



Laboratorio Olfattometria Dinamica

Relazione tecnica e risultati per:  
**Provincia di Vicenza**

## INDAGINE OLFATTOMETRICA E MODELLISTICA DELLA DISPERSIONE



LOD-RT-344/21

Lod Srl  
Via Sondrio, 2  
33100 Udine Italy  
[www.gruppoluci.it](http://www.gruppoluci.it)

t +39 0432 1715695  
f +39 0432 1715683  
[lod@gruppoluci.it](mailto:lod@gruppoluci.it)

C.F. e P.I. 02499080303\_Nr. Iscr. Reg. Imp. Udine 02499080303 Cap. Soc. € 60.000,00 i.v.  
Soggetta a direzione e coordinamento di Labiotest Srl



 <div style="text-align: center;"> <b>LOD SRL</b>  <b>SPIN – OFF UNIVERSITARIO</b> </div> <div style="text-align: right;">  </div>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <b>LOD Laboratorio Olfattometria Dinamica</b> </div> <div> DOC. N° LOD-RT-344/21  Rev.01  Data: 6 maggio 2021 </div> </div>	
<b>CLIENTE</b>	<b>Provincia di Vicenza</b>
<b>OGGETTO</b>	<b>Indagine olfattometrica e modellistica della dispersione</b>
<b>IMPIANTO</b>	<b>Fonderie di Montorso S.p.A.</b>

**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 dell'impianto Fonderie di Montorso S.p.A., sito in via Valchiampo, 62 a Montorso Vicentino (VI), corredati da una descrizione approfondita dei materiali e dei metodi utilizzati.

Sono inoltre riportati i risultati delle indagini olfattometriche condotte in data 16 aprile 2021 secondo la norma tecnica **UNI EN 13725:2004**, al fine di definire il carico emissivo dell'impianto in input al modello di dispersione.

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

<b>Premessa .....</b>	<b>3</b>
<b>Indice .....</b>	<b>4</b>
<b>1. Introduzione .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Descrizione dell'impianto .....</b>	<b>7</b>
<b>3. Indagine olfattometrica .....</b>	<b>8</b>
3.1 Campionamento .....	8
3.2 Analisi in camera olfattometrica .....	10
<b>4. Risultati dell'indagine .....</b>	<b>11</b>
<b>5. Valutazione dei risultati .....</b>	<b>12</b>
<b>6. Individuazione dello scenario e descrizione della metodologia numerica .....</b>	<b>15</b>
6.1 Introduzione .....	15
6.2 Definizione dello scenario .....	16
6.3 Elaborazione dei risultati .....	16
<b>7. Dati di input del modello .....</b>	<b>18</b>
7.1 Dati meteorologici .....	18
7.1.1 <i>Analisi preliminare dei dati meteorologici e anemometrici</i> .....	20
7.2 Esame dei dati cartografici e dell'uso del suolo .....	24
7.2.1 <i>Recettori sensibili</i> .....	26
7.3 Settaggio modellistico .....	27
7.4 Sorgenti emmissive .....	30
<b>8. Risultati della dispersione .....</b>	<b>32</b>
<b>9. Valutazione dei risultati .....</b>	<b>34</b>
<b>10. Conclusioni .....</b>	<b>35</b>
<b>11. Bibliografia .....</b>	<b>36</b>
<b>Allegato 1: Calcolo del 98° percentile .....</b>	<b>37</b>
<b>Allegato 2: Descrizione del modello di dispersione CALPUFF .....</b>	<b>38</b>
<i>CALMET: Pre-processore meteorologico</i> .....	38
<i>Caratteristiche del puff e concentrazioni al suolo</i> .....	39
<b>Allegato 3: Informazioni come da Allegato I delle "Indicazioni per l'utilizzo di tecniche modellistiche per la simulazione della dispersione di inquinanti in atmosfera" di ARPAV.....</b>	<b>42</b>

## 1. Introduzione

Nel presente rapporto tecnico si riportano i risultati dell'indagine olfattometrica e del successivo studio della dispersione in atmosfera e ricaduta al suolo delle emissioni odorigene relative all'impianto Fonderie di Montorso S.p.A., sito in via Valchiampo, 62 a Montorso Vicentino (VI).

Il presente incarico è stato commissionato a LOD S.r.l. dalla Provincia di Vicenza con determina n. 1022 del 28/08/2020.

In data 16 aprile 2021, presso l'impianto, è stata effettuata un'indagine olfattometrica secondo la norma tecnica **UNI EN 13725:2004**, al fine di valutare la concentrazione ed il flusso di odore emessi dall'impianto stesso.

L'olfattometria dinamica è l'unica metodologia accettata a livello internazionale per la misurazione della concentrazione di odore (**European Commission – Integrated Pollution Prevention and Control, Reference Document on the General Principles of Monitoring** - July 2003). Il Laboratorio di Olfattometria Dinamica (LOD) permette l'analisi e lo studio degli odori presenti in campioni d'aria prelevati nelle più svariate condizioni ambientali. Un gruppo di persone selezionate (esaminatori) determina la soglia di rilevazione dell'odore contenuto nell'effluente campionato. Il numero delle diluizioni a cui l'odore diviene percepibile è espresso come indice della concentrazione di odore in: **Unità Odorimetriche per Metro Cubo ( $ou_E/m^3$ )**.<sup>1</sup>

Nella successiva fase modellistica è stato utilizzato il modello *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 quale riferimento:

- la **D.G.R. Lombardia n. IX/3018 del 15 Febbraio 2012 "Determinazioni generali in merito alla caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera derivanti da attività a forte impatto odorigeno"**;
- 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;
- le **Indicazioni per l'utilizzo di tecniche modellistiche per la simulazione della dispersione di inquinanti in atmosfera** emanate nel dicembre 2020 dall'ARPA Veneto.

<sup>1</sup> **La norma UNI EN 13725:2004 riporta:** "L'unità odorimetrica europea ( $ou_E$ ) è la quantità di odorante/i che, quando evaporata in 1  $m^3$  di gas neutro in condizioni normali, provoca una risposta fisiologica (soglia di rivelazione) da un gruppo di prova equivalente a quella provocata da una massa di odore di riferimento europeo (EROM), evaporata in 1  $m^3$  di gas neutro in condizioni normali. Un EROM, evaporato in 1  $m^3$  di gas neutro in condizioni normali, è la massa di sostanza che provoca la risposta fisiologica  $D_{50}$  (soglia di rivelazione), valutata da un gruppo di prova di esperti di odore in conformità alla presente norma e che ha, per definizione, una concentrazione di 1  $ou_E/m^3$ ... Esiste una relazione tra l' $ou_E$  per l'odorante di riferimento e quello per ogni miscela di odoranti. Tale relazione è definita solo a livello della risposta fisiologica  $D_{50}$ , dove: **1 EROM  $\equiv$  123  $\mu g$  n – butanolo  $\equiv$  1  $ou_E$  per la miscela di odoranti**. Tale collegamento costituisce la base della rintracciabilità delle unità di odore di ogni odorante a quella dell'odorante di riferimento. Esso esprime a tutti gli effetti le concentrazioni di odore in termini di "equivalenti in massa dell'n – butanolo".

Entrando nel merito di ciascuno dei riferimenti citati, si può notare che:

- Le linee guida contenute nella citata **D.G.R. Lombardia** non fissano un valore limite unico per l'esposizione olfattiva, ma richiedono che i risultati delle simulazioni di dispersione siano confrontati con tre livelli di esposizione:  $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ ,  $3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  e  $5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ , espressi come 98° percentile delle concentrazioni orarie di picco di odore. Per induzione si considera allora che:
  - per livelli di esposizione olfattiva inferiori a  $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  come 98° percentile delle concentrazioni orarie di picco di odore l'impatto olfattivo è da giudicare accettabile (o trascurabile);
  - per livelli di esposizione olfattiva superiori a  $5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  come 98° percentile delle concentrazioni orarie di picco di odore l'impatto olfattivo è da giudicare non accettabile o non tollerabile;
  - i livelli di esposizione olfattiva intermedi ( $1 \div 5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ ) costituiscono una "fascia di valutazione" all'interno della quale l'accettabilità dell'impatto deve essere valutata caso per caso, in relazione, per esempio, alla numerosità della popolazione esposta (in termini di densità abitativa) e alla destinazione d'uso prevalente (agricola, industriale, commerciale, residenziale) del territorio.
- Le recenti **Indicazioni tecnico operative per attuare misure per la prevenzione e la limitazione delle emissioni odorigene da attività produttive** di ARPAV prevedono 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*

*$1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ , a distanze  $> 500 \text{ m}$  dalle sorgenti*

*$2 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ , a distanze di  $200 \div 500 \text{ m}$  dalle sorgenti*

*$3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ , a distanze di  $< 200 \text{ m}$  dalle sorgenti*

*per i recettori in aree non residenziali*

*$2 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ , a distanze  $> 500 \text{ m}$  dalle sorgenti*

*$3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ , a distanze di  $200 \div 500 \text{ m}$  dalle sorgenti*

*$4 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ , a distanze di  $< 200 \text{ m}$  dalle sorgenti”.*



## 2. Descrizione dell'impianto

L'azienda Fonderie di Montorso S.p.A., specializzata nella produzione di getti di ghisa di alta qualità, si colloca nella valle del Chiampo, in posizione est – sud est rispetto al centro abitato del comune di Montorso Vicentino e a circa 1 km a nord rispetto all'abitato di Zermeghedo.

