassa - caldaia a gasolio/gas

Il collegamento a valle della caldaia a biomassa - caldaia a gasolio/gas deve essere realizzato dal sistema principale I&C.

Il regolatore di sequenza per la potenza termica fornita delle due caldaie deve essere progettato e completato con criteri di sblocco e di blocco adeguati, in modo da evitare che la caldaia a gasolio/gas venga accesa troppo spesso.

Esempi di criteri di sblocco e di blocco della caldaia a gasolio/gas sono:

- Sblocco quando una certa temperatura minima dell'aria esterna E il setpoint della potenza termica fornita della caldaia a biomassa è impostato al 100% per un certo tempo.
- Blocco (ritorno) quando il setpoint della potenza termica fornita della caldaia a biomassa è tornato al 90% per un certo tempo.

Se la caldaia a biomassa va in avaria, la caldaia a gasolio/gas deve essere sbloccata automaticamente.

La caldaia che non è in funzione deve essere completamente isolata idraulicamente dal resto dell'impianto (nessuna circolazione difettosa dovuta a tempi di superamento, valvole a tre vie impostate in modo errato, cortocircuiti attraverso le linee di sicurezza, ecc.)

Nota: Quando è accesa, la caldaia 2 ha la piena portata volumetrica alla potenza minima e quindi una differenza di temperatura tra l'ingresso e l'uscita minore che a pieno carico. Questa differenza causa una "fluttuazione" delle temperature dell'acqua della caldaia: La temperatura della caldaia 1 (a pieno carico) è più alta e quella della caldaia 2 (a carico parziale) più bassa della temperatura di alimentazione principale. Questo deve essere preso in considerazione nella progettazione in modo che la limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia 1 possa essere impostata sufficientemente alta.

E'possibile controllare la caldaia a gasolio/gas usando la valvola a tre vie, se questo migliora la qualità del controllo:

- Variabile correttiva della caldaia a gasolio/gas = setpoint della potenza termica fornita (come prima), ma controllo aggiuntivo della temperatura di uscita della caldaia a gasgasolio/gas.
- Variabile correttiva della caldaia a gasolio/gas = Corsa della valvola a tre vie nel circuito della caldaia (invece del setpoint della potenza termica fornita); temperatura dell'acqua della caldaia controllata dal sistema I&C secondario.
- Deve essere indicato dove si trova la posizione di misurazione della variabile di controllo principale (T341 o T342? Massima precedenza a T344?).

3.3.10 Modalità di controllo prescelte

Le modalità di controllo scelte, come controllare i circuiti della caldaia, la temperatura di alimentazione principale e i tassi di combustione, è definito nella Tabella 33

Modalità di funzionamento	Controllo del circuito della caldaia: - Caldaia a biomassa - Caldaia a gasgasolio/gas	Controllo della temperatura di alimentazione principale (= variabile di controllo principale)	Regolazione dei tassi di combustione - Caldaia a biomassa - Caldaia a gasolio/gas
Off	Inoperativo		
Manuale <input type="checkbox"/> Non fornito	<input type="checkbox"/> Sistemi di protezione della temperatura di ritorno della caldaia T311/T321 tramite sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Limitazione delle temperature dell'acqua della caldaia - T313/T323 da parte dei sistemi I&C secondari	<input type="checkbox"/> Temperatura di alimentazione principale di controllo T341 fuori servizio	<input type="checkbox"/> I setpoint dei due tassi di combustione possono essere impostati come valori fissi sul sistema principale I&C
Locale	<input type="checkbox"/> Controllo delle temperature dell'acqua della caldaia - T313/T323 da sistemi I&C secondari	<input type="checkbox"/> Temperatura di alimentazione principale di controllo T341 fuori servizio	<input type="checkbox"/> Regolatori di potenza interni dei sistemi I&C secondari attivati
Automatico Operazione estiva? <input type="checkbox"/> Sì, con caldaia a biomassa <input type="checkbox"/> Sì, con caldaia a gasolio/gas <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Sistemi di protezione della temperatura di ritorno della caldaia T311/T321 tramite sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Limitazione delle temperature dell'acqua della caldaia - T313/T323 mediante sistemi I&C secondari	<input type="checkbox"/> Controllo della temperatura di alimentazione principale T341 da parte del sistema principale I&C nella sequenza caldaia a biomassa - caldaia a gasolio/gas; le variabili correttive sono i setpoint dei due tassi di combustione. <u>Altre soluzioni ammissibili:</u> <input type="checkbox"/> Controllo aggiuntivo della temperatura di uscita per la caldaia a gasolio/gas <input type="checkbox"/> Correzione della caldaia a gasolio/gas variabile = Valvola a tre vie nel circuito della caldaia Punto di misura della temperatura di alimentazione principale <input type="checkbox"/> per T341 <input type="checkbox"/> per T342 <input type="checkbox"/> Massima priorità a T344	<input type="checkbox"/> Controllo dei due tassi di combustione da parte dei sistemi I&C secondari; setpoint dal sistema I&C principale in sequenza caldaia a biomassa - caldaia a gasolio/gas

Riassunto	Quali modalità di funzionamento sono previste? <input type="checkbox"/> Off <input type="checkbox"/> Manuale (per ogni caldaia) <input type="checkbox"/> Locale (per ogni caldaia) <input type="checkbox"/> Funzionamento invernale automatico con caldaia a biomassa e caldaia a gasolio/gas <input type="checkbox"/> Funzionamento automatico a basso carico (periodo di transizione, estate) con caldaia a biomassa <input type="checkbox"/> Funzionamento automatico a basso carico (periodo di transizione, estate) con caldaia a gasolio/gas <input type="checkbox"/> Caldaia a gasolio/gas da sola (es. revisione caldaia a biomassa, funzionamento di emergenza) <input type="checkbox"/> Altro:
-----------	--

Tabella 33 : Domande e risposte delle modalità di controllo prescelte

3.4 Registrazione dei dati per l'ottimizzazione operativa

Devono essere prese tutte le precauzioni per poter effettuare una corretta ottimizzazione operativa del sistema e per poter monitorarne in modo efficiente il regolare funzionamento. Le variabili misurate da registrare devono essere contrassegnate con una croce nella Tabella 34; variabili misurate contrassegnate con "Standard" devono poter essere registrate in ogni caso; si raccomanda il collegamento con le restanti variabili misurate. La precisione di misurazione deve soddisfare le maggiori esigenze di un sistema di misurazione.

Bisogna rispondere alle domande sulla registrazione automatica dei dati per l'ottimizzazione operativa nella Tabella 35

<input checked="" type="checkbox"/>	Standard	Punti di misura	Etichetta
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura dell'aria esterna	T301
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di ingresso della caldaia a biomassa	T311
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di uscita della caldaia a biomassa	T312
<input type="checkbox"/>		Temperatura acqua caldaia biomassa (altro punto di misura)	T313
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura d'ingresso della caldaia a gasolio/gas	T321
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di uscita della caldaia a gasolio/gas	T322
<input type="checkbox"/>		Temperatura dell'acqua della caldaia a gas/gasolio (altro punto di misurazione)	T323
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di alimentazione principale prima del compensatore idraulico	T341
<input type="checkbox"/>	Standard *	Temperatura di alimentazione principale dopo il compensatore idraulico	T342
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di ritorno principale prima del compensatore idraulico	T343
<input type="checkbox"/>	Standard *	Temperatura di ritorno principale dopo il compensatore idraulico	T344
<input type="checkbox"/>	Standard *	Temperatura di ritorno del raccordo differenziale a bassa pressione	T351
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di alimentazione dell'attacco a pressione differenziale	T361
<input type="checkbox"/>	Standard *	Temperatura di ritorno dell'attacco a pressione differenziale	T362
<input type="checkbox"/>	Standard	Contacalorie della caldaia**	W311
<input type="checkbox"/>		Misuratore di portata acqua ingresso caldaia a biomassa **	W311
<input type="checkbox"/>	Standard	Contatore gasolio/gas, in caso di caldaia modulare gasolio/gas ***	W321/W322
<input type="checkbox"/>	Standard	Ore di funzionamento stadio 1/2, in caso di caldaia a due stadi gasolio/gas	W321/W322
<input type="checkbox"/>	Standard	Setpoint della potenza termica fornita caldaia a biomassa	
<input type="checkbox"/>		Setpoint interno alla caldaia della potenza termica fornita (caldaia a biomassa di ritorno)	
<input type="checkbox"/>	Standard	Setpoint della potenza termica fornita caldaia a gasolio/gas	
<input type="checkbox"/>		Setpoint interno alla caldaia della potenza termica fornita (segnale di feedback caldaia a gasolio/gas)	
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura dei gas di scarico della caldaia a biomassa	
<input type="checkbox"/>		Temperatura della camera di combustione della caldaia a biomassa	
<input type="checkbox"/>	Standard *	Caldaia a biomassa con ossigeno residuo	
<input type="checkbox"/>		Separatore di particelle a punti di misura; tipo:	
<input type="checkbox"/>			

□			
<p>* Al fine di ridurre lo sforzo per la registrazione dei dati, è ammessa una riduzione dei punti di misurazione Il contatore di calore deve essere dotato di un'interfaccia per registrare la quantità di calore [kWh] o di acqua [m³]. La rappresentazione grafica, tuttavia, deve essere in termini di potenza [kW] o di flusso volumetrico [m³/h].</p> <p>*** Il contatore di gasolio/gas deve essere dotato di un'interfaccia per registrare la quantità di gasolio o di gas [dm³ o m³]. La rappresentazione grafica, tuttavia, deve essere fatta come portata [dm³/h o m³/h].</p>			

Tabella 34: Elenco dei punti di misura per la registrazione automatica dei dati. Se l'impianto deve essere considerato come uno schema idraulico standard, deve essere possibile registrare tutte le variabili misurate contrassegnate da "Standard".

3.5 Allegato al protocollo di approvazione

La fase di esecuzione si conclude con il test di approvazione. Un addendum al protocollo di approvazione deve essere redatto secondo la Tabella 37.

Le domande della Tabella 36 devono trovare risposta all'inizio della fase di gara. L'allegato al protocollo di approvazione secondo la Tabella 37 è da compilare alla fine della fase di esecuzione. Tuttavia, si raccomanda di utilizzare queste tabelle già durante la fase di gara e di esecuzione per la determinazione preliminare dei valori di programmazione in modo che la funzionalità del sistema sia chiaramente riconoscibile.

Chi prepara l'addendum al protocollo di approvazione? <input type="checkbox"/> Progettista principale <input type="checkbox"/> Fornitore di caldaie a biomassa <input type="checkbox"/> Fornitore del sistema principale I&C

Tabella 36 : Domande e risposte sull'allegato al protocollo di approvazione

Descrizione	Unità	Esempio			
Sistema principale I&C Collegamento di sistemi I&C principale/secondario tramite interfaccia standard [9]? <input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No					
■ Protezione della temperatura di ritorno della caldaia					
Limite di temperatura di ingresso della caldaia a biomassa	°C	60			
Limite della temperatura d'ingresso della caldaia a gasolio/gas	°C	60			
■ Controllo della temperatura di alimentazione principale Chi specifica l'OFF (o portata di combustibile in caldaia) e la regolazione costante? <input type="checkbox"/> Il sistema di controllo attivo <input type="checkbox"/> Sempre la caldaia a biomassa					
Setpoint della temperatura di alimentazione principale	°C	85			
Regolazione continua in sequenza	Banda P per la sequenza 1 (caldaia a biomassa)	%	200		
	Tempo di integrazione per la sequenza 1 (caldaia a biomassa)	Min.	20		
	Banda P per la sequenza 2 (caldaia a gasolio/gas)	%	200		
	Tempo di integrazione per la sequenza 2 (caldaia a gasolio/gas)	Min.	20		
Regolatore a due tempi nella sequenza	Regolazione continua della caldaia a biomassa a potenza termica fornita nominale.	%	≥35		
	Caldaia a biomassa OFF / letto di fuoco al potenza termica fornita nominale	%	≤25		
	Caldaia a gasolio/gas stadio 1 ON al potenza termica fornita nominale	%	≥45		
	Caldaia a gasolio/gas stadio 1 OFF al potenza termica fornita nominale	%	≤35		
	Caldaia a gasolio/gas stadio 2 ON al potenza termica fornita nominale	%	≥75		
	Caldaia a gasolio/gas stadio 2 OFF al potenza termica fornita nominale	%	≤65		
■ Controllo di sequenza caldaia a biomassa - caldaia a gasolio/gas (modificare se necessario)					
Criterio di sblocco: Temperatura dell'aria esterna e (potenza termica fornita nominale caldaia biomassa e ritardo)	°C	≤0			
	%	100			
Criterio di blocco: potenza termica fornita nominale caldaia bio-massa E ritardo	Min.	30			
	%	90			
	Min.	10			

Caldaia a biomassa					
■ Impostazioni di uscita del calore					
Impostare la potenza termica minima con il combustibile di riferimento	kW	150			
Impostare la potenza termica massima con il combustibile di riferimento	kW	500			
■ Sistema I&C secondario 1					
Temperatura nominale dell'acqua della caldaia in modalità di funzionamento "locale"	°C	85			
Temperatura limite dell'acqua della caldaia	°C	95			
Temperatura limite dell'acqua della caldaia per spegnimento di sicurezza	°C	110			
Caldaia a gasolio/gas					
■ Impostazioni di uscita del calore					
Impostare la potenza termica minima	kW	280			
Impostare la potenza termica massima <input type="checkbox"/> fase 1+2 <input type="checkbox"/> modulare	kW	700			
■ Sistema I&C secondario 2					
Temperatura limite dell'acqua della caldaia	°C	90			
Temperatura limite dell'acqua della caldaia per spegnimento di sicurezza	°C	110			

Tabella 37: Allegato al protocollo di approvazione - valori d'impostazione (i valori in esempio sono da cancellare).

4. Sistema di riscaldamento a biomassa bivalente con serbatoio di accumulo

4.1 Breve descrizione e responsabilità

4.1.1 Livello utente

Sono richiesti i tipi di funzionamento più semplice possibile e una chiara visualizzazione delle funzioni principali in modo che anche il personale non specializzato possa utilizzare il sistema:

- I seguenti requisiti devono essere soddisfatti per il **funzionamento di servizio e di emergenza**:
 - Deve essere possibile disattivare parzialmente o completamente il sistema di controllo automatico per lavori di manutenzione e in caso di funzionamento di emergenza (ad esempio tramite l'interruttore "off/on/automatico")
 - I sistemi I&C secondari devono essere in grado di funzionare indipendentemente dal sistema I&C principale (ad esempio in caso di guasto del sistema I&C principale).
 - Il funzionamento manuale delle valvole di controllo deve essere garantito (ad esempio, la regolazione manuale sulla valvola di controllo, ma questo non deve essere disturbato da un segnale di controllo errato).
 - Tutte le funzioni di sicurezza devono essere mantenute
- La **selezione della modalità di funzionamento** deve essere fatta in uno dei seguenti modi:
 - Tramite interruttori in un **pannello di controllo convenzionale** (di solito nel quadro elettrico), questa soluzione si è dimostrata nella pratica.
 - Tramite un **PLC**; tuttavia, questa è un'opzione solo se i requisiti hardware e software per un funzionamento ottimale sono corretti.
 - Attraverso il computer principale di un **sistema di controllo**
- Ulteriori operazioni, come la **regolazione dei setpoint, la modifica dei programmi orari, ecc.**, possono essere eseguite direttamente sui sistemi I&C principale e secondari (se necessario, anche via Internet).

4.1.2 Sistema principale I&C

Il sistema I&C principale si occupa di tutte le funzioni di controllo e regolazione principale e collega tra loro i sistemi I&C secondari. Inoltre, al sistema I&C principale è assegnata anche la registrazione automatica dei dati, che è obbligatoria come schema idraulico standard (almeno temporaneamente per la durata dell'ottimizzazione del funzionamento).

4.1.3 Sistema I&C secondario 1: caldaia a biomassa

Il sistema I&C secondario della caldaia a biomassa deve soddisfare le seguenti **funzioni**:

- Gestione della portata di combustibile in caldaia o combustione automatica
- Controllo della potenza termica fornita nel funzionamento manuale e automatico in base al setpoint specificato dal sistema I&C principale
- Controllo della temperatura dell'acqua della caldaia durante il funzionamento locale
- Limitazione della potenza termica fornita in base alla temperatura dell'acqua della caldaia in tutte le modalità di funzionamento

Se è necessario un **separatore di particelle**, esso deve essere controllato dal sistema I&C secondario della caldaia a biomassa.

La **sicurezza** della caldaia a biomassa, cioè la prevenzione del superamento della temperatura massima ammissibile dell'acqua della caldaia, deve essere garantita dal sistema I&C secondario.

Se il PLC della caldaia a biomassa può anche soddisfare le richieste del sistema I&C principale (in particolare anche la registrazione automatica dei dati), l'**uso simultaneo come sistema I&C principale e secondario** può essere testato.

4.1.4 Sistema I&C secondario 2: caldaia a gasolio/gas

Il sistema I&C secondario della caldaia a gasolio/gas deve svolgere le seguenti **funzioni**:

- Pre-purge, combustione e monitoraggio della fiamma
- Regolazione della potenza termica fornita nel funzionamento manuale e automatico in base alla specifica del setpoint del sistema I&C principale (continua nel funzionamento modulare, a stadi nel funzionamento multistadio)
- Controllo della temperatura dell'acqua della caldaia durante il funzionamento locale
- Limitazione della potenza termica fornita in base alla temperatura dell'acqua della caldaia in tutte le modalità di funzionamento

La **sicurezza** della caldaia a gasolio/gas, cioè la prevenzione del superamento della temperatura massima ammissibile dell'acqua, deve essere garantita dal sistema I&C secondario della caldaia.

4.1.5 Struttura selezionata dei livelli del sistema I&C

Una responsabile principale deve essere designato per la progettazione I&C (in particolare anche per la definizione dell'interfaccia).

Per la descrizione della struttura dei livelli del sistema I&C e delle responsabilità designate si può compilare la Tabella 38.

Livello del sistema I&C	Domande e risposte
Livello utente Sezione 4.1.1	<p>Sono soddisfatti i requisiti per il servizio e il funzionamento di emergenza? <input type="checkbox"/> Sì (obbligatorio per lo schema idraulico standard) <input type="checkbox"/> No</p> <p>Come avviene la selezione della modalità di funzionamento? <input type="checkbox"/> Interruttore in un pannello di controllo convenzionale <input type="checkbox"/> Ingresso tramite un PLC; è garantito un funzionamento sufficientemente buono <input type="checkbox"/> Ingresso tramite il computer principale del sistema di controllo</p> <p>Da dove può essere controllato e azionato il sistema? <input type="checkbox"/> Solo nell'impianto di riscaldamento centrale <input type="checkbox"/> Nell'impianto di riscaldamento centralizzato e via modem <input type="checkbox"/> Nell'impianto di riscaldamento centralizzato e via internet</p>
Sistema principale I&C Sezione 4.1.2	<p>Come viene implementato il sistema principale I&C? <input type="checkbox"/> Controllo individuale come sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Utilizzo del PLC della caldaia a biomassa come sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Proprio sistema I&C principale</p> <p>Collegamento dei sistemi I&C principale/secondario tramite interfaccia standard [9]? <input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No</p> <p>Come avviene la registrazione automatica dei dati? <input type="checkbox"/> Data logger durante l'ottimizzazione del funzionamento; viene fornita un'interfaccia <input type="checkbox"/> Registrazione interna dei dati nel sistema principale I&C</p>
Sistema I&C secondario 1: Caldaia a biomassa Sezione 4.1.3	<p>Quali sono i compiti del PLC della caldaia a biomassa? <input type="checkbox"/> Viene usato simultaneamente come sistema I&C principale e secondario <input type="checkbox"/> È secondario al sistema I&C principale</p>
Sistema I&C secondario 2: Caldaia a gasolio/gas Sezione 4.1.4	<p>Quali sono i compiti del sistema I&C della caldaia a gasolio/gas? <input type="checkbox"/> È secondario al sistema I&C principale</p>
Responsabilità	<p>Come sono regolate le responsabilità nella fase di pianificazione delle gare d'appalto? <input type="checkbox"/> Specifica di tutti i livelli di I&C da parte del progettista principale <input type="checkbox"/> Specifica di tutti i livelli I&C da parte del progettista principale con il coinvolgimento degli specialisti I&C</p> <p>Come sono regolate le responsabilità (specialmente le definizioni delle interfacce) nella fase di esecuzione e approvazione? <input type="checkbox"/> Programmazione generale di tutti i livelli di I&C da parte del progettista principale <input type="checkbox"/> Programmazione generale di tutti i livelli di I&C da parte del fornitore di caldaie a biomassa <input type="checkbox"/> Programmazione generale di tutti i livelli I&C da parte del fornitore del sistema I&C principale <input type="checkbox"/> Programmazione di ogni livello I&C da parte del rispettivo fornitore (non consentito per lo schema idraulico standard, poiché è esplicitamente richiesta un responsabile principale della programmazione I&C).</p>

Tabella 38 : Domande e risposte sulla struttura scelta per i livelli e le responsabilità di I&C

4.2 Schema principale e design

4.2.1 Circuito idraulico

Il circuito idraulico deve essere conforme alla Figura 39 devono essere soddisfatti I seguenti requisiti:

- L'interconnessione della caldaia a biomassa, della caldaia a gasolio/gas, del serbatoio di accumulo, del collegamento a bassa pressione differenziale e del precontrollo deve essere effettivamente a bassa pressione differenziale (tubi corti, grandi diametri dei tubi).
- Il sistema di accumulo deve essere progettato come sistema di accumulo stratificato.
- Connessioni/collegamenti dello accumulo con allargamento della sezione (riduzione della velocità), deflettore (rifrazione del getto d'acqua) e, se necessario, sifonato (prevenzione della circolazione a un tubo).
- Connessioni/collegamenti dello accumulo solo in alto e in basso (nessuna connessione in mezzo)
- Non si possono far passare tubi all'interno del serbatoio di accumulo (pericolo di "agitazione termica").
- Quando possibile, il serbatoio di accumulo non deve essere diviso in più contenitori. Se questo requisito non può essere soddisfatto, si deve osservare quanto segue:
 - Nessuna connessione tra gli stoccaggi
 - Quando si controlla lo stato di carica del serbatoio di accumulo, ogni serbatoio deve essere considerato come un'unità di controllo (problema: a causa della stratificazione individuale in ogni serbatoio, il serbatoio di accumulo più caldo può essere più freddo in basso rispetto al serbatoio di accumulo più freddo in alto).

L'impianto è anche considerato uno schema idraulico standard se:

- una pompa è realizzata da due o più pompe collegate in parallelo o in serie,
- il precontrollo della rete di teleriscaldamento è realizzato da due valvole di controllo collegate in parallelo o con un gruppo estivo separato,
- lo scambiatore di calore dei gas di scarico può essere integrato.

4.2.2 Progettazione idraulica e del sistema di controllo

La progettazione idraulica e del sistema di controllo deve essere eseguita in funzione delle normative. Devono essere soddisfatti i requisiti secondo le linee guida Q [1] e il manuale di progettazione [4] e in particolare:

- Volume di accumulo ≥ 1 h di capacità di accumulo in relazione alla potenza nominale della caldaia a biomassa
- Controllo del carico/protezione della temperatura di ritorno della caldaia per entrambe le caldaie e precontrollo: Autorità della valvola $\geq 0,5$
- Differenza tra la temperatura di progetto e quella della caldaia $15 \leq K$; è necessaria una differenza di temperatura inferiore se la temperatura di ritorno minima ammessa è elevata (ad es. con corteccia, residui forestali); può essere aumentata per ridurre il consumo di potenza della pompa, se ci si assicura che ciò non provochi problemi di regolazione (ad es. oscillazione della potenza della caldaia a causa della stratificazione della temperatura).
- La temperatura di entrata della caldaia deve essere almeno 5 K più alta della temperatura di ritorno minima ammessa (protezione della temperatura di ritorno della caldaia).

Il progetto idraulico e di controllo deve essere presentato e documentato in conformità alla Tabella 40.

Deve essere specificata **una temperatura massima ammissibile del ritorno principale T443.**

Se la differenza di temperatura tra la temperatura di uscita della caldaia e la temperatura di ingresso della caldaia è più di 10 K inferiore alla differenza di temperatura tra la temperatura di uscita della caldaia e la temperatura massima ammissibile del ritorno principale T443, si raccomanda di prevedere un **compensatore idraulico nel circuito della caldaia D411/D421.**

Importante: per garantire che le caldaie possano sempre erogare la potenza, bisogna assicurarsi che la temperatura di ritorno principale T443 non possa salire oltre il valore di progetto in qualsiasi caso di funzionamento (prescrivere un limitatore della temperatura di ritorno per tutte le utenze!)

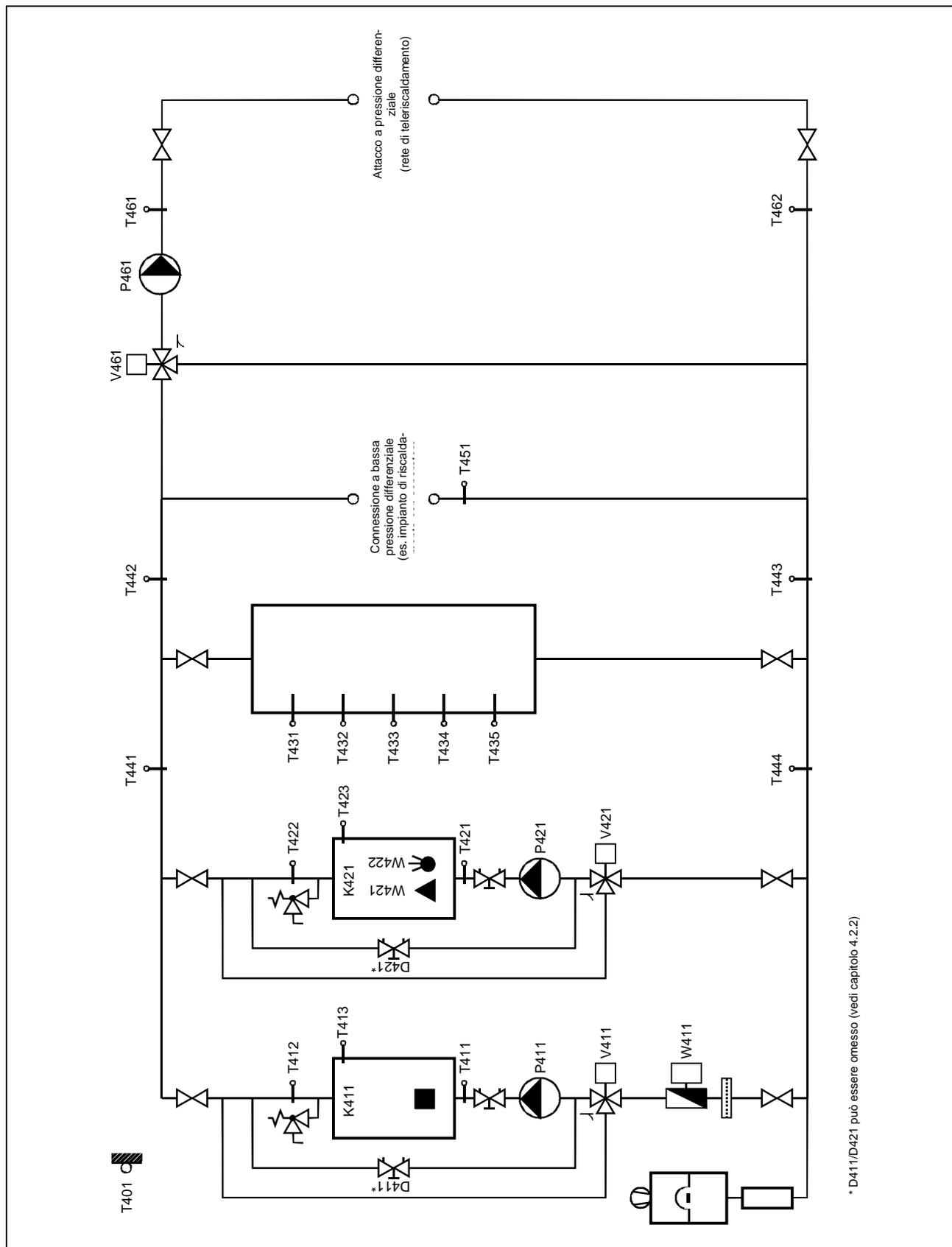


Figura 39 : Schema principale di un sistema di riscaldamento a biomassa a doppio combustibile con serbatoio di accumulo. I dispositivi di sicurezza e il sistema di espansione devono essere progettati in conformità alle norme specifiche del paese.

Progettazione del sistema idraulico e di controllo	Unità	<i>Esempio</i>		Etichetta
Accumulo				
Contenuto	m3	10		
Richiesta di potenza termica dell'intero sistema				
Collegamento a bassa differenza di pressione	kW	80		
Collegamento con pressione differenziale (rete di teleriscaldamento incl. perdite)	kW	620		
Sistema complessivo	kW	700		
Limiti di temperatura garantiti				
Temperatura di alimentazione principale	°C	85		T442
Temperatura massima ammissibile del ritorno principale	°C	55		T443
Temperatura minima ammissibile di ingresso della caldaia a biomassa (protezione della temperatura di ritorno della caldaia)	°C	60		T411
Temperatura massima dell'acqua della caldaia a biomassa (Termostato di blocco della caldaia)	°C	90		T413
Temperatura massima ammissibile dell'acqua della caldaia a biomassa (monitor di sicurezza)	°C	110		T413
Temperatura minima ammissibile di ingresso della caldaia a gasolio/gas. (protezione della temperatura di ritorno della caldaia)	°C	60		T421
Temperatura massima dell'acqua della caldaia a gasolio/gas (Termostato di blocco della caldaia)	°C	90		T423
Temperatura massima ammissibile dell'acqua della caldaia a gasolio/gas (monitor di sicurezza)	°C	110		T423
Circuito caldaia biomassa				
Potenza massima della caldaia	kW	350		K411
Potenza minima della caldaia	kW	105		K411
Temperatura di uscita della caldaia	°C	85		T412/T413
Portata della pompa della caldaia	m3/h	20,1		P411
Prevalenza della pompa caldaia	m	3		P411
Temperatura d'ingresso della caldaia risultante	°C	70		T411
Portata risultante della valvola di controllo del circuito della caldaia	m3/h	10,0		V411
portata risultante del compensatore idraulico	m3/h	10,0		D411
Caduta di pressione della valvola di controllo	kPa	10		V411
Sezione di perdita di pressione con flusso di volume variabile	kPa	8		--
Autorità risultante della valvola	--	0,56		V411
Circuito caldaia gasolio/gas				
Potenza massima della caldaia	kW	700		K421
Potenza minima della caldaia	kW	280		K421
Temperatura di uscita della caldaia	°C	85		T422/T423
Portata della pompa della caldaia	m3/h	40,1		P421
Prevalenza della pompa caldaia	m	3		P421
Temperatura d'ingresso della caldaia risultante	°C	70		T421
Portata risultante della valvola di controllo del circuito della caldaia	m3/h	20,1		V421
portata risultante del compensatore idraulico	m3/h	20,1		D421
Caduta di pressione della valvola di controllo	kPa	10		V421
Sezione di perdita di pressione con flusso di volume variabile	kPa	8		--
Autorità risultante della valvola	--	0,56		V421

Progettazione del precontrollo e della pompa di rete nel capitolo 9!					
--	--	--	--	--	--

Tabella 40 : Progettazione del sistema idraulico e di controllo. I dati di progettazione del sistema da eseguire devono essere inseriti secondo l'esempio (i valori d'esempio sono da cancellare).

4.3 Descrizione del funzionamento

4.3.1 Schema di controllo

Il controllo e la regolazione del sistema devono essere eseguiti secondo la Figura 41.

4.3.2 Modalità di funzionamento

Sono previste le seguenti modalità di funzionamento:

- **Off:** L'intero sistema di produzione di calore è fuori servizio, ad eccezione delle operazioni in continuo (unità di espansione automatica, ecc.)
- **Manuale:** Il setpoint di combustione sia per la caldaia a biomassa che per la caldaia a gasolio/gas può essere impostato "manualmente" come valore fisso sul sistema principale I&C; questa modalità di funzionamento non è obbligatoria.
- **Locale:** I regolatori di uscita interni dei sistemi I&C secondari della caldaia a biomassa o della caldaia a gasolio/gas sono attivati (il sistema I&C principale potrebbe essere fuori uso o difettoso).
- **Automatico:** Il setpoint della potenza termica fornita viene indicato in sequenza sia per la caldaia a biomassa che per la caldaia a gasolio/gas dal sistema principale I&C in base allo stato di carica del serbatoio di accumulo (= variabile controllata).
- **Altre modalità di funzionamento:** Specialmente per il funzionamento a basso carico (periodo di transizione, estate), possono essere necessari altre modalità di funzionamento (ad esempio il cambio convenzionale "estate/inverno", il funzionamento a basso carico con "accumulo di carica/scarica", il funzionamento a basso carico con "sola caldaia a gasolio/gas", ecc.)

4.3.3 Controllo

La regolazione climatica della temperatura di mandata e il programma di controllo temporale dei setpoint, così come lo sblocco e il blocco di caldaie, pompe, ecc. devono essere implementati dal sistema principale I&C.

Con la **regolazione climatica**, la temperatura dell'aria esterna può essere registrata tramite un sensore sul lato nord dell'edificio e la temperatura dell'aria esterna può quindi essere utilizzata da un lato come valore istantaneo e dall'altro come valore medio delle 24 ore per guidare i setpoint e i criteri di sblocco. Calcolo del valore medio su 24 ore, per esempio, in continuo su una finestra delle ultime 24 ore e ricalcolo ogni 15 minuti.

Con un **controllo del programma a tempo**, i livelli del programma a tempo possono essere programmati per diverse funzioni.

4.3.4 Controllo del circuito della caldaia a biomassa

Il controllo del circuito della caldaia per la caldaia a biomassa deve essere realizzato dal sistema principale I&C.

Nella modalità di funzionamento "automatico", la **temperatura di uscita della caldaia** dovrebbe essere regolata ~~continuamente~~ tramite la valvola anticondensa nel circuito della caldaia su un valore fisso.

Se la temperatura d'ingresso della caldaia scende sotto il valore limite, la regolazione deve essere impostata su questo valore limite (= **protezione della temperatura di ritorno della caldaia**).

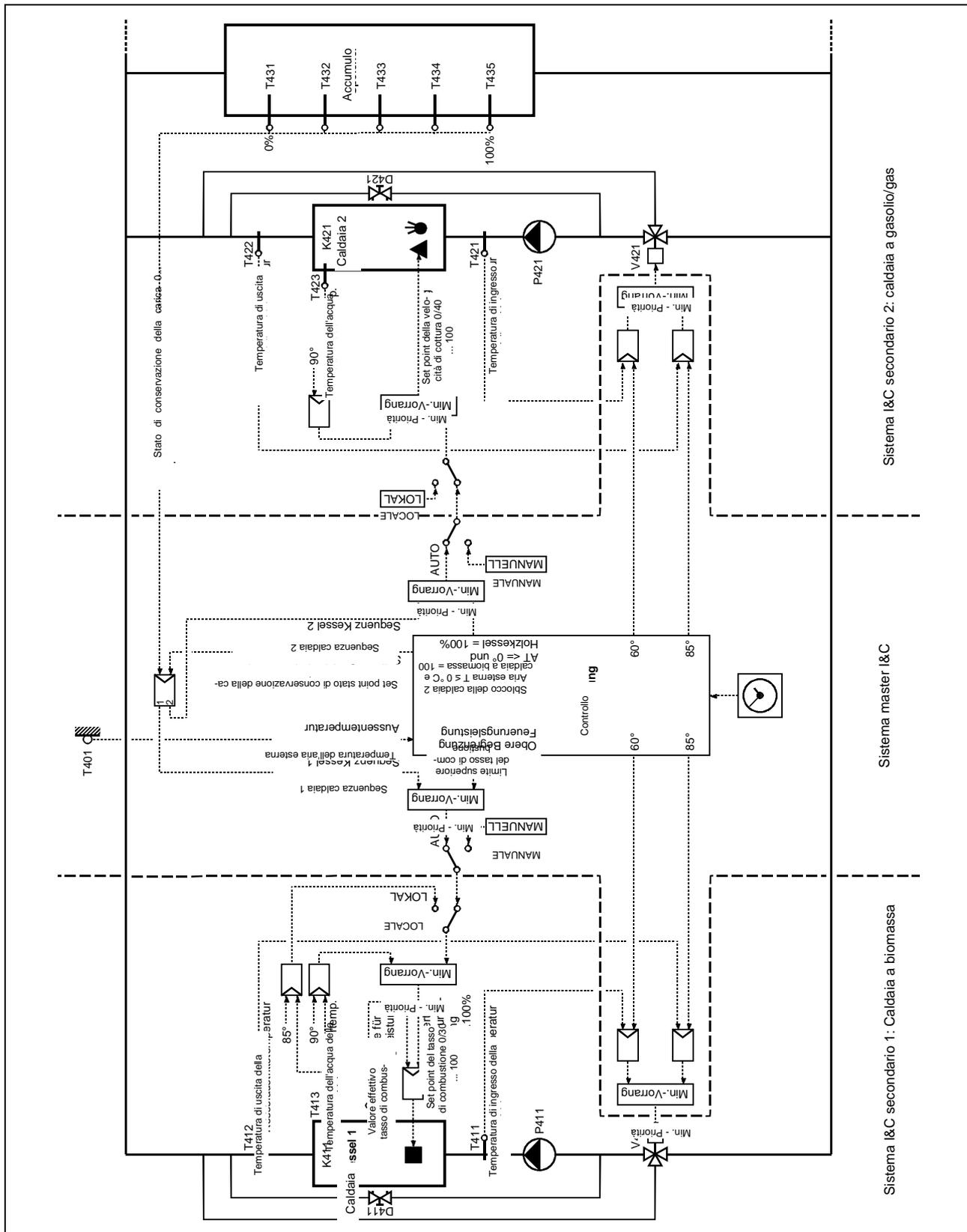


Figura 41 : Sistema di controllo per schema idraulico standard di un sistema di riscaldamento a biomassa bivalente con serbatoio di accumulo. Gli interruttori a priorità minima indirizzano il segnale d'ingresso più basso verso l'uscita. I valori numerici sono da intendersi come esempi. Le funzioni di sicurezza non sono mostrate; queste devono essere realizzate tramite i sistemi I&C secondari delle caldaie.

4.3.5 Controllo del circuito della caldaia caldaia a gasolio/gas

Il controllo del circuito della caldaia, per la caldaia a gasolio/gas, deve essere realizzato dal sistema principale I&C.

Nella modalità di funzionamento "automatico", la **temperatura di uscita della caldaia** dovrebbe essere regolata in continuo su un valore fisso tramite la valvola anticondensa nel circuito della caldaia. Se la temperatura d'ingresso della caldaia scende al di sotto del valore limite, la regolazione deve essere impostata su questo valore limite (= **protezione della temperatura di ritorno della caldaia**).

Per evitare un caricamento incontrollato dell'accumulo in modalità "manuale", "locale" o "solo caldaia a gasolio/gas", la caldaia a gasolio/gas dovrebbe essere spenta quando l'accumulo viene caricato su un valore regolabile (ad esempio spento al 20% e riacceso allo 0%).

4.3.6 Controllo dello stato di carica del serbatoio di accumulo

Il controllo dello stato di carica del serbatoio di accumulo deve essere realizzato dal sistema principale I&C.

Lo stato di carica dell'accumulo deve essere registrato tramite almeno 5 sensori di temperatura distribuiti uniformemente sull'altezza dell'accumulo. Questo fornisce lo stato di carica dell'accumulo da 0% a 100%.

Sono possibili diverse varianti per la registrazione dello stato di carica del serbatoio di accumulo. Quanto segue si applica alle varianti 1 e 2:

w = Il sensore segnala "caldo" quando ad esempio $T \geq 75^{\circ}\text{C}$

k = Il sensore segnala "freddo" quando ad esempio $T \leq 65^{\circ}\text{C}$

Variante 1 (Tabella 42): Con valori del sensore 20 - 40 - 60 - 80 - 100. Per "tutti i sensori freddi" il valore è 0. Questa variante risulta in un segnale con valore effettivo a gradini. Pertanto, la componente (veloce) P del regolatore non deve essere troppo grande e i disturbi devono essere compensati principalmente attraverso la componente (lenta) I.

Variante 2: il segnale a gradini secondo la variante 1 può essere smusato da un elemento di ritardo di controllo del primo ordine (elemento PT1). Tuttavia, la costante di tempo dell'elemento PT1 non deve essere troppo grande, altrimenti c'è il rischio che l'inevitabile ritardo temporale del segnale del valore reale porti a disturbi. Il segnale del valore reale "più continuo", tuttavia, permette una componente P un po' più grande nel regolatore rispetto alla variante 1.

Variante 3 (Tabella 43): Un livellamento della curva caratteristica può anche essere ottenuto se la temperatura del sensore attivo viene interpolata.

Sensore (dall'alto in basso)					Valore
1	2	3	4	5	
k	k	k	k	k	0
w	k	k	k	k	20
w	w	k	k	k	40
w	w	w	k	k	60
w	w	w	w	k	80
w	w	w	w	w	100

Tabella 42 : Variante 1 (in fasi)

Sensore (dall'alto in basso)					Valore
1	2	3	4	5	
< 60°C	< 60°C	< 60°C	< 60°C	< 60°C	0
60...80°C	< 60°C	< 60°C	< 60°C	< 60°C	0...20
> 80°C	60...80°C	< 60°C	< 60°C	< 60°C	20...40
> 80°C	> 80°C	60...80°C	< 60°C	< 60°C	40...60
> 80°C	> 80°C	> 80°C	60...80°C	< 60°C	60...80
> 80°C	> 80°C	> 80°C	> 80°C	60...80°C	80...100

Tabella 43 : Variante 3 (senza gradini)

Con un buon sistema, si può supporre che per le temperature del sensore T1...T5 valga:

$$T1 \geq T2 \geq T3 \geq T4 \geq T5 \geq \quad (T1...T5 \text{ dall'alto in basso})$$

Il sensore attivo è evidenziato in grigio nella Tabella 43 si applica la seguente regola:

- Sensore 1 attivo quando tutte le altre temperature del sensore < 80°C

- Sensore 2 attivo quando la temperatura del sensore $T1 > 80^{\circ}\text{C}$
- Sensore 3 attivo quando la temperatura del sensore $T2 > 80^{\circ}\text{C}$
- Sensore 4 attivo quando la temperatura del sensore $T3 > 80^{\circ}\text{C}$
- Sensore 5 attivo quando la temperatura del sensore $T4 > 80^{\circ}\text{C}$

La qualità dell'interpolazione (livellamento del segnale) dipende dallo spessore della zona di miscelazione nel serbatoio di accumulo, e questo spessore non è una quantità fissa. Con lo stesso serbatoio di accumulo, può essere molto diverso - a seconda della portata, del raffreddamento, ecc. Fondamentalmente:

- lo spessore della zona di miscelazione = zero (immagazzinamento stratificato ideale) non comporta alcuno smussamento e il segnale è a gradini come nella variante 1
- spessore della zona di miscelazione tra zero e la distanza tra i sensori, risulta in un livellamento sempre migliore del segnale
- Lo spessore della zona di miscelazione leggermente maggiore della distanza tra i sensori dà il miglior livellamento
- Lo spessore della zona di miscelazione significativamente maggiore della distanza tra le sonde porta a un livellamento più scarso

Variante 4: temperatura media dello accumulo come misura dello stato di carica del serbatoio di accumulo. Lo svantaggio qui è che il reale stato di carica è riprodotto in modo diverso a seconda dello spessore della zona di miscelazione, della temperatura di ritorno, del raffreddamento, ecc. Lo spessore della zona di miscelazione = zero (accumulo a stratificazione ideale) non comporta alcuno smussamento, il segnale è a gradini come nella variante 1; quando è progettato per $85/55^{\circ}\text{C}$, il campo di regolazione è di 30 K, quando il ritorno al mattino è 25°C , sale a 60 K.

