



Work in Progress Srl
Corso di Porta Romana, 6
20122 Milano
t +39 02 78621700
www.wip.it

committente

EQUINIX HYPERSCALE 2 (ML7) Srl

NUOVO DATA CENTER A SETTIMO MILANESE (MI)

| commessa | file | | | |
|----------------|------------------|---------|-------------|-----------|
| 20-02 ML7 | ML7-CC6-T02.docx | | | |
| data emissione | revisione | redatto | controllato | approvato |
| 15.06.2022 | - | LPP | LV | LV |

STUDIO DI FATTIBILITA'

STUDIO PRELIMINARE
AMBIENTALE - ALLEGATO 1 -
STUDIO DISPERSIONI
INQUINANTI IN ATMOSFERA

cod. elaborato

CC6 T02

INDICE

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUZIONE | 3 |
| 2 | RIFERIMENTI NORMATIVI | 5 |
| 3 | CARATTERISTICHE METEOCLIMATICHE DELL'AREA | 5 |
| 3.1 | IL MODELLO METEOROLOGICO CALMET | 5 |
| 3.2 | TEMPERATURA | 7 |
| 3.3 | PRECIPITAZIONI | 8 |
| 3.4 | DIREZIONE E VELOCITÀ DEL VENTO | 10 |
| 4 | STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA | 12 |
| 4.1 | OSSIDI DI AZOTO (NO _x) | 14 |
| 4.2 | PARTICOLATO ATMOSFERICO (PM ₁₀) | 17 |
| 4.3 | MONOSSIDO DI CARBONIO (CO) | 22 |
| 4.4 | AMMONIACA (NH ₃) | 24 |
| 5 | SIMULAZIONE DELLA DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI | 27 |
| 5.1 | DESCRIZIONE DEL MODELLO CALPUFF | 27 |
| 5.2 | CARATTERISTICHE DELLE SORGENTI EMISSIVE | 29 |
| 5.3 | DOMINIO DI CALCOLO E RECETTORI SENSIBILI CONSIDERATI | 34 |
| 5.4 | EFFETTO DOWNWASH | 36 |
| 5.5 | CALCOLO DELLE CONCENTRAZIONI DI NO ₂ | 37 |
| 6 | RISULTATI DELLE SIMULAZIONI | 38 |
| 6.1 | SCENARIO DI MANUTENIONE | 38 |
| 6.2 | SCENARIO DI EMERGENZA | 46 |
| 7 | CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE | 53 |

1 INTRODUZIONE

La presente relazione costituisce l'Allegato 1 "Studio di dispersione degli inquinanti in atmosfera" allo Studio Preliminare Ambientale relativo all'installazione ed esercizio di 19 generatori di emergenza a servizio del nuovo Datacenter di Equinix in costruzione a Settimo Milanese (MI), che verrà ospitato in due edifici di nuova costruzione denominati "ML7" ed "ML8".

In particolare si segnala che:

- n. 12 generatori di emergenza saranno a servizio dell'edificio denominato ML7;
- n. 7 generatori saranno a servizio dell'edificio "ML8".

Il data center sarà alimentato elettricamente dalla Stazione Elettrica denominata "Baggio" nel comune di Settimo Milanese con un elettrodotto in cavo interrato (in alta tensione e composto di due linee di cui una prevista come riserva) che si collega ad una nuova stazione di trasformazione AT/MT (sempre dotata di impianto di riserva) realizzata in prossimità degli edifici ML7 e ML8.

Per questo motivo un eventuale funzionamento dei generatori è previsto solo ed unicamente nel caso di un evento accidentale che comporti l'interruzione dell'alimentazione elettrica principale dalla stazione di Baggio; di conseguenza, il totale delle ore di possibile funzionamento dei generatori e la loro eventuale distribuzione nel corso dell'anno solare non è prevedibile. Ai fini del presente studio si è assunto che il funzionamento di emergenza non superi le 2 ore continuative.

È prevista inoltre l'accensione dei generatori in occasione dell'ordinaria manutenzione che prevede i seguenti test di funzionamento:

- un test mensile di funzionamento a pieno carico in modo alternato, un generatore alla volta, della durata di 5 minuti per generatore;
- un test ogni 1,5 mesi di funzionamento a pieno carico in modo alternato, un generatore alla volta della durata di 30 minuti per generatore;
- un test ogni 4 mesi di funzionamento a pieno carico in modo alternato, un generatore alla volta, della durata di 60 minuti per generatore;
- un test annuale di funzionamento a pieno carico in modo alternato, un generatore alla volta, della durata di 120 minuti per generatore;
- un test annuale di 60 minuti, con tutti i generatori contemporaneamente per singolo edificio;

per un totale di 132 ore complessive di test di funzionamento per i generatori di ML7 e di 77 ore per i generatori di ML8.

In aggiunta alle attività di test e manutenzione dei gruppi di emergenza, questi ultimi saranno accesi anche durante le attività di manutenzione delle unità UPS che si svolgeranno una volta l'anno per complessive 34 ore per ML7 e 18 ore per ML8. Queste attività si svolgeranno in momenti dell'anno diversi sia tra loro sia rispetto alle attività di testing dei generatori indicate in precedenza.

Il funzionamento dei generatori in condizioni ordinarie è previsto pertanto pari a 166 ore cumulative per ML7 e 95 ore cumulative per ML8 (per un totale pari a 261 ore).

L'accensione e lo spegnimento di ogni generatore in caso di assenza dell'alimentazione elettrica è automatico e la fase di entrata in regime in termine di carico e di emissioni è immediata.

Nell'ambito dello Studio Preliminare Ambientale, il presente documento si propone di valutare, attraverso l'utilizzo di una simulazione modellistica, l'impatto sulla qualità dell'aria della dispersione degli inquinanti emessi a camino dai generatori sia durante la normale attività di manutenzione, sia per il funzionamento di emergenza.

Con approccio cautelativo, lo scenario manutentivo considerato (Scenario 1) per la simulazione è il test annuale di maggiore durata (120 minuti) ovvero quello che prevede l'accensione sequenziale di tutti i 19 generatori a pieno carico per 120 minuti ciascuno assumendo che le attività procedano ad un ritmo pari a due generatori al giorno, uno alla mattina ed uno il pomeriggio, per un periodo complessivo pari a 9,5 giorni/mese. Tale scenario emissivo, sebbene riferito ad un test annuale è

stato ripetuto per ogni mese dell'anno, allo scopo di valutare la dispersione degli inquinanti durante i normali test di funzionamento, considerando la variabilità delle condizioni meteorologiche nel corso di un anno solare.

Inoltre, lo studio ha preso in esame il verificarsi di una condizione di emergenza (Scenario 2), che comporti l'accensione contemporanea di tutti i generatori per 2 ore consecutive. Per valutare gli effetti sulla qualità dell'aria di tale scenario emergenziale è stato utilizzato un approccio di tipo stocastico, volto a stimare la probabilità di ricadute al suolo significative presso i recettori limitrofi all'impianto. L'evento emergenziale (durata 2 ore) è stato simulato con una frequenza di accadimento ogni 26 ore per un intero anno (N=337), al fine di considerare la variabilità delle diverse condizioni meteorologiche nelle diverse ore del giorno e nelle diverse stagioni dell'anno.

Lo studio infine ha preso in considerazione sia una configurazione base dei generatori, utilizzando i dati emissivi forniti dal costruttore, sia la possibilità di installazione di filtri SCR (Selective Catalytic Reduction) volti a ridurre in maniera significativa le emissioni di NO_x.

Lo studio è stato condotto in accordo alle linee guida ARPA Lombardia "Indicazioni relative all'utilizzo di tecniche modellistiche per la simulazione della dispersione di inquinanti negli studi di impatto sulla componente atmosfera" – ottobre 2018.

Gli inquinanti considerati nella simulazione modellistica sono:

- biossido di azoto (NO₂);
- particolato atmosferico (PM₁₀);
- monossido di carbonio (CO);
- ammoniaca (NH₃), in caso di utilizzo della tecnologia SCR, e il rischio di trascinarsi (slip) di ammoniaca.

Lo studio è stato elaborato attraverso le seguenti fasi:

- Definizione degli Standard di Qualità dell'Aria relativi agli inquinanti considerati, con cui confrontare i risultati del modello (Capitolo 2)
- Definizione delle caratteristiche meteorologiche nell'area di studio, effettuata mediante l'analisi dei dati da centraline meteo presenti nella zona rielaborati da un preprocessore meteorologico. Allo scopo è stato acquisito ed analizzato il set di dati per l'intero anno 2021 (Capitolo 3).
- Caratterizzazione dello stato attuale della qualità dell'aria, effettuata mediante l'analisi dei dati registrati ed elaborati da ARPA Lombardia con riferimento ai parametri considerati nel presente studio (Capitolo 4).
- Simulazione della dispersione degli inquinanti emessi in atmosfera, tramite la modellizzazione delle sorgenti emissive e degli effetti scia dovuti agli edifici circostanti e l'impostazione delle griglie di calcolo e dei recettori sensibili. (Capitolo 5).
- Per ciascun inquinante sono stati quindi calcolati i valori di concentrazione al livello del suolo negli opportuni termini medi e/o percentili necessari per effettuare i confronti con gli standard di qualità dell'aria.
- I risultati delle simulazioni (Capitolo 6) sono riportati sotto forma di tabelle e mappe di ricaduta, al fine di valutare le possibili modificazioni della qualità dell'aria nell'area circostante l'impianto in oggetto. Le simulazioni modellistiche di ricaduta al suolo degli inquinanti emessi sono state prodotte utilizzando il modello CALPUFF (v. 7.2.1) in catena al preprocessore meteorologico CALMET (v. 6.5.0). Per l'elaborazione dei dati di output al modello è stato utilizzato CALPOST (v. 7.1.0).
- Il Capitolo 7 riporta delle considerazioni conclusive relative allo studio.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Il principale riferimento normativo a livello nazionale in materia di qualità dell'aria è il Decreto Legislativo n. 155 del 13/08/2010, Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

Con riferimento agli inquinanti esaminati nel presente studio, i valori limite per la tutela della qualità dell'aria stabiliti dal D.Lgs. 155/2010, Allegato XI, sono indicati in Tabella 1.

| INQUINANTE | LIVELLO DI CONCENTRAZIONE | PERIODO DI MEDIAZIONE | VALORE LIMITE |
|------------------|---|---|---|
| CO | Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana | Massimo giornaliero della media mobile calcolata su 8 ore | 10 mg/m ³ |
| NO ₂ | Valore limite orario per la protezione della salute umana | 1 ora | 200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte per anno civile |
| | Valore limite annuale per la protezione della salute umana | Anno civile | 40 µg/m ³ |
| PM ₁₀ | Valore limite giornaliero per la protezione della salute | 24 ore | 50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per anno civile |
| | Valore limite annuale per la protezione della salute umana | Anno civile | 40 µg/m ³ |

Tabella 1 | Valori limite per la tutela della qualità dell'aria stabiliti dal D.Lgs. 155/2010

Le normative nazionali ed europee non stabiliscono valori limite o standard da rispettare per le concentrazioni in aria ambiente di NH₃. Le Linee Guida WHO (Air Quality Guidelines for Europe – second edition, 2000) stabiliscono il livello critico per l'ambiente per i composti azotati. I livelli critici sono basati su un'indagine di evidenze scientifiche pubblicate di effetti fisiologici ed ecologicamente importanti solo sulle piante, in particolare acidificazione ed eutrofizzazione. Il livello critico fissato per l'NH₃ è di 270 µg/m³ come media giornaliera.

3 CARATTERISTICHE METEOCLIMATICHE DELL'AREA

3.1 IL MODELLO METEOROLOGICO CALMET

I dati meteorologici relativi all'anno 2021 usati nelle simulazioni del presente studio sono stati ricostruiti mediante l'applicazione del modello CALMET, in base ai dati rilevati nelle stazioni SYNOP ICAO (International Civil Aviation Organization) di superficie e profilometriche presenti sul territorio nazionale e ai dati rilevati nelle stazioni locali sito-specifiche della rete ARPA Lombardia presenti in un dominio di 20 x 20 km centrato nell'area di progetto (Origine SW x = 493374.00 m E - y = 5026414.00 m N UTM fuso 32 – WGS84) con una risoluzione spaziale orizzontale (dimensioni griglia) di 1000 m e una risoluzione verticale (quota livelli verticali) di 0-20-50-100-200-500-1000-2000-4000 m sul livello del suolo.

CALMET è un modello meteorologico in grado di generare campi di vento variabili nel tempo e nello spazio, punto di partenza per il modello di simulazione vero e proprio. I dati richiesti come input sono dati meteo al suolo e in quota (vento, temperatura, pressione), dati geofisici per ogni cella della griglia di calcolo (altimetria, uso del suolo), e dati al di sopra di superfici d'acqua, quando queste sono presenti (differenza di temperatura aria/acqua, vento, temperatura). In output, oltre ai campi di vento tridimensionali, si ottengono altre variabili come l'altezza di rimescolamento, la classe di stabilità, l'intensità di precipitazione, il flusso di calore e altri parametri per ogni cella del dominio di calcolo.

CALMET prende in considerazione i dati provenienti da diverse stazioni meteorologiche che si possono trovare in aria, al suolo o in corrispondenza di superfici acquose e delle quali si indicano le

coordinate all'interno della griglia di calcolo. Questi dati vengono utilizzati per creare un unico file meteorologico in cui le informazioni delle diverse stazioni vengono interpolate per ottenere valori che variano da cella a cella nella griglia meteorologica definita per la simulazione. Questa elaborazione delle informazioni provenienti dalle stazioni meteo avrà effetti sulla successiva fase di simulazione della dispersione degli agenti odorigeni, in particolare inciderà sul percorso seguito dal puff e quindi sulle concentrazioni percepite al suolo. Il modello diagnostico per il calcolo dei campi di vento utilizza un algoritmo in due fasi:

- nella prima fase una stima iniziale del campo di vento viene modificata in base agli effetti cinematici del terreno, dei pendii presenti, degli effetti di blocco.
- nella seconda fase, vengono introdotti i dati osservati dalle stazioni meteo all'interno del campo prodotto dalla prima, ottenendo così il campo di vento finale.

Nella Tabella 2 e Figura 3-1 sono indicate le stazioni meteo utilizzate per la ricostruzione del campo meteorologico.

| STAZIONE METEO | COORDINATE (UTM FUSO 32-WGS84) | DISTANZA DAL SITO DI PROGETTO | UTILIZZO IN CALMET |
|--|---------------------------------|-------------------------------|--|
| Stazione radiosondaggi SYNOP ICAO 16064-Cameri profilo | 521901.00 m E 5030755.00 m N | 19 km | Dati in quota |
| Stazione ARPA Lombardia Corsico – v.le Italia | 507619.00 m E 5031403.00 m N | 6,5 km | Dati di superficie sito specifici |
| Stazione ARPA Lombardia Rho – Scalo Fiorenza | 507155.00 m E 5040421.00 m N | 6,2 km | Dati di superficie sito specifici |
| Stazione di superficie SYNOP ICAO LINATE - LIML 160800 | 521662.00 m E 5032423.00 m N | 29 km | Per dati sinottici di pressione, copertura nuvolosa e altezza nubi |

Tabella 2 | Coordinate stazioni meteo

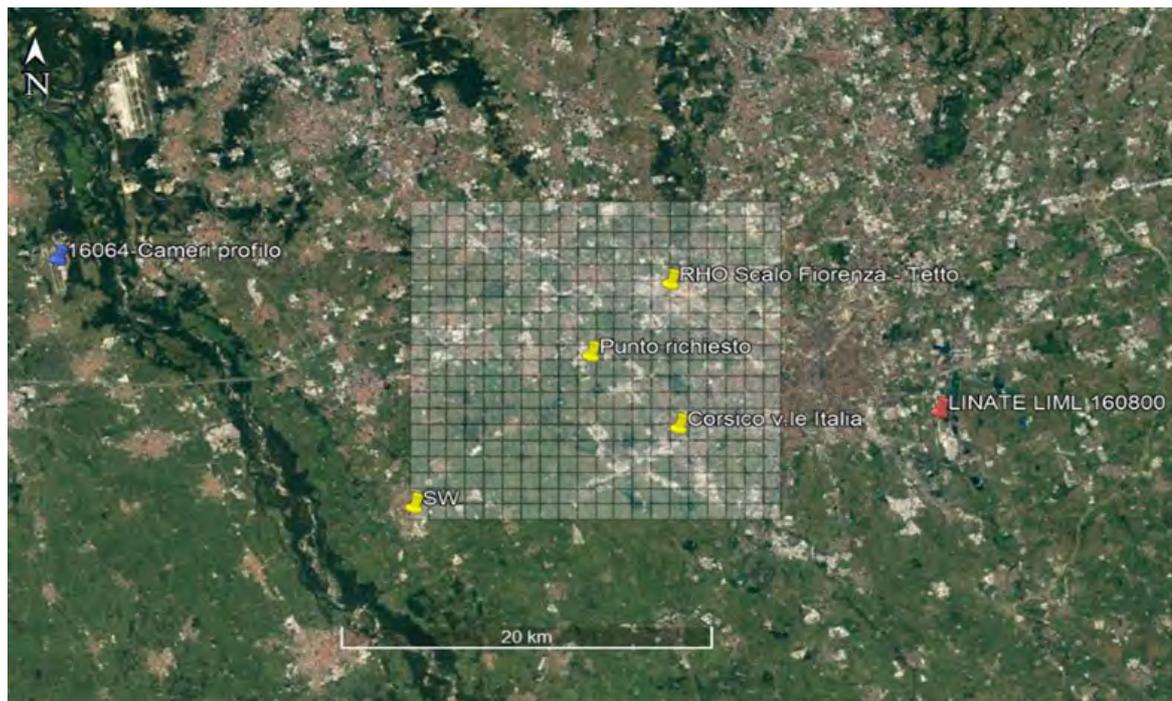


Figura 3-1 | Stazioni meteo e griglia meteorologica utilizzate in CALMET (fonte: elaborazione su Google Earth)

Nei paragrafi seguenti vengono riportati i principali parametri meteorologici misurati dalle stazioni di superficie e successivamente ricostruiti presso l'area di progetto tramite il preprocessore CALMET.

3.2 TEMPERATURA

3.2.1 DATI MISURATI PRESSO LE STAZIONI DI SUPERFICIE

| Periodo | Minima | Media | Massima |
|-----------|--------|-------|---------|
| Anno | -7.50 | 14.51 | 35.40 |
| Primavera | -0.10 | 13.40 | 26.50 |
| Estate | 15.30 | 24.79 | 35.40 |
| Autunno | 1.50 | 14.90 | 30.10 |
| Inverno | -7.50 | 4.74 | 20.50 |
| gen | -3.80 | 3.38 | 11.90 |
| feb | -3.00 | 7.86 | 20.50 |
| mar | -0.10 | 10.31 | 24.50 |
| apr | 2.10 | 12.78 | 26.50 |
| mag | 8.60 | 17.10 | 26.10 |
| giu | 15.50 | 24.58 | 34.60 |
| lug | 15.30 | 24.99 | 33.00 |
| ago | 16.40 | 24.80 | 35.40 |
| set | 12.70 | 21.70 | 30.10 |
| ott | 5.30 | 13.93 | 22.90 |
| nov | 1.50 | 9.10 | 16.90 |
| dic | -7.50 | 3.29 | 11.80 |

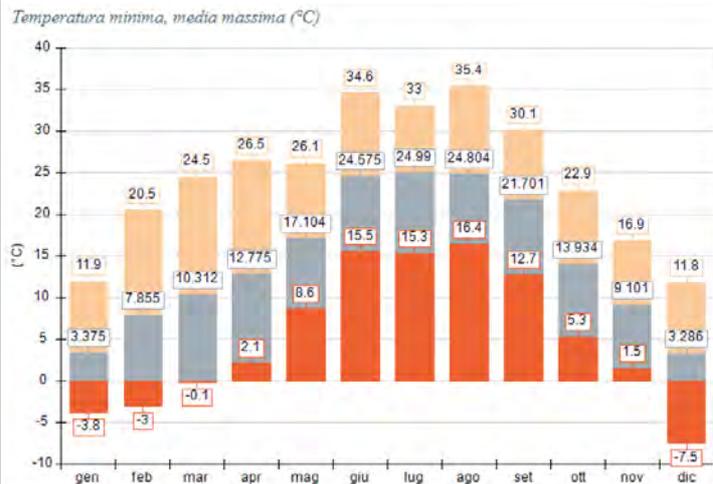


Figura 3-2 | Andamento della temperatura - Stazione di Rho – anno 2021

| Periodo | Minima | Media | Massima |
|-----------|--------|-------|---------|
| Anno | -4.80 | 14.97 | 38.60 |
| Primavera | -1.70 | 13.94 | 29.10 |
| Estate | 14.80 | 25.89 | 38.60 |
| Autunno | -1.00 | 15.27 | 32.70 |
| Inverno | -4.80 | 4.57 | 21.80 |
| gen | -4.30 | 3.01 | 12.90 |
| feb | -4.80 | 7.91 | 21.80 |
| mar | -1.40 | 9.90 | 27.00 |
| apr | -1.70 | 13.24 | 28.40 |
| mag | 9.60 | 18.66 | 29.10 |
| giu | 15.80 | 26.02 | 36.70 |
| lug | 16.10 | 26.33 | 36.40 |
| ago | 14.80 | 25.33 | 38.60 |
| set | 12.70 | 22.22 | 32.70 |
| ott | 3.50 | 14.14 | 25.20 |
| nov | -1.00 | 9.51 | 17.00 |
| dic | -3.50 | 3.11 | 11.10 |

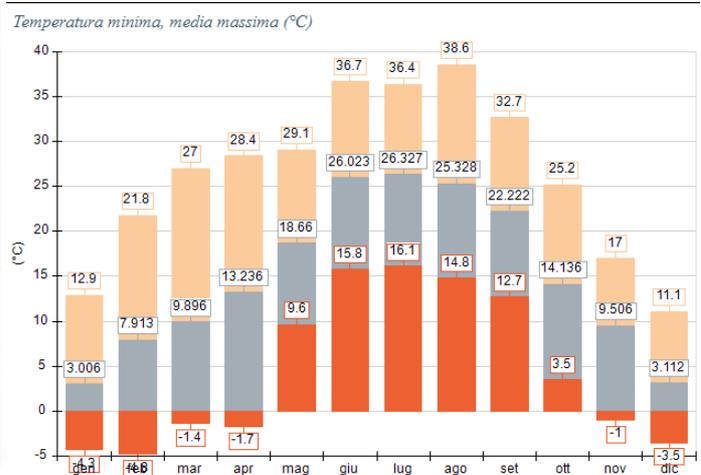


Figura 3-3 | Andamento della temperatura - Stazione di Corsico – anno 2021

3.2.2 DATI RICOSTRUITI PRESSO L'AREA DI PROGETTO

In Figura 3-4 è mostrato l'andamento delle temperature nell'area di studio ottenuto mediante l'applicazione del modello CALMET per l'anno 2021, come sopra descritto. La temperatura media risulta essere pari a 14,75°C; il mese con la temperatura media più elevata è luglio (temperatura media mensile pari a 25,7°C), il mese più freddo gennaio (media mensile pari a 3,2°C). Gli andamenti ricostruiti sono in linea con quanto misurato dalle stazioni di superficie.

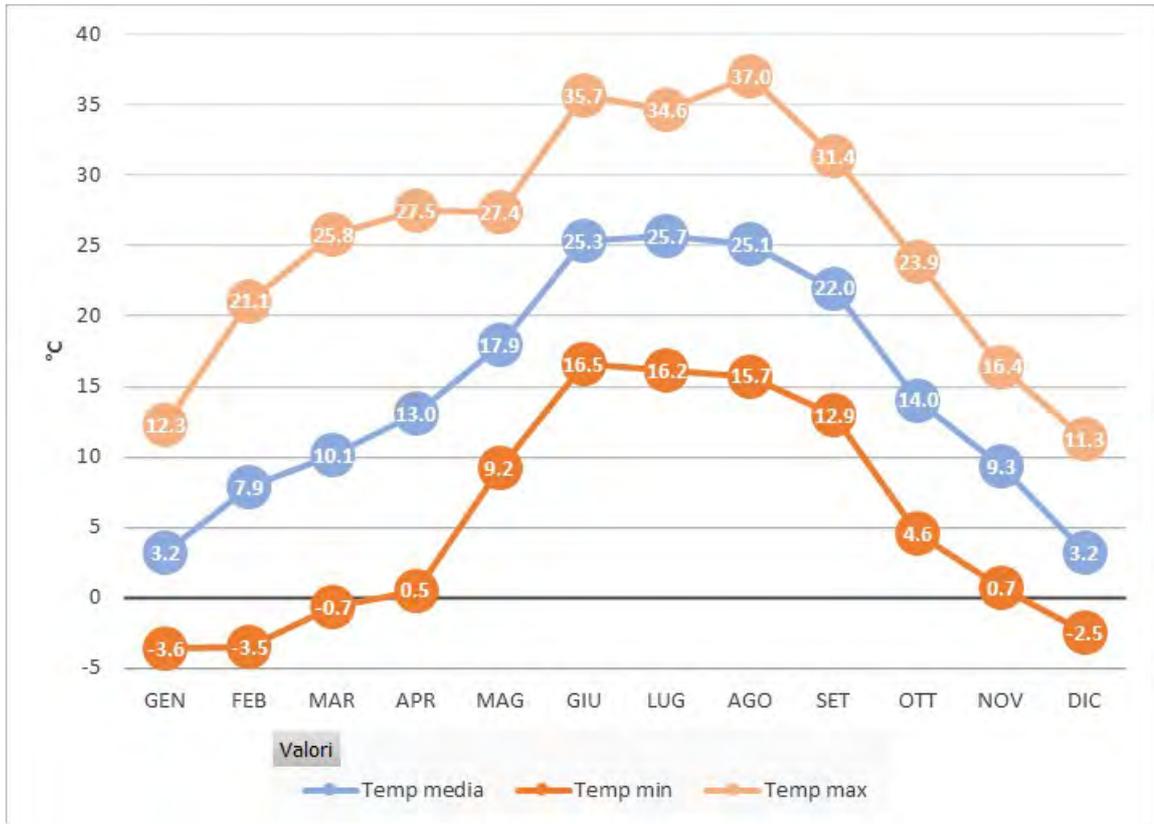


Figura 3-4 | Andamento della temperatura presso l'area di progetto (fonte: elaborazione CALMET)

3.3 PRECIPITAZIONI

3.3.1 DATI MISURATI PRESSO LE STAZIONI DI SUPERFICIE

| Periodo | Media | Massima | Cumulata |
|-----------|-------|---------|----------|
| Anno | 0.10 | 19.90 | 902.70 |
| Primavera | 0.07 | 12.00 | 152.20 |
| Estate | 0.08 | 19.90 | 179.10 |
| Autunno | 0.15 | 14.30 | 332.20 |
| Inverno | 0.11 | 5.60 | 239.20 |
| gen | 0.17 | 5.60 | 127.40 |
| feb | 0.13 | 4.80 | 85.40 |
| mar | 0.00 | 1.00 | 2.20 |
| apr | 0.06 | 5.00 | 46.00 |
| mag | 0.14 | 12.00 | 104.00 |
| giu | 0.08 | 19.90 | 58.30 |
| lug | 0.12 | 18.00 | 88.00 |
| ago | 0.04 | 7.30 | 32.80 |
| set | 0.11 | 14.30 | 80.40 |
| ott | 0.11 | 13.70 | 83.70 |
| nov | 0.23 | 9.00 | 168.10 |
| dic | 0.04 | 2.20 | 26.40 |

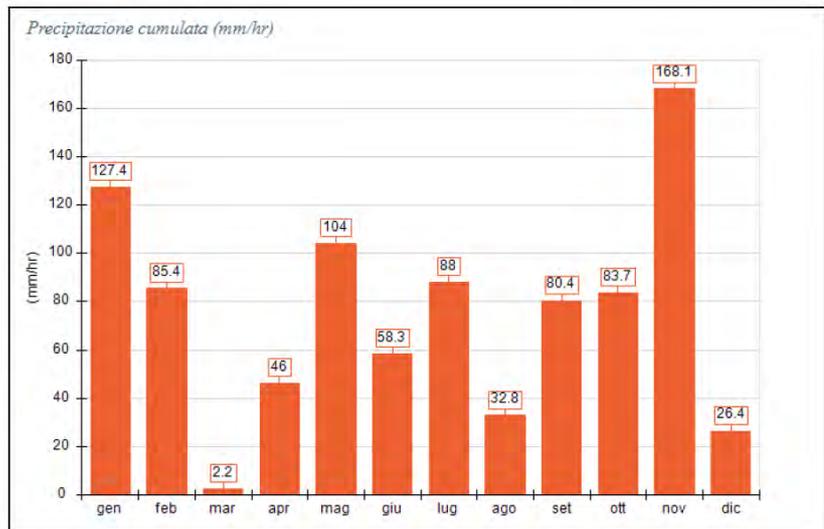


Figura 3-5 | Andamento delle precipitazioni - Stazione di Rho – anno 2021

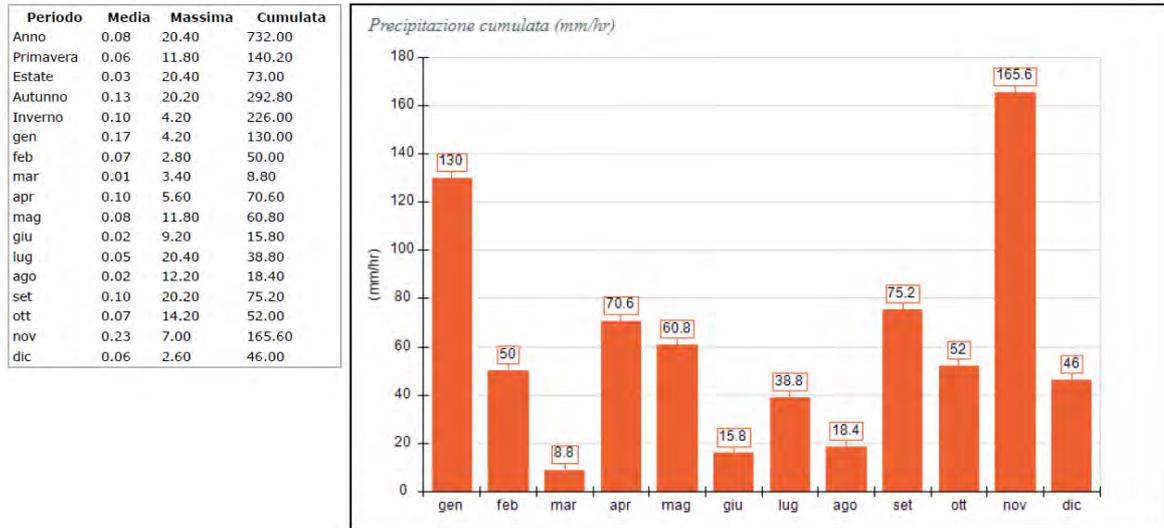


Figura 3-6 | Andamento delle precipitazioni - Stazione di Corsico – anno 2021

3.3.2 DATI RICOSTRUITI PRESSO L'AREA DI PROGETTO

In Figura 3-7 è mostrato l'andamento delle precipitazioni nell'area di studio. Per l'anno 2021 risulta una precipitazione cumulata complessiva di 820 mm, con un massimo nel mese di novembre (166,8 mm) ed un minimo nel mese di marzo (5,4 mm). L'andamento ricostruito è in linea con quanto misurato dalle stazioni di superficie.

