

REGIONE
LOMBARDIA

PROVINCIA DI
MANTOVA

COMUNE DI
MANTOVA

**RIESAME CON VOLTURA DELL'AUTORIZZAZIONE
INTEGRATA AMBIENTALE
Stabilimento di Mantova**



Allegato 3.4.B

Impianto di recupero energetico - Relazione di calcolo della portata emissiva

Committente:



Sede legale:

Via Pesenti, 1
38060 Villa Lagarina (TN)
Tel. 0464 411511; Fax 0464 410400

Sede stabilimento:

Viale Poggio Reale, 9
46100 Mantova

Impianti di produzione energia:



Via Ettore Cristoni,80
40033 Casalecchio di Reno (BO)
info@reia.it
Tel./Fax 051 0403270

Coordinatore:



c/o Parco Scientifico Tecnologico VEGA
ed. Auriga - Via delle Industrie, 9
30175 Marghera (VE)
www.eambiente.it; info@eambiente.it
Tel. 041 5093820; Fax 041 5093886

Permitting

Commessa: 16.04000

| Rev. | Data | Oggetto | File | Redatto | Verificato | Approvato |
|------|------------|-----------|--------------------------------------|---------|------------|-----------|
| 02 | 16/05/2016 | Revisione | All_3.4.B_Int_Portata_IRE_rev00.docx | Reia | ER | GC |



Cartiere Villa Lagarina S.p.a.

SISTEMA DI COGENERAZIONE E IMPIANTO DI RECUPERO ENERGETICO

presso la

CARTIERA DI MANTOVA

VIA POGGIO REALE, 9 - 46100 MANTOVA (MN)

| Rev. | Data | Autore | Descrizione |
|-----------|--|--------|-----------------|
| 02 | 10-05-2016 | MC | Revisione cap.2 |
| 01 | 06-05-2016 | MC | Emissione |
| 00 | 29-04-2016 | MC | Emissione |
| COMMESSA | St15004 – Cartiera di Mantova Realizzazione impianto di cogenerazione e impianto di recupero energetico Comune di Mantova (MN) | | |
| DOCUMENTO | St15004RTA001_INT01 | | |
| OGGETTO | Relazione di integrazione portata dei fumi dell'impianto di recupero energetico | | |



Informativa ai sensi del Codice della Privacy (D. Lgs. 196 del 30/06/2003)

Le informazioni presenti nel seguente documento sono nella disponibilità del destinatario. Possono essere presenti informazioni riservate e non corrette (parzialmente o totalmente). I documenti in partenza e in arrivo possono essere oggetto di monitoraggio da parte della reia srl. Del contenuto è responsabile il mittente del presente documento. Chiunque venga in possesso non autorizzato di questo documento è vincolato dalla legge a non leggerne il contenuto, a non copiarlo, a non diffonderlo e a non usarlo. Se avete ricevuto questo documento per errore siete pregati di informarci e di provvedere alla sua distruzione. Grazie per l'attenzione

SOMMARIO

| | | |
|----------|--|----------|
| 1 | PANORAMICA GENERALE | 4 |
| 1.1 | <i>Premessa</i> | 4 |
| 1.2 | <i>Introduzione</i> | 4 |
| 1.3 | <i>Scopo</i> | 5 |
| 2 | PROCEDURA DI CALCOLO | 7 |
| 2.1 | <i>Premessa</i> | 7 |
| 2.2 | <i>Determinazioni della portata dei fumi in uscita dal sistema di combustione dell'impianto di recupero energetico</i> | 7 |

1 PANORAMICA GENERALE

1.1 Premessa

In data 30/12/2015, la ditta Cartiere Villa Lagarina S.p.A, ha presentato alla Provincia di Mantova (protocollo 61042/15 – 61049/15) l’istanza recante Riesame con voltura dell’Autorizzazione Integrata Ambientale per il complesso IPPC della Cartiera di Mantova con sede in via Poggio Reale 9, e successivi perfezionamenti in atti al prot. n. 2724 del 20/01/2016, prot. n. 2721 del 20/01/2016 e prot n. 6069 del 08/02/2016.

