



Termovalorizzatore di Brescia

Relazione sul funzionamento e la sorveglianza dell'impianto

Anno 2025

Decreto Legislativo 4 marzo 2014 n. 46 (ex D.Lgs. 152/06)
Regione Lombardia D.g.r. 15 febbraio 2012 n. IX/3019

Introduzione.....	3
1 Descrizione dell'impianto.....	4
1.1 Finalità	4
1.2 Caratteristiche tecniche	4
1.3 Il sito	5
1.4 Il Processo	5
2 Dati relativi al funzionamento annuale dell'impianto.....	27
3 Commenti ai dati relativi al funzionamento annuale dell'impianto....	45
3.1 L'utilizzo dei combustibili e la produzione di energia e calore	45
3.2 Utilizzo di Materie Prime	47
3.3 Emissioni annuali	47
3.4 Rifiuti prodotti	55

Introduzione

OGGETTO DELLA RELAZIONE

Obbiettivo della presente Relazione è quello di informare in merito al funzionamento e alla sorveglianza dell'impianto di Termovalorizzazione di Brescia, ai sensi dell'art. 237 septiesdecies, comma 5, del Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152.

La Relazione è stata redatta conformemente allo schema approvato con delibera della Regione Lombardia 15 febbraio 2012 n. IX/3019.

1 Descrizione dell'impianto

1.1 Finalità

L'impianto di termovalorizzazione di Brescia ha la finalità di smaltire rifiuti ed ottenerne la migliore valorizzazione energetica dalla combustione cogenerando energia elettrica e calore per il teleriscaldamento delle abitazioni.

Per garantire il minor impatto ambientale sono state adottate le tecnologie più innovative per il contenimento delle emissioni in atmosfera, del rumore, degli scarichi idrici, dei residui solidi e del traffico veicolare indotto.

1.2 Caratteristiche tecniche

La tecnologia realizzativa è basata su:

- letto di combustione a griglia mobile orizzontale;
- sistema di recupero calore ad alta efficienza;
- sistema di depurazione fumi che garantisce emissioni decisamente inferiori ai limiti previsti dalle normative europee e nazionali vigenti.

Dati dimensionali dell'impianto	
Numero di linee	3
Portata nominale rifiuti	Min 21,8 t/h per linea Max 43,6 t/h per linea
PCI rifiuti	Min 2.000 kcal/Kg Max 4.000 kcal/Kg
Potenza termica massima	304 MW
Produzione vapore totale	125 t/h per linea
Pressione vapore corpo cilindrico nominale	60 bar
Temperatura vapore nominale	450°C
Potenza elettrica del generatore	117 MW

L'energia termica generata dalla combustione dei rifiuti viene utilizzata per produrre energia elettrica, ceduta alla rete nazionale, e calore, ceduto alla rete di teleriscaldamento di Brescia, in un rapporto variabile in funzione delle richieste della rete.

1.3 Il sito

Ubicazione:	Via Malta 25/R – 25124 Brescia
Tipo di Impianto:	Impianto di Termovalorizzazione
Proprietà:	100% A2A Ambiente S.p.A.
Superficie di Impianto:	160.000 m ² di cui edificata 23.990 m ²
Attività del sito:	Recupero di rifiuti urbani e speciali non pericolosi con produzione di energia elettrica e termica
Codici NACE 2025:	35.1 38.2
Potenza:	117 MW potenza elettrica installata; 304 MW termici installati

Il Termovalorizzatore, in funzione dal 1998, costituisce uno dei poli principali di produzione del sistema di teleriscaldamento della città di Brescia. E' ubicato nella periferia sud della città, in un'area di circa 160.000 m², in una zona caratterizzata da insediamenti misti industriali/residenziali. L'impianto è collocato all'interno di un'area classificata dal Piano di Governo del Territorio del Comune di Brescia come "Servizi Tecnologici (ST)", ovvero impianti tecnici di interesse generale, quali quelli per la produzione e la distribuzione di acqua, energia elettrica e gas, impianti per la raccolta e il trattamento dei rifiuti inclusa l'autodemolizione, teleriscaldamento, inclusi i relativi uffici.

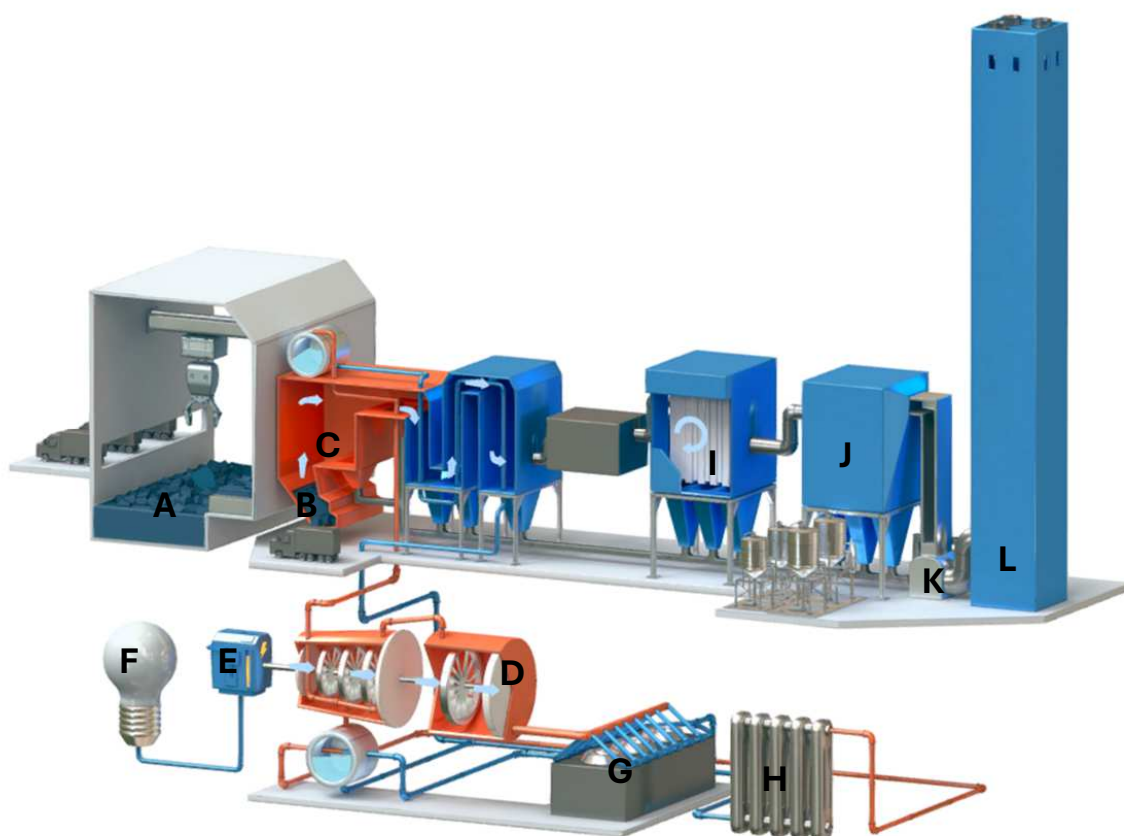
A nord dell'impianto, separati dall'autostrada A4 e dalla tangenziale Sud della città di Brescia, si trovano la Centrale termoelettrica Lamarmora, il magazzino, le officine, l'autoparco e gli uffici di A2A. A ovest, nelle vicinanze si trova la sede operativa delle attività connesse alle attività di igiene urbana e trasporto rifiuti svolte da A2A Ambiente spa ed APRICA spa del Gruppo A2A.

1.4 Il Processo

Il Termovalorizzatore consente di trattare rifiuti urbani e rifiuti speciali non pericolosi, recuperando l'energia in essi contenuta per produrre elettricità, immessa nella rete di trasmissione nazionale RTN, e calore immesso nella rete di distribuzione della città e comuni limitrofi.

L'impianto è costituito da 3 linee (linea 1, linea 2, linea 3); nello schema seguente viene mostrato la configurazione dell'impianto, comune per ognuna delle tre linee:

- A. Vasca rifiuti
- B. Camera di combustione
- C. Caldaia
- D. Turbina a vapore
- E. Generatore elettrico
- F. Energia elettrica
- G. Scambiatore vapore/acqua di teleriscaldamento
- H. Calore per teleriscaldamento
- I. Filtro a maniche
- J. Trattamento fumi ad umido (lavaggio ad umido e condensazione dei fumi) e DeNOx Tail End
- K. Ventilatore fumi
- L. Camino



Ricevimento, movimentazione e stoccaggio rifiuti in ingresso

Al Termovalorizzatore sono conferiti rifiuti non pericolosi, urbani e speciali. All'ingresso dell'impianto i rifiuti sono pesati e controllati.

Tutti gli automezzi conferitori di rifiuti accedono al Termovalorizzatore transitando attraverso un "portale di controllo" per la verifica dell'eventuale presenza di materiale radioattivo. In accordo con le specifiche disposizioni di legge, nell'eventualità in cui venga rilevata la presenza di una sorgente radioattiva o materiale radiocontaminato, si attuano le seguenti operazioni:

- individuazione della sorgente radioattiva;
- isolamento della sorgente;
- qualificazione del materiale emittente per mezzo di strumentazione portatile;
- messa in sicurezza della sorgente.

Come previsto dalla legislazione, le suddette operazioni sono condotte con il supporto dell'Esperto Qualificato nominato dal Gestore dell'impianto.

I rifiuti sono quindi scaricati direttamente nella vasca di stoccaggio e miscelazione, della capacità di circa 30.000 m³.

I fanghi, derivanti da impianti di depurazione delle acque reflue, in funzione del grado di disidratazione, sono scaricati direttamente nella vasca di stoccaggio rifiuti o nei due sili di stoccaggio predisposti, aventi ciascuno capacità di circa 250 m³. Da questi, mediante idonei gruppi di spinta ad alta pressione, sono convogliati agli appositi iniettori che ne effettuano l'immissione direttamente nel canale di carico alla camera di combustione di ciascuna linea di combustione.

Gli elementi costituenti le unità di ricevimento, stoccaggio e movimentazione dei rifiuti sono:

- pese;
- locale di scarico;
- vasca di ricezione;
- carriponte;
- pulpito di comando;
- tramogge di carico.

Pese

Sono previste la pesatura ed il controllo dei veicoli sia in ingresso sia in uscita dall'impianto, con registrazione in automatico del carico e possibilità di elaborazioni statistiche dei rifiuti conferiti.

La pesatura riguarda anche i materiali che escono dall'impianto, principalmente ceneri di fondo caldaia e residui della depurazione dei fumi.

Presso l'ingresso del Termovalorizzatore sono presenti 5 pese, di cui tre dedicate ai veicoli in ingresso e due a quelli in uscita.

Le pese sono installate in posizioni idonee a permettere un flusso scorrevole dei veicoli.

Locale di scarico e vasca di ricezione

Nel locale di scarico i rifiuti vengono scaricati dagli automezzi direttamente in vasca mediante 17 apposite aperture (bocche di scarico); esse sono collocate lungo il lato sud del locale di scarico, dotato di un'ampia superficie coperta per la manovra dei mezzi, confinata lateralmente e mantenuta in depressione (tramite aspirazione dell'aria di combustione dall'area di ricezione) al fine di contenere odori e polveri che potrebbero altrimenti propagarsi all'esterno del locale.

Nella vasca di ricezione, i rifiuti vengono opportunamente omogeneizzati, per mezzo di carriponte dotati di benne a polipo elettroidrauliche.

La quota dalla quale i rifiuti vengono scaricati nella vasca è tale da garantire operazioni di scarico agevoli.

Sono previsti anche opportuni sistemi di collettamento per rendere possibile periodicamente il lavaggio della pavimentazione del locale di scarico.

Carriponte

Il caricamento dei rifiuti nelle tramogge di carico avviene per mezzo di tre carriponte, equipaggiati con benna a polipo idonea ad evitare rilasci di rifiuto.

I carriponte e le benne sono in grado di consentire l'ottimale miscelazione dei rifiuti e l'alimentazione delle linee di combustione, con idonei margini di tempo per le attività dell'operatore.

Tutto il rifiuto alimentato nel combustore viene pesato da una speciale unità collocata su ciascun carro ponte. Le quantità sono acquisite automaticamente dal sistema di controllo e regolazione dell'impianto.

Ai lati della vasca di ricezione sono previste aree separate per la manutenzione dei carriponte.

Pulpito di comando

La manovra dei carriponte e delle benne è controllata dal pulpito di comando, situato in modo tale da avere una buona visibilità della vasca e delle aperture di carico.

Per protezione degli operatori, il pulpito di comando è installato in un locale chiuso e dotato di sistema di condizionamento. L'operatore ha una visione completa e senza ostacoli della benna, sia quando è sul fondo della vasca sia quando è sopra la tramoggia di

carico. L'operatore ha anche la possibilità di coordinare il flusso dei veicoli verso le aperture previste per lo scarico.

