

Analisi tecnica dello “Studio Preliminare Ambientale – Componente Aria e Salute” per la realizzazione nuovo sistema di teleriscaldamento in Lecco

1 Premessa

Il presente documento è stato redatto a seguito della richiesta da parte dei consiglieri comunali della Città di Lecco Corrado Valsecchi e Lorella Cesana che ravvisavano le conclusioni in esso contenute in particolare in merito all'effetto di abbattimento degli inquinanti atmosferici a seguito della realizzazione del progetto poco plausibili.

Si evidenzia perciò che quanto di seguito è una mera analisi della relazione denominata “ALL-003_R00-Aria e salute” presentato in Conferenza dei Servizi Provinciale che coincide con il documento “a5_amb_02_01 - spa - aria e salute” presentato in Regione Lombardia in occasione della Verifica di assoggettabilità alla V.I.A. (di seguito per semplicità indicato anche come Documento).

Non vi è alcuna velleità di rappresentare uno studio alternativo al documento citato che richiederebbe invece ben altro approfondimento e disponibilità di dati.

Dott. Ing. Giacomo Mainetti

Iscritto all'Albo degli Ingegneri della Provincia di Lecco

al numero: 1277

Sezione A – Settore Ingegneria Industriale



2 La conclusione del documento per la componente aria

Nel documento oggetto della seguente analisi, redatto dalla società Tecno habitat S.r.l., a pagina 9 del Documento (Figura 1) viene effettuato il confronto dei flussi di massa per gli inquinanti NO_x e CO tra la situazione attuale e quella prevista come “a regime” a seguito della disponibilità del teleriscaldamento.

Tabella 4 – Flussi di massa di NO _x e CO			
Inquinante	Emissioni Stato Attuale da caldaie domestiche nel Comune di Lecco (t/anno)	Emissioni Scenario di Progetto Definitivo da cogeneratori e caldaie (t/anno)	Differenza in termini di flusso di massa (t/anno)
NO _x	13.356	12	– 13.345
CO	6.678	10	– 6.669

Nello scenario di progetto si osserverà quindi una significativa riduzione delle emissioni (di circa il 99,9%) per entrambi i parametri NO_x e CO, in un’ottica di miglioramento della qualità dell’aria.

Figura 1 - Confronto delle emissioni di inquinanti NO_x e CO prima e dopo

Il valore di riduzione di tali inquinanti indicato nel documento è davvero importante: 99,9%. Ciò corrisponde ad un abbattimento quasi totale delle emissioni ad oggi presenti nelle unità che è previsto si allaccino al teleriscaldamento.

L’anomalia segnalata di tale dato, condivisa fin da subito dallo scrivente, è dovuta al fatto che quota parte del calore che verrà fornito alle unità allacciate (circa il 40% dai documenti visionati) sarà generato presso la centrale oggetto di questa valutazione che bruciando metano (quindi attraverso lo stesso processo di combustione delle caldaie ad oggi esistenti) produce l’energia termica alle stesse unità ed in aggiunta produrrà energia elettrica.

L’analisi che segue è quindi stata effettuata al fine di verificare sulla base di quali presupposti e dati si sia arrivati a tale risultato, che oltre a comunicare uno scenario estremamente positivo per la Città di Lecco derivante dall’introduzione di una centrale elettrica e termica della potenzialità complessiva di circa 25 MW, viene richiamato al capitolo 5 (pagina 33) del Documento a giustificazione del giudizio di non significatività dell’impatto atmosferico (Figura 2).

In considerazione degli esiti delle simulazioni modellistiche e della prevista riduzione delle emissioni di CO e NO_x, dovute principalmente allo spegnimento delle caldaie domestiche (Capitolo 3), si ritiene che l'impatto atmosferico complessivo nello Scenario di Progetto Definitivo possa ritenersi migliorativo in quanto nello Scenario di Progetto Definitivo è prevedibile un significativo decremento delle emissioni di NOX nel territorio comunale di Lecco.

Figura 2 conclusioni del Documento in merito all'impatto atmosferico del progetto

3 Analisi dei dati

Da una prima analisi dei dati della tabella 4 del Documento sopra riportata si evidenzia subito quale dato anomalo il valor di emissione degli inquinanti della situazione attuale che paiono molto oltre le potenzialità di una frazione di una città di 50.000 abitanti scarsi.

Proviamo quindi a risalire al dato indicato nella tabella citata.

A questo punto è necessario segnalare come nel Documento analizzato non solo non sia indicata la fonte dei dati, ma neppure i calcoli utilizzati per i dati da essi derivati. Quindi le considerazioni che seguono per alcuni dati di partenza saranno basate interamente su quanto dichiarato nel Documento (senza la possibilità di una verifica).

