



POLITECNICO
MILANO 1863

DIPARTIMENTO DI CHIMICA,
MATERIALI E INGEGNERIA
CHIMICA "GIULIO NATTA"

*Laboratorio
Olfattometrico*

Piazza Leonardo Da Vinci, 32
20133 Milano

tel. 02-2399.3292

Enibioch4in Quadruvium

SP 236 km 3 – Contrada Coppola – 73010 Surbo (LE)

VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO OLFATTIVO

Milano, 13 giugno 2024

Dott. Ing. Selena Sironi

Dott. Ing. Marzio Invernizzi

Ing. Luca Carrera

INDICE

1. Introduzione	4
2. Modello cartografico.....	6
2.1. <i>Dominio di spazio delle simulazioni</i>	<i>6</i>
2.2. <i>Effetti dei rilievi orografici e land use</i>	<i>6</i>
2.3. <i>Recettori discreti.....</i>	<i>8</i>
3. Modello meteorologico.....	13
3.1. <i>Dati di input.....</i>	<i>13</i>
3.2. <i>Analisi dei venti</i>	<i>15</i>
3.3. <i>Parametri micrometeorologici</i>	<i>19</i>
4. Modello emissivo.....	24
4.1. <i>Origine dei dati di emissione.....</i>	<i>24</i>
4.2. <i>Scenari emissivi.....</i>	<i>25</i>
4.2.1. <i>Sotto-scenario materie prime</i>	<i>25</i>
4.2.2. <i>Sotto-scenario caricamenti</i>	<i>30</i>
4.2.3. <i>Sotto-scenario digestato.....</i>	<i>36</i>
4.2.4. <i>Sotto-scenario emissioni fuggitive</i>	<i>39</i>
4.2.5. <i>Scenario globale</i>	<i>40</i>
5. Modello di dispersione	41
5.1. <i>Descrizione del modello.....</i>	<i>41</i>
5.2. <i>Effetti delle fluttuazioni istantanee di concentrazione di odore</i>	<i>42</i>
5.3. <i>Elaborazione dei risultati</i>	<i>44</i>
5.3.1. <i>Limiti di accettabilità dell'impianto.....</i>	<i>44</i>
5.3.2. <i>Calcolo dei percentili di concentrazione</i>	<i>45</i>
6. Presentazione e valutazione dei risultati.....	47

6.1.	<i>Mappe di impatto: Sotto-scenario materie prime</i>	50
6.2.	<i>Mappe di impatto: Sotto-scenario carichi</i>	52
6.3.	<i>Mappe di impatto: Sotto-scenario digestato</i>	54
6.4.	<i>Mappe di impatto: Sotto-scenario emissioni fugitive</i>	56
6.5.	<i>Mappe di impatto: Scenario emissivo globale</i>	58
7.	Considerazioni conclusive.....	60

1. INTRODUZIONE

Il presente studio ha come obiettivo la valutazione previsionale dell'impatto olfattivo relativo alla conversione a biometano dell'impianto di produzione e valorizzazione di biogas Enibioch4in, sito a Surbo (LE).

In particolare, lo stato di progetto relativo alla conversione dell'impianto prevede degli interventi atti a migliorare l'attuale emissività odorigena globale. Tra gli interventi si configurano:

- Installazione di un impianto di upgrade del biogas;
- Copertura con telo a tenuta gas di una delle due vasche di stoccaggio del digestato liquido esistenti;
- Costruzione di una nuova vasca di stoccaggio delle biomasse liquide in ingresso;
- Costruzione di un capannone chiuso in aspirazione, con trattamento aria mediante biofiltro, per lo stoccaggio della pollina.

L'impatto delle emissioni in atmosfera è determinato applicando un modello di dispersione atmosferica che, a partire dai dati emissivi, calcola la concentrazione dell'odore nell'aria ambiente al suolo, elaborando i dati meteorologici ed i dati di profilo del terreno. Per il calcolo della dispersione delle emissioni è stato impiegato il modello CALPUFF, realizzato dalla Earth Tech Inc. per conto del California Air Resources Board (CARB) e del U.S. Environmental Protection Agency (US EPA). Nello specifico è stata utilizzata la versione 7.2.1, a mezzo della Graphical User Interface (GUI) CALPUFF View 9.0.1, testata e commercializzata da Lakes Environmental Software. Per il pre-processamento dei dati geografici e meteorologici sono stati utilizzati rispettivamente i processori GEO e CALMET che risultano già integrati nella GUI, mentre per il post-processamento, finalizzato ad ottenere le mappe di impatto, è stato fatto uso del processore CALPOST, anch'esso integrato nella GUI.

Il modello selezionato e le impostazioni dello stesso sono conformi a quanto previsto dalle linee guida *"Indirizzi per l'applicazione dell'articolo 272-Bis del Dlgs 152/2006 in materia di emissioni odorigene di impianti e attività"*, pubblicate dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica con Decreto Direttoriale n. 309 del

28/06/2023 e alle linee guida SNPA specifiche sull'applicazione dei modelli nella valutazione dell'impatto olfattivo (Delibera SNPA n. 38/2018, Capitolo 5, Paragrafo 5.4). Inoltre, lo studio di ricaduta risulta in linea rispetto a quanto evidenziato dalla Legge regionale 16 luglio 2018, n. 32, *"Disciplina in materia di emissioni odorigene"*, di Regione Puglia.

Per quanto riguarda i dati emissivi implementati all'interno del modello, ci si è basati sui dati rilevati, presso l'impianto in esame, durante la campagna olfattometrica già utilizzata per la caratterizzazione dello scenario dell'impianto nelle attuali condizioni emissive (Rapporti Di Prova O.101-109/2024).

I dati di portata, le caratteristiche fisiche e geometriche delle sorgenti, sono stati reperiti da materiale documentale, forniti dai gestori dell'azienda o misurati direttamente presso lo stabilimento.

I dati meteorologici necessari alla simulazione sono dati prognostici tridimensionali di tipo WRF di durata annuale, riferiti all'anno solare 2023.

2. MODELLO CARTOGRAFICO

2.1. DOMINIO DI SPAZIO DELLE SIMULAZIONI

La griglia di recettori stesa sul dominio spaziale di simulazione è di 8000 m x 8000 m, con un punto ogni 100 m, per un totale di 6400 punti. Le dimensioni del dominio di simulazione sono state scelte in modo da includervi parte dell'abitato di Surbo e dell'abitato di Trepuzzi, nonché le case sparse limitrofe all'impianto.

2.2. EFFETTI DEI RILIEVI OROGRAFICI E LAND USE

L'effetto dei parametri di land use caratteristici della zona e degli effetti dei rilievi orografici sono stati considerati nella simulazione grazie al preprocessore GEO integrato nella GUI commercializzata dalla Lakes Environmental e impiegata per questo studio.

Le mappe del dominio di studio vengono caricate mediante WebGIS e processate in modo automatico dal software, che computa le quote altimetriche di ogni punto della griglia stesa sul dominio di simulazione (6400 punti).

Nella fattispecie i Terrain Files, ossia i file contenenti le informazioni riguardanti l'orografia della zona sono stati reperiti dalla libreria *SRTM1 (Global ~30m) – Version 3*. I Land Use Files, ossia quelli che riguardano l'uso antropico delle aree, provengono invece dalla libreria *CORINE CLC2018 – (Europe 100m)*.

La Figura 1 illustra le quote altimetriche considerate sul dominio di simulazione, mentre la Figura 2 mostra i relativi Land Use. La caratterizzazione orografica del dominio di simulazione è importante al fine di garantire che la dispersione venga valutata efficacemente da parte del modello, tenendo conto degli effetti dei rilievi orografici, così come della diversa rugosità superficiale delle singole celle del dominio di simulazione.

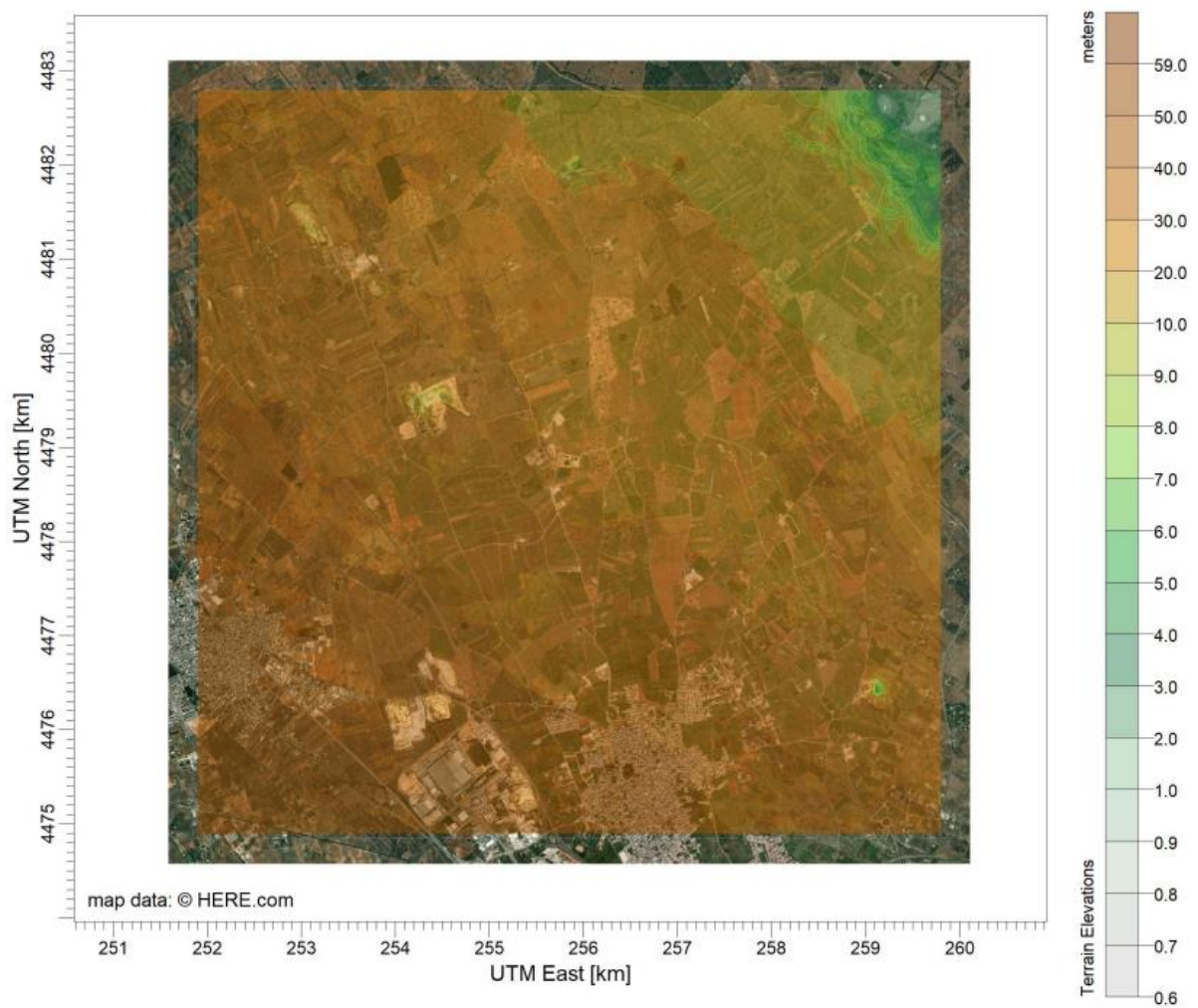


Figura 1. Quote altimetriche considerate sul dominio di simulazione.

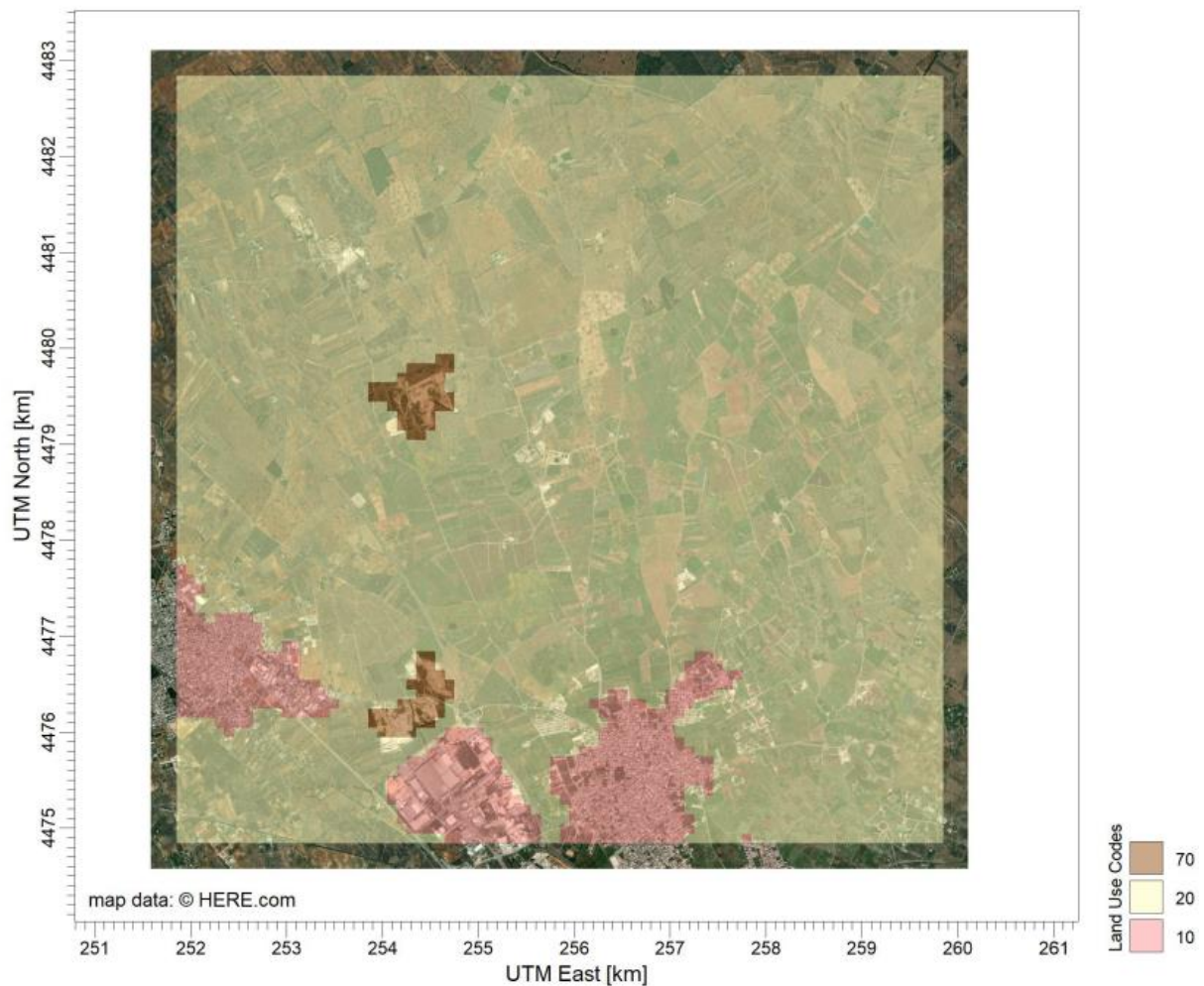


Figura 2. Land use considerati sul dominio di simulazione.

2.3. RECETTORI DISCRETI

Al fine di effettuare un'analisi di impatto olfattivo puntuale sull'area di interesse, si è proceduto all'individuazione di particolari punti del dominio tridimensionale, definiti come recettori discreti, ove si è caratterizzata la ricaduta in maniera puntuale.

Nella fattispecie si sono individuati 2 punti rappresentativi delle aree di insediamento urbano, in modo tale da valutare l'impatto in maniera distribuita sull'intero dominio di simulazione. In particolare, sono stati individuati i centri abitati (R_1 – R_2) presenti nel dominio di simulazione. Per l'identificazione di centri e nuclei abitati si è fatto riferimento ai dati geografici del sistema delle basi territoriali pubblicato dall'ISTAT

(ISTAT, 2016¹). In aggiunta, sono state inserite le abitazioni e i luoghi di interesse pubblico più prossimi agli impianti (R_3 – R_31).

In Tabella 1 sono riportati i dettagli della localizzazione dei recettori discreti considerati evidenziandone le coordinate UTM, ovvero un sistema di coordinate geografiche utilizzato in cartografia per identificare in maniera univoca un punto sulla superficie terrestre.

Si precisa che i recettori evidenziati in Tabella 1 con un asterisco (*) sono stati indicati anche nel precedente studio modellistico della dispersione odorigena.

In Figura 3 si riporta la visualizzazione satellitare di tutti i ricettori discreti.

