

COMUNE DI NOVELLARA

PROVINCIA DI REGGIO EMILIA

SABAR S.P.A.

Strada Levata 26 – Novellara (RE)

**Impianto di compostaggio e recupero di rifiuti legnosi R3 e R13**

**Studio diffusivo delle emissioni odorigene**  
**Relazione di livello 2 ex linee guida Arpae 35/DT**



Piacenza, li 06/09/2021

Redazione Ing. Gianluca Repetti

Revisione Dr. Agronomo Stefano Repetti



## **SOMMARIO**

<b>PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
<b>INQUADRAMENTO E LOCALIZZAZIONE DEL SITO .....</b>	<b>4</b>
<b>ASPETTI GENERALI SUGLI ODORI .....</b>	<b>6</b>
Le emissioni odorigene da impianti di compostaggio .....	6
Odori e tossicità .....	8
La normativa per le immissioni di sostanze odorigene .....	10
I limiti previsti dalla direttiva tedesca.....	11
I limiti previsti dall'Environmental Agency del Regno Unito (IPPC-H4) .....	12
Criteri di accettabilità della normativa della Regione Lombardia .....	13
Criteri di accettabilità della normativa della Regione Emilia Romagna.....	14
Fattori di emissione degli odori utilizzati nel presente studio .....	15
Ricettori sensibili individuati .....	17
<b>VALUTAZIONE PREVISIONALE DELLE IMMISSIONI ODORIGENE .....</b>	<b>18</b>
Approccio metodologico .....	18
Le emissioni di odori dell'impianto di compostaggio .....	18
Applicazione del modello matematico CALPUFF .....	20
Descrizione del modello diffusionale CALPUFF.....	20
Generalità .....	20
Dati meteorologici utilizzati per la modellizzazione matematica.....	24
Trattamento delle caratteristiche orografiche del dominio di calcolo .....	24
Analisi di sensitività del modello .....	24
Risultati della modellazione .....	25

Mappe di concentrazione .....	25
Risultati dell'applicazione del modello sui ricettori individuati.....	25
CONCLUSIONI .....	27
BIBLIOGRAFIA.....	32

## PREMESSA

Il presente studio viene condotto su incarico della ditta SABAR S.P.A. nell'ambito del procedimento di verifica di assoggettabilità alla Valutazione di Impatto Ambientale per l'impianto di recupero di rifiuti legnosi – operazioni R3 ed R13 - sito in Strada Levata n° 26 in Comune di Novellara (RE) a seguito della richiesta di integrazioni, ricevuta da Regione Emilia Romagna – Servizio VIPSA, allo Studio preliminare ambientale presentato ai fini della successiva domanda di modifica dell'Autorizzazione Unica per il centro di trattamento e recupero di rifiuti.

Il presente studio di diffusione è redatto in conformità alle linee guida ARPAE 35/DT "Indirizzo operativo sull'applicazione dell'art. 272bis del D. Lgs. 152/06".

## INQUADRAMENTO E LOCALIZZAZIONE DEL SITO

Le coordinate geografiche (UTM) del sito oggetto di intervento sono:

N: 4966167 m

E: 631242 m

Il sito ove è svolta l'attività è classificato come "Ambito di Pertinenza della discarica intercomunale" facente parte del Sistema delle infrastrutture per l'urbanizzazione degli insediamenti (art. 55 delle NTA – PSC del Comune di Novellara) ed interamente circondato da aree classificate come Ambito Rurale TR2 ovvero "Ambiti a vocazione produttiva agricola", come da art. 42 NTA – PSC del Comune di Novellara.

Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione di Livello 1 – "Studio della Potenziale diffusione di flussi osmogeni e molestia olfattiva" redatta da Studio Demetra, cui il presente documento è parte integrante.

Si riporta, nella pagina seguente, ortofoto del territorio circostante l'area oggetto di studio in cui sono evidenziati i ricettori sensibili considerati nella simulazione.



Figura 1 - ricettori utilizzati nella modellazione

## Aspetti generali sugli odori

### Le emissioni odorigene da impianti di compostaggio

I composti odorigeni individuati negli impianti di compostaggio sono numerosi e derivano dalla decomposizione aerobica e anaerobica della matrice trattata.

Le sostanze tipiche degli impianti di compostaggio sono: lo zolfo, l'ammoniaca e le ammine, gli acidi grassi volatili, i composti aromatici, i terpeni, l'acetone, i fenoli e il toluene. Nella figura sottostante si riporta una tabella con i composti odorosi identificati presso impianti di compostaggio negli Stati Uniti e le relative soglie di odore.

**Tabella 1 – composti odorigeni indentificati in impianti di compostaggio negli Stati Uniti e relative soglie di odore (Williams T.O. e Miller FC. 1992)**

Composto	Formula	Massa molecolare	Odore	Soglia di odore	
				bassa µg/m <sup>3</sup>	alta µg/m <sup>3</sup>
<i>Composti dello zolfo</i>					
Idrogeno solforato	H <sub>2</sub> S	34	uova marce	0.7	14
Disolfuro di carbonio	CS <sub>2</sub>	76	dolce, sgradevole	24.3	23000
Dimetilsolfuro	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S	62	cavolo marcio	2.5	50.8
Dimetildisolfuro	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	94	zolfo	0.1	346
Dimetiltisolfuro	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	126	zolfo	6.2	6.2
Metilmercaptano	CH <sub>3</sub> SH	48	zolfo, aglio, pungente	0.04	82
Etilmercaptano	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> SH	62	zolfo, terra	0.032	92
<i>Ammoniaca e composti dell'azoto</i>					
Ammoniaca	NH <sub>3</sub>	17	pungente	26.6	39600
Metilamina	(CH <sub>3</sub> )NH <sub>2</sub>	31	pesce, pungente	25.2	12000
Dimetilamina	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH	45	pesce, amina	84.6	84.6
Trimetilamina	(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> N	59	pesce, pungente	0.8	0.8
Scatolo	C <sub>8</sub> H <sub>7</sub> C(CH <sub>3</sub> )CHNH	131	fecale, nauseante	4.0*10 <sup>-6</sup>	268
<i>Acidi grassi volatili</i>					
Acido formico	HCOOH	46	pungente, aspro	4.5	37800
Acido acetico	CH <sub>3</sub> COOH	60	di aceto	2500	25000
Acido propionico	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH	74	rancido, pungente	84	64000
Acido butirrico	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH	88	rancido	1	9000
Acido valerianico	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> COOH	102	sgradevole	2.6	2.6
Acido isovalerianico	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH(CH <sub>3</sub> )COOH	102	formaggio rancido	52.8	52.8
<i>Chetoni</i>					
Acetone	CH <sub>3</sub> COOH <sub>3</sub>	58	dolciastro, di menta	47500	161000
Butanone (MEK)	CH <sub>3</sub> COOH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	72	dolciastro, di acetone	737	147000
2-Pentanone (MPK)	CH <sub>3</sub> COOH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	86	dolciastro	28000	45000
<i>Altri composti</i>					
Benzotiozolo	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> SCHN	135	penetrante	442	2210
Acetaldeide	CH <sub>3</sub> CHO	44	dolciastro, di erba	0.2	4140
Fenolo	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	94	medicinale	178	2240

La produzione dei composti odorigeni è strettamente correlata alla tipologia di matrice organica trattata nell'impianto di compostaggio (sfalci di verde, cippato, residui mercatali, separato



solido da reflui zootecnici, fanghi da depurazione etc..) e alla fase di maturazione del cumulo di materiale organico.

E' dimostrato che la presenza di scarti mercatali quali verdure o frutta aumenta sostanzialmente l'emissività odorigena del cumulo in maturazione, come riportato nello studio effettuato da APAT "Metodi di misura delle emissioni olfattive" – manuali e linee guida 19/2003 utilizzando la metodologia di analisi con cappa dinamica. Si riporta di seguito estratto dello studio in cui sono riportate le emissioni odorigene misurate per diversi cumuli di materiale e in diverse fasi del trattamento di compostaggio:

**Tabella 2 risultati dei campionamenti effettuati in impianto di compostaggio APAT "Metodi di misura delle emissioni olfattive" – manuali e linee guida 19/2003 – pag. 124**

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

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

Note:

<sup>1</sup> calcolate moltiplicando la concentrazione di odore per la portata Q di aria neutra indotta nella ux chamber.

<sup>2</sup> calcolate riferendo le O.U./h alla super cie ricoperta dalla ux chamber (avente raggio pari a 0,25 metri).

**Tabella 3 risultati dei campionamenti effettuati in impianto di compostaggio APAT "Metodi di misura delle emissioni olfattive" – manuali e linee guida 19/2003 – pag. 126**

Tabella 5.19: Campioni prelevati con cappa dinamica nell'impianto di Torino

Campione	Punti di emissione	Q aria neutra m <sup>3</sup> /h	Conc. di odore O.U./m <sup>3</sup>	Odore nel tempo <sup>1</sup> O.U./h	Flusso di odore <sup>2</sup> O.U./m <sup>2</sup> h
13	Cumulo in maturazione a t=0 giorni	0,378	1.498	566	2.889
14	Cumulo in maturazione a t=30 giorni	0,378	1.010	382	1.948
15	Cumulo di finito in stoccaggio	0,378	739	279	1.425
→ 16	Cumulo di verde cippato	0,378	3.364	1.272	6.488

Note:

<sup>1</sup> calcolate moltiplicando la concentrazione di odore per la portata Q di aria neutra indotta nella ux chamber;

<sup>2</sup> calcolate riferendo le O.U./h alla super cie ricoperta dalla ux chamber (avente raggio pari a 0,25 metri).

Il modo più affidabile per misurare gli odori è ancora basato sull'olfatto umano, mediante tecniche sensoriali. A questa categoria appartiene l'unica metodologia di misura che ad oggi è stata codificata in una norma europea: la misura della concentrazione di odore mediante olfattometria dinamica (UNI EN 13725:04). La concentrazione di odore viene misurata come numero di diluizioni necessarie per rendere il campione di aria odorosa appena percettibile per il 50% dei soggetti che effettuano la misura olfattometrica in veste di valutatori e viene espressa in Unità Olfattometriche su m<sup>3</sup> di aria (OU<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>). Ad esempio, se un campione di aria ha una concentrazione di odore pari a 500 OU<sub>E</sub> /m<sup>3</sup> vuol dire che è necessario diluirlo 500 volte con aria "neutra" perché il suo odore diventi non più percettibile per la maggioranza dei valutatori.

## Odori e tossicità

Non esiste una correlazione fissa fra odori e tossicità delle sostanze: la valutazione della tossicità comporta l'esame degli effetti in funzione della concentrazione e per gli ambienti di lavoro, si fa usualmente riferimento al parametro TLV (Threshold Limit Value fissati dall'*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*) che indica la massima concentrazione cui un lavoratore può essere esposto durante la propria vita lavorativa (8 ore/giorno, per 5 giorni/settimana, per 50 settimane/anno) senza incorrere in effetti patogeni. Normalmente la concentrazione dei composti odorigeni in atmosfera è di gran lunga inferiore alla TLV fissata dalle autorità sanitarie. Inoltre la loro soglia di rilevazione olfattiva (OT) è generalmente molto bassa, così che la loro presenza può essere rilevata dal nostro olfatto prima che si possano verificare effetti tossici (Davoli et al., 2000). Questo è riscontrabile in Tabella 1 in cui, per i più comuni odoranti di origine zootecnica, è presentato il rapporto OT/TLV: le sostanze che hanno questo rapporto inferiore a 1 saranno quelle percepite prima di raggiungere la concentrazione TLV.



**Tabella 1. Soglie olfattive (OT – Olfactory Threshold) e valore di TLV (Threshold Limit Value) per alcuni composti odorigeni comunemente reperibili in atmosfera (da Davoli et al., 2000)**

Sostanza odorigena	Sensazione odorosa	100%OT ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	TLV ACGIH 2013 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	OT/TLV
Idrogeno solforato	Uova marce	1,4	1400	0,001
Solfuro di Carbonio	Solfuro	60,0	3100	0,02
Metilmercaptano	Cavolo marcio	70,0	950	0,07
Etilmercaptano	Cipolla in decomposizione	5,2	1300	0,004
Acido acetico	Aceto	4980,0	25000	0,2
Acido propionico	Rancido, pungente	123,0	30000	0,004
Metilammina	Pesce Avariato	3867,0	6400	0,60
Dimetilammina	Pesce Avariato	9800,0	9200	1,07
Trimetilammina	Pesce Avariato	11226,0	12000	0,94
Etilammina	Ammoniacale	1497,0	9200	0,16
Dietilammina	Pesce Avariato	911,0	15000	0,06
Ammoniaca	Pungente	38885,0	17000	2,29

## La normativa per le immissioni di sostanze odorigene

### La normativa nazionale

Lo schema seguente riporta, in estrema sintesi, quanto prescritto dalla normativa italiana relativamente al problema del rilascio da parte di impianti di sostanze odorigene:

**Tabella 2. Normativa relativa agli odori.**

<b>Art. 674 Codice Penale</b>	<i>“Getto pericoloso di cose” Chiunque getta o versa, in un luogo di pubblico transito o in un luogo privato ma di comune o di altrui uso, cose atte a offendere o imbrattare o molestare persone, ovvero, nei casi non consentiti dalla legge, provoca emissioni di gas, di vapori o di fumo, atti a cagionare tali effetti, è punito con l'arresto fino a un mese o con l'ammenda fino a lire quattrocentomila</i>	<i>Il consolidato orientamento giurisprudenziale esclude la violazione dell'art. 674 Codice Penale in presenza di emissioni provenienti da impianti autorizzati e nel rispetto dei valori limite fissati dalla normativa speciale trova applicazione solo nei casi in cui esistono precisi limiti tabellari fissati dalla legge; diversamente, il reato contenuto nell'art. 674 Codice Penale, è configurabile nel caso di “molestie olfattive”, dal momento che non esiste una normativa statale che prevede disposizioni specifiche e valori limite in materia di odori (non essendo applicabile la disciplina in materia di inquinamento atmosferico dettata dal D.Lvo 3 aprile 2006, n. 152), con conseguente necessità di individuare il parametro di legalità nel criterio della “stretta tollerabilità”, ritenendosi riduttivo ed inadeguato il riferimento a quello della “normale tollerabilità” fissato dall'art. 844 cod. civ. in quanto inidoneo ad approntare una protezione adeguata all'ambiente ed alla salute umana, attesa la sua portata individualistica e non collettiva. Fattispecie: esalazioni maleodoranti atte a molestare le persone, in quanto nauseanti e puzzolenti provocate da un impianto industriale di confezionamento di “trippa” alimentare e di lavorazione degli scarti animali</i>
<b>Art. 844 Codice Civile</b>	<b>844</b> <i>“Immissioni” Il proprietario di un fondo non può impedire le immissioni di fumo o di calore, le esalazioni, i rumori, gli scuotimenti e simili propagazioni derivanti dal fondo del vicino, se non superano la normale tollerabilità, avuto anche riguardo alla condizione dei luoghi (890, Cod. Pen. 674). Nell'applicare questa norma l'autorità giudiziaria deve temperare le esigenze della produzione con le ragioni della proprietà. Può tener conto della priorità di un determinato uso.</i>	
<b>Legge 615/66</b>	<b>contro l'inquinamento atmosferico</b>	<i>“...fumi, polveri, gas e odori di qualsiasi tipo” non devono “alterare le normali condizioni di salubrità dell'aria e costituire pregiudizio diretto o indiretto contro la salute dei cittadini”</i>
<b>DPR 203/88 e D.Lvo 351/99</b>	<b>e direttive CEE in materia di qualità dell'aria relativamente a specifici agenti inquinanti</b>	<i>Prevede l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili per la prevenzione e l'abbattimento, fra l'altro degli odori</i>

<b>D.Lvo. 152/2006</b>	<i>Norme in materia ambientale.</i>	<i>Si riporta la definizione di inquinamento atmosferico che può essere applicabile anche alla molestia da odori: Art. 268 a) inquinamento atmosferico: ogni modificazione dell'aria atmosferica, dovuta all'introduzione nella stessa di una o di più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da ledere o da costituire un pericolo per la salute umana o per la qualità dell'ambiente oppure tali da ledere i beni materiali o compromettere gli usi legittimi dell'ambiente Alcune delle sostanze considerate sono sostanze odorigene, ma i limiti prescritti sono talvolta ben superiori alle soglie olfattive e si riferiscono a valori misurati nei punti di emissione, non tenendo conto che molti casi di disturbi da maleodorante sono imputabili ad emissioni di tipo diffuso fuggitivo o areale</i>

È evidente quindi che non appare nessun criterio oggettivo per quantificare le immissioni di sostanze odorigene e quindi il disagio della popolazione residente nelle vicinanze di un impianto.

Per tale motivo anche in Italia, la normativa a cui ci si riferisce solitamente per quanto riguarda le immissioni di sostanze odorigene è la direttiva tedesca del Lander della Renania Westphalia che fissa i limiti per le immissioni riportati in Tabella 3.

#### I limiti previsti dalla direttiva tedesca

Nella tabella seguente sono riportati i limiti per le immissioni odorigene previste dalla direttiva tedesca del Lander della Renania Westphalia.

**Tabella 3. Limiti della direttiva tedesca relativamente alle immissioni di sostanze odorigene.**

<b>Tipologia di zona</b>	<b>Soglia di superamento</b>	<b>Frequenza</b>
<b>Zone residenziali e miste:</b>	<b>1 UO<sub>em</sub><sup>-3</sup></b>	<b>con frequenza 10 %</b>
<b>Zone artigianali e industriali:</b>	<b>1 UO<sub>em</sub><sup>-3</sup></b>	<b>con frequenza 15 %</b>

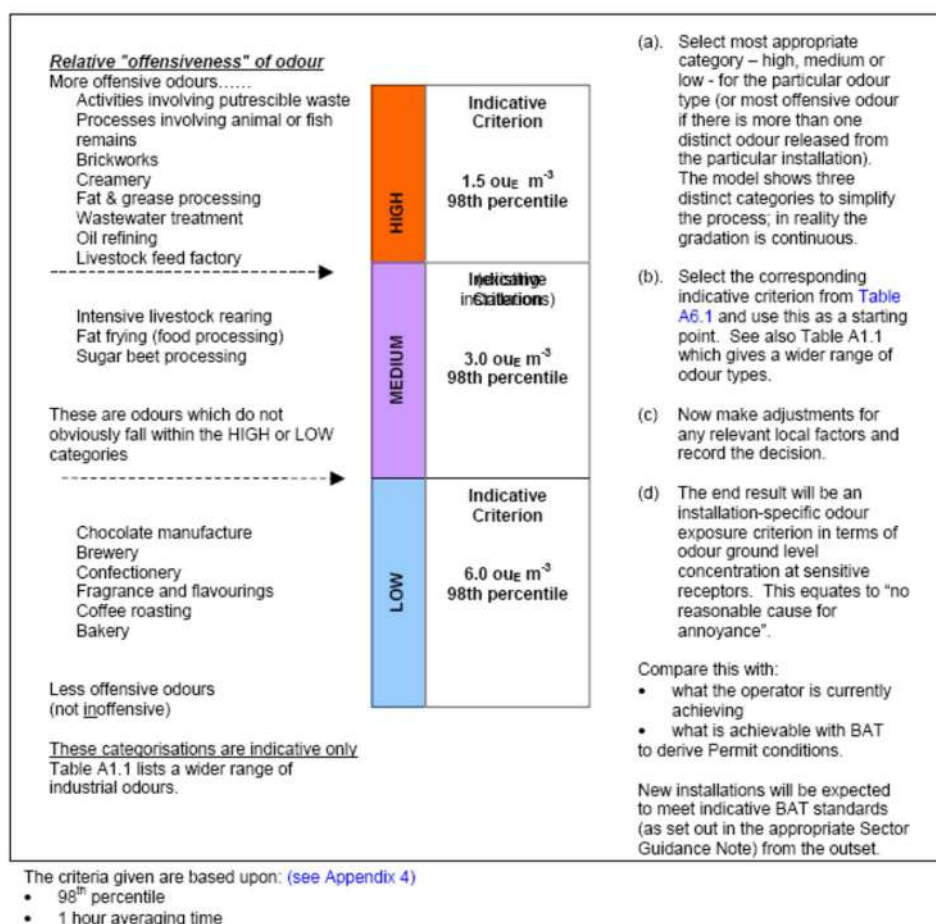
dove per frequenza 10% (15%) si intende che l'immissione in atmosfera non può superare 1 Unità Olfattometrica (odore appena percepibile da metà della popolazione) per più del 10% (15%) delle ore di un anno solare. La stima delle immissioni di odori presuppone, una volta determinato il flusso di emissione (espresso come UOE s<sup>-1</sup>), il calcolo della diffusione degli inquinanti odorigeni tramite un modello matematico. Tali modelli necessitano di dati meteorologici medi orari, o anche più frequenti, relativi a velocità e direzione del vento, temperatura dell'aria, classe di stabilità atmosferica, ecc.