In Figura 1 si riporta un'ortofoto dell'area oggetto di indagine.



**Figura 1:** posizionamento di Fonderie di Montorso S.p.A. – in arancione il perimetro dello stabilimento.

### 3. Indagine olfattometrica

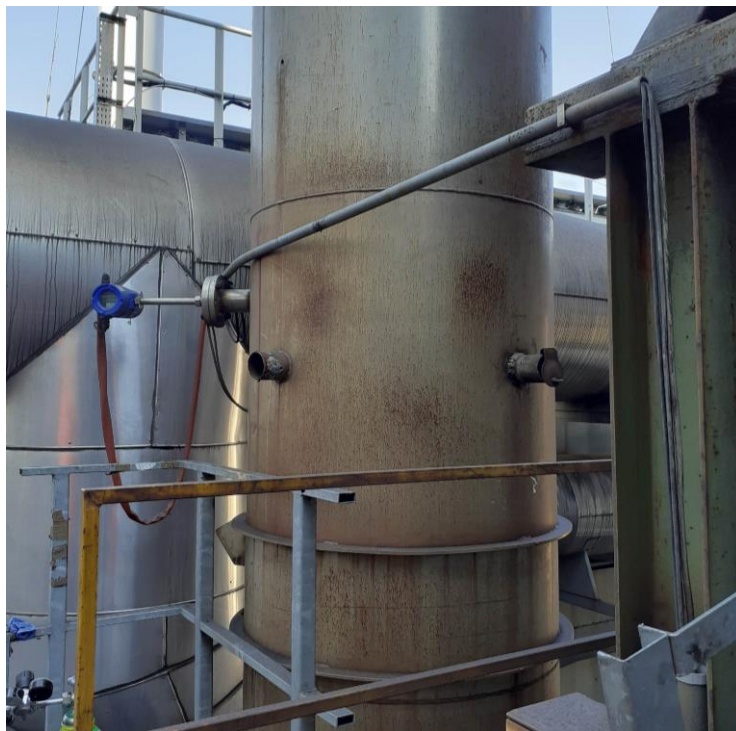
L'indagine olfattometrica si compone di:

- prelievo dei campioni alle sorgenti emissive;
- analisi in camera olfattometrica con olfattometro ed esaminatori selezionati;
- elaborazione statistica dei risultati.

Queste fasi sono descritte nel dettaglio nella norma **UNI EN 13725:2004 "Qualità dell'aria – Determinazione della concentrazione di odore mediante olfattometria dinamica"**. La norma, infatti, specifica un metodo per la determinazione oggettiva della concentrazione di odore di un campione gassoso utilizzando l'olfattometria dinamica con esaminatori umani e la portata di odore emessa da sorgenti puntiformi, sorgenti superficiali con flusso indotto e sorgenti areali senza flusso indotto. Nel seguito illustreremo le varie fasi del lavoro.

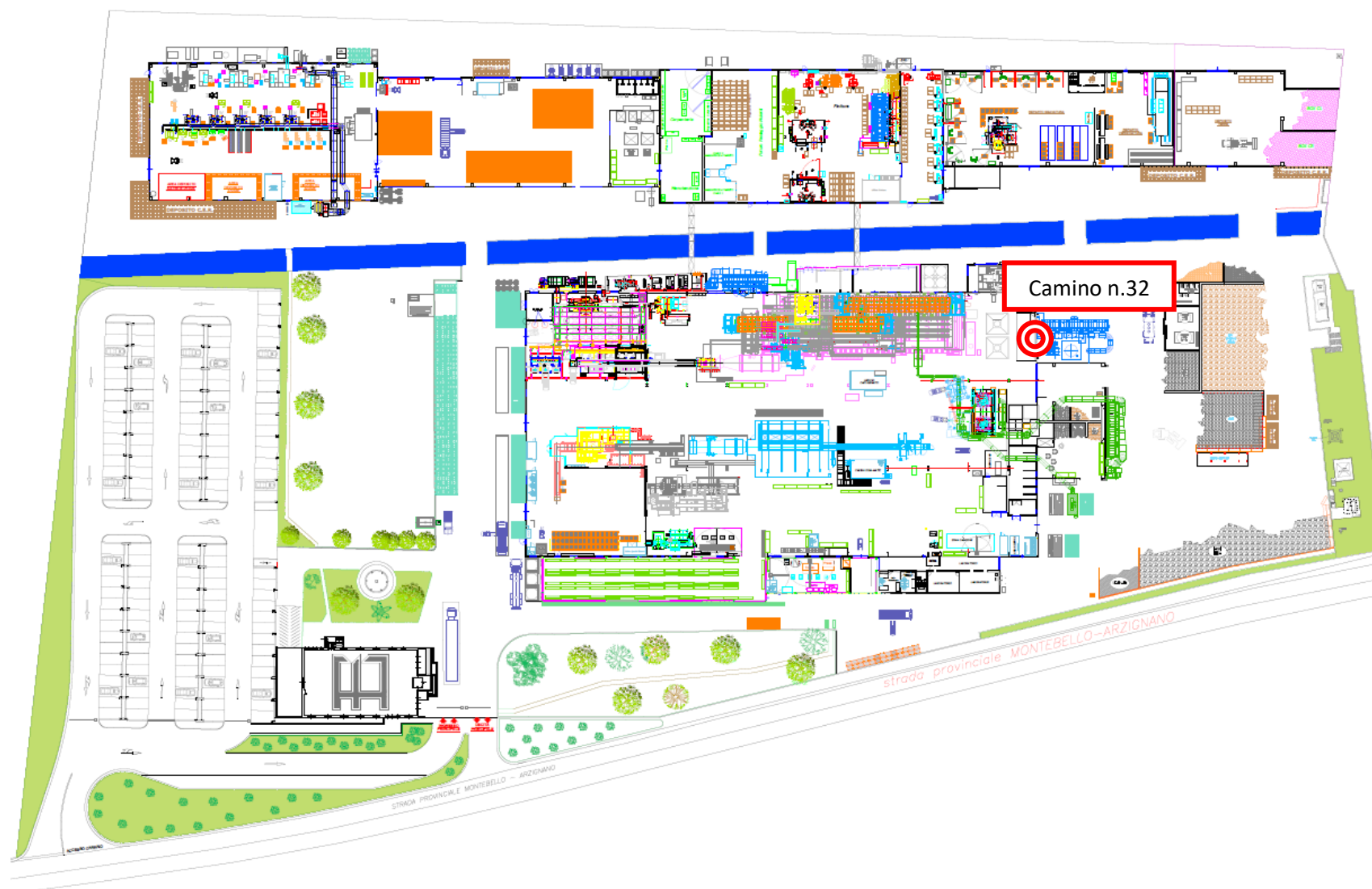
#### 3.1 Campionamento

In data 16 aprile 2021 è stato effettuato, su indicazione della Provincia di Vicenza, un campionamento al camino n.32 dell'impianto (Figura 2). In particolare, sono stati prelevati 3 campioni nell'arco di un'ora sulla scia di quanto indicato dal D. Lgs 152/2006 e s.m.i. per le analisi in autocontrollo e per ottenere dati statisticamente più robusti, nell'ottica della successiva applicazione della simulazione modellistica della dispersione.



**Figura 2:** punto di prelievo del camino n.32.





**Figura 3:** planimetria dello stabilimento con indicazione del punto emissivo oggetto di indagine.

### 3.2 Analisi in camera olfattometrica

Nella stessa giornata, i campioni olfattometrici sono stati analizzati dal gruppo di prova secondo i requisiti della norma **UNI EN 13725**.

È stato utilizzato un Olfattometro Mod. TO8 dove sono operative quattro postazioni che contemporaneamente permettono agli esaminatori la relativa misurazione. Sono stati utilizzati degli esaminatori che hanno identificato il numero necessario a far giungere l'odore alla "soglia di odore".



**Figura 4:** analisi in camera olfattometrica.

#### 4. Risultati dell'indagine

In Tabella 1 si riportano i risultati delle analisi dei campioni prelevati in termini di concentrazione di odore.

**Tabella 1:** sintesi dei risultati.

Numero campione	Tipologia prelievo	Denominazione campione	Ora prelievo	c <sub>od</sub> (ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> )
<b>1</b>	Prelievo da condotto	Camino 32 – 1°	9:30	<b>8.000</b>
<b>2</b>	Prelievo da condotto	Camino 32 – 2°	10:00	<b>3.600</b>
<b>3</b>	Prelievo da condotto	Camino 32 – 3°	10:30	<b>2.200</b>

## 5. Valutazione dei risultati

In Tabella 2 si riportano i valori di concentrazione di odore e la media geometrica<sup>2</sup> calcolata per i campioni prelevati.

**Tabella 2:** media geometrica della concentrazione di odore.

Emissione	N. campione	c <sub>od</sub> (ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> )	Media geometrica c <sub>od</sub> (ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> )
E32	1	8.000	4.000
	2	3.600	
	3	2.200	

Nella figura sottostante si riportano graficamente i risultati delle Tabelle di cui sopra.

