

**Regione Autonoma della Sardegna**

**Provincia di Nuoro**



**Comune di Macomer**

**CONSORZIO PER LA ZONA INDUSTRIALE DI MACOMER**



STUDIO TECNICO DOTT. ING.  
**SALVATORE CARTA**  
VIA SICILIA 25, MACOMER (NU)  
Tel: 0785-71301 Cell.: 331-9473076  
Email: s.carta@cartaingegneria.it  
PEC: salvatore.carta2@ingpec.eu



Figura Professionale Certificata  
**UNI 11339**  
Esperto in Gestione dell'Energia  
*Expert in Energy Management*  
Settore Civile – Settore Industriale

Oggetto:

**CALCOLO DEL RECUPERO ENERGETICO ED EFFICIENZA ENERGETICA**  
Certificazione ai sensi dell'art. 35, comma 4, della Legge n. 164 dell'11/11/2014

N° Elaborato:

**UNICO**

Data:

**27/01/2025**

Committente:



**IMPIANTO DI TERMOVALORIZZAZIONE ALIMENTATO DALLA FRAZIONE SECCA PROVENIENTE DA RACCOLTA DIFFERENZIATA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI DI POTENZA TERMICA PARI A CIRCA 30 MW UBICATO IN ZONA INDUSTRIALE TOSSILO NEL COMUNE DI MACOMER**



## Sommario

1. Premesse .....	3
2. Generalità e metodologia di calcolo.....	3
3. Calcolo del coefficiente R1 .....	6
Ipotesi al contorno .....	7
Rifiuti trattati .....	7
Gasolio .....	7
Energia elettrica importata.....	7
Energia elettrica prodotta .....	8
Vapore per degasaggio acqua demi di reintegro assunta a 20°C.....	9
Calcolo del coefficiente CFF.....	9
Calcolo dell'efficienza energetica (coefficiente R1) .....	12
4. Allegati.....	13



## 1. Premesse

---

Il sottoscritto, Salvatore Carta, Ingegnere Meccanico ed Energetico, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cagliari al n. 6550 Sez. A, con Studio Tecnico in Via Sicilia n. 25 a Macomer (NU), codice fiscale CRT SVT 68T30 E788Q, Partita IVA 01277200919, in qualità di Libero Professionista incaricato dalla Società Monsud S.p.A. con sede in Milano, Partita IVA 00296690647, redige la presente relazione che certifica, ai sensi dell'art. 35 della Legge n. 164 dell' 11/11/2014, comma 4, la conformità dell'impianto di termovalorizzazione di potenza termica pari a circa 30 MW alimentato dalla frazione secca della raccolta differenziata dei Rifiuti Solidi Urbani (RSU) ubicato in Zona Industriale Tossilo a Macomer (NU) di proprietà del Consorzio per la Zona Industriale di Macomer e gestito dalla Tossilo Tecnoservice S.p.A..

## 2. Generalità e metodologia di calcolo

---

In relazione alle operazioni di trattamento di cui alla Parte Quarta del D.lgs. 152/06 e s.m.i., il trattamento dei rifiuti che sarà svolto in impianto è qualificabile come operazione di recupero R1 - *Utilizzazione principalmente come combustibile o come altro mezzo per produrre energia* - di cui all'Allegato C alla Parte Quarta del D.lgs. 152/06 e s.m.i..

L'impianto è già dotato di Autorizzazione Integrata Ambientale n. 1289 del 29/07/2015 (di seguito AIA) in cui è riportato, nell'Allegato 1 (cfr. cap. 5.1.5), il calcolo relativo al recupero energetico e la determinazione del coefficiente R1.

A valle del DECRETO 19 maggio 2016, n. 134 – *“Regolamento concernente l'applicazione del fattore climatico (CFF) alla formula per l'efficienza del recupero energetico dei rifiuti negli impianti di incenerimento”*, successivo all'AIA sopra richiamata, viene quindi rideterminato il valore del coefficiente R1 secondo quanto riportato nel presente documento.

