



INSTALLAZIONE DI UN NUOVO FUSORE DELLO ZOLFO PRESSO LO STABILIMENTO DI MIRA (VE)

*Integrazioni allo Studio Preliminare Ambientale
in risposta alla Nota PG2021-45870 del 03.09.2021*

Ottobre 2021

ALLEGATO 2 – ADDENDUM 2.1 MODELLISTICA DELLA DISPERSIONE LOD SRL - SETTEMBRE 2021



Laboratorio Olfattometria Dinamica

Relazione tecnica e risultati per:
Marchi Industriale S.p.A.

MODELLISTICA DELLA DISPERSIONE



LOD-RT-863/21

Lod Srl
Via Sondrio, 2
33100 Udine_Italy
www.gruppoluci.it

t +39 0432 1715695
f +39 0432 1715683
lod@gruppoluci.it

C.F. e P.I. 02499080303_Nr. Iscr. Reg. Imp. Udine 02499080303 Cap. Soc. € 80.000,00 i.v.
Soggetta a direzione e coordinamento di Labiotest Srl



 <p style="text-align: center;">LOD SRL Spin – off universitario</p> 	
<p>LOD Laboratorio Olfattometria Dinamica</p>	
<p style="text-align: right;"><i>DOC. N° RT-863/21</i> <i>LOD. Rev.00</i> <i>Data: 30 settembre 2021</i></p>	
CLIENTE	Marchi Industriale S.p.A.
OGGETTO	Valutazione numerica della dispersione odori
IMPIANTO	Industria chimica Stabilimento di Marano Veneziano, Mira (VE)

IL RESPONSABILE TECNICO
Ing. Silvia Rivilli



Premessa

Nel presente rapporto tecnico si riportano i risultati dello studio della dispersione in atmosfera e della ricaduta al suolo delle emissioni odorigene relative allo stabilimento produttivo di Marchi Industriale S.p.A. sito a Mira (VE), in via Miranese n.72, corredati da una descrizione approfondita dei materiali e dei metodi utilizzati.

Lo stabilimento in questione è titolare di Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA), rilasciata dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (**U. prot. DVA_DEC – 2011 – 0000229 del 03/05/2011**).

Il presente studio nasce per rispondere alle richieste di integrazioni della Città metropolitana di Venezia, in seguito all’istanza di verifica di assoggettabilità a valutazione d’impatto ambientale presentata dalla società Marchi Industriale S.p.A. ai sensi dell’art.19 D.Lgs 152/2006 e Ss. Mm. Il per l’installazione di un nuovo forno fusore dello zolfo. In particolare *“si rileva che non è stata effettuata una nuova simulazione delle ricadute degli odori ai recettori rispetto alla configurazione emissiva futura”*.

Seppur a livello nazionale non esistano al giorno d’oggi limiti per le emissioni odorigene, quantificare la concentrazione di odore emessa è di fondamentale importanza per un impianto al fine di conoscere l’impatto olfattivo che lo stesso provoca sul territorio circostante.

Indice

1	Introduzione.....	5
2	Individuazione dello scenario e descrizione della metodologia numerica	6
2.1	Introduzione	6
2.2	Definizione dello scenario	7
2.3	Elaborazione dei risultati	7
3	Dati di input del modello.....	9
3.1	Dati meteorologici	9
3.1.1	<i>Analisi preliminare dei dati meteorologici e anemometrici</i>	11
3.2	Esame dei dati cartografici e dell’uso del suolo	14
3.2.1	<i>Recettori sensibili</i>	16
3.3	Settaggio modellistico	19
3.4	Sorgenti emmissive	19
4	Risultati	22
5	Conclusioni.....	25
6	Bibliografia	27
	Allegato 1: Calcolo del 98° percentile	28
	Allegato 2: Descrizione del modello di dispersione CALPUFF	29
	<i>CALMET: Pre-processore meteorologico</i>	29
	<i>Caratteristiche del puff e concentrazioni al suolo</i>	30
	Allegato 3: Informazioni come da Allegato A.1 Tabella 1 delle “Indicazioni tecnico operative per attuare misure per la prevenzione e la limitazione delle emissioni odorigene da attività produttive” di ARPAV.....	33

1 Introduzione

Nel presente rapporto tecnico si riportano i risultati dello studio della dispersione in atmosfera e della ricaduta al suolo delle emissioni odorigene relative all'impianto di Marchi Industriale S.p.A. sito a Marano Veneziano – Mira (VE), sul territorio circostante il sito. Il modello tiene conto dell'implementazione del nuovo camino 1 (con raddoppio della portata) e dell'emissione del camino 3.

Il modello utilizzato per le simulazioni è *CALPUFF*.

I risultati sono espressi in termini di ou_E/m^3 , ovvero unità olfattometriche al metro cubo. Tale unità di misura rappresenta il numero di diluizioni necessarie affinché il 50% degli esaminatori non avverta più l'odore del campione analizzato.

Per la concentrazione di odore in aria ambiente non vi sono limiti di riferimento a livello nazionale. Per valutare l'accettabilità dell'esposizione olfattiva sul territorio conseguente alle emissioni di odore del sito in esame si possono considerare quali riferimenti:

- le **Indicazioni tecnico operative per attuare misure per la prevenzione e la limitazione delle emissioni odorigene da attività produttive (PG24DT)** emanate nel dicembre 2019 dall'ARPA Veneto;
- il documento **Orientamento operativo per la valutazione dell'impatto odorigeno nelle istruttorie di Valutazione di Impatto Ambientale e Assoggettabilità**, presentato e condiviso nella seduta di Comitato VIA Regionale del 29/01/2020.

Entrando nel merito della PG 24 DT, si prevede che:

“I valori di accettabilità del disturbo olfattivo, espressi come concentrazioni orarie di picco di odore al 98° percentile calcolate su base annuale, che devono essere rispettati presso i recettori sono i seguenti:

per i recettori in aree residenziali

1 ou_E/m^3 , a distanze > 500 m dalle sorgenti

2 ou_E/m^3 , a distanze di 200 ÷ 500 m dalle sorgenti

3 ou_E/m^3 , a distanze di < 200 m dalle sorgenti

per i recettori in aree non residenziali

2 ou_E/m^3 , a distanze > 500 m dalle sorgenti

3 ou_E/m^3 , a distanze di 200 ÷ 500 m dalle sorgenti

4 ou_E/m^3 , a distanze di < 200 m dalle sorgenti”.

2 Individuazione dello scenario e descrizione della metodologia numerica

2.1 Introduzione

La valutazione della dispersione dell'odore è stata realizzata mediante il modello di dispersione *CALPUFF*. In base all'esperienza maturata in seno a LOD S.r.l., *CALPUFF* è risultato essere particolarmente adatto per la simulazione della dispersione di odori su scala locale.

I modelli di dispersione utilizzano complicati algoritmi per simulare il trasporto e le cinetiche degli inquinanti negli strati inferiori dell'atmosfera maggiormente interessati all'inquinamento. Per conseguire tale obiettivo, i modelli necessitano di dati di ingresso suddivisibili nelle seguenti categorie:

- *dati meteorologici*: anemologia, temperatura e umidità dell'aria, stabilità atmosferica;
- *dati cartografici*: orografia, cartografia, uso del suolo;
- *dati emissivi*: caratteristiche geometriche e localizzazione delle sorgenti emissive, concentrazione dell'odore e flusso di massa.

La scelta del modello viene effettuata spesso in base alle caratteristiche dello *scenario*, definito come l'insieme degli elementi che caratterizzano una specifica applicazione. Sulla base delle linee guida riportate nella norma **UNI 10796:2000 (Valutazione della dispersione in atmosfera di effluenti aeriformi – Guida ai criteri di selezione dei modelli matematici)** uno scenario può essere descritto sulla base di cinque elementi:

- *scala spaziale*: dominio di calcolo per la dispersione. Si possono distinguere applicazioni a microscala (fino 1 km), a scala locale (fino a 10-20 km), a mesoscala (fino a 100-200 km) e a grande scala (fino a 1.000-2.000 km);
- *indice temporale*: applicazioni a breve periodo (da pochi minuti ad alcuni giorni) e a lungo periodo (periodi stagionali ed annuali) e modelli previsionali a breve-medio termine (da un'ora fino ad una settimana);
- *ambito territoriale*: si distinguono applicazioni su sito semplice (pianeggiante, caratteristiche territoriali omogenee) o su sito complesso (orografia complessa, caratteristiche territoriali disomogenee);
- *tipologie di sorgenti*: puntiformi, areali, lineari o volumetriche;
- *specie simulata*: odori, inquinanti chimici.