<sup>2</sup> Ricordiamo che il valore "media geometrica c<sub>od</sub>" riportato in tabella è dato dalla formula:

$$C = \sqrt[n]{C_1 \cdot \dots \cdot C_i \cdot \dots \cdot C_n}$$

come previsto dalla norma **UNI EN 13725**, dove n è il numero di campioni prelevati e C<sub>i</sub> il valore di concentrazione di odore misurato per il campione i-esimo. Questo perché "l'intensità ... si riferisce alle intensità percepite della sensazione di odore. L'intensità aumenta in funzione della concentrazione. Questa interdipendenza può essere descritta come una funzione logaritmica derivata in via teorica secondo Weber e Fechner ...". Dal punto di vista matematico, quindi, la media aritmetica di logaritmi è pari alla media geometrica, secondo la formula:

$$\frac{\sum_L \log Z_{ITE}}{L} = \frac{\log Z_{ITE} * Z_{ITE} * \dots}{L} = \log(\prod Z_{ITE})^{\frac{1}{L}}$$

Dove:

Z<sub>ITE</sub> è pari alla concentrazione di odore (la sensibilità olfattiva è ripartita normalmente con il logaritmo degli indici di diluizione e quindi anche con il logaritmo delle concentrazioni presenti all'uscita dall'olfattometro)

L è il numero di risposte ottenute.

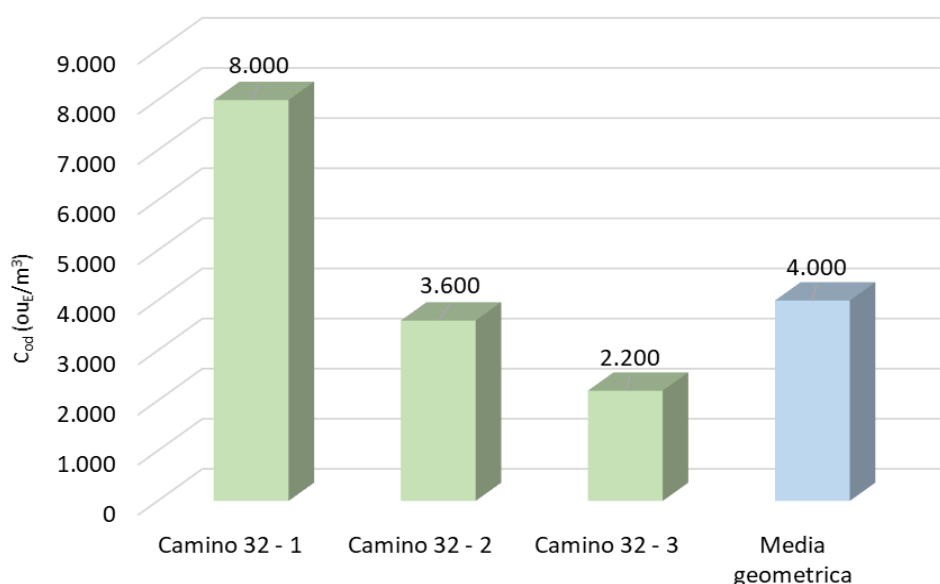
La media geometrica viene utilizzata per rappresentare un set di misure di concentrazione di odore in quanto risulta essere più rappresentativa dell'intensità olfattiva media riferita alle stesse misure. Questo aspetto dipende dal fatto che l'intensità è funzione logaritmica della concentrazione di odore, ovvero I = log (C). A partire da questa considerazione, dovendo determinare il valore di concentrazione relativo all'intensità media, in termini matematici si ha:

$$\log C = \frac{1}{n} \sum \log C_i = \log \left( \prod_n C_i \right)^{\frac{1}{n}}$$

da cui:

$$C = \left( \prod_n C_i \right)^{\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot \dots \cdot C_n}$$

che non è altro che la definizione di media geometrica.



**Figura 5:** concentrazione di odore e media geometrica rilevate all'emissione.

Sulla base dei valori di concentrazione di odore ottenuti e dei parametri fisici rilevati, è stato possibile calcolare la portata di odore OER (*Odour Emission Rate*) emessa dal camino; tali valori sono riportati in Tabella 3.

**Tabella 3:** portata di odore calcolata ai camini dell'impianto.

Camino	$C_{oud}$ (ouE/m³)	Sezione (m²)	T (°C)	Rh (%)	v (m/s)	Portata effluente normalizzata <sup>3</sup> (Nm³/h)	OER portata odore (ouE/s)
E32	4.000	0,95	118	24	15,3	39.216	43.573

A tal proposito, la DGR Lombardia n. IX/3018 del 2012 identifica come emissioni odorogene quelle sorgenti caratterizzate da una concentrazione di odore  $> 80 \text{ ouE/m}^3$  (rif. **Paragrafo 3.1 dell'Allegato 1 "Requisiti degli studi di impatto olfattivo mediante simulazione di dispersione"**). Nello specifico: *"nello scenario da impiegare nelle simulazioni per la stima dell'impatto olfattivo devono essere considerate tutte le emissioni dell'impianto oggetto di studio (convogliate, diffuse o fuggitive) per le quali la portata di odore sia maggiore di 500 ouE/s, ad eccezione delle sorgenti per le quali, quale sia la portata volumetrica emessa, la concentrazione di odore massima sia inferiore a 80 ouE/m³"*). Tale concetto è ribadito anche dalla **Linea Guida PG24DT dell'ARPA Veneto del 15/10/2019 "Indicazioni tecnico – operative per attuare misure per la prevenzione e la limitazione delle emissioni odorogene da attività produttive"**, che afferma *"Sulla base delle considerazioni specifiche riportate nell'Allegato A.1 in merito alla significatività delle sorgenti emissive odorogene, non devono essere considerate, poiché poco significative, le emissioni odorogene caratterizzate da concentrazioni di odore inferiori a 80 ouE/m³ o da flussi di odore inferiori a 500 ouE/s"*.

<sup>3</sup> Normalizzazione a 20°C come da UNI EN 13725:2004

Quindi il camino oggetto di monitoraggio rappresenta sicuramente una emissione odorigena. In via cautelativa, nello studio modellistico è stata considerata la portata di odore calcolata a partire dalla portata massima autorizzata (38.000 Nm<sup>3</sup>/h).



## 6. Individuazione dello scenario e descrizione della metodologia numerica

### 6.1 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 srl, *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 emissive non stazionarie, con campo di vento tridimensionale, in siti con orografie complesse e con inquinanti reattivi.

## 6.2 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:

<b>Scala spaziale:</b>	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 <u>locale</u> , limitata a qualche chilometro in linea d'aria attorno al sito.
<b>Indice temporale:</b>	La simulazione valuta la dispersione per un periodo di <u>un anno solare</u> : in questo modo sarà possibile valutare il contributo stagionale dei venti e della meteorologia sulla dispersione. Nella simulazione è stato considerato l'anno 2018.
<b>Ambito territoriale:</b>	Il sito su cui verrà applicato il modello si trova a Montorso Vicentino (VI) e presenta un'orografia <u>complessa</u> . Un'ulteriore descrizione dei dati orografici è presentata nel paragrafo 7.2.
<b>Sorgente:</b>	Ai fini del modello verranno considerate differenti <u>sorgenti puntuali</u> . Ulteriori approfondimenti sono riportati nel paragrafo 7.4.
<b>Specie simulata:</b>	La valutazione dell'impatto riguarda l'emissione di odore. Ulteriori approfondimenti sono riportati nel paragrafo 7.4.

## 6.3 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<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> il 50 % della popolazione percepisce odore;
- 3 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> l'85% della popolazione percepisce odore;
- 5 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> 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.

## 7. Dati di input del modello

Il modello di dispersione necessita di dati di *input* relativi alle condizioni meteorologiche, orografiche 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.

### 7.1 Dati meteorologici

Data la complessità della zona in esame, sono stati acquisiti i dati meteorologici al suolo di più stazioni facenti parte della rete ARPAV e radiosondaggi.

**Tabella 4:** caratteristiche dei dati meteorologici, stazioni al suolo.

Dati meteo	
<i>Fornitore dei dati</i>	Centro Meteorologico di Teolo – ARPAV
<i>Periodo</i>	Intero anno 2018
<i>Stazioni utilizzate</i>	Stazioni ARPAV di: Malo, Chiampo, Lonigo (VI)
<i>Coordinate UTM WGS84</i>	Malo: 691,955 km E 5060,263 km N (UTM 32T) Chiampo: 679,092 km E 5045,107 km N (UTM 32T) Lonigo: 686,273 km E 5029,098 km N (UTM 32T)
<i>Distanza dal centro della griglia di calcolo</i>	Malo: 16,8 km; Chiampo: 6,9 km; Lonigo: 15,5 km.
<i>Parametri acquisiti</i>	Malo: pressione atmosferica, radiazione solare globale; Chiampo: temperatura, umidità relativa, velocità e direzione prevalente del vento; Lonigo: velocità e direzione prevalente del vento.

**Tabella 5:** caratteristiche dei dati meteorologici, dati in quota.

Dati meteo	
<i>Fornitore dei dati</i>	Aeronautica Militare tramite <a href="http://www.esrl.noaa.gov/raobs/">http://www.esrl.noaa.gov/raobs/</a> , dati in formato “original FSL format ASCII”
<i>Periodo</i>	Intero anno 2018
<i>Stazioni utilizzate</i>	Udine Campoformido LIPD 16044, Milano Linate LIM1 16080
<i>Coordinate UTM WGS84</i>	LIPD: 359,826 km E 5099,759 km N (UTM 33T); LIM1: 522,071 km E 5031,103 km N (UTM 32T)
<i>Distanza dal centro della griglia di calcolo</i>	LIPD: 90 km; LIM1: 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.

