

Regione autonoma della Sardegna
(Provincia di Nuoro)



Comune di Macomer

CONSORZIO PER LA ZONA INDUSTRIALE DI MACOMER

**REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI
TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA
DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO**

ATI: AREAIMPIANTI - MONSUD S.p.A.





Progettista incaricato:



PROGETTO ESECUTIVO



	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Calcolo del recupero energetico ed efficienza energetica	PAG. II/8	



Sistema Qualità Certificato



UNI EN ISO 9001 (ISO 9001)
Certificato n° FS 587971



CODICE DESCRITTIVO: ITV240FMRR744.1.00			N° ALLEGATO: D15		
0	06/2016	EMISSIONE	Silenzi	Silenzi	Martino
1					
2					
3					
4					
<i>revisione</i>	<i>data</i>	<i>descrizione</i>	<i>redatto</i>	<i>controllato</i>	<i>approvato</i>

	Realizzazione di una nuova linea di termovalorizzazione da 30 MWt presso il sistema di trattamento rifiuti di Macomer/Tossilo	<i>Rev.0</i>	
	<i>Calcolo del recupero energetico ed efficienza energetica</i>	<i>PAG. III/8</i>	

INDICE

1.	RECUPERO ENERGETICO ED EFFICIENZA	4
-----------	--	----------

1. RECUPERO ENERGETICO ED EFFICIENZA

TABELLA AI SENSI DEL DOCUMENTO "GUIDELINES ON THE R1 ENERGY EFFICIENCY FORMULA IN ANNEX II OF DIRECTIVE 2008/98/EC"

							Caso CTN	NOTE
	Rifiuti inceneriti	ton/a	61120	PCI [kJ/kg]	13180	Energia [GJ/a]	805562	
	Fanghi inceneriti	ton/a	0	PCI [kJ/kg]	0	Energia [GJ/a]	0	
	Altri rifiuti inceneriti	ton/a	0	PCI [kJ/kg]	0	Energia [GJ/a]	0	
Ew	Ingresso di energia da rifiuti nel sistema					Energia [GJ/a]	805562	
	Gasolio per avviamento (dopo connessione con rete vapore)	kg/a	26327	PCI [kJ/kg]	41022	Energia [GJ/a]	1080	(1)
	Gasolio per mantenimento T post comb	kg/a	13164	PCI [kJ/kg]	41022	Energia [GJ/a]	540	(1)
	Gas naturale per avviamento (dopo connessione con rete vapore)	kg/a	0	PCI [kJ/kg]	50006	Energia [GJ/a]	0	
	Gas naturale per mantenimento T post comb	kg/a	0	PCI [kJ/kg]	50006	Energia [GJ/a]	0	
Ef	Ingresso di energia nel sistema con produzione di vapore					Energia [GJ/a]	1620	
	Gasolio per avviamento/spengimento (senza connessione con rete vapore)	kg/a	21720	PCI [kJ/kg]	41022	Energia [GJ/a]	891	(1)
	Combustibile per post-riscaldamento fumi a monte SCR e preriscaldamento linea TF	kg/a	0	PCI [kJ/kg]	50006	Energia [GJ/a]	0	
	Elettricità importata (moltiplicata per fattore 2,6)	MWh/a	54	k	2,6	Energia [GJ/a]	502	(2)
	Calore importato (moltiplicato per fattore 1,1)	MWh/a	0	k	1,1	Energia [GJ/a]	0	
Ei	Ingresso di energia nel sistema senza produzione di vapore					Energia [GJ/a]	1393	
	Elettricità prodotta e usata internamente alla terza linea	MWh/a	903	k	2,6	Energia [GJ/a]	8453	(3)
	Elettricità prodotta e inviata a terzi	MWh/a	48671	k	2,6	Energia [GJ/a]	455564	(3)
Ep, el	Elettricità prodotta	MWh/a	49574			Energia [GJ/a]	464017	
	Vapore inviato a terzi senza ritorno condense	MWh/a	0	k	1,1	Energia [GJ/a]	0	(4)
	Vapore inviato a terzi con ritorno condense (calore netto ceduto)	MWh/a	0	k	1,1	Energia [GJ/a]	0	(4)
Ep, heat exp	Calore prodotto esportato a terzi					Energia [GJ/a]	0	
	Vapore per turbopompa con ritorno vapore	MWh/a	0	k	1,1	Energia [GJ/a]	0	(5)
	Vapore per post-riscaldamento fumi con ritorno condense (calore netto ceduto)	MWh/a	0	k	1,1	Energia [GJ/a]	0	
	Vapore per soot blower	MWh/a	0	k	1,1	Energia [GJ/a]	0	
	Vapore per riscaldamento utenze interne impianto con ritorno condense	MWh/a	0	k	1,1	Energia [GJ/a]	0	
	Vapore per degasaggio acqua demi di reintegro assunta a 20°C	MWh/a	978	k	1,1	Energia [GJ/a]	3873	
	Vapore per iniezione soluzione ammoniacale senza ritorno condense	MWh/a	0	k	1,1	Energia [GJ/a]	0	
Ep, heat int	Calore prodotto usato internamente					Energia [GJ/a]	3873	
Ep	= Ep, el + (Ep, heat exp + Ep, heat int)					Energia [GJ/a]	467890	
R1	senza KC						0,594	
HDDLTLT							957	
KC							1,382	
R1 * KC							0,821	

