



	Committente	 <b>FONDAZIONE EDMUND MACH</b>			
		Fondazione Edmund Mach di San Michele all'Adige  Via E. Mach, 1 38010 S. Michele all'Adige (TN)			
	Oggetto	Sostituzione della centrale termica a bio- massa a servizio della rete di teleriscaldamento che alimenta le utenze termiche della Fondazione Edmund Mach di San Michele all'Adige  PROGETTO DEFINITIVO  Relazione tecnica descrittiva			
	Il Progettista	ing. Michele Tarolli  			
	I collaboratori	Ing. Alessandro Ferrari Ing. Alvisè Bozzo Ing. Manuel Gubert t.s.e. Gialuca Rosa per.ind. Matteo Tait			
	P-13-085	D	R	110	RT
	Commessa	Fase di progetto	Elaborato	Ambito	Sigla

EMISSIONE	DATA	VISTO DA	APPROVATO DA	FIRMA DEL C. D.
REV. 0	07.03.14	A. FERRARI	M. TAROLLI	MICHELE TAROLLI
REV. 1				
REV. 2				
REV. 3				

## INDICE

1	PREMESSA	4
2	DATI DI PROGETTO	4
2.1	Inquadramento topografico	4
2.2	Stato di consistenza dell'impianto	4
2.3	Motivazioni alla base dell'intervento	7
2.4	Obiettivo dell'intervento	8
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	9
3.1	Norme relative alla sicurezza degli impianti	9
3.2	Normativa ambientale	9
3.3	Impianti ed apparecchi a pressione	10
4	QUADRO AUTORIZZATIVO	11
4.1	Quadro autorizzativo attuale	11
4.2	Compatibilità rispetto ai vincoli urbanistici	12
5	CRITERI DI PROGETTAZIONE	13
5.1	Il progetto	13
5.2	Opere civili	13
5.2.1	Realizzazione di fori in copertura con successivo ripristino	14
5.2.2	Realizzazione di aperture nelle pareti perimetrali	14
5.2.3	Realizzazione di strutture di supporto canale da fumo e ciminiera	15
5.2.4	Rinforzo del solaio al di sopra delle vasche di deposito del cippato	15
5.3	Opere termo meccaniche	17
5.3.1	Sostituzione della caldaia a biomassa esistente	17
5.3.1.1	Rimozione degli impianti nel locale caldaia a biomassa	17
5.3.1.2	Installazione della nuova caldaia a biomassa	19
5.3.2	Modifica dei circuiti di centrale	21
5.3.2.1	Interventi previsti	21
5.3.2.2	Dimensionamento dei circuiti idraulici	26

5.3.2.3	Dispositivi di sicurezza, protezione e regolazione	29
5.3.2.4	Logica di regolazione dei circuiti dell'acqua calda	31
5.3.2.5	Recupero del materiale esistente	37
5.4	Opere Elettriche	39
6	INDICAZIONI PER LE FASI SUCCESSIVE	40
6.1	Accessibilità del sito	40
6.2	Tempistica di realizzazione e gestione della centrale nel periodo di intervento	40
6.3	Futuri interventi	40
7 ESERCIZIO	VALUTAZIONE DEI COSTI DI REALIZZAZIONE ED 43	
7.1	Preventivo sommario di spesa	43
7.2	Costi di esercizio dell'impianto	43
8	ALLEGATI	47
8.1	Elenco elaborati	Errore. Il segnalibro non è definito.
8.2	Curva caratteristica pompe esistenti	47

## 1                      PREMESSA

---

Il presente documento descrive l'intervento di sostituzione del generatore termico a biomassa installato presso la centrale termica a servizio della rete di teleriscaldamento della Fondazione Edmund Mach di San Michele all'Adige (TN). Tale relazione è parte integrante del progetto definitivo dell'intervento.

La sostituzione del generatore a biomassa si è resa necessario a seguito della mancata rispondenza tra prestazioni del generatore attualmente installato e requisiti minimi prestazionali di progetto.

Il documento in esame, redatto ai sensi della normativa provinciale in materia, definisce le caratteristiche tecniche e qualitative dell'intervento, in funzione dei vincoli esistenti e delle esigenze da soddisfare.

## 2                      DATI DI PROGETTO

---

### 2.1                      Inquadramento topografico

Gli interventi oggetto di progettazione saranno realizzati all'interno dell'edificio sede della centrale termica a servizio della rete di teleriscaldamento, edificio situato presso l'Istituto Agrario di San Michele all'Adige (TN).

### 2.2                      Stato di consistenza dell'impianto

L'edificio di centrale e gli impianti termo meccanici in esso installati sono stati completati nell'anno 2008; l'entrata in esercizio è avvenuta nel corso del 2009.

La centrale termica serve una rete di teleriscaldamento che si snoda all'interno del campus dell'Istituto, andando a servire n°18 utenze, per una potenza termica attualmente allacciata di 6.335 kW. Nelle ipotesi di ampliamento della rete previste dal Master Plan dell'Istituto, il numero di nuove utenze porterebbe ad un aumento della potenza allacciata di ulteriori 2.908 kW.

La produzione termica è garantita dai seguenti macchinari:

- un generatore a biomassa ad acqua calda (potenza di progetto 3,5 MW utili)
- due generatori a metano ad acqua calda (potenza di progetto 4,0 MW utili).

Come si evince dalla relazione del progetto dell'impianto, i salti termici nominali (temperatura di mandata – temperatura di ritorno) sono:

- per il generatore a biomassa: 90 – 75°C;
- per il generatore a metano: 85 – 70°C;
- per la rete di teleriscaldamento: 80 – 65°C;
- per i circuiti secondari di utenza: 75 – 65°C.

Nella logica originale del progetto esecutivo, la produzione di calore è regolata con valvole a farfalla motorizzate installate a servizio di ciascun generatore (DV1, DV2) e una valvola a due vie (DV3) installata nel circuito caldaia a biomassa. Se la domanda di calore è maggiore della potenza prodotta dalla caldaia a biomassa, che funge da generatore di base, la valvola DV3<sup>1</sup> chiude progressivamente, mentre la DV1 e/o la DV2 aprono per consentire il flussaggio attraverso 1 o 2 caldaie a metano<sup>2</sup>.

Le pompe di rete (PU) flussano le caldaie a metano, mentre la caldaia a biomassa ed il secondario dello scambiatore di calore interposto tra questa e la rete, sono dotati di propri sistemi di circolazione (indicati rispettivamente sullo schema di Figura 1 con le sigle PCP e PSP).

La circolazione delle pompe PSP è idraulicamente separata da quella delle pompe di rete tramite un separatore idraulico (SI). Il calore prodotto dalla caldaia a biomassa ed il calore totale immesso in rete sono misurati mediante contabilizzatori di energia termica (MP1 e MP3).

La potenza massima richiesta dalla rete è stata quantificata dal progettista dell'impianto in 8.267 kW; la portata alle utenze viene garantita da 5 pompe, di cui una di scorta (Portata unitaria = 133 mc/h, Prevalenza = 50 m c.a., Potenza unitaria = 30 kW, Portata totale = 532 mc/h).

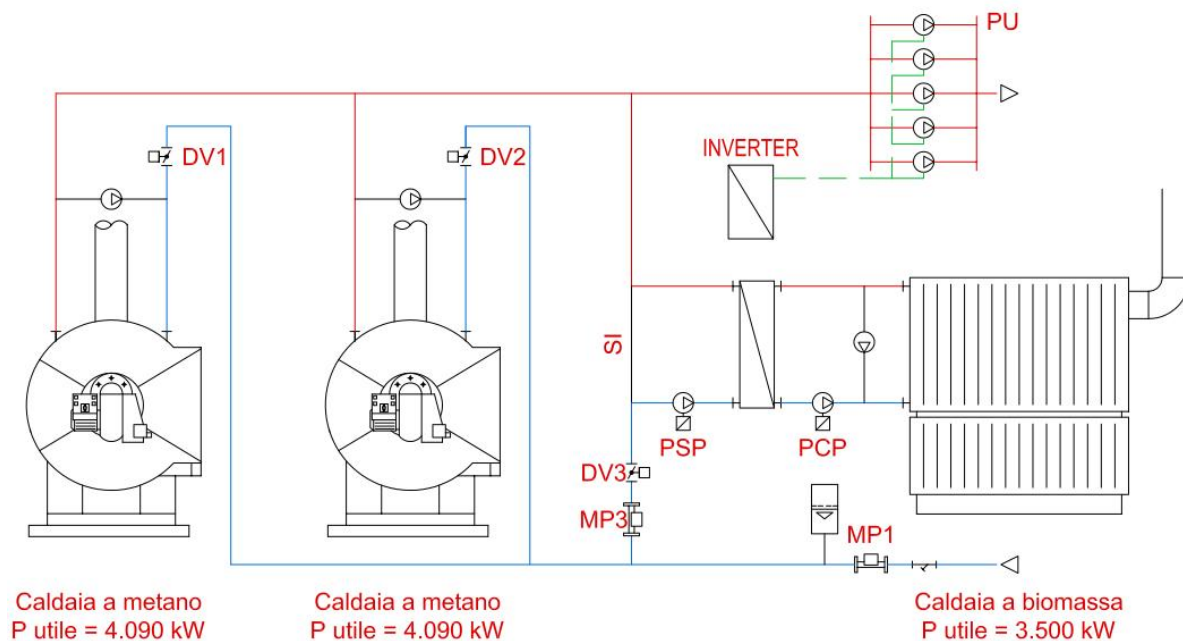
La variazione della portata circolante in rete è ottenuta con l'attivazione in sequenza delle varie pompe, delle quali l'ultima attivata è alimentata a frequenza variabile tramite un inverter.

In figura si riporta lo schema impiantistico della centrale, ricavato dalla tavola di progetto dedicata.

---

<sup>1</sup> Si fa presente che la valvola a due vie DV3 è stata sostituita, già nei primi tempi di esercizio, da una valvola di taratura (indicata nel prosieguo della trattazione con la sigla VT1).

<sup>2</sup> Da un sopralluogo presso l'impianto è risultato che le valvole due vie motorizzati sono attualmente inservibili a causa della rottura dell'attuatore meccanico che le governava.



*Figura 1 – Schema impiantistico attuale della centrale di teleriscaldamento.*

Dal punto di vista edile, l'edificio è costituito da una struttura divisa in due nuclei simmetrici, che ospitano la centrale termica a biomassa e la centrale termica convenzionale, funzionante a gas metano. In zona baricentrica tra i due blocchi, in corpo di fabbrica di collegamento, è ubicata la cabina di trasformazione elettrica MT/BT e l'ufficio con servizi del personale di gestione.

Facendo riferimento alle specifiche riportate nelle Norme Tecniche del Capitolato speciale, il generatore di calore a biomassa, previsto in sede di progettazione esecutiva, è formato da una caldaia a tre giri di fumo, con potenzialità termica utile pari a 3.480 kW, in grado di bruciare combustibile con pezzatura massima pari a 150x100x100 mm, contenuto idrico fino al 50% sul peso totale.

Dal punto di vista delle emissioni, i sistemi di abbattimento previsti nell'impianto esistente sono stati dimensionati per garantire un valore di polveri nel rispetto della normativa vigente (vedi Par. 4.1).

## 2.3 Motivazioni alla base dell'intervento

Nel corso del primo periodo di esercizio, il generatore di calore a biomassa ha evidenziato una serie di carenze prestazionali, con, in particolare, una sostanziale difformità tra il valore di potenza termica resa all'acqua ed il valore nominale di progetto .

