



**RAPPORTO DELL'OSSERVATORIO
SUL FUNZIONAMENTO DEL
TERMOUTILIZZATORE DI BRESCIA
RELATIVO ALL'ANNO
2019/2020**



**COMUNE DI
BRESCIA**

SETTORE SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE

**RAPPORTO DELL'OSSERVATORIO
SUL FUNZIONAMENTO DEL
TERMOUTILIZZATORE DI BRESCIA
RELATIVO ALL'ANNO
2019/2020**

INTRODUZIONE DELL'ASSESSORE MIRIAM COMINELLI AL RAPPORTO OSSERVATORIO TERMOUTILIZZATORE 2019 -2020

Nel presentare il Rapporto Osservatorio Termoutilizzatore 2019 -2020 mi preme ricordare che l'attività dell'Osservatorio è stata avviata con la deliberazione del 28 maggio 1997 n. 1142/17356 P.G e che con Deliberazione del 7.12.2018 l'Amministrazione ha ritenuto importante confermare l'azione dell'Osservatorio vista l'importanza che lo stesso ha avuto in questi anni per quanto concerne in particolare la verifica periodica dell'andamento dell'impatto ambientale prodotto dall'impianto, i dati di conferimento dei rifiuti articolati nelle principali informazioni di interesse, nonché la redazione del Rapporto dell'Osservatorio al fine di riferire al Sindaco e alla cittadinanza in merito all'attività svolta.

Il presente Rapporto è stato preceduto dai Rapporti relativi agli anni: "2008-2009-2010", "2011-2012-2013", "2014-2015", "2016", "2017-2018".

Questi documenti sono consultabili sulla pagina web dedicata all'Osservatorio del Termoutilizzatore nel sito del Comune di Brescia (www.comune.brescia.it).

Al fine di mantenere comunque aggiornata la cittadinanza in merito al funzionamento dell'impianto, nella pagina web prima citata sono riportati i dati di funzionamento relativi al 2019

Documenti come i Rapporti degli Osservatori del Comune di Brescia, ritengo vadano a colmare la carenza di documenti informativi di immediata e facile disponibilità, contenenti dati organizzati, commentati e di facile lettura, che utilizzano inoltre schemi divulgativi efficaci, considerando in particolare le domande e/o preoccupazioni che più frequentemente vengono poste dai cittadini.

In quest'ottica si è avviata l'attività dell'Osservatorio per la redazione del presente **Rapporto**, che arriva con una tempistica diversa rispetto a quella formulata nel momento della ricostituzione dell'Osservatorio, in quanto si è ritenuto necessario attendere la presentazione alla cittadinanza del **Primo Rapporto Aria Bene Comune** avvenuta nel **febbraio 2021**, documento che rappresenta una sintesi importante per una valutazione organica e completa in merito al tema dell'inquinamento dell'aria, prendendo in esame gli aspetti ambientali, quelli sanitari, le azioni poste in atto e future da parte degli Enti, nonché un'analisi con riferimento ai cambiamenti climatici.

Il Rapporto presenta inoltre interessanti ed importanti novità in quanto, rispetto alle edizioni precedenti, è stata rivista l'impostazione generale del documento suddividendolo in tre sezioni principali:

- **DESCRIZIONE:** Sono riportati brevi capitoli descrittivi degli elementi tecnologici e gestionali utili alla comprensione del funzionamento dell'impianto, integrati con capitoli informativi dei parametri analizzati al fine di comprenderne l'eventuale impatto ambientale.

- **DATI E GRAFICI:** I parametri, il cui significato è stato descritto nella sezione precedente, sono riportati in forma tabellare e grafica in un'unica sezione in modo da consentire al lettore una rapida consultazione

- **DATI STORICI:** Sono stati riportati i principali dati di sintesi degli ultimi 5 anni affrontando il tema di come si colloca l'impianto rispetto al tema dei cambiamenti climatici per la riduzione delle emissioni di CO₂ con un interessante richiamo all'economia circolare che è una delle azioni principali nell'ambito della sostenibilità.

Come si vede dalla mia breve introduzione, l'Osservatorio continua la sua preziosa azione che vede una proficua collaborazione tra i soggetti che lo compongono, con la conseguente capacità di individuazioni dei temi da approfondire ed inserire nel Rapporto, al fine di fornire alla cittadinanza elementi sempre più di dettaglio in merito al conferimento dei rifiuti ed agli impatti generati dall'attività sull'ambiente circostante.

Ringrazio tutti i componenti dell'Osservatorio per l'attività svolta.

Ing. Miriam Cominelli

Presidente dell'Osservatorio
e Assessore all'Ambiente, al Verde ed ai Parchi sovracomunali



INDICE

Introduzione a cura del presidente dell'osservatorio	pag.2
SEZIONE I: DESCRIZIONE	pag.8
1 Terminologia, unità di misura, simbologia	pag.8
2 Schema di funzionamento dell'impianto	pag.10
2.1 Conferimento dei rifiuti	pag.10
2.2 Verifiche per l'accettazione dei rifiuti	pag.11
2.2.1 Rifiuti Urbani	pag.11
2.2.2 Rifiuti Speciali	pag.12
2.2.3 Potere calorifico medio dei rifiuti	pag.14
2.3 Controllo Radiometrico	pag.14
2.4 L'impianto di combustione	pag.15
2.5 La Caldaia	pag.16
2.6 La produzione di energia	pag.17
2.7 Il trattamento dei fumi	pag.17
2.8 Sistema di riduzione degli NO _x	pag.18
2.9 Efficientamento continuo dei sistemi di trattamento dei fumi	pag.19
2.10 Sistemi di controllo dei fumi	pag.20
2.10.1 Controlli in continuo	pag.20
2.10.2 Controlli periodici	pag.21
2.11 Gestione delle acque	pag.22
2.11.1 Approvvigionamento idrico	pag.22
2.11.2 Scarichi idrici	pag.22
2.12 Addetti in servizio presso il TU	pag.23
3 Aspetti autorizzativi	pag.24
3.1 Autorizzazione integrata ambientale (AIA)	pag.24
3.2 Campionatori in continuo dei microinquinanti	pag.24
3.3 Pubblicazione su internet dati di emissione	pag.25
4 Tipologia dei rifiuti trattati nell'impianto	pag.26
4.1 Tipologia e quantità dei rifiuti trattati nel TU	pag.26
4.2 Provenienza geografica dei rifiuti trattati nel TU	pag.26
5 Riepilogo delle analisi effettuate sulle emissioni	pag.27
5.1 Descrizione microinquinanti/macroinquinanti	pag.27
5.1.1 Macroinquinanti monitorati a camino	pag.27
5.1.2 Microinquinanti monitorati a camino	pag.29
5.2 Rappresentazione delle concentrazioni dei macroinquinanti tramite box plots	pag.31
5.3 Risultati dei controlli effettuati da ARPA	pag.33
6 Residui della combustione	pag.34
7 Quantità di emissioni annue prodotte dal Termoutilizzatore	pag.35
7.1 Il sistema INEMAR	pag.35
8 Energia prodotta dal Termoutilizzatore	pag.39
9 Il progetto FLUEGAS CLEANING	pag.39
10 L'impianto ed i cambiamenti climatici	pag.42
SEZIONE II: DATI E GRAFICI	pag. 48
SEZIONE III: DATI STORICI	pag.68



I COMPONENTI DELL'OSSERVATORIO SUL TERMOUTILIZZATORE DI BRESCIA

L'osservatorio si è dotato di un marchio identificativo che lo caratterizzerà in ogni aspetto comunicativo e di divulgazione dei dati.

Con Delibera n. 729 del 7 dicembre 2018 la Giunta comunale ha ricostituito l'Osservatorio del Termoutilizzatore composto dai seguenti soggetti:

- Assessore all'Ambiente, al Verde ed ai Parchi sovra comunali in qualità di Presidente;
- Responsabile del Settore Sostenibilità Ambientale o suo delegato;
- Presidente della Commissione consiliare Ecologia, Ambiente e Protezione Civile o suo delegato;
- n. 1 Consigliere comunale indicato dalla maggioranza;
- n. 2 Consiglieri comunali indicati dalle minoranze;
- n. 1 esperto in materie ambientali indicato dall'Assessore all'Ambiente e Protezione Civile;
- n. 1 esperto di fisica ambientale indicato dall'Università Cattolica del Sacro Cuore di Brescia;
- n. 1 esperto in materia per quanto attiene agli aspetti giuridico legali indicato dall'Università degli Studi di Brescia – Dipartimento di Giurisprudenza;
- n. 1 rappresentante delle organizzazioni sindacali;
- n. 1 rappresentante dei Presidenti dei Consigli di Quartiere;
- n. 3 aderenti alle associazioni ambientaliste indicati dalla Consulta per l'ambiente, di cui almeno n. 2 aderenti alla Consulta stessa;

La delibera della Giunta del Comune di Brescia prima citata indica inoltre le principali finalità dell'Osservatorio:

- valutazione di eventuali problematiche segnalate riguardo alle emissioni in atmosfera;
- analisi periodica dei risultati dei controlli effettuati dall'ente gestore;
- monitoraggio dei flussi di rifiuti solidi urbani e di rifiuti speciali in ingresso all'impianto, suddivisi per codici EER, per Provincia di provenienza e per periodo di conferimento;
- elaborazione, con il coinvolgimento diretto del gestore, di efficaci campagne di comunicazione alla cittadinanza sull'attività del termoutilizzatore;
- valutazione dell'attività svolta nel precedente Osservatorio per riproporre eventualmente aspetti evidenziati e non conclusi;
- redazione annuale di documento riepilogativo dell'attività svolta, da pubblicare nella pagina Web dedicata all'Osservatorio già presente nel sito del Comune di Brescia;
- redazione con cadenza almeno biennale di una relazione (Rapporto dell'Osservatorio) al fine di riferire al Sindaco e alla cittadinanza in merito all'attività svolta.

Il documento in Sintesi

Con il rapporto 2019-2020 è stata rivista l'impostazione generale del documento suddividendolo in tre sezioni:

- DESCRIZIONE - Sono riportati brevi capitoli descrittivi degli elementi tecnologici e gestionali utili alla comprensione del funzionamento dell'impianto, integrati con capitoli informativi dei parametri analizzati al fine di comprenderne l'eventuale impatto ambientale.
- DATI E GRAFICI - I parametri, il cui significato è stato descritto nella sezione precedente, sono riportati in forma tabellare e grafica in un'unica sezione in modo da consentire al lettore una rapida consultazione
- DATI STORICI - Sono stati riportati i principali dati di sintesi degli ultimi 5 anni

In merito al contenuto, sono stati analizzati gli andamenti dell'impianto rispetto agli anni presi in considerazione (2019 e 2020) per i dati disponibili al momento della pubblicazione:

- sono state valutate le emissioni di macroinquinanti e microinquinanti a camino (per tutte e tre le linee dell'impianto);
- le verifiche di parte terza (ARPA e laboratori certificati ACCREDIA), confermano che gli strumenti di misura degli inquinanti installati a camino sulle tre linee operano correttamente e che le emissioni sono risultate entro i limiti fissati dalle autorizzazioni;
- l'osservazione degli elementi a disposizione indica un quadro complessivo di funzionamento dell'impianto nel rispetto delle prescrizioni autorizzative, un sistema di autocontrollo (SME-campagne periodiche) attivato e mantenuto attivo dall'azienda, funzionante e a regime, un sistema di controllo da parte di ARPA puntuale e attivo;
- le relazioni riepilogative dei rifiuti speciali conferiti al TU negli anni 2019 e 2020 hanno permesso di proseguire nella conoscenza dei dati per tipologia di rifiuto (codice EER) e per provenienza con dettaglio Regionale e Provinciale;
- dai grafici relativi ai macroinquinanti, misurati in continuo al camino sulle tre linee {Ossido di Carbonio (CO), Ossidi di Azoto (NO_x), Ossidi di Zolfo (SO₂), Ammoniaca (NH₃), Acido Cloridrico (HCl), Carbonio Organico Totale (COT)}, e dalle tabelle relative ai microinquinanti, misurati in discontinuo a camino sulle tre linee con frequenza quadrimestrale da laboratori accreditati ACCREDIA e comunicati ad ARPA (policlorodibenzodiossine (PCDD), policlorodibenzofurani (PCDF), Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), dei Metalli (Sb, As, Tl, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Co, Se, Sn, Zn, V, Mn) e dell'Acido Fluoridrico (HF)), si osserva che le misurazioni in continuo (autocontrollo attraverso il sistema SME) e quelle in discontinuo sono risultate inferiori ai valori limite richiamati nel decreto di autorizzazione;
- E' stato inserito un nuovo capitolo descrittivo del nuovo progetto di revamping del sistema di trattamento fumi e recupero di calore.

01. TERMINOLOGIA, UNITÀ DI MISURA, SIMBOLOGIA

Termoutilizzatore	TU
Osservatorio sul Termoutilizzatore	OTU

Emissioni

• Anidride carbonica	CO ₂
• Monossido di Carbonio	CO
• Biossido di Zolfo	SO ₂
• Ossidi di Azoto	NO _x
• Acido Cloridrico	HCl
• Acido Fluoridrico	HF
• Polveri Totali Sospese	PTS
• Carbonio Organico Totale	COT
• Ammoniaca	NH ₃
• Policlorodibenzodiossine	PCDD
• e Policlorodibenzofurani	PCDF
• Policlorobifenili	PCB
• Policlorobifenili Diossina-Simili	PCBDL
• Policlorobifenili Non-Diossina-Simili	PCBNL
• Idrocarburi Policiclici Aromatici	IPA

Metalli pesanti

• mercurio	Hg
• cadmio	Cd
• tallio	Tl
• antimonio	Sb
• arsenico	As
• piombo	Pb
• cromo	Cr
• cobalto	Co
• rame	Cu
• manganese	Mn
• nichel	Ni
• vanadio	V
• stagno	Sn
• zinco	Zn

Unità di Misura e acronimi

- g grammo
- mg milligrammo = (1/1000) x grammo = un millesimo di grammo
- kcal chilocaloria = quantità di calore pari all'energia necessaria per portare 1 kg di acqua distillata da 14,5°C a 15,5°C alla pressione di 1 atmosfera
- Nm³ Normal -metro cubo: i limiti delle emissioni sono riferiti ad un gas di combustione deumidificato (secco) in condizioni Normali, cioè ad una temperatura di 0°C (273°K) ed ad una pressione di 1013 hPa, con un tenore di ossigeno libero dell'11% in volume
- ng nanogrammo = 10⁻⁹ g = (1/1.000.000.000) x grammo = un miliardesimo di grammo
- fg femtogrammo = 10⁻¹⁵ g = (1/1.000.000.000.000.000) x grammo = un milionesimo di miliardesimo di grammo
- < inferiore a ...
- MWe megawatt (pari a 1000 chilowatt) elettrici
- MWt megawatt (pari a 1000 chilowatt) termici
- GWh gigawattora (pari a 1 milione di chilowattora)
- t tonnellate
- t/a tonnellate all'anno
- g/a grammi all'anno
- QAL2 Procedimento per la determinazione della funzione di taratura e della sua variabilità nonché una prova della variabilità del sistema di misurazione automatico rispetto all'incertezza fornita dalla legislazione
- AST Prova di sorveglianza annuale per valutare se i valori ottenuti dal sistema di misura automatico soddisfano ancora i criteri di incertezza richiesti
- IAR Indice di Accuratezza Relativa.
- POPs Persistent Organic Pollutants - sostanze organiche persistenti
- CSS Combustibile Solido Secondario
- CDR Combustibile Da Rifiuti
- EER Elenco Europeo dei Rifiuti

02. SCHEMA DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO

2.1 CONFERIMENTO DEI RIFIUTI

Al Termoutilizzatore (TU) vengono conferiti i Rifiuti Urbani (RU), (vale a dire tutto quanto non recuperato con la raccolta differenziata nell'ambito del Sistema Integrato dei rifiuti attivo a Brescia) e i Rifiuti Speciali non pericolosi da attività commerciali e produttive.

Nell'area di accesso/uscita al Termoutilizzatore sono presenti 5 pesa: 3 dedicate ai veicoli in ingresso e 2 a quelli in uscita. Vi viene effettuata la pesatura e il controllo dei veicoli in ingresso e in uscita all'impianto con registrazione in automatico del peso del carico. I materiali che escono dall'impianto sono costituiti principalmente da ceneri di combustione e da residui della depurazione dei fumi.

Al momento del conferimento all'impianto dei rifiuti, l'automezzo carico si ferma sulla pesa di ingresso; l'autista consegna il badge (trasmesso preventivamente ai conferitori) agli addetti alla pesa, dando così inizio alla procedura di identificazione del carico in ingresso da parte del sistema informatico aziendale che individua automaticamente i dati relativi al contratto di smaltimento rifiuti stipulato con A2A Ambiente.

L'autista consegna agli addetti alla pesa i documenti di viaggio. L'addetto alla pesa procede alla verifica della completezza e della regolarità dei documenti; quindi dà il consenso allo scarico e a questo punto l'automezzo può entrare nell'impianto e proseguire verso il locale scarico rifiuti.

Di seguito si riporta il numero di mezzi che, mediamente ogni giorno, conferiscono rifiuti al TU:

- 153 mezzi al giorno nel corso dell'anno 2019 (per un totale annuo pari a 47.343).
- 153 mezzi al giorno nel corso dell'anno 2020 (per un totale annuo pari a 47.135)

2.2 VERIFICHE PER L'ACCETTAZIONE DEI RIFIUTI

2.2.1 Rifiuti Urbani

Ai sensi dell'art. 184 del D.Lgs. 152/06 sono rifiuti urbani:

a) i rifiuti domestici, anche ingombranti, provenienti da locali e luoghi adibiti ad uso di civile abitazione;

b) i rifiuti non pericolosi provenienti da locali e luoghi adibiti a usi diversi da quelli di cui alla lettera a), assimilati ai rifiuti urbani per qualità e quantità, ai sensi dell'articolo 198, comma 2, lettera g);

c) i rifiuti provenienti dallo spazzamento delle strade;

d) i rifiuti di qualunque natura o provenienza, giacenti sulle strade e aree pubbliche o sulle strade e aree private comunque soggette a uso pubblico o sulle spiagge marittime e lacuali e sulle rive dei corsi d'acqua;

e) i rifiuti vegetali provenienti da aree verdi, quali giardini, parchi e aree cimiteriali;

f) i rifiuti provenienti da esumazioni ed estumulazioni, nonché gli altri rifiuti provenienti da attività cimiteriale diversi da quelli di cui alle lettere b), c) ed e);

Viste le diverse tipologie di matrici che possono costituire il Rifiuto Urbano, la normativa non prevede alcun controllo in ingresso agli impianti di trattamento-conferimento.

Presso il TU avviene comunque un controllo visivo dei rifiuti in vasca che sono visibili agli operatori delle benne di alimentazione dell'impianto.

Sui rifiuti urbani sono effettuate analisi merceologiche a campione a cura di IPLA (Istituto per le piante, il legno e l'ambiente della Regione Piemonte) presso il TU e precisamente tre analisi sia nel 2019 sia nel 2020.

Tali analisi sono eseguite ai soli fini conoscitivi per il processo dell'impianto e non per la valutazione dell'efficacia dei sistemi di raccolta differenziata.

Poiché presso l'impianto viene conferita solo la frazione non ulteriormente differenziabile, con i dati dei conferimenti in ingresso non è possibile valutare pienamente il sistema di raccolta differenziata presente a Brescia e Provincia. Per approfondire quest'ultimo aspetto ci si può riferire all'Osservatorio Provinciale Rifiuti (<https://www.provincia.brescia.it/impresa/ambiente/osservatorio-provinciale-rifiuti>).



2.2.2 Rifiuti Speciali

La classificazione del rifiuto e l'attribuzione del codice EER corretto, in base alla normativa di settore, è responsabilità del produttore.

Sui rifiuti Speciali sono effettuate attività di verifica, in applicazione di procedure trasmesse anche all'Autorità Competente per il Controllo.

Nelle attività di verifica per l'accettazione dei rifiuti si distinguono sei diversi livelli di controllo. In particolare, i controlli dei Livelli da 1 a 2 sono controlli esterni all'impianto perché devono essere effettuati presso i produttori e/o su documentazione fornita dal produttore del rifiuto. I controlli dei Livelli da 3 a 6 sono controlli interni all'impianto perché vengono effettuati sui rifiuti in fase di conferimento all'impianto:

- **livello 1:** viene effettuata una disamina approfondita del produttore/detentore del rifiuto speciale non pericoloso per ciascun sito/impianto allo scopo di attribuire un Rating del Sito Produttivo ed un Rating di attenzione. Il Rating del Sito Produttivo ha lo scopo di assegnare un giudizio sintetico per la valutazione delle caratteristiche generali dell'attività produttiva (caratteristiche delle materie prime e/o rifiuti utilizzati, del processo produttivo, dell'organizzazione aziendale, dello stato di pulizia dei luoghi, certificazioni QASE, ecc.) emerse nel corso dei sopralluoghi. Il Rating di Attenzione è relativo invece alla tipologia di rifiuti autorizzati/stoccati/trattati presso l'impianto, di particolare valore ai fini della pianificazione dei controlli;
- **livello 2:** consiste nell'identificazione di tutte le caratteristiche del rifiuto (tipo ed origine, composizione, consistenza ed altre proprietà che possono eventualmente includere anche informazioni sulle specifiche modalità di gestione da attuare); nella caratterizzazione di base, ove necessario, viene applicato un protocollo analitico finalizzato all'accertamento delle eventuali caratteristiche di pericolo del rifiuto, nonché all'acquisizione dei dati necessari al recupero energetico del rifiuto stesso. La caratterizzazione di base e la classificazione del rifiuto devono essere effettuate a cura del produttore, e devono essere rese disponibili prima dell'inizio dei conferimenti o comunque ogni qualvolta il processo produttivo, che ha generato il rifiuto, subisca delle variazioni significative e comunque dopo un periodo non superiore ad un anno. Tale periodo è ridotto a sei mesi per i codici a specchio;
- **livello 3:** nella fase di arrivo ed accesso all'impianto, si procede alla verifica documentale e pesatura del carico, presso la stazione di ricevimento, con ritiro e controllo della documentazione richiesta (produttore/trasportatori autorizzati, formulario, ecc.).