Note:

- (1) I consumi di gasolio per avviamento e mantenimento della temperatura in post combustione ($T \geq 850^\circ\text{C}$) si basano su dati previsionali
- (2) Energia elettrica prelevata da rete di trasmissione nazionale durante gli avviamenti
- (3) I valori di energia elettrica prodotta sono basati sul valore di energia elettrica netta prevista, di cui una parte viene utilizzata in altre utenze relative alla terza linea, il resto viene inviato al di fuori della terza linea
- (4) Opzione futura di teleriscaldamento non considerata (ipotesi cautelativa)
- (5) In funzione solo in condizioni di emergenza per la fermata in sicurezza del generatore di vapore

Rifiuti inceneriti

E' stato considerato il quantitativo di rifiuti, aventi il potere calorifico inferiore di progetto, corrispondente funzionamento al Carico Termico Nominale (caso CTN) pari a 27,97 MW, per un periodo di 8000 ore/anno.

Gasolio

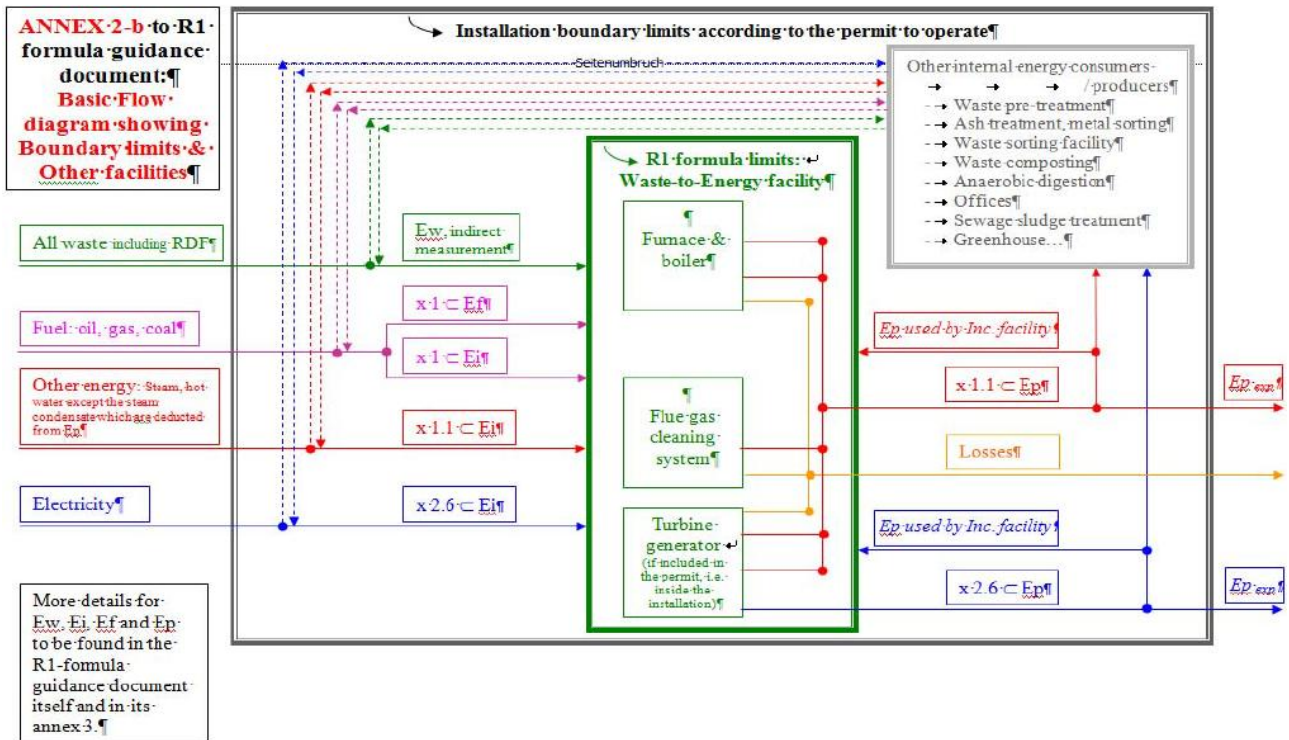
Il gasolio verrà impiegato per le seguenti operazioni:

