

## Allegato 2a

### TELERISCALDAMENTO "I CIPRESSI"

#### 1. PREMESSA

L'impianto di generazione di energia elettrica del termovalorizzatore, che sfrutta il vapore surriscaldato prodotto dalla caldaia a recupero, potrà essere abbinato ad un circuito di teleriscaldamento costituito come segue :

- Centrale termica di scambio tra vapore di spillamento (5 bar, 153 °C) e acqua calda (6 bar, 95°);
- Rete interrata per il trasporto dell' acqua calda, circuito di distribuzione e allacciamenti di utenza;
- Lunghezza ipotizzata per il circuito 28.000 metri, 10.000 metri mandata e 10.0000 metri di ritorno più 8.000 metri di distribuzione ad utenza:
- Temperatura acqua nella tubazione di mandata 95 - 100 °C,
- Temperatura acqua nella tubazione di ritorno 65- 70 °C,
- La rete di tubazioni pre-coibentate è costituita da:
  - a) tubazioni in acciaio,
  - b) n.2 fili di allarme in rame (uno isolato e uno no) per localizzare eventuali zone di umidità o interruzioni,
  - c) isolamento termico in schiuma rigida di poliuretano,
  - d) mantello esterno in polietilene alta densità,

La centrale termica di scambio è costituita da un circuito primario a vapore in circuito chiuso e da un circuito di trasporto acqua calda alle utenze.

#### 2. DATI DI PROGETTO

I dati di progetto utilizzati per un primo calcolo delle potenzialità termiche disponibili sono i seguenti :

Portata nominale vapore ingresso turbina	30.312,0	kg/h
Entalpia vapore (47 bar, 380 °C)	3.155,0	kJ/kg
Entalpia vapore 1° spillamento (5 bar,154 °C)	2.752,7	kJ/kg
Entalpia vapore 2° spillamento (1,4 bar,109,2 °C)	2.586,7	kJ/kg
Entalpia vapore scarico (0,12 bar, 49,4 °C)	2.326,9	kJ/kg
Entalpia condensato (1 bar, 49,4 °C)	206,8	kJ/kg
Entalpia condensato da scambiatore teleriscaldamento (3 bar,60 °C)	251,3	kJ/kg
Entalpia acqua calda (6 bar, 95 °C) mandata	398,1	kJ/kg
Entalpia acqua calda (6 bar, 65 °C) ritorno	272,2	kJ/kg
Perdita termica di rete	0,03	W/m°C

### 3. CALCOLO PRESTAZIONI

#### 3.1 Prestazione in assetto elettrico

<b>Condizioni ingresso turbina</b>		
pressione	bar (a)	47
temperatura	°C	380
entalpia	kJ/kg	3.155
portata	kg/h	30.312
<b>Condizioni 1° spillamento</b>		
pressione	bar (a)	5
temperatura	°C	153,7
entalpia	kJ/kg	2.752,8
portata	kg/h	1.142
<b>Condizioni 2° spillamento</b>		
pressione	bar (a)	1,4
temperatura	°C	109,2
entalpia	kJ/kg	2.586,7
portata	kg/h	1.800
<b>Condizioni scarico</b>		
pressione	bar (a)	0,12
temperatura	°C	49,4
entalpia	kJ/kg	2.326,9
portata	kg/h	27.370
<b>Potenza al giunto turbina</b>	kW	6.675
<b>Potenza ai morsetti alternatore</b>	kW	6.390

### 3.2 Calcolo capacità teleriscaldamento

Il rendimento del circuito di teleriscaldamento è dato dal rapporto tra il calore effettivamente sfruttato ed il calore disponibile.:

Descrizione	Q-Kg/s	H-KJ/kg	Calore kW	Rendimento	Calore sfruttato kW
Vapore 1° spillamento	7,76	2.752,7	21360,9		
Condensato	7,76	251,3	1.950		
Delta	7,76	2.335,4	19.410	92	17.857,9
Acqua calda mandata	141,8	398,1	56.467,5		
Acqua calda ritorno	141,8	272,2	38.609,5		
Delta	141,8	125,9	17.857,9	92	16.429,2

Delta T vapore/acqua calda	: 58 °C,
Delta T acqua mandata/acqua ritorno	: 35 °C,
Delta T acqua mandata(teorico/effettivo)	: 1,6 °C,
T effettiva acqua mandata	: 93,4 °C
Portata max acqua calda teleriscaldamento	: 510,4 mc/h
Portata max vapore spillamento	: 27,93 t/h