- **livello 4:** tutti gli automezzi autorizzati all'ingresso in impianto, che hanno ottenuto esito positivo nella fase di controllo di Livello 3, devono transitare attraverso il portale per la verifica dell'eventuale presenza di materiale radioattivo. Il controllo viene effettuato tramite tre rilevatori (scintillatori plastici di ampia superficie) fissati sul portale; nel caso i dispositivi segnalino la presenza di sorgenti radioattive, viene seguita una specifica procedura che prevede anche l'avviso di un "esperto qualificato" e, sotto la sua supervisione, l'individuazione, l'isolamento, la classificazione e la messa in sicurezza della fonte radioattiva. Solo gli automezzi per i quali si riscontra l'assenza di materiale radioattivo possono accedere all'area di scarico dei rifiuti;
- **livello 5:** nella fase di scarico vengono eseguiti degli esami finalizzati ad accertare che il carico di rifiuti in ingresso corrisponda a quanto indicato nei documenti di accompagnamento e che abbia le caratteristiche principali conformi alle specifiche di accettazione del Termoutilizzatore. Le verifiche speditive si dividono in due categorie: controlli visivi/olfattivi, a campione sui conferimenti di rifiuti speciali in ingresso all'impianto volti ad accertare la conformità del materiale e accurate ispezioni di *ricerca dei marker di pericolosità del rifiuto*, al fine di evitare conferimenti di rifiuti non conformi alle specifiche di accettazione dell'impianto;
- **livello 6:** consiste nell'esecuzione di analisi (chimiche e/o merceologiche) a campione per accertare che il rifiuto sia conforme alla sua caratterizzazione effettuata in fase di omologa.

Nel caso in cui i controlli effettuati evidenzino la non conformità di un carico di rifiuti, i conferimenti di detto soggetto vengono sospesi ed avviati accertamenti.

Nel corso del 2019 sono stati svolti i controlli di livello 5, di cui 224 controlli con scarico a terra per ricerca dei marker di pericolosità del rifiuto. Inoltre sono state effettuate le verifiche analitiche di livello 6.

Nel corso del 2020 sono stati svolti i controlli di livello 5, di cui 188 controlli con scarico a terra per ricerca dei marker di pericolosità del rifiuto. Inoltre sono state effettuate le verifiche analitiche di livello 6.

(Per dettagli SEZIONE DATI E GRAFICI – Tabella 1).



2.2.3 Potere calorifico medio dei rifiuti

Il potere calorifico medio dei rifiuti, calcolato mediante il bilancio termico di caldaia su base annuale è risultato pari a:

- 2.588 kcal/kg nel 2019
- 2.561 kcal/kg nel 2020

Le quantità dei rifiuti conferiti al Termoutilizzatore e dei rifiuti prodotti dal processo sono riportate mensilmente, per singolo EER, nell'applicativo web della Regione Lombardia O.R.SO. (Osservatorio Rifiuti SOvraregionale).

2.3 CONTROLLO RADIOMETRICO

Tutti i rifiuti conferiti accedono al Termoutilizzatore mediante un apposito "portale di controllo" situato all'ingresso per la verifica dell'eventuale presenza di materiale radioattivo.

Nel caso il rifiuto conferito contenga materiale radioattivo, la gestione è di competenza dell'Esperto Qualificato che dirige le operazioni finalizzate all'individuazione del rifiuto contaminato, all'isolamento della sorgente, alla qualifica del materiale emittente per mezzo di strumentazione specifica, alla messa in sicurezza della sorgente previo coinvolgimento dell'autorità competente.

Vengono distinte due tipologie di sorgenti:

a) a rapido decadimento: tipicamente rifiuti di origine medica (iodio 131 ecc.) vengono momentaneamente depositate in apposito locale per il loro completo decadimento al fine di consentirne lo smaltimento presso l'impianto.

b) a lento decadimento: su disposizione delle autorità, tali sorgenti sono mantenute in custodia temporanea, presso un idoneo locale all'interno del Termoutilizzatore, in attesa di smaltimento autorizzato dalle competenti autorità tramite ditte specializzate.

La documentazione prodotta dall'Esperto Qualificato descrive le operazioni d'individuazione e messa in sicurezza di materiale emittente contenuto nell'automezzo e la gestione del rifiuto radioattivo individuato.

Tale documentazione viene trasmessa alla Questura di Brescia, all'A.T.S., all'A.R.P.A., alla Regione Lombardia, ai Vigili del Fuoco e alla Prefettura.

Di seguito sono riportati i dati relativi alla gestione delle sorgenti individuate:

- nel 2019 sono state rilevate 8 sorgenti del tipo a) e 2 del tipo b)
- nel 2020 sono state rilevate 18 sorgenti del tipo a) e 0 del tipo b)
-

Le sorgenti del tipo b) sono state smaltite da ditta autorizzata.

Il rinvenimento di sorgenti di tipo a) avviene principalmente nei conferimenti dei rifiuti urbani tal quali e ha una variabilità annuale restando comunque nell'ordine di alcune decine.

2.4 L'IMPIANTO DI COMBUSTIONE

L'impianto è costituito da 3 linee di combustione, le prime due sono entrate in funzione nel 1998, la terza nel 2004. La terza linea inizialmente era dedicata esclusivamente alla combustione di rifiuti di origine prevalentemente vegetale.

L'elenco di tutti i codici EER per cui l'impianto è autorizzato alle operazioni di stoccaggio/recupero energetico è riportato nel decreto AIA.

Dopo i controlli amministrativi e radiometrici previsti dal protocollo di accettazione rifiuti, come descritti al paragrafo 2.2, gli automezzi accedono all'area di scarico, dove vengono effettuati gli ulteriori controlli previsti.

Tutti i mezzi conferitori sono dotati di sistemi automatici per lo scarico, pertanto non è necessaria la movimentazione degli stessi da parte degli operatori, ma i rifiuti sono scaricati direttamente dai mezzi nella vasca di stoccaggio.

I rifiuti sono movimentati nella vasca di stoccaggio per aumentarne l'omogeneità ed alimentare in modo uniforme le tre linee.

I rifiuti vengono immessi sulla griglia di combustione, costituita da 6 corsie in parallelo che hanno 15 gradini in movimento per consentire la miscelazione continua dei rifiuti e quindi la loro completa combustione.

L'ossigeno necessario alla combustione dei rifiuti è quello presente nell'aria; ogni 24 ore vengono mediamente alimentati al combustore 3.000.000 di Nm³ di aria (per ciascuna linea).

La combustione delle parti solide avviene sulla griglia, dove la temperatura della fiamma viene automaticamente mantenuta al valore di circa 1100°C, così da



distruggere i componenti organici presenti nei rifiuti e, nel contempo, ridurre la formazione di Ossidi di Azoto e Monossido di Carbonio.

La combustione del gas originato dalla combustione a livello della griglia viene completata nella zona sovrastante, nella cosiddetta fase di postcombustione del processo.

In questa fase viene inoltre immessa e vaporizzata una miscela di acqua e ammoniaca allo scopo di ridurre gli Ossidi di Azoto che si formano nel processo di combustione. Dallo stadio denominato "combustore" si generano due prodotti: i fumi caldi che fuoriescono per entrare nella caldaia, e le ceneri pesanti che si raccolgono sul fondo alla griglia.

Le ceneri pesanti contengono una grande quantità di ferro; vengono avviate a un processo di selezione che permette tramite un'elettrocalamita la separazione dei metalli riutilizzabili/riutilizzati successivamente quale materia prima nei processi di seconda fusione dei metalli (fonderie, acciaierie).

La restante parte delle scorie è materiale inerte riutilizzabile, come sostituto della ghiaia vergine necessaria per coprire i rifiuti in discarica previo idoneo trattamento o come materiale inerte nel settore delle costruzioni.

2.5 LA CALDAIA

I fumi caldi provenienti dal combustore all'interno della caldaia entrano in contatto con i tubi dell'acqua e del vapore (più freddi), ai quali cedono calore.

L'acqua in pressione si scalda e, nell'evaporatore, bolle e diventa vapore saturo che viene infine surriscaldato. L'acqua entra in caldaia, alla pressione di 80 bar e ad una temperatura intorno a 130°C; il vapore esce dalla caldaia ad una pressione di 70 bar e ad una temperatura di circa 460°C.

La catena di acquisizione dati di processo è interamente ridondata (raddoppiata), al fine di garantire in ogni circostanza operativa un'elevata disponibilità e affidabilità dell'informazione. I valori sono riportati sulle postazioni operatore in sala controllo.

2.6 LA PRODUZIONE DI ENERGIA

Il gas generati dalla combustione dei rifiuti raggiungono una temperatura massima di circa 1100 °C e, attraversando il generatore di vapore, si raffreddano progressivamente cedendo calore al circuito idraulico percorso da acqua che prima si trasforma in vapore e quindi aumenta la sua temperatura fino a 460 °C.

Il vapore generato dalle tre caldaie è inviato ad una turbina che trasforma l'energia termica contenuta nel vapore in energia meccanica di rotazione. La turbina ruota a 3000 giri al minuto trascinando un alternatore che produce energia elettrica ceduta alla rete di trasmissione nazionale.

Una parte del vapore, dopo aver attraversato la turbina, è inviata a scambiatori di calore per cedere calore alla rete del teleriscaldamento della città. Il rapporto tra produzione di calore e di energia elettrica cambia nella stagione invernale, dove è privilegiata la produzione di calore, e nella stagione estiva, dove è maggiore la produzione di energia elettrica. Il vapore esausto in uscita al processo è inviato ai sistemi di condensazione, tra i quali il principale è la rete del teleriscaldamento.

(Per dettagli SEZIONE DATI E GRAFICI – Tabella 2).

Il sistema di produzione cogenerativa (energia elettrica e termica per il teleriscaldamento) consente all'impianto di raggiungere un livello elevato di efficienza (cioè il grado di sfruttamento dell'energia contenuta nei rifiuti).

2.7 IL TRATTAMENTO DEI FUMI

I fumi provenienti dalla caldaia sono inviati all'impianto di trattamento fumi; ai fumi vengono aggiunti calce idrata e carboni attivi.

La calce idrata si combina con le sostanze che si trovano allo stato gassoso, in particolare gli acidi cloridrico e fluoridrico e l'anidride solforosa e solforica, per formare sali di calcio che precipitano in fase solida e vanno a costituire le polveri poi trattate dai filtri. I carboni attivi adsorbono i microinquinanti (tra cui metalli pesanti, diossine e furani) incorporandoli.

I fumi attraversano i filtri a maniche dove vengono trattate le polveri generate dal processo.

Le maniche sono costituite da feltri di fibre sintetiche; ciascuna manica è lunga 7 metri ed ha un diametro di 13 centimetri. Ciascuna linea del TU ha un filtro composto da circa 2000 maniche.



I fumi aspirati dalla caldaia attraversano le maniche dall'esterno verso l'interno a bassa velocità (meno di 1 metro al minuto), il feltro delle maniche trattiene le polveri presenti nell'aeriforme.

I fumi escono dalle maniche depurati dalle polveri; vengono convogliati al camino fino all'altezza di 120 metri, dove infine vengono emessi in atmosfera.

Lo strato di polveri e incrostazioni che si forma sull'esterno delle maniche a seguito della filtrazione viene scrollato meccanicamente mediante "colpi" di aria compressa (processo automatico, temporizzato).

Le polveri scollate dai filtri vengono raccolte nelle tramogge poste sul fondo del filtro a maniche e poi periodicamente convogliate ai silos di stoccaggio, tramite un sistema pneumatico a tenuta.

Tali polveri in cui si trovano concentrate le sostanze nocive presenti nei rifiuti trattati dal TU ma non eliminate dal processo della combustione, sono classificate come "rifiuti pericolosi" (codice EER 190105 – polveri di filtrazione o ceneri leggere) e vengono inviate ad impianti specializzati per il recupero e/o lo smaltimento.

2.8 SISTEMA DI RIDUZIONE DEGLI NO_x

Le emissioni di Ossidi di Azoto (NO_x) vengono ridotte mediante due processi complementari:

- **Abbattimento primario**, che agisce sugli NO_x all'origine (durante la combustione) sfavorendone la formazione;
- **Abbattimento secondario**, che abbate gli NO_x comunque generatesi nella combustione e presenti nell'effluente gassoso a valle della combustione.

L'abbattimento primario dipende dallo sviluppo del processo di combustione che viene regolato automaticamente dal sistema di controllo e supervisione computerizzato, in maniera ottimale agendo con criteri e modalità coordinati, su:

- velocità di avanzamento delle singole parti del letto di combustione, mediante opportuni comandi di avanzamento dei diversi settori della griglia;
- portata e 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;
- 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.

L'abbattimento secondario si basa sul sistema SNCR (Selective Non Catalytic Reduction) che, mediante l'iniezione di una soluzione acquosa di ammoniaca al 24% nel giro fumi di caldaia dove la temperatura dei gas è di circa 850-950°C, riduce l'azoto contenuto negli NO_x ad N₂. Il dosaggio della soluzione acquosa di ammoniaca viene regolato automaticamente sulla base delle misure di NO_x al camino.

Il sistema SNCR è inoltre integrato da un sistema catalitico SCR High-Dust: le reazioni di eliminazione degli NO_x si completano nel catalizzatore posizionato all'interno del percorso dei fumi in caldaia prima del sistema di abbattimento del particolato in una posizione dove la temperatura dei gas è ancora sufficientemente elevata (250/280°C) affinché il catalizzatore sia attivo.

2.9 EFFICIENTAMENTO CONTINUO DEI SISTEMI DI TRATTAMENTO DEI FUMI

Il Termoutilizzatore di Brescia, progettato agli inizi degli anni '90, è entrato in servizio nel 1998. L'impianto venne allora equipaggiato con un innovativo sistema di depurazione dei gas di combustione del tipo a secco, in grado da un lato di assicurare con ampi margini i livelli emissivi richiesti dalle norme allora vigenti e, dall'altro, di garantire un'elevata efficienza energetica dell'impianto.

Le norme ambientali allora vigenti (DPR 503/1997) prevedevano un limite di emissione degli ossidi di azoto di 200 mg/Nm³ e di 20 mg/Nm³ per l'acido cloridrico.

L'originario impianto di depurazione fumi si dimostrò già adeguato rispetto alle BREF Waste Incineration 2006 e in grado di rispettare i limiti emissivi imposti dalla direttiva 76/2000, recepita in Italia dal DPR 133/2005. In particolare la direttiva ridusse il limite per l'acido cloridrico a 10 mg/Nm³.

Progressivamente, nel corso degli anni, le prestazioni del sistema di depurazione fumi sono state ulteriormente migliorate con una serie di interventi sia di tipo gestionale (assetti di esercizio, ottimizzazione delle regolazioni, ecc.) sia di tipo impiantistico.

In particolare per ciascuna linea di combustione, nel 2009, rispetto alla configurazione originaria, è stata incrementata del 8% la superficie del filtro a maniche, e negli anni 2006-2010 è stato installato un catalizzatore cosiddetto High Dust per ridurre le emissioni degli ossidi di azoto e contenere quelle di ammoniaca, nel frattempo anch'esse soggette a limite autorizzativo (10 mg/Nm³).

A dicembre 2019 è stato pubblicato l'aggiornamento del Documento di Riferimento (BREF) delle Best Available Technique (BAT). Le autorizzazioni in essere per tutti gli impianti di termovalorizzazione tengono conto dei riferimenti inseriti nel documento BREF precedente, datato 2006.

2.10 SISTEMI DI CONTROLLO DEI FUMI

2.10.1 Controlli in continuo

Il Sistema di Monitoraggio in continuo delle Emissioni (SME) permette il controllo immediato delle condizioni di funzionamento dell'impianto; è gestito dall'azienda e consente di raccogliere i dati relativi alle emissioni degli inquinanti normati. Tale sistema è costituito principalmente da: strumentazioni in campo, sistema di acquisizione delle misure e sistema di acquisizione, elaborazione e archiviazione dei dati.

I composti monitorati sono:

- Ossido di Carbonio (CO);
- Ossidi di Azoto (NO_x);
- Ossidi di Zolfo (SO₂);
- Ammoniaca (NH₃);
- Acido Cloridrico (HCl);
- Acqua (H₂O);
- Carbonio Organico Totale (COT);
- Ossigeno (O₂).

Al fine di garantire massima disponibilità, affidabilità e sicurezza delle informazioni acquisite, evitando in particolare la perdita di dati, sono presenti per ogni linea di combustione due sistemi di controllo che acquisiscono i dati in modo continuo e indipendente l'uno dall'altro.

La strumentazione di campionamento e analisi è certificata secondo la norma UNI EN 15267; la gestione segue le prescrizioni di legge e, come stabilito, la norma UNI EN 14181.

Il campione prelevato per l'analisi passa attraverso i diversi *analizzatori* in continuo che forniscono i valori di concentrazione dei parametri monitorati.

Tali valori sono acquisiti dal sistema informatico di controllo distribuito (DCS) di impianto attraverso tre sistemi di raccolta dati ridondati, uno per ogni linea di combustione, al fine di garantire la massima affidabilità e sicurezza di registrazione degli stessi.

I dati sono quindi inviati al sistema di acquisizione, elaborazione, validazione ed archiviazione delle informazioni, costituito da due computer Server in configurazione ridondata: ognuno dei due server procede in maniera indipendente all'acquisizione dei dati.

I dati acquisiti sono elaborati secondo quanto prescritto (norme UNI EN 14181), legislazione nazionale (D.Lgs. 152/06 e s.m.i.) e regionale (D.d.s. 4343 e D.d.u.o. 12834) e Autorizzazione Integrata Ambientale dell'impianto.

I dati misurati vengono trasmessi al Sistema della Rete Regionale SME (AEDOS) per la loro acquisizione in tempo reale da parte di ARPA Lombardia, collocato presso la sede centrale dell'Agenzia.

Il sistema di controllo in continuo dei fumi (SME) viene sottoposto ogni anno alle verifiche previste dalla norma UNI EN 14181:2015 (Controlli denominati QAL 2 e AST) e dalla legislazione nazionale D.Lgs. 152/06 e s.m.i. (controllo IAR). La verifica viene effettuata da un laboratorio certificato (norma UNI EN 17025) ACCREDIA. I rapporti di verifica sono inviati ad ARPA.

Nel 2019 sono stati effettuati 8 controlli QAL 2 e 3 controlli AST.

Nel 2020 sono stati effettuati 2 controlli QAL 2 e 3 controlli AST.

2.10.2 Controlli periodici

L'Autorizzazione Integrata Ambientale dell'impianto, oltre al controllo in continuo tramite SME, prescrive la misura discontinua dei microinquinanti PCDD, PCDF, degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), dei Metalli (Sb, As, Tl, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Co, Se, Sn, Zn, V, Mn) e dell'Acido Fluoridrico (HF) con frequenza quadrimestrale.

Queste analisi vengono quindi effettuate 3 volte l'anno a cura di laboratori accreditati ACCREDIA (norma UNI EN 17025) per il campionamento e l'analisi dei microinquinanti. I risultati delle analisi sono comunicati ad ARPA tramite il sistema applicativo web AIDA (Applicativo Integrato Di Autocontrollo; applicativo appositamente sviluppato da ARPA per la gestione integrata degli Autocontrolli IPPC-AIA, facente parte del Sistema di Gestione delle Verifiche Ispettive di ARPA Lombardia).

2.11 GESTIONE DELLE ACQUE

2.11.1 Approvvigionamento idrico

Il Termoutilizzatore è stato realizzato in modo da ridurre al minimo i consumi idrici; a tal fine si sono adottate, fin dalla sua progettazione, tecnologie a basso consumo ricorrendo al riutilizzo d'acqua sia all'interno dell'impianto sia in sinergia con la vicina Centrale Lamarmora.

Gli approvvigionamenti idrici all'interno dell'impianto sono i seguenti:

- acqua demineralizzata proveniente dall'impianto sito presso Centrale Lamarmora – essa è utilizzata per il ciclo termico;
- acqua industriale prelevata da pozzi (Termoutilizzatore, profondità massima 70 m dal piano campagna, e Centrale Lamarmora, profondità massima 90 m dal piano campagna) – utilizzata per scopi prevalentemente industriali quali il reintegro della torre evaporativa, il raffreddamento ceneri di fondo caldaia, oltre che, in misura minima, per altri scopi secondari quale, ad esempio, il lavaggio dei piazzali;
- acqua industriale prelevata da pozzo inaffio per irrigazione aree verdi;
- acqua recuperata dalla Centrale Lamarmora – si tratta di acqua proveniente dall'impianto di trattamento reflui industriali sito presso la Centrale Lamarmora che tratta le acque della Centrale e del Termoutilizzatore;
- acqua da acquedotto (presso il Termoutilizzatore – utilizzata per scopi civili e soccorso per usi industriali).

(Per dettagli SEZIONE DATI E GRAFICI – Tabella 3).