ID	UTM Est [m]	UTM Nord [m]	Altitudine [m ASL]	Descrizione
R_1*	256854	4475591	42	Surbo - Centro Abitato
R_2	252165	4476844	55	Trepuzzi - Centro Abitato
R_3	255349	4478012	36	Masseria Trapanà
R_4	256401	4479081	29	Masseria Santu Lasi
R_5	257003	4481529	23	Masseria Melcarne
R_6	258038	4480776	19	Masseria Barrera
R_7	256782	4480566	25	Tenuta Chiazzarelli
R_8	254829	4479841	34	Masseria Ghietta
R_9	257585	4479676	28	Antica Masseria Fondo Cupo
R_10	258120	4479243	30	Masseria Rauccio
R_11	252967	4478625	41	Masseria Case Bianche
R_12	253815	4477943	38	Masseria Mancarella
R_13	258545	4476691	34	Masseria Li Barba
R_14	256144	4477555	34	Aberdeen Angus F.lli Martella
R_15*	255609	4479147	30	B&B Agrumeto

¹ ISTAT (2016). *Descrizione dei dati geografici e delle variabili censuarie delle Basi territoriali per i censimenti: anni 1991, 2001, 2011.*

R_16*	257159	4478611	28	Hotel Mondodoro
R_17*	256507	4479074	29	Casa - 600m - NordEst
R_18*	255964	4479207	29	Casa - 350m - Nord
R_19*	255565	4478368	32	Casa - 500m - SudOvest
R_20*	255408	4479318	30	Casa - 600m - NordOvest
R_21*	255971	4478651	29	Rudere - 150m - SudEst
R_22*	255709	4478548	31	Rudere - 300m - Sud
R_23*	256485	4478700	30	Rudere - 550m - Ovest
R_24*	255542	4478738	31	Rudere - 300m - NordOvest
R_25*	255286	4479609	31	Rudere - 950m - NordOvest
R_26*	255622	4478578	33	Azienda - 300m - SudOvest
R_27*	255587	4478871	32	Azienda - 200m - Ovest
R_28*	255756	4478389	32	Azienda - 400m - Sud
R_29*	255522	4478910	32	Azienda - 300m - Ovest
R_30*	255731	4479270	28	Azienda - 450m - Nord
R_31*	255823	4478214	31	Azienda - 600m - Sud

Tabella 1. Ricettori discreti considerati nello studio

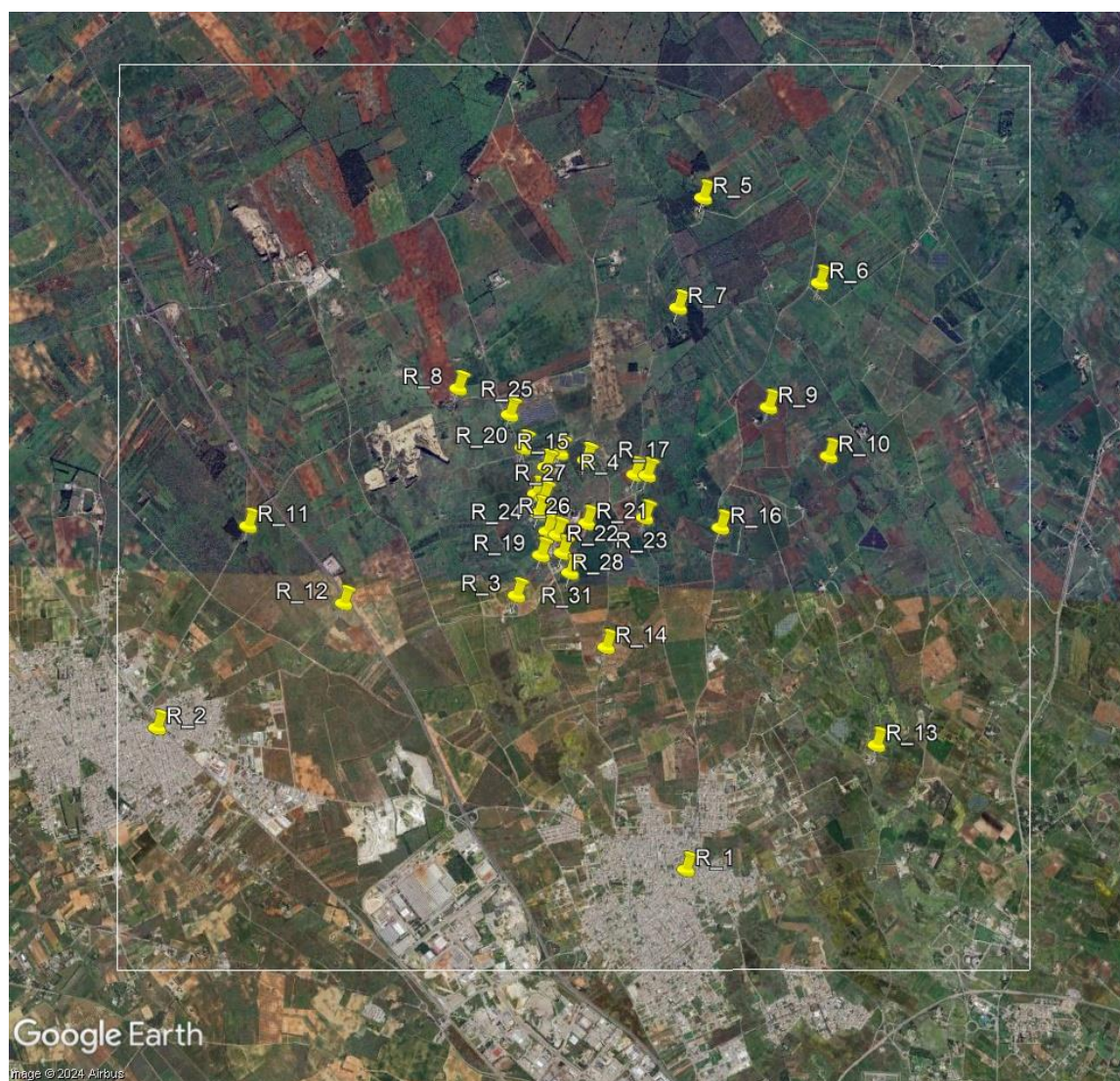


Figura 3. Localizzazione dei recettori discreti considerati (in giallo).

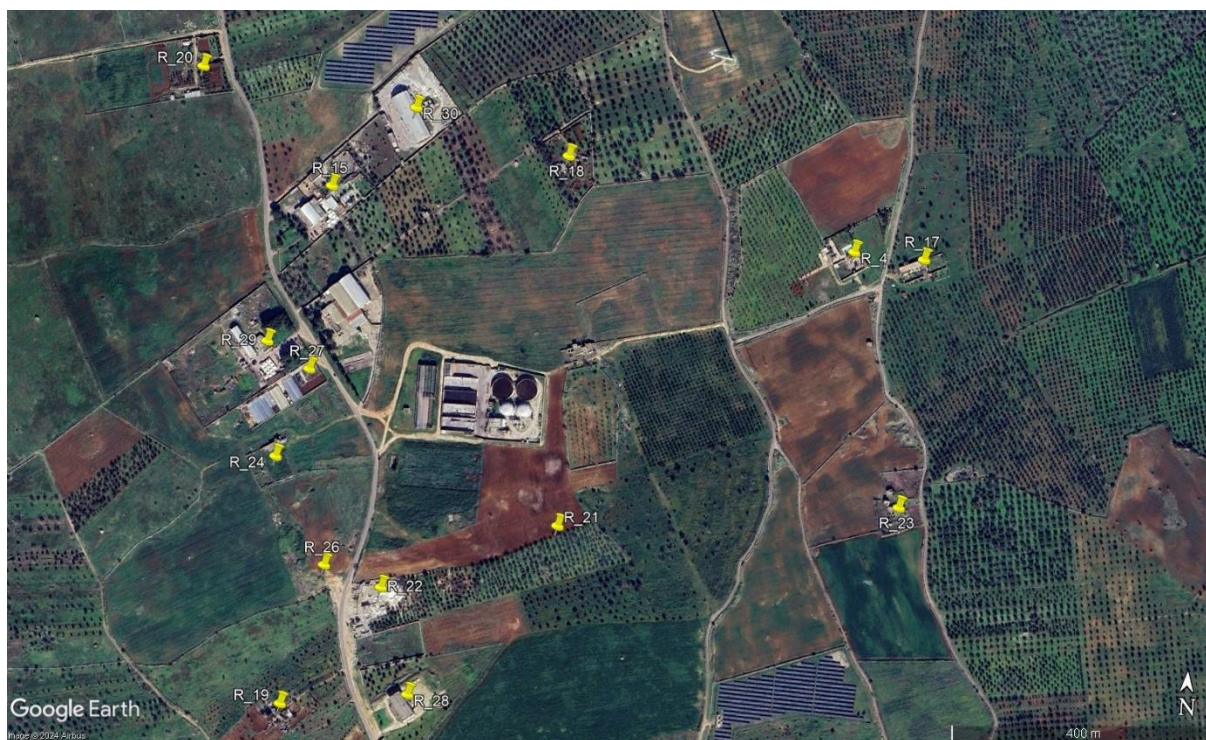


Figura 4. Ricettori discreti più prossimi allo stabilimento.

3. MODELLO METEOROLOGICO

3.1. DATI DI INPUT

I dati meteorologici necessari alla simulazione sono dati prognostici tridimensionali di tipo WRF di durata annuale, compresi tra il 1 gennaio 2023 e il 31 dicembre 2023, acquistati dalla Enviroware S.r.l.

Per lo studio in esame si è preferito fare riferimento a dati meteo prognostici in quanto la centralina di misura disponibile a più breve distanza risulta essere quella di ARPA Puglia, presso il centro abitato di Lecce (Lat 40.345568° - Long 18.177348°). Tale centralina, oltre ad essere a una distanza considerevole dallo stabilimento, dell'ordine dei 10 km, non produce dati validi per più della metà delle ore dell'anno solare 2023 (dal 16 maggio in poi).

Il modello WRF (Weather Research and Forecasting Model) è un modello meteorologico non-idrostatico regionale di mesoscala di nuova generazione, utilizzato per previsioni meteorologiche e proiezioni climatiche, basato sulla risoluzione delle equazioni primitive della circolazione atmosferica.

WRF è tra i modelli atmosferici più avanzati attualmente esistenti, risultato di una partnership di vari istituti meteorologici statunitensi, tra cui i principali sono il National Center for Atmospheric Research (NCAR) ed il National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Oggi il modello WRF è utilizzato in tutto il mondo nella maggior parte dei centri di studio e di previsioni atmosferiche da una vasta comunità, che ne ha favorito un rapido sviluppo e il continuo aggiornamento.

Il modello WRF rappresenta lo stato dell'atmosfera in una griglia tridimensionale in funzione di 10 variabili fondamentali (le tre componenti del vento u-v-w, la temperatura, la pressione, l'umidità e vari stati microfisici che rappresentano le diverse fasi dell'acqua liquida). Note le condizioni iniziali e al contorno, le equazioni del modello sono integrate numericamente dal modello. In questo modo, esso genera un database di informazioni su base spazio-temporale.

I dati WRF, con risoluzione 3 km x 3 km, vengono processati dal preprocessore diagnostico CALMET che crea il modello meteorologico a maglia fine *mass consistent*

tridimensionale, determinando il campo di vento tridimensionale per ogni ora e per ogni cella del dominio della simulazione, risultando pertanto molto più preciso rispetto ai modelli mono-stazione non tridimensionali. CALMET elabora anche le variabili micrometeorologiche in ogni punto della griglia del dominio.

Nel caso specifico, la griglia meteorologica è stata posta uguale al dominio computazionale sul piano orizzontale: si è impostata una griglia 8 km x 8 km con una cella ogni 100 m, per un totale di 6400 celle, centrata sull'impianto (angolo SW del dominio con coordinate UTM 251.854 km Est e 4474.843 km Nord, UTM zone 34).

Sul piano verticale sono state considerate 10 celle, come indicato in Figura 5 per cui la griglia meteorologica considerata per lo studio risulta comprendere un totale di 64000 celle.

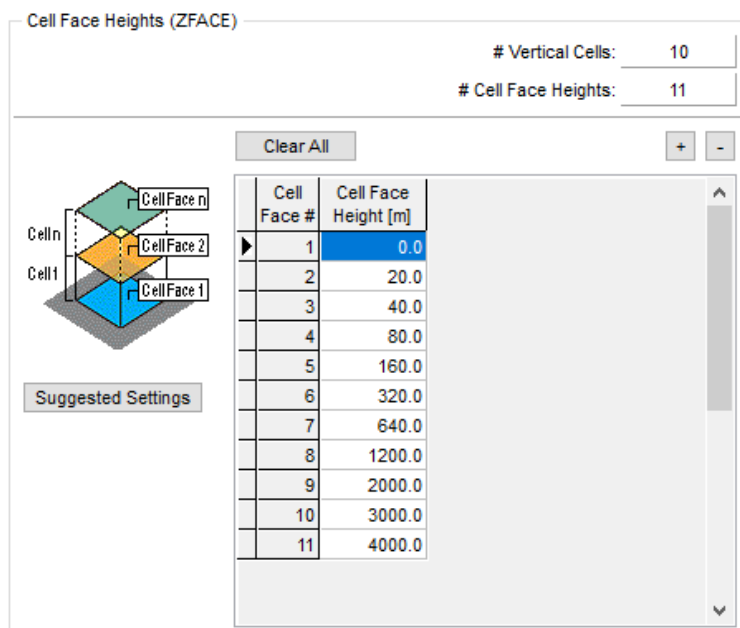


Figura 5. Quote delle celle verticali della griglia meteorologica considerata per lo studio

A titolo esemplificativo, la Figura 6 mostra l'estensione del campo di vento tridimensionale risultante dal modello CALMET, relativo ad una quota di 10 m, in un'ora del dominio di simulazione, dove è chiaramente visibile che per ogni cella della griglia i vettori del vento possono avere moduli e direzioni diverse.

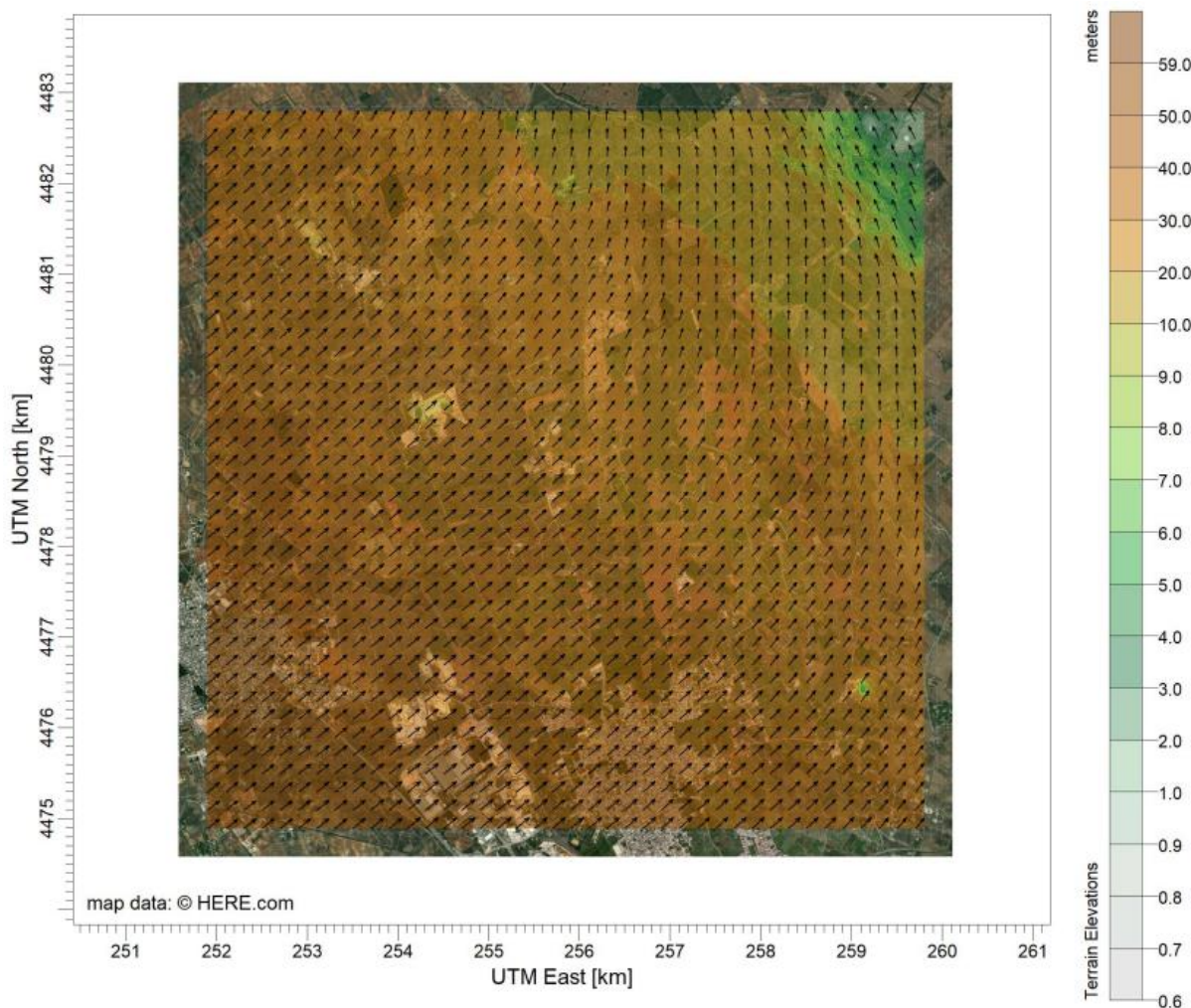


Figura 6. Esempio di campo di vento a 10 m in un'ora (16.00 del 2 gennaio 2023) del dominio di simulazione ottenuto come output da CALMET.