3.1 La situazione attuale

Come sopra indicato fin dalla prima lettura del documento il dato che pare anomalo è quello relativo alla definizione dei volumi di inquinanti emessi nella situazione attuale.

A questo proposito il Documento elenca i dati da cui è possibile ricavare tale dato alla tabella 3 di pagina 8 (Figura 3).

Tabella 3 – Stima calcolo flussi caldaie domestiche del Comune di Lecco	
Energia termica all'utenza	43.050 MWh/anno
Potenza media installata per riscaldamento	7,2 kWt
Ore equivalenti riscaldamento	1.050 h/anno
Numero utenze domestiche stimate	5.694
Consumo gas naturale	4.892.437 Nm ³ /anno
Portata fumi annua (tenore di O ₂ = 3%)	63.601.677 Nm ³ /anno
CO	6.678.176 kg/anno
NO _x	13.356.352 kg/anno

Figura 3 dati di origine per il calcolo delle emissioni della situazione attuale

Purtroppo lo stesso documento, come sopra già segnalato, non indica quali inferenze siano state operate su questi dati per arrivare al risultato indicato nelle due ultime righe della tabella che indica i valori di emissione dei due inquinanti considerati.

Si dichiara però che il dato deriva dall'ipotesi di considerare il caso limite (e quindi peggiorativo) di una emissione di inquinanti sempre pari ai limiti consentiti di legge per questo tipo di inquinanti negli impianti domestici tipo ipotizzati. Nella fattispecie i limiti considerati e dichiarati sono:

- Limiti emissivi caldaie domestiche (Delibera Regione Lombardia VII/6501 del 2021, tenore di O₂ al 3%):
 - NO_x = **200 mg/Nm³**
 - CO = **100 mg/Nm³**

Con un primo approssimativo calcolo (senza allineare pressione, temperatura tra i limiti e le condizioni dei fumi la cui portata è stata considerata dati, tra l'altro non indicati), ma che può considerarsi significativo in termini di valori assoluti la quantità annua di inquinanti possiamo ricavarla moltiplicando la portata annua per le concentrazioni limite di inquinanti considerati secondo la semplice formula seguente:

$$\text{Massa } mg/anno = \text{Concentrazione limite } [mg/Nm^3] \times \text{Portata annua } [Nm^3/anno]$$

Applicando la formula si ottiene:

- **NO_x:**

$$200 \times 63.601.677 = 12.720.335.400 \text{ } mg/anno$$

- **CO:**

$$100 \times 63.601.677 = 6.360.167.700 \text{ } mg/anno$$

Questi valori sono espressi in milligrammi all'anno, per essere confrontati con quelli indicati in tabella 3 e utilizzati nel confronto di tabella 4 dobbiamo allinearli dal punto di vista delle unità di misura trasformando i mg/anno in kg/anno e t/anno che sono le unità di misura rispettivamente utilizzate nelle tabelle 3 e 4 del Documento. Le formule di trasformazione sono le seguenti:

$$kg/anno = \frac{mg/anno}{10^6}$$

$$t/anno = \frac{mg/anno}{10^9}$$

- **NO_x:**

$$12.720.335.400 \text{ } mg/anno = 12.720,34 \text{ } kg/anno = 12,72 \text{ } t/anno$$

- **CO:**

$$6.360.167.700 \text{ } mg/anno = 6.360,17 \text{ } kg/anno = 6,36 \text{ } t/anno$$

Pur non coincidendo i valori specifici (probabilmente per ipotesi su pressione e temperatura dei fumi che non sono però esplicitate, si può rilevare che i valori sono quasi coincidenti al netto di un fattore 10³ (mille) che parrebbe quindi potersi attribuire ad un errore di trasformazione di unità di misura.

Al netto delle considerazioni possibili sulla riparametrizzazione tra i limiti (considerati a pressione atmosferica, temperatura di 273,15K e tenore di ossigeno O₂=3%) ed il flusso dei fumi di cui conosciamo solo il tenore di ossigeno coerente con il 3%, **il valore di confronto degli inquinanti NO_x**

e CO per la situazione attuale utilizzato per il confronto con gli stessi valori del progetto è stato sovrastimato di un fattore 10^3 (mille).

In realtà la situazione emissiva post intervento nelle ipotesi indicate nel documento risulta dello stesso ordine di grandezza della situazione attuale.