### I limiti previsti dall'Environmental Agency del Regno Unito (IPPC-H4)

Per completezza si ricorda anche la norma dell'Environmental Agency del Regno Unito IPPC-H4 "Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) - Horizontal Guidance for Odour". Tale norma indica, a titolo esemplificativo, i seguenti criteri per la valutazione dell'esposizione della popolazione agli odori:

**Tabella 4. Limiti della norma dell'Environmental Agency del Regno Unito IPPC-H4 "Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) - Horizontal Guidance for Odour".**

Livello	Criterio
Alta protezione	1.5 UO <sub>E</sub> m <sup>-3</sup> come 98° percentile di un anno di medie orarie
Media protezione	3 UO <sub>E</sub> m <sup>-3</sup> come 98° percentile di un anno di medie orarie
Bassa protezione	6 UO <sub>E</sub> m <sup>-3</sup> come 98° percentile di un anno di medie orarie



### Criteri di accettabilità della normativa della Regione Lombardia

In Italia l'unica regione che si è mossa per definire un corpo normativo organico ed articolato per affrontare la problematica delle molestie olfattive è stata la Lombardia con la relativamente recente DGR 15 febbraio 2012 n. IX/3018 *“Determinazioni generali in merito alla caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera derivante da attività a forte impatto odorigeno”*.

È ai criteri di accettabilità di questa, sotto riportati, che ci si è quindi ispirati.

*ALLEGATO A - Linea guida per la caratterizzazione e l'autorizzazione delle emissioni gassose in atmosfera delle attività ad impatto odorigeno*

#### *“5. Criteri di valutazione.*

*A partire dai risultati della simulazione il progettista dovrà adottare gli accorgimenti tali da far sì che l'odore provocato dall'attività non vada ad impattare in maniera significativa sulla zona interessata dalle emissioni odorigene e soprattutto che non ne pregiudichi l'utilizzo in accordo con lo strumento di programmazione territoriale. Dovranno essere redatte delle mappe di impatto dove devono essere riportati i valori di concentrazione orarie di picco di odore al 98° percentile su base annuale, così come risultanti dalla simulazione a 1, 3 e 5  $OU_E/m^3$ .*

*Si tenga presente che a:*

- 1  $OU_E/m^3$  il 50% della popolazione percepisce l'odore;*
- 3  $OU_E/m^3$  l' 85% della popolazione percepisce l'odore;*
- 5  $OU_E/m^3$  il 90-95% della popolazione percepisce l'odore;*

*La valutazione deve tener conto del territorio e la presenza di potenziali recettori che vi insistono e delle caratteristiche del fondo.*

NOTA: Gli indicatori di riferimento sopra elencati si riferiscono al solo valore di concentrazione della sostanza odorigena e non tengono in considerazione altre caratteristiche della percezione dell'odore quali:

- Intensità (debole/forte)
- Tono edonico (gradevole/sgradevole)
- Qualità (associazione a odore noto)

Nella DGR Lombardia 15 febbraio 2012 n. IX/3018 vengono inoltre indicati i requisiti degli studi di impatto olfattivo mediante simulazione di dispersione.

Di particolare interesse è il punto 13 che riguarda la *“Post-elaborazione delle concentrazioni medie orarie”*:

*“Le concentrazioni orarie di picco di odore per ciascun punto della griglia contenuta nel dominio spaziale di simulazione e per ciascuna delle ore del dominio temporale di simulazione devono essere ottenute moltiplicando le concentrazioni medie orarie per un peak-to-mean ratio pari a 2,3. Benché nella letteratura scientifica non vi sia accordo unanime circa la definizione di un valore congruo per il peak-to-mean ratio, si consiglia qui un fattore unico uniforme allo scopo di depurare i risultati delle simulazioni, per quanto possibile, dagli aspetti connessi alla scelta dei parametri del modello più che alle specificità dello scenario emissivo di cui si deve simulare l'impatto”.*

### Criteri di accettabilità della normativa della Regione Emilia Romagna

Le linee guida regionali (LG 35/DT) fanno riferimento, nella definizione della soglia di accettabilità, alla Deliberazione della Giunta Provinciale della Provincia Autonoma di Trento n. 1087 del 24 giugno 2016 recante *“linee guida per la caratterizzazione, l'analisi e la definizione dei criteri tecnici e gestionali per la mitigazione delle emissioni delle attività ad impatto odorigeno”* che assume come **valori indicativi di accettabilità** del disturbo olfattivo, si riscontrano quando il 98° percentile delle concentrazioni orarie di picco di odore che ricadono nelle aree con presenza di persone, si colloca a valori pari a:

#### per recettori in aree residenziali

- 1 ouE/m<sup>3</sup>, a distanze >500 m dalle sorgenti
- 2 ouE/m<sup>3</sup>, a distanze da 200 a 500 m dalle sorgenti
- 3 ouE/m<sup>3</sup>, a distanze <200 m dalle sorgenti

#### per recettori in aree non residenziali

- 2 ouE/m<sup>3</sup>, a distanze >500 m dalle sorgenti
- 3 ouE/m<sup>3</sup>, a distanze da 200 a 500 m dalle sorgenti
- 4 ouE/m<sup>3</sup>, a distanze <200 m dalle sorgenti



### Fattori di emissione degli odori utilizzati nel presente studio

Dalla ricerca bibliografica condotta è stato possibile ricavare fattori di emissione areici per le tipologie di matrici trattate nell'impianto SABAR, ovvero sfalci di verde e cippato di legno. Si sottolinea l'assenza di mercatali, fanghi o separato solido da impianti zootecnici che influenzerebbero negativamente l'emissività odorigena dei cumuli in maturazione.

Nella seguente tabella sono definiti i fattori di emissione odorigena utilizzati nel presente studio, in [OU/s/m<sup>2</sup>] ricavati dalle linee guida APAT citate in precedenza.

**Tabella 5. Fattori di emissione di odore (OU/s/mq) nelle diverse tipologie di cumuli presenti nell'impianto di compostaggio**

Settore di produzione	Superficie dedicata	Fattore di emissione
Raccolta verde da centri di raccolta da impianti di stoccaggio e cortecce	3500 m <sup>2</sup>	2,62 OU/s/mq*
Raccolta verde da box stradale	2100 m <sup>2</sup>	2,62 OU/s/mq*
Tronchi, ceppi, radici e residui di falegnameria	900 m <sup>2</sup>	0,1 OU/s/mq**
Bancali, legno da sgrigliatori e cippato da bancali	700 m <sup>2</sup>	0,1 OU/s/mq**
Cippato bianco e cippato per biofiltri	600 m <sup>2</sup>	0,1 OU/s/mq**
Ammendante vegetale non compostato e cippato verde	1800 m <sup>2</sup>	1,8 OU/s/mq*
Area di produzione ammendante compostato verde	800 m <sup>2</sup>	0,9 OU/s/mq***

\* Ricavato dividendo il dato fornito dal manuale APAT (in OU/m<sup>2</sup>/h) per 3.600, ottenendo quindi OU/m<sup>2</sup>/s

\*\* I tempi di residenza dei materiali grossolani (legno e bancali) e dei vari cumuli di cippato di legno, e la composizione chimica degli stessi, non consentono l'innescio di processi di degradazione organica con conseguente emissione di odori

\*\*\* Ricavato considerando il valor medio dei dati riportati dal manuale APAT per il cumulo di compost fresco e per il cumulo maturato

**N.B.**

Le assunzioni di calcolo sono rappresentative di una situazione limite in cui sono applicati i fattori di emissione più penalizzanti tra quelli reperiti in bibliografia a cumuli di materiale alla loro estensione media annua. Si sottolinea che l'impianto di compostaggio in oggetto, trattando solamente matrici legnose e sfalci di potature non risente dell'incremento di odori derivante dalla presenza di residui mercatali o reflui. La simulazione effettuata tende quindi a sovrastimare l'effettivo impatto odorigeno dell'attività avendo applicato fattori di emissione costanti, ricavati tramite prove di olfattometria dinamica in impianti abilitati anche al trattamento di rifiuti e applicati costantemente alla superfici disponibili per lo stoccaggio.

In conformità con quanto richiesto dalla normativa regionale, nel modello non sono state calcolate né la deposizione umida dell'inquinante "Odore" derivante dai fenomeni di precipitazione né la deposizione secca sui terreni circostanti. Tali assunzioni contribuiscono ulteriormente a sovrastimare il risultato della modellazione.

Si ritiene quindi che l'approccio alla modellazione degli impatti odorigeni generati dall'impianto di compostaggio sia più che prudenziale.

### Ricettori sensibili individuati

Nella seguente tabella sono riportati i ricettori sensibili considerati nello studio diffusivo con breve descrizione e distanze dal perimetro dell'insediamento. In particolare ,oltre ai ricettori già oggetto di indagini in abito A.I.A. (ricettori da R1 a R4) è stata posta attenzione alle potenziali ricadute sui centri abitati più prossimi, quali il Comune di Novellara, S. Vittoria e le località di San Giovanni e Santa Maria.

**Tabella 6: Ricettori sensibili oggetto di studio**

<i>Etichetta</i>	Descrizione	Zona	X [m]	Y [m]	Distanza [m]
<i>R1</i>	Abitazione isolata ricompresa nella proprietà Sabar s.p.a.	Agricola	631053	4965866	210
<i>R2</i>	Cascina con azienda zootecnica	Agricola	631048	4965538	550
<i>R3</i>	Circolo di pesca sportiva	Agricola	632086	4966010	740
<i>R4</i>	Cascina con azienda zootecnica	Agricola	632428	4965494	1200
<i>R5</i>	Loc. S. Vittoria	Residenziale	629542	4967802	2200
<i>R6</i>	Abitazioni sparse su strada provinciale n. 81	Residenziale	631091	4968758	2500
<i>R7</i>	Loc. Argine Vecchio	Residenziale	630254	4965602	1030
<i>R8</i>	Loc. Ponte Forca	Residenziale	630328	4964490	1800
<i>R9</i>	Novellara zona industriale	Produttiva	635115	4965502	3750
<i>R10</i>	Loc. S. Giovanni	Residenziale	634633	4963918	3940
<i>R11</i>	Loc. S. Maria	Residenziale	634192	4962976	4200
<i>R12</i>	Novellara limite Ovest	Residenziale	635924	4967074	4640
<i>R13</i>	Loc. San Bernardino	Residenziale	631990	4969212	3000
<i>R14</i>	Casa isolata	Agricola	630808	4956938	380

## VALUTAZIONE PREVISIONALE DELLE IMMISSIONI ODORIGENE

### Approccio metodologico

Al fine di valutare le emissioni di sostanze odorigene dall'allevamento oggetto dello studio viene utilizzato il modello matematico CALPUFF il quale, partendo da fattori di emissione degli odori e dalle condizioni meteorologiche locali, permette di valutare le immissioni nell'ambiente circostante.

### Le emissioni di odori dell'impianto di compostaggio

Le emissioni degli odori dell'impianto sono state valutate applicando i fattori di emissione riportati in Tabella 5 e assumendo come sorgenti di emissione la superficie dei cumuli definite nella Relazione di Livello 1 – “*Studio della Potenziale diffusione di flussi osmogeni e molestia olfattiva*” redatta da Studio Demetra ipotizzando che i cumuli presenti siano mediamente estesi per il 60% delle superfici dedicate allo stoccaggio-lavorazione e considerando fattori di emissione costanti nel tempo.

In Tabella 6 è riportata l'emissione di odore calcolata per ogni cumulo di materiale.

Il fattore di controllo degli odori riportato in Tabella 6 è un fattore (compreso tra 0 e 1) che tiene conto delle misure tecniche adottate per la riduzione degli odori.

Nel caso specifico, il fattore è mantenuto pari a 0,6, per rappresentare i cumuli di materiale mediamente estesi per il 60% della superficie disponibile allo stoccaggio.

**Tabella 6 - Emissione di odore dell'allevamento calcolata sulla base delle superfici massime disponibili.**

Settore di produzione	Superfici e [m <sup>2</sup> ]	Fattore di emissione aerale [UO/(s x m <sup>2</sup> )]	Emissione [UO/s]	Fattore di controllo degli odori	Emissione corretta [UO/s]	Quota origine emissione [m]
Raccolta verde da centri di raccolta da impianti di stoccaggio e cortecce	3500 m <sup>2</sup>	2,62 OU/s/mq	9.170	0,60	5.502	4
Raccolta verde da box stradale	2100 m <sup>2</sup>	2,62 OU/s/mq	5.502	0,60	3.301	4
Tronchi, ceppi, radici e residui di falegnameria	900 m <sup>2</sup>	0,1 OU/s/mq	90	1	90	4
Bancali, legno da sgrigliatori e cippato da bancali	700 m <sup>2</sup>	0,1 OU/s/mq	70	1	70	4
Cippato bianco e cippato per biofiltri	600 m <sup>2</sup>	0,1 OU/s/mq	60	1	60	4
Ammendante vegetale non compostato e cippato verde	1800 m <sup>2</sup>	1,8 OU/s/mq	3.240	0,60	1.944	4
Area di produzione ammendante compostato verde	800 m <sup>2</sup>	0,9 OU/s/mq	720	0,60	432	4

L'emissione corretta totale risulta pari a 11.399 UO/s.

---

## Applicazione del modello matematico CALPUFF

### Descrizione del modello diffusionale CALPUFF

#### **Generalità**

Il modello utilizzato per lo svolgimento dei calcoli di diffusione è il sistema diffusivo CALPUFF (/1/, /2/) sviluppato da Earth Tech Inc. su richiesta del California Air Resources Board (CARB) e del U.S. Environmental Protection Agency (US EPA). Il sistema è costituito dai seguenti modelli:

- CALMET:** Preprocessore meteorologico per la preparazione dei campi di vento dinamici, tridimensionale e a divergenza nulla per il modello CALPUFF. I campi meteorologici vengono ricostruiti a partire da dati di superficie e da dati profilometrici in presenza di orografia complessa;
- CALPUFF:** Modello diffusivo lagrangiano a puff gaussiani. Il modello permette di studiare la diffusione tridimensionale dinamica della diffusione di inquinanti emessi da diverse tipologie di sorgenti (puntuali, areali, volumetriche e lineari); il modello può essere utilizzato in presenza di situazioni di calma di vento;
- CALPOST:** Programma di post processamento dei risultati di concentrazione e deposizione ottenuti da CALPUFF

Il sistema CALPUFF è complessivamente un modello diffusivo tridimensionale non stazionario multi sorgente.

Dopo varie fasi di validazione e analisi di sensibilità, CALPUFF è stato inserito nella “*Guideline on Air Quality Model*” tra i modelli ufficiali di qualità dell’aria riconosciuti dall’U.S.EPA.

#### **Il preprocessore meteorologico CALMET**

Tutti i principali dati meteorologici del dominio di studio, vengono forniti al modello di dispersione CALPUFF mediante il file di output del preprocessore CALMET (CALMET.DAT). Il file contiene (oltre alle informazioni generali per quanto riguarda le dimensioni del dominio di studio e l'intervallo di tempo della simulazione) le serie temporali giornaliere per le variabili meteorologiche con risoluzione oraria (intervallo di tempo su cui sono calcolate le concentrazioni).



CALMET è un pacchetto di simulazione per la ricostruzione del dominio meteorologico, il quale è in grado di sviluppare campi di vento sia diagnostici che prognostici, rendendo così il sistema capace di trattare condizioni atmosferiche complesse, variabili nel tempo e nello spazio. CALMET consente di tener conto di diverse caratteristiche, quali la pendenza del terreno, la presenza di ostacoli al flusso, la presenza di zone marine o corpi d'acqua. È dotato inoltre di un processore micrometeorologico, in grado di calcolare i parametri dispersivi all'interno dello strato limite (CBL), come altezza di miscelamento e coefficienti di dispersione; inoltre, consente di produrre campi tridimensionali di temperatura e, a differenza di altri processori meteorologici, calcola internamente la classe di stabilità atmosferica, tramite la localizzazione del dominio (coordinate UTM), l'ora del giorno e la copertura del cielo.

### **CALPUFF**

CALPUFF è un modello Lagrangiano Gaussiano a puff, non stazionario, multistrato e multispecie, le cui caratteristiche principali sono:

- capacità di trattare sorgenti puntuali, lineari, areali, di volume, con caratteristiche variabili nel tempo (flusso di massa dell'inquinante, velocità di uscita dei fumi, temperatura, ecc.);
- notevole flessibilità relativamente all'estensione del dominio di simulazione, da poche decine di metri (scala locale) a centinaia di chilometri dalla sorgente (mesoscala);
- capacità di trattare situazioni meteorologiche variabili e complesse, come calme di vento, parametri dispersivi non omogenei, effetti vicino alla sorgente, come transitional plume rise (innalzamento del plume dalla sorgente), building downwash (effetti locali di turbolenza dovuti alla presenza di ostacoli lungo la direzione del flusso), partial plume penetration (parziale penetrazione del plume nello strato d'inversione), fumigation;
- possibilità di trattare emissioni odorigene.

Per poter tener conto della non stazionarietà dei fenomeni, l'emissione di inquinante (plume) viene suddivisa in "pacchetti" discreti di materiale (puff) la cui forma e dinamica dipendono dalle condizioni di rilascio e dalle condizioni meteorologiche locali.

Il contributo di ogni puff in un recettore viene valutato mediante un metodo "a foto": ad intervalli di tempo regolari (sampling step), ogni puff viene "congelato" e viene calcolato il suo contributo alla concentrazione. Il puff può quindi muoversi, evolversi in forma e dimensioni fino all'intervallo successivo.

La concentrazione complessiva in un recettore, è quindi calcolata come sommatoria del contributo di tutti gli elementi vicini, considerando la media di tutti gli intervalli temporali

(sampling step) contenuti nel periodo di base (basic time step), in genere equivalente ad un'ora.

### **Il post-processore CALPOST**

CALPOST elabora l'output primario del modello, il file con i valori orari della concentrazione di inquinante in corrispondenza dei recettori (CONC.DAT), per ottenere i parametri d'interesse (concentrazione massima o media per vari periodi, frequenze di superamento di soglie stabilite dall'utente).

Quindi, la funzione di questo post-processore è quella di manipolare l'output di CALPUFF per renderlo adatto ad una migliore visualizzazione dei risultati. Inoltre, CALPOST è in grado di produrre file direttamente interfacciabili con programmi di visualizzazione grafica dei risultati delle simulazioni.

Il sistema CALPUFF appartiene alla tipologia di modelli descritti al paragrafo 3.1.2 della linea guida RTI CTN\_ ACE 4/2001 "Linee guida per la selezione e l'applicazione dei modelli di dispersione atmosferica per la valutazione della qualità dell'aria", Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, Centro Tematico Nazionale - Aria Clima Emissioni, 2001; è inoltre uno dei "preferred models" adottati ufficialmente da US EPA per la valutazione della qualità dell'aria come da "Appendix W part 51 - Guideline on Air Quality Models. Federal Register, Vol. 68, NO. 72, Tuesday, April 15, 2003/ Rules and Regulation).