La definizione precisa dello scenario è un requisito fondamentale per la corretta applicazione dei modelli di dispersione: essa nasce dalla precisa individuazione degli obiettivi dello studio modellistico opportunamente adattati allo specifico contesto nel quale esso viene applicato.

I modelli di dispersione possono venire classificati in base al sistema di riferimento rispetto al quale vengono scritte e risolte le equazioni di conservazione della massa. Se il riferimento è solidale con l'emissione, il modello viene detto *lagrangiano*, mentre se è solidale con il dominio di calcolo viene detto *euleriano*. In *CALPUFF*, l'emissione continua viene approssimata come una successione di rilasci discreti di forma sferica detti *puff* e per ognuna di queste unità viene scritta e risolta l'equazione di conservazione della massa: per tali motivi, *CALPUFF* viene definito modello lagrangiano a *puff*. *CALPUFF* è inoltre in grado di operare con condizioni

meteorologiche ed emmissive non stazionarie, con campo di vento tridimensionale, in siti con orografie complesse e con inquinanti reattivi.

2.2 Definizione dello scenario

Entrando nello specifico del caso oggetto di studio, è possibile individuare i seguenti elementi rappresentativi dello scenario in cui avverrà la simulazione numerica:

Scala spaziale: L'applicazione del modello riguarda la valutazione dell'impatto su un territorio in prossimità dello stabilimento: per tale ragione la scala di riferimento sarà di tipo locale, limitata a qualche chilometro in linea d'aria attorno al sito.

Indice temporale: La simulazione valuta la dispersione per un periodo di un anno solare: in questo modo sarà possibile valutare il contributo stagionale dei venti e della meteorologia sulla dispersione. Nella simulazione è stato considerato l'anno 2017.

Ambito territoriale: Il sito su cui verrà applicato il modello si trova nel comune di Mira (VE) e presenta un'orografia semplice. Un'ulteriore descrizione dei dati orografici è presentata nel paragrafo 3.2.

Sorgente: Ai fini del modello verranno considerate differenti sorgenti puntuali. Ulteriori approfondimenti sono riportati nel paragrafo 3.4.

Specie simulata: La valutazione dell'impatto riguarda l'emissione di odore. Ulteriori approfondimenti sono riportati nel paragrafo 3.4.

2.3 Elaborazione dei risultati

Per l'elaborazione e la valutazione dei risultati, come documento di riferimento è stato preso l'Allegato 1 della **D.g.r. della Lombardia del 15 Febbraio 2012 n. IX/3018 "Determinazioni generali in merito alla caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera derivanti da attività a forte impatto odorigeno"**.

I valori evidenziati sulle mappe di isoconcentrazione che sono prodotte seguono quanto indicato dalla regione Lombardia. A tal proposito evidenziamo che a:

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

In allegato a tale **D.g.r.** vi sono anche i **“Requisiti degli studi di impatto olfattivo mediante simulazione di dispersione” (allegato 1)** i quali presentano anche i criteri di selezione dei dati di input e le modalità di presentazione dei risultati.

L’approccio modellistico suggerito dalla normativa prevede:

- Svolgimento di una simulazione della durata di un anno;
- Calcolo delle concentrazioni medie orarie per tutto l’anno tenendo conto delle diverse frequenze di funzionamento dell’impianto;
- Calcolo del livello di picco d’odore della durata di 3 secondi (tempo di un respiro);
- Calcolo del 98° percentile della distribuzione annua, che viene utilizzato per quantificare l’accettabilità dell’esposizione all’odore da parte della popolazione. Il 98° percentile rappresenta il valore che non viene superato più del 2% del tempo di durata della simulazione. In questo caso significa che non si supererà il valore corrispondente al 98° percentile per 175 ore in un anno. Il calcolo del 98° percentile viene effettuato per ogni recettore della griglia computazionale secondo il procedimento riportato in Allegato 1.

Le curve di isoconcentrazione ottenute sono state sovrapposte quindi alla ortofoto, per poter apprezzare meglio l’impatto odorigeno sul territorio.

3 Dati di input del modello

Il modello di dispersione necessita di dati di *input* relativi alle condizioni meteorologiche, geografiche ed allo scenario emissivo. Tali dati vanno esaminati attentamente per:

- valutare se sono sufficienti a descrivere la dispersione delle sostanze simulate;
- effettuare opportune semplificazioni che facilitino le operazioni di calcolo;
- comprendere ed interpretare in seguito i risultati ottenuti.

3.1 Dati meteorologici

Per la zona in esame sono stati acquisiti dati meteorologici registrati dalla stazione meteorologica interna allo stabilimento, dalle stazioni al suolo della rete ARPA Veneto e radiosondaggi.

Tabella 1: caratteristiche dei dati meteorologici, stazioni al suolo.

Dati meteo	
<i>Fornitore dei dati</i>	Marchi Industriale S.p.A. Centro Meteorologico di Teolo – ARPAV
<i>Periodo</i>	Intero anno 2017
<i>Stazioni utilizzate</i>	Stazione interna allo stabilimento; Stazione ARPAV di Mogliano Veneto;
<i>Coordinate UTM WGS84</i>	Stazione dello stabilimento: 33T 274,884 km E 5038,102 km N; Stazione ARPAV di Mogliano Veneto: 33T 289,982 km E 5050,918 km N;
<i>Distanza dal centro della griglia di calcolo</i>	Stazione dello stabilimento: 0 km; Stazione ARPAV di Mogliano Veneto: 20 km;
<i>Parametri acquisiti</i>	Stazione dello stabilimento: velocità del vento, direzione del vento, temperatura dell'aria, pressione barometrica al suolo; Mogliano Veneto: umidità relativa, radiazione oraria globale.

Tabella 2: caratteristiche dei dati meteorologici, dati in quota.

Dati meteo	
<i>Fornitore dei dati</i>	Aeronautica Militare tramite http://www.esrl.noaa.gov/raobs/ , dati in formato "original FSL format ASCII"
<i>Periodo</i>	Intero anno 2017
<i>Stazioni utilizzate</i>	Milano Linate LIM1 16080
<i>Coordinate UTM WGS84</i>	LIMI: 522,071 km E 5031,103 km N (UTM 32T)
<i>Distanza dal centro della griglia di calcolo</i>	LIMI: 220 km
<i>Parametri acquisiti</i>	Pressione atmosferica, altezza, temperatura, umidità relativa, direzione del vento, velocità del vento

In ottemperanza al **punto 4 dell'allegato A.1 della Linea Guida ARPAV** si riporta la percentuale di dati meteorologici non validi. Per tutte le stazioni si evince come la percentuale di dati assenti o non validi risulta minore dei valori soglia del 20 % per la totalità dei dati e del 50 % per i dati mensili.

Tabella 3: percentuale di dati meteorologici non validi per parametro e per mese – stazione dello stabilimento.

	Temperatura	Direzione provenienza vento	Velocità vento	Pressione
% dati invalidi per l'intero periodo	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
G	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
F	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
A	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
M	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
G	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
L	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
A	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
S	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
O	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
N	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Tabella 4: percentuale di dati meteorologici non validi per parametro e per mese – stazione ARPAV di Mogliano Veneto.

	Umidità relativa	Radiazione globale
% dati invalidi per l'intero periodo	0,0%	0,0%
G	0,0%	0,0%
F	0,0%	0,0%
M	0,0%	0,0%
A	0,0%	0,0%
M	0,0%	0,0%
G	0,0%	0,0%
L	0,0%	0,0%
A	0,0%	0,0%

	Umidità relativa	Radiazione globale
S	0,0%	0,0%
O	0,0%	0,0%
N	0,0%	0,0%
D	0,0%	0,0%

3.1.1 Analisi preliminare dei dati meteorologici e anemometrici

Come si può osservare dall'analisi della rosa dei venti riportata in Figura 1, il vento ha soffiato principalmente dal quadrante Nord – Nord-Est, con maggior frequenza dalla direzione Nord. Da quest'ultima, in particolar modo, si registrano le velocità più elevate (classe $\geq 5,7$ m/s).

Tale risultato permette di affermare in prima battuta che gli odori emessi dallo stabilimento tenderanno a disperdersi prevalentemente in direzione Sud – Sud-Ovest rispetto allo stabilimento stesso.

