

NUOVO IMPIANTO DI COMPOSTAGGIO

SIMULAZIONE DI DISPERSIONE DI ODORI IN ATMOSFERA

RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA

COMMITTENTE: Az. Agricola Regini Donatella



G&T 25-15_1

Spresiano, 31 marzo 2015

G & T s.r.l.

Via Tiepolo, 8 - 31027 Spresiano (TV) - Tel. 0422 887031 Fax 0422889589

email: info@gtgeo.it www.gtgeo.it pec: gtgeo@certificazioneposta.it

P.IVA e C.F.: 04150340265 - iscritta al registro delle Imprese di Treviso - CCIAA N. 04150340265

INDICE

1.	PREMESSA	4
2.	NORMATIVA VIGENTE IN MATERIA DI EMISSIONI ODORI	5
3.	ODORI NEGLI IMPIANTI DI COMPOSTAGGIO	5
4.	MODELLO CONCETTUALE	7
4.1.	RISCHIO OLFATTIVO	8
4.2.	INDIVIDUAZIONE DELLE FASI OSMOGENICAMENTE CRITICHE	9
4.3.	INDIVIDUAZIONE DEI PRESIDI	11
4.4.	INDIVIDUAZIONE DEI FLUSSI OSMOGENI	11
5.	DEFINIZIONE DELLE SORGENTI EMISSIVE	13
5.1.	VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI	15
6.	SISTEMA DI MODELLAZIONE CALPUFF	20
7.	MODELLAZIONE METEOROLOGICA	21
7.1.	CARATTERIZZAZIONE METEOROLOGICA	21
7.1.1.	PARAMETRI DI INPUT	22
7.1.2.	MODELLAZIONE METEOROLOGICA	23
7.1.3.	DOMINIO DI SIMULAZIONE	23



7.2.	USO DEL SUOLO E MORFOLOGIA.....	24
7.3.	COSTRUZIONE DEL CAMPO DI VENTO	24
8.	MODELLAZIONE DI DIFFUSIONE IN ATMOSFERA	28
8.1.	SORGENTI EMISSIVE.....	28
8.2.	POTENZIALI RECETTORI	29
8.3.	RISULTATI DELLA SIMULAZIONE IN ATMOSFERA.....	30



1. PREMESSA

La collocazione di nuovi impianti di compostaggio crea spesso problemi con la popolazione residente a causa delle emissioni di odori sgradevoli, che per impianti di trattamento di scarti organici non corrispondono a problemi di impatto tossicologico.

Il presente studio tratta l'impatto olfattivo generato dalla realizzazione di un nuovo impianto di compostaggio per il trattamento di fanghi e rifiuti verdi (sfalci ligno-cellulosici, fronde ed erba) nel comune di Zero Branco (TV), in via Comisso.

L'impatto delle emissioni odorigene in atmosfera è stato trattato attraverso il modello CALWIN della Maind s.r.l., il quale usa come modello di dispersione il CALPUFF realizzato dalla Earth Tech Inc. per conto della California Air Resources Board (CARB) e del US Environmental Protection Agency (US EPA).

L'uso dei modelli di simulazione della dispersione di inquinanti nella redazione degli studi di impatto olfattivo è reso possibile dall'assunzione che l'inquinante **odore** corrisponda ad un'unica particolare specie di inquinante che si disperde in atmosfera in forma gassosa e che viene misurata in termini di unità odorimetriche (norma UNI EN 1375:2004).

I dati di emissione inseriti sono stati ipotizzati adottando valori tratti da bibliografia per casi analoghi, mentre i dati meteorologici si riferiscono alla stazione a terra più prossima, ubicata a Mogliano Veneto (TV).



2. NORMATIVA VIGENTE IN MATERIA DI EMISSIONI ODORI

Ad oggi non esiste una normativa nazionale che regoli l'emissione o immissione di odori, tuttavia a livello locale la Regione Lombardia ha definito delle linee guida per caratterizzare le emissioni gassose a forte impatto odorigeno (DGR 15/02/2012 n.IX/3018).

In Veneto è vigente la DGRV n.568 del 25/02/2005, che al paragrafo 6.2 dell'Allegato 1 tratta la gestione degli odori da impianto di compostaggio, fissando una quantità minima di ricambi d'aria all'ora e definendo alcune specifiche tecniche per i biofiltri.

La Regione Lombardia fissa nel 2012 (DGR n.IX/3018 del 15/02/2012) del livelli di accettabilità, in particolare impone che l'impatto olfattivo venga valutato in termini di esposizione come 98° percentile delle concentrazioni orarie di picco (uo/m^3) presso i recettori e che tale valore venga confrontato con:

- 1 uo/m^3 → concentrazione per la quale il 50% della popolazione percepisce l'odore;
- 3 uo/m^3 → concentrazione per la quale il 85% della popolazione percepisce l'odore;
- 5 uo/m^3 → concentrazione per la quale il 90-95% della popolazione percepisce l'odore.

3. ODORI NEGLI IMPIANTI DI COMPOSTAGGIO

L'odore che si genera dagli impianti di compostaggio è legato a fenomeni di anaerobiosi dei materiali in trattamento, che tuttavia non dovrebbero verificarsi in quanto la trasformazione del compost è di tipo aerobico.

Le cause più comuni di formazione di cattivo odore sono individuate nel:

- prolungato accumulo di materiali freschi in aree scoperte;
- presenza di zone anaerobiche per inadeguata ossigenazione;
- presenza di percolati non adeguatamente captati e raccolti;
- bassa efficienza dei sistemi di captazione dell'aria;
- scarsa efficienza dei sistemi di abbattimento delle arie esauste;
- messa in maturazione, in aree aperte, di materiali non ancora stabilizzati.

Le sostanze tipiche degli impianti di compostaggio sono: lo zolfo, l'ammoniaca e le ammine, gli acidi grassi volatili, i composti aromatici, i terpeni, l'acetone, i fenoli e il toluene.

In **Figura 1** si riporta una tabella con i composti odorosi identificati presso impianti di compostaggio negli Stati Uniti e le relative soglie di odore.



Per soglia di odore (OT₅₀) si intende la minima concentrazione di un composto odoroso che porta alla percezione dell'odore con una probabilità del 50% (soglia bassa). La soglia alta invece corrisponde alla soglia di riconoscimento (ORC₁₀₀) per la quale il composto viene avvertito con una probabilità del 100%.

Composto	Formula	Massa molecolare	Odore	Soglia di odore	
				bassa µg/m ³	alta µg/m ³
<i>Composti dello zolfo</i>					
Iidrogeno solforato	H ₂ S	34	uova marce	0.7	14
Disolfuro di carbonio	CS ₂	76	dolce, sgradevole	24.3	23000
Dimetilsolfuro	(CH ₃) ₂ S	62	cavolo marcio	25	50.8
Dimetildisolfuro	(CH ₃) ₂ S ₂	94	zolfo	0.1	346
Dimetiltrisolfuro	(CH ₃) ₂ S ₃	126	zolfo	6.2	6.2
Metilmercaptano	CH ₃ SH	48	zolfo, aglio, pungente	0.04	82
Etilmercaptano	CH ₃ CH ₂ SH	62	zolfo, terra	0.032	92
<i>Ammoniacca e composti dell'azoto</i>					
Ammoniacca	NH ₃	17	pungente	26.6	39600
Metilamina	(CH ₃)NH ₂	31	pesce, pungente	25.2	12000
Dimetilamina	(CH ₃) ₂ NH	45	pesce, amina	84.6	84.6
Trimetilamina	(CH ₃) ₃ N	59	pesce, pungente	0.8	0.8
Scatolo	C ₈ H ₉ C(CH ₃)CHNH	131	fecale, nauseante	4.0*10 ⁻⁶	268
<i>Acidi grassi volatili</i>					
Acido formico	HCOOH	46	pungente, aspro	45	37800
Acido acetico	CH ₃ COOH	60	di aceto	2500	25000
Acido propionico	CH ₃ CH ₂ COOH	74	rancido, pungente	84	64000
Acido butirrico	CH ₃ (CH ₂) ₂ COOH	88	rancido	1	9000
Acido valerianico	CH ₃ (CH ₂) ₃ COOH	102	sgradevole	2.6	2.6
Acido isovalerianico	CH ₃ CH ₂ CH(CH ₃)COOH	102	formaggio rancido	52.8	52.8
<i>Chetoni</i>					
Acetone	CH ₃ COOH ₃	58	doldastro, di menta	47500	161000
Butanone (MEK)	CH ₃ COOH ₂ CH ₃	72	doldastro, di acetone	737	147000
2-Pentanone (MPK)	CH ₃ COOH ₂ CH ₂ CH ₃	86	doldastro	28000	45000
<i>Altri composti</i>					
Benzotiozolo	C ₆ H ₄ SCHN	135	penetrante	442	2210
Acetaldeide	CH ₃ CHO	44	doldastro, di erba	0.2	4140
Fenolo	C ₆ H ₅ OH	94	medicinale	178	2240

Figura 1: composti odorosi identificati presso impianti di compostaggio negli Stati Uniti e relative soglie di odore (Williams T.O. e Miller F.C., 1992)

Come accennato in premessa i composti maleodoranti non sono necessariamente associati ad effetti tossici. Solitamente la possibile tossicità dei composti osmogeni viene resa inoffensiva dalla bassa soglia di percezione dell'odore.