Le successive verifiche tecniche cui l'impianto a biomassa è stato sottoposto hanno confermato la non conformità dell'impianto di generazione termica rispetto sia alle specifiche di progetto che alle prescrizioni normative ed autorizzative vigenti al momento della realizzazione dell'impianto, in quanto:

1. le dimensioni della camera di combustione non sono tali da consentire la completa ossidazione del CO prodotto nella combustione del cippato, perché il tempo di permanenza dei fumi nel focolare alle condizioni di progetto ( $w = 50\%$  e  $t = 950^{\circ}\text{C}$ ) risulta essere inferiore ad 1 secondo, invece che ai 3 sec. previsti in specifica;
2. la superficie di scambio della caldaia è del 26% più piccola di quella richiesta;
3. la griglia non ha aria primaria con suddivisione del sottogriglia in più zone di ossigenazione fra loro separate ed indipendenti;
4. il sistema di gestione e regolazione dell'impianto è rudimentale e non rispetta le specifiche di progetto perché la regolazione dell'ossigeno residuo nei fumi non viene attuata modulando la portata d'aria comburente, manca la regolazione distinta ed indipendente dell'aria primaria e manca l'aria terziaria;
5. mancano le sonde per la misura della temperatura in camera di combustione;
6. il filtro a maniche non è in grado di funzionare in continuo con temperature al di fuori del range  $125/150^{\circ}\text{C}$  e costringe il gestore ad agire spesso sui by pass, disattendendo di fatto alle prescrizioni autorizzative.

Nel corso di una perizia tecnica è stato possibile appurare che tutti gli eventuali interventi impiantistici realizzabili sull'impianto, al fine di migliorare la situazione esistente, non consentirebbero comunque al generatore di erogare in maniera continua la potenza nominale di 3.500 kW con un cippato di contenuto idrico pari al 50%.

Dal punto di vista dei circuiti idraulici, è emersa in fase di esercizio una certa difficoltà nel regolare le portate in caso di funzionamento contemporaneo di caldaia a biomassa e caldaia a metano.

## 2.4 Obiettivo dell'intervento

L'intervento oggetto della presente progettazione si pone l'obiettivo di :

- Garantire una produzione termica di almeno 3.300 kW mediante sostituzione del generatore a biomassa esistente con un nuovo generatore (il sistema di caricamento rimane invariato);
- Risolvere le problematiche riscontrate nella distribuzione delle portate tra caldaia a biomassa e caldaia a metano.



### 3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La progettazione dell'impianto è stata redatta nel rispetto della normativa vigente, della quale si riporta uno stralcio di carattere non esaustivo.

#### 3.1 Norme relative alla sicurezza degli impianti

D.M. 22-1-2008 n. 37 Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.

D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 "Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro".

D.P.R. 18 aprile 1994, n. 392 "Regolamento recante disciplina del procedimento di riconoscimento delle imprese ai fini della installazione, ampliamento e trasformazione degli impianti nel rispetto delle norme di sicurezza".

D. Lgs. 29 dicembre 2006, n.311 "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia".

#### 3.2 Normativa ambientale

Decreto Legislativo 03.04.06, n.152 Norme in materia ambientale.

D.P.R. 22 dicembre 1970 n.1391 - Regolamento per l'esecuzione della L.13 luglio 1966 n°615 recante provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico, limitatamente al settore degli impianti termici.

Risparmio energetico

D. Lgs. 29 dicembre 2006, n.311 "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia".

Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n° 192 "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia".

Legge 9 gennaio 1991, n°10 "Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia";

Decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n°412 "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n° 10";

Decreto del Presidente della Repubblica 21 dicembre 1999, n°551 "Regolamento recante modifiche al DPR 26 agosto 1993, n°412, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia";

Decreto Ministeriale 6 agosto 1994 "Recepimento delle norme UNI attuative del DPR 26 agosto 1993, n°412, recante il regolamento per il contenimento dei consumi di energia degli impianti termici degli edifici, e rettifica del valore limite del fabbisogno energetico normalizzato";

### 3.3 Impianti ed apparecchi a pressione

Direttiva CEE/CEE/CE del 29/05/1997, n° 23 "Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio del 29 maggio 1997 per il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri in materia di attrezzature a pressione";

Decreto Legislativo 25/02/2000, n°93 "Attuazione della direttiva 97/23/CE in materia di attrezzature a pressione";

Decreto Ministeriale 01/12/1975 "Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione";

Decreto Ministero dell'industria 29/02/1988 "Regole tecniche riguardanti i dispositivi di sicurezza termici atti ad intercettare il fluido primario negli scambiatori di calore";

Raccolta R I.s.p.e.s.l. edizione 2009 – Specificazioni tecniche applicative del titolo II del DM 01.12.1975 riguardante le norme di sicurezza per gli apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione

D.M. 1 Dicembre 2004, n. 329 "Regolamento recante norme per la messa in servizio ed utilizzazione delle attrezzature a pressione e degli insiemi di cui all'articolo 19 del decreto legislativo 25 febbraio 2000, n. 93.

D.M.LL.PP. del 12/12/1985 - Norme tecniche per le tubazioni.

## 4 QUADRO AUTORIZZATIVO

### 4.1 Quadro autorizzativo attuale

Nella tabella seguente è riassunto l'iter autorizzativo necessario alla realizzazione di un impianto come quello esistente (inteso come sola centrale termica, con esclusione della rete di teleriscaldamento).

Ente	Autorizzazione
Servizio Valutazione Ambientale PAT	Verifica di non assoggettabilità a Valutazione di Impatto Ambientale (screening)
Comune di San Michele all'Adige	Concessione Edilizia
Agenzia per la Protezione dell'Ambiente - APPA	Autorizzazione alle emissioni in atmosfera

*Tabella 1 – Elenco autorizzazioni richieste per una centrale termica di potenza nominale superiore a 3 MW.*

Di fatto, l'impianto esistente, a servizio della rete di teleriscaldamento della Fondazione Edmund Mach, ha già ottenuto le autorizzazioni di cui sopra.

In particolare, l'impianto è stato autorizzato per l'emissioni in atmosfera con determinazione del dirigente del settore tecnico dell'APPA n.123 del 1 ottobre 2008, poi modificata in modo non sostanziale dalla det. n.54 del 3 marzo 2009.

La determinazione prescrive quanto previsto dalla normativa nazionale, in quanto più stringente di quella provinciale. La norma di riferimento è la parte V del d.lgs. 152/06 *Norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera*, che per l'impianto in oggetto prescrive:

#### Emissioni

- polveri totali: 30 mg/Nm<sup>3</sup>
- monossido di carbonio (CO): 300 mg/Nm<sup>3</sup>
- ossidi di azoto (espressi come NO<sub>2</sub>): 500 mg/Nm<sup>3</sup>
- ossidi di zolfo (espressi come SO<sub>2</sub>): 200 mg/Nm<sup>3</sup>

I valori sono riferiti ad un tenore di ossigeno nell'effluente gassoso dell'11%.

#### Altre prescrizioni

La caldaia deve avere:

- alimentazione automatica del combustibile;
- controllo della combustione, anche in fase di avviamento, tramite la misura e la registrazione in continuo, nella camera di combustione, della temperatura e del tenore di ossigeno, e la regolazione automatica del rapporto aria/combustibile.

Per quanto riguarda i risultati dello screening ambientale, l'impianto è stato considerato non assoggettabile a Valutazione di Impatto Ambientale in data 20/11/2009.

## 4.2                      Compatibilità rispetto ai vincoli urbanistici

L'intervento oggetto della presente progettazione definitiva non andrà ad alterare in maniera peggiorativa il quadro definito in sede di autorizzazione dell'impianto esistente.

Il tipo di attività prevista e la taglia di impianto, infatti, saranno i medesimi di quelli dichiarati nello screening ambientale, mentre le emissioni in atmosfera attese saranno pienamente compatibili con i limiti richiesti in sede di autorizzazione alle emissioni.

Le uniche variazioni ravvisabili saranno rappresentate dalla sostituzione di un filtro a maniche con un elettrofiltro (più performante) e dallo spostamento del punto di emissioni concentrate dichiarate in fase autorizzativa. Infatti, la ciminiera esistente a servizio dell'impianto a biomassa sarà rimossa e sarà installata una nuova ciminiera in posizione differente. Tale variazione sarà quindi debitamente comunicata all'ufficio provinciale preposto, prima delle successive fasi di progettazione/esecuzione dell'intervento.

Dal punto di vista urbanistico la nuova ciminiera produrrà una modifica del prospetto di centrale rispetto a quanto autorizzato in sede di progettazione dell'edificio di centrale.

Il punto di sbocco della nuova ciminiera, pari a 13 m rispetto al piano di campagna, è compatibile con le prescrizioni contenute nella normativa di settore (legge 10/91, DPR 412/93 e DM 13.12.93).

## 5 CRITERI DI PROGETTAZIONE

---

### 5.1 Il progetto

L'intervento in oggetto prevede la rimozione della caldaia a biomassa esistente, comprensiva della linea di trattamento-evacuazione dei fumi e dei sistemi di smaltimento delle ceneri, e l'installazione di una nuova caldaia a biomassa, di potenza pari a 3,3 MW termici resi all'acqua.

Contestualmente sarà modificato il piping di centrale per interfacciare la nuova caldaia a biomassa con gli altri impianti di centrale.

L'intervento prevede l'implementazione di nuove logiche di regolazione, da attuare mediante sistemi di controllo gestiti dall'esistente sistema di supervisione di centrale.

Nei seguenti paragrafi è proposta una descrizione più dettagliata del progetto in esame, suddivisa per sottotipologia di intervento.

### 5.2 Opere civili

L'inserimento del nuovo generatore di calore a biomassa richiede una serie di modifiche all'edificio di centrale, limitatamente al locale centrale a biomassa e al locale deposito del cippato. Di seguito sono elencate le opere civili richieste:

- Realizzazione di n°2 fori in copertura;
- Realizzazione di aperture nella parete perimetrale per attraversamento nastro di scarico ceneri e condotto fumi e allargamento della luce di passaggio del cippato nella vasca di caricamento interrata esistente;
- Realizzazione di mensola in carpenteria metallica ancorata esternamente alla parete orientale del locale caldaia a biomassa, per supporto nuova ciminiera;
- Rinforzo strutturale del solaio sovrastante il deposito del cippato mediante posa di puntelli in tubolare metallico e morali in legno di ripartizione del carico.

In fase di progettazione è stata verificata la compatibilità della soletta esistente nell'edificio di centrale rispetto ai nuovi carichi prodotti dal nuovo generatore a biomassa. È risultato che, a patto di posizionare i nuovi componenti di impianto in corrispondenza dei basamenti (in calcestruzzo armato) realizzati per l'impianto esistente, non si rendono necessari interventi di rin-

forzo del piano di centrale. Nel caso in cui i nuovi componenti poggino esternamente ai basamenti esistenti, dovranno essere predisposti degli ulteriori basamenti/telai in grado di distribuire uniformemente il carico sul pavimento, consentendo di non superare valori di pressione pari a 2 daN/cm<sup>2</sup>.

#### 5.2.1 *Realizzazione di fori in copertura con successivo ripristino*

Lo smantellamento del generatore esistente e l'inserimento del nuovo macchinario richiedono la realizzazione sulla copertura della centrale termica di n°2 fori (aperture 80 cm x 80 cm) al fine di introdurre i ganci per il sollevamento dei macchinari esistenti. Le aperture saranno ricavate nel pacchetto di copertura esistente, composto da: lamiera grecata, listelli, doppio tavolato e controsoffitto in cartongesso. Ultimata la fase di installazione sarà ripristinata la copertura allo stato ante operam; contestualmente sarà richiuso anche il foro lasciato a seguito della dismissione della ciminiera attuale.