Tramite telecamere è possibile seguire continuamente le operazioni di alimentazione delle tramogge dei combustori. Nel pulpito sono previste postazioni di comando indipendenti, con la possibilità di guidare tutti i carriponte da ciascun posto di comando.

Tramoggia di carico

Ogni combustore è dotato di una tramoggia di carico e di uno scivolo nel quale il rifiuto è alimentato per mezzo del carro ponte.

La forma dello scivolo è tale da garantire un flusso continuo di rifiuti nel combustore e ridurre al minimo la possibilità di ostruzioni o formazione di ponti. La lunghezza dello scivolo è sufficiente ad assicurare, tramite lo strato di rifiuti, un'adeguata tenuta d'aria durante l'esercizio. Ogni tramoggia è dotata di un sistema meccanico per rimuovere i "ponti" e liberare lo scivolo da eventuali ostruzioni.

È previsto un sistema di chiusura meccanico con la funzione principale di impedire l'ingresso d'aria attraverso il canale di alimentazione durante le operazioni di fermata.

Le zone degli scivoli soggette a riscaldamento sono protette tramite una camicia d'acqua che circola in una intercapedine perimetrale alla zona stessa. Le tramogge, i portelli e le aperture sono a tenuta d'aria.

Linea di combustione

Il progetto dell'intero sistema di combustione tiene conto dell'esigenza di massima flessibilità nei riguardi delle caratteristiche del rifiuto. In particolare, è previsto un campo accettabile particolarmente ampio per il potere calorifico dei rifiuti (PCI): circa da 8.400 a 16.500 kJ/kg.

La regolazione del processo di combustione, che avviene nei combustori, è di tipo automatico ed è implementata nel sistema di controllo distribuito e supervisione (DCS) dell'impianto. E' inoltre prevista la possibilità di intervento puntuale da parte degli

operatori tramite le postazioni presenti nella sala controllo. L'intero processo è presidiato da operatori qualificati costantemente nelle 24 ore.

L'impianto è costituito da tre linee di combustione. Ciascuna linea è dotata di:

- griglia;
- camera di combustione e post-combustione;
- sistema di supervisione e controllo;
- caldaia;
- sistemi per la depurazione dei fumi.

Inoltre, l'impianto è dotato di un Turbogeneratore (Turbina a vapore e alternatore) e di un Ciclo Termico, comune alla tre linee.

Griglia

La griglia è del tipo mobile, progettata per fornire un'opportuna movimentazione e mescolamento del rifiuto, in modo tale da assicurare che i residui siano completamente combusti e limitando contemporaneamente il trascinamento di particolato solido nei gas di combustione.

Le parti mobili della griglia sono progettate in modo che siano adeguatamente raffreddate dall'aria primaria di combustione. Gli spazi per l'aria tra le parti mobili e gli altri componenti che formano la griglia sono sostanzialmente uniformi in misura e numero per unità di larghezza della griglia; tali spazi devono minimizzare il passaggio di materiale fine attraverso la griglia e assicurare un'idonea distribuzione dell'aria primaria. Sempre al fine di assicurare la corretta alimentazione e distribuzione dell'aria, questa viene regolata mediante opportuna compartimentazione della cassa d'aria. La griglia è formata da 6 corsie, ognuna delle quali è dotata di 5 compartimenti per l'aria.

Le parti mobili sono sostituibili senza interessare la griglia nel suo complesso e sono azionate per mezzo di pistoni oleoidraulici, alimentati da un'apposita unità di controllo.

A valle della griglia è situato il sistema di raccolta e spegnimento delle ceneri di fondo caldaia residue dalla combustione, costituito da un'idonea vasca con guardia idraulica.

Camera di combustione e postcombustione

L'aria è immessa nei combustori in vari flussi: aria primaria e aria secondaria. L'aria è generalmente aspirata dalla vasca di ricezione dei rifiuti e dal locale di scarico,

mantenendo così tali zone in leggera depressione rispetto all'ambiente esterno ed evitando la fuoriuscita degli odori. L'aria è inoltre aspirata dal locale caldaie sia per consentire la ventilazione degli ambienti, sia per recuperare l'energia termica dispersa per irraggiamento dalle pareti esterne delle caldaie.

La distribuzione dell'aria primaria è opportunamente compartimentata, con misura e regolazione della portata di ogni singolo compartimento, in modo da controllare la geometria della fiamma nelle varie zone della griglia e garantire una combustione ottimale con bassa produzione di CO, NO_x e di incombusti, nelle diverse condizioni di funzionamento.

Mediante opportuni ugelli disposti su più livelli vengono iniettati dei flussi ad alta velocità di aria secondaria e gas di ricircolo a monte della camera di postcombustione, ottenendo così una buona turbolenza e miscelazione dei fumi. Questo permette di completare la combustione dei prodotti gassosi utilizzando il minimo eccesso d'aria possibile, in modo da minimizzare la formazione di NO_x e rendere massimo il recupero energetico. Viene così eliminata la formazione di microinquinanti organici e vengono minimizzati sia la formazione di CO sia la corrosione in caldaia.

Le camere di combustione e di postcombustione hanno margini di dimensionamento particolarmente abbondanti, per consentire tempi di residenza elevati ed un idoneo controllo del profilo di temperatura. Questa, in qualsiasi zona della camera di postcombustione e per un tempo di residenza di almeno 2 secondi, è maggiore di 850°C.

Sia i parametri di temperatura sia le concentrazioni di ossigeno e CO sono controllati mediante sistema di rilevazione in continuo, con registrazione nei sistemi di controllo e archiviazione storica.

La separazione della camera di combustione dalla camera di postcombustione viene attuata, come sopra descritto, mediante i flussi d'aria a forte turbolenza ottenuta iniettando, perpendicolarmente al flusso dei gas, aria secondaria e gas di ricircolo ad alta velocità attraverso gli ugelli disposti opportunamente sul perimetro della camera.

È previsto un sistema di preriscaldamento dell'aria. Questo ha sia lo scopo di far fronte a variazioni nel potere calorifico dei rifiuti, sia di ottimizzare il rendimento del ciclo termodinamico.

Pur non risultando necessario, durante il normale esercizio, alcun combustibile di sostentamento per conseguire le temperature previste e la corretta combustione dei rifiuti, sono installati 4 bruciatori ausiliari alimentati a gas metano, in accordo alla normativa vigente, da impiegarsi soprattutto nella fase di avviamento da freddo e di spegnimento programmato dell'impianto.

Sistema di controllo e supervisione

Il sistema di controllo e supervisione computerizzato agisce con criteri e modalità coordinati:

- sulla velocità di avanzamento del letto di combustione;
- sulla portata e sulla ripartizione dell'aria primaria e secondaria, al fine di assicurare la temperatura e la concentrazione di ossigeno ottimale in ogni zona del letto di combustione (a tale scopo la cassa d'aria sotto griglia è opportunamente compartimentata, per consentire regolazioni differenziate nei singoli settori);
- sulla portata dei gas di ricircolo, per mantenere una corretta temperatura e miscelazione dei gas nella zona di postcombustione, limitando al contempo l'eccesso di O₂ e la formazione di NO_x.

Il coordinamento della regolazione ha lo scopo di:

- consentire una completa combustione dei materiali, minimizzando il contenuto di incombusti nelle ceneri;
- consentire la combustione completa dei componenti gassosi, mediante idonei parametri di temperatura, tempo di permanenza, turbolenza, uniforme distribuzione dell'ossigeno residuo;
- minimizzare la produzione di ossido di carbonio (CO);
- minimizzare la produzione di ossidi di azoto (NO_x);
- minimizzare l'eccesso d'aria che inciderebbe sfavorevolmente sugli NO_x e sul rendimento energetico;
- assicurare una portata, pressione e temperatura costanti del vapore surriscaldato, fattori importanti per il corretto funzionamento della turbina e per l'efficienza del recupero energetico.

Caldaia

Ogni linea di combustione è dotata di una caldaia a tubi d'acqua. All'interno della caldaia i fumi caldi provenienti dal combustore entrano in contatto con la superficie esterna dei tubi dell'acqua e del vapore, ai quali cedono calore. L'acqua in pressione si scalda e, nelle sezioni evaporanti, si forma il vapore saturo che viene infine surriscaldato.

L'acqua entra in caldaia alla pressione di circa 80 bar e ad una temperatura di circa 130°C. Il vapore esce dalla caldaia ad una pressione di 60 bar circa e ad una temperatura di circa 450°C.

Per ottimizzare il recupero di energia elettrica, la progettazione è stata improntata al conseguimento di parametri di temperatura e pressione del vapore particolarmente elevati, assicurando al contempo basse velocità di corrosione.

Il vapore surriscaldato proveniente dalle 3 caldaie è inviato ad un gruppo turbogeneratore, dotato di spillamenti, per la produzione in cogenerazione di energia elettrica e di calore per la rete di teleriscaldamento della città di Brescia.

Un opportuno sistema di raffreddamento consente la condensazione del vapore di scarico della turbina anche quando, in particolare nel periodo estivo, il carico termico assorbito dalla rete di teleriscaldamento risultasse insufficiente.

Un sistema avanzato di controllo della combustione consente di mantenere un flusso di vapore relativamente costante, pur in presenza di fluttuazioni nella composizione e nel potere calorifico dei rifiuti.

Sono previsti appositi sistemi di pulizia per rimuovere le ceneri dalle superfici esterne dei fasci tubieri.

Sistemi per la depurazione dei fumi

Ogni linea di combustione del Termovalorizzatore di Brescia è dotata di un proprio impianto di depurazione fumi del tipo "a secco" seguito da uno stadio di depurazione "a umido", in grado di garantire livelli di emissione di polveri e di inquinanti ampiamente entro i limiti stabiliti dalle norme vigenti. I gas di combustione, dopo la depurazione,

vengono convogliati ad un unico camino, alto 120 m dal piano campagna, con tre canne metalliche indipendenti al suo interno, una per ogni linea di combustione.

L'impianto di depurazione fumi è stato costruito con criteri tali da ottenere la massima sicurezza e continuità di funzionamento, prevenire anche le emissioni accidentali e ridurre al minimo la necessità di manutenzione e tali da salvaguardare l'integrità dell'impianto anche in caso di blocchi, avarie in caldaia, errori di manovra, guasti al sistema di regolazione.

L'impianto di depurazione fumi è costituito sostanzialmente da:

- sistema di assorbimento a secco dei gas acidi;
- sistema di adsorbimento a secco dei microinquinanti;
- filtri a maniche per l'abbattimento delle polveri ed il completamento delle reazioni;
- sistema di abbattimento a umido dei gas acidi.

Assorbimento a secco dei Gas Acidi e adsorbimento dei microinquinanti

Come reagenti vengono impiegati calce idrata e carbone attivo.

Al fine di ottimizzare il rendimento di abbattimento, anche dei microinquinanti, migliorando al contempo il recupero energetico, i gas vengono raffreddati fino a circa 130°C, mediante opportuno economizzatore nel quale cedono calore all'acqua di alimento caldaia. Tale temperatura risulta essere fra le più basse nel confronto con altri impianti dello stesso tipo e dotati di tecnologie simili, a vantaggio sia del rendimento energetico sia dell'efficacia della depurazione fumi. I gas entrano, quindi, nel reattore a secco ove vengono iniettati calce idrata (Ca(OH)_2) in polvere ad elevata reattività e carbone attivo. Dalla reazione si formano sali in forma di polveri, i quali vengono trascinati dai fumi nel filtro a maniche, dove prosegue la reazione di assorbimento e di adsorbimento.

Ha così inizio la reazione chimica di assorbimento dei gas acidi e l'adsorbimento dei microinquinanti (specialmente clorurati e mercurio). I gas vengono quindi convogliati al filtro a maniche dove le suddette reazioni si completano sullo strato di polveri ("cake") depositato sul tessuto filtrante.

Le maniche vengono periodicamente pulite da un flusso di aria compressa (iniettata in controflusso); la polvere che cade nelle tramogge viene, per circa 1/4, inviata nei silos di stoccaggio finale del prodotto residuo mentre, per i circa 3/4 restanti, viene ricircolata nel reattore in modo da ottimizzare il consumo di reagente e contenere la quantità di residuo. Tale sistema di ricircolo dei prodotti di reazione è previsto in quanto il reagente basico

viene introdotto in eccesso stechiometrico e, quindi, i prodotti della reazione contengono ancora quantità di reagente.

Il composto da abbattere presente in maggior quantità è HCl; altri gas, presenti in concentrazione minore, sono SO₂ e HF.

Filtro a Maniche

All'uscita dal reattore i fumi vengono inviati ad un sistema basato su filtro a maniche, utile, oltre all'abbattimento delle polveri, al completamento delle reazioni di assorbimento dei gas acidi e di adsorbimento dei microinquinanti.

Il filtro a maniche, che ha velocità di filtrazione particolarmente bassa per effetto del suo opportuno dimensionamento, costituisce un elemento essenziale per l'efficacia della depolverazione.

All'uscita del filtro a maniche, i gas vengono aspirati dal ventilatore fumi (che provvede così a mantenere in depressione tutta la linea di combustione, dalla caldaia all'impianto di depurazione) e inviati al camino. Sul camino, il sistema di misura in continuo effettua il monitoraggio finale delle emissioni.

