

Prof. Dr. Massimo Andretta

Adj. Professor of Physics

Depart. of Electrical, Electronic and Information Engineering

Depart. of Biological, Geological and Environmental Sciences

Alma Mater Studiorum - University of Bologna

Technical & Scientific Adviser

**Stima degli impatti sulla qualità dell'aria prodotti dalle emissioni
dell'impianto di seconda fusione dell'alluminio della società RUGGERI
SERVICE S.p.A., sito nel Comune di Muro Leccese, 10c, S. S. 275
Maglie-Leuca**

Vers. 1.0

Ravenna, 13/02/2025

Prof. Dr. Massimo Andretta



Fiscal domicile: Via San Petronio Vecchio 10. 40125 Bologna (BO). Italy
Tel.: +39 051 227003
PEC: mandretta@pec.chimicifisici.it
Fiscal code: NDRMSM57C26C573I
VAT number: 03524731209

Domicile: Via di Roma 240. 48121 Ravenna (RA). Italy
Mobile phone: +39 330 488921
Email: mandretta56@gmail.com
Web site: www.unibo.it/sitoweb/massimo.andretta/en

Physicist
Member of the Interprov. Order
of Chemists and Physicists (No. 2099)

Sommario

Stima degli impatti sulla qualità dell'aria prodotti dalle emissioni dell'impianto di seconda fusione dell'alluminio della società RUGGERI SERVICE S.p.A., sito nel Comune di Muro Leccese, 10c, S. S. 275

Maglie-Leuca	1
Introduzione	3
Descrizione dell'impianto	3
Ubicazione dell'impianto ed area di studio	4
Le Sorgenti emissive considerate	9
Le emissioni odorigene considerate	11
Le emissioni di "inquinanti indice"	11
Studio della dispersione degli inquinanti	12
Dati meteorologici	12
Griglia dei recettori di calcolo.....	13
Il modello utilizzato	15
Effetti dovuti al galleggiamento termico	16
Effetto scia del camino ("Stack Tip Downwash")	16
Trattamento delle calme di vento	17
Stima degli impatti odorigeni	17
Post elaborazione dei risultati sugli impatti odorigeni.....	19
Presentazione dei risultati.....	20
Impatti odorigeni.....	20
Qualità dell'aria basata sugli "inquinanti indice"	21
Conclusioni.....	23
Riferimenti tecnici e normativi	25
APPENDICI	27
Curve di iso-concentrazione odorigena al suolo	27
Mappe a griglia delle concentrazioni odorigene al suolo.....	29
Mappe a griglia concentrazione media annua di PM ₁₀	31
Mappe a griglia deposizione secca di As al suolo	33

Introduzione

Il presente documento riporta considerazioni e valutazioni tecniche di dettaglio relative ai potenziali impatti odorigeni e, più in generale, sulla qualità dell'aria nel Comune di Maglie e nei Comuni Limitrofi, basata sull'analisi della dispersione in atmosfera delle molecole odorigene e degli "inquinanti indice" emessi dalla Fonderia RUGGERI SERVICE S.p.A. Le considerazioni riportate sono basate sui documenti in possesso del sottoscritto alla data della redazione della presente relazione tecnica.

In appendice vengono riportate le mappe a griglia e le curve di iso-concentrazione stimate grazie all'applicazione di un aggiornato modello di dispersione e trasporto degli inquinanti in atmosfera.

Descrizione dell'impianto

L'impianto per la seconda fusione di alluminio RUGGERI SERVICE S.p.a. è sito nel Comune di Muro Leccese, 10c, Località "Fraganite", sulla S. S. n. 275, km 2,900 ed è autorizzato A.I.A. con la D. D. n. 1467 del 15/09/2023. L'attività svolta è classificata, ai sensi dell'allegato VIII al D.lgs. n. 152/06 e s.m.i. come "Categoria IPPC: 2.5 lett. b) - Lavorazione di metalli non ferrosi: b) fusione e lega di metalli non ferrosi, compresi i prodotti di recupero e funzionamento di fonderie di metalli non ferrosi, con una capacità di fusione superiore a 4 Mg al giorno per il piombo e il cadmio, o a 20 Mg al giorno per tutti gli altri metalli". L'installazione svolge attività di seconda fusione di alluminio con produzione di billette in lega di alluminio. La fusione di alluminio avviene in un forno fusorio monocamera da 25 tonnellate alimentato a gas metano. La carica solida è normalmente costituita da rottami di alluminio (60% circa) e alluminio puro, o alluminio primario sotto forma di pani o lingotti (40% circa). Il processo di fusione, della durata di qualche ora, consiste nel fondere l'alluminio solido e portarlo a temperatura di 730-740 °C; ciò comporta l'emissione di fumi che vengono captati da un sistema di aspirazione e filtrati da un impianto di abbattimento fumi. In aggiunta al forno fusorio l'impianto è composto anche da un forno d'attesa, da una macchina di colata, da un impianto di spuntatura e delle billette, da un impianto di movimentazione delle billette e di omogeneizzazione. Esternamente al capannone di produzione sono presenti l'impianto di abbattimento dei fumi (ciclone e filtro a maniche), l'impianto dell'azoto liquido e l'impianto di trattamento e raffreddamento delle acque di colata. Sono, inoltre, in fase di realizzazione il capannone per lo stoccaggio dei rottami di alluminio e il nuovo impianto di trattamento ed accumulo delle acque meteoriche.

Ubicazione dell'impianto ed area di studio

L'impianto Ruggeri Service S.p.A. è sito a circa 80 m s.l.m., su un'area pianeggiante, a prevalente vocazione agricola/industriale. Nel raggio di 5 km dallo stabilimento, le variazioni altimetriche del terreno risultano contenute entro i 20 m di dislivello. Lo stabilimento si trova a circa 1.5 km ad Ovest di Muro Leccese, a 1.8 km a N-E dal centro di Scorrano, a 2.5 km a S-E dal centro della città di Maglie ed a 4 km a Nord dal centro di Botrugno.

Le coordinate geografiche (UTM) del centro dello stabilimento sono (Settore 34 T): 271355.00 m E Longitudine Est, 4442445.00 m N Latitudine Nord.

Le Figure seguenti mostrano lo stabilimento a diversi livelli di dettaglio.

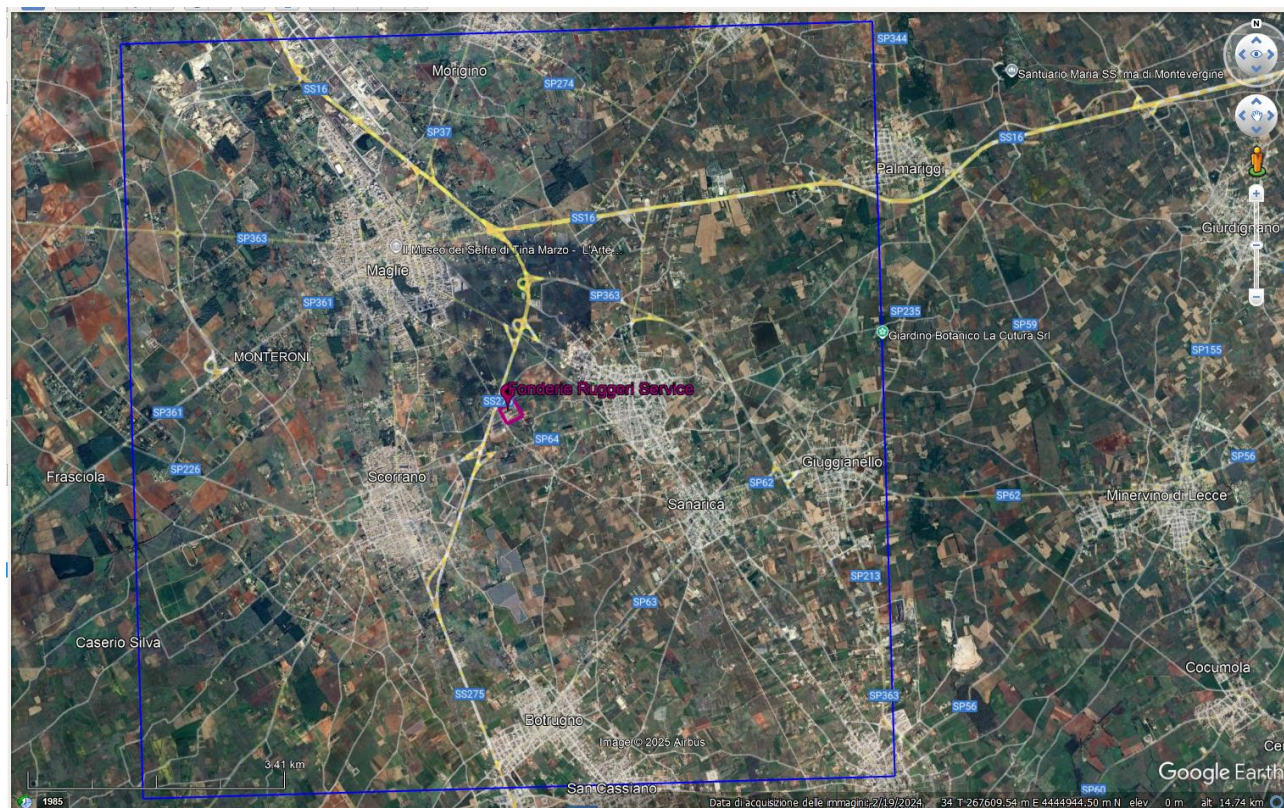


Figura 1-a: Posizione della Fonderia Ruggeri Service S.p.A. E' indicato, in blue, il reticolo di studio di 10 km di lato centrato sullo Stabilimento [Immagine elaborata da GoogleEarth]



Figura 1-b: Posizione della Fonderia Ruggeri Service S.p.A. E' indicato, in viola, il perimetro dello stabilimento [Immagine elaborata da GoogleEarth]



Figura 1-c: Planimetria edilizia dello stabilimento

Come area di indagine di questo studio è stato scelto un quadrato di lato 10 km, centrato sulla Fonderia RUGGERI SERVICE S.p.A. La griglia di simulazione è costituita da nodi distanziati 100 m gli uni dagli altri. Inoltre, in questo studio, in analogia anche con quanto effettuato in analoghe, precedenti, relazioni tecniche, sono stati individuati 14 recettori sensibili, che rappresentano potenziali bersagli particolarmente significativi per le possibili ricadute di inquinanti. Tali recettori sensibili sono stati individuati seguendo le indicazioni riportate nel D.D. MASE n. 309 del 28/06/2022 e nel Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia, serie ordinaria, Anno XLI, n. 043, 2012. Deliberazione Giunta Regionale 15 febbraio 2012 - n. IX/3018: *“Determinazioni generali in merito alla caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera derivanti da attività a forte impatto odorigeno”*. Allegato 1: *“Linea guida per la caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera dell’attività ad impatto odorigeno. Requisiti degli studi di impatto olfattivo mediante simulazione di dispersione”*, nello specifico, in materia di impatti odorigeni.