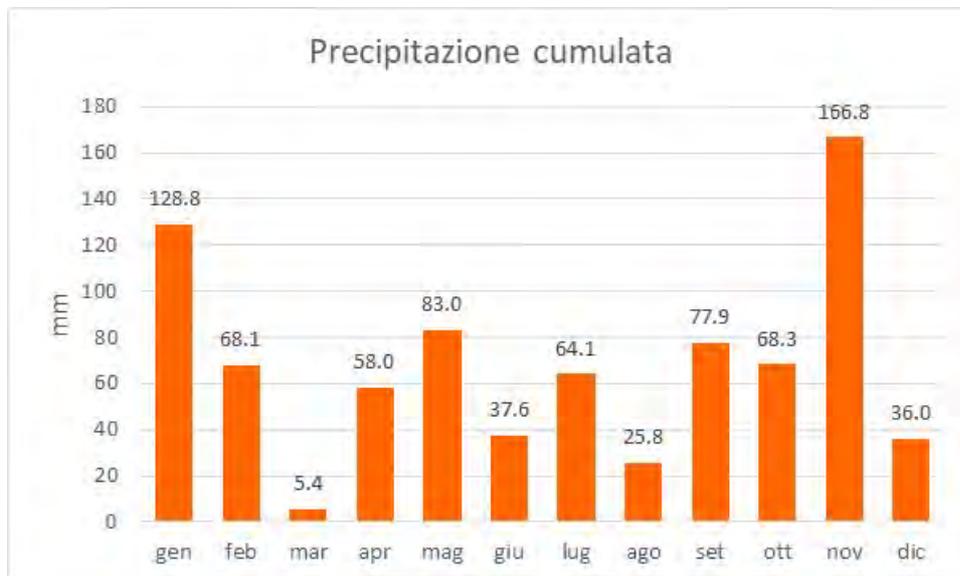


Figura 3-7 | Andamento delle precipitazioni presso l'area di progetto – anno 2021 (fonte: elaborazione CALMET)

3.4 DIREZIONE E VELOCITÀ DEL VENTO

3.4.1 DATI MISURATI PRESSO LE STAZIONI DI SUPERFICIE

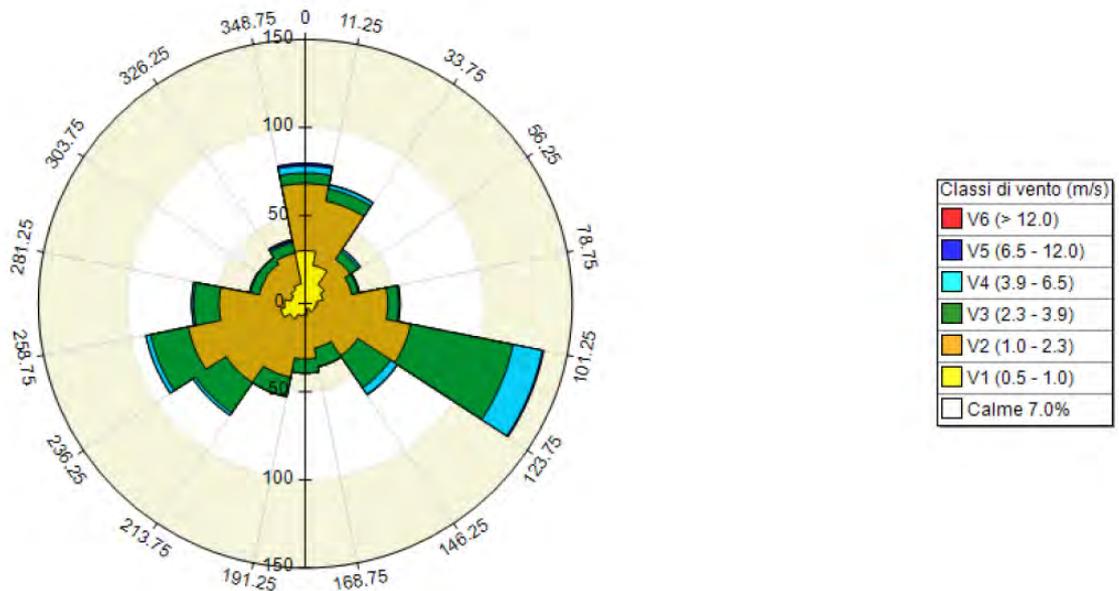


Figura 3-8 | Rosa dei Venti - Stazione di Rho – anno 2021

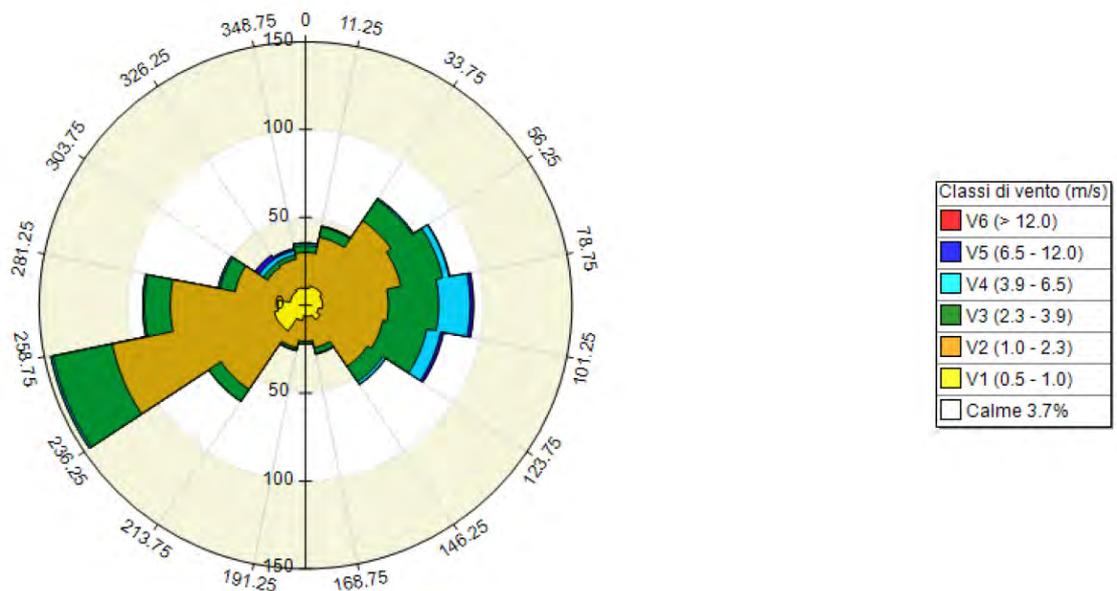


Figura 3-9 | Rosa dei Venti - Stazione di Corsico – anno 2021

3.4.2 DATI RICOSTRUITI PRESSO L'AREA DI PROGETTO

In Figura 3-10 è mostrata la distribuzione percentuale delle classi di velocità del vento. I valori di velocità del vento si riferiscono ad una quota di 10 metri dal p.c. La velocità media annuale del vento è di 1,59 m/s. In generale si osserva una predominanza dei venti di intensità compresa nelle classi di velocità basse: le velocità più frequenti (49,9%) sono quelle comprese nella classe V2 (1-2,3 m/s), seguite dalla classe V1 (0,5-1 m/s) con frequenza del 21,1%. Le direzioni prevalenti risultano quelle da E-ESE e O-OSO; dai quadranti orientali provengono i venti dotati di velocità maggiore (Figura 3-

5). La ricostruzione modellistica è il risultato della combinazione delle rose dei venti misurate presso le stazioni limitrofe di Rho e Corsico.

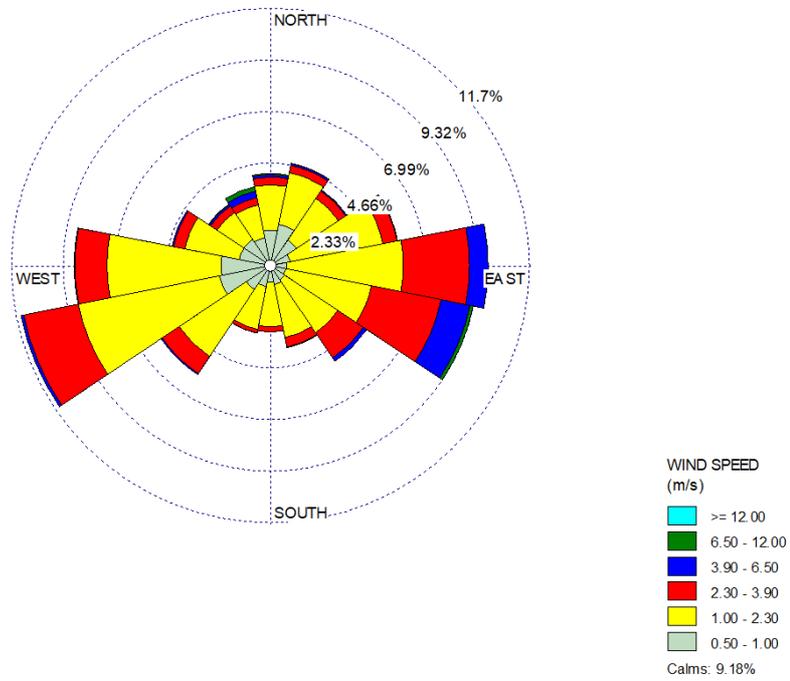


Figura 3-10 | Rosa dei venti presso l'area di progetto (fonte: elaborazione CALMET)

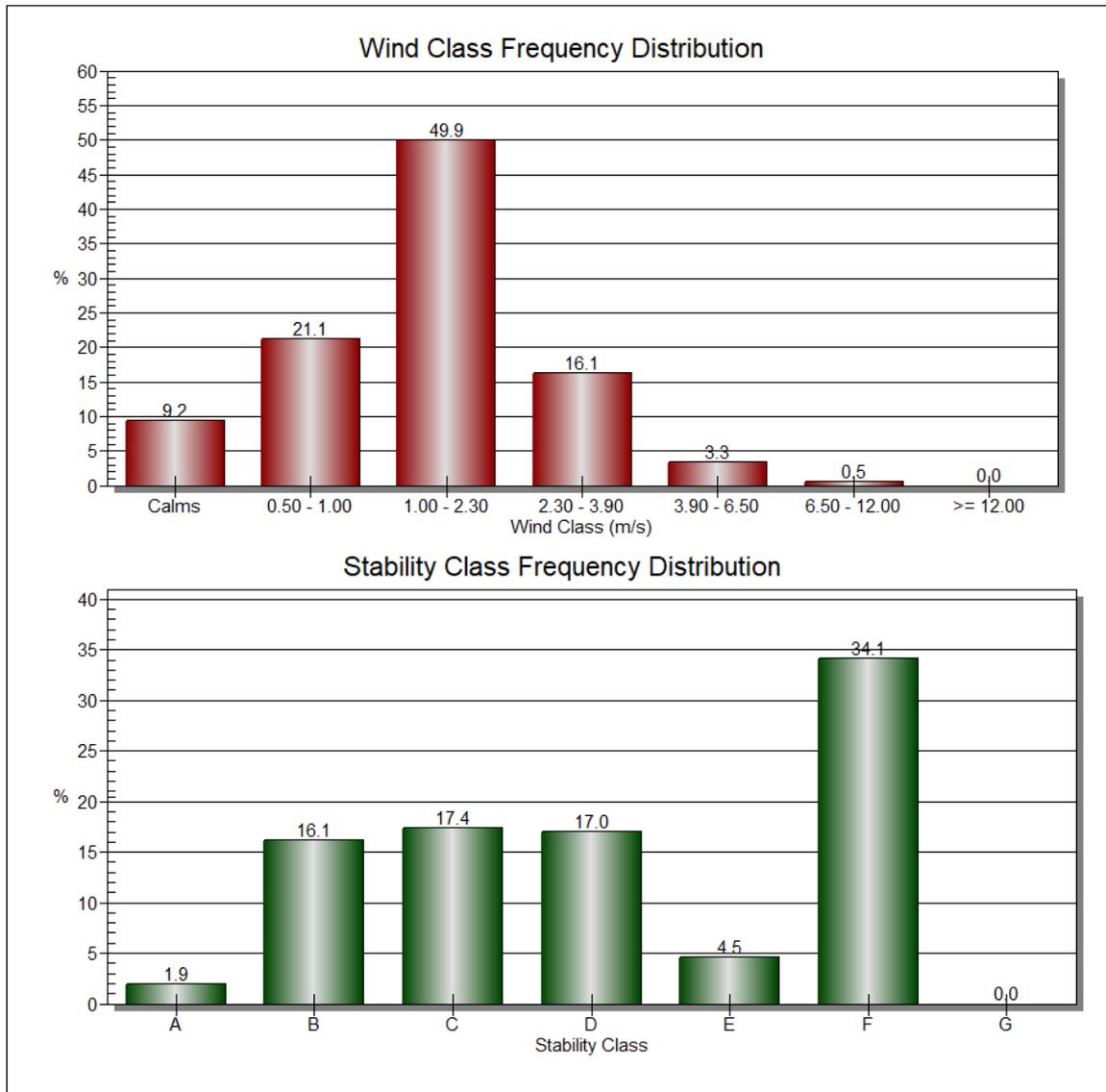


Figura 3-11 | Distribuzione percentuali delle velocità dei venti e delle classi di stabilità presso l'area di progetto (fonte: elaborazione CALMET)

4 STATO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

Secondo la zonizzazione per la valutazione della qualità dell'aria ambiente approvata dalla Regione Lombardia con D.G.R. n. IX/2605 del 30/11/2011, ai sensi del D.Lgs. n. 155/2010, il territorio interessato dalle attività afferenti al nuovo Data-center situato nel comune di Settimo Milanese è classificato all'interno dell'Agglomerato di Milano – Fascia 1. All'interno del buffer di 3 km intorno alla nuova installazione, si trovano i comuni di Bareggio, Cornaredo e Cusago classificati in Zona A - pianura ad elevata urbanizzazione (Figura 4-1).

Tali zone sono entrambe caratterizzata da elevate densità di emissioni di PM₁₀ primario, NO_x e COV e situazione meteorologica avversa per la dispersione degli inquinanti (velocità del vento limitata, frequenti casi di inversione termica, lunghi periodi di stabilità atmosferica caratterizzata da alta pressione), oltre ad alta densità abitativa, di attività industriali e di traffico.

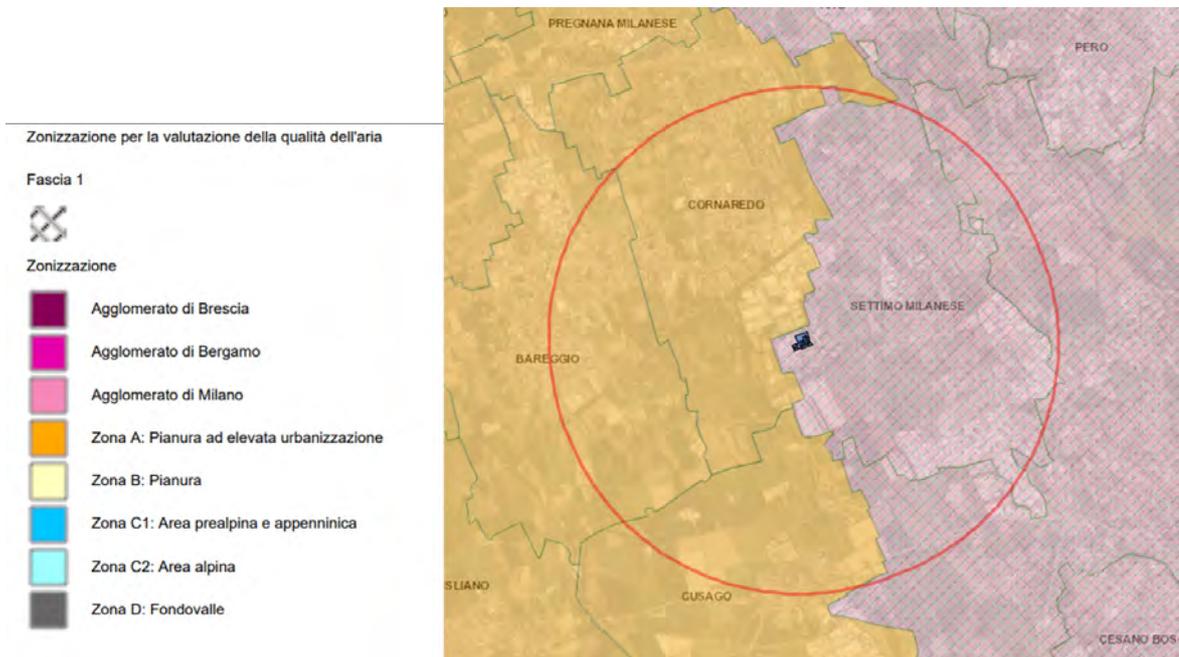


Figura 4-1 | Zonizzazione per la valutazione della qualità dell'aria ambiente nell'area di studio

Con riferimento agli inquinanti di interesse, Biossido di Azoto (NO₂), particolato atmosferico aerodisperso (PM₁₀), Monossido di Carbonio (CO), vengono di seguito riassunte le principali informazioni circa il contesto emissivo e di qualità dell'aria ante operam nell'area di interesse. Per il primo aspetto si è fatto riferimento al database INEMAR (INventario EMISSIONI Aria Regionale), con particolare riferimento all'ultimo inventario 2019, confrontando il quadro comunale (Settimo Milanese) con il contesto provinciale (Provincia di Milano).

Per quanto riguarda la qualità dell'aria attuale, la centralina ARPAL di Settimo Milanese è stata dismessa nel corso del 2018. Le stazioni di monitoraggio più vicine all'area di progetto sono quelle di Rho, Milano Liguria, Cormano e Magenta rappresentate nella seguente Tabella 3 e Figura 4-2.

Ai fini del presente studio, per definire i livelli ante-operam dei parametri NO₂ e PM₁₀ si è fatto riferimento alle stime modellistiche effettuate da ARPA Lombardia per l'anno 2021 per i comuni di Settimo Milanese, Cornaredo, Bareggio e Cusago; per il parametro CO, in mancanza di stime modellistiche sito-specifiche, si è fatto riferimento ai valori misurati presso la centralina di Rho nell'ultimo quinquennio.

| ZONA | PROV. | STAZIONE | UTM NORD | UTM EST | QUOTA | TIP. | INQUINANTI | DISTANZA DEL SITO |
|-------------------|-------|----------------|-----------|----------|-------|------|--|-------------------|
| Agglom. di Milano | MI | Cormano | 5044180.2 | 512693.1 | 153 | UB | NO ₂ O ₃ SO ₂ | 5,1 km |
| Agglom. di Milano | MI | Milano Liguria | 5032273.2 | 513134 | 115 | UT | CO NO ₂ | 12,2 km |
| Agglom. di Milano | MI | Rho | 5041100.3 | 503483.1 | 152 | UB | CO NO ₂ | 10,8 km |
| Zona A | MI | Magenta | 5034328.6 | 490635.3 | 137 | UB | CO NO ₂ O ₃ PM ₁₀ SO ₂ | 12,7 km |

Tabella 3 | Stazioni di monitoraggio ARPAL limitrofe all'area di progetto

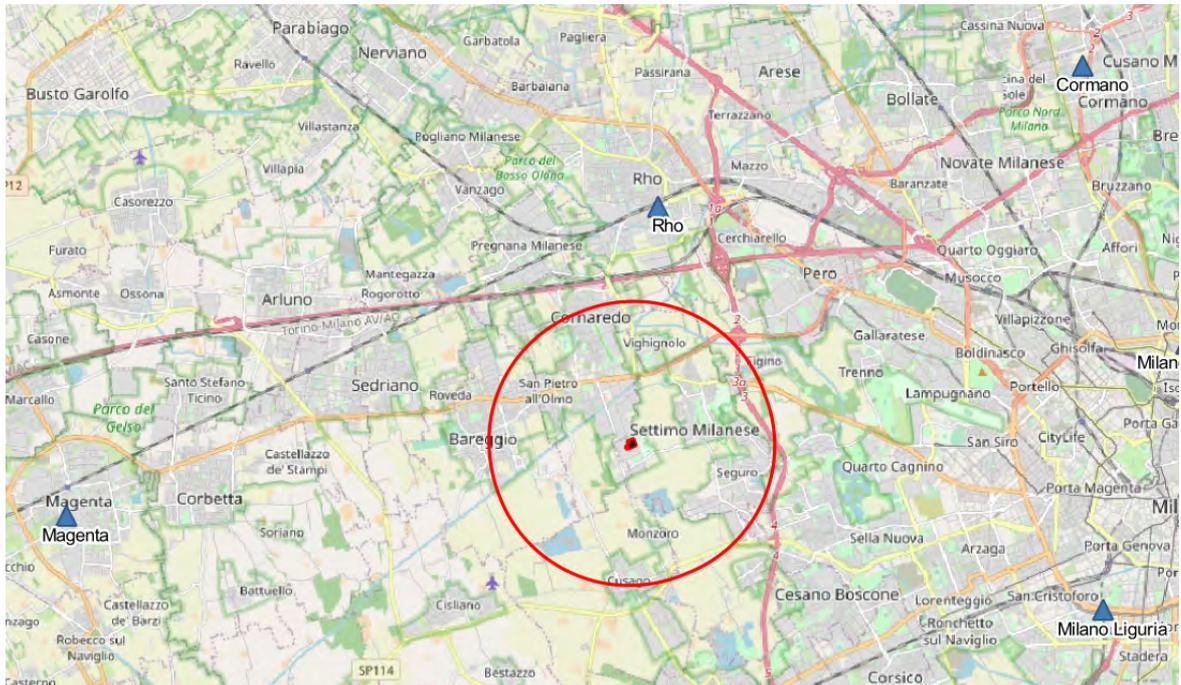


Figura 4-2 | Localizzazione delle stazioni di monitoraggio ARPAL limitrofe all'area di progetto

4.1 OSSIDI DI AZOTO (NO_x)

Gli ossidi di azoto (nel complesso indicati anche come NO_x) sono emessi direttamente in atmosfera dai processi di combustione ad alta temperatura (impianti di riscaldamento, motori dei veicoli, combustioni industriali, centrali di potenza, etc.), per ossidazione dell'azoto atmosferico e, solo in piccola parte, per l'ossidazione dei composti dell'azoto contenuti nei combustibili utilizzati. All'emissione, gran parte degli NO_x è in forma di monossido di azoto (NO), con un rapporto NO/NO₂ notevolmente a favore del primo. Si stima che il contenuto di biossido di azoto (NO₂) nelle emissioni sia tra il 5% e il 10% del totale degli ossidi di azoto. L'NO, una volta diffusosi in atmosfera può ossidarsi e portare alla formazione di NO₂. L'NO è quindi un inquinante primario mentre l'NO₂ ha caratteristiche prevalentemente di inquinante secondario.

Il territorio di Settimo Milanese, interessato dalle attività afferenti alla realizzazione ed esercizio del datacenter in progetto, è caratterizzato da livelli di emissioni di ossidi di azoto è pari a circa 6,5 t/Km², a fronte di una media provinciale (MI) pari a circa 50 t/Km² (cfr. Figura 4-3).

Dalla consultazione del database INEMAR (Inventario Emissioni Aria Regione Lombardia), risulta che nel 2019 le emissioni totali di NO_x nel comune di Settimo Milanese sono state di 70,4 t, pari a circa lo 0,35% delle emissioni provinciali (30'393 t/anno). Le emissioni sono attribuibili prevalentemente al trasporto su strada (57%) e a processi di combustione non industriali (19%) e industriali (13%) che coprono complessivamente l'89% delle emissioni. La Figura 4-4 mostra la ripartizione delle emissioni nel territorio comunale di Settimo Milanese per macrosettore.

Gli standard di qualità dell'aria (SQA) per la protezione della salute umana relativamente al NO₂ sono definiti dal D.Lgs. 155/2010, e sono di seguito riportati:

- valore limite delle medie annuali: 40 µg/m³
- valore limite delle medie orarie: 200 µg/m³ (18 superamenti annui consentiti)

Il grafico in Figura 4-5 mostra le medie annuali e mensili di concentrazione di NO₂ per i territori comunali interessati, sulla base delle concentrazioni giornaliere di NO₂ modellate da ARPA Lombardia per l'anno 2021. Le medie annuali sono comprese tra circa 31 µg/m³ a Settimo Milanese e Cornaredo e circa 27 µg/m³ a Cusago e Bareggio, con valori medi mensili che vanno dai 50 µg/m³ del mese di dicembre ai 15 µg/m³ del mese di agosto. Non si rilevano superamenti del limite di 200 µg/m³, il massimo rilevato risulta pari a 132,1 µg/m³ stimato a Cornaredo nel mese di Settembre.

NOx **20.393** **t**
 INQUINANTE EMISSIONE u.m.

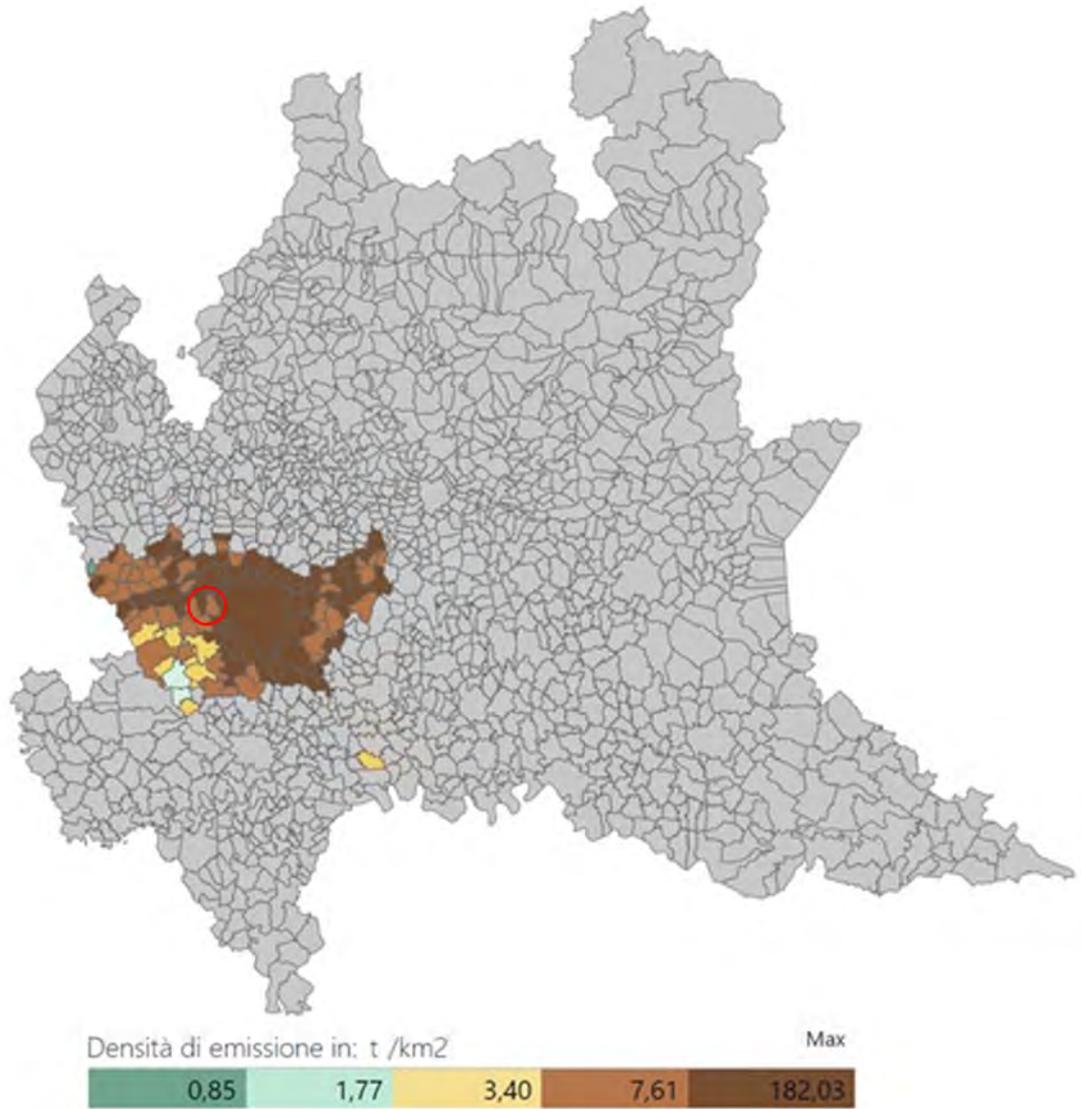


Figura 4-3 | Mappa delle emissioni annue (t/Km²) NO₂ (Fonte: INEMAR - ARPA Lombardia (2022), INEMAR, Inventario Emissioni in Atmosfera: emissioni in regione Lombardia nell'anno 2019 – in revisione pubblica. ARPA Lombardia Settore Monitoraggi Ambientali)

