

Studio Agronomico Forestale dott. Baldo Gabriele

Località Ritonda 77 – 37047 San Bonifacio VR

Tel. 045.7612622 - Fax 045.6107756 - Mail: baldo@agricolturaesviluppo.it

**Progetto per la costruzione di tre nuovi capannoni per l'allevamento
avicolo, l'ampliamento di un annesso rustico e la costruzione di una
concimaia coperta in Via Settimo**

MODELLIZZAZIONI DELLE DISPERSIONI IN ATMOSFERA

Ditta richiedente

CARLI LUCIANO

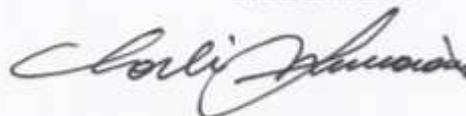
COMUNE DI GRUMOLO DELLE ABBADESSE

Il Tecnico



La Ditta

Carli Luciano





Indice generale

PREMESSE.....	3
NORMATIVA.....	4
INQUINANTI.....	6
Ammoniaca - NH ₃	6
Polveri sottili – PM ₁₀	7
Impatto odorigeno.....	8
CARATTERIZZAZIONE METEOCLIMATICA.....	18
MODELLO DI CALCOLO.....	26
Reticolo.....	27
Sorgenti.....	27
Recettori.....	28
ANALISI INQUINANTI.....	29
Ammoniaca – NH ₃	29
Polveri sottili– PM ₁₀	31
DETERMINAZIONE DELLE CONCENTRAZIONI AL SUOLO.....	33
RISULTATI.....	34
Ammoniaca e impatto odorigeno.....	34
PM ₁₀ – media giornaliera e media annua.....	36
CONCLUSIONI.....	37
INTEGRAZIONE: CALCOLO EMISSIONI ODORIGENE.....	38
Analisi odorimetriche.....	38
Risultati di laboratorio.....	38
Il programma Odi Gauss.....	40
Applicazione Odi Gauss al caso di studio.....	46
Valori Limite.....	47
Risultati emissioni odorigene.....	49
CONCLUSIONI EMISSIONI ODORIGENE.....	50
ALLEGATI.....	52



PREMESSE

L'espansione dei centri abitati, a discapito delle zone agricole, può portare all'insorgere di problemi di convivenza tra la popolazione e le attività produttive naturalmente dislocate nel territorio.

Partendo dal presupposto che non è possibile ostacolare la produzione, indipendentemente dal bene realizzato, tutte le ditte devono tenere in considerazione le influenze negative che la loro attività può causare, ricercando le migliori soluzioni tecnologiche per eliminare, o quanto meno limitare, la generazione di inquinanti. Per quel che riguarda i centri zootecnici avicoli, il maggior disturbo arrecato agli abitanti è dato dall'emissione di sostanze gassose, alcune delle quali potenziali fonti di molestie olfattive. Le molecole maggiormente studiate sono l'ammoniaca, il metano, il protossido di azoto, l'idrogeno solforato e le polveri sospese, perché prodotte dai processi di allevamento sia in fase di stabulazione che di stoccaggio.

Scopo del presente studio è la quantificazione del contributo all'inquinamento atmosferico derivante dall'ampliamento dell'allevamento dell'azienda agricola Carli Luciano, nel comune di Grumolo delle Abbadesse – Vicenza.

L'analisi ha comportato l'indagine del clima che caratterizza l'area di osservazione, nonché le peculiarità degli inquinanti e l'inventario delle sorgenti di emissione e dei recettori presenti nella zona limitrofa. Nello specifico, la presente relazione tratterà esclusivamente la diffusione dell'ammoniaca e delle polveri sottili. L'emissione delle altre molecole può infatti essere considerata trascurabile sia per il quantitativo prodotto (in particolare il protossido di azoto) sia per le modalità di propagazione (il metano risulta più leggero dell'aria e quindi si propaga verticalmente). Le sostanze complesse come mercaptani, indolo, scatolo, ecc non vengono esaminate in quanto l'alto peso molecolare ne limita notevolmente la dispersione.

Il programma utilizzato per la realizzazione delle simulazioni è il modello WinDimula 3.0 (WD3) dell'Enea (Cirillo e Cagnetti), modello gaussiano a plume che permette di svolgere calcoli di diffusione in atmosfera di inquinanti non reattivi da sorgenti multiple. Il modello di calcolo permette inoltre di valutare la dispersione delle sostanze anche in presenza di situazioni di calma di vento, generando per tutti i casi analizzati una esplicativa simulazione.



NORMATIVA

La normativa di riferimento in materia di inquinamento atmosferico è numerosa e comprende sia direttive europee che leggi nazionali. Di seguito si elencano, in ordine temporale, quelle più significative nella stesura della presente relazione.

- Decreto Legislativo n. 351 del 04.08.1999 – attuazione della Direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente;
- Decreto Ministeriale n. 60 del 02.4.2002 – valori limite di qualità dell'ambiente per alcuni inquinanti; in particolare, in recepimento delle successive Direttive CE, abroga alcuni articoli del DPR 230/88 fissando nuovi limiti per il biossido di zolfo, gli ossidi di azoto, le particelle, il piombo, il benzene e il monossido di carbonio;
- Direttiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21.05.08 relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

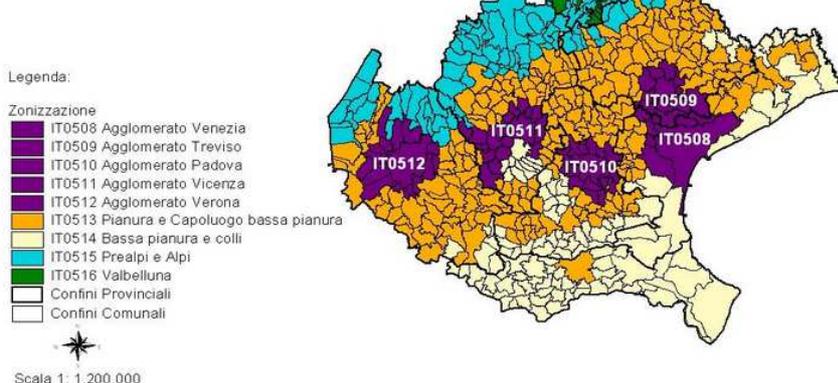
A partire dal 15 settembre 2010 è entrato in vigore il Decreto Legislativo 155/2010, che ha effettivamente abrogato tutta la precedente normativa in materia di qualità dell'aria. Sostanzialmente però non vengono modificati i valori limite per gli inquinanti, già considerati nelle antecedenti leggi, ma unificata tutta la legislazione (si parla infatti di Testo Unico sulla Qualità dell'Aria). Viene inoltre ribadito che la zonizzazione regionale, già obbligatoria ai sensi del D.Lgs. 351/99, è il presupposto sulla quale verrà organizzata la valutazione della qualità dell'aria.

Il Decreto Legislativo n. 155/2010 stabilisce che le Regioni redigano un progetto di riesame della zonizzazione del territorio regionale sulla base dei criteri individuati in Appendice I al decreto stesso. La precedente zonizzazione era stata approvata con Deliberazione della Giunta Regionale del Veneto n. 3195/2006.

Il progetto di riesame della zonizzazione della Regione Veneto, in ottemperanza alle disposizioni del Decreto Legislativo n.155/2010, è stato redatto da ARPAV - Servizio Osservatorio Aria, in accordo con l'Unità Complessa Tutela Atmosfera, ed è stato approvato con Delibera della Giunta Regionale del Veneto n°2130 del 23/10/2012.



**Progetto di riesame
della zonizzazione del Veneto
D. Lgs. 155/2010**



Il Comune di Grumolo delle Abbadesse rientra nell'area IT0513 Pianura e Capoluogo bassa pianura.

Si riportano inoltre i limiti normativi imposti per gli inquinanti trattati direttamente nel Decreto.

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE LIMITE	
Biossido di zolfo	Orario (non più di 24 volte all'anno)	350	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Giornaliero (non più di 3 volte all'anno)	125	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Biossido di azoto	Orario (per non più di 18 volte all'anno)	200	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Annuo	40	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Benzene	Annuo	5	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Monossido di carbonio	Media max giornaliera su 8 ore	10	mg/m^3
Particolato PM 10	Giornaliero (non più di 35 volte all'anno)	50	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Annuo	40	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Particolato PM 2.5	Annuo al 2010 (+MT) [valore di riferimento]	29	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Annuo al 2015	25	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Piombo	Anno	0.5	$\mu\text{g}/\text{m}^3$



INQUINANTI

Il Decreto legislativo 155/10 definisce come inquinante *qualsiasi sostanza presente nell'aria ambiente che può avere effetti dannosi sulla salute umana o sull'ambiente nel suo complesso.*

Di seguito si evidenzieranno le caratteristiche principali degli inquinanti trattati nella presente relazione:

Ammoniaca - NH₃

In soluzione liquida è comunemente utilizzata come igienizzante ed è irritante a contatto con pelle e occhi. Negli allevamenti viene prodotta durante la fase di maturazione della pollina, come gas incolore e dall'odore pungente, che può essere tossico per inalazione di elevata quantità.

Come si evince dalla tabella precedente per l'ammoniaca la normativa nazionale non prevede un limite di emissione in riferimento alla salute umana.

Si è deciso, quindi, di analizzare l'ammoniaca dal punto di vista dell'odore percepito in un paragrafo a parte. In merito si è scelto di utilizzare i valori riportati nelle Linee Guida APAT 19/2003: “Metodi di misura delle emissioni olfattive”.



Polveri sottili – PM10

PM (Particulate Matter) è il termine generico con il quale si definisce un mix di particelle solide e liquide (particolato) che si trovano in sospensione nell'aria. Il PM può avere origine sia da fenomeni naturali (processi di erosione del suolo, incendi boschivi, dispersione di pollini, ecc.) sia da attività antropiche, in particolar modo dai processi di combustione e dal traffico veicolare (particolato primario). In questo caso le emissioni di particelle, di dimensioni uguali o inferiori a 10 micrometri, deriveranno dai frammenti di mangime e di lettiera presenti all'interno dell'allevamento che verranno convogliate all'esterno tramite gli estrattori posti in testata ai capannoni.

Gli studi epidemiologici hanno mostrato una correlazione tra le concentrazioni di polveri in aria e la manifestazione di malattie croniche alle vie respiratorie, in particolare asma, bronchiti, enfisemi. A livello di effetti indiretti inoltre il particolato agisce da veicolo per sostanze ad elevata tossicità, quali ad esempio gli idrocarburi policiclici aromatici ed alcuni elementi in tracce.

I limiti imposti dal Decreto lgs 155/2010 sono quelli, già visti, di:

- ✧ al giorno: **50 µg/mc** da non superare più di 35 volte all'anno;
- ✧ all'anno: **40 µg/mc**.



Impatto odorigeno

L'odore può essere definito come la risposta soggettiva ad una stimolazione di cellule olfattive, presenti nella sede nasale, da parte di molecole gassose; il disturbo che questo può provocare è generalmente il risultato di una serie di episodi di percezione che varia da individuo a individuo. La sensazione di odore dipende infatti da numerosi fattori che possono essere:

- oggettivi in quanto propri della sostanza o della miscela di sostanze (volatilità, idrosolubilità, etc.);
- soggettivi che quindi sono dovuti a cause fisiologiche e psicologiche dell'osservatore;
- ambientali (temperatura, pressione, umidità relativa dell'aria, velocità e direzione dei venti).

La percezione dell'odore avviene quindi solo quando una sostanza o miscela odorigena raggiunge in atmosfera una concentrazione minima, richiesta per provocare uno stimolo nel sistema ricettivo.

La principale caratteristica dell'odore è la soglia di percezione che può essere distinta in: soglia di rilevabilità dell'odore, soglia di riconoscimento delle sostanze responsabili dell'odore e infine la soglia di fastidio che è la concentrazione a cui un odore viene percepito come sgradevole.

L'odore è poi caratterizzato attraverso la definizione dell'intensità che è correlata alla concentrazione di odorante nell'aria ed è interpretabile come la forza dello stimolo olfattivo; la scala più utilizzata per la quantificazione dell'intensità prevede 6 crescenti livelli da zero (assenza di odore) a 5 (odore molto forte).

Molti degli odori tipici degli allevamenti avicoli hanno valori soglia di intensità piuttosto bassi, sono cioè rilevabili a concentrazioni pari a parti per miliardo (ppb), il che significa che essi hanno una elevata intensità a bassa concentrazione (Lacey et al., 2004). La relazione tra la concentrazione e l'intensità dell'odore è importante per stabilire l'effetto odorigeno sulla popolazione e di conseguenza per determinare strategie di abbattimento efficaci. Il fastidio



dovuto alle sostanze odorogene è infatti legato anche all'intensità stessa dell'odore. Tuttavia la relazione tra la concentrazione e l'intensità dell'odore non è lineare: Misselbrook et al. (1993) hanno dimostrato che al continuo aumentare della concentrazione odorigena il tasso di incremento dell'intensità diminuisce. Pertanto la percezione dell'intensità da parte dell'olfatto umano mostra una risposta inferiore all'aumentare della concentrazione di odore.

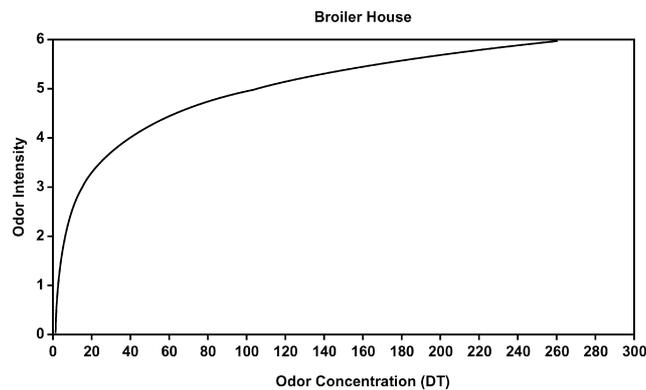


Figura 1: intensità vs concentrazione di odore (tratto da Misselbrook et al. 1993).