2.11.2 Scarichi idrici

Nello stabilimento si producono diverse tipologie di acque reflue che sono raccolte da reti distinte. Non sono presenti scarichi di acque reflue derivanti dalla depurazione degli effluenti gassosi, in quanto tutto il trattamento fumi è di tipo "a secco".

Si possono distinguere le seguenti tipologie di acque reflue:

- acque di processo: sono le acque derivanti dal processo dell'impianto. Le

acque derivanti dallo spurgo continuo delle caldaie, costituite da acqua demineralizzata, sono riutilizzate per reintegrare il fabbisogno di acqua della rete di teleriscaldamento. Le altre tipologie (derivanti da drenaggi di caldaia e ciclo termico o dal lavaggio di piazzali e locali) sono convogliate in pozzetti e da qui inviate alla vasca di raccolta acque tecnologiche. L'acqua raccolta nella vasca tecnologica è normalmente recuperata all'interno dell'impianto per il raffreddamento delle ceneri pesanti di fondo caldaia. Quanto non recuperabile all'interno dell'impianto è inviato all'impianto di trattamento presso la Centrale Lamarmora. Le acque di spurgo della torre evaporativa di raffreddamento, normalmente utilizzata quando è minima la domanda di calore dalla rete di teleriscaldamento (periodo aprile-ottobre) vengono inviate in fognatura nel rispetto dei parametri di legge.

- acque meteoriche: tali acque sono raccolte in una vasca di stoccaggio 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. L'acqua presente nella vasca delle acque meteoriche viene normalmente inviata nella vasca tecnologica a mezzo pompa e da qui recuperata per lo spegnimento delle ceneri pesanti.
- acque nere: provenienti dai servizi igienici, sono raccolte dalla rete interna dedicata e convogliate nella fognatura pubblica che passa in prossimità dell'impianto.

2.12 ADDETTI IN SERVIZIO PRESSO IL TU

Gli addetti al Termoutilizzatore sono 111 (situazione ad Dicembre 2020)

- 1 responsabile
- 1 segretaria
- 69 addetti all'esercizio
- 2 addetti alla gestione manutenzione
- 16 addetti alla manutenzione meccanica
- 16 addetti alla manutenzione elettrica
- 6 addetti ai controlli chimici e ambientali

Per l'impianto Termoutilizzatore sono attivi i sistemi di gestione della sicurezza e ambientale.



03. ASPETTI AUTORIZZATIVI

3.1 AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE (AIA)

Dall'anno 2005, con la pubblicazione del D.Lgs. 18/02/2005 n. 59 ("Attuazione integrale della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento"), successivamente ricompreso nel D.Lgs. 152/2006 "Testo Unico Ambientale" lo Stato Italiano si dota di una norma per la prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento (I.P.P.C.- Integrated Pollution Prevention and Control) al fine di ottenere un elevato livello di protezione dell'ambiente. Sono stabilite quindi misure intese ad evitare oppure, ove ciò non sia possibile, a ridurre le emissioni e gli impatti nell'aria, nell'acqua e nel suolo, comprese le misure relative ai rifiuti, da parte di diverse attività produttive tra le quali rientrano anche i termovalorizzatori.

L'Autorizzazione Integrata Ambientale oggi sostituisce ogni altro visto, nulla osta, parere o autorizzazione in materia ambientale.

L'attività del TU di Brescia per l'anno 2017 è stata autorizzata, per gli aspetti ambientali, dall'Autorizzazione Integrata Ambientale (A.I.A.) n. 9560 del 31 agosto 2007 e dal successivo rinnovo Autorizzazione Integrata Ambientale (A.I.A.) n. 1494 del 25 febbraio 2014 (consultabile sul sito internet del Comune di Brescia).

L'attività del TU di Brescia per l'anno 2018 è stata autorizzata, per gli aspetti ambientali, dall'Autorizzazione Integrata Ambientale (A.I.A.) n. 15146 del 30 novembre 2017 (consultabile sul sito internet del Comune di Brescia).

Nel corso del 2019 la Regione Lombardia ha emesso la nuova Autorizzazione Integrata Ambientale (A.I.A.), n. 5609 del 17 aprile 2019, così come modificata dal D.d.s. n. 5914 del 23 aprile 2019 e D.d.s. 15919 del 06 novembre 2019.

3.2 CAMPIONATORI IN CONTINUO DEI MICROINQUINANTI

In attuazione di quanto previsto dal decreto di Autorizzazione Integrata Ambientale della Regione Lombardia, sulle tre linee sono installati, ormai da tempo (oltre 10 anni), in via definitiva, i campionatori in continuo dei microinquinanti, PCDD, PCDF, IPA, PCB.

Ad oggi non esistono sistemi di misura in grado di fornire i valori dei microinquinanti organici in tempo reale come invece avviene per i macroinquinanti monitorati dal Sistema di Monitoraggio in continuo.

Il sistema di campionamento in continuo ha la funzione di aspirare i fumi dal camino facendoli transitare attraverso una fiala con materiale adsorbente che trattiene

i microinquinanti organici. Il campionamento a lungo termine copre almeno 15 giorni di funzionamento, comprese le fasi di avviamento ed arresto, delle linee di combustione durante un mese solare.

Al termine del periodo di campionamento, la fiala è inviata ad un laboratorio esterno accreditato per eseguire le analisi chimiche necessarie alla valutazione delle concentrazioni dei diversi parametri. Lo stesso laboratorio ha anche il compito di preparare la fiala col materiale adsorbente prima dell'inizio del campionamento.

3.3 PUBBLICAZIONE SU INTERNET DATI DI EMISSIONE.

A2A pubblica con cadenza settimanale i risultati delle emissioni rilevate dallo SME sulla seguente pagina web: <https://www.a2a.eu/it/sostenibilit%C3%A0/brescia-emissioni>

04. TIPOLOGIA DEI RIFIUTI TRATTATI NELL'IMPIANTO

4.1 TIPOLOGIA E QUANTITÀ DEI RIFIUTI TRATTATI NEL TU

Negli anni 2019-2020, sono state trattate dal TU le seguenti tipologie di rifiuti:

- Rifiuti urbani (provenienti dalla raccolta urbana dei rifiuti domestici);
- Rifiuti speciali generici non pericolosi: rifiuti tessili, imballaggi misti, rifiuti dal trattamento e preparazione di alimenti, fanghi biologici disidratati, rifiuti della lavorazione della carta;
- Rifiuti speciali derivanti dal trattamento di rifiuti urbani (scarti del compostaggio e/o della selezione meccanica di rifiuti urbani, combustibile derivato dai rifiuti urbani).

(Per dettagli SEZIONE DATI E GRAFICI – Tabella 4 e Tabella 5).

4.2 PROVENIENZA GEOGRAFICA DEI RIFIUTI TRATTATI NEL TU

I rifiuti urbani conferiti all'impianto provengono dal bacino provinciale e della Regione Lombardia. Mentre i rifiuti speciali possono avere una provenienza, oltre che dal bacino della Regione Lombardia, anche da fuori regione.

(Per dettagli SEZIONE DATI E GRAFICI – Tabella 6 e Tabella 7).

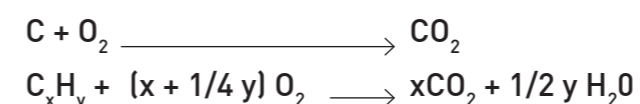
05. RIEPILOGO DELLE ANALISI EFFETTUATE SULLE EMISSIONI

5.1 DESCRIZIONE MICROINQUINANTI/MACROINQUINANTI

5.1.1 Macroinquinanti monitorati a camino

- **Anidride carbonica (CO₂)**

È il gas che si genera a seguito di ogni processo di combustione di combustibili contenenti atomi di carbonio secondo le reazioni chimiche seguenti:



Non viene misurata direttamente al camino, ma viene fatta una stima dalle analisi sui rifiuti in ingresso.

- **Monossido di Carbonio (CO)**

Il monossido di carbonio è generato da processi di combustione incompleta dei combustibili fossili. La combustione di composti contenenti carbonio determina, in condizioni stechiometriche, acqua e anidride carbonica. Tuttavia, in condizioni reali non si ha un rapporto ottimale aria/combustibile, si è in presenza di impurità e additivi e condizioni imperfette in camera di combustione (geometria del combustore, temperature e pressioni non ottimali) per cui, oltre alla produzione di acqua e anidride carbonica, vengono prodotti idrocarburi incombusti e monossido di carbonio a causa dell'ossidazione incompleta dell'atomo di carbonio.

La principale sorgente è il traffico veicolare ma un importante contributo è dato anche dai processi di combustione di tipo industriale e residenziale.

- **Biossido di Zolfo (SO₂)**

Il biossido di zolfo si origina da processi di combustione di composti organici di origine fossile contenenti zolfo. Le sorgenti principali sono le centrali di produzione di energia, seguite dalla combustione industriale e dai processi produttivi e dalla combustione residenziale se gli impianti di riscaldamento sono alimentati da carbone, olio combustibile, biomasse e gasolio.

- **Ossidi di Azoto (NO_x)**

Gli ossidi di azoto, tra i quali l'unico ad essere normato è il biossido di azoto (NO₂), vengono generati dai processi di combustione di qualsiasi combustibile ove si usi l'aria come comburente. Il biossido di azoto è da ritenersi un inquinante atmosferico pericoloso sia per la sua tossicità per l'uomo sia perché è precursore, attraverso una serie di reazioni fotochimiche, di composti secondari quali il particolato fine (PM ≤ 10 μm) e l'ozono. Gli ossidi di azoto sono prevalentemente emessi dal trasporto su strada, seguito in importanza dalla combustione industriale, dai processi produttivi e dalla combustione residenziale.



- **Acido Cloridrico (HCl)**

È un gas incolore dall'odore pungente formato da atomi di cloro e idrogeno. Può avere sorgenti di tipo naturale (eruzioni vulcaniche) ma anche di tipo industriale, ottenuto per sintesi diretta degli elementi che lo costituiscono o per reazione di cloruro sodico con acido solforico o con una miscela di anidride solforosa e ossigeno o come sottoprodotto della clorurazione di prodotti organici.

- **Acido Fluoridrico (HF)**

È un gas incolore dall'odore penetrante e si presenta in natura come prodotto dell'attività esalativa dei vulcani ma può anche essere emesso da sorgenti industriali per sintesi diretta degli elementi che lo costituiscono e in particolare dalla combustione di plastiche e polimeri. L'acido fluoridrico può anche essere ottenuto industrialmente per azione dell'acido solforico sui fluoruri minerali come ad esempio la fluorite (CaF₂) ad una temperatura intorno ai 250 °C.

- **Polveri Totali Sospese (PTS)**

Si tratta di particelle solide o liquide sospese in atmosfera a causa di fenomeni di tipo sia naturale (come la polvere trasportata dal vento, spray marino, eruzioni vulcaniche) che antropico (come il traffico veicolare, la combustione industriale e residenziale, i processi produttivi e l'agricoltura). Oltre alle sorgenti di tipo primario citate esiste una componente del particolato di origine secondaria che si genera da reazioni chimiche di composti gassosi presenti in atmosfera (come gli ossidi di azoto e zolfo e l'ammoniaca). Gli effetti sulla salute più importanti sono legati alle particelle di piccole dimensioni (PM10 e PM2,5 che presentano un diametro aerodinamico inferiore a 10 µm e 2,5 µm rispettivamente) dato che sono in grado di penetrare le vie respiratorie in profondità rilasciando componenti tossiche come i metalli pesanti in esse contenuti.

- **Carbonio Organico Totale (COT)**

È un indicatore che esprime la quantità di carbonio legato nei composti organici che si generano in qualsiasi processo di combustione e la sua concentrazione rappresenta quindi il grado di completezza della combustione stessa. Il COT non identifica quindi un composto specifico ma fornisce una misura globale degli atomi di carbonio presenti nell'aria campione, a prescindere dal composto al quale appartengono.

- **Ammoniaca (NH₃)**

È il gas contenente idrogeno più abbondante in atmosfera dopo l'azoto molecolare (N₂) e il protossido di azoto (N₂O). Le sorgenti principali di ammoniaca sono l'agricoltura e le attività zootecniche, il trasporto su strada e i processi industriali dove l'ammoniaca viene spesso utilizzata per abbattere gli ossidi di azoto. Lo ione ammonio (NH₄⁺) è inoltre uno dei componenti principali del particolato secondario.

5.1.2 Microinquinanti monitorati a camino

- **PoliCloroDibenzoDiossine (PCDD) e PoliCloroDibenzoFurani (PCDF)**

Con il termine "diossine" si intende l'insieme di 210 composti chimici aromatici policlorurati, ossia formati da atomi di carbonio, idrogeno, ossigeno e cloro, distinti a loro volta in due famiglie: le dibenzo-p-diossine (PCDD) e i dibenzo-p-furani (PCDF). Si tratta di idrocarburi aromatici clorurati, per lo più di origine antropica, particolarmente stabili e persistenti nell'ambiente, tossici per l'uomo, gli animali e l'ambiente stesso. Esistono 75 congeneri (specie) di diossine e 135 di furani: di questi però solo 17, 7 PCDD e 10 PCDF, destano particolare attenzione dal punto di vista tossicologico. La tossicità delle diossine dipende dal numero e dalla posizione degli atomi di cloro sull'anello aromatico. La 2,3,7,8 tetraclorodibenzo-p-diossina (TCDD) è la diossina caratterizzata da maggiore tossicità (unica riconosciuta cancerogena per l'uomo). Per rilevare la concentrazione delle diossine (TEQ) si sommano le concentrazioni dei singoli congeneri moltiplicate per il loro specifico fattore di tossicità equivalente (TEF), dove il TEF della TCDD è quello di riferimento e pari ad 1.

Le diossine provocano irritazioni alla cute (cloracne), agli occhi e all'apparato respiratorio.

Possono essere generate in atmosfera da più sorgenti come sottoprodotti della combustione e di processi chimici. Possono, infatti, originarsi da processi chimici di sintesi di composti clorurati e dai processi di combustione non controllata di materie plastiche, legna, reflui e rifiuti contenenti composti clorurati, processi di combustione di materiali ferrosi e non ferrosi, combustione di oli combustibili.

- **PoliCloroBifenili (PCB)**

Si tratta di molecole sintetizzate all'inizio del secolo scorso e prodotte commercialmente dal 1930 sebbene oggi buona parte di questi composti sia bandita a causa della loro tossicità e dalla loro tendenza al bioaccumulo. A differenza delle diossine, si tratta quindi di composti prodotti deliberatamente da processi industriali (fluidi dielettrici in apparecchiature elettroniche, additivi per vernici, antiparassitari, isolanti). I PCB vengono prodotti a partire dal petrolio e dal catrame, dai quali si estrae il benzene, che viene a sua volta trasformato in bifenile. Il bifenile viene a sua volta clorurato e trasformato in policlorobifenile (formula chimica: C₁₂H_aCl_b). In base alla distribuzione degli atomi di Cloro nella molecola si possono ottenere 209 congeneri (specie) di PCB. Attualmente la produzione è vietata e non sono più prodotti industrialmente stante le loro proprietà tossicologiche e in particolare la loro lunga persistenza nell'ambiente e il facile trasferimento nella catena trofica. Altre sorgenti un tempo meno importanti per l'ambiente sono divenute ora di grande rilevanza: l'incenerimento dei rifiuti, la concimazione dei terreni con fanghi provenienti dalla depurazione delle acque di scarico, la combustione di oli usati, le riserve di PCB nei sedimenti marini, fluviali e nei fanghi dei porti.

Alcuni congeneri di PCB evidenziano caratteristiche tossicologiche simili a quelle delle diossine (PCB dioxin like-PCB_{DL}); altre caratteristiche tossicologiche molto differenti (PCB non-dioxin like- PCB_{NDL}). Nel primo caso sono stati fissati fattori di tossicità equivalente (TEF) in relazione alla TCDD e ciò permette di ottenere le rispettive concentrazioni equivalenti (TEQ). La TEQ relativa a PCB_{DL} è quindi addizionata con le TEQ di PCDD e PCDF per ottenere la tossicità equivalente complessiva.

- **Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)**

Si formano dalla combustione incompleta di materiale organico (carbone, olio combustibile, gasolio, biomassa legnosa) e sono composti caratterizzati da due o più anelli di benzene (formula chimica del benzene: C₆H₆) disposti secondo strutture differenti e contengono quindi solo atomi di carbonio e idrogeno. Sono ad oggi state classificate più di 100 specie di IPA in atmosfera. Nonostante alcuni IPA siano emessi da fenomeni naturali (incendi boschivi ed eruzioni vulcaniche) la maggior parte degli IPA presenta sorgenti di tipo antropico. Le sorgenti principali sono il riscaldamento domestico, i processi industriali, le combustioni all'aperto, la produzione di energia ma anche le emissioni da traffico, con particolare riferimento alle aree urbanizzate.

- **Metalli pesanti**

Le emissioni di metalli pesanti derivano in gran parte dalla combustione, sia industriale sia non industriale, dai processi produttivi e dalla produzione di energia. I metalli pesanti hanno una notevole rilevanza sanitaria in quanto persistono nell'ambiente dando luogo a fenomeni di bioaccumulo e sono, inoltre, riconosciuti come importanti agenti cancerogeni, tra questi l'arsenico (As), il cadmio (Cd), il cromo (Cr) e il nichel (Ni) ricadono nella classe 1 (cancerogeni certi) dello IARC. Di seguito si elencano i metalli pesanti normati e quindi monitorati presso il termovalorizzatore di Brescia:

- Mercurio (Hg);
- Cadmio (Cd);
- Tallio (Tl);
- Antimonio (Sb);
- Arsenico (As);
- Piombo (Pb);
- Cromo (Cr);
- Cobalto (Co);
- Rame (Cu);
- Manganese (Mn);
- Nichel (Ni);
- Vanadio (V);
- Stagno (Sn);
- Zinco (Zn).

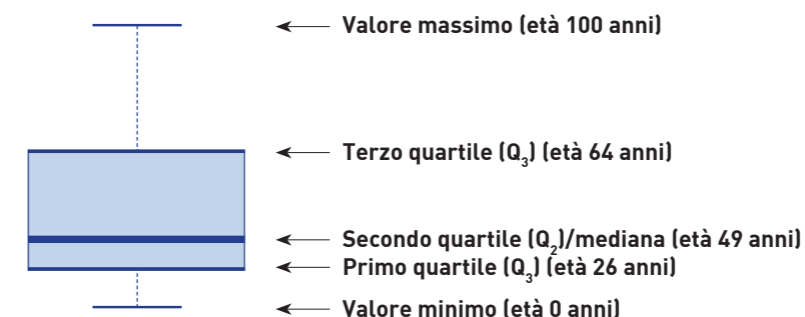
Nelle relazione "Dati di funzionamento TU anno 2019" pubblicata sul sito del Comune di Brescia "Osservatorio Termoutilizzatore dal 2014" sono riportati i risultati delle analisi chimiche effettuate per i microinquinanti.

<http://www.comune.brescia.it/servizi/ambienteeverde/Ambiente/Pagine/Osservatorio%20Termoutilizzatore.aspx>

5.2 RAPPRESENTAZIONE DELLE CONCENTRAZIONI DEI MACROINQUINANTI TRAMITE BOX PLOTS

In analisi di tipo statistico, il "box plot" permette di rappresentare una distribuzione di valori suddividendo l'intera popolazione in intervalli di valori specifici per valutare il loro grado di dispersione.

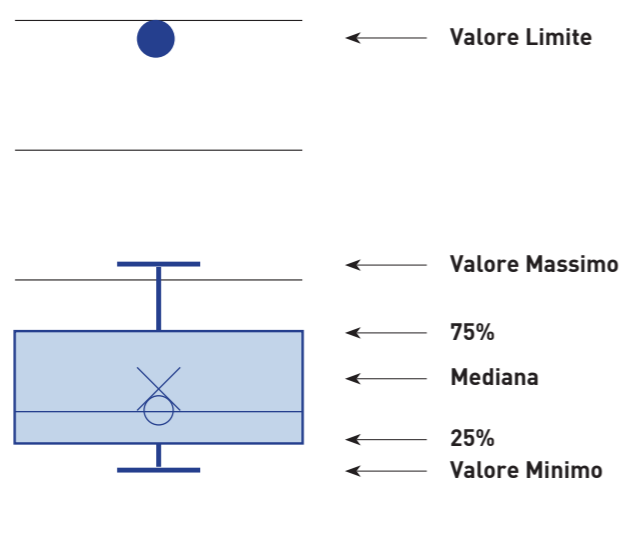
A titolo d'esempio, supponiamo di voler definire la distribuzione della popolazione residente a Brescia in base all'età. Prendendo come riferimento l'anno 2012, secondo i dati ISTAT 1741 persone presentavano un'età inferiore all'anno di vita e 60 persone un'età di 100 anni (considerando anche i pochissimi casi di persone con età superiore ai 100 anni inclusi nella stessa categoria). Rispetto alla popolazione totale (189085 residenti) e considerando il numero di persone associate ad un'età compresa tra i 0 e i 100 anni di vita risulta che il 25% della popolazione presenta un'età inferiore ai 26 anni, il 50% un'età inferiore ai 49 anni e il 75% un'età inferiore ai 64 anni. La rappresentazione della distribuzione dell'età della popolazione di Brescia tramite box plot porta quindi ad individuare gli estremi superiore e inferiore del box che rappresentano rispettivamente il terzo e primo quartile, ovvero i valori al di sotto dei quali cade il 75% e il 25% della popolazione (64 anni e 26 anni rispettivamente). La riga continua e spessa all'interno del box rappresenta invece il valore del secondo quartile (detto anche mediana), al di sotto del quale cade la metà (50%) della popolazione (di età inferiore ai 49 anni). Da ultimo, gli estremi dei segmenti individuati al di sopra e al di sotto del box rappresentano rispettivamente i valori di massimo e minimo rilevati (età di 100 e 0 anni rispettivamente).