In **Figura 2** si riporta una tabella di confronto tra la concentrazione limite nell'ambiente di lavoro TLV¹ e la soglia di percezione olfattiva OT; tra queste solamente alcune presentano una soglia olfattiva superiore alla concentrazione limite (sostanze evidenziate in **Figura 2**).

Composti	Sensazione odorosa	100 % Odor Threshold (*) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	TLV ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Idrogeno solforato	uova marce	1,4	14000
Dimetilsolfuro	legumi in decomposizione	258	-
Dimetildisolfuro	putridume	16	-
Metilmercaptano	cavolo marcio	70	1000
Etilmercaptano	cipolla in decomposizione	5,2	1250
Acido acetico	aceto	4980	25000
Acido propionico	rancido, pungente	123	30000
Acido butirrico	burro rancido	73	-
metilammina	pesce avariato	3867	12000
dimetilammina	pesce avariato	9800	24000
trimetilammina	pesce avariato	11226	9200
ammoniacca	pungente	38885	18000
formaldeide	paglia/fieno pungente	1247	370
acetaldeide		549	180000
acroleina	bruciato, pungente	46560	230

Fonte: G. Andrettola, V. Riganti (1997) – *Gli odori e le sostanze odorogene. In: Atti del Seminario "Il contenimento degli odori negli impianti di trattamento acque e rifiuti"*, Università di Pavia.

Figura 2: confronto tra la TLV del lavoratore e la soglia olfattiva

4. MODELLO CONCETTUALE

Le emissioni odorose associabili ad un impianto di compostaggio dipendono dal tipo di materia prima trattata, dal tipo di processo e trattamento e dal tipo di trattamento dell'aria in uscita.

Il modello concettuale su cui si basa la simulazione si sviluppa secondo i seguenti punti²:

1. Individuazione del "rischio olfattivo" dell'impianto;
2. Individuazione delle fasi osmogenicamente critiche;
3. Individuazione dei presidi adatti a contenere l'odore;

¹ TLV indica la concentrazione di un determinato composto che non produce effetti nocivi per un lavoratore ad essa esposto 8 ore al giorno, 5 giorni la settimana per 50 settimane all'anno.

² Schema tratto dalla pubblicazione di Sironi, Centola, Del Rosso, Rossi-Politecnico di Milano *"Albero delle decisioni per l'auto valutazione di impatto olfattivo di un impianto industriale"* Ecomondo 2003



4. Individuazione dei flussi osmogeni emessi dalle diverse sorgenti dell'impianto.

La modellazione ha lo scopo di restituire, non tanto la concentrazione media di odore di lungo periodo al suolo, ma bensì la serie completa delle concentrazioni orarie al suolo, poiché l'impatto di odore è espresso dal 98° percentile di concentrazione, o analogamente, dalla frequenza di superamento di una prefissata soglia di concentrazione.

4.1. RISCHIO OLFATTIVO

A ciascuna tipologia industriale può essere associato un rischio olfattivo attraverso la definizione della concentrazione di odore (uo/m^3 o ou/m^3). La tabella di **Figura 3** riporta un elenco di impianti per ciascuno dei quali è associato un livello di rischio olfattivo, inteso come la potenziale rilevanza delle emissioni di odore in atmosfera. Tali dati sono da intendersi come ordine di grandezza della concentrazione di odore misurata sperimentalmente. Nel caso specifico all'impianto di compostaggio è associata una concentrazione di odore variabile tra 10^2 e 10^3 OU_E/m^3 .

L'**unità odorimetrica** ($1\ uo/m^3$) è definita come la quantità di odorante che, dispersa in 1 metro cubo di aria, produce una concentrazione di odorante pari alla **soglia olfattiva**, la quale, a sua volta, corrisponde alla concentrazione minima percepibile dal 50% delle persone selezionate per l'analisi olfattiva.

Nel dettaglio, OU indica il numero di volte che il campione di aria odorosa deve essere diluito con aria pulita per renderlo non più percettibile dal 50% dei giudicatori.



Tipologia impiantistica	Livello di concentrazione di odore delle emissioni gassose (OU _E /m ³)
Impianto di trattamento reflui industriali	10 ³
Impianto di trattamento reflui civili	10 ³ ÷ 10 ⁵
Produzione ceramica	10 ⁴ ÷ 10 ⁵
Fonderia	10 ⁴ ÷ 10 ⁵
Produzione mangimi per animali (farine)	10 ⁴ ÷ 10 ⁵
Rendering	10 ⁶
Industria di lavorazione gomma	10 ⁴
Impianto di compostaggio	10 ² ÷ 10 ³
Discarica	10 ⁴ ÷ 10 ⁵
Ristorazione	10 ³ ÷ 10 ⁴
Industria chimica	10 ³ ÷ 10 ⁴
Impianto di trattamento fanghi	10 ³ ÷ 10 ⁴
Conceria	10 ⁴ ÷ 10 ⁶
Impianto di depurazione acque conciarie	10 ³ ÷ 10 ⁵

Figura 3: livello di concentrazione di odore a seconda della tipologia di impianto_ tabella estratta dalla pubblicazione di Sironi, Centola, Del Rosso, Rossi-Politecnico di Milano [2]

4.2. INDIVIDUAZIONE DELLE FASI OSMOGENICAMENTE CRITICHE

All'interno di un generico impianto di compostaggio si possono individuare le fasi osmogeniche di **Tabella 1**, a ciascuna delle quali viene associato un ordine di grandezza della concentrazione di odore misurata sperimentalmente per le diverse fasi:

Tabella 1: fasi osmogenicamente critiche per l'impianto di compostaggio_ tabella estratta dalla pubblicazione di Sironi, Centola, Del Rosso, Rossi-Politecnico di Milano [2]

fasi osmogeniche	Concentrazione di odore (OU _E /m ³)
Cumuli di verde	10 ³
Cumuli di fanghi	10 ² ÷10 ⁵
Cumuli di compost	10 ² ÷10 ³



Ricezione e preselezione	$10^3 \div 10^4$
Biossidazione accelerata	$10^3 \div 10^4$
Maturazione finale	$10^3 \div 10^4$
Emissione biofiltro	120÷5000
Emissione scrubber	$10^3 \div 10^4$
Emissione scrubber+deodorizzante	200÷250
Percolato	10^4

Valori di concentrazione di odore presente nell'aria per le diverse fasi di compostaggio sono riportati anche nelle linee guida ARTA³ (**Tabella 2**).

Tabella 2: concentrazione di odore (espressa in U.O.) presente nelle arie provenienti dalle fasi di un processo di compostaggio (Linee guida ARTA)

Area operativa	Concentrazione di odore (OU _E /m ³)
Ricezione	470
Pretrattamento	142
Superficie dei cumuli (prima fase di compostaggio)	2000-70000
Superficie dei cumuli (maturazione)	100-10000
Vagliatura	118
Aria in uscita dal biofiltro	<200-300

³ "Linee guida per il monitoraggio delle emissioni gassose provenienti da impianti di compostaggio e bioessiccazione" ARTA Chieti



4.3. INDIVIDUAZIONE DEI PRESIDI

I sistemi solitamente utilizzati negli impianti di compostaggio per abbattere gli odori sono:

- **Biofiltri:** letti costituiti da materiali di origine organica che favoriscono la biodegradazione delle sostanze odorose;
- **Scrubber:** struttura di lavaggio, dotata di corpi di riempimento, attraverso la quale viene fatto passare l'effluente gassoso;
- **Combustori:** le sostanze odorose vengono ossidate termicamente in ambiente ricco di ossigeno.

Nel caso specifico l'impianto sarà provvisto di un biofiltro capace di trattare le emissioni provenienti dai due capannoni di lavorazione.

Il biofiltro funzionerà dalle ore 7:00 alle ore 19:00 e tratterà:

- per 2 ore al giorno i 6 ricambi d'aria previsti in fase di lavorazione con presenza di lavoratori interni ai capannoni;
 - per 3 ore al giorno (in modo alternato) i 2 ricambi d'aria previsti in fase di assenza di lavorazione.
- Durante il fine settimana il biofiltro funzionerà in modo alterno per 4 volte al giorno.

4.4. INDIVIDUAZIONE DEI FLUSSI OSMOGENI

La modellazione di dispersione atmosferica per il calcolo dell'impatto olfattivo richiede, oltre ai dati meteorologici, il flusso di odore emesso (OU_E/s). Nel caso di sorgenti areali, prive di flusso proprio, è utile conoscere anche il flusso di odore per unità di superficie "flusso specifico" ($OU_E/m^2/s$)

Solitamente il flusso viene definito come il prodotto tra la concentrazione di odore misurata (OU_E/m^3) e la portata del flusso (m^3/s), mentre il flusso specifico corrisponde al flusso diviso per la superficie emissiva.

In **Tabella 3** si riportano dei dati indicativi (tratti dalla pubblicazione di Sironi, Centola, Del Rosso, Rossi-Politecnico di Milano ^[2]) sulle quantità di flusso prodotte dai singoli componenti di un impianto di compostaggio.