Infine un odore viene spesso definito attraverso la sua capacità di diffondersi (diffusibilità) e al tono edonico che rappresenta il livello di gradimento dell'odore stesso.

L'interesse crescente dell'uomo nei confronti dell'ambiente e la maggiore attenzione alla qualità della vita hanno portato negli ultimi decenni a definire gli odori molesti come inquinanti atmosferici attribuendovi una valenza spesso superiore alla reale problematica. La maggiore preoccupazione in questo contesto è soprattutto legata alla paura di rischio tossicologico poiché condizioni di cattivo odore vengono quasi sempre associate a situazioni insalubri dell'aria. A questo si deve aggiungere la progressiva espansione delle zone residenziali che spesso ha determinato frequenti attriti fra residenti e allevatori a causa del fastidio legato a questo genere di impianti. In particolare il problema dell'inquinamento olfattivo ha raggiunto negli ultimi anni una rilevanza pari ad altre forme di inquinamento (Cortellini, ARPA; Grande, 2000).

Le emissioni in atmosfera prodotte dagli animali sono costituite da gas semplici, da polveri, altri composti volatili e da bioaerosol che possono quindi generare odori. Si tratta quindi di sostanze derivanti dal metabolismo animale, dai processi di degradazione biologica delle



sostanze organiche contenute nelle deiezioni, dalle stesse attività animali e dalla manipolazione dei mangimi. Le sostanze chimiche a essi associate appartengono a diverse classi di composti chimici in particolare: acidi grassi volatili, composti dell'azoto quali ammoniaca ed ammine, composti dello zolfo, indoli e fenoli. Per gran parte di queste sostanze studi scientifici hanno rilevato che la concentrazione nell'aria è molto bassa essendo generalmente nell'ordine dei $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Solo la concentrazione di ammoniaca è generalmente superiore (Regione Piemonte, 2010).

Per la valutazione della tossicità si fa usualmente riferimento al parametro TLV (*Threshold Limit Value* fissati dall'*American Conference of Governmental Industrial Hygienists* nel 2006) 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). Anche la correlazione stimata da alcuni lavori presenti in letteratura tra l'esposizione agli odori degli allevamenti zootecnici e il rischio per la salute umana sembra sia principalmente dovuta alla componente psicologica poiché le concentrazioni di sostanze volatili al di fuori degli allevamenti sono generalmente troppo basse per causare reali problemi da salute (Nimmermark, 2004; Cole et. al. 2000). Gli allevamenti intensivi quindi indubbiamente provocano dei disturbi a livello della comunità locale ma poiché alle concentrazioni riscontrabili nell'aria queste sostanze non possono essere definibili tossiche per l'uomo (APAT, 2003), il problema principale in termini di emissioni atmosferiche è l'odore.

C'è inoltre da considerare che, allo stato dell'arte attuale, le conoscenze sulle emissioni odorigene direttamente correlate agli allevamenti avicoli sono piuttosto limitate anche se vi è un significativo apporto alla ricerca in merito ad altre specie di animali allevati, in particolare per quanto riguarda i suini (Lacey et al., 2004). E' inoltre in fase di studio la possibile relazione tra l'effetto odorigeno e la tipologia di composto (O'Neill and Phillips, 1992; Mackie et al., 1998) ma per la forte complessità delle sostanze coinvolte, per le possibili correlazioni tra le stesse e per la mancanza di tecniche ufficiali di caratterizzazione delle



emissioni tale relazione non è ancora definibile. L'unica metodologia affidabile per la misurazione degli odori è l'olfatto su cui è stato creato un metodo di misura codificato a livello europeo basato sull'olfattometria dinamica (UNI EN 13725:04).

Se da un lato, infatti, le cosiddette molestie olfattive non sono in genere pregiudizievoli per la salute (Miedema et al., 2000), dall'altro possono certamente configurarsi come un fattore di stress per la popolazione circostante, diventando spesso elemento di conflitto nel caso di impianti esistenti o nella scelta del sito per la localizzazione di nuovi impianti produttivi. Per questa ragione si pone ormai necessaria la valutazione di questi aspetti e la relativa quantificazione. Tuttavia esistono alcune difficoltà oggettive che complicano la valutazione di questo genere di inquinamento e che determinano la lacuna normativa esistente in questo settore. Attualmente infatti non esistono, a livello nazionale, normative specifiche in materia di limiti di emissione o standard di qualità dell'aria come per i comuni contaminanti atmosferici. Queste lacune sono principalmente dovute alle particolari caratteristiche dell'odore, soprattutto alla complessità dei composti odorigeni e alla variabilità nella percezione olfattiva, che rendono quindi difficile una caratterizzazione standard e ufficiale delle emissioni odorigene.

Attraverso l'olfattometria si misura principalmente la concentrazione di odore, in relazione alla determinazione della soglia di percezione di un panel di valutatori. La concentrazione dell'odore è valutata mediante la determinazione della soglia di percezione ricorrendo a progressive diluizioni del campione con aria priva di odori fino ad eliminarne la percettibilità all'olfatto umano.

La soglia di percezione viene definita come la concentrazione di sostanze odorose percepibile dal 50% del gruppo di persone preposte all'analisi che corrisponde per definizione a 1UO/m³. Attualmente questa sembra essere la metodologia più adatta per la stima dell'impatto odorigeno, tuttavia resta in essere il problema della definizione dei limiti di odore accettabili.

La normativa italiana infatti non fa esplicito riferimento alle molestie olfattive e tratta il tema degli odori in un più ampio quadro di inquinamento ambientale. In particolare il testo unico sull'ambiente, il Dlgs 152/06, definisce l'inquinamento come l'introduzione di agenti fisici, nell'aria, nell'acqua o nel suolo, che potrebbero nuocere alla salute umana o alla qualità



dell'ambiente, causare il deterioramento di beni materiali, oppure danni o perturbazioni a valori ricreativi dell'ambiente o ad altri suoi legittimi usi. Questa definizione include di fatto anche i composti odorigeni ma, nella parte quinta del T.U., tra le “Norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera”, si fa esplicito riferimento alla sola riduzione di sostanze rilevanti dal punto di vista tossicologico, manca quindi un diretto riferimento ai composti odorigeni. Anche in materia di gestione dei rifiuti (parte quarta del T.U.) si definisce la necessità di limitare le emissioni odorose (art. 178, comma 2) nel recupero e nello smaltimento dei rifiuti ma anche in questo caso mancano dei riferimenti quantitativi.

Oltre al Dlgs 152/06 anche nella normativa sanitaria si possono riscontrare riferimenti alle emissioni odorose, in particolare il Testo Unico delle leggi sanitarie (R.D. n.1265/1934) indica i criteri per la localizzazione di determinate tipologie di impianti, in modo da limitare, a livelli accettabili, eventuali molestie alla popolazione. In dettaglio individua le lavorazioni insalubri, definite come le manifatture o fabbriche che producono vapori, gas o altre esalazioni insalubri o che possano riuscire in altro modo pericolose per la salute degli abitanti indicandole in due tipologie di insediamenti: le industrie insalubri di prima e di seconda classe. Secondo questa disciplina gli allevamenti animali rientrano nella prima classe e sono sottoposti all'obbligo di localizzazione al di fuori dei centri abitati ma anche in questo caso quindi manca un riferimento quantitativo alle emissioni di odore.

La necessità di tutelare i cittadini da danni o molestie provocate anche da emissioni in atmosfera, è riscontrabile anche nel codice civile (art. 844) e nel codice penale (art. 674) dove ancora una volta emerge la volontà di limitare le emissioni odorigene ma senza un'indicazione specifica di limiti di emissione.

In questo contesto per limitare l'impatto delle emissioni subentrano alcuni interventi regionali, in particolare si cita il caso della Regione Lombardia che con D.G.R. n.7/2003 definisce un limite alle emissioni odorose all'interno delle linee guida per la costruzione e l'esercizio di impianti di compostaggio.

Tale limite è fissato a 300 UO/m³.

Uguale limite è posto anche dalla Regione Abruzzo con DGR n. 400/2004 per gli impianti di



trattamento dei rifiuti urbani. Con DGR n. 1495/2011 la Regione Emilia Romagna nella definizione dei criteri tecnici per la mitigazione degli impatti ambientali nella progettazione e gestione degli impianti a biogas pone come valore guida all'uscita dell'impianto di trattamento del digestato, il limite di 400 UO/m³.

Solo recentemente la Regione Lombardia ha fatto un passo avanti in materia di emissioni odorigene emanando le linee guida per la caratterizzazione e l'autorizzazione delle emissioni gassose in atmosfera delle attività ad impatto odorigeno (DGR n. 3018/2012). Tale decreto si applica a tutte le attività che danno luogo ad emissioni odorigene e che sono soggette ad autorizzazione integrata ambientale, ad autorizzazione alla gestione dei rifiuti o alla valutazione d'impatto ambientale. Al fine di eseguire una caratterizzazione delle emissioni odorigene, queste linee guida prevedono di ricercare tutte le possibili fonti di disturbo olfattivo, associandovi una portata d'odore (ouE/s) che per l'autorizzazione ai nuovi impianti può essere fatta tramite dati tratti da monitoraggi eseguiti su impianti simili o da pubblicazioni scientifiche. Successivamente sulla base dei dati meteorologici e orografici del territorio, è previsto l'utilizzo di un modello di dispersione per verificare l'entità del disturbo olfattivo provocato nel raggio di 3 km dai confini dello stabilimento sui ricettori presenti nell'area realizzando mappe di impatto riportanti le aree di iso-concentrazione a 1, 3 e 5 ouE/m³ (picco di odore al 98° percentile), tenendo presente che:

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

Infine la Giunta Regionale decorsi tre anni dall'adozione di queste linee guida avrà il compito di individuare i limiti di tollerabilità in termini di presenza odorigena caratteristici a seconda della vocazione del territorio regionale da applicare, come detto, alle attività soggette alla normativa in materia di Valutazione d'Impatto Ambientale (VIA), Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) e autorizzazione alla gestione di rifiuti. Si tratta quindi di un'applicazione trasversale per tutte queste tipologie di impianti ma che per ora esclude le attività zootecniche per le quali è prevista l'emanazione di un atto specifico per questo settore.



Si riassume quindi:

- **soglia di percezione assoluta o di rilevabilità:** è la concentrazione a cui è certa la rilevabilità dell'odore. Ciò corrisponde al valore di potenziale critico di membrana richiesto per provocare uno stimolo nel sistema ricettivo. Viene indicata con la sigla ATC (Absolute Threshold Concentration) o con l'equivalente OT (Odor Threshold);
- **soglia di riconoscimento delle sostanze responsabili dell'odore:** concentrazione a cui l'individuo è in grado, non solo di rilevare l'odore, ma anche di riconoscerne le sostanze responsabili;
- **soglia di fastidio o di contestazione:** è la concentrazione a cui un odore viene percepito come sgradevole.

Tali soglie olfattive rappresentano così la percentuale di un gruppo di persone che riconosce la presenza di un odore (possono riferirsi al 50% o al 100% delle persone esposte).

Nel caso delle sostanze odorose, è utile confrontare il valore di soglia di percettibilità olfattiva (OT) con il TLV; le sostanze con rapporto inferiore a 1 verranno percepite all'olfatto prima di determinare i propri effetti tossici, viceversa le altre.

Indicatore dell'odore: ammoniaca

L'odore pungente caratteristico degli allevamenti avicoli è causato dalla presenza di concentrazioni di ammoniaca, quindi si è scelto di prendere come indicatore dell'odore dall'allevamento la concentrazione di ammoniaca. Questo è dovuto al fatto che vi sono numerosi studi sulla produzione di ammoniaca da parte degli avicoli, mentre non vi è altrettanta bibliografia inerente le Unità odorimetriche degli allevamenti.

Di seguito si riporta una tabella con i principali composti presenti in un impianto di compostaggio: i dati oggettivi delle soglie di tossicità (TLV) vengono mantenuti in diverse altre tabelle riportate nei testi, mentre i dati delle soglie di odore variano da tabella a tabella proprio per la soggettività con cui sono determinati.



	Sensazione odorosa	100 % Odor Threshold ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	TLV ¹ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Solforati			
Idrogeno solforato	uova marce	1,4	14.000
Solfuro di carbonio	Solfuro	60	3.240
Dimetilsolfuro	legumi in decomposizione	258	-
Dimetildisolfuro	Putridume	16	-
Metilmercaptano	cavolo marcio	70	1.000
Etilmercaptano	cipolla in decomposizione	5,2	1.250
Isopropilmercaptano		0,6	-
Propilmercaptano		2,2	-
Butilmercaptano		3,0	1.800
Acidi			
acetico	Aceto	4.980	25.000
propionico	rancido, pungente	123	30.000
butirrico	burro rancido	73	-
valerico	sudore, traspirazione	3	-
esanoico		29	-
Ammine			
metilammina	pesce avariato	3.867	12.000
dimetilammina	pesce avariato	9.800	24.000
trimetilammina	pesce avariato	11.226	9.200
etilammina	Ammoniacale	1.497	18.000
dietilammina	pesce avariato	911	30.000
ammoniaca	Pungente	38.885	18.000
Aldeidi			
formaldeide	paglia/fieno pungente	1.247	370
acetaldeide		549	180.000
acroleina	bruciato, pungente	46.560	230
propionaldeide		193	-
butirraldeide	Rancido	120	-

¹ Threshold limit value

Si riportano in merito ulteriori valori riscontrati in letteratura per le soglie olfattive dell'ammoniaca e la concentrazione di irritazione. È importante sottolineare che tali valori valgono essenzialmente per il singolo componente chimico, senza alcun altro elemento presente in aria. (Rif. R. G. Rice, A. Netzer: Handbook of ozone technology and application, Vol.1, Ann Arbor Science, The Butterworth Group, 1982).

