



Agenzia Regionale per la Prevenzione
e Protezione Ambientale del Veneto



Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente



REGIONE DEL VENETO



**Comitato Tecnico Regionale Valutazione Impatto Ambientale
Seduta del 29 gennaio 2020 -
- PRESENTATO E CONDIVISO -**

**Orientamento operativo per la
valutazione dell'impatto odorigeno
nelle istruttorie di
Valutazione Impatto Ambientale e
Assoggettabilità**



ARPAV

Progetto e realizzazione

Gruppo di lavoro

Coordinamento: *Ugo Pretto.*

Pietro Barazza, Massimo Bressan, Alberto Dalla Fontana, Claudio Gabrieli, Barbara Intini, Giovanna Marson, Luca Menini, Ottorino Piazzini, Arianna Sgevano, Massimo Simionato, Daniele Suman, Giuliano Trevisan, Elena Vescovo.



Sommario

Sommario	3
Elenco delle tabelle	6
Elenco delle figure	6
1. Premessa	7
2. Riferimenti	7
2.1. L'articolo 272-bis (Emissioni odorogene)	8
3. Campo di applicazione	9
3.1. Nuovi impianti e nuove attività	9
3.2. Impianti ed attività esistenti	10
4. Istanze di istruttoria di VIA	10
5. Contesto territoriale e Criteri di valutazione	13
6. Valori di accettabilità del disturbo olfattivo presso i ricettori	14
7. Modifiche degli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistico	14
Allegati	15
Allegato A.1	17
Requisiti degli studi di impatto olfattivo mediante simulazione di dispersione	17
1. Scopo e campo di applicazione	17
2. Georeferenziazione	17
3. Dati di emissione	17
3.1. Criteri per l'individuazione delle sorgenti da considerare nello scenario emissivo	17
3.2. Criteri per la caratterizzazione delle diverse tipologie di sorgenti	18
Sorgenti convogliate puntiformi (camini, ciminiere, ...).....	18
Sorgenti convogliate areali (biofiltri, ...).....	19
Sorgenti diffuse areali (vasche di trattamento reflui o cumuli di materiale, ...).....	19
Sorgenti diffuse volumetriche (finestrature di capannoni, locali con ricambio naturale dell'aria, ...)	19
3.3. Definizione della concentrazione di odore di ciascuna emissione	19
3.4. Variazioni temporali della portata di odore	20
3.5. Calcolo della portata di odore in funzione della velocità del vento per le sorgenti diffuse areali	20
4. Input meteorologico	21
5. Definizione dei ricettori sensibili	23



6. Dominio spaziale e passo della griglia di calcolo	23
7. Orografia	23
8. Effetto scia degli edifici (building downwash)	23
9. Scelta della tipologia di modello e del codice software	24
10. Deposizione secca e umida, reazioni chimiche	24
11. Post-elaborazione delle concentrazioni medie orarie.....	25
12. Simulazione del caso peggiore	25
13. Presentazione dei risultati	25
Allegato A.2	30
Campionamento olfattometrico	30
Premessa.....	30
1. Scopo e campo di applicazione.....	30
2. Documenti di riferimento, acronimi e definizioni	30
3. Pianificazione di campionamenti e prove olfattometriche	31
4. Requisiti generali per il campionamento	31
4.1. Condizioni di lavoro	31
4.2. Scelta dei materiali	31
4.3. Pulizia	32
4.4. Sacchetti di campionamento.....	32
4.5. Pre-diluizione dinamica	33
4.6. Durata dei campionamenti.....	33
4.7. Numerosità dei campionamenti	33
Verifica del rispetto di limiti di emissione	33
Valutazione dell'efficienza di presidi di abbattimento.....	33
Ottenimento di dati per la valutazione dell'impatto olfattivo dell'impianto.....	34
4.8. Stoccaggio e trasporto dei campioni.....	34
5. Strategia di campionamento in base alla tipologia di sorgente	34
5.1. Principi generali.....	34
5.2. Sorgenti puntuali	34
5.3. Sorgenti volumetriche.....	35
5.4. Sorgenti areali	36
Sorgenti areali attive	36
Sorgenti areali passive.....	37
6. Bibliografia	40



Allegato A.3	43
Caratterizzazione chimica delle emissioni odorigene	43
1. Premessa	43
2. Campionamento e conservazione del campione	43
3. Analisi mediante GC/MS	43
4. Valori di Odour Threshold	44



Elenco delle tabelle

Tabella 1 Tipologia di impianto o attività a potenziale rischio osmogeno.....	9
Tabella 2 Procedimenti istruttori e approfondimenti.....	11
Allegato A.1 - Tabella 1 dati in input al modello e principali configurazioni	26
Allegato A.3 - Tabella 1 Valori di OT determinati mediante olfattometria dinamica.....	45
Allegato A.3 - Tabella 2 Odor thresholds measured by the triangle odor bag method (ppm, v/v)...	45

Elenco delle figure

Allegato A.2 - Figura 1 Schema di campionamento con pompa a depressione	35
Allegato A.2 - Figura 2 Schema di campionamento da sorgente areale attiva (biofiltro)	36
Allegato A.2 - Figura 3 Schema di funzionamento di una cappa per il campionamento da superfici areali passive.....	38
Allegato A.2 - Figura 4 Esempio di pianta di una wind tunnel.....	40
Allegato A.2 - Figura 5 Esempio di vista tridimensionale di una wind tunnel.....	40



1. Premessa

Le sostanze odorigene emesse da attività antropiche possono limitare fortemente l'utilizzo del territorio.