Risultati del monitoraggio in continuo al camino

I grafici da Figura 4 a Figura 6 nella SEZIONE DATI E GRAFICI riportano i box plots relativi ai valori di concentrazione medi giornalieri dei macroinquinanti monitorati nei fumi del termovalorizzatore nel 2019 e nel 2020 in corrispondenza delle tre linee dell'impianto da cui si evince che, nonostante la variabilità dei valori registrati, le concentrazioni monitorate a camino sono sempre ben al di sotto dei valori limite di legge.

Nel grafico si riportano, per ciascun parametro, le seguenti informazioni:



Non si notano differenze statisticamente significative tra i dati di concentrazione monitorati in corrispondenza delle tre linee di campionamento, evidenziando una omogeneità nella tipologia di combustibile bruciato sulle tre griglie di combustione.

Dai grafici si può notare una variabilità molto ridotta delle emissioni di PTS, COT, HCl, SO₂, NH₃ grazie all'efficienza del sistema di abbattimento fumi costante nel tempo. Una maggiore variabilità si ha per i composti che sono fortemente legati al processo di combustione (NOX e CO). Infatti la temperatura di combustione influenza la produzione di ossidi di azoto (NOX) mentre il monossido di carbonio (CO) prodotto dipende dalla combustione incompleta di un combustibile per sua natura disomogeneo che non può avere per sua natura una composizione costante nel tempo.

5.3 RISULTATI DEI CONTROLLI EFFETTUATI DA ARPA

Verifiche effettuate da ARPA agli atti del Comune di Brescia:

- Con nota del 8 ottobre 2019 ARPA Lombardia – dipartimento CR SMEA di Milano trasmette la Relazione finale di verifica ispettiva straordinaria 2019;
- Con nota del 16 gennaio 2020 ARPA Lombardia – dipartimento CR SMEA di Milano trasmette la Relazione finale di verifica ispettiva straordinaria 2019.
- Con nota del 20 settembre 2020 ARPA Lombardia – Unità Operativa Settore Emissioni di Milano trasmette la Relazione finale di verifica ispettiva ordinaria 2020

06. RESIDUI DELLA COMBUSTIONE

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

- residui inerti di combustione che si depositano sul fondo griglia delle caldaie (EER 190112 - ceneri pesanti e scorie);
- residui derivanti dal trattamento fumi, classificati come rifiuti pericolosi (EER 190105 – residui di filtrazione prodotti dal trattamento fumi).

Le ceneri pesanti da combustione sono pari a circa il 15 % del peso totale dei rifiuti in ingresso. Tale materiale, avendo subito un trattamento termico a temperatura di oltre 1000°C, risulta sostanzialmente privo delle sostanze organiche pericolose eventualmente contenute nei rifiuti di origine e presenta caratteristiche fisiche che lo renderebbero idoneo per impieghi nell'ambito delle costruzioni edili. Presso il Termoutilizzatore viene effettuata con un magnete la separazione del ferro che viene inviato direttamente al recupero (EER 190102 - materiali ferrosi estratti da ceneri pesanti).

Le ceneri pesanti vengono successivamente sottoposte ad uno specifico trattamento di separazione in impianti dedicati che consente prima di separare ulteriormente i metalli ferrosi e non ferrosi (che complessivamente rappresentano l'8-10% del totale) e quindi le diverse frazioni granulometriche dell'inerte. Queste, a seconda della granulometria e delle caratteristiche chimico-fisiche, vengono conferite ai cementifici, che le impiegano come materia prima per la preparazione del cemento, oppure ad impianti per il confezionamento del calcestruzzo. I prodotti risultanti da tali attività di recupero sono sottoposti a severi controlli che garantiscono il rispetto delle normative. L'attività di recupero delle ceneri da combustione di rifiuti si è progressivamente estesa negli anni fino a raggiungere il 100% (vedi tabella) delle ceneri pesanti prodotte.

Nel corso del 2017 è stato pubblicato il Regolamento Europeo 997/2017/UE in merito all'attribuzione della caratteristica di ecotossicità (HP14) dei rifiuti. A2A Ambiente, in coordinamento con le autorità di controllo nazionali (ISPRA) e regionali (ARPA), ha provveduto ad eseguire una serie di indagini specifiche che hanno confermato la NON PERICOLOSITA' delle ceneri pesanti (EER 190112).

Il recupero dei residui di filtrazione viene effettuato in Germania dove sono utilizzate in progetti di stabilizzazione geologica, previa inertizzazione, per il riempimento di vecchie miniere di sale.

La media di automezzi in uscita per il trasporto dei residui è stata:

- Anno 2019: 20 mezzi/giorno
- Anno 2020: 20 mezzi/giorno

(Per dettagli SEZIONE DATI E GRAFICI – Tabella 8).

07. QUANTITÀ DI EMISSIONI ANNUE PRODOTTE DAL TERMOUTILIZZATORE

Le emissioni massiche annue, ovvero le tonnellate emesse all'anno, sono calcolate a partire dalle analisi in continuo e discontinuo previste dal Piano di Monitoraggio e Controllo dell'AIA.

In particolare sono stati riportati i valori di emissioni massiche degli ossidi di azoto (NO_x) delle polveri totali (PTS) e delle diossine.

I valori sono stati calcolati anche per i parametri la cui misura non è prevista dal Piano di Monitoraggio e Controllo dell'AIA e precisamente PM10, PM2.5 e PCB, valutate con misure effettuate dal Gestore al camino e rapportate al reale volume di fumi emesso negli anni.

(Per dettagli SEZIONE DATI E GRAFICI – Tabella 9).

Oltre alle emissioni massiche assolute, particolare rilievo hanno gli indicatori specifici calcolati come tonnellate emesse per energia totale prodotta (t/GWh).

(Per dettagli SEZIONE DATI E GRAFICI – Tabella 10).

7.1 IL SISTEMA INEMAR

Il testo e i dati di seguito riportati sono tratti dal Rapporto Osservatorio Aria bene comune.

I principali inquinanti in aria possono essere suddivisi, schematicamente, in due gruppi:

- **inquinanti primari** che vengono immessi nell'atmosfera direttamente dalle sorgenti, antropogeniche o naturali;
- **inquinanti secondari** che si formano in atmosfera successivamente, a seguito di reazioni chimiche o fisiche che coinvolgono altre specie.

Nella tabella seguente sono riassunte, per ciascuno dei principali inquinanti atmosferici, le principali sorgenti di emissione.

Inquinante	Tipologia	Principali sorgenti di emissione
Biossido di zolfo (SO₂)	Primario	Impianti riscaldamento, centrali di potenza, combustione di prodotti organici di origine fossile contenenti zolfo (gasolio, carbone, oli combustibili).
Biossido di azoto (NO₂)	Primario / Secondario	Impianti di riscaldamento, traffico autoveicolare (in particolare quello pesante), centrali di potenza, attività industriali (processi di combustione per la sintesi dell'ossigeno e dell'azoto atmosferici).
Monossido di carbonio (CO)	Primario	Traffico autoveicolare (processi di combustione incompleta dei combustibili fossili).
Ozono (O₃)	Secondario	Non ci sono sorgenti di emissione antropiche in atmosfera.
Particolato fine (PM10, PM2.5)	Primario / Secondario	È prodotto principalmente da combustioni e per azioni meccaniche (erosione, attrito, ecc.) ma anche per processi chimico-fisici che avvengono in atmosfera a partire da precursori anche in fase gassosa. In Provincia di Brescia, in particolare, la parte primaria proviene dal traffico, dai processi di combustione, in ambito industriale e non, e dalla combustione domestica di biomasse legnose nonché da attività produttive. Tra i precursori della parte secondaria, gli ossidi di azoto, le cui sorgenti sono descritte sopra, e l'ammoniaca, prevalentemente di origine agricola e zootecnica.
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) (tra cui Benzo(a)pirene)	Primario	Combustione di biomasse legnose, alcuni processi industriali, traffico veicolare.
Benzene (C₆H₆)		traffico autoveicolare, processi di combustione incompleta, evaporazione dei carburanti, alcuni processi industriali.

In Lombardia, per la stima e l'aggiornamento dell'inventario regionale delle emissioni in atmosfera, viene utilizzato da anni il sistema INEMAR (INventario EMISSIONI ARia), sviluppato nell'ambito del Piano Regionale per la Qualità dell'Aria e gestito, a partire dal 2003, da ARPA Lombardia.

Sul portale di ARPA Lombardia (<http://www.inemar.eu/xwiki/bin/view/Inemar/WebHome>) è presente una descrizione dettagliata di tutte le attività censite nell'inventario.

L'organizzazione dei dati di INEMAR segue le categorie riconosciute dalle linee guida europee e nazionali, ma non sempre consente una individuazione immediata delle macrocategorie di uso comune. Ad esempio, le emissioni derivanti dalle attività industriali principalmente ricadono nei due macrosettori relativi alla combustione nell'industria e nella produzione dell'industria.

I dati dell'ultimo inventario, relativi all'anno 2017 in versione di revisione pubblica, fruibili al pubblico e liberamente scaricabili dal sito web di INEMAR, sono disponibili fino a risoluzione comunale, dettagliati per tipo di attività e tipo di combustibile eventualmente utilizzato.

I dati sono riferiti sia agli inquinanti d'interesse a fini di risanamento della qualità dell'aria (SO₂, NO_x, COVNM, CO, NH₃, PM2.5, PM10, PTS) che ai principali gas climalteranti allo scopo di controllare il surriscaldamento globale (CO₂, CH₄, N₂O).

L'inventario permette di stimare, fino a dettaglio comunale, la quantità degli inquinanti emessi da diverse fonti, suddivise nelle classi elencate in tabella.

Produzione di energia e trasformazione dei combustibili	Trasporto su strada
Combustione non industriale	Altre sorgenti mobili e macchinari
Combustione nell'industria	Trattamento e smaltimento rifiuti
Processi produttivi	Agricoltura
Estrazione e distribuzione di combustibili	Altre e assorbimenti
Uso di solventi	



Le emissioni atmosferiche nella provincia di Brescia

Le stime delle emissioni atmosferiche per fonte relative alla provincia di Brescia sono presentate nella tabella seguente. Dall'analisi dei dati presentati si possono dunque trarre le seguenti considerazioni circa le fonti che contribuiscono maggiormente alle emissioni delle sostanze inquinanti:

- NO_x : la principale fonte di emissione è il trasporto su strada (50%), la seconda sorgente è costituita dalla combustione in ambito industriale (19%) seguita dalle emissioni da altre sorgenti mobili (attorno al 13%). Le emissioni dovute al riscaldamento domestico contribuiscono per un 9%.
- $\text{PM}_{2.5}$, PM_{10} e PTS : le polveri, sia fini che grossolane, sono emesse principalmente dal comparto relativo alla combustione non industriale, in particolare dalla combustione della legna per riscaldamento domestico, con contributi pari rispettivamente 55%, 46% e 38% in funzione della frazione granulometrica considerata. Il trasporto su strada costituisce la seconda sorgente (16%, 19%, 20%). Il comparto agricoltura, considerando sia le emissioni da allevamenti che le emissioni da macchine operatrici, contribuisce per il 9% delle emissioni di $\text{PM}_{2.5}$, tale contributo sale al 12% e al 16% all'aumentare del diametro della frazione considerata.
- NH_3 : è il comparto agricoltura a determinare quasi esclusivamente le emissioni di ammoniaca a livello provinciale (98%).
- CO_2 : il maggior contributo relativo alle emissioni di biossido di carbonio è dato dalla combustione industriale (35%) e dal trasporto su strada (34%). Il contributo della combustione in ambito civile è del 23%. Gli assorbimenti da parte della porzione di territorio a foresta sono stimati attorno all'8%.
- CO_2 equivalenti (totale emissioni di gas serra in termini di CO_2 equivalente): come per la CO_2 il contributo principale è dovuto alle emissioni dal comparto relativo alla combustione industriale (24%) e dal trasporto su strada (23%). Assumono rilevanza le emissioni dal comparto agricolo (19%) mentre la combustione in ambito civile determina un ulteriore 16% alle emissioni di gas climalteranti. Gli assorbimenti dovuti a foreste sono pari al 5%.

[Per dettagli SEZIONE DATI E GRAFICI – Tabella 11 e dalla Figura 7 alla Figura 9].

08. ENERGIA PRODOTTA DAL TERMOUTILIZZATORE

Nell'anno 2019 il Termoutilizzatore di Brescia ha prodotto e immesso in rete:

- 552 GWh di energia elettrica
- 823 GWh di energia termica

Nell'anno 2020 il Termoutilizzatore di Brescia ha prodotto e immesso in rete:

- 553 GWh di energia elettrica
- 872 GWh di energia termica

09. IL PROGETTO FLUE GAS CLEANING

Il progetto "Flue gas cleaning" ha principalmente i seguenti obiettivi:

- aumento dell'efficienza dell'impianto mediante un maggiore recupero di energia termica utile da immettere nella rete di teleriscaldamento cittadino;
- riduzione delle emissioni;

In particolare, il primo punto è in linea con le indicazioni contenute nella comunicazione della Commissione Europea al Parlamento Europeo del 26 gennaio 2017 (COM 2017 34) in merito al ruolo degli impianti di termovalorizzazione dei rifiuti nell'ambito dell'economia circolare. Questa comunicazione evidenzia infatti come tale tipo di impianti possa avere un ruolo non marginale anche nell'ambito dell'economia circolare purché vengano adottate tecnologie efficienti in modo da massimizzare il loro contributo agli obiettivi climatici ed energetici europei. Tali tecnologie, come indicato nella comunicazione stessa, comprendono, tra le altre:

- il massimo recupero energetico dai fumi;
- l'utilizzo di pompe di calore;
- la distribuzione di energia attraverso reti di teleriscaldamento.

I dati di base per la progettazione delle nuove sezioni di recupero energetico e abbattimento dei parametri emissivi sono i seguenti:

- mantenimento della capacità termica nominale delle caldaie al valore attuale;
- mantenimento delle tipologie di rifiuti e dei valori di PCI autorizzati;
- incremento dell'efficienza energetica dell'impianto tramite l'ulteriore recupero di energia termica dai gas di combustione, con un valore atteso di miglioramento superiore ai 10 punti percentuali rispetto all'assetto attuale;

- ulteriore riduzione del limite emissivo per gli ossidi di azoto (NO_x) a 60 mg/Nm^3 rispetto ai valori previsti dalle normative europee (200 mg/Nm^3) al termine del progetto.

La modifica impiantistica in progetto non comporta alcun intervento sulla potenzialità termica delle caldaie. L'intervento riguarda solamente il comparto di recupero energetico e depurazione dei fumi a servizio dell'impianto.

In particolare, la soluzione tecnologica prevede di inserire nuove sezioni dell'impianto di trattamento a valle delle sezioni esistenti al fine di ottenere un recupero di energia termica aggiuntiva, oltre ad effettuare un'ulteriore pulizia dei fumi già trattati.

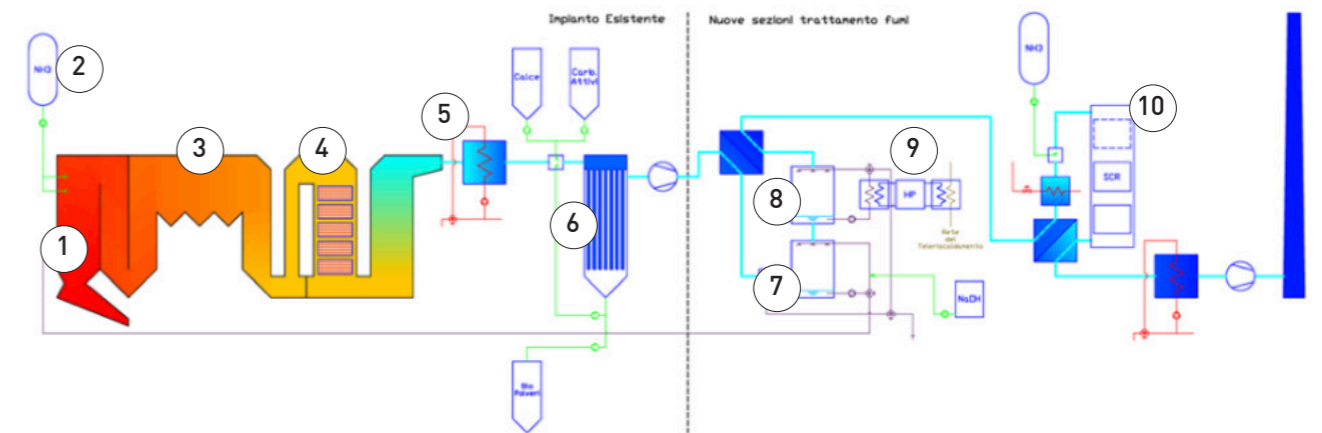
Le sezioni esistenti, come sopra descritto ed evidenziato dai livelli di concentrazione di inquinanti nei fumi che l'impianto raggiunge, permettono infatti già un buon livello di abbattimento e di contenimento delle emissioni.

Le modifiche in progetto consistono nell'inserimento, per ciascuna delle tre linee di combustione, delle seguenti sezioni:

- sezione di "lavaggio" ad umido dei fumi. La torre di lavaggio, tramite l'iniezione di acqua porta l'umidità dei fumi a saturazione (100%) consentendo l'abbattimento degli inquinanti acidi presenti a valle del trattamento a secco esistente;
- sezione di recupero di calore mediante condensazione. In questo stadio i fumi vengono sottoraffreddati al fine di condensarne l'acqua in essi contenuta per il recupero del calore latente di evaporazione. Il calore così recuperato viene inviato alle pompe di calore;
- sezione de- NO_x "tail-end". Il sistema SCR con iniezione di una soluzione ammoniacale consentirà l'abbattimento degli ossidi di azoto;
- pompe di calore necessarie ad innalzare la temperatura del calore recuperato dalla condensazione del vapor d'acqua contenuto nei fumi a livelli sufficienti per l'immissione nella rete di teleriscaldamento cittadino;
- sistema di trattamento dell'acqua prodotta dalla condensazione del vapore contenuto nei fumi, al fine di ottenere acqua demineralizzata, utile al soddisfacimento dei fabbisogni impiantistici. Questo permetterà una riduzione degli emungimenti dai pozzi e quindi un risparmio della risorsa idrica.

Il progetto prevede la disponibilità per l'esercizio industriale del primo lotto per l'autunno del 2022, mentre il secondo e terzo lotto entreranno in servizio nell'autunno del 2023.

Lo schema che segue mostra l'intero impianto nella configurazione ipotizzata a seguito dell'installazione delle nuove sezioni di trattamento:



1	Camera di combustione	6	Filtro a maniche
2	DeNox SNCR	7	Torre di lavaggio (Quencher)
3	Caldaia a recupero	8	Torre di condensazione
4	DeNox SCR High Dust	9	Pompe di calore
5	Economizzatore esterno	10	DeNox SCR Tile End

10. L'IMPIANTO ED I CAMBIAMENTI CLIMATICI

Come annunciato nell'ambito della presentazione del Primo Rapporto Aria Bene Comune del gennaio 2021, anche i documenti relativi ad altri Osservatori andranno a porre l'attenzione al tema dei cambiamenti climatici, argomento inquadrato nel suo complesso dal **Rapporto** citato cui si rimanda per gli aspetti di dettaglio. Il presente capitolo vuole portare un contributo in tal senso, relativamente al Termoutilizzatore con riferimento a due temi:

- utilizzo efficiente dell'energia (l'impianto fa parte delle centrali di cogenerazione del teleriscaldamento del comune di Brescia)
- gestione dei rifiuti per la transizione all'economia circolare.

Migliorare l'efficienza energetica è una priorità della strategia dell'Unione Europea per promuovere la competitività europea e per ridurre le emissioni di gas a effetto serra.

Tale strategia è stata definita a partire dal 2006 con piani di azione¹, direttive² per perseguire gli Obiettivi del 2030 dell'Unione Europea, in particolare:

- Migliorare l'efficienza energetica del 32.5% rispetto al mix tradizionale
- Raggiungere una quota del 32% di consumo di energia rinnovabile
- Ridurre del 40% rispetto al 1990 le emissioni di gas serra

(Fonte: https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_it)

Il riscaldamento e il raffreddamento rappresentano circa il 50% dell'energia finale consumata nell'UE, occorre dunque individuare e promuovere potenziali risparmi in questo settore. Infatti attualmente solo il 16% del riscaldamento e del raffreddamento nell'UE è generato da energia rinnovabile, l'84% è ancora generato da combustibili fossili.