Le caratteristiche complessive del sistema CALPUFF lo rendono compatibile con le specifiche UNI 10796:2000 scheda 4 tipologia 3.

Il modello CALPUFF è inoltre indicato per l'esecuzione di studi di diffusione odorigena nella (DGR 15 febbraio 2012 – n. IX/3018) della Regione Lombardia recanti le Linee Guida relativa alla caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera derivanti da attività a forte impatto odorigeno.

La descrizione completa de trattamento delle calme di vento in CALPUFF è descritto al § 2.14 pag 2-144 del [manuale d'uso del modello CALPUFF](#)

NOTE: sul trattamento delle calme di vento in CALMET

Per il sistema modellistico CALPUFF le calme di vento NON rappresentano una situazione meteorologica anomala in quanto i puff emessi dalle sorgenti sono soggetti a due fenomeni

- all'allargamento dovuto al tempo di permanenza in atmosfera con conseguente diluizione interna dell'inquinante dovuto all'evoluzione temporale delle sigma diffusive
- al trasporto dovuto al movimento atmosferico

questi due aspetti sono trattati separatamente nel modello a puff quindi nelle ore di calma/assenza di vento il puff non viene trasportato ma continua ad essere sottoposto alla variazione diffusionale della concentrazione esattamente come se si trovasse in movimento con la differenza che sui puff rilasciati/presenti in atmosfera durante le ore di calma di vento, CALPUFF attiva degli accorgimenti tali da enfatizzare lo "stazionamento" locale dei puff stessi, i principali accorgimenti sono i seguenti:

- la posizione del centro del puff rimane immutata
- l'intera massa di inquinante da rilasciare nel corso dell'ora è posta in un unico puff;
- il puff è posto istantaneamente alla quota finale di innalzamento (non è calcolato l'innalzamento graduale);
- non sono calcolati gli effetti scia degli edifici;
- la crescita dei parametri  $\sigma_y$  e  $\sigma_z$  (che rendono conto della dimensione dei puff) è calcolata esclusivamente in funzione del tempo;
- i parametri  $\sigma_v$  e  $\sigma_w$  (velocità turbolente) sono eventualmente modificati affinché non siano inferiori ad un minimo prefissato.

Il modello CALPUFF permette di definire un valore di soglia della velocità del vento al di sotto della quale vengono attivati i meccanismi di gestione della calma di vento.

Il valore soglia di default del modello è impostato a 0.5 m/s. Questo valore ha storicamente un'origine "strumentale" legato cioè alle caratteristiche degli strumenti di misura anemologica per i quali è tipicamente accettato un valore soglia di 0.5 m/s della velocità del vento misurata accompagnato da una varianza sulla direzione del vento superiore al 50°-60°.

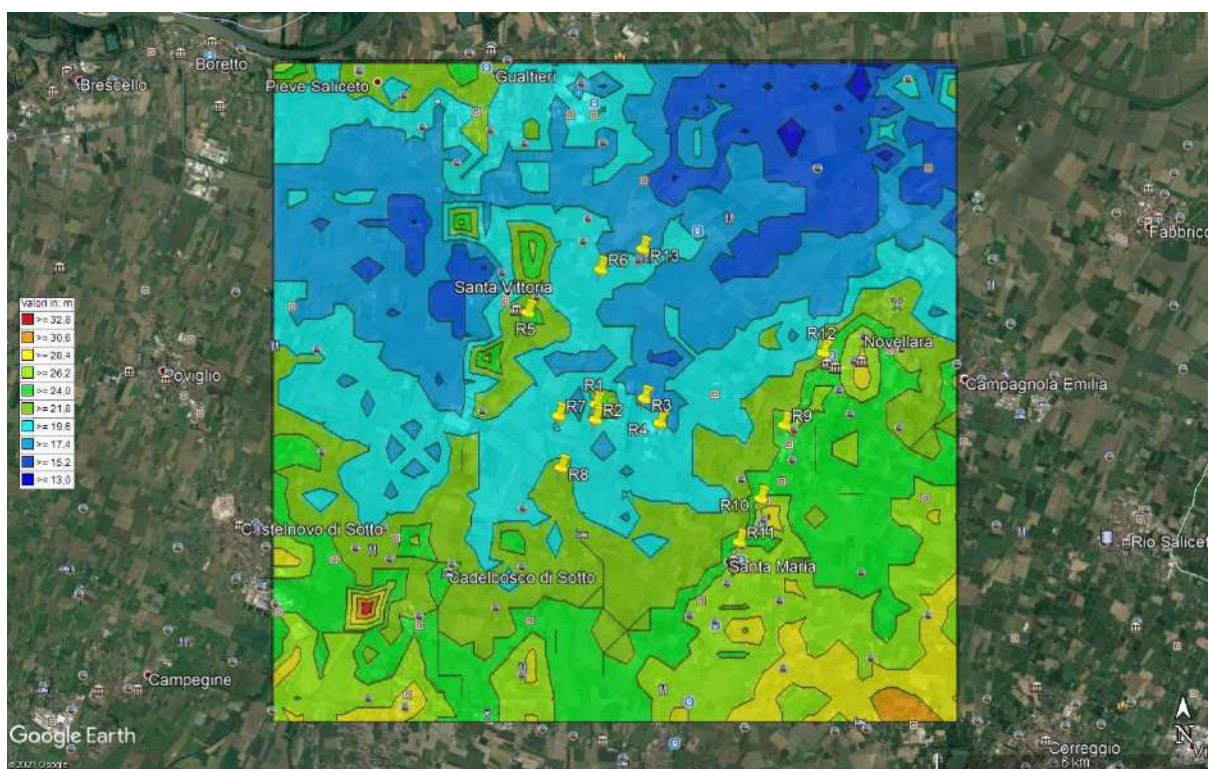
Dal punto di vista modellistico però tale valore perde il suo significato originale nel senso che per il sistema CALMET/CALPUFF, per quanto specificato in precedenza, la calma di vento è rappresentata da "velocità identicamente nulla"; in questo contesto la definizione di un valore di soglia per le calme di vento è funzionale per consentire al modello di riprodurre i fenomeni di stagnazione e di accumulo.

### Dati meteorologici utilizzati per la modellizzazione matematica

Per le attività di modellazione matematica sono stati utilizzati i dati della stazione meteorologica di superficie SYNOP ICAO PARMA – LIMP 162591, la stazione radiosondaggi SYNOP ICAO 16144 di San Pietro Capofiume e la stazione ARPAE di Reggio Emilia. Per maggiori dettagli si allega alla presente il Report dei dati meteorologici forniti da MAIND srl – Azienda specializzata in Modellistica Ambientale.

### Trattamento delle caratteristiche orografiche del dominio di calcolo

L'orografia del terreno è parte integrante del dominio meteorologico fornito; si allega visualizzazione dei valori definiti sul dominio:



### Analisi di sensitività del modello

Non sono stati eseguiti test specifici di sensitività del modello matematico utilizzato.

Si rimanda alla letteratura specialistica per l'analisi di sensitività di CALPUFF.

## **Risultati della modellazione**

### **Mappe di concentrazione**

Le mappe allegate al presente documento rappresentano i risultati della simulazione effettuata ed in particolare:

- figura A - “Applicazione dei criteri di accettabilità secondo la DGR della Regione Lombardia n° IX/3018 del 15/02/2012 considerando il fattore moltiplicativo peak-to-mean ratio pari a 2.3”.

### **Risultati dell'applicazione del modello sui ricettori individuati**

La Tabella 7 riassume i risultati sui ricettori identificati al capitolo dedicato, nella modellazione della situazione attuale. Si precisa che i dati sono riferiti ad una quota di +2 m dal livello del suolo, come richiesto dalla normativa.

**Tabella 7 - Risultati dell'applicazione del modello sui ricettori individuati**

Etichetta	Descrizione	Zona	X (m)	Y (m)	Distanza	98 Percentile picco orario di odore	Soglia Normativa ER	Superamenti soglia 1.OU [ore/anno]	Superamenti soglia 3.OU [ore/anno]	Superamenti soglia 5.OU [ore/anno]
R1	Abitazione isolata interna alla proprietà Sabar s.p.a.	Agricola	631053	4965866	200	3,57	4,00	756	269	93
R2	Cascina con azienda zootecnica	Agricola	631048	4965538	550	1,01	2,00	201	28	15
R3	Circolo di pesca sportiva	Agricola	632086	4966010	740	1,11	2,00	243	19	0
R4	Cascina con azienda zootecnica	Agricola	632428	4965494	1200	0,43	2,00	42	0	0
R5	Loc. S. Vittoria	Residenziale	629542	4967802	2200	0,31	1,00	38	1	0
R6	Abitazioni sparse su strada provinciale n. 81	Residenziale	631091	4968758	2500	0,26	1,00	27	2	0
R7	Loc. Argine Vecchio	Agricola	630254	4965602	1030	0,87	2,00	159	24	13
R8	Loc. Ponte Forca	Residenziale	630328	4964490	1800	0,24	1,00	12	0	0
R9	Novellara zona industriale	Produttiva	635115	4965502	3750	0,16	2,00	0	0	0
R10	Loc. S. Giovanni	Residenziale	634633	4963918	3940	0,12	1,00	0	0	0
R11	Loc. S. Maria	Residenziale	634192	4962976	4200	0,08	1,00	2	0	0
R12	Novellara limite Ovest	Residenziale	635924	4967074	4640	0,18	1,00	0	0	0
R13	Loc. S. Bernardino	Residenziale	631990	4969212	3000	0,28	1,00	25	0	0
R14	Abitazione isolata al limite del perimetro dello stabilimento	Agricola	630808	4965938	380	2,93	3,00	649	194	92



## Conclusioni

Il presente studio è stato condotto su incarico della ditta SABAR S.P.A. e riguarda la valutazione previsionale delle immissioni odorigene nell'ambiente circostante derivanti dagli interventi previsti nella Modifica di Autorizzazione Unica per il centro di trattamento e recupero rifiuti in Comune di Novellara (RE).

Al fine di valutare le emissioni di sostanze odorigene dall'impianto di compostaggio oggetto dello studio è stato utilizzato il modello matematico CALPUFF il quale, partendo da specifici fattori di emissione degli odori e dalle condizioni meteorologiche locali, ha permesso di valutare le immissioni nell'ambiente circostante.

Come dominio di applicazione del modello matematico è stata scelta un'area rettangolare (con lato di 15 km e centrata sull'impianto oggetto di studio) meglio dettagliata nel report sui dati meteorologici e il dominio di calcolo fornito da MAIND srl e allegato alla presente relazione, sulla quale sono stati individuati come ricettori i centri abitati presenti nel territorio, con particolare attenzione ai centri abitati di Novellara, S. Vittoria, S. Giovanni e S. Maria.

Come sorgenti di emissione sono state considerate le aree adibite a stoccaggio e trattamento delle matrici legnose, come riportato nella Relazione di livello 1 redatta da Studio Demetra. La valutazione è stata fatta andando a considerare le aree disponibili occupate dai cumuli di materiale organico per mediamente il 60% della loro estensione.

I fattori di emissione utilizzati come dati di input al modello sono stati ricavati dal Manuale APAT 2003. In merito ai fattori di controllo degli odori relativamente all'areale emissivo si è adottato come fattore di controllo "0,6" (riduzione del 40%).

Per quanto riguarda invece i dati meteorologici sono stati utilizzati i dati delle più vicine stazioni meteorologiche, si rimanda al *Report fornitura dati meteorologici in formato MMS CALPUFF* allegato alla presente per qualsiasi approfondimento.

I risultati dello studio sono stati confrontati con i criteri di accettabilità previsti dalla LG35/DT della Regione Emilia Romagna e per completezza sono riportati anche i parametri richiesti dalla DGR 15 febbraio 2012 n. IX/3018 della Regione Lombardia *"Determinazioni generali in merito alla caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera derivante da attività a forte impatto odorigeno"*.

Si riportano di seguito i risultati più rilevanti dello studio:

- 1) la valutazione delle immissioni odorigene nella situazione di progetto ha evidenziato che **i valori soglia individuati da Regione Emilia Romagna** (98° percentile del picco orario di odore – considerando il rapporto peak-to-mean pari a 2,3 come previsto dalla normativa stessa) **non sono superati in nessuno dei ricettori sensibili individuati**.

- 2) le ore effettive in cui la simulazione ha rilevato uno sfioramento della soglia di 5 O.U./m<sup>3</sup> (soglia di percettibilità da parte della totalità della popolazione) presso i ricettori più vicini al perimetro del centro oggetto di studio, R1 e R14 risultano minori di 100 ore/anno, ovvero con frequenza minore del 1,15%.

Altro aspetto che ha influito sul risultato della simulazione in modo significativo è rappresentato dai coefficienti emissivi che, come già indicato, sono quelli desumibili dalla bibliografia per impianti che trattano anche prodotti mercatali e fanghi, caratterizzati da una ben maggiore fermentescibilità e dalla produzione di composti organici volatili ben più offensivi di quelli che si possono produrre impiegando residui vegetali da sfalci del verde e cippato di legno.

In generale gli altri ricettori sono in condizioni di non rilevanza o alta protezione dalla molestia olfattiva.

Si sottolinea come l'odore percepito a questi livelli di concentrazione è sicuramente di modesta entità e quindi il disagio associato agli odori emessi dall'impianto presso le abitazioni più vicine risulta essere molto contenuto.

- 3) la valutazione delle immissioni odorigene nell'ambiente circostante l'impianto oggetto di studio è stata effettuata senza tenere in considerazione i fenomeni di deposizione secca (legata alla tipologia di suolo ed alla presenza di barriere) ed umida (dovuta ai fenomeni di precipitazione atmosferiche) che contribuirebbero alla mitigazione della diffusione degli odori. Il risultato dell'analisi modellistica è pertanto da ritenersi prudenziale rispetto all'effettiva diffusione degli odori
- 4) La modellazione è stata sviluppata considerando i coefficienti di emissione areici costanti e applicati alle superfici adibite a stoccaggio e trattamento delle matrici lignee e vegetali.
- 5) Nonostante l'approccio prudenziale, il risultato della modellazione mostra chiaramente come i valori soglia previsti dalla normativa della Regione Emilia Romagna (98° percentile del picco di concentrazione < 1 O.U./m<sup>3</sup>) siano rispettati presso tutti i ricettori localizzati nei centri abitati limitrofi.

Nel commentare i risultati del presente studio di diffusione, preme sottolineare che la sgradevolezza della percezione è fortemente influenzata dal tono edonico degli odori emessi, che per quanto riguarda l'impianto oggetto di studio rimane sicuramente meno sgradevole di situazioni in cui oltre che alla matrice legnosa sono trattati altri materiale, quali scarti mercatali, fanghi o reflui zootecnici. Inoltre la notevole densità di aziende zootecniche nell'area

contribuisce fortemente ad influenzare la concentrazione di sostanze odorogene nell'aria con toni edonici sicuramente più molesti di quelli prodotti dall'impianto di compostaggio di SABAR spa.

In conclusione, la modellazione effettuata evidenzia come l'impatto odorigeno dell'impianto di compostaggio non influisca negativamente sulla qualità dell'aria presso i ricettori sensibili individuati e rispetti i limiti di accettabilità del disturbo olfattivo presso la totalità dei ricettori.

