

Ing. Fabio LATINI

Str. della Costarella 6 podere Palazzo

53035 - Monteriggioni (SI)

Tel. 328.5647670

**COMUNE DI CASTELNUOVO
VAL DI CECINA**

Via Verdi n. 13

Castelnuovo Val di Cecina (PI)

ESTENSIONE IMPIANTO DI TELERISCALDAMENTO in loc LECCIA

Progetto Esecutivo

Relazione Tecnica

Progetto redatto da:

Ing. Fabio Latini

Cod. rif. int.	N° DOC	Rev.	Data	Eseguito	Controllato	Approvato	Foglio
T02_2013	T02_2013 /TEC01	0	30/09/2013	FL	FL	F.LATINI	1 di 21

Ing. Fabio LATINI Via del Sasso, 7 S. Gimignano (SI) Tel. 328.5647670	ESTENSIONE IMPIANTO DI TELERISCALDAMENTO "LA LECCIA" <i>Relazione tecnica</i>	2 di 21
---	---	---------

Indice

1	PREMESSA.....	3
1.1	LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO.....	3
2	ANALISI DEI FABBISOGNI TERMICI AGGIUNTIVI.....	3
2.1	ZONA CLIMATICA SECONDO LA LEGGE N°10/1991 E PERIODO DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO.....	3
3	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	5
3.1	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO PRINCIPALE.....	5
3.2	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO.....	5
3.2.1	<i>Tracciato della tubazione.....</i>	<i>6</i>
3.2.2	<i>Centrale primaria.....</i>	<i>7</i>
3.2.2.1	Scambiatore primario.....	7
3.2.2.1.1	Lato Primario (lato vapore dello scambiatore).....	7
3.2.2.1.2	Lato secondario (lato acqua).....	7
3.2.2.2	Tubatura di adduzione.....	7
3.2.2.3	Pompa principale (P01).....	8
3.2.2.4	Vaso di espansione.....	8
3.2.2.5	Sistema di trattamento del fluido refluo dallo scambiatore (trattamento condense).....	8
3.2.2.6	Controllo della pressione.....	9
3.2.2.7	Rete di distribuzione.....	11
3.3	DESCRIZIONE DELLA RETE AGGIUNTIVA.....	12
3.4	VERIFICA ELEMENTI DEL SISTEMA SCAMBIATORE.....	14
3.4.1	<i>Vaso di espansione.....</i>	<i>14</i>
3.4.2	<i>Dimensionamento del tubo di espansione.....</i>	<i>14</i>
3.4.3	<i>Valvola di sicurezza lato acqua.....</i>	<i>14</i>
4	APPENDICE 1 : SIMULAZIONE NUMERICA.....	15
4.1	EQUAZIONI DI BILANCIO IDRAULICO	15
4.2	EQUAZIONI DI BILANCIO TERMICO	16
4.3	MODELLO NUMERICO.....	16
4.4	MESH RETE TLR.....	20

Ing. Fabio LATINI Via del Sasso, 7 S. Gimignano (SI) Tel. 328.5647670	ESTENSIONE IMPIANTO DI TELERISCALDAMENTO "LA LECCIA" <i>Relazione tecnica</i>	3 di 21
---	---	---------

1 PREMESSA

Durante i lavori di costruzione della rete di teleriscaldamento a servizio della frazione Leccia, nel Comune di Castelnuovo val di Cecina, è pervenuta all'amministrazione comunale la richiesta di allacciamento alla rete da parte di due unità abitative nell'area dei lavori, i poderi "Poderino" e "Collilodoli", richiesta non perfezionata, e quindi non prevedibile, al momento della stesura del progetto esecutivo.

Dopo attenta valutazione della posizione delle due nuove utenze rispetto all'attuale sviluppo della rete, dei fabbisogni energetici, dell'orografia del terreno, e di tutti gli impedimenti tecnici valutabili preventivamente, si è constatata la fattibilità tecnica di tale ampliamento.

Il presente documento contiene la relazione tecnica del progetto definitivo/esecutivo relativo all'estensione della rete di teleriscaldamento a servizio della frazione Leccia, nel comune di Castelnuovo val di Cecina. Data la caratteristica di questa documentazione, si danno per acquisite le nozioni di base legate alla tecnologia costruttiva ed al funzionamento degli impianti di teleriscaldamento.

Le scelte tecniche adottate sono già state prese in esame nel progetto esecutivo della rete principale, del quale vengono fatti alcuni richiami, mentre in questo documento vengono approfonditi ulteriori dettagli relativi alla realizzazione dell'impianto.

1.1 Leggi e norme di riferimento

Si rimanda alla sezione "Norme tecniche di riferimento" contenuta nel capitolato tecnico d'appalto allegato.

2 ANALISI DEI FABBISOGNI TERMICI AGGIUNTIVI

2.1 Zona Climatica Secondo la Legge n°10/1991 e Periodo di Funzionamento dell'Impianto

Ai sensi della Legge n°10/1991, del decreto attuativo D.P.R. 412 del 26/08/93 secondo le modifiche e le integrazioni apportate dal D.P.R. 551 del 21/12/99, e secondo l'Allegato A del suddetto decreto -Regione Toscana - Provincia di Pisa, già aggiornato con modifiche ed integrazioni apportate dai D.M. 6/8/94 e 6/10/97, il Comune di Castelnuovo Val di Cecina con 576 m s.l.m., rientra nella zona climatica E, presentando un numero di gradi-giorno pari a 2144, ed una durata convenzionale del periodo di riscaldamento di ore 14 giornaliere, per un periodo compreso fra il 15 ottobre ed il 15 aprile, per un totale di 182 giorni/anno. I dati climatici di riferimento per l'attuale valutazione sono riportati nella tabella 1.

Tabella 1 - Dati Climatici

Fascia	Gradi Giorno	Periodo di riscaldamento giornaliero	Numero di ore massimo
A	Inferiore a 600	1.12 - 15.3	6
B	601 - 900	1.12 - 31.3	8
C	901 - 1400	15.11 - 31.3	10
D	1401 - 2100	1.11 - 15.4	12
E	2101 - 3000	15.10 - 15.4	14
F	Superiore a 3000	Nessuna limitazione	Nessuna limitazione

Ing. Fabio LATINI Via del Sasso, 7 S. Gimignano (SI) Tel. 328.5647670	ESTENSIONE IMPIANTO DI TELERISCALDAMENTO "LA LECCIA" <i>Relazione tecnica</i>	4 di 21
---	---	---------

Dal momento che le caratteristiche di un impianto di teleriscaldamento geotermico richiedono di limitare la potenza termica di punta, a parità di energia erogata, e di mantenere la rete di distribuzione in condizioni di esercizio il più possibile stabili nel tempo con l'adozione di apparecchiature di termoregolazione del tipo prescritto dalla Legge 10/1991, si ipotizza di mantenere l'impianto in esercizio anche durante la notte. Per il fabbisogno estivo di acqua sanitaria, è previsto un sistema di regolazione della portata della pompa di adduzione principale.

In nuovi allacci alla rete di riscaldamento coinvolti sono, come già accennato nella premessa, riportati in tabella 2. Il volume riscaldabile complessivo stimato ammonta a circa 1000 m³, valore inferiore ai 2000 m³ computati per eventuali ampliamenti nel progetto esecutivo dell'impianto principale.

Il dimensionamento dell'impianto principale viene riassunto come segue: per il numero di allacci alla rete di riscaldamento ipotizzati, equivalenti a circa 7500 m³ abitativi, ed in considerazione dei dati climatici menzionati, con l'adozione di un valore della potenza volumetrica pari a 45 W/m³ (38 Kcal/hm³), la potenza massima dell'impianto principale è stata calcolata nel modo seguente

$$P_t = 45 \frac{W}{m^3} \times 6250 m^3 \approx 282 kW_t$$

Utente	Volume (m3)	Fabbisogno (kW)	Potenza max sottostazione (kW)	Diametro sotto-stacco (mm)
Collilodoli	500	22.50	24.0	25
Poderino	500	22.50	24.0	25

Tabella 2 – Utenze aggiuntive TLR Leccia

A questi valori vanno sommate le inevitabili dispersioni termiche nelle tubature, per le quali si è assunta una temperatura media del suolo di 10°C¹, ed in base ai coefficienti tipici per le tubature preisolate, con i diametri e gli sviluppi specificati negli elaborati, si è ottenuto un valore di progetto di 60.0 kW.

Potenza base $P_t = 282.0 kW_t$

Dispersioni termiche $P_{disp} = 60 kW$

Fabbisogno all'equilibrio termico $P_n = P_t + P_{disp} = 342.0 kW$

A seguito dell'estensione, al valore calcolato vanno aggiunte le dispersioni termiche aggiuntive dovute alla maggior lunghezza delle dorsali.

Dall'analisi termoidraulica della rete, condotta con il codice proprietario PIPE, le dispersioni termiche complessive sono stimabili in

$$\tilde{P}_{disp,EXT} = 70.0 kW$$

da cui si ricava un fabbisogno complessivo pari a:

$$\tilde{P}_{PEAK,EXT} = 352 kW$$

¹Valore conservativo rispetto ai 12°C normalmente adottati a queste latitudini.

Ing. Fabio LATINI Via del Sasso, 7 S. Gimignano (SI) Tel. 328.5647670	ESTENSIONE IMPIANTO DI TELERISCALDAMENTO "LA LECCIA" <i>Relazione tecnica</i>	5 di 21
---	---	---------

In considerazione della taglia commerciale delle comuni sottostazioni di scambio monoutenza, nel progetto della rete principale era stata ricavata una potenza di picco pari a:

$$\tilde{P}_{PEAK} = 400 \text{ kW}$$

Che, a seguito dell'estensione, aumenta al valore di:

$$\tilde{P}_{PEAK} = 448 \text{ kW}$$

dato che il sistema di TLR funzionerà 24 ore su 24, si può assumere un coefficiente di contemporaneità pari a 0.8, per ottenere infine:

Potenza media
$$\tilde{P}_{tot} = 0.8 \times \tilde{P}_{PEAK} = 358,4 \text{ kW}$$

La rete principale prevede uno scambiatore di calore con potenzialità pari a

$$\tilde{P}_{tot} = 450 \text{ kW}$$

Sufficiente a soddisfare anche il fabbisogno delle nuove utenze.

3 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

3.1 Descrizione dell'impianto principale

La sorgente geotermica è il pozzo situato in località Pian del Giglio, a circa 750 metri di distanza dal borgo. Il pozzo si trova in prossimità dell'omonimo podere, ed ha le seguenti caratteristiche²:

Tabella 2 – Dati caratteristici del pozzo in località Pian del Giglio

Pressione tar. valvola di sicurezza	11.0 bar assoluti
Pressione di esercizio	7.5 bar assoluti
Temperatura	193.0 °C
% gas	4.0 %

Il gas, prevalentemente CO₂, contiene una frazione massica di circa 3% di H₂S, caratteristica che ha imposto la scelta dei materiali.