3.2 Lo scenario di progetto definitivo

Per completezza dell'analisi si è inoltre proceduto al ricalcolo anche delle emissioni di progetto. Per esse il calcolo è stato effettuato sulla base dei dati contenuti nella tabella 14 (pag. 21) del Documento (Figura 4), e tabella 6 (pag. 10) del Documento (Figura 5)

Tabella 14 – Caratterizzazione dei fumi delle sorgenti emissive – emissioni nello Scenario di Progetto Definitivo							
Parametro	E01-CHP	E02-CHP	E03-CHP	EC01	EC02	EC03	EC04
Portata dei fumi secca	6.356 Nm ³ /h	6.356 Nm ³ /h	1.150 Nm ³ /h	5.011 Nm ³ /h	5.011 Nm ³ /h	9.504 Nm ³ /h	9.504 Nm ³ /h
Temperatura fumi in uscita	120 °C	120 °C	120 °C	120 °C	120 °C	120 °C	120 °C
Tenore di O ₂	10%	10%	10%	3%	3%	3%	3%
Velocità fumi in uscita	15,88 m/s	15,88 m/s	22,99 m/s	8,35 m/s	8,35 m/s	29,23 m/s	29,23 m/s
Funzionamento (ore/anno)	7.749	5.248	8.720	137	137	137	137

Figura 4 Dati relativi alle emissioni in progetto

Tabella 6 – Limiti Normativi di emissione per lo Scenario di Progetto Definitivo				
Sorgente	Inquinante	Limite (mg/Nm ³)	Tenore di O ₂	Fonte normativa
CHP1 – CHP2	NO _x	75	5%	DGR 3934/2012
	CO	100		
	NH ₃	5		
	PTS	5		
CHP4	NO _x	500	5%	D.LGS. 152/2006
	CO	100		
	NH ₃	-		
	PTS	5		
C1 – C2 C3 – C4	NO _x	120	3%	DGR 3934/2012
	CO	100		
	NH ₃	-		
	PTS	-		

Figura 5 Dati di riferimento dei limiti adottati per le emissioni in progetto

3.2.1 Valori senza riparametrizzazione

Partendo da questi dati è possibile calcolare la quantità di emissioni annua in Kg per Nox e per CO utilizzando le stesse formule di calcolo indicate per la situazione attuale senza quindi tenere in alcun conto la riparametrizzazione dei dati alle condizioni dei limiti. I risultati ottenuti sono i seguenti:

SCENARIO DI PROGETTO DEFINITIVO

	Portata dei fumi secca [Nm ³ /h]	ore annue di funzionamento [h/aa]	portata annua fumi secca [Nm ³ /aa]	Nox Limite [mg/Nm ³]	CO Limite [mg/Nm ³]	Emissione annua Nox [kg]	Emissione annua CO [kg]
Cog-01	6.356	7.749	49.252.644,00	75	100	3.693,95	4.925,26
Cog-02	6.356	5.248	33.356.288,00	75	100	2.501,72	3.335,63
Cog-03	1.150	8.720	10.028.000,00	500	100	5.014,00	1.002,80
CAC-01	5.011	137	686.507,00	120	100	82,38	68,65
CAC-02	5.011	137	686.507,00	120	100	82,38	68,65
CAC-03	9.504	137	1.302.048,00	120	100	156,25	130,20
CAC-04	9.504	137	1.302.048,00	120	100	156,25	130,20
						11.686,92	9.661,40

Quindi i risultati calcolati sono compatibili con i risultati dichiarati nello studio preliminare in analisi, nella tabella 4 a pagina 9 del Documento:

Inquinante	Emissioni calcolate nello studio preliminare (t/anno)	Emissioni calcolate nella relazione attuale (t/anno)
NOx	12	11,7
CO	10	9,6

3.2.2 Valori riparametrizzati

Come sopra indicato i valori per poter essere correttamente calcolati necessiterebbero di coerenza completa tra le condizioni dei due fattori utilizzati: il limite di concentrazione di legge ed il valore di portata dei fumi in uscita ai camini. Per quanto riguarda le condizioni di progetto i dati necessari a tale riparametrizzazione sono stati forniti alle tabelle 6 e 14 del documento sopra riportate.

Per una verifica più corretta dei dati di emissione calcolati secondo la metodologia proposta nel documento di seguito si indicano le formule di riparametrizzazione ed i rispettivi risultati.

Consideriamo che i valori limite indicati sono da intendersi alle seguenti condizioni di riferimento: temperatura pari a $0\text{ }^{\circ}\text{C} = 273,15\text{ K}$; pressione $101,325\text{ kPa}$ e tenore di ossigeno come indicato alla già citata tabella 6 del documento.

Considerato che l'emissione avviene in atmosfera e possiamo pensare che quindi non richieda alcuna correzione, dobbiamo riparmetrare il valore della portata secca indicata in tabella 14 del Documento ai valori di tenore di ossigeno e temperatura dei limiti utilizzati.

