

COMUNE DI CADEO

PROVINCIA DI PIACENZA

DALLAVALLE ANGELO E FIGLIO SOCIETA' AGRICOLA

Località Solarolo, Cadeo (PC)
Strada Roncaglia 135

Valutazione di impatto ambientale del progetto:

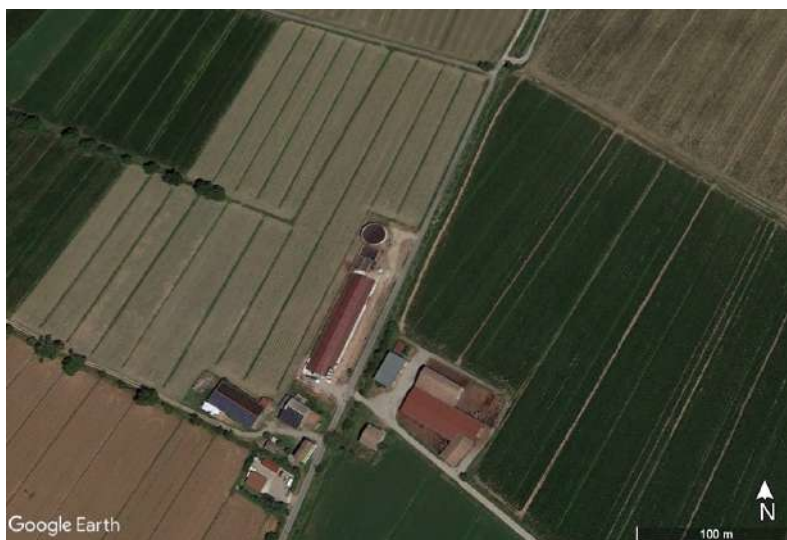
**“Realizzazione di strutture per l'allevamento di suini nella fase di
accrescimento/ingrasso, collocate nell'ambito del programma del contratto:**

Distretto del Cibo – Consorzio salumi DOP piacentini”

Studio diffusivo delle emissioni odorigene

Relazione di livello 2 ex linee guida Arpae 35/DT

Revisione del 26/06/2023



Piacenza, li 26/06/2023

Redazione Ing. Gianluca Repetti

Revisione Dr. Agronomo Stefano Repetti



SOMMARIO

PREMESSA	3
INQUADRAMENTO E LOCALIZZAZIONE DEL SITO	3
ASPETTI GENERALI SUGLI ODORI	6
Le emissioni odorigene da allevamenti suini	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
VALUTAZIONE PREVISIONALE DELLE IMMISSIONI ODORIGENE	18
Approccio metodologico	18
Le emissioni di odori del centro zootecnico	18
Applicazione del modello matematico CALPUFF	23
Descrizione del modello diffusionale CALPUFF	23
Generalità	23
Dati meteorologici utilizzati per la modellizzazione matematica	27
Trattamento delle caratteristiche orografiche del dominio di calcolo	27
Analisi di sensitività del modello	27
Risultati della modellazione	28
Mappe di concentrazione	28
Risultati dell'applicazione del modello sui ricettori individuati	28
CONCLUSIONI	30
BIBLIOGRAFIA	34

PREMESSA

Il presente studio viene condotto su incarico della ditta Dallavalle Angelo e Figlio Società Agricola nell'ambito del procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale per l'autorizzazione del progetto di ampliamento del centro aziendale appartenente al progetto di filiera denominato "Realizzazione di strutture per l'allevamento di suini nella fase di accrescimento/ingrasso, collocate nell'ambito del programma del contratto: Distretto del Cibo – Consorzio salumi DOP piacentini". Il contro zootecnico oggetto del presente studio è sito in loc. Solarolo – Comune di Cadeo (PC).

Lo studio di ricaduta delle emissioni odorigene è parte integrante dello Studio di Impatto Ambientale a corredo dell'istanza di Valutazione di Impatto Ambientale. 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: 4981155 m

E: 570278 m

Il sito ove è svolta l'attività è classificato come "Ambito ad alta vocazione produttiva agricola" ricade nella fascia di rispetto dei 150 m dei corsi d'acqua pubblica per il Rio "Scolo Ravacolla".

L'insediamento è circondato da aree ad alta vocazione produttiva agricola, con insediamenti abitativi isolati e aziende agricole-zootecniche. Non si evidenzia la presenza di centri residenziali nel raggio di oltre 2 km dall'area oggetto di intervento

Per maggiori dettagli si rimanda all' inquadramento territoriale ed urbanistico dello Studio di Impatto ambientale, a cui il presente documento è allegato.

Si riporta, nella pagina seguente, ortofoto del territorio circostante l'area oggetto di studio in cui sono evidenziati i ricettori sensibili considerati nella simulazione; di seguito è riportata la caratterizzazione dei ricettori sensibili oggetto di studio.

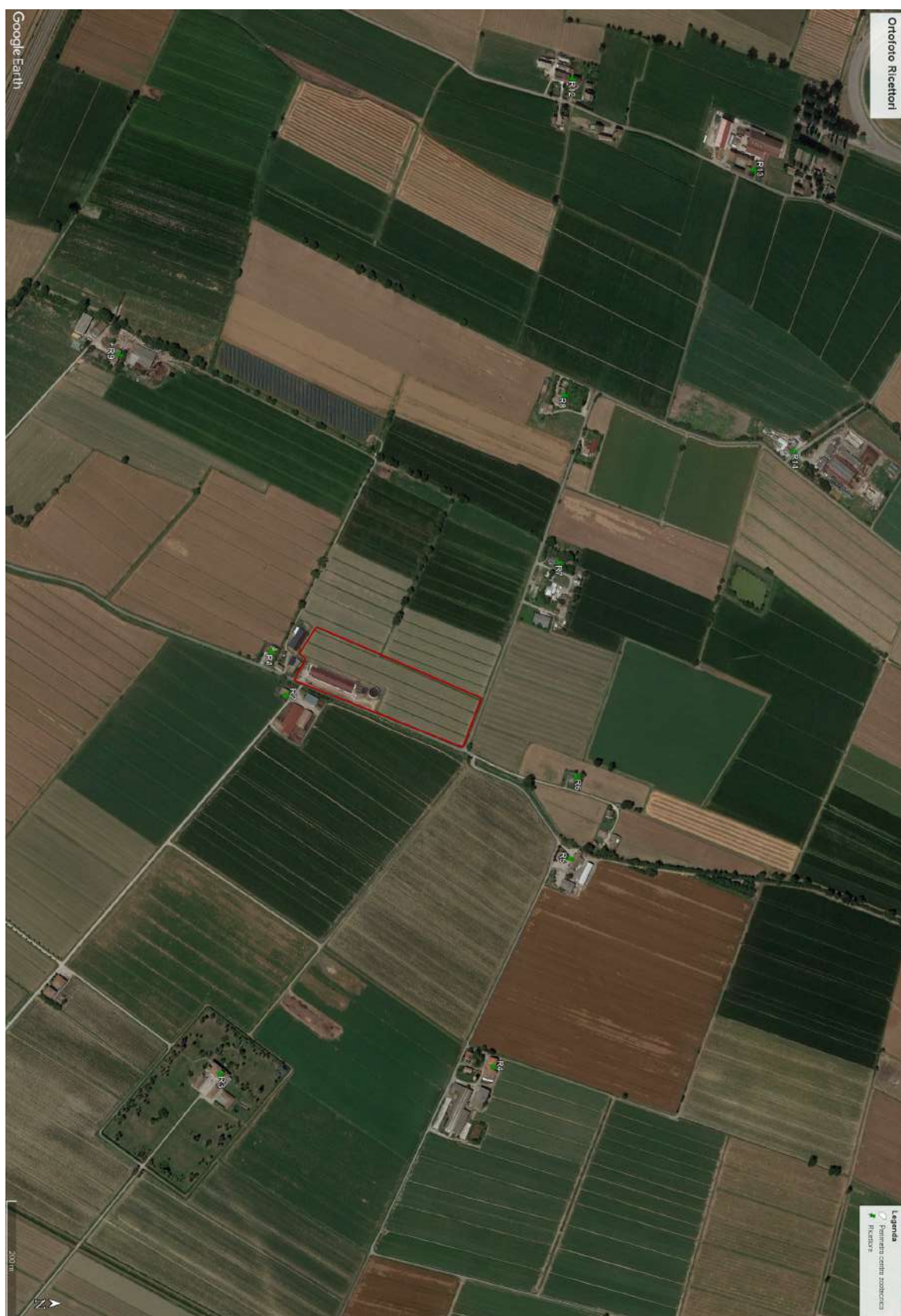


Figura 1 – Ortofoto - ricettori utilizzati nella modellazione

Identificativo	Tipologia di area	Note	Distanza da Sorgente (perimetro allevamento)	Limite indicativo accettabilità disturbo olfattivo Regione Emilia Romagna	X (m)	Y (m)
R1	Ambito ad alta vocazione produttiva agricola	Abitazione isolata	80	<u>4</u>	570223	4981031
R2	Ambito ad alta vocazione produttiva agricola	Cascina con allevamento bovini	60	<u>4</u>	570298	4981058
R3	Ambito ad alta vocazione produttiva agricola	Villa con parco privato	680	<u>2</u>	570954	4980952
R4	Ambito ad alta vocazione produttiva agricola	Cascina con allevamento bovini	590	<u>2</u>	570972	4981438
R5	Ambito ad alta vocazione produttiva agricola	Cascina con deposito attrezzi agricoli	320	<u>3</u>	570597	4981580
R6	Ambito ad alta vocazione produttiva agricola	Abitazione isolata	250	<u>3</u>	570447	4981590
R7	Ambito ad alta vocazione produttiva agricola	Cascina con deposito attrezzi agricoli	290	<u>3</u>	570052	4981552
R8	Ambito ad alta vocazione produttiva agricola	Abitazione isolata	575	<u>2</u>	569742	4981558
R9	Ambito ad alta vocazione produttiva agricola	Cascina con allevamento bovini	650	<u>2</u>	569721	4980772
R10	Ambito ad alta vocazione produttiva agricola	Cascina con allevamento bovini	730	<u>2</u>	570595	4980452
R11	Ambito ad alta vocazione produttiva agricola	Cascina con allevamento bovini	1100	<u>2</u>	570988	4980262
R12	Ambito ad alta vocazione produttiva agricola	Casa isolata	1140	<u>2</u>	569157	4981568
R13	Ambito ad alta vocazione produttiva agricola	Cascina con allevamento bovini	1170	2	569288	4981930
R14	Ambito ad alta vocazione produttiva agricola	Cascina con allevamento bovini	800	2	569823	4982020

Tabella 1: Ricettori sensibili considerati nella modellazione

Aspetti generali sugli odori

Le emissioni odorigene da allevamenti suini

I composti odorigeni individuati negli allevamenti sono numerosi e derivano prevalentemente dalla presenza di effluenti zootecnici. Gli odori si originano dagli elementi nutritivi della dieta non assorbiti dall'apparato digerente degli animali e sono prodotto intermedio o finale dell'azione di degradazione della materia organica operata dai batteri. Tale degradazione avviene sia all'interno dell'organismo animale che all'esterno (una volta escreto il residuo), durante il processo di degradazione delle deiezioni (feci ed urine).