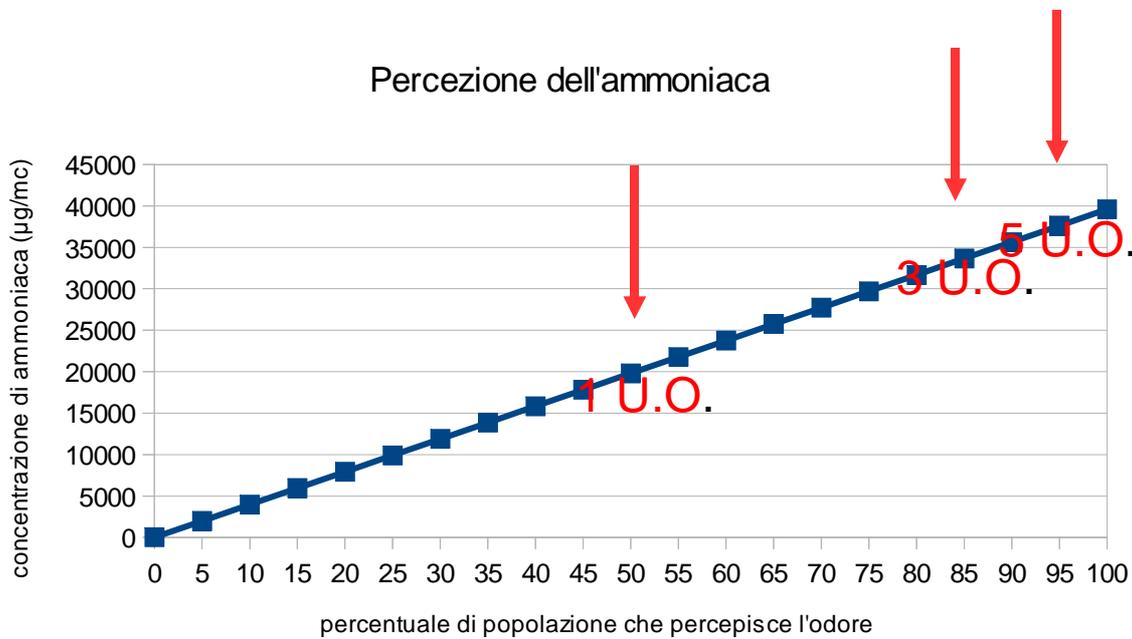


Composto chimico	Soglia bassa	Soglia alta [mg/m ³]	Descrizione dell'odore	Concentrazione di irritazione [mg/m ³]
Acenaphthene	0,5048	0,5048		
Acetaldehyde	0,0002	4,1400	Verde, dolce fruttato	90,00
Acetic acid	2,5000	250,0000	Agro, acetico	25,00
Acetic anhydride	0,5600	1,4400	Pungente, acido, agro	20,00
Acetone	47,4666	1613,8600	Mentolato, dolce	474,67
Acetonitrile	70,0000	70,0000	Etereo 875,00	
Acetophenone	0,8347	2,9460	Dolce, mandorla	
Acetyl acetone	0,0409	0,0409		
Acetylene	657,2000	657,2000		
Acrolein	0,0525	37,5000	Bruciato, dolce	1,25
Acrylic acid	0,2820	3,1200	Rancido, dolce	
Acrylonitrile	8,1000	78,7500	Pungente come cipolla e aglio	
Aldrin	0,2536	0,4027		
Allyl alcohol	1,9500	5,0000	Pungente, senape	12,50
Allyl alcohol (N-)	150,0000	150,0000		
Allyl amine	14,5080	14,5080		187,20
Allyl chloride	1,4100	75,0000	Verde, aglio, cipolla	75,00
Allyl disulfide	0,0005	0,0005		38,06
Allyl glycidyl ether	44,0000	44,0000	Dolce	1144,00
Allyl isocyanide	0,0610	5,4240	Dolce, ripugnante	17,02
Allyl isothiocyanate	0,0325	1,7052	Olio di senape	17,05
Allyl mercaptan	0,0002	0,0515	Aglio	454,50
Allyl sulfide	0,0007	0,0007		6500,64
Ammonia	0,0266	39,6000	Pungente, irritante	72,00
Amyl acetate (N-)	0,0265	37,1000	Fruttato, banana, pera	530,00
Amyl acetate (see-)	0,0107	0,0107		
Amyl alcohol (iso-)	25,2000	25,2000		
Amyl alcohol (N-)	0,4332	72,2000	Dolce	
Amyl alcohol (tert-)	0,8303	0,8303		
Amyl amine (N-)	56,6040	132,0760		
Amyl mercaptan	0,0001	0,0018		
Amyl mercaptan (iso-)	0,0018	0,0018		
Aniline	0,0002	350,0000	Pungente, di ammina	
Anisole	0,2210	0,2210		
Apiole	0,0570	0,0570		

Dal momento che non vi è in letteratura una fonte che stabilisce per l'ammoniaca l'equivalenza tra la concentrazione delle emissioni ($\mu\text{g}/\text{mc}$) e l'unità odorimetrica (U.O.), si è deciso di equiparare la soglia minima e la soglia massima di percezione al numero di persone in grado di percepire tale odore, creando quindi una scala di valori che vanno da 0% a 100%.

Per fare questo si è stabilito che:

- la soglia minima di percezione, pari a 26,6 $\mu\text{g}/\text{mc}$, è riferita allo 0% delle persone;
- la soglia massima, pari a 39.600 $\mu\text{g}/\text{mc}$, è riferita al 100% delle persone.



Applicando le U.O. alla percentuale di popolazione si ottengono i seguenti valori per ogni concentrazione di ammoniaca:

U.O.E/mc	% della popolazione che percepisce l'odore	concentrazione di ammoniaca µg/mc
0	0	26,6
1	50	19.800
3	85	33.660
5	95	37.620
	100	39.600

Tali valori verranno utilizzati per il confronto dei dati ottenuti dalla simulazione.



CARATTERIZZAZIONE METEOCLIMATICA

I dati meteorologici utilizzati per l'implementazione del programma WinDimula si riferiscono all'anno solare 2013 e sono stati forniti dalla Stazione Meteorologica ARPAV di Quinto Vicentino.

L'area di studio si localizza in una zona pianeggiante della pianura padana, caratterizzata da un clima temperato – umido.

Per uno studio più approfondito sull'andamento climatico, si riportano le medie climatiche ufficiali registrate nel trentennio 1971 – 2000 pubblicate nell'Atlante climatologico d'Italia del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare.

VICENZA AEROPORTO (1971-2000)	Mesi												Stagioni				Anno
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Inv	Pri	Est	Aut	
T. max. media (°C)	7,0	9,3	13,5	17,3	22,8	26,2	29,1	28,7	24,3	18,4	11,8	7,5	7,9	17,9	28,0	18,2	18,0
T. min. media (°C)	-1,0	-0,1	3,3	7,0	11,9	15,5	17,7	17,2	13,5	8,5	3,1	-0,4	-0,5	7,4	16,8	8,4	8,0
T. max. assoluta (°C)	15,9 (1992)	21,7 (1990)	26,8 (1997)	30,0 (2000)	32,2 (1993)	36,6 (1996)	37,2 (1998)	37,0 (1998)	33,2 (1997)	26,9 (1986)	20,4 (1972)	17,8 (1983)	21,7	32,2	37,2	33,2	37,2
T. min. assoluta (°C)	-20,0 (1985)	-16,5 (1991)	-7,0 (1971)	-0,6 (1997)	1,5 (1979)	6,6 (1986)	8,6 (1991)	8,0 (1995)	4,8 (1972)	-3,6 (1997)	-6,8 (1988)	-10,4 (1996)	-20,0	-7,0	6,6	-6,8	-20,0
Giorni di calura ($T_{max} \geq 30 \text{ °C}$)	0	0	0	0	0	5	13	12	1	0	0	0	0	0	30	1	31
Giorni di gelo ($T_{min} \leq 0 \text{ °C}$)	19	16	6	0	0	0	0	0	0	8	19	54	6	0	8	68	
Precipitazioni (mm)	76,5	67,9	76,9	97,3	100,0	104,3	74,0	79,5	92,7	115,5	93,7	81,5	225,9	274,2	257,8	301,9	1 059,8
Giorni di pioggia	7	5	6	10	10	9	7	7	6	8	7	6	18	26	23	21	88
Giorni di nebbia	13	8	6	2	1	0	0	0	3	7	9	10	31	9	0	19	59
Umidità relativa media (%)	80	75	72	73	71	72	70	70	73	78	80	81	78,7	72	70,7	77	74,6

In base alle medie climatiche del periodo la temperatura media del mese più freddo, gennaio, è di +3,0 °C, mentre quella del mese più caldo, luglio, è di +23,4 °C; mediamente si contano 68 giorni di gelo all'anno e 31 giorni con temperatura massima uguale o superiore ai +30 °C.

Le precipitazioni medie annue si attestano a 1.060 mm, mediamente distribuite in 88 giorni di pioggia, con minimo relativo in inverno, picco massimo in autunno e massimo secondario in primavera per gli accumuli.

L'umidità relativa media annua fa registrare il valore di 74,6% con minimi di 70% a luglio e



Studio Agronomico Forestale dott. Baldo Gabriele

Località Ritonda 77 – 37047 San Bonifacio VR
Tel. 045.7612622 - Fax 045.6107756 - Mail: baldo@agricolturaesviluppo.it

ad agosto e massimo di 81% a dicembre; mediamente si contano 59 giorni di nebbia all'anno.

Nella tabella sottostante sono riportate le temperature massime e minime assolute mensili, stagionali ed annuali dal 1951 al febbraio 2008, con il relativo anno in cui si queste si sono registrate. La massima assoluta del periodo esaminato di +38,2 °C è dell'agosto 2003, mentre la minima assoluta di -20,0 °C è del gennaio 1985.

VICENZA AEROPORTO (1951-2008)	Mesi												Stagioni				Anno
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Inv	Pri	Est	Aut	
T. max. assoluta (°C)	15,9 (1992)	21,7 (1990)	26,8 (1997)	30,0 (2000)	34,8 (2001)	37,4 (2003)	37,4 (1952)	38,2 (2003)	33,2 (1997)	29,4 (1956)	24,4 (2004)	17,8 (1983)	21,7	34,8	38,2	33,2	38,2
T. min. assoluta (°C)	-20,0 (1985)	-18,6 (1956)	-10,0 (2005)	-3,2 (2003)	-0,8 (1957)	2,6 (1953)	8,6 (1991)	8,0 (1995)	3,8 (2004)	-3,6 (1997)	-8,0 (1965)	-13,0 (2005)	-20,0	-10,0	2,6	-8,0	-20,0

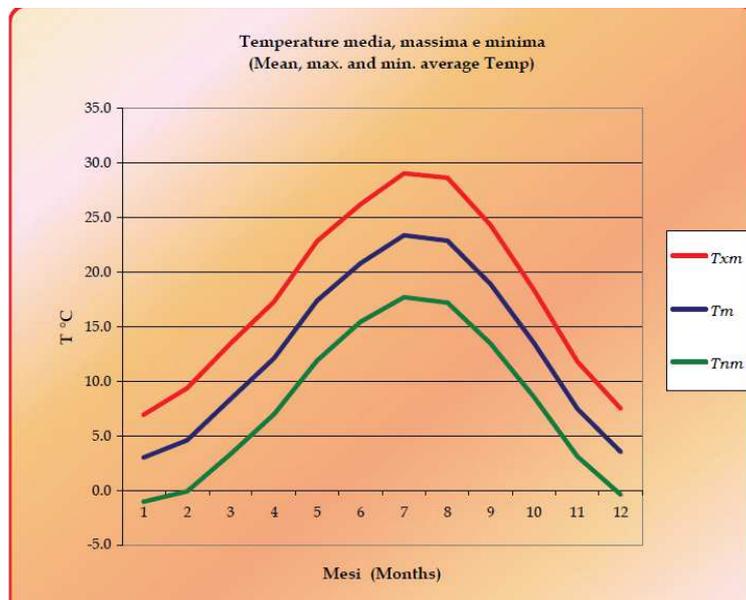
Di seguito i valori delle temperature minima, massima e media, distinte per mese e stagione.