Il filtro a maniche è costituito da elementi filtranti in tessuto (feltri di fibre sintetiche), atti a resistere a temperature continuative anche fino a 180°C, montati su appositi supporti e contenuti dentro cestelli metallici.

I fumi aspirati dalla caldaia attraversano le maniche dall'esterno verso l'interno a bassa velocità, il feltro delle maniche trattiene le polveri e con esse le sostanze assorbite.

Periodicamente le maniche vengono assoggettate a scuotimenti per la rimozione della polvere che viene convogliata in tramogge dotate di portelli per manutenzione e sistemi di riscaldamento; la polvere viene continuamente asportata ed inviata ai silos di stoccaggio.

Il filtro a maniche, a 6 sezioni indipendenti e singolarmente intercettabili, può funzionare anche con una sezione esclusa, senza necessità di riduzione del carico. Sono installati i sistemi di sollevamento ed estrazione necessari per la manutenzione e sostituzione delle maniche. Le operazioni suddette possono essere effettuate con impianto in esercizio.

Per il controllo dell'efficiente funzionamento del filtro, sull'uscita è installato un sistema di misura della polverosità con segnalazione di allarme in sala controllo.

Sistema di abbattimento ad umido dei gas acidi

All'uscita del filtro a manichei gas vengono aspirati dal ventilatore fumi (che provvede così a mantenere in depressione il circuito fumi, dalla caldaia all'impianto di depurazione a secco) e inviati alla sezione di trattamento fumi ad umido.

Uno scambiatore fumi-fumi permette una riduzione della temperatura dei fumi che vengono avviati alla sezione di lavaggio ad umido nella quale, attraverso l'iniezione di acqua, sono portati in condizioni sature (100% di umidità relativa). In questo stadio vengono rimossi ulteriormente i residui inquinanti acidi dai fumi grazie anche al controllo di pH eseguito con iniezione di una soluzione di Idrossido di Sodio. Al fine di monitorare la concentrazione salina in torre, le acque di lavaggio sono spurgate e reimmesse in camera di combustione.

Per ottenere il massimo beneficio ambientale il sistema di trattamento fumi ad umido è costituito da un secondo stadio nel quale, tramite sotto-raffreddamento dei fumi, avviene la condensazione di quota parte dell'umidità in essi contenuta con recupero del calore latente di evaporazione.

Contenimento delle Emissioni di NO_x

Le emissioni di NO_x vengono controllate mediante due sistemi tra loro complementari:

- abbattimento primario, il quale prevede accorgimenti che riducono la formazione degli NO_x all'origine (durante il processo di combustione);
- abbattimento secondario, il quale abbatte gli NO_x dagli effluenti gassosi, a valle del processo di combustione.

L'abbattimento primario dipende dallo sviluppo del processo di combustione che viene regolato automaticamente dal sistema di controllo e supervisione computerizzato, e comprende anche l'apposito sistema di ricircolo dei fumi.

L'abbattimento secondario precedentemente citato è costituito da un sistema SNCR (con iniezione di soluzione ammoniacale in camera di combustione) e SCR High Dust (a valle della camera di combustione) e SCR Tail End (a valle del trattamento a umido dei fumi). I sistemi SNCR e SCR High Dust costituiscono oggi i sistemi di back-up e supporto al sistema SCR Tail End, normalmente in esercizio.

Turbina a Vapore e Ciclo Termico

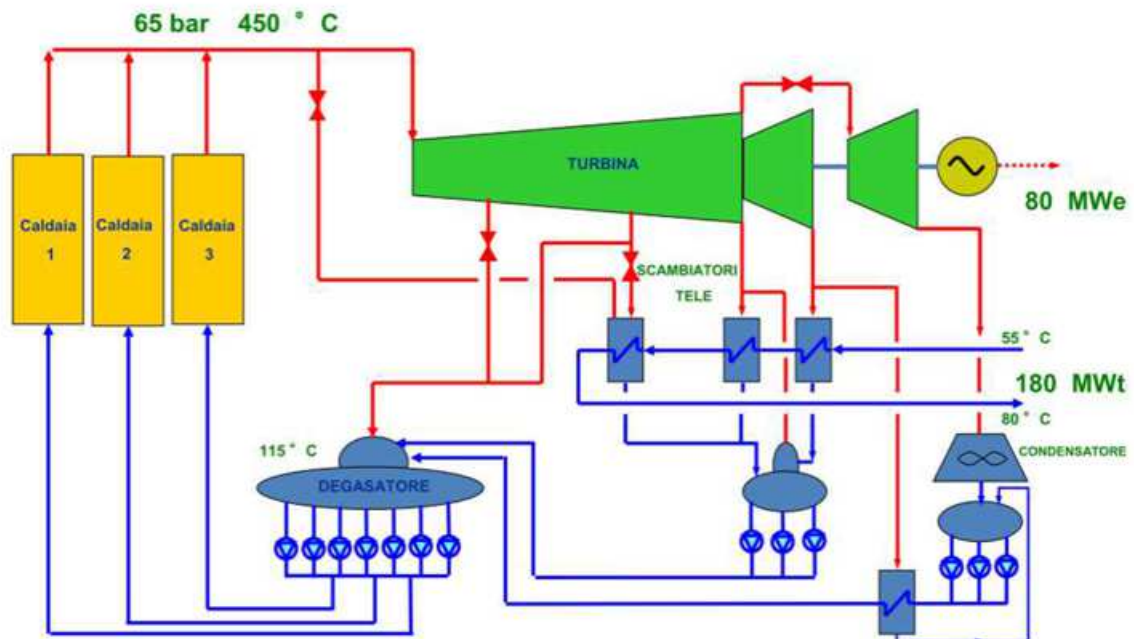
Il vapore surriscaldato generato dalle 3 caldaie aziona le pale di una turbina che ruota alla velocità di 3.000 giri al minuto. La turbina trascina un generatore elettrico che produce elettricità alla tensione di 15 kV successivamente elevata da un trasformatore elevatore a 132 kV prima di essere immessa nella rete elettrica di trasmissione nazionale (RTN). Il vapore, prelevato da alcuni spillamenti della turbina, viene convogliato agli scambiatori di calore dove cede il calore latente di condensazione all'acqua della rete del teleriscaldamento di Brescia.

Durante il periodo estivo, quando la richiesta della rete del teleriscaldamento è limitata, il vapore in eccesso viene inviato ad un sistema di condensazione misto (secco/umido).

Il ciclo termico dell'impianto è costituito principalmente da:

- collettore vapore comune alle tre caldaie;
- collettore acqua alimento;
- degasatore;
- preriscaldatori;
- scambiatori di calore per il riscaldamento dell'acqua della rete di teleriscaldamento di Brescia a mezzo del vapore estratto da opportuni spillamenti di turbina;
- pompe alimento;
- pompe estrazione condensato;
- sistema di condensazione del vapore.

SCHEMA SEMPLIFICATO DEL CICLO TERMICO



Sistema di condensazione del vapore

Il sistema di condensazione consente la condensazione diretta del vapore allo scarico della turbina, per la quota eccedente i fabbisogni del teleriscaldamento. Tale sistema è costituito da uno stadio di condensazione a secco (ad aria), assistito, durante il periodo estivo, da un ulteriore stadio di condensazione di tipo evaporativo. Esso consente l'esercizio con il massimo recupero di energia elettrica dell'intero impianto anche in assenza di carico termico dal teleriscaldamento.

L'utilizzo di un sistema di condensazione di tipo misto secco-evaporativo integrato consente di ottimizzare l'efficienza di recupero energetico del Termovalorizzatore, limitando, al contempo, i consumi di acqua.

Stadio di condensazione a secco (ad aria)

Lo stadio di condensazione ad aria è costituito da 4 sezioni singolarmente intercettabili e drenabili, dotate di valvole motorizzate. Ciascuna sezione è equipaggiata con 4 ventilatori azionati da motori elettrici, alimentati da sistemi di azionamento a frequenza variabile. L'utilizzo di azionamenti a frequenza variabile consente di contenere il consumo di energia elettrica in qualunque condizione di carico dell'impianto.

Il condensatore ad aria è gestito direttamente dalla sala controllo dell'impianto ed è dotato di accorgimenti per la sua perfetta conservazione in tutti gli assetti. In particolare, esso è dotato di un sistema antigelo in quanto, durante il periodo invernale, l'impianto funziona principalmente in assetto cogenerativo con condensazione del vapore effettuata tramite gli scambiatori della rete del teleriscaldamento.

Stadio di condensazione evaporativo

Lo stadio di condensazione evaporativo è composto dai seguenti blocchi:

- 3 celle evaporative;
- bacino;
- pompe di circolazione acqua di raffreddamento;
- condensatori del vapore a fascio tubiero.

La torre di raffreddamento è dotata di tre ventilatori che aspirano l'aria dal basso verso l'alto delle celle, mentre l'acqua di raffreddamento, aspirata dal bacino e pompata sulla sommità delle celle evaporative per mezzo delle pompe di circolazione, cade saturando l'aria e raffreddandosi, cede così il proprio calore alla corrente d'aria ascendente. L'acqua raffreddata si raccoglie nel bacino, installato alla base delle celle evaporative.

L'acqua di raffreddamento necessita di una quota di reintegro, somma delle seguenti voci:

- acqua che evapora nella corrente d'aria;
- acqua di spurgo da scaricare al fine di controllare la concentrazione di sali nella vasca dovuta all'evaporazione dell'acqua nella corrente d'aria.

Sistemi di controllo dei fumi

Nell'impianto sono stati installati strumenti di monitoraggio che misurano in continuo le concentrazioni dei componenti dei fumi. Sono presenti le seguenti tipologie:

- sistema posto all'uscita caldaia che analizza i fumi in ingresso al filtro a maniche, prima che essi siano trattati, e che ha la funzione di supervisione e regolazione del processo

di combustione, oltre a contribuire alla regolazione della portata dei reagenti dosati per il processo di trattamento fumi;

- sistema SME (Sistema di Monitoraggio delle Emissioni) che analizza i fumi in uscita dal camino con lo scopo di verificare il rispetto dei limiti delle Norme di Legge e consente di regolare la quantità degli additivi per ottimizzare la depurazione fumi. Il sistema SME è costituito da due sistemi ridondati (principale e secondario) identici.

I due sistemi costituenti lo SME sono sottoposti ad attività di controllo, taratura e manutenzione in accordo alla normativa e alle autorizzazioni vigenti.

Vengono effettuate attività di controllo, manutenzione e taratura su tutti gli strumenti di misura in continuo (anche per quelli dedicati solo alla regolazione di processo).

Presso il Termovalorizzatore sono installati dei sistemi di analisi in continuo del tipo FTIR (Fourier Transform InfraRed) per ottenere in contemporanea la misura di NO, CO, NO₂, SO₂, HCl, NH₃, H₂O, HF ossia quei composti che assorbono la luce emessa nel campo dell'infrarosso.

Tramite un sensore ad ossido di zirconio si rileva la concentrazione dell'ossigeno, mentre il COT (carbonio organico totale) viene rilevato da un sensore a ionizzazione di fiamma; entrambe le strumentazioni sono poste a valle dello FTIR.

Per il rilevamento delle polveri, sono utilizzati degli strumenti in situ. Nel caso del Termovalorizzatore si adottano due strumenti (principale e secondario) con due principi di misura diversi: lo strumento principale è di tipo ottico (principio ottico a diffrazione), lo strumento secondario è di tipo elettrodinamico. Entrambi gli strumenti misurano il contenuto di polveri nei fumi.

Le principali apparecchiature sono installate in coppia al fine di garantire un'elevata disponibilità di dati anche in caso di avaria di una di esse.

Per il monitoraggio delle concentrazioni di mercurio sono installati dei sistemi di misura estrattivi a caldo per ciascuna linea di combustione.

Vengono, inoltre, effettuate periodiche rilevazioni da laboratori esterni accreditati secondo la norma UNI 17025 sia per le verifiche periodiche previste dalla legislazione sulla strumentazione SME, sia per la determinazione della concentrazione dei microinquinanti. A cadenza trimestrale o semestrale, vengono effettuati degli interventi di calibrazione/manutenzione dei sistemi di analisi a cura del Costruttore.

Movimentazione e Trattamento dei Residui

Ciascuna linea è dotata di un proprio sistema completamente automatico per la rimozione delle ceneri dal sistema di combustione e per la rimozione delle polveri dal sistema di depurazione dei fumi.

Ceneri di fondo caldaia

Le ceneri in uscita dalla griglia pervengono ad un bagno di spegnimento. Da questo, con l'ausilio di un nastro trasportatore, vengono inviate in un locale apposito di stoccaggio, opportunamente impermeabilizzato e dimensionato per contenere la produzione settimanale.

Le ceneri contengono un'apprezzabile quantità di rottami ferrosi di varie dimensioni che viene separata tramite un'elettrocalamita per poi essere riutilizzata in fonderia.