#### 5.2.2 *Realizzazione di aperture nelle pareti perimetrali*

Si rende necessario realizzare n°2 nuove aperture nelle pareti perimetrali del locale caldaia a biomassa. Tali aperture saranno ricavate:

- nella parete Nord-Ovest, per consentire il passaggio del nastro trasportatore di scarico delle polveri pesanti raccolte dal focolare e dal multiciclone a servizio del nuovo generatore di calore. Tale apertura, delle dimensioni indicative di 150x85 cm, sarà realizzata su di una parete in calcestruzzo, di spessore pari a 40 cm;
- nella parete orientale, per il passaggio del nuovo condotto fumi di collegamento tra flangia di uscita dell'elettrofiltro e flangia di ingresso della ciminiera. L'apertura avrà dimensioni indicative di 100x100 cm.

In aggiunta, nella vasca interrata di caricamento del cippato dovrà essere allargata la sezione di passaggio del combustibile dal deposito verso il nastro trasportatore, mediante parziale demolizione della parte inferiore del diaframma di contenimento in calcestruzzo, posto al di sopra del canale di carico del cippato.

I fori da realizzare nelle pareti e nelle opere strutturali andranno realizzati con l'impiego di macchine da taglio del tipo a catena ovvero mettendo in atto procedure che evitino in ogni caso la prosecuzione del taglio oltre il limite del foro richiesto.

### 5.2.3 *Realizzazione di strutture di supporto canale da fumo e ciminiera*

La ciminiera attuale è installata nell'angolo Sud-Ovest del locale centrale a biomassa. Il nuovo caminio sarà invece posizionato al di sopra della copertura dei locali elettrici. Tale nuova dislocazione, oltre ad essere pienamente compatibile con il layout di centrale, soddisfa da un lato le richieste della committenza e risolve, dall'altro, le interferenze con i sottoservizi che sarebbero risultate nel caso di un'installazione a terra, su plinto in calcestruzzo.

La nuova ciminiera, del tipo autoportante, sarà di fatto sospesa alla parete orientale del locale caldaia a biomassa; l'ancoraggio sarà garantito da una struttura a mensola in carpenteria metallica, composta da travi e montanti in profili tubolari, flange di unione e barrette di sostegno.

Il dimensionamento di dettaglio del supporto potrà essere svolto una volta note le reazioni vincolari generate alla base della ciminiera dalle sollecitazioni permanenti e variabili prescritte da normativa (peso della struttura, vento, neve, sollecitazione sismica). Per garantire l'annullamento del momento alla base della ciminiera, la sommità della ciminiera potrà essere tirantata mediante cavo in acciaio, ancorato ai muri perimetrali del locale centrale a metano.

Il canale da fumo di collegamento dalla flangia di uscita dell'elettrofiltro alla ciminiera sarà supportato mediante mensole ancorate alla parete orientale del locale caldaia a biomassa.

### 5.2.4 *Rinforzo del solaio al di sopra delle vasche di deposito del cippato*

La movimentazione degli elementi di cui si compongono l'attuale ed il nuovo generatore a biomassa richiede l'utilizzo di un autogru per elevato tonnellaggio. In sede di progettazione definitiva si è potuto appurare che il solaio antistante la centrale a biomassa, in corrispondenza delle vasche di stoccaggio del combustibile, non ha caratteristiche strutturali tali da essere compatibile con le reazioni vincolari che l'autogru scaricherà a terra in fase di smontaggio e rimontaggio del generatore a biomassa.

Per questo motivo è necessario rinforzare il solaio, per tutta la durata delle operazioni di smontaggio e inserimento del nuovo generatore a biomassa. Il solaio sarà puntellato mediante elementi tubolari metallici con resistenza pari almeno a 20 kN, disposti con maglia non inferiore a 1,5 x 1,5 m. All'intradosso del solaio andranno appoggiati elementi di ripartizione costituiti da travi in legno o travi in legno della sezione minima di cm

12x10. In corrispondenza delle botole i morali di ripartizione andranno disposti in doppia orditura di cui la prima a contatto con la botola avrà interasse 30 cm e la seconda in funzione della maglia 1,5x1,5 m.

Gli elaborati grafici allegati al progetto illustrano più nel dettaglio la soluzione tecnica adottata.



### 5.3 Opere termo meccaniche

Le attività rientranti nell'ambito delle opere termo-meccaniche sono state distinte in n°2 macro interventi:

- Intervento di sostituzione della caldaia a biomassa, ovvero di rimozione della caldaia esistente (compresi dispositivi e l'intero piping all'interno del locale caldaia a biomassa) e di installazione della nuova caldaia;
- Intervento di modifica dei circuiti di centrale con:
  - o realizzazione di nuovi cicuiti a servizio della caldaia a biomassa (circuito acqua calda, circuito aria compressa, circuito rete idrica);
  - o modifica del circuito a servizio delle caldaie a metano.

Di seguito sono descritti più nel dettaglio gli interventi di cui sopra.

#### 5.3.1 *Sostituzione della caldaia a biomassa esistente*

##### 5.3.1.1 *Rimozione degli impianti nel locale caldaia a biomassa*

L'intervento richiede inizialmente la rimozione del generatore termico esistente, compresi gli impianti al suo servizio localizzati all'interno del locale caldaia a biomassa.

Più nel dettaglio è prevista la rimozione delle seguenti componenti impiantistiche:

1. Elementi che compongono il generatore di calore a biomassa esistente:
  - focolare e caldaia ad acqua calda;
  - linea fumi completa di economizzatore, ciclone depolverizzatore, filtro a maniche, ventilatore di coda, ciminiera, condotti di collegamento;
  - sistema di raccolta e scarico ceneri.
2. Circuiti a servizio del generatore di calore esistente:
  - l'intero circuito dell'acqua calda a valle delle valvole di intercettazione (DN 150) poste all'ingresso delle tubazioni nel locale (con esclusione del ramo di ritorno dal teleriscaldamento - corpo B, che viene mantenuto);
  - i circuiti di allaccio alla rete idrica;
  - il circuito di collegamento del compressore esistente alle utenze dell'aria compressa;
  - canaline per la distribuzione dei cavi di potenza/segnale a servizio del generatore di calore esistente;
  - quadro elettrico a servizio del generatore di calore esistente (confronta paragrafo 5.4).

L'unico componente dell'attuale impianto a biomassa che sarà mantenuto è rappresentato dal sistema di caricamento del combustibile, costituito da un redler inclinato che dalla sala pistoni alimenta una tramoggia di carico e dalla rastrelliera installata nella vasca interrata.

Le operazioni di smontaggio e rimozione dei macchinari esistenti saranno effettuate operando le modifiche sull'involucro edilizio descritte al paragrafo 5.2.

I macchinari da rimuovere saranno sollevati mediante autogrù, sfruttando l'apertura ricavata sulla copertura del locale. Quindi, i dispositivi sollevati saranno posti su traslatori o rulli ed estratti attraverso il portone del locale, senza necessità di ulteriori aperture. La stessa procedura sarà adottata per l'inserimento delle nuove macchine.

Il soppalco grigliato esistente, realizzato al di sopra del vano scale di accesso alla fossa di deposito del combustibile e attualmente impiegato per il supporto della ciminiera della caldaia a biomassa, sarà mantenuto.

Il materiale relativo ai circuiti di centrale dovrà essere rimosso e accatastato ordinatamente in maniera tale da renderlo eventualmente utilizzabile per le modifiche da operare nei nuovi collegamenti idraulici.

Il materiale risultante (al netto dei componenti reimpiegati in centrale) resterà di proprietà dell'appaltatore dei lavori di rimozione e sarà trasportato da quest'ultimo al di fuori dell'area di cantiere.

La rimozione delle componenti impiantistiche è considerata non a titolo oneroso per la stazione appaltante, poiché il costo vivo per il lavoro di rimozione potrà essere compensato dalla vendita/riutilizzo del materiale risultante (al netto di quello reimpiegato in centrale).

Al solo materiale proveniente dalle coibentazioni è riconosciuto un costo per il trasposto e lo smaltimento in discarica.

#### 5.3.1.2

#### *Installazione della nuova caldaia a biomassa*

Il nuovo impianto a biomassa da installare sarà composto da elementi del tutto analoghi a quelli dell'impianto esistenti, fatte salve le seguenti differenze:

- impiego di un elettrofiltro in sostituzione del filtro a maniche;
- esclusione dell'economizzatore.

Il nuovo impianto a biomassa dovrà essere dimensionato in maniera tale da soddisfare i requisiti prestazionali riportati in Tabella 2 e sul Capitolato prestazionale.

Il sistema di alimentazione del focolare dovrà potersi adattare al sistema di caricamento esistente, composto da rastrelliera di movimentazione del cippato nel silo interrato e nastro di caricamento da fossa combustibile. L'appaltatore è tenuto a fornire tutti i dispositivi necessari di raccordo con il sistema esistente, per garantire la completa movimentabilità del cippato dalla vasca di caricamento esistente alla tramoggia di carico della caldaia.

La disposizione dei diversi componenti (multiciclone, elettrofiltro, ventilatori di coda e di ricircolo, ecc.) dovrà essere pensata in maniera compatibile con gli spazi a disposizione e con la localizzazione dei basamenti realizzati per il generatore esistente. Nell'elaborato grafico allegato è disponibile una proposta di layout d'impianto che deve fungere da schema di base per la progettazione esecutiva dell'intervento.

Il sistema di evacuazione delle ceneri dovrà tener conto della geometria del locale e dell'impossibilità di intervenire al di sotto del piano del pavimento (no nastri trasportatori posati in trincea sottopavimento). Il container di scarico delle ceneri pesanti (capacità maggiore di 5 mc), estratte da focolare e multiciclone dovrà essere posizionato all'esterno del locale.

Lo scarico delle ceneri leggere dell'elettrofiltro, avverrà invece all'interno del locale a mezzo di big bag.

Il sistema di apertura della caldaia, necessario a consentire la pulizia del fasciame interno, dovrà essere compatibile con gli spazi disponibili in centrale termica, senza quindi richiedere la realizzazione di un'apertura nel locale nord-est.

L'inserimento delle diverse componenti rientranti nella fornitura della caldaia dovrà avvenire nelle stesse modalità previste per la rimozione del generatore di calore esistente. Si dovranno quindi sfruttare le aperture realizzate sulla copertura del locale per

consentire l'elevazione ed il posizionamento dei diversi elementi e macchinari.

Di seguito sono riportati i parametri prestazionali caratteristici del nuovo generatore di calore da installare

Parametro	Valore
Focolare	
Tipologia griglia	Mobile, raffreddata ad acqua
Combustibile ammesso	
- tipologia	cippato di legna
- pezzatura massima	150x100x100 mm
- contenuto idrico massimo (w)	50%
Caldaia	
Tipologia	a tubi di fumo
Potenza termica resa all'acqua	3.300 kW
Linea fumi	
Sistema abbattimento polveri	Multi ciclone + elettrofiltro
Concentrazione massima inquinanti:	
- polveri totali	30 mg/Nm <sup>3</sup>
- monossido di carbonio (CO)	300 mg/Nm <sup>3</sup>
- ossidi di azoto (espressi come NO <sub>2</sub> )	500 mg/Nm <sup>3</sup>
- ossidi di zolfo (espressi come SO <sub>2</sub> )	200 mg/Nm <sup>3</sup>

*Tabella 2 – Principali parametri di progetto del nuovo generatore di calore a biomassa.*

### 5.3.2 *Modifica dei circuiti di centrale*

#### 5.3.2.1 *Interventi previsti*

La sostituzione della caldaia a biomassa richiede la modifica del circuito idraulico esistente al fine di adeguarlo alle caratteristiche impiantistiche del nuovo macchinario.