3.2 Descrizione dell'impianto

La configurazione impiantistica prescelta prevede un sistema ad acqua sottoraffreddata³, con un circuito del vapore, un sistema di scambio termico principale (scambiatore) ed un circuito ad acqua calda a 90°C (sottoraffreddata).

Prendendo come riferimento il sistema principale di scambio, il circuito del vapore costituisce il circuito primario, mentre il circuito ad acqua calda costituisce il circuito secondario.

In questo sistema il circuito secondario comprende il lato secondario dello scambiatore, le tubature di adduzione dell'acqua riscaldata al borgo, e la rete di distribuzione alle singole sottostazioni di scambio (utente).

²Fonte ENEL.

³Acqua a temperatura inferiore alla temperatura di saturazione. In questo caso si considera la condizione di sottoraffreddamento alla pressione standard (1.0 Atm), nonostante che il sistema sia in leggera sovrappressione. Tale condizione impone che la temperatura dell'acqua non superi il valore di 100 °C in nessun punto dell'impianto. Nel normale funzionamento il limite di regolazione è di 90°C, con la possibilità, per le considerazioni sopra esposte, di elevare questo limite a 95°C.

Pur non essendoci distinzione di continuità tra le tubatura di adduzione e la rete vera e propria di distribuzione, si può suddividere quest'ultima nelle dorsali che provvedono alla fornitura del fluido termovettore nelle varie zone del borgo. Per ognuna di queste dorsali lo schema di distribuzione è del tipo ad anello.

Come si ricava dagli elaborati grafici, le sezioni dei tubi nei rami principali e negli anelli sono adattate alle effettive portate che si realizzano nelle rispettive sezioni.

3.2.1 Tracciato della tubazione

Per quanto riguarda il tracciato, e facendo riferimento alla figura 2 e rimandando agli elaborati grafici del progetto, benché la distanza lineare tra la sorgente ed il borgo sia abbastanza contenuta essi sono divisi dal letto di scorrimento di un piccolo corso d'acqua, che rende difficile un attraversamento frontale. Infatti ai margini di tale corso si sono riscontrati fenomeni franosi dovuti all'erosione e la presenza di una notevole scarpata. Si è scelto quindi di spostare il tracciato della tubazione più a valle per sfruttare il piccolo ponte esistente (PONTE) sulla strada sterrata che conduce al podere di Pian del Giglio, e risalire lungo il pendio dal lato Leccia (tracciato PONTE-C).

Per il breve tratto di attraversamento del fosso, la tubatura verrà posizionata in superficie. Come supporto si è scelto di utilizzare il ponte esistente, alla cui struttura viene fissata lateralmente la tubatura. Lo scavo per la messa in opera della tubatura principale interesserà una fascia di circa 3 mt di larghezza per una lunghezza di 1500 mt

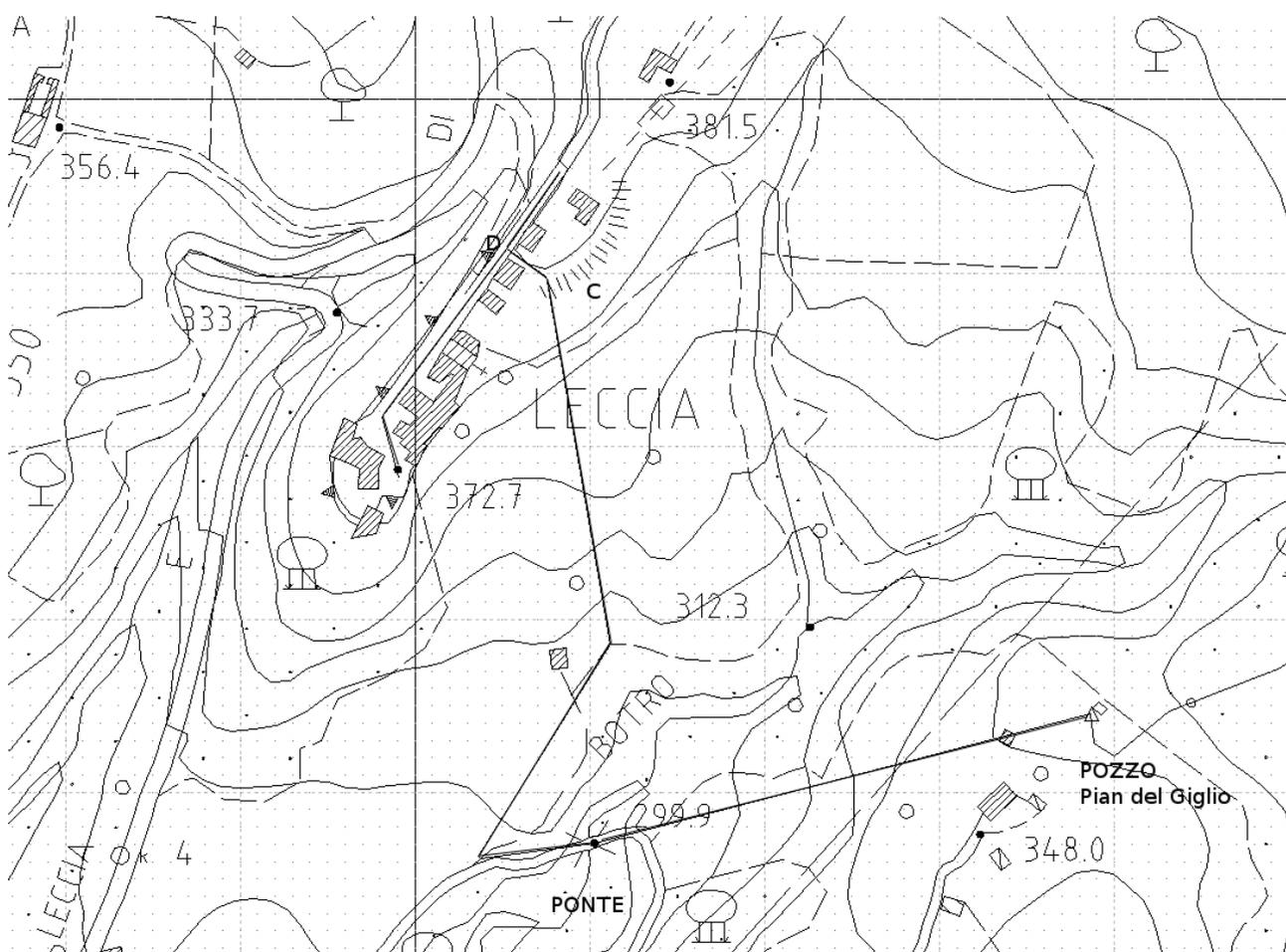


Figura 1: Pianta del compressorio e tracciato della tubazione.

Per l'ingresso nel borgo è stato individuato un passaggio in corrispondenza del punto C sulla mappa, tramite cui accedere alla strada asfaltata di ingresso al paese. Per il posizionamento del tracciato si faccia riferimento ai relativi elaborati.

Ing. Fabio LATINI Via del Sasso, 7 S. Gimignano (SI) Tel. 328.5647670	ESTENSIONE IMPIANTO DI TELERISCALDAMENTO "LA LECCIA" <i>Relazione tecnica</i>	7 di 21
---	---	---------

La consistente variazione di quota determina un massimo di pressione in corrispondenza del ponte, in cui la componente idrostatica raggiunge gli 8.0 bar.

3.2.2 Centrale primaria

La centrale primaria è situata in prossimità del pozzo in località Pian del Giglio, ed è costituita da un edificio con annessa area recintata, all'interno del quale sono dislocati i seguenti sottosistemi:

- Scambiatore primario
- Tubazioni di collegamento e dispositivi di sicurezza
- Sistema di controllo della pressione
- Sistema di spinta (pompe)
- Sistema di trattamento della condensa
- Impianto elettrico

3.2.2.1 Scambiatore primario

Nello schema impiantistico adottato si utilizza un solo scambiatore primario, con l'acqua in gamba calda lato secondario (mandata) ad una temperatura di 90°C.

Tale fluido secondario va ad alimentare direttamente la rete dell'abitato. Le caratteristiche di progetto sono elencate di seguito.

3.2.2.1.1 Lato Primario (lato vapore dello scambiatore)

potenza nominale	450 kWt
tipo	a fascio tubiero
Temperatura media ingresso vapore	193.0 °C
Pressione ingresso vapore	7.5 bar
Temperatura media uscita vapore	120 °C
Pressione uscita vapore	Atm + 0.1 bar
Portata nominale media vapore	0.218 kg/s (0.785 t/h)

3.2.2.1.2 Lato secondario (lato acqua)

Temperatura ingresso scambiatore	70 °C
Temperatura uscita	90 °C
Portata nominale	5.38 kg/s (19.38 m ³ /h)
Perdite di carico nello scambiatore alla portata nominale	196.2 kPa (2.0 m)

3.2.2.2 Tubatura di adduzione

I criteri adottati per la localizzazione ed il dimensionamento della tubazione principale sono di seguito esposti nell'ordine:

- a) Semplicità di messa in opera della tubatura e di accesso alla fornitura di energia elettrica.
- b) Limitazione dei picchi di pressione
- c) Ottimizzazione delle perdite di carico e della potenza di pompaggio.
- d) Ottimizzazione del rapporto tra semplicità costruttiva ed efficienza.

Al fine di minimizzare i costi complessivi di messa in opera della tubazione principale senza diminuire le prestazioni termoidrauliche (in termini di perdite di carico), è stata scelta una tubazione preisolata in acciaio corrugato, con spire elicoidali, che presenta il notevole vantaggio di assorbire le dilatazioni

Ing. Fabio LATINI Via del Sasso, 7 S. Gimignano (SI) Tel. 328.5647670	ESTENSIONE IMPIANTO DI TELERISCALDAMENTO "LA LECCIA" <i>Relazione tecnica</i>	8 di 21
---	---	---------

termiche senza dover far ricorso all'inserimento di opportune curve di compensazione, come si rende invece necessario nel caso di tubi lisci⁴.

La presenza di spire elicoidali inoltre favorisce il drenaggio degli incondensabili, rendendo in molti casi superflua l'istallazione di valvole di sfiato. Queste tubazioni presentano l'ulteriore vantaggio di essere dotate di opportuni sistemi di giunzione che evitano le classiche operazioni di saldatura nei giunti. Nonostante il maggiore costo lineare della tubazione e dei raccordi, il costo complessivo di messa in opera risulta così confrontabile.