Più di 5 sensori di accumulo: Solo in questo modo (in combinazione con le varianti da 1 a 4) è possibile migliorare realmente il segnale.

Il serbatoio di accumulo deve essere caricato da un sistema di controllo continuo. Questo regolatore dovrebbe avere caratteristiche PI. Come risultato della componente I, l'accumulo può essere caricato ad un setpoint tra 60 e 80% senza una deviazione permanente della regolazione (come sarebbe il caso con il regolatore P). Nel caso di un segnale a gradini, selezionare un valore, per esempio 60%. Se le utenze di calore richiedono improvvisamente più potenza, lo stato di carica dell'accumulo scende e la potenza termica fornita viene aumentata; se improvvisamente è necessaria meno potenza, lo stato di carica dell'accumulo sale e la potenza termica fornita viene regolata nuovamente. Nel primo caso, la metà superiore dell'accumulo è disponibile come riserva di potenza finché la caldaia a biomassa non ha reagito, e nel secondo caso, la caldaia a biomassa può fornire il surplus temporaneo di potenza alla metà inferiore dell'accumulo.

Nei sistemi con combustione automatica, l'accumulo dovrebbe essere caricato e scaricato completamente con una potenza ridotta durante il funzionamento a basso carico (potenza richiesta della caldaia a biomassa inferiore alla potenza minima). Deve essere definito un criterio di commutazione adeguato per il passaggio da "carica/scarica" alla regolazione continua e viceversa (ad es. commutazione manuale o commutazione in base al programma orario e alla temperatura dell'aria esterna).

4.3.7 Caldaia a biomassa con controllo della potenza termica fornita

La potenza termica fornita è controllata tramite il sistema I&C secondario della caldaia a biomassa.

La caldaia a biomassa deve essere dotata di combustione automatica. Se questo non è possibile o non è ragionevole secondo lo stato dell'arte, può essere fatto funzionare con la modalità di supporto del letto ardente. In linea di principio, la caldaia a biomassa dovrebbe essere sempre fatta funzionare alla potenza più bassa possibile, in modo che debba essere accesa e spenta il meno possibile.

Il regolatore per lo stato di carica dell'accumulo del sistema I&C principale indica il setpoint della potenza termica fornita all'impianto. Con l'aiuto del sistema di controllo, il setpoint della potenza termica fornita può essere ulteriormente regolato e limitato.

Il regolatore interno per la temperatura dell'acqua della caldaia T413 del sistema I&C secondario ha le seguenti funzioni:

- Modalità di funzionamento "manuale" (non obbligatoria): regolazione della potenza termica fornita su un valore fisso impostato sul sistema principale I&C, cioè nessun controllo dello stato di carica dell'accumulo, ma limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia T413 (ad es. a 90°C).
- Modalità di funzionamento "Locale": regolazione della temperatura dell'acqua della caldaia T413 su un valore fisso impostato sul sistema I&C secondario (ad es. 85°C), limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia T413 su un valore fisso superiore (ad es. a 90°C);
- Modalità di funzionamento "automatico": Limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia T413 (per esempio a 90°C)

In un range di regolazione della potenza della caldaia a biomassa tra 30 e 100%, la regolazione dovrebbe essere continua. Al di sotto di questo valore, la regolazione deve essere in modalità a due fasi. La commutazione tra OFF (o supporto del letto di fuoco) e regolazione continua avviene tramite il rispettivo sistema I&C attivo. Se il produttore della caldaia a biomassa lo desidera, la commutazione può sempre avvenire anche tramite la caldaia a biomassa.

Indicazioni per le interfacce standard tra il sistema principale I&C e la caldaia a biomassa, così come una lista di produttori di unità di controllo e caldaie a biomassa che offrono queste interfacce, può essere scaricata da Internet [9].

Importante: la sicurezza della caldaia a biomassa, cioè la prevenzione del superamento della temperatura massima ammissibile dell'acqua, deve essere ulteriormente garantita dal sistema I&C secondario della caldaia a biomassa.

4.3.8 Caldaia a gasolio/gas con controllo della potenza termica fornita

La potenza termica fornita è controllato tramite il sistema I&C secondario della caldaia a gasolio/gas.

Il controllo della potenza termica fornita dovrebbe essere continuo (per il funzionamento modulare) o a stadi (per il funzionamento a più stadi). In linea di principio, la caldaia a gasolio/gas dovrebbe funzionare sempre alla potenza più bassa possibile e dovrebbe essere sbloccata solo quando la caldaia a biomassa non è stata in grado di fornire la potenza a pieno carico per un lungo periodo.

Il regolatore per lo stato di carica dell'accumulo del sistema I&C principale dà il setpoint della potenza termica fornita alla caldaia a gasolio/gas in sequenza alla caldaia a biomassa.

Il regolatore interno per la temperatura dell'acqua della caldaia T423 del sistema I&C secondario ha le seguenti funzioni:

- Modalità di funzionamento "manuale" (non obbligatoria): Regolazione della potenza termica fornita ad un valore fisso impostato sul sistema principale I&C, cioè nessun controllo della temperatura di alimentazione principale T441, ma limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia T423 (ad es. a 90°C).
- Modalità di funzionamento "Locale": Controllo della temperatura dell'acqua della caldaia T423 ad un valore fisso impostato sul sistema I&C secondario (ad es. 90°C).
- Modalità di funzionamento "automatico": Limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia T423 (per esempio a 90°C)

Importante: La sicurezza della caldaia a gasolio/gas, cioè la prevenzione del superamento della temperatura massima ammissibile dell'acqua ~~della caldaia~~, deve essere ulteriormente garantita dal sistema I&C secondario della caldaia a gasolio/gas.

4.3.9 Controllo della sequenza caldaia a biomassa - caldaia a gasolio/gas

Il collegamento a valle tra la caldaia a biomassa e la caldaia a gasolio/gas deve essere realizzato dal sistema principale I&C.

Il regolatore di sequenza per la potenza termica fornita delle due caldaie deve essere progettato e completato con criteri di sblocco e di blocco adeguati, in modo da evitare in modo che la caldaia a gasolio/gas venga accesa troppo spesso.

Esempi di criteri di sblocco e di blocco della caldaia a gasolio/gas sono:

- Sblocco quando una certa temperatura minima dell'aria esterna E il setpoint della potenza termica fornita della caldaia a biomassa sono impostati al 100% per un certo tempo
- Blocco (ritorno) quando il setpoint della potenza termica fornita della caldaia a biomassa torna al 90% per un certo tempo.

Se la caldaia a biomassa va in avaria, la caldaia a gasolio/gas deve essere sbloccata automaticamente.

La caldaia che non è in funzione deve essere completamente isolata idraulicamente dal resto dell'impianto (nessuna circolazione difettosa dovuta a tempi di superamento, valvole a tre vie impostate male, cortocircuiti attraverso le linee di sicurezza, ecc.)

4.3.10 Sistema di controllo scelto

Le modalità con cui si realizza il controllo dei circuiti della caldaia e si definiscono lo stato di carica del serbatoio di accumulo e i tassi di combustione, devono essere indicate nella Tabella 44

Modalità di funzionamento	Controllo del circuito della caldaia: - Caldaia a biomassa - Caldaia a gasolio/gas	Controllo dello stato di carica del serbatoio di accumulo (= variabile di controllo principale)	Regolazione dei tassi di combustione - Caldaia a biomassa - Caldaia a gasolio/gas
Off	Inoperativo		
Manuale <input type="checkbox"/> Non fornito	<input type="checkbox"/> T411/T421 sistemi di protezione della temperatura di ritorno della caldaia tramite sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Controllo delle temperature di uscita della caldaia T412/T422 da parte del sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Limitazione delle temperature dell'acqua della caldaia - T413/T423 da sistemi I&C secondari	<input type="checkbox"/> Controllo dello stato di carica del serbatoio di accumulo fuori uso	<input type="checkbox"/> I valori nominali dei due tassi di combustione possono essere impostati come valori fissi sul sistema principale I&C
Locale	<input type="checkbox"/> Controllo delle temperature dell'acqua della caldaia - T413/T423 da sistemi I&C secondari	<input type="checkbox"/> Controllo dello stato di carica del serbatoio di accumulo fuori uso	<input type="checkbox"/> Regolatori di potenza interni dei sistemi I&C secondari attivati
Automatico Operazione estiva? <input type="checkbox"/> Sì, con caldaia a biomassa <input type="checkbox"/> Sì, con caldaia a gasolio/gas <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> sistemi di protezione della temperatura di ritorno della caldaia T411/T421 tramite sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Controllo delle temperature di uscita della caldaia T412/T422 da parte del sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Limitazione delle temperature dell'acqua della caldaia - T413/T423 da sistemi I&C secondari	<input type="checkbox"/> Controllo dello stato di carica dell'accumulo da parte del sistema principale I&C nella sequenza caldaia a biomassa - caldaia a gasolio/gas; la variabile correttiva sono i valori di setpoint dei due tassi di combustione. <input type="checkbox"/> Accumulo di carica/scarica (funzionamento a basso carico)	<input type="checkbox"/> Controllo dei due tassi di combustione da parte dei sistemi I&C secondari; setpoint dal sistema I&C principale in sequenza caldaia a biomassa - caldaia a gasolio/gas
Acquisizione dello stato di carica del serbatoio di accumulo	Numero di sensori del serbatoio di accumulo: (almeno 5) <input type="checkbox"/> Segnale a gradini (variante 1) <input type="checkbox"/> Livellamento con elemento PT1 (variante 2) <input type="checkbox"/> Smussamento per interpolazione tramite la temperatura del rispettivo sensore attivo (variante 3) <input type="checkbox"/> Temperatura media del serbatoio di accumulo come misura dello stato di carica del serbatoio di accumulo (variante 4)		

Riassunto	Quali modalità di funzionamento sono previste? <input type="checkbox"/> Off <input type="checkbox"/> Manuale (per ogni caldaia) <input type="checkbox"/> Locale (per ogni caldaia) <input type="checkbox"/> Funzionamento automatico in inverno per mezzo di un controllo continuo dell'accumulo <input type="checkbox"/> Funzionamento automatico a basso carico (periodo di transizione, estate) caricando/scaricando il serbatoio di accumulo <input type="checkbox"/> Funzionamento automatico a basso carico (periodo di transizione, estate) con caldaia a gasolio/gas <input type="checkbox"/> Caldaia a gasolio/gas da sola (es. revisione caldaia a biomassa, funzionamento di emergenza) <input type="checkbox"/> Altro:
-----------	--

Tabella 44 : Domande e risposte sul sistema di controllo scelto

4.4 Registrazione dei dati per l'ottimizzazione operativa

Devono essere prese tutte le precauzioni in modo da poter effettuare una corretta ottimizzazione operativa e monitorare efficacemente il successivo funzionamento regolare. Le variabili misurate da registrare devono essere contrassegnate con una croce nella Tabella 45 variabili misurate contrassegnate con "Standard" devono poter essere registrate in ogni caso; si raccomanda di collegare le altre variabili misurate. La precisione di misurazione deve soddisfare i requisiti più elevati di un sistema di misurazione.

Le modalità di registrazione automatica dei dati per l'ottimizzazione operativa devono essere specificate nella Tabella 46

<input checked="" type="checkbox"/>	Standard	Punti di misura	Etichetta
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura dell'aria esterna	T401
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di ingresso della caldaia a biomassa	T411
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di uscita della caldaia a biomassa	T412
<input type="checkbox"/>		Temperatura dell'acqua della caldaia (altro punto di misurazione)	T413
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura d'ingresso della caldaia a gasolio/gas	T421
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di uscita della caldaia a gasolio/gas	T422
<input type="checkbox"/>		Temperatura dell'acqua della caldaia gasgasolio (altro punto di misurazione)	T423
<input type="checkbox"/>	Standard *	Temperatura di alimentazione principale prima del serbatoio di accumulo	T441
<input type="checkbox"/>	Standard *	Temperatura di alimentazione principale dopo il serbatoio di accumulo	T442
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di ritorno principale prima del serbatoio di accumulo	T443
<input type="checkbox"/>	Standard *	Temperatura di ritorno principale dopo il serbatoio di accumulo	T444
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura del serbatoio di accumulo (in alto)	T431
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura del serbatoio di accumulo	T432
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura del serbatoio di accumulo (medio)	T433
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura del serbatoio di accumulo	T434
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura del serbatoio di accumulo (fondo)	T435
<input type="checkbox"/>	Standard *	Temperatura di ritorno del raccordo differenziale a bassa pressione	T451
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di alimentazione dell'attacco a pressione differenziale	T461
<input type="checkbox"/>	Standard *	Temperatura di ritorno dell'attacco a pressione differenziale	T462
<input type="checkbox"/>	Standard	Contacalorie della caldaia**	W411
<input type="checkbox"/>		Misuratore di portata acqua ingresso caldaia a biomassa **	W411
<input type="checkbox"/>	Standard	Contatore gasolio/gas, se caldaia modulare gasolio/gas ***	W421/W422
<input type="checkbox"/>	Standard	Ore di funzionamento stadio 1/2, se caldaia a due stadi gasolio/gas	W421/W422
<input type="checkbox"/>	Standard	Setpoint della potenza termica fornita della caldaia a biomassa	
<input type="checkbox"/>		Setpoint interno alla caldaia della potenza termica fornita (caldaia a biomassa di ritorno)	
<input type="checkbox"/>	Standard	Setpoint della potenza termica fornita della caldaia a gasolio/gas	
<input type="checkbox"/>		Setpoint interno alla caldaia della potenza termica fornita (segnale di feedback caldaia a gasolio/gas)	
<input type="checkbox"/>	Standard	Valore effettivo dello stato di carica del serbatoio di accumulo	
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura dei gas di scarico della caldaia a biomassa	
<input type="checkbox"/>		Temperatura della camera di combustione della caldaia a biomassa	
<input type="checkbox"/>	Standard *	Caldaia a biomassa con ossigeno residuo	
		Separatore di particelle a punti di misura; tipo:	
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			

* Al fine di ridurre lo sforzo per la registrazione dei dati, è accettabile una riduzione di questi punti di misurazione. Il contatore di calore deve essere dotato di un'interfaccia per registrare la quantità di calore [kWh] o di acqua [m³]. La rappresentazione grafica, tuttavia, deve essere in termini di potenza [kW] o di flusso volumetrico [m³/h].

*** Il contatore di gasolio/gas deve essere dotato di un'interfaccia per registrare la quantità di gasolio o di gas [dm³ o m³]. La rappresentazione grafica, tuttavia, deve essere fatta come flusso di volume [dm³/h o m³/h].

Tabella 45 : Elenco dei punti di misura per la registrazione automatica dei dati. Se l'impianto con schema idraulico standard, deve essere possibile registrare tutte le variabili misurate contrassegnate con "Standard".

Area	Domande e risposte
Hardware	<p>Come viene effettuata la registrazione automatica dei dati per l'ottimizzazione del funzionamento?</p> <input type="checkbox"/> Con un registratore di dati separato <input type="checkbox"/> Con il PLC della caldaia a biomassa <input type="checkbox"/> Con il sistema principale I&C
	<p>Come avviene la lettura periodica dei dati?</p> <input type="checkbox"/> Lettura dei dati sul posto <input type="checkbox"/> Lettura via telefono fisso (POTS) <input type="checkbox"/> Lettura tramite connessione telefonica ISDN <input type="checkbox"/> Lettura via Internet
Registrazione dei dati	<p>Qual è l'intervallo di misurazione?</p> <input type="checkbox"/> 10 secondi (raccomandato);..... secondi
	<p>Qual è l'intervallo di registrazione?</p> <input type="checkbox"/> 5 minuti (raccomandato);..... minuti
	<p>Come vengono registrati i valori analogici?</p> <input type="checkbox"/> Come valore medio sull'ultimo intervallo di registrazione (raccomandato) <input type="checkbox"/> Come valore istantaneo
	<p>Come viene fatta la registrazione per i contatori?</p> <input type="checkbox"/> Come valore somma sull'ultimo intervallo di registrazione (raccomandato) <input type="checkbox"/> Come lettura del contatore corrente (Attenzione: è spesso impostato a zero per errore)
	<p>Come avviene la registrazione dei tempi di funzionamento?</p> <input type="checkbox"/> Come tempo di funzionamento durante l'ultimo intervallo di registrazione (raccomandato) <input type="checkbox"/> Come il numero attuale di ore di funzionamento (Attenzione: è spesso accidentalmente impostato su zero)
	<p>Quanto è grande la memoria del valore misurato?</p> <input type="checkbox"/> ≥ 30 giorni di capacità di registrazione (raccomandato);..... giorni di capacità di registrazione
	<p>Qual è il formato di output per la valutazione in EXCEL?</p> <input type="checkbox"/> File CSV con colonne = tempo e punti di misurazione, righe = valori (raccomandato) <input type="checkbox"/> Altro:
Valutazione dei dati	<p>Come si fa la rappresentazione grafica?</p> <input type="checkbox"/> Dati correlati come andamento settimanale (raccomandato) <input type="checkbox"/> Dati correlati come andamento giornaliero (raccomandato) <input type="checkbox"/> Grafico del calore, dei combustibili, delle ore di lavoro, in funzione della potenza o della portata erogata (lato domanda) <input type="checkbox"/> Altro:
	<p>Come sono regolate le responsabilità nella fase di pianificazione delle gare d'appalto?</p> <input type="checkbox"/> Specifica della registrazione automatica dei dati da parte del progettista principale <input type="checkbox"/> Specifica della registrazione automatica dei dati da parte del progettista principale con il coinvolgimento dello specialista I&C
Responsabilità	<p>Come sono regolate le responsabilità nella fase di esecuzione e approvazione?</p> <input type="checkbox"/> Programmazione della registrazione automatica dei dati da parte del progettista principale <input type="checkbox"/> Programmazione della registrazione automatica dei dati da parte dei fornitori di caldaie a biomassa <input type="checkbox"/> Programmazione della registrazione automatica dei dati da parte del fornitore del sistema principale I&C
	<p>Come sono regolate le responsabilità durante l'ottimizzazione operativa?</p> <input type="checkbox"/> Lettura e valutazione dei dati da parte del progettista principale <input type="checkbox"/> Lettura da parte del fornitore della caldaia a biomassa, valutazione dei dati da parte del progettista principale <input type="checkbox"/> Lettura da parte del fornitore del sistema principale I&C, valutazione dei dati da parte del progettista principale <input type="checkbox"/> Lettura da parte dell'operatore; valutazione dei dati da parte del progettista principale <input type="checkbox"/> Lettura e valutazione dei dati da parte dell'operatore
	<p>Come sono regolate le responsabilità durante l'ottimizzazione operativa?</p> <input type="checkbox"/> Lettura e valutazione dei dati da parte del progettista principale <input type="checkbox"/> Lettura da parte del fornitore della caldaia a biomassa, valutazione dei dati da parte del progettista principale <input type="checkbox"/> Lettura da parte del fornitore del sistema principale I&C, valutazione dei dati da parte del progettista principale <input type="checkbox"/> Lettura da parte dell'operatore; valutazione dei dati da parte del progettista principale <input type="checkbox"/> Lettura e valutazione dei dati da parte dell'operatore

Tabella 46 : Domande e risposte sulla registrazione dei dati per l'ottimizzazione operativa

4.5 Allegato al protocollo di approvazione

La fase di esecuzione si conclude con il test di approvazione. Un addendum al protocollo di approvazione deve essere redatto secondo la Tabella 48.

Alle domande della Tabella 47 rispondere all'inizio della fase di gara. L'allegato al protocollo di approvazione secondo la Tabella 48 essere compilato solo alla fine della fase di esecuzione. Tuttavia, si raccomanda di utilizzare queste tabelle già durante la fase di gara e di esecuzione per la determinazione preliminare dei valori di programmazione, in modo che la funzionalità del sistema sia chiaramente riconoscibile.

Chi prepara l'addendum al protocollo di approvazione?

- Progettista principale
- Fornitore di caldaie a biomassa
- Fornitore del sistema principale I&C

Tabella 47 : Domande e risposte sull'allegato al protocollo di approvazione

Descrizione		Unità	Esempio		
Sistema principale I&C					
Collegamento di sistemi I&C principale/secondari tramite interfaccia standard [9]? <input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No					
■ Protezione della temperatura di ritorno della caldaia					
Limite di temperatura di ingresso della caldaia a biomassa		°C	60		
Limite della temperatura d'ingresso della caldaia a gasolio/gas		°C	60		
■ Controllo della carica di accumulo					
Chi specifica l'OFF (o il supporto del letto di fuoco) e la regolazione costante? <input type="checkbox"/> Il sistema di controllo attivo <input type="checkbox"/> Sempre la caldaia a biomassa Come viene commutato il "controllo continuo" in "accumulo di carica/scarica"? <input type="checkbox"/> Commutazione a mano <input type="checkbox"/> Altro:					
Setpoint dello stato di carica del serbatoio di accumulo		%	60		
Sensore del serbatoio di accumulo "caldo"		°C	≥75		
Sensore del serbatoio di accumulo "freddo"		°C	≤65		
Regolazione continua in sequenza	Banda P per la sequenza 1 (caldaia a biomassa)	%	200		
	Tempo di integrazione per la sequenza 1 (caldaia a biomassa)	Min.	20		
	Banda P per la sequenza 2 (caldaia a gasolio/gas)	%	200		
	Tempo di integrazione per la sequenza 2 (caldaia a gasolio/gas)	Min.	20		
Regolatore a due tempi nella sequenza	Regolazione continua della caldaia a biomassa della potenza termica fornita nominale.	%	≥35		
	potenza termica fornita nominale caldaia a biomassa OFF / letto di fuoco	%	≤25		
	potenza termica fornita nominale caldaia a gasolio/gas stadio 1 ON	%	≥45		
	potenza termica fornita nominale caldaia a gasolio/gas stadio 1 OFF	%	≤35		
	potenza termica fornita nominale caldaia a gasolio/gas stadio 2 ON	%	≥75		
	potenza termica fornita nominale caldaia a gasolio/gas stadio 2 OFF	%	≤65		
Riempire e svuotare il serbatoio	valore effettivo dello stato di carica dell'accumulo caldaia a biomassa ON	%	0%		
	valore effettivo dello stato di carica dell'accumulo caldaia a biomassa OFF	%	100%		
	Potenza termica fornita nominale (valore fisso)	%	40%		
■ Controllo di sequenza caldaia a biomassa - caldaia a gasolio/gas (modificare se necessario)					
Criterio di sblocco: Temperatura dell'aria esterna		°C	≤0		
E (setpoint potenza termica fornita caldaia biomassa		%	100		
E tempo di ritardo)		Min.	30		
Criterio di blocco: setpoint potenza termica fornita della caldaia a biomassa		%	90		
E tempo di ritardo		Min.	10		
Caldaia a biomassa					
■ Impostazioni di uscita del calore					
Impostare la potenza termica minima con il combustibile di riferimento		kW	105		
Impostare la potenza termica massima con il combustibile di riferimento		kW	350		
■ Sistema I&C secondario 1					
Setpoint della temperatura dell'acqua della caldaia per modalità di funzionamento "locale		°C	85		
temperatura limite dell'acqua della caldaia		°C	95		

Spegnimento di sicurezza alla temperatura dell'acqua della caldaia	°C	110			
Caldaia a gasolio/gas					
■ Impostazioni di uscita del calore					
Impostare la potenza termica minima	kW	280			
Impostare la potenza termica massima <input type="checkbox"/> fase 1+2 <input type="checkbox"/> modulare	kW	700			
■ Sistema I&C secondario 2					
temperatura limite dell'acqua della caldaia	°C	90			
Spegnimento di sicurezza alla temperatura dell'acqua della caldaia	°C	110			

Tabella 48 : Allegato al protocollo d'approvazione - valori d'impostazione (i valori d'esempio sono da cancellare)

5. Sistema di riscaldamento a biomassa monovalente a due caldaie senza serbatoio di accumulo

5.1 Breve descrizione e responsabilità

5.1.1 Livello utente

Sono richiesti il funzionamento più semplice possibile e una chiara visualizzazione delle funzioni principali in modo che anche il personale non specializzato possa utilizzare il sistema:

- I seguenti requisiti devono essere soddisfatti per il **funzionamento di servizio e di emergenza**:
 - Deve essere possibile disattivare parzialmente o completamente il sistema di controllo automatico per lavori di manutenzione e in caso di funzionamento di emergenza (ad esempio tramite l'interruttore "off/on/automatico").
 - I sistemi I&C secondari devono essere in grado di funzionare indipendentemente dal sistema I&C principale (ad esempio in caso di guasto del sistema I&C principale).
 - Il funzionamento manuale delle valvole di controllo deve essere garantito (ad esempio, la regolazione manuale sulla valvola di controllo, ma questo non deve essere disturbato da un segnale di controllo errato).
 - Tutte le funzioni di sicurezza devono essere mantenute
- La **selezione della modalità di funzionamento** deve essere fatta in uno dei seguenti modi:
 - Tramite interruttori in un **pannello di controllo convenzionale** (di solito nell'quadro di controllo).
 - Tramite un **PLC**; tuttavia, questa è un'opzione solo se i requisiti hardware e software per un funzionamento ottimale sono corretti.
 - Attraverso il computer principale di un **sistema di controllo**
- Ulteriori operazioni, come la **regolazione dei setpoint, la modifica dei programmi orari, ecc.**, possono essere eseguite direttamente sui sistemi I&C principale e secondari (se necessario, anche via Internet).

5.1.2 Sistema principale I&C

Il sistema I&C principale si occupa di tutte le funzioni principali di controllo e regolazione e collega tra loro i sistemi I&C secondari. Inoltre, al sistema I&C principale è assegnata anche la registrazione automatica dei dati, che è obbligatoria per lo schema idraulico standard (almeno temporaneamente per la durata dell'ottimizzazione operativa).

5.1.3 Sistemi I&C secondari delle caldaie a biomassa

I sistemi I&C secondari delle caldaie a biomassa devono soddisfare le seguenti **funzioni**:

- Gestione della portata di combustibile in caldaia o combustione automatica
- Controllo della potenza termica fornita nel funzionamento manuale e automatico in base alla specifica del setpoint del sistema I&C principale
- Controllo della temperatura dell'acqua della caldaia durante il funzionamento locale
- Limitazione della potenza termica fornita in base alla temperatura dell'acqua della caldaia in tutte le modalità di funzionamento

Se sono necessari **separatori di particelle**, questi devono essere controllati dai sistemi I&C secondari delle caldaie a biomassa.

La **sicurezza** delle caldaie a biomassa, cioè la prevenzione del superamento della temperatura massima ammissibile dell'acqua della caldaia, deve essere garantita dai sistemi I&C secondari delle caldaie a biomassa.

Se i PLC delle caldaie a biomassa possono anche soddisfare i requisiti per il sistema I&C principale (in particolare anche la registrazione automatica dei dati), l'**uso simultaneo come sistema I&C principale e secondario** può essere testato.

5.1.4 Struttura dei livelli del sistema I&C selezionata

Un responsabile principale deve essere designato per la programmazione I&C (in particolare anche per la definizione dell'interfaccia).

La struttura dei livelli del sistema I&C con le responsabilità individuate per il progetto da descrivere deve essere descritta compilando la Tabella 49.

Livello del sistema I&C	Domande e risposte
Livello utente Sezione 5.1.1	Sono soddisfatti i requisiti per il servizio e il funzionamento di emergenza? <input type="checkbox"/> Sì (obbligatorio per lo schema idraulico standard) <input type="checkbox"/> No
	Come avviene la selezione della modalità di funzionamento? <input type="checkbox"/> Interruttore in un pannello di controllo convenzionale <input type="checkbox"/> Ingresso tramite un PLC; è garantito un funzionamento sufficientemente comodo <input type="checkbox"/> Ingresso tramite il computer principale del sistema di controllo
	Da dove può essere controllato e azionato il sistema? <input type="checkbox"/> Solo nell'impianto di riscaldamento centrale <input type="checkbox"/> Nell'impianto di riscaldamento centralizzato via modem <input type="checkbox"/> Nell'impianto di riscaldamento centralizzato via internet
Sistema principale I&C Sezione 5.1.2	Come viene implementato il sistema principale I&C? <input type="checkbox"/> Regolatore individuale come sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Utilizzo del PLC comune delle caldaie a biomassa come sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Proprio sistema I&C principale
	Collegamento di sistemi I&C principale/secondari tramite interfaccia standard [9]? <input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No
	Come avviene la registrazione automatica dei dati? <input type="checkbox"/> Data logger durante l'ottimizzazione operative; viene fornita un'interfaccia <input type="checkbox"/> Registrazione interna dei dati nel sistema principale I&C
Sistemi I&C secondari delle caldaie a biomassa Sezione 5.1.3	Quali sono i compiti dei PLC delle caldaie a biomassa? <input type="checkbox"/> Un unico PLC per entrambe le caldaie a biomassa, che viene utilizzato contemporaneamente come sistema I&C principale e secondario <input type="checkbox"/> Un unico PLC per entrambe le caldaie a biomassa, secondario al sistema principale I&C <input type="checkbox"/> PLC separato per entrambe le caldaie a biomassa, secondario al sistema I&C principale

Responsabilità	<p>Come sono regolate le responsabilità nella fase di pianificazione delle gare d'appalto?</p> <p><input type="checkbox"/> Specifica di tutti i livelli di I&C da parte del progettista principale</p> <p><input type="checkbox"/> Specifica di tutti i livelli I&C da parte del progettista principale con il coinvolgimento degli specialisti I&C</p>
	<p>Come sono regolate le responsabilità (specialmente le definizioni delle interfacce) nella fase di esecuzione e approvazione?</p> <p><input type="checkbox"/> Programmazione generale di tutti i livelli di I&C da parte del progettista principale</p> <p><input type="checkbox"/> Programmazione generale di tutti i livelli di I&C da parte del fornitore di caldaie a biomassa</p> <p><input type="checkbox"/> Programmazione generale di tutti i livelli I&C da parte del fornitore del sistema I&C principale</p> <p><input type="checkbox"/> Programmazione di ogni livello I&C da parte del rispettivo fornitore (non consentito per lo schema idraulico standard, poiché è esplicitamente richiesta un responsabile principale della programmazione I&C).</p>

Tabella 49 : Domande e risposte sulla struttura scelta dei livelli e delle responsabilità di I&C

5.2 Schema principale e design

5.2.1 Circuito idraulico

Il circuito idraulico deve essere conforme alla Figura 50 seguenti requisiti devono essere soddisfatti:

- Il circuito deve essere effettivamente mantenuto basso nella differenza di pressione dal compensatore idraulico, cioè il compensatore idraulico deve essere il più corto possibile e il diametro del tubo compensatore idraulico = diametro del tubo del flusso principale
- L'interconnessione delle caldaie a biomassa, il compensatore idraulico, il collegamento a bassa pressione differenziale e il precontrollo devono essere effettivamente a bassa pressione differenziale (tubi corti, grandi diametri dei tubi).
- Assicurarci che il sensore della temperatura di alimentazione principale sia correttamente miscelato (installare un miscelatore statico, se necessario).

L'impianto è anche considerato uno schema idraulico standard se:

- una pompa è realizzata da due o più pompe collegate in parallelo o in serie,
- il precontrollo della rete di teleriscaldamento è realizzato da due valvole di controllo collegate in parallelo o con un gruppo estivo separato,
- un solo contatore di calore comune è installato per entrambe le caldaie nel ritorno principale (per controllare la potenza della caldaia, l'altra caldaia deve essere fuori uso!)
- lo scambiatore di calore dei gas di scarico può essere integrato.

5.2.2 Progettazione idraulica e del sistema di controllo

La progettazione idraulica e di controllo deve essere eseguita in funzione delle normative. Devono essere soddisfatti i requisiti indicate nelle linee guida Q [1] e nel manuale di progettazione [4]; in particolare:

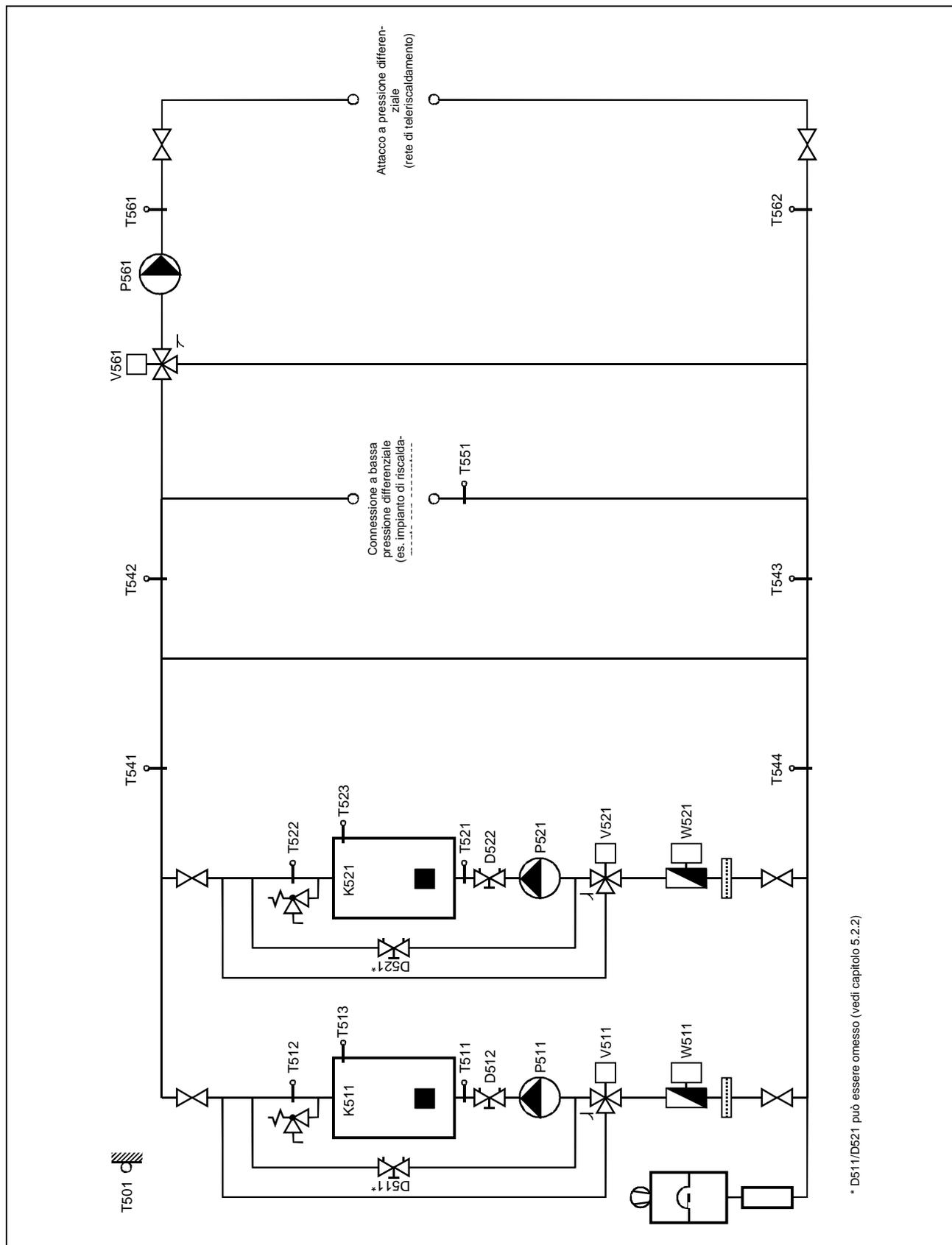
- Protezione della temperatura di ritorno della caldaia per entrambe le caldaie e il precontrollo: Autorità della valvola $\geq 0,5$
- Differenza tra la temperatura di progetto e quella della caldaia ≤ 15 K; è necessaria una differenza di temperatura inferiore se la temperatura di ritorno minima ammissibile è alta (ad es. con corteccia, residui forestali); può essere aumentata per ridurre il consumo di potenza della pompa, se ci si assicura che ciò non provochi problemi di regolazione (ad es. oscillazione della potenza della caldaia a causa della stratificazione della temperatura).
- La temperatura di entrata della caldaia deve essere almeno 5 K più alta della temperatura di ritorno minima ammessa (protezione della temperatura di ritorno della caldaia).

Il progetto idraulico e di controllo deve essere presentato e documentato in conformità con la Tabella 51.

Deve essere specificata **una temperatura massima ammissibile del ritorno principale T543.**

Se la differenza di temperatura tra la temperatura di uscita della caldaia e la temperatura di ingresso della caldaia è più di 10 K inferiore alla differenza di temperatura tra la temperatura di uscita della caldaia e la temperatura massima ammissibile del ritorno principale T543, si raccomanda di prevedere un **compensatore idraulico nel circuito della caldaia D511/D521.**

Importante: per garantire che le caldaie possano sempre erogare la potenza, bisogna assicurarsi che la temperatura di ritorno principale T543 non possa salire oltre il valore di progetto in qualsiasi caso di funzionamento (prescrivere un limitatore della temperatura di ritorno per tutte le utenze!)



* D511/D521 può essere omissso (vedi capitolo 5.2.2)

Figura 50 : Schema principale di un sistema di riscaldamento a biomassa monovalente a due caldaie senza serbatoio di accumulo. I dispositivi di sicurezza e il sistema di espansione devono essere progettati secondo le norme specifiche del paese.

Progettazione del sistema idraulico e di controllo	Unità	Esempio		Etichetta
Richiesta di potenza termica dell'intero sistema				
Connessione a bassa differenza di pressione	kW	80		
Collegamento con pressione differenziale (rete di teleriscaldamento incl. perdite)	kW	620		
Sistema complessivo	kW	700		
Limiti di temperatura garantiti				
Temperatura di alimentazione principale	°C	85		T542
Temperatura massima ammissibile del ritorno principale	°C	55		T543
Temperatura d'ingresso minima ammessa per caldaia a biomassa 1 (protezione della temperatura di ritorno della caldaia)	°C	60		T511
Temperatura massima dell'acqua della caldaia a biomassa 1 (Termostato di blocco della caldaia)	°C	90		T513
Temperatura massima ammissibile dell'acqua della caldaia a biomassa 1 (controllo di sicurezza)	°C	110		T513
Temperatura d'ingresso minima ammessa per caldaia a biomassa 2 (protezione della temperatura di ritorno della caldaia)	°C	60		T521
Temperatura massima dell'acqua della caldaia a biomassa 2 (Termostato di blocco della caldaia)	°C	90		T523
Temperatura massima ammissibile dell'acqua della caldaia a biomassa 2 (controllo di sicurezza)	°C	110		T523
Circuito della caldaia - Caldaia a biomassa 1				
Potenza massima della caldaia	kW	230		K511
Potenza minima della caldaia	kW	70		K511
Temperatura di uscita della caldaia	°C	85		T512/T513
Portata della pompa della caldaia	m ³ /h	13,2		P511
Prevalenza della pompa caldaia	m	3		P511
Temperatura d'ingresso della caldaia risultante	°C	70		T511
Portata risultante della valvola di controllo della portata del circuito della caldaia	m ³ /h	6,6		V511
Compensatore idraulico di portata risultante	m ³ /h	6,6		D511
Caduta di pressione della valvola di controllo	kPa	10		V511
Sezione di perdita di pressione con flusso di volume variabile	kPa	8		
Autorità della valvola risultante	--	0,56		V511
Circuito della caldaia - Caldaia a biomassa 2				
Potenza massima della caldaia	kW	470		K521
Potenza minima della caldaia	kW	140		K521
Temperatura di uscita della caldaia	°C	85		T522/T523
Portata della pompa della caldaia	m ³ /h	27,0		P521
Prevalenza della pompa caldaia	m	3		P521
Temperatura d'ingresso della caldaia risultante	°C	70		T521
Portata risultante della valvola di controllo della portata del circuito della caldaia	m ³ /h	13,5		V521
Compensatore idraulico di portata risultante	m ³ /h	13,5		D521
Caduta di pressione della valvola di controllo	kPa	10		V521
Sezione di perdita di pressione con flusso di volume variabile	kPa	8		
Autorità della valvola risultante	--	0,56		V521
Progettazione del precontrollo e della pompa di rete nel capitolo 9!				

Tabella 51 : Progettazione del sistema idraulico e di controllo. I dati di progettazione del sistema da eseguire devono essere inseriti secondo l'esempio (i valori d'esempio devono essere cancellati).

5.3 Descrizione del funzionamento

5.3.1 Sistema di controllo

Il controllo e la regolazione del sistema devono essere eseguiti secondo la Figura 52.

5.3.2 Modalità di funzionamento

Sono previste le seguenti modalità di funzionamento:

- **Off:** L'intero sistema di produzione di calore è fuori servizio, ad eccezione delle operazioni in continuo (unità di espansione automatica, ecc.)
- **Manuale:** Il setpoint di combustione per ciascuna delle due caldaie a biomassa può essere impostato "manualmente" come valore fisso sul sistema principale I&C; questa modalità operativa non è obbligatoria
- **Locale:** I regolatori di potenza interni dei sistemi I&C secondari delle caldaie a biomassa sono attivati (il sistema I&C principale può essere fuori uso o difettoso)
- **Automatico:** Il setpoint della potenza termica fornita è specificato per entrambe le caldaie a biomassa dal sistema principale I&C in funzione della temperatura di alimentazione principale (= variabile di controllo principale) come controllo di sequenza.
- **Solo caldaia 1 - Solo caldaia 2 - Controllo di sequenza:** Commutazione manuale del funzionamento a basso carico al funzionamento con controllo di sequenza automatico e ritorno
- **Altri modi di funzionamento:** Specialmente per il funzionamento a basso carico (periodo di transizione, estate), possono essere necessari altri modi di funzionamento (ad esempio il convenzionale cambio "estate/inverno", ecc.)