I composti più impattanti dal punto di vista odorigeno sono associati ai processi di fermentazione e decomposizione in condizioni anaerobiche.

La produzione di odori è influenzata da molteplici fattori, in particolare dalle caratteristiche della dieta dell'animale e da numerosi altri fattori di carattere strutturale, micro-ambientali e gestionali.

I principali gruppi di composti odorigeni associabili all'attività di allevamento sono:

- Composti dello zolfo (primo fra tutti l'idrogeno solforato)
- Indoli e fenoli
- Acidi grassi volatili
- Ammoniaca e ammine volatili

Sono numerosi gli studi volti ad individuare e quantificare i composti odorigeni negli allevamenti, ad esempio O'Neill & Phillips nel 1992 ne individuarono 168; tuttavia la correlazione fra i composti chimici e l'impatto odorigeno da essi prodotto sulla percezione umana è tutt'altro che stabilito in maniera univoca.

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 m³ di aria (OU_E/m³). Ad esempio, se un campione di aria ha una concentrazione di odore pari a 500 OU_E /m³ vuol dire che è necessario diluirlo 500 volte con aria "neutra" perché il suo odore diventi non più percettibile per la maggioranza dei valutatori.

Un' importante contributo alla definizione dell'impatto odorigeno causato dagli allevamenti suini è stato dato dalla ricerca finanziata da Regione Lombardia e condotta dal Prof. Navarotto e dai Dott. Brambilla e Guarino, pubblicata nel 2007 nel Quaderno della ricerca n. 74 titolata "Odori emessi dagli allevamenti suinicoli: come prevederne l'intensità a diverse distanze".

Nella citata opera è riportata una revisione della bibliografia scientifica disponibile in materia di impatto odorigeno dell'attività di allevamento in cui si evince come l'effettiva emissione di odore (misurata in Unità Odorimetriche, O.U.) sia fortemente variabile in funzione della tipologia di animale allevato e delle tecniche di stabulazione e gestionali adottate.

Si riporta nelle seguenti tabelle una raccolta dei fattori di emissione disponibili in letteratura:

Rimozione reflui	Ventilazione	Emissione di Odore	Riferimento
Vacuum system	Meccanica	45.9 OU/s/m ²	Guo et al., 2006
Fossa a tracimazione	Meccanica	13.9 OU/s/m ²	Jacobson et al., 1999
Fossa a tracimazione	Meccanica	3 - 15 OU/s m ²	Zhu et al., 2000
Fossa a tracimazione	Naturale o Meccanica	2.5 OU/s/m ²	Jacobson et al., 1999
Fossa a tracimazione	Naturale o Meccanica	3990 OU/m ³	Heber et al., 1998
Fossa a tracimazione	Naturale	3 - 11 OU/s/m ²	Zhu et al., 2000
Fossa poco profonda	Meccanica	11 - 21 OU/s/m ²	Zhang et al., 2001
Lettiera	Naturale	7 - 42 OU/m ³	Payne, 1997
Sconosciuta	Meccanica	16 - OU/s/L.U. ^a	Hartung et al., 1998
Flushing, Vacuum System, Raschiatore e fossa profonda	Naturale e Meccanica	6.86 OU/s/m ²	Wood et al., 2001
Sconosciuta	Meccanica	10 - 14 OU/s	Verdoes and Ongink, 1997

Figura 2: estratto Quaderno della ricerca n°74

Tabella 7: fattori di emissione raccomandati per i suini nelle varie fasi del processo produttivo espressi in OU/s/capo (da EC-EPA, 2001)

Fase del ciclo produttivo	Tipo di gestione	Fattore di emissione (OU/s/capo)
INGRASSO	Convenzionale su pavimentazione parzialmente fessurata	22.5
INGRASSO	Flushing bigiornaliero al di sotto della pavimentazione	11
INGRASSO	Stabulazione su lettiera	20
SVEZZAMENTO	Convenzionale con pavimentazione totalmente fessurata	6
PARTO	Convenzionale con pavimentazione totalmente fessurata	18
GESTAZIONE	Convenzionale	19
GESTAZIONE	In box con feeding station	7

Figura 3: Estratto Quaderno della ricerca n° 74

Un' importante contributo alla letteratura tecnica è la pubblicazione "Odour emissions from livestock production facilities" edita da CRPA nel 2008 in cui sono definiti dei fattori di emissione per tipologie di animale in funzione della tecnica di stabulazione adottata, cui si è fatto riferimento del presente studio diffusionale.

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 tab. 2 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 2: 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 3: Normativa relativa agli odori.

Art. 674 Codice Penale	<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.Lgs 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>
Art. 844 Codice Civile	844 <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>	
Legge 615/66	contro l'inquinamento atmosferico	<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>
DPR 203/88 e D.Lvo 351/99	direttive CEE in materia di qualità dell'aria relativamente a specifici agenti inquinanti	<i>Prevede l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili per la prevenzione e l'abbattimento, fra l'altro degli odori</i>

D.Lvo. 152/2006	<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 fugitivo 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.

Inizialmente, in Italia, la normativa a cui si è fatto riferimento per quanto riguarda le immissioni di sostanze odorigene è stata la direttiva tedesca del Lander della Renania Westphalia che fissa i limiti per le immissioni riportati in tab. 4.

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 4: Limiti della direttiva tedesca relativamente alle immissioni di sostanze odorigene.

Tipologia di zona	Soglia di superamento	Frequenza
Zone residenziali e miste:	1 UO_Em⁻³	con frequenza 10 %
Zone artigianali e industriali:	1 UO_Em⁻³	con frequenza 15 %

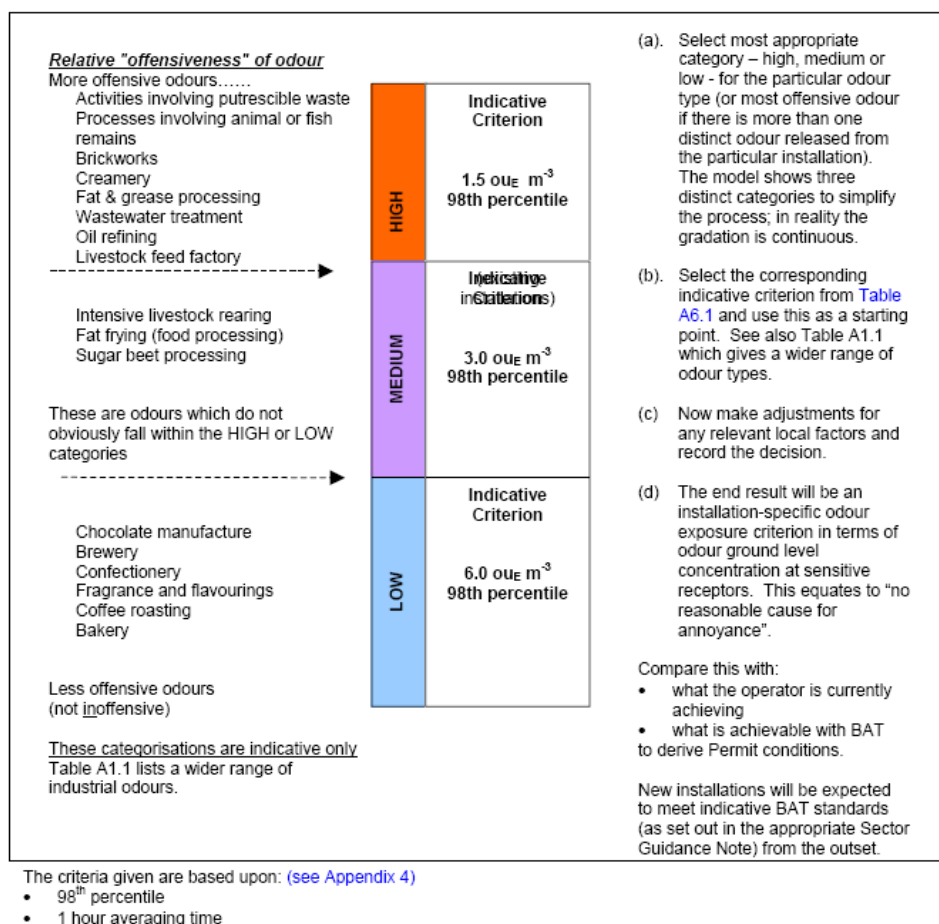
dove per frequenza 10% (15%) si intende che l'immissione in atmosfera non può superare 1 Unità Olfattometrica (odore appena percepibile da metà della popolazione) per più del 10% (15%) delle ore di un anno solare. La stima delle immissioni di odori presuppone, una volta determinato il flusso di emissione (espresso come UOE s⁻¹), 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 5: 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 _E m ⁻³ come 98° percentile di un anno di medie orarie
Media protezione	3 UO _E m ⁻³ come 98° percentile di un anno di medie orarie
Bassa protezione	6 UO _E m ⁻³ come 98° percentile di un anno di medie orarie



Criteri di accettabilità della normativa della Regione Lombardia

In Italia la prima 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”*.