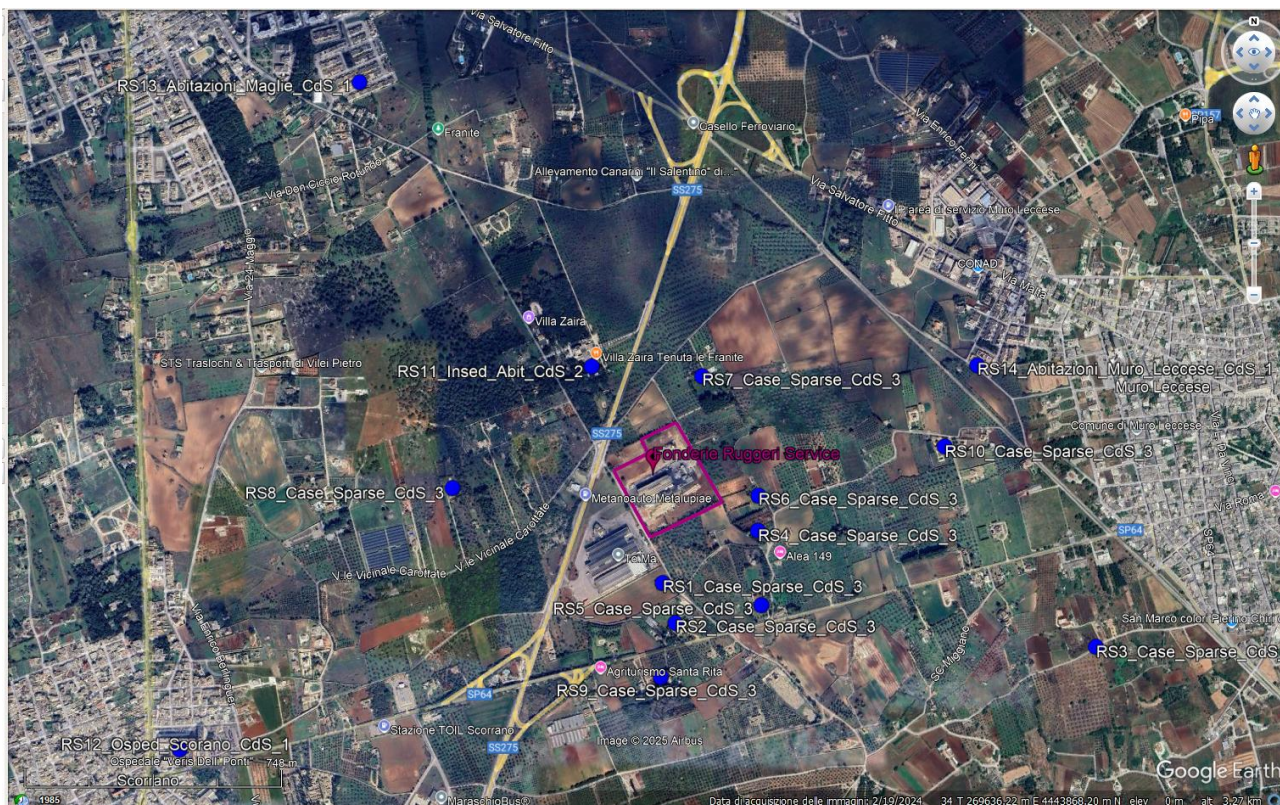
La Tabella seguente riporta i parametri identificativi dei recettori sensibili considerati in questa relazione, individuati, come richiesto dalle norme tecniche di settore, entro 3 km dal centro del reticolo di studio e posti ad un’altezza di 2 m dal livello del suolo (altezza di respirazione).

Ident. recettore	Classe di sensibilità odorigena del recettore¹	Longitudine	Latitudine	Descrizione recettore	Distanza dallo stabilimento (m)
RS1	3	271374.00 m E	4442129.00 m N	Case sparse	320 S
RS2	3	271408.00 m E	4442012.00 m N	Case sparse	450 S
RS3	3	272635.00 m E	4441906.00 m N	Case sparse	1400 SSE
RS4	3	271658.00 m E	4442273.00 m N	Case sparse	350 EES
RS5	3	271661.00 m E	4442056.00 m N	Case sparse	480 ESE
RS6	3	271663.00 m E	4442375.00 m N	Case sparse	330 EES
RS7	3	271509.00 m E	4442730.00 m N	Case sparse	320 NNE
RS8	3	270765.00 m E	4442424.00 m N	Case sparse	590 W
RS9	3	271360.00 m E	4441857.00 m N	Case sparse	600 S
RS10	3	272216.00 m E	4442502.00 m N	Case sparse	850 E
RS11	2	271184.00 m E	4442768.00 m N	Insedimento abitativo	350 NNW
RS12	1	269952.00 m E	4441691.00 m N	Ospedale di Scorrano	1600 SW
RS13	1	270516.00 m E	4443634.00 m N	Prime abitazioni di Maglie	1400 WNW
RS14	1	272322.00 m E	4442737.00 m N	Prime abitazioni di Muro Leccese	1000 ENE

Tabella 1: Recettori sensibili individuati sul territorio

Le Figure seguenti riportano le posizioni dei recettori sensibili individuati.

¹ Si fa riferimento alle classi di sensibilità dei ricettori definite sulla base della classificazione ISTAT delle località e delle Zone Territoriali Omogenee di cui al D.M. 2 aprile 1968, n. 1444, e s.m.i., riportate nella Tabella 3 del D.D. 309 del MASE, del 28/06/2023.



**Figura 2-a: Ubicazione dei recettori sensibili individuati
(Elaborazione su immagine tratta da Google Earth)**

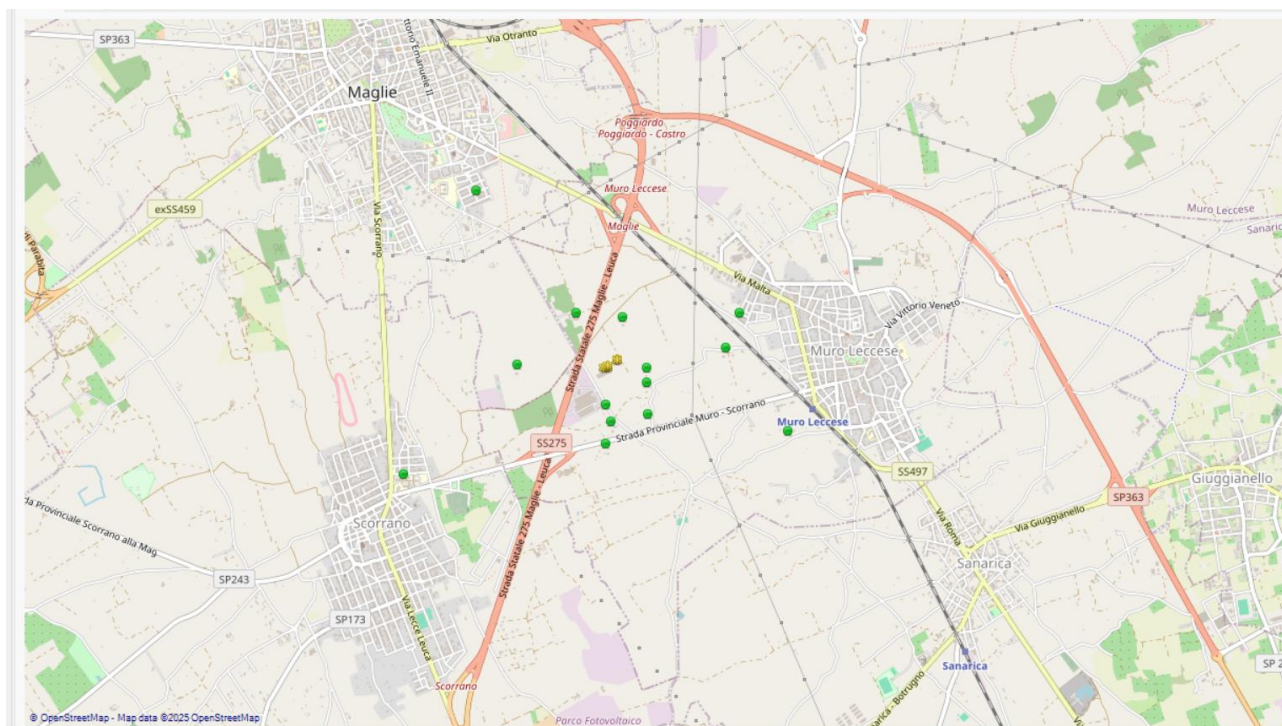


Figura 2-b: Ubicazione dei recettori sensibili individuati
In **verde** sono indicati i 14 recettori discreti considerati nello studio. In **giallo** le sorgenti puntuali considerate. (Elaborazione su immagine tratta da Open Street Map).

	UTM E (m)	UTM N (m)	Altezza (m)	Descrizione
	271374	4442129	2	RS1_Case_Sparse_CdS_3
	271408	4442012	2	RS2_Case_Sparse_CdS_3
	272635	4441906	2	RS3_Case_Sparse_CdS_3
	271658	4442273	2	RS4_Case_Sparse_CdS_3
	271661	4442056	2	RS5_Case_Sparse_CdS_3
	271663	4442375	2	RS6_Case_Sparse_CdS_3
	271509	4442730	2	RS7_Case_Sparse_CdS_3
	270765	4442424	2	RS8_Case_Sparse_CdS_3
	271360	4441857	2	RS9_Case_Sparse_CdS_3
	272216	4442502	2	RS10_Case_Sparse_CdS_3
	271184	4442768	2	RS11_Insed_Abit_CdS_2
	269952	4441691	2	RS12_Osped_Scorano_CdS_1
	270516	4443634	2	RS13_Abitazioni_Maglie_CdS...
	272322	4442737	2	RS14_Abitazioni_Muro_Lecc...

Tabella 2: Informazioni di sintesi dei recettori sensibili individuati

Le Sorgenti emissive considerate

Questo studio tiene conto della configurazione attuale dello stabilimento RUGGERI di Muro Leccese. Le emissioni considerate sono state stimate anche tenendo conto dei risultati analitici delle campagne di campionamenti ed analisi condotte, nel corso del 2024, dal Laboratorio CRChimica s.r.l. di San Pietro Vernotico, i cui rapporti di prova sono riportati in Allegato.

Le Figure e Tabelle seguenti riportano le posizioni, i parametri fisico/geometrici e le portate emissive calcolate delle sorgenti considerate. Le emissioni sono state calcolate, in maniera **assolutamente conservativa**, sulla base dei valori di portata emissiva e di concentrazione degli inquinanti autorizzati, ipotizzando un funzionamento dell'impianto 7/24 per tutto l'arco del 2024, anno preso, in questo studio, come periodo di riferimento rappresentativo. Le concentrazioni di odori alle emissioni sono state calcolate dalle medie dei valori campionati ed analizzati nel corso delle diverse campagne di misurazione effettuate in loco.

Le Figure e le Tabelle seguenti sintetizzano la posizione ed i parametri caratteristici delle sorgenti emissive considerate in questo studio.