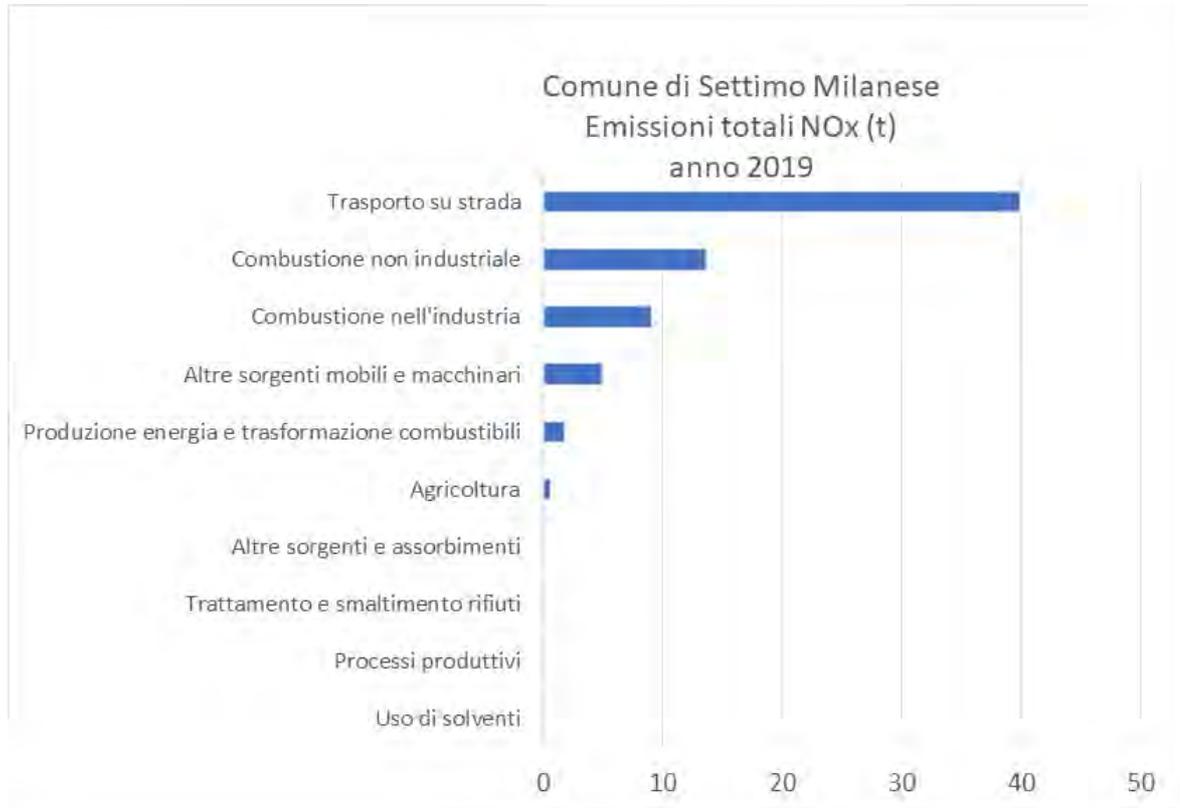


Figura 4-4 | Emissioni annue totali (t) di NO₂ nel comune di Settimo Milanese (Elaborazione da dati: INEMAR - ARPA Lombardia (2022), INEMAR, Inventario Emissioni in Atmosfera: emissioni in regione Lombardia nell'anno 2019 – in revisione pubblica. ARPA Lombardia Settore Monitoraggi Ambientali)

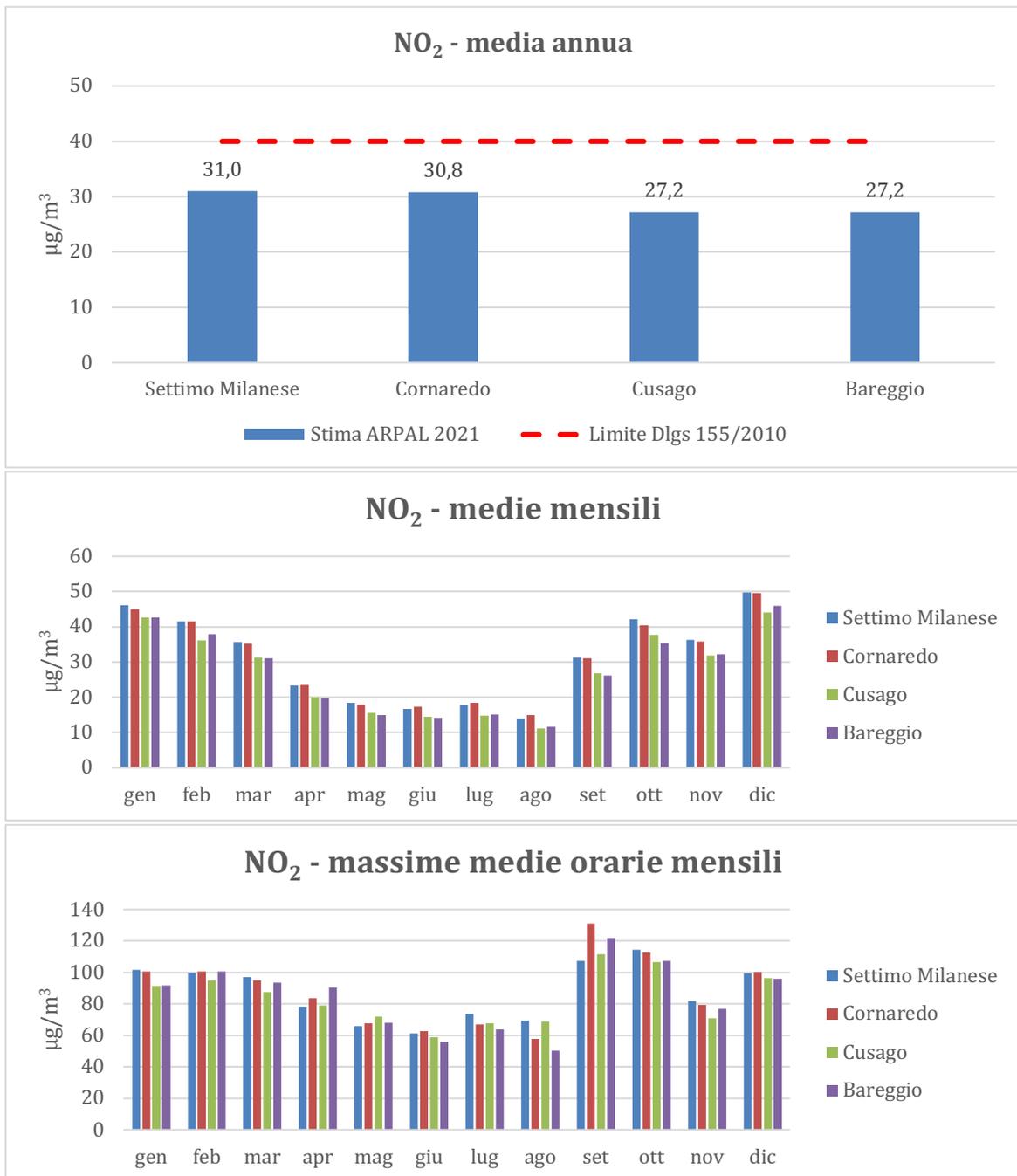


Figura 4-5 | Medie annuali, medie mensili e massime medie orarie mensili di NO₂ per l'anno 2021 (Elaborazione da dati modellati da ARPA Lombardia)

4.2 PARTICOLATO ATMOSFERICO (PM₁₀)

Le sorgenti di particolato atmosferico possono essere di tipo naturale (erosione del suolo, spray marino, vulcani, incendi boschivi, dispersione di pollini, etc.) o antropiche (industrie, riscaldamento, traffico veicolare e processi di combustione in generale). Può essere di tipo primario se immesso in atmosfera direttamente dalla sorgente o secondario se si forma successivamente, in seguito a trasformazioni chimico-fisiche di altre sostanze. I maggiori componenti del particolato atmosferico sono il solfato, il nitrato, l'ammoniaca, il cloruro di sodio, il carbonio e le polveri minerali. Si tratta, dunque, di un inquinante molto diverso da tutti gli altri, presentandosi non come una specifica entità chimica ma come una miscela di particelle dalle diverse proprietà.

Il territorio comunale di Settimo Milanese interessato dalle attività afferenti alla realizzazione ed esercizio del data-center in progetto è caratterizzato da livelli di Polveri pari a $1,1 \text{ t/Km}^2$, a fronte di una media provinciale (MI) pari a circa 7 t/Km^2 (cfr. Figura 4-6).

Dalla consultazione del database INEMAR (Inventario Emissioni Aria Regione Lombardia), risulta che nel 2019 le emissioni totali di PM_{10} nel comune di Settimo Milanese sono state 11.4 t , pari a circa lo $0,4\%$ delle emissioni provinciali (2862 t), attribuibili prevalentemente al trasporto su strada, all'uso di solventi e a processi di combustione non industriali. La Figura 4-7 mostra la ripartizione delle emissioni nel territorio comunale di Settimo Milanese per macrosettore.

Gli standard di qualità dell'aria (SQA) per la protezione della salute umana relativamente al PM_{10} sono definiti dal D.Lgs. 155/2010, e sono di seguito riportati:

- valore limite delle medie annuali: $40 \mu\text{g/m}^3$
- valore limite delle medie giornaliere: $50 \mu\text{g/m}^3$ (35 superamenti annui consentiti)

Il grafico in Figura 4-8 mostra le medie annuali e mensili di concentrazione di PM_{10} per i territori comunali in esame, sulla base delle concentrazioni giornaliere di PM_{10} modellate da ARPA Lombardia per l'anno 2021. Le medie annuali risultano essere pari a $28-29 \mu\text{g/m}^3$ con valori medi mensili che vanno dai $48 \mu\text{g/m}^3$ del mese di febbraio ai $14 \mu\text{g/m}^3$ del mese di maggio. Il numero di superamenti del limite giornaliero risulta superiore al limite normativo (35), con una stima compresa tra 39 e 41 eventi annuali sopra soglia.

PTS **2.862** **t**
 INQUINANTE EMISSIONE u.m.

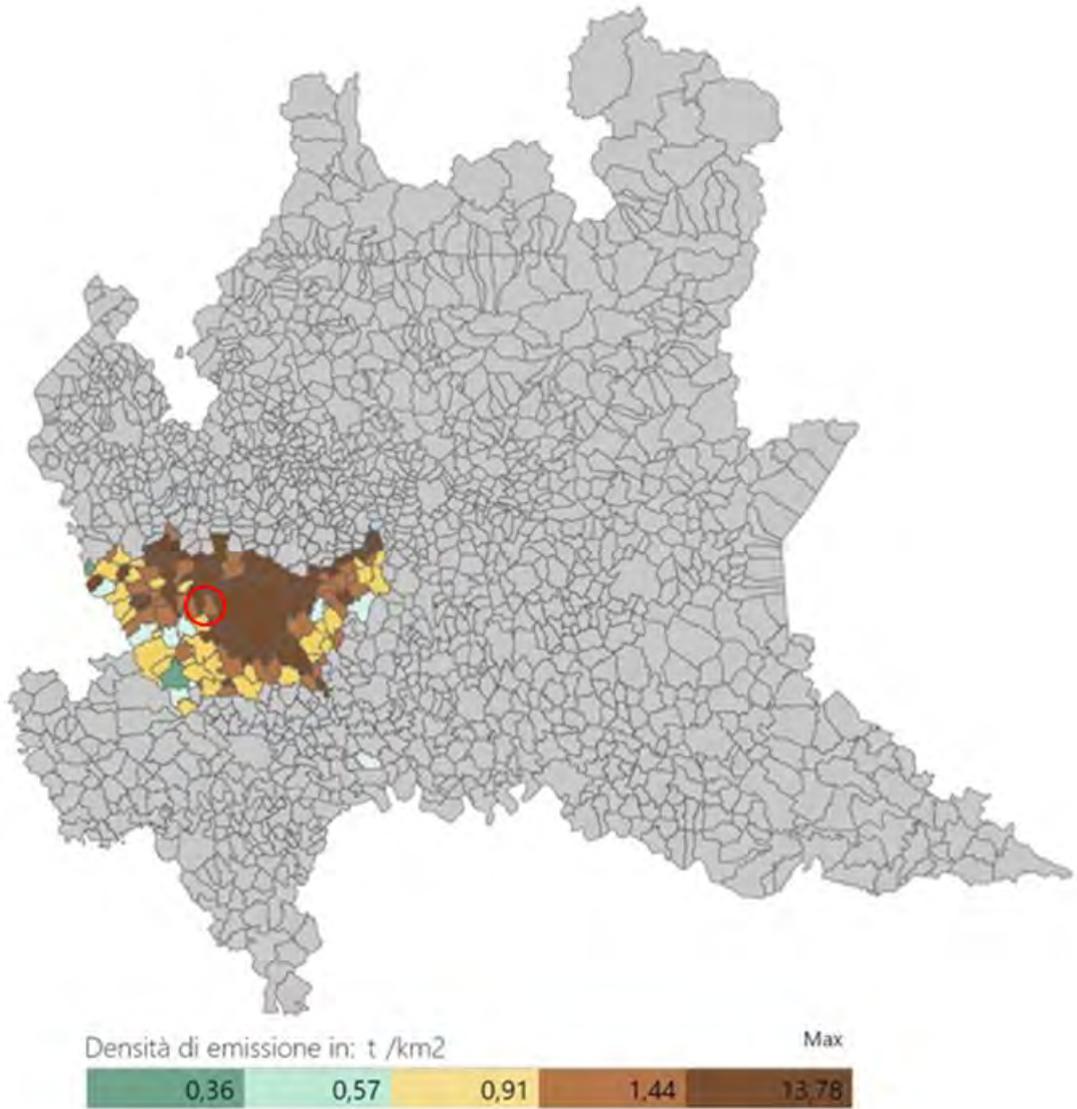


Figura 4-6 | Mappa delle emissioni annue (t/Km²) PM₁₀ (Fonte: INEMAR - ARPA Lombardia (2022), INEMAR, Inventario Emissioni in Atmosfera: emissioni in regione Lombardia nell'anno 2019 – in revisione pubblica. ARPA Lombardia Settore Monitoraggi Ambientali)

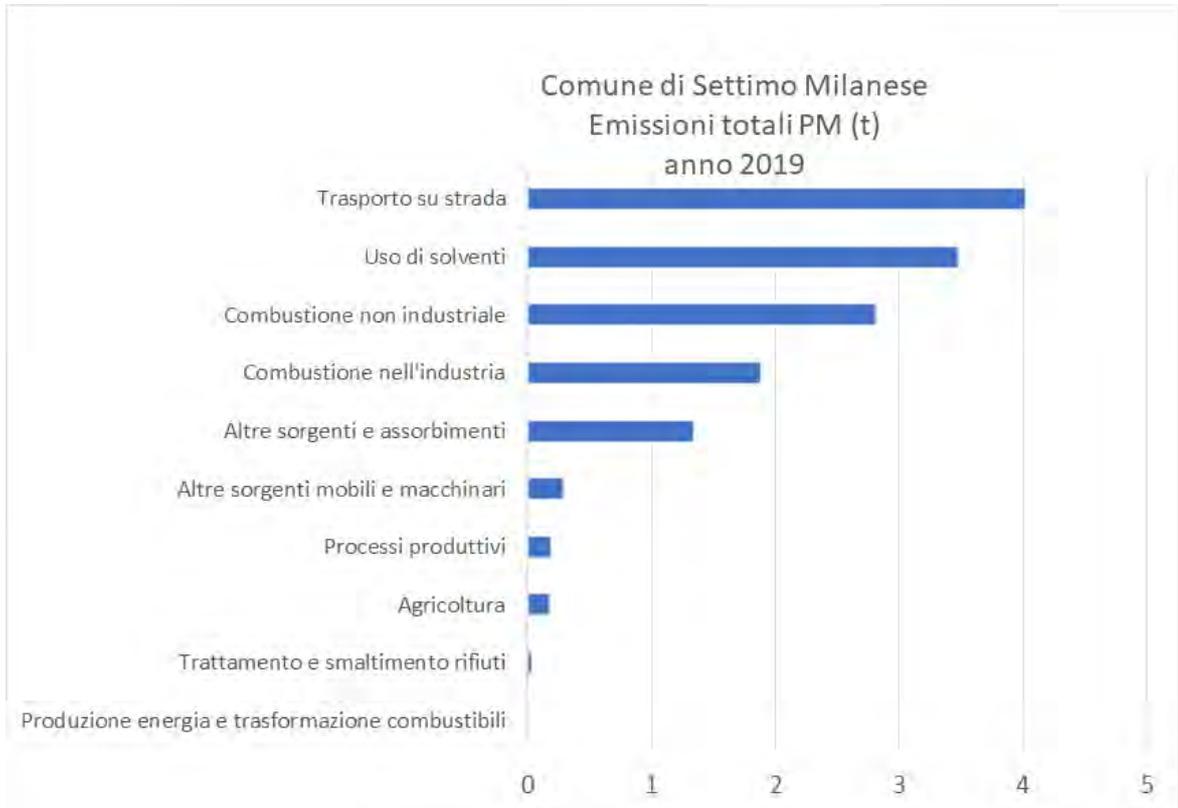


Figura 4-7 | Emissioni annue totali (t) di PM₁₀ nel comune di Settimo Milanese (Elaborazione da dati: INEMAR - ARPA Lombardia (2022), INEMAR, Inventario Emissioni in Atmosfera: emissioni in regione Lombardia nell'anno 2019 – in revisione pubblica. ARPA Lombardia Settore Monitoraggi Ambientali)

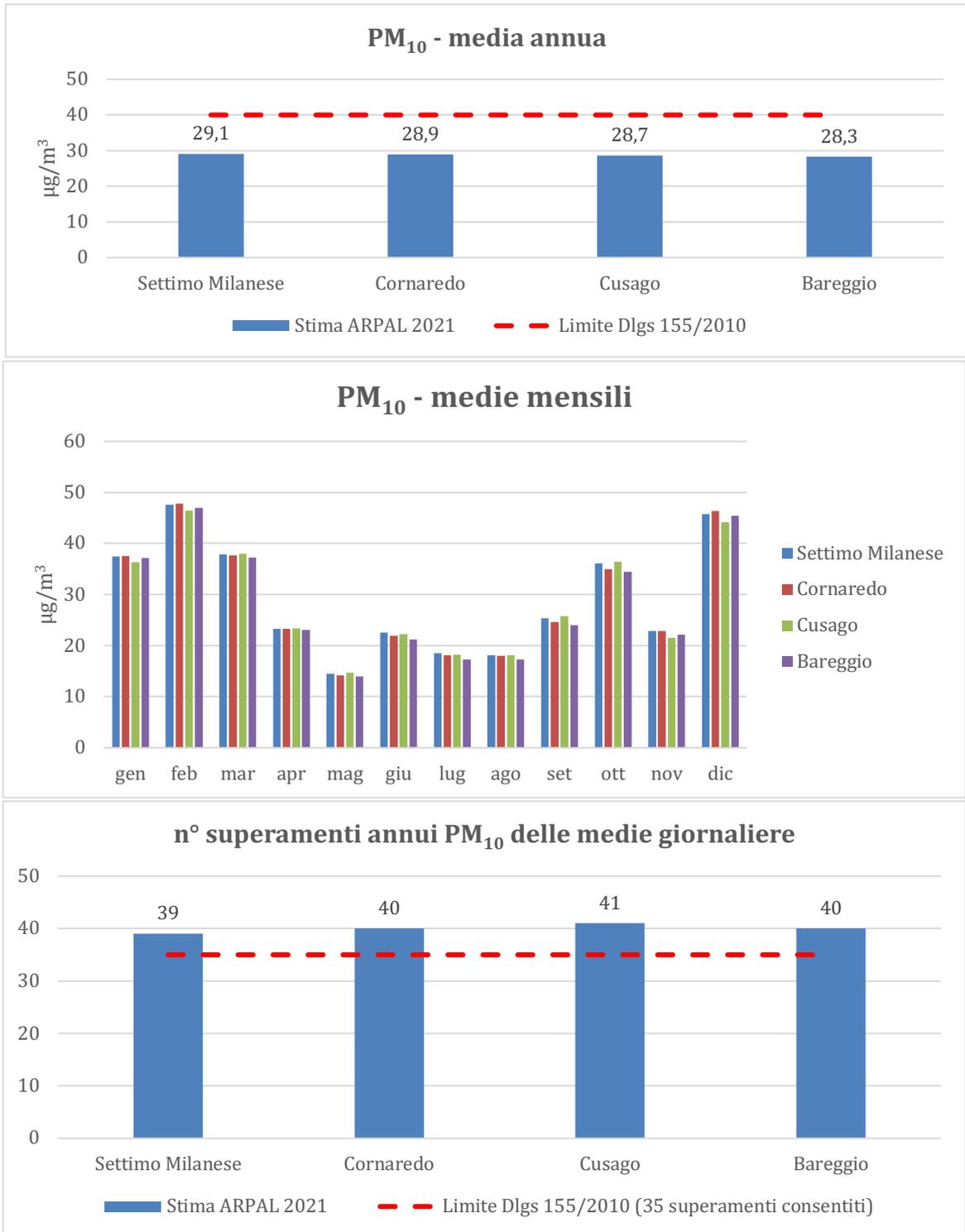


Figura 4-8 | Medie annuali, medie mensili e numero di superamenti annui di PM₁₀ per l'anno 2019 (Elaborazione da dati modellati da ARPA Lombardia)

4.3 MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)

Il monossido di carbonio (CO) è un gas inodore, incolore, infiammabile e molto tossico. È prodotto da reazioni di combustione in difetto di aria.

Il monossido di carbonio si miscela bene con l'aria, formando miscele esplosive. Può reagire vigorosamente con ossigeno, acetilene, cloro, fluoro, ossidi di azoto. È un inquinante prevalentemente primario, emesso direttamente da tutti i processi di combustione incompleta dei composti carboniosi. Le sorgenti possono essere di tipo naturale (incendi, vulcani, emissioni da oceani, etc.) o di tipo antropico (traffico veicolare, riscaldamento, attività industriali come la produzione di ghisa e acciaio, raffinazione del petrolio, lavorazione del legno e della carta, etc.).

Il territorio comunale di Settimo Milanese interessato dalle attività afferenti alla realizzazione ed esercizio del data-center in progetto è caratterizzato da livelli di CO pari a 9,2 t/Km², a fronte di una media provinciale (MI) pari a circa 59 t/Km² (cfr. Figura 4-9).

Dalla consultazione del database INEMAR (Inventario Emissioni Aria Regione Lombardia), risulta che nel 2019 le emissioni totali di CO nel Comune di Settimo Milanese sono state 99 t, pari a circa lo 0,4% delle emissioni provinciali (23832 t), attribuibili prevalentemente al trasporto su strada, all'uso di solventi e a processi di combustione non industriali. La Figura 4-10 mostra la ripartizione delle emissioni nel territorio comunale di Settimo Milanese per macrosettore.

Gli standard di qualità dell'aria (SQA) per la protezione della salute umana relativamente al CO sono definiti dal D.Lgs. 155/2010, e sono di seguito riportati:

- valore limite delle medie giornaliere (max media mobile su 8h): 10 mg/m³

Il monossido di carbonio non è incluso tra gli inquinanti per i quali ARPA Lombardia effettua stime modellistiche, dunque, non è possibile avere un'indicazione dello stato della qualità dell'aria del comune di Settimo Milanese relativamente a tale inquinante. Come dato di confronto è possibile utilizzare le misure effettuate dalla stazione di monitoraggio della rete di rilevamento ARPA di Rho più prossima al sito di progetto che dista circa 5 km.

Il grafico in Figura 4-11 mostra i massimi annuali calcolati sulla media mobile di 8 ore di CO dalla stazione più prossima al sito di progetto (Rho) nell'ultimo quinquennio (2017-2021). I dati rilevati mostrano valori abbondantemente sotto i limiti di norma per tutti i giorni dell'anno con un valore massimo pari a 3 mg/m³.

CO **23.832** **t**
 INQUINANTE EMISSIONE u.m.

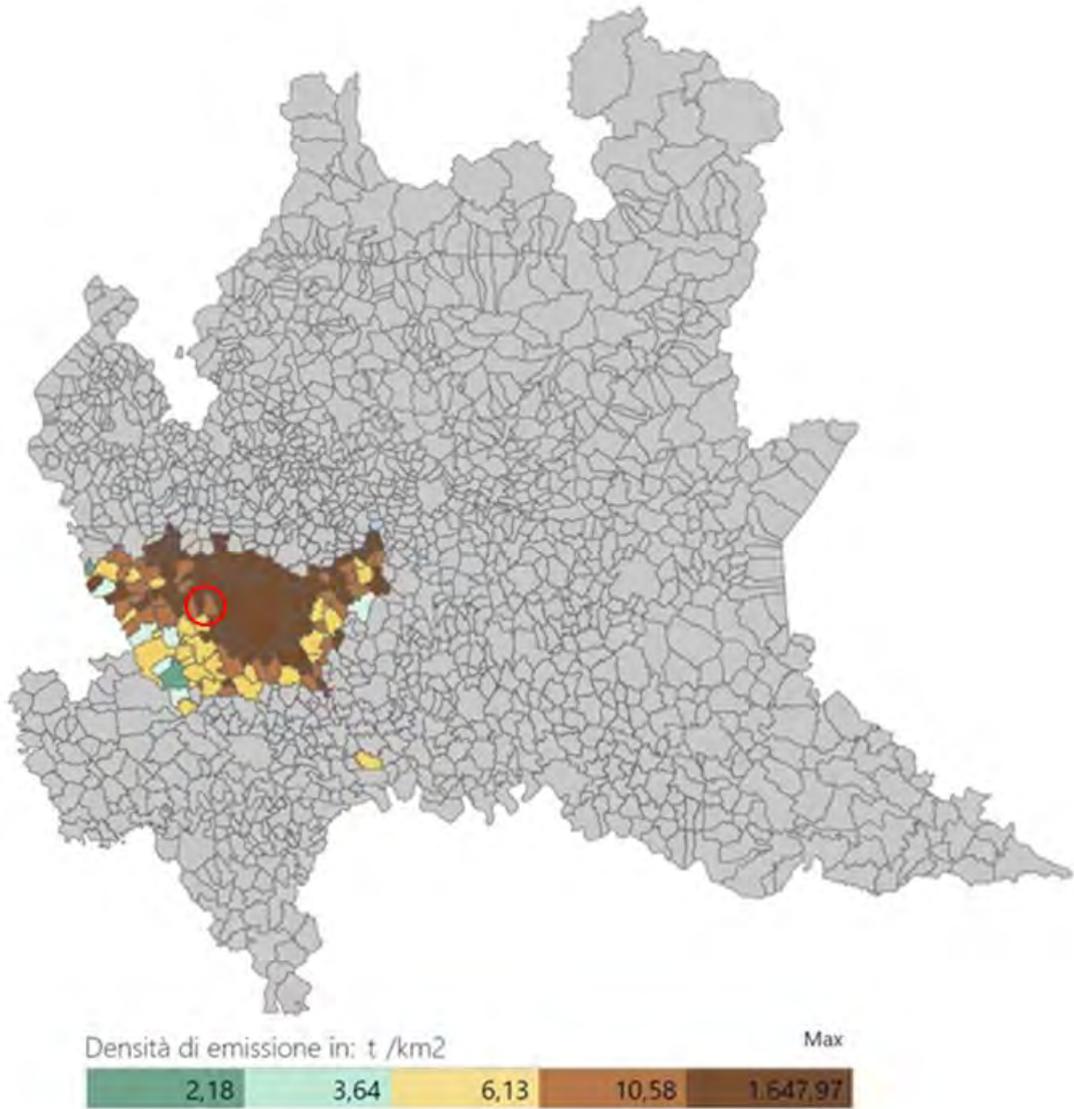


Figura 4-9 | Mappa delle emissioni annue (t/Km²) CO (Fonte: INEMAR - ARPA Lombardia (2022), INEMAR, Inventario Emissioni in Atmosfera: emissioni in regione Lombardia nell'anno 2019 – in revisione pubblica. ARPA Lombardia Settore Monitoraggi Ambientali)

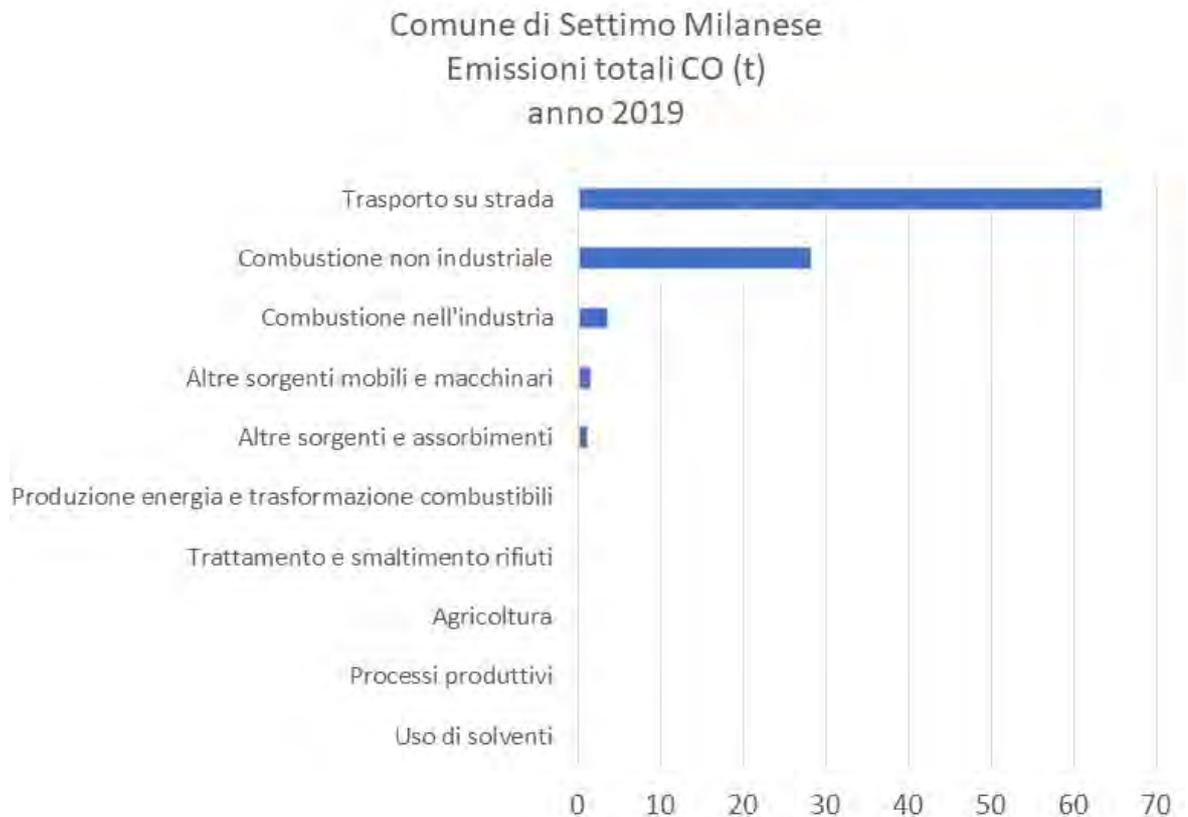


Figura 4-10 | Emissioni annue totali (t) di CO nel comune di Settimo Milanese (Elaborazione da dati: INEMAR - ARPA Lombardia (2022), INEMAR, Inventario Emissioni in Atmosfera: emissioni in regione Lombardia nell'anno 2019 – in revisione pubblica. ARPA Lombardia Settore Monitoraggi Ambientali)

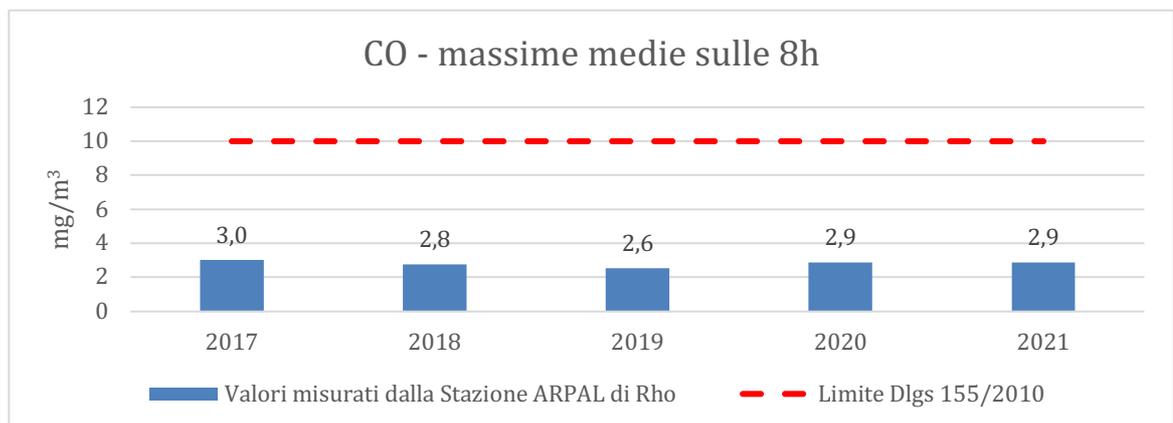


Figura 4-11 | Massime medie sulle 8 ore di CO nel periodo 2017-2021 (Elaborazione da misure stazione di rilevamento ARPA Lombardia di Rho)

4.4 AMMONIACA (NH₃)

La normativa nazionale ed europea non stabiliscono valori limite o standard da rispettare per le concentrazioni in aria ambiente di NH₃. Le Linee Guida WHO (Air Quality Guidelines for Europe – second edition, 2000) stabiliscono il livello critico per l'ambiente per i composti azotati. I livelli critici sono basati su un'indagine di evidenze scientifiche pubblicate di effetti fisiologici ed ecologicamente importanti solo sulle piante, in particolare acidificazione ed eutrofizzazione. Il livello critico fissato per l'NH₃ è di 270 µg/m³ come media giornaliera. Non ci sono invece riferimenti a valori limite per la protezione della salute umana per l'NH₃, mentre sono fissate le soglie di esposizione professionale (TLV-TWA: 25 ppm pari a 17 mg/m³ e TLV-STEL: 35 ppm pari a 24 mg/m³) che risultano di almeno tre ordini di grandezza superiori rispetto alle concentrazioni usualmente

registrate in campagne di monitoraggio di NH₃ in aria ambiente. Per quanto riguarda le emissioni è in vigore il DLgs 171 del 2004 e s.m.i. che fissa i tetti emissivi nazionali di SO₂, NO_x, COV e NH₃ in recepimento della Direttiva 2001/81/Ce del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23/10/2001. E' attualmente all'esame della Commissione la revisione di tale direttiva che prevede un ulteriore abbassamento dei tetti emissivi (proposta di direttiva 2013/0443 (COD)).