- Avviamento (dopo connessione con rete vapore)
- Mantenimento temperatura di post combustione
- Avviamento/spengimento (senza connessione con rete vapore)

Il consumo totale per tali operazioni è 61,211 ton/anno che corrisponde a un volume compreso tra 70,8 e 75,1 m³/anno, essendo il peso specifico del gasolio compreso corrispondentemente tra 865 e 815 kg/m³. Si allega, a titolo indicativo, la scheda tecnica del gasolio per riscaldamento del produttore Agip (ENI), da cui si rileva tale valore di densità.

Elettricità importata

L'elettricità importata corrisponde all'energia elettrica importata dalla rete di trasmissione ("Electricity", linea blu a sinistra) per il funzionamento del sistema all'interno dei limiti (riquadro "R1 formula limits" di colore verde) indicati nello schema a pag. 25 del documento "Guidelines on the interpretation of the R1 energy efficiency formula for incineration facilities dedicated to the processing of municipal solid waste according to Annex II of Directive 2008/198/EC on Waste" e qui di seguito riportato:



Tale energia elettrica verrà importata durante il fuori parallelo del generatore della turbina a vapore, ovvero durante le fasi di avviamento e spegnimento della linea senza produzione di vapore o con produzione di vapore insufficiente ad azionare il turboalternatore.

Dopo il parallelo del generatore con la rete elettrica (locale, in caso di funzionamento "in isola", o di trasmissione nazionale), l'energia elettrica prodotta dal generatore sarà autoconsumata e pertanto l'energia elettrica consumata all'interno dei limiti del riquadro "R1 formula limits" non verrà conteggiata, in accordo al principio "Circulating heat and electricity for own uses of the incineration plant are part of E_p and are not to be counted in E_i " (pag. 15, "Guidelines on the interpretation of the R1 energy efficiency formula for incineration facilities dedicated to the processing of municipal solid waste according to Annex II of Directive 2008/198/EC on Waste")

La potenza elettrica mediamente impegnata per il calcolo dell'elettricità importata include le utenze all'interno dei limiti R1 (forno, caldaia, trattamento fumi, turbogeneratore), mentre non include altre utenze in accordo allo schema sopra riportato, quali, ad esempio, il pretrattamento dei rifiuti, il trattamento di scorie e ceneri, il compostaggio, gli uffici.

Elettricità prodotta

L'elettricità prodotta comprende due voci:



- Elettricità prodotta e usata internamente alla terza linea
- Elettricità prodotta e inviata a terzi

La prima voce si riferisce ai consumi di utenze alimentate dal turbogeneratore della linea stessa e conteggiate all'interno della terza linea, ma non installate all'interno dei limiti R1, come illustrato nello schema sopra riportato. Pertanto tale valore non corrisponde all'energia elettrica consumata riportata al punto 2.4.2 della Scheda 2A, Allegato 2A Relazione Tecnica, che comprende le utenze elettriche sia interne che esterne ai limiti di R1.