5.3.3 Controllo

La Regolazione climatica della temperatura di mandata e il programma di controllo temporale dei setpoint, così come lo sblocco e il blocco di caldaie, pompe, ecc. devono essere implementati dal sistema principale I&C.

Con la **regolazione climatica**, la temperatura dell'aria esterna può essere registrata tramite un sensore sul lato nord dell'edificio e la temperatura dell'aria esterna può quindi essere utilizzata da un lato come valore istantaneo e dall'altro come valore medio delle 24 ore per guidare i setpoint e i criteri di sblocco. Calcolo del valore medio su 24 ore, per esempio, in continuo su una finestra delle ultime 24 ore e ricalcolo ogni 15 minuti.

Con un **controllo del programma a tempo**, i livelli del programma a tempo possono essere programmati per diverse funzioni.

5.3.4 Controllo del circuito delle caldaie a biomassa

Il controllo dei circuiti delle caldaie a biomassa deve essere realizzato dal sistema principale I&C.

In modalità di funzionamento "automatico", se la temperatura d'ingresso della caldaia scende sotto il valore limite, la regolazione deve avvenire a questo valore limite (= **protezione della temperatura di ritorno della caldaia**).

In modalità di funzionamento "manuale", dovrebbe anche essere garantita una protezione della temperatura di ritorno della caldaia.

Nella modalità di funzionamento "locale", la protezione della temperatura di ritorno della caldaia dovrebbe continuare ad essere in funzione se il sistema principale I&C è ancora funzionante (cosa che potrebbe non essere più il caso nel funzionamento di emergenza).

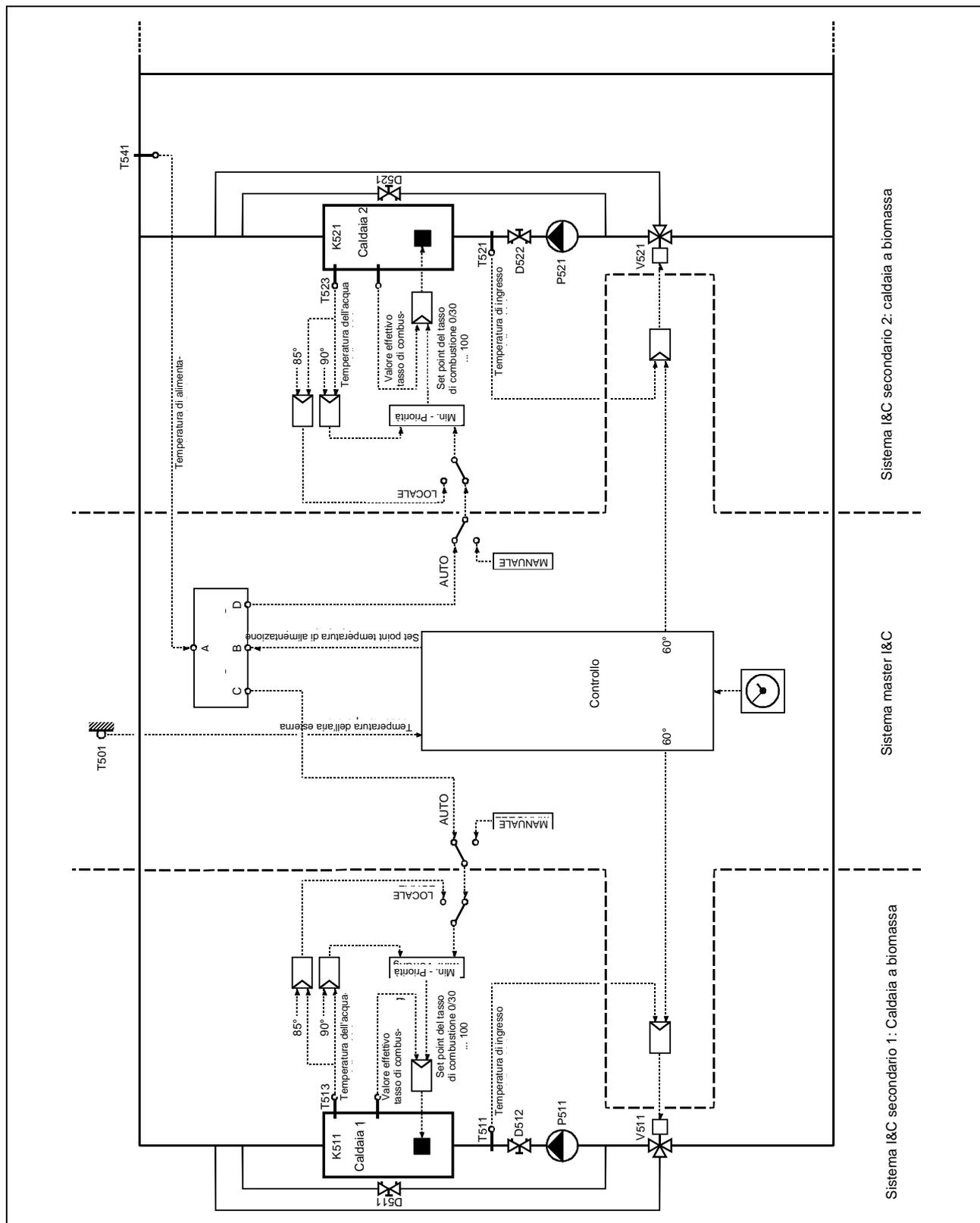


Figura 52 : Sistema di controllo di uno schema idraulico standard per impianto di riscaldamento a biomassa monovalente a due caldaie senza serbatoio di accumulo. Per il controllo della sequenza, vedere la Figura 53. Gli interruttori a priorità minima indirizzano il segnale d'ingresso più basso verso l'uscita. I valori numerici sono da intendersi come esempi. Le funzioni di sicurezza non sono indicate; queste devono essere realizzate tramite i sistemi I&C secondari delle caldaie.

5.3.5 Controllo della temperatura di alimentazione principale

Il controllo della temperatura di alimentazione principale deve essere realizzato dal sistema principale I&C.

La temperatura di alimentazione principale deve essere controllata ad un valore fisso regolando i valori di riferimento della potenza termica fornita (= variabili correttive) per le caldaie a biomassa come controllo di sequenza.

Importante: i tassi di combustione delle due caldaie a biomassa sono regolati in parallelo attraverso la temperatura di alimentazione principale, cioè la temperatura mista delle due temperature di uscita della caldaia. Per garantire che entrambe le caldaie a biomassa funzionino il più possibile in parallelo, è necessario un attento bilanciamento idraulico e i regolatori per la limitazione delle temperature dell'acqua della caldaia T513 e T523 devono essere impostati tra 5 e 10 K sopra il setpoint della temperatura di alimentazione principale.

5.3.6 Caldaie a biomassa con controllo della potenza termica fornita

Il potenza termica fornita è controllato attraverso i sistemi I&C secondari delle caldaie a biomassa.

Almeno la caldaia a biomassa 1 deve essere dotata di combustione automatica. Se questo non è possibile o non è ragionevole secondo lo stato dell'arte, può essere utilizzato la gestione della portata di combustibile in caldaia. In linea di principio, la caldaia a biomassa dovrebbe essere sempre azionata alla potenza più bassa possibile, in modo che debba essere accesa e spenta il meno possibile.

Il regolatore per la temperatura di alimentazione principale del sistema principale I&C fornisce i valori nominali per la potenza termica fornita alle unità di combustione come controllo di sequenza. Con l'aiuto del regolatore, i valori nominali per la potenza termica fornita possono essere ulteriormente modulati e limitati.

I regolatori interni per le temperature dell'acqua della caldaia T513/T523 dei due sistemi I&C secondari hanno le seguenti funzioni:

- Modalità di funzionamento "manuale" (non obbligatoria): Regolazione della potenza termica fornita ad un valore fisso impostato sul sistema principale I&C, cioè nessun controllo della temperatura di alimentazione principale T541, ma limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia T513/T523 (ad es. a 90°C).
- Modalità di funzionamento "Locale": Controllo della temperatura dell'acqua della caldaia T513/T523 ad un valore fisso impostato sul sistema I&C secondario (ad es. 85°C), limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia T513/T523 ad un valore fisso più alto di circa 5...10 K (ad es. a 90°C).
- Modalità di funzionamento "automatico": Limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia T513/T523 (per esempio a 90°C)

Nel range di regolazione della potenza della caldaia a biomassa tra 30 e 100%, la regolazione dovrebbe essere continua. Al di sotto di questo valore la regolazione deve essere in modalità a due stadi. La commutazione tra OFF (o supporto del letto di fuoco) e regolazione continua avviene tramite il rispettivo sistema I&C attivo. Se il produttore della caldaia a biomassa lo desidera, la commutazione può sempre avvenire anche tramite la caldaia a biomassa.

Indicazioni sulle interfacce standard tra il sistema principale I&C e la caldaia a biomassa, così come una lista di produttori di unità di controllo e caldaie a biomassa che offrono queste interfacce, può essere scaricata da Internet [9].

Importante: la sicurezza delle caldaie a biomassa, cioè la prevenzione del superamento della temperatura massima ammissibile dell'acqua della caldaia, deve essere ulteriormente garantita dal sistema I&C secondario.

5.3.7 Caldaie a biomassa con controllo di sequenza

Il controllo di sequenza delle caldaie a biomassa deve essere realizzato dal sistema principale I&C.

L'esempio seguente presuppone una suddivisione della potenza delle due caldaie a biomassa del 33% per la caldaia 1 e del 67% per la caldaia 2. Il passaggio dal funzionamento a basso carico al funzionamento con

controllo automatico della sequenza e viceversa è fatto manualmente (le percentuali si riferiscono alla potenza totale):

- Passaggio manuale alla sola caldaia 2 (20...67%) se la sola caldaia 1 (10...33%) non può più coprire il fabbisogno giornaliero
- Passaggio manuale alla regolazione automatica della sequenza se la sola caldaia 2 (20...67%) non può più coprire il fabbisogno giornaliero.
- Ritorno manuale alla sola caldaia 2 (20...67%) quando il fabbisogno giornaliero può essere nuovamente coperto dalla sola caldaia 2.
- Ritorno manuale alla sola caldaia 1 (10...33%) quando il fabbisogno giornaliero può essere nuovamente coperto dalla sola caldaia 1.

Il controllo automatico della sequenza deve essere effettuato come segue (le percentuali si riferiscono alla potenza totale):

- caldaia 2 da sola (20...67%)
- Collegamento automatico della caldaia 1 (10...33%) mediante combustione automatica (o gestione della portata di combustibile in caldaia per grandi impianti) se la caldaia 2 (20...67%) non può più coprire il fabbisogno orario di calore.
- Funzionamento parallelo caldaia 1 e caldaia 2 (insieme 30... 100%)
- Ritorno automatico alla sola caldaia 2 (20...67%) se il fabbisogno orario di calore scende sotto la somma delle due uscite minime del 30%.

La Figura 53 mostra un esempio di implementazione del controllo di sequenza.

La caldaia che non è in funzione deve essere completamente isolata idraulicamente dal resto dell'impianto (nessuna circolazione difettosa dovuta a tempi di superamento, valvole a tre vie impostate male, cortocircuiti attraverso le linee di sicurezza, ecc.)

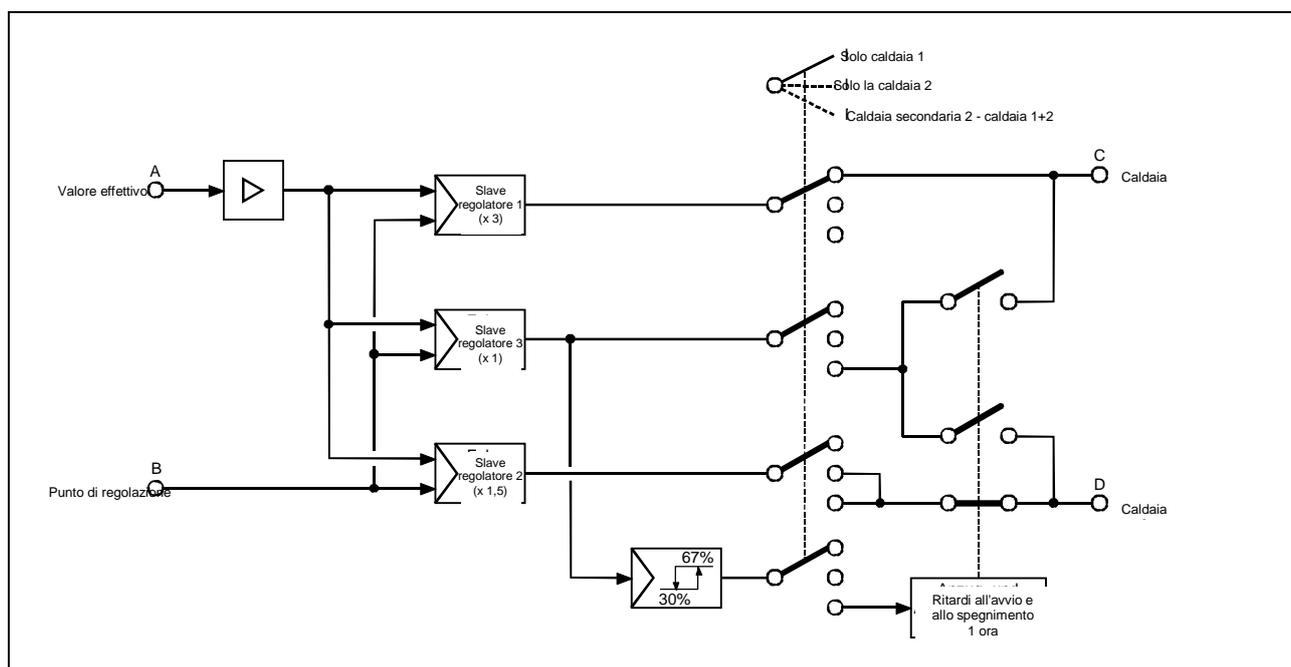


Figura 53: Esempio di realizzazione del controllo di sequenza. Le interfacce A-D si riferiscono alla Figura 52. Per fare in modo che il guadagno del circuito sia lo stesso per tutti e tre i circuiti di controllo, i coefficienti di trasmissione dei tre regolatori devono essere scelti in un rapporto di 3:1,5: (valori reciproci in banda P 0,33: 0,67: 1).

5.3.8 Sistema di controllo scelto

Le modalità di controllo dei circuiti della caldaia, della temperatura di alimentazione principale e dei tassi di combustione, sono definite nella Tabella 54

Modalità di funzionamento	Controllo del circuito della caldaia: - Caldaia a biomassa 1 - Caldaia a biomassa 2	Controllo della temperatura di alimentazione principale (= variabile di controllo principale)	Regolazione dei tassi di combustione - Caldaia a biomassa 1 - Caldaia a biomassa 2
Off	Inoperativo		
Manuale <input type="checkbox"/> Non fornito	<input type="checkbox"/> T511/T521 sistemi di protezione della temperatura di ritorno della caldaia tramite sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Limitazione delle temperature dell'acqua della caldaia - T513/T523 da sistemi I&C secondari	<input type="checkbox"/> Controllo della temperatura di alimentazione principale T541 fuori servizio	<input type="checkbox"/> I setpoint dei due tassi di combustione possono essere impostati come valori fissi sul sistema principale I&C
Locale	<input type="checkbox"/> Controllo delle temperature dell'acqua della caldaia - T513/T523 da sistemi I&C secondari	<input type="checkbox"/> Controllo della temperatura di alimentazione principale T541 fuori servizio	<input type="checkbox"/> Regolatori di potenza interni dei sistemi I&C secondari attivati
Automatico Operazione estiva? <input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> sistemi di protezione della temperatura di ritorno della caldaia T511/T521 tramite sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Limitazione delle temperature dell'acqua della caldaia - T513/T523 da sistemi I&C secondari	<input type="checkbox"/> Controllo della temperatura di alimentazione principale T541 da parte del sistema principale I&C secondo un controllo di sequenza speciale; la variabile correttiva è costituita dai valori di riferimento dei due tassi di combustione.	<input type="checkbox"/> Controllo dei due tassi di combustione da parte dei sistemi I&C secondari; setpoint dal sistema I&C principale secondo il controllo speciale della sequenza
Riassunto	Quali modalità di funzionamento sono previste? <input type="checkbox"/> Off <input type="checkbox"/> Manuale (per ogni caldaia) <input type="checkbox"/> Locale (per ogni caldaia) <input type="checkbox"/> Funzionamento invernale automatico Caldaia a biomassa 1 da sola (piccola caldaia) <input type="checkbox"/> Funzionamento invernale automatico Caldaia a biomassa 2 da sola (caldaia grande) <input type="checkbox"/> Funzionamento automatico invernale Caldaia a biomassa 1 + 2 in parallelo (senza controllo automatico della sequenza) <input type="checkbox"/> Controllo automatico della sequenza Caldaia a biomassa 2 da sola - Caldaia a biomassa 1 + 2 in parallelo <input type="checkbox"/> Funzionamento automatico a basso carico (periodo di transizione, estate) con caldaia a biomassa 1 <input type="checkbox"/> Altro:		

Tabella 54 : Domande e risposte sul sistema di controllo scelto.

5.4 Registrazione dei dati per l'ottimizzazione operativa

Si devono prendere tutte le precauzioni per poter effettuare una corretta ottimizzazione operativa e monitorare efficacemente il successivo fregolare funzionamento. Le variabili misurate da registrare devono essere contrassegnate con una croce nella Tabella 55 variabili misurate contrassegnate con "Standard" devono poter essere registrate in ogni caso; si raccomanda il collegamento con le altre variabili misurate. La precisione di misurazione deve soddisfare le maggiori esigenze di un sistema di misurazione.

Per l'ottimizzazione del funzionamento bisogna rispondere alle sulla registrazione automatica dei dati nella Tabella 56

<input checked="" type="checkbox"/>	Standard	Punti di misura	Etichetta
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura dell'aria esterna	T501
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura d'ingresso Caldaia a biomassa 1	T511
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di uscita Caldaia a biomassa 1	T512
<input type="checkbox"/>		Temperatura dell'acqua della Caldaia a biomassa 1 (altro punto di misurazione)	T513
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura d'ingresso Caldaia a biomassa 2	T521
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di uscita Caldaia a biomassa 2	T522
<input type="checkbox"/>		Temperatura dell'acqua della Caldaia a biomassa 2 (altro punto di misurazione)	T523
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di alimentazione principale prima del compensatore idraulico	T541
<input type="checkbox"/>	Standard *	Temperatura di alimentazione principale dopo il compensatore idraulico	T542
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di ritorno principale prima del compensatore idraulico	T543
<input type="checkbox"/>	Standard *	Temperatura di ritorno principale dopo il compensatore idraulico	T544
<input type="checkbox"/>	Standard *	Temperatura di ritorno del raccordo differenziale a bassa pressione	T551
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di alimentazione dell'attacco a pressione differenziale	T561
<input type="checkbox"/>	Standard *	Temperatura di ritorno dell'attacco a pressione differenziale	T562
<input type="checkbox"/>	Standard	Contacalorie della Caldaia a biomassa 1 **	W511
<input type="checkbox"/>		Misuratore di portata acqua ingresso caldai a biomassa 1 **	W511
<input type="checkbox"/>	Standard	Contacalorie della Caldaia a biomassa 2 **	W521
<input type="checkbox"/>		Misuratore di portata acqua ingresso Caldaia a biomassa 2 **	W521
<input type="checkbox"/>	Standard	Setpoint della potenza termica fornita Caldaia a biomassa 1	
<input type="checkbox"/>		Setpoint interno alla caldaia della potenza termica fornita (segnale di feedback caldaia a biomassa 1)	
<input type="checkbox"/>	Standard	Setpoint della potenza termica fornita Caldaia a biomassa 2	
<input type="checkbox"/>		Setpoint interno alla caldaia della potenza termica fornita (segnale di feedback caldaia a biomassa 2)	
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura dei fumi Caldaia a biomassa 1	
<input type="checkbox"/>		Temperatura della camera di combustione Caldaia a biomassa 1	
<input type="checkbox"/>	Standard *	Ossigeno residuo Caldaia a biomassa 1	
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura dei fumi Caldaia a biomassa 1	
<input type="checkbox"/>		Temperatura della camera di combustione Caldaia a biomassa 1	
<input type="checkbox"/>	Standard *	Ossigeno residuo Caldaia a biomassa 1	
		Punti di misura Separatore di particelle 1; tipo:	
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			
		Punti di misura Separatore di particelle 2; tipo:	
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			
<p>* Al fine di ridurre lo sforzo per la registrazione dei dati, è ammissibile una riduzione dei punti di misurazione.</p> <p>** Il contatore di calore deve essere dotato di un'interfaccia per registrare la quantità di calore [kWh] o di acqua [m³]. La rappresentazione grafica, tuttavia, deve essere in termini di potenza [kW] o di portata volumetrica [m³/h]. È ammesso un contatore di calore comune per entrambe le caldaie nel ritorno principale (per controllare la potenza della caldaia, l'altra caldaia deve essere fuori servizio).</p>			

Tabella 55 : Elenco dei punti di misura per la registrazione automatica dei dati. Se l'impianto deve essere considerato come uno schema idraulico standard, deve essere possibile registrare tutte le variabili contrassegnate con "Standard".

5.5 Allegato al protocollo di approvazione

La fase di esecuzione si conclude con il test di approvazione. Un addendum al protocollo di approvazione deve essere redatto secondo la Tabella 58.

Alle domande della Tabella 57 si deve rispondere all'inizio della fase di gara. L'allegato al protocollo di approvazione secondo la Tabella 58 deve essere compilato solo alla fine della fase di esecuzione. Tuttavia, si raccomanda di utilizzare queste tabelle già durante la fase di gara e di esecuzione per la determinazione preliminare dei valori di progettazione, in modo che la funzionalità del sistema sia chiaramente riconoscibile.

Chi prepara l'addendum al protocollo di approvazione?

- Progettista principale
- Fornitore di caldaie a biomassa
- Fornitore del sistema principale I&C

Tabella 57 : Domande e risposte sull'allegato al protocollo di approvazione

Descrizione	Unità	Esempio			
Sistema principale I&C					
Collegamento di sistemi I&C principale/secondari tramite interfaccia standard [9]? <input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No					
■ Protezione della temperatura di ritorno della caldaia					
Limite della temperatura d'ingresso della caldaia Caldaia a biomassa 1		°C	60		
Limite della temperatura d'ingresso della caldaia Caldaia a biomassa 2		°C	60		
■ Controllo della temperatura di alimentazione principale					
Chi specifica l'OFFe la regolazione costante? <input type="checkbox"/> Il sistema di controllo attivo <input type="checkbox"/> Sempre la caldaia a biomassa					
Setpoint della temperatura di alimentazione principale		°C	85		
Controllo continuo Regolatore slave	Regolatore slave in banda P 1 (solo caldaia a biomassa 1)	%	75		
	Tempo di integrazione regolatore slave 1 (solo caldaia a biomassa 1)	Min.	20		
	Regolatore slave 2 in banda P (solo caldaia a biomassa 2)	%	150		
	Tempo di integrazione regolatore slave 2 (solo caldaia a biomassa 2)	Min.	20		
	Regolatore slave in banda P 3 (caldaia a biomassa 1+2)	%	225		
	Tempo di integrazione regolatore slave 3 (caldaia a biomassa 1+2)	Min.	20		
Regolatore a due stadi	Caldaia a biomassa 1 regolazione continua della potenza termica fornita nominale.	%	≥35		
	Caldaia a biomassa 1 OFF / letto di fuoco della potenza termica fornita nominale	%	≤25		
	Caldaia a biomassa 2 regolazione continua della potenza termica fornita nominale.	%	≥35		
	Caldaia a biomassa 2 OFF / letto di fuoco della potenza termica fornita nominale	%	≤25		
■ Controllo di sequenza Caldaia a biomassa 2 - Caldaia a biomassa 1+2 (modificare se necessario)					
Criterio di sblocco Caldaia a biomassa 1:					
Potenza termica fornita nominale Caldaia a biomassa 2 (in % della potenza totale)		%	100 (67)		
E tempo di ritardo		Min.	60		
Criterio di blocco Caldaia a biomassa 1:					
Potenza termica fornita nominale Caldaia a biomassa 1+2		%	30		
E tempo di ritardo		Min.	60		
Caldaia a biomassa 1					
■ Impostazioni di uscita del calore					
Impostare la potenza termica minima con il combustibile di riferimento		kW	70		
Impostare la potenza termica massima con il combustibile di riferimento		kW	230		
■ Sistema I&C secondario 1					
Setpoint della temperatura dell'acqua della caldaia per modalità di funzionamento "locale		°C	85		
Limite della temperatura dell'acqua della caldaia		°C	90		
Spegnimento di sicurezza alla temperatura dell'acqua della caldaia		°C	110		
Caldaia a biomassa 2					
■ Impostazioni di uscita del calore					
Impostare la potenza termica minima con il combustibile di riferimento		kW	140		
Impostare la potenza termica massima con il combustibile di riferimento		kW	470		
■ Sistema I&C secondario 2					
Setpoint della temperatura dell'acqua della caldaia per modalità di funzionamento "locale		°C	85		
Limite della temperatura dell'acqua della caldaia		°C	90		

Spegnimento di sicurezza alla temperatura dell'acqua della caldaia	°C	110			
--	----	-----	--	--	--

Tabella 58 : Allegato al protocollo d'approvazione - valori d'impostazione (i valori d'esempio sono da cancellare).

6. Sistema di riscaldamento a biomassa monovalente a due caldaie con serbatoio di accumulo

6.1 Breve descrizione e responsabilità

6.1.1 Livello utente

Sono richiesti il funzionamento più semplice possibile e una chiara visualizzazione delle funzioni principali in modo che anche il personale non specializzato possa utilizzare il sistema:

- I seguenti requisiti devono essere soddisfatti per il **funzionamento di servizio e di emergenza**:
 - Deve essere possibile disattivare parzialmente o completamente il sistema di controllo automatico per lavori di manutenzione e in caso di funzionamento di emergenza (ad esempio tramite l'interruttore "off/on/automatico").
 - I sistemi I&C secondari devono essere in grado di funzionare indipendentemente dal sistema I&C principale (per esempio in caso di guasto del sistema I&C principale).
 - Il funzionamento manuale delle valvole di controllo deve essere garantito (ad esempio, la regolazione manuale sulla valvola di controllo, ma questo non deve essere disturbato da un segnale di controllo errato).
 - Tutte le funzioni di sicurezza devono essere mantenute
- La **selezione della modalità di funzionamento** deve essere fatta in uno dei seguenti modi:
 - Tramite interruttori in un **pannello di controllo convenzionale** (di solito nell'quadro di controllo).
 - Tramite un **PLC**; tuttavia, questa è un'opzione solo se i requisiti hardware e software per il funzionamento ottimale sono corretti.
 - Attraverso il computer principale di un **sistema di controllo**
- Ulteriori operazioni, come la **regolazione dei setpoint, la modifica dei programmi orari, ecc.**, possono essere eseguite direttamente sui sistemi I&C principale e secondari (se necessario, anche via Internet).

6.1.2 Sistema principale I&C

Il sistema I&C principale si occupa di tutte le funzioni di controllo e regolazione principale e collega tra loro i sistemi I&C secondari. Inoltre, al sistema I&C principale è assegnata anche la registrazione automatica dei dati, che è obbligatoria come schema idraulico standard (almeno temporaneamente per la durata dell'ottimizzazione operativa).

6.1.3 Sistemi I&C secondari caldaie a biomassa

- I sistemi I&C secondari delle caldaie a biomassa devono soddisfare le seguenti **funzioni**:
- Gestione della portata di combustibile in caldaia a combustione automatica
 - Controllo della potenza termica fornita nel funzionamento manuale e automatico in base alla specifica del setpoint del sistema I&C principale
 - Controllo della temperatura dell'acqua della caldaia durante il funzionamento locale

- Limitazione della potenza termica fornita in base alla temperatura dell'acqua della caldaia in tutte le modalità di funzionamento

Se sono necessari **separatori di particelle**, questi devono essere controllati dai sistemi I&C secondari delle caldaie a biomassa.

La **sicurezza** delle caldaie a biomassa, cioè la prevenzione del superamento della temperatura massima ammissibile dell'acqua della caldaia, deve essere garantita dai sistemi I&C secondari delle caldaie a biomassa.

Se i PLC delle caldaie a biomassa possono anche soddisfare i requisiti per il sistema I&C principale (in particolare anche la registrazione automatica dei dati), l'**uso simultaneo come sistema I&C principale e secondario** può essere testato.

6.1.4 Struttura selezionata dei livelli del sistema I&C

Un responsabile principale deve essere designato per la programmazione I&C (in particolare anche per la definizione dell'interfaccia).

Per la descrizione della struttura dei livelli del sistema I&C e delle responsabilità definite per il progetto si può compilare la Tabella 59.

Livello del sistema I&C	Domande e risposte
Livello utente Sezione 6.1.1	<p>Sono soddisfatti i requisiti per il servizio e il funzionamento di emergenza?</p> <p><input type="checkbox"/> Sì (obbligatorio per lo schema idraulico standard) <input type="checkbox"/> No</p> <p>Come avviene la selezione della modalità di funzionamento?</p> <p><input type="checkbox"/> Interruttore in un pannello di controllo convenzionale</p> <p><input type="checkbox"/> Ingresso tramite un PLC; è garantito un funzionamento sufficientemente comodo</p> <p><input type="checkbox"/> Ingresso tramite il computer principale del sistema di controllo</p> <p>Da dove può essere controllato e azionato il sistema?</p> <p><input type="checkbox"/> Solo nell'impianto di riscaldamento centrale</p> <p><input type="checkbox"/> Nell'impianto di riscaldamento centralizzato via modem</p> <p><input type="checkbox"/> Nell'impianto di riscaldamento centralizzato via internet</p>
Sistema principale I&C Sezione 6.1.2	<p>Come viene implementato il sistema principale I&C?</p> <p><input type="checkbox"/> Regolatore individuale come sistema principale I&C</p> <p><input type="checkbox"/> Utilizzo del PLC comune delle caldaie a biomassa come sistema principale I&C</p> <p><input type="checkbox"/> Proprio sistema I&C principale</p> <p>Collegamento di sistemi I&C principale/secondari tramite interfaccia standard [9]?</p> <p><input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No</p> <p>Come avviene la registrazione automatica dei dati?</p> <p><input type="checkbox"/> Data logger durante l'ottimizzazione del funzionamento; viene fornita un'interfaccia</p> <p><input type="checkbox"/> Registrazione interna dei dati nel sistema principale I&C</p>
Sistemi I&C secondari delle caldaie a biomassa Sezione 6.1.3	<p>Qual è la posizione/compiti dei PLC delle caldaie a biomassa?</p> <p><input type="checkbox"/> Un unico PLC per entrambe le caldaie a biomassa, che viene utilizzato contemporaneamente come sistema I&C principale e secondario</p> <p><input type="checkbox"/> Un unico PLC per entrambe le caldaie a biomassa, secondario al sistema principale I&C</p> <p><input type="checkbox"/> PLC separato per entrambe le caldaie a biomassa, secondario al sistema I&C principale</p>
Responsabilità	<p>Come sono regolate le responsabilità nella fase di pianificazione delle gare d'appalto?</p> <p><input type="checkbox"/> Specifica di tutti i livelli di I&C da parte del progettista principale</p> <p><input type="checkbox"/> Specifica di tutti i livelli I&C da parte del progettista principale con il coinvolgimento degli specialisti I&C</p>

	<p>Come sono regolate le responsabilità (specialmente le definizioni delle interfacce) nella fase di esecuzione e approvazione?</p> <p><input type="checkbox"/> Programmazione generale di tutti i livelli di I&C da parte del progettista principale</p> <p><input type="checkbox"/> Programmazione generale di tutti i livelli di I&C da parte del fornitore di caldaie a biomassa</p> <p><input type="checkbox"/> Programmazione generale di tutti i livelli I&C da parte del fornitore del sistema I&C principale</p> <p><input type="checkbox"/> Programmazione di ogni livello I&C da parte del rispettivo fornitore (non consentito per lo schema idraulico standard, poiché è esplicitamente richiesta una responsabile principale della programmazione I&C).</p>
--	---

Tabella 59 : Domande sulla struttura scelta dei livelli e delle responsabilità di I&C.

6.2 Schema principale e design

6.2.1 Circuito idraulico

Il circuito idraulico deve essere conforme alla Figura 60 seguenti requisiti devono essere soddisfatti:

- L'interconnessione delle caldaie a biomassa, il serbatoio di accumulo, il collegamento a bassa pressione differenziale e il precontrollo devono essere effettivamente a bassa pressione differenziale (tubi corti, grandi diametri di tubi).
- Il sistema di accumulo deve essere coerentemente progettato come un sistema di accumulo stratificato.
- Collegamenti allo accumulo con allargamento della sezione (riduzione della velocità), deflettore (rifrazione del getto d'acqua) e, se necessario, sifonato (prevenzione della circolazione a un tubo).
- Collegamenti allo accumulo solo in alto e in basso (nessuna connessione in mezzo)
- Non si possono far passare tubi all'interno del serbatoio di accumulo (pericolo di "agitazione termica").
- Quando è possibile, il serbatoio di accumulo non dovrebbe essere diviso tra diversi contenitori. Se questo requisito non può essere soddisfatto, si deve osservare quanto segue:
 - Nessuna connessione tra i serbatoi
 - Quando si controlla lo stato di carica del serbatoio di accumulo, ogni serbatoio deve essere considerato come un'unità di controllo (problema: a causa della stratificazione individuale in ogni serbatoio di accumulo, il serbatoio di accumulo più caldo può essere più freddo in basso rispetto al serbatoio di accumulo più freddo in alto).

L'impianto è anche considerato uno schema idraulico standard se:

- una pompa è realizzata da due o più pompe collegate in parallelo o in serie,
- il precontrollo della rete di teleriscaldamento è realizzato da due valvole di controllo collegate in parallelo o con un gruppo estivo separato,
- un solo contatore di calore comune è installato per entrambe le caldaie nel ritorno principale (per controllare la potenza della caldaia, l'altra caldaia deve essere fuori uso!)
- lo scambiatore di calore dei gas di scarico può essere integrato.

6.2.2 Progettazione idraulica e del sistema di controllo

La progettazione idraulica e del sistema di controllo deve essere eseguita in funzione delle normative. Devono essere soddisfatti i requisiti indicati nelle linee guida Q [1] e nel manuale di progettazione [4] e in particolare:

- Volume di accumulo ≥ 1 h di capacità di accumulo relativa alla potenza nominale della caldaia a biomassa più grande
- Controllo del carico/protezione della temperatura di ritorno della caldaia per entrambe le caldaie e precontrollo: Autorità della valvola $\geq 0,5$
- Differenza tra la temperatura di progetto e quella della caldaia ≤ 15 K; è necessaria una differenza di temperatura inferiore se la temperatura di ritorno minima ammissibile è alta (ad es. con corteccia, residui forestali); può essere aumentata per ridurre il consumo di potenza della pompa, se ci si assicura che ciò non provochi problemi di regolazione (ad es. oscillazione della potenza della caldaia a causa della stratificazione della temperatura).

- La temperatura di entrata della caldaia deve essere almeno 5 K più alta della temperatura di ritorno minima ammessa (protezione della temperatura di ritorno della caldaia).

Il progetto idraulico e del sistema di controllo deve essere presentato e documentato in conformità alla Tabella 61.

Deve essere specificata **una temperatura massima ammissibile del ritorno principale T643.**

Se la differenza di temperatura tra la temperatura di uscita della caldaia e la temperatura di ingresso della caldaia è più di 10 K inferiore alla differenza di temperatura tra la temperatura di uscita della caldaia e la temperatura massima ammissibile del ritorno principale T643, si raccomanda di prevedere un **compensatore idraulico nel circuito della caldaia D611/D621.**

Importante: per garantire che le caldaie possano sempre erogare la potenza, bisogna assicurarsi che la temperatura di ritorno principale T643 non possa salire oltre il valore di progetto in qualsiasi caso di funzionamento (prescrivere un limitatore della temperatura di ritorno per tutte le utenze!)

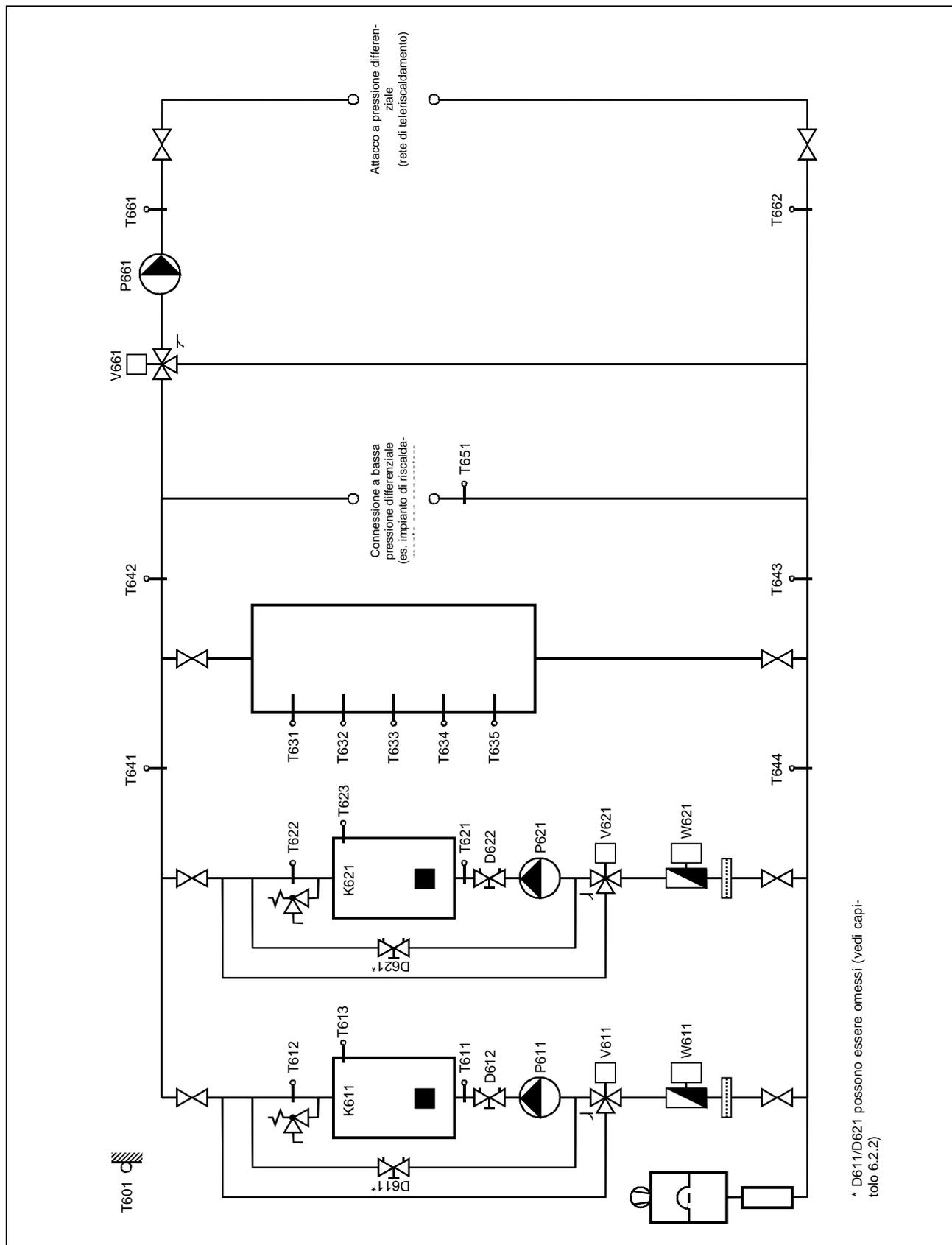


Figura 60 : Schema principale di un sistema di riscaldamento a biomassa monovalente a due caldaie con serbatoio di accumulo. I dispositivi di sicurezza e il sistema di espansione devono essere progettati secondo le norme specifiche del paese.

Progettazione del sistema idraulico e di controllo	Unità	<i>Esempio</i>		Etichetta
Accumulo				
Contenuto	m3	14		
Richiesta di potenza termica dell'intero sistema				
Collegamento a bassa differenza di pressione	kW	80		
Collegamento con pressione differenziale (rete di teleriscaldamento incl. perdite)	kW	620		
Sistema complessivo	kW	700		
Limiti di temperatura garantiti				
Temperatura di alimentazione principale	°C	85		T642
Temperatura massima ammissibile del ritorno principale	°C	55		T643
Temperatura d'ingresso minima ammessa Caldaia a biomassa 1 (protezione della temperatura di ritorno della caldaia)	°C	60		T611
Temperatura massima dell'acqua della Caldaia a biomassa 1 (Termostato di blocco della caldaia)	°C	90		T613
Temperatura massima ammissibile dell'acqua della Caldaia a biomassa 1 (monitor di sicurezza)	°C	110		T613
Temperatura d'ingresso minima consentita. Caldaia a biomassa 2 (protezione della temperatura di ritorno della caldaia)	°C	60		T621
Temperatura massima dell'acqua della Caldaia a biomassa 2 (Termostato di blocco della caldaia)	°C	90		T623
Temperatura massima ammissibile dell'acqua della Caldaia a biomassa 2 (monitor di sicurezza)	°C	110		T623
Circuito della caldaia-Caldaia a biomassa 1				
Potenza massima della caldaia	kW	230		K611
Potenza minima della caldaia	kW	70		K611
Temperatura di uscita della caldaia	°C	85		T612/T613
Portata della pompa della caldaia	m3/h	13,2		P611
Prevalenza della pompa caldaia	m	3		P611
Temperatura d'ingresso della caldaia risultante	°C	70		T611
Portata risultante della valvola di controllo del circuito della caldaia	m3/h	6,6		V611
Compensatore idraulico di portata risultante	m3/h	6,6		D611
Caduta di pressione della Valvola di controllo	kPa	10		V611
Sezione di perdita di pressione con flusso di volume variabile	kPa	8		
Autorità della valvola risultante	--	0,56		V611
Circuito della caldaia -Caldaia a biomassa 2				
Potenza massima della caldaia	kW	470		K621
Potenza minima della caldaia	kW	140		K621
Temperatura di uscita della caldaia	°C	85		T622/T623
Portata della pompa della caldaia	m3/h	27,0		P621
Prevalenza della pompa caldaia	m	3		P621
Temperatura d'ingresso della caldaia risultante	°C	70		T621
Portata risultante della valvola di controllo del circuito della caldaia	m3/h	13,5		V621
Compensatore idraulico di portata risultante	m3/h	13,5		D621
caduta di pressione Valvola di controllo	kPa	10		V621
Sezione di perdita di pressione con flusso di volume variabile	kPa	8		
Autorità della valvola risultante	--	0,56		V621

Progettazione del precontrollo e della pompa di rete nel capitolo 9!					
--	--	--	--	--	--

Tabella 61: Progettazione del sistema idraulico e di controllo. I dati di progettazione del sistema devono essere inseriti secondo l'esempio (i valori d'esempio sono da cancellare).