Il territorio comunale di Settimo Milanese interessato dalle attività afferenti alla realizzazione ed esercizio del data-center in progetto è caratterizzato da livelli di NH₃ pari a 3,7 t/Km², a fronte di una media provinciale (MI) pari a circa 14 t/Km² (cfr.Figura 4-13).

Dalla consultazione del database INEMAR (Inventario Emissioni Aria Regione Lombardia), risulta che nel 2019 le emissioni totali di NH₃ nel Comune di Settimo Milanese sono state circa 40 t, pari a circa lo 0,7% delle emissioni provinciali (5674 t), attribuibili quasi esclusivamente all'agricoltura (97,5%). La Figura 4-12 mostra la ripartizione delle emissioni nel territorio comunale di Settimo Milanese per macrosettore.

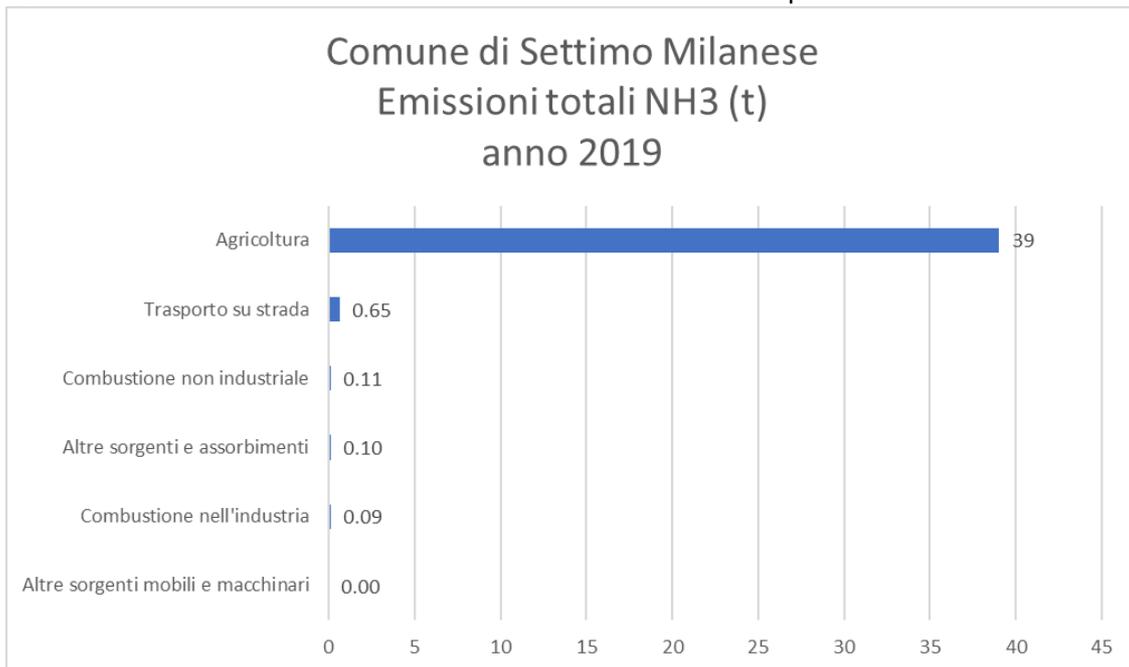


Figura 4-12 | Emissioni annue totali (t) di NH₃ nel comune di Settimo Milanese (Elaborazione da dati: INEMAR - ARPA Lombardia (2022), INEMAR, Inventario Emissioni in Atmosfera: emissioni in regione Lombardia nell'anno 2019 – in revisione pubblica. ARPA Lombardia Settore Monitoraggi Ambientali)

NH₃ **5.674** **t**
 INQUINANTE EMISSIONE u.m.

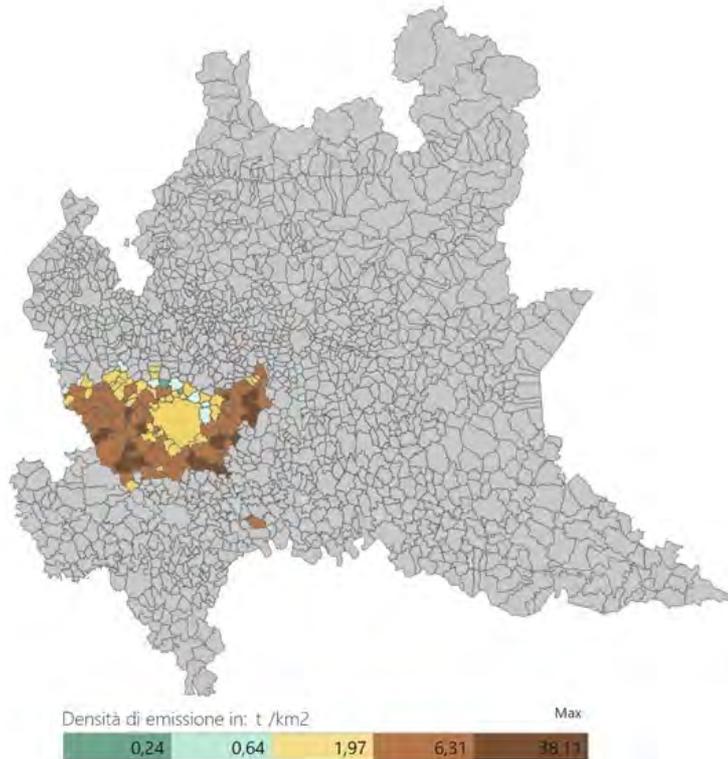


Figura 4-13 | Mappa delle emissioni annue (t/Km²) NH₃ (Fonte: INEMAR - ARPA Lombardia (2022), INEMAR, Inventario Emissioni in Atmosfera: emissioni in regione Lombardia nell'anno 2019 – in revisione pubblica. ARPA Lombardia Settore Monitoraggi Ambientali)

Per quanto concerne i valori di fondo rappresentativi dell'area in esame, si è fatto riferimento alle concentrazioni misurate presso la stazione urbana di Milano Pascal, la più vicina al sito in esame tra quelle riportate nel documento ARPAL "Progetto Ammoniaca: relazione finale triennio 2017-2019".

| Concentrazioni di NH ₃ misurate dalla RRQA [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | Bertonico | Colico | Corte de Cortesi | Cremona - Via Fatebenefratelli | Cremona - via Gerre Borghi | Milano - Pascal | Moggio | Monza Parco | Pavia | Sannazzaro de' Burgondi | Schivenoglia |
|--|-----------|--------|------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------|--------|-------------|-------|-------------------------|--------------|
| Media | 30.2 | 4.2 | 56.3 | 7.5 | 14.3 | 9.9 | 2.7 | 8.5 | 8.9 | 8.5 | 16.0 |
| Deviazione standard | 22.1 | 3.3 | 55.6 | 6.3 | 17.0 | 6.1 | 2.7 | 8.0 | 6.3 | 5.9 | 19.0 |
| 98° percentile | 94.6 | 12.7 | 222.4 | 25.7 | 51.5 | 25.9 | 9.3 | 28.6 | 25.3 | 23.0 | 45.4 |
| Massimo rilevato | 433.9 | 58.7 | 710.0 | 84.2 | 463.8 | 99.2 | 21.5 | 238.9 | 61.7 | 66.2 | 741.8 |
| Ore dati [h] | 75272 | 36733 | 96899 | 61070 | 57876 | 79378 | 82685 | 31495 | 26833 | 26533 | 42403 |

Tabella 4 | Concentrazioni di NH₃ (Fonte: ARPAL "Progetto Ammoniaca: relazione finale triennio 2017-2019")

5 SIMULAZIONE DELLA DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI

5.1 DESCRIZIONE DEL MODELLO CALPUFF

La dispersione degli inquinanti in atmosfera è stata eseguita tramite il modello CALPUFF.

CALPUFF è un modello a “puff” multistrato non stazionario in grado di simulare il trasporto, la trasformazione e la deposizione atmosferica di inquinanti in condizioni meteo variabili non omogenee e non stazionarie. CALPUFF, realizzato da Atmospheric Studies Group Earth Tech, è associato ad un modello meteorologico diagnostico CALMET (cfr. paragrafo 3.1) e ad un post-processore CALPOST per l’analisi dei dati calcolati.

Il modello CALPUFF è:

- adottato da U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA) nelle proprie linee guida sulla modellistica per la qualità dell’aria come uno dei modelli preferiti in condizioni di simulazione long-range, oppure per condizioni locali caratterizzate da condizioni meteorologiche complesse, ad esempio orografia complessa e calme di vento;
- inserito nell’elenco dei modelli consigliati da APAT ora ISPRA per la valutazione e gestione della qualità dell’aria (“Guida interattiva alla scelta dei modelli di dispersione nella valutazione della qualità dell’aria”- 2001) e rientra nelle tipologie di modelli consigliati nelle linee guida ARPA Lombardia (“Indicazioni relative all’utilizzo di tecniche modellistiche per la simulazione della dispersione di inquinanti negli studi di impatto sulla componente atmosfera” – 2018).

I modelli a segmenti o a “puff” sono modelli in grado di simulare situazioni non stazionarie e sono generalmente associati a modelli di campo di vento. Di complessità intermedia tra i modelli stazionari (gaussiani) e quelli 3D (modelli euleriani e lagrangiani a particelle), consentono di descrivere la traiettoria delle emissioni e quindi di seguire l’evoluzione temporale della dispersione, perché possono tenere in conto le variazioni spaziali e temporali. Sono quindi da preferirsi, rispetto ai modelli gaussiani, per studiare situazioni complesse, sia dal punto di vista dell’orografia, sia delle emissioni, sia del campo di moto turbolento. I modelli a puff, in particolare, consentono di trattare anche le situazioni di calma di vento.

I modelli a “segmenti” considerano il pennacchio suddiviso in un certo numero di porzioni (o segmenti) tra loro indipendenti, il cui baricentro si muove in accordo alle condizioni meteorologiche incontrate lungo il percorso. Ogni segmento produce un campo di concentrazioni al suolo calcolato col modello gaussiano e solo il segmento più prossimo al punto recettore contribuisce a stimare la concentrazione nel recettore stesso.

La Figura 5-1 illustra la procedura descritta. La concentrazione totale ad un certo istante viene calcolata sommando i contributi di ogni singolo puff. Nei modelli a puff, il moto del baricentro di ogni puff in cui è suddiviso il pennacchio si muove in accordo alle condizioni meteorologiche incontrate lungo il percorso. Ogni puff si espande, nelle tre direzioni cartesiane, in modo gaussiano.

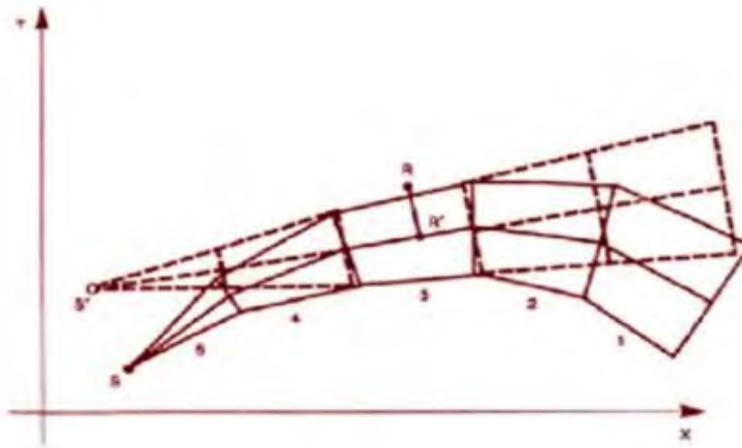


Figura 5-1 | Segmentazione del pennacchio nei modelli a puff

A differenza di quanto avviene nel modello gaussiano standard, non si fa l'ipotesi che la diffusione lungo la direzione di moto del pennacchio sia trascurabile rispetto allo spostamento. Questo fa sì, da un lato, che nell'equazione che descrive questo modello la velocità del vento non compaia più esplicitamente; dall'altro lato, che il modello possa essere usato anche per le situazioni di vento debole o di calma.

La concentrazione al suolo nel punto recettore è la somma dei contributi di tutti i puff. L'espressione del modello a puff è riportata in Figura 5-2 (Zanetti, 1990).

$$\Delta c = \frac{\Delta M}{(2\pi)^{3/2} \sigma_h^2 \sigma_z^2} \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(x_p - x_r)^2}{\sigma_h^2}\right] \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(y_p - y_r)^2}{\sigma_h^2}\right] \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(z_p - z_r)^2}{\sigma_z^2}\right]$$

dove:

| | |
|-------------------------|---|
| $\Delta M = Q \Delta t$ | massa emessa nell'intervallo di tempo t [Kg] |
| x_p, y_p, z_p | coordinate del baricentro dell'i-esimo puff [m] |
| x_r, y_r, z_r | coordinate del punto recettore [m] |
| σ_h, σ_z | coefficienti di dispersione orizzontale e verticale [m] |

Figura 5-2 | Equazione del modello a puff (Zanetti 1990)

Gli algoritmi di CALPUFF consentono inoltre di considerare l'effetto scia generato dagli edifici prossimi alla sorgente (effetto downwash), della fase transizionale del pennacchio, della orografia complessa del terreno, della deposizione secca ed umida. Il modello può simulare sia sorgenti puntiformi, sia areali. Inoltre, specifici algoritmi sono in grado di trattare gli effetti legati alla vicinanza con la costa marina, oppure alla presenza di strati limite di inversione termica in atmosfera.

Sui puff rilasciati in atmosfera durante le ore di calma di vento, CALPUFF attua i seguenti accorgimenti:

- l'intera massa di inquinante da rilasciare nel corso dell'ora è posta in un unico puff;
- il puff è posto istantaneamente alla quota finale di innalzamento (non è calcolato l'innalzamento graduale);
- non sono calcolati gli effetti scia degli edifici.

Sui puff che sono già stati rilasciati prima dell'ora di calma di vento, CALPUFF attua i seguenti accorgimenti, durante le ore di calma di vento:

- la posizione del centro del puff rimane immutata;
- la crescita dei parametri σ_y e σ_z (che rendono conto della dimensione dei puff) è calcolata esclusivamente in funzione del tempo;
- i parametri σ_v e σ_w (velocità turbolente) sono eventualmente modificati affinché non siano inferiori ad un minimo prefissato.

Le simulazioni modellistiche sono state condotte sulla base delle seguenti ipotesi:

- area di studio con orografia semplice;
- calcolo dei coefficienti dispersivi attraverso l'utilizzo dei parametri continui di turbolenza e variabili micrometeorologiche;
- considerazione dell'effetto scia degli edifici (building downwash);
- assenza di fenomeni di deposizione secca e umida.

5.2 CARATTERISTICHE DELLE SORGENTI EMISSIVE

Le emissioni associate al sito oggetto di studio sono quelle generate dalla combustione di gasolio nei motori dei 19 generatori d'emergenza il cui funzionamento è previsto solo in caso di eventi incidentali che comportino l'interruzione dell'alimentazione elettrica a servizio delle due unità presenti nel sito denominate "ML7" e "ML8".

È prevista inoltre l'accensione dei generatori in occasione dell'ordinaria manutenzione degli stessi che prevede test mensili ed annuali di funzionamento fuori e sotto carico. Ogni generatore è dotato di proprio camino per il convogliamento in atmosfera dei fumi di scarico provenienti dalla combustione.

Come premesso al capitolo 1, nel presente studio sono stati considerati i seguenti scenari:

- Scenario 1 di manutenzione: la simulazione dell'accensione sequenziale di tutti i 19 generatori per 120 minuti ciascuno (massima durata dei test di funzionamento), assumendo che le attività di manutenzione procedano ad un ritmo pari a due generatori al giorno, uno alla mattina (h 10-12) ed uno il pomeriggio (h 16-18), per un periodo complessivo pari a 8,5 giorni/mese, ripetuto per 12 mesi.
- Scenario 2 di emergenza: la simulazione dell'accensione contemporanea di tutti i generatori per 2 ore consecutive. Per valutare gli effetti sulla qualità dell'aria di tale scenario emergenziale è stato utilizzato un approccio di tipo stocastico, volto a stimare la probabilità di ricadute al suolo significative presso i recettori limitrofi all'impianto. L'evento emergenziale (durata 2h) è stato simulato con una frequenza di accadimento ogni 26 ore per un intero anno (N=337), al fine di considerare la variabilità delle diverse condizioni meteorologiche nelle diverse ore del giorno e nelle diverse stagioni dell'anno.

I generatori di emergenza non supereranno le 500 ore di funzionamento annue e dunque le emissioni generate non sono sottoposte a limiti normativi ai sensi della DGR Lombardia n.IX/3934; per questo motivo, come valori di input al modello relativamente alle portate di ogni singolo inquinante sono stati considerati i valori dichiarati dal costruttore a pieno carico (cfr. allegato 1), prevedendo inoltre l'eventualità di adottare un sistema di abbattimento end-of-pipe specifico per NO_x tramite tecnologia SCR e dosaggio di AdBlue. Tale sistema permette di raggiungere concentrazioni di NO₂ allo scarico pari a 145 mg/Nm³ (@15% O₂) a pieno carico 1, con un fattore di abbattimento pari all'86,5% rispetto ai valori di targa senza sistemi di abbattimento.

Ciascuno scenario è stato quindi valutato nell'ipotesi di assenza (a) e presenza (b) di un sistema di abbattimento SCR degli NO_x. In caso di presenza, le simulazioni hanno previsto anche un flusso emissivo di NH₃ al fine di considerare l'effetto di trascinarsi (slip) dovuto all'iniezione di AdBlue nel dispositivo di SCR.

- (a) La seguente Figura 5-3 mostra la localizzazione delle sorgenti considerate sul layout di impianto, la successiva Senza sistema di abbattimento SCR

¹ Comunicazione Rolls-Royce Solutions GmbH.

- (b) Con sistema di abbattimento SCR
- (c) Considerando cautelativamente un contenuto di NH₃ nei fumi pari a 10 ppmv (valore considerato cautelativo per properly designed SCR systems; fonte: USEPA, 2017. Selective Catalytic Reduction)

Tabella 5 riporta le caratteristiche geometriche ed emissive come inserite nel modello di dispersione. La Figura 5-4 e la Figura 5-5 riportano infine in forma grafica i cicli di funzionamento simulati rispettivamente su base mensile e annuale.

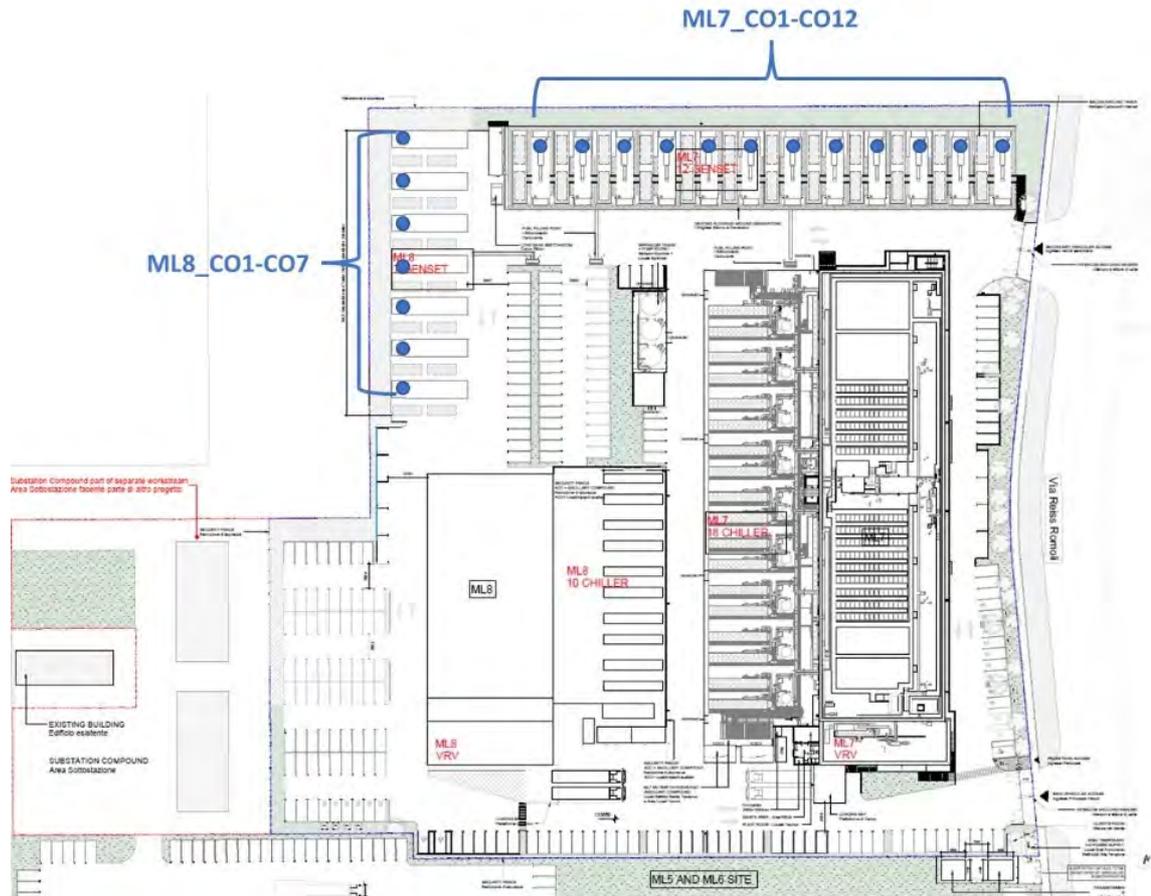


Figura 5-3 | Localizzazione punti di emissione su layout impianto

| UNITÀ | SORGENTE | COORDINATE UTM WGS84 (Km) | | ALTEZZA CAMINO (m) | DIAM. (m) | VELOCITÀ DI USCITA (m/s) | TEMP. FUMI (K) | NO _x (g/s) | | CO (g/s) | PM (g/s) | NH ₃ (g/s) |
|-------|----------|---------------------------|-----------|--------------------|-----------|--------------------------|----------------|-----------------------|------|----------|----------|-----------------------|
| | | X | Y | | | | | (a) | (b) | | | |
| ML7 | ML7_C01 | 502843.3 | 5035976.2 | 9 | 0,6 | 37,1 | 728,25 | 6,70 | 0,91 | 0,23 | 0,015 | 0,03 |
| ML7 | ML7_C02 | 502852.0 | 5035979.5 | 9 | 0,6 | 37,1 | 728,25 | 6,70 | 0,91 | 0,23 | 0,015 | 0,03 |
| ML7 | ML7_C03 | 502860.7 | 5035982.8 | 9 | 0,6 | 37,1 | 728,25 | 6,70 | 0,91 | 0,23 | 0,015 | 0,03 |
| ML7 | ML7_C04 | 502869.4 | 5035986.1 | 9 | 0,6 | 37,1 | 728,25 | 6,70 | 0,91 | 0,23 | 0,015 | 0,03 |
| ML7 | ML7_C05 | 502878.1 | 5035989.3 | 9 | 0,6 | 37,1 | 728,25 | 6,70 | 0,91 | 0,23 | 0,015 | 0,03 |
| ML7 | ML7_C06 | 502886.8 | 5035992.6 | 9 | 0,6 | 37,1 | 728,25 | 6,70 | 0,91 | 0,23 | 0,015 | 0,03 |
| ML7 | ML7_C07 | 502895.5 | 5035995.9 | 9 | 0,6 | 37,1 | 728,25 | 6,70 | 0,91 | 0,23 | 0,015 | 0,03 |
| ML7 | ML7_C08 | 502904.2 | 5035999.2 | 9 | 0,6 | 37,1 | 728,25 | 6,70 | 0,91 | 0,23 | 0,015 | 0,03 |
| ML7 | ML7_C09 | 502912.9 | 5036002.5 | 9 | 0,6 | 37,1 | 728,25 | 6,70 | 0,91 | 0,23 | 0,015 | 0,03 |

| UNITÀ | SORGENTE | COORDINATE UTM WGS84 (Km) | | ALTEZZA CAMINO (m) | DIAM. (m) | VELOCITÀ DI USCITA (m/s) | TEMP. FUMI (K) | NO _x (g/s) | | CO (g/s) | PM (g/s) | NH ₃ (g/s) |
|-------|----------|---------------------------|-----------|--------------------|-----------|--------------------------|----------------|-----------------------|------|----------|----------|-----------------------|
| | | X | Y | | | | | (a) | (b) | | | |
| ML7 | ML7_C10 | 502921.6 | 5036005.8 | 9 | 0,6 | 37,1 | 728,25 | 6,70 | 0,91 | 0,23 | 0,015 | 0,03 |
| ML7 | ML7_C11 | 502930.3 | 5036009.1 | 9 | 0,6 | 37,1 | 728,25 | 6,70 | 0,91 | 0,23 | 0,015 | 0,03 |
| ML7 | ML7_C12 | 502939.0 | 5036012.4 | 9 | 0,6 | 37,1 | 728,25 | 6,70 | 0,91 | 0,23 | 0,015 | 0,03 |
| ML8 | ML8_C01 | 502827.2 | 5035970.5 | 9 | 0,6 | 37,1 | 728,25 | 6,70 | 0,91 | 0,23 | 0,015 | 0,03 |
| ML8 | ML8_C02 | 502830.5 | 5035961.7 | 9 | 0,6 | 37,1 | 728,25 | 6,70 | 0,91 | 0,23 | 0,015 | 0,03 |
| ML8 | ML8_C03 | 502833.8 | 5035953.0 | 9 | 0,6 | 37,1 | 728,25 | 6,70 | 0,91 | 0,23 | 0,015 | 0,03 |
| ML8 | ML8_C04 | 502837.1 | 5035944.4 | 9 | 0,6 | 37,1 | 728,25 | 6,70 | 0,91 | 0,23 | 0,015 | 0,03 |
| ML8 | ML8_C05 | 502840.4 | 5035935.7 | 9 | 0,6 | 37,1 | 728,25 | 6,70 | 0,91 | 0,23 | 0,015 | 0,03 |
| ML8 | ML8_C06 | 502843.7 | 5035927.0 | 9 | 0,6 | 37,1 | 728,25 | 6,70 | 0,91 | 0,23 | 0,015 | 0,03 |
| ML8 | ML8_C07 | 502847.0 | 5035918.3 | 9 | 0,6 | 37,1 | 728,25 | 6,70 | 0,91 | 0,23 | 0,015 | 0,03 |

- (d) Senza sistema di abbattimento SCR
- (e) Con sistema di abbattimento SCR
- (f) Considerando cautelativamente un contenuto di NH₃ nei fumi pari a 10 ppmv (valore considerato cautelativo per properly designed SCR systems; fonte: USEPA, 2017. Selective Catalytic Reduction)