Questa operazione si effettua attraverso le seguenti formule:

- per standardizzare la portata in base alla temperatura effettiva di emissione:

$$Q_{std} = Q_{mis} \times \frac{T_{rif}}{T_{mis}}$$

- per standardizzare la portata in base al tenore di O_2 della portata considerata:

$$F_{\text{O}_2} = \frac{21 - \text{O}_{2,ref}}{21 - \text{O}_{2,meas}}$$
$$Q_{(\text{O}_{2,ref})} = Q_{(\text{O}_{2,mis})} \times F_{\text{O}_2}$$

Di seguito i risultati ottenuti:

SCENARIO DI PROGETTO DEFINITIVO RIPARAMETRIZZATO

	Portata dei fumi secca [Nm ³ /h]	ore annue di funzionamento [h/aa]	Temperatura fumi in uscita [°C]	Tenore di O ₂ [%]	portata annua fumi secca riparametrizzata [Nm ³ /aa]	NO _x Limite [mg/Nm ³]	CO Limite [mg/Nm ³]	Emissione annua Nox [kg]	Emissione annua CO [kg]
Cog-01	6.356	7.749	120	10	49.773.682,34	75	100	3.733,03	4.977,37
Cog-02	6.356	5.248	120	10	33.709.160,53	75	100	2.528,19	3.370,92
Cog-03	1.150	8.720	120	10	10.134.085,12	500	100	5.067,04	1.013,41
CAC-01	5.011	137	120	3	476.966,52	120	100	57,24	47,70
CAC-02	5.011	137	120	3	476.966,52	120	100	57,24	47,70
CAC-03	9.504	137	120	3	904.627,78	120	100	108,56	90,46
CAC-04	9.504	137	120	3	904.627,78	120	100	108,56	90,46
								11.659,84	9.638,01

Pur arrivando a risultati non coincidenti anche in questo caso non vi sono significativi scostamenti tra quanto previsto nello studio preliminare in analisi infatti si annullano gli effetti opposti di riparametrizzazione della temperatura e del tenore di ossigeno:

Inquinante	Emissioni calcolate nello studio preliminare (t/anno)	Emissioni calcolate nella relazione attuale con riparametrizzazione (t/anno)
NO _x	12	11,7
CO	10	9,6

3.2.3 Riparametrizzazione dello scenario attuale

A scopo di completezza si prova anche a delineare uno scenario di riparametrizzazione delle emissioni degli inquinanti relativa allo scenario attuale.

Considerato che il dato della portata fornito è coerente in termini di tenore di ossigeno con il limite considerato nel calcolo, resta solo la necessità di ipotizzare una temperatura di uscita dei fumi media (dalla tabella 3 del documento si evince che stiamo parlando di una ipotesi di 5694 utenze domestiche) per determinare la portata normalizzata al limite considerato.

Le unità abitative da allacciare si presentano certamente in modo eterogeneo in termini di tipologia di impianto; è presumibile che la composizione comprenda prevalentemente caldaie tradizionali "da appartamento", caldaie a condensazione e caldaie condominiali di potenza maggiore.

È chiaro che la temperatura dei fumi attesa per le diverse tipologie è diversa, possiamo tuttavia poter ipotizzare una temperatura dei fumi media pari a 90°C tenendo conto di un bilanciamento tra le caldaie tradizionali e condominiali che presentano una temperatura uguale o superiore a 120°C e le caldaie a condensazione che possono presentare temperature in uscita intorno ai 70/80 °C.

Con queste ipotesi di partenza e attraverso le considerazioni già sopra esposte ricalcoliamo le emissioni annuali della configurazione attuale da confrontare con quelle riparametrate di progetto.

SCENARIO SITUAZIONE ATTUALE RIPARAMETRIZZATO

Portata dei fumi secca [Nm ³ /aa]	T fumi in uscita [°C]	Tenore di O ₂ [%]	portata annua fumi secca riparametrizzata [Nm ³ /aa]	NO _x Limite [mg / Nm ³]	CO Limite [mg / Nm ³]	Emission e annua Nox [kg]	Emission e annua CO [kg]
63.601.677	120	3	47.839.180	200	100	9.567,84	4.783,92

4 Confronto dei dati

Sulla base dei risultati ottenuti sulla base dei dati contenuti nel Documento in analisi e delle considerazioni sopra effettuate di seguito si ridefinisce la tabella di confronto tra la situazione attuale e quella “a regime” di progetto per quanto riguarda l’emissione dei principali inquinanti individuati nello studio presentato.