6.3 Descrizione del funzionamento

6.3.1 Schema di controllo

Il controllo e la regolazione del sistema devono essere eseguiti secondo la Figura 62.

6.3.2 Modalità di funzionamento

Sono previste le seguenti modalità di funzionamento:

- **Off:** L'intero sistema di produzione di calore è fuori servizio, ad eccezione delle operazioni in continuo (unità di espansione automatica, ecc.)
- **Manuale:** Il setpoint di combustione per ciascuna delle due caldaie a biomassa può essere impostato "manualmente" come valore fisso sul sistema principale I&C; questa modalità operativa non è obbligatoria.
- **Locale:** I regolatori di potenza interni dei sistemi I&C secondari delle caldaie a biomassa sono attivati (il sistema I&C principale può essere fuori uso o difettoso)
- **Automatico:** Il setpoint per la potenza termica fornita è specificato per entrambe le caldaie a biomassa dal sistema principale I&C in funzione dello stato di carica del serbatoio di accumulo (= variabile di controllo principale) come controllo di sequenza.
- **Solo caldaia 1 - Solo caldaia 2 - Controllo di sequenza:** Commutazione manuale del funzionamento a basso carico al funzionamento con controllo di sequenza automatico e ritorno
- **Altre modalità di funzionamento:** Specialmente per il funzionamento a basso carico (periodo di transizione, estate), possono essere necessari altre modalità di funzionamento (ad esempio il cambio convenzionale "estate/inverno", il funzionamento a basso carico con "accumulo di carica/scarica", ecc.)

6.3.3 Controllo

La Regolazione climatica della temperatura di mandata e il programma di controllo temporale dei setpoint, così come lo sblocco e il blocco di caldaie, pompe, ecc. devono essere implementati dal sistema principale I&C.

Con la **regolazione climatica**, la temperatura dell'aria esterna può essere registrata tramite un sensore sul lato nord dell'edificio e la temperatura dell'aria esterna può quindi essere utilizzata da un lato come valore istantaneo e dall'altro come valore medio sulle 24 ore per guidare i setpoint e i criteri di sblocco. Calcolo del valore medio su 24 ore, per esempio, in continuo su una finestra delle ultime 24 ore e ricalcolo ogni 15 minuti.

Con un **controllo del programma a tempo**, i livelli del programma a tempo possono essere programmati per diverse funzioni.

6.3.4 Controllo del circuito della caldaia caldaie a biomassa

Il controllo dei circuiti delle caldaie a biomassa deve essere realizzato dal sistema principale I&C.

Nella modalità di funzionamento "automatico", la **temperatura di uscita della caldaia** dovrebbe essere regolata continuamente tramite la valvola anticondensa nel circuito della caldaia su un valore fisso. Se la temperatura d'ingresso della caldaia scende al di sotto del valore limite, la regolazione deve essere impostata su questo valore limite (= **protezione della temperatura di ritorno della caldaia**).

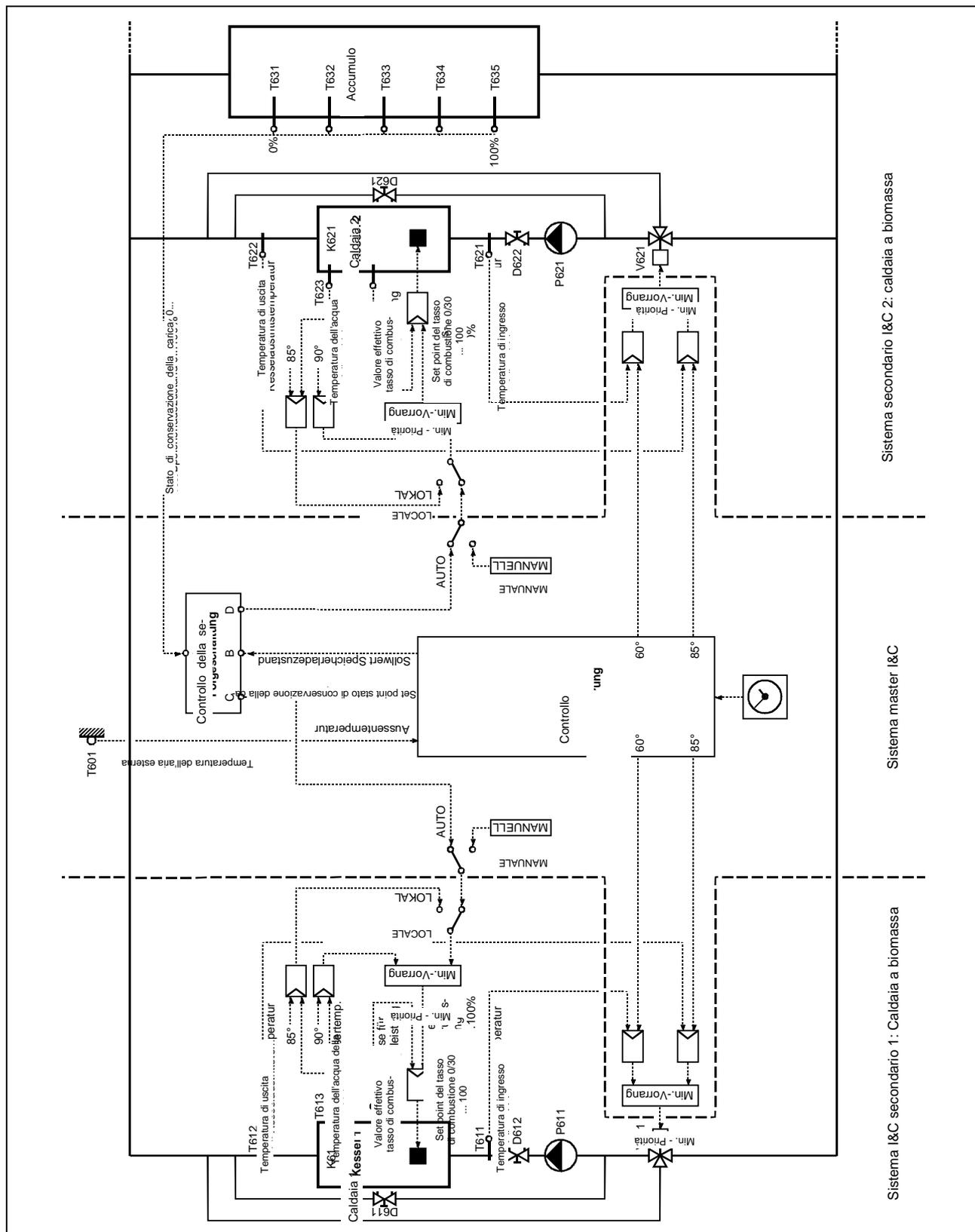


Figura 62: Schema di controllo per sistema idraulico standard di un impianto monoenergetico a due caldaie con serbatoio di accumulo. Controllo di sequenza, vedi Figura 62. Gli interruttori a priorità minima indirizzano il segnale d'ingresso più basso verso l'uscita. I valori numerici sono da intendersi come esempi. Le funzioni di sicurezza non sono mostrate; queste devono essere implementate attraverso i sistemi I&C secondari delle caldaie.

6.3.5 Controllo dello stato di carica del serbatoio di accumulo

Il controllo dello stato di carica del serbatoio di accumulo deve essere realizzato dal sistema principale I&C.

Lo stato di carica dello accumulo deve essere registrato tramite almeno 5 sensori di temperatura distribuiti uniformemente sull'altezza dello accumulo. Questo dà lo stato di carica dello accumulo da 0% a 100%.

Sono possibili diverse varianti per la registrazione dello stato di carica del serbatoio di accumulo. Quanto segue si applica alle varianti 1 e 2:

w = Il sensore segnala "caldo" quando ad esempio $T \geq 75^\circ\text{C}$

k = Il sensore segnala "freddo" quando ad esempio $T \leq 65^\circ\text{C}$

Variante 1 (Tabella 63): Con valori del sensore 20 - 40 - 60 - 80 - 100. Per "tutti i sensori freddi" il valore è 0. Questa variante risulta in un segnale di valore effettivo a gradini. Pertanto, la componente (veloce) P del regolatore non deve essere troppo grande e i disturbi devono essere compensati principalmente attraverso la componente (lenta) I.

Variante 2: il segnale a gradini secondo la variante 1 può essere smussato da un elemento di ritardo di controllo del primo ordine (elemento PT1). Tuttavia, la costante di tempo dell'elemento PT1 non deve essere troppo grande, altrimenti c'è il rischio che l'inevitabile ritardo temporale del segnale del valore reale porti a disturbi. Il segnale del valore reale "più continuo", tuttavia, permette una componente P un po' più grande nel regolatore rispetto alla variante 1.

Variante 3 (Tabella 64): Un livellamento della curva caratteristica può anche essere ottenuto se la temperatura del sensore attivo viene interpolata.

Sensore (dall'alto in basso)					Valore
1	2	3	4	5	
k	k	k	k	k	0
w	k	k	k	k	20
w	w	k	k	k	40
w	w	w	k	k	60
w	w	w	w	k	80
w	w	w	w	w	100

Tabella 63 : Variante 1 (a tappe)

Sensore (dall'alto in basso)					Valore
1	2	3	4	5	
< 60°C	< 60°C	< 60°C	< 60°C	< 60°C	0
60...80°C	< 60°C	< 60°C	< 60°C	< 60°C	0...20
> 80°C	60...80°C	< 60°C	< 60°C	< 60°C	20...40
> 80°C	> 80°C	60...80°C	< 60°C	< 60°C	40...60
> 80°C	> 80°C	> 80°C	60...80°C	< 60°C	60...80
> 80°C	> 80°C	> 80°C	> 80°C	60...80°C	80...100

Tabella 64: Variante 3 (senza gradini)

Con un buon sistema, si può supporre che per le temperature $T_1 \dots T_5$ del sensore valga:

$$T_1 \geq T_2 \geq T_3 \geq T_4 \geq T_5 \quad (T_1 \dots T_5 \text{ dall'alto in basso})$$

Il sensore attivo è evidenziato in grigio nella Tabella 64e si applica la seguente regola:

- Sensore 1 attivo quando tutte le altre temperature del sensore $< 80^\circ\text{C}$
- Sensore 2 attivo quando la temperatura del sensore $T_1 > 80^\circ\text{C}$
- Sensore 3 attivo quando la temperatura del sensore $T_2 > 80^\circ\text{C}$
- Sensore 4 attivo quando la temperatura del sensore $T_3 > 80^\circ\text{C}$
- Sensore 5 attivo quando la temperatura del sensore $T_4 > 80^\circ\text{C}$

La qualità dell'interpolazione (smussatura del segnale) dipende dallo spessore della zona di miscelazione nel serbatoio di accumulo, e questo spessore non è una quantità fissa. Con lo stesso serbatoio di accumulo, può essere molto diverso - a seconda della portata, del raffreddamento, ecc. Fondamentalmente:

- lo spessore della zona di miscelazione = zero (immagazzinamento stratificato ideale) non comporta alcuno smussamento e il segnale è a gradini come nella variante 1.
- spessore della zona di miscelazione tra zero e una distanza tra i sensori risulta in un livellamento sempre migliore del segnale
- Lo spessore della zona di miscelazione leggermente maggiore di una distanza tra i sensori dà il miglior livellamento

- Lo spessore della zona di miscelazione significativamente maggiore di una distanza tra le sonde porta a un livellamento più scarso.

Variante 4: temperatura media dello accumulo come misura dello stato di carica dello accumulo. Lo svantaggio qui è che il reale stato di carica dell'accumulo è riprodotto in modo diverso a seconda dello spessore della zona di miscelazione, della temperatura di ritorno, del raffreddamento, ecc: Lo spessore della zona di miscelazione = zero (accumulo a stratificazione ideale) non comporta alcuno smussamento, il segnale è a gradini come nella variante 1; quando è progettato per 85/55°C, il campo di regolazione è di 30 K, quando il ritorno al mattino è a 25°C, questo è improvvisamente di 60 K.

Più di 5 sensori di accumulo: Solo con questo (in combinazione con le varianti da 1 a 4) è possibile migliorare realmente il segnale.

Il serbatoio di accumulo deve essere caricato da un controllo continuo. Questo regolatore dovrebbe avere caratteristiche PI. Come risultato della componente I, lo accumulo può essere caricato ad un setpoint del 60... 80% senza una deviazione permanente della regolazione (come sarebbe il caso con il regolatore P) (nel caso di un segnale a gradini, selezionare un valore a gradini, per esempio 60%). Se le utenze di calore richiedono improvvisamente più potenza, lo stato di carica dello accumulo scende e la potenza termica fornita viene aumentata; se improvvisamente è necessaria meno potenza, lo stato di carica dello accumulo sale e la potenza termica fornita viene regolata nuovamente. Nel primo caso, la metà superiore dell'accumulo è disponibile come riserva di potenza finché la caldaia a biomassa non ha reagito, e nel secondo caso, la caldaia a biomassa può fornire il surplus temporaneo di potenza alla metà inferiore dell'accumulo.

Nei sistemi con combustione automatica, lo accumulo dovrebbe essere completamente caricato e scaricato con una potenza ridotta durante il funzionamento a basso carico (potenza richiesta della caldaia a biomassa inferiore alla potenza minima). Deve essere definito un criterio di commutazione adeguato per il passaggio da "carica/scarica" alla regolazione continua e viceversa (ad es. commutazione manuale o commutazione in base al programma orario e alla temperatura dell'aria esterna).

6.3.6 Caldaie a biomassa con controllo della potenza termica fornita

La potenza termica fornita è controllato attraverso i sistemi I&C secondari delle caldaie a biomassa.

Almeno la caldaia a biomassa 1 deve essere dotata di combustione automatica. Se questo non è possibile o non è fattibile (ragionevole secondo lo stato dell'arte), può essere utilizzato il Gestione della portata di combustibile in caldaia. In linea di principio, la caldaia a biomassa dovrebbe essere sempre funzionare alla potenza più bassa possibile, in modo che debba essere accesa e spenta il meno possibile.

Il regolatore dello stato di carica dello accumulo del sistema I&C principale specifica i valori nominali per la potenza termica fornita alla caldaia come controllo di sequenza.

Con l'aiuto del regolatore è possibile modulare e limitare ulteriormente i valori nominali della potenza termica fornita.

I regolatori interni per le temperature dell'acqua della caldaia T613/T623 dei due sistemi I&C secondari hanno le seguenti funzioni:

- Modalità di funzionamento "manuale" (non obbligatoria): Controllo della potenza termica fornita ad un valore fisso impostato sul sistema principale I&C, cioè nessun controllo della temperatura di alimentazione principale T641, ma limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia T613/T623 (ad es. a 90°C).
- Modalità di funzionamento "Locale": Controllo della temperatura dell'acqua della caldaia T613/T623 ad un valore fisso impostato sul sistema I&C secondario (ad es. 85°C), limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia T613/T623 ad un valore fisso superiore (ad es. a 90°C).
- Modalità di funzionamento "automatico": Limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia T613/T623 (per esempio a 90°C)

Nel range di regolazione della potenza della caldaia a biomassa tra 30 e 100%, la regolazione dovrebbe essere continua. Al di sotto di questo valore, la regolazione deve essere in modalità a due fasi. La commutazione tra OFF e regolazione continua avviene tramite il rispettivo sistema I&C attivo. Se il produttore della caldaia a biomassa lo desidera, la commutazione può sempre avvenire anche tramite la caldaia a biomassa.

Una indicazione per le interfacce standard tra il sistema principale I&C e la caldaia a biomassa, così come una lista di produttori di unità di controllo e caldaie a biomassa che offrono queste interfacce, può essere scaricata da Internet [9].

Importante: la sicurezza delle caldaie a biomassa, cioè la prevenzione del superamento della temperatura massima ammissibile dell'acqua della caldaia, deve essere ulteriormente garantita dal sistema I&C secondario delle caldaie a biomassa.

6.3.7 Caldaie a biomassa con controllo di sequenza

Il controllo di sequenza delle caldaie a biomassa deve essere realizzato dal sistema principale I&C.

Il seguente esempio presuppone una suddivisione della potenza delle due caldaie a biomassa del 33% per la caldaia 1 e del 67% per la caldaia 2. Il passaggio dal funzionamento a basso carico al funzionamento con controllo automatico della sequenza e viceversa viene fatto manualmente (le percentuali si riferiscono alla potenza totale):

- Passaggio manuale alla sola caldaia 2 (20...67%) se la sola caldaia 1 (10...33%) non può più coprire il fabbisogno giornaliero
- Passaggio manuale alla regolazione automatica della sequenza se la sola caldaia 2 (20...67%) non può più coprire il fabbisogno giornaliero.
- Ritorno manuale alla sola caldaia 2 (20...67%) quando il fabbisogno giornaliero può essere nuovamente coperto dalla sola caldaia 2.
- Ritorno manuale alla sola caldaia 1 (10...33%) quando il fabbisogno giornaliero può essere nuovamente coperto dalla sola caldaia 1.

Il controllo automatico della sequenza deve essere effettuato come segue (le percentuali si riferiscono alla potenza totale):

- caldaia 2 da sola (20...67%)
- Collegamento automatico della caldaia 1 (10...33%) mediante combustione automatica (o Gestione della portata di combustibile in caldaie per grandi impianti) se la caldaia 2 (20...67%) non può più coprire il fabbisogno orario di calore.
- Funzionamento in parallelo caldaia 1 e caldaia 2 (insieme 30... 100%)
- Ritorno automatico alla sola caldaia 2 (20...67%) se il fabbisogno orario di calore scende sotto il valore della somma delle due potenze minime del 30%.

La Figura 65 mostra un esempio di implementazione del controllo della sequenza.

La caldaia che non è in funzione deve essere completamente isolata idraulicamente dal resto dell'impianto (nessuna circolazione difettosa dovuta a tempi di superamento, valvole a tre vie impostate in modo errato, cortocircuiti attraverso le linee di sicurezza, ecc.).

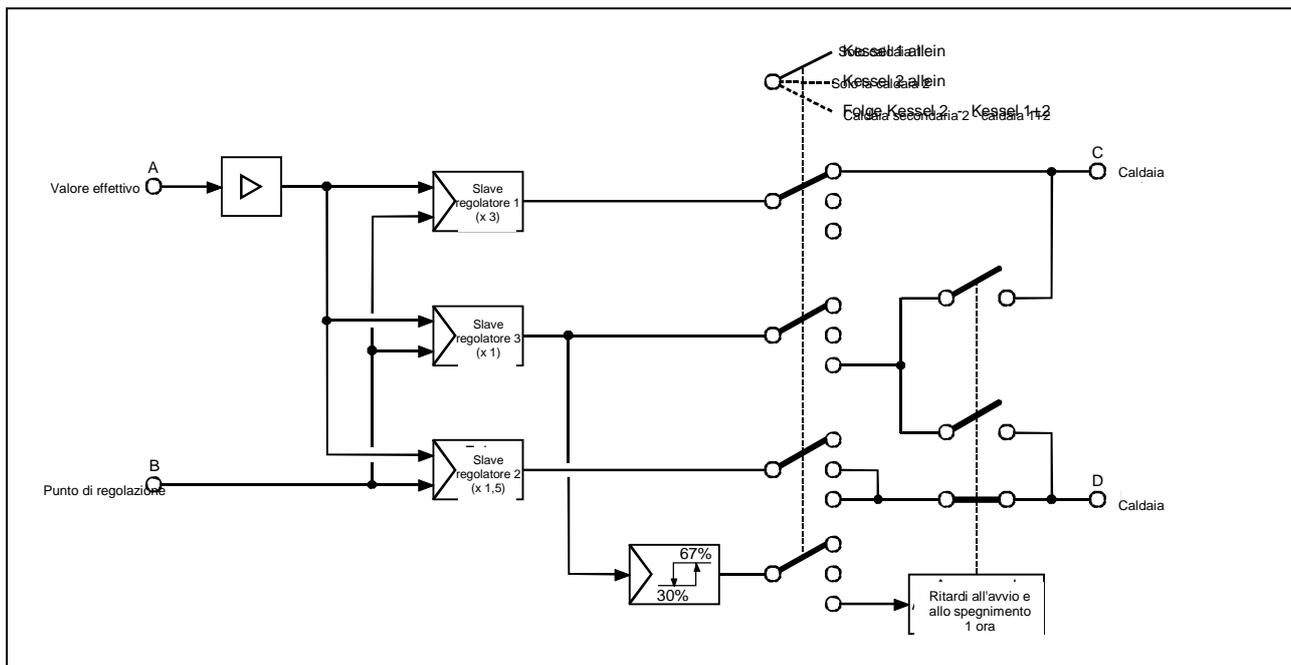


Figura 65 : Esempio di realizzazione del controllo di sequenza. Le interfacce A-D si riferiscono alla Figura 62. Per fare in modo che il guadagno di circuito sia lo stesso per tutti e tre i circuiti di controllo, i coefficienti di trasmissione dei tre regolatori devono essere scelti in un rapporto di 3: 1,5: 1 (valori reciproci in banda P 0,33: 0,67: 1).

6.3.8 Il sistema di controllo scelto

Le modalità di controllo dei circuiti della caldaia, lo stato di carica dell'accumulo e dei tassi di combustione, devono essere definite nella Tabella 66.

Modalità di funzionamento	Controllo del circuito della caldaia: - Caldaia a biomassa 1 - Caldaia a biomassa 2	Controllo dello stato di carica del serbatoio di accumulo (= variabile di controllo principale)	Regolazione dei tassi di combustione - Caldaia a biomassa 1 - Caldaia a biomassa 2
Off	Inoperativo		
Manuale <input type="checkbox"/> Non fornito	<input type="checkbox"/> T611/T621 sistemi di protezione della temperatura di ritorno della caldaia tramite sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Controllo delle temperature di uscita della caldaia T612/T622 tramite il sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Limitazione delle temperature dell'acqua della caldaia - T613/T623 da sistemi I&C secondari	<input type="checkbox"/> Controllo dello stato di carica del serbatoio di accumulo fuori uso	<input type="checkbox"/> I setpoint dei due tassi di combustione possono essere impostati come valori fissi sul sistema principale I&C
Locale	<input type="checkbox"/> Controllo delle temperature dell'acqua della caldaia - T613/T623 da sistemi I&C secondari	<input type="checkbox"/> Controllo dello stato di carica del serbatoio di accumulo fuori uso	<input type="checkbox"/> Regolatori di potenza interni dei sistemi I&C secondari attivati
Automatico Operazione estiva? <input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> sistemi di protezione della temperatura di ritorno della caldaia T611/T621 tramite sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Controllo delle temperature di uscita della caldaia T612/T622 tramite il sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Limitazione delle temperature dell'acqua della caldaia - T613/T623 da sistemi I&C secondari	<input type="checkbox"/> Controllo dello stato di carica dell'accumulo da parte del sistema principale I&C secondo uno speciale controllo di sequenza; la variabile correttiva è costituita dai valori di riferimento dei due tassi di combustione. <input type="checkbox"/> Accumulo di carica/scarica (funzionamento a basso carico)	<input type="checkbox"/> Controllo dei due tassi di combustione da parte dei sistemi I&C secondari; setpoint dal sistema I&C principale secondo il controllo speciale della sequenza
Acquisizione dello stato di carica del serbatoio di accumulo	Numero di sensori del serbatoio di accumulo: (almeno 5) <input type="checkbox"/> Segnale a gradini (variante 1) <input type="checkbox"/> Smussamento con elemento PT1 (variante 2) <input type="checkbox"/> Smussamento per interpolazione tramite la temperatura del rispettivo sensore attivo (variante 3) <input type="checkbox"/> Temperatura media del serbatoio di accumulo come misura dello stato di carica del serbatoio di accumulo (variante 4)		
Riassunto	Quali modalità di funzionamento sono previste? <input type="checkbox"/> Off <input type="checkbox"/> Manuale (per ogni caldaia) <input type="checkbox"/> Locale (per ogni caldaia) <input type="checkbox"/> Funzionamento invernale automatico Caldaia a biomassa 1 da sola (piccola caldaia) <input type="checkbox"/> Funzionamento invernale automatico Caldaia a biomassa 2 da sola (caldaia grande) <input type="checkbox"/> Funzionamento automatico invernale Caldaia a biomassa 1 + 2 in parallelo (senza controllo automatico della sequenza) <input type="checkbox"/> Controllo automatico della sequenza Caldaia a biomassa 2 da sola - Caldaia a biomassa 1 + 2 in parallelo <input type="checkbox"/> Funzionamento automatico a basso carico (periodo di transizione, estate) caricando/scaricando l'accumulo con la caldaia a biomassa 1 <input type="checkbox"/> Altro:		

Tabella 66 : Domande e risposte sul sistema di controllo scelto

6.4 Registrazione dei dati per l'ottimizzazione operativa

Si devono prendere tutte le precauzioni per poter effettuare una corretta ottimizzazione operativa e monitorare efficacemente il successivo regolare funzionamento. Le variabili misurate da registrare devono essere contrassegnate con una croce nella Tabella 67 variabili misurate contrassegnate con "Standard" devono poter essere registrate in ogni caso; si raccomanda il collegamento con le altre variabili misurate. La precisione di misurazione deve soddisfare le maggiori esigenze di un sistema di misurazione.

Per l'ottimizzazione del funzionamento bisogna rispondere alle domande sulla registrazione automatica dei dati nella Tabella 56

<input checked="" type="checkbox"/>	Standard	Punti di misura	Etichetta
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura dell'aria esterna	T601
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura d'ingresso Caldaia a biomassa 1	T611
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di uscita Caldaia a biomassa 1	T612
<input type="checkbox"/>		Temperatura dell'acqua della Caldaia a biomassa 1 (altro punto di misurazione)	T613
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura d'ingresso Caldaia a biomassa 2	T621
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di uscita Caldaia a biomassa 2	T622
<input type="checkbox"/>		Temperatura dell'acqua della Caldaia a biomassa 2 (altro punto di misurazione)	T623
<input type="checkbox"/>	Standard *	Temperatura di alimentazione principale prima del serbatoio di accumulo	T641
<input type="checkbox"/>	Standard *	Temperatura di alimentazione principale dopo il serbatoio di accumulo	T642
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di ritorno principale prima del serbatoio di accumulo	T643
<input type="checkbox"/>	Standard *	Temperatura di ritorno principale dopo il serbatoio di accumulo	T644
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura del serbatoio di accumulo (in alto)	T631
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura del serbatoio di accumulo	T632
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura del serbatoio di accumulo (medio)	T633
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura del serbatoio di accumulo	T634
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura del serbatoio di accumulo (fondo)	T635
<input type="checkbox"/>	Standard *	Temperatura di ritorno del raccordo differenziale a bassa pressione	T651
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di alimentazione dell'attacco a pressione differenziale	T661
<input type="checkbox"/>	Standard *	Temperatura di ritorno dell'attacco a pressione differenziale	T662
<input type="checkbox"/>	Standard	Contacalorie della Caldaia a biomassa 1 **	W611
<input type="checkbox"/>		Misuratore di portata acqua ingresso Caldaia a biomassa 1 **	W611
<input type="checkbox"/>	Standard	Contacalorie della Caldaia a biomassa 2 **	W621
<input type="checkbox"/>		Misuratore di portata acqua ingresso Caldaia a biomassa 2 **	W621
<input type="checkbox"/>	Standard	Setpoint della potenza termica fornita Caldaia a biomassa 1	
<input type="checkbox"/>		Setpoint interno alla caldaia della potenza termica fornita (segnale di feedback caldaia a biomassa 1)	
<input type="checkbox"/>	Standard	Setpoint della potenza termica fornita Caldaia a biomassa 2	
<input type="checkbox"/>		Setpoint interno alla caldaia della potenza termica fornita (segnale di feedback caldaia a biomassa 2)	
<input type="checkbox"/>	Standard	Valore effettivo dello stato di carica del serbatoio di accumulo	
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura dei fumi Caldaia a biomassa 1	
<input type="checkbox"/>		Temperatura della camera di combustione Caldaia a biomassa 1	
<input type="checkbox"/>	Standard *	Ossigeno residuo Caldaia a biomassa 1	
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura dei fumi Caldaia a biomassa 1	
<input type="checkbox"/>		Temperatura della camera di combustione Caldaia a biomassa 1	
<input type="checkbox"/>	Standard *	Ossigeno residuo Caldaia a biomassa 1	
		Punti di misura Separatore di particelle 1; tipo:	
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			
		Punti di misura Separatore di particelle 2; tipo:	
<input type="checkbox"/>			

<input type="checkbox"/>		
<p>* Al fine di ridurre lo sforzo per la registrazione dei dati, è ammessa la riduzione dei punti di misurazione ** Il contatore di calore deve essere dotato di un'interfaccia per registrare la quantità di calore [kWh] o di acqua [m³]. La rappresentazione grafica, tuttavia, deve essere in termini di potenza [kW] o di portata volumetrica [m³/h]. È ammesso un contatore di calore comune per entrambe le caldaie nel ritorno principale (per controllare la potenza della caldaia, l'altra caldaia deve essere fuori servizio).</p>		

Tabella 67 : Elenco dei punti di misura per la registrazione automatica dei dati. Nel caso di uno schema idraulico standard, deve essere possibile registrare tutte le variabili misurate contrassegnate come "Standard".

Area	Domande e risposte
Hardware	Come viene effettuata la registrazione automatica dei dati per l'ottimizzazione del funzionamento? <input type="checkbox"/> Con un registratore di dati separato <input type="checkbox"/> Con il PLC della caldaia a biomassa <input type="checkbox"/> Con il sistema principale I&C
	Come avviene la lettura periodica dei dati? <input type="checkbox"/> Lettura dei dati sul posto, cioè nessuna connessione telefonica/modem necessaria <input type="checkbox"/> connessione telefonica fissa con modem analogico <input type="checkbox"/> Collegamento telefonico ISDN con adattatore terminale
Registrazione dei dati	Qual è l'intervallo di misurazione? <input type="checkbox"/> 10 secondi (raccomandato);..... secondi
	Qual è l'intervallo di registrazione? <input type="checkbox"/> 5 minuti (raccomandato);..... minuti
	Come vengono registrati i valori analogici? <input type="checkbox"/> Come valore medio sull'ultimo intervallo di registrazione (raccomandato) <input type="checkbox"/> Come valore istantaneo
	Come viene fatta la registrazione per i contatori? <input type="checkbox"/> Come valore di somma sull'ultimo intervallo di registrazione (raccomandato) <input type="checkbox"/> Come lettura del contatore corrente (Attenzione: è spesso impostato a zero per errore)
	Come avviene la registrazione dei tempi di corsa? <input type="checkbox"/> Come tempo di esecuzione durante l'ultimo intervallo di registrazione (raccomandato) <input type="checkbox"/> Come il numero attuale di ore di funzionamento (Attenzione: è spesso accidentalmente impostato su zero)
	Quanto è grande la memoria del valore misurato? <input type="checkbox"/> ≥ 30 giorni di capacità di registrazione (raccomandato);..... giorni di capacità di registrazione
Valutazione dei dati	Qual è il formato di output per la valutazione in EXCEL? <input type="checkbox"/> File CSV con colonne = tempo e punti di misurazione, righe = valori (raccomandato) <input type="checkbox"/> Altro:
	Come si fa la rappresentazione grafica? <input type="checkbox"/> Dati correlati come andamento settimanale (raccomandato) <input type="checkbox"/> Dati correlati come andamento giornaliera (raccomandato) <input type="checkbox"/> Grafico del calore, dei combustibili, delle ore di lavoro, in funzione della potenza o della portata erogata (lato domanda) <input type="checkbox"/> Altro:
Responsabilità	Come sono regolate le responsabilità nella fase di pianificazione delle gare d'appalto? <input type="checkbox"/> Specifica della registrazione automatica dei dati da parte del progettista principale <input type="checkbox"/> Specifica della registrazione automatica dei dati da parte del progettista principale con il coinvolgimento dello specialista I&C
	Come sono regolate le responsabilità nella fase di esecuzione e approvazione? <input type="checkbox"/> Programmazione della registrazione automatica dei dati da parte del progettista principale <input type="checkbox"/> Programmazione della registrazione automatica dei dati da parte dei fornitori di caldaie a biomassa <input type="checkbox"/> Programmazione della registrazione automatica dei dati da parte del fornitore del sistema principale I&C

	<p>Come sono regolate le responsabilità durante l'ottimizzazione operativa?</p> <p><input type="checkbox"/> Lettura e valutazione dei dati da parte del progettista principale</p> <p><input type="checkbox"/> Lettura da parte del fornitore della caldaia a biomassa; valutazione dei dati da parte del progettista principale</p> <p><input type="checkbox"/> Lettura da parte del fornitore del sistema principale I&C; valutazione dei dati da parte del progettista principale</p> <p><input type="checkbox"/> Lettura da parte dell'operatore; valutazione dei dati da parte del progettista principale</p> <p><input type="checkbox"/> Lettura e valutazione dei dati da parte dell'operatore</p>
--	---

Tabella 68 : Domande e risposte sulla registrazione automatica dei dati per l'ottimizzazione operative.

6.5 Allegato al protocollo di approvazione

La fase di esecuzione si conclude con il test di approvazione. Un addendum al protocollo di approvazione deve essere redatto secondo la Tabella 70.

Alle domande della Tabella 69 si deve rispondere all'inizio della fase di gara. L'allegato al protocollo di approvazione secondo la Tabella 70 non deve essere compilato fino alla fine della fase di esecuzione. Tuttavia, si raccomanda di utilizzare queste tabelle già durante la fase di gara e di esecuzione per la determinazione provvisoria dei valori di programmazione; solo in questo modo il funzionamento del sistema sarà chiaramente riconoscibile.

<p>Chi prepara l'addendum al protocollo di approvazione?</p> <p><input type="checkbox"/> Progettista principale</p> <p><input type="checkbox"/> Fornitore di caldaie a biomassa</p> <p><input type="checkbox"/> Fornitore del sistema principale I&C</p>
--

Tabella 69 : Domande e risposte sull'allegato al protocollo di approvazione

Descrizione		Unità	Esempio		
Sistema principale I&C					
Collegamento di sistemi I&C principale/secondari tramite interfaccia standard [9]? <input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No					
■ Controllo del carico					
Temperatura nominale di uscita della caldaia Caldaia a biomassa 1		°C	85		
Temperatura nominale di uscita della caldaia Caldaia a biomassa 2		°C	85		
■ Protezione della temperatura di ritorno della caldaia					
Limite della temperatura d'ingresso della caldaia Caldaia a biomassa 1		°C	60		
Limite della temperatura d'ingresso della caldaia Caldaia a biomassa 2		°C	60		
■ Controllo della carica di accumulo					
Chi specifica l'OFF e la regolazione costante?					
<input type="checkbox"/> Il sistema di controllo attivo <input type="checkbox"/> Sempre la caldaia a biomassa					
Come viene commutato il "controllo continuo" in "accumulo di carica/scarica"? <input type="checkbox"/> Commutazione a mano <input type="checkbox"/> Altro:					
Setpoint stato di carica del serbatoio di accumulo		%	60		
Sensore del serbatoio di accumulo "caldo"		°C	≥75		
Sensore del serbatoio di accumulo "freddo"		°C	≤65		
Regolazione continua in sequenza	Regolatore in banda P 1 (solo caldaia a biomassa 1)	%	75		
	Tempo di integrazione regolatore slave 1 (solo caldaia a biomassa 1)	Min.	20		
	Regolatore slave 2 in banda P (solo caldaia a biomassa 2)	%	150		
	Tempo di integrazione regolatore slave 2 (solo caldaia a biomassa 2)	Min.	20		
	Regolatore slave in banda P 3 (caldaia a biomassa 1+2)	%	225		
	Tempo di integrazione regolatore slave 3 (caldaia a biomassa 1+2)	Min.	20		
Regolatore a due stadi nella sequenza	Caldaia a biomassa 1 regolazione continua della potenza termica fornita nominale.	%	≥35		
	Caldaia a biomassa 1 OFF / letto di fuoco della potenza termica fornita nominale	%	≤25		
	Caldaia a biomassa 2 regolazione continua della potenza termica fornita nominale.	%	≥35		
	Caldaia a biomassa 2 OFF / letto di fuoco della potenza termica fornita nominale	%	≤25		
■ Controllo di sequenza Caldaia a biomassa 2 - Caldaia a biomassa 1+2 (modificare se necessario)					
Criterio di sblocco Caldaia a biomassa 1:					
Potenza termica fornita nominale Caldaia a biomassa 2 (in % della potenza totale)		%	100 (67)		
E tempo di ritardo		Min.	60		
Criterio di blocco Caldaia a biomassa 1:					
Potenza termica fornita nominale Caldaia a biomassa 1+2		%	30		
E tempo di ritardo		Min.	60		
Caldaia a biomassa 1					
■ Impostazioni di uscita del calore					
Impostare la potenza termica minima con il combustibile di riferimento		kW	70		
Impostare la potenza termica massima con il combustibile di riferimento		kW	230		
■ Sistema I&C secondario 1					
Setpoint della temperatura dell'acqua della caldaia per modalità di funzionamento "locale"		°C	85		
Limite della temperatura dell'acqua della caldaia		°C	90		
Spegnimento di sicurezza alla temperatura dell'acqua della caldaia		°C	110		
Caldaia a biomassa 2					

■ Impostazioni di uscita del calore					
Impostare la potenza termica minima con il combustibile di riferimento	kW	140			
Impostare la potenza termica massima con il combustibile di riferimento	kW	470			
■ Sistema I&C secondario 2					
Setpoint della temperatura dell'acqua della caldaia per modalità di funzionamento "locale"	°C	85			
Limite della temperatura dell'acqua della caldaia	°C	90			
Spegnimento di sicurezza alla temperatura dell'acqua della caldaia	°C	110			

Tabella 70: Allegato al protocollo d'approvazione - valori di impostazione (i valori d'esempio sono da cancellare).

7. Sistema bivalente a tre caldaie senza serbatoio di accumulo (2 caldaie a biomassa, 1 caldaia a gasolio/gas)

7.1 Breve descrizione e responsabilità

7.1.1 Livello utente

Sono richiesti il funzionamento più semplice possibile e una chiara visualizzazione delle funzioni principali in modo che anche il personale non specializzato possa utilizzare il sistema:

- I seguenti requisiti devono essere soddisfatti per il **funzionamento di servizio e di emergenza**:
 - Deve essere possibile disattivare parzialmente o completamente il sistema di controllo automatico per lavori di manutenzione e in caso di funzionamento di emergenza (ad esempio tramite l'interruttore "off/on/automatico").
 - I sistemi I&C secondari devono essere in grado di funzionare indipendentemente dal sistema I&C principale (per esempio in caso di guasto del sistema I&C principale).
 - Il funzionamento manuale delle valvole di controllo deve essere garantito (ad esempio, la regolazione manuale sulla valvola di controllo, ma questo non deve essere disturbato da un segnale di controllo errato).
 - Tutte le funzioni di sicurezza devono essere mantenute
- La **selezione della modalità di funzionamento** deve essere fatta in uno dei seguenti modi:
 - Tramite interruttori in un pannello di controllo convenzionale (di solito nell'quadro di controllo).
 - Tramite un PLC; tuttavia, questa è un'opzione solo se i requisiti hardware e software per un funzionamento ottimale sono corretti.
 - Attraverso il computer principale di un **sistema di controllo**
- Ulteriori operazioni, come la **regolazione dei setpoint, la modifica dei programmi orari, ecc.**, possono essere eseguite direttamente sui sistemi I&C principale e secondari (se necessario, anche via Internet).

7.1.2 Sistema principale I&C

Il sistema I&C principale si occupa di tutte le funzioni di controllo e regolazione principale e collega tra loro i sistemi I&C secondari. Inoltre, al sistema I&C principale è assegnata anche la registrazione automatica dei dati, che è obbligatoria per uno schema idraulico standard (almeno temporaneamente per la durata dell'ottimizzazione operativa).

7.1.3 Sistemi I&C secondari caldaie a biomassa

- I sistemi I&C secondari delle caldaie a biomassa devono soddisfare le seguenti **funzioni**:
- Gestione della portata di combustibile in caldaia a combustione automatica
 - Controllo della potenza termica fornita nel funzionamento manuale e automatico in base alla specifica del setpoint del sistema I&C principale
 - Controllo della temperatura dell'acqua della caldaia durante il funzionamento locale
 - Limitazione della potenza termica fornita a causa della temperatura dell'acqua della caldaia in tutte le modalità di funzionamento

Se sono necessari **separatori di particelle**, questi devono essere controllati dai sistemi I&C secondari delle caldaie a biomassa.

La **sicurezza** delle caldaie a biomassa, cioè la prevenzione del superamento della temperatura massima ammissibile dell'acqua della caldaia, deve essere garantita dai sistemi I&C secondari delle caldaie a biomassa.

Se i PLC delle caldaie a biomassa possono anche soddisfare i requisiti per il sistema I&C principale (in particolare anche la registrazione automatica dei dati), l'**uso simultaneo come sistema I&C principale e secondario può essere** testato.

7.1.4 Caldaia a gasolio/gas del sistema I&C secondario

Il sistema I&C secondario della caldaia a gasolio/gas deve svolgere le seguenti **funzioni**:

- pre-purga, combustione e monitoraggio della fiamma
- Regolazione della potenza termica fornita nel funzionamento manuale e automatico in base alla specifica del setpoint del sistema I&C principale (continua nel funzionamento modulare, a stadi nel funzionamento multistadio)
- Controllo della temperatura dell'acqua della caldaia durante il funzionamento locale
- Limitazione della potenza termica fornita a causa della temperatura dell'acqua della caldaia in tutte le modalità di funzionamento

La **sicurezza** della caldaia a gasolio/gas, cioè la prevenzione del superamento della temperatura massima ammissibile dell'acqua della caldaia, deve essere garantita dal sistema I&C secondario della caldaia a gasolio/gas.

7.1.5 Struttura selezionata dei livelli del sistema I&C

Una responsabile principale deve essere designato per la programmazione I&C (in particolare anche per la definizione dell'interfaccia).

Per la descrizione della struttura dei livelli del sistema I&C e delle responsabilità definite per il progetto si può compilare la Tabella 5971.