In occasione della seconda seduta della Conferenza dei Servizi, svoltasi il giorno 25/03/2016, il Comune di Mantova ha inoltrato alla Provincia di Mantova, con protocollo 0015016 – 25/03/2016 p.g.37066/2015, le richieste di integrazioni al fine di acquisire tutti gli elementi necessari per consentire una decisione in merito alla procedura in oggetto.

Il presente documento ha lo scopo di fornire risposta alla richiesta di integrazione relativa al punto f del documento inoltrato dal Comune di Mantova di cui sopra, il quale recita:

“f. motivare l'aumento di portata dei fumi di combustione dal termovalorizzatore da 63.373 Nm³/h (indicata nella documentazione del 30.12.2015) a 66.400 Nm³/h (riportata nell'integrazione del 5.2.2016) a fronte di una riduzione di portata di rifiuti combustibili alimentati all'impianto (da 80.000 t/a di sostanza secca a 80.000 t/a di rifiuto tal quale). Si ritiene che la variazione di portata non sia giustificata dalla sola diminuzione del periodo di funzionamento (da 8.208 a 8.016 ore annue);”

1.2 Introduzione

La riattivazione della Cartiera richiede la disponibilità di energia con l’efficienza migliore possibile, il riutilizzo degli scarti di lavorazione ai fini energetici e l’ottimizzazione delle emissioni, in linea con le Migliori Tecniche Disponibili.

Per raggiungere tale obiettivo ci si propone di realizzare un impianto dotato di una centrale termoelettrica a ciclo combinato in pura contropressione, con l’utilizzo dell’energia termica derivante dal processo di recupero energetico dei *“residui di produzione”*, residuo dello spappolamento della carta da riciclo.

A seguito delle richieste e osservazioni emerse in fase di Conferenza dei Servizi per il Riesame con voltura dell’Autorizzazione Integrata Ambientale, si è provveduto a valutare la possibilità di ottenere un efficientamento dell’impianto di cogenerazione e recupero energetico ai fini del miglioramento dell’impatto ambientale dell’intero sistema. Tenendo conto, inoltre, dei dati di dimensionamento delle diverse macchine, è emerso che tale efficientamento di sistema può essere ottenuto passando da una configurazione con due gruppi turbogas (2 gruppi turbogas Mars 100) ad una nuova configurazione con un solo gruppo turbogas.

L'impianto che si intende realizzare è quindi così composto:

- Gruppo turbogas Titan 250 della potenza nominale di 21,315 MWe in esecuzione ad emissioni inquinanti ridotte – SoLoNOx;
- Caldaia a recupero con postcombustione per la produzione nominale di 73 t/h di vapore a 50 bar surriscaldato a 440°C, con riserva in “fresh-air”;
- Sistema di recupero energetico dei “residui di produzione” per la potenzialità di 80.000 t/anno dei residui di produzione, completo di caldaia a recupero per la produzione di 35,6 t/h di vapore a 50 bar surriscaldato a 440°C;
- Turbina a vapore a contropressione della potenza elettrica resa di circa 10,44 MWe.

1.3 Scopo

Nel corso dell'iter autorizzativo il valore della portata dei fumi di combustione in uscita dall'impianto di recupero energetico ha subito alcune modifiche.

La presente relazione ha lo scopo di mostrare la procedura di calcolo impiegata per stimare tale portata di fumi di combustione. Nel seguito si riportano i dati caratteristici delle due configurazioni di cui alla richiesta di integrazione, per le quali si otteneva una diversa portata dei fumi.

1. **CASO A** – configurazione costituita da due gruppi turbogas e impianto di recupero energetico dei residui di produzione caratterizzato dalle prestazioni nominali elencate in Tabella 1-1. Tale configurazione è quella a cui fa riferimento la documentazione “Riesame con voltura dell'autorizzazione integrata ambientale” consegnata in data 30.12.2015.

| IMPIANTO DI RECUPERO ENERGETICO – CASO A | | |
|---|--------|----------|
| Ore di funzionamento | 8.200 | h/anno |
| Consumo combustibile | 80.000 | Ton/anno |
| Vapore prodotto | 33,8 | Ton/h |
| Pressione vapore | 50 | bar |
| Temperatura vapore | 440 | °C |

Tabella 1-1: Prestazioni nominali impianto di recupero energetico nel CASO A.