Nella nota (4) dell'Allegato C alla Parte Quarta del D. Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., sono indicate le modalità di calcolo dell'efficienza energetica degli impianti di incenerimento dei Rifiuti Solidi Urbani affinché la frazione secca dei RSU che alimentano l'impianto in parola possa essere considerato combustibile per produrre energia.

Di seguito, in carattere corsivo, la nota (4) sopra citata.

*(4) Gli impianti di incenerimento dei rifiuti solidi urbani sono compresi solo se la loro efficienza energetica è uguale o superiore a: - 0,60 per gli impianti funzionanti e autorizzati in conformità della normativa comunitaria applicabile*



anteriore al 1° gennaio 2009, - 0,65 per gli impianti autorizzati dopo il 31 dicembre 2008, calcolata con la seguente formula:  $Efficienza\ energetica = [E_p - (E_f + E_i)] / [0,97 \times (E_w + E_f)]$  dove:  $E_p$  = energia annua prodotta sotto forma di energia termica o elettrica. È calcolata moltiplicando l'energia sotto forma di elettricità per 2,6 e l'energia termica prodotta per uso commerciale per 1,1 (GJ/anno)  $E_f$  = alimentazione annua di energia nel sistema con combustibili che contribuiscono alla produzione di vapore (GJ/anno)  $E_w$  = energia annua contenuta nei rifiuti trattati calcolata in base al potere calorifico inferiore dei rifiuti (GJ/anno)  $E_i$  = energia annua importata, escluse  $E_w$  ed  $E_f$  (GJ/anno) 0,97 = fattore corrispondente alle perdite di energia dovute alle ceneri pesanti (scorie) e alle radiazioni. La formula si applica conformemente al documento di riferimento sulle migliori tecniche disponibili per l'incenerimento dei rifiuti.

Nel caso che ricorre, essendo l'impianto autorizzato dopo il 31/12/2008, la formula per il calcolo dell'Efficienza Energetica da utilizzarsi è la seguente:

$$Efficienza\ Energetica = \frac{[E_p - (E_f + E_i)]}{[0,97 \times (E_w + E_f)]} \quad (1)$$

dove:

$E_p$  energia annua prodotta sotto forma di energia termica o elettrica - è calcolata moltiplicando l'energia sotto forma di elettricità per 2,6 e l'energia termica prodotta per uso commerciale per 1,1 [GJ/anno]

$E_f$  alimentazione annua di energia nel sistema con combustibili che contribuiscono alla produzione di vapore [GJ/anno]

$E_w$  energia annua contenuta nei rifiuti trattati calcolata in base al potere calorifico inferiore dei rifiuti [GJ/anno]

$E_i$  energia annua importata, escluse  $E_w$  ed  $E_f$ , [GJ/anno]

0,97 fattore corrispondente alle perdite di energia dovute alle ceneri pesanti (scorie) e alle radiazioni.

Tale formula è riportata nell'Allegato II della Direttiva 2008/98/CE.

L'impianto di incenerimento dei rifiuti è compreso tra quelli di cui al comma 4 dell'art. 35 della L. n. 164/2014 se l'efficienza energetica calcolata in tal guisa è uguale o superiore al valore di 0.65, ovvero:

$$Efficienza\ Energetica = \frac{[E_p - (E_f + E_i)]}{[0,97 \times (E_w + E_f)]} \geq 0.65 \quad (2)$$

La formula consente la verifica dell'efficienza di recupero energetico conseguita nell'impianto di incenerimento di rifiuti urbani con recupero energetico in qualsiasi forma, tale recupero energetico venga effettuato. Il recupero energetico può essere effettuato mediante la produzione di:

- energia elettrica;
- energia termica;
- cogenerazione (ovvero la produzione combinata di energia elettrica e termica).