3.2. ANALISI DEI VENTI

La rosa delle direzioni dei venti è utile per dare conto di come i venti spirino nella zona di indagine. Nel caso in cui vengano utilizzati dati prognostici tridimensionali, poiché il file meteo contiene i dati di direzione e velocità del vento per ogni cella del dominio di simulazione e per ogni strato verticale considerato, è necessario definire per quale cella e a che quota rappresentare la rosa dei venti.

Nel caso specifico, in Figura 7 è rappresentata la rosa generale dei vettori di direzione del vento, posta convenzionalmente a 10 m di quota dal suolo, in una delle celle del dominio di calcolo ove ricade l'impianto (UTM Est 255904 m; UTM Nord 4478893 m).

Nella prassi meteorologica, nelle rose dei venti è consuetudine, per convenzione, indicare l'angolo di direzione di provenienza del vento. Ad esempio, quando si indica che il vento ha angolo 90° , si intende che esso soffia da est a ovest. Al contrario, nell'ambito della simulazione della dispersione degli inquinanti, è più efficace rappresentare non già la direzione del vento (ossia l'angolo di provenienza), ma piuttosto il vettore del vento (ossia la direzione verso cui il vento soffia). Quest'ultima è la convenzione assunta nel presente studio. Quindi, nel presente studio, quando si indica, ad esempio, che il vento ha angolo 90° , si intende che esso soffia da ovest a est. La rosa generale dei venti così ottenuta evidenzia, presso il sito geografico in esame, una direzione del vento prevalente verso sud-sud-est, e una direzione secondaria verso nord-nord-est.

L'analisi dei venti nel medesimo punto restituisce una velocità del vento media pari a 4.01 m/s e una percentuale di calme di vento pari al 0.76%. Si sono considerate calme di vento tutte quelle situazioni in cui la velocità del vento è inferiore a 0.5 m/s.

Il dettaglio delle frequenze di distribuzione dei venti per direzione e per classe di velocità sono riportati in Tabella 2 mentre la Figura 8 mostra la frequenza di distribuzioni di velocità del vento.

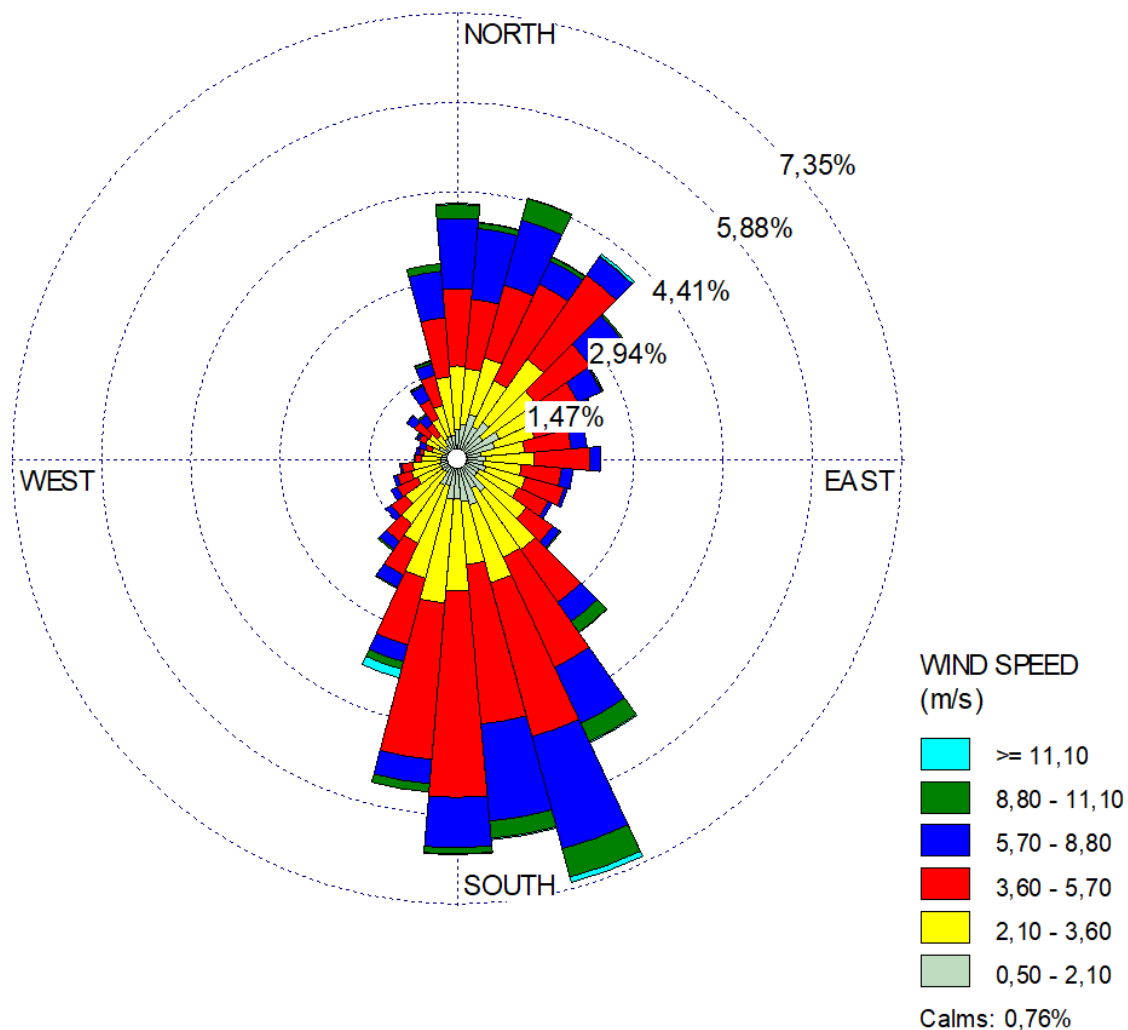


Figura 7. Rosa generale dei vettori del vento in una cella del dominio di simulazione (UTM Est 255904 m; UTM Nord 4478893 m), ad una quota di 10 m dal suolo, per tutto l'anno solare.

Directions / Wind Classes (m/s)	0.50 - 2.10	2.10 - 3.60	3.60 - 5.70	5.70 - 8.80	8.80 - 11.10	\geq 11.10	Total
355 - 5	0.00502	0.01039	0.01267	0.01153	0.00228	0.00023	0.04212
5 - 15	0.00582	0.00925	0.01142	0.01164	0.00091	0.00011	0.03916

15 - 25	0.00776	0.00959	0.01233	0.01107	0.00365	0.00011	0.04452
25 - 35	0.00605	0.00833	0.01747	0.00422	0.00068	0.00011	0.03687
35 - 45	0.00753	0.01267	0.01689	0.00365	0.00011	0.00046	0.04132
45 - 55	0.00537	0.01062	0.01096	0.00662	0.00034	0	0.0339
55 - 65	0.00788	0.00685	0.00742	0.00422	0.00023	0.00011	0.02671
65 - 75	0.00662	0.00674	0.00628	0.00411	0.00011	0	0.02386
75 - 85	0.00411	0.00731	0.00765	0.00263	0	0	0.02169
85 - 95	0.00491	0.00799	0.00913	0.00183	0	0	0.02386
95 - 105	0.00468	0.00616	0.00662	0.00194	0	0	0.01941
105 - 115	0.00514	0.00674	0.00662	0.00057	0	0	0.01906
115 - 125	0.00422	0.00708	0.00548	0.00068	0	0	0.01747
125 - 135	0.00422	0.00993	0.00537	0.00137	0.00023	0	0.02112
135 - 145	0.00685	0.01164	0.0105	0.00388	0.00217	0.00011	0.03516
145 - 155	0.00559	0.01256	0.01986	0.01016	0.00331	0.00023	0.05171
155 - 165	0.00811	0.01324	0.02614	0.01906	0.00479	0.00091	0.07226
165 - 175	0.00731	0.01039	0.02626	0.01598	0.00285	0.00023	0.06301
175 - 185	0.00685	0.01507	0.0339	0.00822	0.00103	0.00011	0.06518
185 - 195	0.00685	0.01724	0.02568	0.004	0.00137	0	0.05514
195 - 205	0.00479	0.01575	0.0113	0.00285	0.00126	0.00148	0.03744
205 - 215	0.00502	0.0105	0.00571	0.00228	0.00023	0	0.02374
215 - 225	0.00297	0.01027	0.00354	0.0016	0.00034	0	0.01872
225 - 235	0.00308	0.00753	0.00285	0.00103	0	0	0.0145
235 - 245	0.00308	0.00434	0.00365	0.00114	0	0	0.01221
245 - 255	0.0032	0.00479	0.0024	0.00068	0	0	0.01107
255 - 265	0.00297	0.00457	0.00183	0.00034	0	0	0.0097
265 - 275	0.00285	0.0032	0.00091	0.00023	0.00011	0	0.00731
275 - 285	0.00274	0.00297	0.00068	0.00068	0	0	0.00708
285 - 295	0.00228	0.00217	0.00114	0.00114	0	0	0.00674
295 - 305	0.00354	0.0024	0.00114	0.00046	0.00023	0	0.00776
305 - 315	0.00251	0.00331	0.00297	0.00148	0.00011	0	0.01039

315 - 325	0.00285	0.00194	0.0024	0.00171	0.00034	0	0.00925
325 - 335	0.00377	0.00365	0.00342	0.00251	0.00023	0.00011	0.0137
335 - 345	0.004	0.00525	0.00514	0.00194	0.00046	0.00011	0.01689
345 - 355	0.004	0.0097	0.0097	0.00765	0.00126	0	0.03231
Sub-Total	0.17454	0.29212	0.33744	0.15514	0.02865	0.00445	0.99235
Calms							0.00765
Missing							0
Total							1

Tabella 2. Dettaglio delle frequenze di distribuzione dei venti per direzione e per classe di velocità sull'anno.

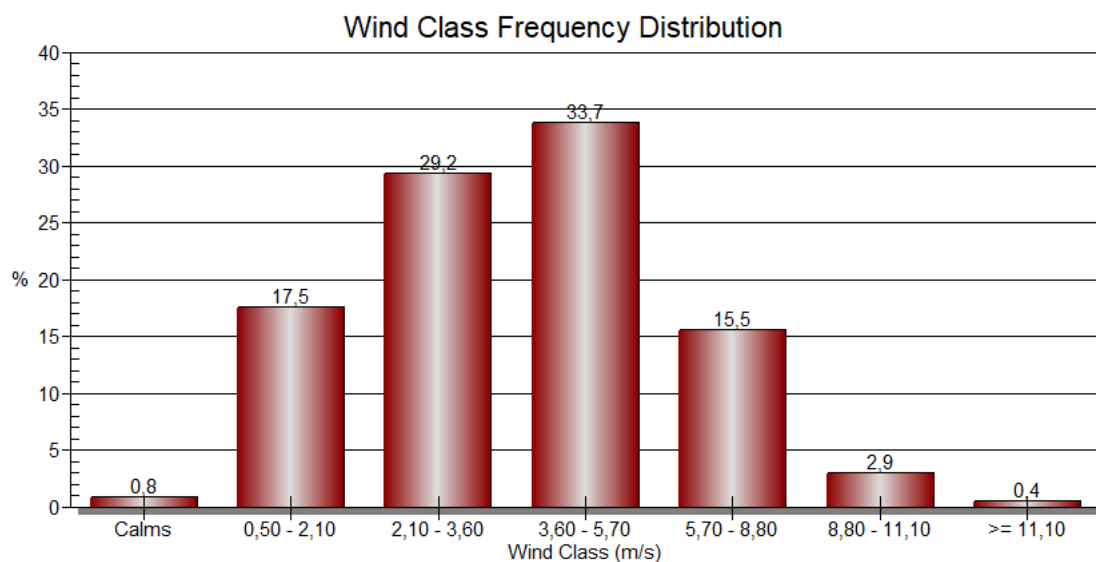


Figura 8. Frequenza di distribuzione di velocità del vento sull'anno.

3.3. PARAMETRI MICROMETEOROLOGICI

Si riportano infine (Figura 9), in ottemperanza a quanto richiesto dalle linee guida *“Indirizzi per l'applicazione dell'articolo 272-Bis del Dlgs 152/2006 in materia di emissioni odorigene di impianti e attività”*, l'andamento temporale, in una delle celle di simulazione dove ricade l'impianto, di alcuni parametri micrometeorologici.

La lunghezza di Monin Obukhov (L_{MO}) è un indice dell'intensità della turbolenza prodotta da fattori meccanici (*shear* del vento) e quella di origine convettiva (termica). Questo parametro viene utilizzato per valutare le condizioni stabilità atmosferiche.

La *friction velocity* (u^*) è una grandezza di scala che quantifica l'entità della turbolenza generata da fattori meccanici vicino alla superficie.

L'altezza dello strato di rimescolamento (H_{mix}) è definito come quella porzione di atmosfera più vicina al suolo in cui le sostanze emesse vengono disperse per effetto della turbolenza in un tempo di scala di circa un'ora. Questo parametro fornisce dunque informazioni in merito all'estensione verticale entro cui un inquinante può essere disperso a causa dei fenomeni di turbolenza e diffusione atmosferica.

In Figura 10 si riportano le rose di stabilità atmosferica elaborate per una delle celle del dominio ove ricade lo stabilimento a 10 m di quota (UTM Est 255904 m; UTM Nord 4478893 m). Tale elaborazione riporta, per ciascun settore di direzione del vento, la classe di stabilità, dalla A (elevata instabilità) alla F (elevata stabilità). Le classi di stabilità sono state determinate dallo schema Pasquill-Gifford-Turner (PGT) implementato in CALMET.



Figura 9. Andamento temporale delle principali variabili micrometeorologiche

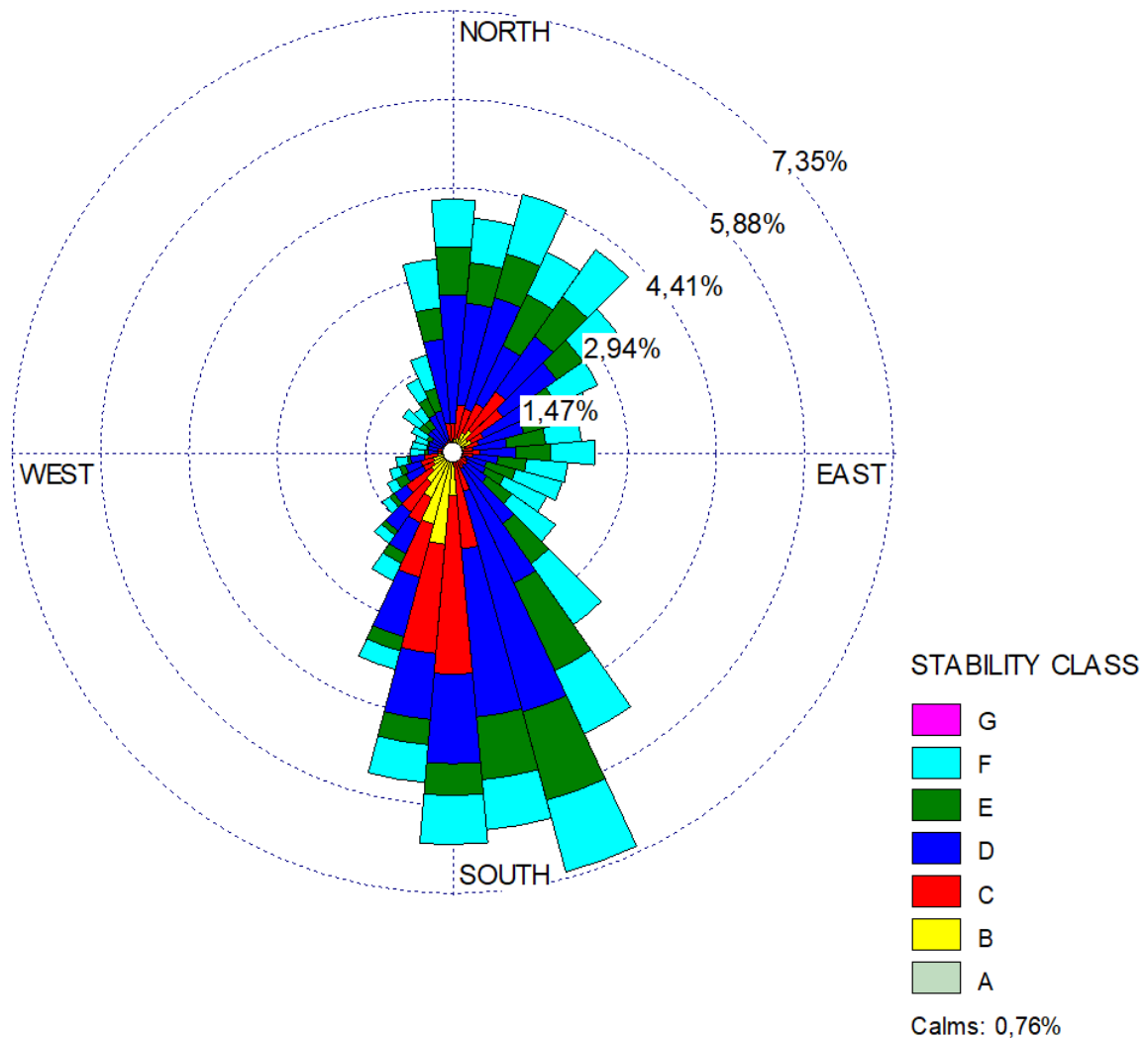


Figura 10. Rosa di stabilità (anno 2023) in una delle celle del dominio ove ricade lo stabilimento

Il trend temporale relativo alla lunghezza di Monin Obukhov evidenzia come, durante l'anno, ci sia un'alternanza di situazioni atmosferiche stabili ($L_{MO} > 0$), neutre ($L_{MO} \approx 0$) e instabili ($L_{MO} < 0$) senza una netta condizione prevalente.