Considerate inoltre le problematiche emerse in fase di esercizio (confronta paragrafo 2.3) è stato rivisto l'assetto dell'intero impianto, allo scopo di garantire piena funzionalità sia ai carichi parziali, che durante i picchi di domanda della rete (funzionamento contemporaneo di caldaia a biomassa e caldaia a metano). Infine, in vista di un futuro potenziamento della centrale con installazione di un sistema di accumulo termico e di un eventuale cogeneratore, sono stati predisposti gli stacchi necessari all'ampliamento del circuito di centrale.

L'intervento proposto sui circuiti di centrale è schematicamente riassumibile in:

1. installazione di nuovi circuiti a servizio del generatore di calore a biomassa, quali:
  - circuito dell'acqua calda;
  - circuito di allaccio alla rete idrica;
  - circuito di collegamento delle utenze dell'aria compressa al compressore esistente.
2. modifica del circuito di alimentazione delle caldaie a metano;
3. modifica della tubazione di ritorno dalla rete di teleriscaldamento-ramo B, conseguente alla rimozione dell'economizzatore.

Nel seguito sono descritte più nel dettaglio le attività di cui si compone l'intervento.

1. Installazione di nuovi circuiti a servizio del generatore di calore a biomassa

##### Circuiti dell'acqua calda

Il nuovo generatore a biomassa sarà allacciato alla rete di teleriscaldamento mediante un nuovo circuito dedicato dell'acqua calda.

Rispetto all'assetto impiantistico esistente, nella nuova soluzione proposta viene meno l'esigenza di disconnettere idraulicamente, mediante uno scambiatore, l'anello di rete dal circuito di alimentazione della caldaia a biomassa, in quanto la pressione nominale di dimensionamento del nuovo generatore è compatibile con la pressione nominale della rete (6 bar).

Sarà quindi realizzato un circuito dedicato di alimentazione della caldaia a biomassa, servito da una gruppo pompante dedicato e interfacciato con l'anello principale di rete mediante un separatore idraulico, rappresentato da una tubazione di by-pass di diametro opportuno (DN 250), realizzato nel locale caldaia a metano (confronta punto seguente).

Come sarà ripreso nel paragrafo 5.3.2.4, la regolazione delle portate e delle temperature circolanti nel circuito della caldaia a biomassa sarà garantita da una valvola a tre vie, di nuova installazione.

Il nuovo gruppo di misura MP3 sarà installato all'incirca nella medesima posizione attuale, in un tratto di tubazione rettilineo posto nel locale caldaia a biomassa immediatamente a monte delle pompe del circuito caldaia a biomassa, così da avere una misura in tempo reale della potenza termica prodotta dal generatore a biomassa (compreso il sistema di raffreddamento della griglia).

Il percorso delle tubazioni all'interno del locale così come il posizionamento degli organi di regolazione dovrà essere definito nel rispetto degli ingombri del nuovo generatore e delle distanze ammissibili tra organi di regolazione, sonde di temperatura e rami di by-pass. Negli elaborati grafici allegati è illustrata una proposta di sviluppo del nuovo circuito di centrale, che soddisfa i criteri sopra citati.

Diversamente da quanto realizzato nell'impianto esistente, non è prevista la realizzazione di un circuito dedicato anti-condensa per la caldaia a biomassa in quanto la già menzionata valvola a tre vie consentirà di regolare la temperatura di ritorno in caldaia in maniera tale da scongiurare il rischio di formazione di condensa nelle tubazioni dei gas di scarico per eccessivi valori di umidità nel combustibile in ingresso ( $T$  di ritorno  $> 80^{\circ}\text{C}$  per combustibile con contenuto idrico pari al 50%).

In aggiunta allo schema di impianto esistente, sarà realizzato un circuito dedicato per il raffreddamento della griglia del nuovo generatore a biomassa. Il circuito deriverà una parte della portata di ritorno, poco a monte del collettore di aspirazione delle pompe di circolazione. Tale quantitativo d'acqua sarà riscaldato mediante la potenza termica recuperata dal raffreddamento della griglia, quindi reimmesso nella stessa tubazione di ritorno, subito a valle del punto di prelievo. Uno scambiatore di piccola taglia (circa 250 kW) separerà il circuito primario di raffreddamento (circolazione all'interno della caldaia) dal circuito secondario di interfaccia con la rete.

I circuiti primario e secondario di raffreddamento griglia saranno serviti da pompe in linea dedicate.

Sia il circuito della caldaia a biomassa che i circuiti di raffreddamento griglia saranno dotati dei dispositivi di sicurezza e protezione previsti dalla normativa INAIL (ex ISPESL). La caldaia a biomassa sarà dotata di uno scambiatore di emergenza che sarà alimentato mediante uno stacco dedicato dalla rete idrica esistente (confronta elaborato grafico, schema termoidraulico allegato). Eventuali sovratemperature nel circuito primario di raffreddamento griglia saranno invece gestite in sicurezza mediante valvola di scarico termico, come previsto dalla normativa vigente. Il circuito primario dovrà quindi essere dotato di un sistema di reintegro automatico di nuova realizzazione, anch'esso allacciato alla rete idrica.

#### Circuiti di allaccio alla rete idrica

I circuiti idraulici di collegamento alla rete idrica saranno realizzati con tubazioni in acciaio zincato.

Come evidenziato nello schema termoidraulico allegato saranno realizzati i seguenti collegamenti :

- alimentazione dello scambiatore di emergenza della caldaia a biomassa con acqua dall'acquedotto;
- alimentazione del dispositivo di allagamento della bocca di carico inclinata del focolare con acqua dall'acquedotto;
- alimentazione del dispositivo di reintegro automatico del circuito di raffreddamento della griglia con acqua addolcita .

Le due utenze direttamente allacciate all'acquedotto saranno alimentate da un unico stacco dalla rete idrica, realizzato nel locale caldaia a metano. Una nuova tubazione DN 50, posata parallelamente alle tubazioni dell'acqua calda, attraverserà i locali elettrici fino all'ingresso nel locale caldaia a biomassa. Qui sarà realizzato uno stacco (DN 25) verso la bocca di carico del focolare, mentre la tubazione principale (DN50) proseguirà fino alla flangia di ingresso dello scambiatore di emergenza a servizio della caldaia.

Il sistema di reintegro automatico del circuito di raffreddamento griglia sarà invece alimentato da acqua addolcita, che sarà conferita nel locale caldaia a biomassa da un nuovo tubo DN 25 derivato a valle dell'addolcitore, installato nel locale caldaia a metano.

#### Circuito di distribuzione dell'aria compressa

L'allacciamento del nuovo generatore di calore alle diverse utilities richieste si completerà con la realizzazione di una nuova rete di distribuzione dell'aria compressa in acciaio zincato (diametro indicativo dei tubi 3/4"), che collegherà il compressore esistente (che sarà quindi recuperato) con le

diverse utenze dell'aria compressa, la cui identificazione e localizzazione varierà in base al generatore di calore che sarà installato.

## 2. Modifica del circuito di alimentazione delle caldaie a metano

Come sarà ripreso al paragrafo 5.3.2.4, l'assetto impiantistico esistente sarà rivisto in maniera sostanziale, in quanto le caldaie a metano saranno messe in serie alla caldaia a biomassa (attualmente i generatori di calore sono posti in parallelo).

Dal punto di vista del piping esistente, saranno rimossi dei tratti di tubazioni all'interno del locale caldaie a metano, come evidenziato nella tavola allegata (D.T.335.002). Più nel dettaglio saranno intercettati gli stacchi attuali da e verso le caldaie a metano, in maniera tale da consentire a tutta la portata d'acqua proveniente dal circuito caldaia a biomassa (coincidente con la portata di rete) di transitare attraverso il circuito caldaie a metano. Un ramo di by-pass, presidiato da una valvola di intercettazione motorizzata, del tipo a ghigliottina (DN 150), consentirà di escludere il comparto di produzione a metano nel caso in cui la domanda termica della rete possa essere soddisfatta dalla sola caldaia a biomassa.

Dal momento che le attuali valvole a farfalla motorizzate DV1 e DV2 a servizio delle n°2 caldaie a metano risultano non funzionanti, è stata prevista la loro sostituzione con due nuove valvole di intercettazione motorizzate. Tali nuove valvole saranno del tipo a ghigliottina, in quanto più adatte al tipo di regolazione (on/off) e alle sollecitazioni cui saranno sottoposte.

L'attuale collettore DN 300 posto nel ramo di ritorno dal teleriscaldamento sarà prolungato fino all'altezza dell'attuale collettore di mandata (sempre DN 300). In tal maniera si avranno due tratti di tubazione paralleli e di ugual diametro, nei quali saranno realizzati:

- N°2 stacchi valvolati di predisposizione per l'allaccio di un eventuale futuro cogeneratore a metano (DN 100);
- N°2 stacchi valvolati di predisposizione per il futuro allaccio ai serbatoi di accumulo (DN 250);
- N°2 stacchi per il separatore idraulico a servizio del circuito caldaia a biomassa (DN 250).

Per poter realizzare i nuovi collegamenti idraulici è necessario rimuovere il separatore d'aria esistente. Tale componente (ingombrante e di concezione superata) non è più indispensabile, dal momento che, essendo la rete di teleriscaldamento in funzione da alcuni anni, il volume d'acqua circolante si può ritenere oramai privo di sacche d'aria al suo interno.



Gli interventi previsti nei circuiti di centrale richiederanno lo svuotamento e il riempimento dell'intero volume d'acqua contenuto in centrale, stimabile in circa 6 mc. Nel corso di tale operazione si verificherà per certo la formazione di piccole sacche d'aria all'interno dell'anello di centrale. Ciononostante, la rimozione di quest'aria potrà verosimilmente avvenire attraverso i dispositivi di sfiato comunque previsti nel nuovo circuito di centrale.

Da ultimo si osserva che, in caso di realizzazione di nuovi serbatoi di accumulo (capacità toale = 75 mc) da allacciare al circuito di centrale, si potrà verificare l'immissione di quantitativi d'aria relativamente elevati all'interno dei circuiti di centrale e quindi della rete di teleriscaldamento. Per questo motivo, dovrà essere prevista, in quella circostanza, l'installazione di un degasatore automatico, un dispositivo di minori dimensioni rispetto al separatore d'aria esistente e che consente ugualmente la rimozione in continuo dell'aria trasportata dai volumi d'acqua circolanti nella rete.

### 3. Modifica tubazione di ritorno da rete teleriscaldamento-ramo B

La tubazione di ritorno dalla rete di teleriscaldamento-ramo B attualmente entra nel locale caldaia a biomassa e riceve la potenza termica ceduta dall'economizzatore. Dal momento che la nuova caldaia non sarà fornita di tale dispositivo, si rende necessario rimuovere gli stacchi valvolati all'economizzatore, sostituendo il tratto di tubazione con un nuovo tratto (DN 100).

### 5.3.2.2

### Dimensionamento dei circuiti idraulici

I nuovi collegamenti circuiti idraulici sono stati dimensionati sulla base dei parametri di progetto riportati in Tabella 3.