Pertanto, associare alle emissioni di sostanze inquinanti in atmosfera, oltre che dei limiti in concentrazione, anche dei limiti che ne caratterizzino l'impatto odorigeno¹, nasce dalla necessità di far sì che attività con rilevanti flussi osmogeni non ostacolino la fruibilità del territorio coerentemente con quanto previsto dalle pianificazioni adottate.

Se si eccettua la DGRV n. 568 del 25 febbraio 2005², l'attuale assenza di una normativa regionale complessiva di regolamentazione delle emissioni odorigene e delle relative modalità di indagine e valutazione specifica, rende necessaria la definizione di indicazioni tecnico-operative utili al Comitato VIA per valutare le istanze e per affrontare la problematica nel modo più corretto ed omogeneo possibile sull'intero territorio regionale, tenuto conto dei principi introdotti dall'art. 272-bis del D.Lgs. 152/2006.

Le presenti indicazioni tecnico-operative servono a dare degli indirizzi circa le modalità per la valutazione delle istruttorie di VIA per quelle attività che possono ragionevolmente dare luogo ad emissioni odorigene, al fine di armonizzare la coesistenza delle attività osmogene con il territorio circostante.

2. Riferimenti

La normativa ambientale nazionale risente da anni di una sistemica carenza di riferimenti specifici adeguati alla complessità della problematica relativa all'impatto olfattivo. Tale disallineamento ha comportato (e comporta tuttora) molteplici difficoltà per l'ente di controllo nel valutare compiutamente l'impatto dei fenomeni osmogeni, in termini generali di disciplina, coerente ed organica, attinente agli aspetti qualitativi e quantitativi.

Il **Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale"**, contiene alcuni riferimenti applicabili anche al controllo delle attività con impatto odorigeno, di seguito riassunti.

Nell'ambito delle disposizioni della **parte seconda**, si rileva che:

- in materia di Valutazione d'Impatto Ambientale – VIA - (art. 22, comma 3), è previsto che lo studio di impatto ambientale contenga "b) una descrizione dei probabili effetti significativi del progetto sull'ambiente; c) una descrizione delle misure previste per evitare, prevenire o ridurre e, possibilmente, compensare i probabili impatti ambientali significativi e negativi".
- in materia di Autorizzazione Integrata Ambientale (artt. 4 e 5), l'AIA deve prevedere "misure intese ad evitare, ove possibile, o a ridurre le emissioni nell'aria, nell'acqua e nel suolo, comprese le misure relative ai rifiuti, per conseguire un livello elevato di protezione dell'ambiente". Inoltre definisce "inquinamento: l'introduzione diretta o indiretta, a seguito di attività umana, di sostanze, vibrazioni, calore o rumore o più in generale di agenti fisici o chimici, nell'aria, nell'acqua o nel suolo, che potrebbero nuocere alla salute umana o alla qualità dell'ambiente, causare il deterioramento dei beni materiali, oppure danni o perturbazioni a valori ricreativi dell'ambiente o ad altri suoi legittimi usi".

¹ L'impatto odorigeno viene generalmente misurato a partire dai dati di concentrazione di odore espressa in unità odorimetriche europee al metro cubo (ou_E/m^3) che rappresentano il numero di diluizioni necessarie affinché il 50% degli esaminatori non avverta più l'odore del campione analizzato (UNI EN 13725).

² "Modifiche e integrazioni della DGRV 10 marzo 2000, n. 766 - Norme tecniche ed indirizzi operativi per la realizzazione e la conduzione degli impianti di recupero e di trattamento delle frazioni organiche dei rifiuti urbani ed altre matrici organiche mediante compostaggio, biostabilizzazione e digestione anaerobica"



Nell'ambito delle disposizioni della **parte quarta, in materia di gestione dei rifiuti (art. 177 comma 4)**, è stabilito che i rifiuti siano gestiti *“senza pericolo per la salute dell'uomo e senza usare procedimenti o metodi che potrebbero recare pregiudizio all'ambiente e, in particolare: [...] b) senza causare inconvenienti da rumori o odori”*.

Nell'ambito delle disposizioni della **parte quinta, in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera, all'art. 268** definisce *“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”*.

La carenza di una normativa specifica volta a disciplinare gli odori e il loro impatto ha favorito il ricorso verso la tutela indiretta della molestia olfattiva, conseguita mediante l'utilizzo di due norme codificate ossia, col **Regio Decreto 16 marzo 1942, n. 262 “Approvazione del testo del Codice Civile”**, l'art. 844 e, col **Regio Decreto 19 ottobre 1930, n. 1398 “Approvazione del testo definitivo del Codice Penale”**, l'art. 674.