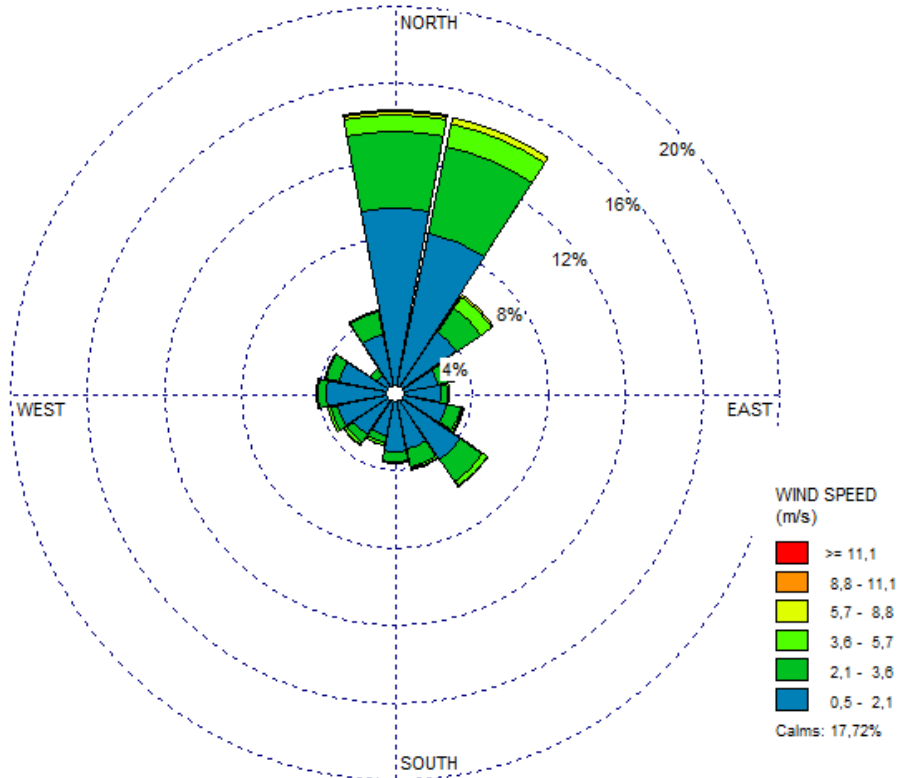


Figura 1: rosa dei venti: la coordinata radiale (lunghezza del settore circolare) rappresenta la frequenza, il colore dei cunei indica l'intensità del vento.

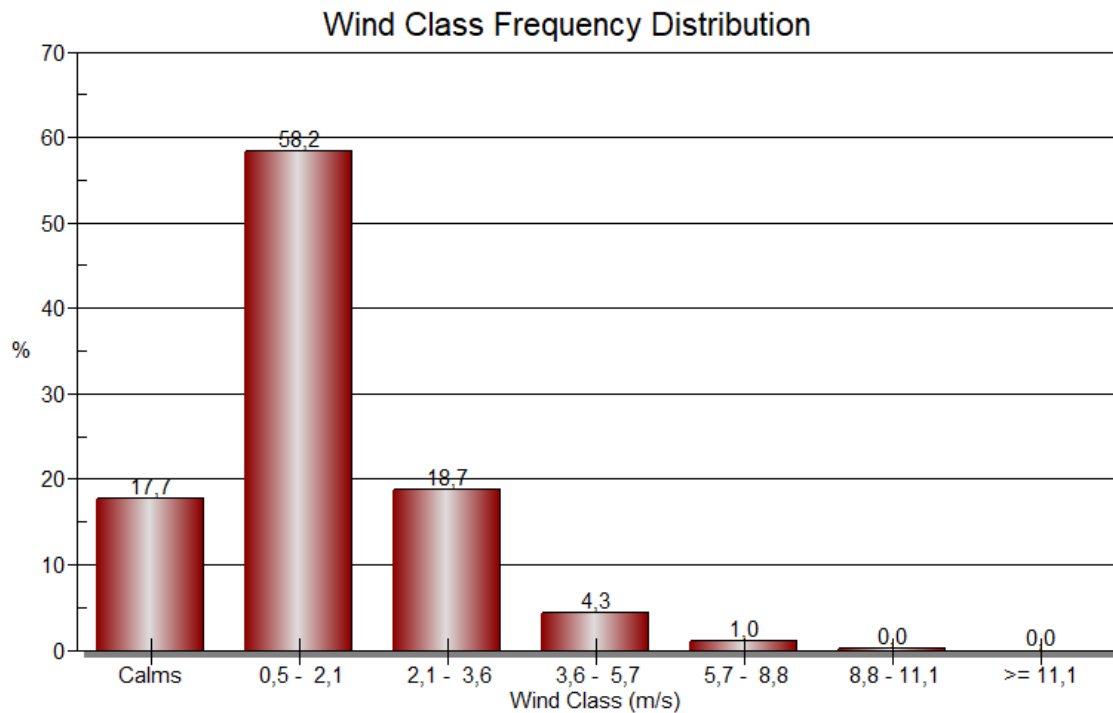


Figura 2: distribuzione delle velocità del vento nell'anno considerato per la simulazione (2017).

Per quanto riguarda l'intensità dei venti, dal grafico della distribuzione riportato in Figura 2 si può notare come le intensità prevalenti sono riferite alle classi 0,5-2,1 m/s (registrate nel 58,2% del tempo). Si è assistito principalmente a venti di intensità moderata e solo raramente (1,0% dei rilevamenti) è stata registrata una velocità superiore a 5,7 m/s, mentre gli episodi di calma di vento sono stati rilevati per il 17,7% del tempo.

Analizzando la distribuzione della direzione dei venti e le rose dei venti su base stagionale (Figura 3), si può osservare che, durante la primavera, si registra una maggiore variabilità nella direzione del vento. Le direzioni prevalenti sono Nord ed Est – Nord-Est (dalle quali si notano venti di intensità medio-alta), ma vi è anche un notevole contributo proveniente da Sud-Est.

Nel periodo autunnale aumenta la frequenza con cui il vento proviene dal settore Nord – Est-Nord. In inverno si ha un aumento della frequenza dei venti provenienti da Nord ed un'intensità maggiore dei venti che spirano da Ovest.