Parametro	Valore	UdM
Temperature di progetto		
Circuito primario generatore a biomassa (mandata/ritorno)	95/80	°C
Circuito primario generatori a gas (massima mandata)	85	°C
Rete di teleriscaldamento (mandata/ritorno )	80/65	°C
Circuiti di utenza rete (mandata/ritorno )	75/65	°C
Circuito serbatoi di accumulo	95/65	°C
Potenze termiche di progetto		
Massima richiesta dalla rete	8267	kWt
Caldaia a biomassa	3300	kWt
Sistema di raffreddamento caldaia a biomassa	200	kWt
Caldaia a metano 1	4090	kWt
Caldaia a metano 2	4090	kWt
Massima potenza termica prelevabile da serbatoi	8267	kWt
Pressioni di progetto		
Pressione nominale circuito caldaia a biomassa	6	bar
Pressione nominale circuito caldaia a metano	6	bar
Pressione nominale circuito primario raffreddamento griglia	6	bar
Portate di progetto		
Portata massima rete	533	mc/h
Portata massima singola pompa di rete	133	mc/h
Portata circuito caldaia a biomassa	195	mc/h
Portata massima circuito serbatoi di accumulo	243	mc/h
Portata circuito di raffreddamento griglia	18	mc/h

*Tabella 3 – Principali parametri di progetto dei circuiti idraulici.*

Come si può notare, il dimensionamento è stato svolto considerando già l'ipotesi di allacciare dei serbatoi di accumulo al circuito di centrale.

Per quanto riguarda la temperatura di mandata dell'acqua di rete, è stato mantenuto il valore riportato nei documenti del progetto esecutivo (80° C).

Come sarà ripreso al paragrafo 5.3.2.4, il nuovo assetto impiantistico consente di immettere in rete acqua calda fino alla temperatura 85° C (temperatura di mandata limite dei generatori a metano indicata nei documenti di progetto esistente); ciò potrà avvenire nel caso in cui, a seguito di verifiche tecniche, la rete risultasse in grado di assorbire le dilatazioni termiche derivanti da tale valore di temperatura.

Sulla base delle portate circolanti nei diversi circuiti, calcolate in funzione della potenza termica ceduta dai generatori e dell'intervallo di temperatura di progetto, sono stati definiti diametri opportuni delle tubazioni cercando nel contempo di limitare le perdite di carico. Per un'analisi più di dettaglio delle dimensioni dei nuovi tratti di tubazione si rimanda allo schema termoidraulico allegato (D.T.335.001).

L'intervento in esame richiede la rimozione di n°5 pompe e l'installazione di 3 nuovi gruppi pompanti (ciascuno con pompa di riserva). Le nuove pompe da installare avranno le caratteristiche riportate in Tabella 4.

Si osserva che gli attuali gruppi pompanti a servizio del circuito primario e secondario della caldaia a biomassa sono composti da due coppie di elettropompe centrifughe a basamento, caratterizzate dai seguenti punti di lavoro nominali:

- Secondario:  $Q = 230 \text{ m}^3/\text{h}$ ;  $H = 93 \text{ kPa}$  (=9,5 m.c.a.);
- Primario:  $Q = 230 \text{ m}^3/\text{h}$ ;  $H = 180 \text{ kPa}$  (=18,4 m.c.a.).

Da un'analisi di dettaglio delle perdite di carico attese nel nuovo circuito di alimentazione della caldaia a biomassa è risultato che la curva portata-prevalenza delle pompe dell'attuale circuito secondario è compatibile con le esigenze del nuovo circuito a biomassa, anche nell'ipotesi di futuro allaccio dei serbatoi di accumulo. Pertanto, si prevede di recuperare l'intero gruppo pompante costituito identificato con il seguente codice: pompe modello modello Wilo NL 125/200-08 (confronta paragrafo 5.3.2.5).

Parametro	Circuito		
	Biomassa	Primario griglia	Secondario griglia
Tipo	centrifuga a squadra, a basamento ad asse orizzontale	centrifuga in linea a giri fissi, installata su tubazione	centrifuga in linea a giri fissi, installata su tubazione
Potenza circuito	3.300 kW	250 kW	250 kW
$\Delta$ temperatura	95-80°C	80-70°C	75-65°C
Portata di calcolo	195 mc/h	18 mc/h	18 mc/h
Prevalenza della pompa	9 m.c.a.	10 m.c.a.	5 m.c.a.
Numero pompe installate	2	2	2
Numero pompe in esercizio	1	1	1

*Tabella 4 – Dimensionamento delle elettropompe da installare a servizio dei nuovi circuiti idraulici.*

### 5.3.2.3

#### *Dispositivi di sicurezza, protezione e regolazione*

I nuovi generatori di calore (caldaia a biomassa, sistema di raffreddamento griglia, scambiatore circuito di raffreddamento griglia) dovranno essere dotati dei dispositivi di sicurezza e protezione previsti dalla normativa vigente (Raccolta R – edizione 2009, INAIL) e riassunti nella Tabella 5.

Dispositivo		Generatore / circuito		
		Caldaia a biomassa	Raffr. griglia primario	Raffr. griglia secondario
Dispositivi di sicurezza	Valvola di sicurezza	X	X	X
	Valvola di scarico termico		X	
	Vaso di espansione	X	X	X
	Scambiatore di emergenza per la dissipazione della potenza residua	X		
Dispositivi di protezione	Pressostato di blocco	X	X	
	Pressostato di minima	X	X	
	Interruttore termico automatico di regolazione	X	X	
	Interruttore termico automatico di blocco a riarmo manuale	X	X	
	Termometro con pozzetto per controllo	X	X	X
	Manometro con flangia per controllo	X	X	X
	Allarme acustico e ottico	X	X	

Tabella 5 – Dispositivi di sicurezza e protezione a servizio dei generatori di calore, come previsto dalla normativa INAIL.

Nella tabella seguente è riportato il calcolo della pressione di taratura delle valvole di sicurezza a servizio dei generatori di calore.

re che saranno installati. La pressione nominale del circuito di centrale è pari a 6 bar.

Parametro	Udm	Caldaia a biomassa	Primario griglia	Secondario griglia	Scambiatore di emergenza
Codice identificativo		VS1	VS2	VS3	VS4
Potenza	kW	3.300	200	200	
Numero valvole		2	1	1	
Pressione nominale generatore	PN	6	6	6	
P taratura valvola	bar r	4,75	5,10	5,10	
Sovrappressione	%	10	10	10	
Portata di vapore di progetto unitaria	kg/h	2.845	345	345	
Diametro minimo orifizio ingresso	mm	15	15	15	25

*Tabella 6 - Dimensionamento delle valvole di sicurezza a servizio dei nuovi generatori di calore.*

Come anticipato al paragrafo, la caldaia a biomassa sarà servita da uno scambiatore di emergenza, per la gestione delle sovratemperature, mentre il sistema di raffreddamento della griglia sarà dotato di una valvola di scarico termico (e relativo dispositivo di reintegro automatico).

Il dimensionamento dello scambiatore rientra nello scopo di fornitura della caldaia mentre la valvola di scarico termico è stata dimensionata come riportato nella tabella seguente.

Parametro	Udm	Valore
Potenza generatore	kW	200
Portata da scaricare = portata di reintegro totale	l/h	2.150,5
T taratura	°C	98,0

*Tabella 7 - Dimensionamento della valvola di scarico termico a servizio del circuito di raffreddamento della griglia.*

Per quanto riguarda l'installazione dei dispositivi di regolazione, la tabella seguente riporta i principali dati di dimensionamento delle nuove valvole motorizzate che saranno installate. Per l'analisi della logica di gestione delle valvole si rimanda al paragrafo seguente.

Parametro	Udm	TV1	TV2	DV1/DV2	DV3
Tipologia		Valvola a 3 vie	Valvola a 3 vie	Valvola a farfalla motorizzata	Valvola a ghigliottina motorizzata
Circuito servito		Caldaia a biomassa	Primario raffreddamento griglia	Caldaie a metano	By-pass caldaie a metano
Numero valvole		1	1	1	1
Diametro nominale		150	50	200	150
Kvs	mc/h	320	40	4000	400

*Tabella 8 - Dimensionamento delle valvole di regolazione a servizio dei circuiti di centrale.*

Per la contabilizzazione dell'energia termica prodotta dalla caldaia a biomassa sarà installato un nuovo misuratore di portata a monte del gruppo pompante a servizio della caldaia a biomassa, nel tratto rettilineo che corre tra caldaia a biomassa ed elettrofiltro. Tale misuratore, di diametro nominale pari a 125, opera sarà del tipo ad ultrasuoni, certificato MID, dotato di coppia di sonde di temperatura PT 500 da installare nelle tubazione di mandata e ritorno dalla caldaia a biomassa.

#### 5.3.2.4

#### *Logica di regolazione dei circuiti dell'acqua calda*

Di seguito è illustrata per sommi capi la logica che sovrintenderà alla regolazione del nuovo circuito di collegamento alla caldaia a biomassa. Con riferimento agli schemi impiantistici allegati alla presente relazione, si riassumono di seguito i nuovi punti controllati che dovranno essere implementati e acquisiti dal sistema di supervisione della centrale.

CODICE	PARAMETRO	CIRCUITO	AI	AO	DI	DO	METERBUS
1	DO_C	comando pompa				1	
2	DI_S	stato pompa			1	-	-
3	DO_C	comando pompa				1	
4	DI_S	stato pompa			1	-	-
5	AI_T	misura temperatura	1				
6	AO_Z	posizione tre vie		1			
7	AI_Z	feedback tre vie	1				
8							
9	AI_T	misura temperatura	1				
10	DO_C	comando pompa				1	
11	DI_S	stato pompa	-	-	1		-
12	DO_C	comando pompa				1	
13	DI_S	stato pompa	-	-	1	-	-
14	AI_T	misura temperatura	1				
15	AI_T	misura temperatura	1				
16	AI_T	misura temperatura	1				
17	AO_Z	posizione tre vie		1			
18	AI_Z	feedback tre vie	1				
19	AI_T	misura temperatura	1				
20	AI_T	misura temperatura	1				
21	DO_C	comando pompa				1	
22	DI_S	stato pompa	-	-	1		-
23	DO_C	comando pompa				1	
24	DI_S	stato pompa	-	-	1	-	-
25	AI_T	misura temperatura	1				
26	AO_Z	posizione due vie		1			
27	AI_Z	feedback due vie	1				
28	AO_Z	posizione due vie		1			
29	AI_Z	feedback due vie	1				
30	DO_C	accensione caldaia				1	
31	DI_S	stato caldaia			1		
32	AO_T	set point temp mandata caldaia		1			
33	AO_T	set point temp mandata griglia		1			
34	DI_A	allarme 1° Livello dalla caldaia			1		
35	DI_A	allarme 2° Livello dalla caldaia			1		
36	DI_A	allarme Isples dalla griglia			1		



37	DI_A	allarme Isples dalla caldaia	caldaia a biomassa			1		
38	DO	riserva	caldaia a biomassa				1	
39	DO	riserva	caldaia a biomassa				1	
40	DI	riserva	caldaia a biomassa			1		
41	DI	riserva	caldaia a biomassa			1		
42	AO	riserva	caldaia a biomassa		1			
43	AO	riserva	caldaia a biomassa		1			
44	AI	riserva	caldaia a biomassa	1				
45	AI	riserva	caldaia a biomassa	1				
46	AI_M	feedback percentuale carico caldaia	caldaia a biomassa	1				
47	DI_S	Stato contatore	contatore BIO			1		
48	MBUS	portata, energia, potenza	contatore BIO					1
49	DI_Q	uscita impulsiva per calcolo BIO	contatore BIO			1		
50								
51								
52	DO	riserva	centrale a gas				1	
53	DO	riserva	centrale a gas				1	
54	DI	riserva	centrale a gas			1		
55	DI	riserva	centrale a gas			1		
56	AO	riserva	centrale a gas		1			
57	AO	riserva	centrale a gas		1			
58	AI	riserva	centrale a gas	1				
59	AI	riserva	centrale a gas	1				
60	DO_C	comando valvola	valvola DV01				1	
61	DI_S	stato valvola	valvola DV01			1		
62	DO_C	comando valvola	valvola DV02				1	
63	DI_S	stato valvola	valvola DV02			1		

Tabella 9 – Elenco dei nuovi punti controllati da installare nei circuiti idraulici di centrale.