Da un lato, l'art. 844. (Immissioni), in ambito civile, prevede che *“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. 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”*.

Dall'altro, l'art. 674. (Getto pericoloso di cose), in materia penale, stabilisce che *“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” duecentosei euro*.

Sull'applicabilità, o meno, dei suddetti articoli in materia di emissioni odorogene, esiste una vasta giurisprudenza, comprensiva di sentenze pronunciate dalla Corte di Cassazione, nel cui ambito non risulta però possibile individuare idonei limiti tabellari.

Il **Decreto Legislativo 15 novembre 2017, n. 183³**, che fa parte di una lunga serie di aggiornamenti in materia di emissioni in atmosfera che hanno ridisegnato la parte quinta del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, ha però introdotto una specifica disposizione: **l'art. 272-bis (Emissioni odorogene)**.

2.1. L'articolo 272-bis (Emissioni odorogene)

Dal 19 dicembre 2017, data di entrata in vigore del decreto attuativo, vige nel D.Lgs. 152/2006 il nuovo **art. 272-bis**, il quale, al **comma 1**, indica espressamente che: *“La normativa regionale o le autorizzazioni possono prevedere misure per la prevenzione e la limitazione delle emissioni odorogene degli stabilimenti di cui al presente titolo”*. Tali misure possono anche includere, alla luce delle caratteristiche degli impianti e delle attività presenti nello stabilimento e delle caratteristiche della zona interessata:

- valori limite di emissione espressi in concentrazione (mg/Nm³) per le sostanze odorogene;
- prescrizioni impiantistiche e gestionali e criteri localizzativi per impianti e per attività aventi un potenziale impatto odorigeno, incluso l'obbligo di attuazione di piani di contenimento;
- procedure volte a definire, nell'ambito del procedimento autorizzativo, criteri localizzativi in funzione della presenza di ricettori sensibili nell'intorno dello stabilimento;

³ Attuazione della direttiva (UE) 2015/2193 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 25 novembre 2015, relativa alla limitazione delle emissioni nell'atmosfera di taluni inquinanti originati da impianti di combustione medi, nonché per il riordino del quadro normativo degli stabilimenti che producono emissioni nell'atmosfera, ai sensi dell'articolo 17 della legge 12 agosto 2016, n. 170.



- criteri e procedure volti a definire, nell'ambito del procedimento autorizzativo, portate massime o concentrazioni massime di emissione odorigena espresse in unità odorimetriche (ou_E/m^3 o ou_E/s) per le fonti di emissioni odorigene dello stabilimento;
- specifiche portate massime o concentrazioni massime di emissione odorigena espresse in unità odorimetriche (ou_E/m^3 o ou_E/s) per le fonti di emissioni odorigene dello stabilimento.

L'articolo 272-bis introduce la possibilità di prevedere misure di prevenzione e limitazione specificatamente definite per le emissioni odorigene, sia attraverso l'applicazione di apposite indicazioni riportate all'interno di atti normativi regionali, **sia in sede di autorizzazione**, lasciandone l'onere di definizione alle Autorità Competenti.

L'assenza, nella legislazione nazionale, di una normativa tecnica dedicata agli odori ha consentito il proliferarsi nel tempo di provvedimenti regionali in materia. In questo modo, l'intervento operato dal D.Lgs. 183/2017 non fa che razionalizzare ed ufficializzare una serie di poteri già previsti dalle leggi regionali e, dal 19 dicembre 2017, è la stessa normativa nazionale a richiamare tale prassi.

La più recente sentenza della Corte Costituzionale (N. 178 SENTENZA 5 giugno - 16 luglio 2019)⁴, nel giudizio di illegittimità costituzionale di parte della **Legge della Regione Puglia 16 luglio 2018, n. 32 ("Disciplina in materia di emissioni odorigene")**, compreso l'Allegato tecnico, escludendone di fatto l'applicabilità in ambito di VIA e verifica di assoggettabilità, di autorizzazione alla gestione dei rifiuti e alle installazioni/stabilimenti soggetti alle disposizioni di cui all'articolo 269 del D.Lgs. 152/2006, conferma il campo di applicazione piuttosto ridotto dell'art. 272-bis.

3. Campo di applicazione

3.1. Nuovi impianti e nuove attività

Le presenti indicazioni operative si applicano in via preventiva a tutti i nuovi impianti e alle nuove attività che durante il loro esercizio, in ragione delle caratteristiche delle lavorazioni e del volume e tipologia di attività, possono ragionevolmente dare luogo ad emissioni odorigene.

Sono di norma oggetto di approfondimento in materia di emissioni odorigene, i nuovi impianti e le nuove attività che sono sottoposte al procedimento di Valutazione d'Impatto Ambientale, compresa la verifica di assoggettabilità (Parte Seconda del D.Lgs 152/06 ss.mm.ii) e che in particolare possono dare luogo a molestie olfattive. In Tabella 1 sono indicate le tipologie di impianti o di attività potenzialmente a rischio osmogeno.