Di seguito si riportano i criteri di accettabilità di questa normativa:

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, quelli che 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/m³, a distanze >500 m dalle sorgenti
- 2 ouE/m³, a distanze da 200 a 500 m dalle sorgenti
- 3 ouE/m³, a distanze <200 m dalle sorgenti

per recettori in aree non residenziali

- 2 ouE/m³, a distanze >500 m dalle sorgenti
- 3 ouE/m³, a distanze da 200 a 500 m dalle sorgenti
- 4 ouE/m³, a distanze <200 m dalle sorgenti

Fattori di emissione degli odori utilizzati nel presente studio

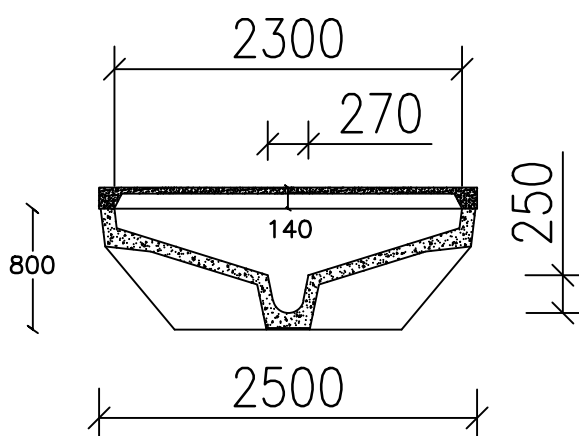
Dalla ricerca bibliografica condotta è stato possibile ricavare fattori di emissione specifici ($\text{OU/s/t}_{\text{peso vivo}}$) per le tipologie di animali allevati nel centro zootecnico oggetto di studio.

La definizione dei fattori di emissione prende le mosse dai valori medi ricavati nello studio edito da CRPA per la categoria suini all'ingrasso su pavimento totalmente fessurato e sistema vacuum, per la quale è rilevato un valore medio di emissione odorigena pari a 102 OU/s per tonnellata di peso vivo presente.

Tale valore è stato preso come riferimento per l'implementazione del modello diffusionale e ricondotto al numero di capi effettivamente presenti nelle condizioni di progetto, il peso medio considerato è pari a 100 kg/capo per la fase di ingrasso di suini pesanti destinati alla produzione di salumi per il circuito DOP Piacentino.

Il fattore di emissione è stato corretto prevedendone una riduzione pari al 9% in considerazione dei risultati ottenuti nel bilancio dell'azoto escreto per i suini ospitati nei ricoveri oggetto di studio.

Tale riduzione si ritiene congrua in quanto il valore considerato (-9%) è quello che emerge nel calcolo dell'azoto escreto, ritenendo che la maggiore efficienza alimentare degli animali consenta parimenti di ridurre quantitativamente i materiali all'origine delle emissioni odorigene. Per i nuovi ricoveri in progetto è invece considerata un'ulteriore riduzione del fattore di emissione derivante dall'adozione delle fosse in calcestruzzo prefabbricato a pareti inclinate dotate di canaletta di fondo (tipo GOL – Paver la cui tipologia costruttiva è riportata nell'immagine seguente) per un totale di 50% di riduzione considerando il sistema di rimozione del refluo con fossa a pareti inclinate e vacuum system;



La riduzione del fattore di emissione per le nuove strutture di allevamento appare del tutto prudentiale se si considera che la tipologia di fossa prefabbricata con pareti inclinate, rispetto ad una fossa con il vacuum system classico (fondo della fossa in piano) presenta una maggiore frequenza di svuotamento e una inferiore superficie di liquame esposta all'aria.

In particolare occorre considerare che il sistema di svuotamento mediante vacuum system sfrutta un effetto "risucchio" del liquame presente nella fossa che per essere correttamente innescato deve avere un "carico idraulico" (altezza del liquame in corrispondenza del foro di scarico sul fondo della fossa o della canaletta) di almeno 20-25 cm.

La formazione del corretto carico idraulico con la soluzione a pareti inclinate e canaletta di fondo si ha già dopo 2 giorni, mentre, con la fossa a fondo piano servono ca. 21 giorni (o 14 per formare un battente di almeno 15 cm).

Altro fattore che incide sulla propensione ad emettere è lo sviluppo della superficie libera del liquame all'interno della fossa. Nella fossa a pareti inclinate si ha uno sviluppo, considerando di riempire la canaletta di fondo (svuotamento ogni 2 giorni) inferiore al 12% di quella presente nella fossa con fondo piano.

Il ricovero esistente è equipaggiato con il medesimo sistema di veicolazione del refluo ma posizionato sulle corsie esterne di defecazione, e con pavimento pieno in pendenza all'interno del ricovero, è considerata una riduzione del carico odorigeno del 35% rispetto al riferimento standard.

La combinazione di tecnica di alimentazione a basso contenuto di azoto e fosse a pareti inclinate con canaletta di fondo che consente sia la diminuzione della superficie emittente e sia un'ancor più frequente rimozione del refluo, evita l'innescare di reazioni di degradazione con conseguente incremento dell'emissione di odore.

I ricoveri zootecnici in progetto sono dotati di sistema di ventilazione forzata (ventilatori estrattori sulle testate dei ricoveri) e sistema di lavaggio dell'aria in uscita con lavaggio acido del 100% del volume di aria estratta. Tale sistema è composto da un mezzo filtrante irrorato continuamente con la soluzione di acqua e acido solforico in grado di captare la maggior quota del particolato presente nell'aria estratta dai ricoveri di allevamento (principale mezzo di trasporto dei composti organici odorigeni) unitamente ad un sensibile abbattimento dell'emissione di ammoniaca. Si prevede inoltre di valutare la possibilità di effettuare trattamenti discontinui dell'aria interna con generatori di ozono (trattamenti a bassa concentrazione) al fine di ridurre ulteriormente l'emissione di odore alla fonte e sanificare gli ambienti di allevamento.

L'adozione di tale sistema di trattamento consente una notevole riduzione dell'emissione di odore dalle strutture di allevamento. Tale riduzione è quantificata nel 35% del carico odorigeno residuo, al netto delle riduzioni precedentemente menzionate.

Nella seguente tabella sono riportati i fattori di emissione odorigena utilizzati nel presente studio.

Tabella 6: Fattori di emissione di odore (OU/s/mq) per tipologie di animale e sistema di stabulazione

Settore di produzione	Fattore di emissione
Suini grassi (da bibliografia)	102 OU/s/t.pv
Strutture di stoccaggio effluenti (da bibliografia)	2,24 OU/s/m ²
Suini grassi in box su pavimento fessurato, sistema vacuum e fossa a pareti inclinate con alimentazione a basso tenore proteico	46,41 OU/s/ t.pv
Suini grassi in box con pavimento pieno in pendenza e corsia di defecazione esterna con pavimento fessurato e sistema vacuum con fossa a pareti inclinate e alimentazione a basso tenore proteico	60,33 OU/s/ t.pv

L'emissione di odore complessiva derivante dalle strutture è stata ulteriormente diminuita del 20% nello stato di progetto per considerare la realizzazione di piantumazioni sul fronte di emissione delle testate e sul perimetro aziendale, che consentono un'ulteriore diluizione dovuta alle turbolenze create in situazioni ventose e un effetto "barriera" che provoca la deposizione sul fogliame di una quota di particolato aerotrasportato non captato dal sistema di lavaggio dell'aria (cfr. 11).

La simulazione effettuata tende comunque a sovrastimare l'effettivo impatto odorigeno dell'attività avendo applicato fattori di emissione costanti, considerando, nello sviluppo della

simulazione che le strutture siano costantemente occupate al massimo della loro capienza senza considerare i periodi di vuoto sanitario che ciclicamente sono adottati.

In conformità con quanti richiesto dalla normativa regionale, nel modello non sono state calcolate né la deposizione umida dell'inquinante "Odore" derivante dai fenomeni di precipitazione atmosferica 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 dal centro zootecnico sia più che prudentiale.

Preme sottolineare che i dati bibliografici disponibili non sono riferibili alle tipologie di stabulazione presenti in azienda sia per le strutture esistenti, sia per quelle in progetto, e pertanto si è fatto riferimento ai valori indicati da CRPA, applicando riduzioni per il migliore adattamento al caso in analisi.

VALUTAZIONE PREVISIONALE DELLE IMMISSIONI ODORIGENE

Approccio metodologico

Al fine di valutare le ricadute delle 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 i parametri indicati dalla normativa di riferimento.

Le emissioni di odori del centro zootecnico

Le emissioni degli odori dell'impianto sono state valutate applicando i fattori di emissione riportati nella già citata Tabella 6 e le relative percentuali di riduzione derivanti dall'adozione delle BAT di settore finalizzate a mitigare al meglio l'impatto odorigeno (ed ambientale in genere) dell'attività.

Le sorgenti emissive sono state individuate nelle testate dei ricoveri in progetto, equipaggiate con 3 ventilatori ciascuna, con diametro unitario pari a 120 cm e della portata massima unitaria di 40.000 mc/h. Al fine di non gravare eccessivamente sull'onerosità del calcolo computazionale ad ogni testata è associato un punto di emissione "equivalente" così definito:

- Diametro pari a 2,43 m (ovvero diametro equivalente alla somma delle sezioni circolari dei 3 ventilatori)

- Velocità di uscita dell'aria pari a 4 m/s (stimata per una condizione di carico intermedia e pari a 20.000 mc/h per il singolo ventilatore)
- Concentrazione di odore pari a ½ del carico calcolato per la singola struttura di allevamento in quanto i ricoveri sono dotati di una doppia testata ventilante con medesime caratteristiche, e pari a 1428 O.U./s
- Temperatura di 20° C (camino “freddo”)
- Altezza di emissione pari a 3,00 m – altezza alla quale saranno posizionati i ventilatori estrattori

Per quanto riguarda il ricovero esistente, è presente la ventilazione sulla sola testata nord con 4 ventilatori con caratteristiche analoghe a quelli sopra menzionati; nella modellazione sono quindi inserite 2 sorgenti emissive (E1, E2) con caratteristiche fisiche equiparate agli altri punti di emissione (eccezion fatta per il diametro “equivalente” modulato sulla sezione di 2 ventilatori invece che 3), suddividendo su ciascuna in parti uguali il carico odorigeno stimato per la struttura di allevamento esistente.

Nella seguente ortofoto sono evidenziate le posizioni delle sorgenti emissive considerate:



L'analisi è stata sviluppata considerando la presenza effettiva dei capi allevati e fattori di emissione costanti nel tempo.

In Tabella 7 è riportata l'emissione di odore calcolata per ogni ricovero e per ogni struttura di stoccaggio dei reflui nella situazione analizzata.