**Figura 3-a: Posizione delle sorgenti emmissive puntuali considerate
(Elaborazione su immagine tratta da Google Earth)**

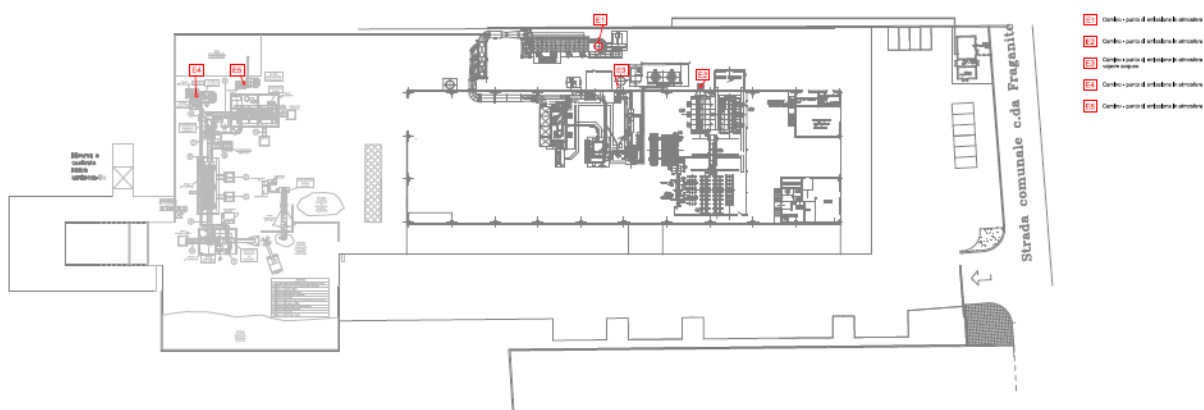


Figura 3-b: Planimetria delle sorgenti emmissive puntuali considerate

	Nome	UTM E (m)	UTM N (m)	Altezza (m)	Galleggiante	Diam. (m)	Temp. (°C)	Vel. (m/s)
	E1	271391	4442385	20	1	1.8	353.15	11
	E2	271362	4442385	13.5	1	0.5	748.15	21
	E3	271395	4442400	13.5	1	0.44	298.15	21
	E4	271461	4442438	10	1	0.7	298.15	15.8
	E5	271464	4442433	12	1	0.5	298.15	15.47

Tabella 3: Parametri fisico/geometrici delle sorgenti emmissive individuate

Le emissioni odorigene considerate.

La Tabella seguente sintetizza le emissioni odorigene considerate nel presente studio previsionale

	Nome	UTM E (m)	UTM N (m)	Altezza (m)	Galleggiante	Diam. (m)	Temp. (°C)	Vel. (m/s)	Azimuth (°)	Polare (°)	Parapioggia	Modul.	ODOR (OuE/s)
	E1	271391	4442385	20	1	1.8	353.15	11	0	0	0	NO	4460.43
	E5	271464	4442433	12	1	0.5	298.152	15.47	0	0	0	NO	106.12

Tabella 4: Emissioni odorigene

Si osservi, innanzitutto, come tutte le sorgenti odorigene convogliate dello Stabilimento “RUGGERI SERVICE S.p.a.” risultino *NON SIGNIFICATIVE*, secondo i criteri riportati nel D.D. *MASE 309 del 28/06/2023, Allegato A.1, Par. 3.1, in quanto presentano una portata odorigena inferiore a 500 ou_E/s od una concentrazione di odore inferiore a 80 ou_E/m³.*

Le emissioni di “inquinanti indice”

Le Tabelle seguenti sintetizzano le emissioni di “inquinanti indice” considerati per la stima della qualità dell’aria.

	Nome	UTM E (m)	UTM N (m)	Altezza (m)	Galleggiante	Diam. (m)	Temp. (°C)	Vel. (m/s)	Azimuth (°)	Polare (°)	Parapioggia	Modul.	PM2_5 (g/s)	SO2 (g/s)	NO2 (g/s)	HCl (g/s)	COV_1 (g/s)
	E1	271391	4442385	20	1	1.8	353.15	11	0	0	0	NO	0.5	1.75	5	0.25	0.25
	E2	271362	4442385	13.5	1	0.5	748.15	21	0	0	0	NO	0.01389	0.04861	0.1389	0.00694	0.00694
	E3	271395	4442400	13.5	1	0.44	298.15	21	0	0	0	NO	0.0917	0.0972	0.9167	0.04583	0.04583
	E4	271461	4442438	10	1	0.7	298.15	15.8	0	0	0	NO	0.011	0	0	0	0
	E5	271464	4442433	12	1	0.5	298.15	15.47	0	0	0	NO	0.00556	0	0	0	0

Tabella 5-a: Emissioni di inquinanti indice (PM_{2.5}, SO₂, NO₂, HCl, HF indicato come COV_1)

	Nome	UTM E (m)	UTM N (m)	Altezza (m)	Galleggiante	Diam. (m)	Temp. (°C)	Vel. (m/s)	Azimuth (°)	Polare (°)	Parapioggia	Modul.	COT (g/s)	CO (g/s)	NH3 (g/s)	Metallo_1 (g/s)	Metallo_2 (g/s)
	E1	271391	4442385	20	1	1.8	353.15	11	0	0	0	NO	2.5	5	0.25	0.0025	0.025
	E2	271362	4442385	13.5	1	0.5	748.15	21	0	0	0	NO	0.06944	0.1389	0	6.94E-05	0.000694
	E3	271395	4442400	13.5	1	0.44	298.15	21	0	0	0	NO	0.4583	0.9167	0.04583	0.0004583	0.004583
	E4	271461	4442438	10	1	0.7	298.15	15.8	0	0	0	NO	0	0	0	0	0
	E5	271464	4442433	12	1	0.5	298.15	15.47	0	0	0	NO	0	0	0.01389	0	0

Tabella 5-b: Emissioni di inquinanti indice (COT, CO, NH₃, Cd+Tl indicati come Metallo_1, As+Ni+... indicati come Metallo_2)

	Nome	UTM E (m)	UTM N (m)	Altezza (m)	Galleggiante	Diam. (m)	Temp. (°C)	Vel. (m/s)	Azimuth (°)	Polare (°)	Parapioggia	Modul.	HG (g/s)	IPA (g/s)	PCDD_DF (g/s)	PCB (g/s)
	E1	271391	4442385	20	1	1.8	353.15	11	0	0	0	NO	0.0025	0.0005	2E-08	0.025
	E2	271362	4442385	13.5	1	0.5	748.15	21	0	0	0	NO	6.944E-05	1.389E-05	1.389E-10	0.0006944
	E3	271395	4442400	13.5	1	0.44	298.15	21	0	0	0	NO	0.0004583	9.167E-05	9.167E-10	0.004583
	E4	271461	4442438	10	1	0.7	298.15	15.8	0	0	0	NO	0	0	0	0
	E5	271464	4442433	12	1	0.5	298.15	15.47	0	0	0	NO	0	0	0	0

Tabella 5-c: Emissioni di inquinanti indice (Hg, IPA, PCDD/DF, PCB)

Studio della dispersione degli inquinanti

Dati meteorologici

Per le simulazioni si sono utilizzati i dati, in formato CALMET 5.53a, relativi all'anno 2024, prodotti, tramite il SW LAPMET Vers. 20230925 (2023-09-25) a partire dai dati, in formato AERMOD Ready (WRF-MMIF), relativi al medesimo anno, riferiti al punto centrale della Fonderia RUGGERI S.p.A. (Longitudine: 271355.00 m E, Latitudine: 4442445.00 m N, Zona UTM: 34 T), posto in corrispondenza del centro del reticolo di studio.

Tale scelta è stata dettata dal fatto che l'area di studio, come già accennato in precedenza, presenta un'orografia assolutamente "semplice e piatta", con differenze altimetriche, entro 5 km di raggio dal centro del reticolo, dell'ordine, massimo, di qualche decina di metri.

I due file meteorologici usati (*.SFC per i dati superficiali e *.PFL per quelli del profilo in quota) sono caratterizzati, entrambi, da una risoluzione temporale oraria. Le variabili superficiali sono: flusso di calore sensibile, velocità di frizione, velocità convettiva, gradiente di temperatura verticale nei primi 500 m oltre lo strato di rimescolamento, l'altezza dello strato limite convettivo, l'altezza dello strato limite meccanico, la lunghezza di Monin-Obukhov, la rugosità superficiale, il rapporto di Bowen, l'albedo, la velocità del vento, la direzione del vento, l'altezza dell'anemometro, la temperatura, l'altezza del termometro. Le variabili necessarie nel profilo verticale sono, per ogni quota di misura, la quota stessa, la velocità del vento, la direzione del vento, la temperatura, la deviazione standard della direzione del vento e la deviazione standard della velocità verticale del vento.

Gli 8784 valori forniti riportano i dati meteo dell'anno 2024, riferiti alle seguenti altezze (m): 2, 10, 30, 60, 120, 240, 480, 920, 1500, 2500, 3500.

La figura seguente riporta la Rosa dei Venti di Muro Leccese, per l'anno 2024, relativa ai valori a 10 m di altezza:

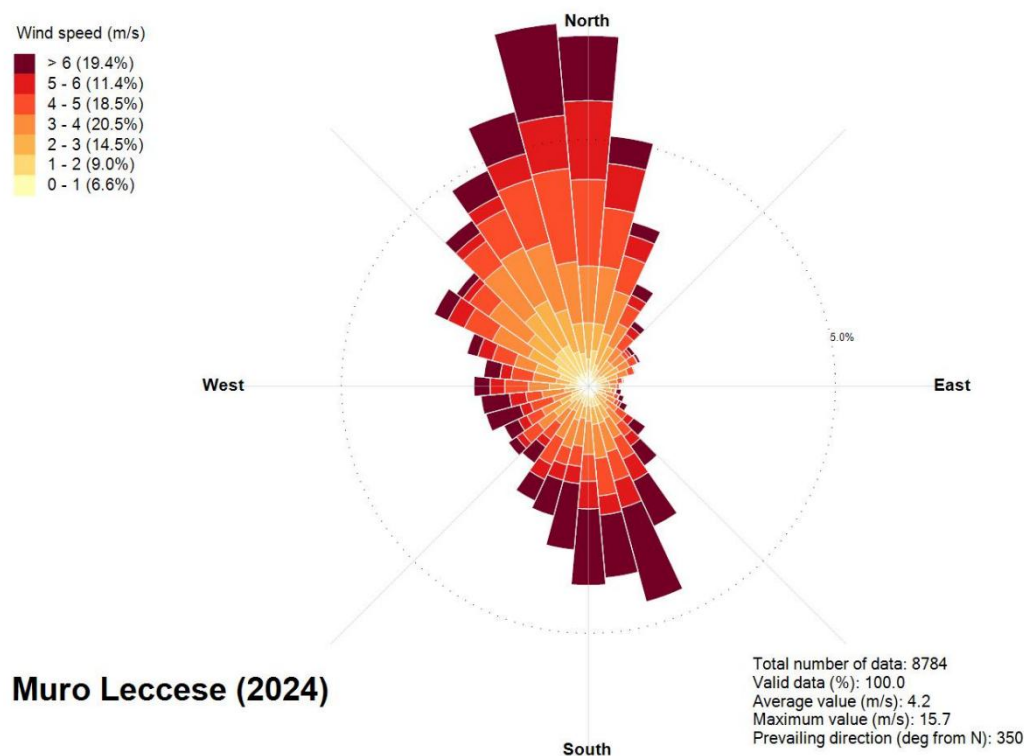


Figura 4: Rosa dei venti a 10 m, località Muro Leccese (LE). Anno 2024

Si osservi come, nell'anno considerato, la percentuale di dati validi per le simulazioni risulti del 100%.