Il decreto legislativo n. 102 del 4 luglio 2014 (attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica) definisce all'Articolo n. 2 il concetto di «**rete di teleriscaldamento e raffreddamento efficiente**»: sistema di teleriscaldamento o teleraffreddamento che usa, in alternativa, almeno:

- il 50 % derivante da fonti rinnovabili;
- il 50 % di calore di scarto;
- il 75 % di calore cogenerato;
- il 50 % di una combinazione delle precedenti;

¹ «Piano d'azione per l'efficienza energetica: concretizzare le potenzialità» [COM(2006)/0545]

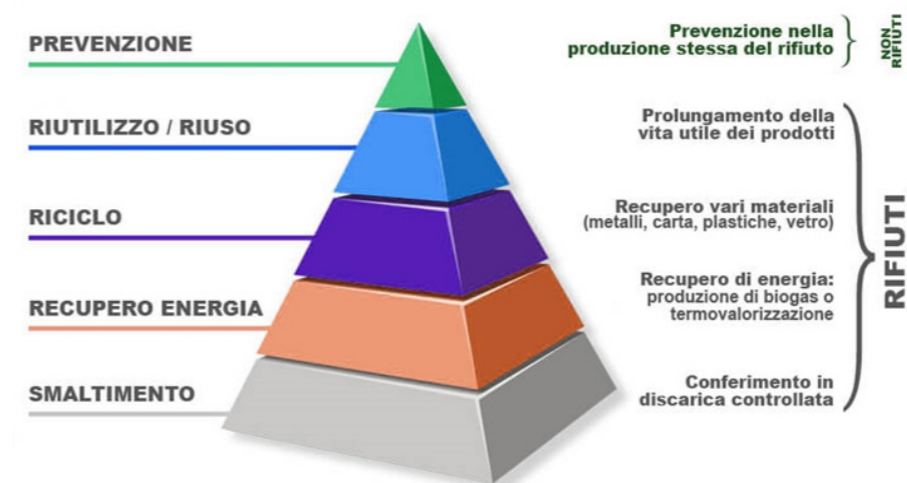
² Direttiva sull'efficienza energetica (2012/27/UE), recepita in Italia dal D.Lgs. n. 102 del 4 luglio 2014

Nel febbraio 2016, la Commissione Europea³ ha proposto una strategia per rendere più sicuri, efficienti e sostenibili il riscaldamento e il raffreddamento nell'UE: evidenziando la capacità delle reti di Teleriscaldamento e Teleraffreddamento di integrare domanda di calore e fonti disponibili sul territorio, quali:

- Calore di scarto da processi industriali, altrimenti disperso in ambiente.
- Produzione di energia dai rifiuti non utilmente riciclati.
- Risorse rinnovabili: geotermia, biomasse, solare termico.
- Cogenerazione ad alto rendimento.
- Utilizzo di pompe di calore alimentate da elettricità da fonti rinnovabili.

La gerarchia dei rifiuti è la pietra angolare della politica e della legislazione dell'UE sui rifiuti, ed è una chiave per la transizione all'economia circolare. Il suo scopo principale è quello di stabilire un ordine di priorità che minimizzi gli effetti ambientali e ottimizzi l'efficienza delle risorse nella prevenzione e nella gestione dei rifiuti.

Ma la gestione dei rifiuti non è svincolata dai temi dell'efficienza energetica tant'è che il recupero di energia si colloca al terzo livello della suddetta gerarchia dei rifiuti e rappresenta anche un elemento dell'economia circolare, come riportato nella comunicazione della Commissione Europea del 2017⁴. Secondo tela studio della Commissione Europea, combinando il recupero di materiali e di energia si potrebbero decarbonizzare settori chiave come il riscaldamento, il raffreddamento e il trasporto. Ciò porterebbe ad una riduzione delle emissioni di gas a effetto serra provenienti dal settore del riscaldamento domestico e dei rifiuti.



³ «La strategia Europea sul riscaldamento e raffreddamento» [COM(2016)/51]

⁴ «Il ruolo della termovalorizzazione nell'economia circolare» [COM(2017)/34]

La produzione locale di energia termica

La rete di teleriscaldamento del comune di Brescia è entrata in funzione negli anni '70 e rappresenta il risultato di un piano globale di lungo periodo elaborato dal Comune assieme all'azienda comunale di pubblica utilità ASM S.p.A. (Azienda Servizi Municipalizzati), confluita poi in A2A S.p.A. a partire dal 2007.

Il sistema attuale di produzione di energia rispecchia i dettami delle diverse direttive e piani strategici dell'Unione Europea:

- Oltre il 50% del calore complessivamente distribuito proviene da energia rinnovabile
- Recupero di calore di scarto da processi industriali
- Impianti cogenerativi ad alto rendimento
- Integrazione e sinergia con impianti di termovalorizzazione
- Sistemi di accumulo termico

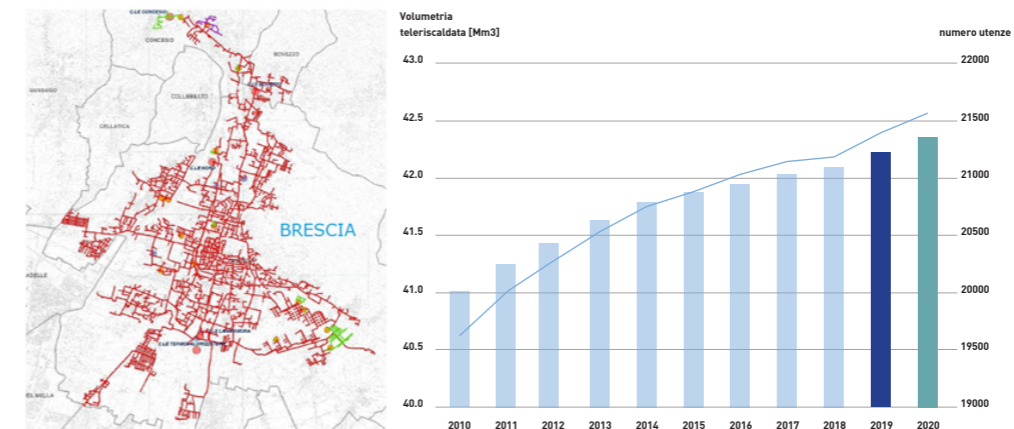
Il sistema è caratterizzato dai seguenti poli principali:

- La Centrale Lamarmora, localizzata nella zona sud della città, consta di un gruppo in assetto cogenerativo combinato con turbina a vapore a contropressione e generatore di vapore, attualmente alimentato con gas naturale (fino alla stagione termica 2019/2020 il gruppo era alimentato anche a carbone), a cui si aggiungono tre caldaie semplici alimentate a gas naturale che fungono da integrazione e riserva ed un accumulatore di calore.
- Il Termoutilizzatore, localizzato anch'esso nella zona sud della città, connesso alla rete di teleriscaldamento dal 1998.
- La Centrale Nord, costituita da caldaie semplici.
- Recupero di calore da due acciaierie nel Comune di Brescia (Alfa Acciai e Ori Martin).

Esistono inoltre due centrali minori, a nord della città, Bovezzo e Concesio, entrambe allacciate alla rete principale.

Al fine di completare il quadro conoscitivo sull'impianto, nella figura successiva si riporta una rappresentazione della rete di teleriscaldamento attuale, dove è possibile individuare la posizione delle centrali, e un grafico in cui è riportata la volumetria complessivamente allacciata alla rete a partire dalla sua entrata in funzione. Da questo punto di vista si sottolinea che, come riportato nell'annuario 2018 dell'AIUR (Associazione Italiana Riscaldamento Urbano), sono previsti ulteriori allacciamenti alla rete a seguito della realizzazione di nuove lottizzazioni residenziali e commerciali mentre, per quanto riguarda gli edifici esistenti, si prevedono campagne promozionali e agevolazioni allo scopo di ampliare la volumetria servita.

Volumetria allacciata alla rete e numero di utenze



Il Termoutilizzatore, come descritto nelle pagine precedenti, è un impianto cogenerativo. Annualmente viene trasmessa al Gestore Servizi Energetici (GSE) la documentazione ai sensi del D.Lgs 20/07, come integrato dal DM 4 agosto 2011, in base alla quale il GSE stesso procede al riconoscimento di impianto Cogenerativo ad alto Rendimento (CAR) avendo un indice di risparmio di energia primaria "PES" non inferiore al valore minimo fissato da normativa.

Nel corso del 2020, il Termoutilizzatore ha immesso nella rete del teleriscaldamento circa il 70 % dell'energia termica distribuita, costituendone la base per l'intero anno. La rete nel 2020 ha servito 20.500 utenze, pari a circa il 65% delle utenze nei comuni serviti dal teleriscaldamento, per una volumetria complessiva di 42,6 milioni di m³ con un trend in saturazione a 45 milioni di m³.

Il sistema integrato energia ambiente consente, anche tramite la distribuzione del calore con la rete del teleriscaldamento, un risparmio energetico medio annuo di combustibili fossili di circa 150.000 TEP/anno (tonnellate equivalenti di petrolio) e un beneficio ambientale pari a 905.000 tonnellate di CO₂ evitate (dati forniti da A2A).

Nel 2019 A2A ha avviato il percorso di decarbonizzazione del sistema del teleriscaldamento, che punta a sostituire progressivamente il calore attualmente prodotto nella centrale Lamarmora da combustibili fossili e a migliorare complessivamente le prestazioni ambientali della centrale. Nell'aprile 2020 questo percorso ha consentito l'abbandono del carbone per la produzione energetica nella Centrale Lamarmora, che ormai utilizza solo il gas naturale.

I benefici ambientali attesi dal percorso di decarbonizzazione sono la riduzione delle emissioni di CO₂, pari a 105.000 t/anno, e un'ulteriore riduzione dei combustibili fossili pari a 15.000 TEP/anno (dati forniti da A2A).

Il progetto si concretizzerà attraverso il revamping dell'impianto di depurazione fumi del Termoutilizzatore di Brescia, che prevede la realizzazione di un innovativo sistema di trattamento dei fumi di combustione finalizzato alla riduzione delle emissioni e al recupero del calore residuo ancora presente nei fumi. L'intervento di integrazione del sistema di filtrazione esistente prevede l'installazione di:

- un nuovo impianto DeNO_x SCR catalitico di ultima generazione, per l'abbattimento degli ossidi di azoto ad altissima efficienza e una torre di lavaggio fumi con ulteriore abbattimento di acido cloridrico e ammoniacca;
- una sezione di "fuel gas condensation" di recupero di calore a condensazione sui fumi depurati, che verrà impiegato per alimentare la rete di teleriscaldamento-

L'intervento, quindi, innalzerà il rendimento energetico complessivo del Termoutilizzatore, e contribuirà alla riduzione delle emissioni del sistema di teleriscaldamento bresciano.

SEZIONE II DATI E GRAFICI

In questa sezione sono riportate tutte le tabelle ed i grafici con i dati riassuntivi relativi al 2019 e 2020 (per quanto disponibile al momento della pubblicazione). Le informazioni sono state riportate suddivise con riferimento ai capitoli della Sezione I per un più rapido collegamento ai paragrafi dove trovare la descrizione estesa dei contenuti.

Tabella 1: Controlli di livello 6

ANNO 2019

EER	Descrizione	Prelievo campioni
03 03 07	Scarti della separazione meccanica nella produzione di polpa da rifiuti di carta e cartone	67
15 01 06	Imballaggi in materiali misti	1
15 05 03	Assorbenti. Materiali filtranti, stracci e indumenti protettivi	2
19 05 01	Parte di rifiuti urbani e simili non destinata al compost	24
19 12 01	Carta e cartone	2
19 12 04	Plastica e gomma	1
19 12 10	Rifiuti combustibili (combustibile da rifiuto)	42
19 12 12	Altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico dei rifiuti, diversi da quelli di cui alla voce 19 12 11	115
19 12 12	Altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico dei rifiuti, diversi da quelli di cui alla voce 19 12 11	56
20 03 01	Rifiuti urbani non differenziati	4
tot 2019		258

ANNO 2020

EER	Descrizione	Prelievo campioni
02 03 04	Scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione	2
03 03 07	Scarti della separazione meccanica nella produzione di polpa da rifiuti di carta e cartone	91
15 01 06	Imballaggi e materiali misti	7
19 05 01	Parte di rifiuti urbani e simili non destinata al compost	28
19 12 01	Carta e cartone	1
19 12 10	Rifiuti combustibili (combustibile da rifiuto)	46
19 12 12	Altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico dei rifiuti, diversi da quelli di cui alla voce 19 12 11	117
20 03 01	Rifiuti urbani non differenziati	5
tot 2020		297

Tabella 2: Produzione netta di energia nel corso dei mesi del 2019 e 2020 (in MWh)

ENERGIA 2019		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Termica	[MWh]	130.889	99.611	68.403	84.663	64.750	23.603	26.686	27.319	30.497	52.099	97.802	116.803
Elettrica	[MWh]	50.360	45.206	57.775	49.229	42.212	19.350	37.616	55.338	56.763	43.253	47.837	46.751

ENERGIA 2020		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Termica	[MWh]	120.193	104.659	87.442	71.783	36.139	31.079	30.090	27.609	30.707	90.411	120.046	122.171
Elettrica	[MWh]	46.333	47.737	52.275	49.468	40.965	35.577	58.351	54.119	36.312	42.878	47.081	42.339

Figura 1: Produzione netta di energia nel corso dei mesi del 2019 e 2020 (in MWh)

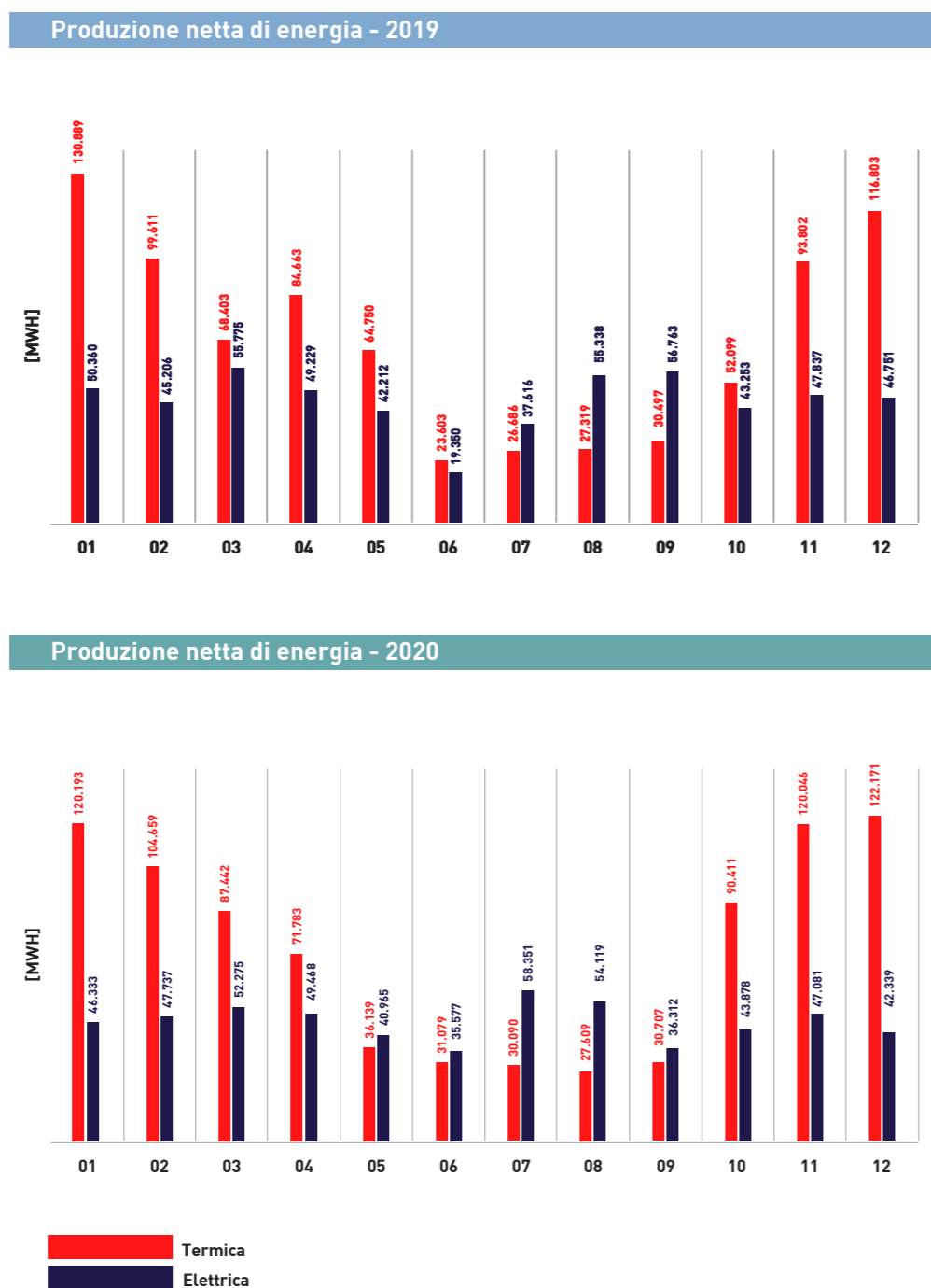


Tabella 3: Approvvigionamento idrico nel corso del 2019 e 2020 (in m³)

Anno	Acquedotto [m³]	Pozzo [m³]	Recuperata da Centrale Lamarmora [m³]
2019	4.680	690.684	5.370
2020	4.213	623.765	7.030

ANNO 2019

Tabella 4: Quantità di rifiuti conferite al TU di Brescia nel 2019 (in t)

	GEN (t)	FEB (t)	MAR (t)	APR (t)	MAG (t)	GIU (t)	LUG (t)	AGO (t)	SET (t)	OTT (t)	NOV (t)	DIC (t)	Totale (t)
RIFIUTI URBANI, ASSIMILATI, INGOMBRANTI	18.261	14.426	16.247	19.951	19.140	17.021	18.278	20.029	17.717	19.907	19.781	17.694	218.452
RESTANTE BACINO DI BRESCIA	9.838	8.601	9.448	10.058	10.333	10.325	11.359	11.485	9.617	10.159	9.556	9.674	120.453
ALTRE PROVINCE LOMBARDE	5.715	3.374	4.153	7.095	5.737	3.818	4.146	5.917	5.447	6.830	7.386	5.259	64.877
COMUNE DI BRESCIA	2.708	2.451	2.646	2.798	3.070	2.878	2.773	2.627	2.653	2.918	2.839	2.761	33.122
EXTRA REGIONALI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SPECIALI DA ATTIVITÀ COMMERCIALI E/O PRODUTTIVE	53.365	48.613	48.851	46.008	37.461	14.039	33.115	41.835	44.549	41.369	51.289	56.463	516.954
ALTRE PROVINCE LOMBARDE	28.765	25.373	26.063	26.729	21.222	8.693	16.597	21.384	20.457	20.137	23.967	26.387	265.772
EXTRA REGIONALI	14.068	12.797	10.956	9.345	8.585	1.770	8.076	9.104	11.896	10.975	14.567	14.749	126.887
COMUNE E PROVINCIA DI BRESCIA	10.532	10.443	11.832	9.934	7.654	3.576	8.442	11.347	12.196	10.257	12.755	15.327	124.295
TOTALE	71.626	63.039	65.098	65.958	56.601	31.060	51.393	61.864	62.267	61.275	71.069	74.156	735.406

(*) Rifiuti con codici EER di cui alla tabella B4 dell'AIA decreto n.1494 del 25/02/2014 - ovvero: scarti vegetali, scarti della lavorazione del legno, scarti di fibra tessile, scarti di pulper da industria del riciclaggio della carta, fanghi da acque reflue, ecc. [EER, 02.01.03- 02.01.06- 02.01.07- 02.03.01- 02.03.03- 02.03.04- 02.07.01- 02.07.04- 03.01.01- 03.01.05- 03.03.01- 03.03.02- 03.03.05- 03.03.07- 03.03.09- 03.03.10- 03.03.11- 04.02.21- 15.01.03- 17.02.01- 19.08.05- 19.12.10]. La biomassa EER 200138 è considerata RU

ANNO 2020

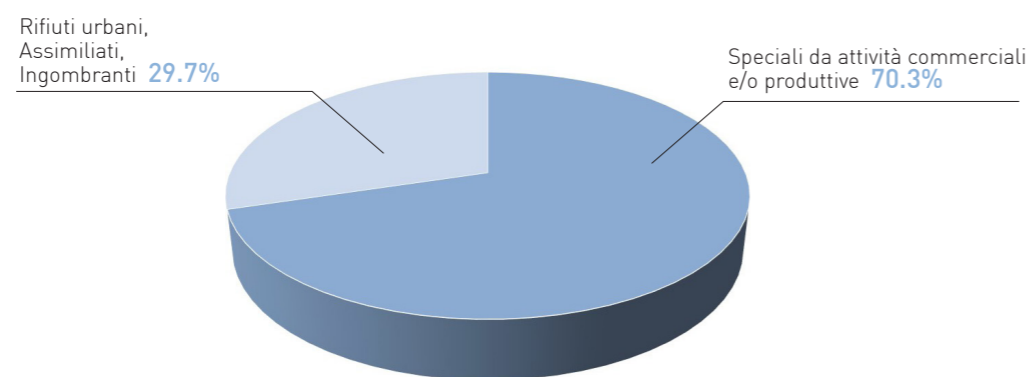
Tabella 5: Quantità di rifiuti conferite al TU di Brescia nel 2020 (in t)

	GEN (t)	FEB (t)	MAR (t)	APR (t)	MAG (t)	GIU (t)	LUG (t)	AGO (t)	SET (t)	OTT (t)	NOV (t)	DIC (t)	Totale (t)
RIFIUTI URBANI, ASSIMILATI, INGOMBRANTI	17.757	14.830	15.556	14.648	15.999	18.929	22.682	23.376	17.237	19.423	18.672	17.775	216.884
RESTANTE BACINO DI BRESCIA	9.395	8.522	8.852	8.725	9.079	9.872	10.658	10.913	10.208	10.130	9.093	9.945	115.392
ALTRE PROVINCE LOMBARDE	5.734	3.871	4.343	3.574	4.287	6.262	9.030	9.888	4.247	6.315	6.866	4.971	69.387
COMUNE DI BRESCIA	2.629	2.437	2.362	2.348	2.633	2.795	2.994	2.575	2.782	2.978	2.663	2.859	32.055
EXTRA REGIONALI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SPECIALI DA ATTIVITÀ COMMERCIALI E/O PRODUTTIVE	55.633	51.359	52.112	53.441	30.550	29.057	47.571	36.234	29.532	44.123	49.055	54.930	533.598
ALTRE PROVINCE LOMBARDE	28.679	27.127	26.465	22.570	14.173	15.310	24.523	19.055	13.907	19.802	21.568	21.604	254.783
EXTRA REGIONALI	17.749	15.581	17.003	22.836	8.734	7.827	14.131	10.250	9.909	12.984	14.889	19.136	171.028
COMUNE E PROVINCIA DI BRESCIA	9.205	8.652	8.645	8.035	7.643	5.920	8.917	6.929	5.716	11.337	12.598	14.191	107.787
TOTALE	73.390	66.189	67.668	68.090	46.549	47.985	70.253	59.610	46.769	63.547	67.727	72.705	750.482

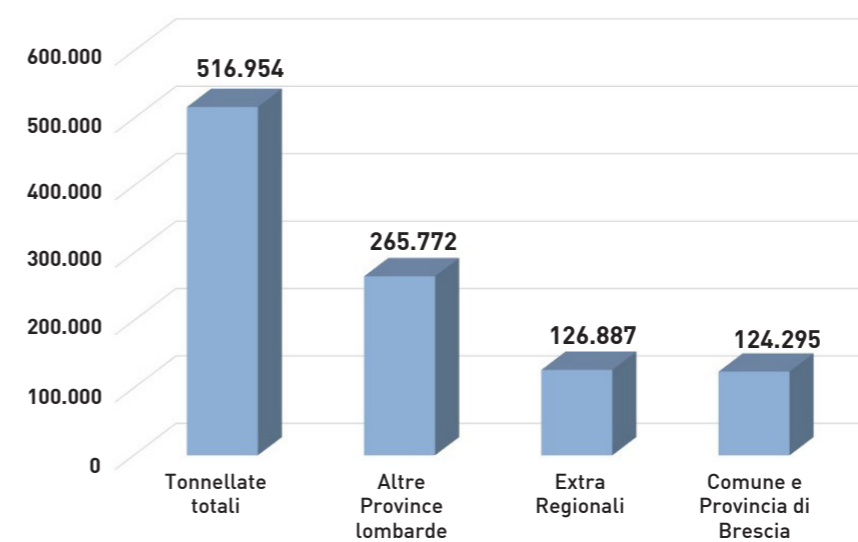
Figura 2: Distribuzione dei conferimenti nel corso del 2019

Conferimenti totali 2019

735.406 ton.