Tabella 5 | Caratteristiche dei punti di emissione

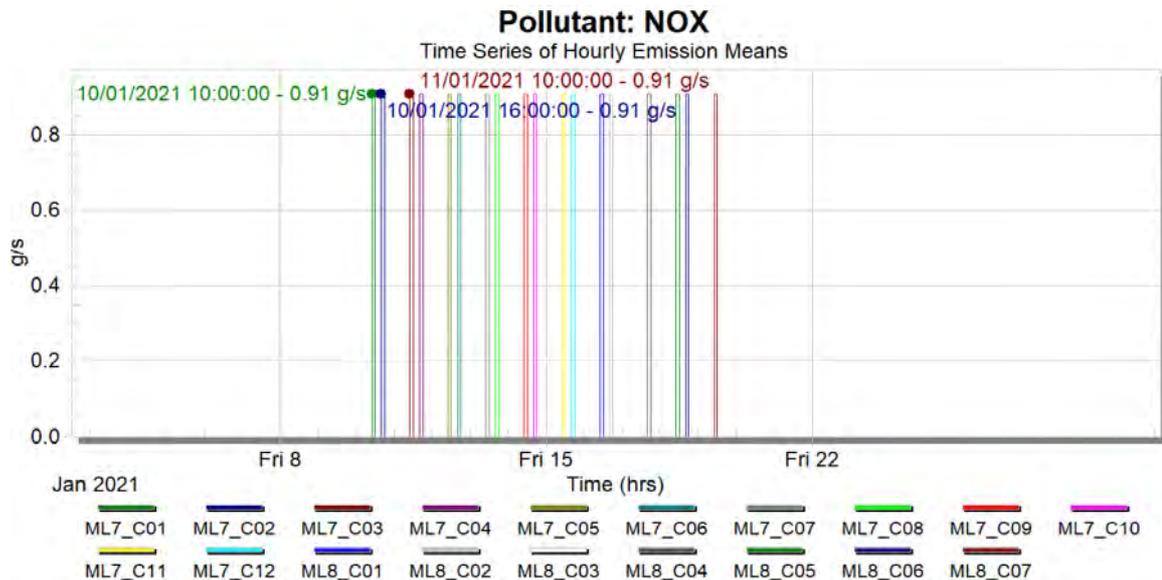


Figura 5-4 | Ciclo di funzionamento mensile simulato e relative emissioni di NO_x associate a ciascun generatore generatore Scenario 1b di manutenzione con sistema SCR attivo

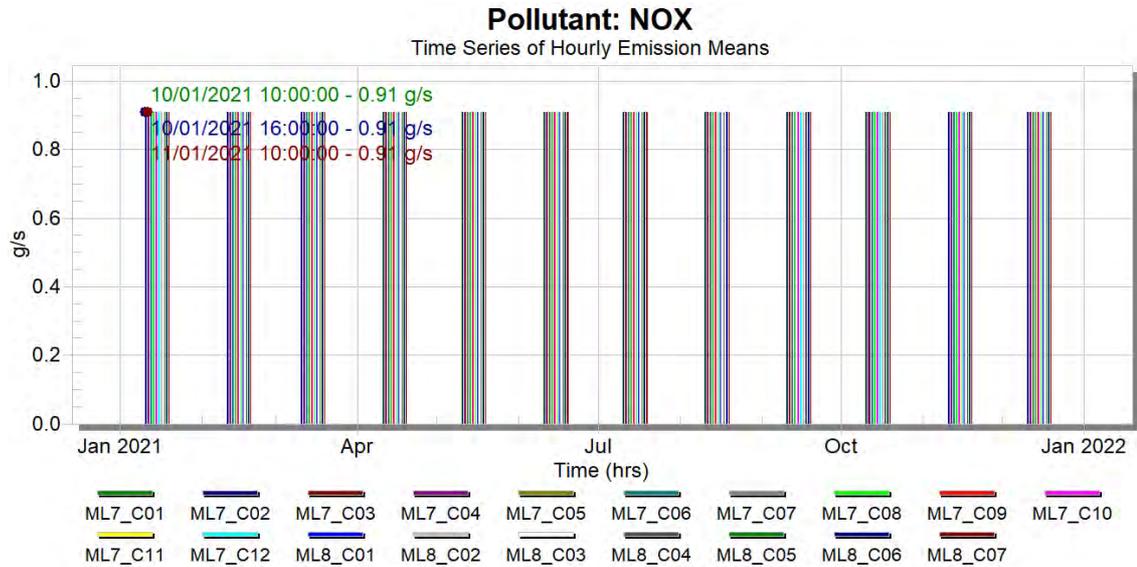


Figura 5-5 | Ciclo di funzionamento annuale simulato e relative emissioni di NO_x associate a ciascun generatore - Scenario 1b di manutenzione con sistema SCR attivo

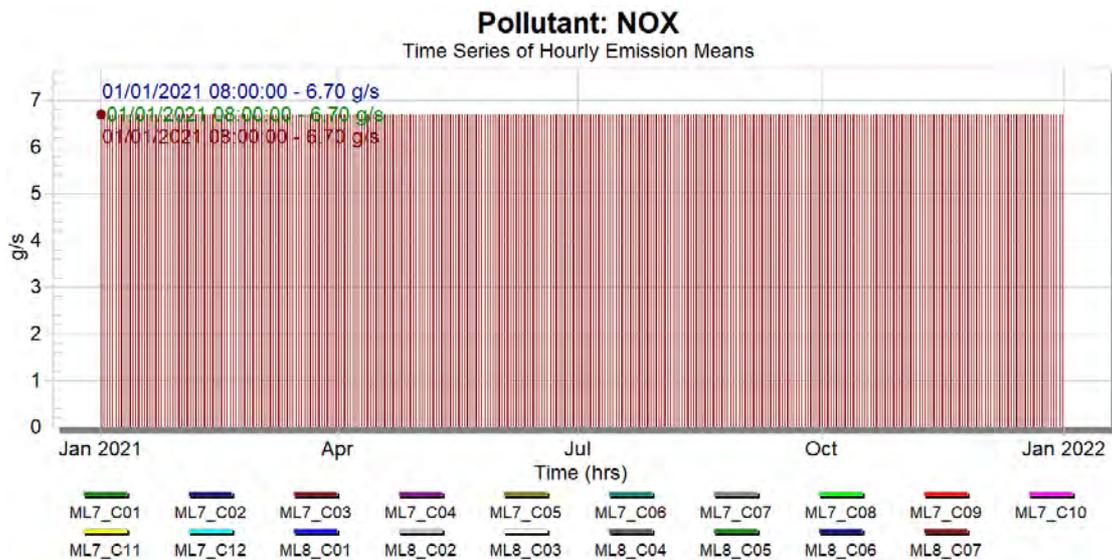


Figura 5-6 | Valutazione dello scenario emergenziale con approccio stocastico: simulazione ripetuta (n=337) dello scenario 2a (emergenza in assenza di sistema SCR)

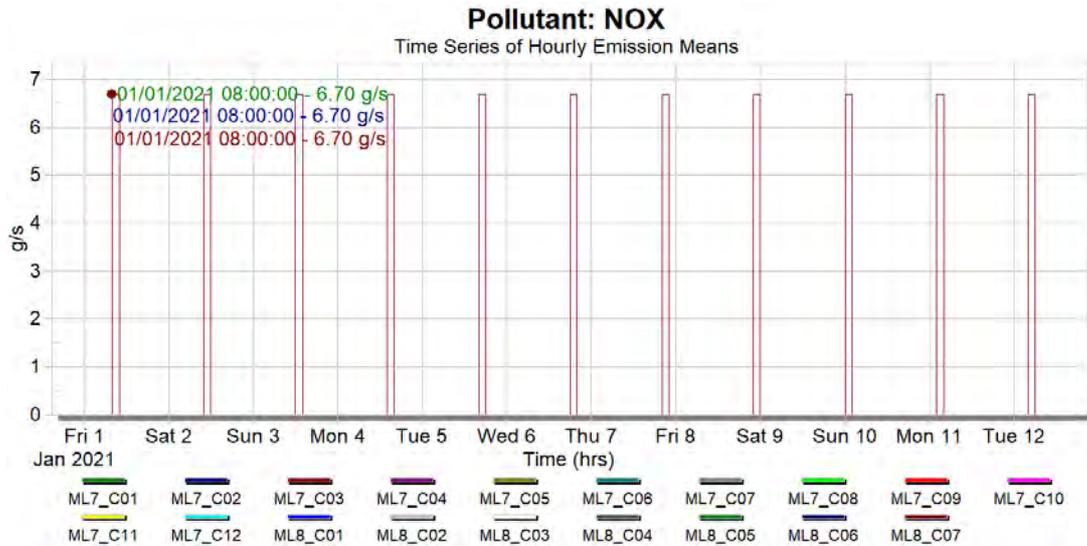


Figura 5-7 | Valutazione dello scenario emergenziale con approccio stocastico: simulazione ripetuta dello scenario 2a (emergenza in assenza di sistema SCR) – dettaglio giornaliero

5.2.1 CONFRONTO CON STIME EMISSIVE A LIVELLO COMUNALE

La seguente tabella mette a confronto:

- le emissioni previste complessive calcolate considerando il programma di manutenzione annuale richiamato in introduzione al presente documento (261 ore complessive);
- le emissioni previste simulate per lo scenario di manutenzione;
- le emissioni stimate a seguito di un evento di emergenza della durata di 2h;
- le emissioni stimate a livello comunale dall'applicativo INEMAR per il Comune di Settimo Milanese con riferimento all'anno 2019.

| PARAMETRO | STIMA EMISSIVA ANNO 2019 COMUNE DI SETTIMO MILANESE (FONTE: INEMAR) | STIME EMISSIVE (t) E CONFRONTO % CON STIME COMUNALI | | | |
|-----------------|---|---|------------------------------------|----------------------------------|---|
| | | NOTE | MANUTENZIONE | | EMERGENZA |
| | | | PIANO DI MANUTENZIONE (261H) | SCENARIO 1 SIMULATO (456H) | SCENARIO 2 SIMULATO (SINGOLO EVENTO, 2H) |
| NO _x | 70.4 t | senza SCR | 6.30 t (8.9%) | 11.00 t (15.6%) | 0.92 t (1.3%) |
| | | con SCR | 0.85 t (1.2%) | 1.49 t (2.1%) | 0.12 t (0.2%) |
| NH ₃ | 40 t | con SCR | 0.03 t (0.1%) | 0.05 t (0.1%) | 0.004 t (0.01%) |
| PM | 11.4 t | | 0.01 t (0.1%) | 0.02 t (0.2%) | 0.002 t (0.02%) |
| CO | 99 t | | 0.22 t (0.2%) | 0.38 t (0.4%) | 0.031 t (0.03%) |

Tabella 6 | Stime emissive (t) e confronto % con stime comunali

La tabella evidenzia come le emissioni complessive di NO_x stimate per l'implementazione del programma di manutenzione dell'impianto in esame rappresentino circa l'8,9% delle emissioni comunali riferite all'anno 2019. Tale contributo aggiuntivo è ridotto a circa 1,2% in caso di abbattimento delle emissioni di NO_x tramite dispositivo SCR. Le emissioni di PM, CO e NH₃ da programma di manutenzione risultano invece pari allo 0,1-0,2% delle rispettive emissioni comunali.

5.3 DOMINIO DI CALCOLO E RECETTORI SENSIBILI CONSIDERATI

Il dominio di calcolo di CALPUFF utilizzato per il calcolo delle concentrazioni di inquinanti al suolo emessi dall'impianto in progetto ha dimensioni pari a 11x12 km. I valori delle concentrazioni sono stati simulati tramite la sovrapposizione di più griglie di calcolo (Sampling Grid) a risoluzione crescente in prossimità delle sorgenti emissive (Figura 5-8):

- Griglia 10x11 Km passo: 500 m
- Griglia 4x4 Km passo: 200 m
- Griglia 2x2 Km passo: 100 m
- Griglia 1x1 Km passo: 50 m

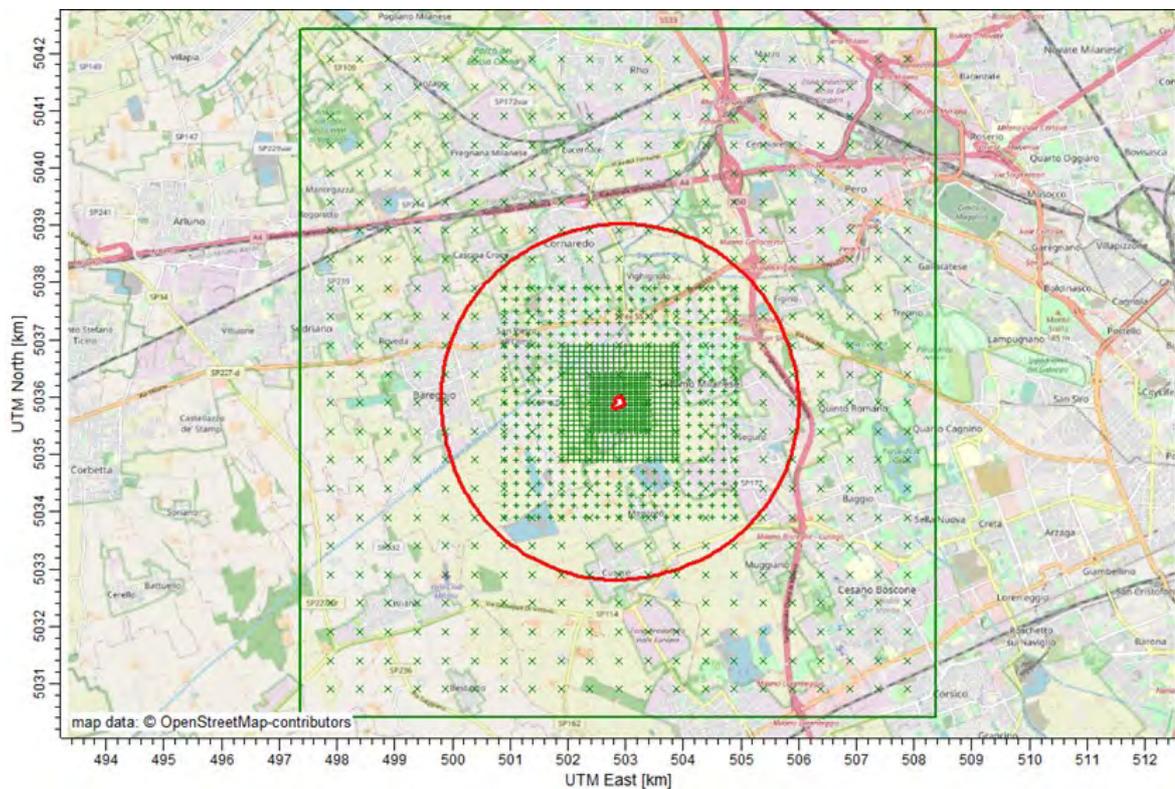


Figura 5-8 | Griglie di calcolo utilizzate nelle simulazioni

Alle griglie regolari dei punti recettori sono stati aggiunti ulteriori recettori discreti in corrispondenza:

- delle abitazioni isolate prossime all'impianto;
- degli edifici più vicini appartenenti ai centri abitati ubicati nell'arco di 3 km dall'impianto;
- delle aree destinate al pubblico (parchi, giardini, centri sportivi);
- dei recettori sensibili quali istituti scolastici e strutture sanitarie.

I recettori sensibili che sono stati considerati sono riportati nella seguente tabella; nell'immagine seguente si riporta la loro posizione rispetto all'area di progetto.

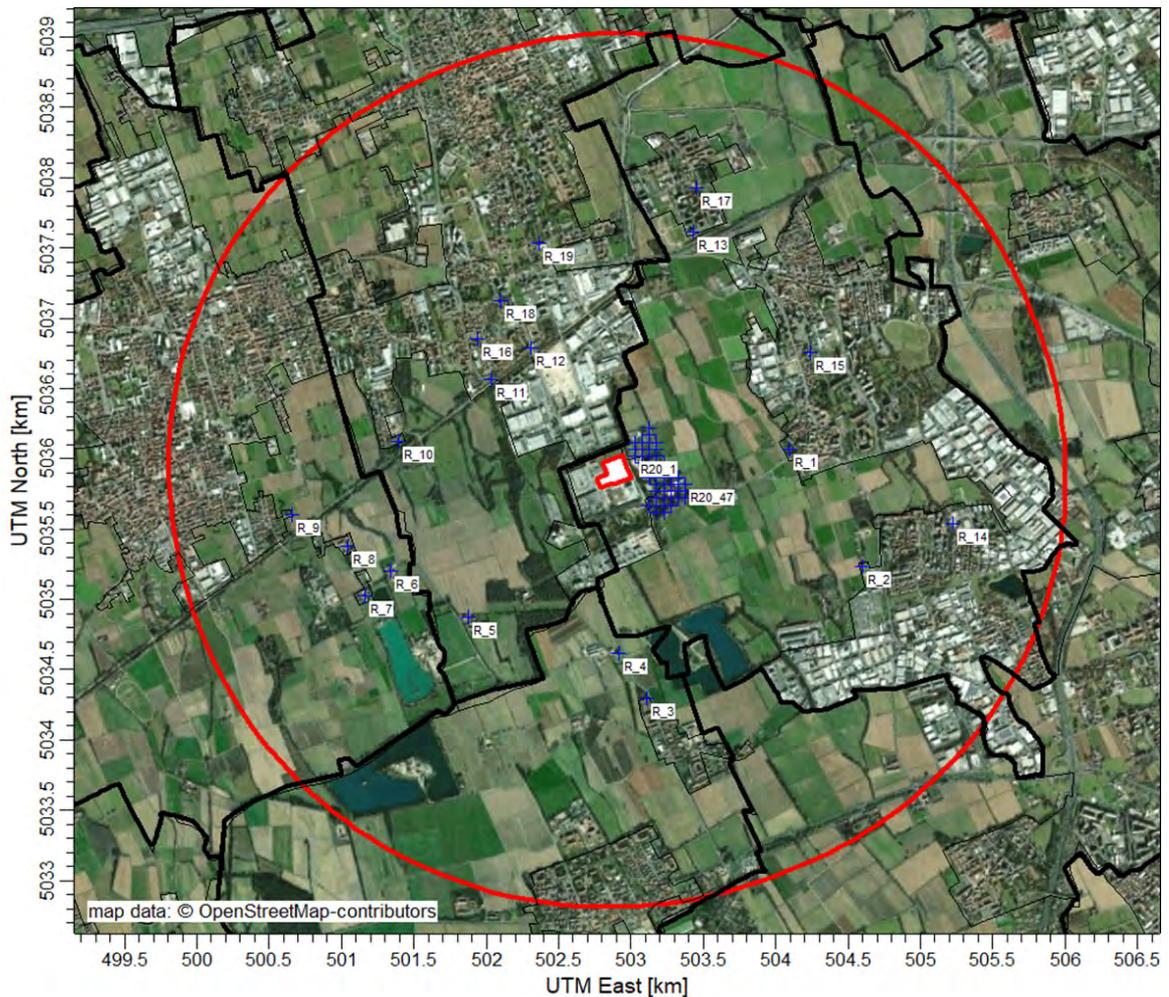


Figura 5-9 | Posizione dei recettori nel raggio di 3 Km dall'area di progetto

5.4 EFFETTO DOWNWASH

Per una rappresentazione maggiormente completa della situazione emissiva e del corrispondente stato di diffusione in atmosfera, nel modello di calcolo è stata applicata l'opzione downwash, ovvero si è tenuto conto della presenza degli edifici posti nelle immediate vicinanze delle sorgenti emissive che possono interferire sulla traiettoria dei pennacchi emessi ("effetto scia"), con la possibilità, per turbolenza indotta dall'azione del vento, di osservare un incremento delle concentrazioni a terra nelle adiacenze dell'impianto.

Nella figura seguente è rappresentata una ricostruzione 3D delle volumetrie considerate nel modello di calcolo per considerare tale effetto.

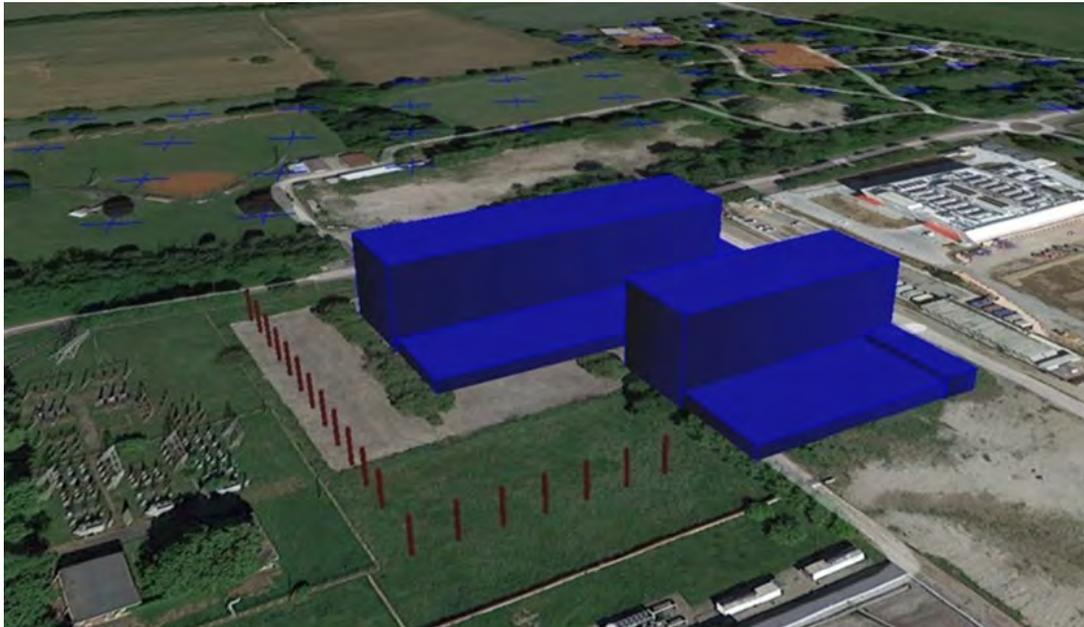


Figura 5-10 | Ricostruzione tridimensionale dell'area di impianto con ubicazione delle sorgenti simulate (in rosso) e degli edifici considerati per l'effetto building downwash (in blu)

La seguente tabella riporta le caratteristiche geometriche degli edifici considerati nelle simulazioni al fine di calcolare l'effetto building downwash.

| EDIFICIO | QUOTA BASE (M SLM) | ALTEZZA EDIFICIO (M) | LUNGHEZZA ASSE X | LUNGHEZZA ASSE Y | ROTAZIONE (DEG) | COORDINATE VERTICE SO UTM WGS84 (M) | |
|----------|--------------------|----------------------|------------------|------------------|-----------------|-------------------------------------|------------|
| | | | | | | X | Y |
| ML8_1 | 135 | 24 | 24.46 | 65.02 | 21.53 | 502897.06 | 5035848.44 |
| ML8_2 | 135 | 4 | 27.83 | 55.08 | 21.32 | 502867.34 | 5035847.05 |
| ML8_3 | 135 | 6 | 28.02 | 9.55 | 21.2 | 502870.75 | 5035837.92 |
| ML7_3 | 135 | 4 | 110.19 | 25.33 | 291.47 | 502888.11 | 5035964.13 |
| ML7_2 | 135 | 6 | 27.46 | 10.06 | 21.87 | 502952.05 | 5035870.32 |
| ML7_1 | 135 | 24 | 100.22 | 26.4 | 111.47 | 502972.8 | 5035889.79 |

Tabella 8 | caratteristiche geometriche degli edifici considerati nelle simulazioni al fine di calcolare l'effetto building downwash

5.5 CALCOLO DELLE CONCENTRAZIONI DI NO₂

I gas esausti derivanti dalla combustione nei motori dei generatori di emergenza sono costituiti da Ossidi di Azoto (NO_x) principalmente sotto forma di monossido di Azoto (NO) parte del quale, reagendo per permanenza in atmosfera con Ozono e altri agenti ossidanti, si trasforma in biossido di Azoto (NO₂).

Le simulazioni modellistiche sono condotte stimando le concentrazioni di NO_x e successivamente, attraverso la definizione del rapporto NO₂/NO_x, sono state calcolate le concentrazioni di NO₂ per il corretto confronto con gli standard di qualità dell'aria ambiente stabiliti dal Dlgs 155/2010.

Il metodo utilizzato per la conversione è l'Ambient Ratio Method Version 2 (ARM2)² sviluppato dalla United States Environment Protection Agency (USEPA) elaborata attraverso l'analisi delle serie decennali (2001 – 2010) dei dati misurati di NO ed NO₂ in tutte le stazioni del territorio nazionale

² Maggiori informazioni sul Metodo ARM2 al seguente link: https://gaftp.epa.gov/Air/aqmg/SCRAM/models/preferred/aermod/ARM2_Development_and_Evaluation_Report-September_20_2013.pdf

americano. Il metodo ARM2 permette di definire il rapporto NO_2/NO_x utilizzando la seguente funzione polinomiale:

$$Y = -1.1723E-17X^6 + 4.2795E-14X^5 - 5.8345E-11X^4 + 3.4555E-08X^3 - 5.6062E-06X^2 - 2.7383E-03X + 1.2441E+00$$

dove:

Y= rapporto NO_2/NO_x

X= concentrazione di NO_x calcolata dal modello

Come consigliato dalle linee guida ARPA Lombardia "Indicazioni relative all'utilizzo di tecniche modellistiche per la simulazione della dispersione di inquinanti negli studi di impatto sulla componente atmosfera", al fine di valutarne l'efficacia per l'area in esame, i risultati ottenuti tramite il metodo ARM2 sono stati confrontati con le concentrazioni misurate nel periodo 2017-2021 dalle centralina di monitoraggio ARPA di Settimo Milanese e Rho, le più prossime al sito di progetto.

La Figura 5-11 mostra come, il rapporto NO_2/NO_x stimato con il metodo ARM2 sia confrontabile e cautelativo rispetto a quello ottenuto tramite le concentrazioni misurate dalla centralina di rilevamento di Settimo Milanese e Rho.

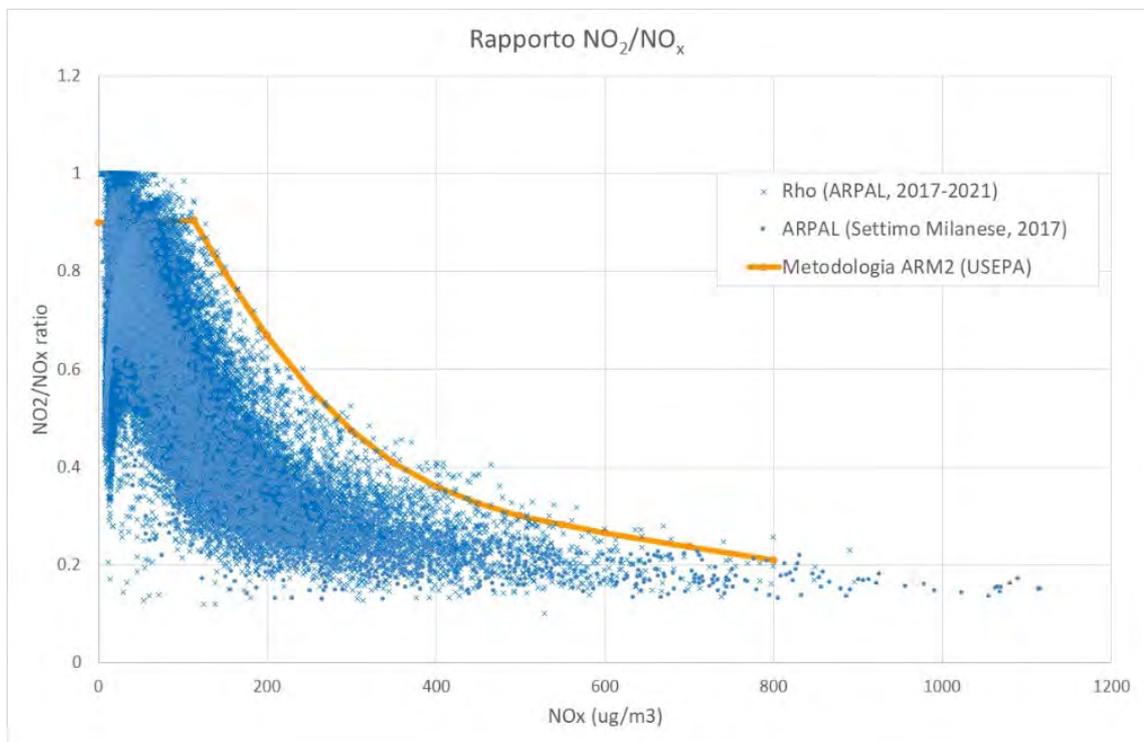


Figura 5-11 | Confronto del rapporto NO_2/NO_x in funzione degli NO_x ottenuto con il metodo ARM2 e le concentrazioni misurate presso la centralina ARPA di Settimo Milanese (2017) e Rho (2017-2021)

6 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

6.1 SCENARIO DI MANUTENIONE

6.1.1 BIOSSIDO DI AZOTO (NO_2)

La Figura 6-1 rappresenta la mappa di impatto che mostra i valori di concentrazione orari di NO_2 così come ottenuti dalla simulazione dello scenario di manutenzione in assenza di misure di mitigazione. La mappa mostra l'assenza di superamenti del limite orario $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in tutto il dominio di indagine, con valori inferiori a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a distanze superiori ad 1 km dal sito di progetto. Presso tutti i recettori residenziali i massimi orari risultano inferiori a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre i 19i valori massimi orari (Figura 6-3) si attestano su valori di un ordine di grandezza sotto il limite orario di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La Figura 6-2 rappresenta la mappa di impatto che mostra i valori di concentrazione orari di NO₂ così come ottenuti simulando l'attivazione del sistema SCR di abbattimento degli ossidi di azoto. La mappa mostra concentrazioni massime orarie ben al di sotto i 50 µg/m³ già al perimetro dell'area di progetto. I 19i valori massimi orari (Figura 6-4) si attestano su valori di un ordine di grandezza sotto il limite orario di 200 µg/m³ in corrispondenza del perimetro di impianto e di oltre due ordini di grandezza nei pressi dei recettori sensibili distali. Considerando cautelativamente la ripetizione delle attività di manutenzione per ciascun mese dell'anno, le massime medie annuali (Figura 6-5 e Figura 6-6) risultano inferiori di 2 ordini di grandezza (Scenario non mitigato) e di oltre 3 ordini di grandezza (Scenario con mitigazione) rispetto al limite normativo (40 µg/m³).