La **PORTATA DI ODORE** (OER-Odour Emission Rate⁴) è definita come il prodotto tra la concentrazione di odore (c_{od}) e la portata di aria emessa (Q_{aria}):

$$OER(OUE/s) = c_{od} \cdot Q_{aria} \quad (\text{equ.1})$$

⁴ OER per convenzione (EN 13725:2003) è espresso normalizzando la portata di aria a 20°C



Il **FLUSSO SPECIFICO** indica le unità odorimetriche emesse per unità di tempo e di superficie ($OU_E/s/m^2$) è calcolato moltiplicando la concentrazione di odore (c_{od}) per la portata di aria neutra introdotta nella cappa dinamica utilizzata per il campionamento (Q_{aria}), e successivamente dividendo per l'area di base della cappa stessa ($A_{base,WT}$):

$$SOER (OUE/s/m^2) = \frac{c_{od} \cdot Q_{aria}}{A_{base,WT}} \quad (\text{equ.2})$$

La concentrazione di odore all'uscita della cappa (c_{od}) corrisponde alla quantità di sostanza odorigena che passa dalla fase liquida alla fase gassosa per effetto della corrente di aria inviata nella cappa (convezione forzata). Tale quantità è funzione della velocità (v) dell'aria inviata sotto la cappa:

$$c_{od} (OUE/m^3) = \frac{1}{\sqrt{v}} \quad (\text{equ.3})$$

Nel caso delle sorgenti areali senza flusso indotto, la superficie attraverso cui passa l'odore coincide con la superficie della sorgente stessa.

La portata di odore (OER) può essere quindi definita come il prodotto tra il flusso specifico (SOER) e la superficie della sorgente ($A_{sorgente}$):

$$OER (OUE/s) = SOER \cdot A_{sorgente} \quad (\text{equ.4})$$

Tale portata verrà calcolata per ciascuna ora della simulazione, in funzione della velocità del vento misurata dalla centralina metereologica.

Tabella 3: flusso complessivo o specifico per diverse fasi_ tabella estratta dalla pubblicazione di Sironi, Centola, Del Rosso, Rossi-Politecnico di Milano [2]

	OER (OU_E/s)	SOER ($OU_E/s/m^2$)	Tipologia di campionamento
Emissioni al biofiltro	$10^3 \div 10^5$		CS
Emissioni scrubber	$10^4 \div 10^5$		P
Emissione scrubber+ deodorizzante	$10^3 \div 10^5$		P
Cumuli di verde		0,5÷4	FC
Cumuli di fanghi		0,1÷100	FC



Cumuli di terriccio		0,1÷70	FC
Cumuli di compost		0,3÷1	FC

P: prelievo puntuale con pompa a depressione

FC: prelievo su superficie non emittente con flux chamber e portata di aria insufflata in cappa di 0,13l/s

WT: prelievo su superficie non emittente con wind tunnel e portata di aria insufflata sotto cappa di 7,5l/s

CS: prelievo su superficie emittente con cappa statica senza invio di portata di aria neutra

5. DEFINIZIONE DELLE SORGENTI EMISSIVE

Come anticipato nel par. 4.2, le emissioni rilasciate da un impianto di compostaggio hanno diverse fonti, sintetizzate graficamente in **Figura 4**; di cui le più critiche riguardano:

- lo stadio di ricezione dei rifiuti e di miscelazione: i valori di concentrazione di odore dipendono dallo stato fermentativo e quindi dall'età del rifiuto in ingresso.
- lo stadio di biossidazione e maturazione del compost: le concentrazioni di odore dipendono dal numero e dalla frequenza dei rivoltamenti che agevolano l'ingresso di ossigeno. La scarsa aerazione e l'elevata temperatura aumentano l'odore. Per quanto riguarda la maturazione, la concentrazione di odore si riduce all'aumentare del tempo di maturazione.
- gli stadi di trattamento dell'aria attraverso presidi ambientali.

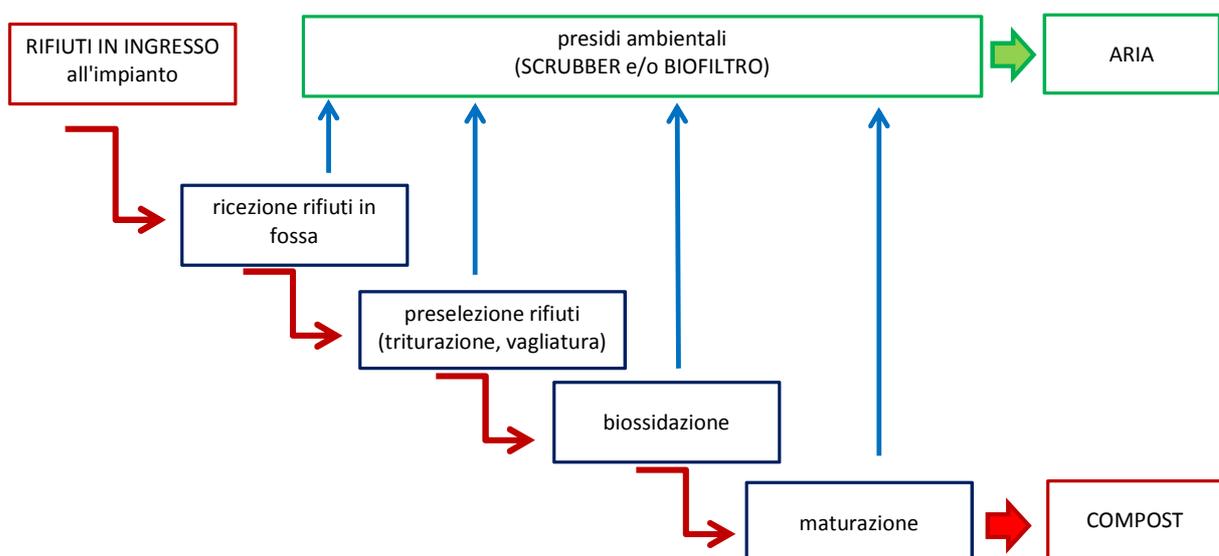


Figura 4: diagramma di flusso impianto di compostaggio



Nel caso specifico:

- i fanghi in ingresso verranno scaricati all'interno di due vasche interrato, poste a nord dei capannoni, dotate di copertura mobile ed impianto di aspirazione;
- la fase di miscelazione avverrà su una piattaforma a ridosso delle vasche, protetta da tettoia;
- la bioossidazione verrà effettuata all'interno dei due capannoni chiusi, messi sotto aspirazione con passaggio dell'aria esausta attraverso biofiltro;
- la fase di maturazione avverrà nel piazzale a nord della proprietà mediante la predisposizione di tre cumuli divisi da pannelli di tipo "Jersey" e ricoperti da telo traspirante tipo "Gore";
- il prodotto finito verrà posto nel piazzale esterno in cumuli divisi da pannelli di tipo "Jersey" e ricoperti da telo traspirante tipo "Gore".

Sulla base delle scelte progettuali previste si possono escludere le seguenti sorgenti emissive:

- emissione da vasche interrato, vista la copertura e la presenza di un sistema di aspirazione;
- emissione da bioossidazione, vista la presenza di un sistema di aspirazione;
- emissione da fase di maturazione, vista la presenza di una copertura con telo a membrana Gore-Tex; infatti da un lato, consente il passaggio in atmosfera di anidride carbonica e parte dell'acqua, dall'altro, impedisce la fuoriuscita dei composti intermedi di degradazione responsabili degli odori e il passaggio delle acque meteoriche (verifiche condotte in Germania dall'Università di Stoccarda e in Italia dall'Istituto Mario Negri di Milano confermano una buona efficienza di contenimento delle emissioni maleodoranti).

Rimangono quindi, in qualità di **SORGENTI EMISSIVE**:

- l'area di preparazione/ **MISCELAZIONE** del rifiuto;
- il cumulo di compost in fase di **MATURAZIONE**;
- il **BIOFILTRO**;

a cui si aggiungono:

- l'emissione in fase di **TRASPORTO** del materiale dalla zona di miscelazione al capannone utilizzato per la bioossidazione ("trasporto 1");
- l'emissione in fase di **TRASPORTO** del materiale dalla zona di bioossidazione alla zona di maturazione ("trasporto 2");

Tali sorgenti emissive vengono simulate nel modello attraverso due tipologie:



- **SORGENTI AREALI DIFFUSE (NON CONVOGLIATE):** trasporto del materiale nel piazzale mediante pala gommata, area di miscelazione e area di maturazione;
- **SORGENTI AREALI DI TIPO CONVOGLIATO:** biofiltro⁵.

5.1. VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI

Secondo le linee guida della Regione Lombardia nella simulazione devono essere considerate tutte le emissioni dell'impianto per le quali la portata di odore sia maggiore di 500 OUE/s.