2. **CASO B** - configurazione con due gruppi turbogas e impianto di recupero energetico dei residui di produzione caratterizzato dalle prestazioni nominali elencate in Tabella 1-2. Tale configurazione è quella a cui fa riferimento la documentazione di perfezionamento al “Riesame con voltura dell'autorizzazione integrata ambientale” del 5 febbraio 2016.

| IMPIANTO DI RECUPERO ENERGETICO – CASO B | | |
|---|--------|----------|
| Ore di funzionamento | 8.016 | h/anno |
| Consumo combustibile | 80.000 | Ton/anno |
| Vapore prodotto | 33,8 | Ton/h |
| Pressione vapore | 50 | bara |
| Temperatura vapore | 440 | °C |

Tabella 1-2: Prestazioni nominali impianto di recupero energetico nel CASO B.

Tutti i dati nominali dell'impianto riportati nella presente relazione sono relativi alle seguenti condizioni di funzionamento (condizioni di riferimento):

- Pressione 1.013mbar
- Umidità relativa 60%
- Temperatura 15°C

2 PROCEDURA DI CALCOLO

2.1 Premessa

In premessa si intende chiarire che il riferimento alla dizione “sostanza secca” riportata nella documentazione consegnata in data 30.12.2015 e riferita alla quantità di materiale da inviare a recupero energetico è un mero errore di scrittura. Tutti i calcoli effettuati anche in quella sede si riferiscono infatti alla quantità di materiale in ingresso “*tal quale*” ai pretrattamenti, se eseguiti, o all’impianto, in caso di conferimento diretto.

L’impianto sarà dimensionato per mantenere la capacità di trattamento di 80.000 t/a di rifiuti tal quali. Tale quota sarà raggiunta dalla somma dei quantitativi dei due CER per i quali si richiede l’autorizzazione.

La procedura di calcolo che verrà di seguito illustrata è pertanto la stessa per tutte le diverse ipotesi che si sono valutate.

Di seguito viene effettuato il calcolo per la configurazione “CASO B”. La configurazione ad un solo gruppo turbogas presenta le stesse caratteristiche del “CASO B” in termini di portata e composizione chimica dei “*residui di produzione*” in ingresso all’impianto di recupero energetico, pertanto il calcolo della portata dei fumi è del tutto analoga a quella mostrata nel paragrafo seguente.

La variazione rispetto alla portata di fumi in emissione rispetto al “CASO A” è da riferirsi principalmente alla modifica delle ore di funzionamento previsto dell’impianto, e solo secondariamente ad una ottimizzazione dei valori di volumi effettivi di aria introdotta.

2.2 Determinazioni della portata dei fumi in uscita dal sistema di combustione dell’impianto di recupero energetico

Come evidenziato nella documentazione consegnata, il sistema di recupero energetico dei “*residui di produzione*” manterrà la capacità di trattamento di 80.000 t/anno di rifiuti (CER 03 03 07 e 03 03 10).

Rispetto alla configurazione “CASO A”, come detto sopra è stato rivisto il monte ore di funzionamento annuo, passando da un valore di 8.200 h/anno a 8.016 h/anno DEL “CASO B”, così da tenere in conto in maniera adeguata delle tempistiche necessarie ai fermi impianto per scopo manutentivo.

Con questa considerazione, la portata in massa di sostanza tal quale in ingresso al sistema si attesta ad un valore di:

$$\dot{q}_{fuel\ umido, Imp. Rec} = 80.000[Ton/anno] \cdot 1000[kg/Ton]/8.016[h/anno] = 9.980[kg/h]$$

contro i 9.756 kg/h, di sostanza tal quale, precedentemente considerati nella configurazione A.

È evidente quindi come una maggiore portata in ingresso al sistema determini un aumento della portata di fumi in uscita dallo stesso rispetto alla configurazione iniziale (configurazione A).

Partendo dal dato di portata in massa di combustibile, pari a 9.980 kg/h, e decurtandolo del contenuto di umidità, pari a 3.780,42 kg/h e del contenuto di ceneri, pari a 727 kg/h, si ottiene la portata in massa di materiale secco in ingresso al sistema, pari a 5.472,50 kg/h.