Piacenza, li 06/09/2021

Redazione Ing. Gianluca Repetti

Revisione Dr. Agronomo Stefano Repetti



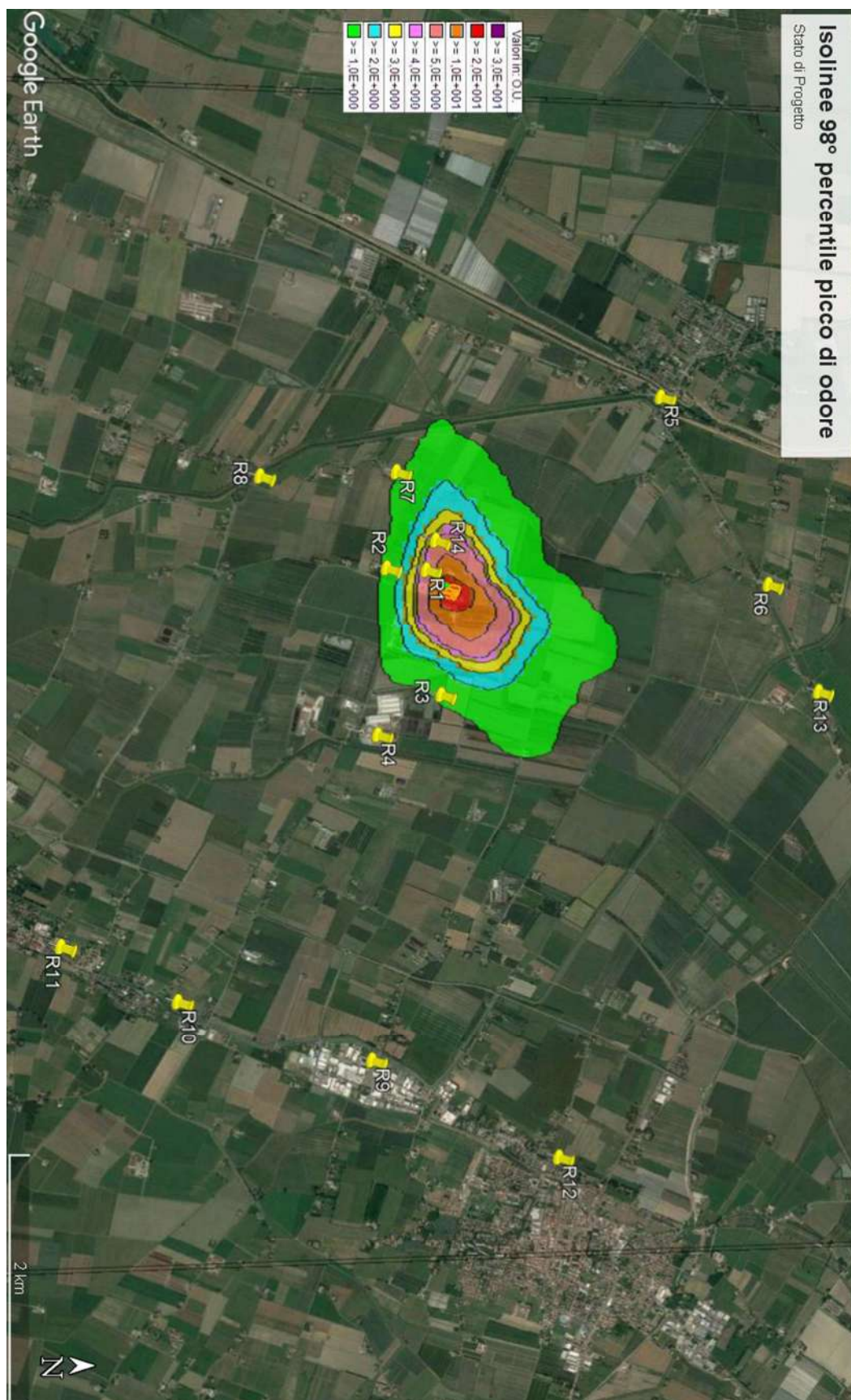


Figura 2 - isolinee 98° Percentile del picco orario di odore



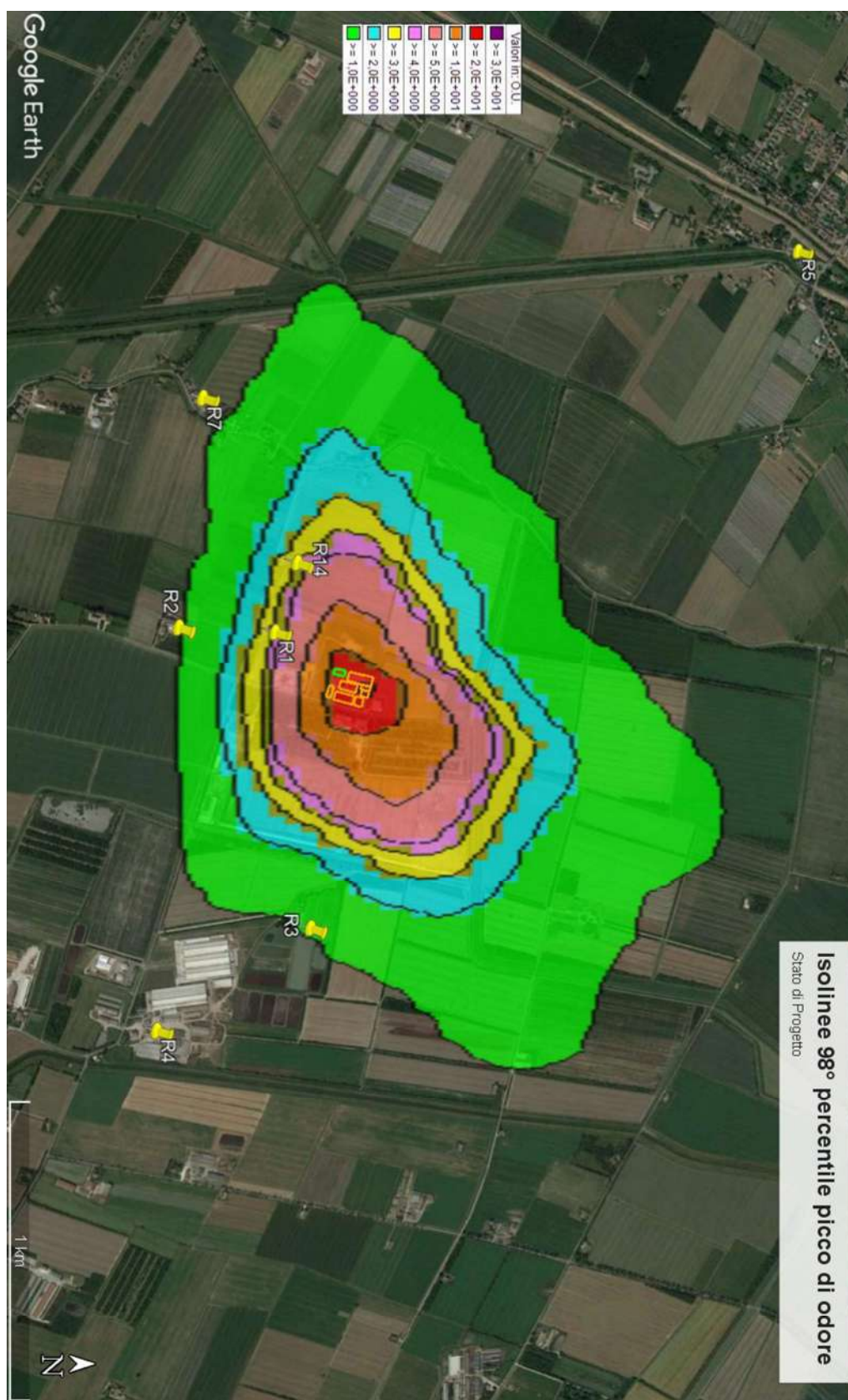


Figura 3 - isolinee 98° Percentile del picco orario di odore - zoom

## BIBLIOGRAFIA

- <sup>(1)</sup> D.Lgs. Governo n° 152 del 03/04/2006 *“Norme in materia ambientale”*.
- <sup>(2)</sup> D.Lgs. del 13 agosto 2010 n. 155 *“Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa”*.
- <sup>(3)</sup> Direttiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21 maggio 2008 *“relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa”*.
- <sup>(4)</sup> D.G.R.Veneto n. 902 del 4 aprile 2003 *“Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell’Atmosfera”*.
- <sup>(5)</sup> D.G.R. Veneto n. 3195 del 17/10/2006 *“Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell’Atmosfera. Comitato di indirizzo e Sorveglianza sui problemi di tutela dell’atmosfera. Approvazione della nuova zonizzazione del territorio regionale”*.
- <sup>(6)</sup> D.G.R. Lombardia 15 febbraio 2012 n. IX/3018 della Regione Lombardia *“Determinazioni generali in merito alla caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera derivante da attività a forte impatto odorigeno”*.
- <sup>(7)</sup> Legge n° 615 del 13/07/1966 *“Provvedimenti contro l’inquinamento atmosferico”*.
- <sup>(8)</sup> Decreto Presidente della Repubblica n° 322 del 15/04/1971 *“Regolamento per l’esecuzione della L. 13 luglio 1966, n. 615, recante provvedimenti contro l’inquinamento atmosferico, limitatamente al settore dell’industria”*.
- <sup>(9)</sup> Decreto Ministeriale del 12/07/1990 *“Linee guida per il contenimento delle emissioni degli impianti industriali e la fissazione dei valori minimi di emissione”*.
- <sup>(10)</sup> Decreto Presidente Repubblica n° 203 del 24/05/1988 *“Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell’aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell’art. 15 della legge 16 aprile 1987, n. 183”*.
- <sup>(11)</sup> ACGIH 2013 *“Valori limite di soglia e indici biologici di esposizione”*.
- <sup>(12)</sup> Scire J.S., Robe F.R., Fernau M.E., Yamartino R.J. (1999) *“A User’s Guide for the CALMET Meteorological Model. Earth Tech, Internal Report”*.
- <sup>(13)</sup> Scire J.S., Strimaitis J.C., Yamartino R.J. (2000) *“A User’s Guide for the CALPUFF Dispersion Model. Earth Tech, Internal Report”*.
- <sup>(14)</sup> U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, Office of Air and Radiation, Office of Air Quality Planning and Standards (1996) *“Guideline of Air Quality Models”*.
- <sup>(15)</sup> RTI CTN\_ACE 2/2000 *“I modelli nella valutazione della qualità dell’aria”*.
- <sup>(16)</sup> APAT *“Metodi di misura delle emissioni olfattive – Quadro normativo e campagne di misura” – Manuali e Linee Guida 19/2003*



**Report fornitura dati meteorologici in formato MMS CALPUFF**

Località      Novellara (RE)  
Periodo      Anno 2021

**Caratteristiche del dominio richiesto**

Origine SW      x = 624010.00 m E - y = 4958903.00 m N      UTM fuso 32 – WGS84

Dimensioni orizzontali totali      15 km x 15 km

Risoluzione orizzontale (dimensioni griglia)      dx = dy = 500 m

Risoluzione verticale (quota livelli verticali)      0-20-50-100-200-500-1000-2000-4000 m sul livello del suolo

**Caratteristiche del punto richiesto**

Coordinate      (44.836713°N - 10.660701°E)

Cella di griglia      (15-15)

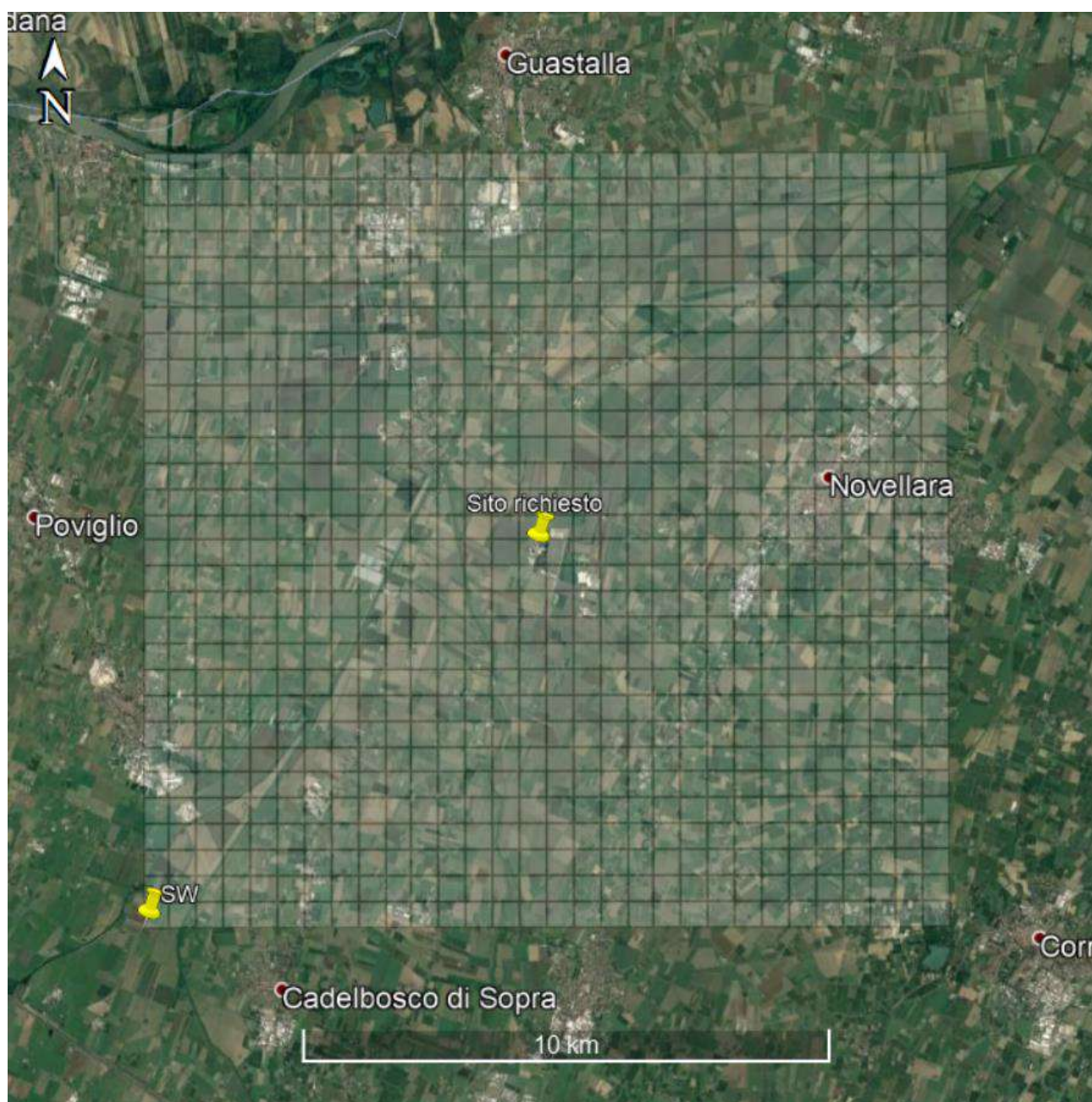


Figura 1 – Dominio, località richiesta

I dati forniti sono stati ricostruiti per l'area descritta attraverso un'elaborazione "mass consistent" sul dominio tridimensionale effettuata con il modello meteorologico CALMET con le risoluzioni (orizzontali e verticali) indicate nella pagina precedente, dei dati rilevati nelle stazioni SYNOP ICAO (International Civil Aviation Organization) di superficie e profilometriche presenti sul territorio nazionale e dei dati rilevati nelle stazioni locali sito-specifiche se disponibili.

Il modello CALMET ricostruisce per interpolazione 3D "mass consistent", pesata sull'inverso del quadrato della distanza, un campo iniziale tridimensionale (FIRST GUESS) che viene modificato per incorporare gli effetti geomorfologici ed orografici del sito in esame alla risoluzione spaziale richiesta (campo meteo STEP 1); il processo di interpolazione avviene per strati orizzontali, l'interazione tra i vari strati orizzontali viene definita attraverso opportuni fattori di BIAS che permettono di pesare strato per strato l'influenza dei dati di superficie rispetto ai dati profilometrici (es: nel primo strato verticale adiacente al terreno che va da 0 a 20 metri sul suolo in genere viene azzerato il peso del profilo verticale rispetto a quello delle stazioni di superficie mentre negli strati verticali superiori al primo viene gradatamente aumentato il peso dei dati profilometrici rispetto a quelli di superficie fino ad azzerare il peso di questi ultimi dopo alcune centinaia di metri dal suolo).

Sul campo meteo (STEP 1) così definito vengono infine reinserite le osservabili misurate per ottenere il campo finale (STEP 2) all'interno del quale in questo modo vengono recuperate le informazioni sito-specifiche delle misure meteo.

Per informazioni più dettagliate sul funzionamento del preprocessore CALMET si deve fare riferimento alla documentazione originale del modello al seguente link  
([http://www.src.com/calpuff/download/MMS\\_Files/MMS2006\\_Volume2\\_CALMET\\_Preprocessors.pdf](http://www.src.com/calpuff/download/MMS_Files/MMS2006_Volume2_CALMET_Preprocessors.pdf))

## Stazioni meteorologiche utilizzate

### Stazioni sinottiche

- stazioni di superficie SYNOP ICAO  
PARMA - LIMP 162591 [ 44.824°N - 10.296°E]
- stazione radiosondaggi SYNOP ICAO  
16144 - San Pietro Capofiume profilo [44.65°N - 11.62°E]

## Profili verticali ricavati dal modello di calcolo europeo ECMWS – Progetto Era5

Non utilizzati

### Stazioni sito specifiche da reti regionali/provinciali

Reggio Emilia [ 44.698°N - 10.634°E] rete ARPAE Emilia Romagna

### Stazioni private fornite da richiedente

- Non pervenute

Nelle immagini seguenti viene riportata la posizione delle stazioni meteo utilizzate per la ricostruzione 3d del campo meteo sull'area richiesta.



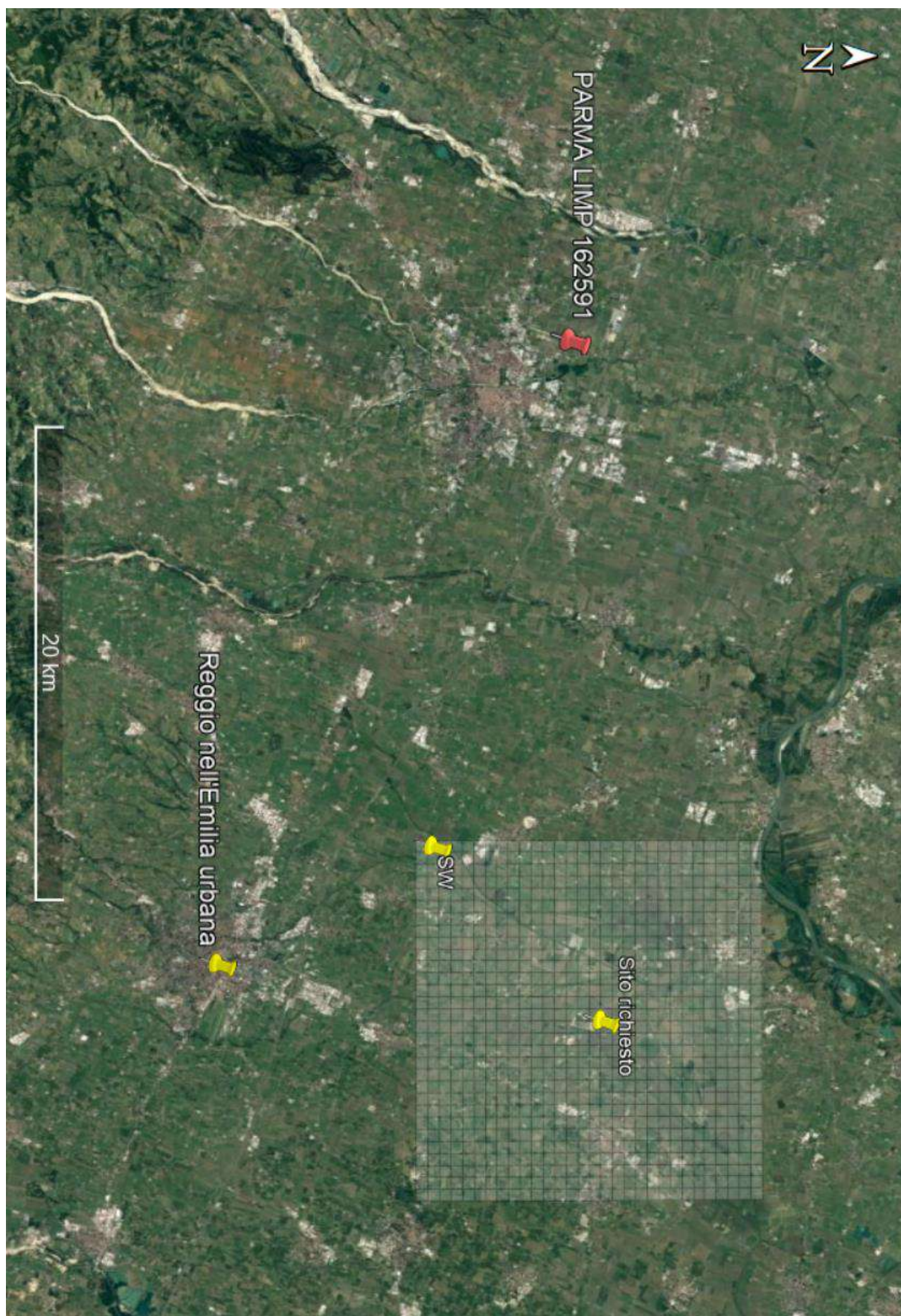


Figura 2 – Stazioni meteo di specifiche



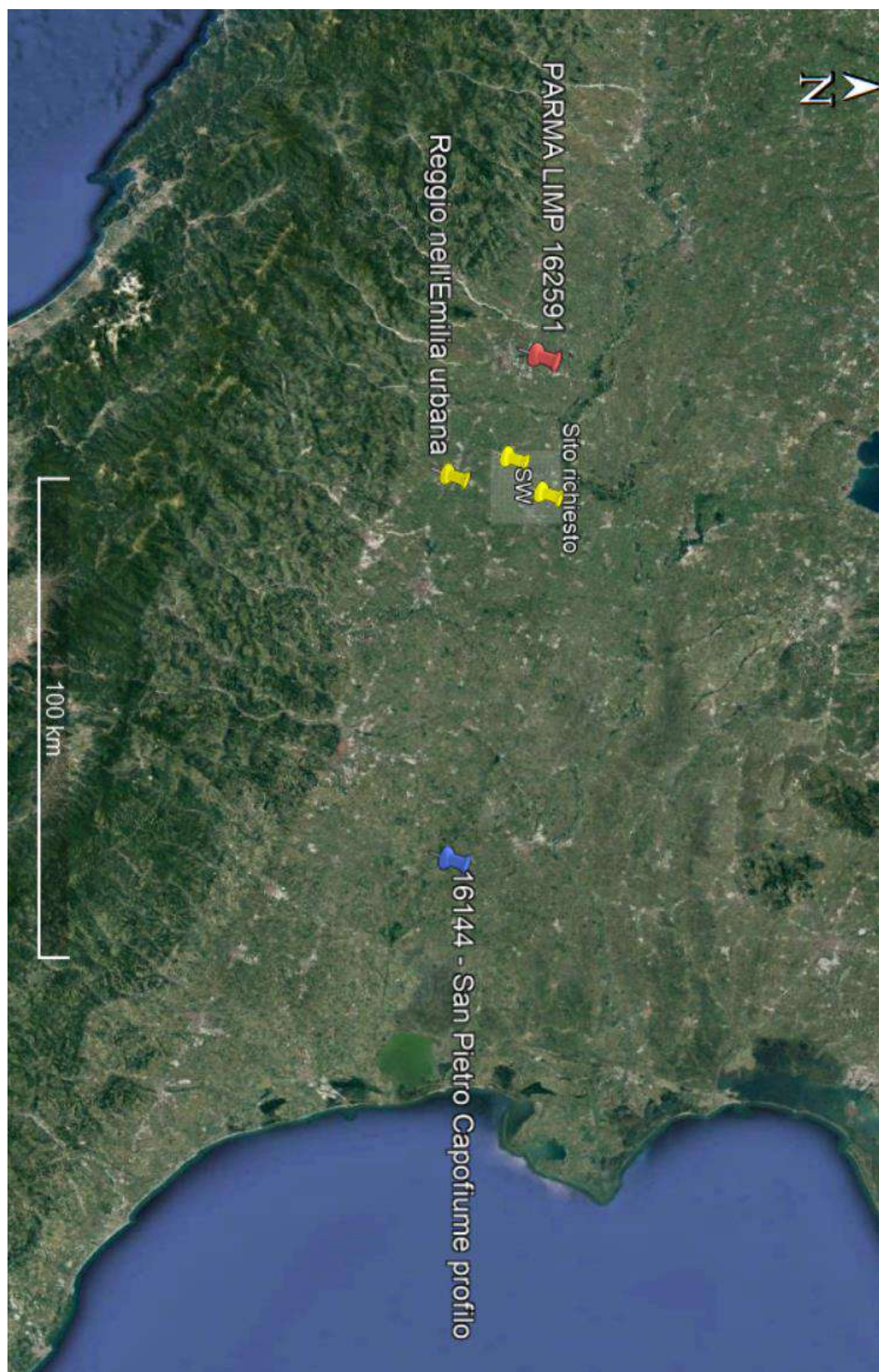


Figura 3 – Stazioni meteo di superficie e profilometriche

Nelle pagine successive viene descritto l'uso dell'interfaccia MMS Calpuff per la gestione dei dati meteo. Le immagini e le tabelle riportate sono esempi e non fanno alcun riferimento al sito oggetto della fornitura.