La restante parte delle ceneri di fondo caldaia, che contiene ancora residui di metalli ferrosi e metalli amagnetici (tipicamente non ferrosi) recuperabili e materiali inerti, viene inviata al recupero presso impianti esterni specializzati.

Per favorire il mantenimento di idonee condizioni di pulizia, l'area di stoccaggio e movimentazione delle ceneri di fondo griglia è fisicamente separata dall'area di movimentazione rifiuti.

Polveri

Le polveri, raccolte dai filtri, vengono trasportate ai sili di stoccaggio. Le polveri raccolte sono precauzionalmente classificate come rifiuti pericolosi; esse vengono smaltite e/o recuperate in conformità a quanto previsto dalla normativa vigente in materia di rifiuti.

Nell'impianto è inoltre presente un sistema di inertizzazione che, mediante additivazione di cemento ed opportuni additivi, è in grado di formare dalle polveri un prodotto più stabile. Tale attività di inertizzazione non viene attualmente svolta.

Ceneri di caldaia

Sotto le caldaie, in corrispondenza dei giri fumi, sono presenti le tramogge in cui si raccolgono le ceneri trascinate dai fumi stessi. Attualmente queste ceneri sono inviate ai sili delle polveri di filtrazione.

Sistema di Gestione delle Acque

Nel Termovalorizzatore si producono alcune tipologie di acque reflue che sono raccolte da reti distinte, a seconda del tipo di inquinamento potenzialmente presente.

Si possono distinguere le seguenti reti di raccolta:

- acque nere;
- acque di processo;
- acque meteoriche.

Le acque nere, provenienti dai servizi igienici civili, sono raccolte dalla fognatura acque nere, che si sviluppa lungo le strade principali dell'impianto e convoglia tali acque nella fognatura pubblica che passa in prossimità dell'impianto.

Nell'impianto vi sono quattro tipologie di acque di scarico di processo, che sinteticamente possono essere individuate come:

- acque chimiche, caratterizzate da un tipo di inquinamento prevalentemente inorganico (sali, acidi e basi) e provenienti tutte dall'area del ciclo termico. Esse sono costituite da:
 1. spurgo continuo caldaie, costituito da acqua demineralizzata con modestissime quantità di additivi (deossigenanti e alcalinizzanti) per acqua di caldaia,
 2. drenaggi caldaie e ciclo termico, con caratteristiche analoghe alle precedenti,
 3. drenaggi dei pavimenti del locale di trattamento delle acque per la raccolta di eventuali sversamenti e lavaggi.

Il primo tipo di acque, che quantitativamente è anche il più importante, è riutilizzato per reintegrare il fabbisogno di acqua della rete di teleriscaldamento poiché la sua qualità è idonea per tale recupero. L'altro scarico è convogliato in un pozzetto e da qui inviato, tramite pompe, alla vasca di raccolta acque tecnologiche;

- acque oleose, provenienti dall'area del ciclo termico e delle caldaie e costituite prevalentemente dal lavaggio dei pavimenti della zona caldaie e ciclo termico.

Queste acque sono raccolte in pozzetto e da qui inviate tramite pompe alla vasca di raccolta acque tecnologiche;

- acque polverose, provenienti da diverse zone dell'impianto e comprendenti essenzialmente le acque di lavaggio dei piazzali e delle aree di stoccaggio delle ceneri e di altri locali tecnologici. Tutte queste acque sono convogliate in pozzetti o in una sentina e da qui pompate alla vasca di raccolta acque tecnologiche;
- acque di spurgo della torre evaporativa di raffreddamento, prodotte prevalentemente nei mesi estivi (aprile-ottobre). Queste acque, se non recuperabili, vengono inviate in fognatura;
- acque dal sistema di recupero calore mediante condensazione: il sistema di condensazione, in servizio in relazione ai fabbisogni di calore alla rete di teleriscaldamento, comporta la produzione di acqua dalla condensazione di quota parte del vapore contenuto nei fumi, mediante sottoraffreddamento degli stessi rispetto alla loro temperatura di rugiada. Tale acqua viene destinata agli stadi di "lavaggio" del sistema di depurazione dei fumi posti a monte oppure riutilizzata come acqua industriale o per la produzione di acqua demineralizzata. In casi straordinari di indisponibilità o malfunzionamento dell'impianto CWT del Termovalorizzatore l'acqua dal sistema di recupero calore mediante condensazione viene inviata in fognatura;
- acque da trattamento CWT: concentrato prodotto dalla sezione di Osmosi Inversa, tale flusso è normalmente utilizzato nelle sezioni di trattamento fumi ad umido e viene inviato in fognatura solo nel caso, a seguito di condizioni straordinarie, non sia possibile il suo riutilizzo interno;
- acque da trattamento CWT: acqua osmotizzata, in condizioni di normale esercizio destinata al reintegro della rete di Teleriscaldamento e alle sezioni di trattamento fumi ad umido; in caso di condizioni straordinarie, tali da non consentirne il riutilizzo, e fino al ripristinarsi della condizione ordinaria o alla riduzione controllata della condensazione dei fumi, viene inviata in fognatura al fine di garantire la continuità di servizio del processo.

- Una volta raccolte, le acque tecnologiche vengono convogliate al sistema di spegnimento ceneri pesanti di fondo caldaia o eventualmente all'impianto di trattamento (impianto Dondi) esistente presso la Centrale Lamarmora.

Nella vasca di raccolta acque tecnologiche (volume utile di circa 190 m³) sono installate 3 pompe ($Q = 60 \text{ m}^3/\text{h}$), il cui collettore alimenta un serbatoio di accumulo per la distribuzione allo spegnimento ceneri pesanti di fondo caldaia.

Il collettore di mandata pompa, previa intercettazione della linea in alimento al serbatoio d'accumulo, è collegato con la Centrale Lamarmora per permettere l'invio delle acque tecnologiche non recuperate all'impianto di trattamento "Dondi". Normalmente, però, le acque tecnologiche vengono convogliate al sistema di spegnimento delle ceneri pesanti di fondo caldaia.

Per le acque meteoriche è invece prevista una vasca di stoccaggio dedicata, attigua alla vasca acque tecnologiche.

La vasca per le acque meteoriche (vasca di prima pioggia) è dotata di un sistema che permette la separazione delle sostanze galleggianti (oli, idrocarburi, ecc.) eventualmente presenti nelle acque provenienti dal dilavamento di strade e piazzali.

La linea di troppo pieno, in scarico al collettore acque meteoriche esistente nella zona a sud dell'area del Termovalorizzatore, è realizzata su un pozzetto in ingresso alla vasca delle acque piovane in modo da evitare che in caso di forti precipitazioni le acque di prima pioggia siano diluite.

L'acqua presente nella vasca delle acque meteoriche viene normalmente inviata nella vasca di raccolta acque tecnologiche a mezzo pompa ($Q = 50 \text{ m}^3/\text{h}$) per essere quindi riutilizzata nel sistema di spegnimento delle ceneri pesanti di fondo caldaia.

Le acque derivanti dallo spurgo continuo delle caldaie, costituite da acqua demineralizzata con modestissime quantità di additivi per acqua di caldaia (deossigenanti e alcalinizzanti), sono riutilizzate per reintegrare il fabbisogno di acqua della rete di teleriscaldamento.

Le acque di spurgo della torre evaporativa di raffreddamento, normalmente utilizzata quando è minima la domanda di calore dalla rete di teleriscaldamento (indicativamente nel periodo aprile-ottobre), se non recuperabili vengono inviate in fognatura.

Impianto di produzione di acqua osmotizzata e demineralizzata

La produzione di acqua demineralizzata per l'alimentazione delle caldaie, ed osmotizzata per il processo di depurazione a umido e per la rete del teleriscaldamento, avviene nel

nuovo impianto installato presso il Termovalorizzatore. Tale impianto, denominato CWT (Condensate Water Treatment), è costituito da tre sezioni principali:

- Ultrafiltrazione per la rimozione di eventuale particolato,
- Osmosi Inversa con produzione di acqua osmotizzata,
- Elettrodeionizzazione come trattamento finale per la produzione di acqua demineralizzata.

L'impianto è alimentato sia con l'acqua prodotta dallo stadio di recupero di calore mediante condensazione (quando tale produzione è presente), sia con acqua industriale, mediante i sistemi di approvvigionamento presenti presso il Termovalorizzatore e presso la Centrale Lamarmora.

L'impianto CWT è a servizio anche della vicina Centrale Lamarmora sia per l'acqua demineralizzata sia per l'acqua osmotizzata necessaria al reintegro della rete del teleriscaldamento.

In caso di indisponibilità del nuovo impianto di demineralizzazione presente presso il Termovalorizzatore o nei momenti in cui il fabbisogno dovesse eccedere le potenzialità di produzione dello stesso si prevede comunque la possibilità di utilizzare l'impianto esistente presso la Centrale Lamarmora per prelevare acqua con caratteristiche simili e compatibili con le necessità di utilizzo.

Sistema di pompe di calore per recupero termico

Sistema di pompe di calore necessario per trasferire il calore recuperato dalla condensazione del vapor d'acqua contenuto nei fumi (a bassa temperatura) alla rete di teleriscaldamento cittadino (a un livello di temperatura superiore).

2 Dati relativi al funzionamento annuale dell'impianto

Tabella 1 – anagrafica dell'impianto

Società	A2A AMBIENTE SPA
Sede legale	BRESCIA, VIA LAMARMORA 230
Sede impianto	BRESCIA, VIA MALTA 25/R
Recapiti telefonici	0303553201
Contatti	Ing. Giulio Bocchio
e-mail	segreteria.TU_BS@a2a.it
Estremi AIA vigente	AIA n. 18809 del 23/11/2023 e s.m.i.

Tabella 2 – Caratteristiche impianto

Impianto	
Linee (numero)	3
Tipo di forno	
Griglia	X
Letto fluido	
altro (specificare)	

Impianto	Totale	Linea			note
		1	2	3	
Capacità nominale autorizzata [MJ/h]	1.096.200	365.400	365.400	365.400	
Ore annue di funzionamento a rifiuti [h]		7.430	7.880	7.449	
PCI rifiuti da AIA [Kcal/Kg]		4.000	4.000	4.000	PCI massimo
Pci medio annuo dei rifiuti trattati [Kcal/Kg]		2.440	2.440	2.440	Calcolato da bilancio termico caldaie

Tabella 3a – Quantitativi e tipologie rifiuti inceneriti

	Quantità	note
Rifiuti inceneriti [t/a]	766.339,39	
Rifiuti solidi urbani [t/a]	236.766,62	CER 20 XX XX
Rifiuti solidi urbani % sul totale	31%	
Rifiuti speciali [t/a]	529.572,77	altri CER
Rifiuti speciali % sul totale	69%	
Rifiuti ospedalieri [t/a]		
Rifiuti ospedalieri % sul totale		

Tabella 3b – Quantitativi e tipologie rifiuti inceneriti-elenco per singolo codice dei rifiuti

Codice E.E.R.	Quantità totale [t/a]
020304	8,74
030307	55.839,40
150101	5,16
150106	355,36
150203	8,14
160306	114,14
190501	59.585,65
190503	8.823,50
190801	1.941,32
190802	0,30
190805	45.831,37
190814	4.354,98
191210	97.455,18
191212	255.249,54
200203	369,98
200301	235.982,18
200399	414,46

Tabella 4a – Rendimento ed efficienza energetica

PARAMETRO	Valori	note
Energia elettrica prodotta [MWh]	580.833	
Energia elettrica prelevata dalla rete [MWh]	208	
Energia elettrica ceduta [MWh]	473.329	
Energia termica ceduta all'esterno in forma di calore [MWht]	914.262	
Ep [GJ/a]	9.500.555	
Ef [GJ/a]	219.961	
Ei [GJ/a]	1.949	
Ew [GJ/a]	7.913.887	
Valore relativo al coefficiente di efficienza energetica calcolato secondo la direttiva quadro europeo sui rifiuti * [0-1]	1,470	Calcolato con fattore di correzione climatico (CCF = 1,25)
*(Direttiva 2008/98/CE) secondo la seguente formula: $\text{Eff.Energ.} = [E_p - (E_f + E_i)] / [0,97 \times (E_w + E_f)] \times \text{CCF}$		

La valutazione del coefficiente di efficienza energetica calcolato secondo la direttiva quadro europeo sui rifiuti è presentata nell'Allegato R1.

Tabella 4b – Reagenti e combustibili

Tabella dei materiali utilizzati per abbattimento fumi (riferiti ai valori relativi al consumo specifico di reagenti e/o combustibili utilizzati su unità di rifiuto trattata; es. bicarbonato, carboni attivi, ammoniaca, urea, ecc.).

Reagenti e/o Combustibile	Quantità [Kg/t _{rif} inc]	note
Calce	14,63	
Carboni attivi	0,63	
Soluzione ammoniacale	2,65	
Gas naturale (metano)	8,05	Sm ³ /t _{rif.inc.}
Sodio idrossido	1,30	
Acido solforico	0,15	
Sodio ipoclorito	0,041	
Antiprecipitante Osmosi Inversa	0,0016	
Bisolfito di sodio	0,0281	
Antincrostante	0,0141	

Tabella 5a – Medie giornaliere

I valori riportati nella tabella si intendono espressi come mg/Nm³ (temperatura 273 K, pressione 101,3 kPa, gas secco) e riferiti ad un tenore di ossigeno dell'11%.