Nel caso specifico, trattandosi di un nuovo impianto, sono state assunte quale emissioni d'input quelle reperite nel documento APAT "Metodi di misura delle emissioni olfattive" (manuali e linee guida 19/2003) per un caso analogo sito a Vigonza in provincia di Padova. L'impianto tratta il compostaggio da fanghi originati dalla depurazione delle acque reflue urbane miscelati a residui lignocellulosici provenienti dalla maturazione del verde e dalle lavorazioni agricole ed industriali.

Per tale impianto sono state definite le concentrazioni di odore (uo/m³) attraverso cappa dinamica per il cumulo di triturato (fase di miscelazione) e per il cumulo in maturazione (Figura 5).

Tabella 5.17: Campioni prelevati con cappa dinamica nell'impianto di Padova

Campione	Punti di emissione	Q aria neutra m ³ /h	Conc. di odore O.U./m ³	Odore nel tempo ¹ O.U./h	Flusso di odore ² O.U./m ³ h
1	cumulo di verde (sfalci)	0,378	4.896	1.851	9.442
2	cumulo di triturato (sfalci+mercatali)	0,378	6.924	2.617	13.353
3	cumulo in maturazione (da 15 giorni)	0,378	2.520	953	4.860
12	cumulo di materiale finito	0,378	1.224	463	2.361

Note:
¹ calcolate moltiplicando la concentrazione di odore per la portata Q di aria neutra indotta nella ux chamber.
² calcolate riferendo le O.U./h alla super cie ricoperta dalla ux chamber (avente raggio pari a 0,25 metri).

Figura 5: risultati campionamento con cappa dinamica presso impianto di compostaggio di Vigonza (pag. 124 documento APAT Metodi di misura delle emissioni olfattive" ,manuali e linee guida 19/2003)

⁵ Ai fini della determinazione dell'innalzamento del pennacchio, la velocità di efflusso calcolata sulla base della superficie del biofiltro (28.8mq), è di circa 0.1m/s e quindi trascurabile



L'acquisizione di tali dati ha permesso di definire la portata di odore in funzione del vento da applicare alle sorgenti diffuse areali non convogliate considerate.

In particolare, attraverso la formula proposta dalle linee guida della Regione Lombardia:

$$OER_s = OER_R \cdot \sqrt{\frac{v_s}{v_R}}$$

Dove:

- OER_s (OU/s) è la portata di odore alla velocità dell'aria v_s
- OER_R (OU/s) è la portata di odore alla velocità di riferimento v_R (conosciuta durante il campionamento)
- v_R (m/s) è la velocità dell'aria nella camera di ventilazione durante il campionamento olfattometrico
- v_s (m/s) è la velocità dell'aria vicino alla superficie emissiva (indicativamente ad una quota pari alla metà dell'altezza della camera di ventilazione); tale velocità è stata definita riferendo la velocità oraria letta alla quota dell'anemometro (10m) a metà dell'altezza dei cumuli dell'impianto di Vigonza (2m).

Tale trasposizione è stata effettuata attraverso la seguente relazione empirica (S.R. Hanna et al., 1982):

$$\frac{U_{airZ1}}{U_{airZ2}} = \left(\frac{Z1}{Z2}\right)^p$$

Dove: U_{airZ1} è la velocità del vento alla quota da considerare (2m);

U_{airZ2} è la velocità del vento alla quota dell'anemometro (10m);

$Z1$ (m) è la quota da considerare e $Z2$ (m) è la quota dell'anemometro;

p è un coefficiente funzione della classe di stabilità atmosferica, in base a quanto estratto dal software CALMET la classe di stabilità più frequente è la A, a cui per un terreno rurale corrisponde un valore di p pari a 0.07

Poiché la velocità del vento è variabile in modo orario, le portate di odore, o meglio le portate specifiche di odore (OU/m²/s) sono state definite per ciascuna ora dell'anno considerata e tra queste è stata scelta, come input del modello, quella corrispondente al 98° percentile.

In **Tabella 5** sono riportate le emissioni considerate OER a seconda della sorgente emissiva scelta.

Tali valori derivano dal flusso di odore specifico (OU/s/m²) moltiplicato per l'estensione della sorgente, riassunta in **Tabella 4**.

Nel dettaglio:



- la superficie emissiva relativa al trasporto di materiale si riferisce alla superficie della benna (cautelativamente estesa a 2,4m di lunghezza per 1,0m di larghezza), posta a 1m dal suolo.
- la superficie emissiva relativa all'area di miscelazione corrisponde alla superficie della vasca di contenimento del materiale (carro trito-miscelatore di diametro 2,8m e alto 3m), e l'altezza corrisponde al bordo superiore del carro pari a 3m dal suolo.
- la superficie emissiva relativa all'area di maturazione corrisponde alla porzione di cumulo che viene scoperta al momento dello scarico / carico da benna e quindi al solo fronte, rappresentato in marrone in **Figura 6**. La superficie stimata è quindi di circa 20mq e l'altezza dal suolo corrisponde a metà altezza del cumulo scoperto (1,5m).
- la superficie emissiva relativa al biofiltro corrisponde all'area della sezione di sbocco pari a 28.8mq, mentre l'altezza corrisponde alla quota del colmo della struttura di contenimento del letto biofiltrante pari a 1,5m dal suolo.

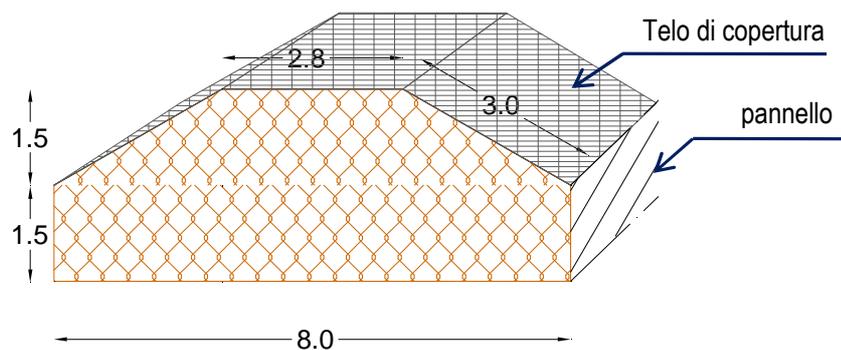


Figura 6:

La **Tabella 4** riporta anche la durata ipotizzata per l'emissione infatti, mentre il biofiltro lavora 365 giorni l'anno, l'emissione nell'area di miscelazione e maturazione corrisponde alle sole ore lavorative (1 ora al giorno per 261 giorni l'anno).

Anche il trasporto attraverso pala gommata avverrà solamente per un'ora al giorno nei soli giorni lavorativi.

Le singole ore di lavoro sono state concentrate la mattina: la miscelazione dalle ore 8:00 alle 9:00, il trasporto 1 dalle 9:00 alle 10:00, il trasporto 2 dalle 10:00 alle 11:00 e lo scoperchiamento del cumulo di maturazione dalle 11:00 alle 12:00.



Tabella 4: caratteristiche delle sorgenti emissive

SORGENTI AREALI EMISSIVE	Durata emissione (h/d)	Durata emissione (d/a)	sup. emissiva (m ²)	v (m/s)	Qair (m ³ /h)	Altezza da suolo (m s.l.s.)
Trasporto 1	1	261	2.4	variabile	-	1.0
Trasporto 2	1	261	2.4	variabile	-	1.0
area miscelazione	1	261	6.16	variabile	-	3.0
area maturazione	1	261	38	variabile	-	1.5
Biofiltro con lavoratori	2	261	80	0.12	9600	1.5
Biofiltro senza lavoratori	10/ 12 (*)	261 /104 (*)	80	0.04	3200	1.5

(*) 10 volte nei giorni lavorativi e 12 volte nei giorni non lavorativi

Per quanto riguarda il **biofiltro**, trattandosi di una sorgente areale convogliata, la portata di odore si ricava direttamente dalla portata volumetrica in uscita e dalla concentrazione di odore in uscita. Come concentrazione di odore è stata scelta cautelativamente la massima ammissibile dalla normativa austriaca e dalla Regione Lombardia, pari a 300 OU/m³.

Come precisato al par. 4.3, la portata d'aria in uscita dal biofiltro varia a seconda della presenza o meno di lavoratori all'interno del capannone: 9600 m³/h in presenza di operatori, 3200 m³/h in assenza di personale. Mentre la presenza dei lavoratori è stata assunta pari a 2 ore al giorno, dalle ore 10.00 alle ore 12:00, cautelativamente l'emissione in assenza di lavoratori è stata estesa a 10 ore al giorno durante i giorni lavorativi e a 12 ore al giorno durante il sabato e la domenica (dalle ore 7:00 alle ore 19:00).

Più precisamente, quindi, la portata di odore associata al biofiltro è di **267 uo/s** in assenza di lavoratori e di **800 uo/s** in presenza di lavoratori.