Livello del sistema I&C	Domande e risposte
Livello utente Sezione 7.1.1	<p>Sono soddisfatti i requisiti per il servizio e il funzionamento di emergenza? <input type="checkbox"/> Sì (obbligatorio per lo schema idraulico standard) <input type="checkbox"/> No</p> <p>Come avviene la selezione della modalità di funzionamento? <input type="checkbox"/> Interruttore in un pannello di controllo convenzionale <input type="checkbox"/> Ingresso tramite un PLC; è garantito un funzionamento sufficientemente comodo <input type="checkbox"/> Ingresso tramite il computer principale del sistema di controllo</p> <p>Da dove può essere controllato e azionato il sistema? <input type="checkbox"/> Solo nell'impianto di riscaldamento centrale <input type="checkbox"/> Nell'impianto di riscaldamento centralizzato e via modem <input type="checkbox"/> Nell'impianto di riscaldamento centralizzato e via internet</p>
Sistema principale I&C Sezione 7.1.2	<p>Come viene implementato il sistema principale I&C? <input type="checkbox"/> Regolatore individuale come sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Utilizzo del PLC comune delle caldaie a biomassa come sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Proprio sistema I&C principale</p> <p>Collegamento di sistemi I&C principale/secondari tramite interfaccia standard [9]? <input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No</p> <p>Come avviene la registrazione automatica dei dati? <input type="checkbox"/> Data logger durante l'ottimizzazione del funzionamento; viene fornita un'interfaccia <input type="checkbox"/> Registrazione interna dei dati nel sistema principale I&C</p>
Sistemi I&C secondari delle caldaie a biomassa Sezione 7.1.3	<p>Qual è la posizione/compiti dei PLC delle caldaie a biomassa? <input type="checkbox"/> Un unico PLC per entrambe le caldaie a biomassa, che viene utilizzato contemporaneamente come sistema I&C principale e secondario <input type="checkbox"/> Un unico PLC per entrambe le caldaie a biomassa, secondario al sistema principale I&C <input type="checkbox"/> PLC separato per entrambe le caldaie a biomassa, secondario al sistema I&C principale</p>
Sistema I&C secondario del Caldaia a gasolio/gas Sezione 7.1.4	<p>Quali sono i compiti del sistema I&C della caldaia a gasolio/gas? <input type="checkbox"/> È secondario al sistema I&C principale</p>
Responsabilità	<p>Come sono regolate le responsabilità nella fase di pianificazione delle gare d'appalto? <input type="checkbox"/> Specifica di tutti i livelli di I&C da parte del progettista principale <input type="checkbox"/> Specifica di tutti i livelli I&C da parte del progettista principale con il coinvolgimento degli specialisti I&C</p> <p>Come sono regolate le responsabilità (specialmente le definizioni delle interfacce) nella fase di esecuzione e approvazione? <input type="checkbox"/> Programmazione generale di tutti i livelli di I&C da parte del progettista principale <input type="checkbox"/> Programmazione generale di tutti i livelli di I&C da parte del fornitore di caldaie a biomassa <input type="checkbox"/> Programmazione generale di tutti i livelli I&C da parte del fornitore del sistema I&C principale <input type="checkbox"/> Programmazione di ogni livello I&C da parte del rispettivo fornitore (non consentito per lo schema idraulico standard, poiché è esplicitamente richiesta responsabile principale della programmazione I&C).</p>

Tabella 71: Domande e risposte sulla struttura scelta dei livelli e delle responsabilità di I&C.

7.2 Schema principale e design

7.2.1 Circuito idraulico

Il circuito idraulico deve essere conforme alla Figura 72 e i seguenti requisiti devono essere soddisfatti:

8. Il circuito deve essere effettivamente mantenuto basso nella differenza di pressione dal compensatore idraulico, cioè il compensatore idraulico deve essere il più corto possibile e il diametro del tubo compensatore idraulico = diametro del tubo del flusso principale
9. Il collegamento della caldaia a biomassa, la caldaia a gasolio/gas, il compensatore idraulico, il collegamento a bassa pressione differenziale e il precontrollo devono essere **effettivamente** a bassa pressione differenziale (tubi corti, grandi diametri dei tubi).
10. Assicurarsi che il sensore della temperatura di alimentazione principale sia correttamente miscelato (installare un miscelatore statico se necessario).

L'impianto è anche considerato uno schema idraulico standard se:

- una pompa è realizzata da due o più pompe collegate in parallelo o in serie,
- il precontrollo della rete di teleriscaldamento è realizzato da due valvole di controllo collegate in parallelo o con un gruppo estivo separato,
- un solo contatore di calore comune è installato per entrambe le caldaie a biomassa nel ritorno principale (per controllare la potenza della caldaia, l'altra caldaia deve essere fuori uso!)
- lo scambiatore di calore dei gas di scarico può essere integrato.

7.2.2 Progettazione idraulica e del sistema di controllo

La progettazione idraulica e del sistema di controllo deve essere eseguita in funzione delle normative. Devono essere soddisfatti i requisiti riportati nelle linee guida Q [1] e nel manuale di progettazione [4]; in particolare:

- Protezione della temperatura di ritorno della caldaia per le caldaie e il precontrollo: Autorità della valvola $\geq 0,5$
- Differenza tra la temperatura di progetto e quella della caldaia ≤ 15 K; è necessaria una differenza di temperatura inferiore se la temperatura di ritorno minima ammissibile è alta (ad es. con corteccia, residui forestali); può essere aumentata per ridurre il consumo di potenza della pompa, se ci si assicura che ciò non provochi problemi di regolazione (ad es. oscillazione della potenza della caldaia a causa della stratificazione della temperatura).
- La temperatura di entrata della caldaia deve essere almeno 5 K più alta della temperatura di ritorno minima ammessa (protezione della temperatura di ritorno della caldaia).

Se la caldaia a gasolio/gas non richiede una protezione della temperatura di ritorno della caldaia, la valvola a tre vie può essere sostituita da una serranda motorizzata a chiusura ermetica.

Il progetto idraulico e di controllo deve essere presentato e documentato in conformità con le Tabella 73 e Tabella 74.

Deve essere specificata **una temperatura massima ammissibile del ritorno principale T743**.

Se la differenza di temperatura tra la temperatura di uscita della caldaia e la temperatura di ingresso della caldaia è più di 10 K inferiore alla differenza di temperatura tra la temperatura di uscita della caldaia e la temperatura massima ammissibile del ritorno principale T743, si può prevedere un **compensatore idraulico** nel **circuito della caldaia D711/D721/D731** (potrebbe non essere auspicabile per mantenere basse le temperature dell'acqua della caldaia).

Importante: per garantire che le caldaie possano sempre erogare la potenza, bisogna assicurarsi che la temperatura di ritorno principale T743 non possa salire oltre il valore di progetto in qualsiasi caso di funzionamento (prescrivere un limitatore della temperatura di ritorno per tutte le utenze!)

Dal punto di vista idraulico e della tecnologia di controllo, questo circuito è impegnativo. In definitiva, il progettista principale deve decidere se l'attuale circuito WE7 senza serbatoio di accumulo è realizzabile o se è

necessario le successive circuito WE8 con serbatoio di accumulo. I seguenti requisiti devono essere soddisfatti per il circuito WE7:

- Nessun picco di carico troppo alto e nessuna caldaia sovradimensionata
- Variabile di controllo principale relativamente stabile (temperatura di alimentazione principale), cioè nessuna variabile di disturbo che si verifica bruscamente con alta potenza e un precontrollo impostato in modo stabile.
- Deve essere possibile una distanza sufficientemente grande tra il setpoint della temperatura di alimentazione principale e la limitazione delle temperature dell'acqua delle caldaie a biomassa, in modo che sia possibile un "galleggiamento" delle caldaie senza limitazione delle uscite delle caldaie a biomassa.
- Utili criteri di sblocco e blocco per il controllo di sequenza della caldaia a biomassa 1+2 - caldaia a gasolio/gas, per evitare frequenti accensioni e spegnimenti.

Progettazione del sistema idraulico e di controllo	Unità	Esempio		Etichetta
Richiesta di capacità termica dell'intero sistema				
Collegamento a bassa differenza di pressione	kW	200		
Collegamento con pressione differenziale (rete di teleriscaldamento incl. perdite)	kW	1800		
Sistema complessivo	kW	2000		
Limiti di temperatura garantiti				
Temperatura di alimentazione principale	°C	85		T742
Temperatura massima ammissibile del ritorno principale	°C	55		T743
Temperatura d'ingresso minima ammessa Caldaia a biomassa 1 (protezione della temperatura di ritorno della caldaia)	°C	60		T711
Temperatura massima dell'acqua della Caldaia a biomassa 1 (Termostato di blocco della caldaia)	°C	90		T713
Temperatura massima ammissibile dell'acqua della Caldaia a biomassa 1 (monitor di sicurezza)	°C	110		T713
Temperatura d'ingresso minima consentita. Caldaia a biomassa 2 (protezione della temperatura di ritorno della caldaia)	°C	60		T721
Temperatura massima dell'acqua della Caldaia a biomassa 2 (Termostato di blocco della caldaia)	°C	90		T723
Temperatura massima ammissibile dell'acqua della Caldaia a biomassa 2 (monitor di sicurezza)	°C	110		T723
Temperatura minima ammissibile di ingresso della caldaia a gasolio/gas (protezione della temperatura di ritorno della caldaia)	°C	60		T731
Temperatura massima dell'acqua di caldaia caldaia a gasolio/gas (Termostato di blocco della caldaia)	°C	90		T733
Temperatura massima permessa dell'acqua di caldaia caldaia a gasolio/gas (monitor di sicurezza)	°C	110		T733
Circuito della caldaia Caldaia a biomassa 1				
Potenza massima della caldaia	kW	450		K711
Potenza minima della caldaia	kW	135		K711
Temperatura di uscita della caldaia	°C	85		T712/T713
Portata della pompa della caldaia	m ³ /h	25,8		P711
Prevalenza della pompa caldaia	m	3		P711
Temperatura d'ingresso della caldaia risultante	°C	70		T711
Portata risultante della valvola di controllo del circuito della caldaia	m ³ /h	25,8		V711
Compensatore idraulico di portata risultante	m ³ /h	0		D711
caduta di pressione Valvola di controllo	kPa	10		V711
Sezione di perdita di pressione con flusso di volume variabile	kPa	8		
Autorità della valvola risultante	--	0,56		V711
Circuito della caldaia Caldaia a biomassa 2				
Potenza massima della caldaia	kW	900		K721
Potenza minima della caldaia	kW	270		K721
Temperatura di uscita della caldaia	°C	85		T722/T723
Portata della pompa della caldaia	m ³ /h	51,6		P721
Prevalenza della pompa caldaia	m	3		P721
Temperatura d'ingresso della caldaia risultante	°C	70		T721
Portata risultante della valvola di controllo del circuito della caldaia	m ³ /h	51,6		V721
Compensatore idraulico di portata risultante	m ³ /h	0		D721
Caduta di pressione Valvola di controllo	kPa	10		V721

Sezione di perdita di pressione con flusso di volume variabile	kPa	8			
Autorità della valvola risultante	--	0,56			V721

Tabella 73 : Progettazione idraulica e di controllo (parte 1). Per mantenere basse le temperature dell'acqua della caldaia, ha senso mantenere bassa la differenza di temperatura sulle caldaie; quindi, i compensatore idraulico D711/7321/D731 sono stati omessi nell'esempio. I dati di progettazione del sistema da eseguire devono essere inseriti secondo l'esempio (i valori in tabella sono da cancellare).

Progettazione del sistema idraulico e di controllo	Unità	Esempio			Etichetta
Caldaia circuito gasolio/gas					
Potenza massima della caldaia	kW	1550			K731
Potenza minima della caldaia	kW	620			K731
Temperatura di uscita della caldaia	°C	85			T732/T733
Portata della pompa della caldaia	m ³ /h	88,9			P731
Prevalenza della pompa caldaia	m	3			P731
Temperatura d'ingresso della caldaia risultante	°C	70			T731
Portata risultante della valvola di controllo del circuito della caldaia	m ³ /h	88,9			V731
Compensatore idraulico di portata risultante	m ³ /h	0			D731
caduta di pressione Valvola di controllo	kPa	10			V731
Sezione di perdita di pressione con flusso di volume variabile	kPa	8			--
Autorità della valvola risultante	--	0,56			V731
Progettazione del precontrollo e della pompa di rete nel capitolo 9!					

Tabella 74 : Progettazione idraulica e di controllo (parte 2). Per mantenere basse le temperature dell'acqua della caldaia, ha senso mantenere bassa la differenza di temperatura sulle caldaie; quindi, i compensatore idraulico D711/7321/D731 sono stati omessi nell'esempio. I dati di progettazione del sistema da eseguire devono essere inseriti secondo l'esempio (i valori in tabella sono da cancellare).

7.3 Descrizione del funzionamento

7.3.1 Schema di controllo

Il controllo e la regolazione del sistema devono essere eseguiti secondo la Figura 75 e la Figura 76.

7.3.2 Modalità di funzionamento

Sono previste le seguenti modalità di funzionamento:

■ **Off:** L'intero sistema di produzione di calore è fuori servizio, ad eccezione delle operazioni in continuo (unità di espansione automatica, ecc.)

■ **Manuale:** Il setpoint di combustione per ciascuna delle due caldaie a biomassa può essere impostato "manualmente" come valore fisso sul sistema principale I&C; questa modalità operativa non è obbligatoria

■ **Locale:** I regolatori di potenza interni dei sistemi I&C secondari delle caldaie sono attivati (il sistema I&C principale può essere fuori uso o difettoso)

■ **Automatico:** Il setpoint per la potenzatermica fornita è specificato per tutte le caldaie dal sistema principale I&C in funzione della temperatura di alimentazione principale (= variabile di controllo principale) come controllo di sequenza.

■ **Caldaia a biomassa 1 da sola - Caldaia a biomassa 2 da sola - Controllo di sequenza:** Commutazione manuale dal funzionamento a basso carico al funzionamento con controllo di sequenza automatico e viceversa

■ **Altre modalità di funzionamento:** Specialmente per il funzionamento a basso carico (periodo di transizione, estate), possono essere necessari altre modalità di funzionamento (ad esempio il convenzionale cambio "estate/inverno", il funzionamento a basso carico con la "sola caldaia a gasolio/gas", ecc.)

7.3.3 Controllo

La Regolazione climatica della temperatura di mandata e il programma di controllo temporale dei setpoint, così come lo sblocco e il blocco di caldaie, pompe, ecc. devono essere implementati dal sistema principale I&C.

Con la **regolazione climatica**, la temperatura dell'aria esterna può essere registrata tramite un sensore sul lato nord dell'edificio, e la temperatura dell'aria esterna può quindi essere utilizzata da un lato come valore istantaneo e dall'altro come valore medio delle 24 ore per guidare i setpoint e i criteri di sblocco. Calcolo del valore medio su 24 ore, per esempio, in continuo su una finestra delle ultime 24 ore e ricalcolo ogni 15 minuti.

Con un **controllo del programma a tempo**, i livelli del programma a tempo possono essere programmati per diverse funzioni.

7.3.4 Controllo del circuito della caldaia caldaie a biomassa

Il controllo dei circuiti delle caldaie a biomassa deve essere realizzato dal sistema principale I&C.

In modalità di funzionamento "automatico", se la temperatura d'ingresso della caldaia scende sotto il valore limite, la regolazione deve avvenire a questo valore limite (= **protezione della temperatura di ritorno della caldaia**).

In modalità di funzionamento "manuale", dovrebbe anche essere garantita una protezione della temperatura di ritorno della caldaia.

Nella modalità di funzionamento "locale", la protezione della temperatura di ritorno della caldaia dovrebbe continuare ad essere in funzione se il sistema principale I&C è ancora funzionante (cosa che potrebbe non essere più il caso nel funzionamento di emergenza).

7.3.5 Controllo del circuito della caldaia caldaia a gasolio/gas

Il controllo del circuito della caldaia per la caldaia a gasolio/gas deve essere realizzato dal sistema principale I&C.

In modalità di funzionamento "automatico", se la temperatura d'ingresso della caldaia scende sotto il valore limite, la regolazione deve avvenire a questo valore limite (= **protezione della temperatura di ritorno della caldaia**).

In modalità di funzionamento "manuale", dovrebbe anche essere garantita una protezione della temperatura di ritorno della caldaia.

Nella modalità di funzionamento "locale", la protezione della temperatura di ritorno della caldaia dovrebbe continuare ad essere in funzione se il sistema principale I&C è ancora funzionante (cosa che potrebbe non essere più il caso nel funzionamento di emergenza).

Se la caldaia a gasolio/gas non richiede una protezione della temperatura di ritorno, questa funzione viene omessa.

7.3.6 Controllo della temperatura di alimentazione principale

Il controllo della temperatura di alimentazione principale deve essere realizzato dal sistema principale I&C.

La temperatura di mandata principale deve essere regolata su un valore fisso regolando i valori di riferimento della potenza termica fornita (= variabili correttive) per le tre caldaie.

Importante: I tassi di combustione delle tre caldaie sono controllati attraverso la temperatura di alimentazione principale, cioè la temperatura mista delle tre temperature di uscita delle caldaie. È necessario un attento bilanciamento idraulico e i regolatori per la limitazione delle temperature dell'acqua delle caldaie devono essere impostati tra i 5 e i 10 K sopra il setpoint della temperatura di alimentazione principale.

7.3.7 Caldaie a biomassa con controllo della potenza termica fornita

La potenza termica fornita è controllata attraverso i sistemi I&C secondari delle caldaie a biomassa.

Almeno la caldaia a biomassa 1 deve essere dotata di combustione automatica. Se questo non è possibile o non è fattibile ragionevole secondo lo stato dell'arte, può essere utilizzato il Gestione della portata di combustibile in caldaia. In linea di principio, la caldaia a biomassa dovrebbe sempre funzionare alla potenza più bassa possibile, in modo che debba essere accesa e spenta il meno possibile.

Il regolatore per la temperatura di alimentazione principale del sistema I&C principale specifica i valori nominali per la potenza termica fornita alle unità di combustione a biomassa come una regolazione di sequenza. Con l'aiuto del regolatore, i valori nominali per la potenza termica fornita possono essere ulteriormente modulati e limitati.

I regolatori interni per le temperature dell'acqua della caldaia T713/T723 dei due sistemi I&C secondari hanno le seguenti funzioni:

- Modalità di funzionamento "manuale" (non obbligatoria): Regolazione della potenza termica fornita ad un valore fisso impostato sul sistema principale I&C, cioè nessun controllo della temperatura di alimentazione principale T741, ma limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia T713/T723 (ad es. a 90°C).
- Modalità di funzionamento "Locale": Controllo della temperatura dell'acqua della caldaia T713/T723 ad un valore fisso impostato sul sistema I&C secondario (ad es. 85°C), limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia T713/T723 ad un valore fisso superiore di circa 5...10 K (ad es. a 90°C).
- Modalità di funzionamento "automatico": Limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia T713/T723 (per esempio a 90°C)

Nel range di regolazione della potenza della caldaia a biomassa tra 30 e 100%, la regolazione dovrebbe essere continua. Al di sotto di questo valore, la regolazione deve essere in modalità a due stadi. La commutazione tra OFF e regolazione continua avviene tramite il rispettivo sistema I&C attivo. Se il produttore della caldaia a biomassa lo desidera, la commutazione può sempre avvenire anche tramite la caldaia a biomassa.

Indicazioni per le interfacce standard tra il sistema principale I&C e la caldaia a biomassa, così come una lista di produttori di unità di controllo e caldaie a biomassa che offrono queste interfacce, può essere scaricata da Internet [9].

Importante: la sicurezza delle caldaie a biomassa, cioè la prevenzione del superamento della temperatura massima ammissibile dell'acqua della caldaia, deve essere ulteriormente garantita dal sistema I&C secondario delle caldaie a biomassa.

7.3.8 Caldaia a gasolio/gas con controllo della potenza termica fornita

La potenza termica fornita è controllata tramite il sistema I&C secondario della caldaia a gasolio/gas.

Il controllo della potenza termica fornita dovrebbe essere continuo (per il funzionamento modulare) o a stadi (per il funzionamento a più stadi). In linea di principio, la caldaia a gasolio/gas dovrebbe funzionare sempre alla potenza più bassa possibile, e dovrebbe essere sbloccata solo quando le caldaie a biomassa non sono state in grado di fornire la potenza a pieno carico per un lungo periodo.

Il regolatore per la temperatura di alimentazione principale del sistema I&C principale fornisce il valore di setpoint della potenza termica fornita alla caldaia a gasolio/gas in sequenza alle caldaie a biomassa.

Il regolatore interno per la temperatura dell'acqua della caldaia del sistema I&C secondario ha le seguenti funzioni:

- Modalità di funzionamento "manuale" (non obbligatoria): Controllo della potenza termica fornita ad un valore fisso impostato sul sistema principale I&C, cioè nessun controllo della temperatura di alimentazione principale T741, ma limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia (ad es. a 90°C).
- Modalità di funzionamento "Locale": Controllo della temperatura dell'acqua della caldaia ad un valore fisso impostato sul sistema I&C secondario (ad es. 90°C).
- Modalità di funzionamento "automatico": Limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia (per esempio a 90°C)

Importante: La sicurezza della caldaia a gasolio/gas, cioè la prevenzione del superamento della temperatura massima ammissibile dell'acqua della caldaia, deve essere ulteriormente garantita dal sistema I&C secondario della caldaia a gasolio/gas.

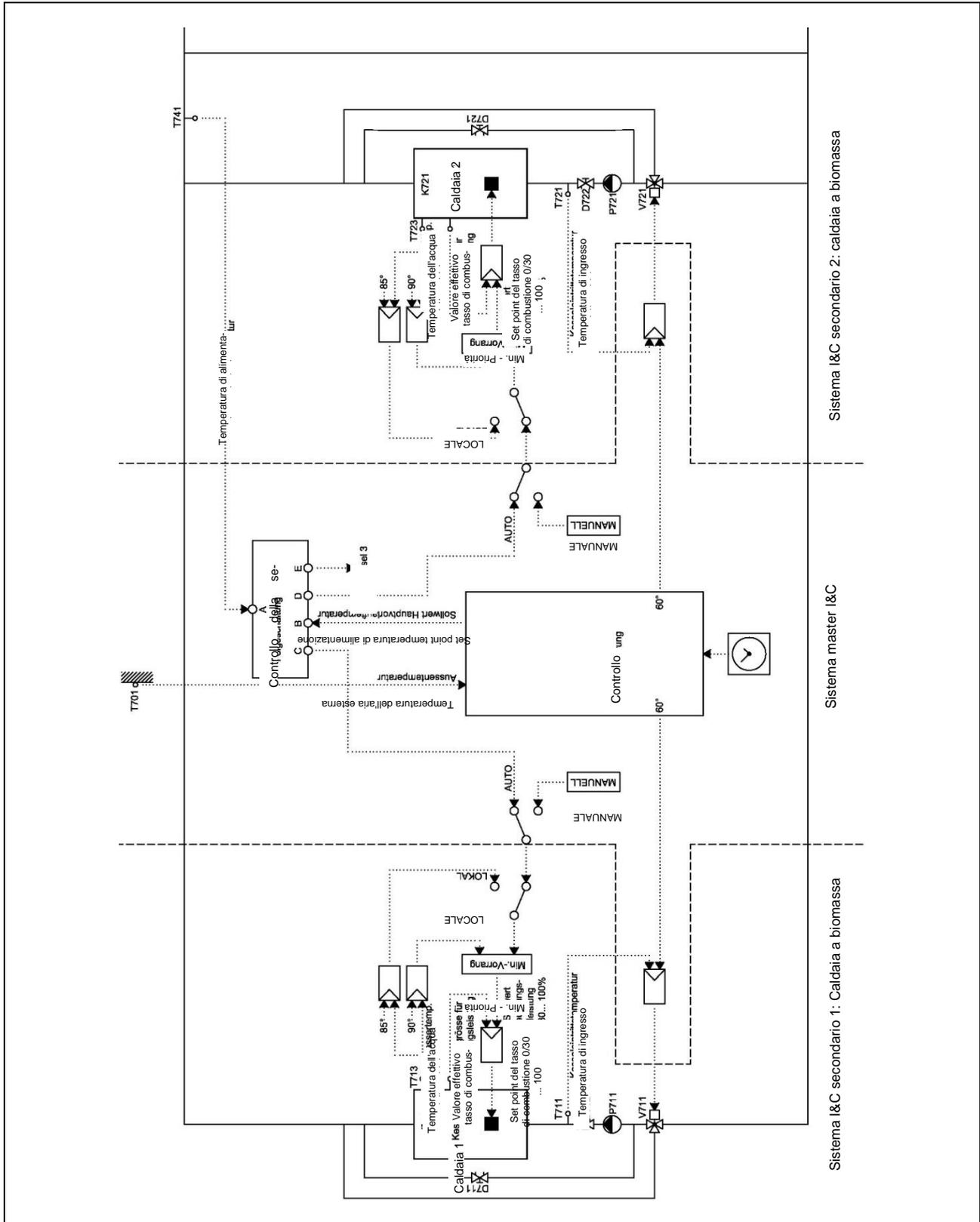


Figura 75: Schema di controllo per le due caldaie a biomassa. Controllo di sequenza vedi Figura 77. Gli interruttori a priorità minima indirizzano il segnale d'ingresso più basso verso l'uscita. I valori numerici sono da intendersi come esempi. Le funzioni di sicurezza non sono mostrate; queste devono essere realizzate tramite i sistemi I&C secondari delle caldaie.

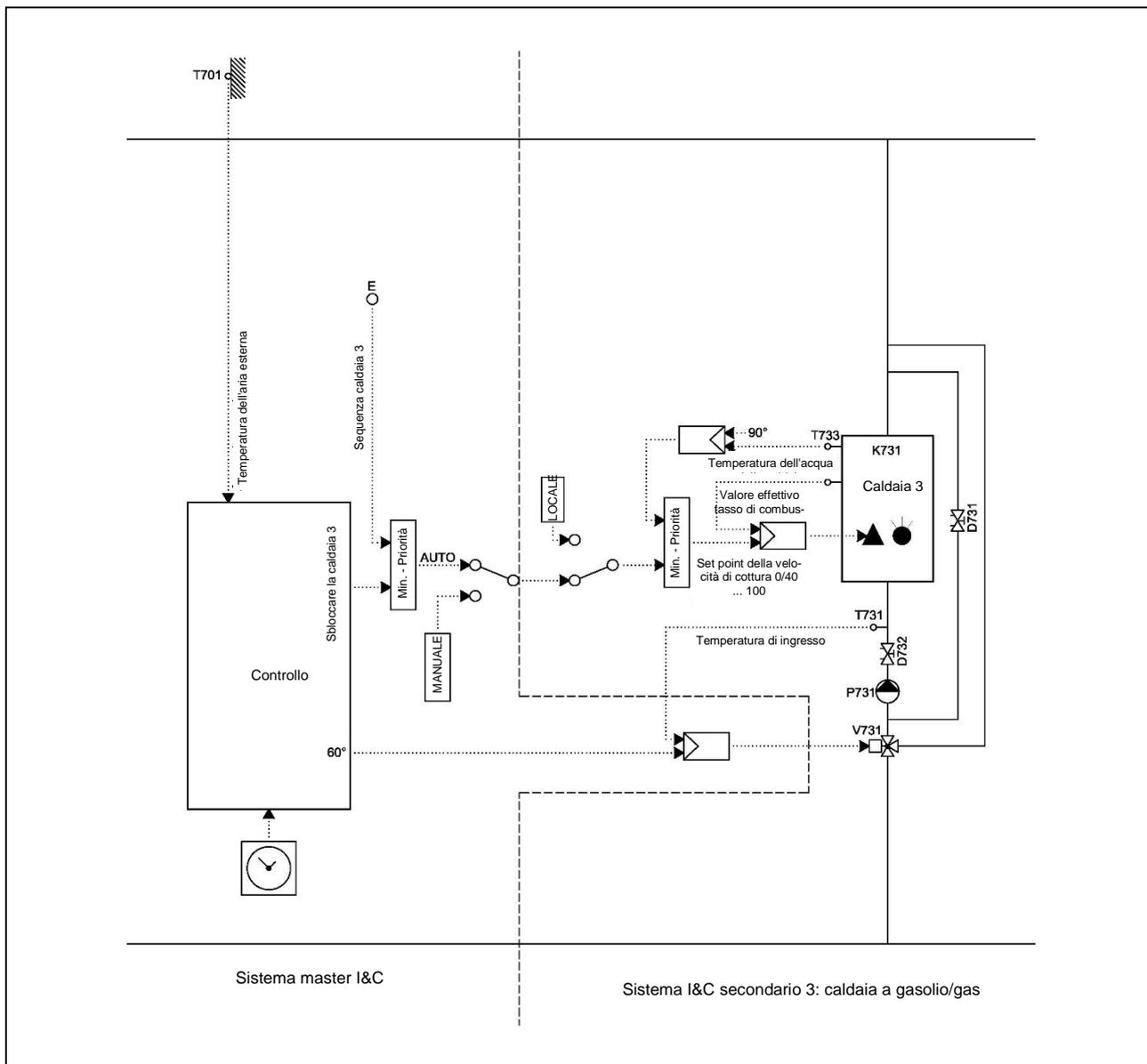


Figura 76: Schema di controllo della caldaia a gasolio/gas. Sequenza caldaia 3 (ingresso E) vedi Figura 75. Gli interruttori a priorità minima indirizzano il segnale d'ingresso più basso verso l'uscita. I valori numerici sono da intendersi come esempi. Le funzioni di sicurezza non sono disegnate; queste devono essere realizzate tramite i sistemi I&C secondari delle caldaie.

7.3.9 Caldaie a biomassa con controllo di sequenza

Il controllo di sequenza delle caldaie a biomassa deve essere realizzato dal sistema principale I&C.

Il seguente esempio presuppone una suddivisione della potenza delle due caldaie a biomassa del 33% per la caldaia 1 e del 67% per la caldaia 2. Il passaggio dal funzionamento a basso carico al funzionamento con controllo automatico della sequenza e viceversa viene effettuato manualmente (le percentuali si riferiscono alla potenza totale delle due caldaie a biomassa):

- Passaggio manuale alla sola caldaia 2 (20...67%) se la sola caldaia 1 (10...33%) non può più coprire il fabbisogno giornaliero
- Passaggio manuale alla regolazione automatica della sequenza se la sola caldaia 2 (20...67%) non può più coprire il fabbisogno giornaliero.

- Ritorno manuale alla sola caldaia 2 (20...67%) quando il fabbisogno giornaliero può essere nuovamente coperto dalla sola caldaia 2 ~~per il prossimo futuro.~~
- Ritorno manuale alla sola caldaia 1 (10...33%) quando il fabbisogno giornaliero può essere nuovamente coperto dalla sola caldaia 1 ~~per un futuro prevedibile.~~

Il controllo automatico della sequenza deve essere effettuato come segue (le percentuali si riferiscono alla potenza totale delle due caldaie a biomassa):

- caldaia 2 da sola (20...67%)
- Collegamento automatico della caldaia 1 (10...33%) mediante combustione automatica (o Gestione della portata di combustibile in caldaia per grandi impianti) se la caldaia 2 (20...67%) non può più coprire il fabbisogno orario di calore.
- Funzionamento parallelo caldaia 1 e caldaia 2 (insieme 30... 100%)
- Ritorno automatico alla sola caldaia 2 (20...67%) se il fabbisogno orario di calore scende sotto la somma delle due potenze minime del 30%.

La Figura 77 mostra un esempio di implementazione del controllo di sequenza.

La caldaia che non è in funzione deve essere completamente isolata idraulicamente dal resto dell'impianto (nessuna circolazione difettosa dovuta a tempi di superamento, valvole a tre vie impostate male, cortocircuiti attraverso le linee di sicurezza, ecc.)

7.3.10 Controllo di sequenza caldaia a biomassa 1+2 - caldaia a gasolio/gas

Il controllo di sequenza caldaia a biomassa 1+2 - caldaia a gasolio/gas deve essere implementato dal sistema principale I&C.

Il regolatore di sequenza della caldaia a gasolio/gas deve essere progettato e completato con criteri di sblocco e di blocco adeguati, in modo da evitare in modo un'combustione troppo frequente della caldaia a gasolio/gas.

Esempi di criteri di sblocco e di blocco della caldaia a gasolio/gas sono:

- Sblocco quando una certa temperatura minima dell'aria esterna E il setpoint della potenza termica fornita delle due caldaie a biomassa è impostato al 100% per un certo tempo.
- Blocco (ritorno) quando il setpoint della potenza termica fornita delle due caldaie a biomassa è tornato al 90% per un certo tempo.

Se una caldaia a biomassa va in avaria, la caldaia a gasolio/gas deve essere sbloccata automaticamente.

Quando la caldaia a gasolio/gas non è in funzione, deve essere completamente isolata idraulicamente dal resto dell'impianto (nessuna circolazione difettosa dovuta a tempi di superamento, valvole a tre vie impostate male, cortocircuiti attraverso le linee di sicurezza, ecc.)

E' permesso controllare la caldaia a gasolio/gas usando la valvola a tre vie se questo migliora la qualità del controllo:

- Variabile correttiva della caldaia a gasolio/gas = setpoint della potenza termica fornita (come prima), ma controllo aggiuntivo della temperatura di uscita della caldaia a gasolio/gas.
- Variabile correttiva della caldaia a gasolio/gas = Corsa della valvola a tre vie nel circuito della caldaia (invece del setpoint della potenza termica fornita); temperatura dell'acqua della caldaia controllata dal sistema I&C secondario della caldaia a gasolio/gas.
- Indicare dove si trova il sito di misurazione della variabile di controllo principale (T741 o T742? Precedenza massima a T744?).

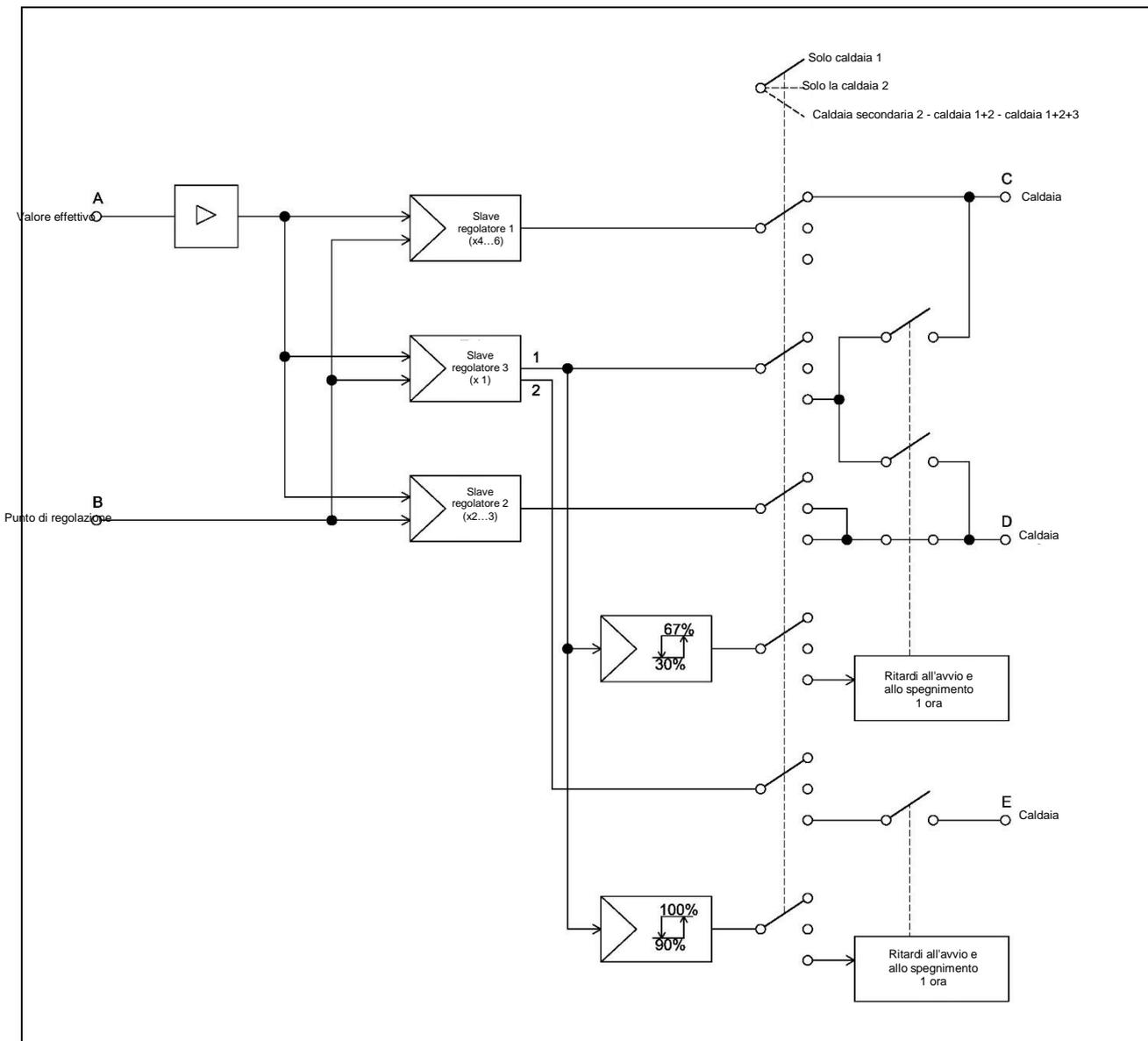


Figura 77 : Esempio di realizzazione del regolatore di sequenza. Il regolatore slave 3 è un regolatore di sequenza con due uscite. Le interfacce A-E si riferiscono alla Figura 75 e alla Figura 76. Per garantire che il guadagno del circuito sia lo stesso per tutti e tre i circuiti di controllo, i coefficienti di trasferimento dei tre regolatori (a seconda del progetto) devono essere scelti in un rapporto di 4...6 : 2...3 : 1 (valori reciproci in banda P 0,25...0,17 : 0,5...0,33 : 1).

7.3.11 Sistema di controllo scelto

Le modalità di controllo dei circuiti della caldaia, della temperatura di alimentazione principale e dei tassi di combustione, sono definite nella Tabella 78.

Modalità di funzionamento	Controllo del circuito della caldaia: - Caldaia a biomassa 1 - Caldaia a biomassa 2 - Caldaia a gasolio/gas	Controllo della temperatura di alimentazione principale (= variabile di controllo principale)	Regolazione dei tassi di combustione - Caldaia a biomassa 1 - Caldaia a biomassa 2 - Caldaia a gasolio/gas
Off	Inoperativo		
Manuale <input type="checkbox"/> Non fornito	<input type="checkbox"/> Protezione della temperatura di ritorno della caldaia attraverso il sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Limitazione delle temperature dell'acqua della caldaia attraverso sistemi I&C secondari	<input type="checkbox"/> Temperatura di alimentazione principale di controllo T741 fuori servizio	<input type="checkbox"/> I setpoint dei due tassi di combustione possono essere impostati come valori fissi sul sistema principale I&C
Locale	<input type="checkbox"/> Controllo delle temperature dell'acqua della caldaia da parte dei sistemi I&C secondari	<input type="checkbox"/> Temperatura di alimentazione principale di controllo T741 fuori servizio	<input type="checkbox"/> Regolatori di potenza interni dei sistemi I&C secondari attivati
Automatico Operazione estiva? <input type="checkbox"/> Sì, con caldaia a biomassa <input type="checkbox"/> Sì, con caldaia a gasolio/gas <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Protezione della temperatura di ritorno della caldaia attraverso il sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Limitazione delle temperature dell'acqua della caldaia attraverso sistemi I&C secondari	<input type="checkbox"/> Controllo della temperatura di alimentazione principale T741 da parte del sistema principale I&C secondo un controllo di sequenza speciale; la variabile di controllo sono i valori di riferimento dei tassi di combustione. <u>Altre soluzioni ammissibili:</u> <input type="checkbox"/> Controllo aggiuntivo della temperatura di uscita per la caldaia a gasolio/gas <input type="checkbox"/> Controllo variabile della caldaia a gasolio/gas = Valvola a tre vie nel circuito della caldaia Punto di misura Temperatura di alimentazione principale <input type="checkbox"/> per T741 <input type="checkbox"/> a T742 <input type="checkbox"/> Massima priorità a T744	<input type="checkbox"/> Controllo dei tassi di combustione da parte dei sistemi I&C secondari; setpoint dal sistema I&C principale secondo il controllo speciale della sequenza.
Riassunto	Quali modalità di funzionamento sono previste? <input type="checkbox"/> Off <input type="checkbox"/> Manuale (per ogni caldaia) <input type="checkbox"/> Locale (per ogni caldaia) <input type="checkbox"/> Funzionamento invernale automatico Caldaia a biomassa 1 da sola (piccola caldaia) <input type="checkbox"/> Funzionamento invernale automatico Caldaia a biomassa 2 da sola (caldaia grande) <input type="checkbox"/> Funzionamento automatico invernale Caldaia a biomassa 1 + 2 in parallelo (senza controllo automatico della sequenza) <input type="checkbox"/> Controllo automatico della sequenza Caldaia a biomassa 2 da sola - Caldaia a biomassa 1 + 2 in parallelo - Caldaia a gasolio/gas <input type="checkbox"/> Funzionamento automatico a basso carico (periodo di transizione, estate) con caldaia a biomassa 1 <input type="checkbox"/> Funzionamento automatico a basso carico (periodo di transizione, estate) con caldaia a gasolio/gas <input type="checkbox"/> Caldaia a gasolio/gas da sola (es. revisione caldaia a biomassa, funzionamento di emergenza) <input type="checkbox"/> Altro:		

Tabella 78 : Domande e risposte sul sistema di controllo scelto.

7.4 Registrazione dei dati per l'ottimizzazione operativa

Devono essere prese tutte le precauzioni e in modo da poter effettuare una corretta ottimizzazione operativa e monitorare efficacemente il successivo regolare funzionamento. Le variabili misurate da registrare devono essere contrassegnate con una croce nella Tabella 79 e nella Tabella 80. Le variabili misurate contrassegnate "Standard" devono poter essere registrate in ogni caso; si raccomanda il collegamento con le restanti variabili misurate. La precisione di misurazione deve soddisfare i requisiti più elevati di un sistema di misurazione.

Per l'ottimizzazione del funzionamento bisogna rispondere alle domande sulla registrazione automatica dei dati nella Tabella 56

<input checked="" type="checkbox"/>	Standard	Punti di misura	Etichetta
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura dell'aria esterna	T701
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura d'ingresso Caldaia a biomassa 1	T711
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di uscita Caldaia a biomassa 1	T712
<input type="checkbox"/>		Temperatura dell'acqua della caldaia Caldaia a biomassa 1 (altro punto di misurazione)	T713
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura d'ingresso Caldaia a biomassa 2	T721
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di uscita Caldaia a biomassa 2	T722
<input type="checkbox"/>		Temperatura dell'acqua della caldaia Caldaia a biomassa 2 (altro punto di misurazione)	T723
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura d'ingresso della caldaia a gasolio/gas	T731
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di uscita della caldaia a gasgasolio/gas	T732
<input type="checkbox"/>		Temperatura dell'acqua della caldaia caldaia a gasolio/gas (altro punto di misurazione)	T733
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di alimentazione principale prima del compensatore idraulico	T741
<input type="checkbox"/>	Standard *	Temperatura di alimentazione principale dopo il compensatore idraulico	T742
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di ritorno principale prima del compensatore idraulico	T743
<input type="checkbox"/>	Standard *	Temperatura di ritorno principale dopo il compensatore idraulico	T744
<input type="checkbox"/>	Standard *	Temperatura di ritorno del raccordo differenziale a bassa pressione	T751
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di alimentazione del collegamento a pressione differenziale	T761
<input type="checkbox"/>	Standard *	Temperatura di ritorno del collegamento a pressione differenziale	T762
* Al fine di ridurre lo sforzo per la registrazione dei dati, è ammissibile una riduzione dei punti di misurazione.			