La tabella seguente riporta le elaborazioni statistiche, risultanti dalla simulazione, inerenti ai recettori sensibili considerati ed il confronto con i limiti previsti dal Dlgs 155/2010. Non si evidenziano superamenti delle soglie relative alla distribuzione percentile della concentrazione oraria e della media annuale. In riferimento al potenziale effetto cumulativo, considerando un valore di fondo per l'area in esame (cfr. paragrafo 4.1), non sono ravvisabili criticità.

| ID | DESCRIZIONE | VALORI MAX ORARI (µg/m ³) | | 19° VAL. MAX ORARIO (µg/m ³) | | MEDIA ANNUA µg/m ³ | |
|----|---|---------------------------------------|-------|--|------------|-------------------------------|-----------|
| | | (a) | (b) | (a) | (b) | (a) | (b) |
| 1 | Settimo Milanese - Via Rilé | 27.64 | 3.75 | 8.68 | 1.18 | 0.06 | 0.008 |
| 2 | Settimo Milanese - Via Edison | 28.16 | 3.82 | 1.96 | 0.27 | 0.02 | 0.002 |
| 3 | Monzoro - Via Marconi | 24.64 | 3.35 | 0.51 | 0.07 | 0.01 | 0.001 |
| 4 | Cascina Molinello - Via Marconi | 11.97 | 1.63 | 0.60 | 0.08 | 0.01 | 0.001 |
| 5 | Cascina Carla - SP162 | 44.59 | 6.06 | 2.62 | 0.36 | 0.02 | 0.003 |
| 6 | Cascina Molino Catena - Via Cusago | 13.06 | 1.77 | 2.49 | 0.34 | 0.02 | 0.002 |
| 7 | Cascina Bergamina - Via Cusago | 7.34 | 1.00 | 1.94 | 0.26 | 0.01 | 0.002 |
| 8 | Cascina Figina - Via Figina | 19.52 | 2.65 | 3.23 | 0.44 | 0.02 | 0.003 |
| 9 | Bareggio - Via Pasteur | 14.54 | 1.97 | 4.25 | 0.58 | 0.03 | 0.004 |
| 10 | Cornaredo - Via Rossini | 27.58 | 3.75 | 8.75 | 1.19 | 0.07 | 0.009 |
| 11 | Cornaredo - Via Vespucci | 19.11 | 2.60 | 10.56 | 1.43 | 0.07 | 0.010 |
| 12 | Cornaredo - Via Monzoro | 20.90 | 2.84 | 8.38 | 1.14 | 0.06 | 0.008 |
| 13 | Vighignolo - Via Minzoni | 23.58 | 3.20 | 3.91 | 0.53 | 0.03 | 0.004 |
| 14 | Scuola Infanzia - Don Milani - Settimo M.se | 6.80 | 0.92 | 1.59 | 0.22 | 0.01 | 0.002 |
| 15 | Scuola Primaria via Buoizzi - Settimo M.se | 25.66 | 3.48 | 9.74 | 1.32 | 0.08 | 0.011 |
| 16 | Scuola Infanzia via Colombo - Cornaredo | 13.71 | 1.86 | 6.51 | 0.88 | 0.04 | 0.006 |
| 17 | Scuola Primaria Vighignolo - Via Matteotti | 21.07 | 2.86 | 3.01 | 0.41 | 0.02 | 0.003 |
| 18 | Scuola Secondaria Muratori - Cornaredo | 11.74 | 1.59 | 4.59 | 0.62 | 0.03 | 0.004 |
| 19 | Scuola Primaria via Don Sturzo - Cornaredo | 20.16 | 2.74 | 3.57 | 0.49 | 0.02 | 0.003 |
| 20 | Centro Sportivo ex Italtel | 112.67 | 16.40 | 60.75 | 8.25 | 0.45 | 0.061 |
| | Massimo di dominio | 143 | 41 | 102 | 14 | 0.557 | 0.080 |
| | SQA (D.Lgs. 155/2010) | - | - | 200 | 200 | 40 | 40 |

(a) Senza sistema di abbattimento SCR

(b) Con sistema di abbattimento SCR

Tabella 9 | concentrazioni di NO₂ ai recettori sensibili e massimi di dominio – scenario di manutenzione

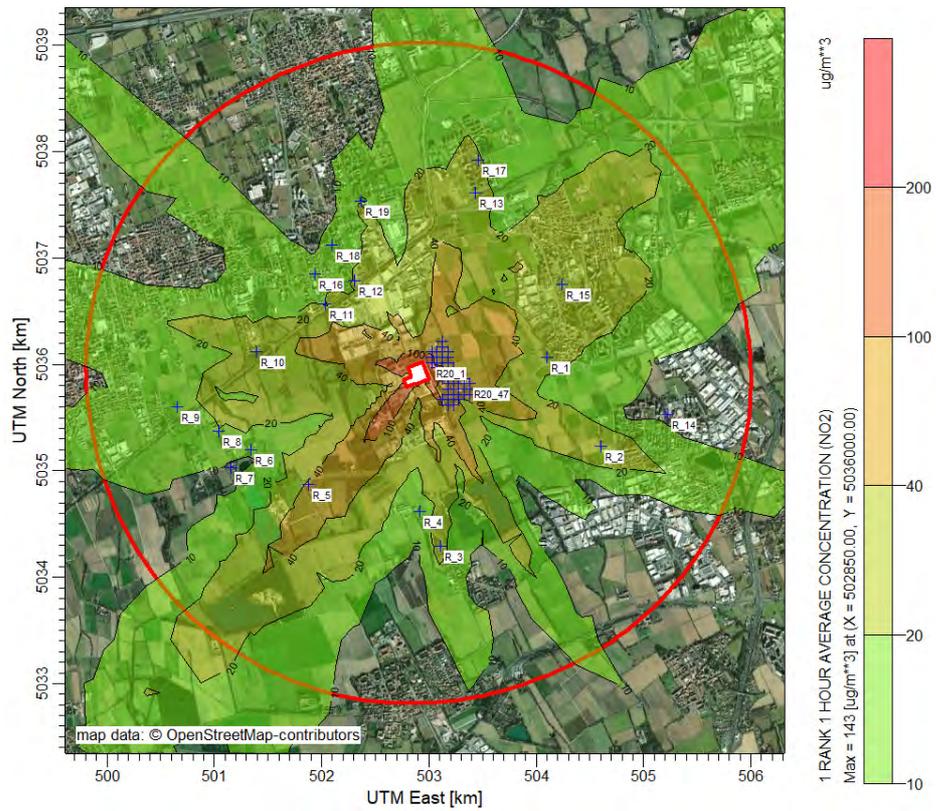


Figura 6-1 | Mappa delle concentrazioni di picco orarie di NO2 nello scenario 1a di manutenzione (non mitigato)

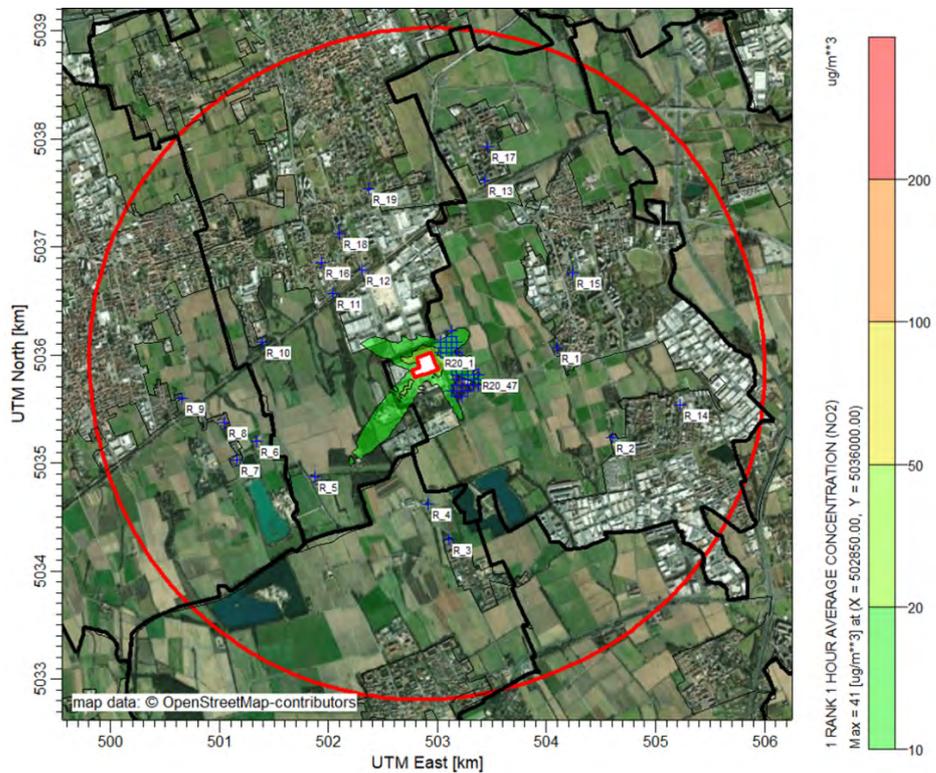


Figura 6-2 | Mappa delle concentrazioni di picco orarie di NO2 nello scenario 1b di manutenzione (mitigato con SCR)

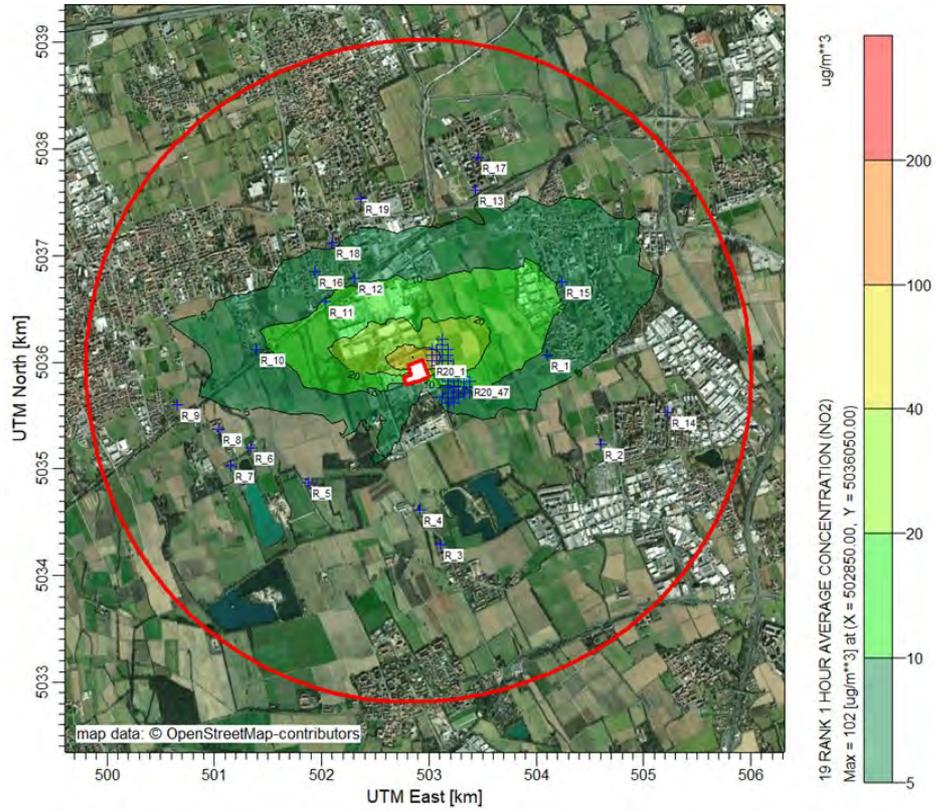


Figura 6-3 | Mappa dei 19i valori massimi orari di NO2 nello scenario 1a di manutenzione (non mitigato)

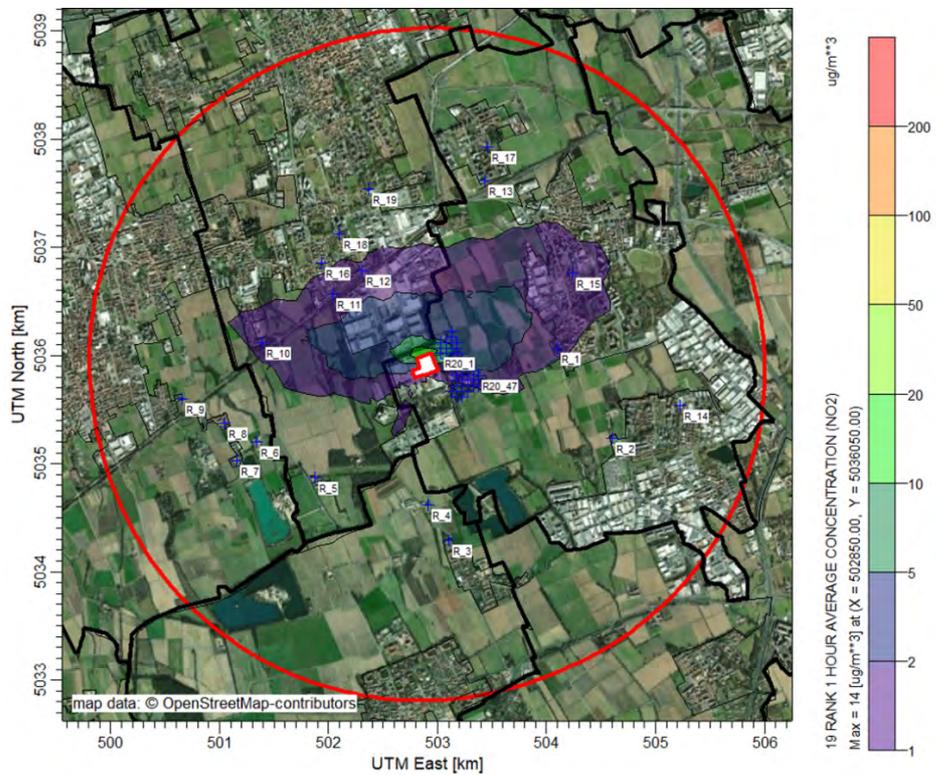


Figura 6-4 | Mappa dei 19i valori massimi orari di NO2 nello scenario 1b di manutenzione (mitigato con SCR)

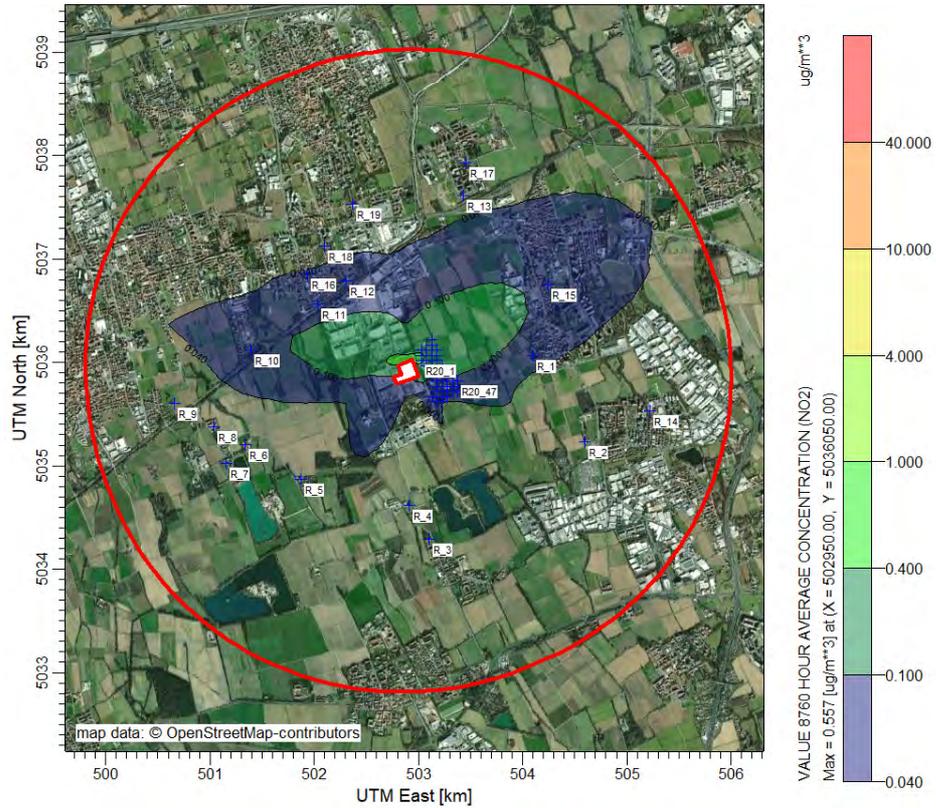


Figura 6-5 | Mappa delle concentrazioni medie annuali di NO2 nello scenario 1a di manutenzione (non mitigato)

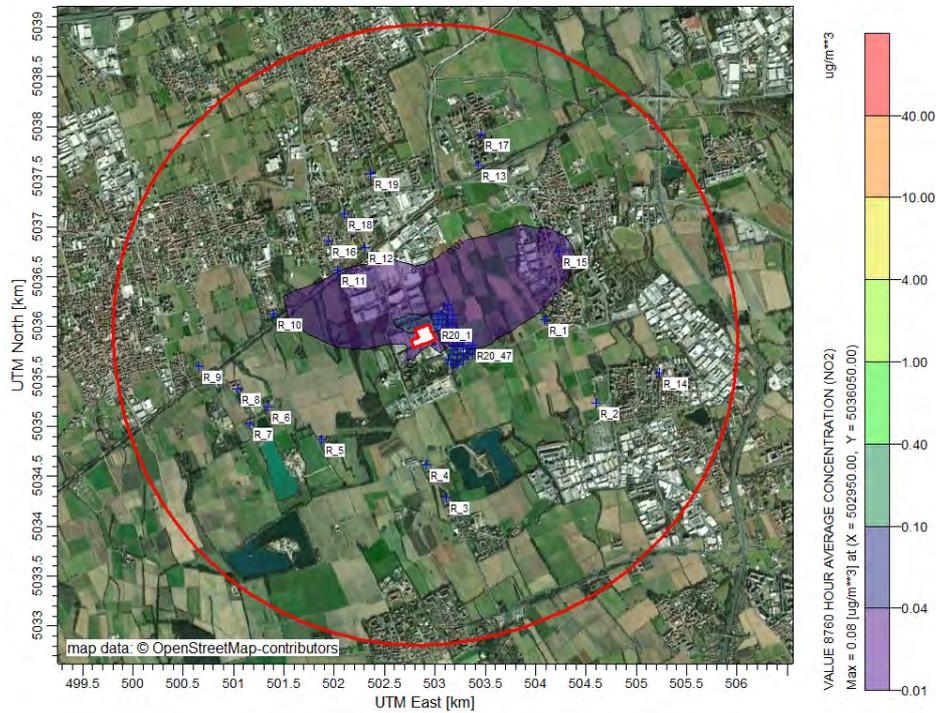


Figura 6-6 | Mappa delle concentrazioni medie annuali di NO2 nello scenario 1b di manutenzione (mitigato con SCR)

6.1.2 PARTICOLATO ATMOSFERICO (PM₁₀)

La Figura 6-7 rappresenta la mappa di impatto che mostra i valori di concentrazione massimi giornalieri di PM₁₀ così come ottenuti dalla simulazione dello scenario di manutenzione.

La mappa mostra valori trascurabili in relazione standard di qualità dell'aria ambiente indicati dal Dlgs 155/2010.

La tabella seguente riporta le elaborazioni statistiche, risultanti dalla simulazione, inerenti ai recettori sensibili considerati ed il confronto con i limiti previsti dal Dlgs 155/2010. I valori risultano essere trascurabili sia rispetto ai limiti previsti dal Dlgs 155/2010 che in riferimento ad un potenziale effetto cumulativo con il valore di fondo per l'area in esame, con valori simulati inferiori di oltre 5 ordini di grandezza rispetto ai valori di riferimento.

| ID | DESCRIZIONE | VALORI MASSIMI GIORNALIERI $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 36° VALORE MASSIMO GIORNALIERO $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | MEDIA ANNUA $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|----|---|---|---|--------------------------------------|
| 1 | Settimo Milanese - Via Ril  | 3.28E-03 | 2.30E-04 | 1.41E-04 |
| 2 | Settimo Milanese - Via Edison | 3.29E-03 | 8.34E-06 | 4.36E-05 |
| 3 | Monzoro - Via Marconi | 2.95E-03 | 1.37E-06 | 2.29E-05 |
| 4 | Cascina Molinello - Via Marconi | 2.14E-03 | 1.98E-06 | 2.21E-05 |
| 5 | Cascina Carla - SP162 | 6.45E-03 | 4.78E-06 | 5.66E-05 |
| 6 | Cascina Molino Catena - Via Cusago | 1.38E-03 | 2.90E-05 | 3.79E-05 |
| 7 | Cascina Bergamina - Via Cusago | 1.24E-03 | 2.42E-05 | 2.82E-05 |
| 8 | Cascina Figina - Via Figina | 3.60E-03 | 4.32E-05 | 5.73E-05 |
| 9 | Bareggio - Via Pasteur | 2.80E-03 | 7.71E-05 | 6.72E-05 |
| 10 | Cornaredo - Via Rossini | 5.92E-03 | 2.96E-04 | 1.63E-04 |
| 11 | Cornaredo - Via Vespucci | 4.58E-03 | 4.57E-04 | 1.79E-04 |
| 12 | Cornaredo - Via Monzoro | 3.79E-03 | 3.15E-04 | 1.41E-04 |
| 13 | Vighignolo - Via Minzoni | 4.43E-03 | 1.70E-04 | 7.92E-05 |
| 14 | Scuola Infanzia - Don Milani - Settimo Milanese | 1.19E-03 | 1.56E-05 | 2.99E-05 |
| 15 | Scuola Primaria via Buozzi - Settimo Milanese | 4.92E-03 | 9.80E-04 | 2.04E-04 |
| 16 | Scuola Infanzia via Colombo - Cornaredo | 3.09E-03 | 2.25E-04 | 1.06E-04 |
| 17 | Scuola Primaria Vighignolo - Via Matteotti | 3.48E-03 | 1.14E-04 | 5.92E-05 |
| 18 | Scuola Secondaria Muratori - Cornaredo | 2.32E-03 | 2.29E-04 | 7.96E-05 |
| 19 | Scuola Primaria via Don Sturzo - Cornaredo | 2.13E-03 | 9.19E-05 | 5.70E-05 |
| 20 | Centro Sportivo ex Italtel | 3.09E-02 | 2.91E-03 | 1.12E-03 |
| | Massimo di dominio | 8.20E-02 | 4.84E-03 | 1.43E-03 |
| | SQA (D.Lgs. 155/2010) | - | 50 | 40 |

Tabella 10 | concentrazioni di PM₁₀ ai recettori sensibili e massimi di dominio – scenario di manutenzione

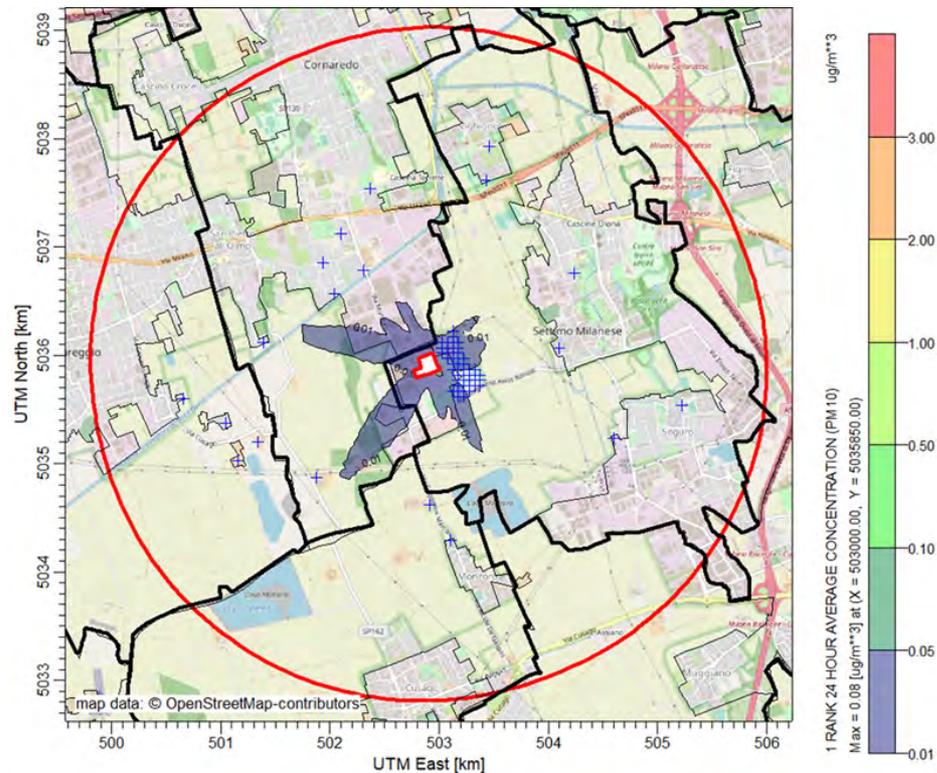


Figura 6-7 | Mappa di impatto delle concentrazioni massime giornaliere (24 ore) di PM₁₀ nello scenario di manutenzione

6.1.3 MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)

La Figura 6-8 rappresenta la mappa di impatto che mostra i valori di concentrazione giornalieri di CO calcolati sulla media mobile di 8 ore così come ottenuti dalla simulazione dello scenario di manutenzione. La mappa mostra valori trascurabili in relazione standard di qualità dell'aria ambiente indicati dal Dlgs 155/2010.

La tabella seguente riporta le elaborazioni statistiche, risultanti dalla simulazione, inerenti ai recettori sensibili considerati ed il confronto con i limiti previsti dal Dlgs 155/2010. I valori risultano essere trascurabili sia rispetto ai limiti previsti dal Dlgs 155/2010 che in riferimento ad un potenziale effetto cumulativo con il valore di fondo per l'area in esame ($3 \text{ mg/m}^3 = 3'000 \text{ µg/m}^3$), con valori simulati inferiori di oltre 4 ordini di grandezza rispetto ai valori di riferimento.

| ID | Descrizione | Massimo valore giornaliero calcolato sulla media mobile di 8 ore µg/m^3 |
|----|------------------------------------|--|
| 1 | Settimo Milanese - Via Ril  | 0.15 |
| 2 | Settimo Milanese - Via Edison | 0.15 |
| 3 | Monzoro - Via Marconi | 0.13 |
| 4 | Cascina Molinello - Via Marconi | 0.06 |
| 5 | Cascina Carla - SP162 | 0.22 |
| 6 | Cascina Molino Catena - Via Cusago | 0.06 |
| 7 | Cascina Bergamina - Via Cusago | 0.06 |
| 8 | Cascina Figina - Via Figina | 0.17 |
| 9 | Bareggio - Via Pasteur | 0.12 |

| ID | Descrizione | Massimo valore giornaliero calcolato sulla media mobile di 8 ore $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|----|---|--|
| 10 | Cornaredo - Via Rossini | 0.19 |
| 11 | Cornaredo - Via Vespucci | 0.13 |
| 12 | Cornaredo - Via Monzoro | 0.16 |
| 13 | Vighignolo - Via Minzoni | 0.20 |
| 14 | Scuola Infanzia - Don Milani - Settimo Milanese | 0.05 |
| 15 | Scuola Primaria via Buozzi - Settimo Milanese | 0.23 |
| 16 | Scuola Infanzia via Colombo - Cornaredo | 0.08 |
| 17 | Scuola Primaria Vighignolo - Via Matteotti | 0.16 |
| 18 | Scuola Secondaria Muratori - Cornaredo | 0.10 |
| 19 | Scuola Primaria via Don Sturzo - Cornaredo | 0.10 |
| 20 | Centro Sportivo ex Italtel | 0.97 |
| | Massimo di dominio | 1.97 |
| | SQA (D.Lgs. 155/2010) | 10'000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (10 mg/m^3) |

Tabella 11 | concentrazioni di CO ai recettori sensibili e massimi di dominio – scenario di manutenzione

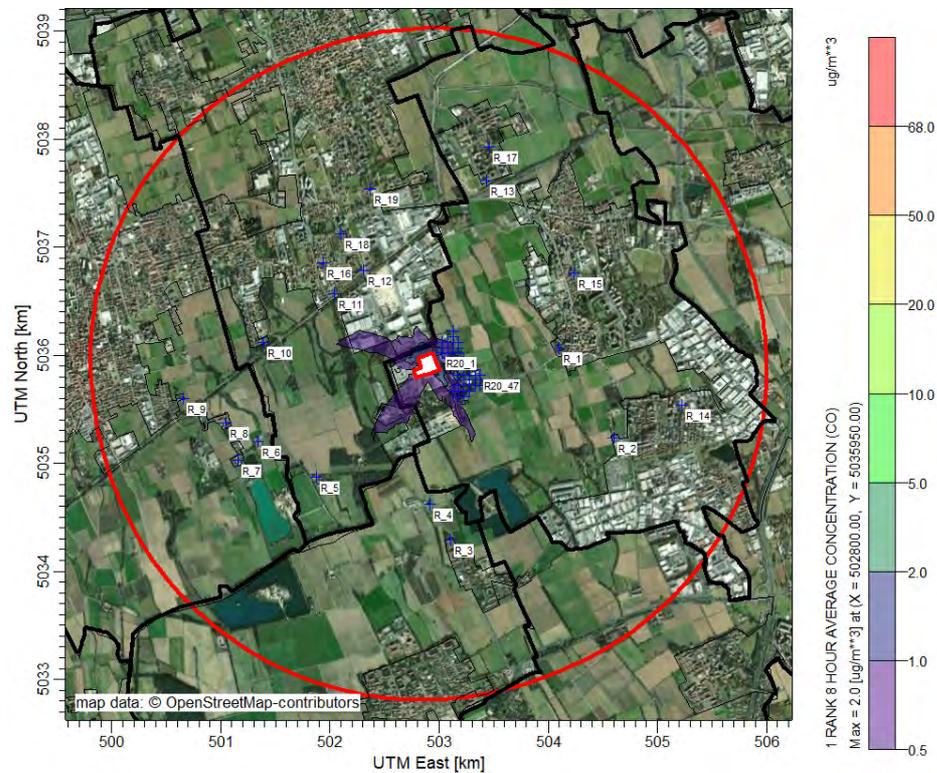


Figura 6-8 | Mappa di impatto delle concentrazioni medie giornaliere (media mobile su 8 ore) di CO nello scenario di manutenzione

6.1.4 AMMONIACA (NH₃)

La figura seguente rappresenta la mappa di impatto che mostra i valori di concentrazione giornalieri di NH₃ così come ottenuti dalla simulazione dello scenario di manutenzione. La mappa mostra valori trascurabili in relazione al valore di riferimento raccomandato da WHO (270 µg/m³).