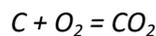
Sulla base della caratterizzazione chimica del materiale in ingresso, vengono calcolati i valori di portata in massa di Carbonio, Idrogeno e Ossigeno che partecipano alla reazione di combustione.

$$\dot{q}_{C \text{ secco,comb}} = \dot{q}_{fuel \text{ secco,comb}} [kg/h] \cdot (\%_{carbonio}/100) = 5.472,5 [kg/h] \cdot (51,11/100) = 2.796,78 [kg/h]$$

$$\dot{q}_{H \text{ secco,comb}} = \dot{q}_{fuel \text{ secco,comb}} [kg/h] \cdot (\%_{idrogeno}/100) = 5.472,5 [kg/h] \cdot (7,63/100) = 417,77 [kg/h]$$

$$\dot{q}_{O \text{ secco,comb}} = \dot{q}_{fuel \text{ secco,comb}} [kg/h] \cdot (\%_{ossigeno}/100) = 5.472,5 [kg/h] \cdot (27,97/100) = 1.530,88 [kg/h]$$

Possono quindi essere calcolati i prodotti della combustione, ossia le portate in massa di H₂O e CO₂:



$$CO_{2 \text{ combustione}} = \dot{M}_{molare,CO_2} [kg/kmol] / \dot{M}_{molare,C} [kg/kmol] \cdot \dot{q}_{C \text{ secco,comb}} [kg/h] = 44 [kg/kmol] / 12 [kg/kmol] \cdot 2.796,78 [kg/h] = 10.254,84 [kg/h]$$

$$H_{2O \text{ combustione}} = \dot{M}_{molare,H_2O} [kg/kmol] / \dot{M}_{molare,H_2} [kg/kmol] \cdot \dot{q}_{H \text{ secco,comb}} [kg/h] = 18 [kg/kmol] / 2 [kg/kmol] \cdot 417,77 [kg/h] = 3.759,94 [kg/h]$$

Si calcola la portata di Ossigeno totale stechiometrico inteso come somma del contenuto di Ossigeno nel combustibile e dell'Ossigeno contenuto nell'aria:

$$\begin{aligned} \text{Ossigeno totale stechiometrico} &= H_2O + CO_2 - C - H \\ &= 3.759,94 [kg/h] + 10.254,84 [kg/h] - 2.796,78 [kg/h] - 417,77 [kg/h] \\ &= 10.800,23 [kg/h] \end{aligned}$$

il Potere Calorifico Inferiore del combustibile è stato calcolato con il Metodo dell'analisi chimica, basato sulla legge di Dulong:

$$PCI = PCS - 600 * acq = 8.140 * C + 34.100 * (H - O/8) - 600 * acq$$

dove:

PCI = Potere Calorifico Inferiore

PCS = Potere Calorifico Superiore

acq = contenuto di acqua nel combustibile

$$\begin{aligned}
 PCI &= 8.140[kcal/kg] * 2.796,78[kg/h] + 34.100[kcal/kg] \\
 &\quad * (417,77[kg/h] - 1.530,88[kg/h]/8) - 600 * 3.780,42[kg/h] \\
 &= 28.218.115[kcal/h]/9.980[kg/h] = 2.827,46[kcal/kg]
 \end{aligned}$$

$$PCI = 2.827,46[kcal/kg] * 4,1868[kJ/kcal]/1000[kJ/MJ] = 11,84 [MJ/kg]$$

Si calcola quindi l'aria equivalente stechiometrica come:

$$\text{Aria equivalente stechiometrica} = O_2/23\% = 10.800,23[kg/h]/23\% = 46.957,54 [kg/h]$$

L'ossigeno contenuto nei fumi umidi viene infine calcolato come la differenza tra l'ossigeno contenuto nell'aria comburente e l'ossigeno totale stechiometrico, ai quali si somma l'ossigeno presente nel combustibile.