Dall'analisi della rosa dei venti si osserva una prevalenza di venti da NNW (350°) e N. I venti, nell'area, sono essenzialmente, classificabili come "brezza tesa/moderati" (scala Beaufort). Infatti, nel 20.5% dei casi la velocità del vento è compresa fra i 3 e 4 m/s e nel 18.5% delle volte è compresa fra 4 e 5 m/s. Le calme di vento (velocità del vento comprese nell'intervallo 0 e 1 m/s) si presentano nel 6.6% dei casi.

La velocità media del vento è di 4.2 m/s e la massima velocità del vento riscontrata è di 15.7 m/s. Condizioni di vento che favoriscono il trasporto e la diluizione degli inquinanti emessi dallo Stabilimento prevalentemente verso Sud.

Griglia dei recettori di calcolo

Il volume di studio, centrato nello Stabilimento RUGGERI, di coordinate $P_0 = (X=271355.00 \text{ m E}, Y=4442445.00 \text{ m N})$, è costituito da un parallelepipedo a base quadrata di dimensioni: 10kmx10km,

caratterizzato da 11 livelli verticali, l'ultimo dei quali a 3500 m di quota, con un reticolo di base avente nodi separati da una distanza di 100 m l'uno dall'altro.

La tabella seguente sintetizza le caratteristiche del volume di studio assunto in questo lavoro. Il punto $P_1 = (X=266355.00 \text{ m E}, Y=4437445.00 \text{ m N})$ coincide con il vertice SW del reticolo di studio, il punto $P_2 = (X=276355.00 \text{ m E}, Y=4447445.00 \text{ m N})$ con il vertice in NE del reticolo di studio.

$X_1=266355.00 \text{ m E}$	$Y_1=4437445.00 \text{ m N}$	$DX=100 \text{ m}$	$DY=100 \text{ m}$	Nro. $DX=100$	Nro. $DY=100$
Quota rec.=2.0 m	Nro. Livelli = 11	Max Quota = 3500 m	$X_2=276355.00 \text{ m E}$	$Y_2=4447445.00 \text{ m N}$	Rugosità $R_0=0.0332 \text{ m}$

Tabella 6: Volume di studio considerato nelle simulazioni della dispersione di inquinanti

La Rugosità media dell'area è risultata $R_0 \approx 0.0322 \text{ m}$, l'Albedo media $A_l \approx 0.7$. L'altezza dei recettori dal piano campagna è stata posta pari $Z=2 \text{ m}$ ("altezza di respirazione").

La figura seguente mostra le caratteristiche del reticolo di studio e la localizzazione dello stabilimento ECOFOX S.r.l.



Figura 5: Reticolo di studio (Elaborazioni su immagine tratta da Google Earth)

Il modello utilizzato

Per il presente studio è stato utilizzato il modello LAPMOD Vers. 20240530 (2024-05-30) (R. Bellasio, R. Bianconi, *Il sistema modellistico LAPMOD per la simulazione dell'inquinamento atmosferico in orografia complessa*. Ingegneria Ambientale, Vol. XLI, n.6, novembre-dicembre 2012, 492-500), integrato con il SW di interfaccia utente EW_LAPMOD Vers.1.1.263.0 (2024-12-20).

Questo è un modello Lagrangiano a particelle di ultima generazione, tridimensionale, non stazionario, adatto a simulare la dispersione in atmosfera di sostanze inerti o radioattive, emesse in fase gassosa e come aerosol. Per le basi teoriche assunte e le sue caratteristiche implementative, tale modello è anche particolarmente adatto a stimare gli impatti odorigeni in atmosfera. Le “particelle computazionali” utilizzate per il calcolo delle concentrazioni di inquinanti sono spostate nell’atmosfera per effetto del vento (avvezione o trasporto) e della turbolenza atmosferica (dispersione). Ciascuna particella computazionale trasporta una frazione della massa totale emessa nel periodo di simulazione. Ad ogni istante è possibile calcolare la concentrazione e la deposizione in corrispondenza dei recettori considerando la posizione delle particelle e le loro “masse rappresentative”.

Il modello di dispersione è strettamente accoppiato con il modello meteorologico diagnostico CALMET (fino alla sua versione 6.5.0), in grado di fornire tutte le necessarie informazioni riguardo lo stato dell’atmosfera nel volume di interesse (e.g., direzione, velocità del vento, parametri turbolenti ecc.). LAPMOD è anche accoppiabile al preprocessore LAPMET, che permette di utilizzare, in input, se necessario, anche file meteorologici di superficie e di profilo nel formato EPA-AERMOD. Opzione, quest’ultima, utile da utilizzare in presenza di orografia semplice, come nel caso in esame.

Un altro preprocessore utilizzabile è il LAPEMI, per la generazione di file di emissione con modulazione temporale in tutto l’arco temporale della simulazione.

Inoltre, i file prodotti dalle simulazioni LAPMOD possono essere elaborati dal post-processore LAPOST, per il calcolo dei parametri statistici di interesse richiesti delle vigenti normative sulla qualità dell’aria (Per ulteriori approfondimenti, si veda: <https://www.enviroware.com/>. Ultimo accesso: 01/12/2024). La figura seguente mostra la struttura del sistema modellistico LAPMOD.

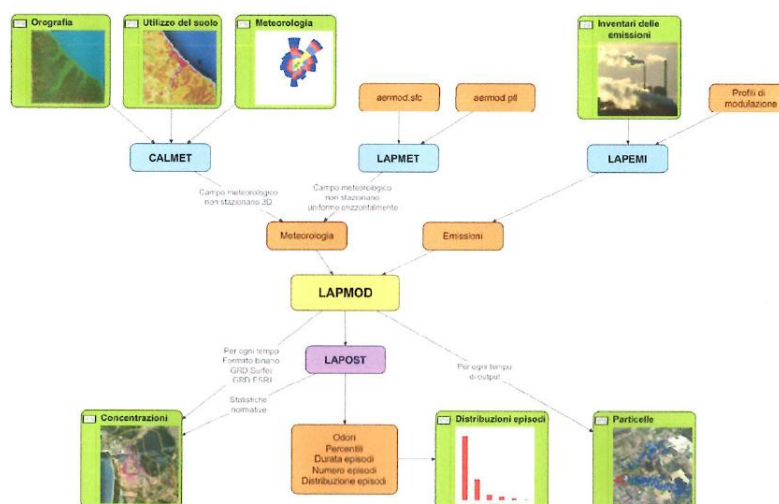


Figura 6: Struttura del Sistema Modellistico LAPMOD
(da: LAPMOD – Manuale d’uso. R. Bellasio e R. Bianconi. Enviroware. Febbraio 2017)

Effetti dovuti al galleggiamento termico

Il modello LAPMOD considera l’effetto del galleggiamento termico da sorgenti puntuali secondo gli algoritmi di Janicke e Janicke (2001) o di Webster e Thomson (2002) [6,7]. Modello, quest’ultimo, usato in questo studio. L’algoritmo viene risolto numericamente all’interno di LAPMOD integrando le equazioni richieste per mezzo di un metodo Runge-Kutta al quarto ordine. Tutte le equazioni del modello vengono scritte in funzione della distanza lungo l’asse del *plume*.

I valori utilizzati per le costanti dell’algoritmo di “*plume rise*” sono tipicamente $a_1=0.11$, $a_2=0.5$, $a_3=0.655$ e $C_D=0.21$. Tali valori possono tuttavia variare, e sono, quindi, input del modello LAPMOD. I coefficienti di *entrainment* dovuti al moto relativo tra *plume* e ambiente, gli stessi utilizzati in ADMS, sono: $a_1 = 0.057$ e $a_2 = 0.50$. Valori tipici dei due coefficienti di *entrainment* per moto relativo del *plume* sono riportati in Webster e Thomson (2002) [6]. Per il coefficiente di *entrainment* dovuto alla turbolenza atmosferica a_3 e per il coefficiente di drag C_D non esistono, attualmente, molti valori in letteratura, quindi si sono utilizzati i valori indicati in precedenza.

Effetto scia del camino (“Stack Tip Downwash”)

Il modello LAPMOD considera, per le sorgenti puntiformi con galleggiamento termico e/o meccanico, anche lo “*Stack Tip Downwash – STD*”. Tale fenomeno può avvenire quando il rapporto tra la velocità di uscita dei fumi e la velocità del vento alla bocca del camino è inferiore a 1.5. In tal caso, il pennacchio emissivo può essere “catturato” dalla scia del camino, con l’effetto di aumentare i valori

di concentrazione immediatamente sottovento alla ciminiera. Tale fenomeno viene simulato, in LAPMOD, per mezzo dell'algoritmo di Briggs, che ha l'effetto di diminuire l'altezza fisica del camino quando le condizioni sono tali da generare uno STD.

Inoltre, LAPMOD, permette di descrivere il fenomeno del parziale o totale "sforamento" dello strato di rimescolamento da parte del pennacchio emissivo attraverso l'algoritmo di Manins (1979) [2], utilizzato anche dal modello CALPUFF.

Trattamento delle calme di vento

La natura Lagrangiana del modello a particelle LAPMOD permette la trattazione delle situazioni di calme di vento senza modificare la struttura matematica dell'algoritmo generale di simulazione adottato per l'avvezione e la dispersione turbolenta delle particelle rappresentative degli inquinanti emessi.

Stima degli impatti odorigeni

Gli impatti odorigeni in atmosfera vengono valutati sulla base della concentrazione di odore espressa in unità odorimetriche al metro cubo (ou_E/m^3), che rappresentano il numero di diluizioni necessarie affinché il 50% dei rino-analisti di un panel opportunamente costituito non avverta più alcun odore del campione analizzato (norma UNI EN 13725:2022).

Il modello di simulazione LAPMOD permette di stimare l'impatto olfattivo attraverso la valutazione della concentrazione oraria di picco, che rappresenta la media, su un'ora, dei valori rilevati su brevi periodi, ad esempio: 5 minuti, 1 minuto, fino alla durata di un respiro (5 secondi). Tale valutazione può essere calcolata in due modi.

Secondo l'algoritmo "classico", applicando, in maniera semplificata, secondo quanto riportato nel D.D. MASE 309 del 28/06/2023 e nelle Linee Guida della Regione Lombardia 2012, un fattore costante di "*Peak-to Mean Ratio - PtMR*", pari a 2.3 alle medie orarie. Nella Figura seguente è mostrato, a titolo esemplificativo, un confronto tra il risultato medio orario fornito da un modello previsionale di dispersione degli inquinanti aerodispersi e quello che, in realtà, può accadere durante l'ora.