VICENZA (VI) 53 m. s.l.m. (a.s.l.)												
TEMPERATURE												
MM	Tm	Tx 1d	Tx 2d	Tx 3d	Txm	Tn 1d	Tn 2d	Tn 3d	Tnm	Tx P85-15	Tn P85-15	
Gen(Jan)	3.0	6.3	6.6	7.8	7.0	-1.4	-1.1	-0.6	-1.0	6.8	8.2	
Feb(Feb)	4.6	8.5	9.0	10.8	9.3	-0.7	0.0	0.5	-0.1	7.6	7.4	
Mar(Mar)	8.4	11.7	13.7	14.9	13.5	1.9	3.2	4.7	3.3	8.0	7.0	
Apr(Apr)	12.1	16.3	16.9	18.7	17.3	6.5	6.1	8.3	7.0	7.8	6.1	
Mag(May)	17.4	21.2	23.0	24.2	22.8	10.3	12.2	13.1	11.9	8.8	6.2	
Giu(Jun)	20.8	25.6	25.8	27.2	26.2	14.8	15.2	16.4	15.5	8.1	5.6	
Lug(Jul)	23.4	28.5	29.1	29.5	29.1	17.2	17.9	17.9	17.7	6.2	5.1	
Ago(Aug)	22.9	29.7	29.3	27.1	28.7	18.0	17.7	16.1	17.2	7.4	5.8	
Set(Sep)	18.9	25.4	24.5	23.0	24.3	14.3	13.5	12.6	13.5	6.8	6.4	
Ott(Oct)	13.5	20.4	18.7	16.3	18.4	10.8	8.9	6.1	8.5	7.7	8.4	
Nov(Nov)	7.5	13.9	11.8	9.8	11.8	4.8	3.1	1.4	3.1	7.0	9.4	
Dic(Dec)	3.5	8.3	7.5	6.7	7.5	0.0	-0.4	-0.8	-0.4	6.2	8.2	
MM	NgTn ≤ 0	NgTn ≤ -5	NgTx ≥ 25	NgTx ≥ 30	GrGi > 0	GrGi > 5	GrGi _18	Txx	An Tx	Tnn	An Tn	
Gen(Jan)	19.1	5.1	0.0	0.0	104	0	482	15.9	1992	-20.0	1985	
Feb(Feb)	15.8	2.1	0.0	0.0	133	0	377	21.7	1990	-16.5	1991	
Mar(Mar)	5.5	0.2	0.1	0.0	261	107	299	26.8	1997	-7.0	1971	
Apr(Apr)	0.2	0.0	0.7	0.0	364	214	177	30.0	2000	-0.6	1997	
Mag(May)	0.0	0.0	10.6	0.0	539	384	49	32.2	1993	1.5	1979	
Giu(Jun)	0.0	0.0	20.4	5.1	621	472	9	36.6	1996	6.6	1986	
Lug(Jul)	0.0	0.0	28.5	12.7	727	571	0	37.2	1998	8.6	1991	
Ago(Aug)	0.0	0.0	26.6	11.9	711	556	1	37.0	1998	8.0	1995	
Set(Sep)	0.0	0.0	13.7	1.0	555	408	21	33.2	1997	4.8	1972	
Ott(Oct)	0.4	0.0	1.1	0.0	417	262	143	26.9	1986	-3.6	1997	
Nov(Nov)	7.6	0.5	0.0	0.0	224	75	316	20.4	1972	-6.8	1988	
Dic(Dec)	18.5	3.3	0.0	0.0	112	0	436	17.8	1983	-10.4	1996	



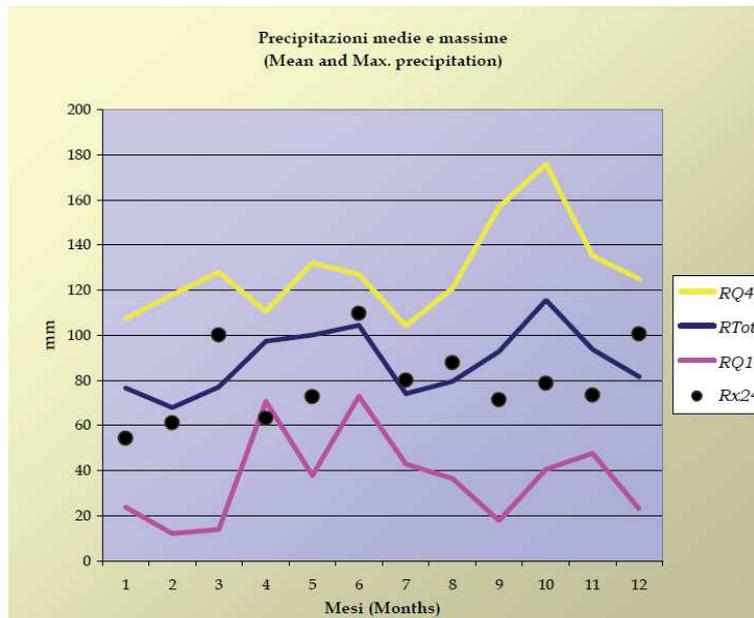
Studio Agronomico Forestale dott. Baldo Gabriele

Località Ritonda 77 – 37047 San Bonifacio VR
Tel. 045.7612622 - Fax 045.6107756 - Mail: baldo@agricolturaesviluppo.it

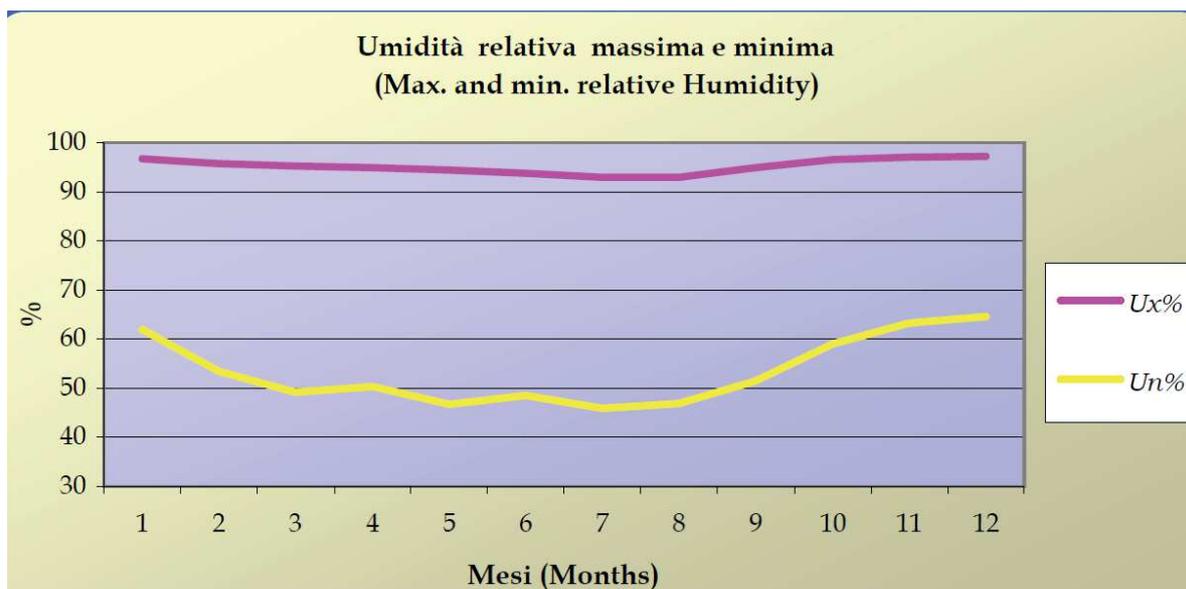


Di seguito i valori delle precipitazioni minima, massima e media, distinte per mese e stagione.

PRECIPITAZIONI E FENOMENI (PRECIPITATION AND PHENOMENA)											
MM	RTot	RQ0	RQ1	RQ2	RQ3	RQ4	RQ5	Rx12a	Rx12b	Rx24	An Rx24
Gen(Jan)	76.5	0.0	23.8	54.2	72.5	107.4	226.8	36.0	38.0	54.2	1972
Feb(Feb)	67.9	1.1	12.0	31.2	53.2	117.8	243.0	41.0	35.4	61.0	1972
Mar(Mar)	76.9	4.1	13.8	53.9	86.0	127.8	215.7	51.0	80.0	100.0	1999
Apr(Apr)	97.3	4.8	70.6	84.2	97.3	110.5	241.5	48.4	36.8	63.0	1997
Mag(May)	100.0	6.5	37.9	91.6	105.6	132.0	225.4	44.8	72.6	72.6	1976
Giu(Jun)	104.3	11.7	72.8	81.7	108.3	126.9	258.8	56.4	94.0	109.6	1988
Lug(Jul)	74.0	4.4	42.8	60.6	73.0	104.0	194.9	52.8	80.0	80.0	1991
Ago(Aug)	79.5	19.9	36.4	59.6	76.1	120.8	214.6	59.4	45.2	87.8	1987
Set(Sep)	92.7	0.6	17.7	49.2	93.3	166.7	249.4	56.4	53.2	71.4	1992
Ott(Oct)	115.5	8.1	40.5	84.9	128.0	175.7	278.0	52.2	49.4	78.6	1991
Nov(Nov)	93.7	0.6	47.7	68.6	89.3	135.1	335.0	34.2	48.2	73.4	2000
Dic(Dec)	81.5	0.2	23.1	60.5	76.5	124.8	226.9	70.0	43.2	100.4	1983
MM	NgR >1	NgR >5	NgR >10	NgR >50	Ng Fog	Ux%	Un%	Ng h6 Nuv<4	Ng h6 Nuv>4	Ngh18 Nuv<4	Ngh18 Nuv>4
Gen(Jan)	7.0	4.2	2.9	0.1	12.8	97	62	14.2	16.6	14.4	16.4
Feb(Feb)	5.0	3.3	2.1	0.1	8.1	96	53	14.0	13.8	15.9	12.4
Mar(Mar)	6.4	4.0	2.7	0.2	5.7	95	49	14.2	16.7	16.0	14.9
Apr(Apr)	9.5	5.3	3.1	0.1	2.0	95	50	12.7	18.2	13.8	17.2
Mag(May)	10.0	5.9	3.4	0.2	0.9	94	47	15.3	15.8	14.3	16.6
Giu(Jun)	9.3	5.4	3.5	0.1	0.1	94	49	15.8	13.9	15.7	14.1
Lug(Jul)	6.8	3.8	2.6	0.1	0.1	93	46	19.2	11.8	20.3	10.7
Ago(Aug)	6.7	4.3	3.0	0.2	0.2	93	47	20.1	10.7	20.1	10.7
Set(Sep)	6.1	3.9	3.0	0.2	2.8	95	51	16.7	13.2	18.5	11.5
Ott(Oct)	7.5	5.3	3.6	0.4	7.1	97	59	14.6	16.4	17.1	13.7
Nov(Nov)	7.1	5.0	3.5	0.1	8.9	97	63	12.9	17.1	15.5	14.4
Dic(Dec)	6.4	4.0	2.7	0.2	9.8	97	65	14.2	16.6	15.4	15.3



Si riporta anche il grafico riguardante all'umidità relativa massima e minima.



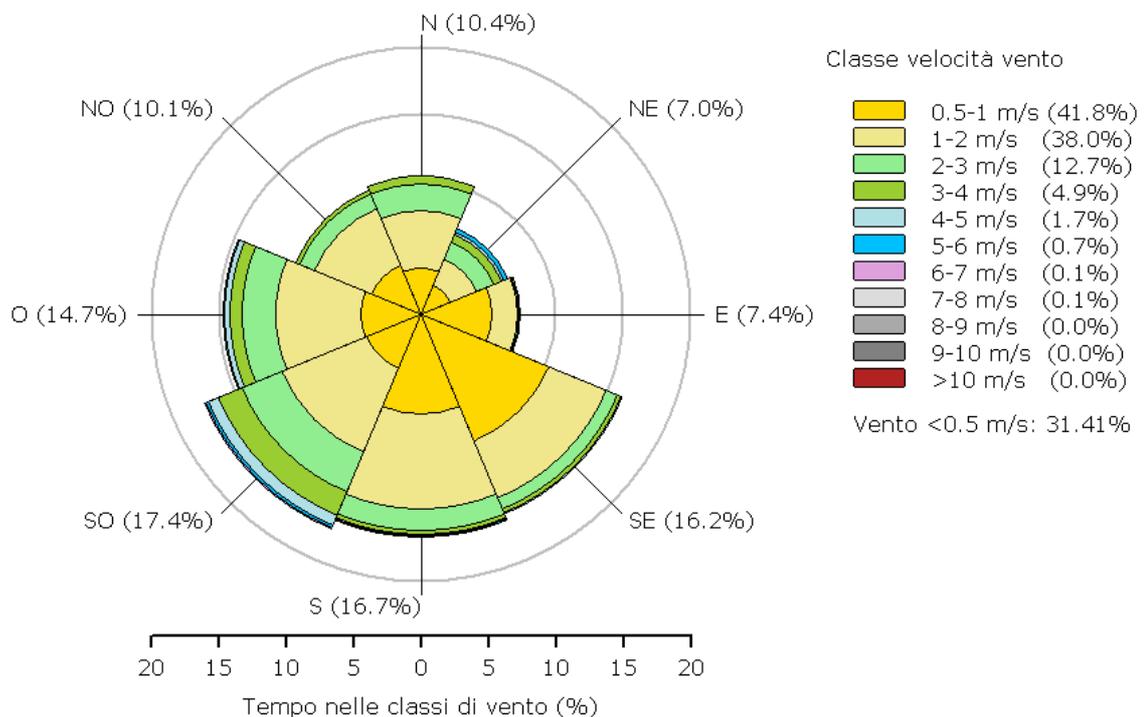


Dai dati meteo orari relativi al 2013, richiesti al centro meteo Arpav di Teolo, riferiti alla stazione meteo di Quinto Vicentino si sono ottenuti:

La distribuzione dei venti

La distribuzione dei venti si è ottenuta con il programma Odi Gauss inserendo i dati meteo del vento (direzione e velocità) relativi all'anno 2013 (stazione di Quinto Vicentino). Ne risulta che l'area presa in esame è prevalentemente soggetta ad un vento di provenienza nord-est. Il settore corrispondente è infatti tra i settori in cui si registra la massima velocità e frequenza di accadimento.

Rosa dei venti (RISULTATI_CARLI_POLVERI)



OdiGaussC 3.0.1



Classi di stabilità atmosferica

Dai dati meteorologici si può ricavare la distribuzione delle classi di stabilità di Pasquill, utile per determinare le turbolenze presenti nell'aria, che hanno effetti significativi sulla risalita e dispersione degli inquinanti atmosferici. Tale classificazione in incrementi definiti tiene conto della velocità del vento, della radiazione solare incidente o percentuale notturna di copertura nuvolosa. Le classi partono dalla A, che denota le maggiori turbolenze, fino alla F, più stabile.