Diametro	80	mm equivalenti, al netto delle spire elicoidali
Lunghezza della tubazione (mandata e ritorno)	1696	m
Perdite di carico per unità di lunghezza alla portata nominale (massimo ammissibile)	200.0	Pa/m

3.2.2.3 Pompa principale (P01)

Tipo	Centrifuga, con sistema automatico di regolazione della portata in funzione del salto termico. Si prescrive un sistema ridondante con due pompe, in servizio alternato
Portata	5.38 kg/s (19.38 m ³ /h)
Prevalenza	539 Kpa (55.0 m.c.a.) .
Potenza massima motore	7.5 kW
Classe di resistenza minima	PN 16
Pressione minima in aspirazione	60 kPa (0.6 bar).Ampiamente verificata a causa della componente gravitazionale di pressione.

3.2.2.4 Vaso di espansione

Volume totale delle tubazioni	16.84	m ³
Pressione di precarica	4.00	Kg/cmq
Pressione di taratura della valvola di sicurezza	7.5	Kg/cmq
Pressione assoluta precaria	5.5	Kg/cmq
Dislivello vaso + valvola	0	m
Volume vaso di espansione	1500	litri (indicativamente in due unità da 750 litri)

3.2.2.5 Sistema di trattamento del fluido refluo dallo scambiatore (trattamento condense)

Il sistema è costituito dal separatore di condensa, dal tubo di scarico degli incondensabili in atmosfera e dal sistema di raccolta e rimozione della della condensa

Il fluido bifase viene separato nelle sue componenti volatile e liquida nel separatore di condensa. Il battente fluido nel serbatoio di separazione viene assicurato da una guardia idraulica. Un misuratore di livello comanda una valvola posta sul fondo del serbatoio, attraverso la quale il liquido defluisce nella vasca di raccolta. Il liquido raccolto nella vasca viene rimosso attraverso una tubazione interrata, che connette il serbatoio alla rete di raccolta ENEL, situato a quota inferiore. Il trasporto avviene per gravità.

Dati del sistema rimozione reflui

Portata di miscela bifase alla potenza nominale	0.227 kg/s (815.9 kg/h)
---	-------------------------

⁴Infatti per una tubazione standard di una lunghezza di circa 1 km si devono prevedere 4 curve a 90° ogni 12 mt circa, per un totale di oltre 330 curve. Queste tubazioni presentano l'ulteriore vantaggio di essere dotate di opportuni sistemi di giunzione che evitano le classiche operazioni di saldatura nei giunti.

Ing. Fabio LATINI Via del Sasso, 7 S. Gimignano (SI) Tel. 328.5647670	ESTENSIONE IMPIANTO DI TELERISCALDAMENTO "LA LECCIA" <i>Relazione tecnica</i>	9 di 21
---	---	---------

di cui	
acqua liquida a 99 °C	0.218 kg/s (784.5 kg/h)
gas (CO ₂ + 5% H ₂ S)	0.009 kg/s (32.6 kg/h)
In Volume	5.417 m ³ /h

di cui	
acqua liquida a 99 °C	0.784 m ³ /h
gas (CO ₂ + 5% H ₂ S)	5.417 m ³ /h

Sistema di raccolta condensa

Vasca di raccolta	3 m ³ in acciaio
Diametro tubazione	DN32 polietilene PN6

3.2.2.6 Controllo della pressione

Per limitare i picchi di pressione il sistema è dotato di una valvola di sicurezza montata sulla mandata all'uscita dallo scambiatore (si faccia riferimento allo schema allegato).

In seguito all'aggiunta della nuova linea di alimentazione a Collilodoli, la quota minima dell'impianto passa da 300 a 295 m.s.l.m., con un incremento della componente gravitazionale di pressione di circa 0.5 bar. La pressione massima nell'impianto viene raggiunta a circa metà del tratto ponte-Collilodoli, alla quota minima sopra indicata. La pressione di scatto della valvola di sicurezza verrà mantenuta a 7.5 bar-a.

All'apertura della valvola di sicurezza si verificano le seguenti condizioni:

Pressione all'uscita dello scambiatore	P_v
Componente gravitazionale (60 m)	Δp_{grav}
Perdite di carico per portata nulla	Δp_{distr}^5
Prevalenza pompa per portata minima	Δp_{pumpa}^6

la pressione massima risultante in prossimità del punto più basso dell'impianto è (vedi tabella 3):

$$P_{MAX} = P_v + \Delta P_{pompa} + \Delta P_{grav} - \Delta P_{distr} + \Delta P_{pumpa} = 18.76 \text{ bar}$$

dalla relazione

$$\rho \times g \times \Delta h = \Delta P_h = 1600 \text{ kPa} - P_v$$

Si trova il dislivello a cui si raggiunge la pressione limite per la classe PN16

$$\Delta h = \frac{\Delta P_h}{\rho \times g} \simeq 35.7 \text{ m} \simeq 36.0 \text{ m}$$

Quindi si impone una tubazione di classe PN25 al di sotto della quota s.l.m.

⁵Si adotta qui un'ipotesi conservativa, a vantaggio della sicurezza.

⁶Si adotta qui un'ipotesi conservativa, a vantaggio della sicurezza.

$$h_M = 360.m - \Delta h \approx 324.0 m$$

La prescrizione conservativa adottata nella stesura del progetto dell'impianto principale, che imponeva una tubazione di classe PN25 al di sottodella quota limite HM = 330 m s.l.m. Risulta quindi ancora valida

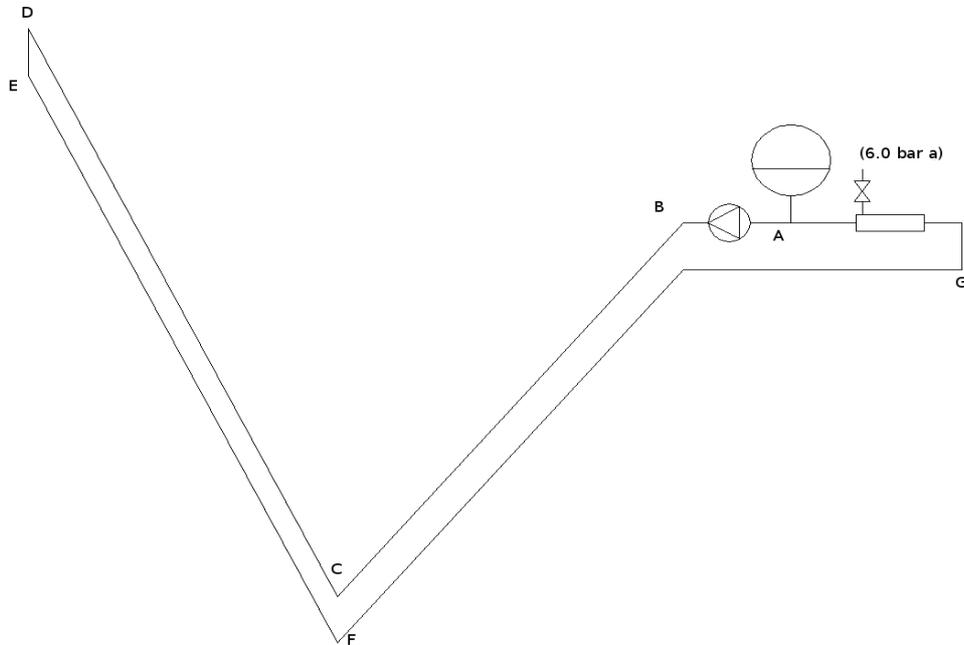


Fig. 2 - Schema del circuito

Tabella 3 – Pressioni nei vari punti dell'impianto

Rif	Descrizione	Valore	U.d.m.
A	Pressione di precarica vaso espansione	3.50	bar
D	Dislivello + massimo rispetto alla stazione	30.00	m
C	Dislivello - minimo rispetto alla stazione	-65.00	m
D	Pressione alla massima quota con fluido freddo	0.50	bar
C	Pressione alla minima quota con fluido freddo	10.00	bar
A	Volume vaso di espansione	1.50	m ³
A	Temperatura massima circuito	90.00	°C
	Volume di espansione acqua a 90°C	0.40	m ³
A	Pressione vaso espansione a caldo	6.35	bar
A	Pressione apertura valvola di sicurezza	7.50	bar
B	Prevalenza pompa	5.50	bar
A-G	Perdite di carico specifiche alla massima portata	198.00	Pa/m
A-C	Lunghezza tratto tubazione da centrale fino al punto più basso	400.00	m
A-C	Perdite di carico alla massima portata dalla centrale fino al punto più basso	-0.79	bar
C	Pressione durante il normale funzionamento punto più basso della rete - Pompa in funzione	11.05	bar
D	Pressione durante il normale funzionamento ingresso paese - Pompa in funzione allamassima prevalenza	6.47	bar
C	Pressione allo scatto della valvola di sicurezza nel punto più basso della rete - Pompa in funzione	18.71	bar
C	Pressione allo scatto della valvola di sicurezza nel punto più basso della rete - Pompa ferma	14.00	bar
D	Pressione allo scatto della valvola di sicurezza ingresso paese - Pompa in funzione	8.416	bar
D	Pressione allo scatto della valvola di sicurezza ingresso paese - Pompa ferma	4.5	bar

Segue la tabella 4 riassuntiva

Ing. Fabio LATINI Via del Sasso, 7 S. Gimignano (SI) Tel. 328.5647670	ESTENSIONE IMPIANTO DI TELERISCALDAMENTO "LA LECCIA" <i>Relazione tecnica</i>	11 di 21
---	---	----------

	Funzionamento normale Pompa in funzione alla massima prevalenza	Apertura valvola di sicurezza con pompa in funzione	Apertura valvola di sicurezza con arresto pompa
A	6.35	7.5	7.5
B	11.85	13	6.5
C	11.11	18.76	14
D	6.63	8.52	4.5

Tabella 4 – riassunto valori di pressione in bar.

3.2.2.7 Rete di distribuzione

Al fine di evitare le invasive opere di saldatura e di scavo necessarie per le giunzioni e la deformazione termica delle tubature rigide in acciaio, si è scelto di utilizzare tubazioni flessibili in acciaio corrugato, rispondenti alle caratteristiche specificate nel capitolato generale d'appalto tecnico.

Le pressioni di riferimento a cui dovranno sottostare le tubazioni sono consultabili facendo uso della figura 2 e delle tabelle 3 e 4.

La tubazione della rete di distribuzione del paese, inclusa la nuova tratta, dovrà resistere alle seguenti pressioni di progetto:

Pressione massima in condizioni di esercizio	6.47 bar
Temperatura massima in condizioni di esercizio	90 °C
Pressione massima allo scatto della valvola	8.42 bar
Si prescrive l'utilizzo di tubazioni di classe minima	PN16.