VALORI DI EMISSIONE MEDI GIORNALIERI (ALL. 1, Parte A, punto 1 del D.Lgs. 133/05)								
Parametri	VALORI LIMITE [mg/Nm ³]		EMISSIONE E1		EMISSIONE E2		EMISSIONE E3	
	D.Lgs. 152/06	AIA	Media giornaliera (2)	N. e/o% superamenti⁽³⁾	Media giornaliera (2)	N. e/o% superamenti⁽³⁾	Media giornaliera (2)	N. e/o% superamenti⁽³⁾
Polveri tot.	10	3	0,1	0	0,1	0	0,1	0
CO	50	50	4	0	5	0	2	0
TOC	10	5	0,3	0	0,2	0	0,1	0
HCl	10	5	0,1	0	0,1	0	0,1	0
HF ⁽¹⁾	1	1	0,12	0	0,12	0	0,12	0
SO ₂	50	15	0,78	0	0,39	0	0,41	0
NO ₂	200	60	38	0	40	0	39	0
Hg ⁽⁴⁾	-	0,02	0,00037	0	0,00023	0	0,00019	0
NH ₃	10	5	0,2	0	0,3	0	0,3	0

NOTE:

(1) se previsto il monitoraggio in continuo ai sensi di quanto riportato all'art. 11 comma 2; a partire dal 3/12/2023;

(2) calcolata sulla base delle medie giornaliere dell'intero anno;

(3) nel caso non si siano verificati superi, inserire il valore zero;

(4) entrata in vigore del limite giornaliero a partire dal 01.01.2025.

Tabella 5b – Medie semiorarie

VALORI DI EMISSIONE MEDI SU 30 MINUTI (ALL.1, Parte A, punto 2 del d.lgs. 133/05)

I valori riportati nella tabella si intendono espressi come mg/Nm³ (temperatura 273 K, pressione 101,3 kPa, gas secco) e riferiti ad un tenore di ossigeno dell'11%.

EMISSIONE E1						
PARAMETRI	Valori limite [mg/Nm ³]		N° medie semiorarie valide	N medie semiorarie di superamento della Colonna A	% medie semiorarie con rispetto dei valori della Colonna B	Avvenuto superamento
	100% (A)	97% (B)				
Polveri totali	9	3	14858	0		
TOC	10	5	14855	1	99,97	NO
HCl	10	5	14856	0		
HF	2	1	14856	0		
SO ₂	60	15	14856	0		
NO ₂	240	120	14856	0		
NH ₃	15	5	14856	0		
EMISSIONE E2						
PARAMETRI	Valori limite [mg/Nm ³]		N° medie semiorarie valide	N medie semiorarie di superamento della Colonna A	% medie semiorarie con rispetto dei valori della Colonna B	Avvenuto superamento
	100% (A)	97% (B)				
Polveri totali	9	3	15762	0		
TOC	10	5	15758	1	99,90	NO
HCl	10	5	15759	0		
HF	2	1	15759	0		

SO ₂	60	15	15759	0		
NO ₂	240	120	15751	0		
NH ₃	15	5	15751	0		
EMISSIONE E3						
PARAMETRI	Valori limite [mg/Nm³]		N° medie semiorarie valide	N medie semiorarie di superamento della Colonna A	% medie semiorarie con rispetto dei valori della Colonna B	Avvenuto superamento
	100% (A)	97% (B)				
Polveri totali	9	3	14907	0		
TOC	10	5	14901	2	99,95	NO
HCl	10	5	14903	0		
HF	2	1	14903	0		
SO ₂	60	15	14903	0		
NO ₂	240	120	14903	0		
NH ₃	15	5	14903	0		

Tabella 5c – Emissioni medie puntuali

I valori riportati nella tabella si intendono espressi come mg/Nm³ (temperatura 273 K, pressione 101,3 kPa, gas secco) e riferiti ad un tenore di ossigeno dell'11%.

VALORI DI EMISSIONE PUNTUALI (ALL.1, Parte A, punti 3 e 4 del D.Lgs. 133/05)					
EMISSIONE E1					
Parametro	Valore limite	Valore limite AIA	Analisi n.1	Analisi n.2	Analisi n.3
Cd+Ti	0,05	0,02	< 0,00038	0,00088	< 0,000517
Metalli (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V) + Sn	0,5	0,3	0,00677	0,0090433	0,0056
Zn	0,5	0,5	0,00765	0,0187	0,0119
(PCDD+PCDF+PCB DL)		0,08 ng/Nm ³	0,000323		0,000317
IPA	0,01	0,01	< 0,00000138		< 0,00000102
EMISSIONE E2					
Parametro	Valore limite	Valore limite AIA	Analisi n.1	Analisi n.2	Analisi n.3
Cd+Ti	0,05	0,02	0,00055	0,0003167	0,000625
Metalli (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V) + Sn	0,5	0,3	0,0767	0,0097683	0,00968
Zn	0,5	0,5	0,000622	0,0105	0,00418
(PCDD+PCDF+PCB DL)		0,08 ng/Nm ³	0,000692		0,000327
IPA	0,01	0,01	< 0,0000016		< 0,0000011
EMISSIONE E3					
Parametro	Valore limite	Valore limite AIA	Analisi n.1	Analisi n.2	Analisi n.3
Cd+Ti	0,05	0,02	0,000519	0,00079	0,000556
Metalli (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V) + Sn	0,5	0,3	0,0105	0,0069067	0,0164
Zn	0,5	0,5	0,00045	0,0129	0,00675
(PCDD+PCDF+PCB DL)		0,08	0,000692		0,000723

		ng/Nm ³			
IPA	0,01	0,01	< 0,00000135		< 0,00000108

Nota: i valori indicati sono espressi secondo la convenzione del medium bound (valore < LOQ considerato uguale alla metà del valore del LOQ). Qualora tutti i congeneri previsti dalle sommatorie siano < del LOQ è stato indicato con "< MB".

Valori mensili registrati per PCDD/PCDF+PCB DL dai campionatori in continuo

Emiss. N.	E1	E2	E3
U.M.	[ng/m₃]	[ng/m₃]	[ng/m₃]
Gennaio	0,000132	0,000037	0,000120
Febbraio	0,000055	0,000047	0,000127
Marzo	0,000293	0,000036	0,000102
Aprile	0,000111	0,000032	LF
Maggio	0,000059	0,000057	0,000267
Giugno	0,000471	0,000041	0,000207
Luglio	LF	0,000063	0,000180
Agosto	0,000183	0,000053	0,000683
Settembre	0,000091	LF	0,000438
Ottobre	0,000090	0,000052	0,000179
Novembre	0,000030	0,000019	0,000073
Dicembre	0,000034	0,000015	0,000096
Media	0,000141	0,000041	0,000225
Valore limite AIA	0,06	0,06	0,06

LF= linea ferma per manutenzione

Tabella 5d – Emissioni di CO

(1) i valori di emissione si intendono rispettati se nessuno dei valori medi su 30 minuti in un periodo di 24 ore supera il valore di 100 mg/m³, oppure se, in caso di non totale rispetto di tale limite, almeno il 95% dei valori medi su 10 minuti non supera il valore di 150 mg/m³.

	MEDIA SEMIORARIA		MEDIA SU 10 MIN.		Avvenuto superamento ⁽¹⁾	Note
	Valore limite semiorario	n. superamenti medie semiorarie nelle 24 h	Valore limite su 10 min.	n. superamenti valori medi su 10 min.		
Parametro CO	100	4	150	9	NO	Punto emissivo E1a 1 media semioraria > 100 (comunicazioni PG-A2A-AMB-0114904-02/05/2025-U e PG-A2A-AMB-0115879-05/05/2025), 2 medie semiorarie > 100 (comunicazione PG-A2A-AMB-0139833-29/05/2025-U), 1 media semioraria > 100 (comunicazione PG-A2A-AMB-0201876-06/08/2025-U). 9 Superamenti media 10' distribuiti su 6 giornate diverse. In tutti i periodi di 24 ore (nelle condizioni previste dalla normativa) , la percentuale di medie 10' inferiori a 150 mg/Nm3 (fumi anidri rif. 11% di O2) è stato superiore al 95%
	100	1	150	8	NO	Punto emissivo E1b 1 media semioraria > 100 (comunicazioni PG-A2A-AMB-0103433-17/04/2025-U e PG-A2A-AMB-0105580-18/04/2025-U). 8 Superamenti media 10' distribuiti su 8 giornate diverse. In tutti i periodi di 24 ore (nelle condizioni previste dalla normativa) , la percentuale di medie 10' inferiori a 150 mg/Nm3 (fumi anidri rif. 11% di O2) è stato superiore al 95%

Parametro CO	100	6	150	15	NO	<p>Punto emissivo E1c</p> <p>1 media semioraria > 100 (comunicazioni PG-A2A-AMB-0018270-23/01/2025-U e PG-A2A-AMB-0020188-24/01/2025-U), 1 media semioraria > 100 (comunicazioni PG-A2A-AMB-0050929-25/02/2025-U e PG-A2A-AMB-0052509-26/02/2025-U), 1 media semioraria > 100 (comunicazioni PG-A2A-AMB-0075984-20/03/2025 e PG-A2A-AMB-0077478-21/03/2025-U), 1 media semioraria > 100 (comunicazione PG-A2A-AMB-0199251-04/08/2025-U), 1 media semioraria > 100 (comunicazione PG-A2A-AMB-0222036-08/09/2025-U), 1 media semioraria > 100 (comunicazione PG-A2A-AMB-0253331-13/10/2025-U).</p> <p>15 Superamenti media 10' distribuiti su 8 giornate diverse.</p> <p>In tutti i periodi di 24 ore (nelle condizioni previste dalla normativa) , la percentuale di medie 10' inferiori a 150 mg/Nm3 (fumi anidri rif. 11% di O2) è stato superiore al 95%</p>
-------------------------	-----	---	-----	----	----	---

Tabella 5e – Flussi di massa

Nelle tabelle sono riportati i flussi di massa (espressi in t/anno o kg/anno o g/anno) degli inquinanti emessi e i fattori di emissione espressi come rapporto tra massa dell'inquinante emesso (in mg o ng) e massa di rifiuti inceneriti (t).

Note: nel caso in cui i valori siano inferiori al LOQ, i flussi di massa e i fattori di emissione sono stati calcolati considerando solo le concentrazioni superiori al LOQ.

LINEA 1	Flusso di massa		Fattore di emissione	
Polveri totali	0,171	t/a	676	mg/t _{RIF}
TOC	0,660	t/a	2613	mg/t _{RIF}
HCl	0,144	t/a	570	mg/t _{RIF}
HF	0,047	t/a	185	mg/t _{RIF}
SO ₂	2,080	t/a	8239	mg/t _{RIF}
NO ₂	64,671	t/a	256192	mg/t _{RIF}
CO	9,081	t/a	35976	mg/t _{RIF}
NH ₃	0,527	t/a	2090	mg/t _{RIF}
Cd+Tl	0,948	kg/a	4	mg/t _{RIF}
Hg	0,001	kg/a	2,787	mg/t _{RIF}
Metalli (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V) + Sn	11,425	kg/a	45	mg/t _{RIF}
Zn	20,408	kg/a	81	mg/t _{RIF}
(PCDD + PCDF+PCB-DL)	0,0002	g/a	0,9	ng/t _{RIF}
IPA	4,482	g/a	17754	ng/t _{RIF}

LINEA 2	Flusso di massa		Fattore di emissione	
Polveri totali	0,185	t/a	701	mg/t _{RIF}
TOC	0,327	t/a	1238	mg/t _{RIF}
HCl	0,188	t/a	713	mg/t _{RIF}
HF	0,043	t/a	164	mg/t _{RIF}
SO ₂	0,880	t/a	3335	mg/t _{RIF}
NO ₂	67,097	t/a	254322	mg/t _{RIF}
CO	10,980	t/a	41619	mg/t _{RIF}
NH ₃	0,374	t/a	1418	mg/t _{RIF}
Cd+Tl	0,780	Kg/a	3	mg/t _{RIF}
Hg	0,0004	Kg/a	1,342	mg/t _{RIF}

Metalli (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V) + Sn	50,292	Kg/a	191	mg/t _{RIF}
Zn	8,004	Kg/a	30	mg/t _{RIF}
(PCDD + PCDF+PCB-DL)	0,0001	g/a	0,2	ng/t _{RIF}
IPA	18,150	g/a	68796	ng/t _{RIF}