Per il processo si considera una portata in volume di 80.000 Nm³/h di aria comburente ai quali corrisponde una portata in massa di 103.200 kg/h.

$$\begin{aligned}
 O_2 \text{ residuo nei fumi} &= 103.200[kg/h] * 23\% - 10.800,23[kg/h] + 1.530,88[kg/h] \\
 &= 14.466,64[kg/h]
 \end{aligned}$$

La massa totale di fumi in uscita dal camino viene calcolata come la somma del combustibile in ingresso al sistema e dell'aria di combustione, decurtata del contenuto di ceneri:

$$\text{Massa fumi} = 9.980[kg/h] + 103.200[kg/h] - 727[kg/h] = 112.453[kg/h]$$

La composizione dei fumi viene quindi espressa in termini di portata in volume riferita al contenuto di Azoto (N₂), Anidride Carbonica (CO₂), Acqua (H₂O) e Ossigeno (O₂):

$$\begin{aligned}
 N_2 &= \text{Aria combustione}[Nm^3/h] * 79\% = 80.000[Nm^3/h] * 79\% \\
 &= 63.200[Nm^3/h] * 1,257[kg/Nm^3] \\
 &= 79.442,40[kg/h]/28[kg/kmol] * 22,41[Nm^3/kmol] = 63.593,92[Nm^3/h]
 \end{aligned}$$

$$CO_2 = 10.254,84[kg/h]/44[kg/kmol] * 22,41[Nm^3/kmol] = 5.223,93[Nm^3/h]$$

$$\begin{aligned}
 H_2O &= H_2O_{\text{combustione}}[kg/h] + H_2O_{\text{combustibile}}[kg/h] = 3.759,94[kg/h] + 3.780,42[kg/h] \\
 &= 7.540,36[kg/h]/18[kg/kmol] * 22,41[Nm^3/kmol] = 9.389,47[Nm^3/h]
 \end{aligned}$$

$$O_2 = 14.466,64[kg/h]/32[kg/kmol] * 22,41[Nm^3/kmol] = 10.133,02[Nm^3/h]$$

La portata totale dei fumi umidi risulta essere:

$$\text{Portata fumi umidi} = N_2 + CO_2 + H_2O + O_2 = 88.340,35[Nm^3/h]$$

Mentre la portata dei fumi secchi risulta essere:

$$\text{Portata fumi secchi} = N_2 + CO_2 + O_2 = 78.950,88[Nm^3/h]$$

A questo punto può essere calcolata la percentuale in massa di ossigeno contenuto nei fumi secchi:

$$\begin{aligned}
 \% \text{ in massa } O_2 \text{ fumi secchi} &= O_2 \text{ residuo nei fumi}[kg/h]/(\text{Massa fumi}[kg/h] - H_2O[kg/h]) \\
 &= 14.466,64[kg/h]/(112.453[kg/h] - 7.540,36[kg/h]) = 13,79\%
 \end{aligned}$$

e quindi la percentuale in volume:

$$\% \text{ in volume } O_2 \text{ fumi secchi} = \% \text{ in massa } O_2 \text{ fumi secchi} * 21/23 = 12,59\%$$

Nel calcolo della portata in massa su base annua delle emissioni inquinanti si considera che le emissioni dell'impianto di recupero energetico siano riferite al valore a loro prescritto secondo il DGR3934/2012 della Regione Lombardia pari al 11% di eccesso di O₂. Risulta pertanto necessario convertire la portata dei fumi precedentemente calcolata, e riferita ad un tenore di ossigeno pari al 12,59%, al tenore di ossigeno prescritto dalla normativa, secondo la formula:

$$\begin{aligned} & (21 - \% O_2) / (21 - \% O_{2rif}) * \text{Portata fumi secchi} \\ & = (21 - 12,59) / (21 - 11) * 78.950,88 [Nm^3/h] = 66.396,32 [Nm^3/h] \\ & \cong 66.400 [Nm^3/h] \end{aligned}$$

Il risultato ottenuto viene infine impiegato per il calcolo del flusso annuo di inquinanti, attraverso il quale si dimostra come, nonostante il valore di portata lievemente superiore a quello riportato nella documentazione consegnata in data 30/12/2015, le emissioni totali previste per il sistema in progetto risultino sempre inferiori rispetto alle emissioni derivanti dall'impianto attualmente autorizzato.