Esistono diversi criteri empirici e teorici che permettono di definire il grado di turbolenza atmosferica. L'applicazione di modelli gaussiani come ISC3, AERMOD, CALINE, richiede generalmente la classificazione della stabilità in 6 classi, secondo lo schema di Pasquill-Gifford:

Classe Pasquill	Classe nei modelli	Descrizione
A	1	instabilità forte
B	2	instabilità moderata
C	3	instabilità debole
D	4	neutralità
E	5	stabilità debole
F	6	stabilità moderata
G		stabilità forte

L'attribuzione della classe di stabilità avviene attraverso diversi schemi analitici; nel seguito vengono citati i più utilizzati.

velocità vento (m/s)	radiazione solare totale (W/m ²)			cielo coperto	ore di transizione*	copertura nuvolosa (ottavi)		
	> 600	300-600	< 300			0-3	4-7	8
≤ 2	A	A – B	B	C	D	F o G**	F	D
2 – 3	A - B	B	C	C	D	F	E	D
3 – 5	B	B – C	C	C	D	E	D	D
5- 6	C	C – D	D	D	D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D	D	D	D

* 1 ora prima del tramonto e 1 ora dopo l'alba

** notte, 0 o 1 ottavi copertura nuvolosa, calma di vento

La classificazione della stabilità secondo lo schema empirico sopra riportato avviene mediante



valutazione di alcune grandezze misurate al suolo: copertura nuvolosa, radiazione solare, velocità del vento.

I dati di nuvolosità derivano dalle osservazioni effettuate dall'aeronautica militare (dati SYNOP a cadenza tri-oraria).

Il metodo ritenuto attualmente più appropriato dal punto di vista operativo per la classificazione della stabilità atmosferica, data la disponibilità dei dati, è il metodo empirico di Pasquill; a tal fine si adotta la seguente tabella di classificazione (derivata da Mohan e Siddiqui, 1998):

		Giorno						Notte			
		Radiazione solare W/m ²					tramonto-1h alba-1h	Nuvolosità ottavi			
vento(m/s)	>750	600<<750	450<<600	300<<450	150<<300	<150		vento(m/s)	0-3	4-7	8
0<<1	A	A	A	B	B	C	D	<1	F	F	D
1<<2	A	A	B	B	B	C	D	<2	F	F	D
2<<3	A	B	B	B	C	C	D	<3	F	E	D
3<<4	B	B	B	B	C	C	D	<4	E	D	D
4<<5	B	B	C	C	C	C	D	<5	E	D	D
5<<6	C	C	C	D	D	D	D	<6	D	D	D
>6	C	C	D	D	D	D	D	>6	D	D	D

Come si può notare si fa la scelta di imporre classi instabili e al più neutre per il giorno e classi stabili e al più neutre per la notte; questa scelta, pur essendo ragionevole nella maggior parte dei casi, potrebbe avere alcune eccezioni specialmente nella stagione fredda quando sulla pianura sono presenti classi stabili anche di giorno, e in presenza di fronti freddi di notte quando l'irruzione di aria fredda può distruggere la stabilità.

Ad un dato sito viene attribuita la copertura nuvolosa interpolata dalle stazioni sinottiche disponibili a cadenza trioraria, e riportata a cadenza oraria con una ulteriore interpolazione.

Utilizzo del dato di pioggia

Data la difficoltà a reperire dati di copertura nuvolosa affidabili si utilizza il dato di



precipitazione. Si attribuisce copertura 8/8 se entro le 3 ore almeno un dato di precipitazione è maggiore a 0.4mm.

Ricoprimento buchi nella copertura nuvolosa (tcc) dalle stazioni sinottiche

Quando la copertura nuvolosa interpolata dai dati sinottici non è disponibile (buchi nel database), essa viene stimata confrontando la radiazione teoria e la radiazione misurata, integrate su 24 ore per questioni di affidabilità del calcolo.

Nelle ore diurne non cambia nulla nella classificazione di Pasquill mentre l'altezza di rimescolamento può subire delle marginali variazioni.

Nelle ore notturne possono invece essere erroneamente classificate, tipicamente si sovrastima la stabilità perché difficilmente la copertura misurata potrà essere 8/8.

Altezza dello strato di rimescolamento e altre variabili micrometeorologiche

L'altezza dello strato di rimescolamento è stata stimata mediante il metodo del bilancio energetico, utilizzato anche nei processori meteorologici US_EPA: METRO, AIRMET, CALMET.

Questo metodo passa attraverso la stima del flusso di calore sensibile e il calcolo iterativo della lunghezza di Monin-Obukhov e della velocità di frizione superficiale. A partire da questi parametri si stima mediante due procedimenti diversi l'altezza di rimescolamento rispettivamente diurna e notturna.

Hmix diurna in condizioni convettive è ottenuta dalla conoscenza del flusso di calore superficiale e dal profilo verticale di temperatura, in condizioni non convettive mediante il metodo di Venkatram.

Hmix notturna è stimata mediante il confronto fra i valori ottenuti mediante due relazioni empiriche dovute a Venkatram e a Zilitinkevich.



MODELLO DI CALCOLO

Come si è precedentemente scritto il modello utilizzato per il calcolo delle dispersioni in atmosfera è il WinDimula 3. I modelli gaussiani, come il WD3, sono caratterizzati da una relativa semplicità, che li rende adatti agli studi di impatto ambientale, e richiedono un set di dati iniziale ridotto e facilmente reperibile. Rispetto alle versioni precedenti è stata inoltre implementata la differenziazione tra gas e particolato e la possibilità di analizzare anche le situazioni in calma di vento (in questo caso il calcolo viene implementato con il modello di Cirillo-Poli basato sull'integrazione temporale dell'equazione gaussiana a puff, non potendo applicare l'altro modello per assenza di vento). Il calcolo impiegato è lo Short Term o puntuale, che definisce il calcolo istantaneo della concentrazione specificando in input un insieme di dati meteorologici, come la velocità del vento, la temperatura ambientale e la stabilità atmosferica.

Questa prima fase di elaborazione genera in output i dati che possono essere utilizzati per la postprocessione. Il programma (WDPostProc) consente l'analisi dettagliata dei risultati dei calcoli diffusionali ottenuti con i modelli matematici. Nello specifico permette il confronto con i limiti di legge (possono essere impostati anche il numero di superamenti ammessi), il calcolo dei percentili e l'estrazione di serie numeriche di concentrazione sia temporali che spaziali. Poiché sono stati implementati i dati meteorologici orari dell'intero anno 2013, per ogni inquinante analizzato si sono potute calcolare diverse serie di valori medi, in base al arco temporale di confronto. Il programma restituisce quindi la concentrazione media (oraria, giornaliera, annua o sulle 8 ore) dell'inquinante considerato, per ogni punto del reticolo impostato e per i recettori indicati all'inizio della simulazione.

É inoltre possibile creare una rappresentazione grafica dei valori ottenuti, con l'importazione delle tabelle nel programma Analisi Grafica. La successiva sovrapposizione con la Carta Tecnica Regionale (CTR) permette di valutare visivamente e più facilmente gli eventuali effetti sinergici, cioè la sovrapposizione dei pennacchi delle singole sorgenti, e l'area soggetta alla diffusione dell'inquinante.



Reticolo

Scelta l'origine, esterna all'area considerata, viene costruito un reticolo fittizio, da 1500 x 1500 metri, per rapportare le distanze delle sorgenti e dei recettori coinvolti nello studio. Nel caso specifico si sono considerati come sorgenti i quattro capannoni di Carli Luciano e la concimaia in progetto, posizionando il punto di emissione centrale al lato in cui saranno presenti i ventilatori e al centro della concimaia.

Sono stati anche considerati i capannoni avicoli del vicino centro zootecnico della ditta Carli Agostino, costituito da quattro capannoni, con ventilazione forzata posizionata centralmente al lato lungo.

Si sono quindi ricavate tutte le coordinate X, Y. Il passo utilizzato, cioè la cella più piccola identificata nel reticolo, è stata di 50 x 50 metri, formando un'area di calcolo di 1.500 m x 1.500 m intorno ai capannoni.

Sorgenti

Le sorgenti delle emissioni sono rappresentate dai capannoni (A, C, D ed E di Carli Luciano, 1, 2, 3 e 4 di Carli Agostino), in cui avviene la fase produttiva, e dalla concimaia. Tutti i fabbricati sono dotati di ventilatori estrattori, in numero di 10 per capannone, necessari per veicolare l'aria all'esterno, mantenendo l'ambiente interno idoneo alla vita degli animali.

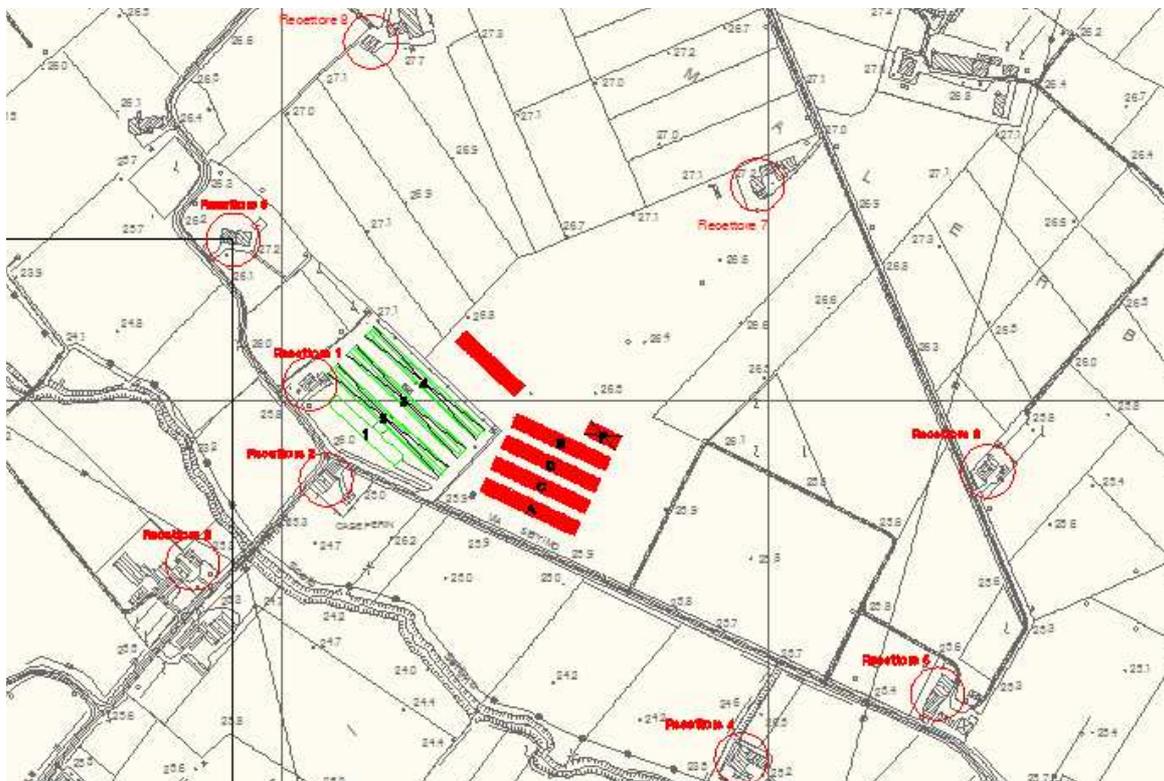
Nella seguente tabella sono riportate le coordinate X,Y delle sorgenti.

Sorgente	X	Y
capannone A	803,0	866,5
capannone C	813,8	889,2
capannone D	824,3	911,3
capannone E	834,9	933,7
CONCIMAIA	829,0	963,6
Capannone 1	619,9	937,0
Capannone 2	608,8	979,3
Capannone 3	627,6	998,9
Capannone 4	646,6	1018,4



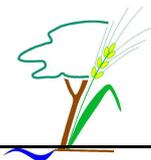
Recettori

I recettori rappresentano le case di civile abitazione più vicine all'allevamento, e che quindi potrebbero essere maggiormente esposte alla diffusione degli inquinanti e degli odori originati dai cicli produttivi. Sono state identificate 9 case: il recettore n°1 è la casa di abitazione di Carli Luciano e di Carli Agostino.



Di seguito si riportano le coordinate prese per ogni recettore.

RECETTORI	X	Y
Casa 1	528,5	1017,3
Casa 2	545,6	917,7
Casa 3	407,6	830,5
Casa 4	972,4	627,2
Casa 5	1174,1	695,7
Casa 6	1225,7	926,2
Casa 7	989,5	1224,5
Casa 8	590,7	1372,3
Casa 9	450,4	1167,0



ANALISI INQUINANTI

Ammoniaca – NH₃

Le emissioni di ammoniaca vengono calcolate in base ai parametri individuati dal DM 29 gennaio 2007 “Emanazione di Linee Guida per l’individuazione e l’utilizzazione delle Migliori Tecniche Disponibili”.

Tali parametri consistono in:

- ammoniaca: 0,08 kg/capo all’anno dai ricoveri (dato aggiornato da DgrV 1105/2009)
0,016 kg/capo all’anno dallo stoccaggio (cumulo in campo e concimaia);
0,02 kg/capo all’anno dallo spandimento.

Il parametro dell’ammoniaca nei ricoveri prende come riferimento un allevamento che non adotta le Migliori Tecniche Disponibili, quindi con condizioni di umidità, temperatura e ventilazione non ottimali. Ciò deriva dal fatto che non esistono dati sulle emissioni gassose da allevamenti con impianti ottimali.