Tabella 5: valutazione delle emissioni variabili nel tempo

	Uair (Z2) (m/s)	Uair (Z1) (m/s)	Trasporto 1		Trasporto 2		Miscelazione		Maturazione	
			SOER (uo/m ² /s)	OER (uo/s)	SOER (uo/m ² /s)	OER (uo/s)	SOER (uo/m ² /s)	OER (uo/s)	SOER (uo/m ² /s)	OER (uo/s)
massimo	10.1	9.0	486.2	1166.9	180.59	433.4	486.2	2993.9	180.6	3611.9
minimo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
media	1.7	1.5	186.8	448.3	69.38	166.5	186.8	1150.2	69.4	1387.7
dev.standard	1.30	1.16	70.56	169.3	26.21	62.9	70.56	434.5	26.21	524.1
mediana	1.30	1.16	174.44	418.7	64.79	155.5	174.44	1074.1	64.79	1295.8
95°percentile	4.4	3.93	320.92	770.2	119.20	286.1	320.92	1976.1	119.20	2384.0
98°percentile	5.5	4.91	358.80	861.1	133.27	319.8	358.80	2209.3	133.27	2665.4



6. SISTEMA DI MODELLAZIONE CALPUFF

Il presente studio è stato effettuato mediante l'utilizzo del sistema CALPUFF⁶, citato all'interno delle Linee guida sui modelli di qualità dell'aria dell'U.S. EPA come preferibile per la valutazione del trasporto a lungo raggio degli inquinanti e dei loro impatti e per applicazioni caratterizzate da condizioni meteorologiche complesse e calme di vento.

L'interfaccia grafico, invece, è il CalWin della Maind s.r.l..

CALPUFF utilizza un modello non stazionario gaussiano, in cui l'emissione di inquinante da parte della sorgente può essere vista come l'emissione in successione di una sequenza di piccoli "sbuffi" di gas (*"puff"*), ciascuno indipendente dall'altro.

Quindi, ogni *"puff"* emesso si muove nel campo tridimensionale di vento secondo una specifica traiettoria in base alle condizioni meteorologiche e alle turbolenze presenti.

Il sistema CALPUFF, e di conseguenza il software Calwin, racchiude al suo interno 3 componenti da svilupparsi in sequenza:

1. CALMET pre-processore meteorologico di tipo diagnostico, il quale riproduce i campi tridimensionali di vento e temperatura unitamente a campi bidimensionali della turbolenza atmosferica;
2. CALPUFF, modello di dispersione gaussiana a puff, in grado di simulare il trasporto, la dispersione, la trasformazione e la deposizione degli inquinanti, in condizioni meteorologiche variabili nel tempo;
3. CALPOST, post-processore per l'analisi dei dati di output forniti da CALPUFF. Maind s.r.l. fornisce nel pacchetto Calwin anche un post-processore per i dati meteo PRTMET.

Il sistema CALPUFF può operare con scale spaziali molto diverse (da pochi a centinaia di Km), sia per applicazioni di tipo short-term (qualche giorno) che long-term (un anno).

I modelli a "puff" ipotizzano la dispersione di "nuvolette" di inquinante a concentrazione nota e di forma assegnata (gaussiana o "slug"); l'emissione viene quindi discretizzata in una serie di singoli puff, ognuno dei quali viene trasportato all'interno del dominio di calcolo per un certo intervallo di tempo ad opera del campo di vento in corrispondenza del baricentro del puff in un determinato istante.

La concentrazione totale ad un certo istante viene calcolata sommando i contributi di ogni singolo puff.

⁶ sviluppato da ASG (Atmospheric Studies Group) della Earth Tech Inc. per conto del California Air Resources Board (CARB) e del U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA)

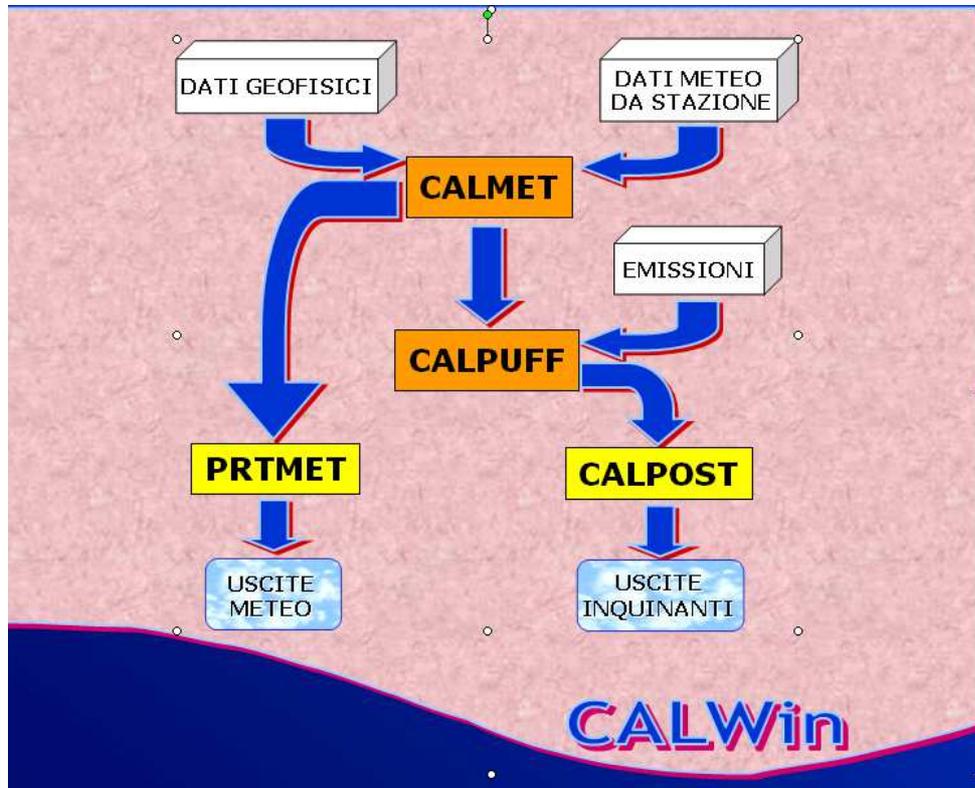


Figura 7: schema di funzionamento del software Calwin distribuito da Maind s.r.l.

7. MODELLAZIONE METEOROLOGICA

7.1. CARATTERIZZAZIONE METEOROLOGICA

Per la ricostruzione del campo tridimensionale del vento, il modello CALMET richiede in input le seguenti due tipologie di parametri:

- parametri atmosferici “di superficie” con cadenza oraria;
- parametri atmosferici misurati “in quota” (profilometrie) mediante radiosondaggi con cadenza massima di 12 ore.

Come stazione di riferimento a terra è stata utilizzata la stazione ARPAV di Mogliano Veneto, ad eccezione della pressione atmosferica che è stata estrapolata utilizzando i dati reperiti presso la stazione ARPAV di Cavallino Treporti.



Come stazione profilometrica, invece, ARPAV ha fornito una “stazione virtuale” ubicata in prossimità del sito ed estrapolata da CALMET sulla base dei dati riferiti all’unica stazione disponibile nel Nord-Est d’Italia:

- Udine Campoformido profilo 16044__ [46° 1'48.00"N - 13°10'48.00"E]

Il processo descritto (“*downscaling meteo*”) ha permesso quindi di estrarre dall’output meteo prodotto da CALMET le serie temporali orarie profilometriche per un assegnato nodo della griglia, che nel caso specifico coincide con un punto posto immediatamente a nord della proprietà [UTM fuso 32: 748674.360E- 5056044.408 N].

7.1.1.PARAMETRI DI INPUT

I parametri atmosferici richiesti per il file di superficie (surf.data) sono:

- VV: Velocità del vento (m/s) a 10m di altezza dal suolo;
- DV: Direzione del vento a 10m di altezza dal suolo (deg);
- T: Temperatura dell’aria (°C) a 2m di altezza dal suolo;
- P: Pressione (mb);
- UmR: Umidità relativa (%).

Non si dispone invece dell’ indice di copertura nuvolosa (CCOV) e dell’ altezza della base del primo strato nuvoloso (HNUBI).

I parametri atmosferici richiesti per il file “in quota” (UPn.dat), relativo alla stazione profilometrica, sono:

- altezza di misura in cielo (m)
- VV: Velocità del vento (m/s);
- DV: Direzione del vento (deg);
- T: Temperatura dell’aria (°C);
- P: Pressione (mb);

Poiché le Linee Guida Lombardia suggeriscono di trascurare la deposizione umida, in quanto non provoca effetti sensibili sulla rimozione degli inquinanti odorigeni, non sono state considerate le precipitazioni meteoriche (precip.dat).



7.1.2. MODELLAZIONE METEOROLOGICA

La modellazione meteorologica viene applicata all'interno del PBL (strato limite planetario), inteso come la porzione di Troposfera a diretto contatto con la superficie terrestre prevalentemente interessata dall'Inquinamento Atmosferico.

All'interno del PBL i più importanti fattori meteorologici che interessano i fenomeni di inquinamento atmosferico sono (Zanetti, 1990):

- la stabilità atmosferica, che è un indicatore della turbolenza atmosferica e descrive l'equilibrio in cui la singola particella d'aria si trova:
 - *stabile* se essa tende a tornare nel punto di partenza;
 - *instabile* se tende ad allontanarsi dal suo punto di equilibrio;
 - *neutro* se terminata la causa perturbante la particella trova un nuovo punto di equilibrio.
- le inversioni termiche che determinano l'altezza del PBL, il quale può superare i 1000m;
- la direzione e velocità del vento, modificate dalle forze d'attrito del terreno e da effetti meteorologici locali;
- la quota sul livello del mare;
- i movimenti atmosferici verticali dovuti a sistemi orografici.