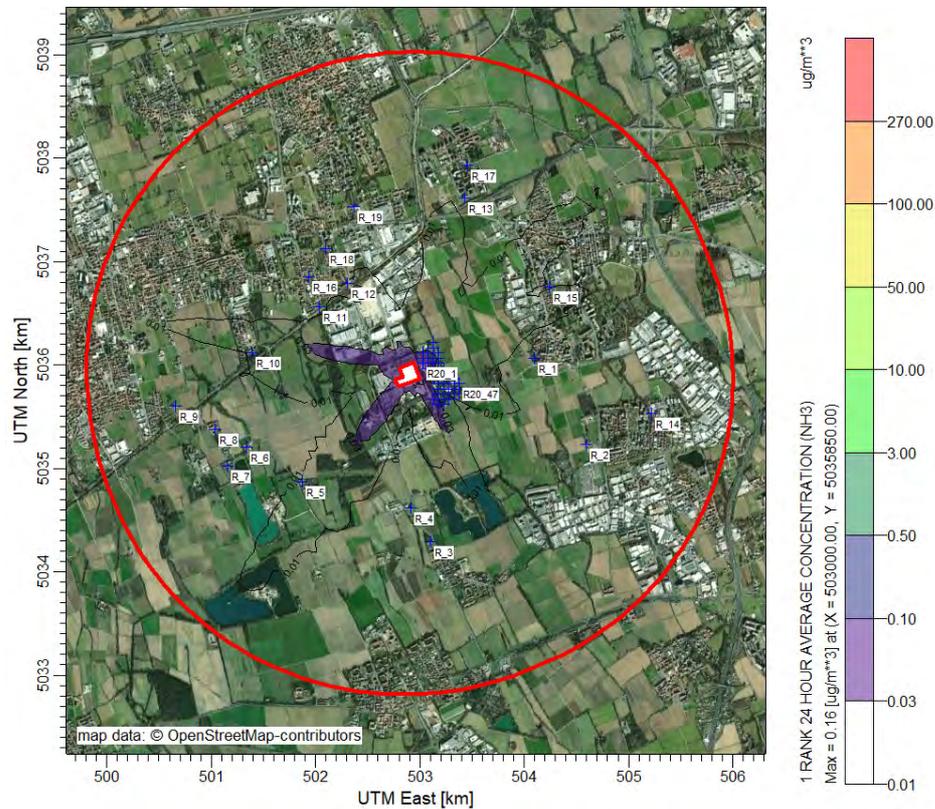


Figura 6-9 | Mappa di impatto delle concentrazioni massime giornaliere (24 ore) di PM₁₀ nello scenario 1b di manutenzione

6.2 SCENARIO DI EMERGENZA

6.2.1 BIOSSIDO DI AZOTO (NO₂)

I seguenti grafici e tabelle mostrano, per alcuni recettori sensibili in prossimità del sito in esame, la distribuzione di probabilità delle massime concentrazioni orarie di NO₂ (picco giornaliero) previste in caso di emergenza.

In assenza di abbattimento SCR l'analisi mostra che la possibilità di avere delle ricadute superiori alla soglia di riferimento (200 µg/m³) risulta molto limitata anche nei pressi delle sorgenti emissive (R20 Centro Sportivo, probabilità: 10%; R10 abitato di Cornaredo, probabilità <1%).

L'abbattimento degli ossidi di azoto a valle dei sistemi SCR permette di ridurre notevolmente le ricadute previste di NO₂ che in tutte le simulazioni effettuate non raggiungono mai valori superiori al limite di riferimento.

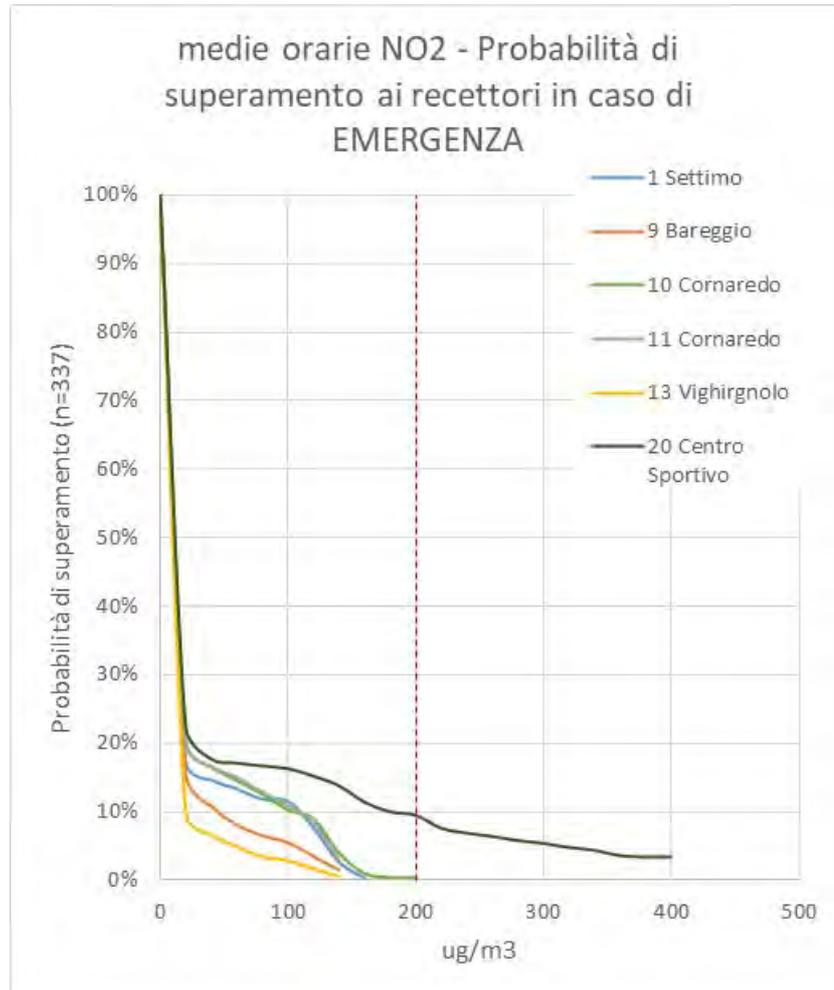


Figura 6-10 | Medie orarie NO₂ - Probabilità di superamento del limite orario ai recettori in caso di emergenza senza abbattimento SCR

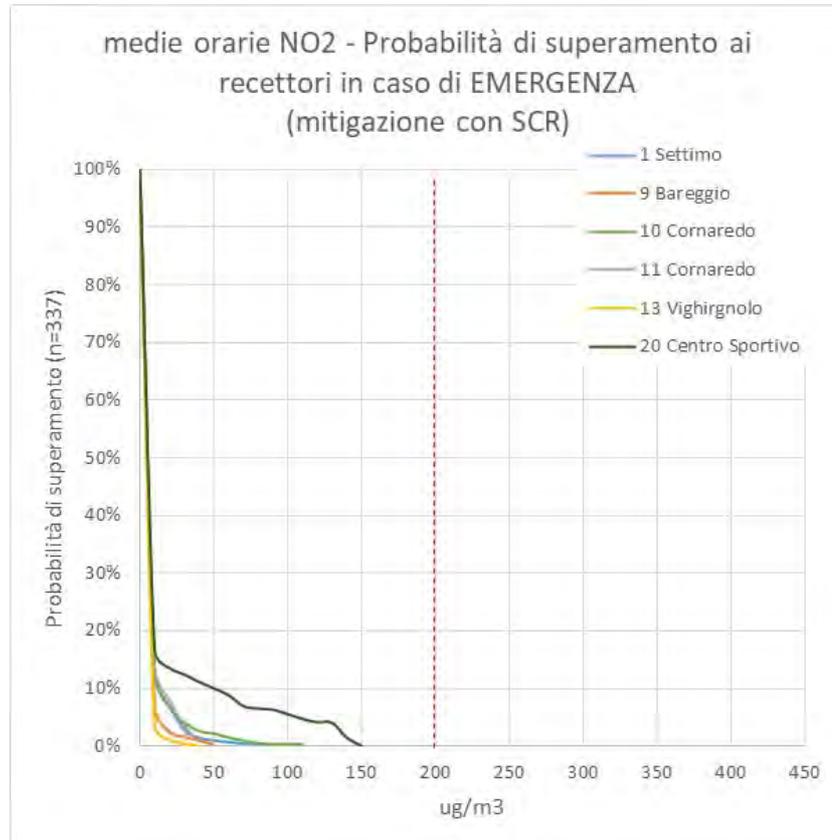


Figura 6-11 | Medie orarie NO₂ - Probabilità di superamento del limite orario ai recettori in caso di emergenza con abbattimento SCR

| REC | SCENARIO 2A DI EMERGENZA (SENZA MITIGAZIONE SCR) NUMERO DI SIMULAZIONI N=337 | | | | | | | |
|--------------------|---|---|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| | MEDIA | ENNESIMO PERCENTILE DELLE RICADUTE MASSIME ORARIE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | | | | | MAX |
| | | 75° PERC. | 80 ° PERC. | 90° PERC. | 95° PERC. | 98° PERC. | 99° PERC. | |
| 1 Settimo | 18.4 | 2.5 | 7.4 | 107.2 | 129.5 | 138.9 | 139.8 | 164.9 |
| 9 Bareggio | 13.0 | 5.1 | 9.5 | 39.2 | 89.7 | 119.8 | 122.8 | 148.0 |
| 10 Cornaredo | 20.7 | 8.1 | 19.0 | 93.3 | 127.8 | 141.7 | 142.6 | 212.3 |
| 11 Cornaredo | 20.2 | 6.1 | 17.1 | 100.1 | 132.5 | 139.9 | 141.0 | 144.3 |
| 13 Vighignolo | 7.7 | 0.6 | 1.6 | 16.5 | 57.9 | 113.9 | 130.2 | 143.5 |
| 20 Centro Sportivo | 51.6 | 15.8 | 29.0 | 166.5 | 269.0 | 387.3 | 497.8 | 874.1 |

Tabella 12 | Sintesi statistica delle simulazioni relative allo scenario 2a di emergenza. Ricadute massime orarie di NO₂ previste in caso di abbattimento NO_x senza SCR (picchi giornalieri)

| REC | SCENARIO 2B DI EMERGENZA (CON MITIGAZIONE SCR) NUMERO DI SIMULAZIONI N=337 | | | | | | | |
|------------|---|---|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|
| | MEDIA | ENNESIMO PERCENTILE DELLE RICADUTE MASSIME ORARIE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | | | | | MAX |
| | | 75° PERC. | 80 ° PERC. | 90° PERC. | 95° PERC. | 98° PERC. | 99° PERC. | |
| 1 Settimo | 3.6 | 0.3 | 1.0 | 15.0 | 21.9 | 27.2 | 29.6 | 88.0 |
| 9 Bareggio | 2.2 | 0.7 | 1.3 | 5.3 | 12.2 | 18.3 | 19.2 | 54.0 |

| REC | SCENARIO 2B DI EMERGENZA (CON MITIGAZIONE SCR) NUMERO DI SIMULAZIONI N=337 | | | | | | | |
|--------------------|---|---|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| | MEDIA | ENNESIMO PERCENTILE DELLE RICADUTE MASSIME ORARIE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | | | | | | MAX |
| | | 75° PERC. | 80 ° PERC. | 90° PERC. | 95° PERC. | 98° PERC. | 99° PERC. | |
| 10 Cornaredo | 4.7 | 1.1 | 2.6 | 12.6 | 21.0 | 33.9 | 38.9 | 117.7 |
| 11 Cornaredo | 3.8 | 0.8 | 2.3 | 13.6 | 23.4 | 30.1 | 32.6 | 49.0 |
| 13 Vighignolo | 1.2 | 0.1 | 0.2 | 1.7 | 6.6 | 10.3 | 14.0 | 41.7 |
| 20 Centro Sportivo | 12.5 | 1.3 | 3.2 | 42.3 | 91.2 | 133.6 | 136.2 | 145.3 |

Tabella 13 | Sintesi statistica delle simulazioni relative allo scenario 2b di emergenza. Ricadute massime orarie di NO₂ previste in caso di abbattimento NO_x con SCR (picchi giornalieri)

Le seguenti figure mostrano le mappe dei picchi orari di NO₂ previsti per ciascun recettore, nelle peggiori simulazioni effettuate (95° percentile, n=337), senza e con l'abbattimento SCR. In altre parole, per ciascun punto della mappa, è visualizzato il valore di NO₂ orario che è stimato poter essere superato con una probabilità del 5%. O ancora: in caso di attivazione contemporanea di tutti i generatori di emergenza per 2h consecutive, le ricadute orarie di NO₂ avrebbero il 95% di probabilità di essere pari o inferiori a quelle visualizzate nella mappa.

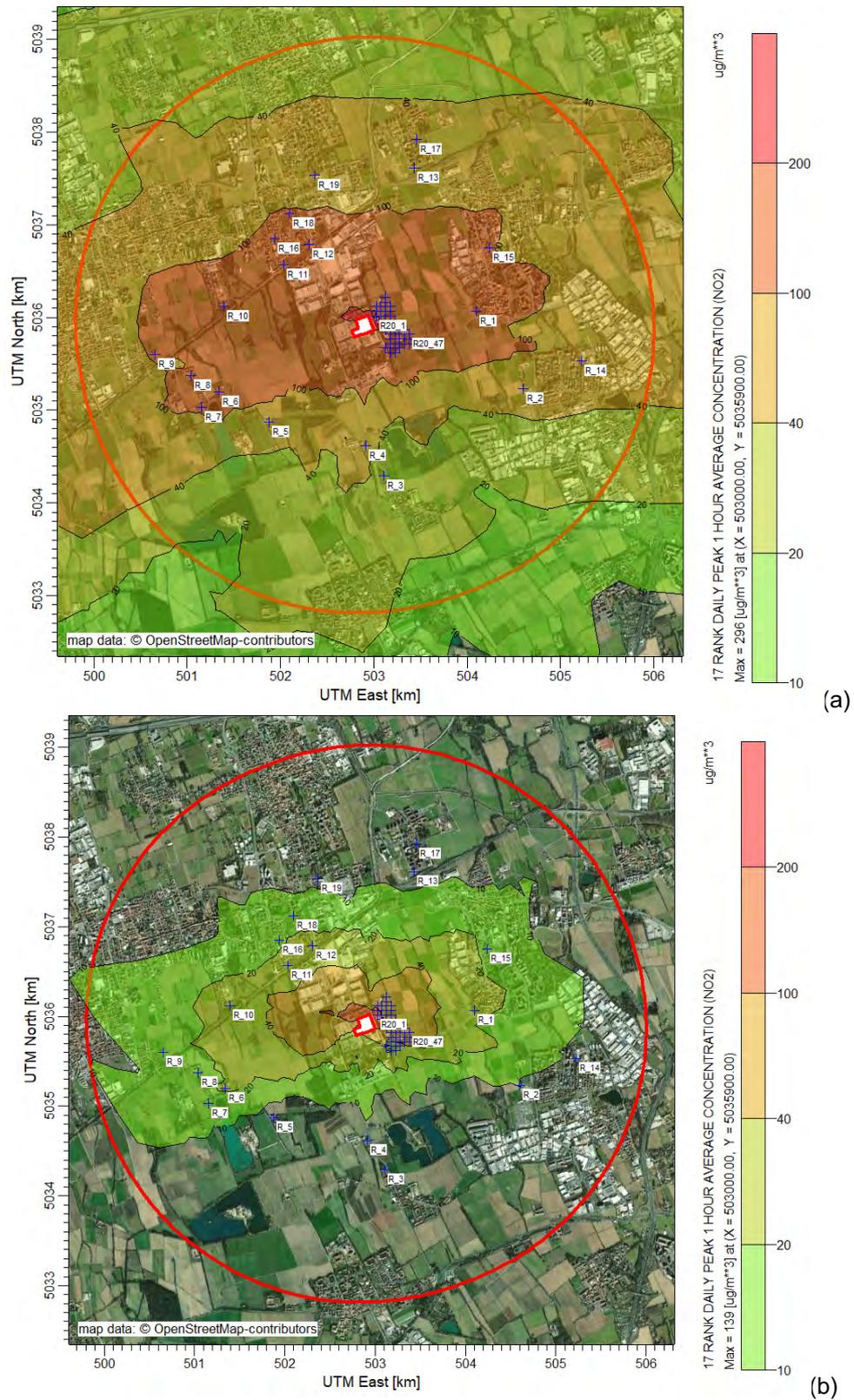


Figura 6-12 | Mappa delle concentrazioni di picco orarie di NO₂ (95° percentile) nello scenario 2 di emergenza: (a) non mitigato (b) mitigato con SCR

6.2.2 PARTICOLATO ATMOSFERICO (PM₁₀)

La seguente figura mostra il peggiore (1 RANK) tra tutti i casi di emergenza simulati con riferimento alle massime ricadute di polveri (PM₁₀). I risultati mostrano l'assenza di criticità con valori massimali inferiori di 2 ordini di grandezza rispetto ai limiti di riferimento (50 µg/m³).

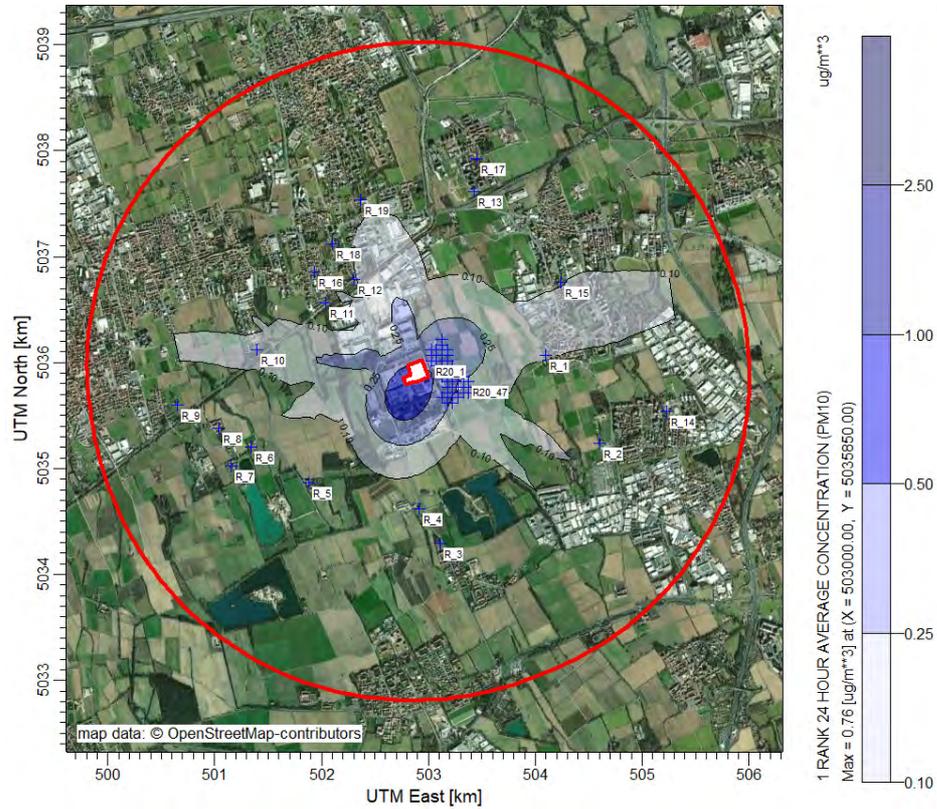


Figura 6-13 | Mappa delle concentrazioni massime assolute giornaliere di PM₁₀ per lo Scenario 2

6.2.3 MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)

Analogamente a quanto riportato per il parametro polveri, la seguente figura mostra il peggiore (1 RANK) tra tutti i casi di emergenza simulati con riferimento alle massime ricadute di monossido di carbonio (CO). Anche in questo caso i risultati mostrano l'assenza di criticità con valori massimali inferiori di oltre 2 ordini di grandezza rispetto ai limiti di riferimento ($10 \text{ mg/m}^3 = 10'000 \text{ }\mu\text{g/m}^3$).

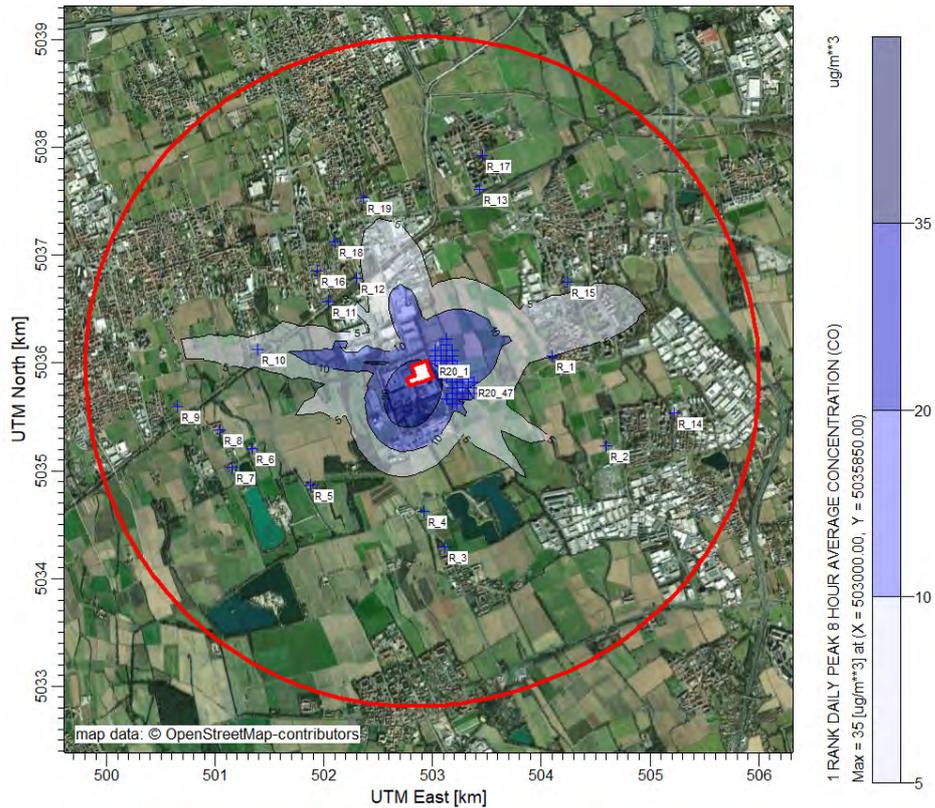


Figura 6-14 | Mappa delle concentrazioni massime assolute giornaliere di CO per lo Scenario 2

6.2.4 AMMONIACA (NH₃)

Anche le ricadute di ammoniaca, in caso di attivazione del sistema SCR, risultano prive di criticità, anche nel peggiore dei casi simulati (1 RANK). Assumendo un trascinamento (slip) di 10 ppmv di NH₃, le ricadute previste si mantengono ovunque inferiori di oltre 2 ordini di grandezza rispetto al valore di riferimento (270 µg/m³).

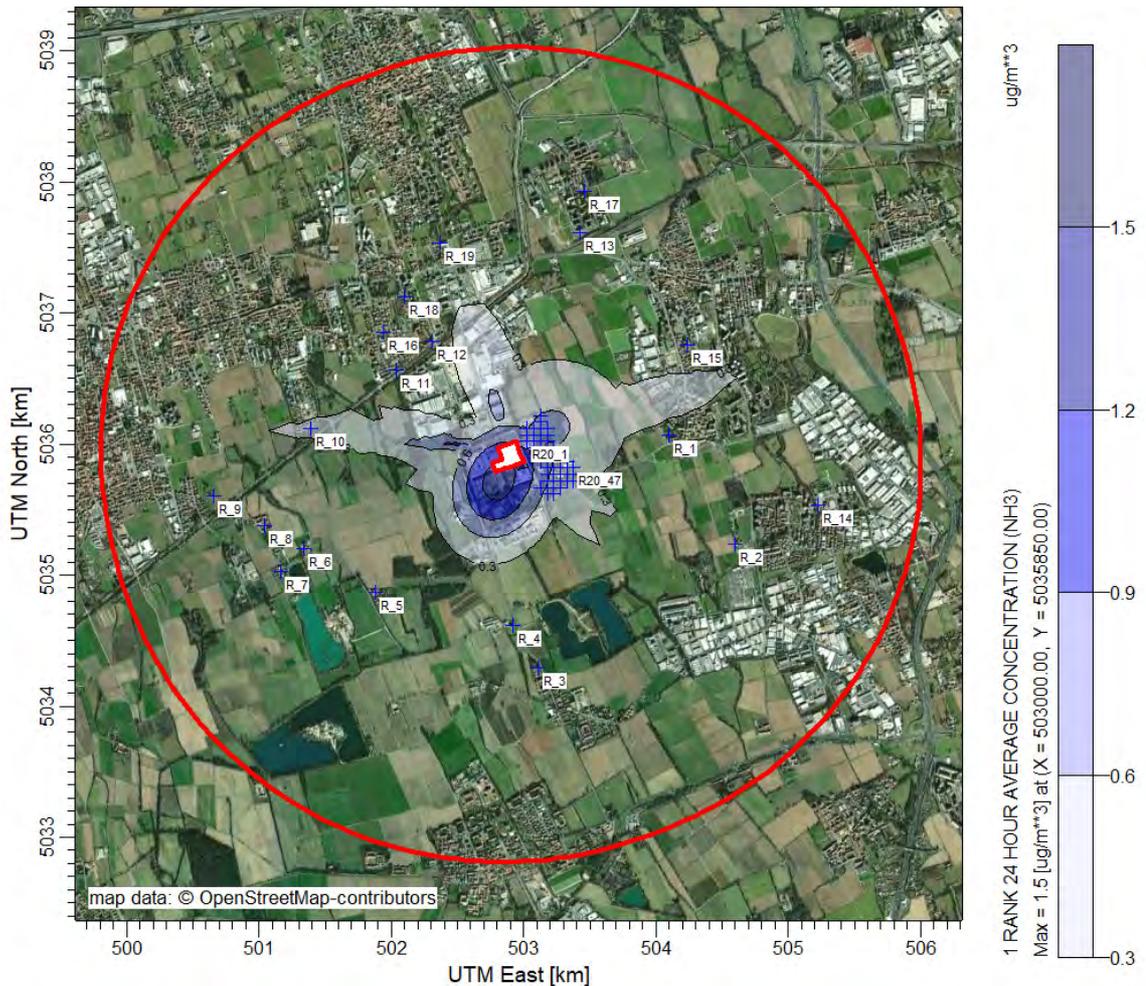


Figura 6-15 | Mappa delle concentrazioni massime assolute giornaliere di NH₃ per lo Scenario 2 di Emergenza

7 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il presente studio si è proposto di valutare, attraverso simulazione modellistica, gli effetti della dispersione di inquinanti in atmosfera derivanti dal funzionamento di 19 generatori di emergenza a servizio del nuovo Datacenter di Settimo Milanese (MI), che verrà ospitato in due edifici di nuova costruzione denominati “ML7” ed “ML8”.

Il funzionamento dei generatori è previsto solo in caso di eventi incidentali che comportino l'interruzione dell'alimentazione elettrica delle unità del sito, dunque, il totale delle ore di funzionamento dei generatori e la loro distribuzione nel corso dell'anno solare non è prevedibile.

È prevista inoltre l'accensione dei generatori in occasione dell'ordinaria manutenzione, per un totale annuo di funzionamento dei generatori in condizioni ordinarie pari a 166 ore cumulative per ML7 e 95 ore cumulative per ML8 (totale 261 ore).

I generatori di emergenza non supereranno le 500 ore di funzionamento annue e dunque le emissioni generate non sono sottoposte a limiti normativi ai sensi della DGR Lombardia n.IX/3934; per questo motivo, come valori di input al modello relativamente alle portate di ogni singolo inquinante sono stati considerati i valori dichiarati dal costruttore a pieno carico.

La simulazione modellistica, nello scenario definito di "manutenzione" (Scenario 1), ha considerato l'accensione sequenziale di tutti i 19 generatori per 120 minuti ciascuno (massima durata dei test di funzionamento), assumendo che le attività di manutenzione procedano ad un ritmo pari a due generatori al giorno, uno alla mattina ed uno il pomeriggio, per un periodo complessivo pari a 8,5 giorni/mese. Tale scenario emissivo, ripetuto per ogni mese dell'anno, è finalizzato a valutare la dispersione degli inquinanti durante i normali test di funzionamento, considerando la variabilità delle condizioni meteorologiche nel corso di un anno solare.

Per valutare gli effetti sulla qualità dell'aria nello scenario emergenziale (Scenario 2) è stato utilizzato un approccio di tipo stocastico, volto a stimare la probabilità di ricadute al suolo significative presso i recettori limitrofi all'impianto. L'evento emergenziale (accensione contemporanea di tutti i generatori per una durata pari a 2h) è stato simulato con una frequenza di accadimento ogni 26 ore per un intero anno (N=337), al fine di considerare la variabilità delle diverse condizioni meteorologiche nelle diverse ore del giorno e nelle diverse stagioni dell'anno.

Ciascuno scenario è stato inoltre valutato nell'ipotesi di assenza (a) e presenza (b) di un sistema di abbattimento specifico per NO_x tramite tecnologia SCR e dosaggio di AdBlue.

Gli inquinanti oggetto della simulazione modellistica sono stati: biossido di azoto (NO₂), particolato atmosferico (PM₁₀), monossido di carbonio (CO) e ammoniaca (NH₃), quest'ultimo considerato in presenza di SCR.

Per quanto concerne le emissioni previste in fase di manutenzione, gli esiti delle simulazioni modellistiche portano a prevedere per tutti gli inquinanti l'assenza di criticità in tutto il dominio di calcolo compresi i recettori sensibili individuati in un raggio di 3 Km dal sito di progetto e considerando i livelli di fondo rappresentativi per l'area in esame. L'adozione di un sistema SCR riduce ulteriormente le ricadute di NO₂ fino a valori trascurabili.

Con riferimento allo scenario di emergenza, l'attivazione contemporanea di tutti i generatori per una durata simulata di 2h non risulta critica per quanto riguarda le possibili ricadute di PM₁₀, CO e NH₃, mentre in assenza di un sistema di abbattimento degli ossidi di azoto, sussiste per il parametro NO₂ la possibilità di temporanei superamenti dei limiti di riferimento orari in prossimità delle sorgenti emmissive. Tale eventualità risulta tuttavia poco probabile con una probabilità stimata pari al 10% presso il recettore più prossimo (Centro Sportivo ex Italtel) e nulla in caso di adozione di un sistema SCR.