Nel caso in analisi,  $E_w$ ,  $E_f$  ed  $E_i$  costituiscono i flussi di energia in input al sistema energetico; pertanto:

**$E_p$**  rappresenta la produzione lorda dell'impianto, ovvero costituisce l'energia annua prodotta sotto forma di energia elettrica ed è calcolata moltiplicando l'energia prodotta dall'impianto per un coefficiente pari a 2,6;

**$E_i$**  rappresenta l'energia importata sotto forma di energia elettrica e/o termica, oltre a quella derivante da eventuali combustibili ausiliari ad eccezione di quelli che vengono utilizzati direttamente nella camera di combustione che, contribuendo alla produzione di vapore, vanno a costituire il termine  $E_f$ .

**$E_w$**  rappresenta l'energia annua contenuta nei rifiuti trattati calcolata in base al potere calorifico netto dei rifiuti. Con il Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare n. 134 del 19/05/2016, è stato introdotto, nella formula per il calcolo dell'Efficienza Energetica dell'impianto, un fattore correttivo (**CCF**) che tiene conto dell'area climatica nella quale insiste l'impianto di incenerimento. La formula (2) di cui sopra, è stata modificata come segue:

$$Efficienza\ Energetica = \frac{[E_p - (E_f + E_i)]}{[0.97 \times (E_w + E_f)]} \times CCF \geq 0.65 \quad (3)$$

Per gli impianti funzionanti e autorizzati in conformità alla legislazione applicabile nell'Unione europea prima dell'1 settembre 2015, CCF è uguale a:

$$\begin{aligned} CCF &= 1 && \text{se } HDDLLT \geq 3350 \\ CCF &= 1,25 && \text{se } HDDLLT \leq 2150 \\ CCF &= - (0,25/1200) \times HDDLLT + 1,698 && \text{se } 2150 < HDDLLT < 3350 \end{aligned}$$

**Per gli impianti autorizzati dopo il 31 agosto 2015 e per gli impianti di cui al punto precedente dopo il 31 dicembre 2029, CCF è uguale a:**

$$\begin{aligned} CCF &= 1 && \text{se } HDDLLT \geq 3350 \\ CCF &= 1,12 && \text{se } HDDLLT \leq 2150 \\ CCF &= - (0,12/1200) \times HDDLLT + 1,335 && \text{se } 2150 < HDDLLT < 3350 \end{aligned}$$

I valori di CCF sono approssimati alla terza cifra decimale.

Dove:

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

$$HDDLLT = \sum_1^{20} \frac{HDDanno}{20} \quad (4)$$

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

$$HDDanno = \sum HDDi \quad (5)$$

HDDi è il grado di riscaldamento giornaliero dell'i-esimo giorno pari a:

$$HDDi = (18^\circ\text{C} - T_m) \quad \text{se } T_m \leq 15^\circ\text{C}$$



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

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 rappresentativa in termini di prossimità e quota del sito dell’impianto di incenerimento. Se nessuna stazione dell’Aeronautica Militare è rappresentativa del sito dell’impianto di incenerimento o non presenta una sufficiente disponibilità di dati è possibile fare riferimento a dati di temperatura acquisiti da altre istituzioni del territorio, quali ad esempio le ARPA regionali o altre reti locali. La formula si applica conformemente al documento di riferimento sulle migliori tecniche disponibili per l’incenerimento dei rifiuti.

**SI SPECIFICA CHE IL CALCOLO DELL’EFFICIENZA ENERGETICA DELL’IMPIANTO DI INCENERIMENTO SARA’ ESEGUITO IN BASE AI DATI DI PROGETTO DELLO STESSO NON ESSENDO DISPONIBILE UNO STORICO DEGLI STESSI CONSIDERATO CHE IL PRIMO AVVIO DEL SISTEMA ENERGETICO È PREVISTO IN DATA 30/01/2025. IL CALCOLO SARA’ CONDOTTO IN ACCORDO CON QUANTO ESPRESSO NEL 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 2008/98/EC ON WASTE”.**