La realizzazione della piantumazione perimetrale in progetto consentirà un effetto di mitigazione degli odori emessi dall'allevamento come riportato nello studio "*Efficacy of Vegetative Environmental Buffers to Mitigate Emissions from Tunnel-Ventilated Poultry Houses*" cfr (11) sviluppato da University of North Carolina in cui è dimostrata un'efficacia di abbattimento delle emissioni data dalla presenza di una barriera verde con efficacia variabile tra il 26% ed il 60%.

Nello studio diffusionale è stata considerata una riduzione dell'emissione di odore pari al 20% data dalla realizzazione delle piantumazioni poste in fronte ai punti di emissione, su entrambi i lati delle testate ventilanti.

Per le emissioni di odori dalle strutture di stoccaggio del refluo zootecnico è stato considerato quanto riportato nello studio edito da CRPA utilizzato anche nella stima delle emissioni di odori dagli allevamenti (cfr. 15):

- Il refluo zootecnico sarà trasferito con cadenza bi-giornaliera alle strutture di stoccaggio dell'effluente in vasche circolari prefabbricate con telo elastomerico di copertura.
- Le vasche di stoccaggio presentano un ridotto rapporto S/V e garantiscono una minor estensione della superficie emittente
- Il fattore di emissione considerato è pari al valore medio rilevato nella citata pubblicazione per il liquame suino e pari a 2,42 O.U./s/m².
- Il refluo zootecnico sarà raccolto nelle vasche circolari prefabbricate con altezza pari a 6,00 m che saranno dotate di copertura rigida elastomerica. La presenza di copertura consente una riduzione dell'emissione di odore pari al 90% (fattore di riduzione rilevato nello studio edito da CRPA per copertura galleggiante; si ritiene quindi il valore cautelativo in quanto le strutture presentano tipologia di copertura impermeabile)
- Le vasche esistenti in C.A. rettangolari saranno dismesse ed utilizzate per il recupero delle acque piovane

Tabella 7- Emissione di odore dell'allevamento – SITUAZIONE DI PROGETTO.

Ricovero	Potenzialità massima	Peso vivo massimo	S.A.U.	Peso vivo mediamente presente	Emissione di odore senza mitigazioni	Emissioni di odore con riduzione da dieta	Emissioni di odore con riduzione da stabulazione	Emissioni di odore con trattamento aria	Emissione di odore con mitigazione arborea	Emissione di odore puntuale (1/2)
1	952	95	1459,20	85,39	8710,23	7926,31	5152,10	3348,87	2679,09	1339,55
2	1320	132	1459,20	118,40	12077,21	10990,26	5495,13	3571,83	2857,47	1428,73
3	1320	132	1459,20	118,40	12077,21	10990,26	5495,13	3571,83	2857,47	1428,73
4	660	66	1459,20	59,20	6038,60	5495,13	2747,56	1785,92	1428,73	1428,73
EMISSIONE ODORE TOTALE DA STRUTTURE DI ALLEVAMENTO - SENZA MITIGAZIONI							UO/s	18889,9		
EMISSIONE ODORE TOTALE DA STRUTTURE DI ALLEVAMENTO - CON MITIGAZIONI							UO/s	9822,8		

Stoccaggio	m2	UO/s/m2	coperte	UO/s	% riduzione	OU/s/m2 corretta
8	289	2,24	si	647,36	90	64,736
13	854	2,24	si	1912,96	90	191,296
14	854	2,24	si	1912,96	90	191,296
EMISSIONE ODORE Corretta DA STRUTTURE DI STOCCAGGIO REFLUI UO/s						447,3

L'emissione corretta totale risulta pari a 10.270,1 UO/s cui 9822,8 OU/s dalle strutture di allevamento e 447,3 OU/s dalle strutture di stoccaggio dei reflui zootecnici.

STEFANO REPETTI
DOTTORE AGRONOMO

VIALE BEVERORA, 75 – 29121 PIACENZA
TEL. 0523.328049 – FAX 0523.071749
E MAIL : studiorepetti@fastwebnet.it

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 σ_y e σ_z (che rendono conto della dimensione dei puff) è calcolata esclusivamente in funzione del tempo;
- i parametri σ_v e σ_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 interpolati i dati delle stazioni meteorologica di superficie SYNOP ICAO PIACENZA – LIMS 160840, SYNOP ICAO PARMA – LIMP 162591 e la stazione metereologica SYNOP ICAO LINATE 16080.

Per maggiori dettagli si allega alla presente il Report dei dati metereologici 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 da Maind srl utilizzato per la modellazione delle ricadute degli odori.

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 – STATO DI PROGETTO”.

Risultati dell'applicazione del modello sui ricettori individuati

La Tabella 8 riassume i risultati sui ricettori identificati al capitolo dedicato, nella modellazione della situazione attuale e della situazione futura. Si precisa che i dati sono riferiti ad una quota di +2 m dal livello del suolo, come richiesto dalla normativa.

Tabella 8 - Risultati dell'applicazione del modello sui ricettori individuati – STATO DI PROGETTO

Identificativo	Tipologia di area	Note	Distanza da Sorgente (perimetro allevamento)	Limite indicativo accettabilità disturbo olfattivo Regione Emilia Romagna	X (m)	Y (m)	98 Percentile	Superamenti della soglia 1 O.U.	Superamenti della soglia 2 O.U.	Superamenti della soglia 3 O.U.	Superamenti della soglia 4 O.U.	Superamenti della soglia 5 O.U.
R1	Ambito ad alta vocazione produttiva agricola	Abitazione isolata	80	<u>4</u>	570223	4981031	1,48	298	90	23	5	3
R2	Ambito ad alta vocazione produttiva agricola	Cascina con allevamento bovini	60	<u>4</u>	570298	4981058	1,43	309	49	9	7	3
R3	Ambito ad alta vocazione produttiva agricola	Villa con parco privato	680	<u>2</u>	570954	4980952	0,55	46	10	5	4	0
R4	Ambito ad alta vocazione produttiva agricola	Cascina con allevamento bovini	590	<u>2</u>	570972	4981438	0,65	86	20	5	0	0
R5	Ambito ad alta vocazione produttiva agricola	Cascina con deposito attrezzi agricoli	320	<u>3</u>	570597	4981580	0,82	127	30	14	8	4
R6	Ambito ad alta vocazione produttiva agricola	Abitazione isolata	250	<u>3</u>	570447	4981590	0,81	135	27	6	2	1
R7	Ambito ad alta vocazione produttiva agricola	Cascina con deposito attrezzi agricoli	290	<u>3</u>	570052	4981552	0,92	141	11	3	1	1
R8	Ambito ad alta vocazione produttiva agricola	Abitazione isolata	575	<u>2</u>	569742	4981558	0,68	79	12	4	0	0
R9	Ambito ad alta vocazione produttiva agricola	Cascina con allevamento bovini	650	<u>2</u>	569721	4980772	0,57	84	25	13	8	2
R10	Ambito ad alta vocazione produttiva agricola	Cascina con allevamento bovini	730	<u>2</u>	570595	4980452	0,31	23	6	2	1	0
R11	Ambito ad alta vocazione produttiva agricola	Cascina con allevamento bovini	1100	<u>2</u>	570988	4980262	0,20	14	3	0	0	0
R12	Ambito ad alta vocazione produttiva agricola	Casa isolata	1140	<u>2</u>	569157	4981568	0,46	34	4	1	0	0
R13	Ambito ad alta vocazione produttiva agricola	Cascina con allevamento bovini	1170	2	569288	4981930	0,28	17	2	0	0	0
R14	Ambito ad alta vocazione produttiva agricola	Cascina con allevamento bovini	800	2	569823	4982020	0,23	14	3	0	0	0

Conclusioni

Il presente studio è stato condotto su incarico della ditta *Dallavalle Angelo e Figlio società agricola* e riguarda la valutazione previsionale delle immissioni odorigene nell'ambiente circostante derivanti dagli interventi previsti nel progetto "Realizzazione di strutture per l'allevamento di suini nella fase di accrescimento/ingrasso, collocate nell'ambito del programma del contratto: Distretto del Cibo – Consorzio salumi DOP piacentini" per l'ampliamento del centro zootecnico esistente da realizzarsi in Loc. Solarolo - Cadeo (PC) per il quale è stata presentata istanza di Valutazione di Impatto Ambientale.

Al fine di valutare le emissioni di sostanze odorigene dall'insediamento zootecnico 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 5 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 sensibili le abitazioni sparse, le aree produttive ed i centri abitati presenti nel territorio limitrofo (rif. Tab1).

Come sorgenti di emissione sono state considerate le sole strutture di allevamento essendo il centro zootecnico dotato di soli stoccaggi coperti con copertura a tenuta; la modellazione è stata eseguita per la situazione di progetto, ad interventi ultimati e in conformità alle direttive regionali.

I fattori di emissione utilizzati come dati di input al modello sono stati ricavati da un'analisi bibliografica condotta sulla letteratura disponibile, ed in particolare:

- Sia per le strutture di allevamento che per le strutture di stoccaggio dell'effluente è stato considerato come base il valore fornito da CRPA nella pubblicazione "*Odour emissions from livestock production facilities*"
- Per le riduzioni applicate ai fattori di emissione bibliografici si è considerato quanto estrapolato dalle seguenti pubblicazioni scientifiche:
 - *Evaluation of a Wet Acid Scrubber and dry filter Abatement Technologies in Pig Barns by Dynamic Olfactometry* – Conti, Tullo, Bacenetti, Guarino Department of Environmental Science and Policy, University of Milan pubblicato su Applied Sciences
 - "*Efficacy of Vegetative Environmental Buffers to Mitigate Emissions*" from Tunnel-Ventilated Poultry Houses". – Workshop on Agricultural Air Quality , 2006 North Caroline State University
 - Dati estrapolati dal SW Bat-tool
 - "*Odour emissions from livestock production facilities*"

Per quanto riguarda invece i dati meteorologici sono stati interpolati i dati delle stazione meteorologica di superficie di Piacenza, Parma e la stazione radiosondaggi di Linate; si rimanda al *Report fornitura dati meteorologici in formato MMS CALPUFF* fornito da MAIND srl, azienda specializzata in modellistica ambientale, 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 evidenzia una condizione generalizzata di rispetto dei livelli indicativi di accettabilità del disturbo olfattivo individuati da Regione Emilia Romagna.