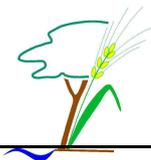
Tale tipologia di allevamento porterà ad un livello massimo di emissioni come di seguito riportato:

CARLI LUCIANO	Presenza media annua	Stabulazione	Stoccaggio	Distribuzione	TOTALE
		ammoniaca	ammoniaca	ammoniaca	ammoniaca
N°/ciclo	N° capi	kg/anno	Kg/anno	kg/anno	Kg/anno
129.338	84.414	6.753,1	1.350,6	1.688,28	9.791,98

CARLI AGOSTINO	Presenza media annua	Stabulazione	Stoccaggio	Distribuzione	TOTALE
		ammoniaca	ammoniaca	ammoniaca	ammoniaca
N°/ciclo	N° capi	kg/anno	Kg/anno	kg/anno	Kg/anno
148.345	97.424	7.793,9	1.558,8	1.948,48	11.301,18

Consistenza media annua: calcolata in base ai capi potenziali accasati fino a 39 kg/mq, con mortalità media del 5 % e sfoltimento a circa 35 giorni.

È stato quindi stimato che gli allevamenti emetteranno in atmosfera 14.547 kg di ammoniaca



all'anno dai capannoni e 1.350,6 kg all'anno dalla concimaia (solo Carli Luciano). Lo stoccaggio di Carli Agostino viene effettuato in altra sede, presso due concimaie in comodato gratuito.

Le emissioni da distribuzione in campo, pari a 3.636,7 kg di ammoniaca all'anno, non sono state conteggiate per la simulazione, in quanto la loro distribuzione è ampia: da quanto dichiarato nella Comunicazione Nitrati le due aziende utilizzano terreni in conduzione e in asservimento, nei seguenti Comuni:

Comune	Ettari di SAU	NH3 kg/ha	Kg ammoniaca/anno
Grumolo delle Abbadesse	15,2607	31,18	475,8
Montegalda	47,4322	31,18	1.478,9
Vicenza	1,6163	31,18	50,4
Castegnero	3,4180	31,18	106,6
Longare	11,8763	31,18	370,3
Veggiano	34,7300	31,18	1.082,9
Torri di Quartesolo	2,2875	31,18	71,3
TOTALE	116,6210		3.636,2

La superficie totale, utilizzata per lo smaltimento della pollina, risulta pari a 116,6210 ettari.

Rapportando le emissioni di ammoniaca (kg) alla superficie agricola utile (SAU) si ottengono: 31,18 kg di NH₃/ha all'anno. Il Comune che avrà il maggior carico di emissioni di ammoniaca da pollina sarà quello di Montegalda, con 1.478,9 kg di ammoniaca all'anno. Non si ritiene che tale emissione possa creare particolari problematiche. Si sottolinea, inoltre, che a seguito del suo spargimento la pollina viene immediatamente interrata, nel rispetto delle MTD che indicano che “*comunque sia fatta la distribuzione, se l'interramento avviene entro 24 ore, è MTD*” (DM 27 gennaio 2007).

Da quanto esposto in precedenza si ricavano i dati che sono stati implementati nel programma WinDimula3, come indicato nella seguente tabella:



emissione annua totale DATI MTD					kg	6.753,10
	Superficie	NH ₃				
Carli Luciano	mq	kg/anno	kg/giorno	kg/sec	microg/sec	
Capannone A	1539,0	1.767,8	4,84	0,00005606	56.057	
Capannone C	1446,7	1.661,8	4,55	0,00005269	52.694	
Capannone D	1446,7	1.661,8	4,55	0,00005269	52.694	
Capannone E	1446,7	1.661,8	4,55	0,00005269	52.694	
totale	5.879,0	6.753,1	18,5	0,00021414	214.139,4	
concimaia	500,3	1.350,6	3,70	0,00004283	42.827,9	
TOTALE		8.103,7	22,2	0,00025697	256.967,3	

	Superficie	kg				7.793,91
Carli Agostino	mq	kg/anno	kg/giorno	kg/sec	microg/sec	
Capannone 1	1786,0	2.158,2	5,91	0,00006844	68.436	
Capannone 2	1775,5	2.145,5	5,88	0,00006803	68.033	
Capannone 3	1811,2	2.188,6	6,00	0,00006940	69.401	
Capannone 4	1077,1	1.301,6	3,57	0,00004127	41.273	
totale	6.450	7.794	21	0,00024714	247.143	

Polveri sottili– PM10

I valori di emissioni delle polveri sottili PM10 derivano dai coefficienti ottenuti da INEMAR (INventario delle Emissioni in Aria): INEMAR è un database progettato per realizzare l'inventario delle emissioni in atmosfera, attualmente utilizzato in sette regioni e due provincie autonome. Il sistema permette di stimare le emissioni dei principali macroinquinanti per numerosi tipi di attività e combustibili. Inizialmente realizzato nel periodo 1999-2000 dalla Regione Lombardia, con una collaborazione della Regione Piemonte, dal 2003 è gestito e sviluppato da Arpa Lombardia. Dal 2006 il suo utilizzo è condiviso nel quadro di un accordo interregionale, fra le regioni Lombardia, Piemonte, Emilia Romagna, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Puglia, Marche e le Provincie Autonome di Trento e di Bolzano. ARPA della Lombardia partecipa alla convenzione con funzioni di supporto tecnico, formazione e coordinamento.

Le informazioni raccolte nel sistema INEMAR sono le variabili necessarie per la stima delle emissioni: indicatori di attività, fattori di emissione, dati statistici necessari per la disaggregazione spaziale e temporale delle emissioni.

INEMAR contiene inoltre le procedure e gli algoritmi utilizzati per la stima delle emissioni



secondo le diverse metodologie, nonché i valori di emissione stimati.

Per le deiezioni animali e la loro gestione è stato individuato un parametro, per i polli da carne, pari a 0,011 kg/capo/anno di PM10 emesse (allegato: dati estratti INEMAR).

Con questo parametro si sono ricavati i seguenti dati, ottenuti dalla presenza media annua potenziale dei capi.

PM10	INEMAR Lombardia			0,011kg/capo/anno	
	presenza media	F.E.	PM10		
Carli Luciano	N°	kg/capo	kg/anno	kg/giorno	microg/sec
Capannone A	22098	0,0110	243,1	0,67	7.708
Capannone C	20772	0,0110	228,5	0,63	7.245
Capannone D	20772	0,0110	228,5	0,63	7.245
Capannone E	20772	0,0110	228,5	0,63	7.245
totale	84.414		929	3	29.444
	presenza media	F.E.	PM10		
Carli Agostino	N°	kg/capo	kg/anno	kg/giorno	microg/sec
Capannone 1	26.978	0,0110	296,8	0,81	9.410
Capannone 2	26.819	0,0110	295,0	0,81	9.355
Capannone 3	27.358	0,0110	300,9	0,82	9.543
Capannone 4	16.270	0,0110	179,0	0,49	5.675
totale	97.424		1.072	3	33.982

Tali dati sono stati inseriti ne programma di calcolo delle dispersioni in atmosfera.



DETERMINAZIONE DELLE CONCENTRAZIONI AL SUOLO

All'interno di WD3 è possibile usufruire del programma di Analisi Grafica che permette la visualizzazione grafica dei dati elaborati dai modelli gaussiani. I dati rappresentati sono espressi in microgrammi/metro cubo ($\mu\text{g}/\text{mc}$), per essere immediatamente confrontabili con i valori limite o di soglia indicati dalla normativa vigente. Le simulazioni create identificano il massimo delle medie annue o giornaliere. In pratica, per garantire la determinazione del massimo valore, non vengono prese in considerazione le minime variazioni di intensità o direzione del vento e la naturale degradazione delle molecole (come per esempio avviene per NH_3)

Si sottolinea inoltre che le rappresentazioni, nonché i dati ricavati dalla postprocessazione, non tengono conto della complessità e rugosità del terreno. Trattandosi infatti di una zona pressoché pianeggiante, con abitazioni sparse e priva di edifici di rilevante altezza, non si è ritenuto di dover appesantire l'elaborazione. Di contro si vuole però evidenziare che il centro zootecnico disporrà di una barriera di arborea che limiterà la diffusione degli inquinanti che non è stato possibile inserire nell'applicazione.

Si deve infine considerare che le simulazioni identificano la componente orizzontale della diffusione dell'inquinante, non considerando quella verticale, comunque presente, e la naturale degradazione a cui vanno incontro le molecole a causa delle reazioni chimiche.



RISULTATI

Si riportano in seguito i dati ricavati dalle simulazioni in base al limite normativo indicato e di conseguenza all'arco temporale (orario, giornaliero, annuo o sulle 8 ore) e all'inquinante esaminato.

Ammoniaca e impatto odorigeno

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 vengono ottenute moltiplicando le concentrazioni medie orarie per un *peak-to-mean ratio* pari a 2,3 (Linee Guida Regione Lombardia 2012): tale dato è un fattore di conversione che permette di stimare le concentrazioni medie su brevi periodi (inferiori all'ora).

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.

Si riportano di seguito i risultati ottenuti per ogni recettore: valori medi e massimi orari e valori massimi di picco riferiti al periodo di un anno.

AMMONIACA recettori	coordinate (m)		valori medi orari	valori massimi orari	peak to mean ratio 2,3
	X	Y	µg/mc	µg/mc	µg/mc
"REC 1"	528	1017	126,0	2.050,0	4.715,0
"REC 2"	546	917	57,5	3.670,0	8.441,0
"REC 3"	408	831	12,2	1.130,0	2.599,0
"REC 4"	972	627	6,2	391,0	899,3
"REC 5"	1174	696	4,0	505,0	1.161,5
"REC 6"	1226	926	5,2	391,0	899,3
"REC 7"	990	1225	10,4	763,0	1.754,9
"REC 8"	591	1372	19,9	657,0	1.511,1
"REC 9"	450	1167	41,1	691,0	1.589,3



I valori massimi che si sono riscontrati sono stati presso il capannone 2 di Carli Agostino.

I limiti di riferimento, come visti in precedenza, sono:

U.O./mc	% della popolazione che percepisce l'odore	concentrazione di ammoniaca µg/mc
0	0	26,6
soglia TLV µg/mc		18.000
1	50	19.800
3	85	33.660
5	95	37.620
	100	39.600

Si evidenzia il non superamento della TLV (soglia di tossicità).

Rapportando i valori di picco massimo ottenuti con le unità odorimetriche calcolate, per ogni recettore si ottiene:

AMMONIACA recettori	U.O./mc	popolazione %
"REC 1"	0,24	11,91
"REC 2"	0,43	21,32
"REC 3"	0,13	6,56
"REC 4"	0,05	2,27
"REC 5"	0,06	2,93
"REC 6"	0,05	2,27
"REC 7"	0,09	4,43
"REC 8"	0,08	3,82
"REC 9"	0,08	4,01

Quindi il picco massimo di maggiore intensità sarà nel recettore n°2, con il 21% della popolazione che percepirà l'odore.

Tutti i picchi che si registrano presso i recettori sono inferiori a 1 U.O./mc.



PM10 – media giornaliera e media annua

Si riportano di seguito i valori ottenuti dalla simulazione delle dispersioni delle PM10:

Limite media giornaliera: 50 µg/mc (max 35 sup.)					
Limite media annua: 40 µg/mc					
PM 10	coordinate		valori medi giornalieri	valori massimi giornalieri	n° sup. media giornaliera
recettori	X	Y	µg/mc	µg/mc	n°
"REC 1"	528	1017	17,3	78,6	11
"REC 2"	546	917	7,9	48,7	0
"REC 3"	408	831	1,68	27,1	0
"REC 4"	972	627	0,86	17,6	0
"REC 5"	1174	696	0,55	12,2	0
"REC 6"	1226	926	0,71	11,9	0
"REC 7"	990	1225	1,43	11,1	0
"REC 8"	591	1372	2,73	9,64	0
"REC 9"	450	1167	5,65	7,01	0

I valori riportati corrispondono ai valori medi e i valori massimi calcolati su base giornaliera, ottenuti dalla postprocessione dei valori orari. La media annua non viene calcolata in quanto, essendo la media giornaliera già bassa, una ulteriore media abbasserebbe ancora di più il valore, non superando mai i 40 µg/mc.

I valori massimi di emissione si sono riscontrati presso il capannone 2 di Carli Agostino.

I valori ottenuti sono sotto i limiti di legge, con 11 superamenti della media giornaliera (limite max 35) circoscritti al recettore n°1. Il limite della media annua (40 µg/mc) non viene mai superato.



CONCLUSIONI

Analizzando i dati ottenuti dall'elaborazione informatica con il programma WinDimula3 si può riscontrare che per l'ammoniaca non vi è il superamento del valore limite di tossicità (18.000 µg/mc) in prossimità dei recettori prescelti e i valori di rilevabilità olfattiva risultano sempre sotto la soglia di 1 U.O./mc. La percezione dell'odore nei recettori, nelle situazioni di massima concentrazione, non supera il 21% della popolazione: non si ritiene che con tale dato si possano avere problematiche relative agli odori nelle vicinanze dell'allevamento.

Nel caso delle polveri sottili PM10 la simulazione riporta che i valori medi e massimi che vengono calcolati all'interno di ogni cella del reticolo fittizio, sono al di sotto del limite medio giornaliero (50 µg/mc) e annuale (40 µg/mc) in prossimità delle case recettrici. Solo per il recettore n° 1 (casa di proprietà di Carli Luciano e Carli Agostino) avviene il superamento del limite della media giornaliera per 11 volte in un anno, comunque in numero inferiore a quanto stabilito dalla normativa. Nei capannoni il limite viene superato in quanto sorgenti delle polveri stesse.

Il modello ha quindi confermato che le civili abitazioni più vicine all'allevamento, cioè i recettori, sono interessate in modo non invasivo dalla deposizioni di polveri provenienti dall'allevamento, che non arrecheranno quindi problematiche sanitarie al vicinato, e la percezione degli odori, dovuti all'ammoniaca, sarà bassa.

Un aspetto non considerato nella simulazione per problemi di calcolo, ma che influenza le emissioni, soprattutto di polveri, è quello della siepe che verrà piantumata in corrispondenza dei ventilatori futuri. Tale barriera impedirà parzialmente la diffusione degli inquinanti nella loro propagazione orizzontale.