## Uso dei dati 3D in MMSCalpuff

**Importazione dati:** dal navigatore di progetto selezionare

“Dominio → Importa → Dati CALMET”

oppure

“Dati meteo → Importa → Dati CALMET”

L’importazione dei dati CALMET 3D permette di importare nel progetto le caratteristiche geomorfologiche del dominio meteorologico

## Analisi dei dati meteo 3D

Per visualizzare/analizzare il contenuto del file 3D fornito utilizzare l’utility “Rapporto” accessibile attraverso la voce “Dati meteo” del navigatore di progetto.

The screenshot shows the 'Navigatore Progetto' (Project Navigator) on the left and the 'Dominio' (Domain) tab on the right. The 'Dati Meteo' (Weather Data) section is active, displaying a table of meteorological data.

Elemento	Valore
<b>Tipologia dati meteorologici</b>	
Tipo dati meteo	Parametri Meteorologici calcolati su reticolo cartesiano (CALMET)
<b>Informazioni generali</b>	
Calmet File	FIUMI.3dmet
Calmet File Dataset	Version: 2.1 (impronta= gjaPsvwER+iGjqXeWaRI6PGC6E=)
Base Time Zone	UTC+0000
Meteorological Grid	(Xo,Yo)=760550.0 X(m); 4620550.0 Y(m) 32N ; (Nx,Ny)=10 x 10; (Dx,Dy)=200
Meteorological Grid Vertical Levels	0 - 20 - 50 - 90 - 110 - 290 - 410 - 990 - 2010 - 2990 - 4010
Periodo dei dati	01/01/2013 00:00:00 <-> 01/01/2014 00:00:00
Ore totali	8761

Specificando gli indici (i,j) della cella richiesta

The dialog box titled 'Selezione punto di estrazione dati CALMET' provides information about the domain and allows selecting a specific point for data extraction.

Questa finestra consente di selezionare il punto del dominio dove estrarre i dati meteorologici necessari per generare la rosa dei venti utilizzando l'utility PRTMET

**Selezione del punto di estrazione**

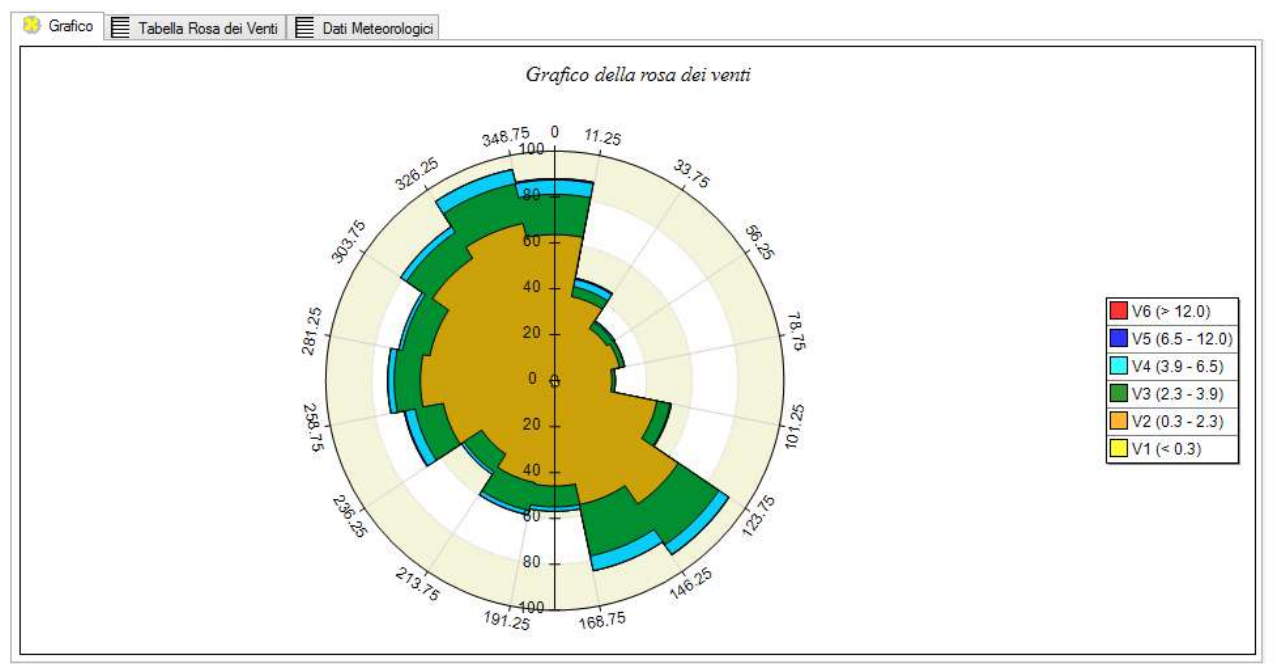
Dominio: origine: 873700.0 X(m); 4576000.0 Y(m) 32N ; numero punti: 25 x 25; dimensione cella: 2000.0 DX(m) x 2000.0 DY(m)

Selezionare punto (i,j):

Punto selezionato (x,y): 13.1 (i,j); 898700.0 X(m); 4577000.0 Y(m); 3 Q(m)

Buttons:

è possibile estrarre il grafico della rosa dei venti per la cella richiesta



la tabella dei valori orari delle principali variabili meteorologiche riferite sempre alla cella richiesta

Grafico   Tabella Rosa dei Venti   Dati Meteorologici

	Data	Vel. vento (m/s)	Dir. vento (deg)	Temp. aria (K)	Stabilità	Rate Prec. (mm/hr)
►	01/01/2014 00.00	2.4	346.13	281.15	E	0
	01/01/2014 01.00	2.16	342.96	279.15	E	0
	01/01/2014 02.00	1.98	336.35	279.15	FG	0
	01/01/2014 03.00	1.94	335.93	278.15	E	0
	01/01/2014 04.00	1.71	343.85	274.31	FG	0
	01/01/2014 05.00	1.51	334.69	273.94	FG	0
	01/01/2014 06.00	1.39	340.23	274.35	FG	0
	01/01/2014 07.00	0.96	347.03	274.64	C	0
	01/01/2014 08.00	0.82	6.06	277.93	B	0
	01/01/2014 09.00	0.38	19.56	279.97	B	0
	01/01/2014 10.00	0.54	41.58	282.84	B	0
	01/01/2014 11.00	0.64	20.11	283.49	B	0
	01/01/2014 12.00	0.32	28.17	284.76	B	0
	01/01/2014 13.00	0.41	293.97	286.37	C	0
	01/01/2014 14.00	0.33	283.45	286.36	C	0
	01/01/2014 15.00	1.43	281.18	284.27	C	0
	01/01/2014 16.00	1.08	301.93	281.46	FG	0
	01/01/2014 17.00	0.93	349.43	280.34	FG	0
	01/01/2014 18.00	0.84	310.68	282.15	FG	0
	01/01/2014 19.00	1.09	323.87	281.15	FG	0

La tabella della rosa dei venti con le frequenze di accadimento velocità-direzione

I grafici mensili di temperatura e precipitazione



Grafico Rosa dei Venti		Tabella Rosa dei Venti		Temperatura (°C)	Precipitazione (mm/hr)	Dati Meteorologici				
SECTORS		V1 (< 0.3)	V2 (0.3 - 0.5)	V3 (0.5 - 2.3)	V4 (2.3 - 3.9)	V5 (3.9 - 6.5)	V6 (6.5 - 12.0)	V7 (> 12.0)	Totale	Vmed
►	348.8 - 11.3	1.26	0.91	33.56	17.01	9.47	6.74	0.11	69.06	2.95
	11.3 - 33.8	1.48	1.14	40.98	19.06	10.73	5.82	0.23	79.45	2.81
	33.8 - 56.3	0.23	1.71	46.35	35.39	9.59	0.57	0.11	93.95	2.44
	56.3 - 78.8	0.68	0.46	61.53	39.61	6.51	0.68	0.00	109.47	2.28
	78.8 - 101.3	0.00	0.80	32.31	49.89	7.88	0.57	0.00	91.44	2.65
	101.3 - 123.8	0.23	0.46	13.70	15.64	11.19	3.20	0.00	44.41	3.31
	123.8 - 146.3	0.11	0.46	9.02	17.24	17.24	16.32	0.57	60.96	4.88
	146.3 - 168.8	0.11	0.11	9.93	10.27	20.21	10.96	0.46	52.05	4.67
	168.8 - 191.3	0.11	0.34	6.05	12.56	18.72	4.57	0.00	42.35	4.11
	191.3 - 213.8	0.00	0.68	4.45	9.70	11.42	3.20	0.11	29.57	3.97
	213.8 - 236.3	0.57	0.00	4.45	9.59	19.63	7.31	0.23	41.78	4.71
	236.3 - 258.8	0.00	0.11	8.79	16.21	33.79	21.69	1.14	81.74	5.21
	258.8 - 281.3	0.80	0.57	13.70	23.40	48.63	10.27	0.23	97.60	4.29
	281.3 - 303.8	0.11	0.11	13.47	10.96	17.24	6.96	0.00	48.86	3.97
	303.8 - 326.3	0.23	0.91	11.87	7.65	3.65	1.83	0.00	26.14	2.82
	326.3 - 348.8	0.80	0.57	17.12	7.99	2.85	1.71	0.00	31.05	2.36
	Varievoli	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Calme	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00
	Totale	6.85	9.36	327.28	302.17	248.74	102.40	3.20	1000.00	0.00

Grafico Rosa dei Venti Tabella Rosa dei Venti Temperatura (°C) Precipitazione (mm/hr) Dati Meteorologici

Periodo	Minima	Media	Massima
Anno	-1.04	16.06	35.08
Primavera	0.28	14.44	28.02
Estate	12.20	23.63	35.08
Autunno	0.74	17.87	30.01
Inverno	-1.04	8.15	18.20
gen	0.27	8.04	16.32
feb	-1.04	7.02	15.13
mar	0.28	11.04	20.41
apr	5.98	15.13	28.02
mag	9.40	17.16	25.98
giu	12.20	20.80	31.63
lug	13.57	24.66	33.01
ago	17.62	25.34	35.08
set	13.35	21.51	30.01
ott	12.47	18.98	25.07
nov	0.74	13.09	22.77
dic	0.73	9.28	18.20

Temperatura minima, media massima (°C)

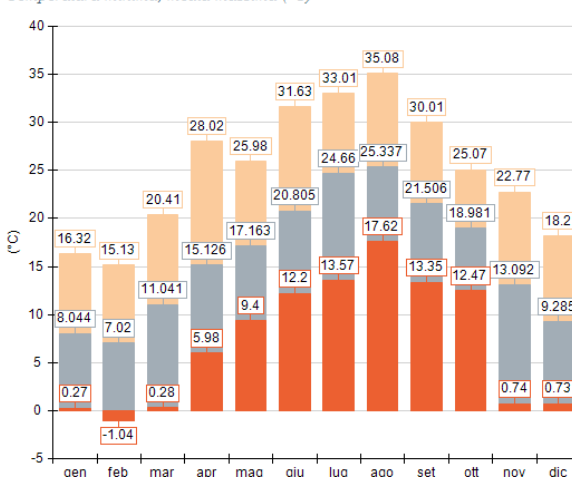
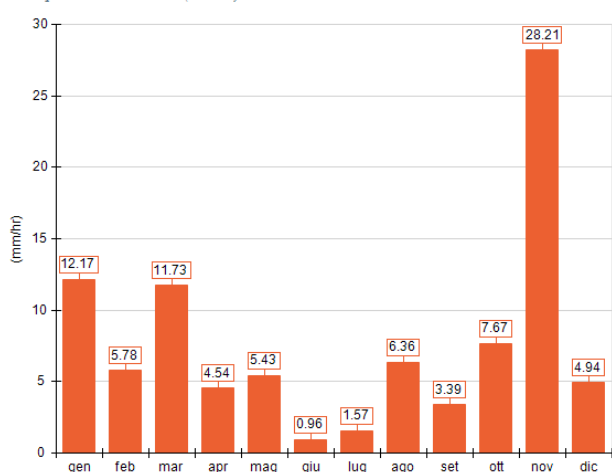


Grafico Rosa dei Venti Tabella Rosa dei Venti Temperatura (°C) Precipitazione (mm/hr) Dati Meteorologici

Periodo	Media	Massima	Cumulata
Anno	0.01	4.45	92.75
Primavera	0.01	1.35	21.70
Estate	0.00	3.75	8.89
Autunno	0.02	4.45	39.27
Inverno	0.01	1.33	22.89
gen	0.02	1.10	12.17
feb	0.01	1.33	5.78
mar	0.02	1.35	11.73
apr	0.01	0.77	4.54
mag	0.01	1.08	5.43
giu	0.00	0.52	0.96
lug	0.00	0.53	1.57
ago	0.01	3.75	6.36
set	0.00	0.89	3.39
ott	0.01	1.34	7.67
nov	0.04	4.45	28.21
dic	0.01	1.28	4.94

Precipitazione cumulata (mm/hr)



**Dominio meteo:** dominio letto dal file 3D – Non modificabile

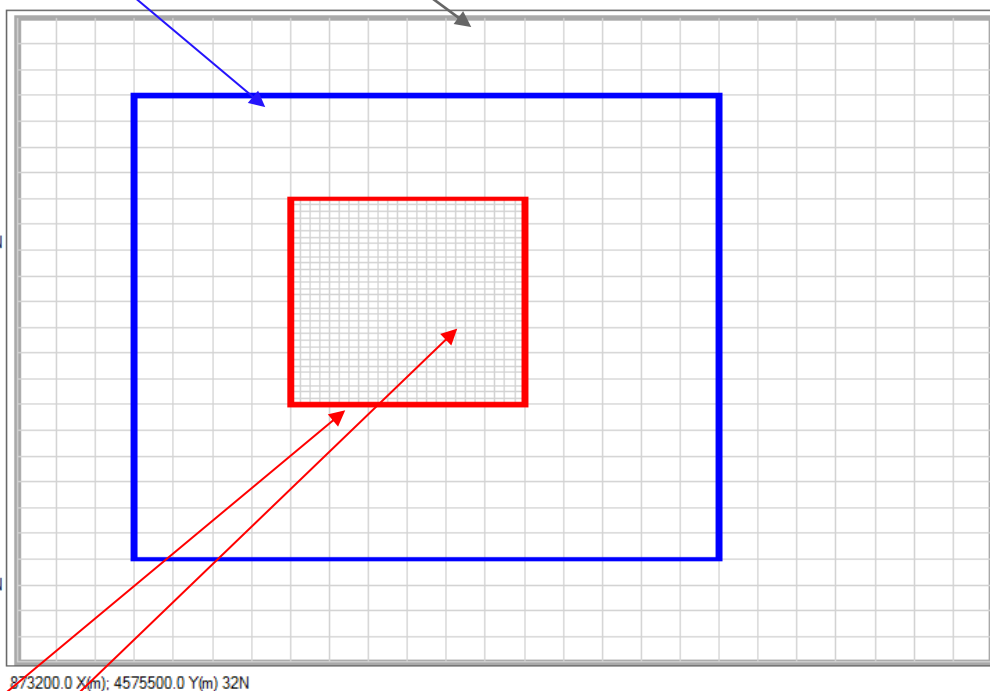
**Dominio di calcolo diffusivo:** sottoinsieme del dominio meteo, permette di circoscrivere la zona di calcolo delle concentrazioni riducendo il dominio alla sola area interessata al fenomeno diffusivo. La scelta del dominio di calcolo può essere fatta utilizzando le frecce relative all'area "Dominio di Calcolo" o alternativamente specificando l'estensione in termini di numero di celle dalla scheda "Modifica → Dominio"

### Dominio di Calcolo:

Ovest: 4  
Sud: 5  
Est: 18  
Nord: 22  
Origine:  
879700.0 X(m); 4584000.0 Y(m) 32N

### Dominio di Salvataggio:

Ovest: 8  
Sud: 11  
Est: 13  
Nord: 18  
Fattore di nesting: 4  
Origine:  
887700.0 X(m); 4596000.0 Y(m) 32N



**Dominio di salvataggio:** sottoinsieme del dominio di calcolo diffusivo permette, attraverso l'impostazione di un opportuno fattore di "nesting" l'infittimento della griglia di recettori nei quali verranno salvati i valori di concentrazione calcolati dal modello. La scelta del dominio di calcolo può essere fatta utilizzando le frecce relative all'area "Dominio di Calcolo" o alternativamente specificando l'estensione in termini di numero di celle dalla scheda "Modifica → Dominio"

### Impostazioni del dominio meteorologico

Origine (angolo Sud Ovest) X (m): 873700 Y (m): 4576000  
Numero di punti Nx: 25 Ny: 25  
Dimensione della cella DGRID (m): 2000

### Impostazioni del dominio di calcolo e di salvataggio dati

Imposta graficamente ->

Indici lungo X del reticolo di calcolo Start index: 4 End index: 18  
Indici lungo Y del reticolo di calcolo Start index: 5 End index: 22  
Indici lungo X del reticolo di campionamento indice iniziale: 8 indice finale: 13  
Indici lungo Y del reticolo di campionamento indice iniziale: 11 indice finale: 18  
Fattore di annidamento: 4