Tabella 79 : Elenco dei punti di misura per la registrazione automatica dei dati (parte 1). In caso di schema idraulico standard, deve essere possibile registrare tutte le variabili misurate contrassegnate con "Standard".

<input checked="" type="checkbox"/>	Standard	Punti di misura	Etichetta
<input type="checkbox"/>	Standard	Contacalorie della Caldaia a biomassa 1 **	W711
<input type="checkbox"/>		Misuratore di portata acqua ingresso Caldaia a biomassa 1 **	W711
<input type="checkbox"/>	Standard	Contacalorie della Caldaia a biomassa 2 **	W721
<input type="checkbox"/>		Misuratore di portata acqua ingresso caldaia Caldaia a biomassa 2 **	W721
<input type="checkbox"/>	Standard	Contatore gasolio/gas, se caldaia modulare gasolio/gas ***	W731/W732
<input type="checkbox"/>	Standard	Ore di funzionamento stadio 1/2, se caldaia a due stadi gasolio/gas	W731/W732
<input type="checkbox"/>	Standard	Setpoint della potenza termica fornita Caldaia a biomassa 1	
<input type="checkbox"/>		Setpoint interno alla caldaia della potenza termica fornita (segnale di feedback caldaia a biomassa 1)	
<input type="checkbox"/>	Standard	Setpoint della potenza termica fornita Caldaia a biomassa 2	
<input type="checkbox"/>		Setpoint interno alla caldaia della potenza termica fornita (segnale di feedback caldaia a biomassa 2)	
<input type="checkbox"/>	Standard	Setpoint della potenza termica fornita della caldaia a gasgasolio/gas	
<input type="checkbox"/>		Setpoint interno alla caldaia della potenza termica fornita (segnale di feedback caldaia a gasgasolio/gas)	
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura dei fumi Caldaia a biomassa 1	
<input type="checkbox"/>		Temperatura della camera di combustione Caldaia a biomassa 1	
<input type="checkbox"/>	Standard *	Ossigeno residuo Caldaia a biomassa 1	
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura dei fumi Caldaia a biomassa 1	
<input type="checkbox"/>		Temperatura della camera di combustione Caldaia a biomassa 1	
<input type="checkbox"/>	Standard *	Ossigeno residuo Caldaia a biomassa 1	
		Punti di misura Separatore di particelle 1; tipo:	
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			
		Punti di misura Separatore di particelle 2; tipo:	
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			

* Al fine di ridurre lo sforzo per la registrazione dei dati, è accettabile una riduzione dei punti di misurazione.

** Il contatore di calore deve essere dotato di un'interfaccia per registrare la quantità di calore [kWh] o di acqua [m³]. La rappresentazione grafica, tuttavia, deve essere in termini di potenza [kW] o di portata volumetrica [m³/h]. È ammesso un contatore di calore comune per entrambe le caldaie nel ritorno principale (per controllare la potenza della caldaia, l'altra caldaia deve essere fuori servizio).

*** Il contatore di gasolio/gas deve essere dotato di un'interfaccia per registrare la quantità di gasolio o di gas [dm³ o m³]. La rappresentazione grafica, tuttavia, deve essere fatta come flusso di volume [dm³/h o m³/h].

Tabella 80 : Elenco dei punti di misura per la registrazione automatica dei dati (parte 2). In caso di schema idraulico standard, deve essere possibile registrare tutte le variabili misurate contrassegnate con "Standard".

7.5 Allegato al protocollo di approvazione

La fase di esecuzione si conclude con il protocollo di approvazione. Un addendum al protocollo di approvazione deve essere redatto secondo la Tabella 82 e la Tabella 84.

Alle domande della Tabella 82 rispondere all'inizio della fase di gara. L'allegato al protocollo di approvazione secondo la Tabella 83 e la Tabella 84 deve essere completato solo alla fine della fase di esecuzione. Tuttavia, si raccomanda di utilizzare queste tabelle già durante la fase di gara e di esecuzione per la definizione preliminare dei valori di programmazione, in modo che la funzionalità del sistema sia chiaramente riconoscibile.

Chi prepara l'addendum al protocollo di approvazione? <input type="checkbox"/> Progettista principale <input type="checkbox"/> Fornitore di caldaia a biomassa <input type="checkbox"/> Fornitore del sistema principale I&C

Tabella 82 : Domande e risposte sull'allegato al protocollo di approvazione.

Descrizione	Unità	Esempio			
Sistema principale I&C Collegamento di sistemi I&C principale/secondari tramite interfaccia standard [9]? <input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No					
■ Protezione della temperatura di ritorno della caldaia					
Limite della temperatura d'ingresso della caldaia Caldaia a biomassa 1	°C	60			
Limite della temperatura d'ingresso della caldaia Caldaia a biomassa 2	°C	60			
Limite della temperatura d'ingresso della caldaia caldaia a gasgasolio/gas	°C	60			
■ Controllo della temperatura di alimentazione principale Chi specifica l'OFF e la regolazione costante? <input type="checkbox"/> Il sistema di controllo attivo <input type="checkbox"/> Sempre la caldaia a biomassa					
Setpoint della temperatura di alimentazione principale	°C	85			
Controllo continuo Regolatore slave	Regolatore slave in banda P 1 (solo caldaia a biomassa 1)	%	75		
	Tempo di integrazione regolatore slave 1 (solo caldaia a biomassa 1)	Min.	20		
	Regolatore slave 2 in banda P (solo caldaia a biomassa 2)	%	150		
	Tempo di integrazione regolatore slave 2 (solo caldaia a biomassa 2)	Min.	20		
	Regolatore slave in banda P 3 (caldaia a biomassa 1+2)	%	225		
	Tempo di integrazione regolatore slave 3 (caldaia a biomassa 1+2)	Min.	20		
Regolatore a due punti (caldaia a gasolio/gas in sequenza)	Caldaia a biomassa 1 regolazione continua della potenza termica fornita nominale.	%	≥35		
	Caldaia a biomassa 1 OFF / letto di fuoco della potenza termica fornita nominale	%	≤25		
	Caldaia a biomassa 2 regolazione continua della potenza termica fornita nominale.	%	≥35		
	Caldaia a biomassa 2 OFF / letto di fuoco della potenza termica fornita nominale	%	≤25		
	Caldaia a gasolio/gas stadio 1 ON della potenza termica fornita nominale	%	≥45		
	Caldaia a gasolio/gas stadio 1 OFF della potenza termica fornita nominale	%	≤35		
	Caldaia a gasolio/gas stadio 2 ON della potenza termica fornita nominale	%	≥75		

	Caldaia a gasolio/gas stadio 2 OFF della potenza termica fornita nominale	%	≤65			
--	---	---	-----	--	--	--

Tabella 83 : Supplemento al protocollo d'approvazione (parte 1) - valori d'impostazione (i valori numerici utilizzati in tabella sono da considerarsi come esempi e quindi vanno eliminati).

Descrizione	Unità	Esempio			
■ Controllo di sequenza Caldaia a biomassa 2 - Caldaia a biomassa 1+2 (modificare se necessario)					
Criterio di sblocco Caldaia a biomassa 1:					
Potenza termica fornita nominale Caldaia a biomassa 2 (come % della potenza totale)	%	100 (67)			
E tempo di ritardo	Min.	60			
Criterio di blocco Caldaia a biomassa 1:					
Potenza termica fornita nominale Caldaia a biomassa 1+2	%	30			
E tempo di ritardo	Min.	60			
■ Controllo di sequenza Caldaia a biomassa 1+2 - caldaia a gasolio/gas (modificare se necessario)					
Criterio di sblocco: Temperatura dell'aria esterna					
E (potenza termica fornita nominale Caldaia a biomassa 1+2)	°C	≤0			
E tempo di ritardo	%	100			
	Min.	30			
Criterio di blocco: Potenza termica fornita nominale Caldaia a biomassa 1+2					
	%	90			
E tempo di ritardo	Min.	10			
Caldaia a biomassa 1					
■ Impostazioni di uscita del calore					
Impostare la potenza termica minima con il combustibile di riferimento	kW	135			
Impostare la potenza termica massima con il combustibile di riferimento	kW	450			
■ Sistema I&C secondario 1					
Setpoint della temperatura dell'acqua della caldaia per modalità di funzionamento "locale	°C	85			
Limite della temperatura dell'acqua della caldaia	°C	95			
Spegnimento di sicurezza alla temperatura dell'acqua della caldaia	°C	110			
Caldaia a biomassa 2					
■ Impostazioni di uscita del calore					
Impostare la potenza termica minima con il combustibile di riferimento	kW	270			
Impostare la potenza termica massima con il combustibile di riferimento	kW	900			
■ Sistema I&C secondario 2					
Setpoint della temperatura dell'acqua della caldaia in modalità di funzionamento "locale	°C	85			
Limite della temperatura dell'acqua della caldaia	°C	95			
Spegnimento di sicurezza alla temperatura dell'acqua della caldaia	°C	110			
Caldaia a gasolio/gas					
■ Impostazioni di uscita del calore					
Impostare la potenza termica minima	kW	620			
Impostare la potenza termica massima	kW	1550			
■ Sistema I&C secondario 3					
Limite della temperatura dell'acqua della caldaia	°C	90			
Spegnimento di sicurezza alla temperatura dell'acqua della caldaia	°C	110			

Tabella 84 : allegato al protocollo d'approvazione (parte 2) - valori di regolazione (i valori numerici utilizzati in tabella sono da considerarsi come esempi e quindi vanno eliminati).

8. Sistema bivalente a tre caldaie con accumulo (2 caldaie a biomassa, 1 caldaia a gasolio/gas)

8.1 Breve descrizione e responsabilità

8.1.1 Livello utente

Dono richiesti il funzionamento più semplice possibile e una chiara visualizzazione delle funzioni principali in modo che anche il personale non specializzato possa utilizzare il sistema:

- I seguenti requisiti devono essere soddisfatti per il **funzionamento di servizio e di emergenza**:
 - Deve essere possibile disattivare parzialmente o completamente il sistema di controllo automatico per lavori di manutenzione e in caso di funzionamento di emergenza (ad esempio tramite l'interruttore "off/on/automatico").
 - I sistemi I&C secondari devono essere in grado di funzionare indipendentemente dal sistema I&C principale (per esempio in caso di guasto del sistema I&C principale).
 - Il funzionamento manuale delle valvole di controllo deve essere garantito (ad esempio, la regolazione manuale sulla valvola di controllo, ma questo non deve essere disturbato da un segnale di controllo errato).
 - Tutte le funzioni di sicurezza devono essere mantenute
- La **selezione della modalità di funzionamento** deve essere fatta in uno dei seguenti modi:
 - Tramite interruttori in un pannello di controllo convenzionale (di solito nell'quadro di controllo).
 - Tramite un PLC; tuttavia, questa è un'opzione solo se i requisiti hardware e software per un funzionamento ottimale sono corretti.
 - Attraverso il computer principale di un **sistema di controllo**
- Ulteriori operazioni, come la **regolazione dei setpoint, la modifica dei programmi orari, ecc.**, possono essere eseguite direttamente sui sistemi I&C principale e secondari (se necessario, anche via Internet).

8.1.2 Sistema principale I&C

Il sistema I&C principale si occupa di tutte le funzioni di controllo e regolazione principale e collega tra loro i sistemi I&C secondari. Inoltre, al sistema I&C principale è assegnata anche la registrazione automatica dei dati, che è obbligatoria come schema idraulico standard (almeno temporaneamente per la durata dell'ottimizzazione operativa).

8.1.3 Sistemi I&C secondari delle caldaie a biomassa

I sistemi I&C secondari delle caldaie a biomassa devono soddisfare le seguenti **funzioni**:

- Gestione della portata di combustibile in caldaia o combustione automatica
- Controllo della potenza termica fornita nel funzionamento manuale e automatico in base alla specifica del setpoint del sistema I&C principale
- Controllo della temperatura dell'acqua della caldaia durante il funzionamento locale
- Limitazione della potenza termica fornita in base alla temperatura dell'acqua della caldaia in tutte le modalità di funzionamento

Se sono necessari **separatori di particelle**, questi devono essere controllati dai sistemi I&C secondari delle caldaie a biomassa.

La **sicurezza** delle caldaie a biomassa, cioè la prevenzione del superamento della temperatura massima ammissibile dell'acqua della caldaia, deve essere garantita dai sistemi I&C secondari delle caldaie a biomassa.

Se i PLC delle caldaie a biomassa possono anche soddisfare i requisiti per il sistema I&C principale (in particolare anche la registrazione automatica dei dati), l'**uso simultaneo come sistema I&C principale e secondario può essere** testato.

8.1.4 Sistema I&C secondario della caldaia a gasolio/gas

Il sistema I&C secondario della caldaia a gasolio/gas deve svolgere le seguenti **funzioni**:

- pre-purga, combustione e monitoraggio della fiamma
- Regolazione della potenza termica fornita nel funzionamento manuale e automatico in base alla specifica del setpoint del sistema I&C principale (continua nel funzionamento modulare, a stadi nel funzionamento multistadio)
- Controllo della temperatura dell'acqua della caldaia durante il funzionamento locale
- Limitazione della potenza termica fornita a causa della temperatura dell'acqua della caldaia in tutte le modalità di funzionamento

La **sicurezza** della caldaia a gasolio/gas, cioè la prevenzione del superamento della temperatura massima ammissibile dell'acqua della caldaia, deve essere garantita dal sistema I&C secondario della caldaia a gasolio/gas.

8.1.5 Struttura selezionata dei livelli del sistema I&C

Un responsabile principale deve essere designato per la programmazione I&C (in particolare anche per la definizione dell'interfaccia).

Per la descrizione della struttura dei livelli del sistema I&C e delle responsabilità definite per il progetto si può compilare la Tabella 5985.

Livello del sistema I&C	Domande e risposte
Livello utente Sezione 8.1.1	<p>Sono soddisfatti i requisiti per il servizio e il funzionamento di emergenza? <input type="checkbox"/> Sì (obbligatorio per lo schema idraulico standard) <input type="checkbox"/> No</p> <p>Come avviene la selezione della modalità di funzionamento? <input type="checkbox"/> Interruttore in un pannello di controllo convenzionale <input type="checkbox"/> Ingresso tramite un PLC, è garantito un funzionamento sufficientemente comodo <input type="checkbox"/> Ingresso tramite il computer principale del sistema di controllo</p> <p>Da dove può essere controllato e azionato il sistema? <input type="checkbox"/> Solo nell'impianto di riscaldamento centrale <input type="checkbox"/> Nell'impianto di riscaldamento centralizzato e via modem <input type="checkbox"/> Nell'impianto di riscaldamento centralizzato e via internet</p>
Sistema principale I&C Sezione 8.1.2	<p>Come viene implementato il sistema principale I&C? <input type="checkbox"/> Regolatore individuale come sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Utilizzo del PLC comune delle caldaie a biomassa come sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Proprio sistema I&C principale</p> <p>Collegamento di sistemi I&C principale/secondari tramite interfaccia standard [9]? <input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No</p> <p>Come avviene la registrazione automatica dei dati? <input type="checkbox"/> Data logger durante l'ottimizzazione del funzionamento, viene fornita un'interfaccia <input type="checkbox"/> Registrazione interna dei dati nel sistema principale I&C</p>
Sistemi I&C secondari delle caldaie a biomassa Sezione 8.1.3	<p>Qual è la posizione/compiti dei PLC delle caldaie a biomassa? <input type="checkbox"/> Un unico PLC per entrambe le caldaie a biomassa, che viene utilizzato contemporaneamente come sistema I&C principale e secondario <input type="checkbox"/> Un unico PLC per entrambe le caldaie a biomassa, secondario al sistema principale I&C <input type="checkbox"/> PLC separato per entrambe le caldaie a biomassa, secondario al sistema I&C principale</p>
Sistema I&C secondario del Caldaia a gasolio/gas Sezione 8.1.4	<p>Qual è la posizione/compiti del sistema I&C della caldaia a gasolio/gas? <input type="checkbox"/> È secondario al sistema I&C principale</p>
Responsabilità	<p>Come sono regolate le responsabilità nella fase di pianificazione delle gare d'appalto? <input type="checkbox"/> Specifica di tutti i livelli di I&C da parte del progettista principale <input type="checkbox"/> Specifica di tutti i livelli I&C da parte del progettista principale con il coinvolgimento degli specialisti I&C</p> <p>Come sono regolate le responsabilità (specialmente le definizioni delle interfacce) nella fase di esecuzione e approvazione? <input type="checkbox"/> Programmazione generale di tutti i livelli di I&C da parte del progettista principale <input type="checkbox"/> Programmazione generale di tutti i livelli di I&C da parte del fornitore di caldaie a biomassa <input type="checkbox"/> Programmazione generale di tutti i livelli I&C da parte del fornitore del sistema I&C principale <input type="checkbox"/> Programmazione di ogni livello I&C da parte del rispettivo fornitore (non consentito per lo schema idraulico standard, poiché è esplicitamente richiesta un responsabile principale della programmazione I&C).</p>

Tabella 85 : Domande sulla struttura scelta dei livelli e delle responsabilità di I&C.

8.2 Schema principale e design

8.2.1 Circuito idraulico

Il circuito idraulico deve essere conforme alla Figura 86 e i seguenti requisiti devono essere soddisfatti:

L'interconnessione della caldaia a biomassa, della caldaia a gasolio/gas, del serbatoio di accumulo, del collegamento differenziale a bassa pressione e del precontrollo deve essere **effettivamente** a bassa pressione differenziale (tubi corti, grandi diametri dei tubi).

- Il sistema di accumulo deve essere ~~coerentemente~~ progettato come un sistema di accumulo stratificato.
- Collegamenti dello accumulo con allargamento della sezione (riduzione della velocità), deflettore (rifrazione del getto d'acqua) e, se necessario, sifonato (prevenzione della circolazione a un tubo).
- Collegamenti dello accumulo solo in alto e in basso (nessuna connessione in mezzo)
- Non si possono far passare tubi all'interno del serbatoio di accumulo (pericolo di "agitazione termica").
- Quando è possibile, il serbatoio di accumulo non deve essere diviso tra diversi contenitori. Se questo requisito non può essere soddisfatto, si deve osservare quanto segue:
 - Nessuna connessione tra diversi contenitori
 - Quando si controlla lo stato di carica del serbatoio di accumulo, ogni serbatoio di accumulo deve essere considerato come un'unità di controllo (problema: a causa della stratificazione individuale in ogni serbatoio, il serbatoio più caldo può essere più freddo in basso rispetto al serbatoio più freddo in alto).

L'impianto è anche considerato uno schema idraulico standard se:

- una pompa è realizzata da due o più pompe collegate in parallelo o in serie,
- il precontrollo della rete di teleriscaldamento è realizzato da due valvole di controllo collegate in parallelo o con un gruppo estivo separato,
- un solo contatore di calore comune è installato per entrambe le caldaie a biomassa nel ritorno principale (per controllare la potenza della caldaia, l'altra caldaia deve essere fuori uso!)
- lo scambiatore di calore dei gas di scarico può essere integrato.

8.2.2 Progettazione idraulica e del sistema di controllo

La progettazione idraulica e del sistema di controllo deve essere eseguita in funzione delle normative. Devono essere soddisfatti i requisiti indicate nelle linee guida Q [1] e nel manuale di progettazione [4]; in particolare:

- Volume di accumulo ≥ 1 h di capacità di accumulo relativa alla potenza nominale della caldaia a biomassa più grande
- Controllo del carico/protezione della temperatura di ritorno delle caldaie e del precontrollo: Autorità della valvola $\geq 0,5$
- Differenza tra la temperatura di progetto e quella della caldaia ≤ 15 K; è necessaria una differenza di temperatura inferiore se la temperatura di ritorno minima ammissibile è alta (ad es. con corteccia, residui forestali); può essere aumentata per ridurre il consumo di potenza della pompa, se ci si assicura che ciò non provochi problemi di regolazione (ad es. oscillazione della potenza della caldaia a causa della stratificazione della temperatura).
- La temperatura di entrata della caldaia deve essere almeno 5 K più alta della temperatura di ritorno minima ammessa (protezione della temperatura di ritorno della caldaia).

Il progetto idraulico e del sistema di controllo devono essere presentati e documentato in conformità con la Tabella 87 e la Tabella 88

Deve essere specificata **una temperatura massima ammissibile del ritorno principale T843**.

Se la differenza di temperatura tra la temperatura di uscita della caldaia e la temperatura di ingresso della caldaia è più di 10 K inferiore alla differenza di temperatura tra la temperatura di uscita della caldaia e la temperatura massima ammissibile del ritorno principale T843, si raccomanda di prevedere un **compensatore idraulico nel circuito della caldaia D811/D821/D831**.

Importante: per garantire che le caldaie possano sempre erogare la potenza, bisogna assicurarsi che la temperatura di ritorno principale T843 non possa salire oltre il valore di progetto in qualsiasi modalità operativa (prescrivere un limitatore della temperatura di ritorno per tutte le utenze!).

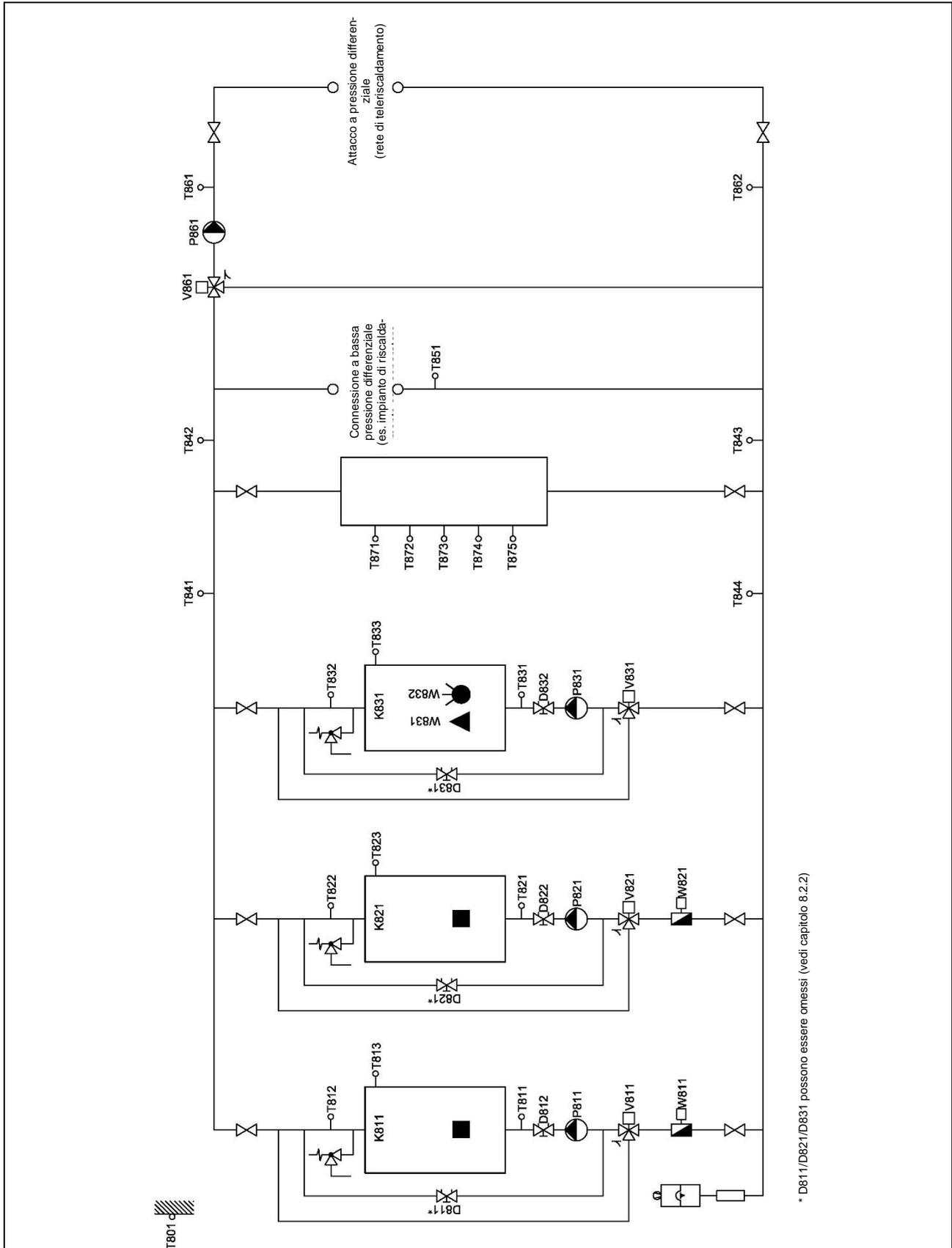


Figura 86 : Schema principale di un sistema bivalente a tre caldaie con serbatoio di accumulo. I dispositivi di sicurezza e il sistema di espansione devono essere progettati secondo le norme specifiche del paese.

Progettazione del sistema idraulico e di controllo	Unità	Esempio		Etichetta
Accumulo				
Contenuto	m3	14		
Richiesta di capacità termica dell'intero sistema				
Collegamento a bassa differenza di pressione	kW	200		
Collegamento con pressione differenziale (rete di teleriscaldamento incl. perdite)	kW	1800		
Sistema complessivo	kW	2000		
Limiti di temperatura garantiti				
Temperatura di alimentazione principale	°C	85		T542
Temperatura massima ammissibile del ritorno principale	°C	55		T543
Temperatura d'ingresso minima ammissibile Caldaia a biomassa 1 (protezione della temperatura di ritorno della caldaia)	°C	60		T511
Temperatura massima dell'acqua della Caldaia a biomassa 1 (Termostato di blocco della caldaia)	°C	90		T513
Temperatura massima ammissibile dell'acqua della Caldaia a biomassa 1 (monitor di sicurezza)	°C	110		T513
Temperatura d'ingresso minima ammessa Caldaia a biomassa 2 (protezione della temperatura di ritorno della caldaia)	°C	60		T521
Temperatura massima dell'acqua della Caldaia a biomassa 2 (Termostato di blocco della caldaia)	°C	90		T523
Temperatura massima ammissibile dell'acqua della Caldaia a biomassa 2 (monitor di sicurezza)	°C	110		T523
Temperatura minima ammissibile di ingresso della caldaia a gasolio/gas (protezione della temperatura di ritorno della caldaia)	°C	60		T521
Temperatura massima dell'acqua di caldaia a gasolio/gas (Termostato di blocco della caldaia)	°C	90		T523
Temperatura massima permessa dell'acqua della caldaia a gasolio/gas (monitor di sicurezza)	°C	110		T523
Circuito della caldaia Caldaia a biomassa 1				
Potenza massima della caldaia	kW	330		K811
Potenza minima della caldaia	kW	100		K811
Temperatura di uscita della caldaia	°C	85		T812/T813
Portata della pompa della caldaia	m3/h	18,9		P811
Prevalenza della pompa caldaia	m	3		P811
Temperatura d'ingresso della caldaia risultante	°C	70		T811
Portata risultante della valvola di controllo del circuito della caldaia	m3/h	9,5		V811
Compensatore idraulico di portata risultante	m3/h	9,5		D811
caduta di pressione Valvola di controllo	kPa	10		V811
Sezione di perdita di pressione con flusso di volume variabile	kPa	8		--
Autorità della valvola risultante	--	0,56		V811
Circuito della caldaia Caldaia a biomassa 2				
Potenza massima della caldaia	kW	670		K821
Potenza minima della caldaia	kW	200		K821
Temperatura di uscita della caldaia	°C	85		T822/T823
Portata della pompa della caldaia	m3/h	38,4		P821
Prevalenza della pompa caldaia	m	3		P821
Temperatura d'ingresso della caldaia risultante	°C	70		T821

Portata risultante della valvola di controllo del circuito della caldaia	m3/h	19,2			V821
Compensatore idraulico di portata risultante	m3/h	19,2			D821
caduta di pressione Valvola di controllo	kPa	10			V821
Sezione di perdita di pressione con flusso di volume variabile	kPa	8			
Autorità della valvola risultante	0,56	0,56			V821

Tabella 87 : Progettazione del sistema idraulico e di controllo (parte 1). I dati di progettazione del sistema da eseguire devono essere inseriti secondo l'esempio (i valori numerici inseriti in tabella sono da intendersi come esempi e quindi da cancellare).

Progettazione del sistema idraulico e di controllo	Unità	Esempio			Etichetta
Caldaia circuito gasolio/gas					
Potenza massima della caldaia	kW	1670			K831
Potenza minima della caldaia	kW	670			K831
Temperatura di uscita della caldaia	°C	85			T832/T833
Portata della pompa della caldaia	m3/h	95,8			P831
Prevalenza della pompa caldaia	m	3			P831
Temperatura d'ingresso della caldaia risultante	°C	70			T831
Portata risultante della valvola di controllo del circuito della caldaia	m3/h	47,9			V831
Compensatore idraulico di portata risultante	m3/h	47,9			D831
caduta di pressione Valvola di controllo	kPa	10			V831
Sezione di perdita di pressione con flusso di volume variabile	kPa	8			--
Autorità della valvola risultante	--	0,56			V831
Progettazione del precontrollo e della pompa di rete nel capitolo 9!					

Tabella 88 : Progettazione del sistema idraulico e di controllo (parte 2). I dati di progettazione del sistema da eseguire devono essere inseriti secondo l'esempio (i valori numerici inseriti in tabella sono da intendersi come esempi e quindi da cancellare).

8.3 Descrizione funzionamento

8.3.1 Schema di controllo

Il controllo e la regolazione del sistema devono essere eseguiti secondo la Figura 91 e la Figura 92.

8.3.2 Modalità di funzionamento

Sono previste le seguenti modalità di funzionamento:

- **Off:** L'intero sistema di produzione di calore è fuori servizio, ad eccezione delle operazioni in continuo (unità di espansione automatica, ecc.)
- **Manuale:** Il setpoint di combustione per ciascuna delle due caldaie a biomassa può essere impostato "manualmente" come valore fisso sul sistema principale I&C; questa modalità operativa non è obbligatoria
- **Locale:** I regolatori di potenza interni dei sistemi I&C secondari delle caldaie sono attivati (il sistema I&C principale può essere fuori uso o difettoso)
- **Automatico:** Il setpoint per la potenzatermica fornita è specificato per tutte le caldaie dal sistema principale I&C in funzione dello stato di carica del serbatoio di accumulo (= variabile di controllo principale) come controllo di sequenza.

■ **Caldaia a biomassa 1 da sola - Caldaia a biomassa 2 da sola - Controllo di sequenza:** Commutazione manuale dal funzionamento a basso carico al funzionamento con controllo di sequenza automatico e viceversa

■ **Altre modalità di funzionamento:** Specialmente per il funzionamento a basso carico (periodo di transizione, estate), possono essere necessari modalità di funzionamento (ad esempio il cambio convenzionale "estate/inverno", il funzionamento a basso carico con "accumulo di carica/scarica", il funzionamento a basso carico con "sola caldaia a gasolio/gas", ecc.)

8.3.3 Controllo

La Regolazione climatica della temperatura di mandata e il programma di controllo temporale dei setpoint, così come lo sblocco e il blocco di caldaie, pompe, ecc. devono essere implementati dal sistema principale I&C.

Con la **regolazione climatica**, la temperatura dell'aria esterna può essere registrata tramite un sensore sul lato nord dell'edificio e la temperatura dell'aria esterna può quindi essere utilizzata da un lato come valore istantaneo e dall'altro come valore medio sulle 24 ore per regolare i setpoint e i criteri di sblocco. Calcolo del valore medio sui 24 ore, per esempio, in continuo su una finestra delle ultime 24 ore e ricalcolo ogni 15 minuti.

Con un **controllo del programma a tempo**, i livelli del programma a tempo possono essere programmati per diverse funzioni.

8.3.4 Controllo del circuito delle caldaie a biomassa

Il controllo dei circuiti delle caldaie a biomassa deve essere realizzato dal sistema principale I&C.

Nella modalità di funzionamento "automatico", la **temperatura di uscita della caldaia** dovrebbe essere regolata in continuo su un valore fisso tramite la valvola anticondensa nel circuito della caldaia. Se la temperatura d'ingresso della caldaia scende al di sotto del valore limite, la regolazione deve essere impostata su questo valore limite (= **protezione della temperatura di ritorno della caldaia**).

8.3.5 Controllo del circuito della caldaia a gasolio/gas

Il controllo del circuito per la caldaia a gasolio/gas deve essere realizzato dal sistema principale I&C.

Nella modalità di funzionamento "automatico", la **temperatura di uscita della caldaia** dovrebbe essere regolata in continuo su un valore fisso tramite la valvola anticondensa nel circuito della caldaia. Se la temperatura d'ingresso della caldaia scende al di sotto del valore limite, la regolazione deve essere impostata su questo valore limite (= **protezione della temperatura di ritorno della caldaia**).

Per evitare un caricamento incontrollato dello accumulo in modalità "manuale", "locale" o "solo caldaia a gasolio/gas", la caldaia a gasolio/gas dovrebbe essere spenta quando lo accumulo viene caricato a un valore regolabile (ad esempio spento al 20% e riaccessi allo 0%).

8.3.6 Controllo dello stato di carica del serbatoio di accumulo

Il controllo dello stato di carica del serbatoio di accumulo deve essere realizzato dal sistema principale I&C.

Lo stato di carica dello accumulo deve essere registrato tramite almeno 5 sensori di temperatura distribuiti uniformemente sull'altezza dello accumulo. Questo fornisce lo stato di carica dello accumulo da 0% a 100%.

Sono possibili diverse varianti per la registrazione dello stato di carica del serbatoio di accumulo. Quanto segue si applica alle varianti 1 e 2:

w = Il sensore segnala "caldo" quando ad esempio $T \geq 75^\circ\text{C}$
 k = Il sensore segnala "freddo" quando ad esempio $T \leq 65^\circ\text{C}$

Variante 1 (Tabella 89): Con valori del sensore 20 - 40 - 60 - 80 - 100. Per "tutti i sensori freddi" il valore è 0. Questa variante risulta in un segnale di valore effettivo a gradini. Pertanto, la componente (veloce) P del regolatore non deve essere troppo grande e i disturbi devono essere compensati principalmente attraverso la componente (lenta) I.

Sensore (dall'alto in basso)					Valore
1	2	3	4	5	
k	k	k	k	k	0
w	k	k	k	k	20
w	w	k	k	k	40
w	w	w	k	k	60
w	w	w	w	k	80
w	w	w	w	w	100

Tabella 89 : Variante 1 (in fasi)

Variante 2: il segnale a gradini secondo la variante 1 può essere smussato da un elemento di ritardo di controllo del primo ordine (elemento PT1). Tuttavia, la costante di tempo dell'elemento PT1 non deve essere troppo grande, altrimenti c'è il rischio che l'inevitabile ritardo temporale del segnale del valore reale porti a disturbi. Tuttavia, il segnale del valore reale "più continuo" permette una componente P un po' più grande nel regolatore rispetto alla variante 1.

Variante 3 (Tabella 90): Un livellamento della curva caratteristica può anche essere ottenuto se la temperatura del sensore attivo viene interpolata.

Sensore (dall'alto in basso)					Valore
1	2	3	4	5	
< 60°C	< 60°C	< 60°C	< 60°C	< 60°C	0
60...80°C	< 60°C	< 60°C	< 60°C	< 60°C	0...20
> 80°C	60...80°C	< 60°C	< 60°C	< 60°C	20...40
> 80°C	> 80°C	60...80°C	< 60°C	< 60°C	40...60
> 80°C	> 80°C	> 80°C	60...80°C	< 60°C	60...80
> 80°C	> 80°C	> 80°C	> 80°C	60...80°C	80...100

Tabella 90 : Variante 3 (senza gradini)

Con un buon sistema, si può supporre che per le temperature T1...T5 del sensore valga:

$$T1 \geq T2 \geq T3 \geq T4 \geq T5 \geq \quad (T1...T5 \text{ dall'alto in basso})$$

Il sensore attivo è evidenziato in grigio nella Tabella 90e si applica la seguente regola:

- Sensore 1 attivo quando tutte le altre temperature del sensore < 80°C
- Sensore 2 attivo quando la temperatura del sensore T1 > 80°C
- Sensore 3 attivo quando la temperatura del sensore T2 > 80°C
- Sensore 4 attivo quando la temperatura del sensore T3 > 80°C
- Sensore 5 attivo quando la temperatura del sensore T4 > 80°C

La qualità dell'interpolazione (smussamento del segnale) dipende dallo spessore della zona di miscelazione nel serbatoio di accumulo e questo spessore non è una quantità fissa. Per lo stesso serbatoio di accumulo, può essere molto diverso - a seconda della portata, del raffreddamento, ecc. Fondamentalmente:

- lo spessore della zona di miscelazione = zero (immagazzinamento stratificato ideale) non comporta alcuno smussamento, il segnale è altrettanto a gradini come nella variante 1
- spessore della zona di miscelazione tra zero e una distanza tra i sensori risulta in un livellamento sempre migliore del segnale
- Lo spessore della zona di miscelazione leggermente maggiore di una distanza tra i sensori dà il miglior livellamento
- Lo spessore della zona di miscelazione significativamente maggiore di una distanza tra le sonde porta a un livellamento più scarso

Variante 4: temperatura media dello accumulo come misura dello stato di carica dello accumulo. Lo svantaggio qui è che il reale stato di carica dello accumulo è riprodotto in modo diverso a seconda dello spessore della zona di miscelazione, della temperatura di ritorno, del raffreddamento, ecc: Lo spessore della zona di miscelazione=zero (accumulo a stratificazione ideale) non comporta alcuno smussamento, il segnale è a gradini come nella variante 1; quando è progettato per 85/55°C, il campo di regolazione è di 30 K, quando il ritorno al mattino è 25°C, sale improvvisamente a 60 K.

Più di 5 sensori di accumulo: Solo con questo (in combinazione con le varianti da 1 a 4) è possibile migliorare realmente il segnale.

Il serbatoio di accumulo deve essere caricato da un controllo continuo. Questo regolatore dovrebbe avere caratteristiche PI. Come risultato della componente I, lo accumulo può essere caricato ad un setpoint tra 60 e 80% senza una deviazione permanente della regolazione - come sarebbe il caso con il regolatore P – (nel caso di un segnale a gradini, selezionare un valore a gradini, per esempio 60%). Se le utenze di calore richiedono improvvisamente più potenza, lo stato di carica dello accumulo scende e il tasso/velocità di combustione viene aumentato; se improvvisamente è necessaria meno potenza, lo stato di carica dello accumulo sale e la potenzatermica fornita viene regolato nuovamente. Nel primo caso, la metà superiore dello accumulo è disponibile come riserva di potenza finché la caldaia a biomassa non ha reagito e, nel secondo caso, la caldaia a biomassa può fornire il surplus temporaneo di potenza alla metà inferiore dello accumulo.

Nei sistemi con combustione automatica, lo accumulo dovrebbe essere completamente caricato e scaricato con una potenza ridotta durante il funzionamento a basso carico (potenza richiesta della caldaia a biomassa inferiore alla potenza minima). Deve essere definito un criterio di commutazione adeguato per il passaggio da "carica/scarica" alla regolazione continua e viceversa (ad es. commutazione manuale o commutazione in base al programma orario e alla temperatura dell'aria esterna).

8.3.7 Caldaie a biomassa con controllo della potenza termica fornita

La potenzatermica fornita è controllato attraverso i sistemi I&C secondari delle caldaie a biomassa.

Almeno la caldaia a biomassa 1 deve essere dotata di combustione automatica. Se questo non è possibile o non è fattibile, può essere utilizzato il Gestione della portata di combustibile in caldaia. In linea di principio, la caldaia a biomassa dovrebbe essere sempre azionatas alla potenza più bassa possibile, in modo che debban essere accesa e spenta il meno possibile.

Il regolatore per lo stato di carica dello accumulo del sistema I&C principale specifica i valori nominali per la potenza termica fornita alla caldaia a biomassa come controllo di sequenza. Con l'aiuto del regolatore è possibile modulare e limitare ulteriormente i valori nominali della potenza termica fornita.

I regolatori interni per le temperature dell'acqua della caldaia T813/T823 dei due sistemi I&C secondari hanno le seguenti funzioni:

- Modalità di funzionamento "manuale" (non obbligatoria): Regolazione della potenza termica fornita ad un valore fisso impostato sul sistema principale I&C, cioè nessun controllo della temperatura di alimentazione principale T841, ma limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia T813/T823 (ad es. a 90°C).
- Modalità di funzionamento "Locale": Controllo della temperatura dell'acqua della caldaia T813/T823 ad un valore fisso impostato sul sistema I&C secondario (ad es. 85°C), limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia T813/T823 ad un valore fisso superiore di circa 5 K (ad es. a 90°C).
- Modalità di funzionamento "automatico": Limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia T813/T823 (per esempio a 90°C)

Nel range di regolazione della potenza della caldaia a biomassa tra 30 e 100%, la regolazione dovrebbe essere continua. Al di sotto di questo valore, la regolazione deve essere in modalità a due stadi. La commutazione tra OFF (o supporto del letto di fuoco) e regolazione continua avviene tramite il rispettivo sistema I&C attivo. Se il produttore della caldaia a biomassa lo desidera, la commutazione può sempre avvenire anche tramite la caldaia a biomassa.

Indicazioni per le interfacce standard tra il sistema principale I&C e la caldaia a biomassa, così come una lista di produttori di unità di controllo e caldaie a biomassa che offrono queste interfacce, può essere scaricata da Internet [9].

Importante: la sicurezza delle caldaie a biomassa, cioè la prevenzione del superamento della temperatura massima ammissibile dell'acqua della caldaia, deve essere ulteriormente garantita dal sistema I&C secondario delle caldaie a biomassa.

8.3.8 Caldaia a gasolio/gas con controllo della potenza termica fornita

La potenza termica fornita è controllata tramite il sistema I&C secondario della caldaia a gasolio/gas.

Il controllo della potenza termica fornita dovrebbe essere continuo (per il funzionamento modulare) o a stadi (per il funzionamento a più stadi). In linea di principio, la caldaia a gasolio/gas dovrebbe funzionare sempre alla potenza più bassa possibile e dovrebbe essere sbloccata solo quando le caldaie a biomassa non sono state in grado di fornire la potenza a pieno carico per un lungo periodo.

Il regolatore per lo stato di carica dello accumulo del sistema I&C principale dà il setpoint della potenza termica fornita alla caldaia a gasolio/gas in sequenza alle caldaie a biomassa.