### 3.3 Prestazione elettrica in assetto misto

<b>Condizioni ingresso turbina</b>		
pressione	bar (a)	47
temperatura	°C	380
entalpia	kJ/kg	3.155
portata	kg/h	30.312
<b>Condizioni 1° spillamento</b>		
pressione	bar (a)	5
temperatura	°C	153,7
entalpia	kJ/kg	2.752,8
portata	kg/h	1.136
Portata teleriscaldamento	kg/h	27.928
<b>Condizioni 2° spillamento</b>		
pressione	bar (a)	1,4
temperatura	°C	109,2
entalpia	kJ/kg	2.586,7
Portata preriscaldamento condensato	kg/h	1.247
<b>Condizioni scarico</b>		
pressione	bar (a)	0,12
temperatura	°C	49,4
entalpia	kJ/kg	2.326,9
portata	kg/h	0,00
<b>Potenza al giunto turbina</b>	kW	3.380
<b>Potenza ai morsetti alternatore</b>	kW	3.230

### **3.4 Rete di trasporto e distribuzione**

La rete di trasporto, costituita da tubazioni in acciaio precoibentate e interrata, ha una lunghezza stimata di 20.000 metri, 10.000 di mandata e 10.000 di ritorno.

La rete di distribuzione all'utenza ed i relativi allacciamenti, che al momento sono difficilmente quantizzabili (si ipotizza per i calcoli 8.000 m), sarà costituita per la parte interrata da tubazioni identiche a quelle della rete di trasporto, mentre la parte aerea sarà in acciaio con rivestimento esterno in lamierino di rame e coibentazione in lana di roccia.

### **3.5 Perdite di temperatura della rete**

La qualità delle tubazioni precoibentate, la verifica della qualità delle saldature, unitamente ad una corretta messa in opera, consente una perdita termica molto bassa, stimabile in eccesso in circa 0,03 W/m/°C, equivalente per il circuito di trasporto a :  $(28.000 \cdot 0,03 \cdot 95) / 1000 = \text{kW } 80$  che equivalgono a circa 2 °C per l'intero circuito.

### **3.6 Caldaia di emergenza**

Il sistema di teleriscaldamento sommariamente descritto nei paragrafi precedenti, qualora non venga inserito in un sistema esistente, dovrà forzatamente essere dotato da una caldaia di emergenza (possibilmente alimentata da biocombustibile) che possa intervenire sia in caso di guasto al termovalorizzatore, sia nei casi di avviamento/spengimento programmati.

## 4. CONSUMI & EMISSIONI EVITATE

Il calcolo dei consumi di combustibile e delle emissioni evitate utilizzando il teleriscaldamento che sfrutta il calore del termovalorizzatore in sostituzione del riscaldamento prodotto con caldaie convenzionali a metano e/o gasolio, si basa sui seguenti dati assunti come base di progetto:

- a) Superficie media degli appartamenti considerata = 100 mq,
- b) Classe di efficienza energetica dei locali media C- G (medio – alto consumo),
- c) Tipologia edificio : media sulle quattro tipologie,
- d) Fabbisogno energetico per riscaldamento e acqua calda = 105 kWh/mq/anno,
- e) Schema casa clima = Italia settentrionale.
- f) Potere calorifico gasolio = 10200 kcal/kg,
- g) Potere calorifico metano = 8250 kcal/mc,
- h) Consumo specifico gasolio per mq = 15 kg/mq/a,
- i) Consumo specifico metano per mq = 19 kg/mq/a,
- j) Ore anno di funzionamento equivalente(riscaldamento + acqua calda = 2800 h/anno

### 4.1 Classi energetiche edifici

Classe costruzione	Fabbisogno calore	Edificio a torre	Edificio in linea	Villetta a schiera	Villetta monofamiliare	media
G	kWh/mq/a	130,0	142,0	200,0	220,0	173,00
F	kWh/mq/a	97,0	108,0	132,4	114,9	123,65
E	kWh/mq/a	90,5	101,6	104,4	99,9	99,10
D	kWh/mq/a	80,1	80,3	80,6	80,6	80,40
C	kWh/mq/a	61,7	60,4	55,9	62,5	60,13
<b>Media C-G</b>	kWh/mq/a	<b>91,86</b>	<b>98,46</b>	<b>114,66</b>	<b>115,58</b>	<b>105,14</b>
B	kWh/mq/a	40,3	40,4	41,3	41,8	40,95
A	kWh/mq/a	23,1	22,6	26,2	27,1	24,75
<b>Media A-G</b>	kWh/mq/a	<b>70,67</b>	<b>79,33</b>	<b>91,54</b>	<b>92,40</b>	<b>67,24</b>

Non conoscendo nel dettaglio la qualità e la quantità degli edifici (sia come prestazioni energetiche che per tipologia di costruzione) che potrebbero essere servite dal servizio di teleriscaldamento, il calcolo preliminare del consumo energetico è stato eseguito utilizzando la classificazione degli edifici elaborata in base ai contenuti dal decreto legislativo 19 agosto 2005 n.192 che recepisce la direttiva n.2002/91/CE e che stabilisce i criteri, le condizioni e le modalità per migliorare le prestazioni energetiche degli edifici.