Il nuovo assetto impiantistico prevede che la generazione di calore venga fatta primariamente dalla nuova caldaia a biomassa. Diversamente dal circuito esistente, i generatori a metano saranno messi in serie rispetto alla caldaia a biomassa. Tale nuova configurazione appare più funzionale della precedente in quanto, in vista anche della futura espansione del circuito di centrale con la realizzazione di nuovi serbatoi di accumulo, si avrà un maggior controllo sulla temperatura di mandata, con la possibilità eventualmente di post-riscaldare la portata in uscita dal comparto di produzione a biomassa prima dell'immissione nella rete di teleriscaldamento.

#### Regolazione circuito caldaia a biomassa

Il nuovo circuito della caldaia a biomassa sarà interfacciato con il circuito di rete mediante un separatore idraulico. La regolazione delle portate circolanti nel nuovo circuito di alimentazione della caldaia a biomassa sarà effettuato mediante la nuova valvola tre vie TV1 come di seguito illustrato.

La valvola tre vie TV1 miscela una parte del ritorno rete con l'acqua di mandata dalla caldaia (95° C), modulando in maniera tale da:

- garantire la temperatura minima anticondensa di 80°C (lettura dal valore della sonda 5 AI\_T);
- garantire una temperatura di mandata alla rete (lettura del valore della sonda 25 AI\_T = 80°C).

Il controllo sulla temperatura minima anticondensa è sempre prioritario rispetto al controllo sulla temperatura di mandata.

La portata di ritorno dalla rete percorre, grazie alla prevalenza residua imposta dalle pompe di rete, il circuito di centrale fino al separatore idraulico con il circuito caldaia a biomassa. Qui la portata si divide quindi in 2 parti:

- una frazione (via dritta) entra sotto il campo di azione delle pompe della caldaia a biomassa e prosegue verso queste ultime in forza del gradiente di pressione da esse generato, miscelandosi all'acqua (a 95°C) ricircolata dalla TV1, in quantità tale da garantire con la portata nominale della pompa P1 (a giri fissi), una temperatura di ritorno in caldaia almeno pari a 80°C;
- la frazione rimanente percorre il separatore idraulico (via quadra) e si miscela alla frazione non ricircolata (a 95°C) della portata di mandata dalla caldaia a biomassa.

Il bilanciamento delle portate nei diversi rami avviene con la seguente logica.

Quando la temperatura della sonda 5 AI\_T risulta maggiore del valore di soglia (ritorno in caldaia  $\geq 80^{\circ}\text{C}$ ), la regolazione della valvola avviene con l'obiettivo di mantenere una temperatura di mandata alla rete (sonda 25 AI\_T) di  $80^{\circ}\text{C}$ .

Ad esempio, al crescere del grado di chiusura della via dritta della tre vie aumenta il ricircolo dell'acqua di mandata, con conseguente aumento della temperatura di ritorno in caldaia e contestuale aumento della portata di ritorno rete che passa attraverso il separatore idraulico (diminuisce la temperatura letta dalla sonda 25 AI\_T).

La potenza in caldaia è gestita mediante modulazione della portata di biomassa in ingresso, con l'obiettivo di mantenere la temperatura di mandata al setpoint di  $95^{\circ}\text{C}$ . Pertanto, al crescere della temperatura di ritorno, essendo costante la portata circolante, tende ad aumentare la temperatura di mandata: la logica di regolazione interviene riducendo la potenza termica immessa al focolare. Viceversa, per una diminuzione della temperatura di mandata, la caldaia risponde aumentando la portata di combustibile.

Nel caso in cui la potenza richiesta dalla rete sia maggiore della potenza nominale della caldaia a biomassa, la valvola TV.01 torna a modulare con priorità anticondensa per garantire gli  $80^{\circ}\text{C}$  alla sonda 5 AI\_T. Di conseguenza aumenta il ricircolo attraverso il separatore idraulico e un conseguente raffreddamento della temperatura di mandata rete (sonda 25 AI\_T).

### Regolazione circuito caldaie a metano

Nella nuova configurazione impiantistica la tubazione di mandata rete, a valle del separatore idraulico, viene collegata direttamente al circuito caldaie a biomassa. Un ramo di by-pass DN 150, presidiato da una valvola 2 vie motorizzata (DV4), consente di evitare il flussaggio delle caldaie a metano qualora non necessario.

Pertanto, quando il valore di temperatura letto dalla sonda 25 AI\_T risulta pari al set point desiderato ( $80^{\circ}\text{C}$ ), la valvola DV4 risulta completamente aperta, mentre le nuove valvole due vie (DV1 e DV2) a presidio delle caldaie a metano sono entrambe chiuse.

All'abbassarsi del valore di temperatura letto dalla sonda 25 AI\_T al di sotto di un valore di soglia (ad esempio  $78^{\circ}\text{C}$ ) e per un periodo impostabile (ad es. 10 sec.), si avvia la procedura di accensione della prima caldaia a metano (si accendono il bruciatore e la pompa di minima portata). Quando la prima caldaia è in temperatura ed è pronta a ricevere la portata di rete, si apre

la valvola due vie DV1 (o DV2 a seconda della caldaia attiva) e successivamente si chiude la valvola di by-pass DV4.

In tale maniera l'intera portata di rete è costretta a fluire attraverso la caldaia attiva, ricevendo il surplus di potenza termica necessario a garantire in uscita la temperatura di set point desiderata (E 03 AI\_T o E 04 AI\_T pari a 80°C). Il bruciatore della caldaia a metano attiva modula in maniera tale da mantenere il valore di temperatura di set-point nella tubazione di mandata in uscita dal generatore a metano (nell'esempio E04 AI\_T).

Nel caso un generatore a metano sia attivo e la temperatura di mandata rete non sia rispettata, allora deve attivarsi anche il secondo generatore a metano.

La procedura di accensione della seconda caldaia prevede l'attivazione del bruciatore e della pompa di minima portata. Successivamente, quando la caldaia è in temperatura, si apre completamente anche la seconda valvola a due vie (DV2 o DV1 a seconda dell'alternanza della caldaia attiva). Il bruciatore modula per tenere sulla tubazione di mandata la temperatura impostata.

Il segnale di spegnimento del bruciatore viene acquisito dal PLC di centrale e comporta l'apertura della DV4 qualora entrambi i bruciatori siano spenti, e, a completa apertura, la successiva chiusura della DV.01 e/o DV.02. Successivamente si deve spegnere la pompa anticondensa.

Nella tabella seguente è riportato l'assetto dei principali parametri di regolazione, nell'ipotesi di un aumento progressivo della portata richiesta dalla rete. In allegato è riportato uno schema di impianto semplificato con la distribuzione delle portate al variare del fabbisogno termico da soddisfare.

Valvola	Apertura/modulazione		Chiusura	
	Sonda di lettura	Valore	Sonda di lettura	Valore
TV1	5 AI_T	$\geq 80^{\circ}\text{C}$	-	-
	25 AI_T	$80^{\circ}\text{C}$	-	--
DV1	25 AI_T	$80^{\circ}\text{C}$	E 03 AI_T	$80^{\circ}\text{C}$
DV2	E 03 AI_T	$80^{\circ}\text{C}$	E 04 AI_T	$80^{\circ}\text{C}$
DV4	25 AI_T	$78^{\circ}\text{C}$	25 AI_T	$80^{\circ}\text{C}$

*Tabella 10 – Parametri di riferimento e valori di setpoint per le nuove valvole a due vie e tre vie a servizio del circuito di centrale.*

Parametro	Potenza richiesta dalla rete			
	1.650 kW	3.300 kW	4.950 kW	4.950 kW <sup>a)</sup>
TV1	modula per inseguire $80^{\circ}\text{C}$ su 25 AI_T	priorità anti-condensa (5 AI_T= $80^{\circ}\text{C}$ )	priorità anti-condensa (5 AI_T= $80^{\circ}\text{C}$ )	N.D.
DV1	chiusa	chiusa	aperta	aperta
DV2	chiusa	chiusa	chiusa	aperta
DV4	aperta	aperta	chiusa	chiusa
Note: <sup>a)</sup> caldaia a biomassa spenta				

*Tabella 11 – Principali parametri descrittivi dell'assetto impiantistico al variare della potenza termica richiesta dalla rete. Soluzione senza serbatoi di accumulo.*

### 5.3.2.5

#### *Recupero del materiale esistente*

Per la realizzazione dei nuovi circuiti di centrale è prevista la possibilità di utilizzare in parte il materiale recuperato dall'impianto esistente, previa la verifica della sua piena funzionalità.

Con riferimento al piping illustrato negli elaborati grafici allegati, si prevede di poter recuperare il materiale riportato di seguito.

#### Piping locale caldaia a biomassa

- Gruppo pompante a servizio del circuito caldaia a biomassa, composto da :
  - o n°2 pompe a basamento, modello Wilo NL 125/200-08, punto di lavoro = 230 mc/h; 9 m ca;
  - o n°2 collettori DN 250;
  - o tubazioni DN 200 di collegamento a collettore DN 250;
  - o n°4 valvole a farfalla, n°2 valvole di ritegno, n°4 giunti antivibranti, manometri come nell'installazione preesistente.
- Tubazioni :
  - o DN 200 = 13,6 m
  - o DN 150 = 4,5 m
- Valvole a farfalla:
  - o DN 200 = 3
  - o DN 150 = 1
- Valvole di ritegno:
  - o DN 200 = 1

#### Piping locale caldaie a metano

- Tubazioni :
  - o DN 300 = 1 m
  - o DN 250 = 1,5 m
  - o DN 150 = 1 m
- Valvole a farfalla:
  - o DN 250 = 1
  - o DN 150 = 2
  - o DN 150 = 2

#### 5.4 Opere Elettriche

La caldaia a biomassa sarà dotata di un sistema di supervisione e controllo dedicato, in grado di gestire autonomamente la regolazione dei macchinari (sistema di alimentazione del cippato, sistema arie comburenti, sistema di evacuazione e ricircolo fumi, sistema di regolazione della potenza termica ceduta all'acqua, ecc.) e di interfacciarsi con l'esistente sistema di supervisione della centrale (DESIGO™ di SIEMENS).

Il collegamenti elettrici (cavi di alimentazione e segnale), così come eventuali sottoquadri di campo, saranno dimensionati e posati dal fornitore della caldaia.

Sarà fornito e posato in opera un nuovo quadro di distribuzione a servizio del locale biomassa (Q.BOP) in sostituzione del quadro esistente Q\_CTC realizzato dall'Impresa Guerrato S.p.A..

Al quadro Q.BOP sarà collegato in cascata il quadro di automazione e controllo del nuovo sistema di generazione a biomassa.

Per l'attestazione al nuovo quadro elettrico Q.BOP saranno necessarie alcune modifiche alle linee di potenza esistenti: agguistamento delle lunghezze dei cavi, realizzazioni di nuovi capicorda, fornitura e posa di cavo FG7(O)M1 0,6/1 kV da giuntare con l'esistente.

La modifica dei circuiti idraulici di centrale richiederà l'alimentazione elettrica dei nuovi dispositivi meccanici e l'implementazione di nuove logiche di regolazione e controllo nel sistema di supervisione di centrale.