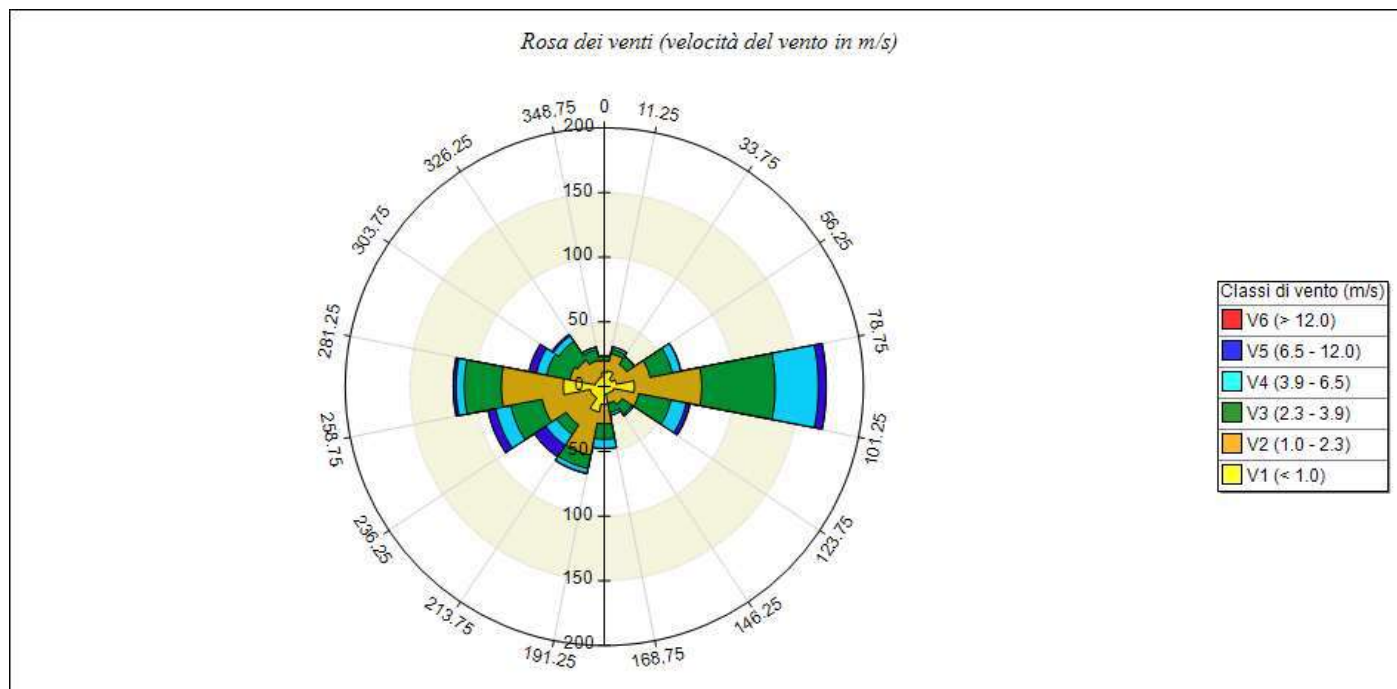


Rapporto generato dal software **MMS Calpuff** prodotto da Maind S.r.l. (08/02/2021)

### Informazioni di base

Elemento	Valore
Tipologia dati meteorologici	CALMET file di input stazione al suolo
Periodo dei dati	01/01/2020 00:00:00 <-> 01/01/2021 00:00:00
Ore totali	8785
Valore limite per determinare le calme di vento	0.5 (m/s)
Rosa dei venti fattore di normalizzazione	1000
Stazione	PARMA LIMP 162591
Posizione della stazione di misura	44.823998°N - 10.295988°E

### Rosa dei venti

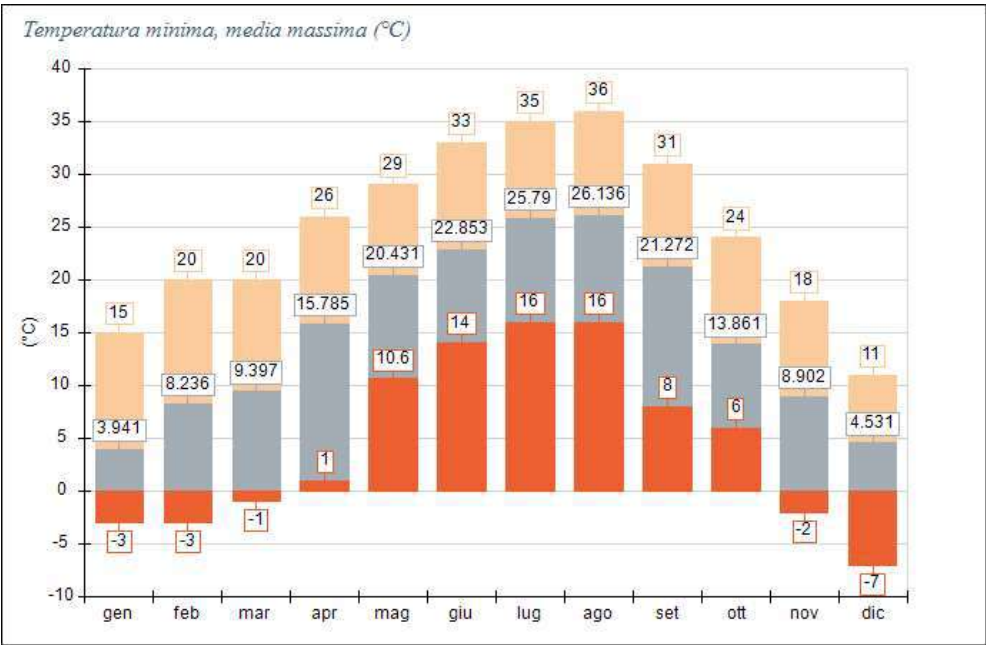


SECTORS	V1 (< 1.0)	V2 (1.0 - 2.3)	V3 (2.3 - 3.9)	V4 (3.9 - 6.5)	V5 (6.5 - 12.0)	V6 (> 12.0)	Totale	Vmed (m/s)
348.8 - 11.3	11.04	8.88	3.19	0.46	0.11	0.00	23.68	1.52
11.3 - 33.8	12.41	13.55	3.30	2.05	0.11	0.00	31.42	1.78
33.8 - 56.3	6.72	14.00	6.94	0.57	0.00	0.00	28.23	1.85
56.3 - 78.8	9.56	26.41	17.42	6.60	0.34	0.00	60.33	2.32
78.8 - 101.3	23.22	51.91	56.69	33.35	6.03	0.11	171.31	2.90
101.3 - 123.8	7.29	19.81	25.27	11.95	3.07	0.00	67.39	2.97
123.8 - 146.3	6.03	10.59	8.99	1.37	0.23	0.00	27.21	2.12
146.3 - 168.8	5.81	7.40	7.17	2.16	0.00	0.00	22.54	2.16
168.8 - 191.3	13.55	15.14	11.95	7.06	0.00	0.00	47.69	2.26
191.3 - 213.8	19.92	33.92	10.47	3.76	0.34	0.00	68.41	1.86
213.8 - 236.3	10.47	24.93	8.88	10.13	10.59	0.00	65.00	3.38
236.3 - 258.8	11.04	37.91	24.59	11.95	6.15	0.00	91.63	2.82
258.8 - 281.3	31.64	47.81	28.57	6.37	2.16	0.00	116.56	2.05
281.3 - 303.8	7.06	20.03	18.21	8.08	5.81	0.00	59.19	3.17
303.8 - 326.3	6.83	17.87	17.42	5.12	1.37	0.00	48.61	2.56
326.3 - 348.8	7.63	13.09	8.31	1.94	0.34	0.00	31.30	2.11
Variabili	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Calme	39.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	39.50	0.00
Totale	229.71	363.23	257.37	112.92	36.65	0.11	1000.00	0.00

### Temperatura (°C)

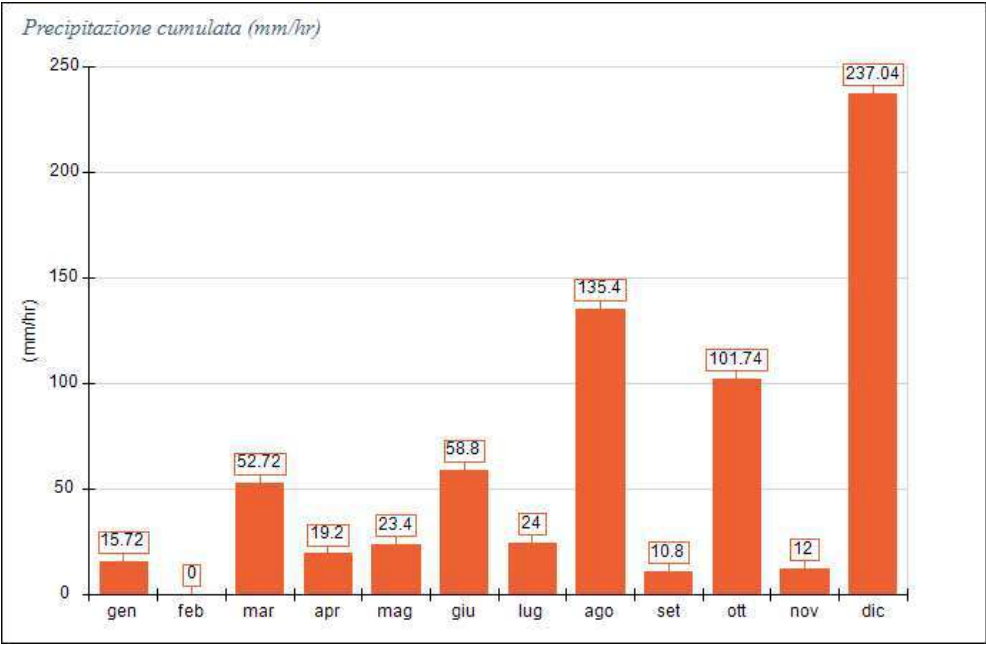
Periodo	Minima	Media	Massima
Anno	-7.00	15.11	36.00
Primavera	-1.00	15.20	29.00
Estate	14.00	24.95	36.00
Autunno	-2.00	14.67	31.00
Inverno	-7.00	5.51	20.00
gen	-3.00	3.94	15.00
feb	-3.00	8.24	20.00
mar	-1.00	9.40	20.00
apr	1.00	15.78	26.00
mag	10.60	20.43	29.00

Periodo	Minima	Media	Massima
giu	14.00	22.85	33.00
lug	16.00	25.79	35.00
ago	16.00	26.14	36.00
set	8.00	21.27	31.00
ott	6.00	13.86	24.00
nov	-2.00	8.90	18.00
dic	-7.00	4.53	11.00



Precipitazione (mm/hr)

Periodo	Media	Massima	Cumulata
Anno	0.08	4.20	690.82
Primavera	0.04	1.70	95.32
Estate	0.10	4.20	218.20
Autunno	0.06	1.80	124.54
Inverno	0.12	3.10	252.76
gen	0.02	1.10	15.72
feb	0.00	0.00	0.00
mar	0.07	1.70	52.72
apr	0.03	0.70	19.20
mag	0.03	0.60	23.40
giu	0.08	1.40	58.80
lug	0.03	2.10	24.00
ago	0.18	4.20	135.40
set	0.02	0.40	10.80
ott	0.14	1.80	101.74
nov	0.02	0.80	12.00
dic	0.32	3.10	237.04

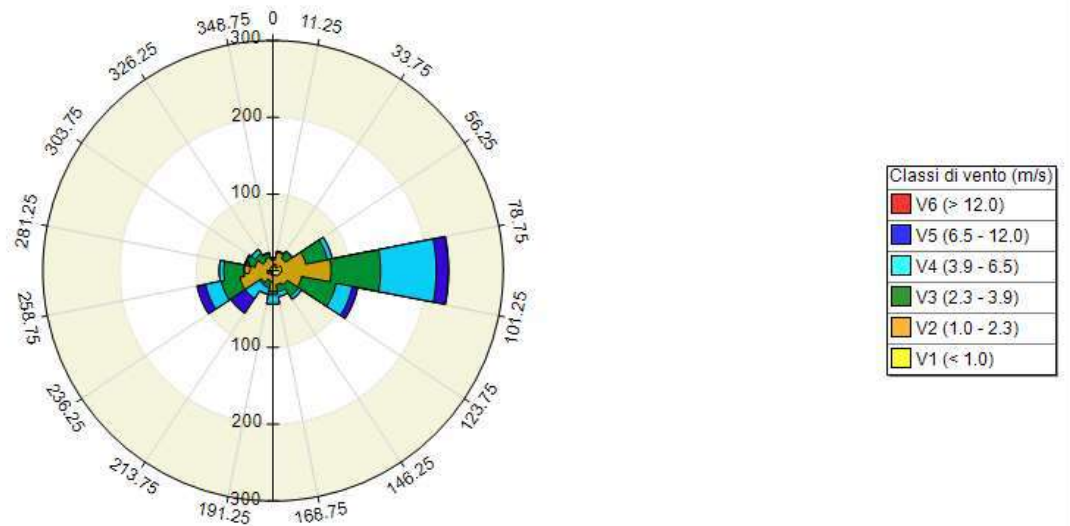


Percentuale dati validi

Periodo	Dir. vento	Vel. vento	Temp. aria	Precip.	Pres.	UR
Anno	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Primavera	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Estate	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Autunno	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Inverno	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
gen	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
feb	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
mar	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
apr	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
mag	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
giu	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
lug	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
ago	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
set	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
ott	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
nov	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
dic	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

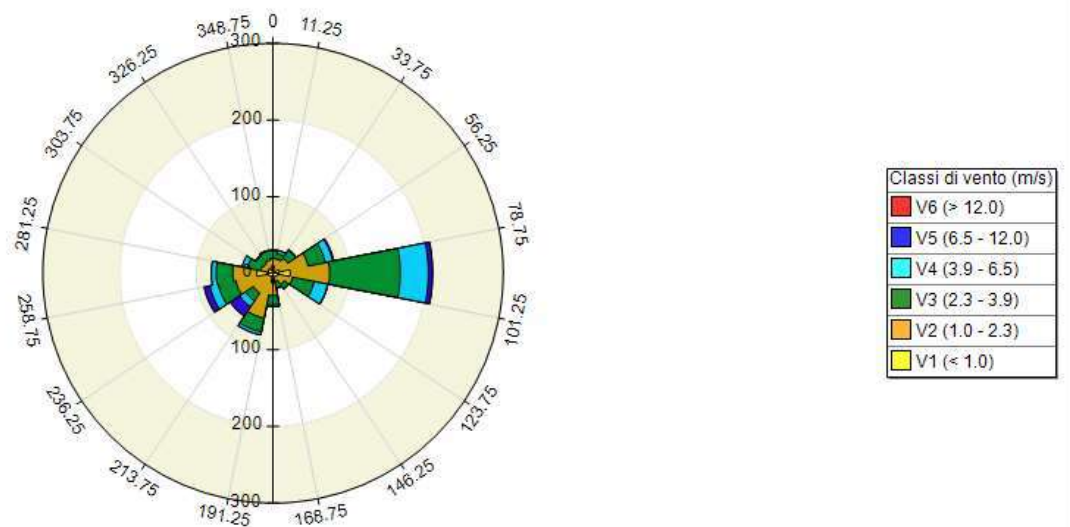
Rose dei venti stagionali

Rosa dei venti (velocità del vento in m/s): Primavera



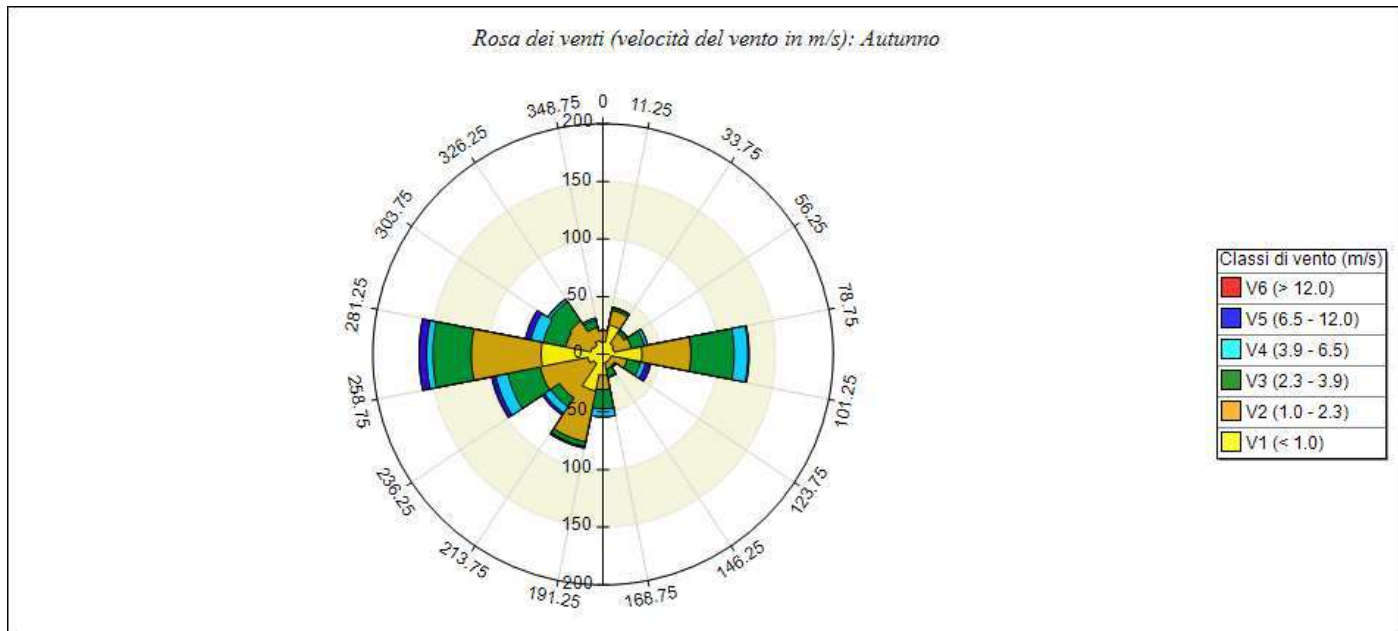
SECTORS	V1 (< 1.0)	V2 (1.0 - 2.3)	V3 (2.3 - 3.9)	V4 (3.9 - 6.5)	V5 (6.5 - 12.0)	V6 (> 12.0)	Totale	Vmed (m/s)
348.8 - 11.3	4.93	9.41	2.24	0.00	0.00	0.00	16.58	1.64
11.3 - 33.8	8.96	15.68	1.34	0.00	0.00	0.00	25.99	1.52
33.8 - 56.3	4.93	14.78	10.30	0.45	0.00	0.00	30.47	2.05
56.3 - 78.8	11.20	32.26	28.67	6.27	0.00	0.00	78.41	2.32
78.8 - 101.3	11.20	64.52	64.52	72.58	15.68	0.45	228.94	3.62
101.3 - 123.8	9.41	28.67	45.70	21.51	7.17	0.00	112.46	3.22
123.8 - 146.3	8.51	13.89	17.47	4.48	0.45	0.00	44.80	2.32
146.3 - 168.8	5.82	12.99	9.41	6.27	0.00	0.00	34.50	2.36
168.8 - 191.3	6.72	20.16	4.48	12.10	0.00	0.00	43.46	2.69
191.3 - 213.8	5.38	7.62	9.41	8.51	0.45	0.00	31.36	2.86
213.8 - 236.3	2.24	16.13	3.14	21.95	22.85	0.00	66.31	5.35
236.3 - 258.8	7.62	36.29	24.64	21.06	11.20	0.00	100.81	3.38
258.8 - 281.3	4.48	33.15	26.43	5.82	0.00	0.00	69.89	2.33
281.3 - 303.8	4.48	19.27	11.65	1.79	0.00	0.00	37.19	2.15
303.8 - 326.3	4.03	11.20	12.10	6.27	0.00	0.00	33.60	2.60
326.3 - 348.8	5.38	12.54	4.93	1.34	0.00	0.00	24.19	1.98
Variabili	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Calme	21.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.06	0.00
Totale	126.34	348.57	276.43	190.41	57.80	0.45	1000.00	0.00