7.1.3. DOMINIO DI SIMULAZIONE

Il dominio di simulazione del modello meteorologico è rappresentato in **Figura 8**, come un rettangolo le cui coordinate UTM 32T WGS84 dell'angolo Sud-Ovest sono:

X: 737770 m

Y: 5042070 m



Figura 8: dominio meteorologico di calcolo, in basso a sinistra l'origine e a destra la stazione metereologica di Mogliano Veneto

Il dominio è stato suddiviso in una griglia di calcolo 28 righe per 22 colonne con passo di 1000 m.

Il periodo di simulazione va dal 01/01/2013 al 31/12/2013.

7.2. USO DEL SUOLO E MORFOLOGIA

La zona di studio è inserita nella media-bassa pianura veneta, caratterizzata da un'orografia semplice con una quota media del piano campagna di circa 11.0m s.l.m..

A ciascuna cella del dominio (file geo.dat) è stata associata una quota ed una categoria di uso del suolo secondo la classificazione "Corine LandUse". Nel caso specifico, la cella a cui appartiene l'impianto è di tipo seminativo.

7.3. COSTRUZIONE DEL CAMPO DI VENTO

La simulazione meteorologica si riferisce all'anno 2013.

Sulla base della serie completa di dati riferita alla "stazione di Mogliano Veneto", il modello meteorologico CALMET ha restituito un campo di vento attraverso valori puntuali (per ogni cella di calcolo) di velocità del vento



(m/s), direzione del vento (deg), umidità (%) e pressione (mbar) per ciascuno dei 12 livelli di atmosfera considerati (dal livello del suolo a 2500 m s.l.s).

L'anno 2013 presenta i valori caratteristici meteorologici di **Tabella 6**.

Tabella 6: parametri medi dell'anno 2013

parametro	minimo	massimo	valore medio annuo
temperatura (°C)	-4.1	36.4	13.9
umidità relativa (%)	21	100	78.7
pressione (mbar)	988.3	1036.6	1014.6
velocità del vento (m/s)	0.00	10.10	1.70

Per quanto riguarda la direzione prevalente del vento, secondo quanto rilevato dalla stazione dell'aeroporto Canova di Quinto di Treviso (**Figura 9**) considerando una media di 13 anni, **il territorio è caratterizzato da venti deboli** provenienti prevalentemente dai quadranti settentrionali, con una maggiore frequenza da N-E.

Secondo un rapporto di ARPAV⁷ le classi instabili si trovano spesso associate a venti deboli dal quadrante sud/orientale (S-E con velocità <2 m/s) e a venti da E-N-E con velocità più sostenuta (ma raramente oltre i 5 m/s).

Dai dati simulati per l'anno 2013, elaborati nella ricostruzione della frequenza di **Figura 10**, si può confermare **la direzione prevalente da Nord-Est** in corrispondenza di tutte e quattro le stagioni dell'anno considerato.

A completamento delle elaborazioni eseguite è opportuno precisare che per "inverno" si intendono i mesi dicembre, gennaio e febbraio, che però corrispondono ad i mesi registrati nel medesimo anno di rilevamento (2013) e quindi non consecutivi.

⁷ *Analisi campo vento stazioni a 10m_Piano regionale di tutela e risanamento dell'atmosfera_ ARPAV Centro meteorologico di Teolo_ stazione di Castelfranco Veneto*



Mese dell'anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Maggio	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	1-12
Dominante Direzione del vento	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↖	↗	↗	↗	↗
Probabilità del vento >= 4 Beaufort (%)	3	5	6	4	3	2	3	2	2	2	3	3	3
Media Velocità del vento (kts)	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4
Temperatura dell'aria media (°C)	5	7	12	16	21	26	27	26	21	15	12	6	16

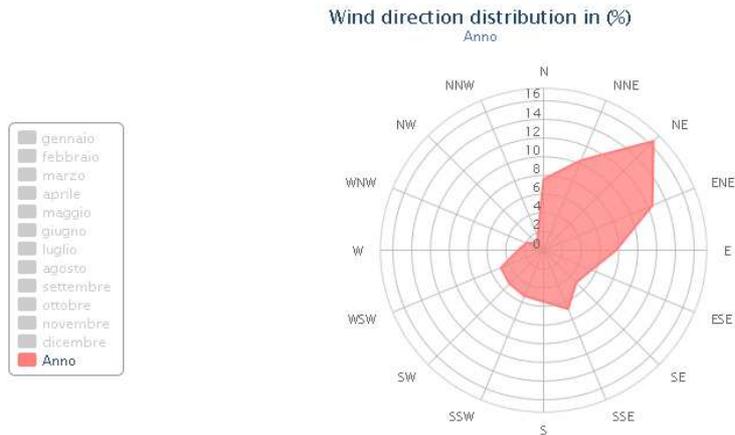
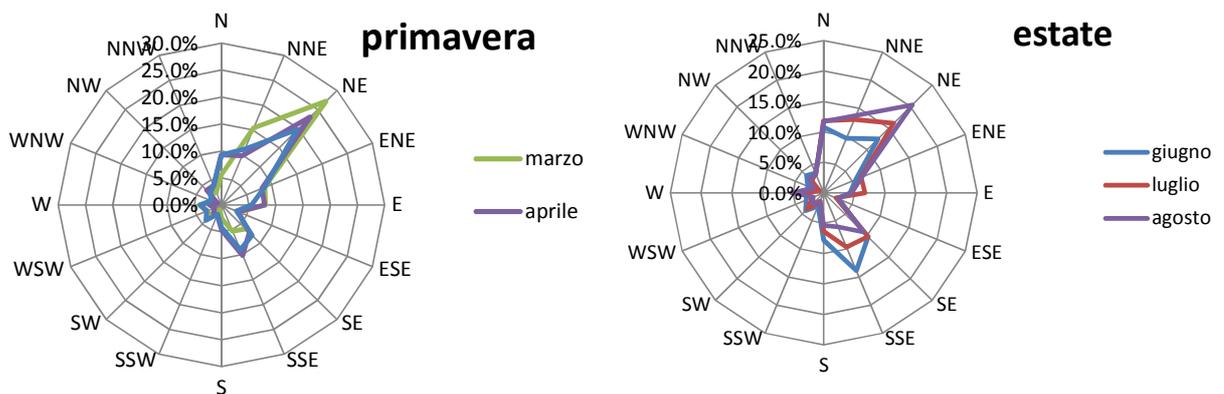


Figura 9: Rosa dei venti per la stazione di Treviso (aeroporto Canova)_ direzione prevalente annua basata su osservazioni prese fra 01/2002 - 01/2015 giornalmente dalle 7 alle 19 orario locale
(<http://www.windfinder.com/windstatistics/treviso>).



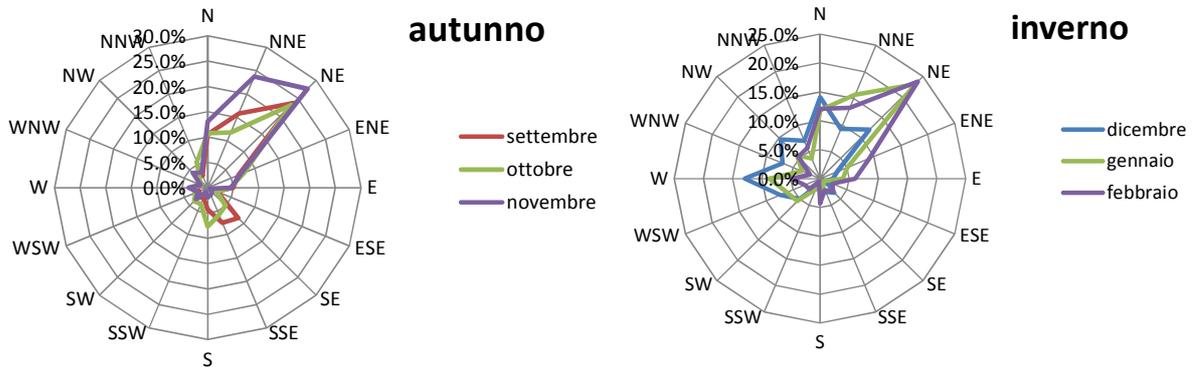


Figura 10: ricostruzione della frequenza della direzione del vento nelle stagioni dell'anno 2013

In base alla ricostruzione del software la classe di stabilità atmosferica prevalente nel corso dell'anno 2013 è la classe A "atmosfera instabile" (classificazione secondo Pasquill-Gifford-Turner), il cui comportamento turbolento è rappresentato in Figura 11.