Tabella 1 Tipologia di impianto o attività a potenziale rischio osmogeno

1	Produzione di conglomerati bituminosi e/o di bitumi e/o bitumi modificati
2	Produzione di concimi, fertilizzanti, prodotti fitosanitari in cui sono impiegate sostanze aventi potenziale impatto odorigeno
3	Impianti di produzione, su scala industriale, di prodotti chimici organici o inorganici di base
4	Produzione di piastrelle ceramiche con applicazione di tecniche di stampa digitale
5	Lavorazione materie plastiche
6	Fonderie e produzione di anime per fonderia
7	Impianti di produzione di biogas da biomasse e/o reflui zootecnici
8	Produzione di pitture e vernici
9	Impianti e attività ricadenti nel campo di applicazione dell'art. 275 del D.Lgs. 152/2006 (emissioni di COV) e con consumo annuo di solvente non inferiore a 10 t.
10	Allevamenti zootecnici con soglie superiori a quelle previste per le autorizzazioni alle emissioni a carattere generale (art. 272, comma 2) e in AIA

⁴ Giudizio di legittimità costituzionale in via principale. Tutela dell'ambiente -- Disciplina delle emissioni odorigene legate alle attività antropiche - Applicabilità alle installazioni assoggettate ad autorizzazione integrata ambientale - Applicabilità ai progetti assoggettati a valutazione di impatto ambientale (VIA) e a verifica di assoggettabilità a VIA - Rinvio a disposizioni sanzionatorie statali - Aggiornamento dell'allegato tecnico con deliberazione della Giunta regionale. - Legge della Regione Puglia 16 luglio 2018, n. 32 (Disciplina in materia di emissioni odorigene), artt. 1, comma 2, lettere a), b), c) e d), 3, 4, 5, 6, 7 e 9, e Allegato tecnico.



11	Allevamenti larve di mosca carnaria o simili
12	Lavorazione scarti di macellazione, sottoprodotti di origine animale, prodotti ittici (ad esempio: produzione farine proteiche, estrazione grassi, essiccazione, disidratazione, idrolizzazione, macinazione, ecc.)
13	Lavorazione scarti di prodotti vegetali (ad esempio vinacce, ecc.)
14	Linee di trattamento fanghi che operano nell'ambito di impianti di depurazione delle acque con potenzialità superiore a 10'000 abitanti equivalenti ⁵
15	Essiccazione pollina e/o letame e/o fanghi di depurazione
16	Impianti di compostaggio FORSU
17	Discariche
18	Impianti di trattamento rifiuti (art. 208), da cui possano derivare emissioni odorigene
19	Torrefazioni di caffè ed altri prodotti tostati
20	Concerie
21	Raffinerie
22	Industrie farmaceutiche e cosmetiche
23	Industrie alimentari

3.2. Impianti ed attività esistenti

Le presenti indicazioni operative si applicano in via preventiva anche a tutti gli impianti ed attività esistenti di cui alla precedente Tabella 1, oggetto di rinnovo, riesame o modifica dell'autorizzazione:

- qualora per le modifiche proposte sono sottoposti ad una procedura di VIA o di verifica di assoggettabilità e possano potenzialmente condurre ad un peggioramento delle emissioni odorigene

oppure

- se nel corso dell'esercizio pregresso si siano avute ripetute segnalazioni di odori non ascrivibili solamente ad imprevedibili episodi di malfunzionamento/anomalie impiantistiche o gestionali. È opportuno che la presenza di segnalazioni trovi, per quanto possibile, riscontro oggettivo nelle attività di vigilanza e controllo da parte di ARPAV o di altri enti o organi di controllo che abbiano formalizzato o segnalato la presenza di odore. Questo trova applicazione in particolare nelle procedure sottoposte ad art. 13 della L.R. 4/16.

4. Istanze di istruttoria di VIA

Tutti gli studi di impatto ambientale (compresa la documentazione per la verifica di assoggettabilità a VIA) dovrebbero essere corredate da una apposita sezione tecnica di valutazione e descrizione delle potenziali emissioni odorigene e dei relativi impatti ipotizzati. In coerenza con la opportunità di richiedere maggiori approfondimenti agli impianti ed alle attività per le quali sono ipotizzabili più consistenti impatti odorigeni, è possibile stabilire in generale due diversi livelli di approfondimento tecnico ai quali le relazioni allegate alle istanze istruttorie dovrebbero attenersi.

Il livello di approfondimento che di norma dovrebbe essere richiesto, in funzione della tipologia di istanza o procedimento di valutazione, è indicato nella Tabella 2.

⁵ Regione Veneto – Segreteria Regionale per l'Ambiente - Direzione Tutela Ambiente - Nota prot. N. 335148 del 19/07/2012 "Modifica dell'Allegato IV parte I 'Impianti ed attività di cui all'art. 272, comma 1' alla parte V del D.lgs. 152/2006 s.m.i. introdotta dall'Art. 3 comma 28 del d.lgs 128/2010. Autorizzazione alle emissioni in atmosfera per gli impianti di trattamento acque dotati di linee di trattamento fanghi. Chiarimenti."