Il sistema di supervisione e controllo esistente a servizio dei circuiti di centrale è il DESIGO™ di SIEMENS. Tale sistema sarà mantenuto e potenziato mediante installazione di un nuovo controllore (BPZ:PXC200-E) con unità operatore (BPZ:PXM20-E) e moduli I/O (TXM1.8X-ML e TXM1.6R-M) e modulo per l'integrazione diretta del PLC del nuovo generatore a biomassa con relativa licenza runtime

## 6 INDICAZIONI PER LE FASI SUCCESSIVE

---

### 6.1 Accessibilità del sito

L'area oggetto di intervento è agevolmente accessibile da parte dei macchinari richiesti in fase di cantiere. Il percorso dal casello dell'autostrada più prossimo alla centrale, fino al piazzale antistante l'edificio può essere percorso da autocarri/bilici di grandi dimensioni senza particolari criticità.

Un approfondimento dovrà essere invece svolto per quanto riguarda il posizionamento dell'autogru necessaria al sollevamento dei diversi componenti del generatore a biomassa. A tal riguardo, come spiegato al paragrafo 5.2, si provvederà a rinforzare il solaio della fossa di stoccaggio del cippato, per garantire una capacità di carico adeguata alle sollecitazioni che saranno prodotte in fase di smantellamento dell'esistente e inserimento della nuova caldaia.

### 6.2 Tempistica di realizzazione e gestione della centrale nel periodo di intervento

I lavori oggetto della presente progettazione saranno svolti nel corso dell'estate 2014, in maniera da sfruttare il periodo di fermo impianto della centrale di teleriscaldamento (la rete funziona esclusivamente nel periodo di riscaldamento). La tempistica richiesta dalla realizzazione degli interventi dovrebbe consentire di ultima le operazioni prima dell'avvio della stagione di riscaldamento 2014-2015. Qualora ciò non fosse possibile, sarà in ogni caso possibile alimentare la rete mediante le caldaie a metano (il circuito caldaia a biomassa sarà intercettato), analogamente a quanto avviene attualmente.

### 6.3 Futuri interventi

In sede di sopralluogo tecnico presso l'impianto e di verifica della documentazione di progetto e di as-built, sono emerse alcune criticità ed alcuni aspetti poco chiari, che richiederanno dei successivi approfondimenti e delle successive modifiche all'impianto, al fine di ottimizzarne il funzionamento e di migliorarne l'efficienza.

Di seguito si fornisce un elenco di quanto rilevato:



- Le pompe di rete sono condotte strozzando la valvola di intercettazione di mandata. Aprendo completamente tale valvole, si riscontrano forti rumorosità, caratteristica del fenomeno della cavitazione, fenomeno che consiste nella formazione di bolle d'aria a causa della bassa pressione in aspirazione alla pompa.

A detta dello scrivente, le cause sono imputabili alla bassa pressione del sistema di espansione esistente ed a elevate perdite di carico nel circuito.

Quale soluzione temporanea, si consiglia di riportare la pressione di precarica ai valori di progetto.

Quale soluzione definitiva, si consiglia di sostituire il sistema di espansione con un dispositivo con vasi atmosferici e gruppo di pressurizzazione e valvole di sfioro, che garantisca in ogni condizione di esercizio la pressione statica del circuito, e di collegare il tubo di espansione al collettore di aspirazione delle pompe;

- Solo due pompe di rete sono regolate con inverter, mentre le altre vanno a giri fissi.

Inoltre, uno dei due inverter è usato a turno su quattro pompe, mentre l'altro è collegato in modo fisso alla quinta pompa di rete.

Per un'ottimale gestione dell'impianto, ciascuna pompa deve essere dotata di proprio inverter;

- Le pompe di rete sono attualmente regolate in base alla differenza di pressione che c'è tra il collettore di ritorno della rete di teleriscaldamento ed il collettore di aspirazione delle pompe, in modo da mantenere la pressione differenziale ad un valore costante (attualmente pari a 3 m, pari alle perdite di carico lato centrale).

Questo sistema di regolazione non tiene conto però della reale perdita di carico della rete.

La regolazione dovrebbe essere invece attuata:

- o sulla base della differenza di pressione di rete misurata in centrale (la cui misura sarebbe possibile spostando la sonda di pressione dal collettore di aspirazione delle pompe al collettore di mandata). Con questo parametro sarebbe possibile selezionare il numero di pompe da far funzionare.

Nota la curva di massimo rendimento delle pompe, inoltre, si potrebbe decidere di regolare le pompe per essere sempre prossimi al campo di massimo rendimento;

- o sulla base di un segnale di pressione differenziale remota, misurato presso l'utenza più lontana. Con questo parametro la velocità delle pompe di rete verrebbe regolata in modo da avere presso l'utenza più sfavorita la minima differenza di pressione necessaria per avere una buona regolazione

sulla sottocentrale, ottimizzando così i consumi elettrici.

- La rete è condotta a temperature di mandata inferiori a 80°C; le temperature di ritorno risultano invece maggiori di 65°C. La rete è condotta pertanto con salti termici molto bassi (all'incirca 10-12°C), comportando grandi portate ed elevate spese di energia elettrica per il pompaggio. Si fa presente che gli impianti di teleriscaldamento ad acqua calda lavorano in genere con salti di temperatura almeno di 30°C.

Per incrementare la differenza di temperatura tra la mandata e il ritorno va innanzitutto verificata l'idoneità della rete a funzionare con temperature di mandate di 90-95°C, in modo da escludere qualsiasi problema meccanico sulla rete che potrebbe essere generato dall'aumento di temperatura di esercizio.

Per garantire in sede di esercizio le minori portate possibili, si consiglia inoltre di studiare la possibilità di limitare da supervisione le temperature di ritorno del primario delle utenze.

## 7 VALUTAZIONE DEI COSTI DI REALIZZAZIONE ED ESERCIZIO

---

### 7.1 Preventivo sommario di spesa

Vedi computo metrico e quadro economico allegato al Progetto.

### 7.2 Costi di esercizio dell'impianto

Nel presente paragrafo si riportano i risultati dello studio di fattibilità svolto nel maggio 2012 e finalizzato ad analizzare gli aspetti tecnici ed economici legati alla sostituzione caldaia a biomassa. In tale studio, cui si rimanda per eventuali approfondimenti, venivano confrontati dal punto di vista economico due scenari di gestione della rete di teleriscaldamento nel caso in cui la produzione termica venisse svolta esclusivamente con caldaie a metano (scenario attuale) o con un mix di caldaia a metano e caldaia a biomassa.

Nel bilancio economico veniva definito, per ciascuno scenario, un parametro denominato "prezzo di acquisto del calore", nel quale confluivano le seguenti voci:

- Costo acquisto del combustibile (biomassa e/o metano);
- Costo energia elettrica per funzionamento dell'impianto
- Costo annuale di manutenzione degli impianti
- Ricavo dell'impresa
- Credito di imposta (solo per produzione da biomassa)
- IVA.

Il prezzo di acquisto del calore variava in maniera considerevole in base alla percentuale di produzione di calore da biomassa o da metano.

Per il costo di acquisto del cippato è stato considerato un valore di 18,00 €/mst (franco centrale di teleriscaldamento, Iva al 10% esclusa). Le caratteristiche del cippato assunte nelle simulazioni sono:

- tenore di acqua M=30%
- densità = 260 kg/mst
- PCI = 3,2 kWh/kg.

Il costo di acquisto del metano è stato fissato in 58 c€/mc (Iva al 21% esclusa), così composto. Il prezzo si forma da:

- Costo materia prima: 35 c€/mc (31 c€/mc per consumi superiori a 1.500.000 mc)
- oneri vari: 2 c€/mc
- distribuzione: 4 c€/mc

- accisa civile: 17 c€/mc
- Totale = 58 c€/mc

Le utenze che maggiormente consumano energia elettrica sono le pompe di rete, le pompe di circolazione dei generatori, i dispositivi automatici di movimentazione del combustibile, il ventilatore di tiraggio della linea fumi e l'elettrofiltro.

I consumi di energia elettrica delle utenze elettriche di centrale (pompe di rete, pompe di circolazione dei generatori e, nel caso dell'esercizio del generatore a biomassa, dispositivi automatici di movimentazione del combustibile, ventilatore di tiraggio della linea fumi e elettrofiltro) si attestano su valori pari a circa 75 MWh/anno (scenario con generatore a biomassa), per un costo di 12.000 €/anno (Iva esclusa). Il costo della manutenzione è stato invece assunto pari a 8.000 €/anno (Iva esclusa).

Il ricavo d'impresa è stato definito in funzione dei prezzi di vendita calore per le stagioni 2011 – 2012 e 2012 – 2013 (per consumi stagionali di 5.055,34 MWh la ditta ha richiesto rispettivamente 575.442,43 € e 658.378,05 € Iva inclusa). E' risultato che il ricavo di impresa ammonta rispettivamente al 15% e al 23% del costo totale di vendita calore.

In tabella si riportano i prezzi indicativi di acquisto del calore al variare della percentuale di funzionamento della caldaia a biomassa e del ricavo di impresa.

BIO	90%	80%	70%	60%	0%
Met	10%	20%	30%	40%	100%
Ricavo impresa = 0%	€ 44,23	€ 48,03	€ 53,58	€ 59,12	€ 92,39
Ricavo impresa = 10%	€ 49,14	€ 53,36	€ 59,52	€ 65,68	€ 102,65
Ricavo impresa = 20%	€ 55,29	€ 60,04	€ 66,97	€ 73,90	€ 115,49
Ricavo impresa = 30%	€ 63,17	€ 68,59	€ 76,51	€ 84,42	€ 131,94

*Tabella 12 – Prezzi di acquisto del calore (comprensivi di IVA al 21%), al variare della percentuale di funzionamento dei generatori a biomassa e a metano, e del ricavo di impresa.*

Di seguito si farà riferimento ad un ricavo di impresa del 20%.

Infine, la legge finanziaria 2009 (L. 22/12/2008 n. 203, art. 2) ha confermato un'agevolazione sulla fornitura di calore mediante reti di teleriscaldamento alimentate da biomassa nei comuni zone climatiche E e F, pari a € 25,80 per ogni MWh termico fornito. Si tratta di un'agevolazione in forma di credito d'imposta, che viene trasferita sul prezzo di cessione del calore all'utente finale.

Per il fornitore di calore, il credito d'imposta costituisce un vero e proprio credito nei confronti dell'erario, e non un'agevolazione concessa a fronte di un onere sostenuto, tant'è che il fornitore potrà chiedere il rimborso dell'anticipazione praticata all'utente finale nella dichiarazione dei redditi, oppure utilizzare tale credito di imposta in compensazione successivamente alla data di presentazione della stessa dichiarazione dei redditi.

In conclusione, sono di seguito riportati i risultati dell'analisi dell'investimento svolta secondo le ipotesi seguenti:

- Domanda di calore della rete a completa espansione (Energia prodotta in centrale = 8.657 kW, energia alle utenze = 7.965 kW)
- Tariffa di acquisto del calore nel caso di funzionamento con solo metano = 115,49 €/MWh (Iva compresa).
- Tariffa di acquisto del calore nel caso di nuova caldaia a biomassa (funzionamento del generatore a biomassa: 70%, funzionamento del generatore a metano: 30%) = 66,97 €/MWh (Iva compresa)
- Applicazione del credito di imposta sul calore prodotto da biomassa e consumato dalle utenze (pari a 50 €/kWh = 0,0258 €/kWh).