Coerentemente, anche la rosa di stabilità atmosferica evidenzia come le classi più prevalenti siano la classe neutra D, seguita dalla classe F e dalla classe C, rappresentativa rispettivamente di condizioni di elevata stabilità e debolmente convettive.

L'altezza dello strato di rimescolamento evidenzia un valore medio intorno a 1000 m, con valori massimi che raggiungono 3000 m. Questo aspetto ha delle implicazioni sui potenziali impatti odorigeni, poiché valori elevati dello strato di rimescolamento favoriscono la dispersione degli inquinanti atmosferici.

4. MODELLO EMISSIVO

4.1. ORIGINE DEI DATI DI EMISSIONE

Il presente studio ha come obiettivo la valutazione previsionale dell'impatto olfattivo relativo alla conversione a biometano dell'impianto di produzione e valorizzazione di biogas Enibioch4in, sito a Surbo (LE).

In particolare, lo stato di progetto relativo alla conversione dell'impianto prevede degli interventi atti a migliorare l'attuale emissività odorigena globale. Tra gli interventi si configurano:

- Installazione di un impianto di upgrade del biogas;
- Copertura con telo a tenuta gas di una delle due vasche di stoccaggio del digestato liquido esistenti;
- Costruzione di una nuova vasca di stoccaggio delle biomasse liquide in ingresso;
- Costruzione di un capannone chiuso in aspirazione, con trattamento aria mediante biofiltro, per lo stoccaggio della pollina.

Per quanto riguarda i dati emissivi implementati all'interno del modello, ci si è basati sui dati rilevati, presso l'impianto in esame, durante la campagna olfattometrica già utilizzata per la caratterizzazione dello scenario dell'impianto nelle attuali condizioni emissive (Rapporti Di Prova O.101-109/2024).

I dati di portata, le caratteristiche fisiche e geometriche delle sorgenti, sono stati reperiti da materiale documentale o forniti dai gestori dell'azienda.

Vista la presenza di diverse sorgenti di odore nell'impianto in oggetto, al fine di gestire meglio i tempi di calcolo e ottenere informazioni sui diversi contributi all'impatto sul territorio, si è deciso di elaborare differenti sotto-scenari emissivi, ognuno rappresentativo di una porzione delle sorgenti.

Al termine delle elaborazioni dei diversi sotto-scenari, si è proceduto alla valutazione dello scenario globale dell'impianto, che considera quindi la totalità delle sorgenti modellate.

4.2. SCENARI EMISSIVI

4.2.1. Sotto-scenario materie prime

Questo sotto-scenario emissivo prende in considerazione i cumuli localizzati presso le trincee adibite allo stoccaggio delle materie prime e il biofiltro asservito al trattamento dell'aria proveniente dal capannone di stoccaggio della pollina.

In generale, per quanto riguarda le sorgenti di odore areali, come i cumuli di materie prime in questione, ai fini di una valutazione delle emissioni odorigene non è sufficiente considerare unicamente il valore di concentrazione di odore. In questo caso è necessario fare riferimento ad altri parametri, quali il flusso specifico e la portata di odore.

Il flusso specifico di odore (SOER – Specific Odour Emission Rate) è una grandezza che, nel caso di una sorgente areale senza flusso indotto, indica le unità odorimetriche emesse per unità di tempo e di superficie. Tale parametro, espresso in unità odorimetriche per metro quadrato e per secondo (oue/s/m^2) è calcolato moltiplicando la concentrazione di odore, pari al valore riscontrato durante la campagna di misura, per la portata di aria neutra introdotta nella cappa dinamica utilizzata per il campionamento, e successivamente dividendo per l'area di base della cappa stessa:

$$\text{SOER} = \frac{C_{\text{od}} \cdot Q_{\text{aria,WT}}}{A_{\text{WT}}}$$

Essendo noti i parametri di A_{WT} (0.125 m^2) e $Q_{\text{aria,WT}}$ (2500 l/h), è possibile calcolare il SOER delle sorgenti areali campionate.

Per quanto riguarda le materie prime solide stoccate in trincea, il contributo emissivo è rimasto inalterato rispetto allo stato di fatto. Si è implementato quindi un flusso di odore costante durante l'anno per il trinciato d'orzo e variabile, sia mensilmente sia a livello orario durante ogni giornata, per gli scarti agroalimentari (i.e. carciofi, buccette di pomodoro e pastazzo di agrumi). In particolare, per il trinciato d'orzo si è considerato il valore di concentrazione riscontrato durante la campagna di misura (Rapporto Di Prova O.0101/2024), mentre per gli scarti agroalimentari si è assunto un valore di concentrazione pari a quello rilevato su altri scarti agroalimentari (pastazzo

di agrumi) durante la campagna di misura condotta presso lo stabilimento Enibioch4in Jonica (Rapporto di Prova O.0114/2024), data l'assenza di tali materie prime nello stabilimento in oggetto durante la campagna di misura.

Inoltre, la variabilità del flusso emissivo relativo agli scarti agroalimentari implementata nel modello segue le indicazioni fornite dai tecnici dell'impianto e riassunte in Tabella 3:

Sorgente	Presenza in impianto
Pastazzo di agrumi – Platea	Gennaio – Febbraio - Dicembre
Carciofi – Platea	Marzo – Aprile - Maggio
Bucchette di pomodoro - Platea	Agosto - Settembre

Tabella 3. Variabilità mensile della presenza in impianto degli scarti agroalimentari

In aggiunta, tale emissione è stata modellata in funzione degli intervalli di tempo in cui i cumuli rimangono scoperti, ovvero per un'ora al giorno, come riportato in Figura 11.

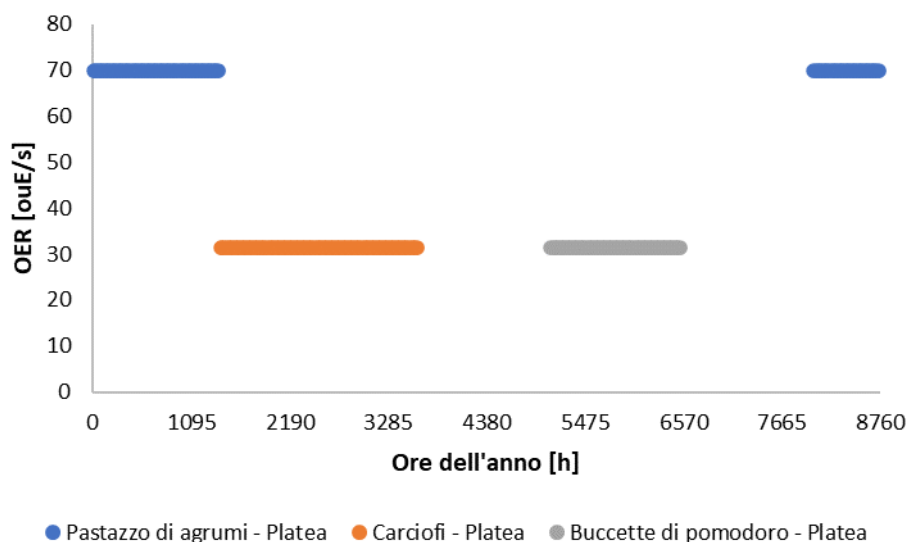


Figura 11. Andamento annuale del flusso di odore associato agli scarti agroalimentari

In Tabella 4 sono riportati i dettagli geometrici ed emissivi relativi ai cumuli di materie prime. Si precisa che si è considerata come area emissiva quella fronte scoperto del cumulo di materia prima.

Il parametro σ_{z0} , relativo alle dimensioni iniziali del puff gaussiano, richiesto dal software per la modellazione di sorgenti areali, si è calcolato secondo il documento US EPA-454/B-95-003b, seguendo la formula di seguito riportata:

$$\sigma_{z0} = \frac{H}{2.15}$$

Sorgente	H [m]	σ_{z0} [m]	A [m ²]	SOER [oue/m ² /s]
Trinciato d'orzo – Platea	1.75	1	70	1.28
Pastazzo di agrumi – Platea	1	1	20	3.5
Carciofi – Platea	1	1	9	3.5
Bucchette di pomodoro - Platea	1	1	9	3.5

Tabella 4. Dettagli emissivi dei cumuli del sotto-scenario materie prime

Per quanto riguarda la modellazione del biofiltro dedicato al trattamento dell'aria proveniente dall'aspirazione del capannone di stoccaggio della pollina, trattandosi di una sorgente areale con flusso indotto, anche in questo caso, ai fini di una valutazione delle emissioni odorigene non è sufficiente considerare unicamente il valore di concentrazione di odore, bensì è necessario fare riferimento alla portata di odore (OER – Odour Emission Rate), calcolate come prodotto fra la concentrazione di odore e la portata d'aria emessa, ed espressa in unità odorimetriche al secondo (oue/s).

$$OER = C_{od} \cdot Q_{aria}$$

Per convenzione (EN 13725:2003), l'OER fa riferimento alla portata normalizzata a 20°C, ossigeno e umidità tal quali.

Trattandosi di una sorgente emissiva presente nello stato di progetto dell'impianto, ai fini della modellazione, è stata considerata una concentrazione di odore pari a 300 oue/m³: tale concentrazione rientra nel range di valori BAT-AEL (i.e. 200 – 1000 oue/m³) riportati nelle Migliori Tecniche Disponibili (Best Available Techniques, BAT) di

settore² oltre che come limite in alcuni provvedimenti normativi regionali (i.e. “D.G.R. Regione Lombardia n. 7/12764 del 16/04/2003”, “D.G.R. Regione Basilicata n. 709 del 22/04/2002”, “Delibera n. 27 Regione Sicilia Parte I del 14/06/2002”, “D.G.R. 400 Regione Abruzzo del 26/05/2004”).

Per quanto riguarda la portata volumetrica, invece, si è fatto riferimento ai dati tecnici forniti dai progettisti dell’impianto.

Inoltre, per i biofiltri, essendo la velocità effettiva di espulsione sulla superficie del letto biofiltrante molto bassa, si è assunto nullo il momentum rise (ovvero il sovrainnalzamento del pennacchio per effetto della spinta meccanica). Si è invece considerato l’innalzamento termico del pennacchio ipotizzando una differenza di temperatura rispetto a quella ambiente pari a 10 °C per tutto il periodo della simulazione, come riportato in Figura 12.

² “Conclusioni sulle migliori tecniche disponibili (BAT) per il trattamento dei rifiuti” pubblicato sulla Gazzetta ufficiale dell’Unione Europea il 17/08/2018

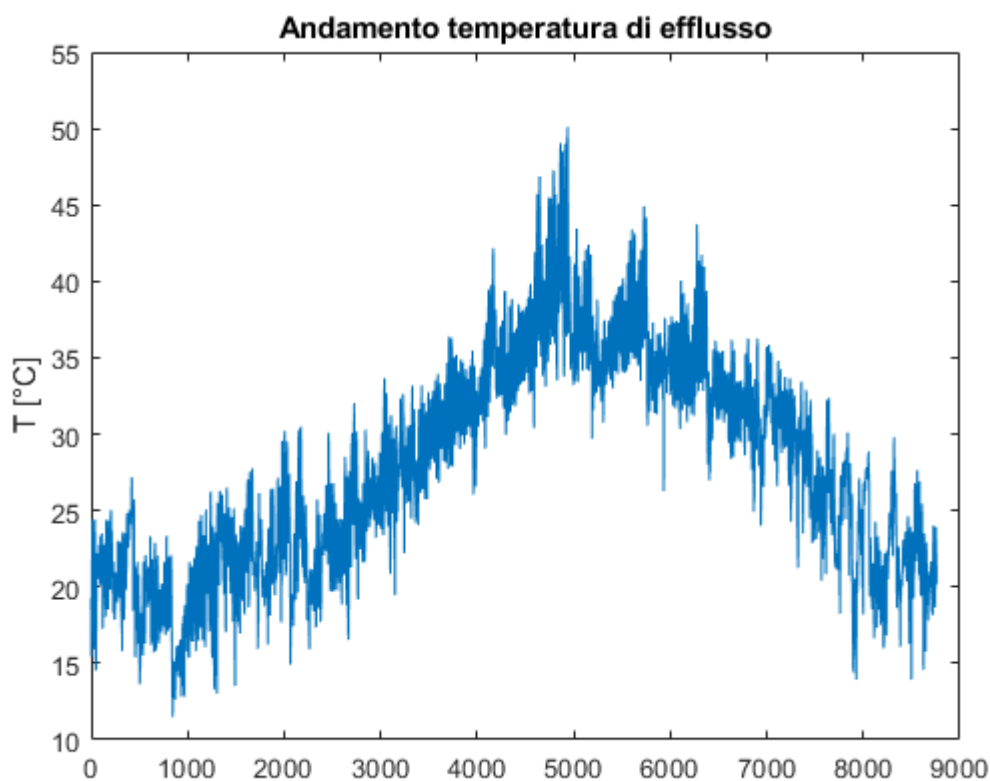


Figura 12. Andamento della temperatura di efflusso dal biofiltro durante tutto il periodo di simulazione.

In Tabella 5 si riportano i dettagli della sorgente modellata. L'emissione proveniente dal biofiltro è stata considerata costante ora per ora durante tutto il periodo di simulazione.

Sorgente	UTM Est [km]	UTM Ovest [km]	H [m]	D [m]	Q [Nm³/h]	Cod [ou_E/m³]	OER [ou_E/s]
Biofiltro	255.834	4478.808	1.5	4.2	1047	300	87

Tabella 5. Dettagli emissivi del biofiltro del sotto-scenario materie prime

In Figura 13 si riporta una proiezione satellitare delle sorgenti implementate in questo sotto-scenario.



Figura 13. Elaborazione grafica delle sorgenti considerate nel sotto-scenario materie prime (in rosso).

4.2.2. Sotto-scenario caricamenti

All'interno di questo scenario sono state modellate le emissioni provenienti dalle operazioni di caricamento effettuate presso lo stabilimento; in particolare, si tratta del caricamento della sansa liquida all'interno delle vasche Calix (sia quella esistente che quella dello stato di progetto) e del digestato liquido nelle autobotti dedicate.

In particolare, le vasche Calix possono essere assimilate ad un serbatoio a tetto fisso, ovvero un contenitore a volume fisso che viene riempito o svuotato a seconda delle esigenze di processo. Normalmente in questa tipologia di serbatoi, al di sopra del livello di liquido, è presente aria fino al riempimento del volume disponibile. Al fine di evitare di mandare in depressione il sistema durante lo svuotamento, o in sovrappressione durante il riempimento, sulla sommità è presente una feritoia: attraverso questa apertura, durante le operazioni di riempimento, fuoriesce del gas che trattiene inevitabilmente una porzione di composti organici presenti nel liquido caricato, dando luogo a quella che viene definita "Perdita di lavoro" di COV dai

serbatoi a tetto fisso. Tale meccanismo rappresenta il principale contributo emissivo nel caso di serbatoi a di questo tipo³.

In Figura 14 è riportato uno schema semplificato del meccanismo di funzionamento delle perdite di lavoro.