La tubazione della tratta a servizio del podere Collilodoli dovrà resistere alle seguenti pressioni di progetto:

Pressione massima in condizioni di esercizio	11.05 bar
Temperatura massima in condizioni di esercizio	90 °C
Pressione massima allo scatto della valvola	18.71 bar
Si prescrive l'utilizzo di tubazioni di classe minima	PN25.

Nella tabella sottostante sono elencate le tipologie di tubazione prescritte per la rete di distribuzione urbana.

Diametro nominale	Caratteristiche della tubazione (I diametri si intendono al netto delle spire elicoidali, come illustrato in figura 3)
DN 80	Tubazione DN 80 equivalente, in acciaio inox flessibile con spire elicoidali preisolata, PN16.
DN 65	Tubazione DN 65 equivalente in acciaio inox flessibile con spire elicoidali preisolata, PN16.
DN 50	Tubazione DN 50 equivalente in acciaio inox flessibile con spire elicoidali preisolata, PN16. Due tubazioni per mandata e ritorno, oppure singola tubazione con doppio tubo corrugato.
DN 40	Tubazione DN 40 equivalente in acciaio inox flessibile con spire elicoidali preisolata, PN16. Due tubazioni per mandata e ritorno, oppure singola tubazione con doppio tubo corrugato.
DN 32	Tubazione DN 32 equivalente in acciaio inox flessibile con spire elicoidali preisolata, PN16. Due tubazioni per mandata e ritorno, oppure singola tubazione con doppio tubo corrugato.
DN 25	Tubazione DN 25 equivalente in acciaio inox flessibile con spire elicoidali preisolata, PN16. Due tubazioni per mandata e ritorno, oppure singola tubazione con doppio tubo corrugato.
DN 20	Tubazione DN 20 equivalente in acciaio inox flessibile con spire elicoidali preisolata, PN16. Due tubazioni per mandata e ritorno, oppure singola tubazione con doppio tubo corrugato.

Tabella 5

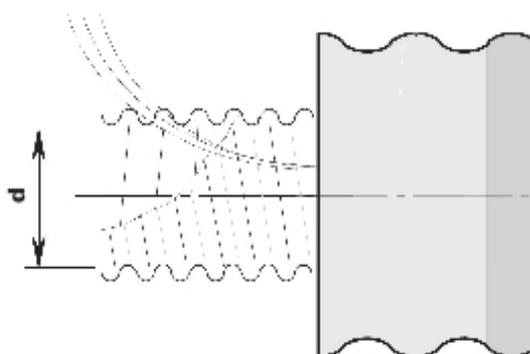


Fig. 3 – Il diametro nominale è il valore minimo accettabile del diametro della tubazione al netto delle convoluzioni elicoidali.



Fig. 4 – Ramo alimentazione Collilodoli

3.3 Descrizione della rete aggiuntiva

Le modifiche necessarie alla connessione dei poderi **Collilodoli** (fig 5) e "**Poderino**" (fig 4) sono state individuate come segue:

1. Prolungamento della dorsale da utenza 1 fino alla strada provinciale, con tubazione DN50 in acciaio inox corrugato, per totali mt 275 di scavo (550 ml di tubazione per mandata e ritorno).

2. Attraversamento della strada provinciale con sistema spingitubo
3. Costruzione punto di scambio in muratura, con predisposizione stacco, sul lato opposto della provinciale, che costituisce il limitedi batteria della fornitura.
4. Stacco su tubazione DN80/32 nelle vicinanze del ponte, lungo la strada vicinale di Pian del Giglio
5. Ampliamento dello scavo per la tubazione di trasporto della condensa per accogliere il doppio tubo in acciaio inox a spirale DN32, fino a podere "Collilodoli", per totali mt 280 di ampliamento scavi (560 ml di tubazione per mandata e ritorno) .
6. Predisposizione valvole di intercettazione presso podere Collilodoli



Fig. 5 – Tratta alimentazione "Poderino".

I diametri delle tubazioni sono stati verificati mediante un'analisi termoidraulica, riportata di seguito in appendice

Ing. Fabio LATINI Via del Sasso, 7 S. Gimignano (SI) Tel. 328.5647670	ESTENSIONE IMPIANTO DI TELERISCALDAMENTO "LA LECCIA" <i>Relazione tecnica</i>	14 di 21
---	---	----------

3.4 Verifica elementi del sistema scambiatore

In seguito alla variazione di alcuni parametri del circuito, procediamo alla verifica dei componenti previsti per l'impianto principale.

3.4.1 Vaso di espansione

Nell'impianto di TLR principale è prevista l'adozione di un vaso di espansione da 1500 litri. Poiché il volume complessivo di acqua contenuta nella rete viene aumentato dall'introduzione di due nuove tratte, procediamo al dimensionamento del nuovo vaso di espansione.

Si applica la formula (raccolta R, Capitolo R.3.B, p.to 4.3.):

$$V = \frac{e \times C}{1 - \frac{P_i}{P_f}} = \frac{0,0356 \times 16500}{1 - \frac{4,5}{7,5}} = 1468,5$$

con

e = 0,0356	coeff. di espansione dell'acqua a 100 °C
C = 16500 lt	contenuto acqua dell'impianto
P _i = 3,5+1,0 = 4,5 bara	pressione iniziale dell'impianto
P _f = 6,5+1,0 = 7,5 bara	pressione finale dell'impianto
b = 0,0 m	dislivello valvola

Il volume libero del vaso è calcolato in modo da assorbire le variazioni di volume del fluido secondario, impedendo il verificarsi della condizione di impianto "solido". Il vaso di espansione già previsto per l'impianto principale è sufficiente quindi anche con l'inserzione dei nuovi volumi di tubature.

3.4.2 Dimensionamento del tubo di espansione

(raccolta R, Capitolo R.3.B, p.to 7.2.)

Il diametro interno della tubazione di collegamento tra gli scambiatori e il vaso di espansione deve essere maggiore, in ogni caso, al minimo calcolato:

$$D = \sqrt{\frac{P}{1,163}} = \sqrt{\frac{450,00}{1,163}} = 19,67 \text{ mm}, \quad P = \text{potenza dell'impianto in kW}$$

Il tubo di espansione deve essere realizzato in modo da non presentare punti di accumulo di incrostazioni o depositi e deve avere curve, misurate sull'asse del tubo, con raggio di curvatura non inferiore a 1,5 volte il diametro interno del tubo.

3.4.3 Valvola di sicurezza lato acqua

Sulla mandata lato secondario, in prossimità dello scambiatore, è installata una valvola di sicurezza a molla del tipo "qualificato".

Per ragioni di manutenzione prima di ciascuno di tali dispositivi è inserita una valvola di intercettazione piombata in posizione di apertura a cura dell'INAIL, come previsto dall'art. 22 del DM 21.05.74.

La portata di scarico totale della valvole di sicurezza richiesta è:

Ing. Fabio LATINI Via del Sasso, 7 S. Gimignano (SI) Tel. 328.5647670	ESTENSIONE IMPIANTO DI TELERISCALDAMENTO "LA LECCIA" <i>Relazione tecnica</i>	15 di 21
---	---	----------

$$W = \frac{P}{0,58} = \frac{240,00}{0,58} = 775,9 \frac{Kg}{h}, \quad P = \text{potenza dell'impianto in kW}$$

(raccolta R, Capitolo R.3.B, p.to 2.2.)

4 APPENDICE 1 : SIMULAZIONE NUMERICA

4.1 Equazioni di bilancio idraulico

Il codice utilizzato per la modellazione della rete di tubazioni è proprietario, a parametri concentrati. La rete viene rappresentata attraverso elementi di tubatura (*tratti*), delimitati dal giunzioni (*nodi*). Per il sistema composto da *nodi* e *tratti*, vengono risolte le equazioni di continuità nei *nodi* (conservazione della massa) e di conservazione della quantità di moto nei *tratti*. Si ottiene il seguente sistema, non lineare, di equazioni.

$$(3,1) \quad F_i = \sum g_i = 0 \quad i=1, N, N = \text{numero di nodi}$$

$$(3,2) \quad F_j = \Delta P_j - \frac{1}{2} f_{a,j} \frac{l}{D} \rho v^2 + \sum_k \Delta P_{conc,k} + \Delta P_{pump,j} = 0 \quad j = 1, M, M = \text{nr. di tratti},$$

k = perdite concentrate nel tratto j-esimo

$$(3,2) \quad F_k = g_k - \hat{g}_k = 0 \quad g_k \geq \hat{g}_k \quad \text{Nei tratti con portata imposta, o limitata } \hat{g}_k$$

Le condizioni al contorno sono così espresse

$$(3,3) \quad P_i = \hat{P}_i \quad \text{Nei nodi a pressione imposta}$$

Il fattore di attrito può essere ricavato sia attraverso lookup table, allorchè si disponga dei dati forniti dal costruttore della tubazione, sia attraverso le formulazioni classiche, di provenienza semiempirica⁷:

$$(3,4) \quad f_{a,j} = f(\text{Re}_j, \epsilon) \quad \text{Re} = \text{nr. di Reynolds} = \frac{\rho v D}{\mu}, \quad \epsilon = \frac{e}{D} = \text{rugosità}$$

relativa

Il sistema di equazioni viene risolto tramite un procedimento alla Newton-Rapson generalizzato, di tipo iterativo. Fissata una soluzione di tentativo X_0 , dove X_0 è un vettore così composto

$$(3,5a) \quad X_j = g_j, j = 1, M \quad \text{Portate nei tratti}$$

$$(3,5b) \quad X_{N+i} = P_i, i = 1, N \quad \text{Pressioni nei nodi}$$

Si procede all'approssimazione successiva, tramite l'algoritmo:

$$(3,6) \quad X^{n+1} = X^n - J^{-1} F$$

⁷ Cfr. Diagramma di Moody.

Ing. Fabio LATINI Via del Sasso, 7 S. Gimignano (SI) Tel. 328.5647670	ESTENSIONE IMPIANTO DI TELERISCALDAMENTO “LA LECCIA” <i>Relazione tecnica</i>	16 di 21
---	---	----------

Che si arresta al verificarsi della condizione

$$(3,7) \quad |X^{n+1} - X^n| < \sigma \quad \sigma = \text{precisione di calcolo}$$

4.2 Equazioni di bilancio termico

Una volta calcolate le portate nei singoli tratti, è possibile procedere al calcolo delle temperature risolvendo un sistema lineare così determinato

$$(3,8) \quad c_{p,j,1} g_j T_{j,1} - c_{p,j,2} g_j T_{j,2} + \dot{q} + \frac{1}{2} k_j S_j ((T_{j,1} + T_{j,2}) - T_{ext}) = 0$$

$j=1, M, M = \text{numero di tratti}$

$$(3,9) \quad T_{j,i} = \hat{T}_{j,i}$$

Nei nodi a temperatura imposta

dove:

$$T_{j,1}, T_{j,2}$$

Temperature nei nodi 1 e 2 dell'elemento j -esimo

$$\dot{q}$$

Potenza termica netta scambiata nel tratto

$$k_j$$

Coefficiente di scambio termico complessivo della tubazione

$$S_j$$

Superficie di scambio del tratto j -esimo della tubazione

$$T_{ext}$$

Temperatura del suolo di riferimento

4.3 Modello numerico

Data l'elevata complessità della rete in esame, la presente analisi si limita all'individuazione delle variabili descrittive del sistema, pressioni e temperature nei nodi e portate nei tratti, nelle tubature di adduzione alle singole utenze.