**Tabella 6:** percentuale di dati meteorologici non validi per parametro e per mese – Malo.

	Pressione	Radiazione solare globale
% dati invalidi per l'intero periodo	0,00%	0,00%
G	0,00%	0,00%
F	0,00%	0,00%
M	0,00%	0,00%
A	0,00%	0,00%
M	0,00%	0,00%
G	0,00%	0,00%
L	0,00%	0,00%
A	0,00%	0,00%
S	0,00%	0,00%
O	0,00%	0,00%
N	0,00%	0,00%
D	0,00%	0,00%

**Tabella 7:** percentuale di dati meteorologici non validi per parametro e per mese – Chiampo.

	Temperatura	Umidità relativa	Direzione provenienza vento	Velocità vento	Pressione
% dati invalidi per l'intero periodo	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
G	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
F	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
M	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
A	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
M	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
G	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
L	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
A	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
S	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
O	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
N	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
D	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

**Tabella 8:** percentuale di dati meteorologici non validi per parametro e per mese – Lonigo.

	Direzione provenienza vento	Velocità vento
% dati invalidi per l'intero periodo	0,00%	0,00%
G	0,00%	0,00%
F	0,00%	0,00%
M	0,00%	0,00%
A	0,00%	0,00%
M	0,00%	0,00%
G	0,00%	0,00%
L	0,00%	0,00%
A	0,00%	0,00%
S	0,00%	0,00%
O	0,00%	0,00%
N	0,00%	0,00%
D	0,00%	0,00%

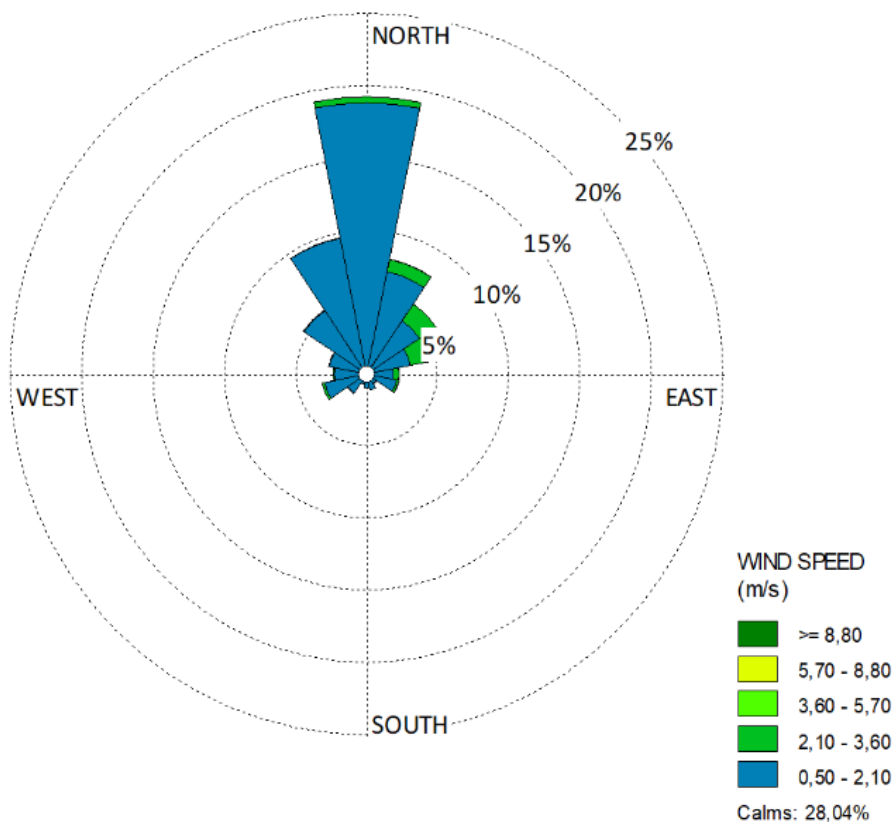
Per tutte le stazioni si evince come la percentuale di dati assenti o non validi risulta minore dei valori soglia del 20 % per la totalità dei dati e del 50 % per i dati mensili.

#### 7.1.1 Analisi preliminare dei dati meteorologici e anemometrici

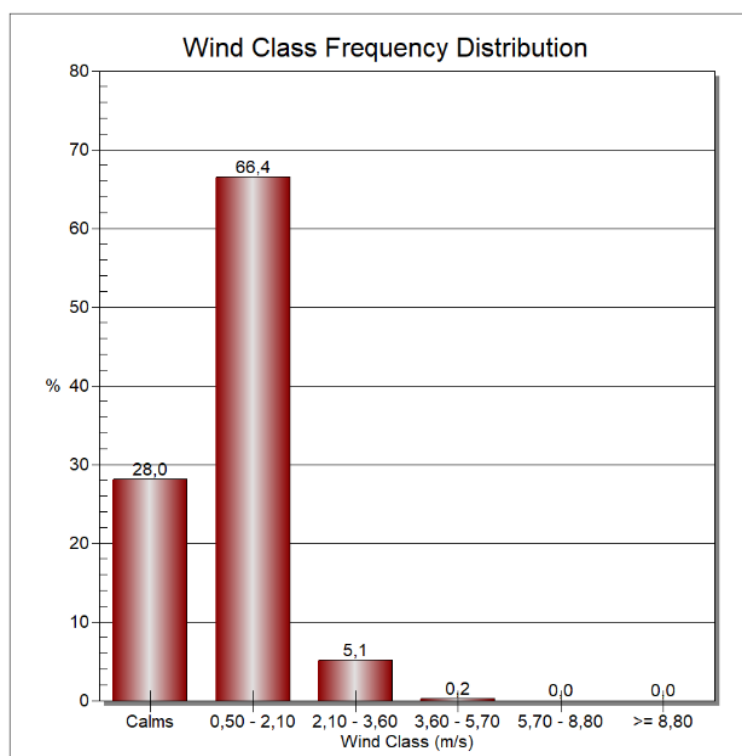
Come si può osservare dall'analisi della rosa dei venti estratta nel punto della griglia corrispondente alla posizione dell'impianto e riportata in Figura 6, il vento, durante l'intero anno, ha soffiato principalmente dal settore nord (19,2%). Si registrano inoltre componenti dai settori nord – nord ovest (9,5%) e nord – nord est (8,1%).

Tale risultato permette di affermare in prima battuta che gli odori emessi dall'impianto tenderanno a disperdersi prevalentemente verso sud rispetto allo stesso.



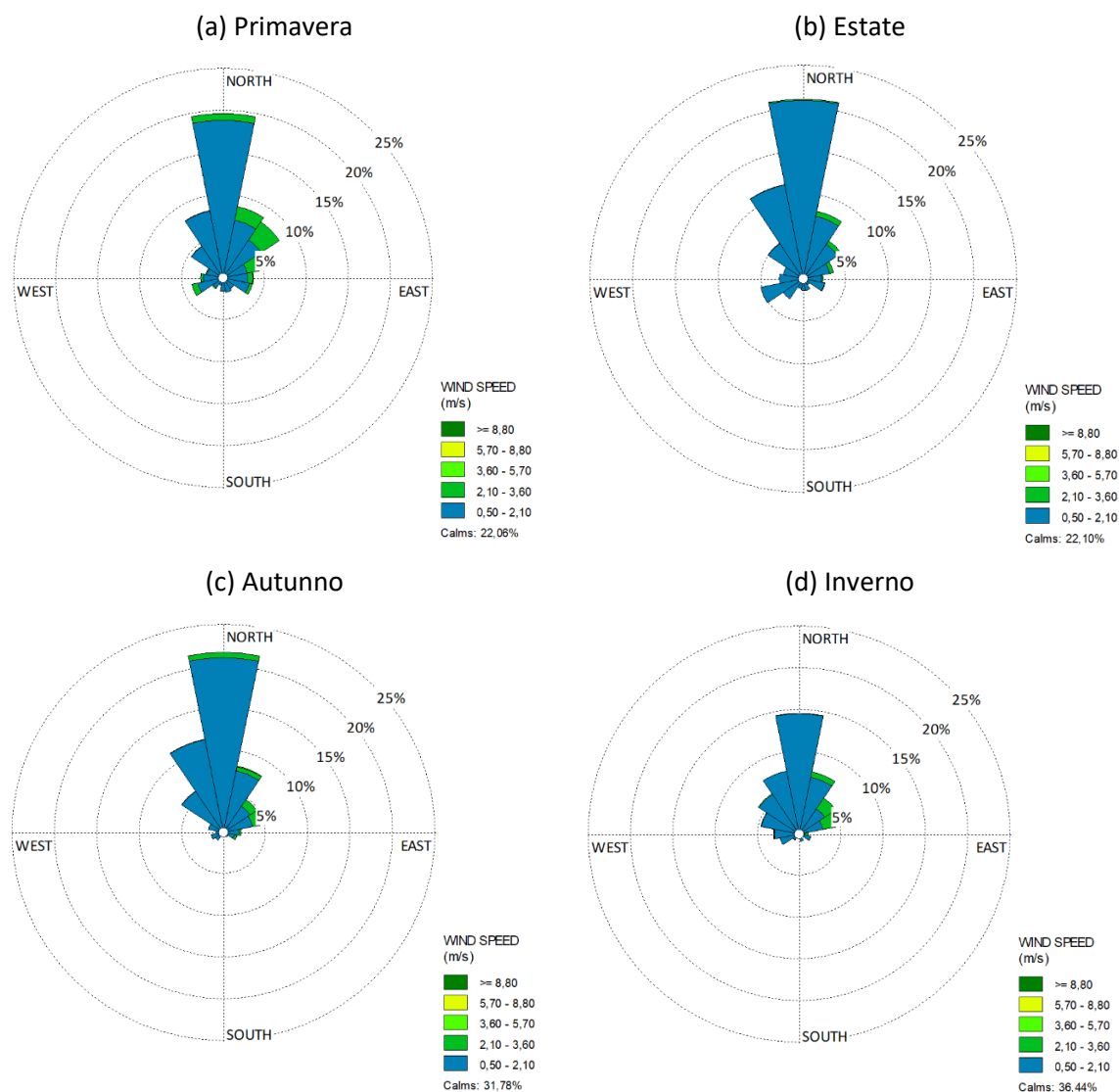


**Figura 6:** rosa dei venti: la coordinata radiale (lunghezza del settore circolare) rappresenta la frequenza, il colore dei cunei indica l'intensità del vento.