**SI SPECIFICA, INOLTRE, CHE, CONSIDERATI I TEMPI RISTRETTI PER POTER REPERIRE I DATI DELLA STAZIONE DEL SERVIZIO METEOROLOGICO DI MACOMER, SI UTILizzeranno QUELLI GIA’ DISPONIBILI, OVVERO QUELLI DI UN SITO IN PROSSIMITA’ E QUOTA DI QUELLO OVE È UBICATO L’IMPIANTO; IN PARTICOLARE IL CALCOLO SARA’ ESEGUITO CON I DATI GIA’ DISPONIBILI E RELATIVI ALLA STAZIONE METEO DI FONNI RELATIVI AL PERIODO DAL 1984 AL 2014. TALI DATI, ATTUALMENTE, SONO GLI UNICI DISPONIBILI E, COMUNQUE, RISULTANO PARZIALI. IN PARTICOLARE, NON SONO VALIDI QUELLI DEGLI ANNI 1992, 1993, 1999, 2000 E DAL 2007 AL 2014 COMPRESI. I DATI IN QUESTIONE SONO ALLEGATI AL PRESENTE DOCUMENTO.**

### 3. Calcolo del coefficiente R1

La determinazione del coefficiente R1 è stata eseguita secondo quanto espresso nel 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 2008/98/EC on waste”.





Rappresenta l'energia elettrica importata dalla rete di trasmissione (tratto di colore blu nel diagramma di Figura 1) affinché il sistema possa funzionare all'interno dei limiti indicati nello schema sopra riportato.

La quota di energia elettrica in questione è quella importata dalla rete di trasmissione durante la fase di fuori parallelo del generatore della turbina a vapore che può verificarsi nelle seguenti condizioni:

- fase di avviamento dell'impianto senza produzione di vapore;
- fase di avviamento dell'impianto con produzione di vapore insufficiente ad azionare il turboalternatore;
- fase di spegnimento dell'impianto senza produzione di vapore;
- fase di spegnimento dell'impianto con produzione di vapore insufficiente ad azionare il turboalternatore.

Eseguito 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, pertanto l'energia elettrica consumata all'interno dei limiti del riquadro "R1 formula limits" non sarà conteggiata, in accordo al principio "Circulating heat and electricity for own uses of the incineration plant are part of Ep and are not to be counted in E1" (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 2008/98/EC on Waste")

La potenza elettrica mediamente impegnata per il calcolo dell'energia elettrica 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.

### Energia elettrica prodotta

Comprende le seguenti voci:

- energia elettrica prodotta ed autoconsumata dagli ausiliari dell'impianto di produzione;
- energia elettrica prodotta ed immessa in rete.

La prima voce è riferita ai consumi delle utenze alimentate dal turbogeneratore dell'impianto di incenerimento e contabilizzate all'interno dello stesso, ma non installate all'interno dei limiti R1, come illustrato nello schema sopra riportato. Di conseguenza, tale valore non corrisponde all'energia elettrica consumata riportata al punto 2.4.2 della Scheda 2A, Allegato 2A Relazione Tecnica di cui all'AIA n. 1289 del 29/07/2015, 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 (immessa in rete) riportata al punto 2.3.2 della Scheda 2A, Allegato 2A Relazione Tecnica di cui all'AIA n. 1289 del 29/07/2015.



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

La quota di tale energia è basata su dato previsionale stimato di reintegro del circuito dell'acqua di alimento del generatore di vapore della linea. Questo reintegro è calcolato 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: *"Eheat int.used8: 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, l'energia è stata calcolata in forma di vapore di degasaggio, tale energia è utilizzata per portare la temperatura dell'acqua di reintegro da 20°C alla temperatura delle condense all'ingresso nel degasatore; rappresenta, quindi, solo la frazione di vapore che non incrementa la temperatura dell'acqua di alimento, ma influisce sulla produzione di vapore.