LINEA 3	Flusso di massa		Fattore di emissione	
Polveri totali	0,290	t/a	1160	mg/t _{RIF}
TOC	0,220	t/a	881	mg/t _{RIF}
HCl	0,259	t/a	1035	mg/t _{RIF}
HF	0,0001	t/a	0,404	mg/t _{RIF}
SO ₂	0,688	t/a	2750	mg/t _{RIF}
NO ₂	66,947	t/a	267702	mg/t _{RIF}
CO	2,096	t/a	8381	mg/t _{RIF}
NH ₃	0,658	t/a	2630	mg/t _{RIF}
Cd+Tl	0,974	Kg/a	4	mg/t _{RIF}
Hg	0,0004	Kg/a	1,731	mg/t _{RIF}
Metalli (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V) + Sn	17,657	Kg/a	71	mg/t _{RIF}
Zn	10,499	Kg/a	42	mg/t _{RIF}
(PCDD + PCDF+PCB-DL)	0,0004	g/a	1,4	ng/t _{RIF}
IPA	9,626	g/a	38490	ng/t _{RIF}

TOTALE	Flusso di massa		Fattore di emissione	
Polveri totali	0,646	t/a	842	mg/t _{RIF}
TOC	1,207	t/a	1575	mg/t _{RIF}
HCl	0,591	t/a	771	mg/t _{RIF}
HF	0,090	t/a	118	mg/t _{RIF}
SO ₂	3,648	t/a	4760	mg/t _{RIF}
NO ₂	198,715	t/a	259304	mg/t _{RIF}
CO	22,158	t/a	28914	mg/t _{RIF}
NH ₃	1,559	t/a	2035	mg/t _{RIF}
Cd+Tl	2,702	Kg/a	4	mg/t _{RIF}

Hg	0,001	Kg/a	1,945	mg/t _{RIF}
Metalli (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V) + Sn	79,373	Kg/a	104	mg/t _{RIF}
Zn	38,910	Kg/a	51	mg/t _{RIF}
(PCDD + PCDF+PCB-DL)	0,0006	g/a	0,8	ng/t _{RIF}
IPA	32,258	g/a	42093	ng/t _{RIF}

Tabella 6 – Acque di scarico dall'impianto di abbattimento ad umido dall'inceneritore

ACQUA	Limiti 133/05	Limiti AIA	Valori medi annuali
Solidi sospesi	95% su 30 mg/l 100% su 45 mg/l	Non applicabile	Non applicabile
Mercurio (Hg)	0,03 mg/l		
Cadmio (Cd)	0,05 mg/l		
Tallio (Tl)	0,05 mg/l		
Arsenico (As)	0,15 mg/l		
Piombo (Pb)	0,2 mg/l		
Cromo (Cr)	0,5 mg/l		
Rame (Cu)	0,5 mg/l		
Nichel (Ni)	0,5 mg/l		
Zinco (Zn)	1,5 mg/l		
(PCDD+PCDF)	0,3 ng/l		
IPA	0,0002 mg/l		

In riferimento alla prescrizione E.2.1. IV dell'Autorizzazione vigente si segnala che, nel corso del 2025, non sono stati attivati gli scarichi di emergenza.

Tabella 7 – Rifiuti prodotti dalla termodistruzione

Tipologie rifiuto	U.d.m.	Quantità	Note
190111* 190112	t/t rif inceneriti annui	0,18	Rifiuti prodotti solo con codice EER 190112
% a smaltimento		0	
% a recupero		100	
190113* 190114	t/t rif inceneriti annui		
% a smaltimento			

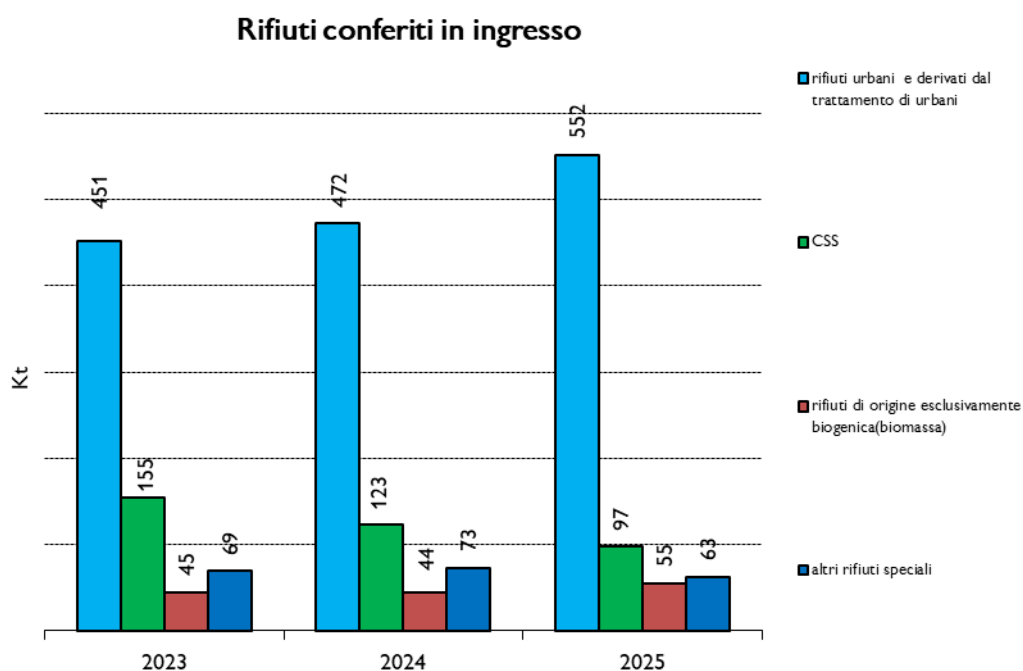
% a recupero			
190105	t/t rif inceneriti annui	0,05	
% a smaltimento		97	
% a recupero		3	
materiali ferrosi	t/t rif inceneriti annui	0,004	
altri rifiuti			

3 Commenti ai dati relativi al funzionamento annuale dell'impianto

3.1 Rifiuti in ingresso

In luogo dei combustibili fossili il Termovalorizzatore utilizza come combustibile principale i rifiuti urbani (RU) e derivanti dal trattamento di rifiuti urbani (ossia tutto quanto non conferito al sistema di raccolta differenziata nell'ambito del Sistema Integrato) che hanno la priorità di trattamento e rifiuti speciali non pericolosi. Questo permette di produrre energia elettrica e termica risparmiando combustibili fossili.

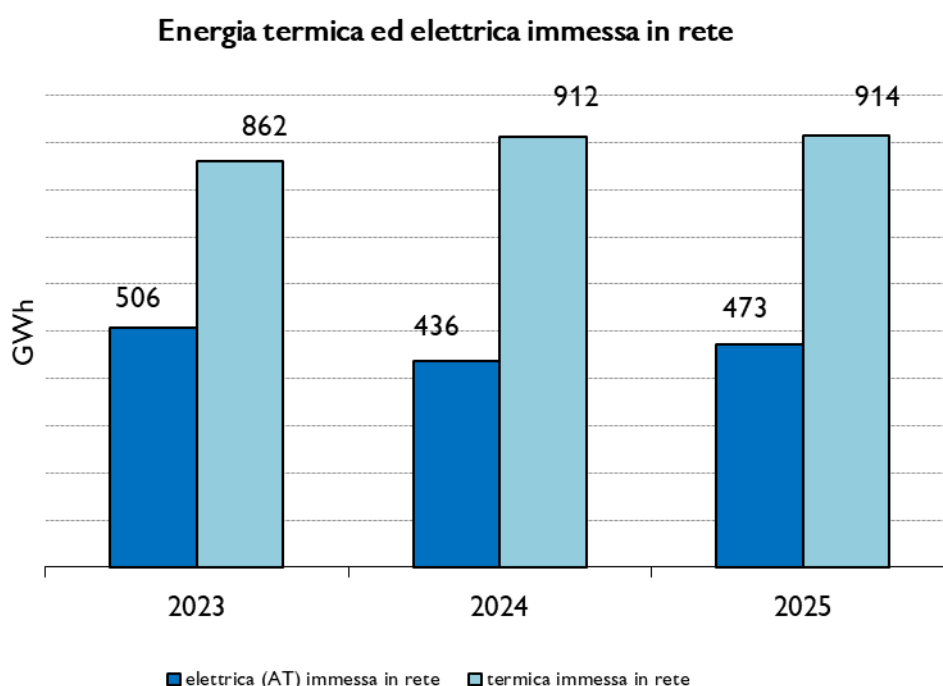
Nel grafico seguente è mostrato l'andamento del conferimento dei rifiuti dove si nota che i rifiuti conferiti sono principalmente di origine urbana.



3.2 Produzione e consumo di energia

L'attività di Termovalorizzazione dei rifiuti produce energia termica ed energia elettrica. In particolare, l'impianto produce energia elettrica, che cede al GSE (Gestore del Sistema Elettrico), ed energia termica che viene utilizzata per il riscaldamento del fluido vettore della rete di distribuzione calore del teleriscaldamento di Brescia.

Un fondamentale punto di forza del Termovalorizzatore è rappresentato dalla **cogenerazione di energia elettrica e termica** che consente l'utilizzo delle risorse energetiche con un sensibile risparmio delle stesse, dato che il rendimento energetico globale del ciclo migliora passando dal 30%, in assetto puramente elettrico, fino ad un massimo (in condizioni ottimali di esercizio e utilizzo energetico dei combustibili) del 98% circa, in assetto pienamente cogenerativo con recupero di calore latente dei fumi.



Il grafico riporta l'entità della **produzione netta di energia** elettrica e termica (immessa in rete) derivante dal processo di cogenerazione.

La produzione di energia si mantiene pressoché costante nel corso degli anni; si può apprezzare un progressivo aumento dell'energia termica prodotta grazie al beneficio delle pompe di calore di nuova installazione. Si segnala inoltre che la riduzione di energia elettrica prodotta nel 2024 è da ricondursi ad un periodo di fermo turbina per

manutenzione.

3.3 Utilizzo di Materie Prime

Per lo svolgimento corretto delle molteplici attività che strutturano il processo produttivo, oltre ai rifiuti in ingresso sono necessarie altre materie prime, che rientrano principalmente nei processi di mitigazione degli impatti sull'ambiente. In particolare, al Termovalorizzatore vengono impiegati i seguenti **reagenti**:

- idrossido di calcio (calce idrata), come reagente per l'abbattimento dell'anidride solforosa e dell'acido cloridrico presente nei fumi di combustione;
- soluzione ammoniacale, utilizzata per l'abbattimento degli NO_x ;
- carboni attivi, utilizzati per adsorbire i metalli pesanti e le diossine;
- soda caustica, utilizzato come agente alcalinizzante nel sistema di trattamento fumi ad umido e nell'impianto di produzione acqua osmotizzata e demineralizzata;
- ipoclorito di sodio e acido solforico, utilizzati per il condizionamento dell'acqua delle torri di raffreddamento e nell'impianto di produzione acqua osmotizzata e demineralizzata.

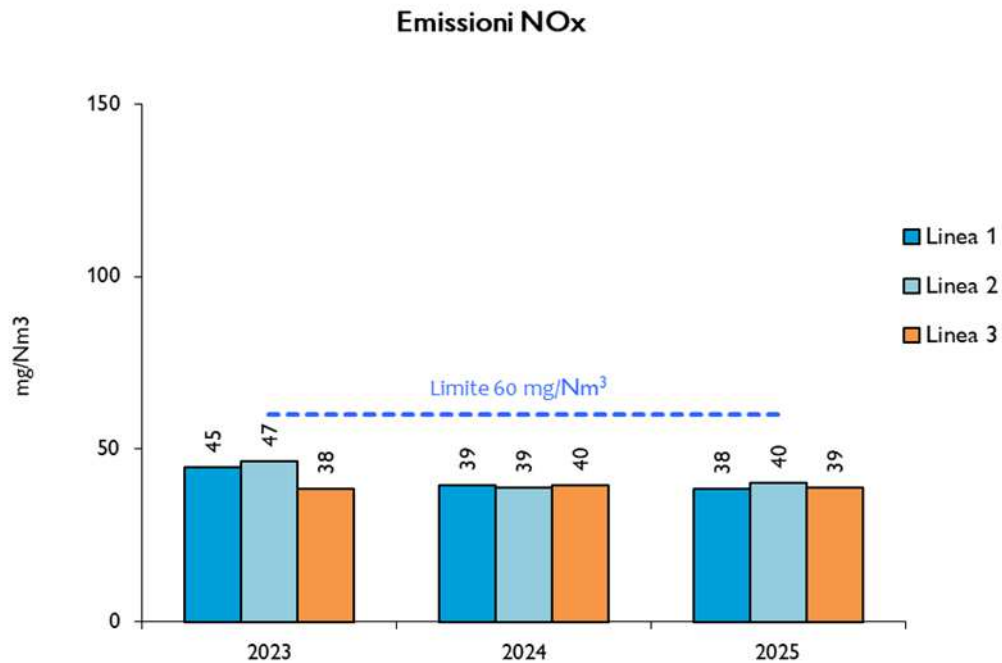
Il consumo specifico di reagenti dipende, oltre che dall'efficienza dell'impianto di produzione, dall'efficienza del sistema di trattamento fumi e dalle ore di funzionamento, direttamente controllate dal gestore dell'impianto, e anche dalla composizione del rifiuto, per sua natura variabile.