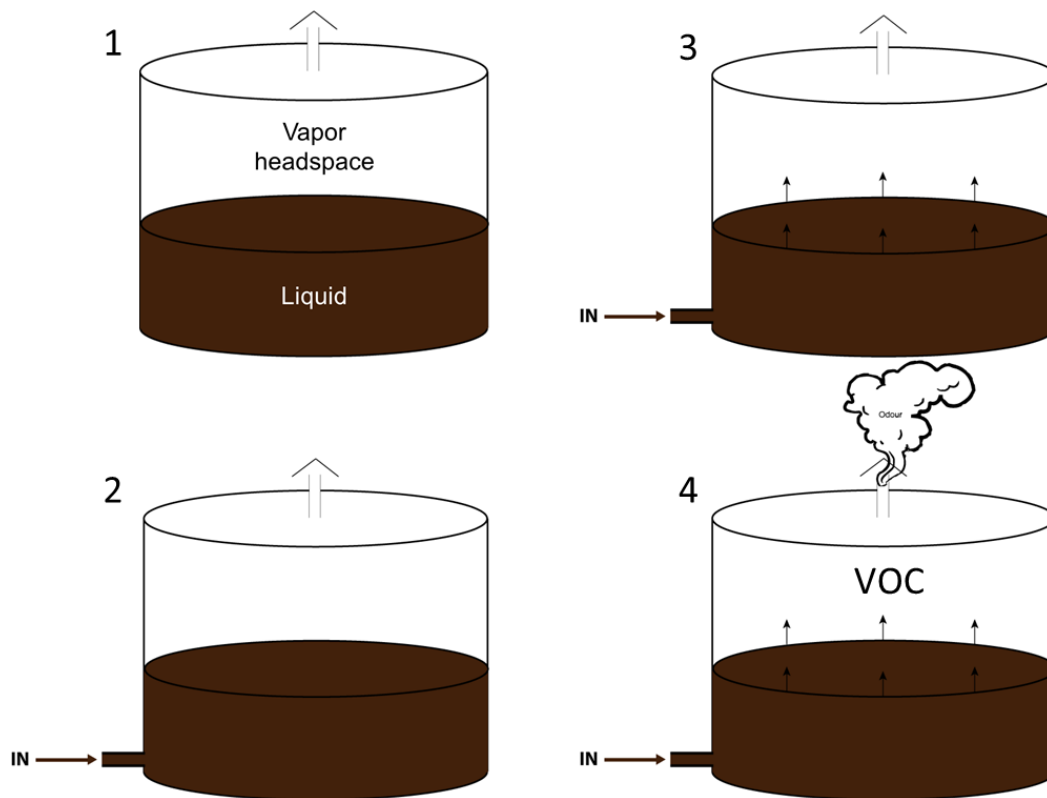


Figura 14. Schema dell'emissione di perdite da lavoro di serbatoi a tetto fisso.

In questa maniera, conoscendo il volume di movimentato all'interno del serbatoio sull'unità di tempo, e conoscendo la concentrazione di odore che viene emessa al momento del riempimento, è possibile valutare il flusso di odore (Odour Emission Rate, OER) emesso per perdite di lavoro, calcolabile come:

$$OER = Q_{mov} \cdot C_{od}$$

Ove OER è il flusso di odore emesso dal serbatoio, Q_{mov} è il flusso di liquido movimentato nel serbatoio, espresso in volume su unità di tempo e C_{od} è la concentrazione di odore misurata all'emissione.

³ Invernizzi, M., Sironi, S., 2021. "Odour Emission Rate Estimation Methods for Hydrocarbon Storage Tanks", Chemical Engineering Transactions, 85 DOI: 10.3303/CET2185012.

La concentrazione di odore è stata identificata a partire dalle misure condotte allo sfiato della vasca Calix esistente in occasione della campagna olfattometrica (Rapporto Di Prova O.0106/2024).

Oltre ai dati di concentrazione di odore, è necessario poi caratterizzare la sorgente dal punto di vista del flusso emissivo. Al fine di definire le emissioni in maniera dettagliata, sono stati considerati i registri giornalieri relativi al caricamento della sansa liquida, riferiti all'anno 2023.

La portata di aria emessa può essere correlata, con buona approssimazione, alla salita di livello di liquido nella vasca Calix. Considerando quindi che una cisterna di circa 30 m³ venga evacuata in un tempo indicativo di 15 minuti, è possibile calcolare la portata di aria emessa durante le operazioni di caricamento della vasca Calix.

Trattandosi di un'emissione non continuativa, ma attiva soltanto durante le operazioni di carico, si è stimata la frequenza sulla base del numero di autobotti che conferiscono sansa liquida in media giornalmente, tenuto conto dei giorni della settimana e della fascia oraria della giornata in cui tipicamente avviene. In particolare, si può assumere che, così come indicato dai registri forniti dai tecnici dell'impianto, vengano conferite ogni giorno 2 autobotti di sansa liquida alle vasche Calix e che la caricazione avvenga dalle 8 alle 12 dei giorni feriali. Si è considerato il caricamento alternato della vasca esistente e di quella allo stato di progetto

In Figura 15 e Figura 16 si riporta l'andamento annuale del flusso odorigeno associato al caricamento della sansa liquida all'interno delle vasche Calix.

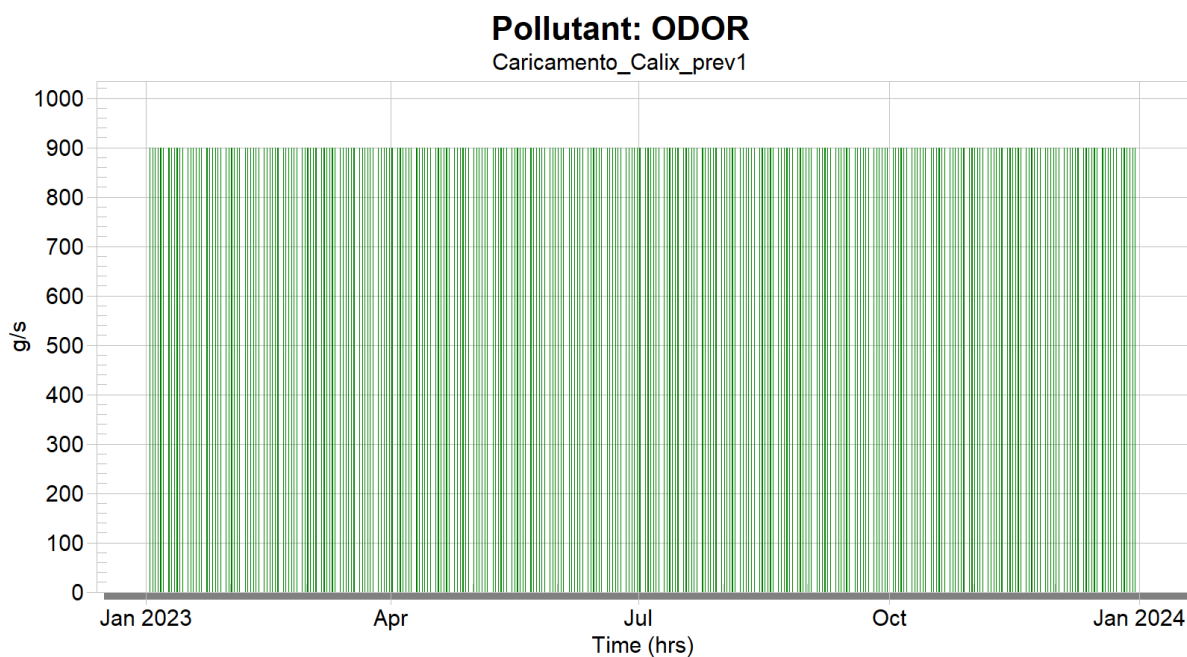


Figura 15. Andamento annuale del flusso di odore associato alla vasca Calix esistente

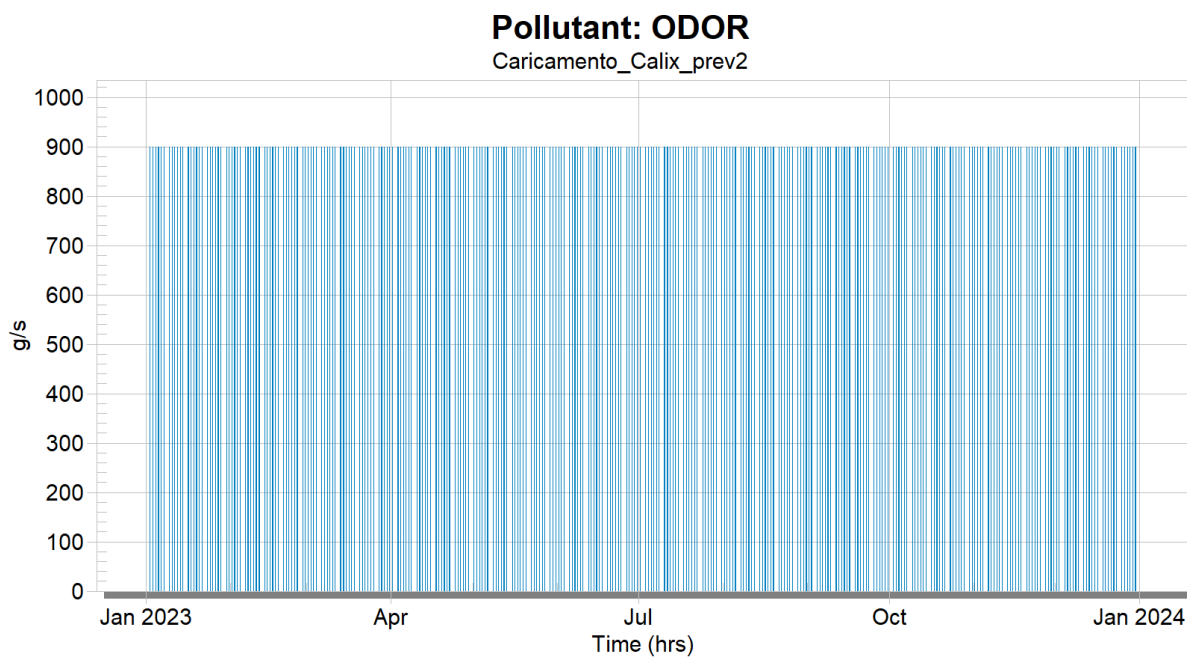


Figura 16. Andamento annuale del flusso di odore associato alla vasca Calix allo stato di progetto

In maniera simile a quanto descritto per le vasche Calix, assimilabili ad un serbatoio a tetto fisso, è stata modellata la fase di caricamento del digestato liquido nelle apposite autobotti. Quando l'autobotte è in fase di riempimento, per evitare sovrappressioni che

potrebbero mettere in pericolo l'integrità della struttura, parte dell'aria presente nello spazio di testa dell'autobotte viene sfiatata in atmosfera. Anche in questo caso, il flusso gassoso emesso trattiene inevitabilmente una porzione delle sostanze presenti nel liquido, dando luogo ad un potenziale fenomeno odorigeno.

La portata di aria emessa può quindi essere correlata, con buona approssimazione, alla salita di livello di liquido dell'autobotte, in analogia a quanto già effettuato per i serbatoi a tetto fisso. Considerando quindi che una cisterna di circa 30 m³ viene riempita in un tempo indicativo di 15 minuti, è possibile calcolare la portata di aria emessa durante le operazioni di caricamento di un'autobotte non presidiata.

Abbinando tale portata alla concentrazione di odore che viene emessa al momento del riempimento, è possibile valutare il flusso di odore (Odour Emission Rate, OER) emesso dalla singola autobotte, calcolabile come:

$$OER = Q \cdot C_{od}$$

Ove OER [ouE/s] è il flusso di odore, Q [m³/h] è la portata di liquido movimentata, espresso in volume su unità di tempo, e C_{od} [ouE/m³] è la concentrazione di odore misurata allo sfiato dell'autobotte in occasione della campagna olfattometrica, durante il riempimento con il digestato liquido (Rapporto Di Prova O.0105/2024).

Trattandosi di un'emissione non continuativa, ma attiva soltanto durante le operazioni di carico, si è stimata la frequenza sulla base del numero di autobotti mediamente caricate giornalmente, tenuto conto dei giorni della settimana e della fascia oraria della giornata in cui tipicamente avviene. In particolare, si può assumere che, così come indicato dai registri forniti dai tecnici dell'impianto, lo stabilimento evacui ogni giorno 4 autobotti di digestato liquido e che la carica avvenga dalle 8 alle 18 dei giorni feriali compresi tra l'1 marzo 2023 e il 30 ottobre 2023.

In Figura 17 si riporta l'andamento annuale del flusso odorigeno associato al caricamento dell'autobotte di digestato liquido. Si specifica che, per l'assetto di progetto, non sono state previste variazioni sostanziali rispetto allo stato di fatto per quanto riguarda il caricamento di digestato liquido su autobotte.

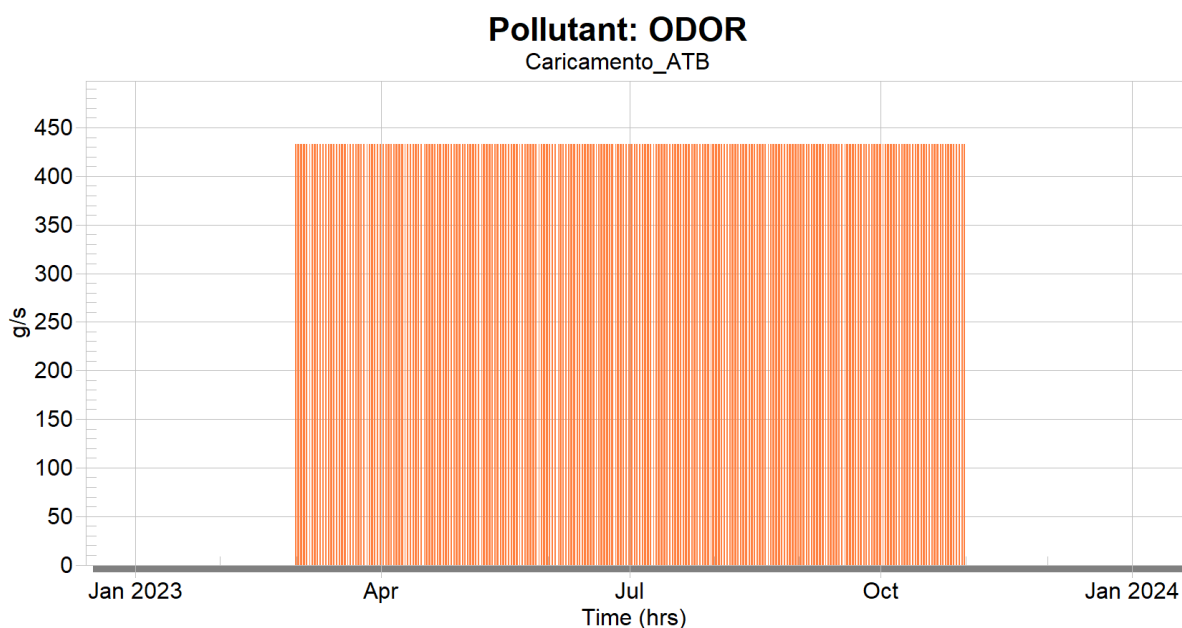


Figura 17. Andamento annuale del flusso di odore associato al caricamento delle autobotti di digestato liquido

I dettagli utilizzati per la simulazione delle sorgenti emissive sono riportati in Tabella 6. Si è considerato un diametro di sbocco medio rappresentativo di 15 cm (6'') e una temperatura di emissione pari a quella ambiente (289 K). Si è conservativamente annullata la componente verticale di quantità di moto delle emissioni.

In Figura 18 è riportata una proiezione satellitare delle sorgenti implementate in questo sotto-scenario.

Sorgente	UTM Est [km]	UTM Nord [km]	H [m]	Q_{ARIA} [m ³ /h]	C_{od} [ou _E /m ³]	OER singolo caricamento [ou _E /s]	OER tot [ou _E /y]
Vasca Calix 1 - esistente	255.896	4478.804	4	120	27000	900	2.81E+05
Vasca Calix 2 - stato di progetto	255.900	4478.804	4	120	27000	900	2.81E+05
Autobotti digestato	255.891	4478.887	2	120	13000	433	3.94E+05

Tabella 6. Dettaglio dei parametri relativi all'emissione di odore ascrivibili alle operazioni di caricamento.



Figura 18. Proiezione satellitare dell'emissione associata alle operazioni di caricamento (in rosso)

4.2.3. Sotto-scenario digestato

Questo scenario emissivo prende in considerazione le emissioni odorigene derivanti dalle vasche adibite allo stoccaggio del digestato liquido e dal cumulo di digestato solido, ubicato in platea, nei pressi della vasca Calix. Rispetto allo stato di fatto, nella configurazione di progetto la vasca 192, adibita allo stoccaggio del digestato liquido, presenta una copertura con telo a tenuta gas. Rimangono quindi esposte all'atmosfera solo la vasca 191 e la vasca di stoccaggio a piano campagna, contenenti digestato liquido, e i cumuli di digestato solido ubicati in platea.

La modellazione di queste sorgenti, e del digestato solido in platea, trattandosi di emissioni di tipo areale, è stata condotta in completa analogia a quanto descritto per la simulazione dello scenario relativo ai cumuli di materie prime (paragrafo 4.2.1).

In Tabella 7 sono riportati i dettagli delle sorgenti areali modellate. Per l'identificazione della concentrazione di odore si è implementato un flusso di odore costante,

considerando i valori di concentrazione ottenuti nella campagna di misura (Rapporto Di Prova O.0103-0104/2024).