L'elettricità prodotta e inviata a terzi invece corrisponde all'energia netta ceduta a terzi riportata al punto 2.3.2 della Scheda 2A, Allegato 2A Relazione Tecnica.

Vapore per degasaggio acqua demi di reintegro assunta a 20°C

Tale energia è basata su un dato previsionale stimato di reintegro del circuito dell'acqua di alimento del generatore di vapore della linea. Questo reintegro è conteggiato in accordo alle indicazioni delle linee guida ("Although strictly speaking not a "backflow", fresh feed water added as make-up to compensate the blow down and water losses shall be counted with backflows", pag. 14) secondo le indicazioni riportate nell'Annex 5: "E_{pheat int. used}: for deaeration - demineralization with condensate as boiler water input" con la nota "Temperature of fresh water from the demineralization installation about 20°C. This energy shall only be considered, if it does not increase directly or indirectly the temperature of the feed water, used for energy generation (for details see chapter 3.2.1 of this Guidelines)." Pertanto è stata conteggiata l'energia, sotto forma di vapore di degasaggio, utilizzata per portare la temperatura

	Realizzazione di una nuova linea di termovalorizzazione da 30 MWt presso il sistema di trattamento rifiuti di Macomer/Tossilo	<i>Rev.0</i>	
	Calcolo del recupero energetico ed efficienza energetica	<i>PAG. 6/8</i>	

dell'acqua di reintegro da 20°C alla temperatura delle condense all'ingresso nel degasatore, quindi solo la frazione di vapore che non accresce la temperatura dell'acqua di alimento e influisce quindi sulla produzione di vapore.

I dati della stazione del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare sita a Macomer non sono risultati disponibili.

	Macomer - impianto	Macomer (NU)	Capo Frasca (VS)	Fonni (NU)
Altitudine [m s.l.m.]	410	563	92	1000



I dati della Stazione di Fonni dal 1984 al 2014 sono risultati disponibili, ma solo parzialmente, e sono allegati al presente documento. Infatti, la registrazione disponibile non risulta completa, ovvero gli anni dal 2007 al 2013 mancano completamente e alcuni altri anni (1992, 1993, 1999, 2000, 2014) presentano una carenza di dati maggiore del 25% (ovvero mancano i dati di temperatura di almeno 91 giorni su 365 giorni di un anno). Inoltre, alcuni dati di temperatura si presentano evidentemente errati, ad esempio il giorno 01/08/1999 presenta Tmin 15°C e Tmax 0°C; tali dati sono stati considerati non validi e pertanto esclusi dal calcolo.

Si fa presente che il DM 7-8-2013 riguardante il fattore KC della formula di calcolo dell'efficienza R1 non fornisce istruzioni su come procedere in caso di incompletezza e/o di non validità dei dati forniti. Il DM 7-8-2013 prevede solo che il calcolo sia riferito ai dati di temperatura degli ultimi 30 anni, registrati dalla stazione meteo dell'Aeronautica Militare più prossima all'impianto. In assenza di istruzioni al riguardo, si è proceduto secondo un criterio arbitrario ritenuto ragionevole escludendo dal calcolo gli anni che non presentassero dati validi per almeno il 75% dei giorni/anno.

Si riepilogano tali informazioni nella tabella seguente.