Tabella 2 Procedimenti istruttori e approfondimenti

Procedimento	Istanza per:	CONDIZIONE NECESSARIA	Approfondimento	Livello di approfondimento
VIA (incluso screening),	Stabilimento NUOVO	Di norma, solo in caso di determinate categorie produttive (vedi Tabella 1)	Sì	Liv. 1 o Liv. 2, in funzione dei casi
VIA (incluso screening),	ESISTENTE Rinnovi, riesami e modifiche	In assenza di pregresse segnalazioni	NO, se le modifiche NON peggiorano le emissioni odorigene SÌ, se le modifiche peggiorano le emissioni odorigene	Liv. 1 di norma Liv. 2 se necessario
		In presenza di pregresse segnalazioni	Sì	Liv. 1 o Liv. 2, in funzione dei casi

Di seguito sono esplicitati i contenuti delle relazioni.

Relazione tecnica di Livello 1

Con particolare riferimento alle emissioni odorigene, dovrebbero essere fornite adeguate informazioni in merito a:

- area territoriale di interesse per le possibili ricadute odorigene, con particolare attenzione a presenza antropica, aree residenziali, produttive, commerciali, agricole e ricettori sensibili;
- descrizione puntuale del ciclo produttivo, con indicazione di eventuali materiali solidi, liquidi e gassosi trattati ed eventualmente stoccati in impianto, che possono dare luogo ad emissioni odorigene (tipologia, quantità, tempi e modalità di gestione);
- identificazione di tutte le sorgenti odorigene degli impianti/attività (emissioni convogliate, emissioni diffuse areali attive e/o passive, emissioni fuggitive, ecc.) e loro individuazione in planimetria con definizione di tempi e durata di funzionamento degli impianti e delle relative emissioni;
- caratterizzazione chimica e/o olfattometrica delle sorgenti emmissive, eventualmente effettuata tramite la misura della concentrazione di odore mediante olfattometria dinamica in impianti equivalenti; nel caso in cui non sia possibile ottenere misure sperimentali, tali valori potranno essere ricavati dalle specifiche tecniche di targa degli impianti e delle tecnologie adottate, da dati di bibliografia, da esperienze consolidate o da indagini mirate allo scopo.
- descrizione dei sistemi di abbattimento eventualmente adottati e degli accorgimenti tecnici e gestionali per il contenimento e/o la riduzione delle emissioni odorigene;
- descrizione di misure aggiuntive, in termini di controllo e/o procedure gestionali, da implementare in caso di transitori o in occasione dei più comuni eventi accidentali che caratterizzano l'attività.

Relazione tecnica di Livello 2

Comprende tutte le informazioni di cui alla Relazione tecnica di Livello 1 ma deve includere anche uno studio di impatto odorigeno condotto mediante modello matematico di simulazione delle ricadute di odore al suolo, redatto seguendo i criteri indicati dall'Allegato A.1.

L'Autorità Competente, nell'ambito dell'istruttoria prevista dalla normativa vigente, tenuto conto delle assunzioni progettuali, indicherà le emissioni odorigene che devono essere convogliate e quelle che possono rimanere diffuse. Verificherà inoltre l'adeguatezza degli accorgimenti tecnici e gestionali messi in atto per evitare o, nei casi in cui anche utilizzando le Migliori Tecniche Disponibili ciò non sia possibile, ridurre le emissioni odorigene derivanti dall'esercizio dell'attività.

nell'ambito delle valutazioni sulla caratterizzazione delle emissioni odorigene e del relativo impatto si potrà rilevare la necessità di formulare prescrizioni, sia gestionali sia tecniche, che il gestore dovrà attuare per eliminare o ridurre le emissioni olfattive.



Prendendo spunto dall'art. 272-bis del D.Lgs. 152/2006, potranno pertanto essere previsti e regolamentati in autorizzazione:

- a) valori limite di emissione espressi in concentrazione (mg/Nm^3) per sostanze odorigene, caratterizzate da bassa soglia olfattiva (cfr. Allegato A.3); potranno altresì essere fissate valori limite e/o soglie di accettabilità per specifiche sostanze o famiglie di composti chimici individuati come traccianti di odore, anche se non odorigeni (ad esempio COT per attività con emissioni di COV, ecc.), previa ragionevole certezza della correlazione tra concentrazione di odore e concentrazione del tracciante;
- b) prescrizioni impiantistiche, tecniche e gestionali, incluso l'obbligo di attuazione di piani di contenimento; possono rientrare in tale voce, ad esempio, l'obbligo di copertura di vasche, l'installazione di presidi di contenimento e/o depurazione, l'adozione di specifiche modalità di gestione operativa degli stoccaggi, la tenuta di registri per l'annotazione delle operazioni saltuarie che possono comportare emissioni odorigene significative, ecc.;
- c) procedure volte a definire, nell'ambito del procedimento autorizzativo, criteri localizzativi delle sorgenti odorigene in funzione della presenza di ricettori sensibili nell'intorno dello stabilimento; possono rientrare in tale voce proposte di delocalizzazione, pur rimanendo all'interno dello stabilimento, di una o più sorgenti odorigene per allontanarle dai ricettori più vicini;
- d) criteri e procedure volti a definire, nell'ambito del procedimento autorizzativo, concentrazioni massime o portate massime di emissione odorigena espresse in unità odorimetriche (ou_E/m^3 o ou_E/s) per le fonti di emissioni odorigene dello stabilimento; rientrano in tale voce tutti i procedimenti (tra i quali, tipicamente, le simulazioni modellistiche) che consentono di assegnare alle diverse sorgenti di odore un valore di emissione odorigena tale da evitare o minimizzare, sul territorio circostante, le ricadute odorigene derivanti dall'esercizio dell'attività;
- e) specifiche concentrazioni massime o portate massime di emissione odorigena espresse in unità odorimetriche (ou_E/m^3 o ou_E/s) per le fonti di emissioni odorigene dello stabilimento; tale voce può essere la diretta conseguenza dell'applicazione dei criteri e procedure di cui al punto d) precedente.