4.1 Situazione prevista nel Documento presentato agli enti:

Inquinante	Emissioni Stato Attuale da caldaie domestiche nel Comune di Lecco [t/anno]	Emissioni Scenario di Progetto Definitivo da cogeneratori e caldaie [t/anno]	Variazione % a regime del progetto in termini di flusso di massa
NOx	13.356	12	- 99,9 %
CO	6.678	10	- 99,9 %

4.2 Situazione ricalcolata senza tenere conto della normalizzazione dei dati:

Inquinante	Emissioni Stato Attuale da caldaie domestiche nel Comune di Lecco [kg/anno]	Emissioni Scenario di Progetto Definitivo da cogeneratori e caldaie [kg/anno]	Variazione % a regime del progetto in termini di flusso di massa
NOx	12.720,34	11.686,92	- 8,12 %
CO	6.360,17	9.661,40	+ 51,90 %

4.3 Situazione ricalcolata tenendo conto della normalizzazione dei dati¹:

Inquinante	Emissioni Stato Attuale da caldaie domestiche nel Comune di Lecco [kg/anno]	Emissioni Scenario di Progetto Definitivo da cogeneratori e caldaie [kg/anno]	Variazione % a regime del progetto in termini di flusso di massa
NOx	9.567,84	11.659,84	+ 21,86 %
CO	4783,92	9.638,01	+ 101,47 %

¹ Si ricorda che all’interno di questo calcolo è stata introdotta l’unica ipotesi del redattore di questa relazione e non presente nel Documento analizzato che riguarda la temperatura di uscita dei fumi da utilizzare per la riparametrizzazione della portata considerata della situazione attuale.

5 Considerazioni sui dati

I valori considerati nella relazione analizzata sono inficiati da un errore che influisce in modo sostanziale le conclusioni in essa contenute, presentando effetti di miglioramento da parte dell'intervento in progetto che non ci sono.

La relazione, almeno per la parte aria, è inoltre fondata su dati la cui origine non è dichiarata e che non sono quindi verificabili; anche i calcoli effettuati per giungere alle conclusioni raggiunte non sono esplicitati e non è quindi possibile effettuare alcuna verifica puntuale.

Le considerazioni sopra effettuate possono però portare alla conclusione che il calcolo delle emissioni di inquinanti NOx e CO presenta un grossolano errore.

Alla luce di quanto emerso si vuole specificare che i risultati ricalcolati sono stati definiti sulla base delle informazioni contenute nel documento in analisi con la sola eccezione segnalata.

I valori ricalcolati sono peraltro da considerare coerenti con i dati contenuti nell'Inventario Regionale delle Emissioni realizzato da ARPA LOMBARDIA nel 2021 (ultimo dato disponibile da INEMAR Regione Lombardia).

I dati raccolti sono relativi alle emissioni dei due inquinanti considerati derivanti da combustione non industriale di metano. Essi sono resi in forma aggregata per la Regione Lombardia, la Provincia di Lecco e il Comune di Lecco. Si riportano di seguito una tabella riassuntiva e gli estratti grafici dei dati verificati.

Si ricorda che tali dati sono liberamente disponibili e consultabili sul web al seguente indirizzo:

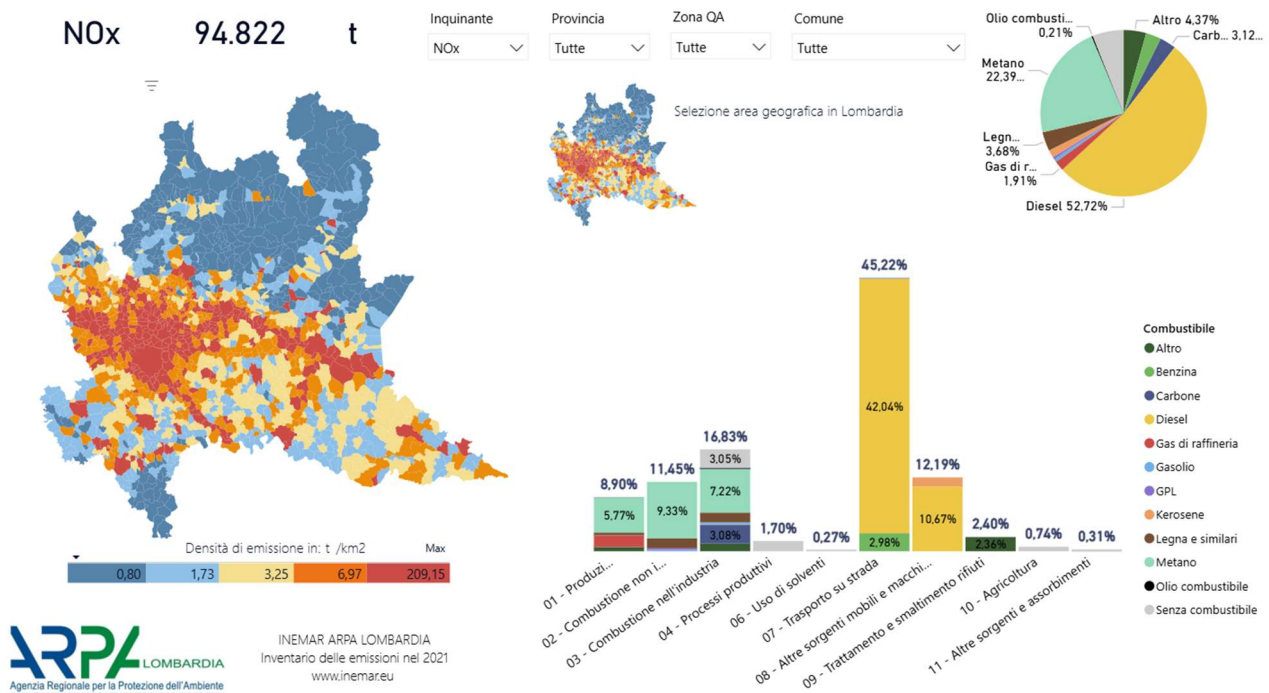
<https://www.arpalombardia.it/temi-ambientali/aria/inventario/inventario-delle-emissioni>