## Calcolo del coefficiente CFF

Come indicato dal Decreto 19 maggio 2016 , n. 134 – *"Regolamento concernente l'applicazione del fattore climatico (CFF) alla formula per l'efficienza del recupero energetico dei rifiuti negli impianti di incenerimento"*, qualora i dati dell'Aeronautica Militare non risultino rappresentativi del sito dell'impianto di incenerimento o non sia presente una sufficiente disponibilità di dati, è possibile fare riferimento a dati di temperatura acquisiti da altre Istituzioni del territorio, quali ad esempio le ARPA regionali o altre reti locali.

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

	Macomer Impianto di termovalorizzazione RSU	Macomer (NU)	Capo Frasca (VS)	Fonni (NU)
<b>Altitudine [m s.l.m.]</b>	410	563	92	1000

Sono disponibili, solo parzialmente, i dati della Stazione di Fonni dal 1984 al 2014. La registrazione disponibile non è completa; i dati degli anni dal 2007 al 2013 non sono disponibili, altri, relativi agli anni 1992, 1993, 1999, 2000 e 2014, sono affetti da una carenza di informazioni maggiore del 25% (mancano i dati di temperatura di almeno 91 giorni su 365 giorni di un anno). Inoltre, alcuni dati di temperatura sono palesemente errati; a titolo di esempio il giorno 01/08/1999 presenta  $T_{min} = 15^{\circ}C$  e  $T_{max} = 0^{\circ}C$ ; tali dati sono stati considerati non validi e sono stati esclusi dal calcolo.



Figura 2: foto aerea con evidenziato il sito di Fonni e quello ove ubicato l'impianto

Si fa presente che le linee guida riguardanti il fattore CCF della formula di calcolo dell'efficienza R1 non forniscono istruzioni su come procedere in caso di incompletezza e/o di non validità dei dati forniti. È previsto solo che il calcolo sia riferito ai dati di temperatura degli ultimi 20 anni, registrati dalla stazione meteo dell'Aeronautica Militare più prossima all'impianto. In assenza di istruzioni al riguardo, si procede secondo un criterio arbitrario ritenuto ragionevole escludendo dal calcolo gli anni che non presentano dati validi per almeno il 75% dei giorni/anno. Le informazioni disponibili sono riepilogate nella Tabella 1.

Con riferimento alla Tabella 1:

HDDanno è il grado di riscaldamento annuo calcolato nell'area di riferimento secondo la formula (5):

$$HDD_{\text{anno}} = \sum HDD_i$$

dove  $HDD_i$  è il grado di riscaldamento giornaliero dello  $i$ -esimo giorno, pari a:

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

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



Anno	HDDanno	gg/anno %	DATO 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			NO	
2008			NO	
2009			NO	
2010			NO	
2011			NO	
2012			NO	
2013			NO	
2014	286	11,8%	NO	

Tabella 1: Informazioni elaborate dai dati estratti dai dati meteo dell'Aeronautica Militare disponibili per il sito di Fonnì

con  $T_m$ , temperatura media giornaliera, calcolata come  $T_m = (T_{min} + T_{max})/2$  del giorno "i-esimo" 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.

HDDLLT, ovvero HDD locale a lungo termine, è uguale alla media ventennale dei valori di HDDanno calcolati nell'area di riferimento secondo la formula (4):



$$HDDLTT = \sum_1^{20} \frac{HDD_{anno}}{20}$$

CCF = 1 se HDDLLT >= 3350

CCF = 1,25 se HDDLLT <= 2150

**CCF = - (0,25/1200) x HDDLLT + 1,698 se 2150 < HDDLLT < 3350**

I valori di CCF sono approssimati alla terza cifra decimale. Nel caso in esame il valore di HDDLLT (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 e risulta pari a **2251,95**. Conseguentemente, **il valore di CCF risulta pari a 1,229**.