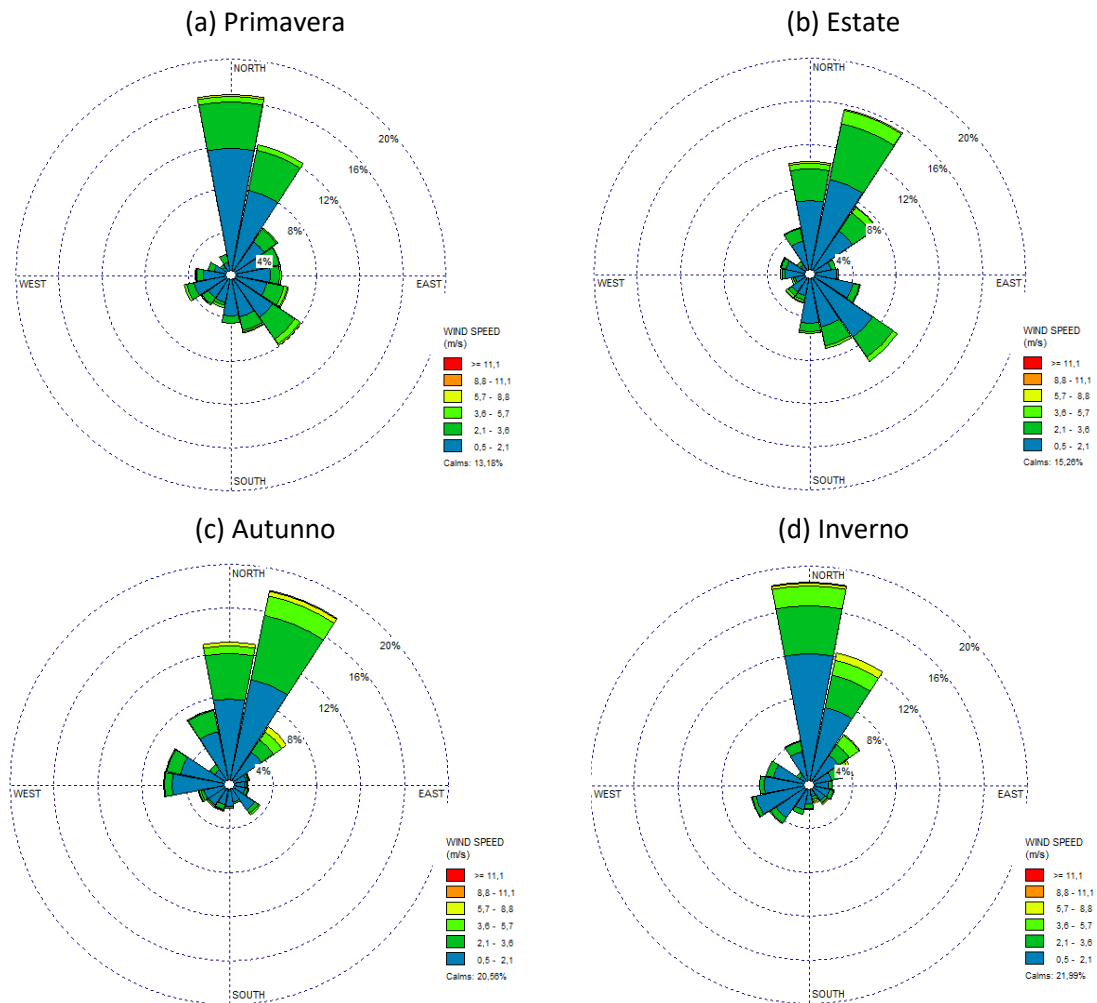


Figura 3: rose dei venti riferite alla stazione meteo per la stagione (a) primaverile, (b) estiva, (c) autunnale e (d) invernale: la coordinata radiale (lunghezza del settore circolare) rappresenta la frequenza.

La Figura 4 rappresenta la distribuzione delle velocità del vento durante le varie stagioni.

- nel periodo primaverile le velocità più frequenti appartengono alle classi 0,5 – 2,1 m/s e 2,1 – 3,6 m/s (rispettivamente il 61,6% ed il 21,7%);
- nella stagione estiva si ha un aumento di frequenza della classe 3,6 – 5,7 m/s e un lieve calo delle due classi precedenti;
- in autunno permane la maggior frequenza della classe 0,5 – 2,1 m/s, mentre limitatamente ai mesi invernali si ha un aumento delle calme di vento.

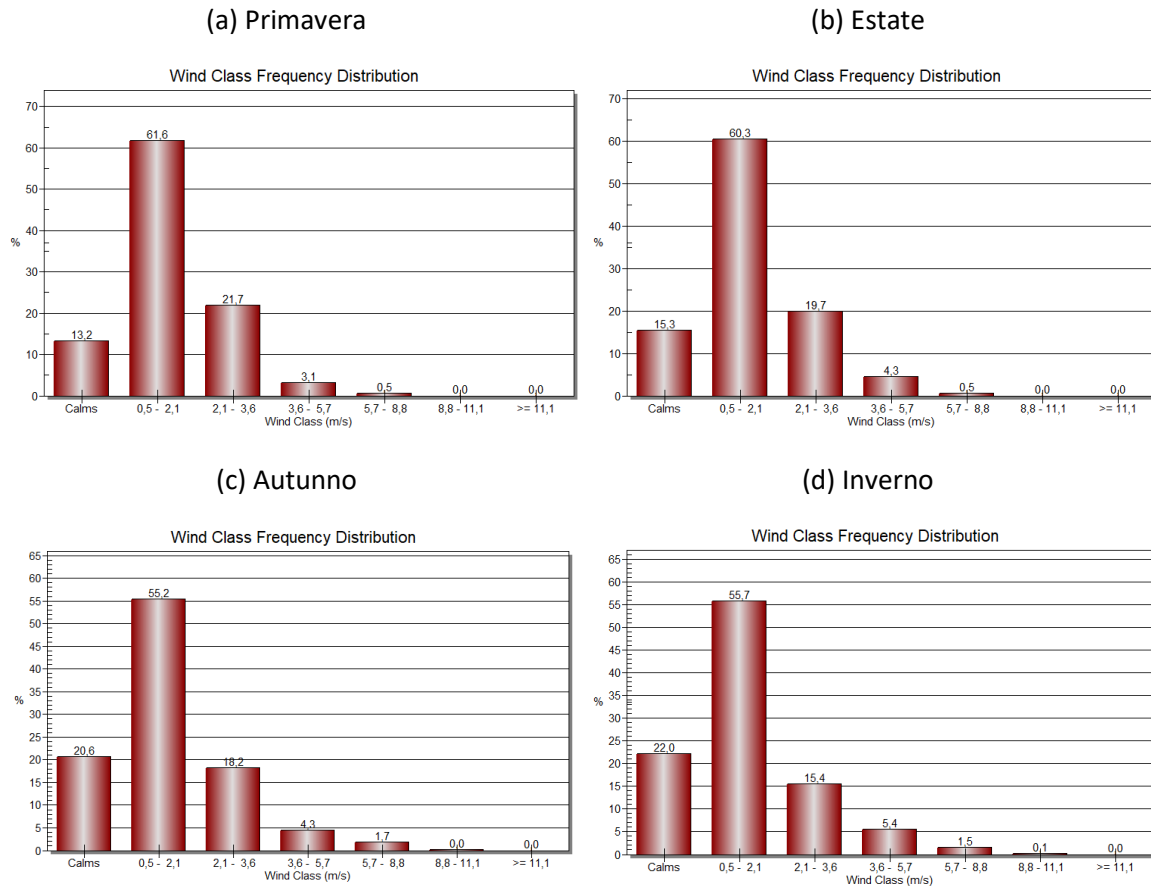


Figura 4: distribuzione delle velocità del vento nelle varie stagioni.

3.2 Esame dei dati cartografici e dell'uso del suolo

Il modello di dispersione CALPUFF permette di tenere conto degli effetti indotti dall'orografia del territorio sulla dispersione. L'informazione sull'orografia viene introdotta tramite una matrice di quote altimetriche del terreno e di usi del suolo nel dominio spaziale.

Tabella 5: informazioni cartografiche.

Sistema di coordinate	
Sistema	UTM
Datum	WGS 84
Fuso, zona	33 T
Griglia di calcolo	
Origine della griglia CALMET (lower-left corner)	273,384 km E 5036,712 km N;
Dimensione della griglia di calcolo CALMET	3000 m x 3000 m;
Passo della griglia CALMET	100 m;

Numero di punti recettori di calcolo (nodi della griglia)	30 x 30 = 900 Con passo di griglia di 100 m e centrata sull'impianto (274,884 km E 5038,212 km N).
Altezza dei recettori rispetto al suolo	2 m
Dati territoriali	
Quote altimetriche del terreno	Shuttle Radar Topography Mission Global Coverage SRTM3 (USGS – NASA).
Estremi altimetrici della griglia di calcolo	- 4 m s.l.m. / 7 m s.l.m.
Uso del suolo	Derivato da ortofotocarta dell'area in esame. Immagini Landsat/Copernicus, volo del 02/08/2017.

Tale porzione di territorio include del tutto o in parte l'abitato di Marano Veneziano nel comune di Mira.

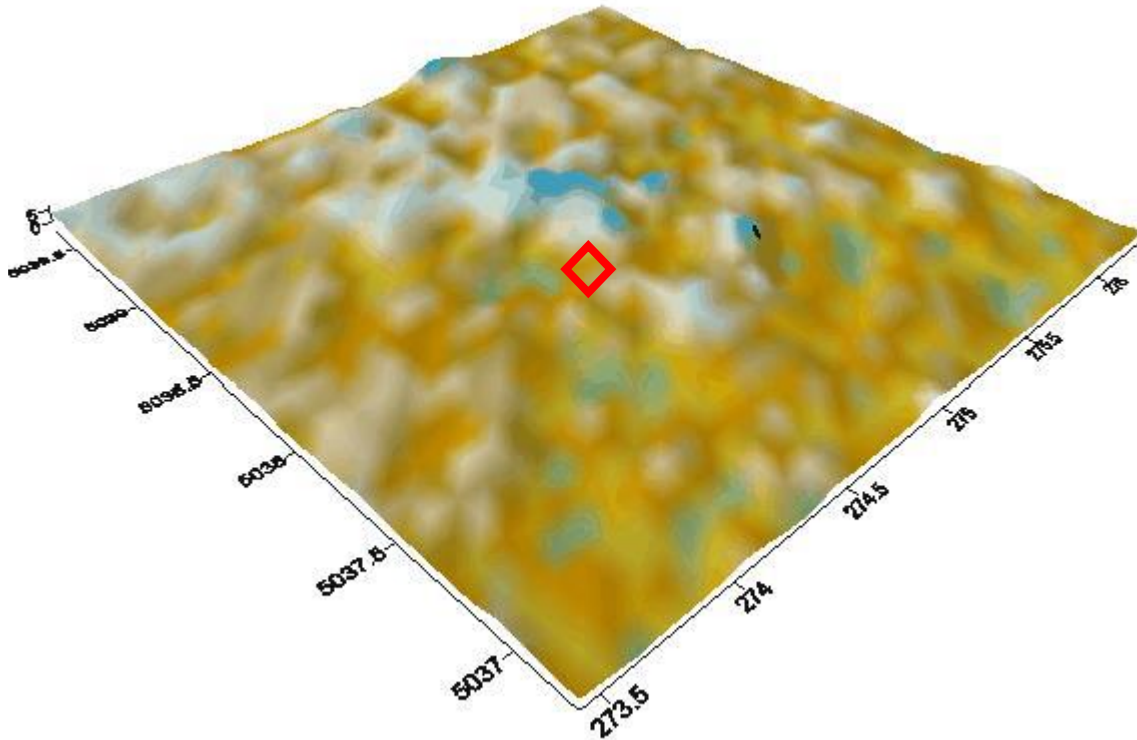


Figura 5: Altimetria del terreno nella griglia di calcolo CALMET. Il poligono rosso indica la posizione dell'impianto.