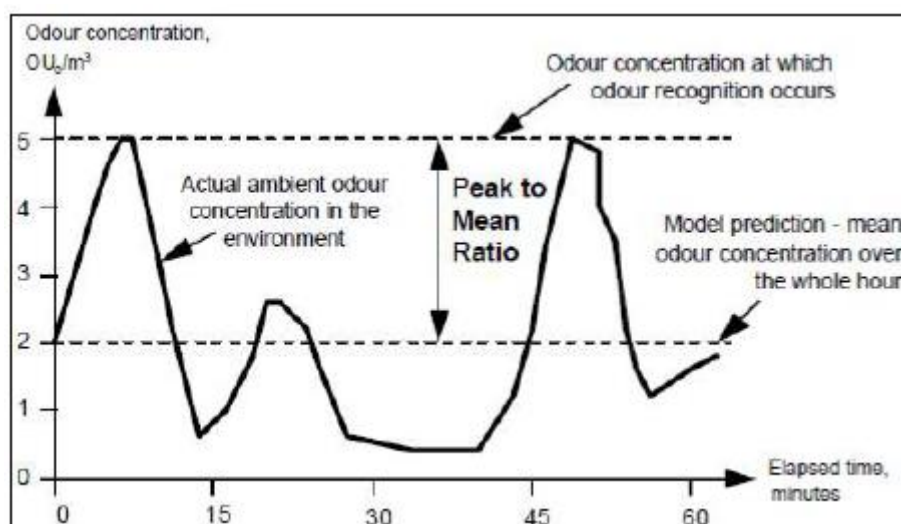


Figura 7: Predizione dell’odore secondo il modello di dispersione comparato con la realtà [8]

Il secondo metodo, detto “dinamico”, utilizzato nel presente studio, permette di calcolare in maniera più precisa il PtMR secondo la formulazione originaria di Smith (1973) [9], applicando la funzione di attenuazione esponenziale di Mylne (1990, 1992) [10-12].

Secondo l’approccio originalmente proposto da Smith [9], il “*Peak to Mean Ratio*” può essere espresso tramite la relazione:

$$\Psi_0 = \frac{C_p}{C_m} = \left(\frac{t_m}{t_p} \right)^u$$

dove C_m è la concentrazione mediata su un periodo lungo di tempo t_m e C_p è la concentrazione di picco su un tempo breve t_p . Smith suggerisce i seguenti valori di u , basati sulle classi di stabilità atmosferica di Pasquill-Gifford:

Classe di stabilità	A	B	C	D	E	F
u	0.65	0.65	0.52	0.35	0	0

La scelta di un intervallo temporale $t_p = 5s$, breve quanto la durata media di un respiro, si basa sulle misure di Mylne (1990) [10]. Questi valori sono validi solo in prossimità della sorgente emissiva, in quanto non tengono conto del rimescolamento turbolento prodotto dall’atmosfera, che riduce il “*Peak to Mean Ratio*” con l’andare del tempo. Per considerare anche questo effetto, Mylne e Mason (1991) [12] hanno derivato, dall’analisi delle concentrazioni in un pennacchio emissivo, la seguente

espressione per il “*Peak to Mean Ratio*” che include un’attenuazione esponenziale dipendente dal rapporto tra il tempo di volo T delle particelle ed il tempo Lagrangiano T_L :

$$\Psi = 1 + (\Psi_0 - 1) \exp\left(-0.7317 \frac{T}{T_L}\right)$$

dove C_m è la concentrazione mediata su un periodo lungo di tempo t_m e C_p è la concentrazione di picco su un tempo breve t_p .

Post elaborazione dei risultati sugli impatti odorigeni

I risultati delle simulazioni, inoltre, come richiesto delle normative tecniche di settore (e.g., D.D. MASE n.309 del 28/06/2023), sono stati elaborati per produrre mappe di impatto odorigeno riportanti i valori di concentrazione orarie di picco di odore, determinati attraverso il su citato algoritmo di Smith e Mylne per il calcolo dinamico del “*Peak-to-Mean Ratio*”, espressi come 98° percentile, su base annua, delle concentrazioni medie orarie di picco percepite in 5 secondi (equivalenti a circa 175 ore anno, pari a circa sette giorni in un anno).

In altri termini, il 98° percentile rappresenta il valore percepito per il 2% delle ore in un anno: ad esempio, se presso un recettore, il 98° percentile delle concentrazioni orarie di picco è pari ai 3 ou_E/m³, significa che la concentrazione di odore simulata al suolo, avvertita presso quel recettore, risulta inferiore a 3 ou_E/m³ per il 98% delle ore dell’anno (i.e., 357 giorni in un anno). Sono state anche prodotte le mappe di iso-concentrazione per le zone limitrofe allo stabilimento.

Si tenga, altresì, presente che con una concentrazione di:

- 1 ou_E/m³ il 50% della popolazione percepisce l’odore;
- 3 ou_E/m³ l’85% della popolazione percepisce l’odore;
- 5 ou_E/m³ il 90-95% della popolazione percepisce l’odore.

Il post-processore LAPOST del modello utilizzato in questo studio calcola anche i parametri FIDOL (Frequenza, Intensità, Durata Offensività e Luogo) degli episodi odorigeni, ad eccezione dell’Offensività, che dipende dalla specifica miscela odorigena rilasciata ed è strettamente collegata alle caratteristiche prettamente soggettive dei bersagli esposti. I fattori FIDOL aiutano a valutare in maniera quantitativa il potenziale impatto di attività odorigene.

Presentazione dei risultati

Impatti odorigeni

La tabella seguente riporta, per ciascuno dei recettori sensibili individuati sul territorio, il 98° percentile su base annua e la relativa analisi FIDOL delle concentrazioni orarie di odore simulate. **Si noti come in tutti i punti recettori discreti le concentrazioni previste si attestino entro i valori di riferimento riportati dalle vigenti norme tecniche di settore.**

Per episodio critico si intende la situazione nella quale la concentrazione stimata in un punto superi per una o più ore consecutive la media oraria delle concentrazioni di picco di $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ (concentrazione odorigena alla quale il 50% della popolazione esposta rileva l'odore).

Ident. recettore	Classe di sensibilità del recettore	Distanza dallo stabilimento (m)	98° perc. (OU_E/m^3)	Nro. annuo episodi critici	Max durata degli episodi (h)
RS1	3	320 S	2.27	196	12
RS2	3	450 S	1.44	154	10
RS3	3	1400 SSE	4.710E-02	0	0
RS4	3	350 EES	0.866	63	7
RS5	3	480 ESE	0.630	38	6
RS6	3	330 EES	0.852	61	5
RS7	3	320 NNE	0.579	48	6
RS8	3	590 W	7.80E-02	0	0
RS9	3	600 S	0.862	10	1
RS10	3	850 E	0.121	0	0
RS11	2	350 NNW	0.673	46	4
RS12	1	1600 SW	1.563E-02	0	0
RS13	1	1400 WNW	6.399E-02	0	0
RS14	1	1000 ENE	7.445E-02	0	0

Tabella 6: Stima delle concentrazioni odorogene nei punti recettori sensibili

Si osservi come, pur con le assunzioni assolutamente conservative alla base delle stime degli impatti odorigeni eseguite per questo studio, in nessuno dei recettori sensibili considerati si rileva un superamento dei valori di riferimento indicati dalle vigenti normative tecniche in materia, prima fra tutti il D.D. MASE 309 del 22/06/2022, dovuto alle emissioni della Fonderia RUGGERI S.p.A.

In Appendice sono riportate le mappe a griglia e le curve di iso-concentrazione di odore al 98% percentile, su base annua, delle concentrazioni di picco mediate nell'arco di un'ora.

Qualità dell'aria basata sugli "inquinanti indice"

La Tabella seguente sintetizza i valori limiti di riferimento, per la qualità dell'aria, della vigente normativa di settore.

Limiti di riferimento (D.Lgs.155/2010)				
Inquinante	Limite	Periodo di mediazione	Limite	Superamenti in un anno
PM10 (Particolato inferiore a 10 micron) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore limite sulle 24 ore per la protezione della salute umana	Media giornaliera	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	massimo 35
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
PM2.5 (Particolato inferiore a 2.5 micron) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore Limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
NO₂ (Biossido di Azoto) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore limite orario per la protezione della salute umana	Media massima oraria	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	massimo 18
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	Soglia d'informazione	Media massima oraria	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	Soglia d'allarme	Media massima oraria	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
O₃ (Ozono) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore obiettivo	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	≤ 25 volte/anno come media su 3 anni
	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora da maggio a luglio	18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ come media su 5 anni	
CO (Monossido di Carbonio) (mg/m^3)	Valore limite orario per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	10 mg/m^3	
SO₂ (Biossido di zolfo) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore limite giornaliero	Media giornaliera	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	massimo 3
	Valore limite su 1 ora per la protezione della salute umana	Media massima oraria	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	massimo 24
Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore limite su base annua	anno civile	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Benzo(a)pirene (ng/m^3)	Concentrazione presente nella frazione PM10 del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile	anno civile	1 ng/m^3	
Metalli pesanti (ng/m^3)	Arsenico	anno civile	6 ng/m^3	
	Cadmio	anno civile	5 ng/m^3	
	Nichel	anno civile	20 ng/m^3	
	Piombo	anno civile	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

Tabella 7: Valori limite per la qualità dell'aria (D. lgs. 155/2010)

Le Tabelle seguenti sintetizzano i risultati delle simulazioni condotte relativamente alla dispersione degli inquinanti emessi dai camini della Fonderia RUGGERI S.p.A. In nero sono indicati i valori stimati ed **in rosso** i rispettivi limiti di riferimento (qualora esistenti).

Ident. recettore	Distanza dallo stabilimento (m)	PM _{2.5} Limite di rifer. 25 ug/m ³	SO ₂ Limite di rifer. 350 ug/m ³	NO ₂ Limite di rifer. 200 ug/m ³	HCl (ug/m ³) Limite di rifer. //	HF (ug/m ³) Limite di rifer. //
RS1	320 S	1.123	25.76	91.48	0.542	0.546
RS2	450 S	0.796	18.26	70.49	0.390	0.393
RS3	1400 SSE	4.936E-02	5.07	21.13	2.360E-02	2.339E-02
RS4	350 EES	0.438	20.23	79.74	0.204	0.205
RS5	480 ESE	0.386	13.98	58.80	0.181	0.182
RS6	330 EES	0.387	21.19	77.45	0.181	0.180
RS7	320 NNE	0.322	18.01	67.64	0.152	0.159
RS8	590 W	5.046E-02	6.85	32.17	2.391E-02	2.415E-02
RS9	600 S	0.466	13.14	48.68	0.223	0.224
RS10	850 E	8.868E-02	7.57	30.54	4.222E-02	4.215E-02
RS11	350 NNW	0.280	16.45	60.77	0.136	0.135
RS12	1600 SW	1.944E-02	3.23	12.49	9.349E-03	9.111E-03
RS13	1400 WNW	4.008E-02	4.52	17.93	1.910E-02	1.909E-02
RS14	1000 ENE	7.353E-02	6.57	26.61	3.449E-02	3.538E-02

Tabella 8-a: Stima delle concentrazioni di inquinanti nei punti recettori sensibili