Il parametro σ_{z0} , relativo alle dimensioni iniziali del puff gaussiano, richiesto dal software per la modellazione di sorgenti areali, si è calcolato secondo il documento US EPA-454/B-95-003b, seguendo la formula di seguito riportata:

$$\sigma_{z0} = \frac{H}{2.15}$$

Sorgente	H [m]	σ_{z0} [m]	A [m ²]	SOER [ou _E /m ² /s]
Digestato liquido – Vasca 191	6	2.79	707	2.17
Digestato liquido – Vasca stoccaggio a piano campagna	1	1	20	2.17
Digestato solido - Platea	1.5	1	15	0.94

Tabella 7. Dettagli emissivi delle sorgenti areali del sotto-scenario digestato

Per quanto riguarda la vasca adibita allo stoccaggio del digestato liquido che sarà coperta (vasca 192), al fine di mantenere conservatività nell'approccio del presente studio, a partire dal dato di concentrazione misurato sul digestato liquido movimentato durante la campagna olfattometrica (Rapporto di prova O.0104/2024), è stato possibile stimare un flusso emissivo di odore ipoteticamente rappresentativo delle perdite fuggitive, implementato nel modello di dispersione.

La parte sommitale della vasca sarà infatti coperta da due teli, separati da un'intercapedine, all'interno della quale viene inviata una portata costante di aria, tramite un ventilatore posto al piano campagna della struttura stessa, in analogia al sistema presente sui digestori COCCUS. Ipotizzando che la portata d'aria in ingresso al sistema, inviata tra i due teli, sia pari a quella in uscita dai bocchelli di sovrappressione, di cui ciascuna copertura è dotata, è possibile stimare un flusso di odore ipoteticamente rappresentativo della perdita fuggitiva dai teli di copertura della vasca 192.

Dato che si tratta di una configurazione di progetto, si è considerata una portata pari a quella implementata per modellazione dei fermentatori “COCCUS A” e “COCCUS B” (i.e. 200 m³/h), che verranno descritti nel paragrafo 4.2.4.

Pertanto, la modellazione delle emissioni fuggitive della vasca 192 è stata condotta schematizzando la sorgente come volumetrica, con quota di emissione assunta pari all’altezza dal suolo dei bocchelli di sovrappressione, dimensione verticale e laterale consistenti con l’estensione della vasca.

In Tabella 8 sono riportati i dettagli utilizzati per la simulazione.

Sorgente	UTM Est [km]	UTM Ovest [km]	H [m]	L [m]	σ_{z0} [m]	OER [ouE/s]
Stoccaggio digestato liquido – Vasca 192	255.852	4478.876	6	30	2.79	22

Tabella 8. Dettagli emissivi della vasca 192 del sotto-scenario digestato

Infine, in Figura 19 è riportata una proiezione su foto satellitare delle sorgenti.



Figura 19. Elaborazione grafica delle sorgenti considerate nel sotto-scenario digestato (in rosso areali e in blu la volumetrica).

4.2.4. Sotto-scenario emissioni fuggitive

Per quanto riguarda i fermentatori secondari COCCUS A e COCCUS B, a partire dalle misure di concentrazione di odore, relative all'aria ambiente prelevata tra i due teli gasometrici, è stato possibile effettuare una stima del rateo emissivo di odore rappresentativo delle perdite fuggitive dai fermentatori, da implementare nel modello di dispersione. Tale valutazione è stata effettuata in completa analogia con quanto descritto nel paragrafo precedente (4.2.3) per modellazione delle emissioni fuggitive dalla vasca di stoccaggio del digestato liquido 192.

Pertanto, la modellazione è stata condotta implementando una sorgente volumetrica per ognuno dei fermentatori secondari presenti, con quota di emissione assunta pari all'altezza dal suolo dei bocchelli di sovrappressione, dimensione verticale e laterale consistente con l'estensione dei fermentatori. Si precisa quindi che per il presente sotto-scenario non sono previste variazioni sostanziali rispetto allo stato di fatto.

In Tabella 9 sono riportati i dettagli utilizzati per la simulazione.

Sorgente	UTM Est [km]	UTM Nord [km]	H [m]	L [m]	σ_{z0} [m]	OER [ouE/s]
Fermentatore COCCUS A	255.914	4478.844	9	19.5	4.19	42
Fermentatore COCCUS B	255.889	4478.845	9	19.5	4.19	89

Tabella 9. Parametri utilizzati per la modellazione della sorgente inserita nel sotto-scenario emissioni fuggitive.

Infine, in Figura 20 è riportata una proiezione su foto satellitare della sorgente (in blu).



Figura 20. Elaborazione grafica del posizionamento della sorgente considerata nel sotto-scenario emissioni fuggitive (in blu).

4.2.5. Scenario globale

A valle della simulazione delle diverse macroaree emissive considerate, si è proceduto al calcolo dell'impatto globale dell'impianto. Tale elaborazione è stata ottenuta tramite il tool CALSUM Wizard, facente parte della suite di CALPUFF. Questo algoritmo è in grado di sommare i contributi dei domini spazio-temporali di concentrazione di odore valutati nei diversi sotto-scenari.

5. MODELLO DI DISPERSIONE

5.1. DESCRIZIONE DEL MODELLO

Per il calcolo della dispersione delle emissioni è stato impiegato il modello CALPUFF, realizzato dalla Earth Tech Inc. per conto del California Air Resources Board (CARB) e del U.S. Environmental Protection Agency (US EPA).

CALPUFF appartiene alla tipologia di modelli descritti al paragrafo 3.1.2 della linea guida RTI CTN_ ACE 4/2001 *“Linee guida per la selezione e l'applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la valutazione della qualità dell'aria”*, Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, Centro Tematico Nazionale – Aria Clima Emissioni, 2001.

Il modello di dispersione CALPUFF, nel modo in cui è impiegato nell'ambito del presente studio, è classificabile nella tipologia 2 della scheda 9 della norma UNI 10796:2000 *“Valutazione della dispersione in atmosfera di effluenti aeriformi - Guida ai criteri di selezione dei modelli matematici”*, ma ha alcune caratteristiche avanzate tali da classificarlo nella tipologia 3 della medesima scheda 9.

CALPUFF è uno dei modelli adottati ufficialmente da US EPA per la stima della qualità dell'aria, con le seguenti motivazioni (*Appendix W to Part 51 - Guideline on Air Quality Models*).

- «In some public comments there was a general consensus that the technical basis of the CALPUFF modeling system has merit and provides substantial capabilities to not only address long range transport, but to address transport and dispersion effects in some complex wind situations».
- «CALPUFF in its current configuration is suitable for regulatory use for long range transport, and on a case-by-case basis for complex wind situations».

Si rimanda al documento citato per quanto riguarda il rapporto sugli studi circa la validazione e la stima dell'accuratezza del modello.

Tra le ragioni che suggeriscono l'impiego di CALPUFF nel caso in esame, si possono elencare le seguenti:

- L'algoritmo principale di CALPUFF implementa un modello di dispersione lagrangiano non stazionario a puff gaussiano. Questo permette la trattazione

rigorosa ed esplicita anche dei periodi nei quali il vento è debole o assente, a differenza dei più noti modelli a pennacchio gaussiano (Gaussian plume models).

- I coefficienti di dispersione sono calcolati dai parametri di turbolenza (MDISP = 2), ad esempio u^* e L_{MO} , anziché dalle classi di stabilità Pasquill-Gifford-Turner. Vale a dire che la turbolenza è descritta da funzioni continue anziché discrete.
- Alle sorgenti emissive possono essere assegnate emissioni variabili nel tempo, ora dopo ora.
- Durante i periodi in cui lo strato limite ha struttura convettiva, la distribuzione delle concentrazioni all'interno di ogni singolo puff è gaussiana sui piani orizzontali, ma asimmetrica sui piani verticali, cioè tiene conto della asimmetria della funzione di distribuzione di probabilità delle velocità verticali. In altre parole, il modello simula gli effetti sulla dispersione dovuti ai moti dell'aria ascendenti (le comunemente dette "termiche") e discendenti tipici delle ore più calde della giornata e dovuti ai vortici di grande scala.

5.2. EFFETTI DELLE FLUTTUAZIONI ISTANTANEE DI CONCENTRAZIONE DI ODORE

La concentrazione di odore in aria ambiente, così come qualunque variabile identificabile come uno scalare passivo dell'atmosfera, fluttua istantaneamente, ed in maniera continua, per effetto della onnipresente turbolenza atmosferica.

Va d'altra parte considerato che, affinché un odore sia percepibile, è sufficiente che la sua concentrazione in aria superi la soglia di percezione anche solo per il tempo di un respiro (della durata media di 3.6 secondi).

Poiché il modello di dispersione impiegato produce come output, per ciascuna ora e in ciascun punto del dominio di simulazione, la media oraria della concentrazione di odore, è necessario dedurre, da questa, la concentrazione oraria di picco, ossia un valore di concentrazione più elevato rispetto alla media oraria, che rappresenti la concentrazione che viene superata per un lasso di tempo, anche contenuto, al di sotto dell'ora.

Esistono, allo stato dell'arte, diversi metodi per la stima del valore di concentrazione sub-oraria. D'altra parte, sussistono allo stato attuale una serie di limitazioni che ne restringono l'applicazione concreta e che rendono difficoltosa l'identificazione di un approccio univoco per la sua quantificazione. Nello specifico infatti:

- non è disponibile una definizione unica e universalmente riconosciuta di "picco". Essenzialmente non è definito quale sia il periodo temporale a breve termine, inferiore all'ora, da considerarsi rappresentativo per la stima della già citata concentrazione di picco;
- i metodi attualmente disponibili per il calcolo del "picco" sono molto vari, sia in termini di approccio metodologico che di complessità;
- le ipotesi operative sottese all'adozione di differenti algoritmi per il calcolo del picco possono condurre a risultanze non direttamente confrontabili.

Per questi motivi, l'approccio generalmente più diffuso per la stima della concentrazione di picco passa per un'equazione in forma semplificata che utilizza un unico fattore moltiplicativo della concentrazione media oraria restituita dal modello di dispersione. Tale valore è costante e unico, per tutte le celle del dominio e le ore di simulazione. Le linee guida presenti sul territorio italiano (cfr. *Delibera SNPA n. 38/2018, Capitolo 5*), la Legge regionale 16 luglio 2018, n. 32, "*Disciplina in materia di emissioni odorigene*" di Regione Puglia e parimenti agli "*Indirizzi per l'applicazione dell'articolo 272-Bis del Dlgs 152/2006 in materia di emissioni odorigene di impianti e attività*", pubblicate dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (28/06/2023), prescrivono l'ottenimento dei valori di picco moltiplicando le concentrazioni medie orarie per un peak-to-mean ratio pari a 2.3. Benché nella letteratura scientifica non vi sia accordo unanime circa la definizione di un valore universale per questo parametro, tale fattore unico ed uniforme ha lo scopo di depurare i risultati delle simulazioni, per quanto possibile, dagli aspetti soggettivi connessi alla scelta dei parametri del modello, più che alle specificità dello scenario emissivo di cui si deve simulare l'impatto. Inoltre, alcuni recenti studi (Invernizzi M., Brancher M., Sironi S., Capelli L., Piringier M., Schauburger G., "*Odour impact assessment by considering short-term ambient concentrations: A multi-model and two-site comparison*" *Environment International* 144 (2020) 105990; Invernizzi M., Capra F.,

Sozzi R., Capelli L., Sironi S., “Development and evaluation of a fluctuating plume model for odor impact assessment” *Applied Sciences* 11 (2021) 3310) hanno evidenziato come, ipotizzando la concentrazione di picco come quella al calcolata al 90° percentile del dataset sub-orario, il valore di peak-to-mean ratio pari a 2.3 appare generalmente in linea con quanto elaborato da differenti approcci modellistici più complessi.

5.3. ELABORAZIONE DEI RISULTATI

5.3.1. Limiti di accettabilità dell’impianto

Le linee guida “Indirizzi per l’applicazione dell’articolo 272-Bis del Dlgs 152/2006 in materia di emissioni odorigene di impianti e attività”, pubblicate dal Ministero dell’Ambiente e della Sicurezza Energetica (28/06/2023) costituiscono un riferimento nazionale, in materia di emissioni di odore, per l’individuazione di valori di accettabilità di impatto olfattivo presso i ricettori discreti. In particolare, la Tabella 3 (pag. 10) del documento citato, indica un valore di accettabilità, compreso in un range tra 1 ouE/m³ e 5 ouE/m³, in funzione della classe di sensibilità del ricettore.

In maniera similare, la Legge Regionale Pugliese del 16 luglio 2018, n. 32 “Disciplina in materia di emissioni odorigene”, ha definito dei limiti per quanto riguarda l’impatto olfattivo calcolato con software di dispersione atmosferica.

La legge prevede che, sulla base della modellazione della dispersione dell’odore, dovranno essere redatte mappe di impatto nelle quali devono essere evidenziati i valori del 98° percentile su base annuale delle concentrazioni orarie di picco di odore risultanti dalle simulazioni.

In particolare, sono fissati differenti valori limite per differenti sensibilità del ricettore. In Tabella 10 sono riportati i diversi limiti e le descrizioni dei criteri per la definizione dei ricettori sensibili.

Classe di sensibilità del ricettore	Descrizione della classe di sensibilità del ricettore sensibile	Valore di accettabilità dell’impatto olfattivo presso il ricettore sensibile
1	Aree a prevalente destinazione d’uso residenziale e con indice di fabbricabilità territoriale superiore a 1,5 mc/mq	1 ouE/m ³

2	Edifici a destinazione d'uso collettivo continuativo e ad alta concentrazione di persone, esclusi gli usi commerciale e terziario (es.: ospedali, case di cura, ospizi, asili, scuole, università)	1 ouE/m ³
3	Aree a prevalente destinazione residenziale e con indice di fabbricabilità territoriale inferiore a 1,5 mc/mq	2 ouE/m ³
4	Edifici o spazi aperti a destinazione d'uso collettivo continuativo commerciale, terziario o turistico (es.: mercati stabili, centri commerciali, terziari e direzionali, per servizi, strutture ricettive, monumenti)	2 ouE/m ³
5	Edifici o spazi aperti a destinazione d'uso collettivo non continuativo (es.: luoghi di pubblico spettacolo, luoghi destinati ad attività ricreative, sportive, culturali, religiose, luoghi destinati a fiere, mercatini o altri eventi periodici, cimiteri)	3 ouE/m ³
6	Aree a prevalente destinazione d'uso industriale, artigianale, agricola, zootecnica	4 ouE/m ³
7	Aree con manufatti o strutture in cui non è prevista l'ordinaria presenza di gruppi di persone (es.: terreni agricoli, zone non abitate)	5 ouE/m ³
8	Aree turistiche a prevalente destinazione d'uso residenziale con indice di fabbricabilità territoriale tra lo 0,5 e 1,5 mc/mq, ricadenti o contigue a territori di pregio naturalistico dichiarati tali e protetti congiuntamente da leggi nazionali e sovranazionali	1 ouE/m ³

Tabella 10. Limiti di concentrazione di odore al recettore riportate nella legge regionale pugliese in materia di inquinamento olfattivo.

La Legge Regionale richiede inoltre la redazione di mappe di impatto di concentrazione oraria di picco, calcolata al 99.9° e al 100° percentile, senza fare riferimento però a dei valori limite.

5.3.2. Calcolo dei percentili di concentrazione

Per ciascuno dei recettori idealmente disposti sul territorio circostante al sito in esame e per ogni ora del dominio di tempo della simulazione, CALPUFF calcola la concentrazione media oraria di ciascuno degli inquinanti presi in esame nel presente studio. Tutte le concentrazioni di odore restituite dal modello sono inoltre moltiplicate per il *peak-to-mean ratio*, così da ottenere le concentrazioni di picco di odore per ogni recettore e per ogni ora del dominio di tempo.

Dalla matrice delle concentrazioni al suolo, per ogni ora del dominio di tempo, per ogni recettore, sono estratti i percentili di ordine 98, e, per lo scenario globale, di ordine 99.9 e i massimi delle concentrazioni medie orarie (un valore per ciascun recettore).

Nel caso della concentrazione di odore, come definito dalla norma EN 13725:2003, l'odore di un campione aeriforme avente concentrazione di odore pari a 1 ou_E/m³ è percepibile solo dal 50% degli individui. Quindi, ad esempio, se presso un dato recettore il 98° percentile delle concentrazioni orarie è di 1 ou_E/m³, la concentrazione di picco di odore simulata nell'aria al suolo è inferiore a 1 ou_E/m³ per il 98% delle ore nell'anno considerato; quindi, il 50% della popolazione non percepisce l'odore emesso dalle sorgenti in esame per il 98% delle ore su base annua.

6. PRESENTAZIONE E VALUTAZIONE DEI RISULTATI

Per gli scenari simulati vengono riportati, nei paragrafi seguenti, le mappe di impatto al 98° percentile per tutti i sotto-scenari e per lo scenario globale nella condizione emissiva previsionale. Inoltre, per quanto riguarda lo scenario globale dell'impianto, si riporta, come richiesto dal documento nazionale di Indirizzi (anche se non direttamente applicabile agli stabilimenti in AIA), la prima isopleta di concentrazione, valutata al 98° percentile, non completamente racchiusa entro il perimetro dello stabilimento.