5.1 Tabella riassuntiva dati INEMAR ARPA LOMBARDIA

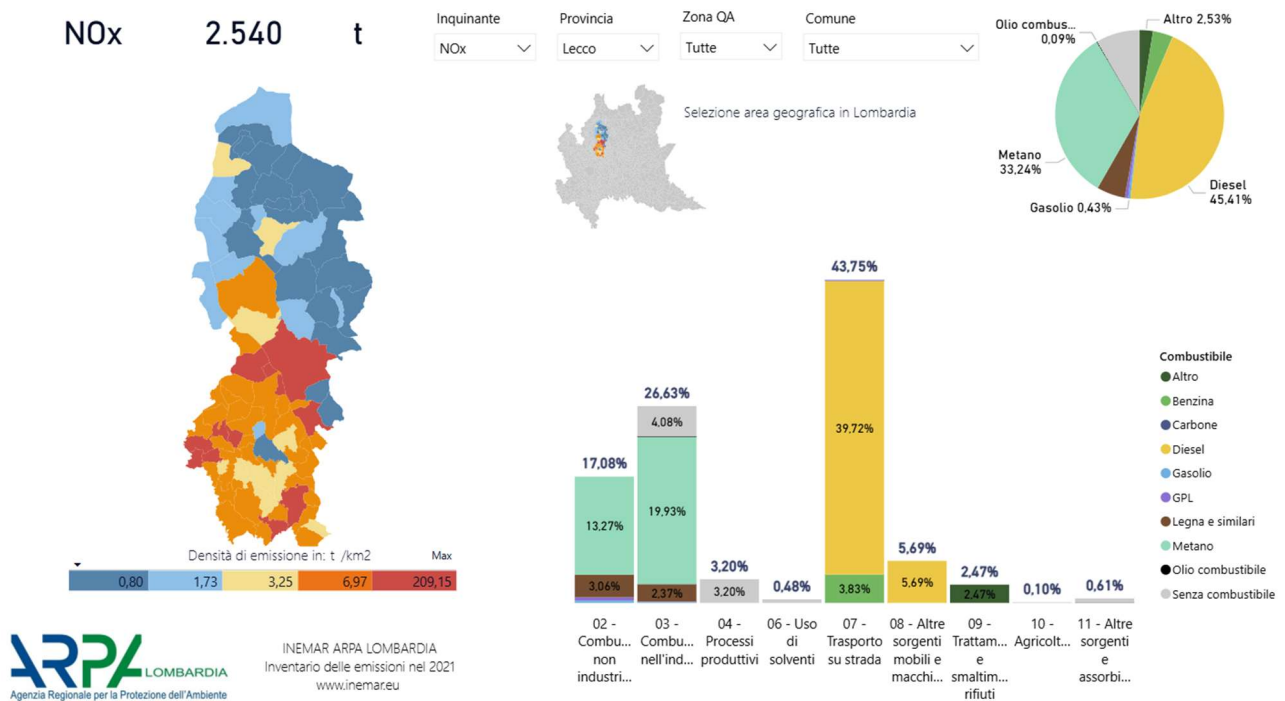
Emissioni censite 2021	totale	combustione CH4 non industriale		totale	combustione CH4 non industriale	
	[t]	%	[t]	[t]	%	[t]
Lombardia 	94.822	9,33%	8.847	170.083	3,79%	6.446
Provincia Lecco 	2.540	13,27%	337	5.674	4,31%	245
Città Lecco 	478	10,26%	49	1.070	3,35%	36