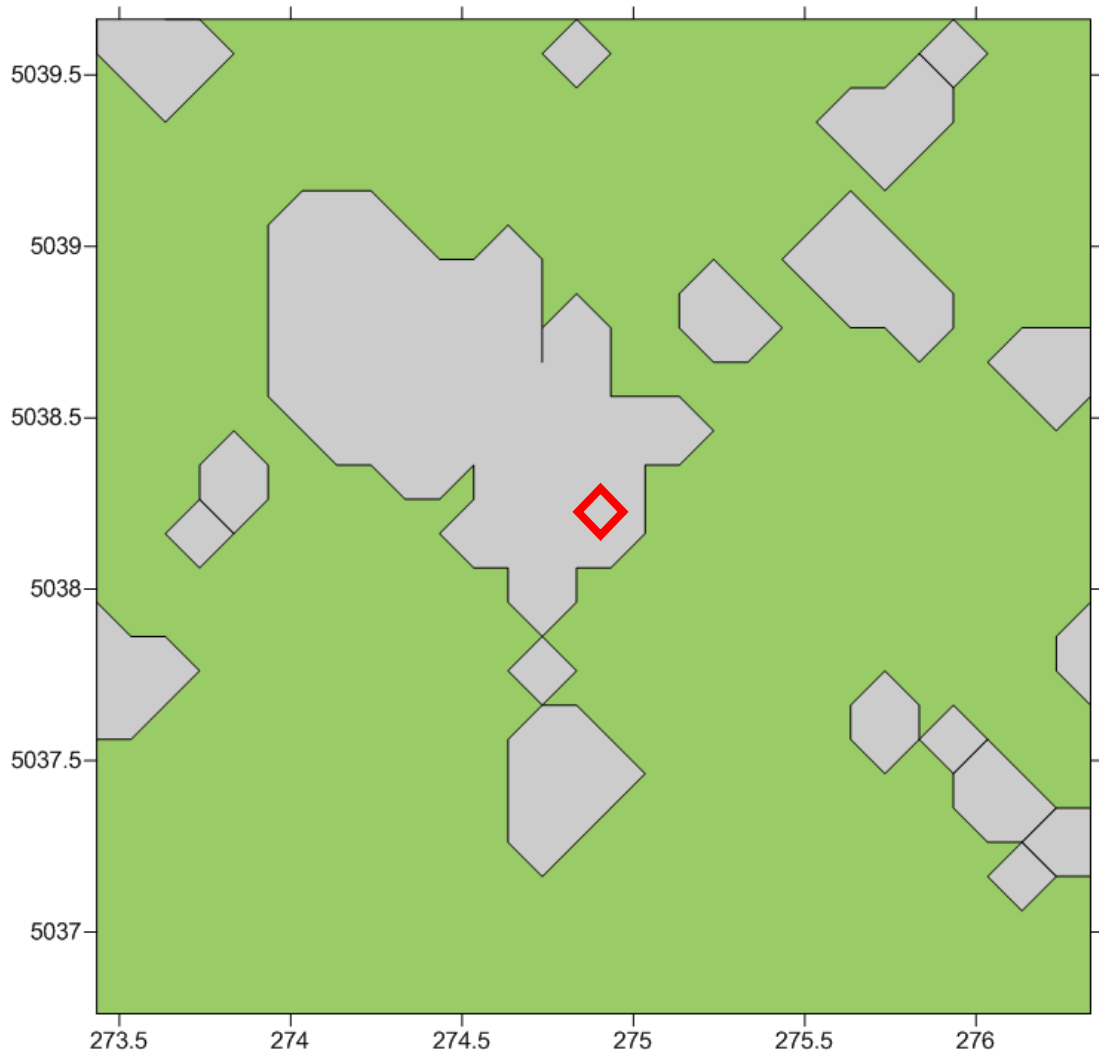


Figura 6: varie tipologie di utilizzo del terreno. Il poligono rosso indica la posizione dell'impianto.

In particolare:

- Grigio: terreno urbano (*urban or build – up land*);
- Verde: terreno agricolo e coltivato (*agricultural land*).

3.2.1 Recettori sensibili

Al fine di valutare la ricaduta sul territorio in modo puntuale sono stati individuati alcuni recettori sensibili posti entro qualche chilometro dai punti emissivi.

Per lo studio sono stati considerati un totale di sei recettori posizionati nei pressi dello stabilimento (cfr. Figura 7).

Tali recettori permettono di valutare puntualmente la ricaduta dell'odore sul territorio, quantificando il valore riferito al 98° percentile delle concentrazioni di odore simulate.

Tabella 6: recettori sensibili.

	Recettore	Classificazione	Coordinate WGS-84	Distanza dalla sorgente più prossima (m)
A	Edificio residenziale	Aree non residenziali	274,683 km E 5038,086 km N	240
B	Edificio residenziale	Aree non residenziali	275,092 km E 5038,109 km N	230
C	Edificio residenziale	Aree residenziali	274,757 km E 5038,450 km N	245
D	Centro sportivo	Aree residenziali	274,163 km E 5038,606 km N	800
E	Edificio residenziale	Aree non residenziali	275,117 km E 5038,290 km N	230
F	Edificio scolastico	Aree residenziali	274,668 km E 5038,752 km N	550



Figura 7: recettori sensibili disposti sul dominio di studio CALMET, in arancione il perimetro dell'impianto.

3.3 Settaggio modellistico

Per una descrizione estesa delle caratteristiche del modello di dispersione CALPUFF, utilizzato nel presente lavoro, si rimanda all'Allegato 2.

Nella seguente tabella sono riportati i principali settaggi utilizzati per le simulazioni ivi condotte.

Tabella 7: settaggio modellistico.

Modello di dispersione	
Nome	CALPUFF
Versioni utilizzate	CALPUFF: 6.42 CALMET: 6.334, level 110421
Principali parametri di controllo CALMET	
Livelli verticali (cell face height)	ZFACE = 0, 20, 50, 100, 250, 500, 1000, 2000, 3000 m
Principali parametri di controllo CALPUFF	
Modulo per la deposizione secca	MDRY = 0 (disattivo)
Modulo per la deposizione umida	MWET = 0 (disattivo)
Metodo di calcolo dei coefficienti di dispersione	MDISP = 2 ("dispersion coefficients from internally calculated sigma v, sigma w using micrometeorological variables"). Consigliato da Barclay e Scire in <i>Generic Guidance and Optimum Model Settings for the CALPUFF Modeling System for Inclusion into the 'Approved Methods for the Modeling and Assessments of Air Pollutants in NSW, Australia'</i> (NSW Office of Environment and Heritage, marzo 2011).
Soglia al disotto della quale si attiva il modulo delle calme di vento	WSCALM = 0,5 m/s
Modulo per Building Downwash	Non attivo

3.4 Sorgenti emissive

Come già citato in precedenza il presente lavoro ha lo scopo di valutare l'impatto odorigeno sul territorio circostante, generato dall'impianto di Marchi Industriale S.p.A.

Le concentrazioni di odore utilizzate per il calcolo delle portate di odore (*Odour Emission Rate* – OER) sono quelle rilevate nel corso dei campionamenti annuali effettuati dal presente Laboratorio tra l'anno 2014 e 2021 (cfr. rapporti di prova e relazioni LOD RT 201/14, RT 111/15, RT 369/16, RT 464/17, RT 479/18, RT 635/19, RT 566/20, RT 844/21 e RT 846/21).