**Figura 7:** distribuzione delle velocità del vento nell'anno considerato per la simulazione (2018).

Per quanto riguarda l'intensità dei venti, dal grafico della distribuzione riportato in Figura 7, si può notare come le intensità prevalenti siano comprese nell'intervallo 0,5 – 2,1 m/s (pari al 66,4% del tempo), con le condizioni di calma (intensità inferiore a 0,5 m/s) che si verificano nel 28,0% dell'intervallo di tempo considerato.



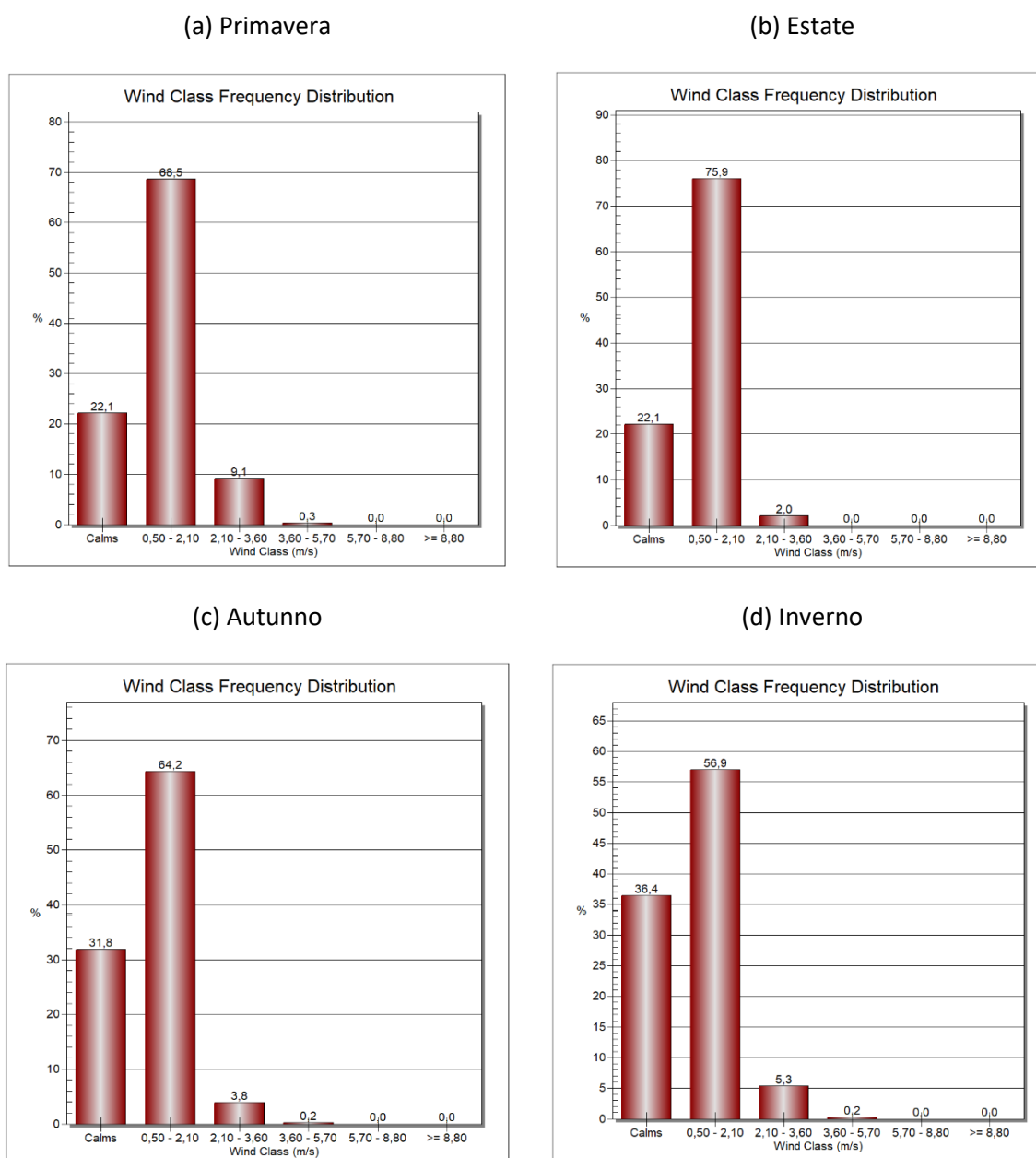
**Figura 8:** rose dei venti riferite alla stazione meteo per la stagione (a) primaverile, (b) estiva, (c) autunnale e (d) invernale: la coordinata radiale (lunghezza del settore circolare) rappresenta la frequenza.

Analizzando la distribuzione della direzione dei venti e le rose dei venti su base stagionale (Figura 8), si può osservare che:

- la componente predominante in tutte le stagioni è quella proveniente dal settore nord, con percentuali pari al 19,6% nella stagione primaverile, al 21,0% nella stagione estiva, al 21,6% nella stagione autunnale e al 14,5% in quella invernale;
- la maggior variabilità nella direzione del vento si ha nei mesi estivi e primaverili in cui sono state registrate componenti provenienti da ovest – sud ovest, con percentuali inferiori al 5%.

La Figura 9 rappresenta la distribuzione delle velocità del vento durante le varie stagioni. Si può notare che le velocità prevalenti sono relativamente basse (inferiori a 2,1 m/s) con percentuali che si attestano attorno al 68,5% nel periodo primaverile, al 75,9% nel periodo estivo, al 64,2% nel periodo autunnale e al 56,9% nel periodo invernale.

Gli episodi di calma di vento sono stati registrati con maggior frequenza nel periodo invernale, con una percentuale pari a circa al 36,4%.



**Figura 9:** distribuzione delle velocità del vento nelle varie stagioni.

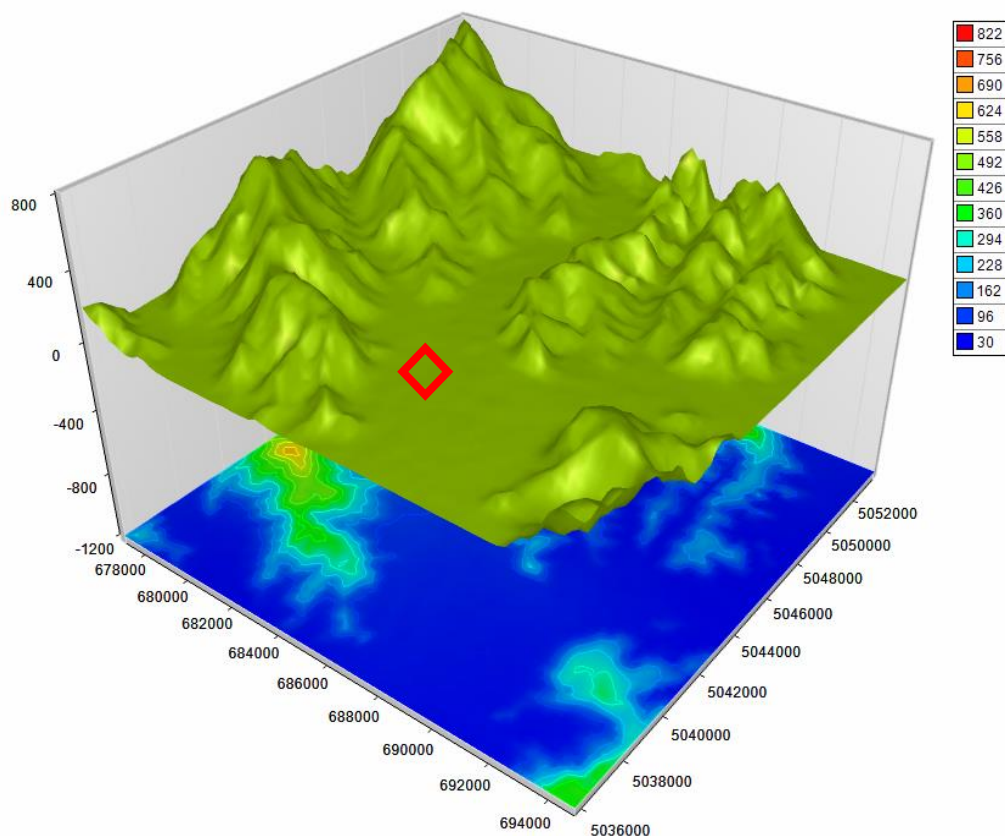
## 7.2 Esame dei dati cartografici e dell'uso del suolo

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.