Da un 'analisi del numero di ore in cui il modello ha rilevato il superamento delle soglie di concentrazione nell'aria presso i ricettori posizionati in prossimità dell'allevamento zootecnico risulta che la soglia di 1 O.U. valore per cui l'odore è appena percettibile per il 50% della popolazione per un numero di ore pari a ca. 300 ore/anno mentre il valore di concentrazione pari a 5 O.U. (odore percepibile dal 90% della popolazione) si manifesta per valori prossimi allo zero. Si ritiene quindi che la molestia olfattiva presso i ricettori posti nell'immediato intorno dell'insediamento zootecnico in progetto risulti compatibile con l'ambito ad alta vocazione produttiva agricola in cui sono inseriti.

L'attuazione del progetto, pur aumentando considerevolmente il numero di capi in azienda apporterà importanti migliorie al clima odorigeno dell'intorno per le seguenti motivazioni:

- Tutti i ricoveri saranno equipaggiati con sistema di abbattimento delle emissioni e con adeguate opere di mitigazione ambientale (piantumazioni)
- Il refluo zootecnico sarà inviato direttamente agli stoccaggi aziendali dotati di copertura in materiale elastomerico impermeabile.

Le zone dei centri abitati più vicini (Cortemaggiore e loc. Saliceto) non risentono delle ricadute odorigene dovute all'attuazione del progetto, essendo a distanze superiori a 2,5 km e quindi il disagio associato agli odori emessi dall'insediamento zootecnico presso i centri abitati risulta essere nullo.

- 2) L'adozione di sistemi di ventilazione forzata e il trattamento dell'aria estratta consentono sia l'abbattimento che una buona diluizione del carico odorigeno prodotto dalle strutture di stabulazione degli animali; la combinazione di queste tecniche con le soluzioni innovative di gestione e post-trattamento del refluo zootecnico si traduce in una sostanziale riduzione dell'emissività dell'insediamento nel suo complesso. Le soluzioni adottate nel progetto agiscono positivamente sull'impatto odorigeno delle strutture zootecniche e riducono sostanzialmente l'impatto odorigeno delle strutture di trattamento e gestione degli effluenti.
- 3) la valutazione delle immissioni odorigene nell'ambiente circostante l'insediamento 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 assolutamente prudenziale rispetto all'effettiva diffusione degli odori
- 4) La modellazione è stata sviluppata considerando i coefficienti di emissione costanti e localizzati nelle testate delle strutture di allevamento da cui si originano le emissioni di odori. Tale assunzione risulta penalizzante in quanto la gestione zootecnica dei cicli di allevamento prevede un periodo di vuoto sanitario tra la fine di un ciclo e l'inizio di quello successivo ed il ristallo con animali di peso ben inferiore a quello medio considerato. A fronte di quanto sopra esposto si può affermare, pertanto, che il livello di emissione sia inferiore rispetto a quanto considerato nella modellazione.

In conclusione, la modellazione effettuata evidenzia come gli interventi previsti nel progetto di realizzazione delle strutture zootecniche dell'insediamento, grazie alle misure di mitigazione dell'impatto ambientale, non influiscono in maniera significativa sul clima "odorigeno" dell'area, con un impatto atteso ben inferiore ai limiti indicativi previsti nella vigente normativa regionale.

Piacenza, li 26/06/2023

Redazione Ing. Gianluca Repetti

Revisione Dr. Agronomo Stefano Repetti



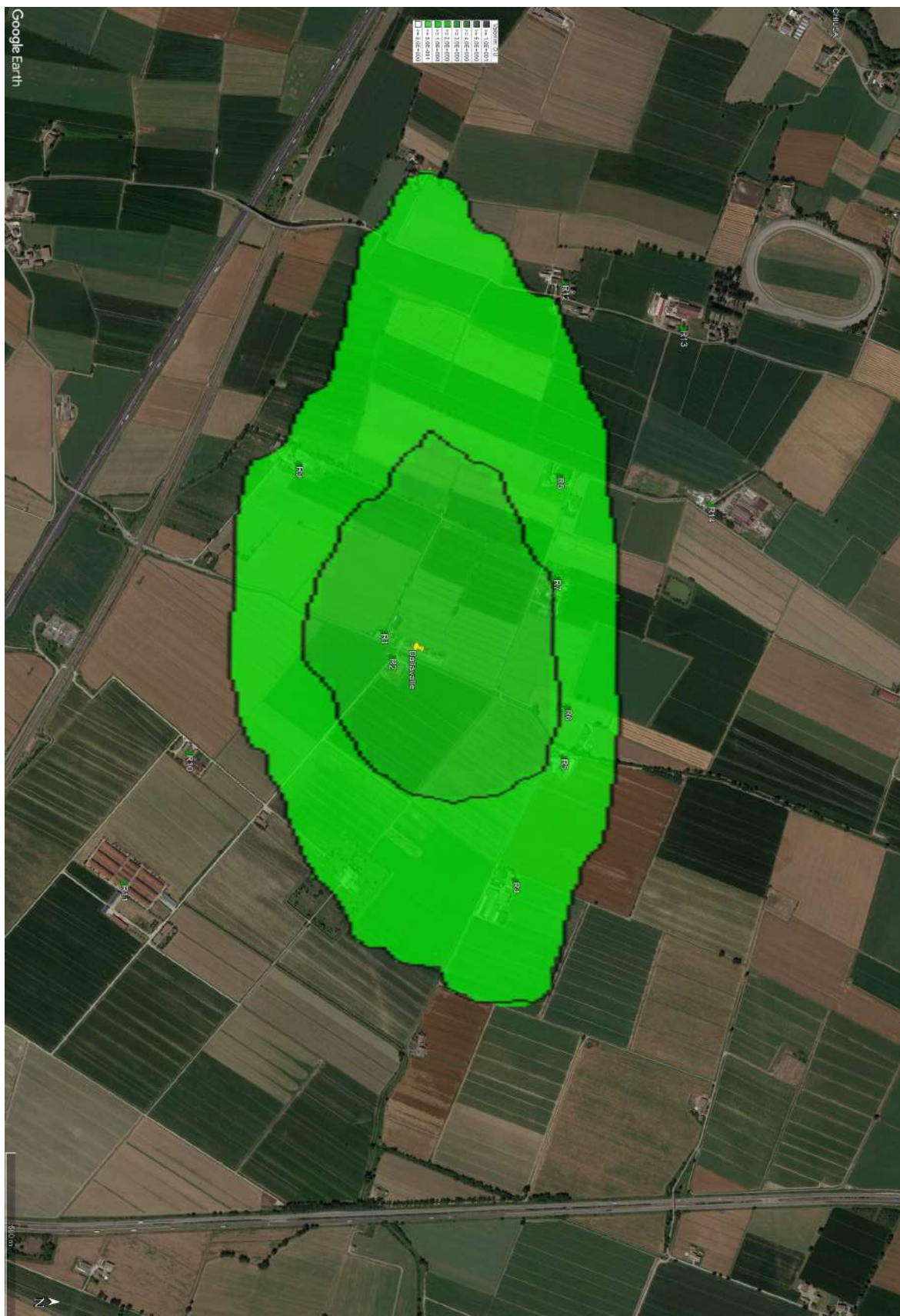


Figura 4: isolinee 98° Percentile del picco orario di odore STATO DI PROGETTO

BIBLIOGRAFIA

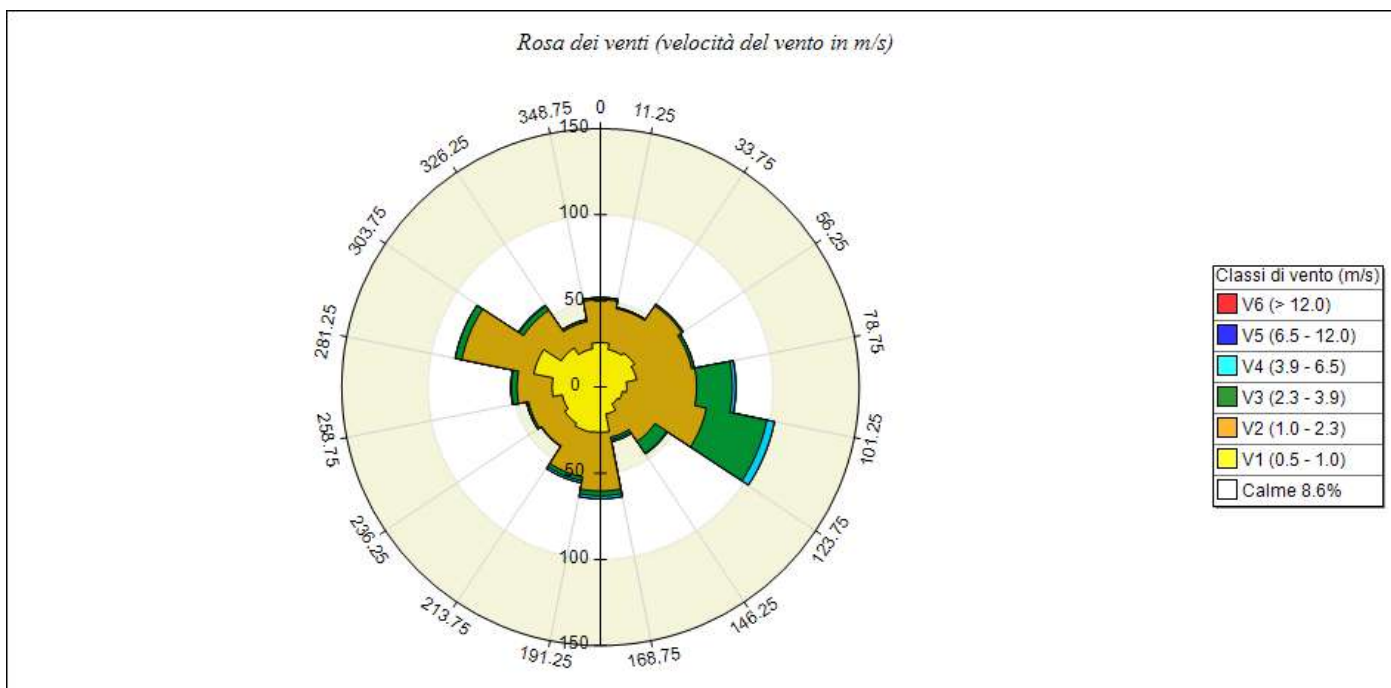
- (1) D.Lgs. Governo n° 152 del 03/04/2006 *“Norme in materia ambientale”*.
- (2) D.Lgs. del 13 agosto 2010 n. 155 *“Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa”*.
- (3) Direttiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21 maggio 2008 *“relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa”*.
- (4) D.G.R.Veneto n. 902 del 4 aprile 2003 *“Piano Regionale di Tutela e Risanamento dell'Atmosfera”*.
- (5) 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”*.
- (6) 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”*.
- (7) Legge n° 615 del 13/07/1966 *“Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico”*.
- (8) 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”*.
- (9) Decreto Ministeriale del 12/07/1990 *“Linee guida per il contenimento delle emissioni degli impianti industriali e la fissazione dei valori minimi di emissione”*.
- (10) ACGIH 2013 *“Valori limite di soglia e indici biologici di esposizione”*.
- (11) G Malone, G VanWicklen, S Collier *“Efficacy of Vegetative Environmental Buffers to Mitigate Emissions” from Tunnel-Ventilated Poultry Houses*. – Workshop on on Agricultural Air Quality , 2006 North Caroline State University
- (12) Scire J.S., Strimaitis J.C., Yamartino R.J. (2000) *“A User's Guide for the CALPUFF Dispersion Model. Earth Tech, Internal Report”*.
- (13) U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, Office of Air and Radiation, Office of Air Quality Planning and Standards (1996) *“Guideline of Air Quality Models”*.
- (14) Quaderni della ricerca n° 74 – Ottobre 2007 *“Odori emessi dagli allevamenti suinicoli, come prevederne l'intensità a diverse distanze”* – Navarotto, Brambilla, Guarino
- (15) *“Odour emissions from livestock production facilities”* - Laura Valli, Giuseppe Moscatelli, Nicola Labartino - Centro Ricerche Produzioni Animali - CRPA SpA
- (16) *Evaluation of a Wet Acid Scrubber and dry filter Abatement Technologies in Pig Barns by Dynamic Olfactometry* – Conti, Tullo, Bacenetti, Guarino Department of Environmental Science and Policy, University of Milan pubblicato su Applied Sciences