Risultano infine non critici i possibili trascinalamenti di ammoniaca connessi alla iniezione di AdBlue nei sistemi di riduzione catalitica SCR.

A seguito delle simulazioni effettuate, al fine di massimizzare la riduzione dell'impatto ambientale, il Proponente intende implementare la soluzione b) e applicare quindi a tutti i generatori i filtri catalitici, sebbene anche la soluzione a) non presenti particolari criticità.



Allegato

Scheda tecnica generatori e dati di emissione

GENSET SPECIFICATION

Rev.02

DIESEL GENERATOR SET ML07

5x 20V4000 DS3600 (2.800kWe, 11kV)



Subject to export control - not listed

Table of Content

- 1 Introduction
 - 1.01 Definition
 - 1.02 General
 - 1.03 Purpose
- 2 Standards
 - 2.01 General
 - 2.02 Mechanical
 - 2.03 Electrical
- 3 General input data
 - 3.01 Reference conditions
 - 3.02 Genset basic data
 - 3.02.01 MTU 20V4000 DS3600
 - 3.02.02 Engine Data
 - 3.02.03 Generator Data
 - 3.03 Basis of design
 - 3.03.01 Intake air exhaust system
 - 3.03.02 Fuel system
 - 3.03.03 Lube oil system
 - 3.03.04 Genset enclosure HVAC

01 Introduction

1 Introduction

1.01 Definition

Seller: Rolls-Royce Solutions Ruhstorf GmbH (RRSR)
Customer: Equinix

1.02 General

RRSR is one of the core brands of Rolls-Royce Power Systems GmbH (RRPS), which is a world-leading provider of high- and medium-speed diesel and gas engines, complete drive systems and distributed energy systems for the most demanding environments.

RRSR offers complete power system solutions: from standard backup to mission critical power to continuous and peak power, to combined heat and cooling. We also provide a full line of service products to help you get the most from your equipment.

Customers around the world trust us to provide reliable power for a wide range of applications.

Our product portfolio covers diesel generator sets up to 3.250kW, gas-powered cogeneration systems up to 2.500kW, furthermore medium-speed engines for land-based energy solutions up to 9.300kWe as part of the RRPS product portfolio.

More than 60 years of power generation systems expertise and over a century of diesel engine engineering experience have enabled us to provide complete solutions all over the globe.

1.03 Purpose

In mission critical applications diesel generator sets supply electrical power necessary for the operation of critical systems in case of a loss of electrical power.

2 Standards

The design, manufacturing, inspection, test and qualification of the emergency diesel generator and its components are based on the following standards and codes:

2.01 General

Directive 2006/42/EC European Machinery Directive
Directive 2014/35/EU Low Voltage Directive
Directive 2014/30/EU Electromagnetic Compatibility Directive
Directive 2005/32/EC Ecodesign Directive
Directive 2000/14/EC Noise Directive
Directive 2014/68/EU Pressure Equipment Directive
Directive 2011/65/EU Restriction of certain Hazardous Substances
Regulation (EU) No 1907/2006 REACH
Regulation (EU) No 305/2011 Construction Products Regulation: Power, control and communication cables
Relevant Italian Regulations and Standards where applicable for scope of supply

NTC «Norme tecniche per le costruzioni» DECRETO 17 gennaio 2018
chapter 7.3

2.02 Mechanical

A diesel generator enclosure system consisting of OPU genset with tank system, fan cooler, ventilation system, exhaust system and a customized enclosure system including various subsystems shall be delivered according to the Buyer technical requirements and design.

ISO 12100:2011 Safety of Machinery - General principles for design - Risk assessment and risk reduction

DIN EN 349:2008-09 Safety of machinery - Minimum gaps to avoid crushing of parts of the human body

ISO 8528-1:2018-02 Reciprocating internal combustion engine driven alternating current generating sets - Part 1: Application, ratings and performance

ISO 8528-2 – Reciprocating Internal Combustion Engine Driven Alternating Current Generator Sets, Part 2: Engines

ISO 8528-3 – Reciprocating Internal Combustion Engines Driven Alternating Current Generator Sets, Part 3: Alternating Current Generators for Generating Sets

ISO 8528-4 – Reciprocating Internal Combustion Engine Driven Alternating Current Generator Sets, Part 4: Control gear and Switches

ISO 8528-5:2013-03 Reciprocating internal combustion engine driven alternating current generating sets - Part 5: Generating sets

ISO 8528-6 – Reciprocating Internal Combustion Engine Driven Alternating Current Generator Sets, Part 6: Test Method

ISO 8528-7 – Reciprocating Internal Combustion Engine Driven Alternating Current Generator Sets, Part 7: Technical Declaration for Specification and Design

ISO 8528-8 – Reciprocating Internal Combustion Engine Driven Alternating Current Generator Sets, Part 8: Requirements and Test for Low-Power Generating Sets

ISO 8528-9:1995-12-15 Reciprocating internal combustion engine driven alternating current generating sets - Part 9: Measurement and evaluation of mechanical vibrations

ISO 8528-10:1998-10 Reciprocating internal combustion engine driven alternating current generating sets - Part 10: Measurement of airborne noise by the enveloping surface method

ISO 8528-12 – Reciprocating Internal Combustion Engine Driven Alternating Current Generator Sets, Part 12: Emergency Power Supply to Safety Services

ISO 8528-13:2017-03 Reciprocating internal combustion engine driven alternating current generating sets - Part 13: Safety

ISO 6798 Reciprocating internal combustion engines measurement of emitted airborne noise

ISO 3046 – Reciprocating Internal Combustion Engine Performance

ISO 1913-1 – Rubber Hoses and Tubing for Internal Combustion Engines- Specification Part1: Diesel Fuels

EN1991: Eurocode 1 Actions on structures

EN1993: Eurocode 3 Design of steel structures

EN1998: Eurocode 8 Design of structures for earthquake resistance

EN19 Industrial Valves. Marking of Metallic Valves

EN 1092 Flanges

EN 1514 Flanges and their Joints. Dimensions of Gaskets.

EN ISO 13480 Design of Metallic Industrial Piping

EN ISO 3834 Quality Requirements for Fusion Welding of Metallic Materials

EN ISO 9606 Qualification Testing for Welders

EN ISO 9712 Non-Destructive Testing. Qualification and Certification of NDT Personnel

EN ISO 9223 Corrosion of metals and alloys. Corrosivity of atmospheres. Classification, determination and estimation.

EN ISO 14122 Safety of machinery - Permanent means of access to machinery.

ISO 14732 Welding personnel — Qualification testing of welding operators and weld setters for mechanized and automatic welding of metallic materials

EN ISO 15607 Specification and Qualification of Welding Procedures for Metallic Materials. General rules.

EN ISO 15609 Specification and Qualification of Welding Procedures for Metallic Materials. Welding Procedure Specification.

EN ISO 15614-1 Specification and Qualification of Welding Procedures for Metallic Materials. Welding Procedure Test.

EN ISO 17636 Non-destructive testing of welds. Radiographic testing

DIN V 18160 Chimneys

ISO 225:2010 Fasteners — Bolts, screws, studs and nuts — Symbols and descriptions of dimensions

DIN EN ISO 12944 Paints and varnishes – Corrosion protection of steel structures by protective paint system
EN 60529 – Degrees of Protection by Enclosures
ISO 5011 – Inlet Air Cleaning Equipment for Internal Combustion Engines and Compressors, Performance Testing
EN 14420-7 – Hose fitting with clamp units

2.03 Electrical

IEC 60034-1:2010 Rotating electrical machines
IEC 60060:2010 High voltage test techniques
IEC 60073:2002 Basic and safety principle for man-machine interface, marking and identification - coding principle for indicators and actuators
IEC 60255-1:2009 Measuring relay and protection equipment part1: common requirement
IEC 60529:2013 Degrees of protection provided by containers IP code
IEC 61439 (-1:2011 and -2:2011) Low-voltage switchgear and control gear assemblies
IEC 60034-31: Selection of energy-efficient motors including variable speed applications - Application guide
IEC 60364-1 – Low Voltage Electrical Installations – Part 1, Part 4, Part 6, Part 7
IEC 60364-4-41 – Low Voltage Electrical Installations: Protection for Safety, Protection Against Electric Shock
IEC 61238 Compression and mechanical connectors for power cables for rated voltages up to 36 kV (Um = 42 kV) - 2-hole pattern
EN 50342 Lead Acid Starter Battery Systems
EN 60034 – Rotating Electrical Machines Part 5, 22

3 General input data

3.01 Reference conditions

| | |
|--|--|
| Outdoor ambient air temperature | min. -12°C / max. +40,5°C |
| Air temperature in enclosure during standby | min. 5°C / 50°C |
| Altitude | Up to 200m a.s.l. (without derate) |
| Relative humidity | 5 to 100%, non-condensing |
| Action on structures (e.g. wind / snow) | EUROCODE 1 wind load 2,4m/s (8,7km/h East) |
| Design of structures for earthquake resistance | EUROCODE 8 |
| Max sound pressure level | 75dB(A) in 1m according to ISO 8528-10 @100% Load |
| Seismic performance | according: -NTC «Norme tecniche per le costruzioni» DECRETO 17 gennaio 2018 chapter 7.3 - 'Methods of Analysis and Verification Criteria' -MCE Narrative ML07 chapter 5 - 'Seismic Resistance' |

3.02 Genset basic data

3.02.01 MTU 20V4000 DS3600

| | |
|--|---|
| Engine | MTU20V4000 G94F |
| Alternator | LSA 54.2 ZL12 / 4p (H-H) |
| Genset | MTU20V4000 DS3600 |
| Application group | 3D - Emergency service, fuel stop power 'IFN' |
| Emissions | FCO - Fuel Consumption Optimized |
| Genset onsite power (ISO 8528) / Rated apparent power Sn | 2.800kWe / 3.500kVA |

3.02.02 Engine Data

| | |
|-------------------|------------|
| Arrangement | 20V |
| Displacement | 95,4 liter |
| Bore | 170 mm |
| Stroke | 210 mm |
| Rated speed | 1.500min-1 |
| Compression ratio | 16,4 |
| Engine governor | ECU 9 |
| Max power | 3088 kWm |
| Air cleaner | dry |

3.02.03 Generator Data

| | |
|---|---|
| Stator rated Voltage (+/- 5%) Un | 11kV |
| Nominal Alternator current | 184 A |
| Alternator short circuit (max.) | 2054 A |
| Synchronous positive sequence reactance Xds unsaturated/saturated | 258 / 231 |
| Transient positive sequence reactance X'ds unsaturated/saturated | 29,3 / 24,9 |
| Subtransient positive sequence reactance X" d unsaturated/saturated | 14,9 / 12,7 |
| Negative Phase sequence reactance X2 unsaturated/saturated | 14,9 / 12,7 |
| Zero Sequence Phase sequence reactance X0 | 1,3 |
| Armature Time Constant Ta | 0,046 |
| Speed | 1.500min ⁻¹ |
| Overspeed | 1.800 min ⁻¹ for 120 Sec. |
| Frequency | 50Hz |
| cos phi | 0,8 |
| Protection | IP23 |
| Insulation class / Utilization | H / H (Standby) |
| Winding type | 2/3 |
| Excitation | PMG |
| AVR | LS D550 - Digital |
| Mechanical design | IM1101 |
| Bearing type | Two bearing / Anti friction, regreaseable |
| Temperatur Sensors (PT100) | 2 per winding, 1 per bearing |
| Transformers | 1 set of VTs and 1 set of double core CTs 200/1A |
| Cooling | IC01 |

3.03 Basis of design

MTU 20V4000 DS3600 (2.800kWe@11kV)
MTU 20V4000 G94F - 3D - FCO

| No. | Description | Unit |
|-----|-------------|------|
|-----|-------------|------|

Diesel engine 20V4000G94F

Liquid-cooled, four-stroke diesel engine, anticlockwise direction of rotation (viewed on driving end) with common-rail fuel injection system, water charge air cooling and electronic engine control and monitoring system made by *mtu*.

3.03.01 Intake air exhaust system

General conditions (for maximum power)

| | | | |
|----|--|----|------|
| 1 | Intake air depression (new filter) | 15 | mbar |
| 2 | Intake air depression, max. | 30 | mbar |
| 51 | Exhaust overpressure (total pressure against atmosphere) | 30 | mbar |
| 52 | Exhaust overpressure, max. (total pressure against atmosphere) | 50 | mbar |

Combustion air / exhaust gas

| | | | |
|------|---|------|-------------------|
| 10 | Combustion air volume flow - FSP | 4,3 | m ³ /s |
| 10 | A diesel generator enclosure system consisting of OPU genset with tank system, fan cooler, ventilation system, exhaust system and a customized enclosure system including various subsystems shall be delivered according to the Buyer technical requirements and design. | 4,5 | m ³ /s |
| 12 | Exhaust volume flow (at exhaust temperature) - FSP | 10,6 | m ³ /s |
| 4083 | Exhaust temperature after engine - FSP | 460 | °C |
| 4085 | Exhaust temperature after engine - FSP max. | 550 | °C |

Acoustics

| | | | |
|-----|--|---------|-------|
| 102 | Exhaust noise, unsilenced - FSP (free-field sound-pressure level Lp, 1m distance, ISO 6798, +3dB(A) tolerance) | 120 | dB(A) |
| 202 | Exhaust noise, unsilenced - FSP (sound power level LW, ISO 6798, +3dB(A) tolerance) (free-field sound-pressure level Lp, 1m distance, ISO 6798) Spectrum No. | 133 | dB(A) |
| 104 | Exhaust noise, unsilenced - FSP Engine surface noise with attenuated intake noise (filter) - FSP | 737215e | - |
| 112 | (free-field sound-pressure level Lp, 1m distance, ISO 6798) Spectrum No. | 737189e | - |

3.03.02 Fuel system

| | | | |
|-------|---|------|---------|
| 56 | Specific fuel consumption (be) - 100% FSP (+ 5%; EN 590; 42.8MJ/kg) | 196 | g/kWh |
| calc. | Calculated fuel oil consumption - 100% FSP | 729 | liter/h |
| calc. | Rated thermal power @ 3088kWm (+5%; 42,8 MJ/kg; 196 g/kWh) | 7196 | kW |
| calc. | Rated thermal power @ 2800kWe (2963kWm) (+5%; 42,8 MJ/kg; 196 g/kWh) | 6903 | kW |

3.03.03 Lube oil system

Lubrication system will be engine mounted.

The total oil volume between normal and minimum levels will be sufficient to enable the engine to run for at least 24 hours unattended on full load.

| | | | |
|-------|--|------|---------|
| 62 | Lube oil consumption, max (of fuel consumption per h) | 0,5 | % |
| 14 | Engine oil capacity, initial filling | 390 | liter |
| - | Oil pan capacity, dipstick mark min. | 207 | liter |
| 29 | Oil pan capacity, dipstick mark max. | 315 | liter |
| calc. | Calculated lube oil consumption - 100% FSP | 3,65 | liter/h |

3.03.04 Genset enclosure HVAC

Components radiation and convection heat in standby:

| | | |
|------------------------------|-----|----|
| Preheater HT (20V): 1 x 12kW | 12 | kW |
| Alternator | 0,5 | kW |
| Space heaters (2x 3kW) | 6 | kW |

Components radiation and convection heat in operation:

| | | | |
|----|---|------|----|
| 34 | Engine | 105 | kW |
| | Alternator | 95 | kW |
| | Fuel oil re cooler | 0,45 | kW |
| 32 | Heat dissipated by return fuel flow - FSP | 7,5 | kW |



Contents

| | Genset | Marine | O & G | Rail | C & I |
|----------------------------|----------------------------|--------|-------|------|-------|
| Application | X | | | | |
| Engine model | 20V4000G94F | | | | |
| Rated power [kW] | 3088 | | | | |
| Rated speed [rpm] | 1500 | | | | |
| Application Group | 3D | | | | |
| Legislative body | Fuel-consumption optimized | | | | |
| Test cycle | D2 | | | | |
| Data Set No. | XZ54954100065 | | | | |
| Data Set Basis | Fuel-consumption optimized | | | | |
| Fuel sulphur content [ppm] | 5 | | | | |

| Content | Page |
|-------------------------------------|------|
| Disclaimer | 2 |
| Emission data sheet (EDS) | 3 |
| Not to exceed emission values | 5 |

| PDF | Name | Project no. | Size |
|--|---------------------------|------------------------|----------------------------|
| Configurator | Theiss, Sandro (TVMG) | - | A4 |
| Approver1 | Kneifel, Alexander (TSLE) | EDS-ID | |
| Approver2 | Buecheler, Otto (TVM) | 1162-14.02.2022 | |
| Approver3 | | | |
| Approver4 | | | |
| User | FN2\graeter | | |
| Engine model | 20V4000G94F | Title | Emission data sheet |
| Emissionstage Fuel-consumption optimized | | | Sheet 1 |
| Emissionstage basis Fuel-consumption optimized | | | of 5 |

All industrial property rights reserved. Disclosure, reproduction or use for any other purpose is prohibited unless our express permission has been given. Any infringement results in liability to pay damages.

| Description of Revision | Frequency |
|---|-----------|
| Data generated by EDS Creator version 1.0 and uniplot. Ref.-dataset: 420122_366_TETP_D2.nc for 1008 in EDS platform. | |

| Configuration-ID | Documentation |
|------------------|--------------------------|
| 1008 | Request Alexander Wanzki |



General Disclaimers (valid for Measured and NTE values)

Please note that these data are physical and/or technical values only referring to and representing a normative defined operating condition. Any change in operating time and conditions will have impact on physical values and engine behavior, which must be considered and assessed within the complete propulsion system especially in regard to emission compliance and product safety.

Measurements listed in this EDS are representative of the listed engine rating at the time of testing. These measurements and results can change according to instrumentation, boundary condition, and engine to engine variability. In addition - changes to the engine family hard or software may occur which could result in changes to some of the listed values.

Emissions data measurement procedures are conducted according to applicable rules and standards as per "Emission Stage/Optimization". Potential deviations from these procedures are documented internally.

The listed emission values relate to the corresponding certification data. Seller doesn't take any responsibility or liability neither out or in connection with the contract nor on any other basis

- beyond these specified operating conditions of the engine
- and for any installation/modification of the entire propulsion system by the customer itself or any third party and the customer will indemnify MTU on first demand for any third party claim out or in connection with this.

Seller reserves the right to amend specifications and information without notice and without obligation or liability. No liability for any errors, facts or opinions is accepted. Customers must satisfy themselves as to the suitability of this product for their application. No responsibility for any loss as a result of any person placing reliance on any material contained in this data sheet will be accepted.

Seller reserves all rights in the information contained in this data sheet. It shall not be reproduced, made available to a third party or otherwise used in any way whatsoever.

When applicable, emission values are measured after combined exhaust streams.

Measured Emissions data is based on single operating points and thus cannot be used to compare to regulations which use values based on a weighted cycle.

Field emission test data are not guaranteed to these levels. Actual field test results may vary due to test site conditions, installation, fuel specification, test procedures, and instrumentation. Over time deterioration may occur which may have an impact on emission levels.

The SO2 emission rates comprehend exclusively the SO2 content as found in the fuel source, oil consumption effects are not included. Variation of sulfur content in the fuel changes only the stated SO2 emissions, cross sensitivity to other emissions (e.g. particulates) is not possible.

All values based on metric units, inaccuracies for non metric values can occur, values are not binding.

Specific to gas engines: The listed emission values are based on gas composition at the time of certification measurement. Gas composition is as displayed in the EDS-document. Carbon dioxide and methane concentrations have direct influence on the corresponding displayed carbon dioxide and methane emissions.

EAT Specific Disclaimers (valid for EDS values)

NH3 emissions levels measured with AVL SESAM i60/ 4 FT Multi Component Exhaust Measurement System (FTIR) including EPA 40 CFR 1065 legislation compliant automated checks for linearity.

Generators or engines with exhaust after-treatment systems require a stabilization period of approximately 1 hour to ensure stable temperatures across SCR prior to performing an emissions test. Performing emissions measurements before a stable temperature has been achieved can result in inconsistent emission values. NOx Values only applicable if temperatures across SCR reached for DEF Dosing.

NTE Disclaimers (valid for NTE calculated values)

Calculated not to exceed values (NTE) are not proven by tests and therefore the accuracy is not guaranteed.

All emission data shown in chapters Emission Data Sheet, Not to Exceed Values, and Type Approval were gathered from a corresponding certification engine under test conditions shown above and complying to corresponding TEN data.

| | | | | | |
|--|--------------------------|--|---------------------------|------------------------|----------------------------|
| | | PDF | Name | Project no. | Size |
| | | Configurator | Theiss, Sandro (TVMG) | Order no. | A4 |
| | | Approver1 | Kneifel, Alexander (TSLE) | EDS-ID | |
| | | Approver2 | Buecheler, Otto (TVM) | 1162-14.02.2022 | |
| | | Approver3 | | | |
| | | Approver4 | | | |
| | | User | FN2\graeter | | |
| | | Engine model | 20V4000G94F | Title | Emission data sheet |
| Description of Revision | | All industrial property rights reserved. Disclosure, reproduction or use for any other purpose is prohibited unless our express permission has been given. Any infringement results in liability to pay damages. | | | Sheet |
| Frequency | | Emissionstage Fuel-consumption optimized | | | 2 |
| Data generated by EDS Creator version 1.0 and unipilot. Ref.-dataset: 420122_366_TETP_D2.nc for 1008 in EDS platform. | | Emissionstage basis Fuel-consumption optimized | | | of |
| Configuration-ID | Documentation | | | | 5 |
| 1008 | Request Alexander Wanzki | | | | |



Engine data

| | | | | | |
|--|----------------------------|--------|-------|------|-------|
| | Genset | Marine | O & G | Rail | C & I |
| Application | X | | | | |
| Engine model | 20V4000G94F | | | | |
| Application Group | 3D | | | | |
| Legislative body | Fuel-consumption optimized | | | | |
| Test cycle | D2 | | | | |
| Fuel sulphur content [ppm] | 5 | | | | |
| mg/mN ³ values base on residual oxygen value of [%] | 15 | | | | |

Engine raw emissions*

| Cycle point | [-] | n1 | n2 | n3 | n4 | n5 |
|---|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Power | kW | 3090 | 2315 | 1543 | 772 | 309 |
| Power relative | [-] | 1 | 0.75 | 0.5 | 0.25 | 0.1 |
| Engine speed | 1/min | 1501 | 1499 | 1499 | 1499 | 1499 |
| Engine speed relative | [-] | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Filter smoke number | Bosch | 0.11 | 0.2 | 0.38 | 0.48 | 0.09 |
| Exhaust temperature after ETC | grdC | 455.1 | 445.1 | 444.5 | 396.8 | 268.2 |
| Exhaust back pressure after ETC (total) | mbar | 29 | 14 | 7 | 0 | -4 |
| NOX-Emissions specific | g/kWh | 7.81 | 9.55 | 7.91 | 6.13 | 9.41 |
| SO2-Emissions specific | g/kWh | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.003 |
| CO-Emissions specific | g/kWh | 0.27 | 0.33 | 0.42 | 0.68 | 1.82 |
| HC1-Emissions specific | g/kWh | 0.06 | 0.06 | 0.09 | 0.17 | 0.54 |
| CO2-Emissions specific | g/kWh | 622.4 | 602.8 | 629.5 | 698.4 | 852 |
| PM-Emissions specific (Meas.) | g/kWh | 0.017 | 0.023 | 0.054 | 0.095 | 0.06 |
| NOX-Emissions (based on 15% O2) | mg/m3N | 1074 | 1357 | 1075 | 757 | 932 |
| CO2-Emissions (based on 15% O2) | mg/m3N | 83834 | 83784 | 84008 | 83847 | 82686 |

| | | | | | | | |
|--|--------------------------|---------------|--|--------------|---------------------------|----------------------------|------|
| Description of Revision | | Frequency | All industrial property rights reserved. Disclosure, reproduction or use for any other purpose is prohibited unless our express permission has been given. Any infringement results in liability to pay damages. | PDF | Name | Project no. | Size |
| Data generated by EDS Creator version 1.0 and inplot. Ref.-dataset: 420122_366_TETP_D2.nc for 1008 in EDS platform. | | | | Configurator | Theiss, Sandro (TVMG) | Order no. | A4 |
| | | | | Approver1 | Kneifel, Alexander (TSLE) | EDS-ID | |
| | | | | Approver2 | Buecheler, Otto (TVM) | 1162-14.02.2022 | |
| | | | | Approver3 | | | |
| | | | Approver4 | | | | |
| | | | User | FN2lgraeter | Engine model | Title | |
| | | | | | 20V4000G94F | Emission data sheet | |
| Configuration-ID | | Documentation | Emissionstage | Sheet | | | |
| 1008 | Request Alexander Wanzki | | Fuel-consumption optimized | 3 | | | |
| | | | Emissionstage basis | of | | | |
| | | | Fuel-consumption optimized | 5 | | | |



| | | | | | | |
|---|--------|------|------|------|------|-------|
| CO-Emissions (based on 15% O2) | mg/m3N | 36.1 | 45.6 | 56.3 | 81.9 | 176.8 |
| HC1-Emissions (based on 15% O2) | mg/m3N | 8.5 | 8.1 | 11.7 | 20 | 52.1 |
| SO2-Emissions (based on 15% O2) | mg/m3N | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| PM-Emissions (calculated) (based on 15% O2) | mg/m3N | 5.5 | 6.6 | 9.2 | 12.9 | 11.7 |
| PM-Emissions (based on 15% O2) | mg/m3N | 2.3 | 3.2 | 7.1 | 11.5 | 5.8 |
| Oxygen (O2) | % | 10.2 | 10.5 | 11.3 | 13.1 | 15.9 |

| | | | | | | | |
|---|--------------------------|-----------------------------------|--|--------------------|---------------------------|-------------------------------------|----------|
| Description of Revision | | Frequency | All industrial property rights reserved. Disclosure, reproduction or use for any other purpose is prohibited unless our express permission has been given. Any infringement results in liability to pay damages. | PDF | Name | Project no. | Size |
| Data generated by EDS Creator version 1.0 and uniplot. Ref.-dataset: 420122_366_TETP_D2.nc for 1008 in EDS platform. | | | | Configurator | Theiss, Sandro (TVMG) | Order no. | |
| | | | | Approver1 | Kneifel, Alexander (TSLE) | EDS-ID | |
| | | | | Approver2 | Buecheler, Otto (TVM) | 1162-14.02.2022 | |
| | | | | Approver3 | | Title Emission data sheet | |
| | | | | Approver4 | | | |
| | | | User | FN2lgraeter | | | |
| Configuration-ID | | Documentation | Emissionstage | Engine model | | | Sheet |
| 1008 | Request Alexander Wanzki | Fuel-consumption optimized | Fuel-consumption optimized | 20V4000G94F | | | 4 |
| | | | Emissionstage basis | | | | of |
| | | | Fuel-consumption optimized | | | | 5 |



Engine data

| | | | | | |
|--|----------------------------|--------|-------|------|-------|
| | Genset | Marine | O & G | Rail | C & I |
| Application | X | | | | |
| Engine model | 20V4000G94F | | | | |
| Application Group | 3D | | | | |
| Legislative body | Fuel-consumption optimized | | | | |
| Test cycle | D2 | | | | |
| Fuel sulphur content [ppm] | 5 | | | | |
| mg/mN ³ values base on residual oxygen value of [%] | 15 | | | | |

Not to exceed emission values*

| Cycle point | [-] | n1 | n2 | n3 | n4 | n5 |
|-------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Power | kW | 3090 | 2315 | 1543 | 772 | 309 |
| Power relative | [-] | 1 | 0.75 | 0.5 | 0.25 | 0.1 |
| Engine speed | 1/min | 1501 | 1499 | 1499 | 1499 | 1499 |
| Engine speed relative | [-] | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| NOX+HC1 mass flow | kg/h | 31.73 | 28.97 | 16.12 | 7.36 | 6 |
| NOX-Emissions specific | g/kWh | 10.16 | 12.42 | 10.28 | 9.19 | 17.89 |
| CO-Emissions specific | g/kWh | 0.46 | 0.56 | 0.8 | 1.36 | 3.65 |
| HC1-Emissions specific | g/kWh | 0.11 | 0.1 | 0.17 | 0.33 | 1.56 |
| NOX+HC1-Emissions specific | g/kWh | 10.27 | 12.51 | 10.45 | 9.53 | 19.45 |
| PM-Emissions specific (Meas.) | g/kWh | 0.026 | 0.037 | 0.08 | 0.143 | 0.221 |
| NOX-Emissions (based on 15% O2) | mg/m3N | 1397 | 1764 | 1397 | 1135 | 1771 |
| NOX+HC1-Emissions (based on 15% O2) | mg/m3N | 1411 | 1777 | 1420 | 1175 | 1922 |
| CO-Emissions (based on 15% O2) | mg/m3N | 61.3 | 77.5 | 107 | 163.7 | 353.6 |
| HC1-Emissions (based on 15% O2) | mg/m3N | 14.4 | 13.7 | 22.3 | 40 | 151.2 |
| PM-Emissions (based on 15% O2) | mg/m3N | 3.4 | 5.1 | 10.7 | 17.2 | 21.4 |

| | | | | | | |
|--|-----------|--|--|---------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Description of Revision | Frequency | All industrial property rights reserved. Disclosure, reproduction or use for any other purpose is prohibited unless our express permission has been given. Any infringement results in liability to pay damages. | PDF | Name | Project no. | Size A4 |
| | | | Configurator | Theiss, Sandro (TVMG) | Order no. | |
| | | | Approver1 | Kneifel, Alexander (TSLE) | EDS-ID | 1162-14.02.2022 |
| | | | Approver2 | Buecheler, Otto (TVM) | | |
| | | | Approver3 | | | |
| Approver4 | | | | | | |
| Data generated by EDS Creator version 1.0 and inplot. Ref.-dataset: 420122_366_TETP_D2.nc for 1008 in EDS platform. | | | User | FN2lgraeter | Engine model 20V4000G94F | Title Emission data sheet |
| Configuration-ID 1008 | | Documentation Request Alexander Wanzki | Emissionstage Fuel-consumption optimized | | | Sheet 5 |
| | | Emissionstage basis Fuel-consumption optimized | | | | of 5 |