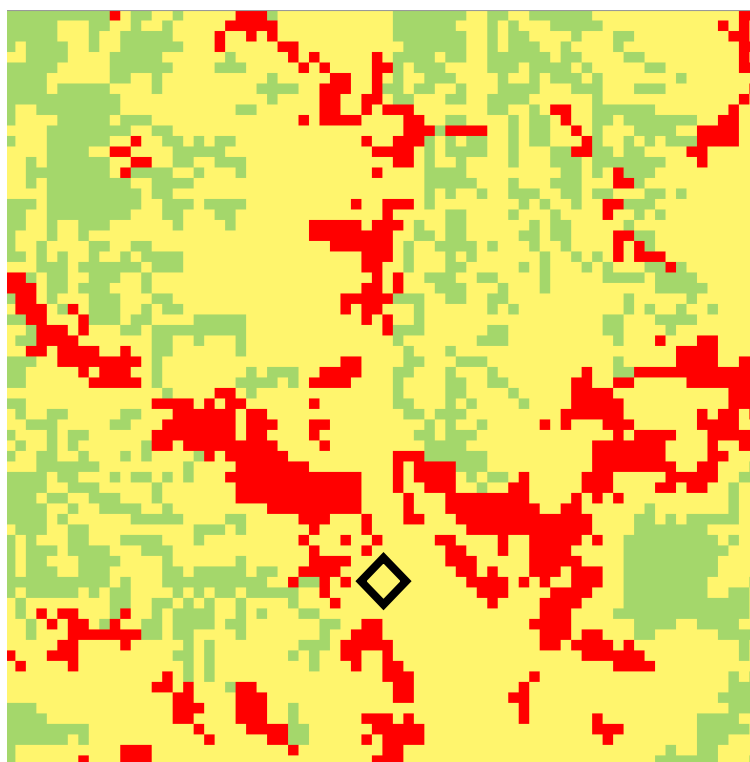
**Tabella 9:** informazioni cartografiche.

<b>Sistema di coordinate</b>	
<i>Sistema</i>	UTM
<i>Datum</i>	WGS 84
<i>Fuso, zona</i>	32 T
<b>Griglia di calcolo</b>	
<i>Origine della griglia CALMET (lower-left corner)</i>	676,982 km E 5035,576 km N
<i>Dimensione della griglia di calcolo CALMET</i>	18.000 m x 18.000 m
<i>Passo della griglia CALMET</i>	250 m
<i>Numero di punti recettori di calcolo (nodi della griglia)</i>	41 x 41 = 1.681 Con passo di griglia di 125 m e centrata sull'impianto (685,475 km E 5039,595 km N)
<i>Altezza dei recettori rispetto al suolo</i>	2 m
<b>Dati territoriali</b>	
<i>Quote altimetriche del terreno</i>	<i>Dati SRTM interpolati a 100 m elaborati da USGS – EROS Data Center, Sioux Falls, SD, USA. Elaborazioni mediante Maind Land Use v 2.2.0.0</i>
<i>Estremi altimetrici della griglia di calcolo</i>	30 m s.l.m. / 816 m s.l.m.
<i>Uso del suolo</i>	CORINE Land Cover 1:100.000 agg. 2004. Elaborazioni mediante Maind Land Use v 2.2.0.0

Tale porzione di territorio include del tutto o in parte gli abitati di Montorso Vicentino e Zermeghedo.



**Figura 10:** Altimetria del terreno nella griglia di calcolo CALMET. Il poligono rosso indica la posizione dell'impianto.



**Figura 11:** varie tipologie di utilizzo del terreno. Il poligono nero indica la posizione dell'impianto.

In particolare:

- Rosso: terreno urbano (*urban or build – up land*);
- Giallo: terreno agricolo e coltivato (*agricultural land*);
- Verde chiaro: terreno forestale (*forest land*).

### 7.2.1 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 nove recettori posizionati nei pressi dell'azienda (cfr. Figura 12).

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 10:** recettori sensibili.

	Recettore	Classificazione	Coordinate WGS-84 UTM 32T	Distanza dalla sorgente più prossima (m)
<b>A</b>	Abitazioni private	Aree non residenziali	685,170 km E 5039,558 km N	263
<b>B</b>	Struttura ricettiva	Aree non residenziali	685,301 km E 5039,810 km N	198
<b>C</b>	Abitazioni private	Aree non residenziali	685,756 km E 5039,874 km N	406
<b>D</b>	Abitazioni private	Aree non residenziali	686,062 km E 5039,302 km N	730
<b>E</b>	Abitazioni private	Aree non residenziali	685,329 km E 5039,243 km N	418
<b>F</b>	Centro abitato – Montorso Vicentino	Aree residenziali	685,093 km E 5039,429 km N	394
<b>G</b>	Centro abitato – Montorso Vicentino	Aree residenziali	684,728 km E 5039,879 km N	725
<b>H</b>	Centro abitato – Zermeghedo	Aree residenziali	685,336 km E 5038,611 km N	1.040
<b>I</b>	Edificio scolastico – Zermeghedo	Aree residenziali	685,256 km E 5038,305 km N	1.350





**Figura 12:** recettori sensibili disposti sul dominio di studio CALMET, in arancione il perimetro dell'impianto. Il poligono quadrato bianco delimita l'area dei recettori per i quali è stata effettuata la simulazione mediante CALPUFF.

### 7.3 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 11:** 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 = 0,01 m/s
Modulo per Building Downwash	Attivo

Data la vicinanza delle sorgenti con gli edifici dell'impianto si è scelto di attivare il modulo del Building downwash. Con il termine *building downwash* si intende l'effetto indotto dalla presenza degli edifici sul movimento delle masse d'aria. Tale effetto risulta particolarmente rilevante sulla dispersione di inquinanti e di odore quando l'edificio si trova in prossimità dell'emissione, come nel caso in esame, inoltre è richiesto dalla Linea Guida della Regione Lombardia e dalle Linee guida ARPAV.

L'implementazione all'interno di CALPUFF dell'effetto degli edifici è stata conseguita mediante l'uso dell'applicativo BPIP (Building Profile Input Program), suggerito da US EPA come strumento di supporto ai modelli di dispersione.

In Figura 13 sono rappresentati gli edifici presi in considerazione per il calcolo del *building downwash* mentre in Tabella 12 se ne riportano le relative caratteristiche.



Figura 13: edifici presi in considerazione per il *building downwash*.

Tabella 12: caratteristiche degli edifici considerati per il calcolo del BDW.

Edificio	Altezza (m)	Vertici	Coordinate WGS-84 UTM 32T
C1	12	12	685337 m E 5039661 m N 685355 m E 5039672 m N 685396 m E 5039609 m N 685404 m E 5039614 m N 685439 m E 5039560 m N 685438 m E 5039559 m N 685501 m E 5039464 m N 685474 m E 5039446 m N 685446 m E 5039489 m N 685449 m E 5039492 m N 685415 m E 5039544 m N 685413 m E 5039543 m N
C2	22	13	685425 m E 5039647 m N 685415 m E 5039647 m N 685437 m E 5039677 m N 685447 m E 5039661 m N 685471 m E 5039673 m N 685500 m E 5039629 m N

Edificio	Altezza (m)	Vertici	Coordinate WGS-84 UTM 32T
			685529 m E 5039588 m N 685521 m E 5039582 m N 685524 m E 5039577 m N 685472 m E 5039543 m N 685418 m E 5039628 m N 685412 m E 5039625 m N 685407 m E 5039633 m N
C3	25	7	685490 m E 5039590 m N 685508 m E 5039602 m N 685464 m E 5039670 m N 685432 m E 5039651 m N 685412 m E 5039637 m N 685418 m E 5039628 m N 685452 m E 5039649 m N

#### 7.4 Sorgenti emissive

Come già citato in precedenza, il presente lavoro ha lo scopo di valutare l'impatto odorigeno sul territorio circostante generato dall'emissione n.32 dell'impianto Fonderie di Montorso S.p.A.

La concentrazione di odore utilizzata per il calcolo della portata di odore è quella rilevata nel corso del campionamento effettuato dal presente Laboratorio in data 16/04/2021 (cfr. Rapporto di prova LOD RT 338/21). Tuttavia, come specificato precedentemente, al fine del calcolo del flusso odorigeno è stata considerata la portata massima autorizzata.

**Tabella 13:** Modalità di rappresentazione delle sorgenti.

Modalità di rappresentazione delle sorgenti	
E32	<p>Sorgente puntiforme con diametro e altezza dal suolo pari a quelle del relativo camino. La portata di odore è stata calcolata a partire dalla media geometrica dei valori rilevati nel corso del campionamento effettuato in data 16/04/2021 (rif. LOD RT 338/21) e dalla portata massima autorizzata (38.000 Nm<sup>3</sup>/h).</p> <p>La sorgente è considerata attiva dal lunedì al venerdì, dalle ore 6 alle 24 per circa 220 giorni all'anno. Sono state considerate sei settimane di fermata: quattro settimane ad agosto e due settimane a cavallo dei mesi di dicembre e gennaio.</p> <p>Il vertical momentum flux factor è da considerarsi pari a 1.</p>

Tabella 14: sorgenti emissive simulate.

Emissione	Coordinate	Momentum <sup>(4)</sup>	Altezza emissione rispetto al suolo (m)	Diametro (m)	Quota suolo base sorgente (m)	Portata (Nm <sup>3</sup> /h)	Temperatura emissione (°C)	Regime emissivo	Concentrazione di odore (ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> )	OER (ou <sub>E</sub> /s)
Camino 32	685,418 km E 5039,650 km N	1	35	1,1	72	38.000	118	H18/5gg settimana	4.000	45.315

Il calcolo della portata di odore è stato fatto applicando la formula riportata presso § 4.3.1 (sorgenti puntuali) del **Metodologie per la valutazione delle emissioni odorogene – Documento di sintesi** dell'SNPA.