Rifiuti Speciali - Attività Commerciali/Produttive 2019



Rifiuti Solidi Urbani - Assimilati e Ingombranti - 2019

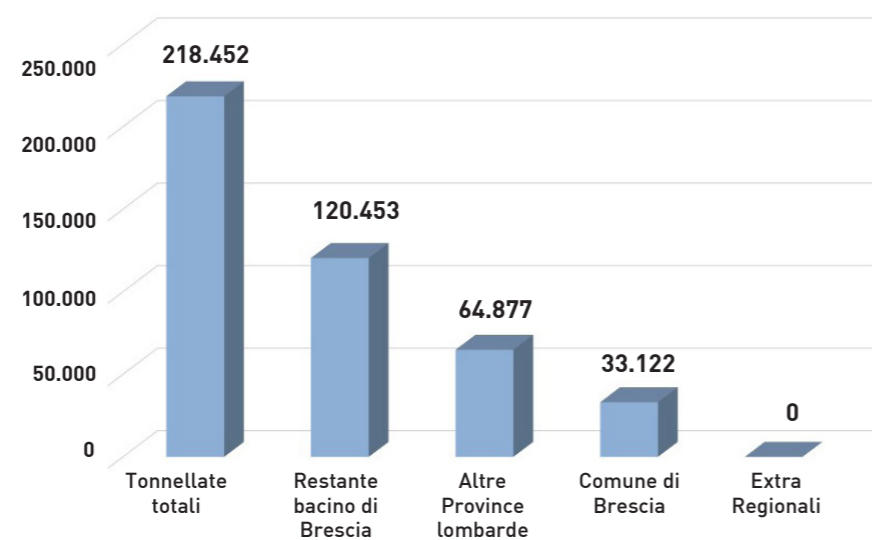


Tabella 6: Dettaglio provinciale dei rifiuti speciali conferiti al TU di Brescia nel 2019, (in t)

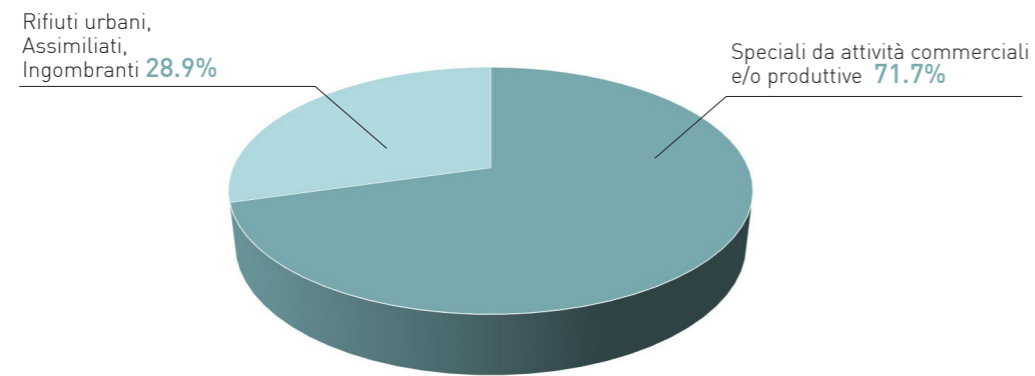
ANNO 2019 RIFIUTI SPECIALI		Fanghi da operazioni di lavaggio e pulizia	Scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione	Fanghi da trattamento sul posto degli effluenti	Scarti dell'industria dolciaria e della panificazione inutilizzabili per il consumo e la trasformazione	Scarti della separazione meccanica nella produzione di polpa da rifiuti di carta e cartone	Imballaggi in materiali misti	Assorbenti. Materiali filtranti, stracci e indumenti protettivi	Plastica	Parte dei rifiuti urbani e simili non destinati al composto
Regione	Provincia	020201	020203	020304	020601	030307	150106	150203	170203	190501
Lombardia	BRESCIA COMUNE			45			8	6	23	
	BRESCIA PROVINCIA		142	6	91	20.552	22			764
	BERGAMO			82		10.312		337		4.832
	COMO									
	CREMONA			48						
	LECCO					2.888				
	LODI									
	MANTOVA					4.837				
	MILANO					3.161				17.624
	MONZA BRIANZA	108								
	PAVIA									
	SONDRIO									7.975
	VARESE						7.163			8.591
	Abruzzo	CHIETI					1.706			
L'AQUILA						3.236				
Alto Adige	BOLZANO									
Calabria	REGGIO DI CALABRIA									
Emilia-Romagna	PARMA			19		630				
Rep. San Marino	Rep. San Marino					2.136				
Lazio	ROMA									
	VITERBO									
Marche	MACERATA									
Piemonte	ALESSANDRIA					996				
	BIELLA									68.456
	TORINO					1.208				
	VERCELLI					1.516				
Puglia	LECCE									
Toscana	LUCCA					4.529				
Trentino	TRENTO					7.310				
Veneto	PADOVA					325				
	ROVIGO			126		10.841				
	VERONA					2.670				
Ton singoli codici		108	142	326	91	86.016	30	343	23	108.242

ANNO 2019 RIFIUTI SPECIALI		Residui di vagliatura	Rifiuti da dissabbiamento	Fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane	Fanghi prodotti da altri trattamenti di acque reflue industriali	Carta e cartone	Plastica e gomma	Combustibile da rifiuti	Altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico di rifiuti	TOTALE	
Regione	Provincia	190801	190802	190805	190814	191201	191204	191210	191212		
Lombardia	BRESCIA COMUNE	137	212	5.373	3.659				12.920	22.383	
	BRESCIA PROVINCIA	653		15.670	9	623		59.766	3.614	101.912	
	BERGAMO			5.594				40.239	11.023	72.419	
	COMO			9.558						9.558	
	CREMONA			459			20		936	1.462	
	LECCO			978					349	4.216	
	LODI								1.657	1.657	
	MANTOVA								1.063	5.907	
	MILANO			11.158					22.578	54.520	
	MONZA BRIANZA							28.950	9.467	38.525	
	PAVIA			219					12.748	20.942	
	SONDRIO			1.901						10.492	
	VARESE			136					34.295	4.486	46.080
	Abruzzo	CHIETI									1.706
L'AQUILA										3.236	
Alto Adige	BOLZANO			212					53	212	
Calabria	REGGIO DI CALABRIA									53	
Emilia-Romagna	PARMA									649	
Rep. San Marino	Rep. San Marino								5.797	2.136	
Lazio	ROMA			301				1.115		7.213	
	VITERBO							2.334		2.334	
Marche	MACERATA							3.690		3.690	
Piemonte	ALESSANDRIA									996	
	BIELLA									68.456	
	TORINO									1.305	
	VERCELLI				97					1.516	
Puglia	LECCE						51		51		
Toscana	LUCCA									4.529	
Trentino	TRENTO							2.638		9.948	
Veneto	PADOVA								1.739	2.064	
	ROVIGO									10.967	
	VERONA			1.633					1.521	5.824	
Ton singoli codici		789	212	53.193	3.765	623	20	170.441	92.591	516.954	

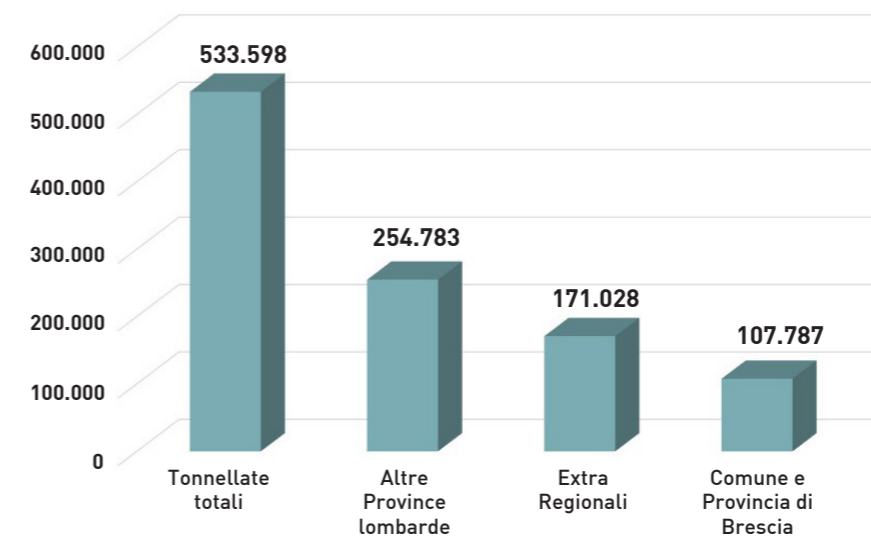
Figura 3: Distribuzione dei conferimenti nel corso del 2020

Conferimenti totali 2020

750.482 ton.



Rifiuti Speciali - Attività Commerciali/Produttive 2020



Rifiuti Solidi Urbani - Assimilati e Ingombranti - 2020

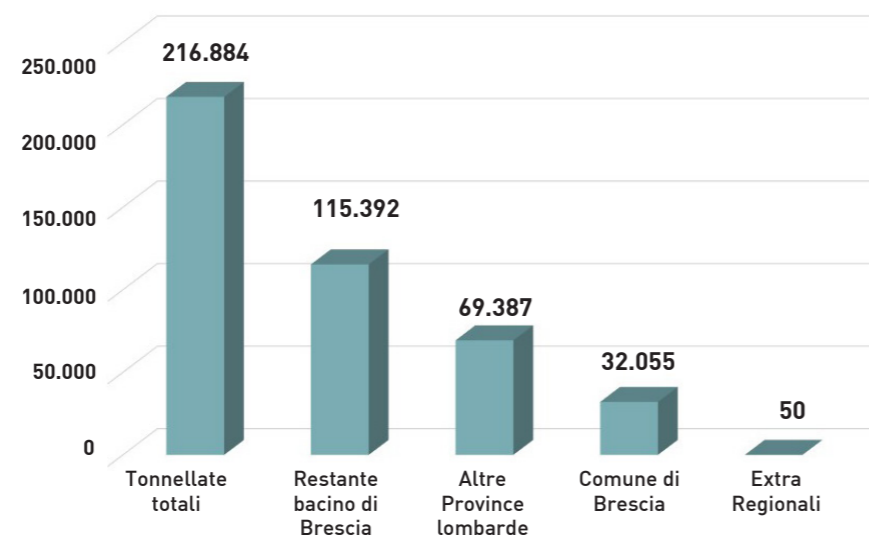


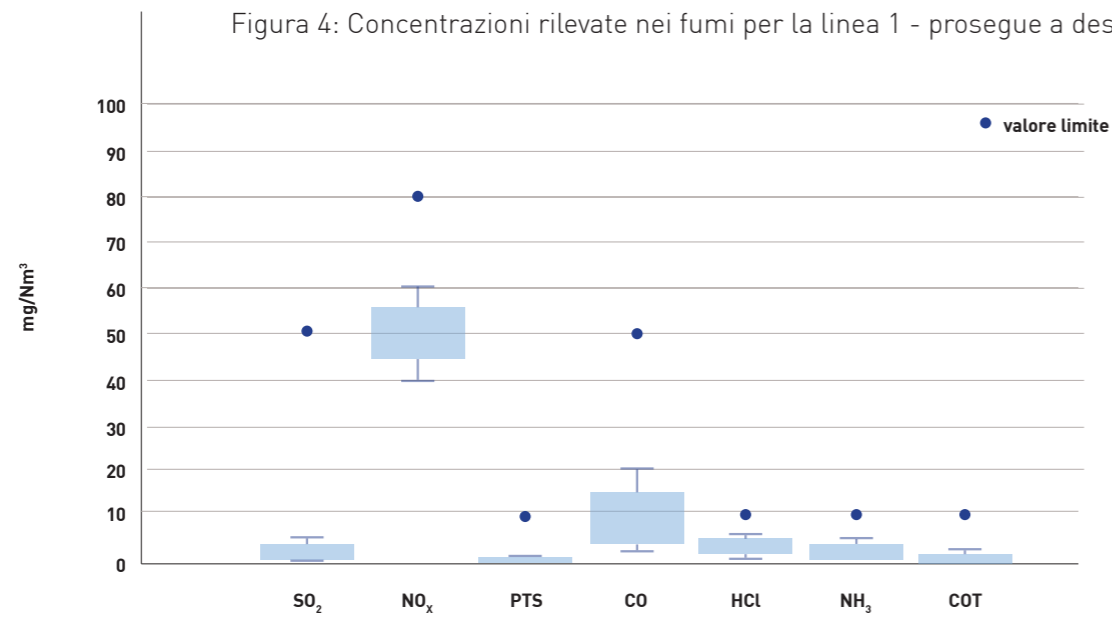
Tabella 7: Dettaglio provinciale dei rifiuti speciali conferiti al TU di Brescia nel 2020, (in t)

ANNO 2020 RIFIUTI SPECIALI		Fanghi da operazioni di lavaggio e pulizia	Scarti inutilizzabili per il consumo o la trasformazione	Fanghi da trattamento sul posto degli effluenti	Scarti dell'industria dolciaria e della panificazione inutilizzabili per il consumo e la trasformazione	Scarti della separazione meccanica nella produzione di polpa da rifiuti di carta e cartone	Imballaggi in materiali misti	Assorbenti. Materiali filtranti, stracci e indumenti protettivi	Plastica	Parte dei rifiuti urbani e simili non destinata al composto
Regione	Provincia	020201	020203	020304	020601	030307	150106	150203	170203	190501
Lombardia	BRESCIA COMUNE				3		39	4	0	
	BRESCIA PROVINCIA				55	18.701	340			641
	BERGAMO					10.840				29.909
	COMO									
	CREMONA									
	LECCO					2.178				
	LODI									
	MANTOVA						429			
	MILANO						3.385			5.872
	MONZA BRIANZA	414								
	PAVIA			5						11.348
	SONDRIO									7.994
	VARESE						8.900			
Abruzzo	CHIETI					3.395				
	L'AQUILA					2.829				
Alto Adige	BOLZANO									
Calabria	REGGIO DI CALABRIA									
Emilia-Romagna	PARMA					1.231				
Rep. San Marino	Rep. San Marino					3.138				
Friuli Venezia Giulia	PORDENONE									
	UDINE									
Lazio	FROSINONE									
	ROMA									
	VITERBO									
Liguria	GENOVA									
Marche	MACERATA									
Piemonte	ALESSANDRIA					1.773				
	BIELLA									71.740
	CUNEO					2.103				
	NOVARA					729				
	TORINO					4.381				
	VERCELLI					2.323				
Puglia	LECCE									
Toscana	LUCCA					5.640				
Trentino	TRENTO					13.751				
Veneto	PADOVA					413				
	ROVIGO					13.164				
	VENEZIA									
	VERONA			216		1.878				
Ton singoli codici		414	0	221	58	101.208	378	4	0	127.505

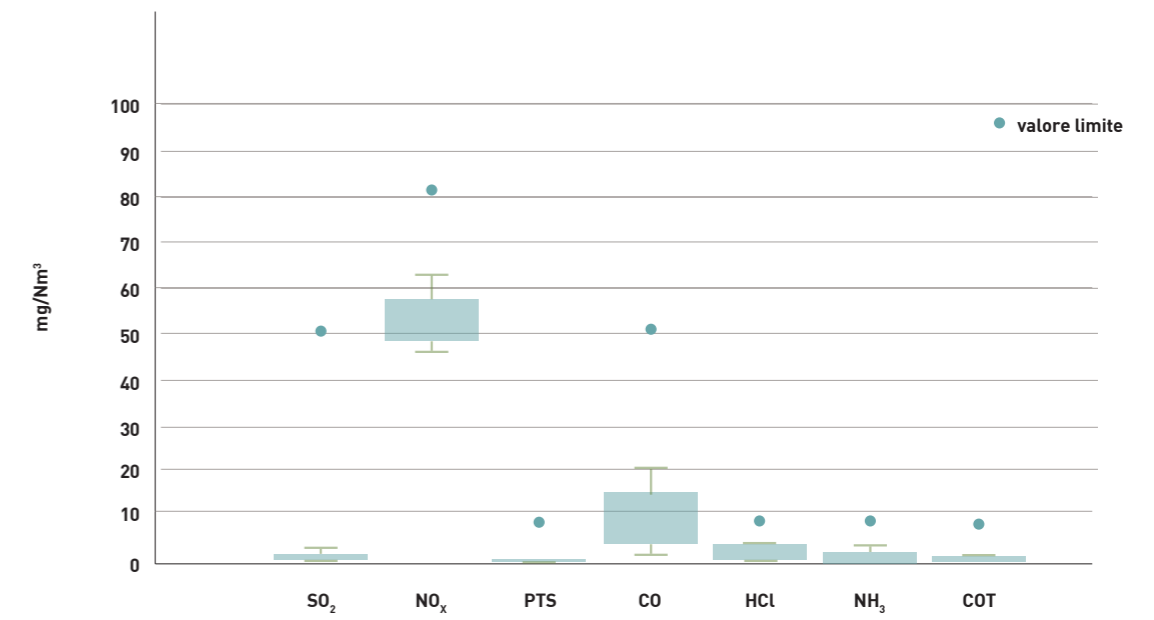
ANNO 2020 RIFIUTI SPECIALI		Residui di vagliatura	Rifiuti da dissabbiamento	Fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane	Fanghi prodotti da altri trattamenti di acque reflue industriali	Carta e cartone	Plastica e gomma	Combustibile da rifiuti	Altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico di rifiuti	TOTALE	
Regione	Provincia	190801	190802	190805	190814	191201	191204	191210	191212		
Lombardia	BRESCIA COMUNE	695		7.674	1.131				9.886	19.570	
	BRESCIA PROVINCIA	1.270	138	18.154	6	698		44.356,3	3.996	88.217	
	BERGAMO			4.975				3.925,48	26.259	75.872	
	COMO			6.862						6.862	
	CREMONA			22					1.738	1.760	
	LECCO			1.389					251	3.818	
	LODI			218					33	251	
	MANTOVA								1.710	2.139	
	MILANO				8.975				25.436	43.668	
	MONZA BRIANZA								28.124,74	9.775	38.313
	PAVIA								14.588	25.941	
	SONDRIO				3.343						11.337
	VARESE								32.923,77	2.998	44.822
Abruzzo	CHIETI									3.395	
	L'AQUILA									2.829	
Alto Adige	BOLZANO			44						44	
Calabria	REGGIO DI CALABRIA									0	
Emilia-Romagna	PARMA			19						1.231	
Rep. San Marino	Rep. San Marino									3.138	
Friuli Venezia Giulia	PORDENONE							469,54		470	
	UDINE							2.644,28		2.644	
Lazio	FROSINONE							1.780,14		1.780	
	ROMA							4.869,36		13.745	
	VITERBO							6.275,94	8.875	6.276	
Liguria	GENOVA									0	
Marche	MACERATA							2.398		2.398	
Piemonte	ALESSANDRIA									1.773	
	BIELLA									71.740	
	CUNEO									2.103	
	NOVARA			85					746	1.623	
	TORINO					85				4.466	
	VERCELLI									2.323	
Puglia	LECCE							1.399,84		1.400	
Toscana	LUCCA									5.640	
Trentino	TRENTO								2.995	16.746	
Veneto	PADOVA								2.033	2.447	
	ROVIGO									13.164	
	VENEZIA							4.074,92		4.075	
	VERONA			69				2.393,94	1.021	5.579	
Ton singoli codici		1.965	138	51.810	1.222	698	0	135.636	112.341	533.598	