Come si evince dalla tabella seguente, si stima che usare il metano per riscaldare gli edifici allacciati al teleriscaldamento a completa espansione presenta un sovra costo di circa 530.000 € rispetto ad uno scenario che preveda la generazione prevalente di calore con biomassa.

<b>ANALISI DELL'INVESTIMENTO A COMPLETA ESPANSIONE (lordo IVA)</b>		
Ammontare dell'investimento		€ 1.239.282,11
Calore prodotto	MWh	8.657
Calore alle utenze	MWh	7.965
<b>Rete alimentata solo dalle caldaie a metano</b>		
BIO		0%
MET		100%
Prezzo di acquisto del calore	€/MWh	115,49
Spesa acquisto del calore		-€ 919.877,85
Ricavi - Spese		-€ 919.877,85
<b>Rete alimentata prevalentemente dalla caldaia a biomassa, metano integrazione</b>		
BIO		70%
MET		30%
Prezzo di acquisto del calore	€/MWh	66,97
Credito di imposta su calore prodotto da biomassa e venduto	€/MWh	25,80
Spesa acquisto del calore		-€ 533.416,05
Credito imposta		€ 143.847,90
Ricavi - Spese		-€ 389.568,15
Spesa dopo l'intervento - spesa prima dell'intervento		€ 530.309,70
<b>TASSO REALE DI ATTUALIZZAZIONE</b>		<b>5,5%</b>
<b>INVESTIMENTO</b>		<b>-€ 1.239.282,11</b>
<b>PAYBACK SEMPLICE</b>		<b>2,34 anni</b>
<b>PAYBACK ATTUALIZZATO</b>		<b>2,43 anni</b>
<b>VAN<sub>10</sub></b>		<b>€ 2.822.601,11</b>
<b>VAN<sub>20</sub></b>		<b>€ 5.162.728,76</b>
<b>TIR<sub>20</sub></b>		<b>74,80%</b>

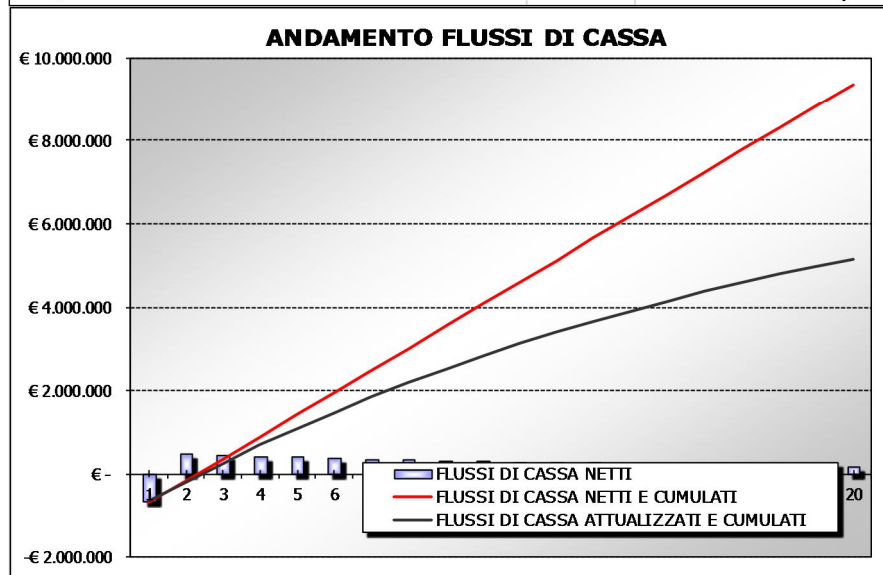
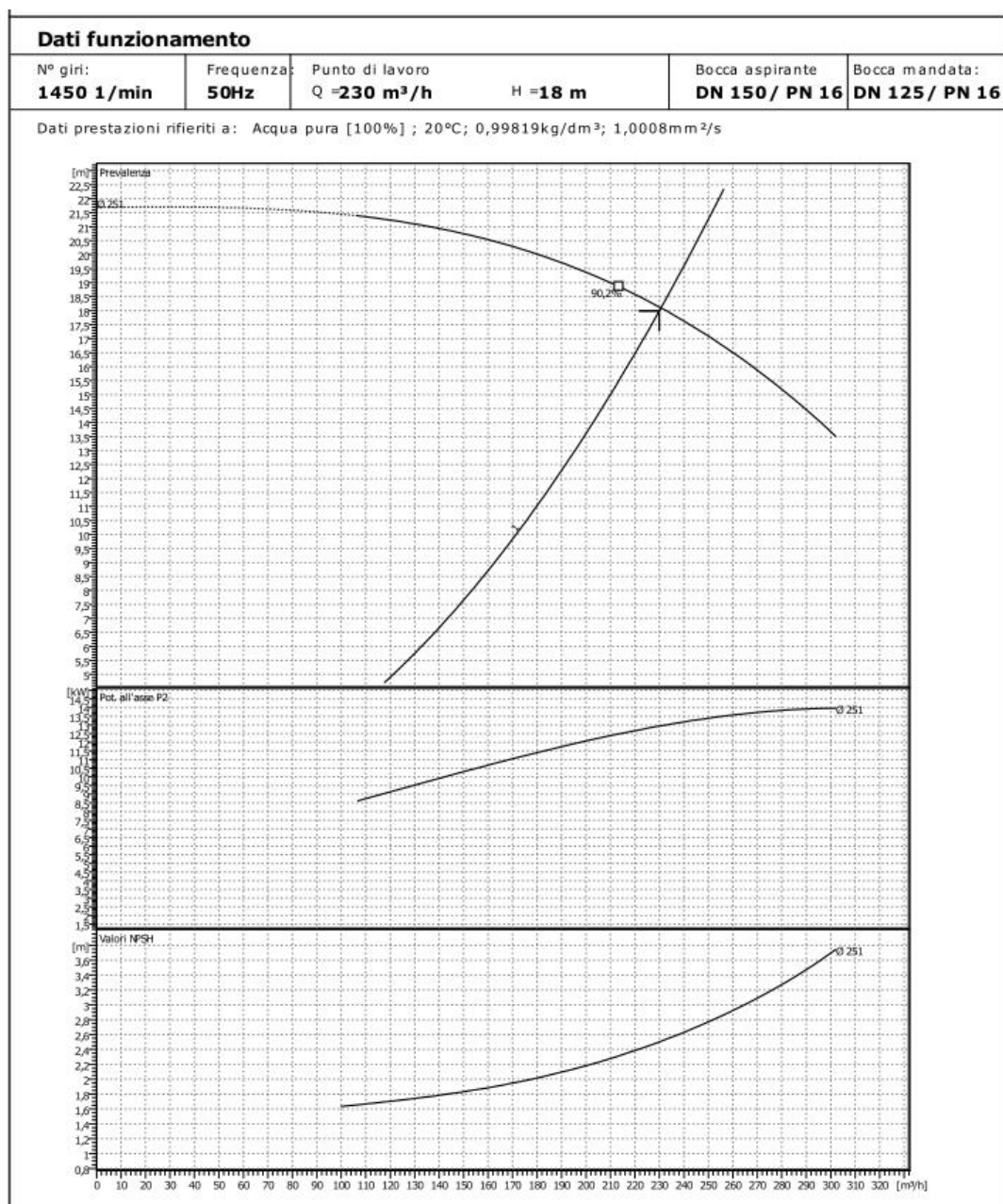


Figura 2 – Andamento dei flussi di cassa dell'investimento per installazione di una nuova caldaia a cippato nel caso di servire l'intera volumetria prevista dal Masterplan (costi comprensivi di IVA).



## 8 ALLEGATI

### 8.1 Curva caratteristica pompe esistenti



*Figura 3 – Curva caratteristica della pompa esistente a servizio del circuito primario caldaia a biomassa.*

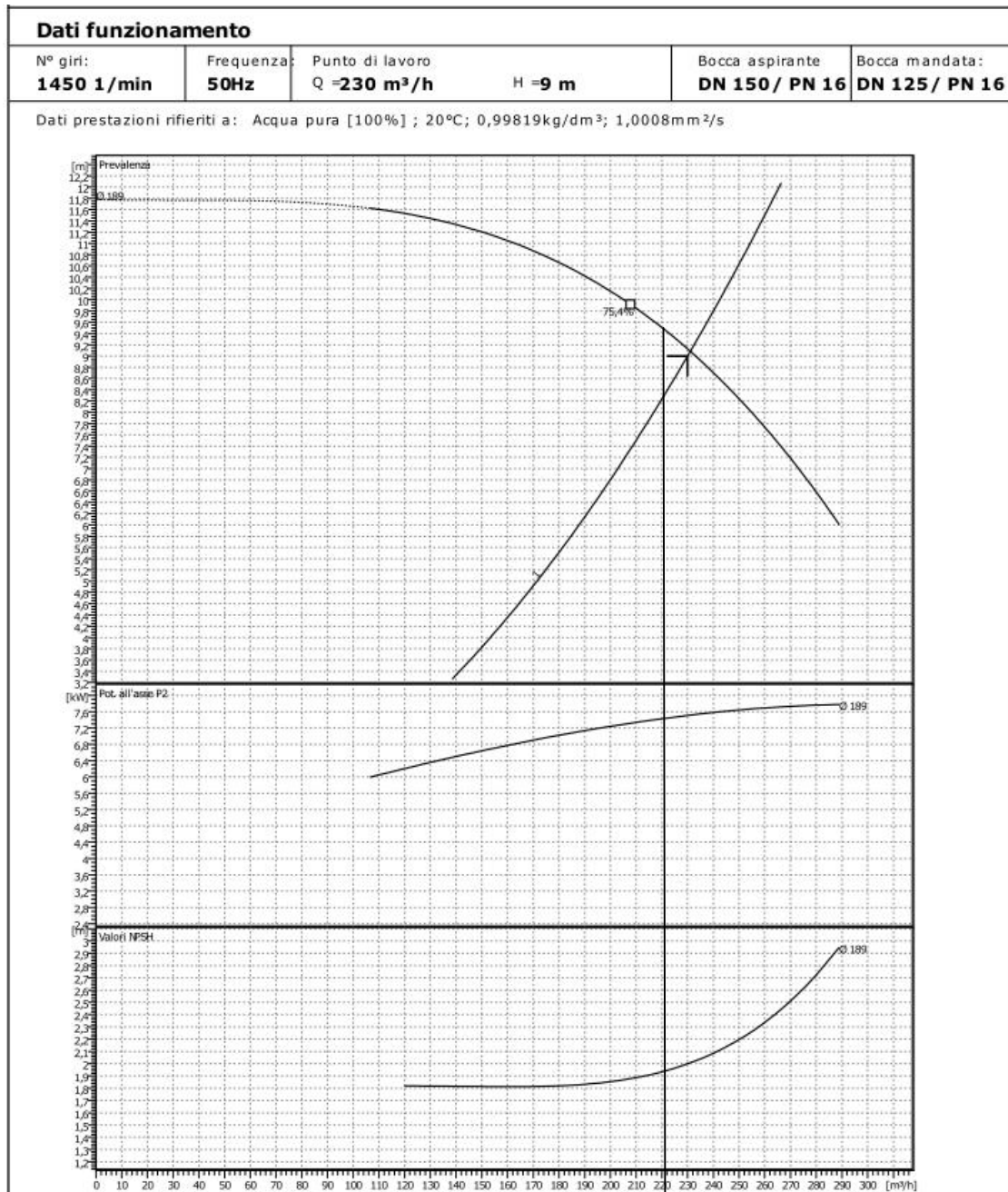


Figura 4 – Curva caratteristica della pompa esistente a servizio del circuito secondario caldaia a biomassa.