<sup>4</sup> Fattore pari a 1 qualora la componente meccanica che contribuisce al momentum rising sia considerata. Fattore pari a 0 in caso contrario.

## 8. Risultati della dispersione

In Figura 14 è riportata la mappa relativa 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 14:** mappa del 98° percentile su base annua dell'unità di odore espresse in unità olfattometriche al metro cubo.



Tabella 15: concentrazioni di odore ai recettori sensibili.

	Recettore	Classificazione	Distanza dalla sorgente più prossima	98° percentile [ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> ]	100° percentile [ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> ]
<b>A</b>	Abitazioni private	Aree non residenziali	263	1,2	2,2
<b>B</b>	Struttura ricettiva	Aree non residenziali	198	0,8	3,0
<b>C</b>	Abitazioni private	Aree non residenziali	406	0,5	2,6
<b>D</b>	Abitazioni private	Aree non residenziali	730	0,1	1,8
<b>E</b>	Abitazioni private	Aree non residenziali	418	0,7	2,3
<b>F</b>	Centro abitato – Montorso Vicentino	Aree residenziali	394	0,9	2,1
<b>G</b>	Centro abitato – Montorso Vicentino	Aree residenziali	725	0,2	1,1
<b>H</b>	Centro abitato – Zermeghedo	Aree residenziali	1.040	0,3	0,9
<b>I</b>	Edificio scolastico	Aree residenziali	1.350	0,2	0,7

## 9. Valutazione dei risultati

Per l'elaborazione e la valutazione dei risultati, come documento di riferimento è stato preso l'Allegato 1 della D.G.R. Lombardia n. IX/3018 del 15 Febbraio 2012.

I valori evidenziati sulle mappe di isoconcentrazione che sono prodotte seguono quanto indicato dalla regione Lombardia. Ricordiamo che tale Allegato non riporta limiti, evidenziando comunque che a:

- 1 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> il 50 % della popolazione percepisce odore;
- 3 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> l'85% della popolazione percepisce odore;
- 5 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> il 90 – 95% della popolazione percepisce odore.

Dai risultati sopra riportati si evince che, considerando la sopracitata D.G.R. Lombardia, nel caso dello scenario simulato, nessuno dei recettori risulta subire un impatto superiore al limite superiore di accettabilità di 5 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> espressi in termini di 98° percentile su base annua.

Si ricorda inoltre che, per deduzione, nel range tra 1 e 5 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>, l'impatto olfattivo è oggetto di valutazione da parte degli Organi di Controllo, mentre per valori inferiori a 1 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> è giudicato trascurabile (o accettabile).

Considerando 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 evince come l'impatto presso tutti i recettori sia considerato trascurabile, come da tabella sotto riportata.

**Tabella 16:** concentrazioni di odore e confronto con criteri delle LG ARPAV.

	Recettore	Classificazione	Distanza dalla sorgente più prossima	98° percentile [ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> ]	Soglie secondo LG ARPAV	Accettabilità
<b>A</b>	Abitazioni private	Aree non residenziali	263	1,2	3	SI
<b>B</b>	Struttura ricettiva	Aree non residenziali	198	0,8	4	SI
<b>C</b>	Abitazioni private	Aree non residenziali	406	0,5	3	SI
<b>D</b>	Abitazioni private	Aree non residenziali	730	0,1	2	SI
<b>E</b>	Abitazioni private	Aree non residenziali	418	0,7	3	SI
<b>F</b>	Centro abitato – Montorso Vicentino	Aree residenziali	394	0,9	2	SI
<b>G</b>	Centro abitato – Montorso Vicentino	Aree residenziali	725	0,2	1	SI
<b>H</b>	Centro abitato – Zermeghedo	Aree residenziali	1.040	0,3	1	SI
<b>I</b>	Edificio scolastico	Aree residenziali	1.350	0,2	1	SI

## 10. Conclusioni

Nel presente studio, commissionato a LOD S.r.l. dalla Provincia di Vicenza con determina n. 1022 del 28/08/2020, è stato valutato l'impatto odorigeno sul territorio circostante dell'azienda Fonderie di Montorso S.p.A., sita a Montorso Vicentino (VI).

In primo luogo, in data 16 aprile 2021, è stata svolta un'indagine olfattometrica secondo la norma tecnica **UNI EN 13725:2004**, al fine di quantificare i livelli odorigeni del punto emissivo principale dell'impianto (camino n.32). In particolare, sono stati prelevati 3 campioni nell'arco di un'ora sulla scia di quanto indicato dal D. Lgs 152/2006 e s.m.i. per le analisi in autocontrollo e al fine di ottenere dati statisticamente più robusti.

La successiva fase di analisi ha consentito di calcolare la media geometrica delle concentrazioni di odore rilevate al camino, evidenziando un valore medio pari a  $4.000 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ , e la rispettiva portata di odore OER (*Odour Emission Rate*), pari a  $45.315 \text{ ou}_E/\text{s}$ . In via cautelativa, il flusso di odore è stato calcolato a partire dalla portata massima autorizzata e pari  $38.000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ .

Tali valori, unitamente ai parametri fisici rilevati, alle informazioni impiantistiche fornite dal gestore dell'impianto e ai dati meteorologici e orografici, sono stati utilizzati come dati in input nella valutazione della dispersione dell'odore in atmosfera e ricaduta al suolo. La simulazione modellistica è stata effettuata mediante il modello matematico di dispersione *CALPUFF*.

L'elaborazione e la valutazione dei risultati sono state svolte in ottemperanza all'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 risultati di concentrazione di odore, espressi in termini di 98° percentile su base annua dell'unità olfattometriche al metro cubo ( $\text{ou}_E/\text{m}^3$ ), sono stati messi a confronto con i limiti riportati nella sopracitata D.g.r. Lombardia e con quelli presenti nelle recenti **Indicazioni tecnico operative per attuare misure per la prevenzione e la limitazione delle emissioni odorigene da attività produttive** redatte da ARPAV del dicembre 2019.

Complessivamente, l'impatto odorigeno provocato dall'impianto e valutato in corrispondenza di nove punti scelti sul territorio circostante, detti recettori sensibili, risulta essere inferiore al limite inferiore di accettabilità di  $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  della D.g.r. Lombardia, per la quasi totalità di essi ad eccezione del recettore A, posto a sud dell'abitato di Montorso Vicentino, in cui il valore rilevato risulta essere comunque inferiore al limite superiore di accettabilità di  $5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ .

Facendo riferimento ai limiti di accettabilità indicati dalle linee guida ARPAV, in cui vengono presi in considerazione anche la distanza del recettore rispetto all'impianto e la classificazione dell'area in cui si trova (aree residenziali e aree non residenziali), dai dati sopra riportati si evince come l'impatto presso tutti i recettori sensibili sia trascurabile.

Inoltre, non si evidenziano particolari criticità neanche considerando lo scenario peggiore, ovvero i valori di concentrazione orarie di picco di odore al 100° percentile su base annua, in cui il valore massimo rilevato è pari a  $3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ .

## 11. 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.
- **Indicazioni per l'utilizzo di tecniche modellistiche per la simulazione della dispersione di inquinanti in atmosfera**, dicembre 2020, 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

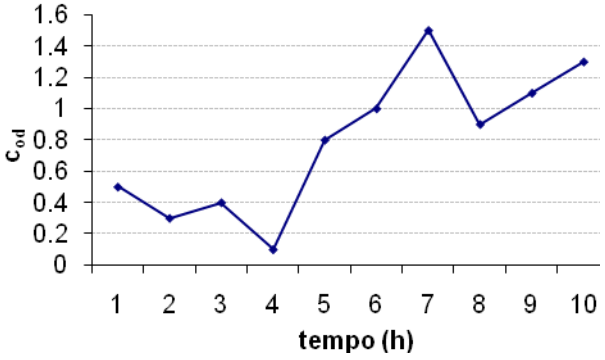
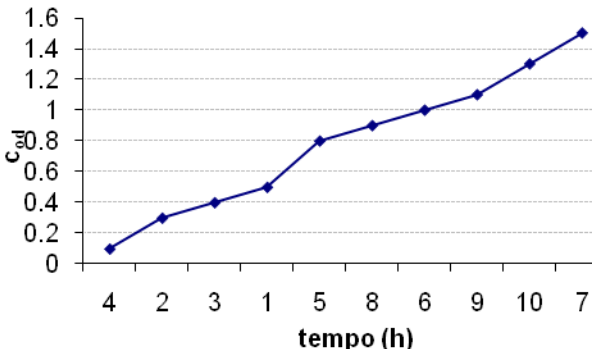
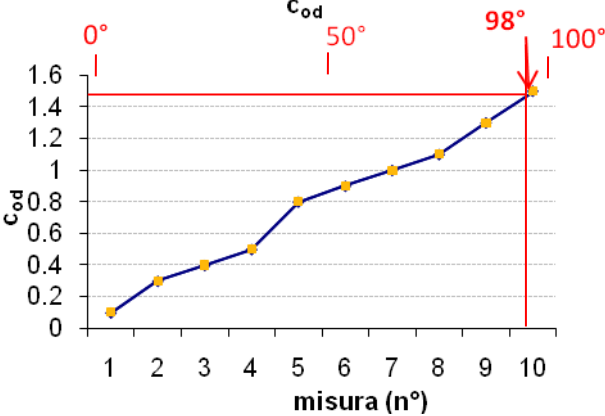
### *Emissioni olfattive ed olfattometria*