Sono inoltre presentati i valori puntuali calcolati in ognuno dei ricettori elencati in Paragrafo 2.3, riportando le statistiche relative al 98° percentile e al massimo annuale, per lo scenario emissivo globale (Tabella 11).

Si riporta in Tabella 12 la riduzione percentuale della concentrazione di odore presso i ricettori discreti selezionati rispetto allo scenario emissivo globale nelle attuali condizioni dell'impianto.

Si sottolinea che le concentrazioni al 98° percentile rappresentano i valori di concentrazione di odore che vengono raggiunte per 175 ore nell'anno (il 2% delle 8760 dell'anno).

ID	Descrizione	C ₉₈ [ouE/m ³]	C _{99,9} [ouE/m ³]	C _{max} [ouE/m ³]
R_1	Surbo - Centro Abitato	0.02	0.08	0.09
R_2	Trepuzzi - Centro Abitato	0.003	0.03	0.05
R_3	Masseria Trapanà	0.06	0.39	0.50
R_4	Masseria Santu Lasi	0.26	1.01	1.12
R_5	Masseria Melcarne	0.03	0.12	0.17
R_6	Masseria Barrera	0.02	0.12	0.14
R_7	Tenuta Chiazzarelli	0.04	0.20	0.25
R_8	Masseria Ghietta	0.03	0.26	0.33
R_9	Antica Masseria Fondo Cupo	0.04	0.27	0.33
R_10	Masseria Rauccio	0.03	0.16	0.22
R_11	Masseria Case Bianche	0.005	0.10	0.14

R_12	Masseria Mancarella	0.01	0.14	0.19
R_13	Masseria Li Barba	0.02	0.08	0.12
R_14	Aberdeen Angus F.lli Martella	0.10	0.34	0.41
R_15	B&B Agrumeto	0.21	1.15	1.34
R_16	Hotel Mondodoro	0.07	0.34	0.45
R_17	Casa - 600m - NordEst	0.19	0.82	0.95
R_18	Casa - 350m - Nord	0.51	1.44	1.72
R_19	Casa - 500m - SudOvest	0.13	0.75	0.89
R_20	Casa - 600m - NordOvest	0.10	0.64	0.75
R_21	Rudere - 150m - SudEst	1.29	2.54	2.69
R_22	Rudere - 300m - Sud	0.28	1.32	1.52
R_23	Rudere - 550m - Ovest	0.23	0.79	0.98
R_24	Rudere - 300m - NordOvest	0.14	1.30	1.67
R_25	Rudere - 950m - NordOvest	0.06	0.40	0.46
R_26	Azienda - 300m - SudOvest	0.18	1.16	1.44
R_27	Azienda - 200m - Ovest	0.20	1.66	1.94
R_28	Azienda - 400m - Sud	0.25	0.99	1.08
R_29	Azienda - 300m - Ovest	0.14	1.37	1.55
R_30	Azienda - 450m - Nord	0.24	1.18	1.31
R_31	Azienda - 600m - Sud	0.22	0.79	0.89

Tabella 11. Valori di concentrazione di odore di picco, valutati come 98° percentile, 99.9° percentile e massimo annuale.

ID	Descrizione	Riduzione rispetto allo scenario emissivo attuale
R_1	Surbo - Centro Abitato	-33%
R_2	Trepuzzi - Centro Abitato	-25%
R_3	Masseria Trapanà	-25%
R_4	Masseria Santu Lasi	-24%
R_5	Masseria Melcarne	0%
R_6	Masseria Barrera	-33%

R_7	Tenuta Chiazzarelli	-33%
R_8	Masseria Ghietta	-25%
R_9	Antica Masseria Fondo Cupo	-20%
R_10	Masseria Rauccio	-25%
R_11	Masseria Case Bianche	-50%
R_12	Masseria Mancarella	0%
R_13	Masseria Li Barba	-33%
R_14	Aberdeen Angus F.lli Martella	-29%
R_15	B&B Agrumeto	-34%
R_16	Hotel Mondodoro	-30%
R_17	Casa - 600m - NordEst	-24%
R_18	Casa - 350m - Nord	-29%
R_19	Casa - 500m - SudOvest	-28%
R_20	Casa - 600m - NordOvest	-33%
R_21	Rudere - 150m - SudEst	-28%
R_22	Rudere - 300m - Sud	-28%
R_23	Rudere - 550m - Ovest	-23%
R_24	Rudere - 300m - NordOvest	-30%
R_25	Rudere - 950m - NordOvest	-25%
R_26	Azienda - 300m - SudOvest	-28%
R_27	Azienda - 200m - Ovest	-26%
R_28	Azienda - 400m - Sud	-34%
R_29	Azienda - 300m - Ovest	-30%
R_30	Azienda - 450m - Nord	-33%
R_31	Azienda - 600m - Sud	-29%

Tabella 12. Riduzione percentuale della concentrazione di odore presso i ricettori discreti rispetto allo scenario emissivo attuale.

6.1. MAPPE DI IMPATTO: SOTTO-SCENARIO MATERIE PRIME

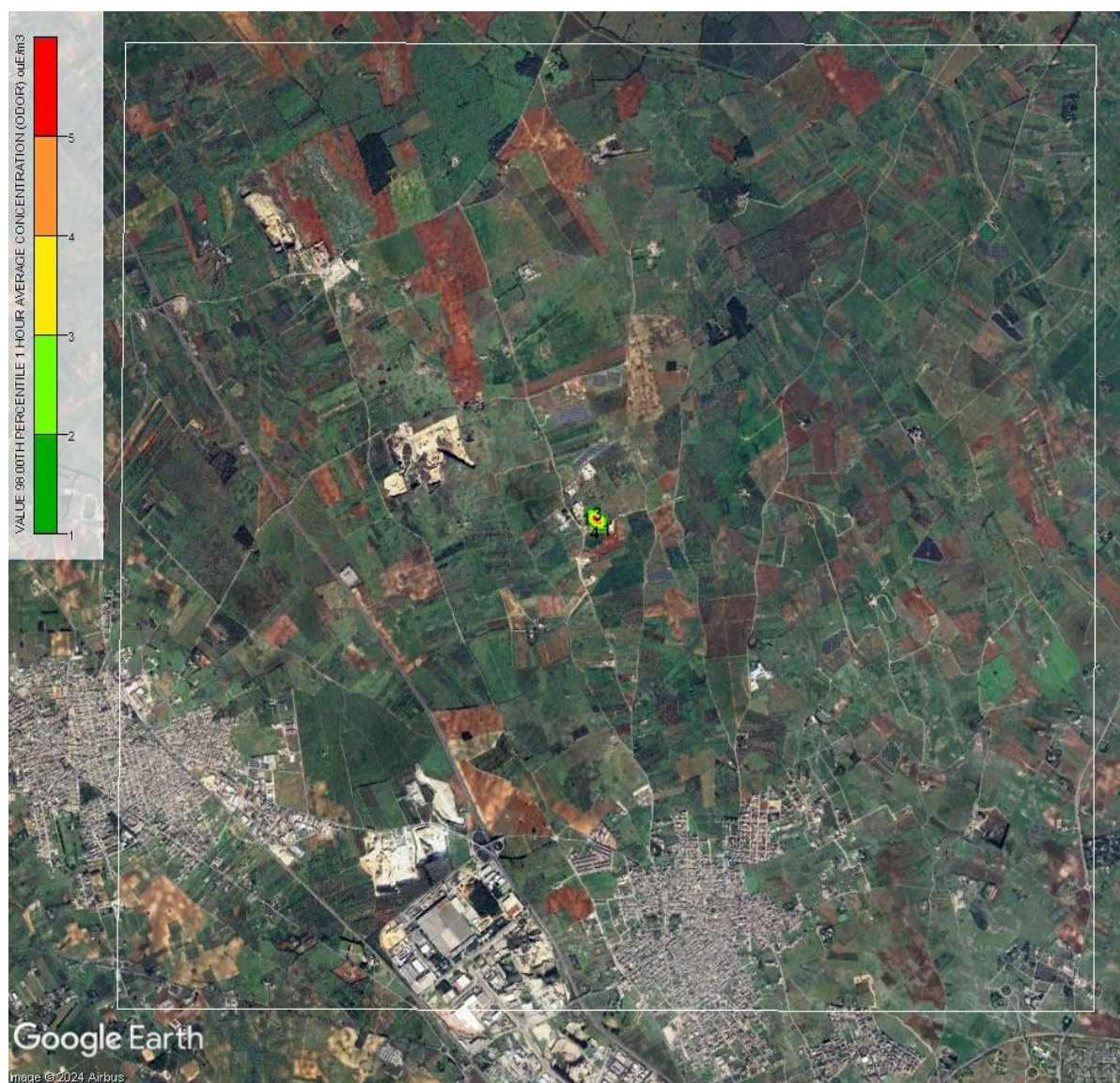


Figura 21. Mappa delle concentrazioni orarie di picco, valutate al 98esimo percentile, sul dominio di simulazione per il sotto-scenario materie prime.



Figura 22. Mappa delle concentrazioni orarie di picco, valutate al 98esimo percentile, sul dominio di simulazione per il sotto-scenario materie prime, versione zoomata.

6.2. MAPPE DI IMPATTO: SOTTO-SCENARIO CARICAMENTI

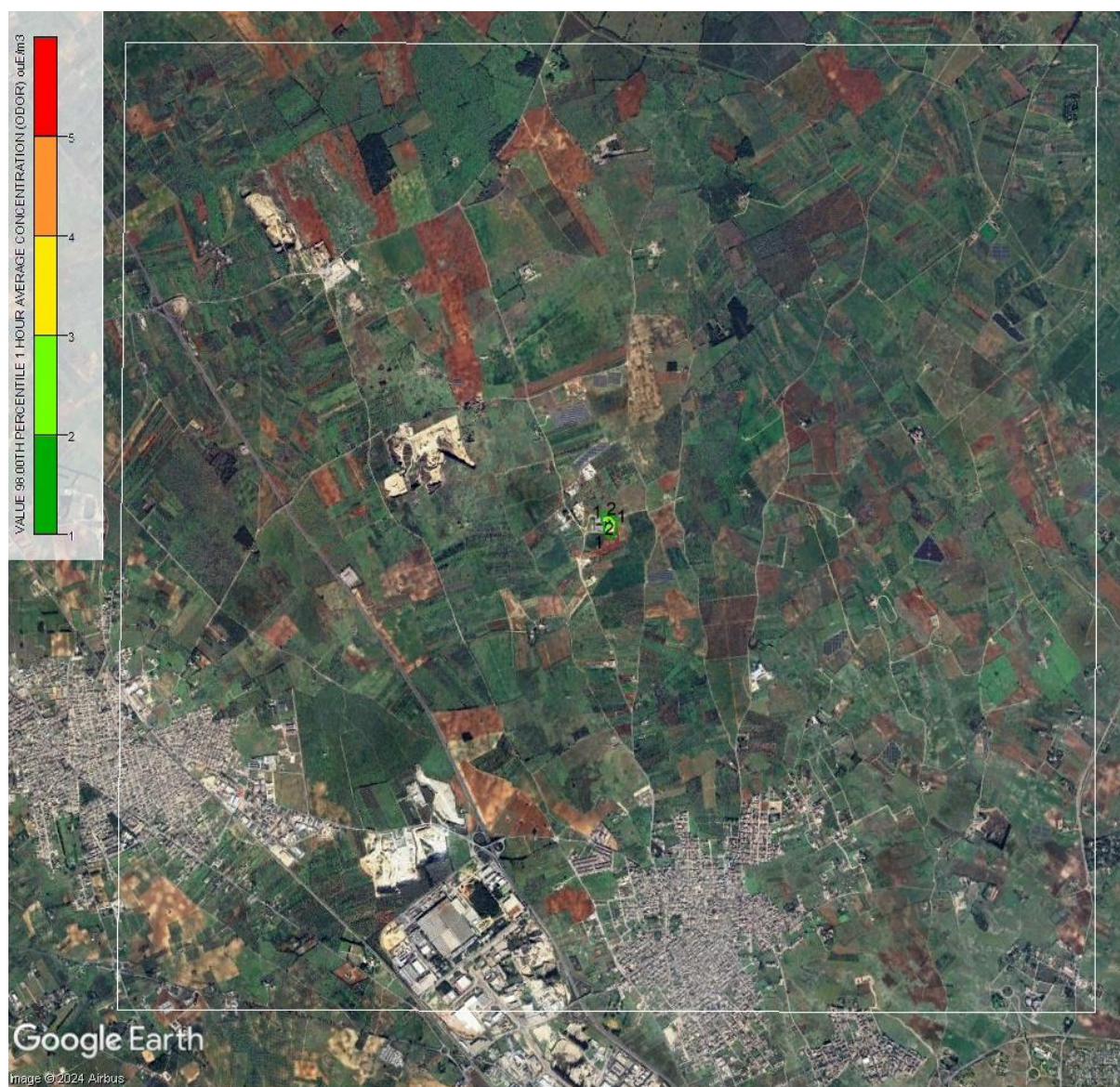


Figura 23. Mappa delle concentrazioni orarie di picco, valutate al 98esimo percentile, sul dominio di simulazione per il sotto-scenario caricamenti.



Figura 24. Mappa delle concentrazioni orarie di picco, valutate al 98esimo percentile, sul dominio di simulazione per il sotto-scenario caricamenti, versione zoomata.

6.3. MAPPE DI IMPATTO: SOTTO-SCENARIO DIGESTATO

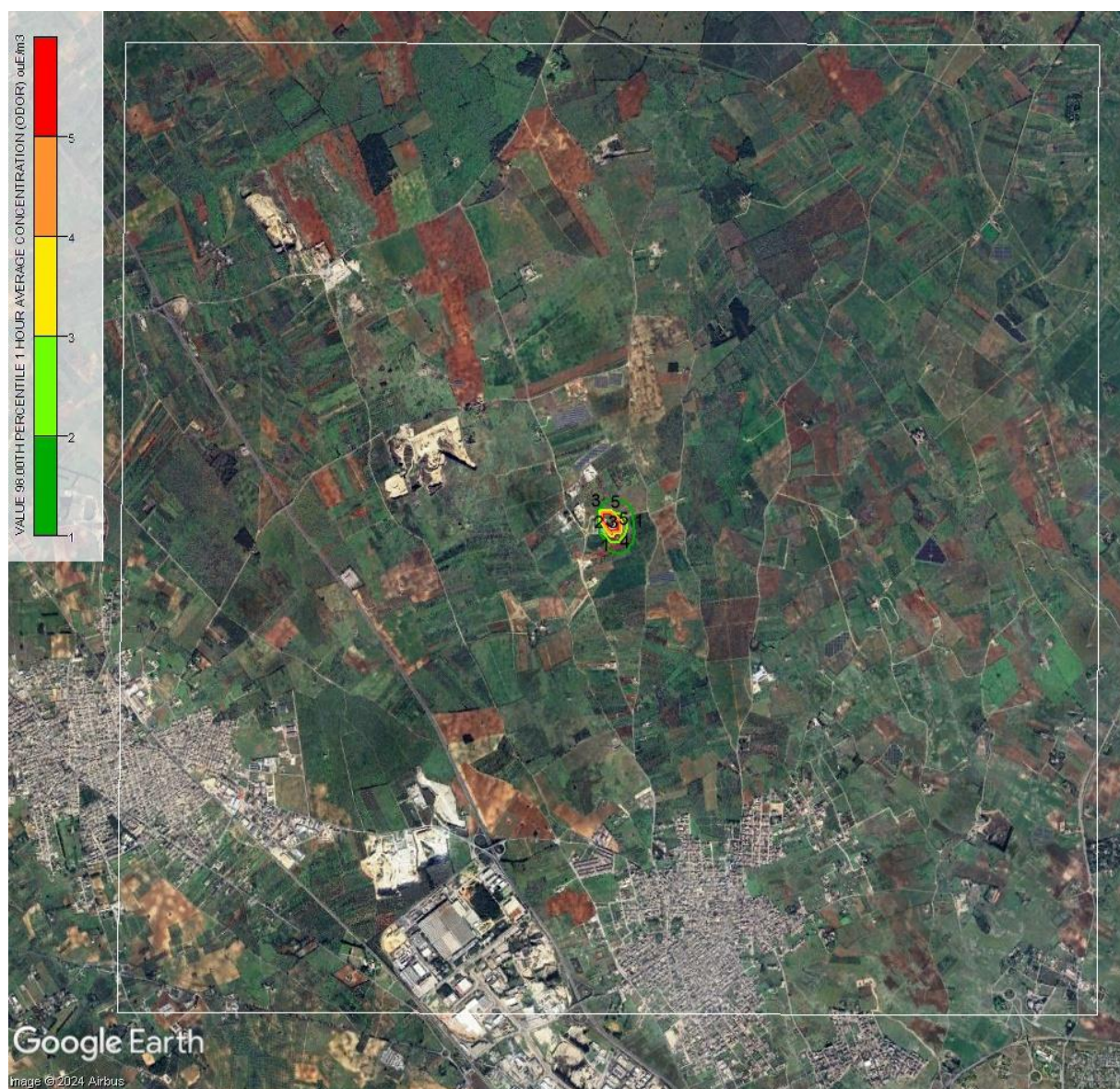


Figura 25. Mappa delle concentrazioni orarie di picco, valutate al 98esimo percentile, sul dominio di simulazione per il sotto-scenario digestato.