LINEA 1

Figura 4: Concentrazioni rilevate nei fumi per la linea 1 - prosegue a destra

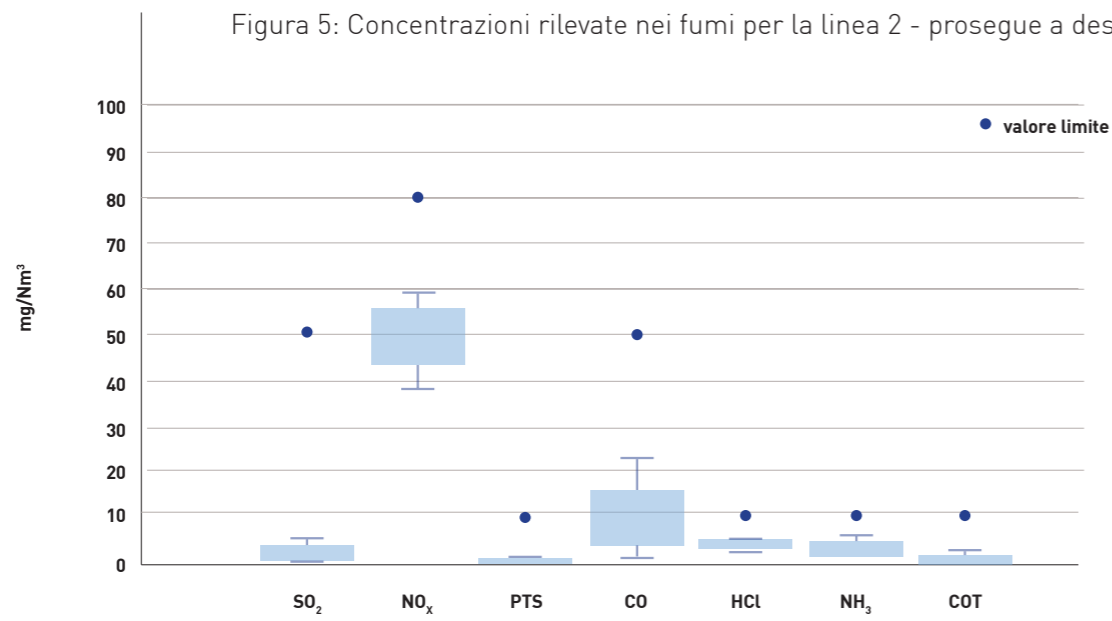


LINEA 1

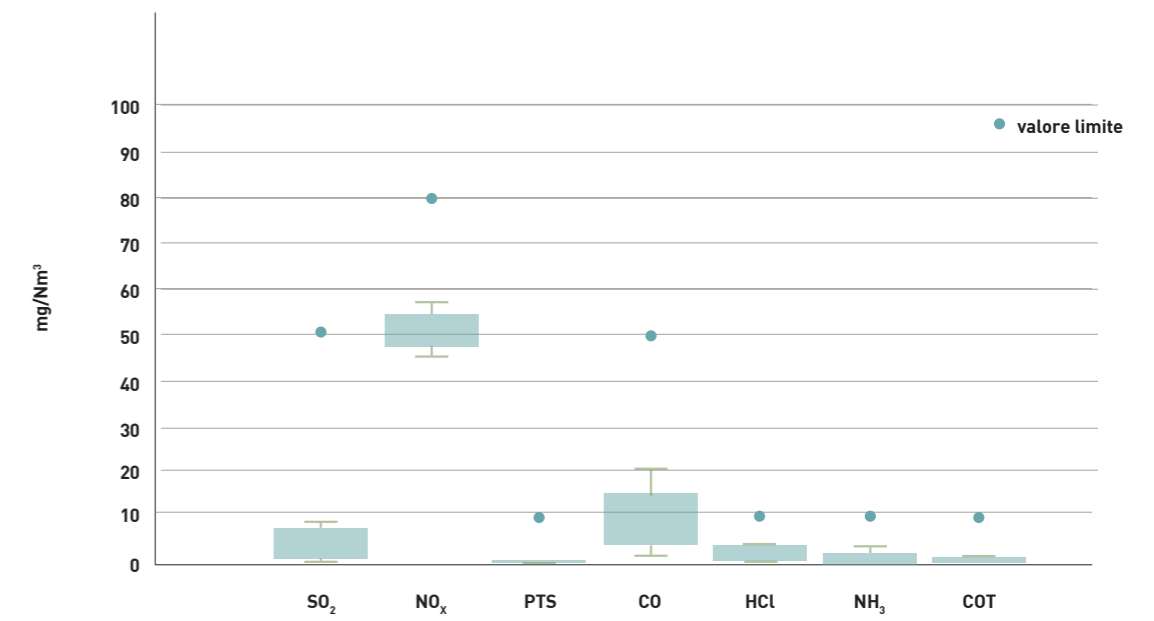


LINEA 2

Figura 5: Concentrazioni rilevate nei fumi per la linea 2 - prosegue a destra

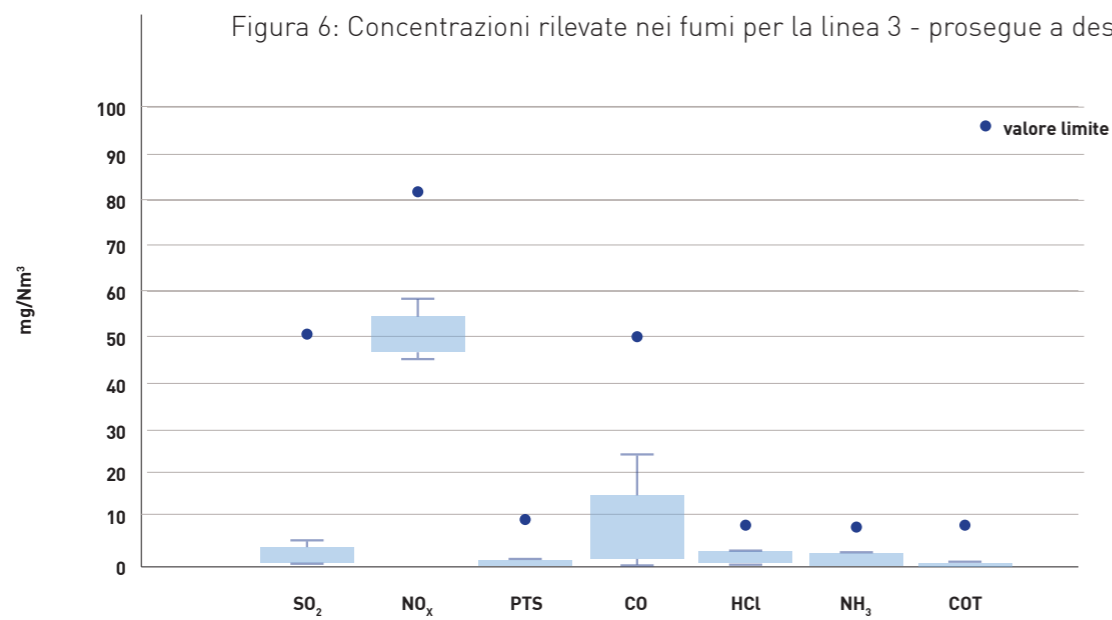


LINEA 2



LINEA 3

Figura 6: Concentrazioni rilevate nei fumi per la linea 3 - prosegue a destra



LINEA 3

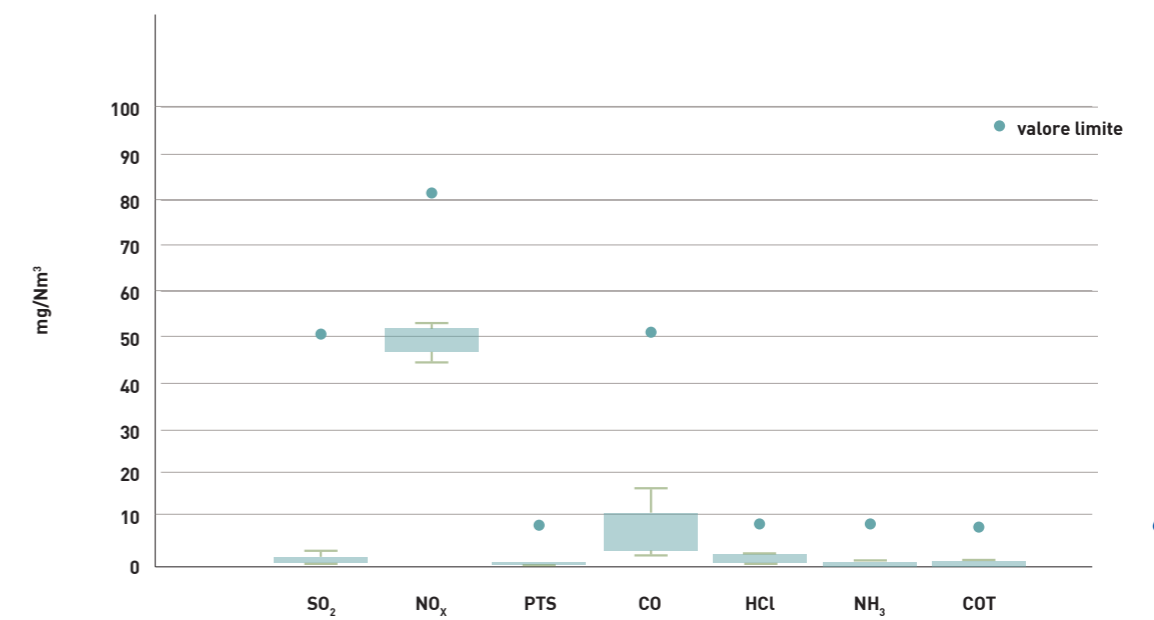


Tabella 8: Destino dei residui di combustione nel 2019 e nel 2020 (in t)

ANNO 2019	EER	Prodotte (t)	Recupero (%)	Destino
Ceneri pesanti	190112	124.666	100	Lombardia: 94.441 t Veneto: 22.592 t Emilia Romagna 7.633 t
Ferro recuperato	190102	6.448	100	Lombardia
Residui di filtrazione	190105	36.866	45	Germania: 16.613 t recupero Italia: 7 t recupero Italia: 20.246 t smaltimento

ANNO 2020	EER	Prodotte (t)	Recupero (%)	Destino
Ceneri pesanti	190112	131.430	100	Lombardia: 100.386 t Veneto: 24.588 t Emilia Romagna: 6.456t
Ferro recuperato	190102	6.089	100	Lombardia
Residui di filtrazione	190105	36.518	32	Germania: 11.750 t recupero Italia: 24.768 t smaltimento

Tabella 9: Emissioni massiche nel 2019 in t/a o g/a

ANNO 2019		
NO _x (t/a)	PTS (t/a)	PCDD+PCDF Teq (g/a)
243	1,1	0,008
PM10 (t/a)	PM 2,5 (t/a)	PCB (WHO '98) Teq (g/a)
0,7	0,4	0,003

ANNO 2020		
NO _x (t/a)	PTS (t/a)	PCDD+PCDF Teq (g/a)
249	1,2	0,013
PM10 (t/a)	PM 2,5 (t/a)	PCB (WHO '98) Teq (g/a)
0,1	0,1	0,003

Tabella 10: Emissioni massiche per energia prodotta in t/GWh

ANNO 2019	
NO _x (t/GWh)	PTS (t/GWh)
0,27	0,001
ANNO 2020	
NO _x (t/GWh)	PTS (t/GWh)
0,27	0,001

Tabella 11: Inventario delle emissioni in atmosfera della Provincia di Brescia
(Fonte: ARPA Lombardia).

	NO _x (t/anno)	PTS (t/anno)	PM10 (t/anno)	PM2.5 (t/anno)	NH ₃ (t/anno)	CO ₂ (kt/anno)	CO ₂ eq (kt/anno)
Produzione energia e trasform. combustibili	323	15	15	14	3	229	237
Combustione non industriale	1,523	1,669	1,585	1,546	160	1,867	1,919
Combustione nell'industria	3,275	241	187	124	5	2,912	2,931
Processi produttivi	876	270	177	108	8	797	808
Estrazione e distribuzione combustibili							220
Uso di solventi	6	154	105	98	0		433
Trasporto su strada	8,908	860	638	445	176	2,770	2,800
Altre sorgenti mobili e macchinari	2,271	123	123	122	0	204	208
Trattamento e smaltimento rifiuti	364	4	4	3	41	129	898
Agricoltura	42	586	298	119	27,491		2,289
Altre sorgenti e assorbimenti	93	427	303	244	27	-682	-629
Totale	17,682	4,349	3,434	2,823	27,911	8,226	12,114

Figura 7: Emissioni annuali di ossidi di azoto (NO_x) nell'agglomerato di Brescia.

Stima delle emissioni di NO_x nell'Agglomerato di Brescia

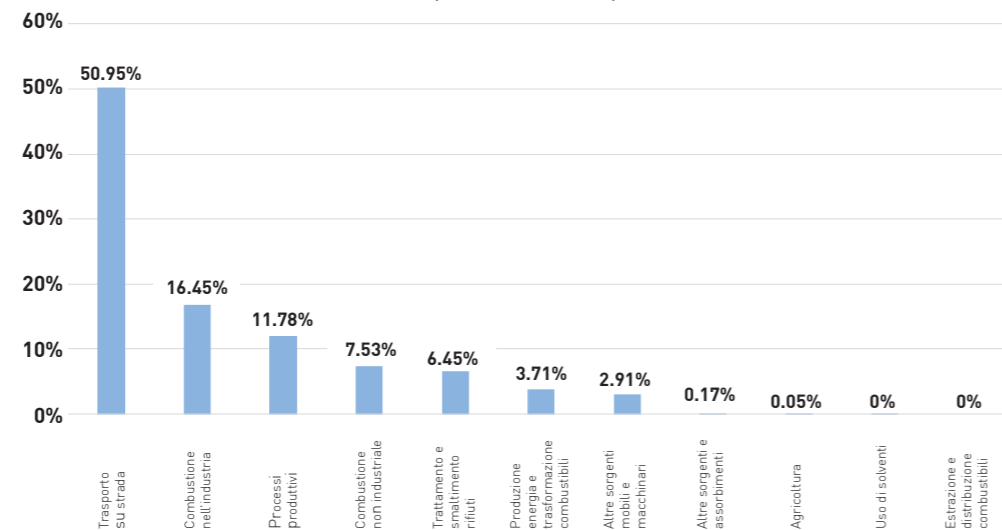


Figura 8: Emissioni annuali di polveri sottili (PM10) nell'agglomerato di Brescia.

Stima delle emissioni del PM10 nell'Agglomerato di Brescia

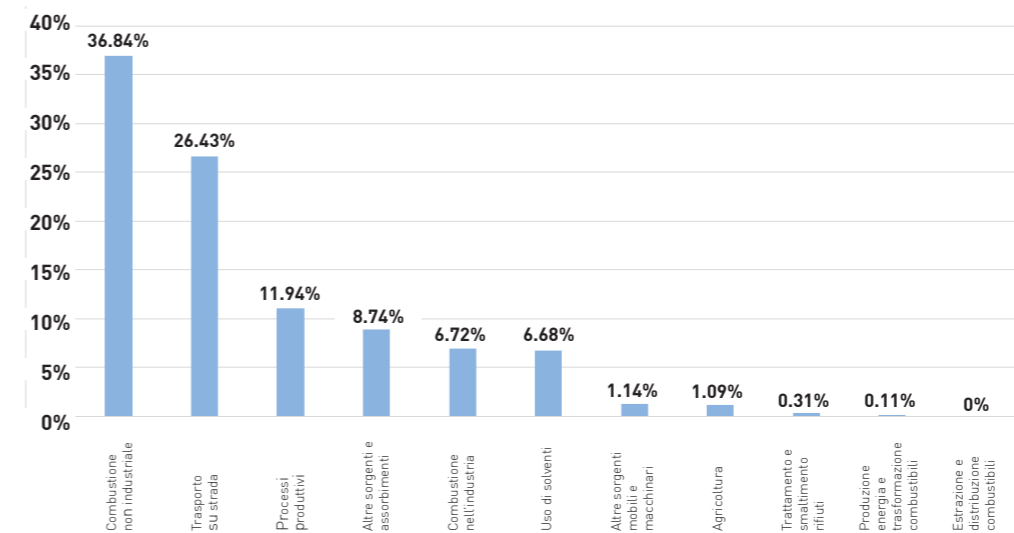
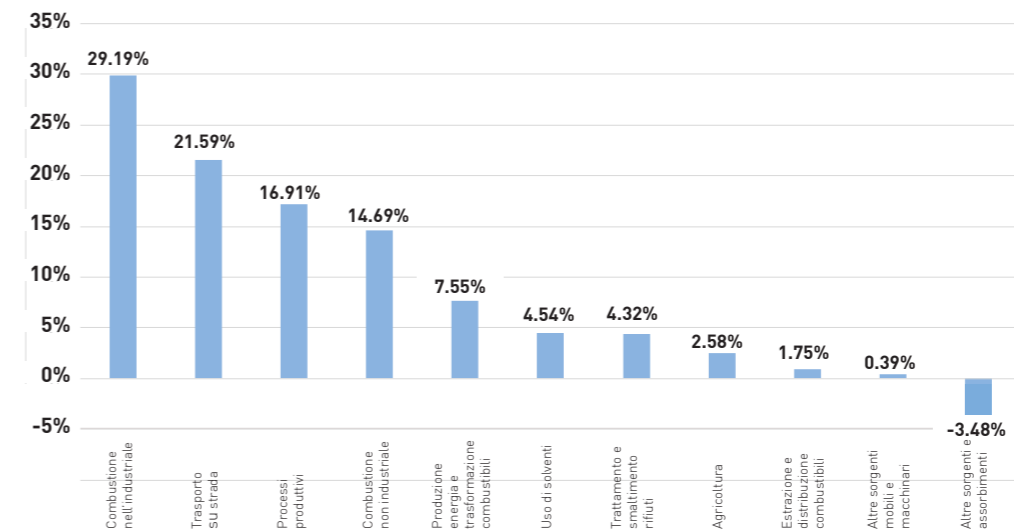


Figura 9: Emissioni annuali di gas serra in termini di CO₂ equivalente nell'agglomerato di Brescia.

Stima delle emissioni di Gas Serra (CO₂ equivalenti) nell'Agglomerato di Brescia



SEZIONE III DATI STORICI

In questa sezione sono riportati i dati di sintesi degli ultimi cinque anni in forma tabellare e grafica per un rapido confronto.