Rapporto generato dal software **MMS Calpuff** prodotto da Maind S.r.l. (04/03/2022)

Informazioni di base

Elemento	Valore
Tipologia dati meteorologici	CALMET file di input stazione al suolo
Periodo dei dati	01/01/2021 00:00:00 <-> 01/01/2022 00:00:00
Ore totali	8761
Valore limite per determinare le calme di vento	0.5 (m/s)
Rosa dei venti fattore di normalizzazione	1000
Stazione	Piacenza Urbana - ARPAE Emilia Romagna
Posizione della stazione di misura	(45.055°N, 9.680°E)
File con i dati utilizzati	C:\ProgramData\Maind\Maind.MeteoReport\meteoData.txt

Rosa dei venti

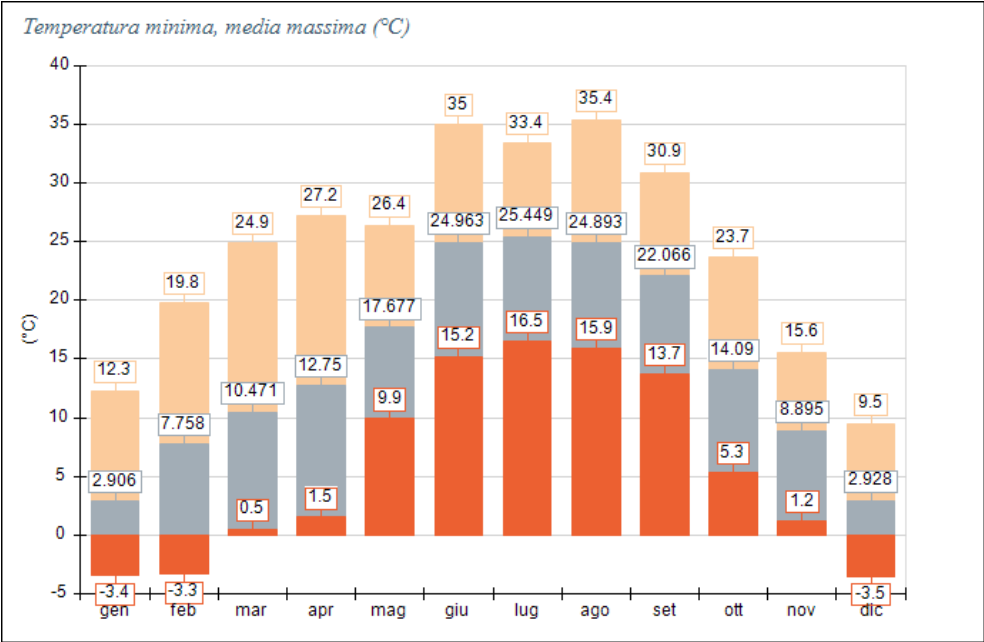


SECTORS	V1 (0.5 - 1.0)	V2 (1.0 - 2.3)	V3 (2.3 - 3.9)	V4 (3.9 - 6.5)	V5 (6.5 - 12.0)	V6 (> 12.0)	Totale	Vmed (m/s)
348.8 - 11.3	25.78	24.98	1.15	0.00	0.00	0.00	51.90	1.15
11.3 - 33.8	22.23	24.18	0.69	0.00	0.00	0.00	47.09	1.18
33.8 - 56.3	23.83	32.88	1.03	0.00	0.00	0.00	57.75	1.23
56.3 - 78.8	21.43	32.42	1.60	0.00	0.00	0.00	55.45	1.26
78.8 - 101.3	15.24	40.44	20.74	1.95	0.11	0.00	78.48	1.89
101.3 - 123.8	12.95	49.61	35.75	4.47	0.00	0.00	102.77	2.17
123.8 - 146.3	11.80	26.12	8.25	0.46	0.00	0.00	46.63	1.63
146.3 - 168.8	15.93	13.63	1.60	1.03	0.00	0.00	32.20	1.32
168.8 - 191.3	26.24	34.03	2.75	1.72	0.00	0.00	64.73	1.34
191.3 - 213.8	26.70	26.35	2.29	1.26	0.00	0.00	56.60	1.25
213.8 - 236.3	25.09	15.93	0.34	0.00	0.00	0.00	41.36	1.01
236.3 - 258.8	22.57	19.94	1.15	0.00	0.00	0.00	43.65	1.14
258.8 - 281.3	27.96	20.39	3.21	0.34	0.00	0.00	51.90	1.17
281.3 - 303.8	39.41	42.51	3.90	0.00	0.00	0.00	85.82	1.19
303.8 - 326.3	27.38	26.35	2.98	0.57	0.00	0.00	57.29	1.23
326.3 - 348.8	22.69	16.04	1.26	0.00	0.00	0.00	39.99	1.10
Variabili	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Calme < 0.5	86.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	86.39	0.00
Totale	453.60	445.81	88.68	11.80	0.11	0.00	1000.00	0.00

Temperatura (°C)

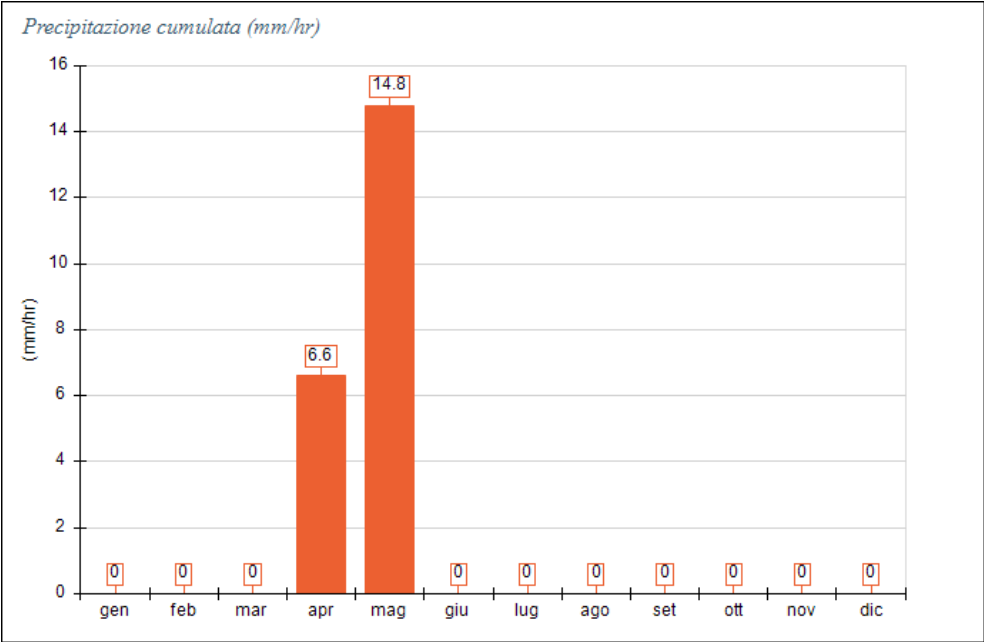
Periodo	Minima	Media	Massima
Anno	-3.50	14.59	35.40
Primavera	0.50	13.64	27.20
Estate	15.20	25.10	35.40
Autunno	1.20	15.01	30.90
Inverno	-3.50	4.40	19.80
gen	-3.40	2.91	12.30
feb	-3.30	7.76	19.80
mar	0.50	10.47	24.90
apr	1.50	12.75	27.20

Periodo	Minima	Media	Massima
mag	9.90	17.68	26.40
giu	15.20	24.96	35.00
lug	16.50	25.45	33.40
ago	15.90	24.89	35.40
set	13.70	22.07	30.90
ott	5.30	14.09	23.70
nov	1.20	8.90	15.60
dic	-3.50	2.93	9.50



Precipitazione (mm/hr)