- **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**

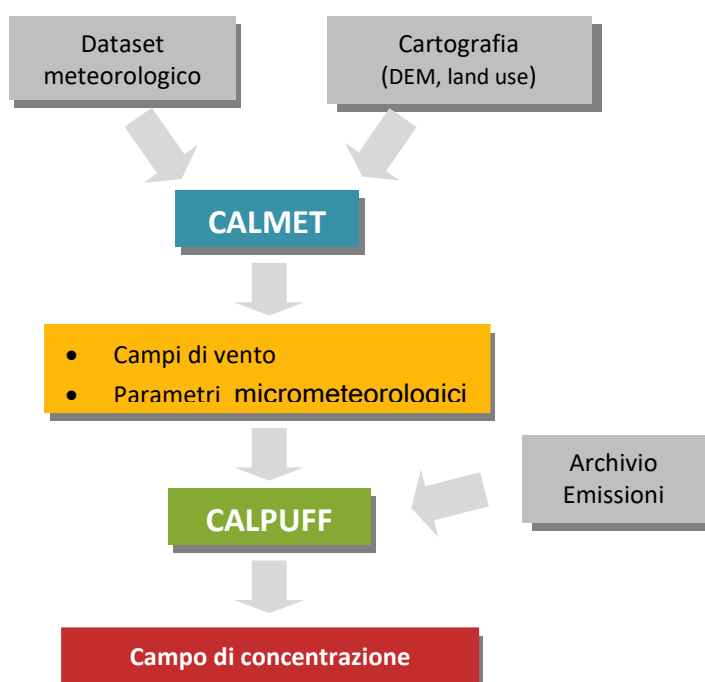
<p>1. Estrazione, dal modello, della serie temporale della concentrazione equivalente di odore relativa ad ogni recettore della griglia computazionale.</p>	<p><b>sequenza dei valori calcolati</b></p> 
<p>2. Riordino dei valori calcolati per ogni recettore, secondo ordine crescente.</p>	<p><b>serie ordinata</b></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 15: 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:

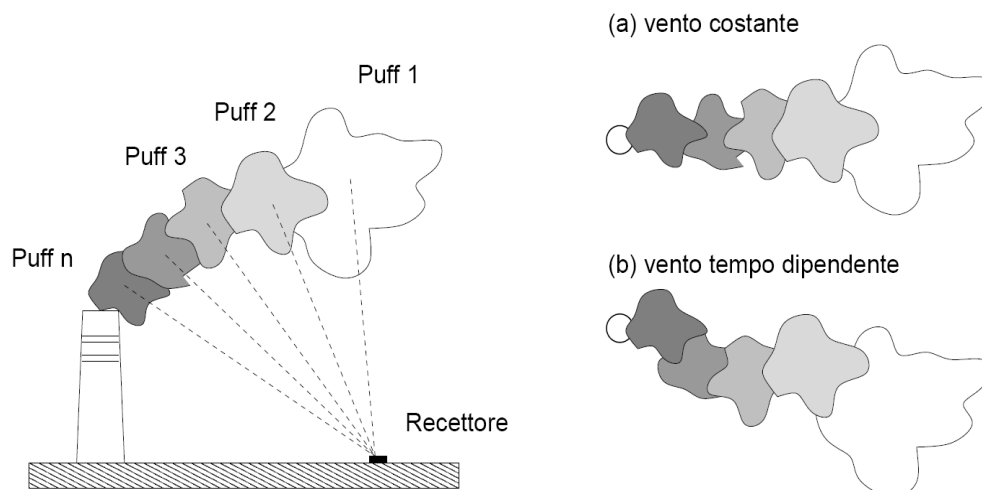
- componenti tridimensionali del vento;
- altezza di rimescolamento;
- lunghezza di Monin-Obukhov;
- classe di stabilità atmosferica, secondo Pasquille-Gifford.

#### 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 16: 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:

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

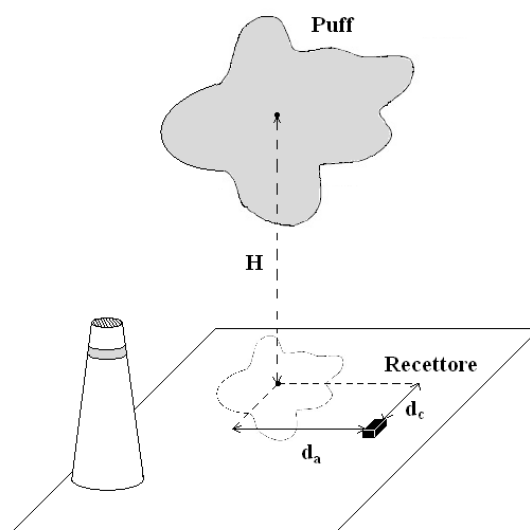
dove il termine  $g$  è definito dalla:

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

con:

- $C$  è la concentrazione di odore al suolo;
- $Q_k$  è la massa della sostanza simulata del generico *puff*  $k$ ;
- $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$  e  $\sigma_z$  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 17: 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 I delle "Indicazioni per l'utilizzo di tecniche modellistiche per la simulazione della dispersione di inquinanti in atmosfera" di ARPAV**

SORGENTI DI EMISSIONE: TIPOLOGIA E NUMERO	
Numero di sorgenti convogliate puntiformi	1
SORGENTI CONVOGLIATA PUNTIFORME	
id sorgente	E32
Coord X	685,418 km E
Coord Y	5039,650 km N
EPSG	WGS 84 32 T
quota base (m s.l.m.)	72
altezza punto di emissione (m)	35
forma sezione di sbocco	Circolare
caratteristiche punto emissivo	Verticale
diametro sezione di sbocco (m)	1,1
temperatura effluente (K)	391,15
velocità effluente (m/s)	15,9
portata volumetrica effluente (Nm <sup>3</sup> /h)	38.000
portata volumetrica effluente a 20°C (m <sup>3</sup> /s)	11,3
concentrazione di odore (ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> )	4.000
portata di odore (ou <sub>E</sub> /s)	45.314
SORGENTE DI EMISSIONE: profilo temporale attività	
Attiva H18/giorno, 5 giorni/settimana, circa 220 giorni/anno	
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 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' (NSW Office of Environment and Heritage, marzo 2011).
SIMULAZIONE: input meteorologici	
tipologia dati	Solo osservazioni

dominio temporale	01/01/2018 - 31/12/2018		
<b>SINGOLO PUNTO (singola stazione di misura o estrazione da griglia di calcolo)</b>			
id/nome stazione meteo al suolo	Stazione ARPAV Malo (VI)	Stazione ARPAV Chiampo (VI)	Stazione ARPAV Lonigo (VI)
Coord X meteo al suolo	691,955 km E	679,092 km E	686,273 km E
Coord Y meteo al suolo	5060,263 km N	5045,107 km N	5029,098 km N
EPSG	WGS 84 UTM 32T		
altezza anemometro stazione meteo al suolo (m)	10		
id/nome stazione meteo in quota (radiosondaggio)	Stazioni di Milano Linate (LIML)	Udine Campoformido (LIPD)	
Coord X meteo punto di griglia del modello	322,071 km E	359,210 km E	
Coord Y meteo punto di griglia del modello	5031,131 km N	5098,738 km N	
EPSG	WGS 84 UTM 32T	WGS 84 UTM 33T	
<b>GRIGLIA DI PUNTI (output modello diagnostico)</b>			
nome modello meteo diagnostico	CALMET: 6.334, level 110421		
n celle	5.184		
dimensione celle	250 x 250 m		
dimensione dominio di calcolo	18 x 18 km		
Coord X vertice sw della prima cella a sw del dominio	676,982 km E		
Coord Y vertice sw della prima cella a sw del dominio	5035,576 km N		
EPSG	WGS 84 UTM 32T		
n livelli verticali	0, 20, 50, 100, 250, 500, 1000, 2000, 3000 m		
% dati validi di VV	100%		
% dati validi di DV	100%		
% dati di VV < 0,5 m/s	31,7%		
VV min	0		
VV max	4,3		
VV media	0,9		
Moda di VV	1,0		
Mediana di VV	0,8		
25° percentile di VV	0,4		
75° percentile di VV	1,1		
<b>SIMULAZIONE: edifici ed altre strutture</b>			
Nome/descrizione	C1	C2	C3
Altezza (m)	12	22	25
Larghezza (m)	30	70	66
Lunghezza (m)	250	130	80
Distanza tra sorgente di emissione e punto più vicino dell’edificio (m)	40	3,5	8
<b>SIMULAZIONE: orografia ed uso del suolo</b>			
risoluzione originaria DTM	100 m		

fonte dati DTM	<i>Dati SRTM interpolati a 100 m elaborati da USGS – EROS Data Center, Sioux Falls, SD, USA.</i> Elaborazioni mediante Maind Land Use v 2.2.0.0
risoluzione originaria uso suolo	n.p.
fonte dati uso suolo	CORINE Land Cover 1:100.000 agg. 2004. Elaborazioni mediante Maind Land Use v 2.2.0.0
<b>SIMULAZIONE: griglia di calcolo</b>	
tipologia griglia	regolare
n celle	1.681
dimensione celle	125 x 125 m
dimensione dominio di calcolo	5 x 5 km
Coord X vertice sw	682,857 km E
Coord Y vertice sw	5037,201 km N
EPSG	WGS 84 UTM 32T