## Calcolo dell'efficienza energetica

TABELLA AI SENSI DEL DOCUMENTO "GUIDELINES ON THE R1 ENERGY EFFICIENCY FORMULA IN ANNEX II OF DIRECTIVE 2008/98/EC"							
Parametri	Vettore energetico	U.M.	Quantità	Fattore	PCI	Energia	Note
					[MJ/kg]	[GJ/anno]	
Ew	Rifiuti inceneriti	[ton/anno]	61.120		13,180	805.562	
	<b>Ingresso di energia da rifiuti nell'impianto</b>	[ton/anno]				<b>805.562</b>	
Ef	Gasolio per avviamento (dopo connessione con rete vapore)	[kg/anno]	26.327		41,022	1.080	(1)
	Gasolio per mantenimento temperatura post-combustione	[kg/anno]	13.164		41,022	540	(1)
	<b>Ingresso di energia nel sistema con produzione di vapore</b>	[kg/anno]	<b>39.491</b>		<b>41,022</b>	<b>1.620</b>	
Ei	Gasolio per avviamento/spengimento (senza connessione con rete vapore)	[kg/anno]	21.720		41,022	891	(1)
	Elettricità importata (moltiplicata per fattore 2,6)	[MWh/anno]	54	2,6		505	(2)
	<b>Ingresso di energia nel sistema senza produzione di vapore</b>					<b>1.396</b>	
Ep, el	Energia Elettrica prodotta ed autoconsumata dal sistema di gestione dei rifiuti	[MWh/anno]	903	2,6		8.452	(3)
	Energia Elettrica prodotta ed immessa in rete	[MWh/anno]	48.671	2,6		455.561	(3)
	Energia Elettrica prodotta	[MWh/anno]				464.013	
Ep, heat int	Vapore per degasaggio acqua demi di reintegro assunta a 20°C	[MWh/anno]	978	1,1		3.873	(4)
	<b>Calore prodotto utilizzato internamente nel ciclo termico</b>					<b>3.873</b>	

Tabella 2: calcolo delle componenti energetiche da inserire nelle relazioni (1) e (3)

### 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 al sistema di gestione dei rifiuti, il resto è immesso nella rete di distribuzione.
- (4) In funzione solo in condizioni di emergenza per la fermata in sicurezza del generatore di vapore.

Il calore prodotto esportato è nullo. Pertanto:

$$E_{p,heat\ exp} = 0 \frac{GJ}{anno}$$

Si ha:

$$E_p = E_{p,el} + E_{p,heat\ exp} + E_{p,heat\ int} = 464\ 013 \frac{GJ}{anno} + 0 + 3\ 873 \frac{GJ}{anno} = 467\ 886 \frac{GJ}{anno}$$

Considerando la:

$$Efficienza\ Energetica = \frac{[E_p - (E_f + E_i)]}{[0.97 \times (E_w + E_f)]}$$

si ottiene:

$$Efficienza\ Energetica = \frac{[467\ 886 - (1\ 062 + 1\ 396)]}{[0.97 \times (805\ 562 + 1\ 620)]} = 0,594$$

Introducendo il coefficiente CCF (per impianti autorizzati prima del settembre 2015), ovvero applicando la (3), si ha:

$$Efficienza\ Energetica = 0,594 \times 1,229 = 0,731 > 0,65$$

**CONSIDERATO CHE L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL SISTEMA È SUPERIORE A 0,65 SI CERTIFICA CHE LO STESSO È STATO REALIZZATO CONFORMEMENTE ALLA CLASSIFICAZIONE DI IMPIANTI DI RECUPERO ENERGETICO DI CUI ALLA NOTA 4 DEL PUNTO R1 DELL'ALLEGATO C ALLA PARTE QUARTA DEL DECRETO LEGISLATIVO N. 152/2006 E S.M.I. PER QUANTO RISULTANTE DAI CALCOLI ESEGUITI CON I DATI BASE DISPONIBILI.**

Macomer, lì 27/01/2025

## 4. Allegati

Dati stazione metereologica Fonni (in formato .csv) – Nome File: dati meteo Fonni.csv

**F.to digitalmente: Dott. Ing. Salvatore Carta**