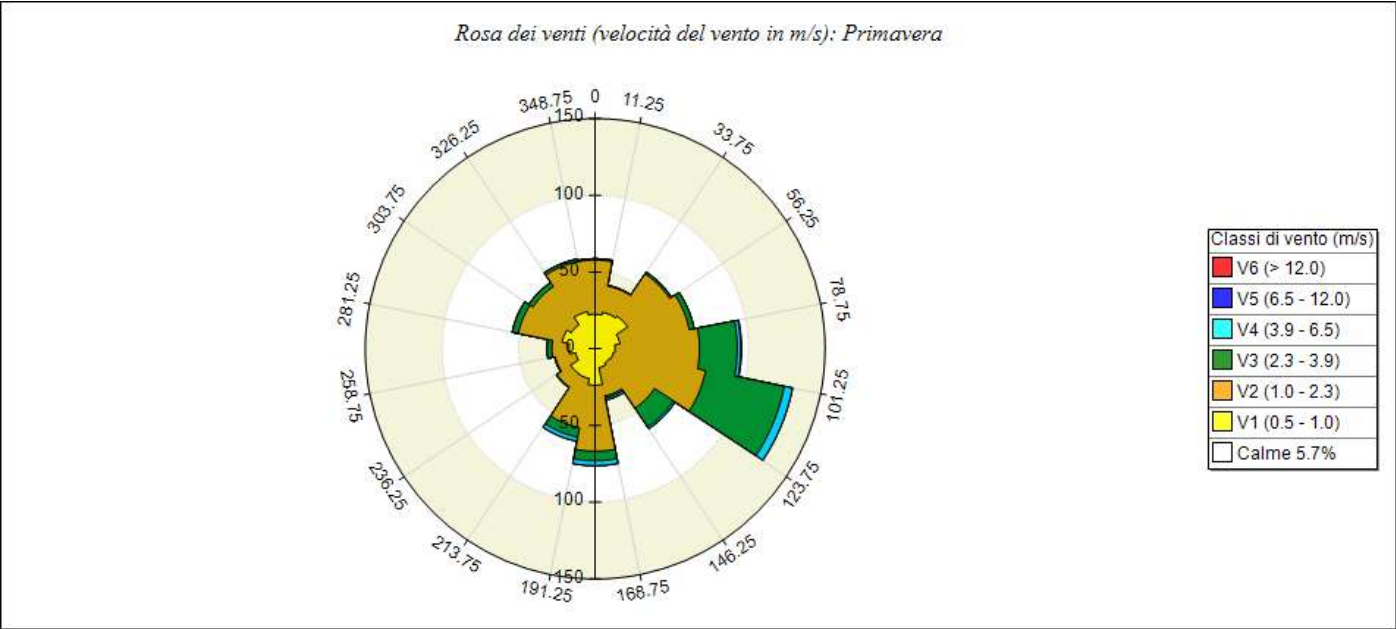
Periodo	Media	Massima	Cumulata
Anno	0.04	2.20	21.40
Primavera	0.04	2.20	21.40
Estate	0.00	0.00	0.00
Autunno	0.00	0.00	0.00
Inverno	0.00	0.00	0.00
gen	0.00	0.00	0.00
feb	0.00	0.00	0.00
mar	0.00	0.00	0.00
apr	0.03	1.20	6.60
mag	0.06	2.20	14.80
giu	0.00	0.00	0.00
lug	0.00	0.00	0.00
ago	0.00	0.00	0.00
set	0.00	0.00	0.00
ott	0.00	0.00	0.00
nov	0.00	0.00	0.00
dic	0.00	0.00	0.00



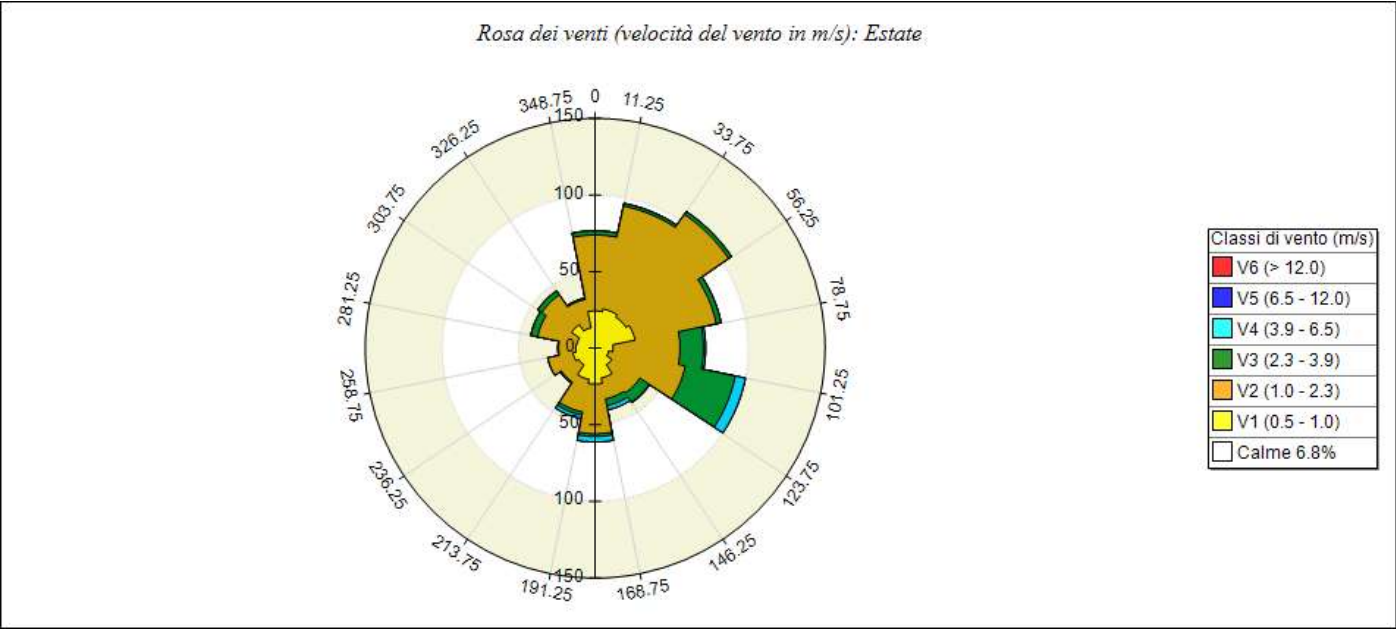
Percentuale dati validi

Periodo	Dir. vento	Vel. vento	Temp. aria	Precip.	Pres.	UR
Anno	99.62%	99.62%	99.73%	5.48%	99.73%	99.73%
Primavera	100.00%	100.00%	100.00%	21.74%	100.00%	100.00%
Estate	99.50%	99.50%	99.50%	0.00%	99.50%	99.50%
Autunno	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%	100.00%	100.00%
Inverno	98.98%	98.98%	99.40%	0.00%	99.40%	99.40%
gen	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%	100.00%	100.00%
feb	98.07%	98.07%	98.07%	0.00%	98.07%	98.07%
mar	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%	100.00%	100.00%
apr	100.00%	100.00%	100.00%	33.19%	100.00%	100.00%
mag	100.00%	100.00%	100.00%	32.39%	100.00%	100.00%
giu	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%	100.00%	100.00%
lug	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%	100.00%	100.00%
ago	98.52%	98.52%	98.52%	0.00%	98.52%	98.52%
set	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%	100.00%	100.00%
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	98.79%	98.79%	100.00%	0.00%	100.00%	100.00%