Ident. recettore	Distanza dallo stabilimento (m)	COT (ug/m ³) Limite di rifer. //	CO (ug/m ³) Limite di rifer. 10 mg/m ³	NH ₃ (ug/m ³) Limite di rifer. //	Cd Limite di rifer. 5 ng/m ³	As Limite di rifer. 6 ng/m ³
RS1	320 S	5.462	7.608E-02	0.545	0.548	4.277
RS2	450 S	3.906	5.234E-02	0.397	0.391	3.063
RS3	1400 SSE	0.236	1.688E-02	2.443E-02	2.376E-02	0.184
RS4	350 EES	2.054	6.254E-02	0.225	0.205	1.595
RS5	480 ESE	1.838	3.671E-02	0.195	0.181	1.420
RS6	330 EES	1.793	6.388E-02	0.200	0.180	1.397
RS7	320 NNE	1.531	5.638E-02	0.165	0.150	1.193
RS8	590 W	0.240	1.889E-02	2.469E-02	2.40E-02	0.189
RS9	600 S	2.254	3.865E-02	0.228	0.223	1.762
RS10	850 E	0.422	3.177E-02	4.475E-02	4.243E-02	0.320
RS11	350 NNW	1.336	5.086E-02	0.137	0.136	1.060
RS12	1600 SW	9.365E-02	8.383E-03	9.644E-03	9.50E-03	7.260E-02
RS13	1400 WNW	0.192	1.340E-02	1.976E-02	1.919E-02	0.151
RS14	1000 ENE	0.347	1.481E-02	3.712E-02	3.444E-02	0.277

Tabella 8-b: Stima delle concentrazioni di inquinanti nei punti recettori sensibili

Ident. recettore	Distanza dallo stabilimento (m)	Hg (ng/m ³) Limite di rifer. //	IPA (ug/m ³) Limite di rifer. //	PCDD/DF Limite di rifer. 40 fgTE/m ³	PCB (ug/m ³) Limite di rifer. //
RS1	320 S	5.433	1.098E-03	8.868	5.417E-02
RS2	450 S	3.875	7.738E-04	6.235	3.873E-02
RS3	1400 SSE	0.236	4.690E-05	0.368	2.344E-03
RS4	350 EES	2.065	4.118E-04	3.173	2.064E-02
RS5	480 ESE	1.820	3.600E-04	2.780	1.812E-02
RS6	330 EES	1.768	3.622E-04	11.32	1.827E-02
RS7	320 NNE	1.506	3.010E-04	2.830	1.517E-02
RS8	590 W	0.238	4.898E-05	0.373	2.438E-03
RS9	600 S	2.247	4.487E-04	3.558	2.255E-02
RS10	850 E	0.425	8.513E-05	0.658	4.144E-03
RS11	350 NNW	1.318	2.652E-04	2.143	1.346E-02
RS12	1600 SW	9.542E-02	1.838E-05	0.149	9.569E-04
RS13	1400 WNW	0.190	3.881E-05	0.311	1.885E-03
RS14	1000 ENE	0.348	7.020E-05	0.551	3.528E-03

Tabella 8-c: Stima delle concentrazioni di inquinanti nei punti recettori sensibili

Conclusioni

Il documento in esame contiene considerazioni e valutazioni tecniche dettagliate relative ai potenziali impatti odorigeni e, più in generale, sulla qualità dell'aria nel Comune di Maglie e nei Comuni limitrofi. Tali considerazioni sono basate sull'analisi della dispersione in atmosfera delle molecole odorigene e degli "inquinanti indice" emessi dalla Fonderia RUGGERI SERVICE S.p.A. Le considerazioni esposte sono fondate sui documenti in possesso del sottoscritto alla data della stesura della presente relazione tecnica.

Dall'analisi effettuata emergono le seguenti considerazioni. Per quanto attiene all'impatto odorigeno attribuibile alla Fonderia RUGGERI SERVICE S.p.A. si evidenzia, innanzitutto, come tutte le sorgenti odorigene convogliate dello Stabilimento, caratterizzate da specifiche campagne di campionamenti ed analisi condotte negli anni passati, risultino NON SIGNIFICATIVE, secondo i criteri riportati nel D.D. MASE 309 del 28/06/2023, Allegato A.1, Par. 3.1, in quanto presentano una portata odorigena inferiore a 500 ou_E/s o una concentrazione di odore inferiore a 80 ou_E/m³.

In tutti i punti recettori sensibili individuati in questo studio, corrispondenti a quelli indicati in analoghe relazioni tecniche redatte in precedenza, le concentrazioni odorigene stimate risultano inferiori, anche

ordini di grandezza, ai corrispettivi limiti richiesti dalle vigenti norme di settore. I valori più alti di concentrazioni odorigena si hanno nel raggio di 100 m. dal centro della stabilimento, lungo la direttrice Nord-Sud, in accordo con la direzione prevalente dei venti a 10 m. di altezza.

Anche relativamente agli impatti sulla qualità dell'aria, stimati sulla base degli inquinanti emessi dalla fonderia, lo studio previsionale, pur con tutte le assunzioni conservative alla base dei calcoli effettuati², mostra, in tutti i punti recettori individuati, concentrazioni di inquinanti un ordine di grandezza o più³ inferiori ai corrispondenti limiti di legge (se esistenti) e valori massimi compresi entro 100 m. dal centro della fonderia.

Anche le stime delle deposizioni secche di inquinanti emessi dall'impianto mostrano come, per tutti gli inquinanti e per tutti i punti esterni allo stabilimento, valori massimo dell'ordine di 5-10 g/(m² anno), sempre lungo la direzione Nord-Sud.

In sintesi, le stime condotte, pur con tutte le ipotesi estremamente cautelative assunte per i calcoli, mostrano l'assenza di impatti di rilievo per quanto attiene alla qualità dell'aria, sia in termini di odori, sia di concentrazione di inquinanti indice prodotti dalle emissioni della Fonderia RUGGERI SERVICE S.p.A.

² E.g.: le emissioni sono state calcolate sui valori di portata e di concentrazione di inquinanti nei fumi autorizzate, molto più alte di quelle rilevate nel corso delle numerose campagne di rilevazione dei dati. Si è anche ipotizzato che l'impianto lavori 7 giorni alla settimana, 24 ore al giorno per 365 giorni in un anno.

³ Fino ad un massimo di 3 O.d.G.

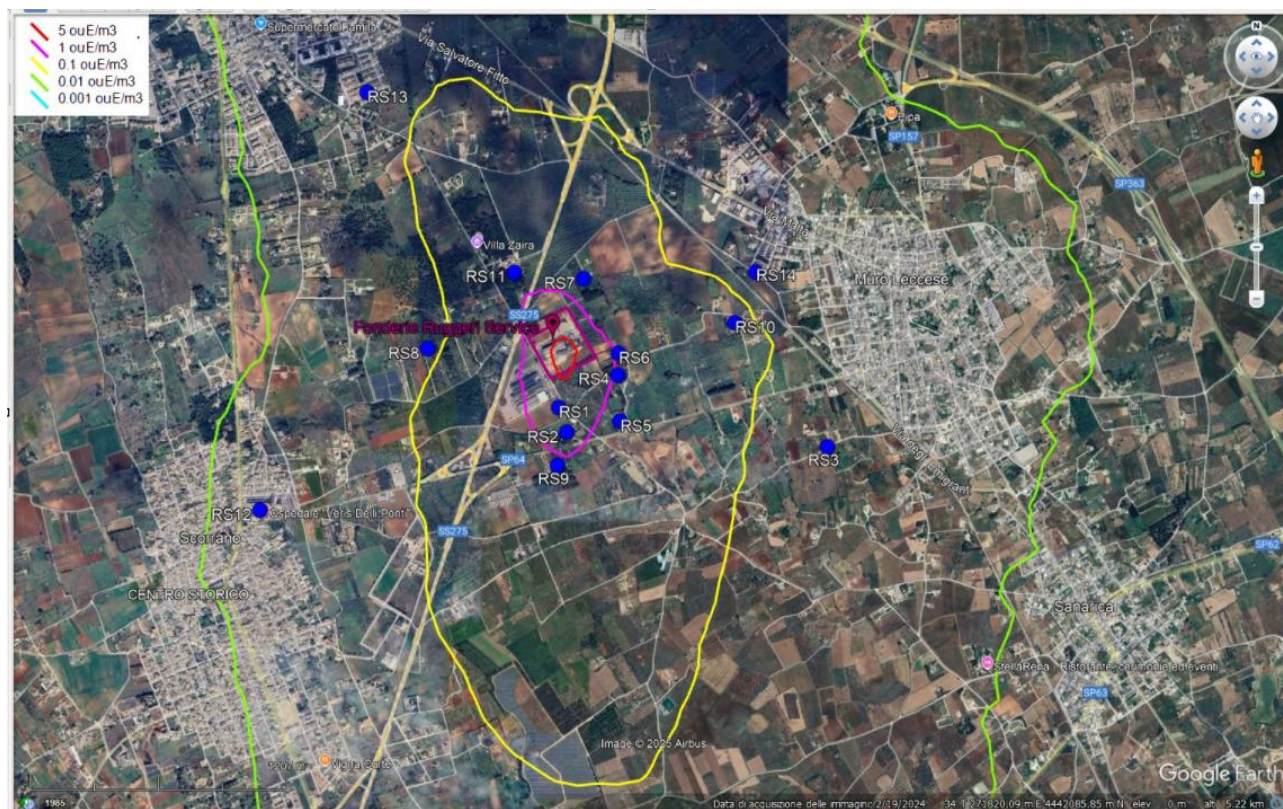
Riferimenti tecnici e normativi

1. Articolo 272-bis del decreto legislativo n. 152/2006.
2. Decreto Direttoriale MASE n. 309 del 28/06/2023.
3. Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA), Delibera n. 38/2018 del 3/10/2018: "*Metodologie per la valutazione delle emissioni odorigene – Documento di sintesi*", <https://www.snpambiente.it/wp-content/uploads/2018/10/Delibera-38-e-allegati.pdf>.
4. G. Corelli (a cura di), "*Molestie olfattive. La riduzione delle emissioni a bassa soglia olfattiva originate dai processi di fonderia. III Edizione*". https://www.assofond.it/documenti-2021/-/asset_publisher/1bViQ5mh2J33/content/molestie-olfattive-la-riduzione-delle-emissioni-a-bassa-soglia-olfattiva-originale-dai-processi-di-fonderia-terza-edizione
5. Agenzia per la Protezione dell'Ambiente ed i servizi Tecnici (APAT): "*Metodi di misura delle emissioni olfattive – Quadro normativo e campagna di misura*", Manuali e linee guida, 19/2003. <https://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00003500/3546-mlg-19-2003.pdf/>.
6. Webster H.N. and Thomson D.J (2002): "Validation of a Lagrangian model plume rise scheme using the Kincaid data set", Atmospheric Environment, Vol. 36, N. 32, pp. 5031-5042.
7. P.C. Manins (1979) Partial penetration of an elevated inversion layer by chimney plumes. Atmospheric Environment, 13, 733-41.
8. K.R. Mylne (1992) *Concentration fluctuation measurements in a plume dispersing in a stable surface layer*. Boundary-layer Meteorology, 60, 15-48. V. Cagnazzo, "*Studio di dispersione in atmosfera degli inquinanti ad impatto odorigeno derivanti dall'impianto di fusione di alluminio di proprietà della Ruggeri Service S.p.A., sita in Muro Leccese (LE), S.S. 275 Maglie — Leuca km 2,9. (Revisione 4)*", 21/06/2023.
9. M.E. Smith (1973) *Recommended Guide for the Prediction of the Dispersion of Airborne Effluents*. ASME, New York.
10. K.R. Mylne (1990) *Concentration fluctuation measurements of a tracer plume up to 1 km range in the atmosphere*. Ninth Symposium on Turbulence and Diffusion. Roskilde, 168-71.
11. K.R. Mylne (1992) *Concentration fluctuation measurements in a plume dispersing in a stable surface layer*. Boundary-layer Meteorology, 60, 15-48.
12. K.R. Mylne and P.J. Mason (1991) *Concentration fluctuation measurements in a dispersing plume at a range up to 1000 m*. Q.J.R. Meteorology Soc., 117, 177-206.