Si riportano in allegato le rappresentazioni grafiche delle dispersioni in atmosfera degli inquinanti esaminati.



INTEGRAZIONE: CALCOLO EMISSIONI ODORIGENE

Analisi odorimetriche

La modellizzazione delle dispersioni degli odori in atmosfera richiede la conoscenza di valori emissivi che possono essere desunti dalla letteratura scientifica o stimati tramite apposite analisi odorimetriche.

Per stimare la concentrazione di odore emessa dal futuro ampliamento si sono utilizzati i dati ottenuti analizzando gli odori di un altro allevamento intensivo di polli da carne di proprietà di un'altra ditta in provincia di Rovigo, nel Comune di Taglio di Po. Le analisi sono state eseguite con i capannoni pieni, ossia con presenza di animali a fine ciclo. Tali capannoni presentano caratteristiche tecniche molto simili a quelli in progetto.

L'analisi odorimetrica è stata condotta secondo le Linee Guida della Regione Lombardia e quindi secondo i riferimenti riportati nelle UNI EN 13725:2004.

I campionamenti di aria odorigena sono stati condotti secondo la tecnica dell'olfattometria dinamica, prelevando una frazione di aria aspirata in opportuni sacchetti realizzati con materiale olfattivamente neutro. Questa parte del lavoro è stata commissionata ad un laboratorio di analisi ambientali della provincia di Vicenza: RCLAB s.r.l., il quale ha effettuato i prelievi di campioni d'aria in data 11 Luglio 2014.

Risultati di laboratorio

Di seguito si riportano i risultati forniti dal Laboratorio RcLab (di cui si riporta anche Allegato). I risultati indicano sia la concentrazione sia la portata odorigena. I valori odorigeni risultati più elevati sono in corrispondenza della concimaia dove si è misurato un livello di concentrazione pari a 304 OU/mc. La concentrazione media di odore dei capannoni è di 110 OU/mc.



Punto di campionamento	Campione n°	Valore riscontrato (ouE/m ³)	Ventilatori attivi / portata totale normalizzata m ³ /s	Emissione odorigena (ouE/s)
PO 1 capannone 6 - Uscita ventilatore	22273/1 – Rapporto di Prova n° 63404-14	107	1 / 16.4	1757
PO 2 capannone 6 - Uscita ventilatore	22273/2 – Rapporto di Prova n° 63405-14	90	1 / 16.4	1477
PO 2 capannone 5 - Uscita ventilatore	22273/3 – Rapporto di Prova n° 63406-14	107	1 / 16.4	1757
PO 3 concimaia - Uscita ventilatore	22273/4 – Rapporto di Prova n° 63407-14	304	1 / 10.9	3327
PO 4 capannone 2 - Uscita ventilatore	22273/5 – Rapporto di Prova n° 63408-14	117	1 / 16.4	1921
PO 4 capannone 3 - Uscita ventilatore	22273/6 – Rapporto di Prova n° 63409-14	128	1 / 16.4	2101

Si riportano di seguito le portate odorigene/m² di superficie dell'allevamento.

Punti campionamento	Concentrazione odorigena (UO/mc)	Emissione odorigena (UO/s)	Emissione odorigena (UO s ⁻¹ /mq)
PO 1-Cap.6	107	1757	0,78
PO 2-Cap.6	90	1477	0,66
PO 2-Cap.5	107	1757	0,79
PO 4-Cap.2	117	1921	0,67
PO 4-Cap.3	128	2101	0,74
PO 3-Concimaia	304	3327	7,56

Rielaborazione dei risultati

La letteratura scientifica non presenta numerosi casi studio per la valutazione dell'impatto odorigeno, tuttavia i valori ottenuti sono pienamente confrontabili con altri studi di settore. Si tenga inoltre presente che i valori di emissione di odore per aziende con controllo automatico della ventilazione interna è superiore nel periodo estivo rispetto a quello invernale.

I valori sopra indicati si riferiscono alla portata odorigena esterna ai ventilatori, resta ora da



definire come tale concentrazione si propaghi nello spazio circostante.

L'obiettivo del presente lavoro è la determinazione dell'emissione odorigena dell'allevamento di Carli Luciano in seguito alla volontà di ingrandirlo costruendo 3 nuovi capannoni e una concimaia. Pertanto i risultati riscontrati dai test odorimetrici saranno ora elaborati in riferimento al centro zootecnico di Carli Luciano congiuntamente con quello di Carli Agostino già esistente.

Il programma Odi Gauss

Al fine di valutare sul territorio circostante le possibili ricadute delle emissioni odorigene è stata utilizzata l'applicazione OdiGauss 3.1, sviluppata dal Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali dell'Università di Udine da Francesco Danuso e Alvaro Rocca.

Il calcolo della dispersione avviene secondo modelli statici di tipo gaussiano. Si tratta di modelli relativamente semplici che descrivono la dispersione del pennacchio di odore come una curva di tipo Gaussiano. Questi modelli partono dall'assunzione che anche se le concentrazioni istantanee di un pennacchio derivato da una sorgente puntiforme sono irregolari, un periodo di tempo sufficientemente lungo (ad esempio, un'ora) genera, in molti casi, una distribuzione di concentrazione che può essere approssimata con ragionevole accuratezza da una distribuzione gaussiana sia nella direzione orizzontale che verticale. Questo tipo di modello funziona bene con territori omogenei e pianeggianti (Mc Cartney e Fitt, 1985) poiché considerano che le condizioni meteorologiche possano essere ritenute omogenee e stazionarie nell'area modellata. I modelli gaussiani necessitano di parametri meteorologici facili da misurare o reperire permettendo una maggiore facilità di applicazione alle situazioni reali. Modelli statistici più complessi sarebbero invece di difficile applicazione poiché richiederebbero spesso dati più complessi, difficili da ottenere e da trattare. Benché la formulazione basilare del modello sia ottenuta teoricamente, nella pratica vengono utilizzate relazioni empiriche per poter calcolare molti dei parametri richiesti dal calcolo.

L'utilizzo dell'applicativo Odigauss è dovuto ai seguenti motivi:

- si tratta di un'applicazione studiata dal Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali



dell'Università di Udine appositamente per gli allevamenti zootecnici;

- l'applicazione permette l'utilizzo di fattori di emissione variabili che rappresentano meglio la realtà degli allevamenti;
- l'applicazione è ad uso gratuito e quindi facilmente utilizzabile anche da altri enti che volessero replicare lo studio

Si riporta di seguito una breve descrizione del modello, tratta dal Manuale OdiGauss.

- Modello base

Il modello OdiGauss rappresenta la concentrazione all'equilibrio degli odori nelle tre dimensioni spaziali (x,y,z) con l'equazione (Hanna et al., 1982):

$$\frac{C}{Q} = \left(\frac{1}{2} \cdot \Pi \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z \cdot u \right) \cdot e^{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}} \cdot \left(e^{-\frac{(z-h)^2}{2\sigma_z^2}} + e^{-\frac{(z+h)^2}{2\sigma_z^2}} \right)$$

dove:

C = concentrazione di odore nello spazio circostante (OU/mc);

Q = tasso di emissione di odore (OU s⁻¹);

σ_y e σ_z = coefficienti di dispersione in senso orizzontale (y) e verticale (z). I coefficienti di dispersione σ_y e σ_z , vengono determinati sulla base delle equazioni proposte da Briggs (1973) e seguendo le tipologie di turbolenza di Pasquill (1961), indicate con lettere dalla A alla F (tabelle 1 e 2).

h = altezza a cui avviene il rilascio (m).

u = velocità del vento a livello dell'altezza del rilascio (m/s).

Il modello gaussiano, per le sue caratteristiche, è in grado di fornire risultati solo in presenza di vento. Con velocità del vento inferiore a 1 m/s si assume una direzione del vento pari a quella dell'ultima ora precedente senza calma di vento e una velocità del vento pari a 1 m/s.

- Correzione della velocità del vento



La velocità del vento all'altezza del rilascio viene ottenuta dalla velocità del vento misurata dalla stazione meteorologica, in funzione dell'altezza di misura, analogamente al modello WinDimula 3.0, con la relazione:

$$u = u_0 \cdot \left(\frac{h - Z_0}{Z_{\text{mis}}} \right)^P$$

dove:

u_0 = velocità del vento in m/s, rilevata dalla stazione meteorologica ad altezza Z_{mis} ;

Z_0 = rugosità del suolo, espressa in metri;

Z_{mis} = altezza di misura del vento. Tale valore viene considerato pari a 10 m (non modificabile)

P = coefficiente esponenziale in funzione della classe di turbolenza Pasquill (tabella 5).

- Calcolo di tipo short-term e climatologico

OdiGauss permette solo simulazioni di tipo short-term. Si ritiene che, data l'efficienza di calcolo del software e la potenza attuale dei computer, l'aspetto climatologico possa essere facilmente superato (ed anche in modo meno approssimato) semplicemente effettuando simulazioni con serie dati meteorologici orari della durata di diversi anni.

L'aspetto climatologico viene considerato in OdiGauss calcolando i dati di concentrazione media e di tempo sopra la soglia per periodi di tempo più lunghi.

- Abbattimento degli odori causato dalle precipitazioni

Dopo aver calcolato la concentrazione potenziale degli odori (C) alla fine di un'ora, questa viene corretta in relazione alla quantità di pioggia caduta nella stessa ora, secondo un concetto di "scavenging". Si assume che, quanto più piove, tanto più l'atmosfera venga ripulita. Il processo di dilavamento (washout) porta a una concentrazione effettiva (C_{eff}) calcolata con un modello esponenziale che costituisce una modifica di quello riportato da Perin (2004):

$$C_{\text{eff}} = C \cdot e^{-Sc \cdot \text{Rain}}$$

Dove:



Ceff = concentrazione degli odori dopo la pioggia (OU/m³);

C = concentrazione degli odori calcolata dal modello di dispersione (OU/m³);

Sc = coefficiente di abbattimento (1/mm di pioggia);

Rain = pioggia (mm/ora).

- Determinazione della classe di turbolenza di Pasquill

La determinazione della classe di stabilità atmosferica secondo Pasquill (1961), in quanto fortemente dipendente dall'andamento meteorologico, deve essere ottenuto per ciascuna ora da simulare. In OdiGauss, la classe di stabilità, indicata con una lettera dalla A alla F, può essere:

- 1) fornita come variabile input del file meteo (Pasc);
- 2) calcolata sulla base delle variabili meteorologiche.

Il calcolo determina la tipologia di turbolenza per ciascuna ora presente di file di dati meteo. Il computo richiede l'ora del giorno (con valori da 1 a 24), la data (nei formati dd-mm-yyyy, mm-dd-yyyy oppure yyyy-mm-dd), la temperatura (°C), la radiazione (kJ/m²/h), la velocità del vento (m/s) e la direzione del vento (gradi da nord, senso orario).

Il calcolo prevede un algoritmo diverso per le ore diurne e per quelle notturne: di giorno il calcolo è basato sulla radiazione mentre per la notte si considerano le variazioni di temperatura e di direzione del vento. A tale scopo viene, innanzitutto, determinata l'ora del alba e del tramonto con la stima della durata astronomica del giorno.

Per le ore diurne la classe di Pasquill viene determinata in funzione della radiazione e della velocità del vento, secondo quanto riportato in tabella.

		Velocità del vento (m/s)					
		>2	2-3	3-4	4-5	5-6	>6
Radiazione (kJ/m ² /h)	>2500	A	A	B	B	C	C
	2000-2500	A	B	B	B	C	C
	1500-2000	B	B	B	C	C	D
	1000-1500	B	B	C	C	C	D
	500-1000	C	C	C	D	D	D
	<500	D	D	D	D	D	D

Tabella: Classe di stabilità di Pasquill per le ore diurne, in relazione alla velocità del vento e radiazione

Per le ore notturne si considera la differenza assoluta di direzione del vento (Δw_{dir} , in gradi



da nord) e la diminuzione di temperatura, entrambe rispetto all'ora precedente (Δtemp , °C). Successivamente le classi di Pasquill vengono determinate in funzione di Δwdir , Δtemp e velocità del vento, secondo quanto riportato nella tabella.

Δwdir	Δtemp	Velocità del vento (m/s)					
		>2	2-3	3-4	4-5	5-6	>6
<180	<1	E	E	D	D	D	D
<180	>1	F	F	E	E	D	D
>180		D	D	D	D	D	D

Tabella Classi di stabilità di Pasquill per le ore notturne, in relazione alla velocità del vento e variazione della direzione del vento e della temperatura rispetto all'ora precedente.

Δwdir = differenza assoluta direzione vento dall'ora precedente

Δtemp = differenza temperatura aria dall'ora precedente

Si considera che, se $\Delta\text{wdir} > 180$, l'atmosfera è ritenuta instabile; se $\Delta\text{wdir} < 180$ e $\Delta\text{temp} < 1$ (la temperatura aumenta) l'atmosfera è mediamente instabile; se $\Delta\text{wdir} < 180$ e $\Delta\text{temp} > 1$ (la temperatura sta diminuendo), allora l'atmosfera è molto stabile (forte irraggiamento notturno).

- Modelli applicati per calma di vento (<0.5 m/s) o vento debole (0.5-1 m/s)

La calma di vento è quella situazione meteorologica nella quale gli strumenti di misura non riescono a definire una direzione e una intensità del vento precisa perché al di sotto dei limiti di rilevazione dello strumento oppure a causa di un elevato “sbandieramento” dell'anemometro. La gestione modellistica delle calme di vento presenta i problemi della mancanza di dati per inizializzare i modelli.

I modelli gaussiani, in particolare, non sono in grado di gestire le calme di vento per ragioni fisiche, in quanto contrastano con le ipotesi di derivazione della formulazione gaussiana e per ragioni matematiche in quanto la velocità del vento è presente al denominatore.