Rose dei venti stagionali

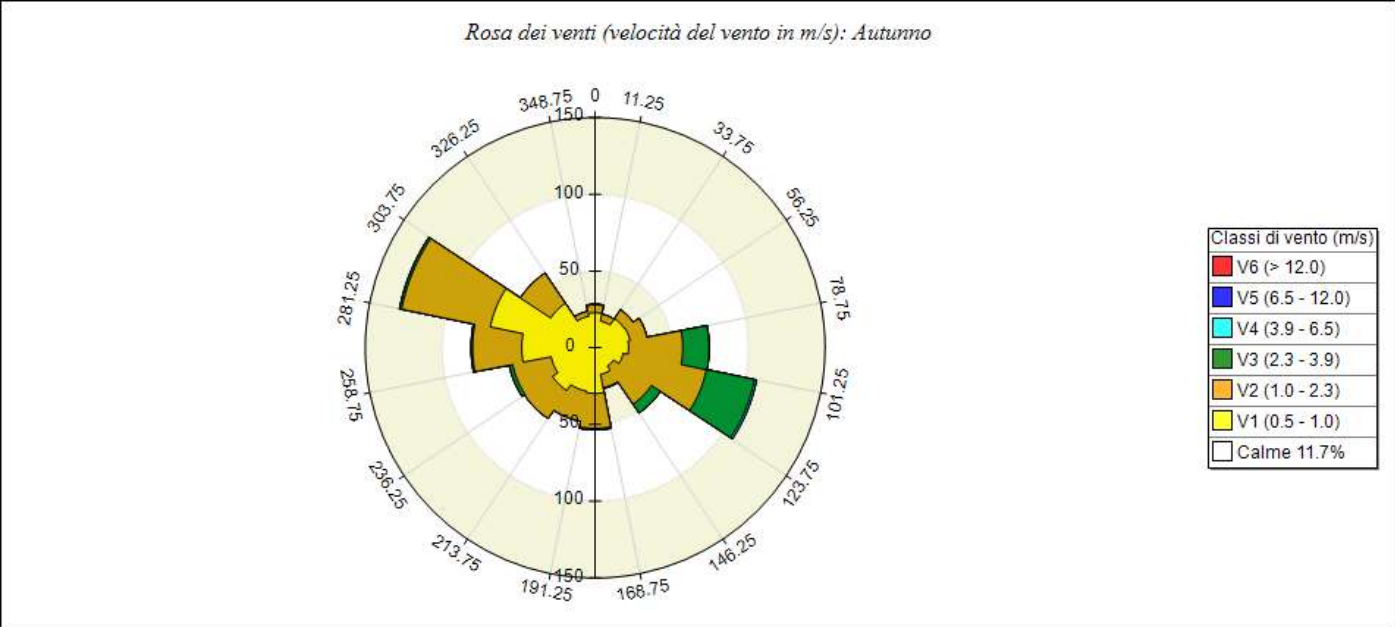


Primavera	V1 (0.5 - 1.0)	V2 (1.0 - 2.3)	V3 (2.3 - 3.9)	V4 (3.9 - 6.5)	V5 (6.5 - 12.0)	V6 (> 12.0)	Totale	Vmed (m/s)
348.8 - 11.3	22.40	35.39	0.90	0.00	0.00	0.00	58.69	1.17
11.3 - 33.8	24.19	17.47	0.45	0.00	0.00	0.00	42.11	1.03
33.8 - 56.3	25.54	33.15	1.34	0.00	0.00	0.00	60.04	1.24
56.3 - 78.8	16.58	46.15	3.14	0.00	0.00	0.00	65.86	1.42
78.8 - 101.3	12.99	55.11	24.64	2.24	0.45	0.00	95.43	1.96
101.3 - 123.8	12.10	61.38	52.42	5.38	0.00	0.00	131.27	2.30
123.8 - 146.3	11.20	35.39	14.78	1.34	0.00	0.00	62.72	1.78
146.3 - 168.8	12.54	18.82	1.34	1.34	0.00	0.00	34.05	1.45
168.8 - 191.3	23.75	43.01	6.27	3.14	0.00	0.00	76.16	1.57
191.3 - 213.8	19.71	32.71	6.27	2.69	0.00	0.00	61.38	1.56
213.8 - 236.3	19.27	10.75	0.45	0.00	0.00	0.00	30.47	1.03
236.3 - 258.8	12.99	13.44	0.45	0.00	0.00	0.00	26.88	1.13
258.8 - 281.3	17.03	11.20	3.14	0.00	0.00	0.00	31.36	1.22
281.3 - 303.8	21.95	29.12	4.03	0.00	0.00	0.00	55.11	1.32
303.8 - 326.3	18.82	30.02	3.14	0.00	0.00	0.00	51.97	1.34
326.3 - 348.8	24.64	33.15	1.79	0.00	0.00	0.00	59.59	1.23
Variabili	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Calme < 0.5	56.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	56.90	0.00
Totale	352.60	506.27	124.55	16.13	0.45	0.00	1000.00	0.00

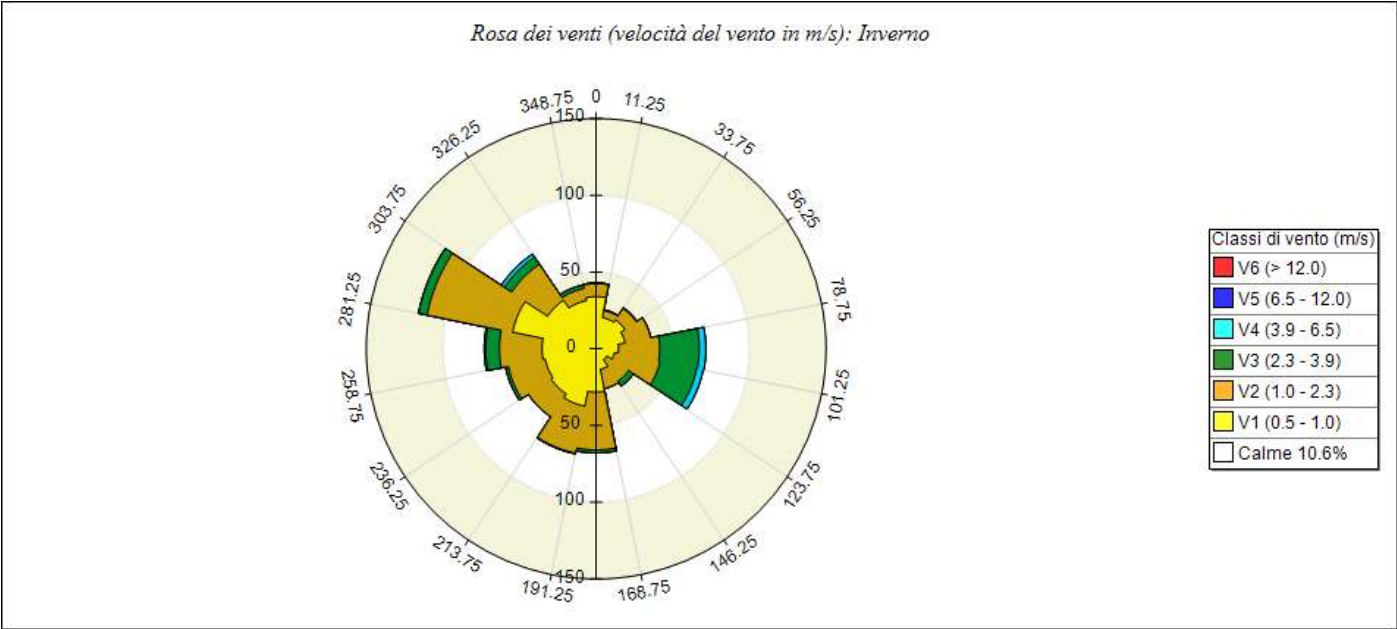


Estate	V1 (0.5 - 1.0)	V2 (1.0 - 2.3)	V3 (2.3 - 3.9)	V4 (3.9 - 6.5)	V5 (6.5 - 12.0)	V6 (> 12.0)	Totale	Vmed (m/s)
348.8 - 11.3	24.31	49.53	2.70	0.00	0.00	0.00	76.54	1.37
11.3 - 33.8	26.11	68.44	1.80	0.00	0.00	0.00	96.35	1.40
33.8 - 56.3	24.31	80.59	2.25	0.00	0.00	0.00	107.16	1.41
56.3 - 78.8	26.56	54.03	3.15	0.00	0.00	0.00	83.75	1.35
78.8 - 101.3	11.71	43.67	15.31	1.35	0.00	0.00	72.04	1.82
101.3 - 123.8	9.00	50.88	33.32	6.75	0.00	0.00	99.95	2.24
123.8 - 146.3	13.06	22.06	7.20	0.45	0.00	0.00	42.77	1.58
146.3 - 168.8	19.81	13.96	4.50	2.70	0.00	0.00	40.97	1.54
168.8 - 191.3	23.41	32.42	1.80	3.60	0.00	0.00	61.23	1.42

Estate	V1 (0.5 - 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	20.71	21.61	2.25	2.25	0.00	0.00	46.83	1.36
213.8 - 236.3	13.06	13.51	0.90	0.00	0.00	0.00	27.47	1.09
236.3 - 258.8	14.86	16.66	0.00	0.00	0.00	0.00	31.52	1.12
258.8 - 281.3	12.61	11.26	0.00	0.45	0.00	0.00	24.31	1.15
281.3 - 303.8	12.16	26.11	4.50	0.00	0.00	0.00	42.77	1.38
303.8 - 326.3	18.46	23.41	3.15	0.00	0.00	0.00	45.02	1.27
326.3 - 348.8	13.51	18.91	0.90	0.00	0.00	0.00	33.32	1.28
Variabili	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Calme < 0.5	67.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	67.99	0.00
Totale	351.64	547.05	83.75	17.56	0.00	0.00	1000.00	0.00



Autunno	V1 (0.5 - 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	22.78	5.11	0.46	0.00	0.00	0.00	28.36	0.92
11.3 - 33.8	17.67	4.65	0.00	0.00	0.00	0.00	22.32	0.87
33.8 - 56.3	22.78	6.97	0.00	0.00	0.00	0.00	29.75	0.84
56.3 - 78.8	23.25	11.16	0.00	0.00	0.00	0.00	34.40	0.94
78.8 - 101.3	21.85	35.33	17.20	0.00	0.00	0.00	74.38	1.65
101.3 - 123.8	18.60	55.32	32.08	1.39	0.00	0.00	107.39	1.92
123.8 - 146.3	14.41	29.75	6.97	0.00	0.00	0.00	51.14	1.53
146.3 - 168.8	17.67	8.83	0.46	0.00	0.00	0.00	26.96	1.03
168.8 - 191.3	29.75	22.78	0.93	0.00	0.00	0.00	53.46	1.07
191.3 - 213.8	28.82	19.99	0.00	0.00	0.00	0.00	48.81	0.99
213.8 - 236.3	33.47	21.85	0.00	0.00	0.00	0.00	55.32	1.01
236.3 - 258.8	29.29	25.57	2.32	0.00	0.00	0.00	57.18	1.19
258.8 - 281.3	47.88	32.08	0.93	0.00	0.00	0.00	80.89	1.03
281.3 - 303.8	69.74	59.04	1.39	0.00	0.00	0.00	130.17	1.08
303.8 - 326.3	34.87	23.71	0.00	0.00	0.00	0.00	58.58	1.02
326.3 - 348.8	20.92	3.25	0.00	0.00	0.00	0.00	24.17	0.80
Variabili	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Calme < 0.5	116.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	116.69	0.00
Totale	570.43	365.41	62.76	1.39	0.00	0.00	1000.00	0.00



Inverno	V1 (0.5 - 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	33.90	8.47	0.47	0.00	0.00	0.00	42.84	0.89
11.3 - 33.8	20.72	4.71	0.47	0.00	0.00	0.00	25.89	0.84
33.8 - 56.3	22.60	8.95	0.47	0.00	0.00	0.00	32.02	0.93
56.3 - 78.8	19.30	16.95	0.00	0.00	0.00	0.00	36.25	1.05
78.8 - 101.3	14.60	26.84	25.89	4.24	0.00	0.00	71.56	2.14
101.3 - 123.8	12.24	30.13	24.48	4.24	0.00	0.00	71.09	2.19
123.8 - 146.3	8.47	16.95	3.77	0.00	0.00	0.00	29.19	1.53
146.3 - 168.8	13.65	12.71	0.00	0.00	0.00	0.00	26.37	1.08
168.8 - 191.3	28.25	37.66	1.88	0.00	0.00	0.00	67.80	1.19
191.3 - 213.8	38.14	31.07	0.47	0.00	0.00	0.00	69.68	1.07
213.8 - 236.3	35.31	17.89	0.00	0.00	0.00	0.00	53.20	0.95
236.3 - 258.8	33.90	24.48	1.88	0.00	0.00	0.00	60.26	1.11
258.8 - 281.3	35.31	27.78	8.95	0.94	0.00	0.00	72.98	1.32
281.3 - 303.8	55.56	56.97	5.65	0.00	0.00	0.00	118.17	1.19
303.8 - 326.3	38.14	28.25	5.65	2.35	0.00	0.00	74.39	1.28
326.3 - 348.8	32.02	8.00	2.35	0.00	0.00	0.00	42.37	0.93
Variabili	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Calme < 0.5	105.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	105.93	0.00
Totale	548.02	357.82	82.39	11.77	0.00	0.00	1000.00	0.00