In sede di prima applicazione di questi indirizzi operativi, mentre per i punti a), b) e c) non si rilevano evidenti criticità applicative in quanto tali specifiche prescrizioni tecniche e/o gestionali vengono abitualmente considerate in sede di istruttoria tecnica, per quanto riguarda invece i punti d) ed e) si ritiene necessario stabilire che, di norma, la definizione di concentrazioni massime o portate massime di emissione odorigena espresse in unità odorimetriche (ou_E/m^3 o ou_E/s) per le fonti di emissioni odorigene dello stabilimento, possa essere proposta nell'ambito del procedimento qualora sia stata presentata, da parte del proponente, una Relazione tecnica di Livello 2; gli esiti della simulazione modellistica, infatti, possono ragionevolmente consentire di assegnare alle diverse sorgenti di odore un valore di emissione odorigena tale da evitare o minimizzare, sul territorio circostante, le ricadute odorigene derivanti dall'esercizio dell'attività.

Sulla base delle considerazioni specifiche riportate nell'Allegato A.1 in merito alla significatività delle sorgenti emmissive odorigene, non devono essere considerate - poiché POCO SIGNIFICATIVE - le emissioni odorigene caratterizzate da concentrazioni di odore inferiori a $80 \text{ou}_E/\text{m}^3$ o da flussi di odore inferiori a $500 \text{ou}_E/\text{s}$. Coerentemente con tale assunzione, di conseguenza, si stabilisce che non possano essere fissate concentrazioni massime di emissione odorigena inferiori a $100 \text{ou}_E/\text{m}^3$ o portate massime di odore inferiori a $500 \text{ou}_E/\text{s}$.

Data la generale carenza, nelle norme nazionali e nelle regolamentazioni regionali attualmente in vigore, di riferimenti tecnici specifici e di precisi limiti tabellari univoci fissati in termini di concentrazioni o portate massime di odore per le diverse attività a potenziale impatto odorigeno, è opportuno che le concentrazioni massime o portate massime di emissione odorigena espresse in unità odorimetriche (ou_E/m^3 o ou_E/s) vengano definite in prima istanza come "valori obiettivo" anziché "valori limite di emissione".

Nel caso in cui si ritenga necessario / opportuno la definizione di concentrazioni massime o portate massime di emissione odorigena, intesi come "valori obiettivo" ed espressi in unità odorimetriche



(ou_E/m^3 o ou_E/s), il provvedimento dovrà prevedere l'obbligo di monitoraggio, da parte del gestore, in corrispondenza dell'avvio e/o messa a regime degli impianti e per un periodo successivo di valutazione indicativamente della durata di almeno 12 mesi. Tale periodo di monitoraggio consentirà di acquisire informazioni utili per la caratterizzazione delle emissioni e per suffragare, nonché verificare sperimentalmente, i dati utilizzati nelle simulazioni modellistiche e che sono alla base dei "valori obiettivo" fissati.

Al termine del periodo di valutazione, il gestore dovrà produrre, entro 60 gg, apposita relazione tecnica riassuntiva degli esiti dei monitoraggi. Sulla base dei riscontri ottenuti e delle eventuali ricadute sul territorio (segnalazioni), tenuto conto anche degli esiti di eventuali attività di vigilanza condotte, l'Autorità Competente potrà:

- confermare o meno, oppure modificare, i "valori obiettivo" definiti;
- confermare o meno, oppure modificare, l'obbligo di monitoraggio periodico delle emissioni odorigene;
- definire in Autorizzazione, attraverso specifiche prescrizioni, modalità operative, gestionali o tecniche da porre in essere a seguito del superamento dei "valori obiettivo" durante i monitoraggi periodici del gestore;
- se necessario, richiedere la predisposizione di piani di contenimento delle emissioni odorigene, definendone la tempistica di attuazione;

In ogni caso, anche in assenza di definizione dei "valori obiettivo", l'Autorità Competente può prevedere nei provvedimenti, nei casi per i quali lo si ritenga necessario e/o opportuno, l'obbligo di monitoraggio delle concentrazioni o portate di emissione odorigena espresse in unità odorimetriche (ou_E/m^3 o ou_E/s), sia in corrispondenza della messa a regime degli impianti, sia nei piani di monitoraggio periodici.