ANNO	HDDanno	gg/anno %	Valido	HDDanno
1984	2756	100,0%	SI	2756
1985	1963	83,6%	SI	1963
1986	2776	100,0%	SI	2776
1987	2521	99,5%	SI	2521
1988	1877	86,3%	SI	1877
1989	2323	95,3%	SI	2323
1990	2412	99,7%	SI	2412
1991	2391	92,3%	SI	2391
1992	1401	61,2%	NO	
1993	1722	71,0%	NO	
1994	1899	87,1%	SI	1899

1995	2312	84,9%	SI	2312
1996	2200	82,8%	SI	2200
1997	1806	76,4%	SI	1806
1998	2109	85,2%	SI	2109
1999	1697	63,6%	NO	
2000	1917	73,8%	NO	
2001	1987	82,2%	SI	1987
2002	2500	86,8%	SI	2500
2003	2225	83,3%	SI	2225
2004	2386	96,2%	SI	2386
2005	2305	91,8%	SI	2305
2006	2039	82,5%	SI	2039
2007	n. d.	n. d.	NO	
2008	n. d.	n. d.	NO	
2009	n. d.	n. d.	NO	
2010	n. d.	n. d.	NO	
2011	n. d.	n. d.	NO	
2012	n. d.	n. d.	NO	
2013	n. d.	n. d.	NO	
2014	286	11,8%	NO	

Dove:

HDDanno è il grado di riscaldamento annuo calcolati nell'area di riferimento come segue:

$$HDDanno = \sum HDD_i$$

HDD_i è il grado di riscaldamento giornaliero dello i-esimo giorno.

Pari a:

$$HDD_i = (18 \text{ }^\circ\text{C} - T_m) \text{ se } T_m < 15 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$HDD_i = 0 \text{ se } T_m > 15 \text{ }^\circ\text{C}$$

Essendo T_m la temperatura media giornaliera, calcolata come $(T_{min} + T_{max})/2$ del giorno "i" dell'anno di riferimento nell'area di riferimento. I valori di temperatura sono quelli ufficiali dell'aeronautica militare della stazione meteorologica più prossima all'impianto di incenerimento.

HDDLTT, ovvero HDD locale a lungo termine, è uguale alla media trentennale dei valori di HDDanno calcolati nell'area di riferimento come segue:

$$HDDLTT = \frac{\sum_{i=1}^{30} HDDanno}{30}$$

Nel caso in esame non si dispone di 30 valori di HDDanno, ma di 19 valori di HDDanno, pertanto la formula di calcolo di HDDLTT è stata modificata come segue:

$$HDDLTT = (\sum_{i=1}^{19} HDDanno) / 19$$

KC è il valore del fattore di correzione corrispondente all'area climatica nella quale insiste l'impianto di incenerimento:

$$KC = 1 \text{ se } HDDLTT > 3350$$

$$KC = (-0,382/1200) HDDLTT + 2,0665 \text{ quando } 2150 < HDDLTT < 3350$$

$$KC = 1,382 \text{ se } HDDLTT < 2150 \text{ dove:}$$

Nel caso in esame il valore di HDDLTT (grado di riscaldamento locale a lungo termine) è stato calcolato a partire dai dati parziali su trentuno anni (01/01/1984 – 31/12/2014) delle temperature giornaliere minime e massime della stazione meteorologica di Fonni risulta pari a 2252.

Di conseguenza il valore di KC risulta pari a 1,350.



	Realizzazione di una nuova linea di termovalorizzazione da 30 MWt presso il sistema di trattamento rifiuti di Macomer/Tossilo	Rev.0	
	Calcolo del recupero energetico ed efficienza energetica	PAG. 8/8	

TABELLA AI SENSI DEL DOCUMENTO "GUIDELINES ON THE R1 ENERGY EFFICIENCY FORMULA IN ANNEX II OF DIRECTIVE 2008/98/EC"