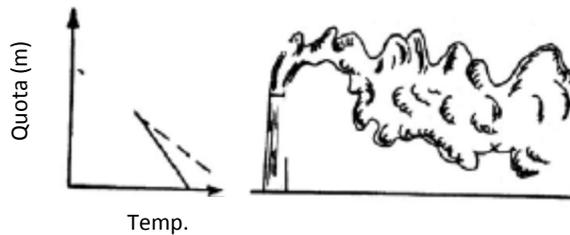


Figura 11: turbolenza atmosferica per una classe di stabilità A

Per descrivere i moti turbolenti CALMET restituisce alcune "variabili di scala":

- *Altezza di rimescolamento* MH: altezza dello strato caratterizzato da interfaccia tra strati d'aria con stabilità diversa;
- *Velocità di attrito* u^* dà indicazioni sull'entità della turbolenza generata da fattori meccanici (intensificazione del vento con la quota) vicino alla superficie;
- *Lunghezza di Monin-Obukhov* L^* : corrisponde al rapporto tra l'intensità della turbolenza prodotta da fattori meccanici e quella di origine convettiva (termiche); assume valore negativo di giorno e positivo di notte;
- *Velocità convettiva di scala* w^* : dà un'indicazione sulle velocità verticali che sono generati dai moti convettivi del PBL; risulta tanto più grande quanto maggiori sono l'altezza di rimescolamento e i flussi di calore dalla superficie



8. MODELLAZIONE DI DIFFUSIONE IN ATMOSFERA

8.1. SORGENTI EMISSIVE

Per inserire le sorgenti areali di emissione nel software è necessario schematizzarle in rettangoli dei quali si attribuiscono le coordinate dei vertici come coordinate UTM fuso 32.

La sorgente corrispondente all'area di miscelazione ha forma circolare, tuttavia per poterla inserire nel software si è preferito assimilarla ad un quadrato di lato 2.8m. Anche la superficie rappresentativa del fronte del cumulo in maturazione, che nella realtà ha forma trapezoidale, è stata inserita come un rettangolo di superficie equivalente. Per quanto riguarda l'ubicazione a favore di cautela si è scelto di porre tutte le sorgenti prossime tra loro, come da Figura 12.

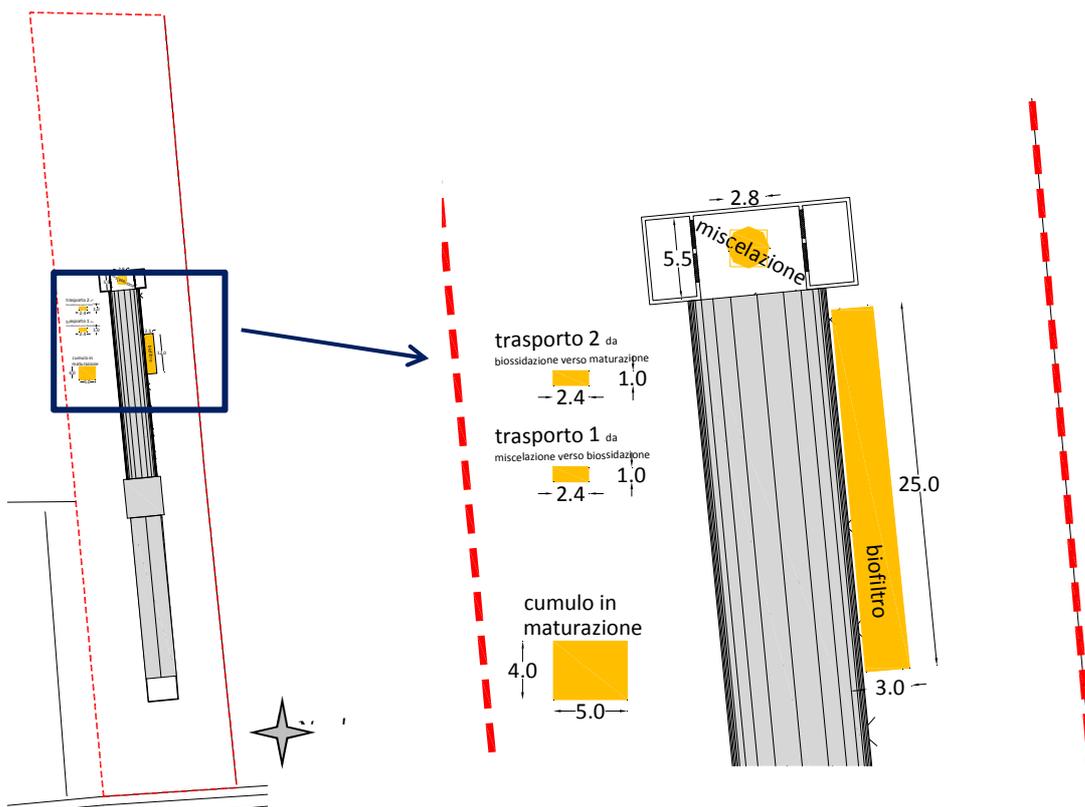


Figura 12: ubicazione delle sorgenti emissive

Alla sostanza "odore" sono stati attribuiti i parametri fisico-chimici riportati nel database del software Calwin.



Specie	Diffusività (cm ² /s)	Alpha star	Reattività	Resistenza mesofila (s/cm)	Coefficiente della Legge di Henry
ODORE	0.1509	1.00	8.0	0.0	0.04

Figura 13: parametri chimico fisici associati dal software alla sostanza “odore”

8.2. POTENZIALI RECETTORI

L'impianto sarà inserito in un contesto paesaggistico prettamente agricolo, tuttavia sono presenti alcune singole abitazioni, di cui la più vicina si trova circa 100m ad ovest del confine di proprietà (Figura 14).

La scelta dei recettori sensibili è stata fatta individuando in modo radiale rispetto all'impianto le abitazioni più prossime. In tal modo sono stati identificati gli 8 punti di Figura 14.

Il primo vero e proprio centro abitato corrisponde alla cittadina di Zero Branco che si trova circa 1,5km ad ovest dell'impianto.

In Tabella 7 si riportano le coordinate UTM fuso 32 dei recettori scelti.

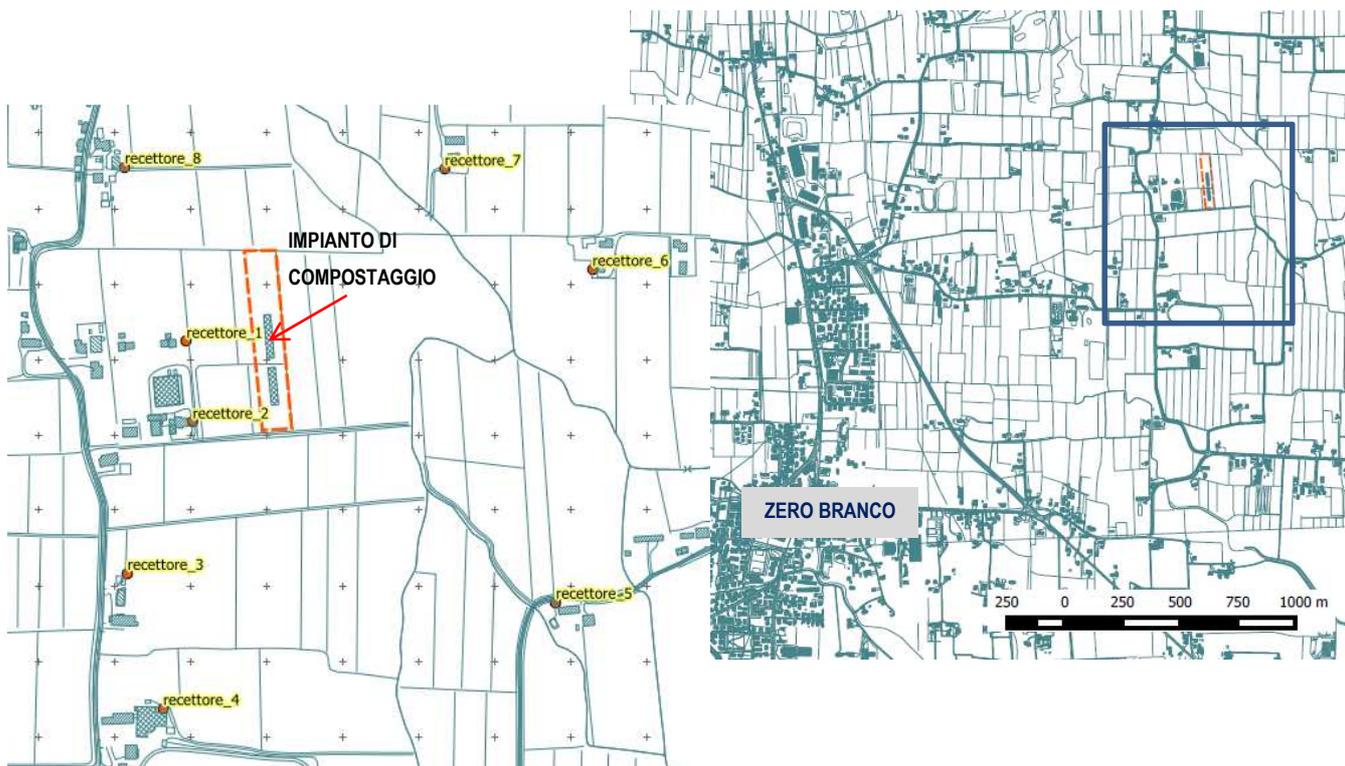


Figura 14: ubicazione dei recettori



Tabella 7: posizione georeferenziata dei potenziali recettori

recettore	UTM Est (m)	UTM Nord (m)	distanza dal perimetro della discarica (m)
Recettore 1	748565.22	5055994.30	~ 100
Recettore 2	748573.21	5055887.35	~100
Recettore 3	748487.56	5055686.76	~ 250
Recettore 4	748534.60	5055507.46	~ 400
Recettore 5	749051.18	5055648.59	~ 400
Recettore 6	749099.11	5056089.72	~ 400
Recettore 7	748904.73	5056222.86	~ 250
Recettore 8	748484.01	5056225.52	~ 180

Tutti i recettori sono stati posti ad una quota di 2.0 m rispetto al piano campagna.