In genere, si considera “calma di vento” una situazione caratterizzata da vento con velocità inferiore a 0,5 m/s. Vento con velocità compresa tra 0.5 e 1 m/s è considerato “vento debole”. Con vento normale (velocità ≥ 1 m/s) viene applicato il modello gaussiano standard. In caso di calma di vento l'utente può scegliere tra due opzioni: applicazione della procedura adottata dal modello ISCST3 (Industrial Source Complex, vers 3) oppure l'applicazione del modello di Cirillo-Poli (1992). La procedura ISCST3 prevede che, con vento inferiore a 1 m/s, per il



calcolo della diffusione degli odori, si utilizzi la direzione del vento del primo giorno precedente con velocità del vento superiore 1 m/s, assumendo inoltre una velocità del vento pari 1 m/s. Evidentemente, questo può portare a forti alterazioni, e non è più accettabile quando la percentuale di ore con calma di vento supera il 2%. Il modello Cirillo-Poli è basato sull'integrazione temporale dell'equazione gaussiana a puff ed è stato sviluppato per la valutazione della dispersione vicino alla sorgente in presenza di condizioni atmosferiche di vento debole. Nel caso di assenza di vento, è possibile scegliere tra la procedura ISCST3 e il modello Cirillo-Poli ridotto.

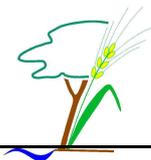
- Il modello Cirillo-Poli

L'equazione completa per il calcolo della concentrazione è del modello Cirillo-Poli per vento debole (0.5-1 m/s) è la seguente:

$$\left\{ \begin{array}{l} C(x) = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{(2\pi)^{3/2} \cdot \alpha \beta \gamma \cdot T_i^3} \exp\left(-\frac{v^2}{2\alpha^2}\right) \left[1 + \sqrt{\frac{\pi}{2}} \cdot \frac{v\alpha}{\alpha^2 T_i} \exp\left(\frac{v^2 \alpha^2}{2\alpha^4 T_i^2}\right) \operatorname{erfc}\left(-\frac{v\alpha}{\sqrt{2} \cdot \alpha^2 T_i}\right) \right] \\ T_1^2 = \frac{x^2}{\alpha^2} + \frac{y^2}{\beta^2} + \frac{(z+H)^2}{\gamma^2} \\ T_2^2 = \frac{x^2}{\alpha^2} + \frac{y^2}{\beta^2} + \frac{(z-H)^2}{\gamma^2} \end{array} \right.$$

- Il modello di calcolo della deposizione secca

Il calcolo della deposizione secca viene effettuato con la stessa metodologia riportata in WinDimula (3.0).



Applicazione Odi Gauss al caso di studio

Le analisi odorimetriche condotte dal Laboratorio RcLab presso gli altri centri zootecnici sono servite per stimare la reale emissione di centri esistenti ed ottenere quindi dei valori di base con cui calcolare le emissioni per l'ampliamento di Carli Luciano.

La sorgente emissiva considerata in questo studio è rappresentata dai capannoni considerando l'ampliamento previsto.

Il file con i dati di emissione odorigena è un file di testo (CSV) in cui sono stati riportati i valori di emissione odorigena di ciascun capannone e della concimaia espressi in UO/s.

L'odore massimo emesso corrisponde alla fase finale del ciclo ed è minimo nelle fasi iniziali, quando gli animali presenti sono allo stadio giovanile. L'odore è nullo in corrispondenza del periodo di vuoto sanitario, non essendo presenti animali.

Le analisi hanno evidenziato come l'emissione massima di odore corrisponda a **0,79 UO/mq** per i capannoni e **7,56 UO/mq** per la concimaia. A partire da questi valori si sono calcolate le emissioni odorigene dei capannoni oggetto della nostra Valutazione d'Impatto Ambientale.

I dati che si sono ottenuti per effettuare la simulazione sono i seguenti:

Carli Luciano	superficie	uo/s/mq	Uo/s
CAPANNONE A	1539	0,79	1.216
CAPANNONE C	1407	0,79	1.112
CAPANNONE D	1315	0,79	1.039
CAPANNONE E	1315	0,79	1.039
F CONCIMAIA	500	7,56	3.781
Carli Agostino	superficie	uo/s/mq	Uo/s
Capannone 1	1.077,1	0,79	851
Capannone 2	1.811,2	0,79	1.431
Capannone 3	1.775,5	0,79	1.403
Capannone 4	1.786,0	0,79	1.411

La portata stimata (UO/s) rappresenta quindi il valore di emissione odorigena in corrispondenza della fine del ciclo di accasamento e quindi massima. Per la stima delle dispersioni in aria si sono utilizzati questi dati che sono cautelativi, in quanto considerano



l'allevamento sempre come se fosse sempre pieno, senza vuoti sanitari. Inoltre il valore della concimaia è sovrastimato in quanto la capacità di stoccaggio in mc della concimaia effettivamente misurata è maggiore della capacità di stoccaggio della concimaia di Carli Luciano.

Valori Limite

Attualmente non sono presenti limiti di legge di unità odorimetriche nell'ambito della normativa nazionale e nemmeno europea. Comunque il codice civile stabilisce il divieto di arrecare fastidio al vicinato che può essere causato dalle emissioni odorigene.

Come parametro di valutazione si è scelto di individuare il parametro di **3 UO/mc al 98° percentile di media oraria**, parametro riscontrato nella bibliografia come valore al di sotto del quale non vi è un fastidio molesto. Tali dati sono stati tratti da uno studio del 2002 sulla Prevenzione e Riduzione Integrate dell'inquinamento (IPPC), realizzato dall'Agenzia per l'Ambiente per l'Inghilterra e il Galles, in collaborazione con la Scottish Environment Protection Agency (SEPA) e l'Irlanda del Nord Ambiente e Patrimonio Servizio (EHS).

Si sottolinea che il valore di 3 UO/mc significa che su PAN di 100 persone selezionate in base alla capacità olfattiva normale, solo 85 riescono a percepire la presenza dell'odore, mentre le altre 15 non la sentono; quindi trattasi di un odore alquanto debole.

Inoltre il valore preso al 98° percentile indica che l'emissione sarà uguale o inferiore al valore ottenuto per il 98% delle volte.

L'elenco che segue si basa su una classifica di odori di tipo industriale che si è svolta nel Regno Unito. I risultati sono coerenti con quelli dei Paesi Bassi e della Germania.

La tabella di seguito da qualche indicazione relativa all'offensività degli odori, che è stata classificata come "bassa", "media" e "alta". Anche se questa classifica si basa sulle opinioni di un certo numero di persone, all'interno di questa ci possono essere persone che rispondono in modo diverso.



<u>Relative "offensiveness" of odour</u>	
More offensive odours..... Activities involving putrescible waste Processes involving animal or fish remains Brickworks Creamery Fat & grease processing Wastewater treatment Oil refining Livestock feed factory	HIGH Indicative Criterion 1.5 ouE m⁻³ 98th percentile
Intensive livestock rearing Fat tending (tood processing) Sugar beet processing	MEDIUM Indicative Criterion 3.0 ouE m⁻³ 98th percentile
These are odours which do not obviously fall within the HIGH or LOW categories	
Chocolate manufacture Brewery Confectionery Fragrance and flavourings Coffee roasting Bakery	LOW Indicative Criterion 6.0 ouE m⁻³ 98th percentile
Less offensive odours (not <u>in</u> offensive)	
<u>These categorisations are indicative only</u> Table A1.1 lists a wider range of industrial odours.	

(a). Select most appropriate category – high, medium or low - for the particular odour type (or most offensive odour if there is more than one distinct odour released from the particular installation). The model shows three distinct categories to simplify the process; in reality the gradation is continuous.

(b). Select the corresponding indicative criterion from [Table A8.1](#) and use this as a starting point. See also [Table A1.1](#) which gives a wider range of odour types.

(c). Now make adjustments for any relevant local factors and record the decision.

(d). The end result will be an installation-specific odour exposure criterion in terms of odour ground level concentration at sensitive receptors. This equates to "no reasonable cause for annoyance".

Compare this with:

- what the operator is currently achieving
- what is achievable with BAT to derive Permit conditions.

New installations will be expected to meet indicative BAT standards (as set out in the appropriate Sector Guidance Note) from the outset.

Nella tabella gli allevamenti intensivi ricadono nella classe “media”, corrispondente a 3 UO/mc al 98° percentile.

Per quanto riguarda l'offensività dell'odore si può evidenziare che:

- Ci può essere una differenza tra l'odore descritto da residenti locali e l'odore vissuto alla fonte, in quanto gli odori cambiano con la distanza;
- Per alcuni tipi di processo o attività ci saranno variazioni di intensità di odore, a seconda della fase del ciclo (ad esempio bestiame) o dopo stagione (ad esempio, messa in discarica dei rifiuti putrescibili).



Risultati emissioni odorigene

Dall'elaborazione dei dati ottenuti in precedenza si sono generati i seguenti risultati espressi in UO/mc. I recettori sono gli stessi che erano stati considerati per il calcolo delle emissioni precedenti.

RISULTATI POST INTERVENTO (UO/mc)				
Name	CoordY	CoordX	Media	Picco 98° perc
Rec1	1017	528	0,43	3,69
Rec2	918	546	0,31	2,00
Rec3	830	408	0,24	2,00
Rec4	627	972	0,35	2,00
Rec5	696	1174	0,37	2,00
Rec6	926	1226	0,40	2,00
Rec7	1224	989	0,49	2,05
Rec8	1372	591	0,32	2,00
Rec9	1167	450	0,31	2,00

Come si può osservare il recettore che presenta picchi di concentrazione più alti è il n°1 (casa di abitazione di Carli). Dalla tabella si vede anche che la concentrazione odorigena stimata presso tutti i recettori è inferiore a 3 UO/mc, cioè è inferiore alla soglia di odore medio individuata per gli allevamenti intensivi. Il superamento è generato prevalentemente dai capannoni di Carli Agostino che sono in prossimità della casa, e non dall'ampliamento dell'azienda di Carli Luciano.

Un odore per essere chiaramente percepibile dovrebbe raggiungere una concentrazione minima di 5 OU/mc.



CONCLUSIONI EMISSIONI ODORIGENE

Si tenga presente la difficoltà di definizione dell'impatto odorigeno che dipende da numerosi fattori. Vista quindi la scarsa concentrazione odorigena stimata in corrispondenza dei recettori (2 UO/mc), non si riscontra alcun problema di impatto odorigeno dovuto a questo allevamento. Si consideri inoltre che la ditta ha intenzione di piantare una siepe nell'intorno dell'allevamento. Tali piante costituiscono barriere verdi contro la diffusione dell'odore, che non sono considerate dall'applicazione OdiGauss. Si può quindi ragionevolmente supporre che i valori di concentrazione odorigena ai recettori possano assumere valori inferiori a quelli stimati.

La concentrazione media oraria al 98° percentile è di 3,69 UO/mc nei pressi dell'abitazione di Carli, mentre è pari a 2 in tutti gli altri recettori. I valori presso i recettori sono inferiori alle **3UO/mc** indicate come soglia di fastidio per gli allevamenti intensivi dall'allegato 4 delle IPPC-H4 (2002). Inoltre non vengono superati i valori di 4 UO/mc in ambito agricolo come criterio indicativo di accettabilità dall'ARPAL (2011 presentazione della dott. Fabrizia Colonna).

Si deve tenere in considerazione come attualmente sia totalmente assente, a livello normativo, una concreta definizione dei limiti di odore accettabili. La normativa lombarda riporta la volontà di definire delle mappe di iso-concentrazione di odore con le indicazioni delle isoplete, senza definire però dei valori soglia.

Inoltre non si deve dimenticare che le indicazioni della Regione Lombardia si riferiscono ad impianti che creano odori ad eccezione degli allevamenti zootecnici per i quali, invece, regolamenti o indicazioni specifiche sono tutt'ora assenti.

La normativa francese (JORF del 22 Aprile 2008) prevede per impianti di compostaggio che la concentrazione di odore imputabile all'impianto, valutata entro un raggio di 3000 m dai confini dell'impianto stesso, non deve superare il limite di 5 UO/mc per più di 175 ore all'anno, corrispondenti ad una frequenza del 2% (98° percentile).



Studio Agronomico Forestale dott. Baldo Gabriele

Località Ritonda 77 – 37047 San Bonifacio VR
Tel. 045.7612622 - Fax 045.6107756 - Mail: baldo@agricolturaesviluppo.it

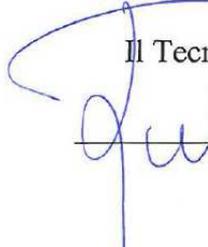
Si precisa che la stima odorimetrica effettuata dal programma Odi Gauss è fortemente cautelativa per i seguenti motivi:

- il programma non tiene conto del decadimento delle sostanze organiche compostive dell'odore dato dall'ossidazione dell'atmosfera;
- sono stati presi come dati di input quelli di un'emissione odorigena costante nel tempo: in realtà tale emissione è massima a fine ciclo e quasi nulla durante il vuoto sanitario e a inizio ciclo. La valutazione è stata effettuata considerando l'emissione odorigena massima in tutto l'anno, come se gli animali fossero sempre presenti e con il peso vivo massimo.
- Non è stata considerata la barriera arborea attuale e futura, in quanto il programma non lo consente: tale barriera funzionerà da biofiltro nei confronti di tali emissioni.

Lo studio dimostra che l'entità di odore generato dall'ampliamento dell'allevamento è fortemente trascurabile.

San Bonifacio, 11/11/2014

Il Tecnico





ALLEGATI

- Estratto INEMAR emissioni pm10
- Analisi grafiche emissioni
- Analisi olfattive di laboratorio