Ad ogni tipologia di edificio in funzione della classe di efficienza energetica e del tipo di costruzione è attribuito un consumo medio (kWh/mq/a).

In considerazione che i suddetti indici sono relativi alle nuove costruzioni o alle ristrutturazioni di edifici con superfici superiori a 1000 mq, il calcolo del consumo energetico è stato eseguito utilizzando i consumi derivati dalla media degli indici delle classi da C ad G mediati considerandoli mediamente distribuiti nelle quattro tipologie di costruzione, mentre non sono stati presi in considerazione gli indici relativi alle classi A e B (edifici passivi) i cui consumi sono compresi tra 20 e 40 kWh/mq/a.

## 4.2 Rendimenti delle caldaie da riscaldamento

Tipo caldaia	Carico termico utile kWh/mq/a	Rendimento caldaia %	Energia primaria necessaria kWh/mq/a
Standard	105	86,6	121,41
Alta efficienza	105	92,0	114,28
A condensazione	105	105,0	100,13
media	105	94,53	111,94

Per i calcoli si è ipotizzato che le tre tipologie di caldaia siano equamente ripartite negli edifici da servire.

## 4.3 Calcolo dell'energia primaria utilizzata

Energia primaria kWh/mq/a	mq appartamento tipo	MWh/a per appartamento tipo
121,41	100	12,14
114,28	100	11,43
100,13	100	10,01
111,94	100	11,19

## 4.4 Calcolo del numero di appartamenti servibili

Energia primaria termovalorizzatore MW	Ore/anno equivalenti	Energia primaria disponibile MWh/a	Consumo medio unitario MWh/a	Appartamenti n.°
16,43	2800	46004	11,19	4110

## 4.5 Elementi operativi

### 4.5.1 Consumi di combustibili fossili

Il calore disponibile per l'utenza, come indicato nel paragrafo 3.2, è pari a 16.429 kW che moltiplicato per le 2800 ore anno equivalenti corrisponde a circa 46.000 MWh/anno.

Considerando che il consumo medio per un appartamento di 100 mq, a prescindere dalla sua tipologia, è pari a 11,19 MWh/a (11,94 kWh/mq/a\*100mq), il calore derivato dal termovalorizzatore potrà essere utilizzato per soddisfare le esigenze di circa 4100 utenze.

Il risparmio di combustibili fossili sarà quindi pari a :

Gasolio = ( 15\*100\*4110 ) = 6.165.000 kg/anno,

Metano = ( 19\*100\* 4110 ) = 7.809.000 mc/anno,

## 4.5.2 Emissioni evitate

Le emissioni medie specifiche dei combustibili fossili (gasolio e metano) e le relative emissioni evitate utilizzando il teleriscaldamento del termovalorizzatore sono le seguenti :

<i>Inquinante</i>	<i>Fattori di emissione</i>		<i>Kg / anno gasolio</i>	<i>tonnellate inquinante/ anno</i>
<b>NOx</b>	<b>2,14</b>	<i>g inquinante/ kg gasolio</i>	<b>6.165.000</b>	<b>13,19</b>
<b>CO</b>	<b>0,85</b>	<i>g inquinante/ kg gasolio</i>	<b>6.165.000</b>	<b>5,24</b>
<b>COV</b>	<b>0,64</b>	<i>g inquinante/ kg gasolio</i>	<b>6.165.000</b>	<b>3,95</b>
<b>Polveri</b>	<b>0,35</b>	<i>g inquinante/ kg gasolio</i>	<b>6.165.000</b>	<b>2,16</b>
<b>SO2</b>	<b>6,02</b>	<i>g inquinante/ kg gasolio</i>	<b>6.165.000</b>	<b>37,11</b>
<b>CO2</b>	<b>60*</b>	<i>kg/GJ gasolio</i>	<b>6.165.000</b>	<b>19.687</b>

<i>Inquinante</i>	<i>Fattori di emissione</i>		<i>mc / anno metano</i>	<i>tonnellate inquinante/ anno</i>
<b>NOx</b>	<b>1,79</b>	<i>g inquinante / mc metano</i>	<b>7.809.000</b>	<b>13,98</b>
<b>CO</b>	<b>0,89</b>	<i>g inquinante / mc metano</i>	<b>7.809.000</b>	<b>6,95</b>
<b>COV</b>	<b>0,36</b>	<i>g inquinante / mc metano</i>	<b>7.809.000</b>	<b>2,81</b>
<b>Polveri</b>	<b>0,05</b>	<i>g inquinante / mc metano</i>	<b>7.809.000</b>	<b>0,39</b>
<b>SO2</b>	<b>0,00</b>	<i>g inquinante / mc metano</i>	<b>7.809.000</b>	<b>0,00</b>
<b>CO2</b>	<b>73*</b>	<i>kg/GJ metano</i>	<b>7.809.000</b>	<b>16.181</b>

\* European Environment Agency, EMEP - CORINAIR - Emission Inventory Guidebook, 1999.