5. Contesto territoriale e Criteri di valutazione

Generalmente, secondo gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistico, il territorio può essere suddiviso in aree residenziali e non residenziali (agricole, commerciali e/o artigianali e industriali). Pertanto, a seconda della zona in cui l'impianto viene a trovarsi, una data intensità del disturbo può limitare o meno l'utilizzo dell'area interessata. Infatti in una zona residenziale dove vi sono delle attività antropiche per periodi prolungati, la sola percezione dell'odore può limitare fortemente la fruibilità degli spazi, mentre in una zona agricola la presenza di un moderato disturbo olfattivo non impedisce che l'area possa essere utilizzata.

Dato che l'impatto odorigeno dipende dall'effettivo uso del territorio, così come la concentrazione dell'odore che insiste su un'area è influenzata non solo dalla portata emessa ma anche dalla orografia e dalla meteorologia, non è possibile associare un limite universalmente valido alle sorgenti di emissione odorigena di un impianto o di una attività, senza tener conto di questi fattori.

Il gestore di uno stabilimento con impianti o attività rientranti nel campo di applicazione delle presenti indicazioni, caratterizzati da emissioni odorigene, deve in ogni caso dare evidenza di adottare tutti gli accorgimenti tecnici e gestionali necessari a far sì che l'odore provocato dalle proprie attività non vada ragionevolmente ad impattare in maniera significativa sulla zona interessata dalle possibili ricadute odorigene e soprattutto che non ne pregiudichi l'utilizzo in accordo con lo strumento di programmazione territoriale (presentazione della Relazione tecnica di Livello 1).

Nei casi in cui siano richieste informazioni approfondite sugli impianti e/o attività (presentazione della Relazione tecnica di Livello 2) il gestore deve, partendo da dati di bibliografia o da esperienze consolidate o da indagini mirate, ricercare tutte le possibili fonti di disturbo olfattivo, associare a queste fonti una concentrazione di odore (ou_E/m^3) ed una portata di odore (ou_E/s) e, sulla base dei dati meteorologici basati sulle specifiche riportate nell'allegato A.1 e l'orografia del territorio, utilizzare un modello di dispersione, con le caratteristiche date sempre dall'allegato A.1, per verificare quale sarà l'entità del disturbo olfattivo provocato nel raggio di 3 km dai confini dello stabilimento sui ricettori presenti in questa area.



Dovranno quindi essere redatte delle mappe di impatto dove siano riportati i valori di concentrazione orarie di picco di odore al 98° percentile su base annuale, così come risultanti dalla simulazione, a 1, 2, 3, 4 e 5 ou_E/m^3 . Si tenga presente che, corrispondentemente 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 ricettori che vi insistono e delle caratteristiche del fondo. Verificato il potenziale impatto odorigeno dell'attività sul territorio circostante, andranno caratterizzate le sezioni dell'impianto che causano le maggiori emissioni odorigene e andrà giustificato un loro eventuale mancato confinamento.

In base alle caratteristiche delle emissioni e delle prestazioni dei sistemi di abbattimento, il gestore sceglierà il sistema di trattamento degli effluenti opportuno per singolo punto di emissione e individuerà il valore di portata di odore che può essere emesso dalla singola emissione tale che, sommando tutte le emissioni significative dello stabilimento, dal confronto con i risultati della simulazione possa essere data dimostrazione del rispetto dei valori assunti come riferimento. Il progetto dovrà essere corredato delle indicazioni tecniche e gestionali necessarie a garantire l'efficienza prevista per i sistemi di abbattimento, la frequenza delle manutenzioni e gli strumenti atti a verificare il corretto funzionamento del processo e degli impianti di abbattimento.

6. Valori di accettabilità del disturbo olfattivo presso i ricettori

I valori di accettabilità del disturbo olfattivo, espressi come concentrazioni orarie di picco di odore al 98° percentile calcolate su base annuale, che dovrebbero essere rispettati presso i ricettori, sono i seguenti⁶:

per ricettori posti in aree residenziali

- 1 ou_E/m^3 a distanze >500 metri dalle sorgenti di odore;
- 2 ou_E/m^3 a distanze comprese tra 500 metri e 200 metri da sorgenti di odore;
- 3 ou_E/m^3 a distanze <200 metri dalle sorgenti di odore;

per ricettori posti in aree non residenziali

- 2 ou_E/m^3 a distanze >500 metri dalle sorgenti di odore;
- 3 ou_E/m^3 a distanze comprese tra 500 metri e 200 metri da sorgenti di odore;
- 4 ou_E/m^3 a distanze <200 metri dalle sorgenti di odore.