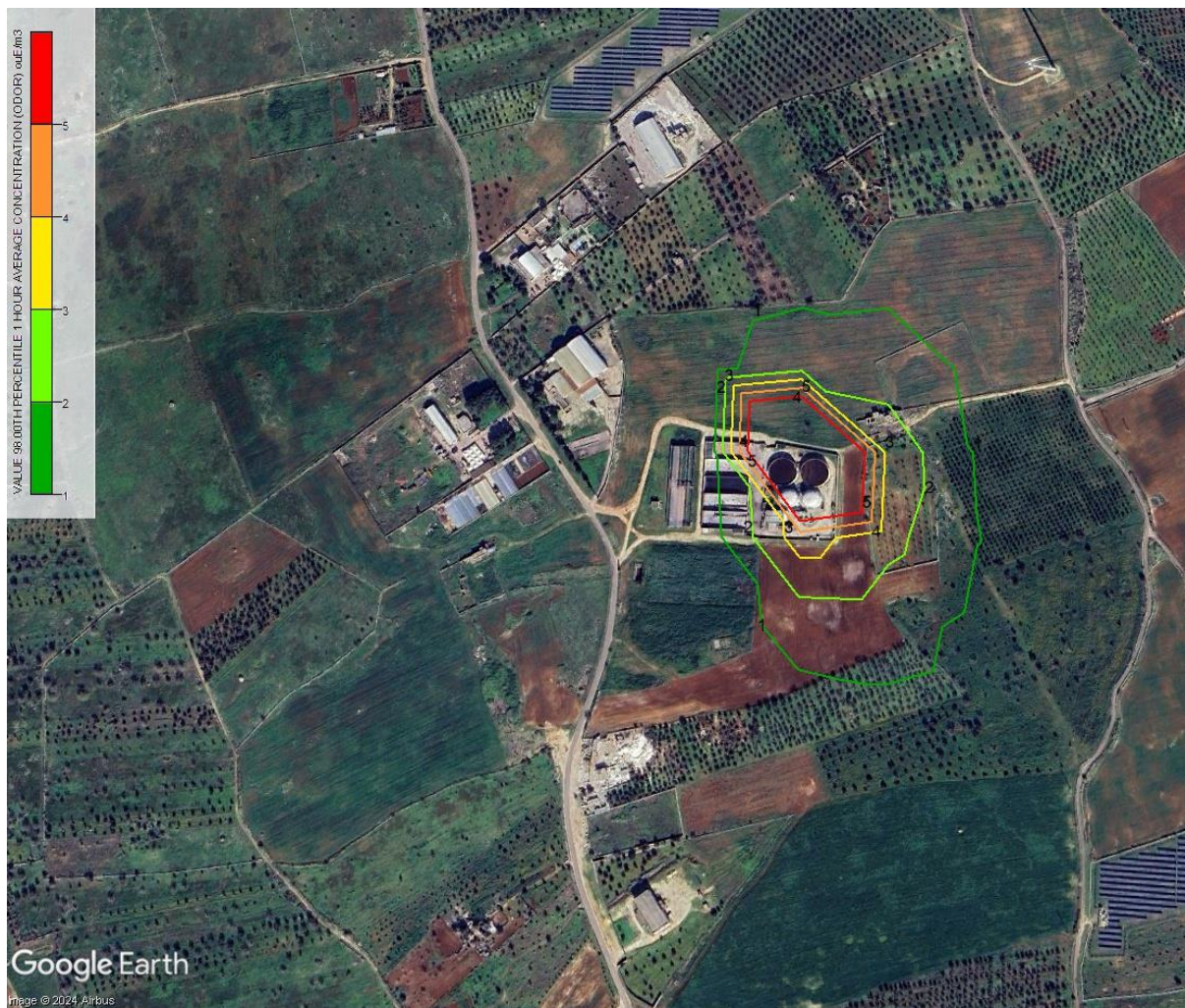


Figura 26. Mappa delle concentrazioni orarie di picco, valutate al 98esimo percentile, sul dominio di simulazione per il sotto-scenario digestato, versione zoomata.

6.4. MAPPE DI IMPATTO: SOTTO-SCENARIO EMISSIONI FUGGITIVE

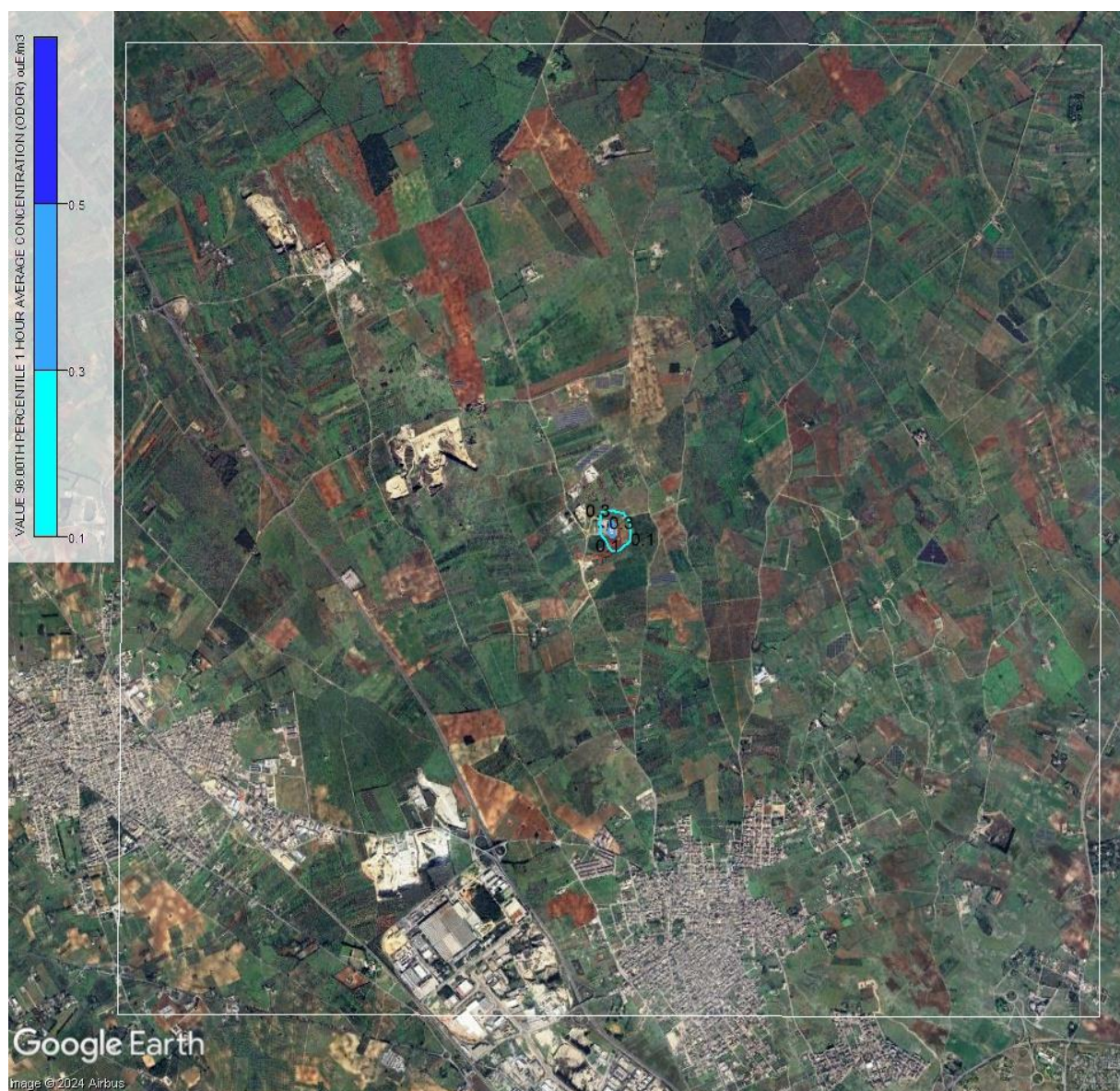


Figura 27. Mappa delle concentrazioni orarie di picco, valutate al 98esimo percentile, sul dominio di simulazione per il sotto-scenario emissioni fuggitive.



Figura 28. Mappa delle concentrazioni orarie di picco, valutate al 98esimo percentile, sul dominio di simulazione per il sotto-scenario emissioni fuggitive, versione zoomata.

6.5. MAPPE DI IMPATTO: SCENARIO EMISSIVO GLOBALE

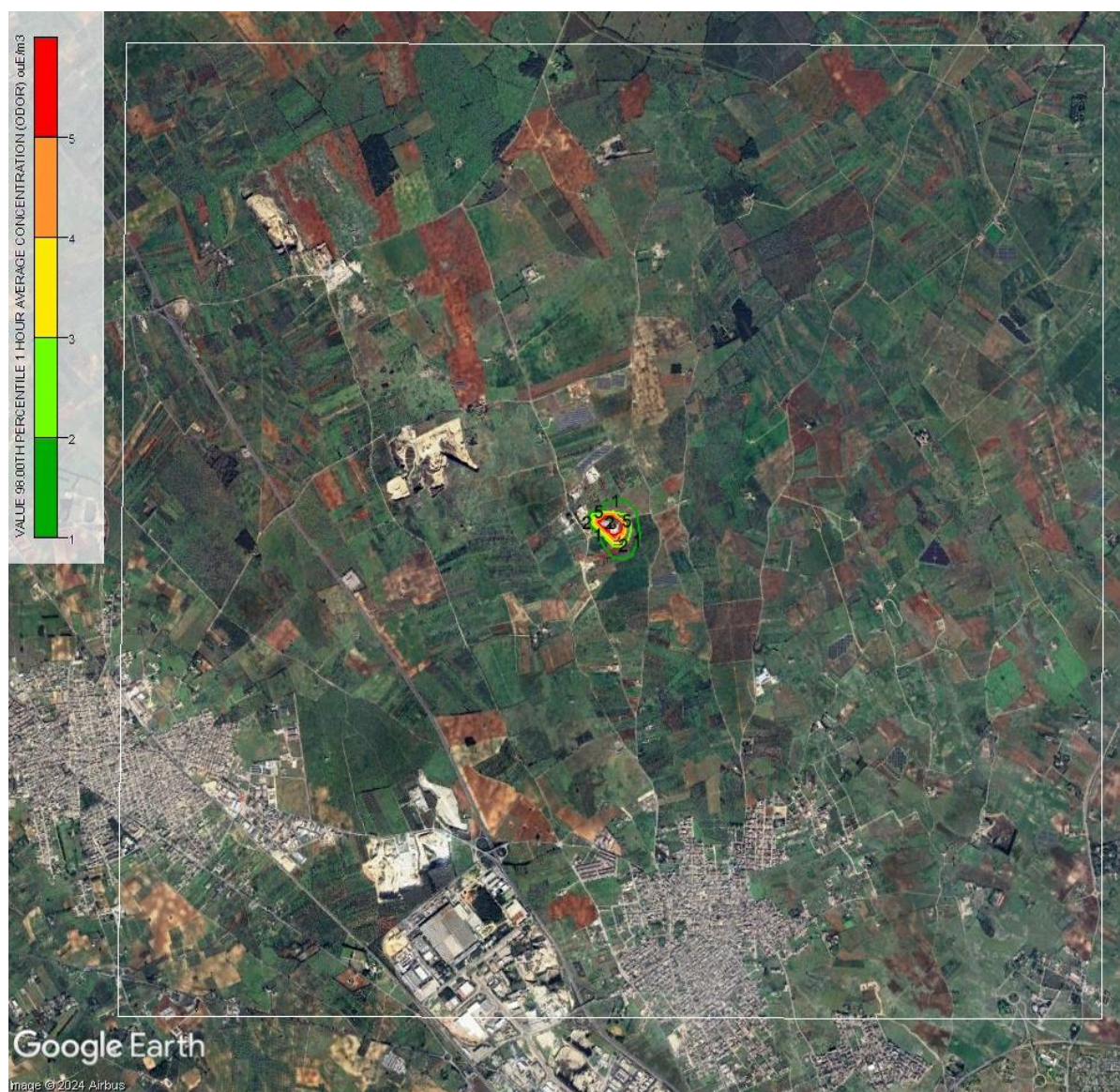


Figura 29. Mappa delle concentrazioni orarie di picco, valutate al 98esimo percentile, sul dominio di simulazione per lo scenario emissivo globale.



Figura 30. Mappa delle concentrazioni orarie di picco, valutate al 98esimo percentile, sul dominio di simulazione per lo scenario emissivo globale, versione zoomata.

7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

All'interno del presente studio si è proceduto alla stima previsionale delle ricadute di odore al suolo derivanti dall'impianto di produzione e valorizzazione di biogas Enibioch4in, sito a Surbo (LE), in seguito alla conversione a biometano dell'impianto.

La simulazione di dispersione, utilizzata per quantificare le ricadute al suolo, è stata effettuata adottando il modello di dispersione CALPUFF, che rappresenta lo standard più largamente utilizzato per questo tipo di simulazioni.

Si è suddiviso lo scenario globale dell'impianto in diversi sotto-scenari, al fine di distinguere i diversi contributi in termini di impatto e limitare i tempi di calcolo.

Nonostante le ricadute odorigene sul territorio da parte dello stabilimento siano già limitate allo stato attuale, dal presente studio si evidenzia come, nello stato di progetto, tali ricadute andranno a ridursi ulteriormente.

Come nella valutazione sullo stato di fatto, in merito allo scenario relativo alle emissioni fuggitive (Figura 27, Figura 28) si evidenziano delle ricadute ampiamente trascurabili: le isolinee di concentrazione riportate nella mappa di impatto fanno riferimento a valori di concentrazione uno o più ordini di grandezza inferiori rispetto ai valori guida, poiché in nessun punto del dominio di simulazione viene raggiunto neanche il valore di 1 oue/m³.

Per quanto concerne gli scenari relativi alle materie prime (Figura 21, Figura 22) e alle operazioni di caricamento (Figura 23, Figura 24), vista anche la natura prettamente discontinua di larga parte delle sorgenti implementate, si osserva un impatto strettamente localizzato nelle aree dello stabilimento, senza interessare i centri abitati e neppure eventuali case sparse al di fuori degli abitati. L'impatto di questi sotto-scenari è sostanzialmente simile all'impatto attuale, nonostante l'introduzione del biofiltro per il trattamento dell'aria proveniente dal capannone di stoccaggio della

pollina e l'installazione di una nuova vasca Calix per lo stoccaggio delle biomasse liquide in ingresso.

Osservando la Figura 26 e la Figura 30, risulta evidente come, nonostante la copertura di una delle due vasche di stoccaggio del digestato liquido, il contributo maggioritario nello scenario emissivo globale sia ancora ascrivibile allo stoccaggio del digestato, seppur anche in questo caso si evidenzia una ricaduta che interessa esclusivamente le aree agricole adiacenti allo stabilimento. Infatti, l'isolinea più estesa, ovvero quella relativa al valore soglia più basso ($1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$), si estende al massimo per 170 m in direzione nord-nord-est.

Questa analisi viene anche confermata dalle ricadute stimate ai ricettori discreti (Tabella 11. Valori di concentrazione di odore di picco, valutati come 98° percentile, 99.9° percentile e massimo annuale.): in nessuno di essi viene mai raggiunto il valore guida di $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, rappresentativo della soglia olfattiva al 98° percentile delle ore sull'anno, ad esclusione del recettore R_21. Tale recettore individua un rudere posto a 150 m dai confini dell'impianto in direzione sud-est, pertanto la localizzato nelle aree a destinazione agricola immediatamente prossime all'area dello stabilimento. A tale recettore è associabile un limite, secondo Tabella 10, pari a $5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$: la ricaduta dell'impianto appare quindi ampiamente al di sotto del valore di accettabilità.

Confrontando i risultati globali ottenuti nella presente valutazione previsionale, rispetto allo scenario emissivo attuale si evidenzia una riduzione dell'impatto olfattivo sul territorio, sia osservando le mappe d'impatto, sia sulla base delle concentrazioni di odore presso i ricettori discreti (Tabella 12. Riduzione percentuale della concentrazione di odore presso i ricettori discreti rispetto allo scenario emissivo attuale.). Tale riduzione mediamente si attesta intorno al 30% della concentrazione di odore presso i ricettori più prossimi ai confini dello stabilimento.

In conclusione, dal presente studio modellistico previsionale, relativo allo stato di progetto dello stabilimento di Surbo, emerge una riduzione delle ricadute odorogene

nell'intorno dell'impianto. Visto il già contenuto impatto nelle condizioni attuali, a maggior ragione si rileva come lo scenario odorigeno futuro raggiungerà sostanzialmente solo le aree agricole immediatamente prossime ai confini del sito, mentre non si evidenziano criticità sui centri abitati e neppure presso eventuali case sparse situate al di fuori degli abitati.