Nella figura 4.A.1 è rappresentato il modello della rete di teleriscaldamento di Leccia, ricavato dalla planimetria della rete e dai dati tecnici dell'impianto, e comprensivo degli ampliamenti oggetto di questo studio.

Ogni tratta è stata suddivisa in un numero sufficiente di nodi (*mesh*).

È stato sviluppato un modello, composto da 116 nodi e 142 tratti, a rappresentare le macro-sezioni di impianto, ognuna con diverso grado di finitura della *mesh*. Per le sezioni più significative si è utilizzata una meshatura fine, con rappresentazione delle singole utenze

L'impianto è a vaso chiuso, con un volume di espansione con precarico iniziale.

Nell'analisi numerica si esclude la presenza nel circuito di incondensabili di qualsiasi tipo; quindi la simulazione rappresenta la rete nelle condizioni nominali di funzionamento, con le tubature completamente riempite d'acqua, in assenza di perdite od altri fenomeni che possano alterare il regime idrodinamico.

Nel valutare i possibili assorbimenti, i carichi termici puntuali sono stati modellati per mezzo di funzioni di trasferimento di scambiatori tipici, inserire nel codice attraverso *lookup-tables*. I valori delle potenze termiche forniti dalla simulazione, permettono di confrontare l'effetto delle ipotesi impiantistiche adottate. L'algoritmo utilizzato è implementato nel codice **PIPE**⁸, sviluppato in linguaggio FORTRAN-95, e parallelizzato con la tecnologia *OpenMP* (shared memory). Il programma è stato fatto girare su un hardware basato su MB Supermicro, *4xOpteron 6276*, con **16x4=64** cores disponibili, e 32 Gb RAM.

⁸Codice proprietario. Fabio Latini 2005-2011.

I tempi di calcolo misurati sono stati inferiori ai 200 secondi per tutti i test-case analizzati. I dati relativi alle nuove utenze sono evidenziati in rosso.

* PIPE FLOW CODE OUT - FABIO LATINI 2007 - 2013
* version r3.1-15.
* LECCIA_01

CONVERGENZA: NORMA(f) 0.000000

POTENZA TH IMPOSTA 0.000000 KW
POTENZA TH RICHIESTA -465.7806236 KW
UTILIZZATORI -398.8254412 KW
PERDITE NEI TUBI 66.9551824 KW
PORTATA TOTALE 5.6359523 Kg/s
PORTATA TOTALE m3/h 20.2894279 m3/h
PRESSIONE MASSIMA IMPIANTO (ass). 0.6599815 MPa
" " " " 6.7276405 bar

SEZIONE POMPE

-TRATTO 1-
MODELLO TPD405802
PORTATA 5.6359523 kg/s
PORTATA m3/h 20.2894279 m3/h
PREVALENZA POMPA ASSEGNATA 517.8016865 KPa
PREVALENZA POMPA (m) 52.7830465 m
PREVALENZA POMPA (Kg/cm2) 5.2783047 Kg/cm2
POTENZA DI POMPAGGIO 2918.3056227 W
POTENZA MOTORE 5306.0101080 W
PUNTO DI LAVORO % 0.0000000 %

POTENZA DI POMPAGGIO TOTALE 5306.0101080 W

PERDITE DI CARICO
PERDITE DI CARICO DISTRIBUITE 588.2122894 KPa
PERDITE DI CARICO CONCENTRATE 240.4388889 KPa

SEZIONE UTILIZZATORI

tratto	MOD	PORTATA kg/s	PORTATA m3/h	Pot. TH (W)	T_in	T_out	TH_bal (W)	Q_loss (W)	Q_net (W)	Pres (kPa)
26	HE_SCPIA4	0.17	0.612	-15217.548	89.027	67.6	-15226.5	8.973	-15217.527	359.688
29	HE_SCPIA4	0.17	0.612	-15025.337	87.627	66.479	-15027.821	2.49	-15025.33	374.59
32	HE_SCPIA4	0.17	0.612	-15031.496	87.672	66.515	-15033.982	2.492	-15031.49	366.934
35	HE_SCPIA4	0.325	1.17	-25112.822	88.513	70.022	-25115.391	2.571	-25112.82	366.814
49	HE_SCPIA4	0.23	0.83	-20244.632	88.988	67.968	-20247.171	2.544	-20244.627	333.095
52	HE_SCPIA4	0.187	0.673	-16682.014	88.728	67.367	-16684.536	2.528	-16682.008	329.489
55	HE_SCPIA4	0.17	0.612	-15073.106	87.974	66.759	-15075.602	2.502	-15073.1	327.734
78	HE_SCPIA3	0.17	0.612	-12992.601	89.016	70.728	-12995.347	2.747	-12992.599	339.965
81	HE_SCPIA3	0.17	0.612	-12991.598	89.005	70.719	-12994.343	2.747	-12991.596	336.718
84	HE_SCPIA3	0.17	0.612	-12990.396	88.993	70.708	-12993.141	2.746	-12990.394	334.266
87	HE_SCPIA4	0.29	1.044	-23380.451	88.969	69.679	-23383.174	2.726	-23380.448	331.866
90	HE_SCPIA3	0.17	0.612	-12986.64	88.952	70.673	-12989.382	2.745	-12986.637	331.437
93	HE_SCPIA3	0.17	0.612	-12984.015	88.924	70.648	-12986.756	2.744	-12984.012	330.95
96	HE_SCPIA3	0.17	0.612	-12971.445	88.789	70.531	-12974.181	2.739	-12971.442	330.656
99	HE_SCPIA3	0.17	0.612	-12928.571	88.327	70.13	-12931.29	2.721	-12928.568	330.542
109	HE_SCPIA3	0.17	0.612	-12991.177	89.001	70.715	-12994.538	3.364	-12991.174	342.066
112	HE_SCPIA3	0.17	0.612	-12990.124	88.99	70.705	-12993.485	3.364	-12990.121	340.567
115	HE_SCPIA4	0.34	1.224	-25973.448	88.952	70.674	-25976.807	3.362	-25973.446	339.037
119	HE_SCPIA3	0.17	0.612	-12985.45	88.944	70.657	-0	9.16	9.16	343.419
123	HE_SCPIA3	0.17	0.612	-13001.897	89.118	70.813	-0	5.435	5.435	374.832
126	HE_SCPIA4	0.29	1.044	-23409.545	89.133	69.808	-0	16.192	16.192	424.208
130	HE_SCPIA4	0.29	1.044	-22991.937	86.854	67.879	-0	9.361	9.361	444.863
135	HE_SCPIA4	0.29	1.044	-22678.532	85.146	66.43	-0	8.626	8.626	324.386
140	HE_SCPIA4	0.17	0.612	-15190.66	88.84	67.434	-0	20.344	20.344	343.401