Rosa dei venti (velocità del vento in m/s): Estate



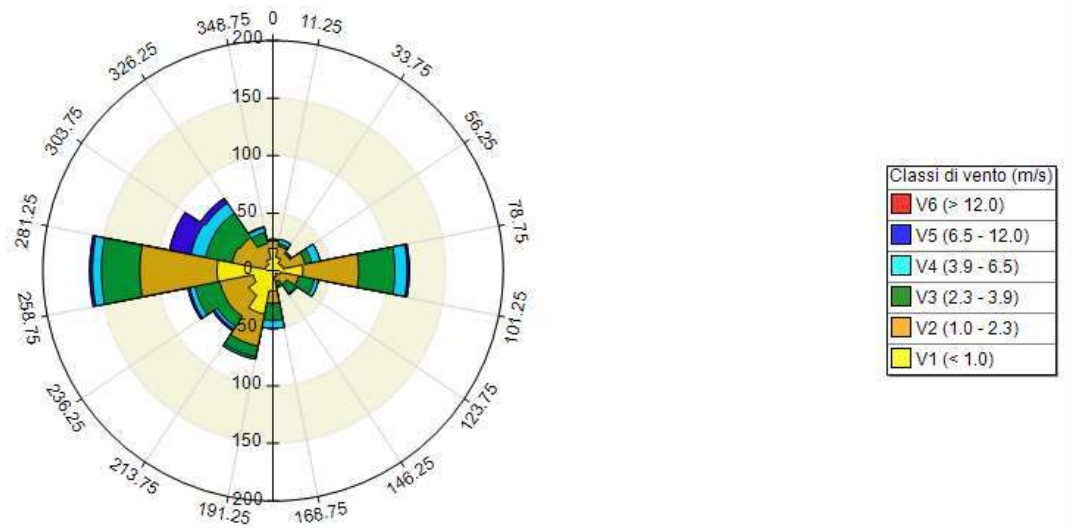
SECTORS	V1 (< 1.0)	V2 (1.0 - 2.3)	V3 (2.3 - 3.9)	V4 (3.9 - 6.5)	V5 (6.5 - 12.0)	V6 (> 12.0)	Totale	Vmed (m/s)
348.8 - 11.3	9.41	9.86	9.86	0.45	0.45	0.00	30.02	1.92
11.3 - 33.8	3.14	15.68	7.17	4.03	0.45	0.00	30.47	2.58
33.8 - 56.3	3.14	20.16	12.54	0.90	0.00	0.00	36.74	2.07
56.3 - 78.8	8.51	38.08	22.85	9.86	1.34	0.00	80.65	2.45
78.8 - 101.3	22.40	51.52	91.85	36.74	5.38	0.00	207.89	2.87
101.3 - 123.8	6.27	19.71	28.67	17.92	0.45	0.00	73.03	2.94
123.8 - 146.3	5.38	12.10	7.17	0.00	0.00	0.00	24.64	1.93
146.3 - 168.8	4.48	6.72	8.51	0.45	0.00	0.00	20.16	2.12
168.8 - 191.3	12.10	17.03	12.10	2.24	0.00	0.00	43.46	2.05

SECTORS	V1 (< 1.0)	V2 (1.0 - 2.3)	V3 (2.3 - 3.9)	V4 (3.9 - 6.5)	V5 (6.5 - 12.0)	V6 (> 12.0)	Totale	Vmed (m/s)
191.3 - 213.8	4.48	55.11	18.37	4.03	0.00	0.00	81.99	2.09
213.8 - 236.3	4.93	25.99	12.54	8.96	14.78	0.00	67.20	3.70
236.3 - 258.8	5.82	43.46	23.30	11.20	7.62	0.00	91.40	3.05
258.8 - 281.3	21.06	31.36	21.51	6.27	0.00	0.00	80.20	2.08
281.3 - 303.8	6.27	9.86	17.92	6.72	0.00	0.00	40.77	2.74
303.8 - 326.3	7.62	7.17	12.10	1.34	0.00	0.00	28.23	2.26
326.3 - 348.8	3.14	14.34	12.10	0.45	0.45	0.00	30.47	2.42
Variabili	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Calme	32.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	32.71	0.00
Totale	160.84	378.14	318.55	111.56	30.91	0.00	1000.00	0.00



SECTORS	V1 (< 1.0)	V2 (1.0 - 2.3)	V3 (2.3 - 3.9)	V4 (3.9 - 6.5)	V5 (6.5 - 12.0)	V6 (> 12.0)	Totale	Vmed (m/s)
348.8 - 11.3	10.65	9.72	0.46	0.00	0.00	0.00	20.83	1.22
11.3 - 33.8	25.93	12.96	2.31	0.46	0.00	0.00	41.67	1.32
33.8 - 56.3	11.11	11.11	2.78	0.93	0.00	0.00	25.93	1.61
56.3 - 78.8	9.72	15.28	11.57	2.78	0.00	0.00	39.35	2.08
78.8 - 101.3	33.80	42.59	37.50	12.04	0.93	0.00	126.85	2.16
101.3 - 123.8	6.94	14.35	12.04	4.17	4.63	0.00	42.13	2.99
123.8 - 146.3	6.94	5.09	1.39	0.00	0.46	0.00	13.89	1.60
146.3 - 168.8	7.41	5.56	6.94	0.46	0.00	0.00	20.37	2.01
168.8 - 191.3	18.06	12.50	16.67	6.94	0.00	0.00	54.17	2.14
191.3 - 213.8	32.41	44.91	4.17	0.46	0.93	0.00	82.87	1.52
213.8 - 236.3	9.72	35.65	9.26	6.48	2.31	0.00	63.43	2.32
236.3 - 258.8	13.43	42.13	28.70	10.65	3.70	0.00	98.61	2.50
258.8 - 281.3	53.70	60.65	33.33	5.56	6.48	0.00	159.72	2.01
281.3 - 303.8	10.65	22.22	19.91	11.11	4.63	0.00	68.52	2.99
303.8 - 326.3	9.26	25.46	20.37	2.31	0.46	0.00	57.87	2.14
326.3 - 348.8	12.04	11.57	6.48	1.85	0.00	0.00	31.94	1.78
Variabili	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Calme	51.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	51.85	0.00
Totale	323.61	371.76	213.89	66.20	24.54	0.00	1000.00	0.00

Rosa dei venti (velocità del vento in m/s): Inverno



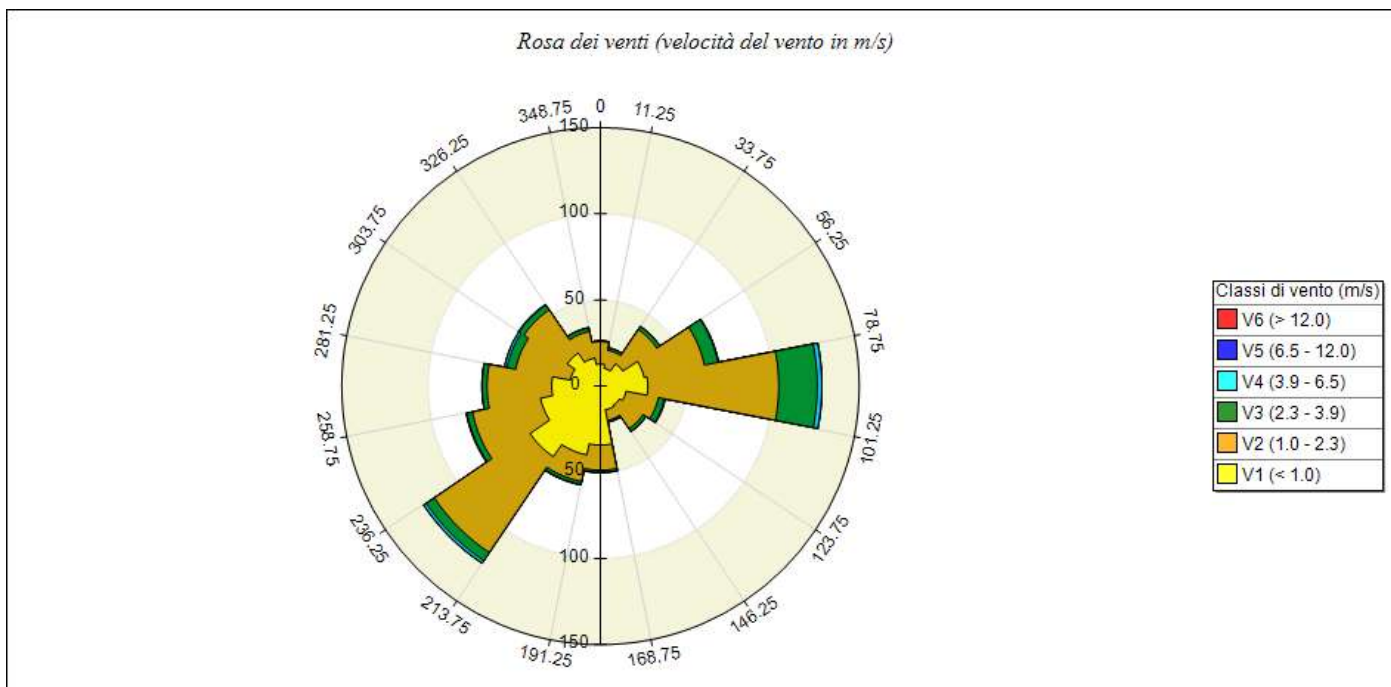
SECTORS	V1 (< 1.0)	V2 (1.0 - 2.3)	V3 (2.3 - 3.9)	V4 (3.9 - 6.5)	V5 (6.5 - 12.0)	V6 (> 12.0)	Totale	Vmed (m/s)
348.8 - 11.3	19.44	6.48	0.00	1.39	0.00	0.00	27.30	1.24
11.3 - 33.8	12.03	9.72	2.31	3.70	0.00	0.00	27.76	1.83
33.8 - 56.3	7.87	9.72	1.85	0.00	0.00	0.00	19.44	1.44
56.3 - 78.8	8.79	19.44	6.02	7.40	0.00	0.00	41.65	2.28
78.8 - 101.3	25.91	48.59	31.47	10.64	1.85	0.00	118.46	2.28
101.3 - 123.8	6.48	16.20	13.88	3.70	0.00	0.00	40.26	2.30
123.8 - 146.3	3.24	11.11	9.72	0.93	0.00	0.00	24.99	2.21
146.3 - 168.8	5.55	4.16	3.70	1.39	0.00	0.00	14.81	1.92
168.8 - 191.3	17.58	10.64	14.81	6.94	0.00	0.00	49.98	2.18
191.3 - 213.8	38.41	28.23	9.72	1.85	0.00	0.00	78.20	1.56
213.8 - 236.3	25.45	22.21	10.64	2.78	1.85	0.00	62.93	1.97
236.3 - 258.8	17.58	29.62	21.75	4.63	1.85	0.00	75.43	2.19
258.8 - 281.3	48.59	67.10	33.32	7.87	2.31	0.00	159.19	1.96
281.3 - 303.8	6.94	29.15	23.60	12.96	18.97	0.00	91.62	3.94
303.8 - 326.3	6.48	28.23	25.45	10.64	5.09	0.00	75.89	2.97
326.3 - 348.8	10.18	13.88	9.72	4.16	0.93	0.00	38.87	2.21
Variabili	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Calme	53.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	53.22	0.00
Totale	313.74	354.47	217.95	80.98	32.86	0.00	1000.00	0.00

Rapporto generato dal software **MMS Calpuff** prodotto da Maind S.r.l. (05/02/2021)

## Informazioni di base

Elemento	Valore
Tipologia dati meteorologici	CALMET file di input stazione al suolo
Periodo dei dati	01/01/2020 00:00:00 <-> 01/01/2021 00:00:00
Ore totali	8785
Valore limite per determinare le calme di vento	0.5 (m/s)
Rosa dei venti fattore di normalizzazione	1000
Stazione	Reggio nell'Emilia Urbana - ARPAE Emilia Romagna
Posizione della stazione di misura	( 44.698°N - 10.634°E)

## Rosa dei venti

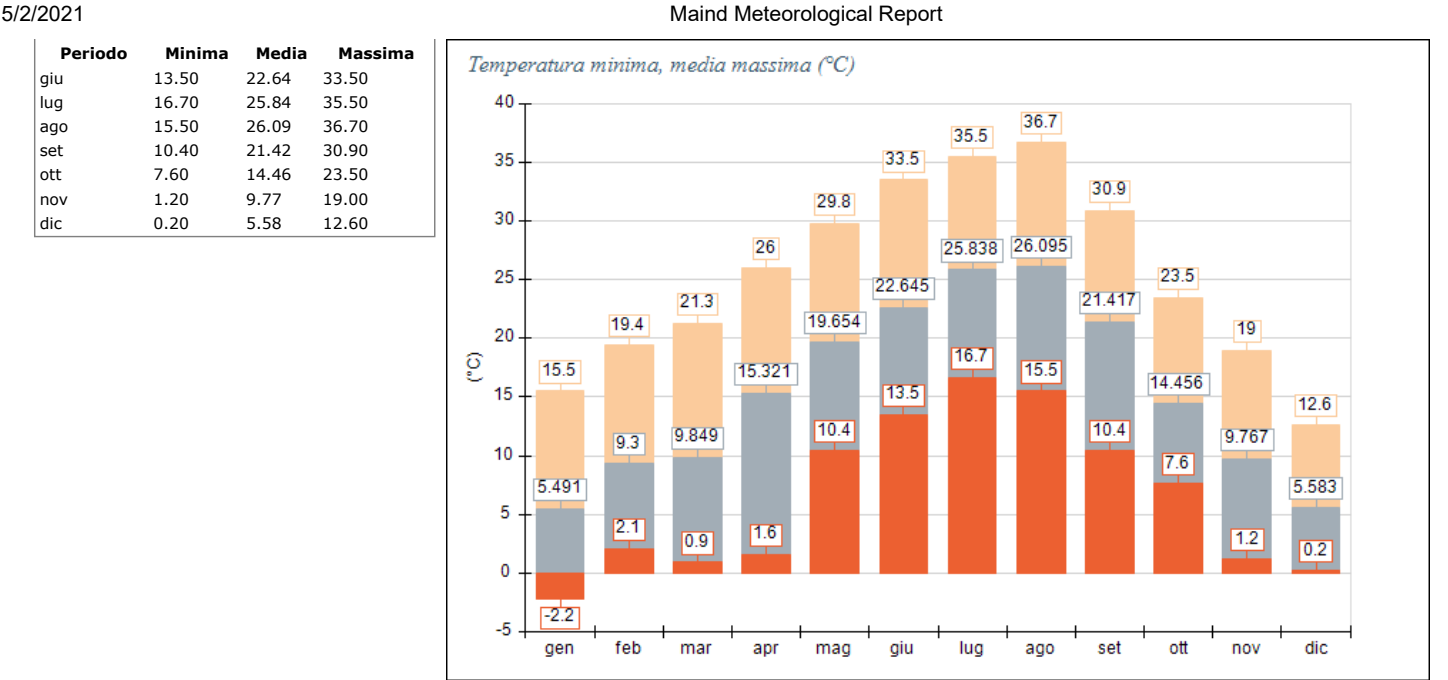


SECTORS	V1 (< 1.0)	V2 (1.0 - 2.3)	V3 (2.3 - 3.9)	V4 (3.9 - 6.5)	V5 (6.5 - 12.0)	V6 (> 12.0)	Totale	Vmed (m/s)
348.8 - 11.3	12.76	12.99	0.46	0.00	0.00	0.00	26.20	1.15
11.3 - 33.8	10.48	10.71	1.48	0.00	0.00	0.00	22.67	1.19
33.8 - 56.3	15.61	23.81	2.16	0.00	0.00	0.00	41.58	1.27
56.3 - 78.8	25.74	35.65	8.09	0.34	0.00	0.00	69.83	1.44
78.8 - 101.3	27.45	75.86	22.33	2.62	0.11	0.00	128.37	1.73
101.3 - 123.8	15.15	19.02	3.53	0.46	0.00	0.00	38.16	1.39
123.8 - 146.3	13.33	16.29	1.94	0.11	0.00	0.00	31.67	1.27
146.3 - 168.8	14.01	6.26	0.91	0.11	0.00	0.00	21.30	1.06
168.8 - 191.3	34.17	14.58	1.25	0.11	0.00	0.00	50.12	0.98
191.3 - 213.8	40.67	15.72	1.71	0.34	0.00	0.00	58.43	1.00
213.8 - 236.3	49.21	66.86	5.70	1.71	0.11	0.00	123.59	1.29
236.3 - 258.8	35.43	40.32	3.19	0.46	0.00	0.00	79.39	1.25
258.8 - 281.3	28.25	37.48	2.85	0.11	0.00	0.00	68.69	1.24
281.3 - 303.8	17.77	32.35	5.13	1.48	0.00	0.00	56.73	1.48
303.8 - 326.3	23.12	30.19	3.30	0.46	0.00	0.00	57.07	1.29
326.3 - 348.8	16.63	15.72	2.05	0.23	0.00	0.00	34.63	1.24
Variabili	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Calme	91.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	91.58	0.00
Totale	471.35	453.81	66.07	8.54	0.23	0.00	1000.00	0.00

## Temperatura (°C)

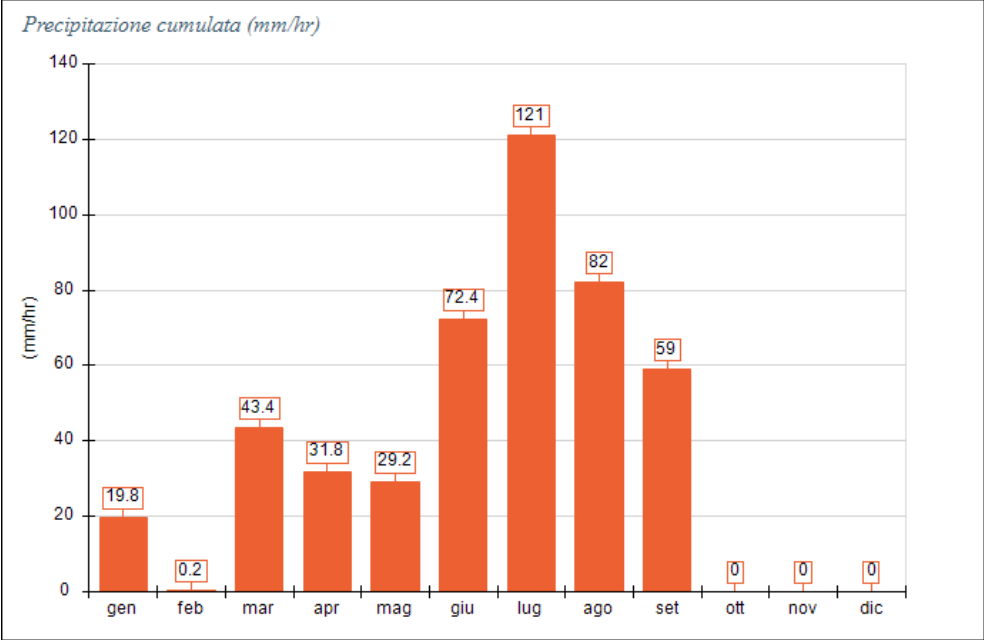
Periodo	Minima	Media	Massima
Anno	-2.20	15.46	36.70
Primavera	0.90	14.94	29.80
Estate	13.50	24.88	36.70
Autunno	1.20	15.19	30.90
Inverno	-2.20	6.74	19.40
gen	-2.20	5.49	15.50
feb	2.10	9.30	19.40
mar	0.90	9.85	21.30
apr	1.60	15.32	26.00
mag	10.40	19.65	29.80





Precipitazione (mm/hr)