							Caso CTN	NOTE
	Rifiuti inceneriti	ton/a	61120	PCI [kJ/kg]	13180	Energia [GJ/a]	805562	
	Fanghi inceneriti	ton/a	0	PCI [kJ/kg]	0	Energia [GJ/a]	0	
	Altri rifiuti inceneriti	ton/a	0	PCI [kJ/kg]	0	Energia [GJ/a]	0	
Ew	Ingresso di energia da rifiuti nel sistema					Energia [GJ/a]	805562	
	Gasolio per avviamento (dopo connessione con rete vapore)	kg/a	26327	PCI [kJ/kg]	41022	Energia [GJ/a]	1080	(1)
	Gasolio per mantenimento T post comb	kg/a	13164	PCI [kJ/kg]	41022	Energia [GJ/a]	540	(1)
	Gas naturale per avviamento (dopo connessione con rete vapore)	kg/a	0	PCI [kJ/kg]	50006	Energia [GJ/a]	0	
	Gas naturale per mantenimento T post comb	kg/a	0	PCI [kJ/kg]	50006	Energia [GJ/a]	0	
Ef	Ingresso di energia nel sistema con produzione di vapore					Energia [GJ/a]	1620	
	Gasolio per avviamento/spegnimento (senza connessione con rete vapore)	kg/a	21720	PCI [kJ/kg]	41022	Energia [GJ/a]	891	(1)
	Combustibile per post-riscaldamento fumi a monte SCR e preriscaldamento linea TF	kg/a	0	PCI [kJ/kg]	50006	Energia [GJ/a]	0	
	Elettricità importata (moltiplicata per fattore 2,6)	MWh/a	54	k	2,6	Energia [GJ/a]	502	(2)
	Calore importato (moltiplicato per fattore 1,1)	MWh/a	0	k	1,1	Energia [GJ/a]	0	
Ei	Ingresso di energia nel sistema senza produzione di vapore					Energia [GJ/a]	1393	
	Elettricità prodotta e usata internamente alla terza linea	MWh/a	903	k	2,6	Energia [GJ/a]	8453	(3)
	Elettricità prodotta e inviata a terzi	MWh/a	48671	k	2,6	Energia [GJ/a]	455564	(3)
Ep, el	Elettricità prodotta	MWh/a	49574			Energia [GJ/a]	464017	
	Vapore inviato a terzi senza ritorno condense	MWh/a	0	k	1,1	Energia [GJ/a]	0	(4)
	Vapore inviato a terzi con ritorno condense (calore netto ceduto)	MWh/a	0	k	1,1	Energia [GJ/a]	0	(4)
Ep, heat exp	Calore prodotto esportato a terzi					Energia [GJ/a]	0	
	Vapore per turbopompa con ritorno vapore	MWh/a	0	k	1,1	Energia [GJ/a]	0	(5)
	Vapore per post-riscaldamento fumi con ritorno condense (calore netto ceduto)	MWh/a	0	k	1,1	Energia [GJ/a]	0	
	Vapore per soot blower	MWh/a	0	k	1,1	Energia [GJ/a]	0	
	Vapore per riscaldamento utenze interne impianto con ritorno condense	MWh/a	0	k	1,1	Energia [GJ/a]	0	
	Vapore per degasaggio acqua demi di reintegro assunta a 20°C	MWh/a	978	k	1,1	Energia [GJ/a]	3873	
	Vapore per iniezione soluzione ammoniacale senza ritorno condense	MWh/a	0	k	1,1	Energia [GJ/a]	0	
Ep, heat int	Calore prodotto usato internamente					Energia [GJ/a]	3873	
Ep	= Ep, el + (Ep, heat exp + Ep, heat int)					Energia [GJ/a]	467890	
R1	senza KC						0,594	
HDDLTL							2252	
KC							1,350	
R1 * KC							0,801	

Note:

- (1) I consumi di gasolio per avviamento e mantenimento della temperatura in post combustione ($T \geq 850^\circ\text{C}$) si basano su dati previsionali
- (2) Energia elettrica prelevata da rete di trasmissione nazionale durante gli avviamenti
- (3) I valori di energia elettrica prodotta sono basati sul valore di energia elettrica netta prevista, di cui una parte viene utilizzata in altre utenze relative alla terza linea, il resto viene inviato al di fuori della terza linea
- (4) Opzione futura di teleriscaldamento non considerata (ipotesi cautelativa)
- (5) In funzione solo in condizioni di emergenza per la fermata in sicurezza del generatore di vapore

Il coefficiente R1 in coerenza alle "Guidelines" risulta pertanto pari a 0,801.

Anche con i dati meteo della Stazione di Fonni (NU) l'impianto in progetto risulta svolgere un'operazione di recupero R1, in accordo con le prescrizioni del D. Lgs. n. 152 del 3 Aprile 2006 e s.m.i, in quanto il valore dell'efficienza energetica calcolato è superiore a 0,65.