3.4 Emissioni in atmosfera

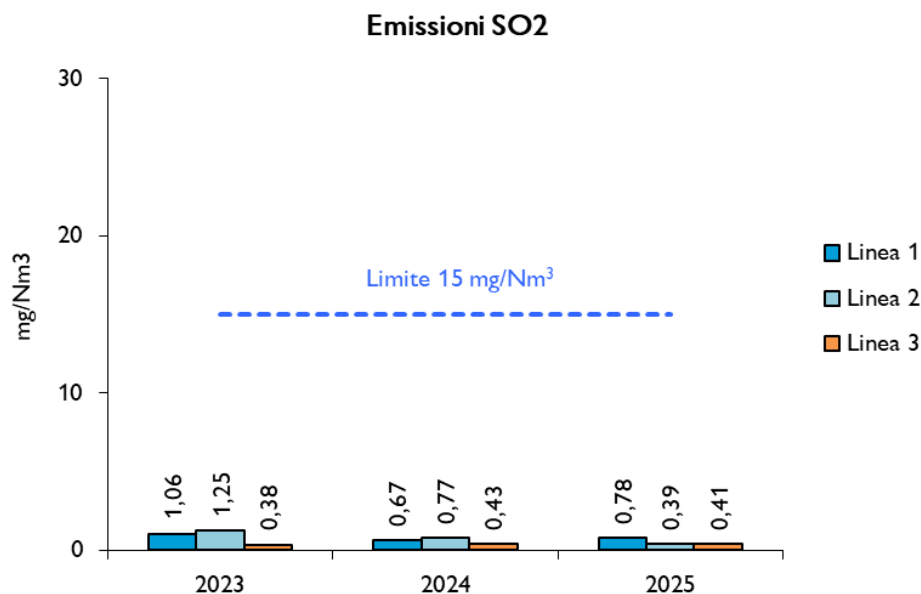
3.4.1 Le prestazioni del Termovalorizzatore di Brescia rispetto ai limiti di legge

L'impianto rispetta per tutti i parametri i limiti sull'emissioni prescritti dall'AIA sia in termini di valore medio giornaliero che di valori medi semiorari.

I dati presentati si riferiscono alla media mensile dei valori semiorari di concentrazione delle emissioni nei fumi rilevati dal Sistema di Monitoraggio Emissioni (SME) e il valore limite si riferisce al valore medio giornaliero. Tutti i valori mostrati nei grafici seguenti sono misurati a fumi secchi e normalizzati all'11% di O_2 .

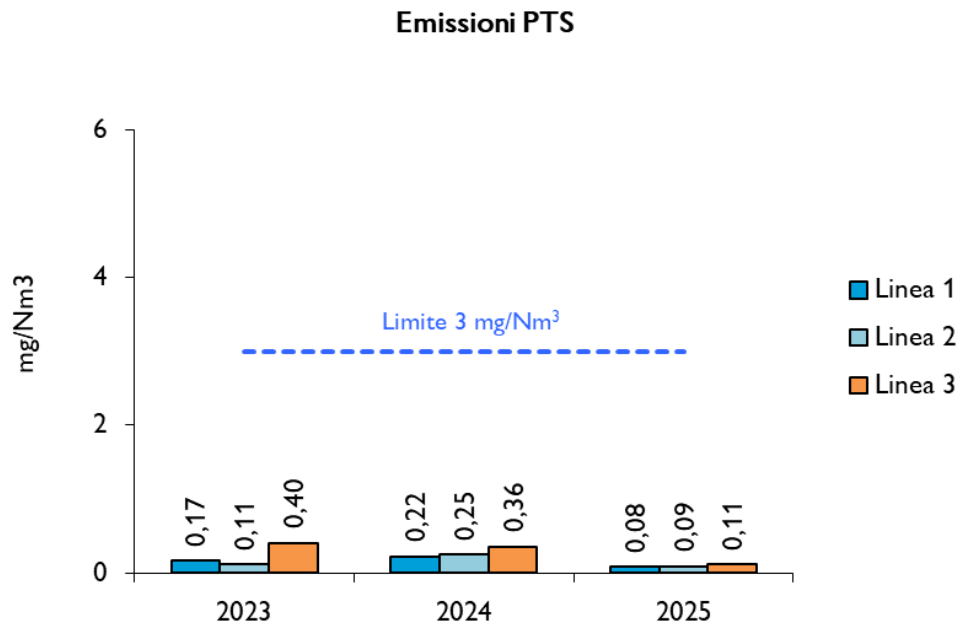


In seguito alla messa a regime del sistema di trattamento fumi ad umido e all'emissione del nuovo atto autorizzativo il valore limite è passato a 60 mg/Nm³; le concentrazioni misurate sono sempre risultate ampiamente inferiori a tale valore e risulta evidente un trend di diminuzione degli ossidi di azoto da ricondursi alle modifiche impiantistiche di recente implementazione.



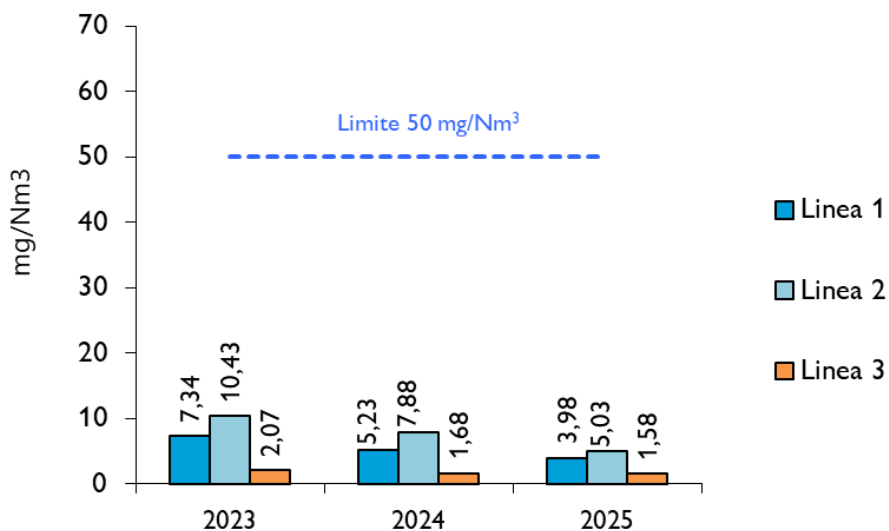
I valori di emissione per quanto riguarda il parametro SO₂ sono nettamente al di sotto dei limiti stabiliti che si sono ridotti drasticamente con l'entrata in vigore dei limiti della nuova AIA e dipendono dalla qualità del rifiuto e dalla sua composizione.

Risulta evidente come la messa in esercizio del nuovo sistema di trattamento fumi ad umido abbia portato a dei benefici in termini di riduzione delle emissioni di componenti acide come SO₂ fornendone un maggiore e più efficace controllo.



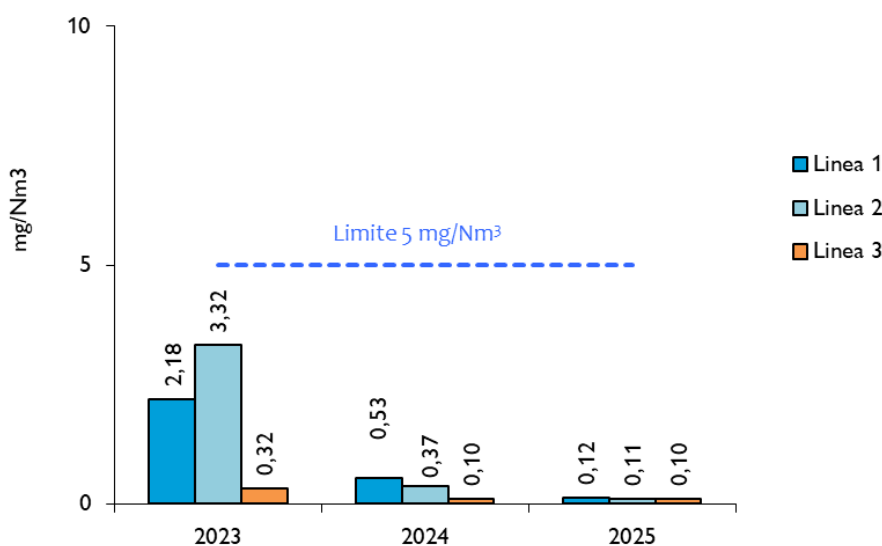
L'emissione di polveri è decisamente inferiore al limite, anch'esso ridotto drasticamente dall'entrata in vigore dei limiti della nuova AIA; ciò è dovuto alla notevole efficienza del sistema di filtrazione e abbattimento polveri.

Emissioni CO



Le emissioni del CO dipendono dalla composizione del rifiuto, dall'umidità e dalla frazione volatile anch'esse molto variabili. Tali elementi possono condizionare l'efficienza della combustione e del parametro CO, che risulta sempre inferiore al limite di legge.

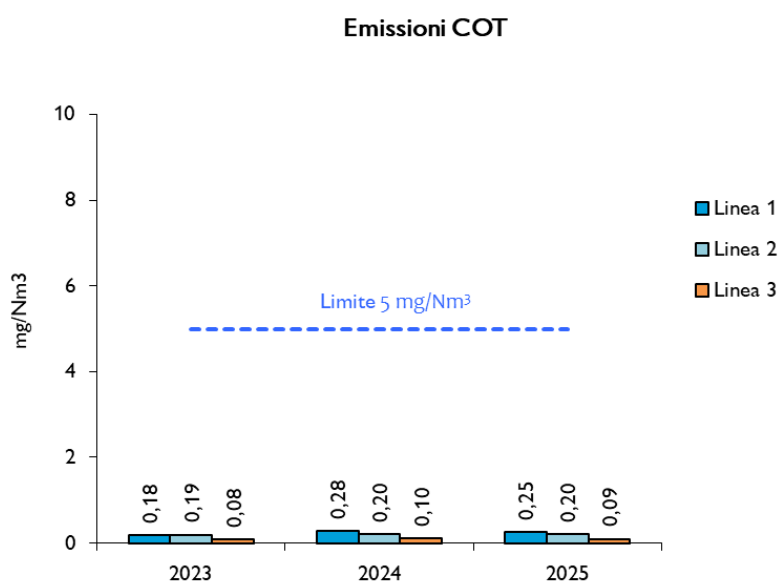
Emissioni HCl



Anche per quanto riguarda l'emissione di HCl essa risulta essere sempre inferiore al limite di legge, anch'esso ridotto dalla nuova AIA.

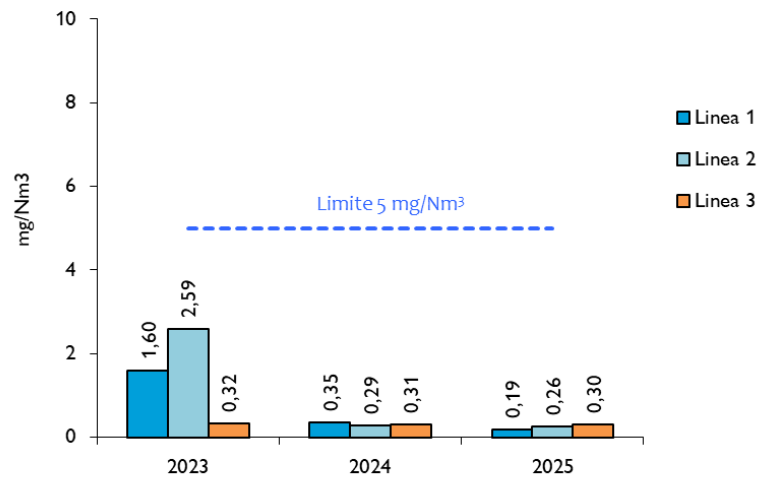
Risulta evidente come la messa in esercizio del nuovo sistema di trattamento fumi ad umido abbia portato a dei notevoli benefici in termini di riduzione delle emissioni di componenti acide come HCl.

Con la nuova AIA per l'HCl è inoltre fissato un limite annuale pari a 3 mg/Nm³ determinato a partire dalle medie semiorarie; tale limite risulta sempre rispettato.



Il Carbonio organico totale è una misura della quantità di carbonio legato in un composto organico ed è spesso utilizzato come indice del livello di completezza della combustione stessa. Anche per quanto riguarda il carbonio organico totale il trend risulta costante e nettamente inferiore al limite di legge, anch'esso ridotto dalla nuova AIA.