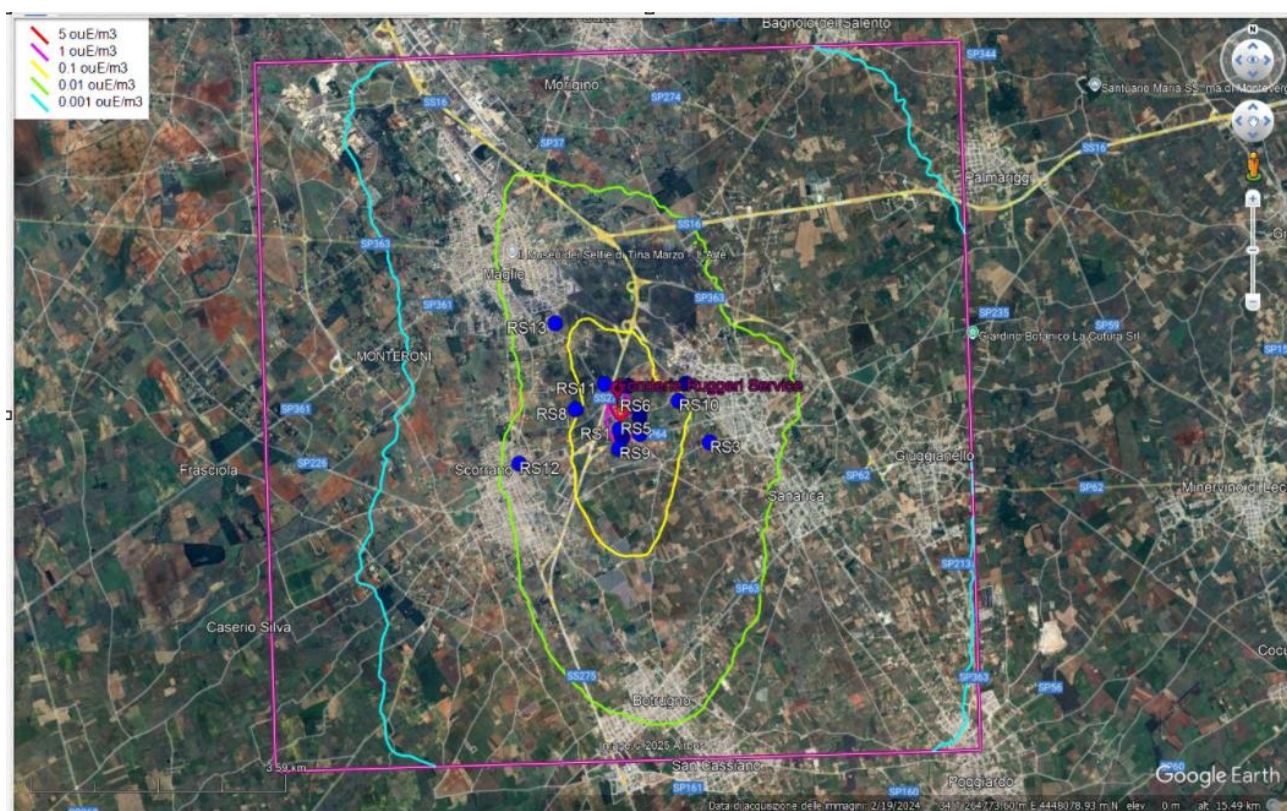
13. V. Cagnazzo, *“Studio di dispersione in atmosfera degli inquinanti derivanti dall’impianto di fusione di Alluminio di proprietà della Ruggeri Service S.p.A., sita in Muro Leccese (Le), S.S. 275 Maglie – Leuca km 2,9. (Revisione 6)”*. 21/06/2023.

APPENDICI

Curve di iso-concentrazione odorigena al suolo

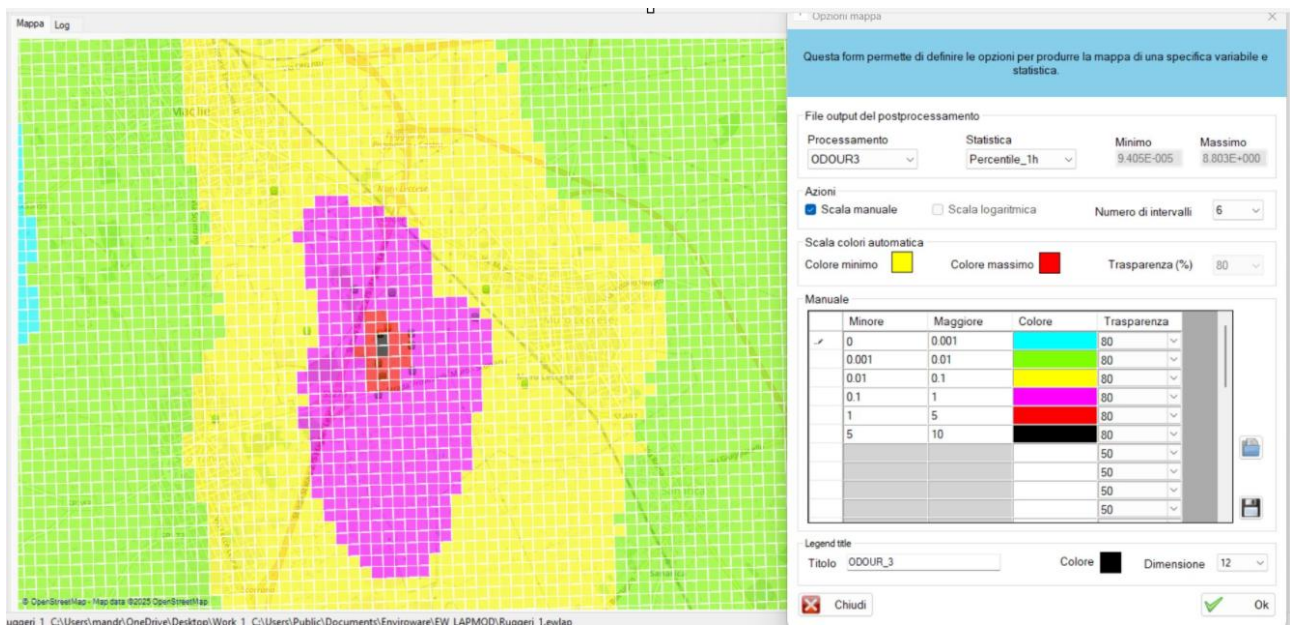


98° percentile annuo delle medie orarie delle concentrazioni odorigene (ou_E/m³) di picco percepite in 5 secondi (Elaborazioni su immagine tratta da Google Earth)

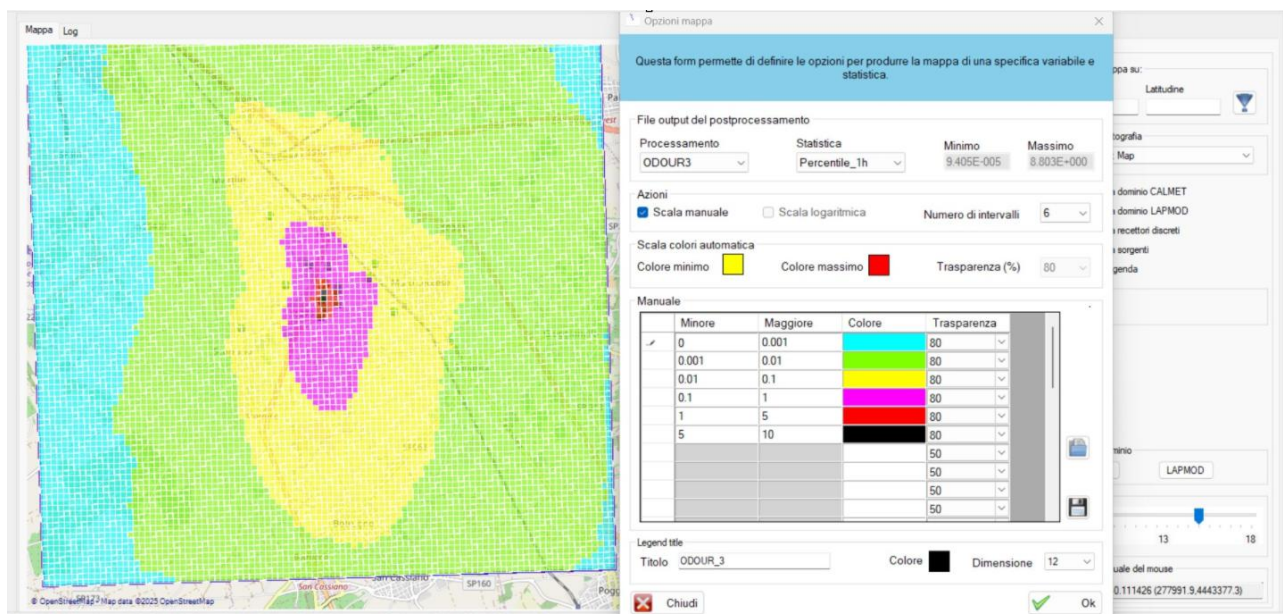


98° percentile annuo delle medie orarie delle concentrazioni odorigene (ouE/m^3) di picco percepite in 5 secondi (Elaborazioni su immagine tratta da Google Earth)