TRATTO	LUNGHEZZA	Qin	Qout	Q(kg/s)	VEL(m/s)	sec(m2)	Re	fa	dens_i	Dp Pa/m	Qloss	
1	2	0.325E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.5636E+01	0.7543E+00	0.7539E-02	0.2408E+06	0.6144E-01	0.9910E+03	0.2055E+03	0.7892E+02
2	3	0.412E+03	0.000E+00	0.000E+00	0.5636E+01	0.7543E+00	0.7539E-02	0.2409E+06	0.6144E-01	0.9910E+03	0.2055E+03	0.9963E+04
3	4	0.372E+03	0.000E+00	0.000E+00	0.5346E+01	0.7155E+00	0.7539E-02	0.2287E+06	0.6144E-01	0.9911E+03	0.1881E+03	0.8947E+04
4	4	0.278E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.5056E+01	0.6767E+00	0.7539E-02	0.2163E+06	0.6144E-01	0.9911E+03	0.1719E+03	0.6666E+02
5	5	0.100E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.4886E+01	0.6539E+00	0.7539E-02	0.2090E+06	0.6144E-01	0.9911E+03	0.1624E+03	0.2409E+03
6	7	0.101E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.4886E+01	0.6527E+00	0.7539E-02	0.1822E+06	0.6144E-01	0.9929E+03	0.1624E+03	0.1856E+03
7	8	0.278E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.5056E+01	0.6754E+00	0.7539E-02	0.1884E+06	0.6144E-01	0.9929E+03	0.1719E+03	0.5123E+02
8	9	0.372E+03	0.000E+00	0.000E+00	0.5346E+01	0.7142E+00	0.7539E-02	0.1982E+06	0.6144E-01	0.9929E+03	0.1881E+03	0.6821E+04
9	10	0.412E+03	0.000E+00	0.000E+00	0.5636E+01	0.7529E+00	0.7539E-02	0.2075E+06	0.6144E-01	0.9929E+03	0.2055E+03	0.7499E+04
10	11	0.325E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.5636E+01	0.7529E+00	0.7539E-02	0.2070E+06	0.6144E-01	0.9930E+03	0.2055E+03	0.5908E+02
11	12	0.101E+02	0.444E+06	0.000E+00	0.5636E+01	0.7536E+00	0.7539E-02	0.2334E+06	0.6144E-01	0.9920E+03	0.2055E+03	0.1500E+02
12	6	0.673E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.3886E+01	0.5201E+00	0.7539E-02	0.1663E+06	0.6144E-01	0.9911E+03	0.1067E+03	0.1614E+04
13	13	0.136E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.3886E+01	0.5201E+00	0.7539E-02	0.1663E+06	0.6144E-01	0.9911E+03	0.1067E+03	0.3267E+02
14	14	0.441E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.1170E+01	0.5827E+00	0.2026E-02	0.9657E+05	0.2506E-01	0.9911E+03	0.8071E+02	0.7372E+02
15	15	0.160E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.1000E+01	0.4981E+00	0.2026E-02	0.8254E+05	0.2533E-01	0.9911E+03	0.5940E+02	0.2675E+03
16	16	0.474E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.8300E+00	0.6668E+00	0.1256E-02	0.8702E+05	0.2652E-01	0.9911E+03	0.1700E+03	0.7911E+03
17	17	0.423E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.6600E+00	0.5302E+00	0.1256E-02	0.6921E+05	0.2690E-01	0.9911E+03	0.1070E+03	0.6392E+03
18	18	0.139E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.3351E+00	0.2989E+01	0.1130E-03	0.1160E+06	0.3621E-01	0.9916E+03	0.1337E+05	0.1133E+02
19	19	0.423E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.6600E+00	0.5296E+00	0.1256E-02	0.6565E+05	0.2700E-01	0.9922E+03	0.1070E+03	0.5496E+03
20	20	0.474E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.8300E+00	0.6659E+00	0.1256E-02	0.8034E+05	0.2665E-01	0.9924E+03	0.1700E+03	0.6543E+03
21	21	0.160E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.1000E+01	0.4973E+00	0.2026E-02	0.7477E+05	0.2551E-01	0.9926E+03	0.5940E+02	0.2156E+03
22	22	0.424E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.1170E+01	0.5818E+00	0.2026E-02	0.8613E+05	0.2525E-01	0.9927E+03	0.8071E+02	0.5609E+02
23	23	0.276E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.3886E+01	0.5192E+00	0.7539E-02	0.1470E+06	0.6144E-01	0.9928E+03	0.1067E+03	0.5177E+02
24	24	0.680E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.3886E+01	0.5192E+00	0.7539E-02	0.1460E+06	0.6144E-01	0.9928E+03	0.1067E+03	0.1246E+04
25	15	0.100E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.1700E+00	0.3496E+00	0.4906E-03	0.2851E+05	0.3180E-01	0.9911E+03	0.7705E+02	0.1040E+02
26	61	0.100E+01	0.000E+00	-0.152E+05	0.1700E+00	0.3492E+00	0.4906E-03	0.2718E+05	0.3195E-01	0.9922E+03	0.7705E+02	0.8973E+01
27	62	0.350E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.1700E+00	0.3490E+00	0.4906E-03	0.2461E+05	0.3227E-01	0.9929E+03	0.7803E+02	0.2776E+02
28	16	0.932E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.1700E+00	0.3496E+00	0.4906E-03	0.2852E+05	0.3180E-01	0.9912E+03	0.7705E+02	0.9598E+03
29	63	0.283E+00	0.000E+00	-0.150E+05	0.1700E+00	0.3492E+00	0.4906E-03	0.2683E+05	0.3199E-01	0.9923E+03	0.7741E+02	0.2490E+01
30	64	0.942E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.1700E+00	0.3490E+00	0.4906E-03	0.2459E+05	0.3227E-01	0.9929E+03	0.7803E+02	0.7463E+03
31	17	0.745E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.1700E+00	0.3496E+00	0.4906E-03	0.2852E+05	0.3180E-01	0.9912E+03	0.7705E+02	0.7660E+03
32	65	0.283E+00	0.000E+00	-0.150E+05	0.1700E+00	0.3492E+00	0.4906E-03	0.2685E+05	0.3199E-01	0.9923E+03	0.7741E+02	0.2492E+01
33	66	0.754E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.1700E+00	0.3490E+00	0.4906E-03	0.2498E+05	0.3222E-01	0.9928E+03	0.7792E+02	0.6079E+03
34	18	0.696E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.3249E+00	0.6682E+00	0.4906E-03	0.5452E+05	0.3030E-01	0.9911E+03	0.2682E+03	0.7194E+01
35	67	0.283E+00	0.000E+00	-0.251E+05	0.3249E+00	0.6676E+00	0.4906E-03	0.5237E+05	0.3037E-01	0.9921E+03	0.2686E+03	0.2571E+01
36	68	0.875E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.3249E+00	0.6673E+00	0.4906E-03	0.4985E+05	0.3047E-01	0.9925E+03	0.2693E+03	0.7416E+01
37	6	0.170E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.1000E+01	0.4981E+00	0.2026E-02	0.8254E+05	0.2533E-01	0.9911E+03	0.5940E+02	0.3488E+03
38	25	0.847E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.1000E+01	0.4981E+00	0.2026E-02	0.8254E+05	0.2533E-01	0.9911E+03	0.5940E+02	0.1736E+03
39	26	0.847E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.1000E+01	0.4981E+00	0.2026E-02	0.8254E+05	0.2533E-01	0.9911E+03	0.5940E+02	0.1735E+03
40	27	0.408E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.7696E+00	0.3833E+00	0.2026E-02	0.6353E+05	0.2585E-01	0.9911E+03	0.3719E+02	0.8348E+03
41	28	0.903E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.5827E+00	0.2902E+00	0.2026E-02	0.4811E+05	0.2652E-01	0.9912E+03	0.1919E+02	0.1835E+04
42	105	0.300E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.1227E+00	0.3939E+00	0.3140E-03	0.2456E+05	0.3378E-01	0.9912E+03	0.1300E+03	0.2699E+02
43	30	0.903E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.5827E+00	0.2896E+00	0.2026E-02	0.4015E+05	0.2704E-01	0.9931E+03	0.1919E+02	0.1362E+04
44	31	0.408E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.7696E+00	0.3825E+00	0.2026E-02	0.5261E+05	0.2629E-01	0.9932E+03	0.3719E+02	0.6107E+03
45	32	0.847E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.1000E+01	0.4970E+00	0.2026E-02	0.6825E+05	0.2569E-01	0.9932E+03	0.5940E+02	0.1264E+03
46	33	0.847E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.1000E+01	0.4970E+00	0.2026E-02	0.6822E+05	0.2570E-01	0.9932E+03	0.5940E+02	0.1264E+03
47	34	0.177E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.1000E+01	0.4971E+00	0.2026E-02	0.7011E+05	0.2564E-01	0.9930E+03	0.5940E+02	0.2718E+03
48	27	0.354E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.2304E+00	0.7405E+00	0.3140E-03	0.4831E+05	0.2270E-01	0.9911E+03	0.3084E+03	0.3675E+01
49	69	0.283E+00	0.000E+00	-0.202E+05	0.2304E+00	0.7397E+00	0.3140E-03	0.4611E+05	0.2289E-01	0.9921E+03	0.3106E+03	0.2544E+01
50	70	0.707E-01	0.000E+00	0.000E+00	0.2304E+00	0.7389E+00	0.3140E-03	0.3999E+05	0.2347E-01	0.9932E+03	0.3182E+03	0.5364E+00
51	28	0.354E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.1869E+00	0.6004E+00	0.3140E-03	0.3918E+05	0.2356E-01	0.9911E+03	0.2105E+03	0.3662E+01
52	71	0.283E+00	0.000E+00	-0.167E+05	0.1869E+00	0.5998E+00	0.3140E-03	0.3725E+05	0.2378E-01	0.9922E+03	0.2122E+03	0.2528E+01
53	72	0.707E-01	0.000E+00	0.000E+00	0.1869E+00	0.5992E+00	0.3140E-03	0.3232E+05	0.2443E-01	0.9932E+03	0.2178E+03	0.3345E+00
54	29	0.354E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.1700E+00	0.5462E+00	0.3140E-03	0.3565E+05	0.2398E-01	0.9912E+03	0.1773E+03	0.5626E+01
55	73	0.283E+00	0.000E+00	-0.151E+05	0.1700E+00	0.5456E+00	0.3140E-03	0.3365E+05	0.2424E-01	0.9922E+03	0.1790E+03	0.2502E+01
56	74	0.707E-01	0.000E+00	0.000E+00	0.1700E+00	0.5451E+00	0.3140E-03	0.2945E+05	0.2488E-01	0.9932E+03	0.1836E+03	0.5353E+00
57	14	0.132E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.2716E+01	0.8262E+00	0.3317E-02	0.1752E+06	0.2305E-01	0.9911E+03	0.2119E+03	0.1554E+03
58	35	0.646E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.2376E+01	0.7228E+00	0.3317E-02	0.1533E+06	0.2320E-01	0.9911E+03	0.1691E+03	0.7617E+02
59	36	0.730E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.1480E+01	0.7371E+00	0.2026E-02	0.1222E+06	0.2472E-01	0.9911E+03	0.1364E+03	0.8601E+02
60	37	0.502E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.1310E+01	0.6525E+00	0.2026E-02	0.1081E+06	0.2489E-01	0.9911E+03	0.1057E+03	0.5910E+02
61	38	0.523E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.1140E+01	0.5678E+00	0.2026E-02	0.9410E+05	0.2510E-01	0.9911E+03	0.7536E+02	0.6161E+02
62	39	0.904E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.9700E+00	0.4831E+00	0.2026E-02	0.8007E+05	0.2538E-01	0.9911E+03	0.5651E+02	0.1064E+03
63	40	0.342E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.6800E+00	0.3387E+00	0.2026E-02	0.5613E+05	0.2613E-01	0.9911E+03	0.2856E+02	0.4025E+02
64	41	0.511E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.5100E+00	0.2540E+00	0.2026E-02	0.4210E+05	0.2690E-01	0.9911E+03	0.1468E+02	0.6020E+02
65	42	0.163E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.3400E+00	0.1693E+00	0.2026E-02	0.2807E+05	0.2828E-01	0.9911E+03	0.6786E+01	0.1922E+03
66	43	0.280E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.1700E+00	0.8467E-01	0.2026E-02	0.1404E+05	0.3160E-01	0.9911E+03	0.2429E+01	0.3278E+03
67	45	0.291E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.1700E+00	0.8451E-01	0.2026E-02	0.1202E+05	0.3254E-01	0.9930E+03	0.2429E+01	0.2590E+03
68	46	0.163E+02	0.000									