Oltre ad i recettori discreti, il software permette di calcolare le concentrazioni di odore (uo/m^3) per ciascun nodo del grigliato di calcolo scelto. Vista la presenza di abitazioni prossime al confine di proprietà, si è scelto di ridurre il grigliato di calcolo ad un passo di 100m (crocette in **Figura 14**)

8.3. RISULTATI DELLA SIMULAZIONE IN ATMOSFERA

Nell'applicazione dei modelli di simulazione è necessario prestare particolare attenzione alle operazioni di postelaborazione dei risultati calcolati.

In particolare le concentrazioni orarie calcolate in ogni punto di griglia e in ogni ora di elaborazione devono essere moltiplicate per un valore di picco "PEAK TO MEAN RATIO" per valutare la differenza esistente tra la percezione dell'odore e il risultato di un calcolo che è tipicamente effettuato su base oraria.

Infatti, il naso umano mediamente permette di percepire gli odori con un solo respiro (in media 3,6 secondi) e quindi è necessario dedurre dalla concentrazione media oraria la concentrazione oraria di picco intesa come la concentrazione che in un'ora è oltrepassata con probabilità 0,1%, cioè per più di 3,6 secondi.

Per fare ciò in bibliografia sono disponibili dei coefficienti "PEAK TO MEAN RATIO" da moltiplicare per il valore medio orario; secondo le *"Linee guida per la caratterizzazione, l'analisi e l'autorizzazione delle emissioni gassose in atmosfera delle attività ad impatto odorigeno"* della Regione Lombardia, tale valore corrisponde a 2.3.



Definita la **concentrazione di picco oraria** i criteri di valutazioni proposti dalle Linee Guida della Regione Lombardia propongono di valutare i valori di concentrazione orarie di picco di odore al 98° percentile su base annuale ed individuare le seguenti isoplete di concentrazione di odore:

- 1 uo/m³ → concentrazione per la quale il 50% della popolazione percepisce l'odore;
- 3 uo/m³ → concentrazione per la quale il 85% della popolazione percepisce l'odore;
- 5 uo/m³ → concentrazione per la quale il 90-95% della popolazione percepisce l'odore.

Questo significa che se presso un dato recettore il 98° percentile delle concentrazioni orarie è di 1uo/m³, la concentrazione di picco di odore simulata nell'aria al suolo è inferiore a 1uo/m³ per il 98% delle ore dell'anno considerato, quindi il 50% della popolazione non può percepire l'odore emesso dalle sorgenti in esame per più del 2% delle ore su base annua.

La **Tabella 8** riporta la concentrazione di odore espressa al 98° percentile per tutti i recettori discreti scelti. In base a tale tabella, quelli più sensibili al nuovo impianto risultano essere i più prossimi (recettore 1 e recettore 2) posti immediatamente ad ovest del confine di proprietà. Risultano, comunque, tutti valori inferiori al limite di soglia di 1 uo/m³.

Si ricorda che le concentrazioni di odore relative ai recettori discreti si riferiscono ad una quota di 2 m rispetto al suolo.

Tabella 8: Concentrazione di Odore di picco orario al 98° percentile per i recettori discreti

recettore	UTM Est (m)	UTM Nord (m)	Conc. Odore di picco al 98° percentile (u.o./m ³)
Recettore 1	748565.22	5055994.30	0.39
Recettore 2	748573.21	5055887.35	0.71
Recettore 3	748487.56	5055686.76	0.11
Recettore 4	748534.60	5055507.46	0.06
Recettore 5	749051.18	5055648.59	0.02
Recettore 6	749099.11	5056089.72	0.03
Recettore 7	748904.73	5056222.86	0.04
Recettore 8	748484.01	5056225.52	0.07



In **Figura 15** si riporta una mappa con lo sviluppo delle isoconcentrazioni relative sempre al 98° percentile su base annua. Dall'andamento ricostruito mediante un'interpolazione di tipo Kriging, con il software Surfer, sulle concentrazioni rilevate in ogni nodo della griglia, si ottiene un plume di odore che si sposta verso sud-ovest, concentrandosi maggiormente in aree agricole immediatamente oltre il confine di proprietà ad ovest.

Sempre in **Figura 15** è evidenziata l'isolinea di riferimento 1 uo/m^3 corrispondente alla **soglia di percezione, al di sotto della quale si trovano tutti i recettori indicati.**

Le concentrazioni di odore estrapolate dal software per ogni nodo della griglia si riferiscono alla quota del suolo.

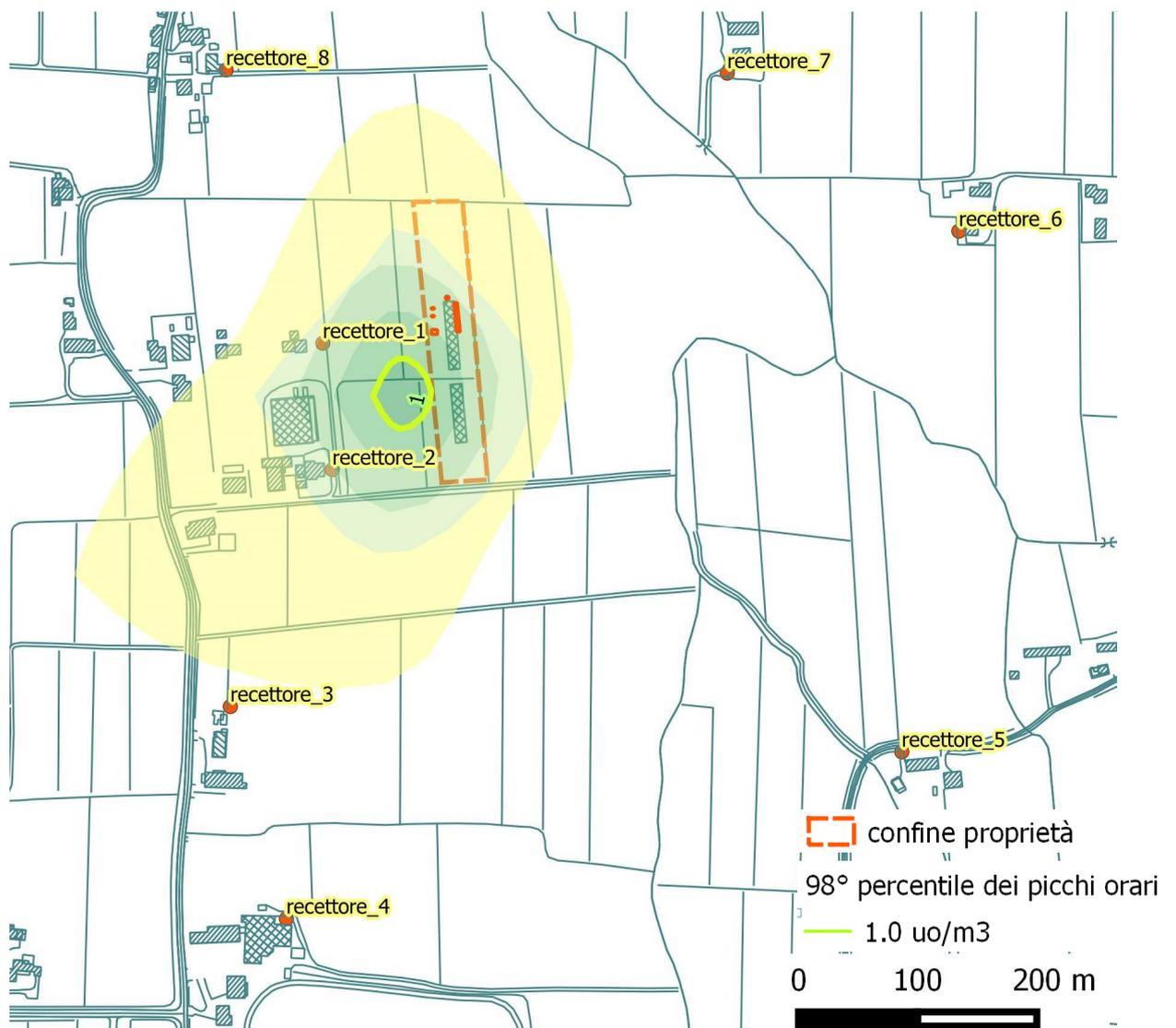


Figura 15: diffusione delle sostanze odorigene al 98° percentile su base annua (isolinee 0.2 uo/m^3)