In particolare, nel presente studio sono state simulate due configurazioni emissive: con concentrazione di odore media e con concentrazione di odore massima rilevate per ciascun punto emissivo.

Ai fini della simulazione sono state prese in considerazione solo le sorgenti per cui sia stata rilevata una portata odorigena superiore alla soglia di 500 ou_E/s, che definisce se un'emissione è considerabile come tale dal punto di vista modellistico secondo la D.G.R. Lombardia.

Tabella 8: Modalità di rappresentazione delle sorgenti.

Modalità di rappresentazione delle sorgenti	
<i>Camino 1 nuovo, Camino 3</i>	Sorgenti convogliate, dotate di flusso proprio, con diametro e altezza emissiva pari a quelle dei relativi camini. La portata di odore è stata calcolata a partire dalle relative portate massime autorizzate e le sorgenti sono considerate attive 24h/giorno per 365 giorni/anno. Il vertical momentum flux factor è da considerarsi pari a 1.

Per il calcolo della portata odorigena e l'implementazione di tale dato nel modello di dispersione si rimanda alla sopracitata D.G.R. Lombardia (Allegato 1 e Allegato 2) e alla Linea Guida ARPAV.

Tabella 9: sorgenti emissive simulate – simulazione con **concentrazione di odore media**.

Emissione	Coordinate	Momentum ⁽¹⁾	Altezza emissiva (m)	Quota base sorgente (m s.l.m.)	Diametro (m)	Temperatura emissione (°C)	Velocità emissione in uscita (m/s)	Rh (%v/v)	Portata autorizzata (Nm ³ /h)	Concentrazione di odore (ou _E /m ³)	OER (ou _E /s) ⁽²⁾
Camino 1 nuovo	274,869 km E 5038,233 km N	1	10,5	2	0,2	27	39,4	1,2	4.000	1.200	1.411
Camino 3	274,893 km E 5038,231 km N	1	19,5	2	0,8	26	16,7	2,2	27.000	110	914

Tabella 10: sorgenti emissive simulate – simulazione con **concentrazione di odore massima**.

Emissione	Coordinate	Momentum ⁽¹⁾	Altezza emissiva (m)	Quota base sorgente (m s.l.m.)	Diametro (m)	Temperatura emissione (°C)	Velocità emissione in uscita (m/s)	Rh (%v/v)	Portata autorizzata (Nm ³ /h)	Concentrazione di odore (ou _E /m ³)	OER (ou _E /s)
Camino 1 nuovo	274,869 km E 5038,233 km N	1	10,5	2	0,2	27	39,4	1,2	4.000	5.400	6.518
Camino 3	274,893 km E 5038,231 km N	1	19,5	2	0,8	26	16,7	2,2	27.000	480	3.951

¹ Fattore pari a 1 qualora la componente meccanica che contribuisce al momentum rising sia considerata. Fattore pari a 0 in caso contrario.

² Portata di odore normalizzata a 20°C come da UNI EN 13725.



Figura 8: posizione delle sorgenti emissive.

4 Risultati

In Figura 9 e Figura 10 sono riportate le mappe relative alle curve di isoconcentrazione delle ou_E/m^3 in ricaduta sul territorio in termini del 98°percentile su base annua relativa alla configurazione emissiva simulata. I risultati espressi tengono già conto del *peak-to-mean ratio* pari a 2,3, così come richiesto dalla **D.G.R. Lombardia** (§13 dell'Allegato 1).



Figura 9: mappa del 98° percentile su base annua dell'unità di odore espresse in unità olfattometriche al metro cubo – *simulazione concentrazioni medie.*



Figura 10: mappa del 98° percentile su base annua dell'unità di odore espresse in unità olfattometriche al metro cubo – *simulazione concentrazioni massime.*

Tabella 11: concentrazioni di odore ai recettori sensibili.

	Recettore	Classificazione	Distanza dalla sorgente più prossima	98° percentile [ou_E/m^3]		100° percentile [ou_E/m^3]	
				Simulazione concentrazioni medie	Simulazione concentrazioni massime	Simulazione concentrazioni medie	Simulazione concentrazioni massime
A	Edificio residenziale	Aree non residenziali	240	0,3	1,3	1,1	5,2
B	Edificio residenziale	Aree non residenziali	230	0,2	1,0	0,8	3,5
C	Edificio residenziale	Aree residenziali	245	0,3	1,5	1,4	6,6
D	Centro sportivo	Aree residenziali	800	0,1	0,3	0,5	2,3
E	Edificio residenziale	Aree non residenziali	230	0,3	1,3	0,9	4,2
F	Edificio scolastico	Aree residenziali	550	0,1	0,4	0,7	3,5

5 Conclusioni

Per l’elaborazione e la valutazione dei risultati, come documento di riferimento sono state considerate le **Indicazioni tecnico operative per attuare misure per la prevenzione e la limitazione delle emissioni odorigene da attività produttive**, emanate nel dicembre 2019 dall’ARPA Veneto.

Si ricorda che tale documento non riporta limiti, evidenziando comunque i seguenti valori di accettabilità:

per i recettori in aree residenziali

1 ou_E/m³, a distanze > 500 m dalle sorgenti

2 ou_E/m³, a distanze di 200 ÷ 500 m dalle sorgenti

3 ou_E/m³, a distanze di < 200 m dalle sorgenti

per i recettori in aree non residenziali

2 ou_E/m³, a distanze > 500 m dalle sorgenti

3 ou_E/m³, a distanze di 200 ÷ 500 m dalle sorgenti

4 ou_E/m³, a distanze di < 200 m dalle sorgenti”.

Tabella 12: concentrazioni di odore e confronto con criteri della LG ARPAV – *simulazione concentrazioni medie.*

	Recettore	Classificazione	Distanza dalla sorgente più prossima	98° percentile [ou_E/m³]	Soglie secondo LG ARPAV	Accettabilità
A	Edificio residenziale	Aree non residenziali	240	0,3	3	SI
B	Edificio residenziale	Aree non residenziali	230	0,2	3	SI
C	Edificio residenziale	Aree residenziali	245	0,3	2	SI
D	Centro sportivo	Aree residenziali	800	0,1	1	SI
E	Edificio residenziale	Aree non residenziali	230	0,3	3	SI
F	Edificio scolastico	Aree residenziali	550	0,1	1	SI

Tabella 13: concentrazioni di odore e confronto con criteri della LG ARPAV – *simulazione concentrazioni massime.*

	Recettore	Classificazione	Distanza dalla sorgente più prossima	98° percentile [ou_E/m³]	Soglie secondo LG ARPAV	Accettabilità
A	Edificio residenziale	Aree non residenziali	240	1,3	3	SI
B	Edificio residenziale	Aree non residenziali	230	1,0	3	SI
C	Edificio residenziale	Aree residenziali	245	1,5	2	SI
D	Centro sportivo	Aree residenziali	800	0,3	1	SI
E	Edificio residenziale	Aree non residenziali	230	1,3	3	SI
F	Edificio scolastico	Aree residenziali	550	0,4	1	SI

Dai risultati sopra riportati si evince che, per entrambi gli scenari simulati, nessuno dei recettori risulta subire un impatto superiore ai limiti inferiori di accettabilità della sopracitata linea guida e quindi l’impatto odorigeno causato dall’impianto con la nuova configurazione emissiva data dal raddoppio della portata emessa per il camino 1, può essere considerato trascurabile, o accettabile.

6 Bibliografia

Limiti emissivi e qualità dell'aria

- **IPPC-H4 (Integrated Pollution Prevention and Control)** – Draft. Horizontal Guidance for Odour (Environmental Agency, Bristol, 2002).
- **D.g.r. 15 Febbraio 2012 n. IX/3018** “Determinazioni generali in merito alla caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera derivanti da attività a forte impatto odorigeno”, Regione Lombardia.
- **PG24DT - Indicazioni tecnico operative per attuare misure per la prevenzione e la limitazione delle emissioni odorigene da attività produttive**, dicembre 2019, ARPA Veneto.