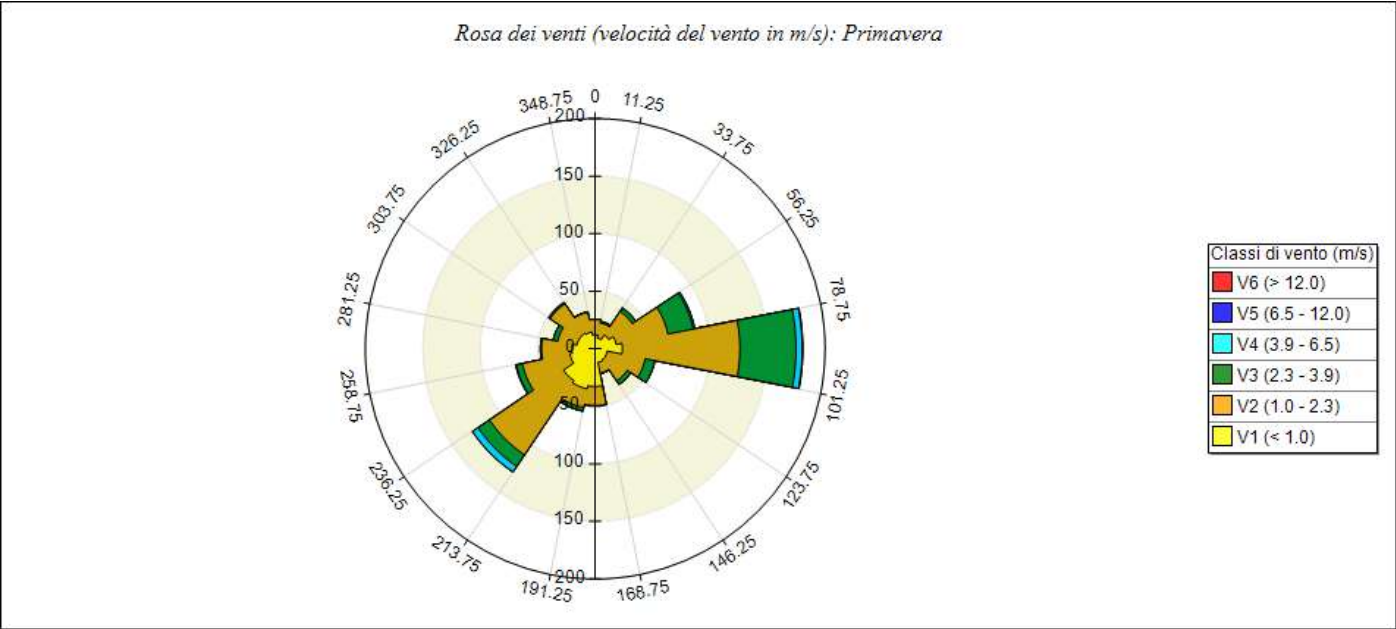
Periodo	Media	Massima	Cumulata
Anno	0.07	41.20	458.80
Primavera	0.05	6.80	104.40
Estate	0.12	41.20	275.40
Autunno	0.11	38.00	59.00
Inverno	0.01	3.00	20.00
gen	0.03	3.00	19.80
feb	0.00	0.20	0.20
mar	0.06	4.60	43.40
apr	0.04	2.60	31.80
mag	0.04	6.80	29.20
giu	0.10	11.20	72.40
lug	0.16	41.20	121.00
ago	0.11	18.60	82.00
set	0.11	38.00	59.00
ott	0.00	0.00	0.00
nov	0.00	0.00	0.00
dic	0.00	0.00	0.00



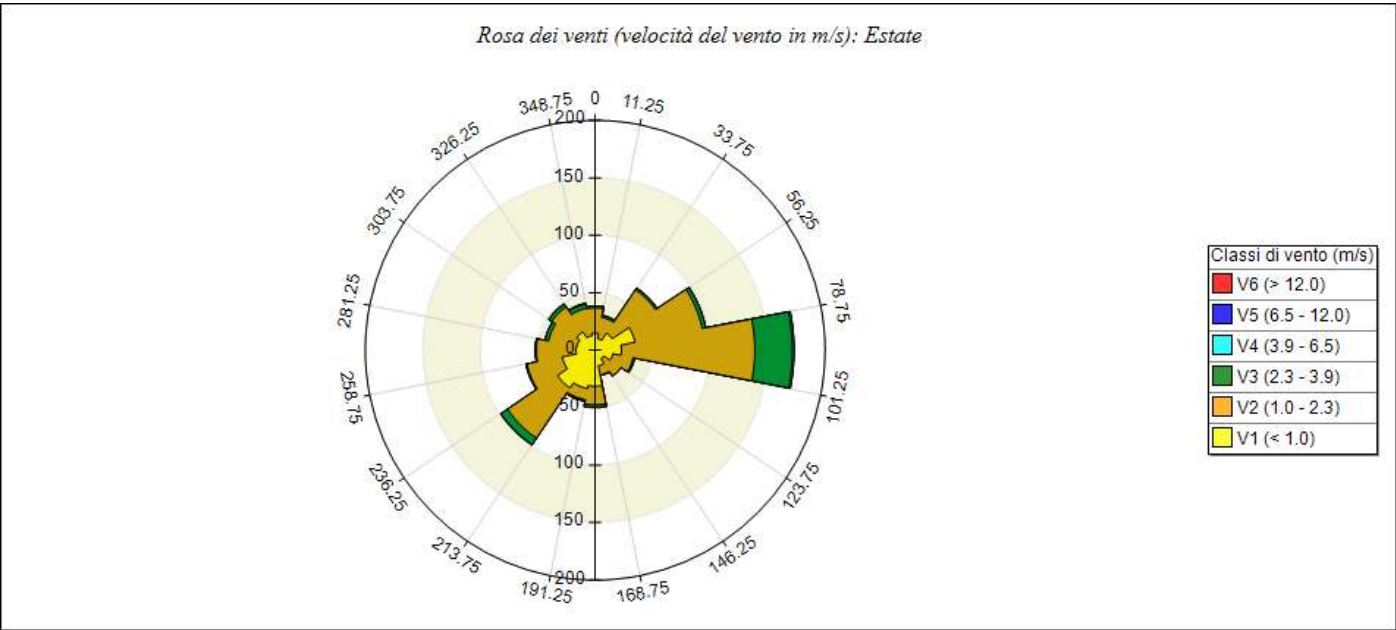
Percentuale dati validi

Periodo	Dir. vento	Vel. vento	Temp. aria	Precip.	Pres.	UR
Anno	99.93%	99.93%	99.93%	72.89%	99.94%	99.93%
Primavera	99.95%	99.95%	99.95%	100.00%	100.00%	99.95%
Estate	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Autunno	99.77%	99.77%	99.77%	25.05%	99.77%	99.77%
Inverno	100.00%	100.00%	100.00%	65.93%	100.00%	100.00%
gen	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
feb	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
mar	99.87%	99.87%	99.87%	100.00%	100.00%	99.87%
apr	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
mag	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
giu	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
lug	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
ago	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
set	99.31%	99.31%	99.31%	75.97%	99.31%	99.31%
ott	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%	100.00%	100.00%
nov	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%	100.00%	100.00%
dic	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%	100.00%	100.00%

Rose dei venti stagionali



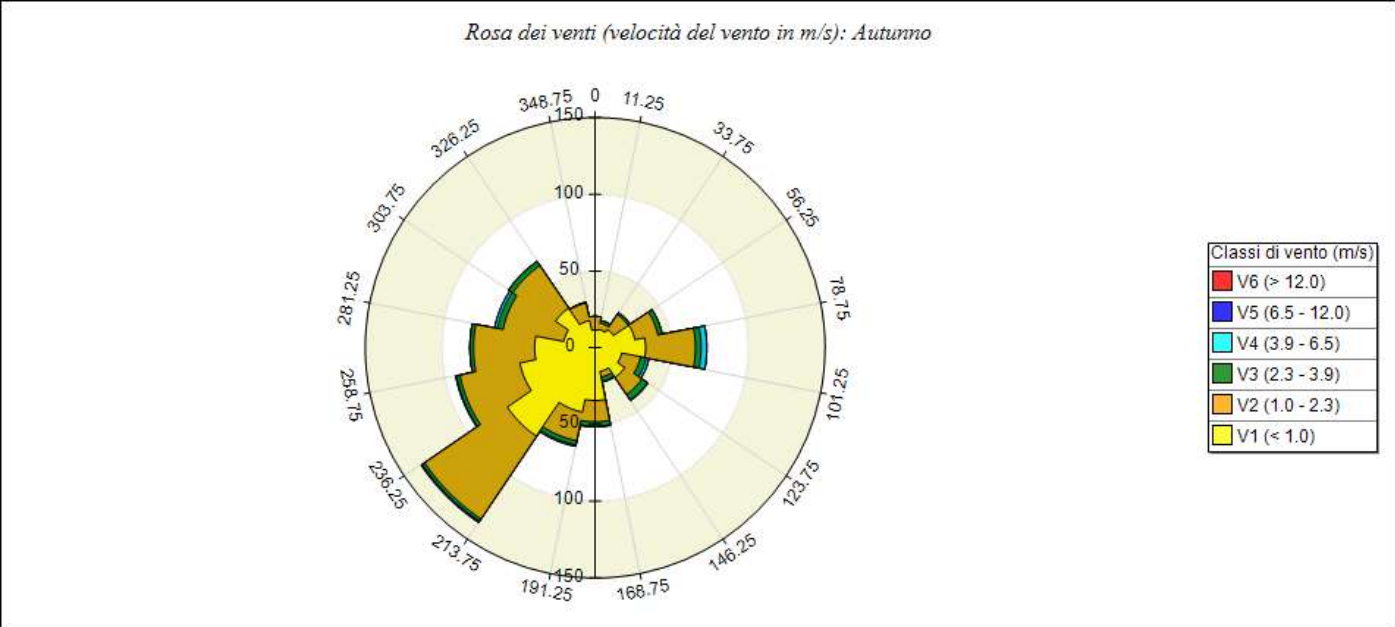
SECTORS	V1 (< 1.0)	V2 (1.0 - 2.3)	V3 (2.3 - 3.9)	V4 (3.9 - 6.5)	V5 (6.5 - 12.0)	V6 (> 12.0)	Totale	Vmed (m/s)
348.8 - 11.3	12.10	13.45	0.00	0.00	0.00	0.00	25.55	1.13
11.3 - 33.8	9.41	13.45	1.34	0.00	0.00	0.00	24.20	1.26
33.8 - 56.3	14.34	24.65	3.59	0.00	0.00	0.00	42.58	1.37
56.3 - 78.8	18.83	45.72	22.41	1.34	0.00	0.00	88.30	1.82
78.8 - 101.3	23.76	102.20	48.86	5.38	0.45	0.00	180.64	2.02
101.3 - 123.8	10.76	33.62	8.52	0.00	0.00	0.00	52.89	1.65
123.8 - 146.3	11.21	22.41	3.59	0.00	0.00	0.00	37.20	1.44
146.3 - 168.8	12.10	9.41	0.45	0.00	0.00	0.00	21.96	1.07
168.8 - 191.3	32.72	16.58	0.00	0.00	0.00	0.00	49.31	0.95
191.3 - 213.8	35.41	16.58	3.14	0.00	0.00	0.00	55.13	1.10
213.8 - 236.3	33.17	77.54	12.10	5.83	0.00	0.00	128.64	1.59
236.3 - 258.8	22.41	42.13	5.38	0.45	0.00	0.00	70.37	1.39
258.8 - 281.3	20.17	26.45	0.90	0.00	0.00	0.00	47.51	1.17
281.3 - 303.8	16.14	17.03	4.03	0.00	0.00	0.00	37.20	1.32
303.8 - 326.3	16.14	30.93	1.34	0.00	0.00	0.00	48.41	1.27
326.3 - 348.8	14.79	17.48	0.45	0.00	0.00	0.00	32.72	1.22
Variabili	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Calme	57.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	57.37	0.00
Totale	360.82	509.64	116.09	13.00	0.45	0.00	1000.00	0.00



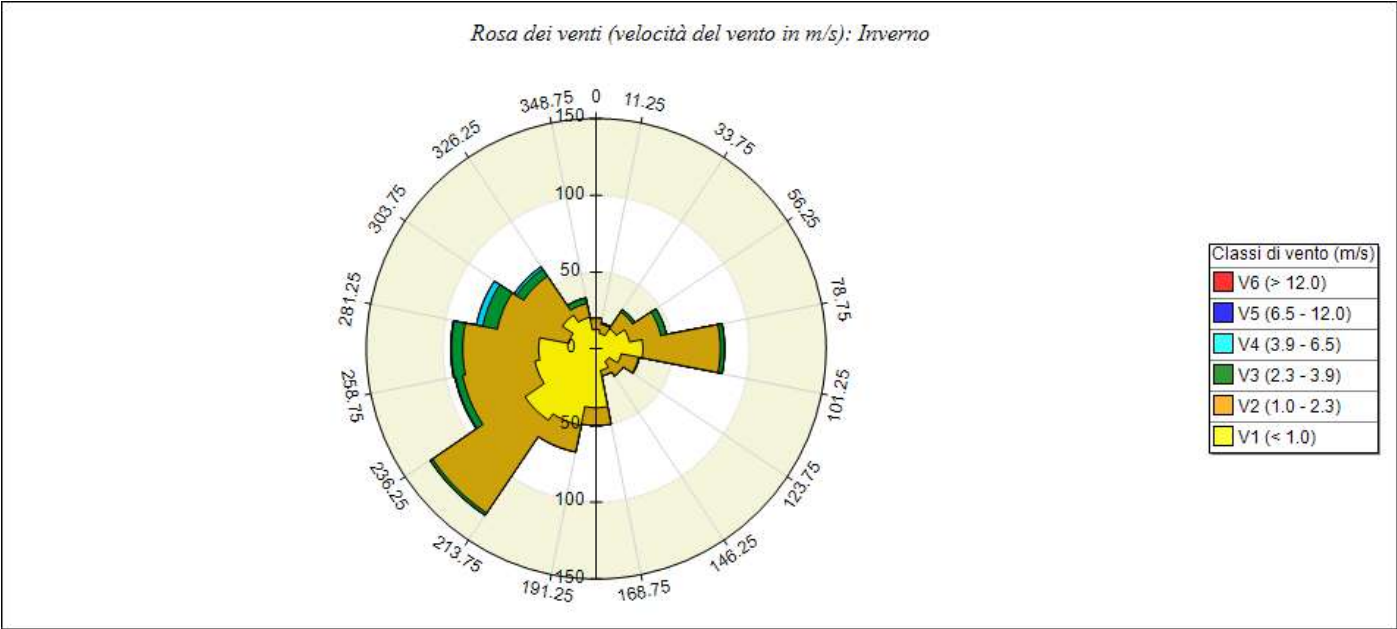
SECTORS	V1 (< 1.0)	V2 (1.0 - 2.3)	V3 (2.3 - 3.9)	V4 (3.9 - 6.5)	V5 (6.5 - 12.0)	V6 (> 12.0)	Totale	Vmed (m/s)
348.8 - 11.3	14.78	21.95	1.79	0.00	0.00	0.00	38.53	1.27
11.3 - 33.8	10.30	18.82	1.79	0.00	0.00	0.00	30.91	1.23
33.8 - 56.3	17.92	45.25	1.79	0.00	0.00	0.00	64.96	1.34
56.3 - 78.8	35.39	59.59	3.14	0.00	0.00	0.00	98.12	1.32
78.8 - 101.3	22.85	116.04	32.71	1.34	0.00	0.00	172.94	1.78
101.3 - 123.8	15.68	17.92	1.34	0.00	0.00	0.00	34.95	1.21
123.8 - 146.3	8.96	17.92	0.00	0.00	0.00	0.00	26.88	1.19
146.3 - 168.8	13.89	8.06	0.45	0.00	0.00	0.00	22.40	1.09
168.8 - 191.3	31.36	16.13	2.24	0.00	0.00	0.00	49.73	1.03



SECTORS	V1 (< 1.0)	V2 (1.0 - 2.3)	V3 (2.3 - 3.9)	V4 (3.9 - 6.5)	V5 (6.5 - 12.0)	V6 (> 12.0)	Totale	Vmed (m/s)
191.3 - 213.8	34.05	9.86	0.90	0.45	0.00	0.00	45.25	0.97
213.8 - 236.3	39.43	52.42	6.72	0.45	0.00	0.00	99.01	1.31
236.3 - 258.8	29.12	31.36	0.45	0.45	0.00	0.00	61.38	1.19
258.8 - 281.3	16.58	34.50	0.90	0.00	0.00	0.00	51.97	1.27
281.3 - 303.8	16.13	25.09	3.14	0.00	0.00	0.00	44.35	1.32
303.8 - 326.3	19.27	25.99	3.14	0.00	0.00	0.00	48.39	1.30
326.3 - 348.8	12.99	24.19	3.58	0.90	0.00	0.00	41.67	1.41
Variabili	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Calme	68.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	68.55	0.00
Totale	407.26	525.09	64.07	3.58	0.00	0.00	1000.00	0.00



SECTORS	V1 (< 1.0)	V2 (1.0 - 2.3)	V3 (2.3 - 3.9)	V4 (3.9 - 6.5)	V5 (6.5 - 12.0)	V6 (> 12.0)	Totale	Vmed (m/s)
348.8 - 11.3	11.60	8.82	0.00	0.00	0.00	0.00	20.42	1.09
11.3 - 33.8	12.06	4.18	1.86	0.00	0.00	0.00	18.10	1.08
33.8 - 56.3	14.39	11.60	1.39	0.00	0.00	0.00	27.38	1.15
56.3 - 78.8	26.45	15.31	2.78	0.00	0.00	0.00	44.55	1.09
78.8 - 101.3	32.95	32.48	3.71	3.71	0.00	0.00	72.85	1.39
101.3 - 123.8	17.63	12.53	3.71	1.86	0.00	0.00	35.73	1.49
123.8 - 146.3	23.20	13.46	4.18	0.46	0.00	0.00	41.30	1.25
146.3 - 168.8	15.78	3.71	2.78	0.46	0.00	0.00	22.74	1.24
168.8 - 191.3	34.34	13.92	2.78	0.46	0.00	0.00	51.51	1.05
191.3 - 213.8	42.69	19.03	2.78	0.93	0.00	0.00	65.43	1.07
213.8 - 236.3	69.14	64.97	1.86	0.46	0.46	0.00	136.89	1.13
236.3 - 258.8	50.12	39.91	2.32	0.46	0.00	0.00	92.81	1.16
258.8 - 281.3	39.44	39.91	2.32	0.00	0.00	0.00	81.67	1.16
281.3 - 303.8	20.88	40.37	3.71	1.86	0.00	0.00	66.82	1.44
303.8 - 326.3	31.09	33.41	3.25	0.00	0.00	0.00	67.75	1.15
326.3 - 348.8	18.10	11.60	0.46	0.00	0.00	0.00	30.16	0.98
Variabili	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Calme	123.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	123.90	0.00
Totale	583.76	365.20	39.91	10.67	0.46	0.00	1000.00	0.00



SECTORS	V1 (< 1.0)	V2 (1.0 - 2.3)	V3 (2.3 - 3.9)	V4 (3.9 - 6.5)	V5 (6.5 - 12.0)	V6 (> 12.0)	Totale	Vmed (m/s)
348.8 - 11.3	12.49	7.40	0.00	0.00	0.00	0.00	19.90	1.01
11.3 - 33.8	10.18	6.02	0.93	0.00	0.00	0.00	17.12	1.16
33.8 - 56.3	15.73	12.96	1.85	0.00	0.00	0.00	30.54	1.09
56.3 - 78.8	22.21	20.82	3.70	0.00	0.00	0.00	46.74	1.27
78.8 - 101.3	30.54	50.44	2.78	0.00	0.00	0.00	83.76	1.30
101.3 - 123.8	16.66	11.57	0.46	0.00	0.00	0.00	28.69	1.03
123.8 - 146.3	10.18	11.11	0.00	0.00	0.00	0.00	21.29	1.10
146.3 - 168.8	14.35	3.70	0.00	0.00	0.00	0.00	18.05	0.79
168.8 - 191.3	38.41	11.57	0.00	0.00	0.00	0.00	49.98	0.89
191.3 - 213.8	50.90	17.58	0.00	0.00	0.00	0.00	68.49	0.87
213.8 - 236.3	55.99	72.65	1.85	0.00	0.00	0.00	130.50	1.15
236.3 - 258.8	40.72	48.13	4.63	0.46	0.00	0.00	93.94	1.26
258.8 - 281.3	37.48	49.51	7.40	0.46	0.00	0.00	94.86	1.33
281.3 - 303.8	18.05	47.66	9.72	4.16	0.00	0.00	79.59	1.69
303.8 - 326.3	26.38	30.54	5.55	1.85	0.00	0.00	64.32	1.46
326.3 - 348.8	20.82	9.25	3.70	0.00	0.00	0.00	33.78	1.25
Variabili	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Calme	118.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	118.46	0.00
Totale	539.57	410.92	42.57	6.94	0.00	0.00	1000.00	0.00