5.2 Valori relativi a NOx

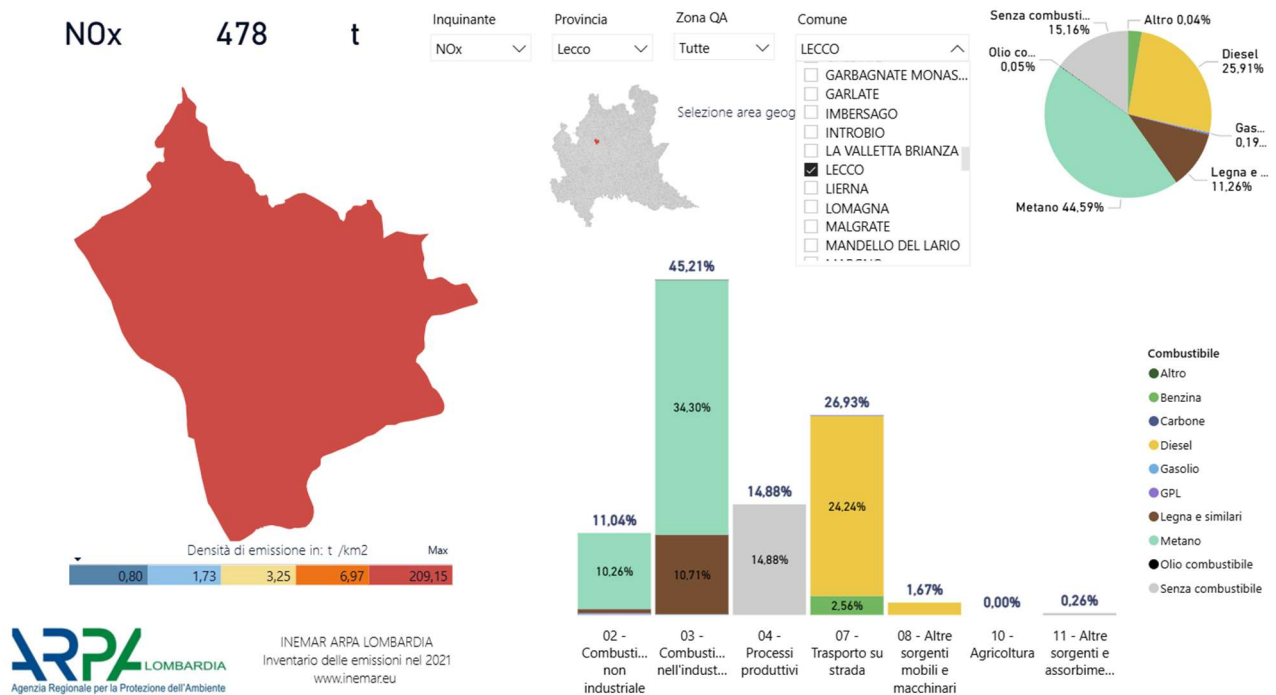
5.2.1 Regione Lombardia



5.2.2 Provincia di Lecco

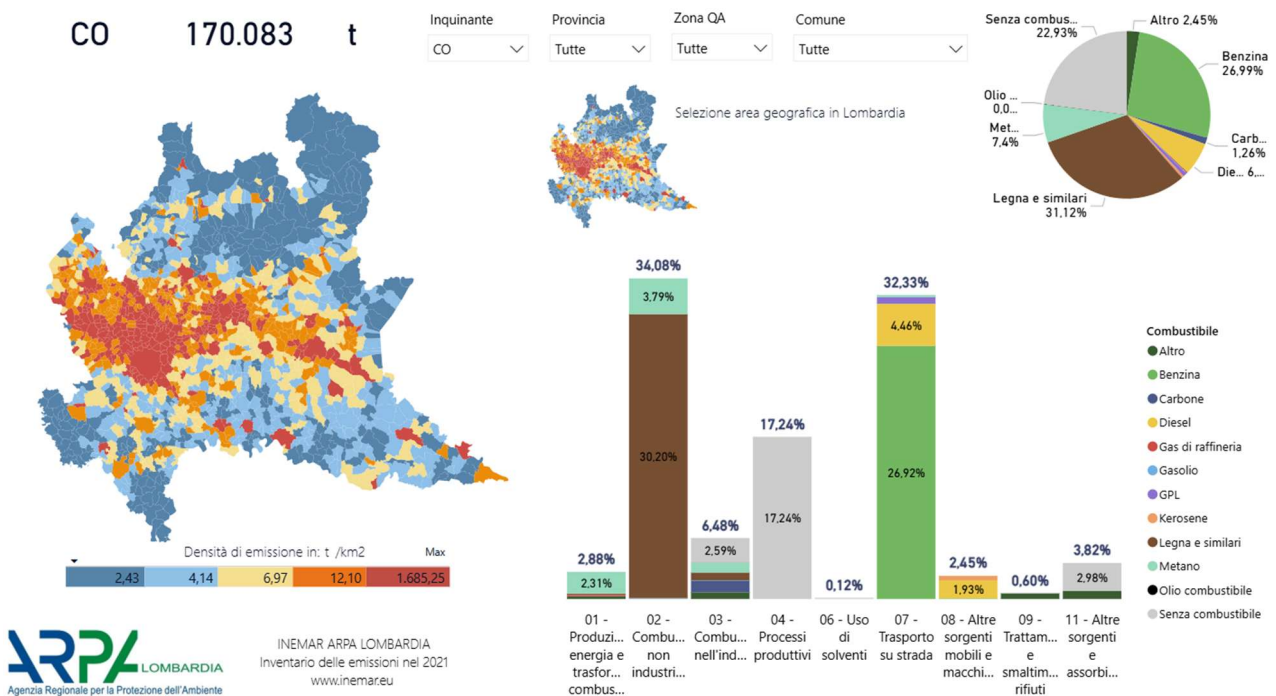