Mappe a griglia delle concentrazioni odorigene al suolo

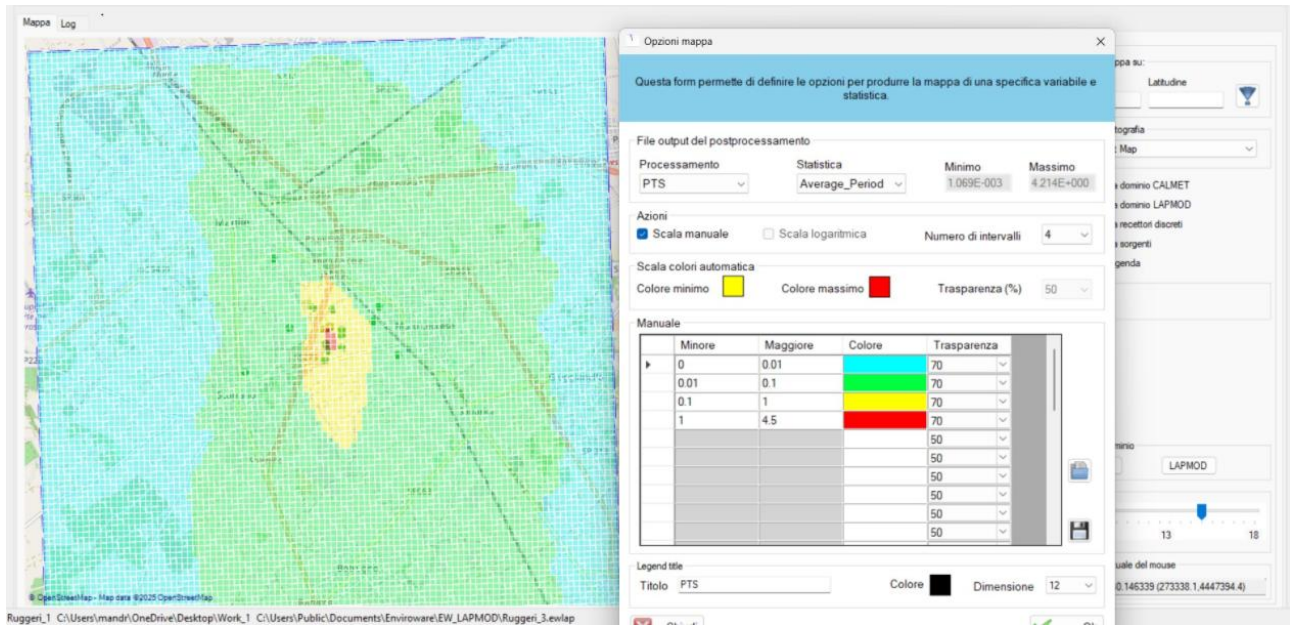


Mappa a griglia del 98° percentile annuo delle medie orarie delle concentrazioni odorigene (ou_E/m^3) di picco percepite in 5 secondi (Elaborazioni su immagine tratta da Open Street Map)

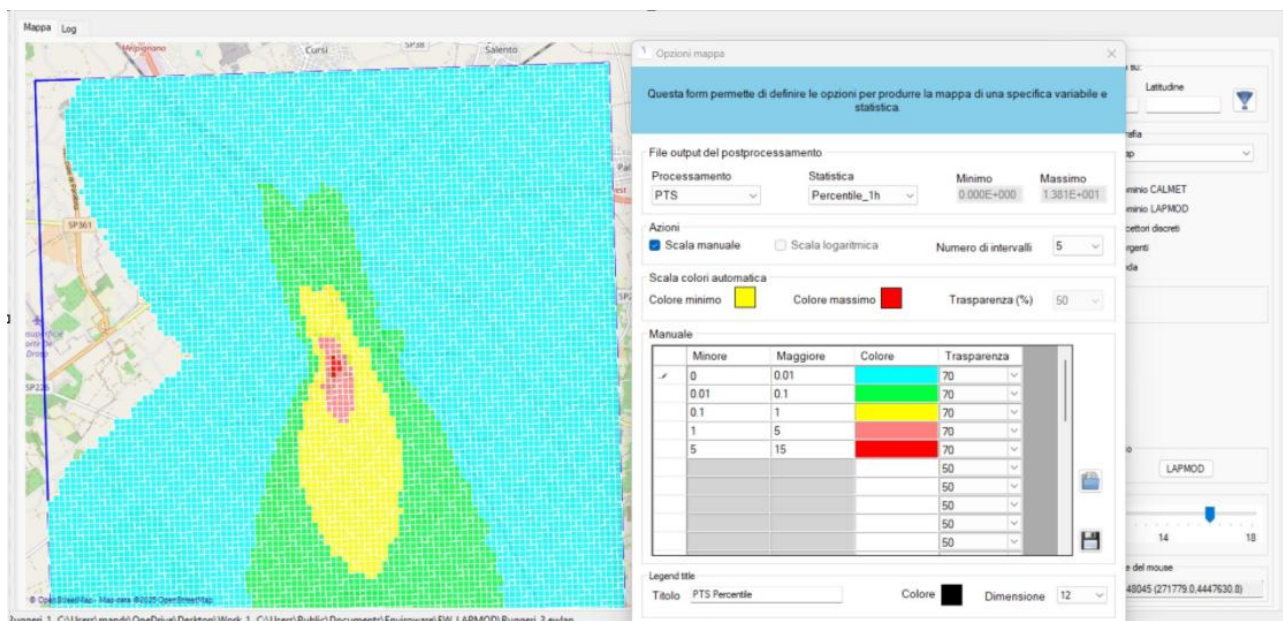


Mappa a griglia del 90.4° percentile annuo delle medie orarie delle concentrazioni di PM₁₀ (ug/m³) di picco percepite in 5 secondi (Elaborazioni su immagine tratta da Open Street Map)

Mappe a griglia concentrazione media annua di PM₁₀

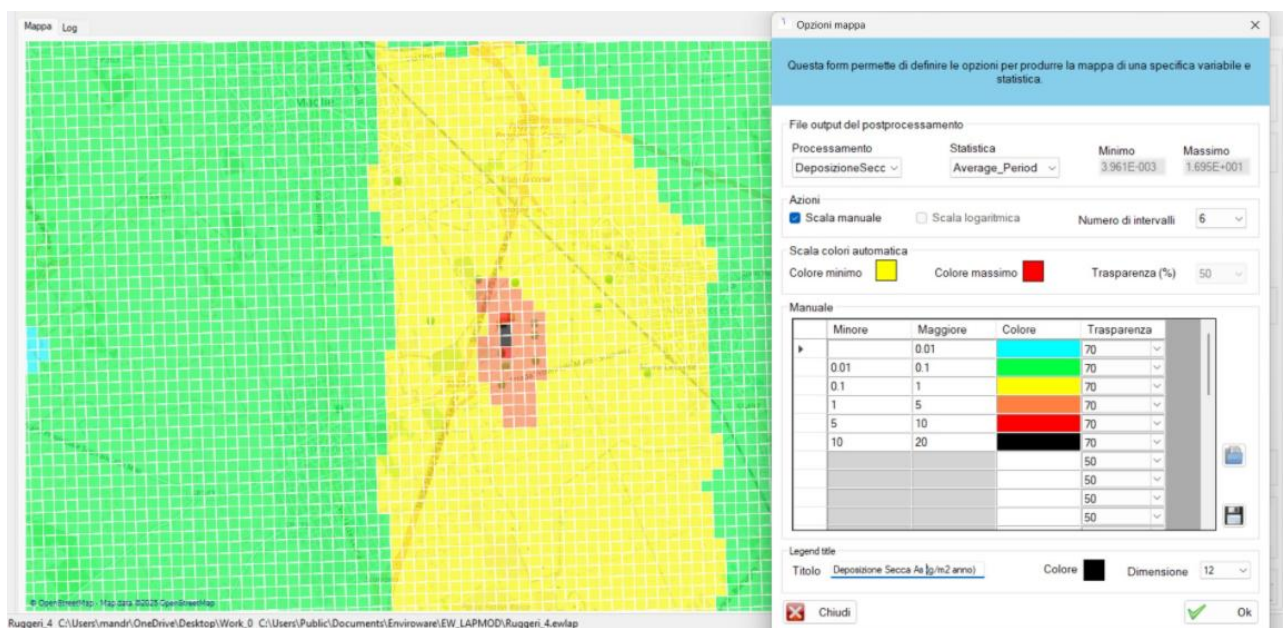


Mappa a griglia concentrazioni medie annue di PM₁₀ (ug/m³) (Elaborazioni su immagine tratta da Open Street Map)

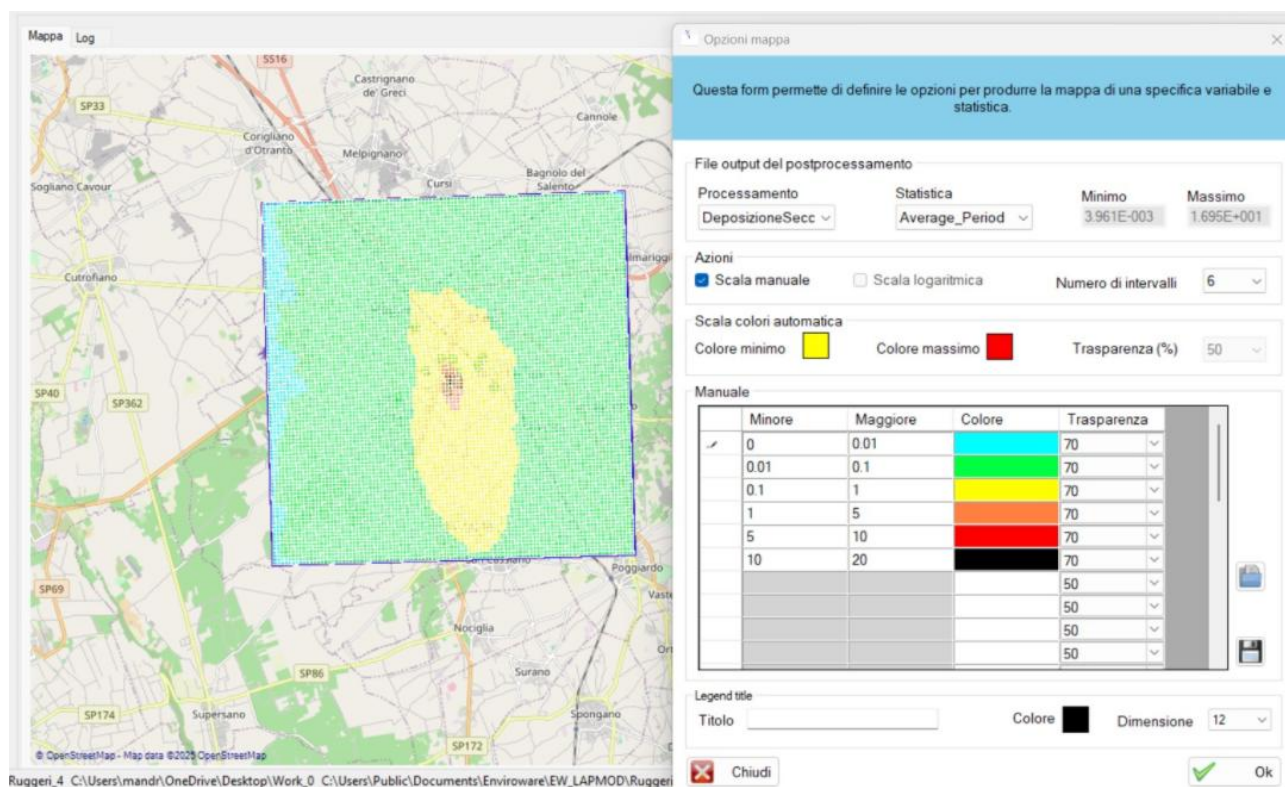


Mappa a griglia concentrazioni medie annue di PM₁₀ (ug/m³) (Elaborazioni su immagine tratta da Open Street Map)

Mappe a griglia deposizione secca di As al suolo



Mappa a griglia deposizione secca di As al suolo (g/(m² anno)) (Elaborazioni su immagine tratta da Open Street Map)



Mappa a griglia deposizione secca di As al suolo ($\text{g}/(\text{m}^2 \text{ anno})$) (Elaborazioni su immagine tratta da Open Street Map)