Tabella 12: Produzione netta di energia dal 2016 al 2020 (in GWh)

Energia	2016	2017	2018	2019	2020
Termica [GWh]	817	807	801	823	872
Elettrica [GWh]	559	546	553	552	553

Figura 10: Produzione netta di energia dal 2016 al 2020 (in GWh)

Produzione netta di energia

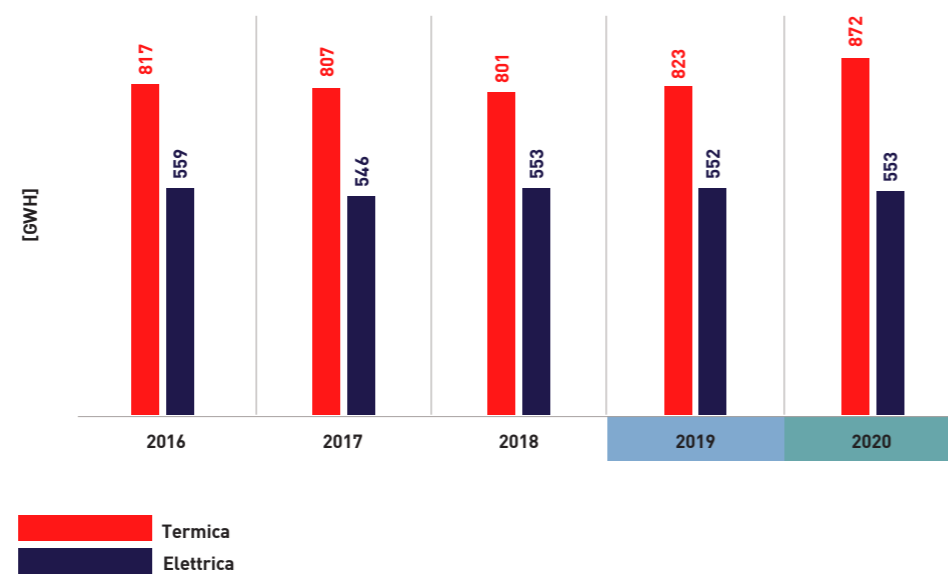


Tabella 13: Consumi idrici dal 2016 al 2020 (in m³)

Consumi idrici	2016	2017	2018	2019	2020
Acquedotto [m³]	15.694	17.454	14.297	4.680	4.213
Pozzo [m³]	640.319	633.872	678.903	690.684	623.765
Recuperata dalla Centrale Lamarmora	4.426	10.500	5.218	5.370	7.030

Figura 11: Consumi idrici dal 2016 al 2020 (in m³)

Consumi idrici

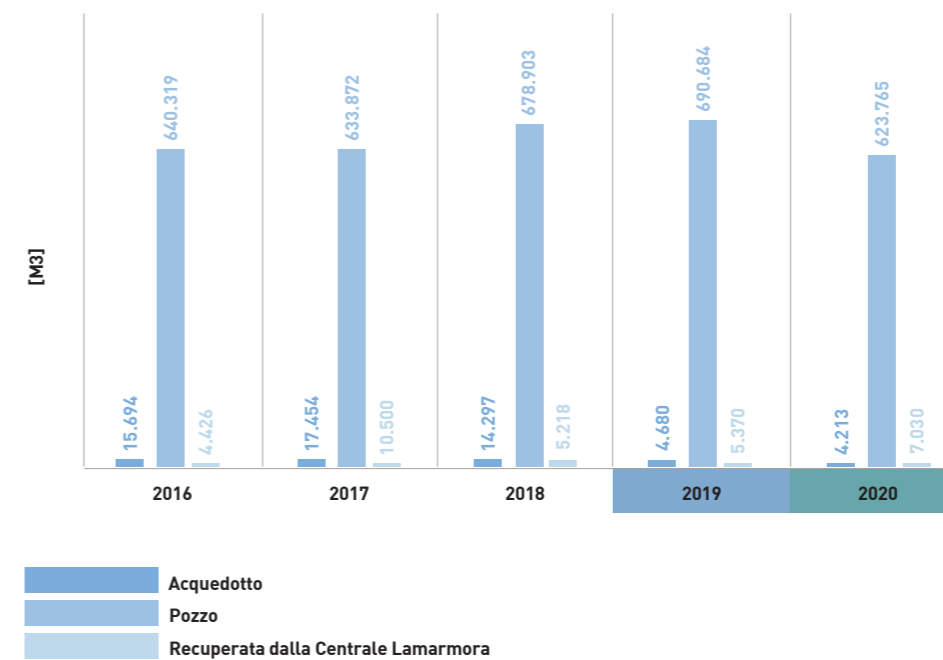
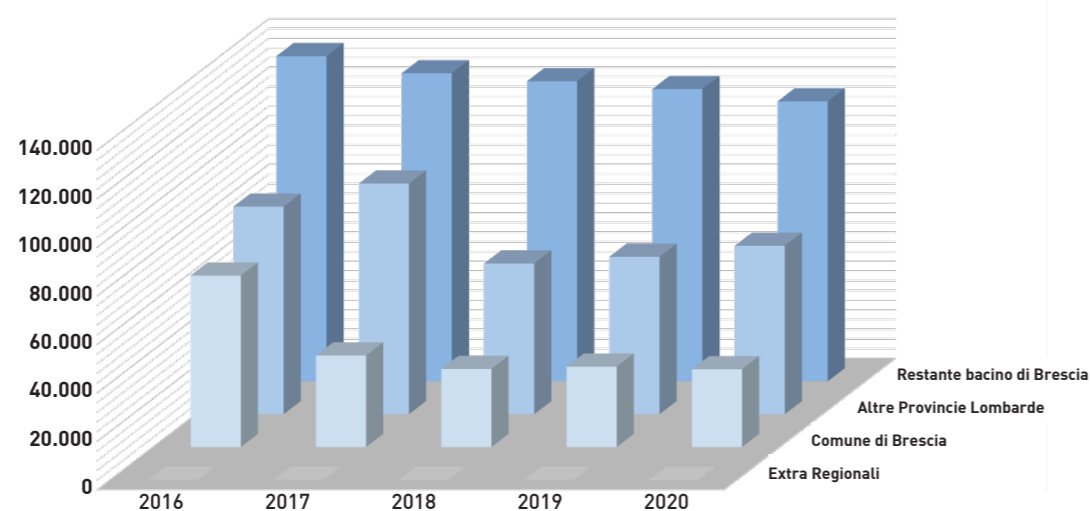
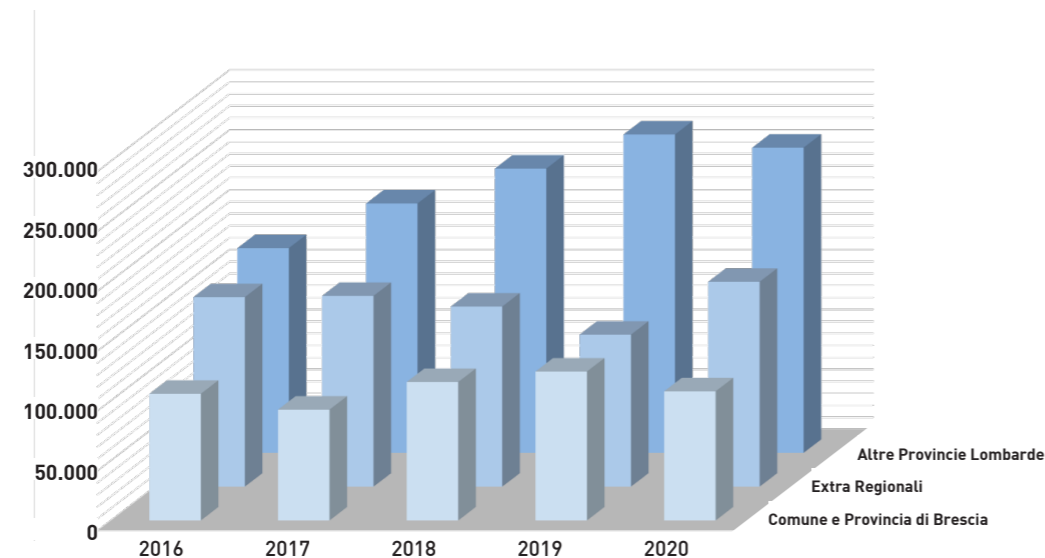


Figura 12: Distribuzione dei conferimenti dal 2016 al 2020

Rifiuti Solidi Urbani - Assimiliati e Ingombranti

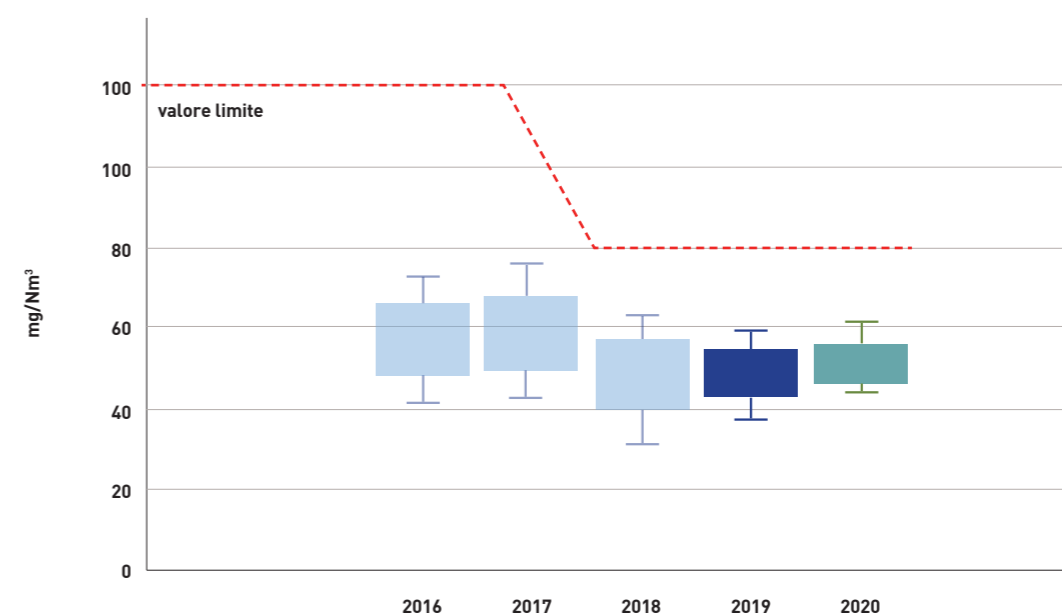


SPECIALI da attività commerciali e/o produttive



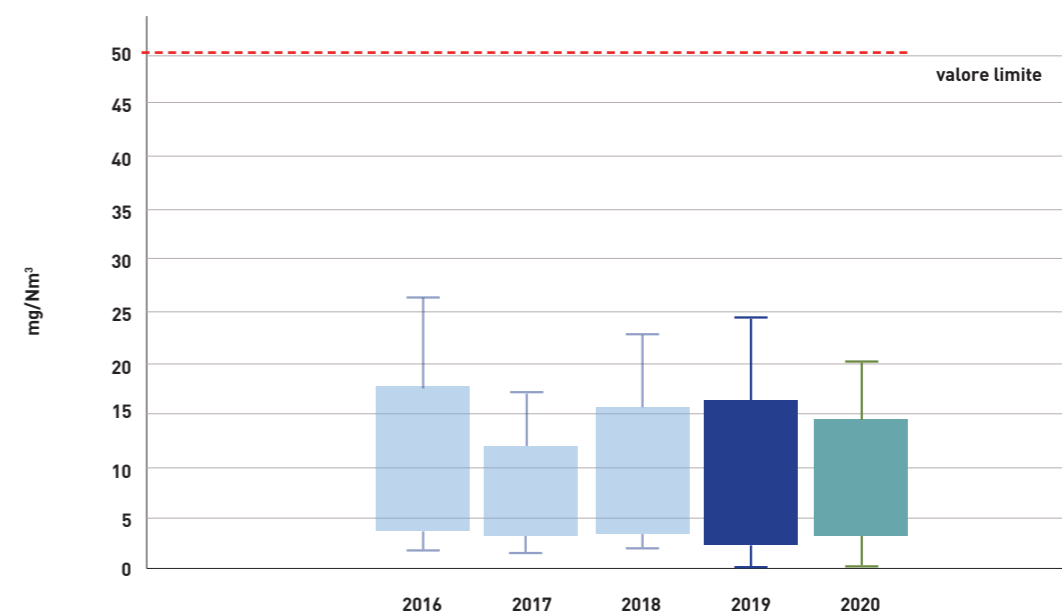
EMISSIONI NO_x

Figura 13: Concentrazione media annua dal 2016 al 2020 – parametro NO_x



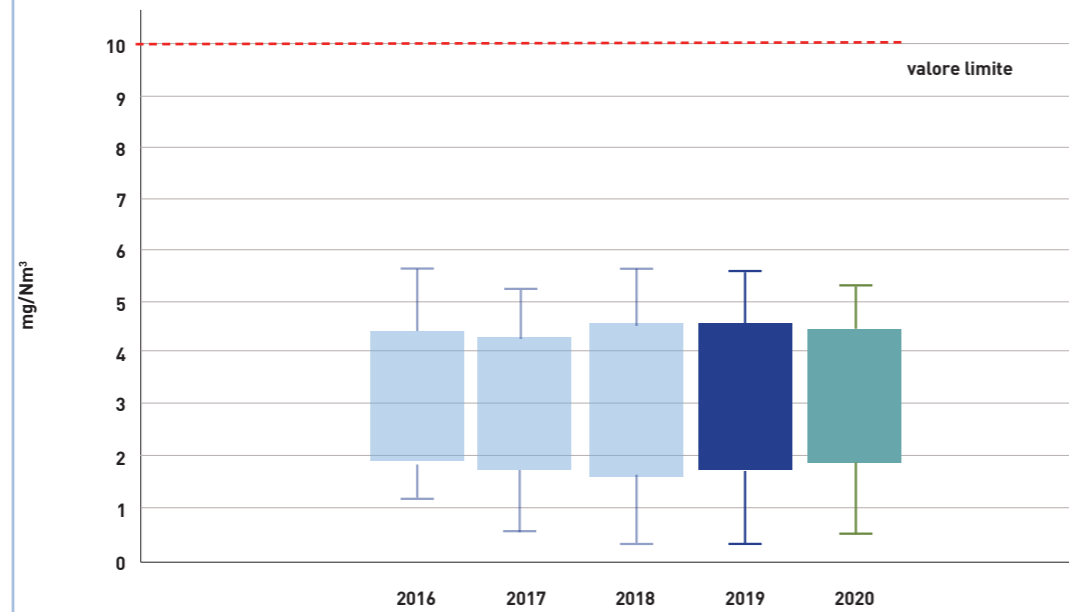
EMISSIONI CO

Figura 14: Concentrazione media annua dal 2016 al 2020 – parametro CO



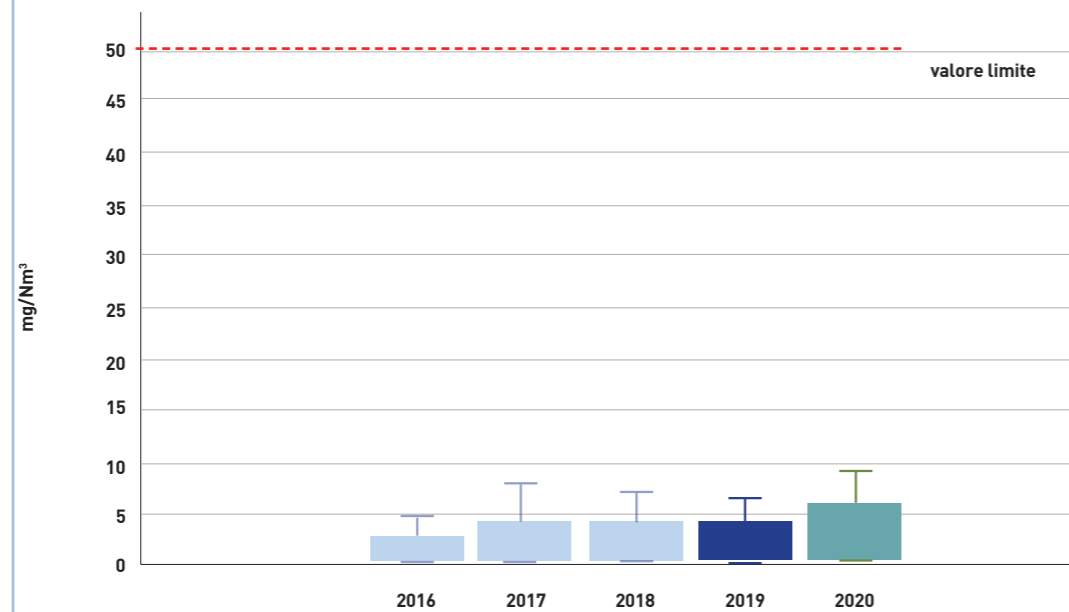
EMISSIONI HCl

Figura 15: Concentrazione media annua dal 2016 al 2020 – parametro HCl



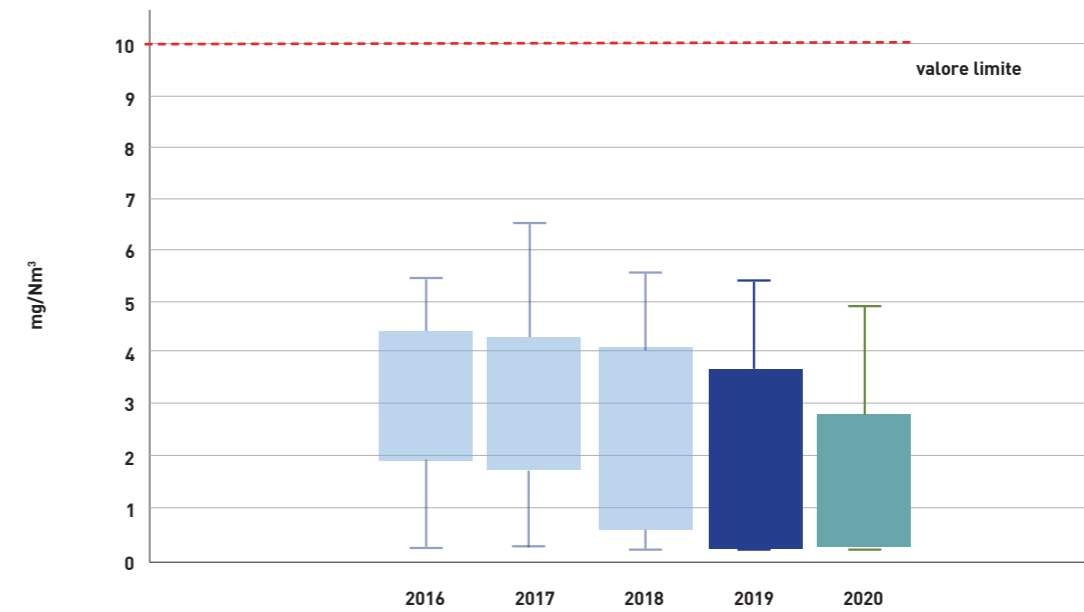
EMISSIONI SO₂

Figura 16: Concentrazione media annua dal 2016 al 2020 – parametro SO₂



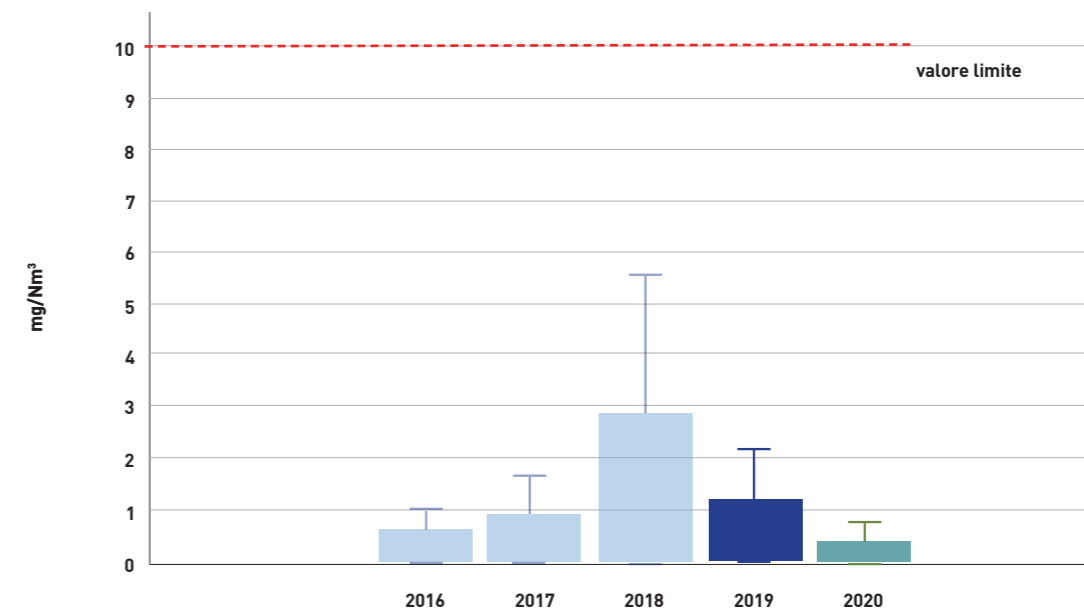
EMISSIONI NH₃

Figura 17: Concentrazione media annua dal 2016 al 2020 – parametro NH₃



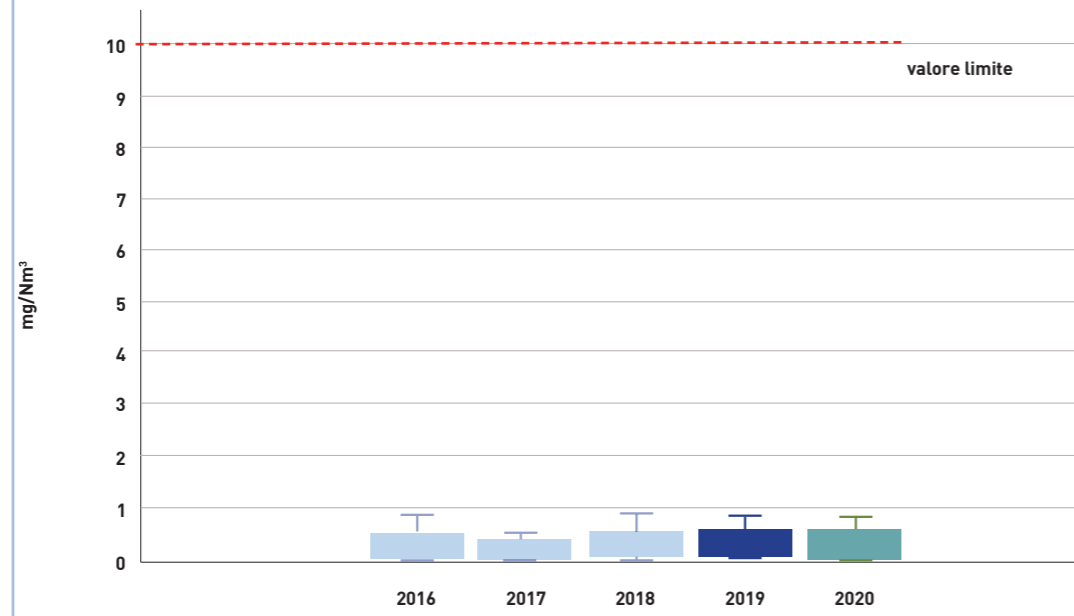
EMISSIONI COT

Figura 18: Concentrazione media annua dal 2016 al 2020 – parametro COT



EMISSIONI PTS

Figura 19: Concentrazione media annua dal 2016 al 2020 – parametro PTS





**Settore Sostenibilità Ambientale e Scienze Naturali del Comune di Brescia
Brescia, via Marconi 12**

**Osservatorio sul Termoutilizzatore di Brescia
Tel. 030 2978754 Fax 030 3385397**

E-mail: sostenibilitaambientale@comune.brescia.it

<http://www.comune.brescia.it/servizi/ambienteeverde/Ambiente/Pagine/Osservatorio%20Termoutilizzatore%202014.aspx>