Il regolatore interno per la temperatura dell'acqua della caldaia del sistema I&C secondario ha le seguenti funzioni:

- Modalità di funzionamento "manuale" (non obbligatoria): Controllo della potenza termica fornita ad un valore fisso impostato sul sistema principale I&C, cioè nessun controllo della temperatura di alimentazione principale T841, ma limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia (ad es. a 90°C).
- Modalità di funzionamento "Locale": Controllo della temperatura dell'acqua della caldaia ad un valore fisso impostato sul sistema I&C secondario (ad es. 90°C).
- Modalità di funzionamento "automatico": Limitazione della temperatura dell'acqua della caldaia (per esempio a 90°C)

Importante: La sicurezza della caldaia a gasolio/gas, cioè la prevenzione del superamento della temperatura massima ammissibile dell'acqua della caldaia, deve essere ulteriormente garantita dal sistema I&C secondario della caldaia a gasolio/gas.

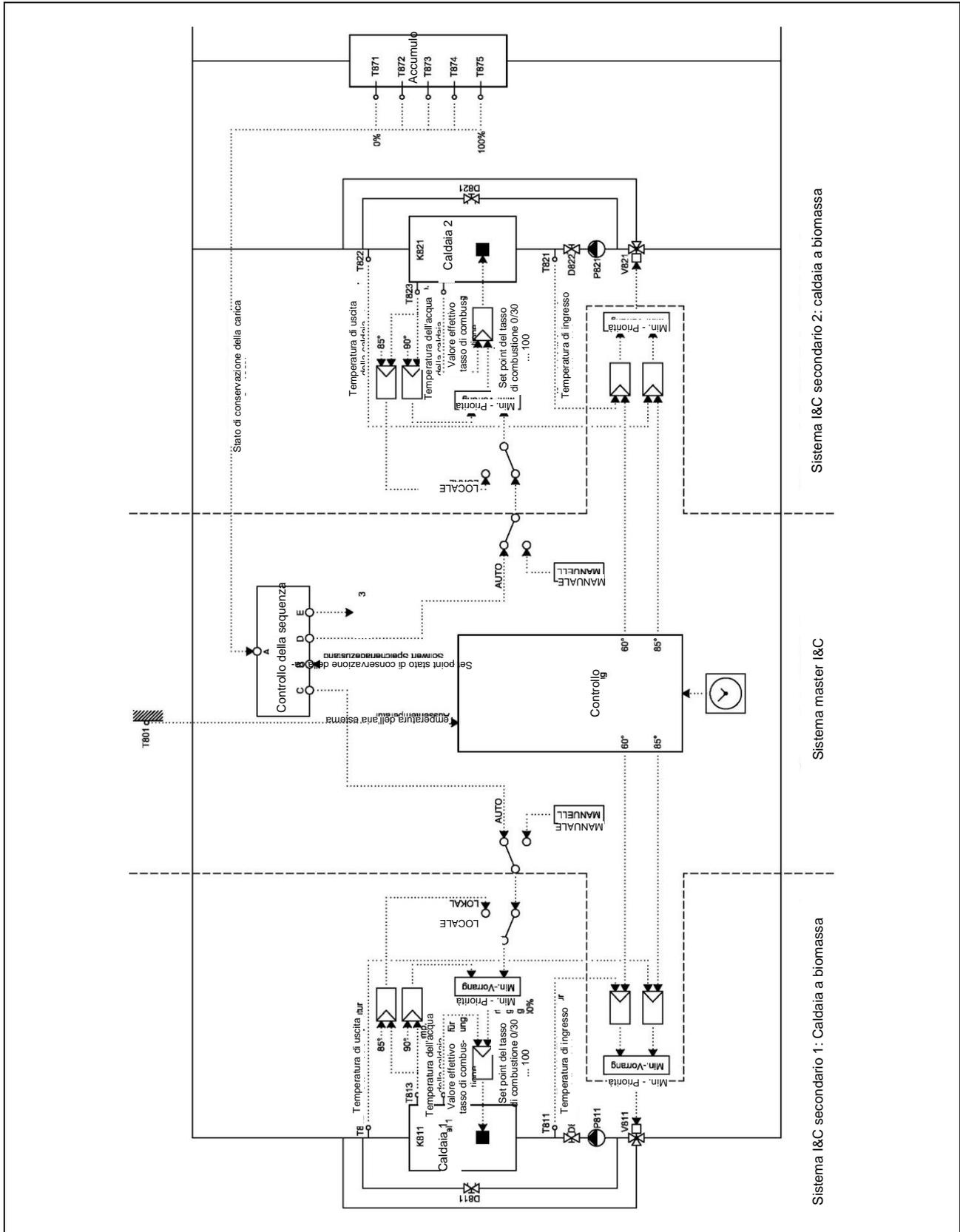


Figura 91 : Schema di controllo per le due caldaie a biomassa. Controllo di sequenza vedi Figura 93. Gli interruttori a priorità minima indirizzano il segnale d'ingresso più basso verso l'uscita. I valori numerici sono da intendersi come esempi. Le funzioni di sicurezza non sono mostrate; queste devono essere realizzate tramite i sistemi I&C secondari delle caldaie.

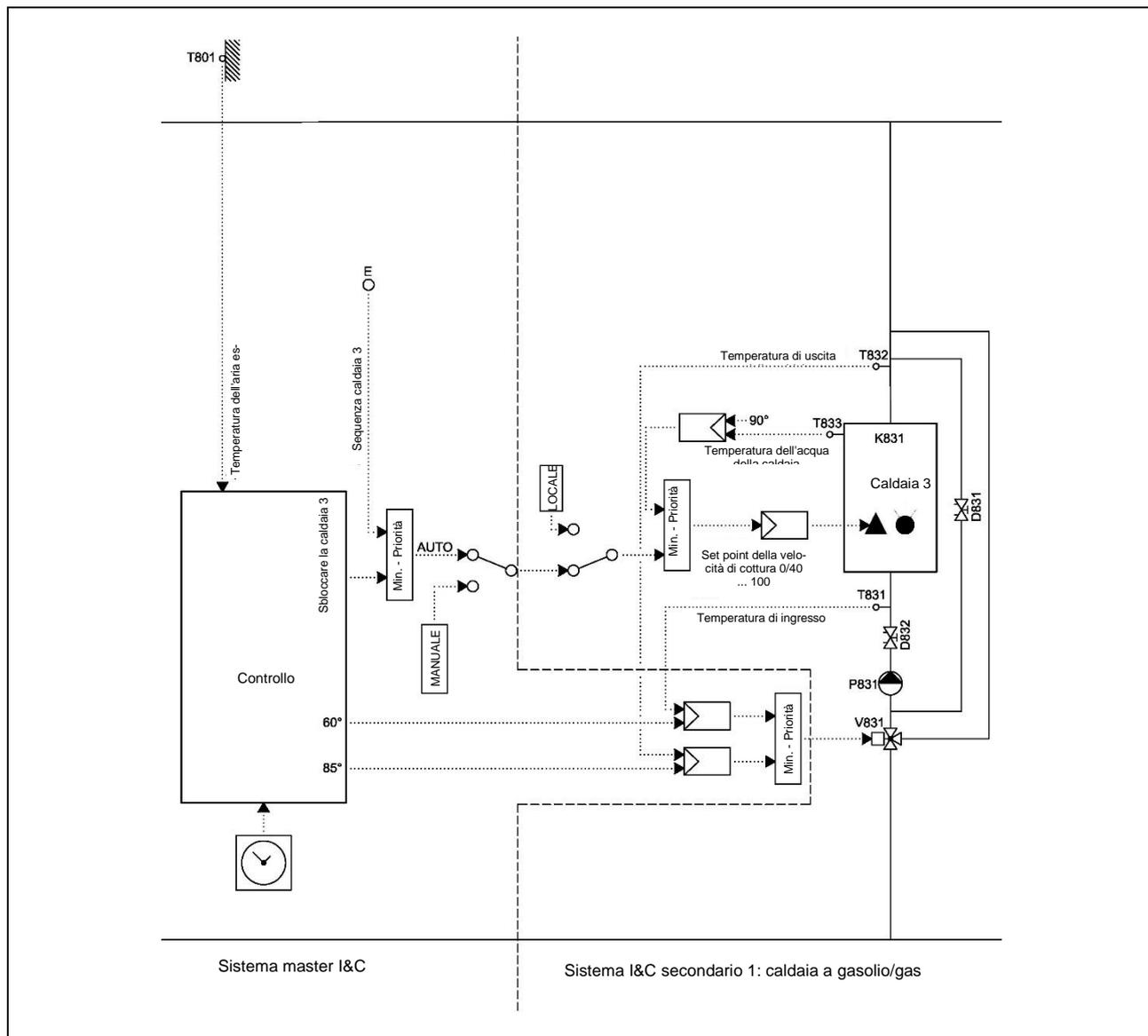


Figura 92 : Schema di controllo della caldaia a gasolio/gas. Sequenza caldaia 3 (ingresso E) vedi Figura 93. Gli interruttori a priorità minima indirizzano il segnale d'ingresso più basso verso l'uscita. I valori numerici sono da intendersi come esempi. Le funzioni di sicurezza non sono mostrate; queste devono essere realizzate tramite i sistemi I&C secondari delle caldaie.

8.3.9 Caldaie a biomassa con controllo di sequenza

Il controllo di sequenza delle caldaie a biomassa deve essere realizzato dal sistema principale I&C.

Il seguente esempio presuppone una suddivisione della potenza delle due caldaie a biomassa del 33% per la caldaia 1 e del 67% per la caldaia 2. Il passaggio dal funzionamento a basso carico al funzionamento con controllo automatico della sequenza e viceversa viene effettuato manualmente (le percentuali si riferiscono alla potenza totale delle due caldaie a biomassa):

- Passaggio manuale alla sola caldaia 2 (20...67%) se la sola caldaia 1 (10...33%) non può più coprire il fabbisogno giornaliero
- Passaggio manuale alla regolazione automatica della sequenza se la sola caldaia 2 (20...67%) non può più coprire il fabbisogno giornaliero.
- Ritorno manuale alla sola caldaia 2 (20...67%) quando il fabbisogno giornaliero può essere nuovamente coperto dalla sola caldaia 2.
- Ritorno manuale alla sola caldaia 1 (10...33%) quando il fabbisogno giornaliero può essere nuovamente coperto dalla sola caldaia 1.

Il controllo automatico della sequenza deve essere effettuato come segue (le percentuali si riferiscono alla potenza totale delle due caldaie a biomassa):

- caldaia 2 da sola (20...67%)
- Collegamento automatico della caldaia 1 (10...33%) mediante combustione automatica (o Gestione della portata di combustibile in caldaia per grandi impianti) se la caldaia 2 (20...67%) non può più coprire il fabbisogno orario di calore.
- Funzionamento parallelo caldaia 1 e caldaia 2 (insieme 30... 100%)
- Ritorno automatico alla sola caldaia 2 (20...67%) se il fabbisogno orario di calore scende sotto la somma delle due uscite minime del 30%.

Un esempio dell'implementazione del controllo della sequenza è mostrato nella Figura 93.

La caldaia che non è in funzione deve essere completamente isolata idraulicamente dal resto dell'impianto (nessuna circolazione difettosa dovuta a tempi di superamento, valvole a tre vie impostate in modo errato, cortocircuiti attraverso le linee di sicurezza, ecc.)

8.3.10 Controllo di sequenza caldaia a biomassa 1+2 - caldaia a gasolio/gas

Il controllo di sequenza caldaia a biomassa 1+2 - caldaia a gasolio/gas deve essere implementato dal sistema principale I&C.

Il regolatore di sequenza della caldaia a gasolio/gas deve essere progettato e completato con criteri di sblocco e di blocco adeguati, in modo da evitare in modo affidabile un'combustione troppo frequente della caldaia a gasolio/gas.

Esempi di criteri di sblocco e di blocco della caldaia a gasolio/gas sono:

- Sblocco quando una certa temperatura minima dell'aria esterna E il setpoint della potenza termica fornita delle due caldaie a biomassa per un certo tempo è impostato al 100%
- Blocco (ritorno) quando il setpoint della potenza termica fornita delle due caldaie a biomassa torna al 90% per un certo tempo.

Se una caldaia a biomassa va in avaria, la caldaia a gasolio/gas deve essere sbloccata automaticamente.

Quando la caldaia a gasolio/gas non è in funzione, deve essere completamente isolata idraulicamente dal resto dell'impianto (nessuna circolazione difettosa dovuta a tempi di superamento, valvole a tre vie impostate male, cortocircuiti attraverso le linee di sicurezza, ecc.)

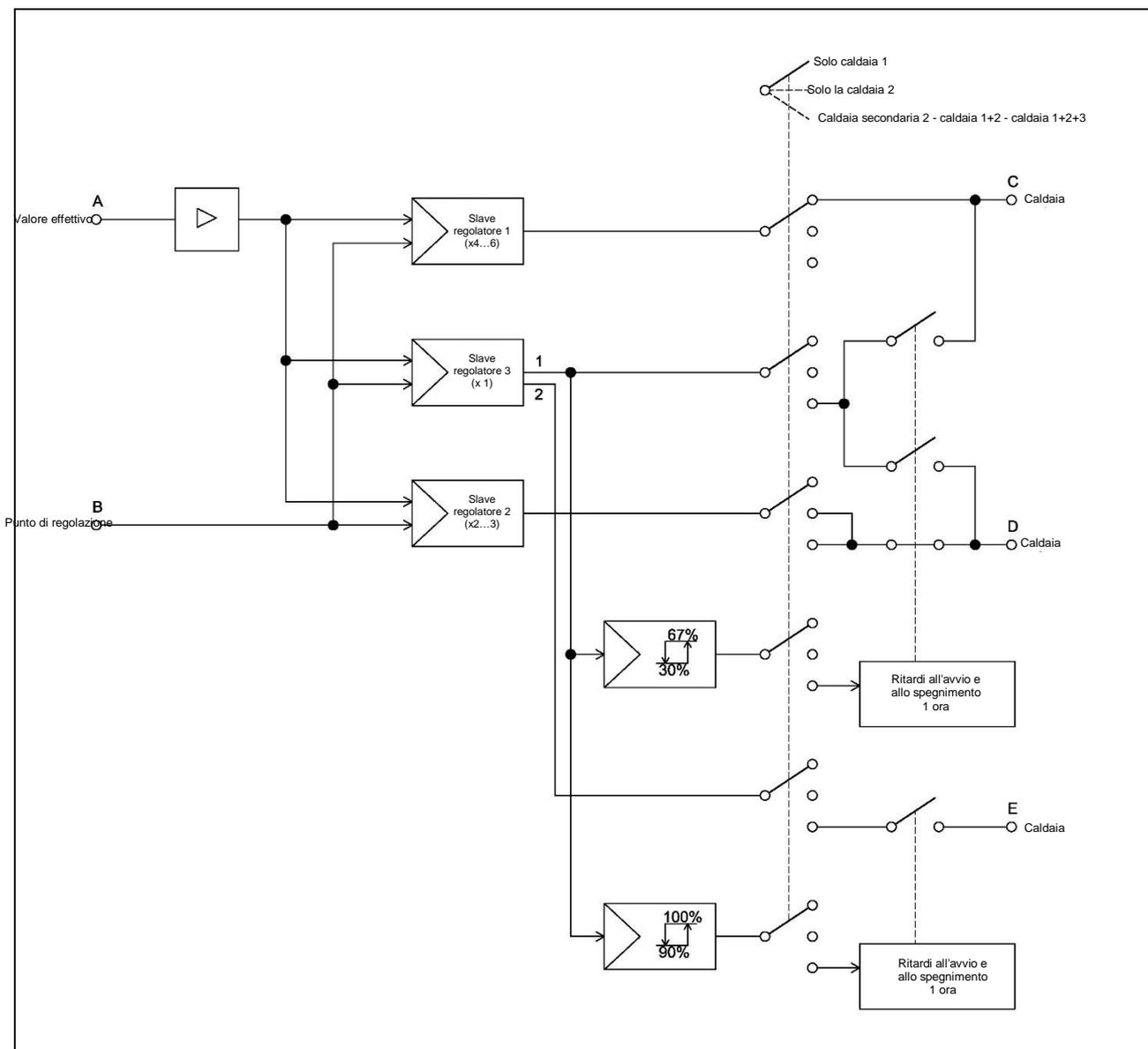


Figura 93 : Esempio di realizzazione del regolatore di sequenza. Il regolatore slave 3 è un regolatore di sequenza con due uscite. Le interfacce A-E si riferiscono alla Figura 91e alla Figura 92. Per garantire che il guadagno del circuito sia lo stesso per tutti e tre i circuiti di controllo, i coefficienti di trasferimento dei tre regolatori (a seconda del progetto) devono essere scelti in un rapporto di 4...6 : 2...3 : 1 (valori reciproci in banda P 0,25...0,17 : 0,5...0,33 : 1).

8.3.11 Sistema di controllo scelto

Il sistema di controllo dei circuiti della caldaia, lo stato di carica dell'accumulo e i tassi di combustione vanno descritti utilizzando la tabella 94 (nel seguito viene riportato un esempio).

Modalità di funzionamento	Controllo del circuito della caldaia: - Caldaia a biomassa 1 - Caldaia a biomassa 2 - Caldaia a gasolio/gas	Controllo dello stato di carica del serbatoio di accumulo (= variabile di controllo principale)	Regolazione dei tassi di combustione - Caldaia a biomassa 1 - Caldaia a biomassa 2 - Caldaia a gasolio/gas
Off	Inoperativo		
Manuale <input type="checkbox"/> Non fornito	<input type="checkbox"/> Protezione della temperatura di ritorno della caldaia attraverso il sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Controllo delle temperature di uscita della caldaia da parte del sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Limitazione delle temperature dell'acqua della caldaia attraverso sistemi I&C secondari	<input type="checkbox"/> Controllo dello stato di carica del serbatoio di accumulo fuori uso	<input type="checkbox"/> I valori nominali dei tassi di combustione possono essere impostati come valori fissi sul sistema I&C principale
Locale	<input type="checkbox"/> Controllo delle temperature dell'acqua della caldaia da parte dei sistemi I&C secondari	<input type="checkbox"/> Controllo dello stato di carica del serbatoio di accumulo fuori uso	<input type="checkbox"/> Regolatori di potenza interni dei sistemi I&C secondari attivati
Automatico Operazione estiva? <input type="checkbox"/> Sì, con caldaia a biomassa <input type="checkbox"/> Sì, con caldaia a gasolio/gas <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> Protezione della temperatura di ritorno della caldaia attraverso il sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Controllo delle temperature di uscita della caldaia da parte del sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Limitazione delle temperature dell'acqua della caldaia attraverso sistemi I&C secondari	<input type="checkbox"/> Controllo dello stato di carica dell'accumulo da parte del sistema principale I&C secondo un controllo di sequenza speciale; la variabile correttiva sono i valori di riferimento dei tassi di combustione. <input type="checkbox"/> Accumulo di carica/scarica (funzionamento a basso carico)	<input type="checkbox"/> Controllo dei tassi di combustione da parte dei sistemi I&C secondari; setpoint dal sistema I&C principale secondo il controllo speciale della sequenza.
Acquisizione dello stato di carica del serbatoio di accumulo	Numero di sensori del serbatoio di accumulo: (almeno 5) <input type="checkbox"/> Segnale a gradini (variante 1) <input type="checkbox"/> Lisciviazione con elemento PT1 (variante 2) <input type="checkbox"/> Smussamento per interpolazione tramite la temperatura del rispettivo sensore attivo (variante 3) <input type="checkbox"/> Temperatura media del serbatoio di accumulo come misura dello stato di carica del serbatoio di accumulo (variante 4)		
Riassunto	Quali modalità di funzionamento sono previste? <input type="checkbox"/> Off <input type="checkbox"/> Manuale (per ogni caldaia) <input type="checkbox"/> Locale (per ogni caldaia) <input type="checkbox"/> Funzionamento invernale automatico Caldaia a biomassa 1 da sola (piccola caldaia) <input type="checkbox"/> Funzionamento invernale automatico Caldaia a biomassa 2 da sola (caldaia grande) <input type="checkbox"/> Funzionamento automatico invernale Caldaia a biomassa 1 + 2 in parallelo (senza controllo automatico della sequenza) <input type="checkbox"/> Controllo automatico della sequenza Caldaia a biomassa 2 da sola - Caldaia a biomassa 1 + 2 in parallelo - Caldaia a gasolio/gas <input type="checkbox"/> Funzionamento automatico a basso carico (periodo di transizione, estate) caricando/scaricando l'accumulo con la caldaia a biomassa 1 <input type="checkbox"/> Funzionamento automatico a basso carico (periodo di transizione, estate) con caldaia a gasolio/gas <input type="checkbox"/> Caldaia a gasolio/gas da sola (es. revisione caldaia a biomassa, funzionamento di emergenza) <input type="checkbox"/> Altro:		

Tabella 94 : Domande e risposte sistema di controllo scelto.

8.4 Registrazione dei dati per l'ottimizzazione operativa

Devono essere prese tutte le precauzioni in modo da poter effettuare una corretta ottimizzazione operativa e monitorare efficacemente il successivo regolare funzionamento. Le variabili misurate da registrare devono essere contrassegnate con una croce in Tabella 95 e Tabella 96. Le variabili misurate contrassegnate con "Standard" devono poter essere registrate in ogni caso; si raccomanda il collegamento con le altre variabili misurate. La precisione di misurazione deve soddisfare i requisiti più elevati di un sistema di misurazione. Per l'ottimizzazione del funzionamento bisogna rispondere alle domande sulla registrazione automatica dei dati nella Tabella 5697.

<input checked="" type="checkbox"/>	Standard	Punti di misura	Etichetta
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura dell'aria esterna	T801
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura d'ingresso Caldaia a biomassa 1	T811
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di uscita Caldaia a biomassa 1	T812
<input type="checkbox"/>		Temperatura dell'acqua della Caldaia a biomassa 1 (altro punto di misurazione)	T813
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura d'ingresso Caldaia a biomassa 2	T821
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di uscita Caldaia a biomassa 2	T822
<input type="checkbox"/>		Temperatura dell'acqua della Caldaia a biomassa 2 (altro punto di misurazione)	T823
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura d'ingresso della caldaia a gasolio/gas	T831
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di uscita della caldaia a gasolio/gas	T832
<input type="checkbox"/>		Temperatura dell'acqua della caldaia a gasolio/gas (altro punto di misurazione)	T833
<input type="checkbox"/>	Standard *	Temperatura di alimentazione principale prima del serbatoio di accumulo	T841
<input type="checkbox"/>	Standard *	Temperatura di alimentazione principale dopo il serbatoio di accumulo	T842
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di ritorno principale prima del serbatoio di accumulo	T843
<input type="checkbox"/>	Standard *	Temperatura di ritorno principale dopo il serbatoio di accumulo	T844
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura del serbatoio di accumulo (in alto)	T831
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura del serbatoio di accumulo	T832
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura del serbatoio di accumulo (medio)	T833
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura del serbatoio di accumulo	T834
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura del serbatoio di accumulo (fondo)	T835
<input type="checkbox"/>	Standard *	Temperatura di ritorno del raccordo differenziale a bassa pressione	T851
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura di alimentazione del collegamento a pressione differenziale	T861
<input type="checkbox"/>	Standard *	Temperatura di ritorno del collegamento a pressione differenziale	T862

* Al fine di ridurre lo sforzo per la registrazione dei dati, è ammissibile una riduzione dei punti di misurazione.

Tabella 95 : Elenco dei punti di misura per la registrazione automatica dei dati (parte 1). Nel caso di uno schema idraulico standard, deve essere possibile registrare tutte le variabili misurate contrassegnate con "Standard".

<input checked="" type="checkbox"/>	Standard	Punti di misura	Etichetta
<input type="checkbox"/>	Standard	Contacalorie della Caldaia a biomassa 1 **	W811
<input type="checkbox"/>		Misuratore di portata acqua ingresso Caldaia a biomassa 1 **	W811
<input type="checkbox"/>	Standard	Contacalorie della Caldaia a biomassa 2 **	W821
<input type="checkbox"/>		Misuratore di portata acqua ingresso Caldaia a biomassa 2 **	W821
<input type="checkbox"/>	Standard	Contatore gasolio/gas, se caldaia modulare gasolio/gas ***	W831/W832
<input type="checkbox"/>	Standard	Ore di funzionamento stadio 1/2, se caldaia a due stadi gasolio/gas	W831/W832
<input type="checkbox"/>	Standard	Setpoint della potenza termica fornita Caldaia a biomassa 1	
<input type="checkbox"/>		Setpoint interno alla caldaia della potenza termica fornita (segnale di feedback caldaia a biomassa 1)	
<input type="checkbox"/>	Standard	Setpoint della potenza termica fornita Caldaia a biomassa 2	
<input type="checkbox"/>		Setpoint interno alla caldaia della potenza termica fornita (segnale di feedback caldaia a biomassa 2)	
<input type="checkbox"/>	Standard	Setpoint della potenza termica fornita della caldaia a gasolio/gas	
<input type="checkbox"/>		Setpoint interno alla caldaia della potenza termica fornita (segnale di feedback caldaia a gasgasolio/gas)	
<input type="checkbox"/>	Standard	Valore effettivo dello stato di carica del serbatoio di accumulo	
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura dei fumi Caldaia a biomassa 1	
<input type="checkbox"/>		Temperatura della camera di combustione Caldaia a biomassa 1	
<input type="checkbox"/>	Standard *	Ossigeno residuo Caldaia a biomassa 1	
<input type="checkbox"/>	Standard	Temperatura dei fumi Caldaia a biomassa 1	
<input type="checkbox"/>		Temperatura della camera di combustione Caldaia a biomassa 1	
<input type="checkbox"/>	Standard *	Ossigeno residuo Caldaia a biomassa 1	
		Punti di misura Separatore di particelle 1; tipo:	
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			
		Punti di misura Separatore di particelle 2; tipo:	
<input type="checkbox"/>			
<input type="checkbox"/>			

* Al fine di ridurre lo sforzo per la registrazione dei dati, è ammissibile una riduzione dei punti di misurazione. Il contatore di calore deve essere dotato di un'interfaccia per registrare la quantità di calore [kWh] o di acqua [m³]. La rappresentazione grafica, tuttavia, deve essere in termini di potenza [kW] o di portata volumetrica [m³/h]. È ammesso un contatore di calore comune per entrambe le caldaie nel ritorno principale (per controllare la potenza della caldaia, l'altra caldaia deve essere fuori servizio).

*** Il contatore di gasolio/gas deve essere dotato di un'interfaccia per registrare la quantità di gasolio o di gas [dm³ o m³]. La rappresentazione grafica, tuttavia, deve essere fatta come flusso di volume [dm³/h o m³/h].

Tabella 96 : Elenco dei punti di misura per la registrazione automatica dei dati (parte 2). In caso di schema idraulico standard, deve essere possibile registrare tutte le variabili misurate contrassegnate con "Standard".

8.5 Allegato al protocollo di approvazione

La fase di esecuzione si conclude con il test di approvazione. Un addendum al protocollo di approvazione deve essere redatto secondo le Tabella 98 a 100.

Alle domande della Tabella 98 deve rispondere all'inizio della fase di gara. L'allegato al protocollo di approvazione secondo la Tabella 99 e la Tabella 100 deve essere completato solo alla fine della fase di esecuzione. Tuttavia, si raccomanda di utilizzare queste tabelle già durante la fase di gara e di esecuzione per la determinazione preliminare dei valori di programmazione in modo che la funzionalità del sistema sia chiaramente riconoscibile.

Chi prepara l'addendum al protocollo di approvazione? <input type="checkbox"/> Progettista principale <input type="checkbox"/> Fornitore di caldaie a biomassa <input type="checkbox"/> Fornitore del sistema principale I&C

Tabella 98 : Domande e risposte sull'allegato al protocollo di approvazione

Descrizione	Unità	Esempio			
Sistema principale I&C					
Collegamento di sistemi I&C principale/secondari tramite interfaccia standard [9]? <input type="checkbox"/> Sì <input type="checkbox"/> No					
■ Controllo del carico					
Temperatura nominale di uscita della caldaia Caldaia a biomassa 1	°C	85			
Temperatura nominale di uscita della caldaia Caldaia a biomassa 2	°C	85			
Temperatura nominale di uscita della caldaia a gasolio/gas	°C	85			
■ Protezione della temperatura di ritorno della caldaia					
Limite della temperatura d'ingresso della Caldaia a biomassa 1	°C	60			
Limite della temperatura d'ingresso della Caldaia a biomassa 2	°C	60			
Limite della temperatura d'ingresso della caldaia a asolio/gas	°C	60			
■ Controllo della carica di accumulo					
Chi specifica l'OFF (o il supporto del letto di fuoco) e la regolazione costante? <input type="checkbox"/> Il sistema di controllo attivo <input type="checkbox"/> Sempre la caldaia a biomassa Come viene commutato il "controllo continuo" in "accumulo di carica/scarica"? <input type="checkbox"/> Commutazione manuale <input type="checkbox"/> Altro:					
Setpoint stato di carica del serbatoio di accumulo	%	60			
Sensore del serbatoio di accumulo "caldo"	°C	≥75			
Sensore del serbatoio di accumulo "freddo"	°C	≤65			
Controllo continuo Regolatore slave	Regolatore slave in banda P 1 (solo caldaia a biomassa 1)	%	75		
	Tempo di integrazione regolatore slave 1 (solo caldaia a biomassa 1)	Min.	20		
	Regolatore slave 2 in banda P (solo caldaia a biomassa 2)	%	150		
	Tempo di integrazione regolatore slave 2 (solo caldaia a biomassa 2)	Min.	20		
	Regolatore slave in banda P 3 (caldaia a biomassa 1+2)	%	225		
	Tempo di integrazione regolatore slave 3 (caldaia a biomassa 1+2)	Min.	20		
Regolatore a due stadi	Caldaia a biomassa 1 regolazione in continuo della potenza termica fornita nominale.	%	≥35		
	Caldaia a biomassa 1 OFF / letto di fuoco della potenza termica fornita nominale	%	≤25		

(caldaia a gasolio/gas in sequenza)	Caldaia a biomassa 2 regolazione in continuo della potenza termica fornita nominale.	%	≥ 35			
	Caldaia a biomassa 2 OFF / letto di fuoco della potenza termica fornita nominale	%	≤ 25			
	Caldaia a gasolio/gas stadio 1 ON della potenza termica fornita nominale	%	≥ 45			
	Caldaia a gasolio/gas stadio 1 OFF della potenza termica fornita nominale	%	≤ 35			
	Caldaia a gasolio/gas stadio 2 ON della potenza termica fornita nominale	%	≥ 75			
	Caldaia a gasolio/gas stadio 2 OFF della potenza termica fornita nominale	%	≤ 65			

Tabella 99 : Supplemento al protocollo d'approvazione (parte 1) - valori d'impostazione (i valori numerici inseriti in tabella sono ad esempio e vanno quindi cancellati).

Descrizione	Unità	Esempio			
■ Controllo di sequenza Caldaia a biomassa 2 - Caldaia a biomassa 1+2 (modificare se necessario)					
Criterio di sblocco Caldaia a biomassa 1: Potenza termica fornita nominale Caldaia a biomassa 2 (come % della potenza totale)	%	100 (67)			
E tempo di ritardo	Min.	60			
Criterio di blocco Caldaia a biomassa 1: Potenza termica fornita nominale Caldaia a biomassa 1+2	%	30			
E tempo di ritardo	Min.	60			
■ Controllo di sequenza Caldaia a biomassa 1+2 - caldaia a gasolio/gas (modificare se necessario)					
Criterio di sblocco: Temperatura dell'aria esterna	°C	≤ 0			
E (potenza termica fornita nominale Caldaia a biomassa 1+2	%	100			
E tempo di ritardo)	Min.	30			
Criterio di blocco: Potenza termica fornita nominale Caldaia a biomassa 1+2	%	90			
E tempo di ritardo	Min.	10			
Caldaia a biomassa 1					
■ Impostazioni di uscita del calore					
Impostare la potenza termica minima con il combustibile di riferimento	kW	100			
Impostare la potenza termica massima con il combustibile di riferimento	kW	330			
■ Sistema I&C secondario 1					
Setpoint della temperatura dell'acqua della caldaia per modalità di funzionamento "locale	°C	85			
Limite della temperatura dell'acqua della caldaia	°C	95			
Spegnimento di sicurezza alla temperatura dell'acqua della caldaia	°C	110			
Caldaia a biomassa 2					
■ Impostazioni di uscita del calore					
Impostare la potenza termica minima con il combustibile di riferimento	kW	200			
Impostare la potenza termica massima con il combustibile di riferimento	kW	670			
■ Sistema I&C secondario 2					
Setpoint della temperatura dell'acqua della caldaia per modalità di funzionamento "locale	°C	85			
Limite della temperatura dell'acqua della caldaia	°C	95			
Spegnimento di sicurezza alla temperatura dell'acqua della caldaia	°C	110			
Caldaia a gasolio/gas					
■ Impostazioni di uscita del calore					
Impostare la potenza termica minima	kW	670			
Impostare la potenza termica massima	kW	1670			
■ Sistema I&C secondario 3					
Limite della temperatura dell'acqua della caldaia	°C	90			
Spegnimento di sicurezza alla temperatura dell'acqua della caldaia	°C	110			

Tabella 100: Supplemento al protocollo d'approvazione (parte 2) - valori d'impostazione (i valori numerici inseriti in tabella sono ad esempio e vanno quindi cancellati).

9. Rete di teleriscaldamento (se presente)

9.1 Consumatori di calore

Per quanto riguarda i consumatori di calore, è necessario rispondere alle domande della Tabella 101.

Descrizione	Domande e risposte
Connessioni a pressione differenziale sulla rete di teleriscaldamento Capitolo 12	<p>Come vengono controllate le connessioni a pressione differenziale sulla rete di teleriscaldamento?</p> <p><input type="checkbox"/> Regolatore individuale</p> <p><input type="checkbox"/> PLC del sistema principale I&C per la produzione di calore</p> <p><input type="checkbox"/> PLC della/e caldaia/e a biomassa, che viene utilizzata come sistema principale I&C della produzione di calore.</p> <p><input type="checkbox"/> Piccolo sistema di guida</p> <p><input type="checkbox"/> Sistema di gestione dell'edificio</p> <p>Sono installati regolatori di pressione differenziale?</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> Sì, regolatore di pressione differenziale tra mandata e ritorno</p> <p><input type="checkbox"/> Sì, valvole combinate</p>
Responsabilità secondo le fasi e i clienti	<p>Come sono regolate le responsabilità nella fase di pianificazione delle gare d'appalto?</p> <p><input type="checkbox"/> Specifica di tutti i clienti da parte del progettista principale</p> <p>Come sono regolate le responsabilità nella fase di esecuzione e approvazione?</p> <p><input type="checkbox"/> Pianificazione generale di tutti i clienti da parte del progettista principale</p> <p><input type="checkbox"/> Pianificazione generale di tutti i clienti da parte del fornitore principale dei sistemi I&C</p> <p><input type="checkbox"/> Pianificazione di ogni acquirente da parte del rispettivo fornitore</p>

Tabella 101 : Domande e risposte sui consumatori di calore.

9.2 Rete di teleriscaldamento

Per quanto riguarda la rete di teleriscaldamento, è necessario rispondere alle domande della Tabella 1012.

Descrizione	Domande e risposte
Rete di teleriscaldamento	<p>Quali sono le caratteristiche delle tubazioni?</p> <p><input type="checkbox"/> Tubi rigidi in plastica, tubo interno in acciaio</p> <p><input type="checkbox"/> Tubi flessibili in plastica, tubo interno in acciaio</p> <p><input type="checkbox"/> Tubi flessibili in plastica, tubo interno in plastica</p> <p><input type="checkbox"/> Tubi flessibili in plastica, doppio tubo interno in acciaio</p> <p><input type="checkbox"/> Tubi flessibili di rivestimento in plastica, doppio tubo interno in plastica</p> <p><input type="checkbox"/> Tubi flessibili di rivestimento in acciaio, tubo interno in acciaio</p> <p><input type="checkbox"/> Altro:</p> <p>Qual è il sistema di monitoraggio e localizzazione dei guasti?</p> <p><input type="checkbox"/> Metodo di resistenza</p> <p><input type="checkbox"/> Metodo del tempo di transito degli impulsi</p> <p><input type="checkbox"/> Altro:</p> <p>Come sono fatte le connessioni di rete?</p> <p><input type="checkbox"/> Raccordi</p> <p><input type="checkbox"/> Perforazione</p> <p>Come vengono posati i tubi?</p> <p><input type="checkbox"/> Termicamente non pre tensionato</p> <p><input type="checkbox"/> Pretensionato termicamente</p>
Estensione	<p>Lunghezza totale della rete Trm</p> <p>Lunghezza della linea principale più sfavorevole rilevante per il calcolo della rete di teleriscaldamento Trm</p> <p>Lunghezza della diramazione più sfavorevole rilevante per il calcolo della rete di teleriscaldamento Trm</p> <p>Lunghezza della connessione utenze più sfavorevole rilevante per il distretto calcolo della rete di riscaldamento Trm</p> <p>Lunghezza determinante del tubo = 2 x (linea principale + diramazione + collegamento casa)..... m</p>
Calcolo della rete di teleriscaldamento	<p>Come è stata calcolata la rete di teleriscaldamento?</p> <p>Metodo (es. software)</p> <p>- Temperatura dell'acqua di riscaldamento usata come base °C</p> <p>- Rugosità del tubo usata come base mm</p> <p>Velocità massima del flusso al DN m/s</p> <p>Perdita di carico della linea principale + diramazione + collegamento utenze kPa</p> <p>Perdita di carico specifica del tubo di rete = perdita di carico / lunghezza del tubo Pa/m</p> <p>Perdita di carico dell'utente di calore più sfavorevole (nodo critico) kPa</p> <p>Caduta di pressione a riposo (precontrollo ecc.) kPa</p> <p>Prevalenza della pompa di rete necessaria m</p> <p>Pressione nominale della rete di teleriscaldamento bar</p>
Responsabilità	<p>Come sono regolate le responsabilità nella fase di pianificazione delle gare d'appalto?</p> <p><input type="checkbox"/> Specifica della linea dorsale da parte del progettista principale</p> <p><input type="checkbox"/> Altro:</p> <p>Come sono regolate le responsabilità nella fase di esecuzione e approvazione?</p> <p><input type="checkbox"/> Programmazione generale della linea principale da parte del progettista principale</p> <p><input type="checkbox"/> Altro:</p>

Tabella 102 : Domande e risposte sulla rete di teleriscaldamento

9.3 Precontrollo, pompa di rete, controllo della pressione differenziale

Il **precontrollo** della rete di teleriscaldamento deve essere tarato sulle condizioni atmosferiche e controllato a tempo dal sistema I&C principale. Il precontrollo può essere realizzato con una o due valvole di controllo (vedi Manuale di progettazione [4]).

Il precontrollo non è necessario se la rete ~~di calore~~ deve operare sempre al livello di temperatura della produzione del calore.

Nel caso di reti di teleriscaldamento estese, si possono usare anche **più pompe di rete** se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- Collegamento in parallelo di due pompe, se solo una pompa alla volta è in funzione (cioè la seconda pompa è usata come pompa di riserva)
- Collegamento in parallelo di più pompe, se più pompe possono permettere di raggiungere la portata richiesta (efficienza, costi).
- Collegamento in serie di più pompe, se più pompe possono permettere di raggiungere la prevalenza richiesta (efficienza, costi).

Dimensionamento della pompa di rete secondo la Tabella 103

La pompa di rete deve essere dotata di un **controllo della pressione differenziale**. Il punto o i punti di misurazione del controllo della pressione differenziale devono essere scelti in modo tale che la fluttuazione della differenza di pressione nella rete sia non più grande del necessario per garantire un funzionamento senza guasti in ogni modalità operativa (vedi Manuale di progettazione [4]).

Per la descrizione del sistema di precontrollo e controllo della pressione differenziale della rete di teleriscaldamento, bisogna rispondere alle domande della Tabella 104

Progettazione del sistema idraulico e di controllo	Unità	Esempio			Etichetta
Limiti di temperatura garantiti					
Temperatura massima di alimentazione della rete di teleriscaldamento	°C	85			T*61
Temperatura massima ammissibile di ritorno della rete di teleriscaldamento	°C	55			T*62
Precontrollo e pompa di rete					
Consegna di calore dalla rete di teleriscaldamento	kW	1000			
Portata della pompa della rete di mandata	m ³ /h	28,7			P*61
Delivery head network pump	m	25			P*61
Portata della valvola di controllo del sistema di pre-controllo della rete di teleriscaldamento	m ³ /h	28,7			V*61
Caduta di pressione della valvola di controllo	kPa	10			V*61
Sezione di perdita di pressione con flusso di volume variabile	kPa	8			
Autorità della valvola risultante	--	0,56			V*61
Numero corrispondente allo schema idraulico standard utilizzato					

Tabella 103 : Dimensionamento della pompa di precontrollo e di rete (i valori inseriti come esempio sono da cancellare).

Montaggio	Domande e risposte
Precontrollo compensato dalle condizioni atmosferiche	Come si realizza il precontrollo? <input type="checkbox"/> Attraverso il sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Attraverso il PLC della caldaia a biomassa <input type="checkbox"/> Regolatore individuale separato

rete di teleriscaldamento	Numero di valvole di controllo? <input type="checkbox"/> 1 valvola di controllo <input type="checkbox"/> 2 valvole di controllo in parallelo
Pompa(i) di rete	Numero e modalità di funzionamento? <input type="checkbox"/> Una pompa <input type="checkbox"/> Due pompe in serie; motivo: <input type="checkbox"/> Due pompe in funzionamento alternativo <input type="checkbox"/> Due pompe in funzionamento parallelo (non raccomandato!)
	Design? <input type="checkbox"/> Pompa(e) a scatola <input type="checkbox"/> Pompa(e) in linea <input type="checkbox"/> Pompa(e) a basamento
Controllo della pressione differenziale	Come si realizza il controllo della pressione differenziale? <input type="checkbox"/> Controllo della pressione costante incorporato nella/e pompa/e <input type="checkbox"/> Controllo proporzionale della pressione incorporato nella/e pompa/e (caratteristica della pompa cosiddetta "negativa") <input type="checkbox"/> Attraverso il sistema principale I&C <input type="checkbox"/> Attraverso il PLC della caldaia a biomassa <input type="checkbox"/> Regolatore/i individuale/i separato/i
	Qual è il metodo di controllo della pressione differenziale? <input type="checkbox"/> Pressione costante sopra la/e pompa/e <input type="checkbox"/> Pressione proporzionale sulla/e pompa/e <input type="checkbox"/> Pressione costante tra mandata e ritorno alla/e pompa/e <input type="checkbox"/> Pressione costante in un punto di misurazione nella rete; punto di misurazione: <input type="checkbox"/> Cattivo controllo nel punto Punti di misura nella rete <input type="checkbox"/> Controllo alla posizione della valvola di controllo dell'utente di calore più sfavorevole in ogni caso
	Tipo di regolazione della velocità? <input type="checkbox"/> Pompa(e) incorporata(e) <input type="checkbox"/> Convertitore(i) di frequenza separato(i)

Tabella 104 : Risposte alle domande sul precontrollo della pompa di rete e sul controllo della pressione differenziale

10. Modifiche specifiche del sistema

Modifiche specifiche del sistema dovrebbero essere integrate in questa descrizione, se possibile; possono essere, per esempio:

- Modalità operative speciali
- Informazioni sul controllo del programma orario
- Informazioni allarmanti
- Specifiche per pannelli di controllo, connessioni a spina, ecc.
- Requisiti per l'espansione subordinata, attrezzature di riempimento, qualità dell'acqua di riscaldamento, ecc.
- Requisiti specifici del luogo per le funzioni di sicurezza

Il capitolo 10 è disponibile per questo scopo. La suddivisione in capitoli è lasciata all'utente.