Applicazione dei modelli di dispersione

- **UNI 10796: 2000** – Valutazione della dispersione in atmosfera di effluenti aeriformi – Guida ai criteri di selezione dei modelli matematici
- **UNI 10964: 2001** – Guida alla selezione dei modelli matematici per la previsione di impatto sulla qualità dell'aria

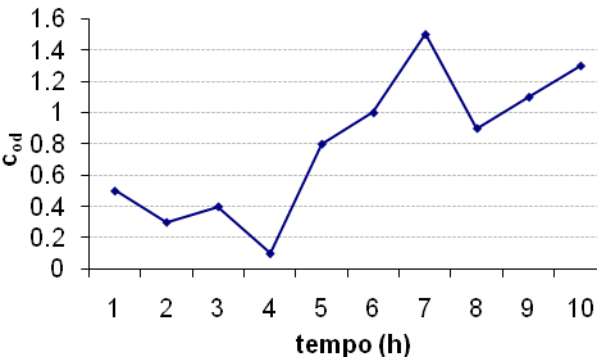
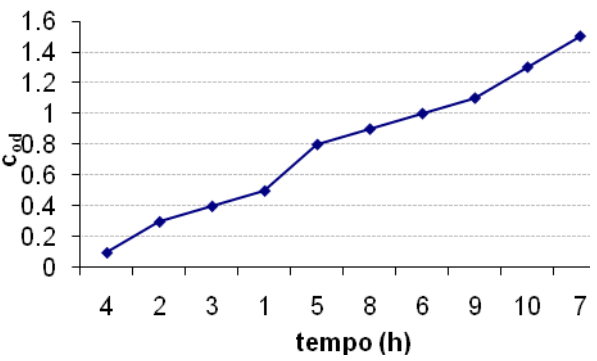
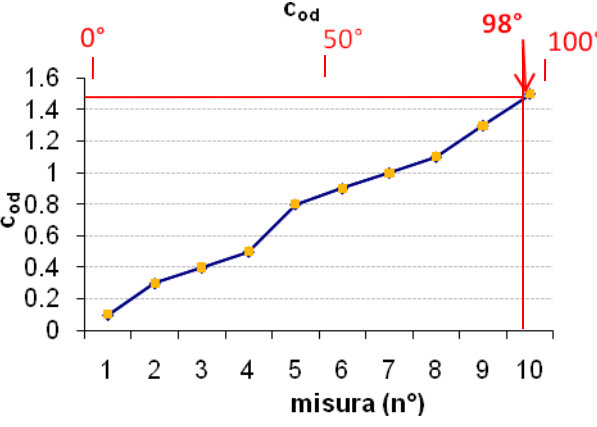
Emissioni olfattive ed olfattometria

- **UNI EN 13725: 2004** – Determinazione della concentrazione di odore mediante olfattometria dinamica
- **F. Lucignano, L.Sinisi, M.Vizzi** (2003) Metodi di misura delle emissioni olfattive, APAT 19/2003

Utilizzo CALPUFF

- **J.S. Scire, D.G. Straimaitis, R.J. Yamartino** (2000) A user's guide for CALMET meteorological model Version 5, Earth Tech
- **J.S. Scire, D.G. Straimaitis, R.J. Yamartino** (2000) A user's guide for CALPUFF dispersion model Version 5, Earth Tech

Allegato 1: Calcolo del 98° percentile

<p>1. Estrazione, dal modello, della serie temporale della concentrazione equivalente di odore relativa ad ogni recettore della griglia computazionale.</p>	<p style="text-align: center;">sequenza dei valori calcolati</p> 
<p>2. Riordino dei valori calcolati per ogni recettore, secondo ordine crescente.</p>	<p style="text-align: center;">serie ordinata</p> 
<p>3. Calcolo del valore del 98° percentile rapportando a 100 la serie temporale e prelevando il valore corrispondente alla 98-esima misura.</p>	

Allegato 2: Descrizione del modello di dispersione CALPUFF

Come già accennato in precedenza, *CALPUFF* è un modello di dispersione di tipo lagrangiano a *puff*, nel quale le equazioni di conservazione di massa vengono scritte e risolte in riferimento a rilasci emissivi sferici detti *puff*, con i quali viene approssimata l'emissione continua.

Le equazioni per ogni *puff* sono determinate a partire dal campo di moto del vento. Tale campo di moto è calcolato tramite un pre-processore meteorologico (*CALMET*) che utilizza, come dati di input, i dati provenienti dall'archivio meteorologico e dalla cartografia riferiti al sito in esame e relativi al periodo di cui si vuole ottenere la simulazione. Il file di *output* di *CALMET* viene processato, mediante *CALPUFF*, assieme ai dati relativi alle emissioni, per ottenere i campi di concentrazione desiderati.

Lo schema di funzionamento del modello *CALPUFF* è riportato in Figura.

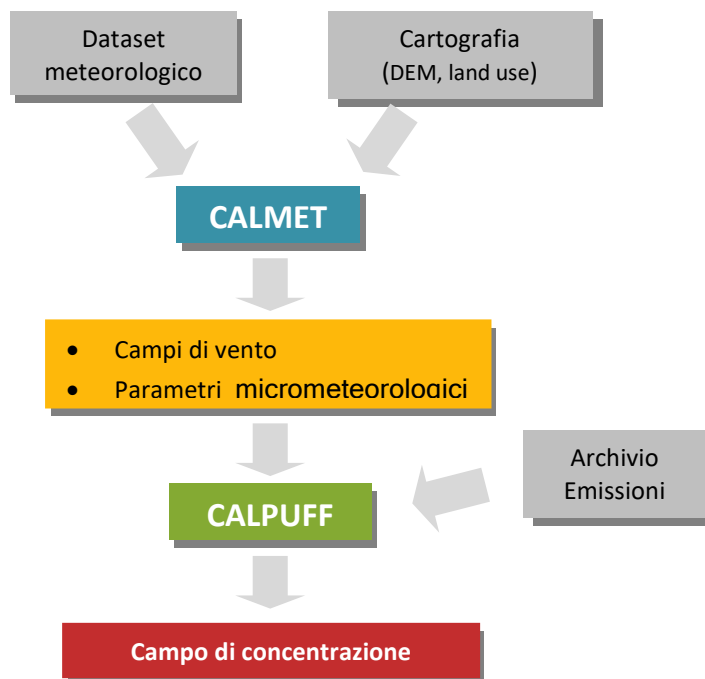


Figura 11: schema di funzionamento del modello di dispersione CALPUFF

CALMET: Pre-processore meteorologico

Il pre-processore *CALMET* è in grado di elaborare i dati meteorologici e orografici, per determinare il campo di vento tridimensionale ed altri parametri meteorologici fondamentali per la simulazione della dispersione. A tal fine, *CALMET* necessita, come dati di *input*, i valori medi orari relativi ai seguenti dati meteorologici osservati al suolo:

- direzione ed intensità del vento;
- temperatura e umidità relativa dell'aria;
- pressione atmosferica;
- copertura del cielo;
- precipitazioni;

dei valori dei profili verticali, ottenuti tramite radiosondaggi, di:

- direzione ed intensità del vento;
- temperatura e pressione;

ed inoltre dei dati relativi al terreno, in particolare

- altimetria;
- uso del suolo.

Attraverso l'elaborazione di questi dati, *CALMET* è in grado di determinare il valore nel tempo e nello spazio di:

- componenti tridimensionali del vento;
- altezza di rimescolamento;
- lunghezza di Monin-Obukhov;
- classe di stabilità atmosferica, secondo Pasquille-Gifford.

Caratteristiche del puff e concentrazioni al suolo

Ogni *puff* emesso dalle sorgenti in esame può essere descritto mediante:

- una *massa della sostanza simulata* Q_k , contenuta al suo interno;
- un *baricentro* (o centroide) che individua la sua posizione nello spazio;
- una *condizione iniziale di moto*, funzione della temperatura e della velocità allo sbocco dell'emissione;
- una *dimensione spaziale* che varierà durante il moto del *puff* a causa dei fenomeni diffusivi e di turbolenza

Dopo il suo rilascio in atmosfera, ogni *puff* subisce l'azione del campo di vento tridimensionale che ne fa variare la posizione e ne determina il *trasporto*: il suo percorso sarà dunque regolato da direzione ed intensità dei venti locali. Durante tale percorso, ogni *puff* è inoltre soggetto a fenomeni diffusivi e turbolenti che ne faranno variare la dimensione. In particolare, i vortici di media e piccola dimensione, generati a livello dello strato limite planetario, vengono inglobati all'interno del *puff* facendone aumentare la dimensione e, nel contempo, diminuendone la concentrazione di odore.