112	93	94	0.346E+00	0.000E+00	-0.130E+05	0.1700E+00	0.3493E+00	0.4906E-03	0.2753E+05	0.3191E-01	0.9920E+03	0.7724E+02	0.3364E+01
113	94	58	0.520E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.1700E+00	0.3491E+00	0.4906E-03	0.2563E+05	0.3213E-01	0.9927E+03	0.7773E+02	0.4569E+01
114	56	95	0.141E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.3400E+00	0.6992E+00	0.4906E-03	0.5703E+05	0.3022E-01	0.9911E+03	0.2929E+03	0.1556E+01
115	95	96	0.346E+00	0.000E+00	-0.260E+05	0.3400E+00	0.6986E+00	0.4906E-03	0.5505E+05	0.3029E-01	0.9920E+03	0.2932E+03	0.3362E+01
116	96	57	0.469E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.3400E+00	0.6982E+00	0.4906E-03	0.5183E+05	0.3039E-01	0.9926E+03	0.2941E+03	0.4179E+01
117	35	109	0.100E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.3400E+00	0.6992E+00	0.4906E-03	0.5703E+05	0.3022E-01	0.9911E+03	0.2929E+03	0.1178E+03
118	10	91	0.100E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.1700E+00	0.3496E+00	0.4906E-03	0.2852E+05	0.3180E-01	0.9911E+03	0.7705E+02	0.1177E+02
119	10	111	0.100E+01	0.000E+00	-0.130E+05	0.1700E+00	0.6015E+00	0.4906E-03	0.3612E+05	0.3316E-01	0.9930E+03	0.2950E+03	0.9776E+02
120	11	112	0.100E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.1700E+00	0.3489E+00	0.4906E-03	0.2432E+05	0.3230E-01	0.9930E+03	0.7812E+02	0.8871E+01
121	12	60	0.109E+02	0.000E+00	0.000E+00	0.3400E+00	0.6979E+00	0.4906E-03	0.4904E+05	0.3050E-01	0.9930E+03	0.2950E+03	0.9776E+02
122	5	100	0.424E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.1700E+00	0.3496E+00	0.4906E-03	0.2851E+05	0.3180E-01	0.9911E+03	0.7706E+02	0.3698E+02
123	10	99	0.707E+00	0.000E+00	-0.130E+05	0.1700E+00	0.3493E+00	0.4906E-03	0.2756E+05	0.3191E-01	0.9924E+03	0.7723E+02	0.5435E+01
124	9	8	0.424E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.1700E+00	0.3490E+00	0.4906E-03	0.2476E+05	0.3224E-01	0.9929E+03	0.7798E+02	0.2835E+02
125	4	98	0.566E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.2900E+00	0.3640E+00	0.8038E-03	0.3800E+05	0.2950E-01	0.9911E+03	0.6053E+02	0.4932E+02
126	9	97	0.212E+01	0.000E+00	-0.234E+05	0.2900E+00	0.5958E+00	0.4906E-03	0.4682E+05	0.3059E-01	0.9920E+03	0.2154E+03	0.1619E+02
127	9	7	0.424E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.2900E+00	0.3633E+00	0.8038E-03	0.3274E+05	0.2991E-01	0.9929E+03	0.6127E+02	0.2810E+02
128	3	101	0.301E+03	0.000E+00	0.000E+00	0.2900E+00	0.5963E+00	0.4906E-03	0.4866E+05	0.3051E-01	0.9912E+03	0.2277E+03	0.3286E+04
129	10	110	0.100E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.2900E+00	0.5963E+00	0.4906E-03	0.4861E+05	0.3051E-01	0.9913E+03	0.2277E+03	0.1070E+02
130	10	121	0.100E+01	0.000E+00	-0.230E+05	0.2900E+00	0.5957E+00	0.4906E-03	0.4589E+05	0.3063E-01	0.9923E+03	0.2157E+03	0.9361E+01
131	10	104	0.100E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.2900E+00	0.5951E+00	0.4906E-03	0.4017E+05	0.3091E-01	0.9932E+03	0.2277E+03	0.8017E+01
132	10	104	0.302E+03	0.000E+00	0.000E+00	0.2900E+00	0.5952E+00	0.4906E-03	0.4108E+05	0.3086E-01	0.9931E+03	0.2277E+03	0.2478E+04
133	2	91	0.301E+03	0.000E+00	0.000E+00	0.4127E+00	0.2121E+00	0.1963E-02	0.3457E+05	0.2759E-01	0.9913E+03	0.1016E+02	0.4865E+04
134	10	106	0.100E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.2900E+00	0.1490E+00	0.1963E-02	0.2421E+05	0.2893E-01	0.9915E+03	0.4464E+01	0.1587E+02
135	10	107	0.100E+01	0.000E+00	-0.227E+05	0.2900E+00	0.5956E+00	0.4906E-03	0.4509E+05	0.3066E-01	0.9924E+03	0.7723E+02	0.8626E+01
136	10	108	0.100E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.2900E+00	0.1488E+00	0.1963E-02	0.2054E+05	0.2966E-01	0.9931E+03	0.4464E+01	0.1245E+02
137	10	8	0.303E+03	0.000E+00	0.000E+00	0.4127E+00	0.2118E+00	0.1963E-02	0.2981E+05	0.2811E-01	0.9929E+03	0.1016E+02	0.3855E+04
138	10	113	0.412E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.1700E+00	0.6070E-01	0.2826E-02	0.1188E+05	0.3216E-01	0.9911E+03	0.9786E+00	0.6881E+02
139	13	114	0.100E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.1700E+00	0.3496E+00	0.4906E-03	0.2852E+05	0.3180E-01	0.9911E+03	0.7705E+02	0.1668E+02
140	11	115	0.141E+01	0.000E+00	-0.152E+05	0.1700E+00	0.3492E+00	0.4906E-03	0.2713E+05	0.3195E-01	0.9922E+03	0.7733E+02	0.2034E+02
141	11	116	0.100E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.1700E+00	0.3489E+00	0.4906E-03	0.2342E+05	0.3243E-01	0.9932E+03	0.7737E+02	0.1209E+02
142	11	117	0.447E+01	0.000E+00	0.000E+00	0.1700E+00	0.6057E-01	0.2826E-02	0.9880E+04	0.3343E-01	0.9932E+03	0.1015E+01	0.5480E+02