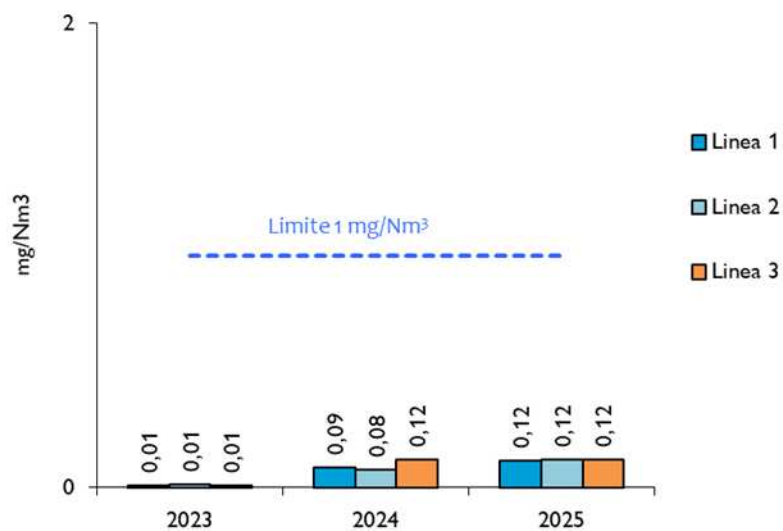
Emissioni NH₃



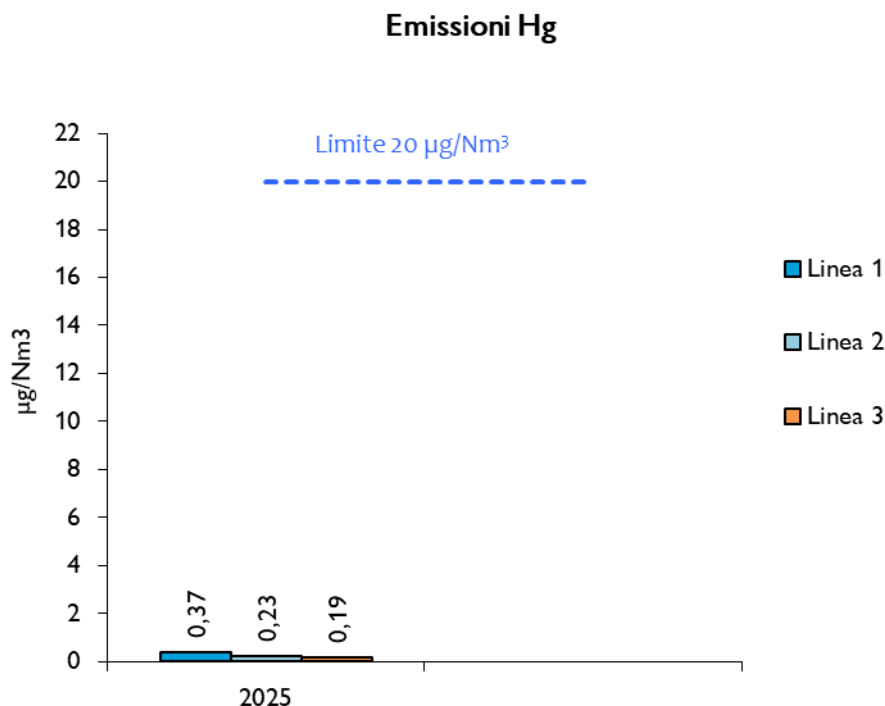
Il riesame del Decreto AIA ha dimezzato il valore limite per l'NH₃ a 5 mg/Nm³; tale limite risulta ampiamente rispettato come illustrato nel grafico precedente.

Risulta evidente come la messa in esercizio del nuovo DeNO_x Tail End abbia portato a dei benefici in termini di riduzione delle emissioni di ammoniaca grazie ad un sistema di denitrificazione più efficiente anche nell'iniezione e nell'utilizzo del reagente.

Emissioni HF



A partire dal 03/12/2023, in ottemperanza alle BAT di settore, è iniziato il monitoraggio in continuo del parametro HF. Tale inquinante è risultato sempre di trascurabile entità nel periodo monitorato.



Come prescritto in AIA (paragrafo E.1.1 nota 7), dall'entrata in vigore delle BAT conclusions (23/11/2023), è iniziato un periodo di monitoraggio in continuo di mercurio alle emissioni in atmosfera. Tale periodo di sperimentazione ha avuto la durata di 12 mesi, a seguito del quale è stata inviata una relazione all'AC con gli esiti del monitoraggio. A partire dal 01/01/2025 è entrato in vigore il limite di 20 µg/Nm³ come media giorno da valutare in continuo per il parametro mercurio.

3.4.2 Le prestazioni del Termovalorizzatore di Brescia in termini di emissioni evitate di anidride carbonica

Per quanto riguarda le emissioni di anidride carbonica (CO₂), per le quali non sono

attualmente previsti limiti di emissione, perché trattasi di un gas non pericoloso per la salute, il Termovalorizzatore di Brescia permette di ridurre l'effetto serra associato alla combustione di risorse fossili per la produzione di energia e al mancato smaltimento dei rifiuti in discarica.

A2A ha predisposto una procedura avente per oggetto "Metodologia per il calcolo delle emissioni evitate e del risparmio energetico degli impianti e delle attività del gruppo A2A".

Tale metodologia consente di calcolare il risparmio delle emissioni di CO₂ e il risparmio energetico in termini di energia primaria (TEP) dagli impianti e dai processi del Gruppo A2A.

Applicando tale metodologia risulta che, nel 2025, la termovalorizzazione dei rifiuti presso l'impianto di Brescia ha permesso di evitare l'emissione di circa 584.843 tonnellate di anidride carbonica e il risparmio di oltre 145.288 TEP.

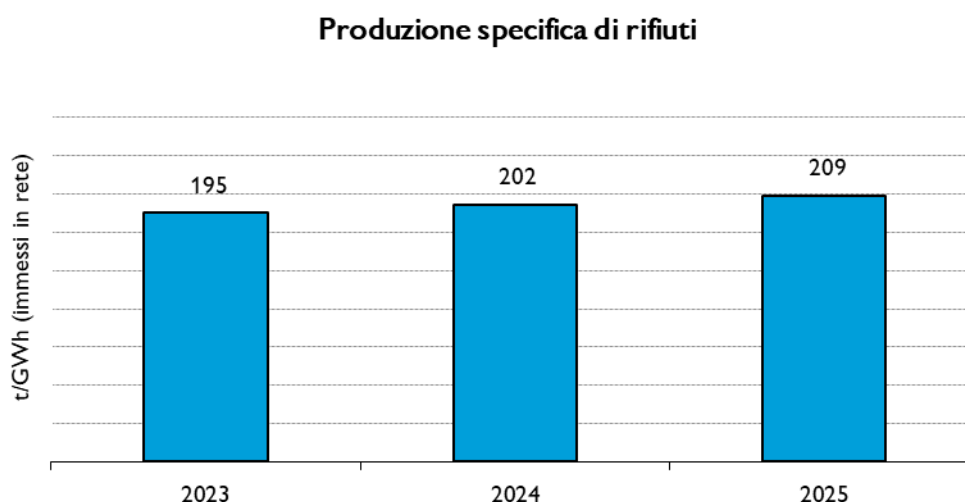
3.5 Rifiuti prodotti

Dal processo di combustione dei rifiuti si generano due tipologie di materiali:

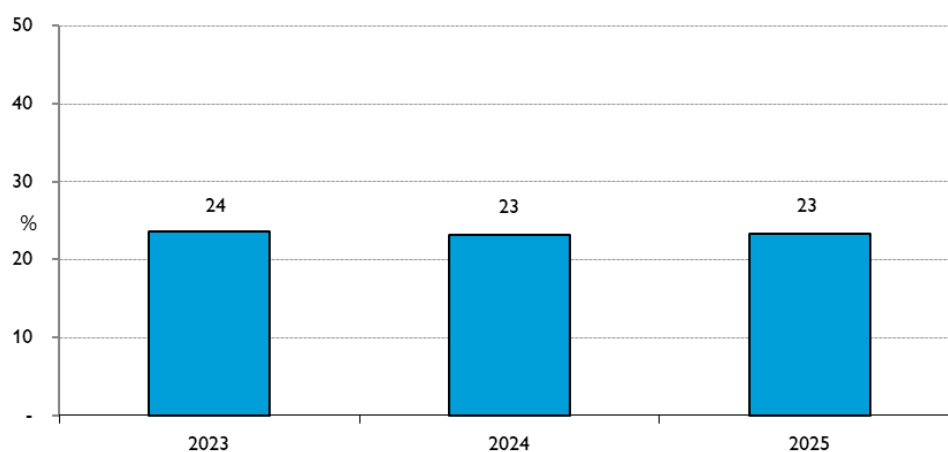
- residui inerti di combustione che si depositano sul fondo griglia delle caldaie;
- residui derivanti dal trattamento fumi, classificati come rifiuti pericolosi.

Oltre ai rifiuti derivanti dal processo, si generano altri rifiuti, sia pericolosi che non, derivanti dalle attività manutentive svolte sull'impianto.

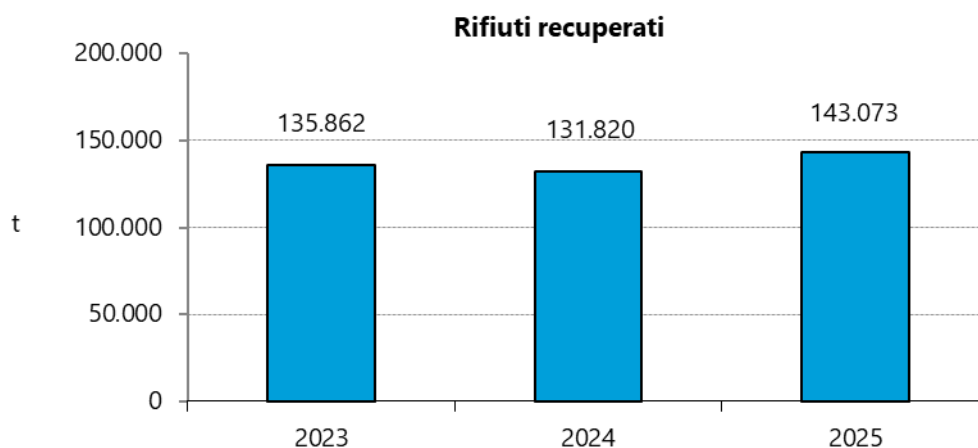
Di seguito si riporta il grafico che illustra i dati relativi alla produzione specifica di rifiuti rispetto all'energia immessa in rete e rispetto ai rifiuti conferiti in ingresso.



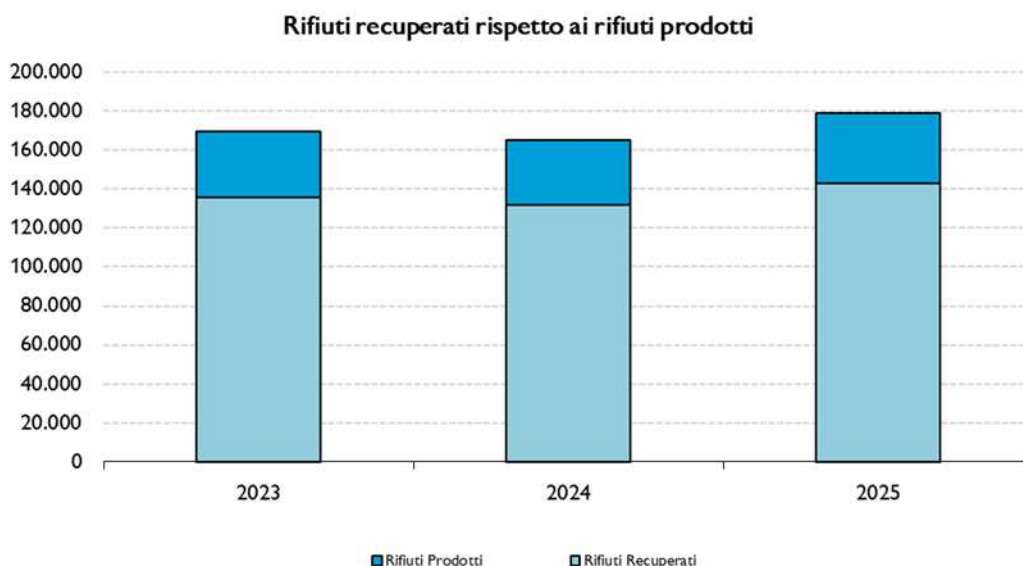
Percentuale di rifiuti prodotti rispetto a quelli trattati



Il grafico seguente riporta il quantitativo totale dei rifiuti recuperati:



Di seguito si riportano le quantità dei rifiuti avviati a recupero rispetto a quelli in uscita:



3.6 Scarichi idrici

Presso il Termovalorizzatore si producono diverse tipologie di acque reflue che sono raccolte da reti distinte, a seconda del tipo di inquinamento presente.

L'unico scarico industriale attivo presso l'impianto è costituito dalle acque di spurgo della torre evaporativa di raffreddamento. Tali acque, se non recuperabili, vengono inviate in fognatura.

Tale scarico costituisce inoltre punto di scarico in condizioni straordinarie e per un periodo di tempo ridotto del condensato da trattamento fumi, dell'acqua osmotizzata e del

concentrato da impianto di produzione acqua osmotizzata e demineralizzata e dell'acqua osmotizzata; si segnala che, nel corso del 2025, tali scarichi non sono stati attivati.