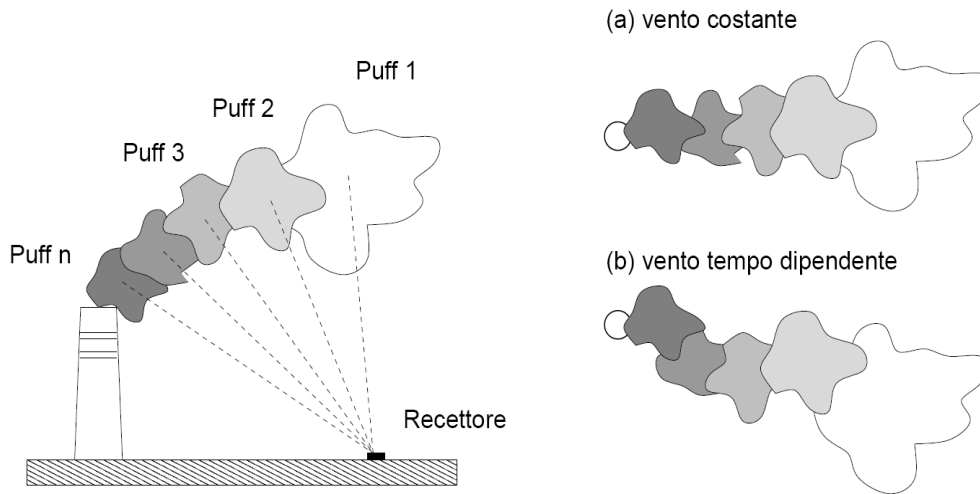


Figura 12: dispersione di un pennacchio rappresentato come somma di emissioni discrete. Il vento ne determina il trasporto e le turbolenze su scala locale ne fanno variare la dimensione. La concentrazione al suolo viene calcolata in corrispondenza ad alcuni recettori discreti.

La ricaduta dell'odore al suolo viene calcolata in *CALPUFF* sommando il contributo di ogni singolo *puff* su alcuni generici punti dello spazio denominati *recettori*. Fissando un sistema di riferimento cartesiano centrato nel pacchetto emesso, la posizione del generico recettore è identificata dalle due coordinate d_c e d_a , che rappresentano rispettivamente la distanza trasversale e longitudinale rispetto alla direzione del vento. La concentrazione C della specie simulata in un generico recettore a distanza (d_c, d_a) dal *puff* è descritta dall'equazione:

$$C = \frac{Q_k}{2\pi\sigma_x\sigma_y} g \exp\left[-\frac{d_a^2}{2\sigma_x^2}\right] \exp\left[-\frac{d_c^2}{2\sigma_y^2}\right]$$

dove il termine g è definito dalla:

$$g = \frac{2}{\sqrt{2\pi}\sigma_z} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \exp\left[-\frac{(H_e + 2nh)^2}{2\sigma_z^2}\right]$$

con:

- C è la concentrazione di odore al suolo;
- Q_k è la massa della sostanza simulata del generico *puff* k ;
- σ_x , σ_y e σ_z sono i coefficienti di dispersione rispettivamente lungo la direzione del vento, la sua perpendicolare orizzontale e la sua perpendicolare verticale;
- g è il contributo verticale della dispersione;
- H_e è la quota del baricentro del *puff*;
- h è l'altezza di rimescolamento.

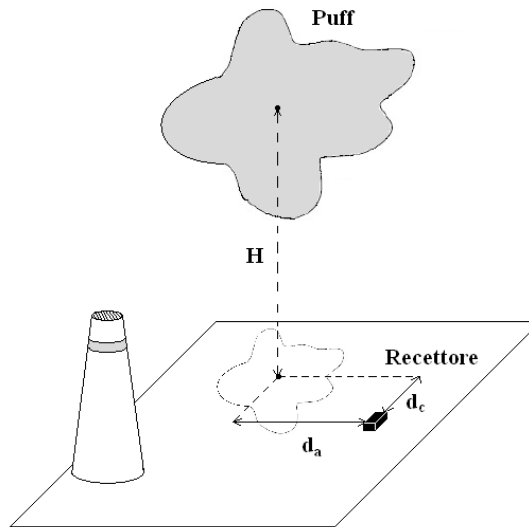


Figura 13: proiezione del puff sul piano di un generico recettore

La massa di odore Q_k del generico *puff* k può essere calcolata a partire dal tasso di emissione. Supponendo che l'emissione sia costante con tasso di emissione pari a q e che nell'intervallo di tempo t_2-t_1 siano stati emessi N *puff*, si può scrivere la seguente equazione:

$$Q_k = \frac{q(t_2 - t_1)}{N}$$

Nel corso del tempo, la massa della specie simulata Q_k del generico *puff* può variare a causa di alcuni fenomeni che ne determinano l'impoverimento. Con la *deposizione umida* le sostanze simulate possono venire inglobate all'interno delle particelle aerodisperse nelle nubi, nella pioggia e nella neve con successivo trasferimento al suolo mediante precipitazione. La *deposizione secca* si verifica invece in assenza di umidità ed il trasferimento al suolo avviene per sedimentazione o per impatto. Infine alcune specie possono andare incontro in atmosfera a *reazioni chimiche* con conseguente trasformazione della sostanza in uno o più composti diversi.

Allegato 3: Informazioni come da Allegato A.1 Tabella 1 delle “Indicazioni tecnico operative per attuare misure per la prevenzione e la limitazione delle emissioni odorigene da attività produttive” di ARPAV

SORGENTI DI EMISSIONE: TIPOLOGIA E NUMERO				
Numero di sorgenti convogliate puntiformi		1		
SORGENTI CONVOGLIATA PUNTIFORME				
id sorgente	Camino 1		Camino 3	
Coord X	274,869 km E		274,893 km E	
Coord Y	5038,233 km N		5038,231 km N	
EPSG	WGS 84 33 T		WGS 84 33 T	
quota base (m s.l.m.)	2		2	
altezza punto di emissione (m)	10,5		19,5	
forma sezione di sbocco	Circolare		Circolare	
caratteristiche punto emissivo	Verticale		Verticale	
diametro sezione di sbocco (m)	0,2		0,8	
temperatura effluente (K)	300,15		299,15	
velocità effluente (m/s)	39,4		16,7	
portata volumetrica effluente (Nm ³ /h)	4.000		27.000	
portata volumetrica effluente a 20°C (m ³ /s)	1,2		8,2	
concentrazione di odore (ou _E /m ³)	Media	Massima	Media	Massima
	1.200	5.400	110	480
portata di odore (ou _E /s)	1.411	6.518	914	3.951
SORGENTE DI EMISSIONE: profilo temporale attività				
Attiva per tutte le ore del dominio di studio				
SIMULAZIONE: tipologia modello e parametrizzazione				
nome e versione software utilizzato	CALPUFF: 6.42			
building downwash	si			
plume rise	si			
deposizione secca	no			
deposizione umida	no			
reazioni chimiche	no			
metodo utilizzato per calcolo coefficienti di dispersione (sigma v e w)	“dispersion coefficients from internally calculated sigma v, sigma w using micrometeorological variables”. Consigliato da Barclay e Scire in <i>Generic Guidance and Optimum Model Settings for the CALPUFF Modeling System for Inclusion into the ‘Approved Methods for the Modeling and Assessments of Air Pollutants in NSW, Australia’</i> (NSW Office of Environment and Heritage, marzo 2011).			

SIMULAZIONE: input meteorologici	
tipologia dati	Solo osservazioni
dominio temporale	01/01/2017 - 31/12/2017
GRIGLIA DI PUNTI (output modello diagnostico)	
nome modello meteo diagnostico	CALMET: 5.8, level 070623
n celle	900
dimensione celle	100 x 100 m
dimensione dominio di calcolo	3 x 3 km
Coord X vertice sw della prima cella a sw del dominio	273,384 km E
Coord Y vertice sw della prima cella a sw del dominio	5036,712 km N
EPSG	WGS 84 UTM 33T
n livelli verticali	0, 20, 60, 120, 200,300, 500, 750, 1000, 2000, 3000 m
% dati validi di VV	100%
% dati validi di DV	100%
% dati di VV < 0,5 m/s	17,5%
VV min	0,0 m/s
VV max	9,7 m/s
VV media	1,5 m/s
Moda di VV	0,2 m/s
Mediana di VV	1,2 m/s
25° percentile di VV	0,6 m/s
75° percentile di VV	2,0 m/s
SIMULAZIONE: griglia di calcolo	
tipologia griglia	regolare
n celle	30 x 30
dimensione celle	100 x 100 m
dimensione dominio di calcolo	3 x 3 km
Coord X vertice sw	273,384 km E
Coord Y vertice sw	5036,712 km N
EPSG	WGS 84 UTM 33T