5.2.3 Comune di Lecco

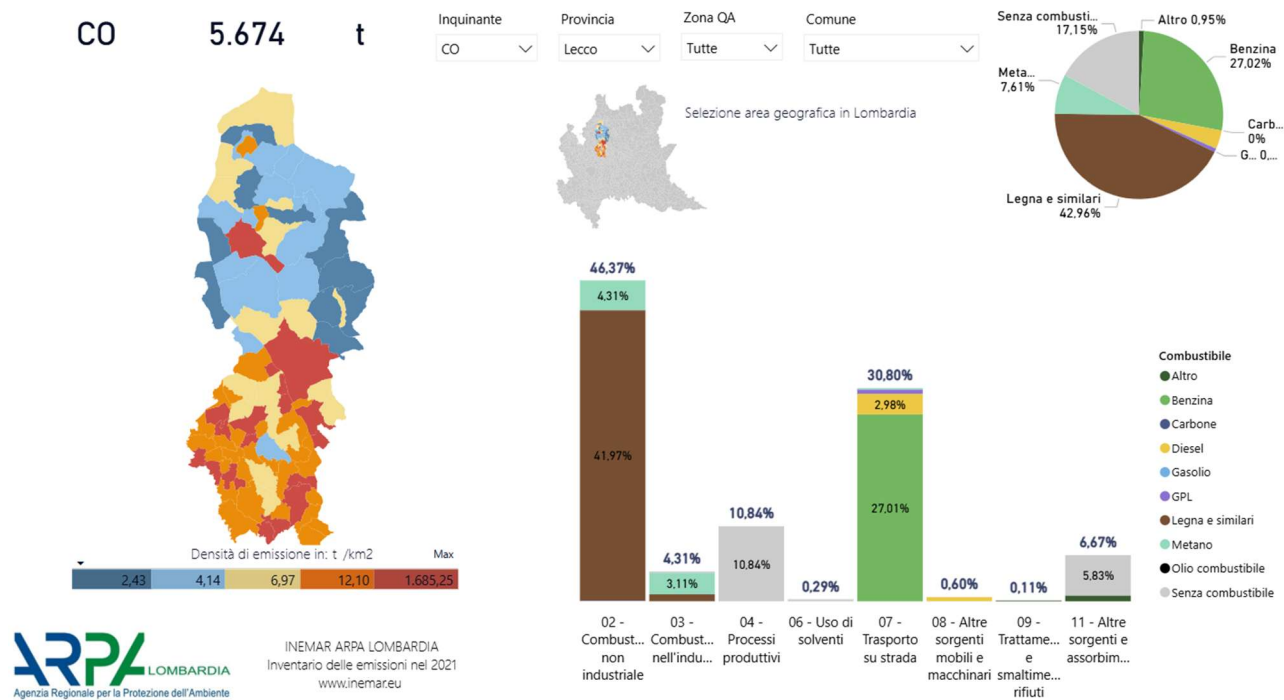


5.3 Valori relativi a CO

5.3.1 Regione Lombardia



5.3.2 Provincia di Lecco



5.3.3 Comune di Lecco