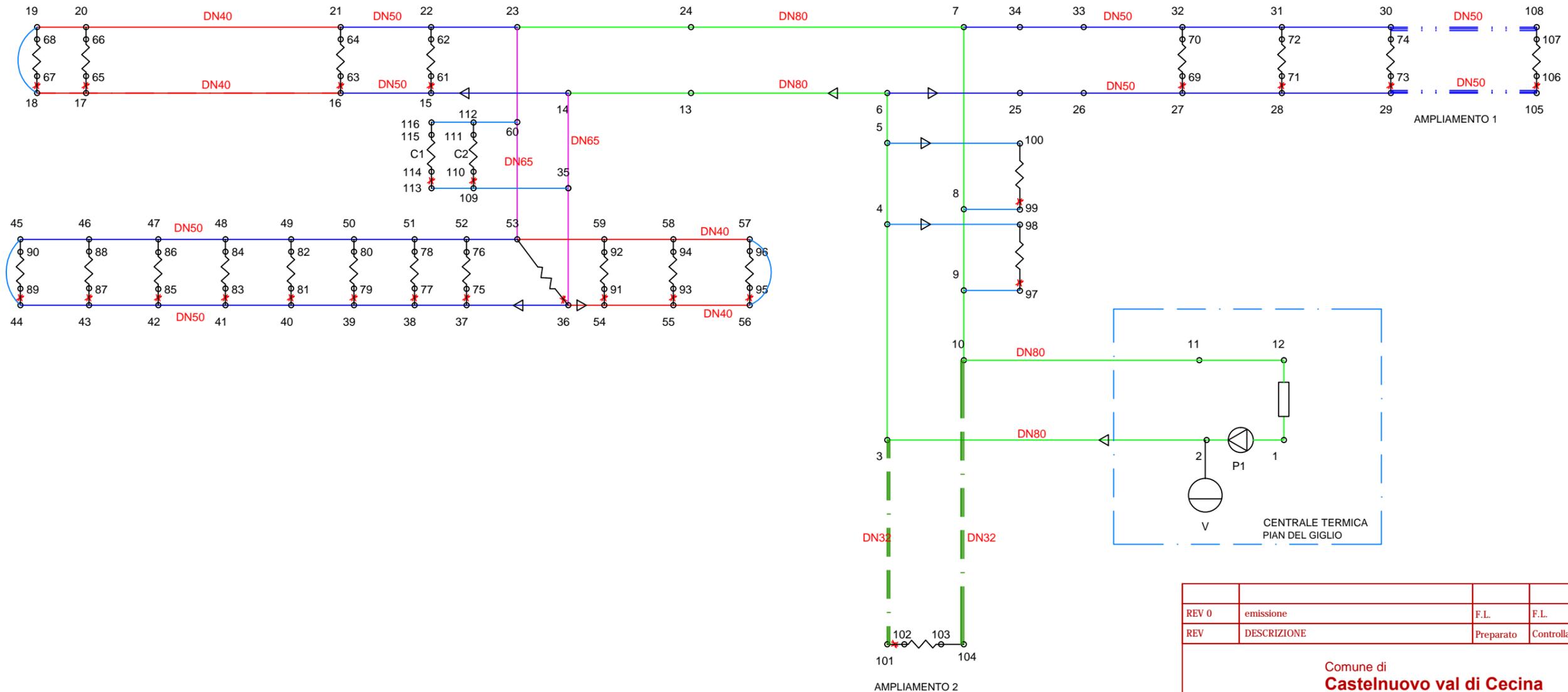
VALVOLE O VINCOLI PARTICOLARI

NODO	X	Y	Z	TEMP	PRES(Pa)	Ptot(Pa)	DENS	CP	DURATA(ANNI)
1	0.57888E+03	0.12933E+04	0.35000E+03	0.90000E+02	0.14496E+06	0.63546E+06	0.99100E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
2	0.57588E+03	0.12921E+04	0.35000E+03	0.89997E+02	0.65998E+06	0.11505E+07	0.99100E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
3	0.18786E+03	0.11646E+04	0.29700E+03	0.89574E+02	0.51452E+06	0.15250E+07	0.99104E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
4	0.25103E+03	0.15224E+04	0.37610E+03	0.89173E+02	0.42472E+06	0.65918E+06	0.99108E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
5	0.24928E+03	0.15242E+04	0.37730E+03	0.89170E+02	0.37530E+06	0.59798E+06	0.99108E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
6	0.24215E+03	0.15312E+04	0.37850E+03	0.89158E+02	0.37049E+06	0.58141E+06	0.99108E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
7	0.24215E+03	0.15312E+04	0.37850E+03	0.71215E+02	0.31395E+06	0.52487E+06	0.99286E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
8	0.24878E+03	0.15237E+04	0.37730E+03	0.71192E+02	0.31073E+06	0.53342E+06	0.99287E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
9	0.25053E+03	0.15219E+04	0.37610E+03	0.71113E+02	0.30856E+06	0.54302E+06	0.99287E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
10	0.18736E+03	0.11641E+04	0.29700E+03	0.70553E+02	0.23673E+06	0.12472E+07	0.99293E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
11	0.57538E+03	0.12916E+04	0.35000E+03	0.70235E+02	0.15000E+06	0.64050E+06	0.99296E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
12	0.57838E+03	0.12928E+04	0.35000E+03	0.70233E+02	0.14722E+06	0.63772E+06	0.99296E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
13	0.20070E+03	0.14781E+04	0.37970E+03	0.89059E+02	0.36301E+06	0.56215E+06	0.99109E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
14	0.20207E+03	0.14781E+04	0.37970E+03	0.89057E+02	0.36234E+06	0.56149E+06	0.99109E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
15	0.19907E+03	0.14751E+04	0.37850E+03	0.89042E+02	0.35995E+06	0.57086E+06	0.99110E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
16	0.18765E+03	0.14641E+04	0.37610E+03	0.88978E+02	0.38195E+06	0.61641E+06	0.99110E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
17	0.15535E+03	0.14294E+04	0.37610E+03	0.88750E+02	0.37285E+06	0.60731E+06	0.99113E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
18	0.17057E+03	0.13900E+04	0.37370E+03	0.88518E+02	0.36766E+06	0.62567E+06	0.99115E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
19	0.17007E+03	0.13895E+04	0.37250E+03	0.79405E+02	0.33751E+06	0.60729E+06	0.99205E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
20	0.15485E+03	0.14289E+04	0.37250E+03	0.76432E+02	0.33268E+06	0.60245E+06	0.99235E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
21	0.18715E+03	0.14636E+04	0.37370E+03	0.74406E+02	0.32409E+06	0.58210E+06	0.99254E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
22	0.19857E+03	0.14746E+04	0.37610E+03	0.73368E+02	0.32287E+06	0.55732E+06	0.99265E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
23	0.20157E+03	0.14776E+04	0.37610E+03	0.72178E+02	0.32210E+06	0.55656E+06	0.99277E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
24	0.20020E+03	0.14776E+04	0.37850E+03	0.72175E+02	0.32151E+06	0.53242E+06	0.99277E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
25	0.25243E+03	0.15446E+04	0.38000E+03	0.89075E+02	0.33945E+06	0.56215E+06	0.99109E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
26	0.25757E+03	0.15514E+04	0.38000E+03	0.89033E+02	0.33858E+06	0.53478E+06	0.99110E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
27	0.26271E+03	0.15581E+04	0.38000E+03	0.88992E+02	0.33402E+06	0.53022E+06	0.99110E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
28	0.28750E+03	0.15905E+04	0.38000E+03	0.88732E+02	0.33010E+06	0.52630E+06	0.99113E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
29	0.31916E+03	0.16751E+04	0.38000E+03	0.87979E+02	0.32824E+06	0.52444E+06	0.99120E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
30	0.31966E+03	0.16756E+04	0.38000E+03	0.68876E+02	0.32074E+06	0.51694E+06	0.99309E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
31	0.28800E+03	0.15910E+04	0.38000E+03	0.68087E+02	0.31888E+06	0.51508E+06	0.99317E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
32	0.26321E+03	0.15586E+04	0.38000E+03	0.67914E+02	0.31714E+06	0.51334E+06	0.99319E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
33	0.25807E+03	0.15519E+04	0.38000E+03	0.67884E+02	0.31627E+06	0.51247E+06	0.99319E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
34	0.25293E+03	0.15451E+04	0.38000E+03	0.67854E+02	0.31540E+06	0.51160E+06	0.99319E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
35	0.20996E+03	0.14690E+04	0.38500E+03	0.89043E+02	0.34721E+06	0.49436E+06	0.99110E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
36	0.21504E+03	0.14650E+04	0.38500E+03	0.89036E+02	0.34464E+06	0.49179E+06	0.99110E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
37	0.21148E+03	0.14610E+04	0.38000E+03	0.89022E+02	0.34017E+06	0.53637E+06	0.99110E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
38	0.20812E+03	0.14573E+04	0.38000E+03	0.89011E+02	0.33693E+06	0.53313E+06	0.99110E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
39	0.20461E+03	0.14534E+04	0.38000E+03	0.88998E+02	0.33448E+06	0.53068E+06	0.99110E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
40	0.19856E+03	0.14467E+							

78	0.20857E+03	0.14577E+04	0.38000E+03	0.70719E+02	0.33125E+06	0.52745E+06	0.99292E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
79	0.20486E+03	0.14537E+04	0.38000E+03	0.88993E+02	0.33427E+06	0.53047E+06	0.99110E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
80	0.20506E+03	0.14539E+04	0.38000E+03	0.70708E+02	0.33212E+06	0.52832E+06	0.99292E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
81	0.19881E+03	0.14470E+04	0.38000E+03	0.88969E+02	0.33187E+06	0.52807E+06	0.99110E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
82	0.19901E+03	0.14472E+04	0.38000E+03	0.69679E+02	0.33337E+06	0.52957E+06	0.99302E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
83	0.19651E+03	0.14444E+04	0.38000E+03	0.88952E+02	0.33144E+06	0.52764E+06	0.99111E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
84	0.19671E+03	0.14446E+04	0.38000E+03	0.70673E+02	0.33325E+06	0.52945E+06	0.99292E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
85	0.19309E+03	0.14406E+04	0.38000E+03	0.88924E+02	0.33095E+06	0.52715E+06	0.99111E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
86	0.19329E+03	0.14408E+04	0.38000E+03	0.70648E+02	0.33342E+06	0.52962E+06	0.99292E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
87	0.18213E+03	0.14285E+04	0.38000E+03	0.88789E+02	0.33066E+06	0.52686E+06	0.99112E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
88	0.18233E+03	0.14287E+04	0.38000E+03	0.70531E+02	0.33357E+06	0.52977E+06	0.99294E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
89	0.17978E+03	0.14001E+04	0.38000E+03	0.88327E+02	0.33054E+06	0.52674E+06	0.99117E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
90	0.17997E+03	0.14003E+04	0.38000E+03	0.70130E+02	0.33370E+06	0.52990E+06	0.99298E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
91	0.21860E+03	0.14691E+04	0.38490E+03	0.89001E+02	0.34207E+06	0.49020E+06	0.99110E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
92	0.21880E+03	0.14693E+04	0.38510E+03	0.70715E+02	0.33068E+06	0.47685E+06	0.99292E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
93	0.22040E+03	0.14726E+04	0.38490E+03	0.88990E+02	0.34057E+06	0.48870E+06	0.99110E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
94	0.22060E+03	0.14728E+04	0.38510E+03	0.70705E+02	0.33157E+06	0.47774E+06	0.99292E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
95	0.22388E+03	0.14775E+04	0.38500E+03	0.88952E+02	0.33904E+06	0.48619E+06	0.99111E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
96	0.22408E+03	0.14777E+04	0.38520E+03	0.70674E+02	0.33296E+06	0.47815E+06	0.99292E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
97	0.25353E+03	0.15249E+04	0.37610E+03	0.69808E+02	0.30899E+06	0.54345E+06	0.99300E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
98	0.25503E+03	0.15264E+04	0.37610E+03	0.89133E+02	0.42421E+06	0.65867E+06	0.99109E+03	0.41800E+04	0.00000E+00
tubo	diametro "	diametro(m)	lunghezza	volume					
1	3.85827	0.09800	3.25336	0.02	0.26773E+04				
2	0.00000	0.00000	0.00000	0.00	0.23238E+00				
3	0.00000	0.00000	0.00000	0.00	0.00000E+00				
4	0.00000	0.00000	0.00000	0.00	0.00000E+00				
5	0.00000	0.00000	0.00000	0.00	0.19059E+04				
6	0.00000	0.00000	0.00000	0.00	0.15369E+04				
7	0.00000	0.00000	0.00000	0.00	0.12142E+02				
8	0.00000	0.00000	0.00000	0.00	0.25124E+03				
9	0.00000	0.00000	0.00000	0.00	0.50876E+01				
10	0.00000	0.00000	0.00000	0.00	0.11481E+02				
11	0.00000	0.00000	0.00000	0.00	0.41686E+02				
12	0.00000	0.00000	0.00000	0.00	0.12350E+03				
13	0.00000	0.00000	0.00000	0.00	0.10008E+03				
14	0.00000	0.00000	0.00000	0.00	0.33056E+01				
15	0.00000	0.00000	0.00000	0.00	0.22212E+03				
16	0.00000	0.00000	0.00000	0.00	0.27614E+03				
17	0.00000	0.00000	0.00000	0.00	0.47358E+02				
18	0.00000	0.00000	0.00000	0.00	0.38850E+02				
19	0.00000	0.00000	0.00000	0.00	0.10301E+02				
20	0.00000	0.00000	0.00000	0.00	0.54269E+02				
21	0.00000	0.00000	0.00000	0.00	0.27029E+02				
22	0.00000	0.00000	0.00000	0.00	0.27029E+02				
23	0.00000	0.00000	0.00000	0.00	0.13033E+03				
24	0.00000	0.00000	0.00000	0.00	0.28834E+03				
25	0.00000	0.00000	0.00000	0.00	0.78955E+03				
26	0.00000	0.00000	0.00000	0.00	0.28846E+03				
27	0.00000	0.00000	0.00000	0.00	0.13045E+03				
28	0.00000	0.00000	0.00000	0.00	0.27029E+02				
29	0.00000	0.00000	0.00000	0.00	0.27029E+02				
30	3.85827	0.09800	1736.34020	13.09	0.45826E+06				
31	2.00000	0.05080	530.55973	1.07	0.42003E+05				
32	1.57480	0.04000	211.15976	0.27	0.27121E+05				
33	0.47244	0.01200	1.67568	0.00	0.36188E+05				
34	0.98425	0.02500	1000.74669	0.49	0.17638E+06				
35	0.78740	0.02000	5.12132	0.00	0.68313E+04				
36	2.55906	0.06500	40.86151	0.14	0.25787E+05				
37	0.75000	0.01905	1.00000	0.00	0.74718E+03				
38	1.25984	0.03200	9.89949	0.01	0.91448E+03				
39	1.96850	0.05000	605.82678	1.19	0.70292E+04				
40	2.36220	0.06000	8.59524	0.02	0.10116E+03				
VOLUME TOTALE DELLE TUBATURE			16.3048446	m3				

4.4 Mesh rete TLR

LEGENDA			
SIMBOLO	DESCRIZIONE	SIMBOLO	DESCRIZIONE
	Tracciato		Scambiatore / utenza
	Nodo / Stacco utenza		Valvola limitatrice di portata
DN 100	Dimensioni tubatura		



NOTA: i tratti di rete compresi nell'ampliamento sono disegnati con tripla riga

P1: Elettropompa DP 55 m 20 m³/h, P motore : 5,00 kW

V: Volume di espansione

REV 0	emissione	F.L.	F.L.	F.LATINI	30/09/2013
REV	DESCRIZIONE	Preparato	Controllato	Approvato	Data
Comune di Castelnuovo val di Cecina via verdi, 13 - 56041 Castelnuovo Val di Cecina (PI)					
Ing Fabio LATINI Str. Costarella 6 Podere Palazzo 53035 - Monteriggioni (SI) Tel. 328.5647670		MODELLO RIDOTTO L116-142-PIPE.3.1 RETE DI TLR LECCIA		Impianto-Plant Teleriscaldamento SASSO PISANO	
Commessa-Job T02-2013		Disegno-Drawing MOD01		Nome File Mod01-r2.dwg	Scala 1:1000
				Foglio Sheet	1
				Segue Next is	/