11. Utenti dell'impianto di riscaldamento centralizzato (collegamenti differenziali a bassa pressione)

11.1 Possibilità di realizzazione

- Il controllo/regolazione dei gruppi di riscaldamento nell'impianto di riscaldamento centralizzato tramite **regolatori individuali** è la soluzione più semplice per i sistemi più piccoli.
- Una soluzione possibile è anche tramite il **PLC del sistema principale I&C dell'impianto** o il **PLC della/e caldaia/e a biomassa** (se questo è già utilizzato come sistema principale I&C della produzione di calore).
- Per le installazioni di medie e grandi dimensioni, una soluzione può essere rappresentata anche da un **piccolo sistema di guida** o un **più grande sistema di gestione degli edifici**.

11.2 Circuito idraulico

I circuiti idraulici standard sono quelli mostrati nella Figura 105:

- WA1: Collegamento diretto di un **gruppo di riscaldamento senza scambiatore di calore** con valvola a tre vie (circuito di miscelazione)
- WA2: Collegamento indiretto di un **gruppo di riscaldamento con scambiatore di calore** in caso di grande dislivello geodetico dell'impianto e/o alta pressione della pompa in caso di impianti estesi (possibile una minore pressione di esercizio del gruppo di riscaldamento).
- WA3a: Collegamento di uno **scaldacqua con scambiatore di calore esterno e controllo della carica**: ne risulta un'elevata potenza di riscaldamento costante con una temperatura dell'acqua calda costante elevata e una definite temperatura di ritorno bassa
- WA3b: Collegamento di uno **scaldacqua con scambiatore di calore esterno senza controllo della carica**: Si può rinunciare alla regolazione della carica dello scaldacqua secondo WA3a se la temperatura di ritorno massima ammessa può comunque essere garantita da misure idrauliche e di regolazione adeguate (questo requisito non deve essere soddisfatto per un sistema senza serbatoio di accumulo).
- WA3c: Collegamento di uno **scaldacqua con scambiatore di calore interno**: La temperatura di ritorno massima ammissibile deve essere garantita da sistemi idraulici e di controllo adeguati (per un sistema senza serbatoio di accumulo, questo requisito non deve essere soddisfatto).

11.3 Progettazione idraulica e di controllo

La progettazione idraulica e di controllo deve essere eseguita in funzione delle normative. Devono essere soddisfatti i requisiti indicate nelle linee guida Q [1] e nel manuale di progettazione [4]; in particolare:

- Autorità della valvola $\geq 0,5$, cioè caduta di pressione attraverso la valvola di controllo \geq Caduta di pressione attraverso la sezione a flusso variabile
- In caso di più gruppi di riscaldamento con valvole a tre vie: Prevenzione dell'influenza reciproca dovuta alla cattiva circolazione, cioè caduta di pressione massima sulle sezioni con portata variabile $\leq 20\%$ di prevalenza della pompa del gruppo più piccolo (il primo E il secondo requisito devono essere soddisfatti!)
- Se la temperatura massima di alimentazione del gruppo di riscaldamento è inferiore alla temperatura massima di alimentazione sul lato primario, è necessario installare un compensatore idraulico a monte della pompa del gruppo

- I circuiti devono essere progettati in modo tale che la massima temperatura di ritorno ammissibile possa essere mantenuta in ogni modalità operativa.

Le **utenze sul lato secondario degli scambiatori di calore** (qui in particolare WA2) devono essere sempre collegate come collegamenti a pressione differenziale secondo il punto 12.2. Le connessioni a basso differenziale di pressione sono possibili solo in casi eccezionali, se la perdita di carico sul lato secondario dello scambiatore di calore alla portata di progetto soddisfa i requisiti di cui sopra.

11.4 Descrizione funzionamento

■ **WA1:** Regolazione della temperatura di mandata compensata dalle condizioni atmosferiche. Per i sistemi con serbatoio di accumulo, limitazione della temperatura di ritorno se c'è il rischio di superare la temperatura massima di ritorno ammessa.

■ **WA2:** Regolazione compensata dalle condizioni atmosferiche della temperatura di mandata lato secondario tramite la valvola a tre vie lato primario. Per i sistemi con serbatoio di accumulo/accumulo, limitazione della temperatura di ritorno sul lato primario se c'è il rischio di superare la temperatura di ritorno massima consentita.

■ **WA3a:** Controllo della carica dello accumulodi acqua calda ad un valore fisso tramite la valvola a tre vie sul lato secondario. Sensore di combustione in alto (ad es. a 2/3 di altezza) e sensore di spegnimento sul fondo dello accumulo/accumulo. Regolazione sul lato primario della temperatura d'ingresso dello scambiatore di calore tramite la valvola a tre vie sul lato primario (protezione contro la calcificazione). Nel caso di un sistema con accumulo/acumulo, limitazione della temperatura di ritorno sul lato primario se c'è il rischio di superare la temperatura di ritorno massima consentita.

■ **WA3b:** Sensore di combustione in alto (ad es. a 2/3 di altezza) e sensore di spegnimento sul fondo dello accumulo/accumulo. Regolazione lato primario della temperatura d'ingresso dello scambiatore di calore tramite la valvola a tre vie lato primario (protezione contro la calcificazione). Nel caso di un sistema con accumulo, limitazione della temperatura di ritorno sul lato primario se c'è il rischio di superare la temperatura di ritorno massima consentita.

■ **WA3c:** Sensore di combustione in alto (per esempio a 2/3 di altezza) e sensore di spegnimento sul fondo dello accumulo/accumulo. Regolazione sul lato primario della temperatura d'ingresso dello scambiatore di calore tramite la valvola a tre vie sul lato primario (protezione contro la calcificazione). Nel caso di un sistema con accumulo, limitazione della temperatura di ritorno sul lato primario se c'è il rischio di superare la temperatura di ritorno massima consentita.

Gli elementi di strozzamento con la nota "non applicabile se non c'è variazione di temperatura" nella Figura 105 sono necessari nei seguenti casi:

- Il consumatore di calore ha un sistema di riscaldamento a pavimento con una temperatura di alimentazione molto più bassa della rete di teleriscaldamento.
- Il consumatore di calore ha un sistema di riscaldamento ad acqua dura (prevenzione della calcificazione dello scambiatore di calore).

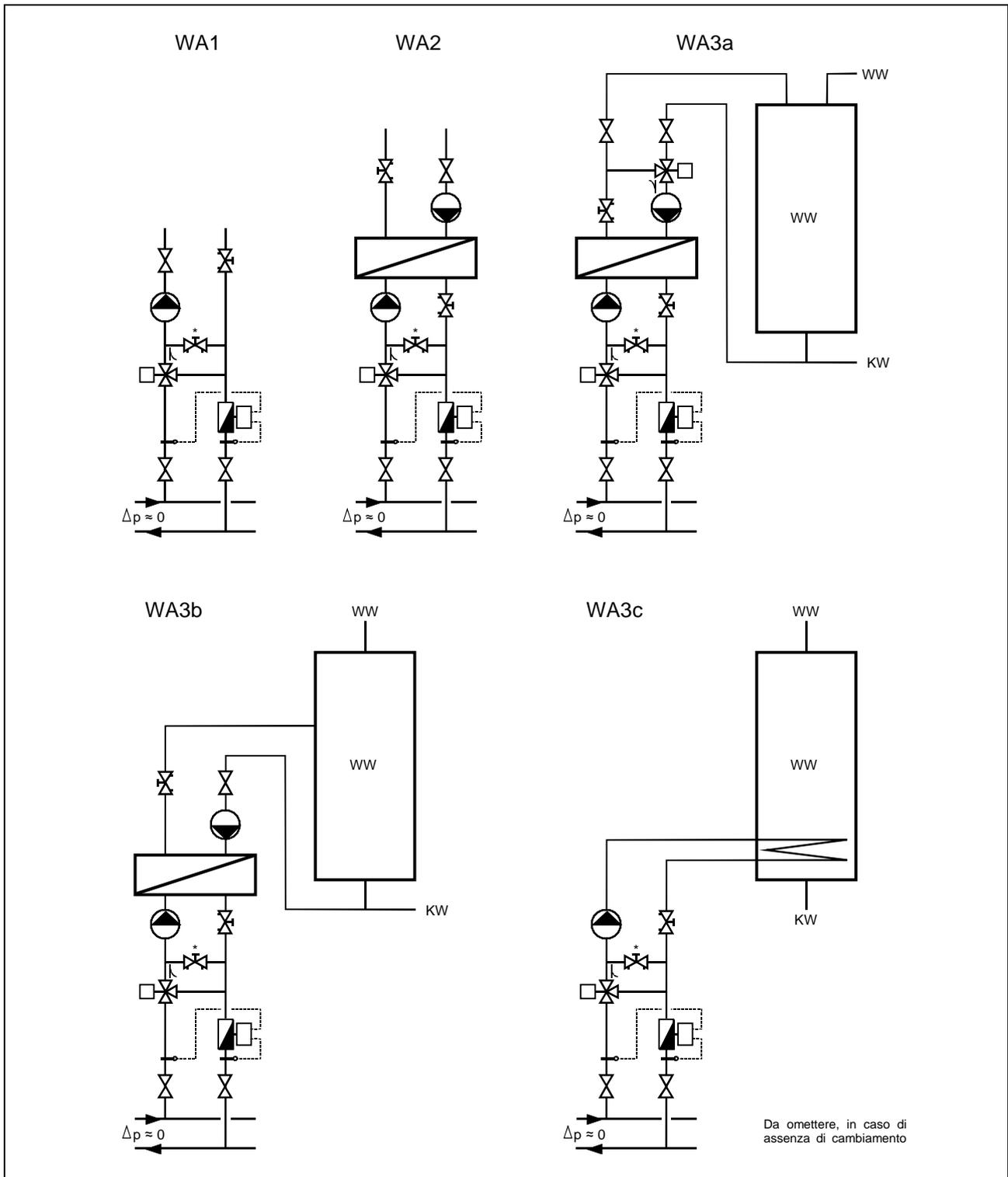


Figura 105 : Schema principale dei collegamenti differenziali a bassa pressione nell'impianto di riscaldamento centralizzato. I dispositivi di sicurezza e il sistema di espansione non sono mostrati; questi devono essere progettati secondo le norme specifiche del paese.

12. Utenti della rete di teleriscaldamento (connessioni con differenza di pressione)

12.1 Possibilità di realizzazione

- Il controllo/regolazione delle connessioni della rete di teleriscaldamento per mezzo di **regolatori individuali** è la soluzione più semplice per i sistemi più piccoli
- Per le installazioni di medie e grandi dimensioni, una soluzione può anche essere tramite un **piccolo sistema di guida** o un **più grande sistema di gestione degli edifici**

12.2 Circuito idraulico

I circuiti idraulici standard sono quelli mostrati nelle Figura 106 e 107.

- WA4a: Collegamento diretto di un **gruppo di riscaldamento senza scambiatore di calore per mezzo di** un circuito a farfalla (flusso variabile nel gruppo di riscaldamento, per esempio collegamento di un scaldaria).
- WA4b: Collegamento diretto di un **gruppo di riscaldamento senza scambiatore di calore** per mezzo di un circuito di iniezione con valvola a via dritta (flusso costante nel gruppo di riscaldamento, ad esempio collegamento di un radiatore o di un riscaldamento a pavimento).
- WA5: Collegamento indiretto di un **gruppo di riscaldamento con scambiatore di calore in** caso di grande dislivello geodetico dell'impianto e/o alta pressione della pompa in caso di impianti estesi (possibile una minore pressione di esercizio del gruppo di riscaldamento).
- WA6: **Gruppo di riscaldamento combinato senza scambiatore di calore e scaldacqua/scaldacqua/scaldabagno:**
 - Collegamento diretto del gruppo di riscaldamento
 - WA6a: Collegamento di uno scaldacqua/scaldacqua/scaldabagno con scambiatore di calore esterno e controllo della carica: ne risulta un'alta e costante potenza ad un'alta e costante temperatura dell'acqua calda e una bassa temperatura di ritorno definita.
 - WA6b: Collegamento di uno scaldacqua/scaldacqua/scaldabagno con scambiatore di calore esterno senza regolazione della carica: Si può rinunciare alla regolazione della carica dello scaldacqua/scaldacqua/scaldabagno secondo WA3a se la temperatura di ritorno massima ammessa può comunque essere garantita da soluzioni idrauliche e di regolazione/controllo adeguate.
 - WA6c: Collegamento di uno scaldacqua/scaldacqua/scaldabagno con scambiatore di calore interno: La temperatura massima ammissibile di ritorno deve essere garantita da soluzioni idrauliche e di controllo adeguate.
- WA7: **Gruppo di riscaldamento combinato con scambiatore di calore e scaldacqua/scaldacqua/scaldabagno:**
 - Collegamento indiretto del gruppo di riscaldamento in caso di grande dislivello geodetico dell'impianto e/o alta pressione della pompa in caso di impianti estesi (possibile una minore pressione di esercizio del gruppo di riscaldamento)
 - WA7a: Collegamento di un scaldacqua/scaldacqua/scaldabagno con scambiatore di calore esterno e controllo della carica: ne risulta un'alta e costante potenza ad un'alta e costante temperatura dell'acqua calda e una bassa temperatura di ritorno definita.
 - WA7b: Collegamento di un scaldacqua/scaldacqua/scaldabagno con scambiatore di calore esterno senza regolazione della carica: Si può rinunciare alla regolazione della carica dello scaldacqua secondo WA3a

se la temperatura di ritorno massima ammessa può comunque essere garantita da soluzioni idrauliche e di controllo adeguate.

- WA7c: Collegamento di uno scaldacqua/scaldacqua/scaldabagno con scambiatore di calore interno: La temperatura massima ammissibile di ritorno deve essere garantita da soluzioni idrauliche e di controllo adeguate.

■ **WA8: Collegamento con scambiatore di calore e diversi gruppi di riscaldamento e scaldacqua/scaldacqua/scaldabagno sul lato secondario:**

- Collegamento indiretto in caso di grande dislivello geodetico dell'impianto e/o alta pressione della pompa in caso di impianti estesi (possibile una minore pressione di esercizio del gruppo di riscaldamento).
- Collegamento differenziale a bassa pressione sul lato secondario analogo agli schemi idraulici standard WA1 (gruppi di riscaldamento) e WA3a... WA3c (scaldacqua/scaldacqua/scaldabagno)

Attenzione: Questo circuito è possibile solo se il collegamento del lato secondario dello scambiatore di calore può essere realizzato con una differenza di pressione così bassa da soddisfare i seguenti requisiti:

- Autorità della valvola $\geq 0,5$, cioè caduta di pressione attraverso la valvola anticaduta \geq Caduta di pressione attraverso la sezione a portata variabile (= scambiatore di calore + tubi di collegamento)
- Caduta di pressione massima attraverso le sezioni a flusso variabile \leq .

■ **WA9: Stazione di trasferimento del calore con serbatoio di accumulo per diversi gruppi di riscaldamento e scaldacqua/scaldabagni:**

- Per i consumatori di calore con elevati carichi di picco
- Collegamento differenziale a bassa pressione sul lato secondario analogo agli schemi idraulici standard WA1 (gruppi di riscaldamento) e WA3a...WA3c (scaldacqua)

Attenzione: Osservare la pressione nominale del serbatoio dell'acqua di riscaldamento.

Gli scambiatori di calore per la preparazione dell'acqua calda negli schemi idraulici standard WA6 e WA7 sono sempre collegati come il circuito WA4a, in modo che sia possibile anche la preparazione dell'acqua calda con acqua dura (prevenzione della calcificazione dello scambiatore di calore). Se questo non è necessario (acqua dolce o temperatura della rete di teleriscaldamento sempre inferiore a 70°C), è anche possibile collegare il circuito analogico WA4b o WA5 (cioè la pompa e la valvola di non ritorno sono omesse).

Le valvole di controllo nel compensatore idraulico per prevenire l'aumento della temperatura di ritorno a causa di miscircolazione (flusso primario > flusso secondario) possono essere omesse se gli svantaggi superano il vantaggio menzionato.

Gli svantaggi sono:

- Disaccoppiamento idraulico su un solo lato
- Le pressioni della pompa sono aggiunte in caso di miscircolazione
- Il gruppo si scalda nonostante la pompa sia spenta, se la valvola viene aperta involontariamente

Il compensatore idraulico o le valvole di sfioro per assicurare un flusso minimo alla fine delle stringhe (per esempio la prevenzione dei "rubinetti freddi") sono ammessi solo se non sono possibili altre soluzioni e si può garantire che il flusso sia così basso che non si verifichino malfunzionamenti (difficile in sistemi con serbatoi di accumulo/accumulo!).

I circuiti sono anche considerati schemi idraulici standard se

- le valvole a via diretta sono montate nel ritorno,
- i regolatori di pressione differenziale sono montati nel flusso,
- il controllo della pressione differenziale avviene direttamente prima di ogni valvola a via diretta (valvole combinate).

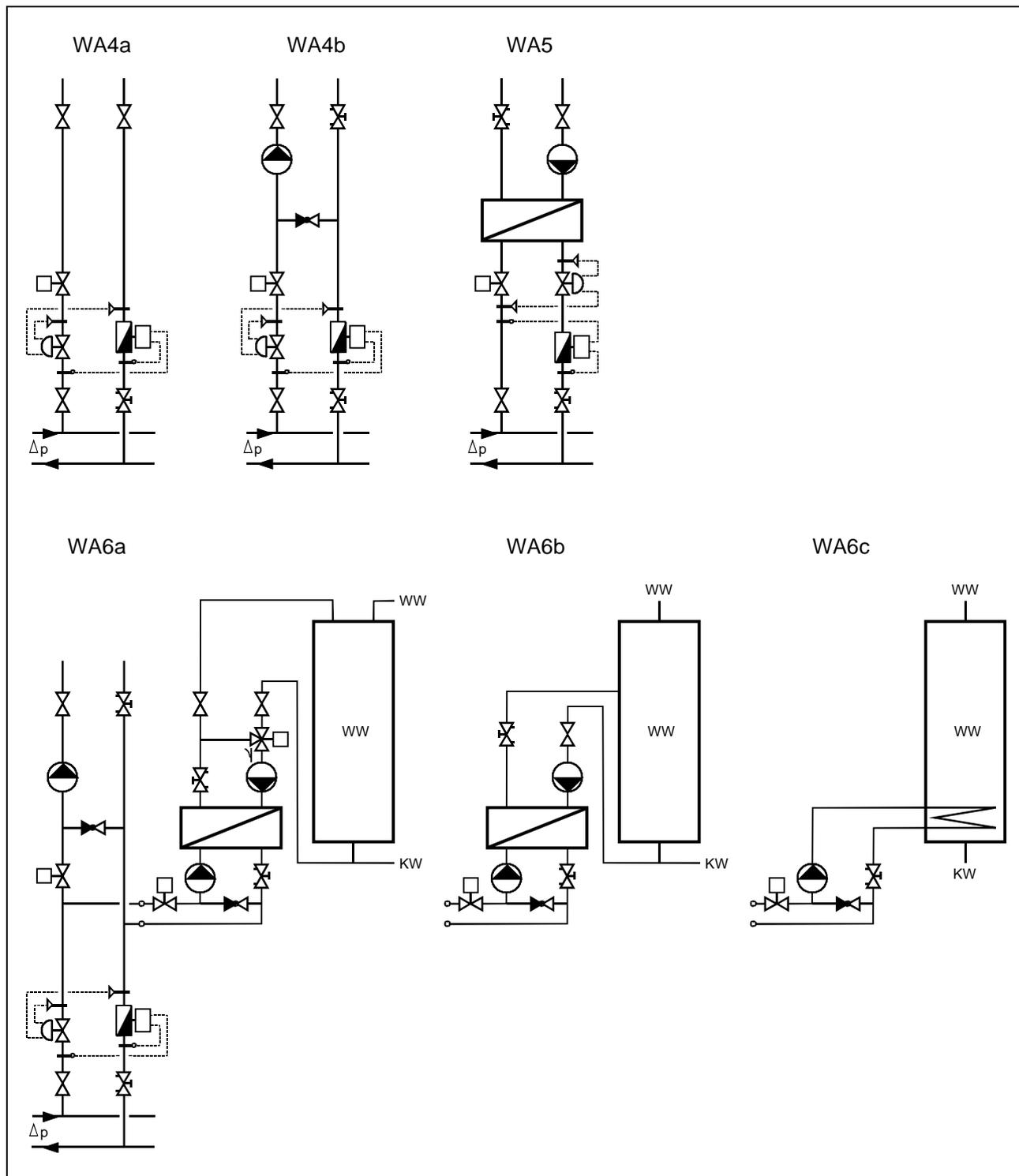


Figura 106 : Schema principale delle connessioni a pressione differenziale sulla rete di teleriscaldamento WA4 a WA6. I dispositivi di sicurezza e i dispositivi di espansione non sono mostrati; questi devono essere progettati in conformità con le norme specifiche del paese.

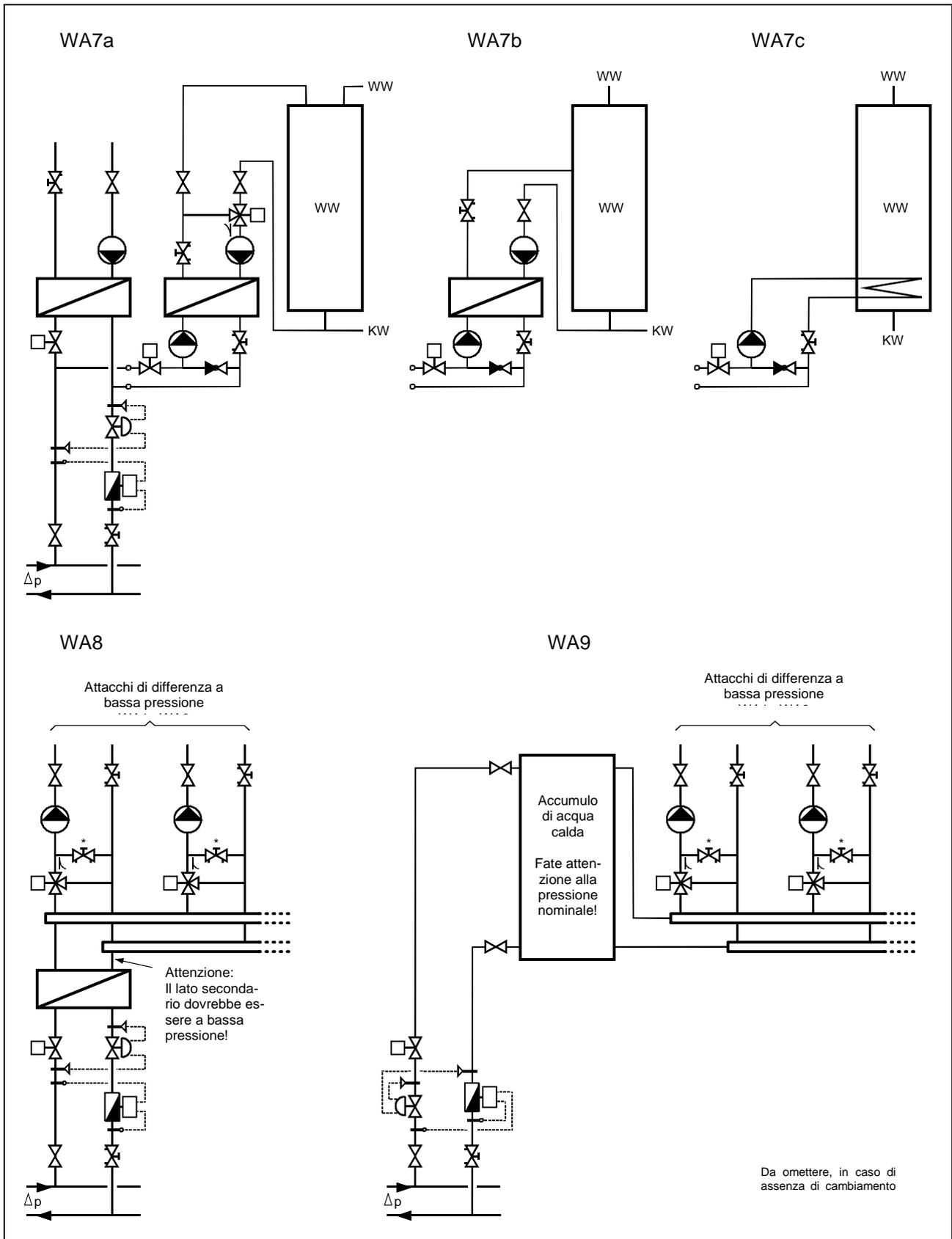


Figura 107 : Schema principale delle connessioni a pressione differenziale sulla rete di teleriscaldamento da WA7 a WA9. I dispositivi di sicurezza e i dispositivi di espansione non sono mostrati; questi devono essere progettati in conformità con le norme specifiche del paese.

12.3 Altre varianti

Per tutti i circuiti con preparazione di acqua calda, valgono anche le seguenti opzioni (Figura 108):

■ **Utilizzo del calore residuo:** Apparecchiatura con uno scambiatore di calore supplementare nella linea dell'acqua fredda per raffreddare il più possibile il flusso di ritorno. Questo circuito può essere combinato con tutti gli schemi idraulici standard da WA6 a WA9. Attenzione alle alte temperature di ritorno e all'acqua potabile dura!

■ **Preparazione di acqua calda per mezzo di uno scaldacqua/scaldacqua/scaldabagno istantaneo:** Questo circuito può essere combinato con gli schemi idraulici standard da WA6 a WA9 (collegamento analogo alle varianti a, b e c). Lo svantaggio di questo circuito è:

- Potenza di picco dell'acqua calda spesso insufficiente
- I picchi di potenza che si verificano frequentemente non possono essere eliminati da un "interruttore di priorità della caldaia".
- Adatto solo per acqua potabile dolce

■ **Connessioni con pompa a getto:** Questo circuito può essere utilizzato analogamente agli schemi idraulici standard da WA4 a WA9. La pompa a getto permette un controllo della temperatura con flusso variabile. Per confronto: WA4a permette un controllo di flusso con flusso variabile, WA4b un controllo di temperatura con flusso costante.

Si consiglia cautela a causa della portata variabile in reti mal bilanciate (pericolo di "morire" di parti del sistema poco fluide a basso carico).

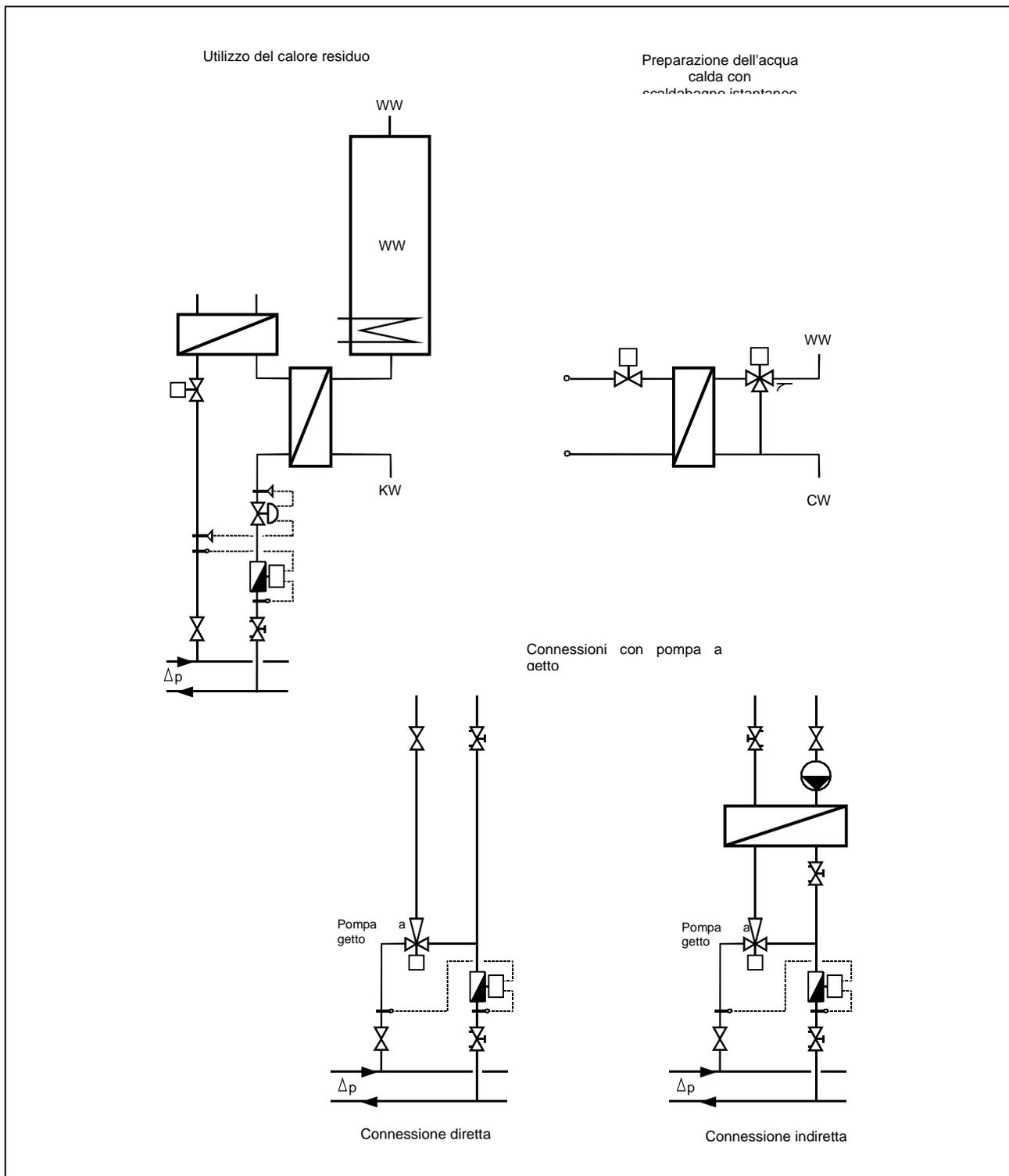


Figura 108 : Utilizzo del calore residuo per raffreddare il più possibile il flusso di ritorno e la preparazione dell'acqua calda per mezzo di uno scaldacqua/scaldacqua/scaldabagno istantaneo (per l'integrazione e i possibili problemi vedere il testo!)

12.4 Progettazione idraulica e di controllo

La progettazione idraulica e di controllo deve essere eseguita in funzione delle normative. Devono essere soddisfatti i requisiti definiti nelle linee guida Q [1] e nel manuale di progettazione [4]; in particolare:

- Autorità della valvola per le valvole a tre vie $\geq 0,5$
- Autorità della valvola per valvole a via diritta $\geq 0,3$
- I circuiti devono essere progettati in modo tale che la massima temperatura di ritorno ammissibile possa essere mantenuta in ogni modalità operativa.

I **rubinetti sul lato secondario degli scambiatori di calore** (qui in particolare WA5 e da WA7 a WA9) dovrebbero essere collegati, se possibile, come collegamenti a pressione differenziale secondo i requisiti sopra menzionati. Collegamenti differenziali a bassa pressione sono possibili solo se la caduta di pressione sul lato secondario dello scambiatore di calore alla portata di progetto è conforme ai requisiti del punto 12.2.

12.5 Descrizione funzionamento

■ **WA4a e WA4b:** regolazione della temperatura di mandata compensata dalle condizioni atmosferiche. Limitazione della temperatura di ritorno se c'è il rischio di superare la massima temperatura di ritorno ammessa.

■ **WA5:** Regolazione compensata dalle condizioni atmosferiche della temperatura di mandata lato secondario tramite la valvola a via diritta lato primario. Limitazione della temperatura di ritorno sul lato primario se c'è il rischio di superare la temperatura di ritorno massima consentita.

■ **WA6 Circuito di riscaldamento:** Regolazione della temperatura di mandata compensata dalle condizioni atmosferiche. Limitazione della temperatura di ritorno se c'è il rischio di superare la temperatura massima di ritorno ammessa. **Riscaldamento dell'acqua:**

- WA6a: Controllo della carica dello accumulodi acqua calda ad un valore fisso tramite la valvola a tre vie sul lato secondario. Sensore di combustione in alto (ad es. a 2/3 di altezza) e sensore di spegnimento sul fondo dello accumulodi/accumulo. Regolazione lato primario della temperatura d'ingresso dello scambiatore di calore tramite la valvola a tre vie lato primario (protezione contro la calcificazione). Limitazione della temperatura di ritorno se c'è il rischio di superare la temperatura di ritorno massima consentita.
- WA6b: Sensore di combustione in alto (ad es. a 2/3 di altezza) e sensore di spegnimento sul fondo dell'accumulo. Regolazione lato primario della temperatura d'ingresso dello scambiatore di calore tramite la valvola a tre vie lato primario (protezione contro la calcificazione). Limitazione della temperatura di ritorno se c'è il rischio di superare la temperatura di ritorno massima consentita.
- WA6c: Sensore di combustione in alto (per esempio a 2/3 di altezza) e sensore di spegnimento sul fondo dell'accumulo. Regolazione lato primario della temperatura d'ingresso dello scambiatore di calore tramite la valvola a tre vie lato primario (protezione contro la calcificazione). Limitazione della temperatura di ritorno se c'è il rischio di superare la temperatura di ritorno massima consentita.

■ **WA7 Circuito di riscaldamento:** Regolazione compensata dalle condizioni atmosferiche della temperatura di mandata lato secondario tramite la valvola a via diritta lato primario. Limitazione della temperatura di ritorno sul lato primario se c'è il rischio di superare la temperatura di ritorno massima consentita.

Riscaldamento dell'acqua:

- WA7a: Controllo della carica dell'accumulo di acqua calda ad un valore fisso tramite la valvola a tre vie sul lato secondario. Sensore di combustione in alto (ad es. a 2/3 di altezza) e sensore di spegnimento sul fondo dell'accumulo. Regolazione lato primario della temperatura d'ingresso dello scambiatore di calore tramite la valvola a tre vie lato primario (protezione contro la calcificazione). Limitazione della temperatura di ritorno se c'è il rischio di superare la temperatura di ritorno massima consentita.
- WA7b: Sensore di combustione in alto (ad es. a 2/3 di altezza) e sensore di spegnimento sul fondo dell'accumulo. Regolazione lato primario della temperatura d'ingresso dello scambiatore di calore tramite la valvola a tre vie lato primario (protezione contro la calcificazione). Limitazione della temperatura di ritorno se c'è il rischio di superare la temperatura di ritorno massima consentita.
- WA7c: Sensore di combustione in alto (per esempio a 2/3 di altezza) e sensore di spegnimento sul fondo dell'accumulo. Regolazione lato primario della temperatura d'ingresso dello scambiatore di calore tramite

la valvola a tre vie lato primario (protezione contro la calcificazione). Limitazione della temperatura di ritorno se c'è il rischio di superare la temperatura di ritorno massima consentita.

■ **WA8:** Regolazione lato primario della temperatura d'ingresso dello scambiatore di calore tramite la valvola a via dritta. Limitazione della temperatura di ritorno se c'è il rischio di superare la temperatura di ritorno massima ammessa. Regolazione secondaria secondo le descrizioni funzionali WA1 (gruppi di riscaldamento) e WA3a...WA3c (scaldacqua).

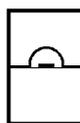
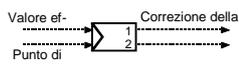
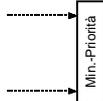
■ **WA9:** Caricamento dell'accumulo di riscaldamento attraverso la valvola del lato primario. Sensore di combustione nella parte superiore e sensore di spegnimento nella parte inferiore del serbatoio di riscaldamento. Regolazione del lato secondario secondo le descrizioni delle funzioni WA1 (gruppi di riscaldamento) e WA3a...WA3c (scaldacqua/scaldabagno).

Bibliografia

- [1] Ruedi Bühler, Hans Rudolf Gabathuler, Andres Jenni: Q-Leitfaden. Straubing: C.A.R.M.E.N. e.V., la terza edizione ampliata sarà pubblicata nel 2011. ISBN 978-3-937441-91-3. (Serie di pubblicazioni QM Holzheizwerke, Volume 1).
- [2] Hans Rudolf Gabathuler, Hans Mayer: Schemi idraulici standard - Parte I. Straubing: C.A.R.M.E.N. e.V., 2a edizione ampliata 2010. ISBN 978-3-937441-92-1. (Serie di pubblicazioni QM Holzheizwerke, Volume 2).
- [3] Arbeitsgemeinschaft QM Holzheizwerke: Muster-Ausschreibung Holzkessel. Straubing: C.A.R.M.E.N. e.V., 2004. ISBN 978-3-937441-93-X. (Serie di pubblicazioni QM Holzheizwerke, Volume 3).
- [4] Arbeitsgemeinschaft QM Holzheizwerke: Planungshandbuch. Straubing: C.A.R.M.E.N. e.V., 2a edizione, leggermente rivista, 2008. ISBN 978-3-937441-94-8 (serie di pubblicazioni QM Holzheizwerke, volume 4).
- [5] Alfred Hammerschmid, Anton Stallinger: Standard-Schaltungen - Teil II. Straubing: C.A.R.M.E.N. e.V., 2006. ISBN 978-3-937441-95-6. (Schriftenreihe QM Holzheizwerke, Band 5)
- [6] Bernhard Enzesberger, Johann Reinalter: Ratgeber zur Biomassekesselausschreibung (Version Österreich). Straubing: C.A.R.M.E.N. e.V., 2009. ISBN 978-3-937441-89-4. (Schriftenreihe QM Holzheizwerke, Band 6).
- [7] Registrazione della situazione con tabella EXCEL. Sia la tabella EXCEL che il manuale sono disponibili come download gratuito (vedi nota).
- [8] Domande frequenti (FAQ). I problemi che si verificano frequentemente vengono registrati come FAQ il più velocemente possibile e pubblicati su Internet. Queste possono poi essere scaricate gratuitamente come singole FAQ o come una collezione completa di FAQ (vedi nota).
- [9] Raccomandato Interfacce standard. Sia raccomandato che una lista di produttori di caldaie a biomassa e di unità di controllo che offrono queste interfacce standard sono disponibili come download gratuito (vedi nota).

Nota: Le pubblicazioni da [1] a [6] possono essere ordinate in libreria o direttamente sul sito web di QM Holzheizwerke (vedi indirizzi internet a pagina 2). Da [7] a [9] e numerosi altri documenti e supporti software sul tema dell'energia da biomassa si trovano anche su questo sito.

Appendice 1: Simboli

	Caldaia a biomassa		Valvola di chiusura
	Caldaia a gasolio		Valvola di strozzamento (suggerito il collegamento per la misurazione della pressione)
	Caldaia a gas		Valvola di non ritorno
	Scambiatore di calore interno		Filtro
	Scambiatore di calore		Valvola di sicurezza
	Vaso d'espansione		Regolatore "generico" Valore ef- Punto di -----> Correzione della
	Pompa di circolazione		Regolatore con 2 variabili correttive come sequenza Valore ef- Punto di -----> Correzione della
	Compressore		Interruttore a priorità minima (il segnale di ingresso più basso attiva il segnale di uscita)
	Valvola a via diritta con dispositivo di controllo		Regolatore di orari
	Valvola a tre vie con dispositivo di controllo		Sensore di temperatura
	Regolatore di pressione differenziale con dispositivo di controllo e nessuna energia ausiliaria		Sensore di pressione
	Pompa a getto con dispositivo di controllo		Sensore della temperatura dell'aria esterna
	Contacalorie		

Appendice 2: Frontespizio



 Sistema Qualità Impianti termici a legna	Soluzioni idrauliche e per il sistema di controllo	Denominazione breve
		Numero di progetto.....

Progetto	Denominazione dell'impianto:		
	Indirizzo dell'impianto:		
Responsabile QM per impianti di teleriscaldamento a biomassa	Gestore dell'impianto:		
	Indirizzo: Contatto: Telefono: Fax: E-mail:		
Progettista principale	Delegato del gestore dell'impianto:		
	Telefono: Fax: E-mail:		
Presentazione del progettista principale	Q-manager:		
	Telefono: Fax: E-mail:		
Progettista principale	Società:		
	Indirizzo: Contatto: Telefono: Fax: E-mail:		
Presentazione del progettista principale	Questo è uno schema idraulico standard secondo la documentazione "Schemi idraulici standard, 2 ^a edizione".		
	<input type="checkbox"/> WE1 Monovalente senza serbatoio di accumulo → capitolo 1		
	<input type="checkbox"/> WE2 Monovalente con serbatoio di accumulo → capitolo 2		
	<input type="checkbox"/> WE3 Bivalente senza serbatoio di accumulo → capitolo 3		
	<input type="checkbox"/> WE4 Bivalente con serbatoio di accumulo → capitolo 4		
	<input type="checkbox"/> WE5 Sistema di riscaldamento a biomassa monovalente a due caldaie senza serbatoio di accumulo → capitolo 5		
	<input type="checkbox"/> WE6 Sistema di riscaldamento a biomassa monovalente a due caldaie con serbatoio di accumulo → capitolo 6		
	<input type="checkbox"/> WE7 Sistema bivalente a tre caldaie senza accumuloo (2 caldaie a biomassa, 1 caldaia a gasolio/gas) → capitolo 7		
	<input type="checkbox"/> WE8 Sistema bivalente a tre caldaie con accumuloo (2 caldaie a biomassa, 1 caldaia a gasolio/gas) → capitolo 8		
	<input type="checkbox"/> Schema idraulico non standard → propria descrizione		
Lo schema idraulico standard scelto			
<input type="checkbox"/> corrisponde esattamente alla specifica			
<input type="checkbox"/> contiene le seguenti variazioni:			
È disponibile una rete di teleriscaldamento?			
<input type="checkbox"/> no			
<input type="checkbox"/> sì capitolo →9			
Consumatori di calore			
n°	Connessioni a bassa differenza di pressione	n°	Connessioni a pressione differenziale

		Schemi idraulici non standard		Schemi idraulici non standard
		Totale		Totale
Modifiche specifiche del sistema → capitolo 10				
	10.1			
	10.2			
	10.3			
	10.4			
	10.5			
	10.6			
Dichiarazione del progettista principale	A conferma dell'accuratezza di quanto dichiarato sopra e dei documenti allegati:			
	Data Firma			