Ulteriori vincoli localizzativi inerenti anche a distanze minime tra stabilimenti con potenziali sorgenti odorigene ed i ricettori più prossimi possono essere previsti nelle norme di pianificazione territoriale vigenti per l'area considerata. In ogni caso, il provvedimento deve comunque contenere le prescrizioni tecniche e gestionali necessarie a garantire un adeguato contenimento e controllo delle emissioni odorigene e a verificare il corretto funzionamento del processo e degli impianti di abbattimento.

7. Modifiche degli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistico

Nel caso in cui nel raggio di 500 m da un insediamento produttivo con emissioni odorigene sia prevista la variazione dello strumento urbanistico e/o edilizio o dello stato di fatto introducendo dei nuovi ricettori, il proponente della variazione, in sede di valutazione del piano urbanistico, dovrà considerare anche l'interazione con l'attività esistente e valutare l'impatto odorigeno a carico dei nuovi ricettori prevedendo delle mitigazioni se i nuovi ricettori risulteranno interessati dalle emissioni olfattive.

⁶ corrispondenti a quelli indicati dalla Delibera di Giunta Provinciale di Trento n.1087 del 24/06/2016.



Allegati

- Allegato A.1 - Requisiti degli studi di impatto olfattivo mediante simulazione di dispersione
- Allegato A.2 - Campionamento olfattometrico
- Allegato A.3 - Caratterizzazione chimica delle emissioni odorigene.





Allegato A.1

Requisiti degli studi di impatto olfattivo mediante simulazione di dispersione

1. Scopo e campo di applicazione

Nel presente allegato sono riportati i requisiti richiesti alle simulazioni di dispersione degli studi di impatto olfattivo.

Nell'applicazione delle simulazioni di dispersione dell'odore si considerano i seguenti vincoli:

- l'odore viene espresso in termini di concentrazione, definita in conformità alla norma tecnica UNI EN 13725:2004;
- in base alla UNI EN 13725:2004, l'odore è assimilato dal punto di vista modellistico ad una generica pseudo-specie gassosa;
- lo scenario di dispersione è il cosiddetto "campo aperto" (ad esempio emissioni di impianti industriali in zona industriale o agricola), non applicabile in ambito strettamente locale condizionato da geometrie urbane complesse (ad esempio emissioni da attività di ristorazione che producono disturbo olfattivo presso le adiacenti abitazioni civili).

2. Georeferenziazione

Tutti gli elementi notevoli dello studio di impatto odorigeno (sorgenti, ricettori, griglia di calcolo, edifici, ecc.) devono essere georeferenziati in coordinate geografiche (latitudine, longitudine) secondo il sistema di riferimento WGS84 (EPSG: 4326), oppure in coordinate cartesiane piane (x,y), secondo il sistema di riferimento WGS84/UTM zona 32N (EPSG: 32632). Per maggiori dettagli sulle specifiche tecniche dei due alternativi sistemi di riferimento di coordinate (CRS) utilizzati nello studio modellistico di impatto odorigeno, si rimanda a quanto riportato in <https://spatialreference.org/>.

3. Dati di emissione

3.1. Criteri per l'individuazione delle sorgenti da considerare nello scenario emissivo

Nello scenario emissivo da impiegare nelle simulazioni per la stima dell'impatto olfattivo devono essere considerate tutte le sorgenti di emissione dell'impianto oggetto dello studio, convogliate o diffuse, per le quali la portata di odore sia maggiore di 500 ou_E/s, ad eccezione delle sorgenti con concentrazione di odore massima inferiore a 80 ou_E/m³ indipendentemente dalla portata volumetrica emessa. Sono altresì escluse le emissioni fuggitive.

Sono convogliate le emissioni derivanti da sezioni circoscritte ed aventi una portata ben definita (ad esempio camini o superfici di biofiltri, ...).

Sono diffuse le emissioni derivanti da superfici o aperture definite, ma disperse con una portata di aeriforme non definibile (come lucernai, cumuli di materiali odorigeni scoperti o in ambienti non confinati, vasche di stoccaggio o di trattamento di reflui odorigeni prive di copertura, ...).



Sono fuggitive le emissioni derivanti da impianti o ambienti anche confinati per la presenza di sovrappressioni che lasciano fuoriuscire aeriformi odorigeni (come ad esempio stoccaggi o lavorazioni effettuate in ambienti confinati non presidiati da sistemi di aspirazione dell'aria, vasche di trattamento interrato o coperte, ma prive di sistemi di aspirazione, sfiati di serbatoi, ...).

Data la natura delle emissioni fuggitive, non si richiede la loro modellizzazione negli studi di dispersione, ma se ne dovrà fornire un elenco dettagliato seguendo il seguente schema:

- per lavorazioni effettuate in ambienti confinati, indicare se ci sono o meno sistemi di aspirazione dell'aria;
 - se sono presenti sistemi di aspirazione, indicare la portata dell'aspirazione (in questo caso si rientra nelle emissioni convogliate, che vanno trattate secondo le indicazioni fornite nel presente documento) o se sono presenti sistemi di reintegro con trattamento dell'aria di reintegro;
- se non sono presenti sistemi di aspirazione, indicare:
 - il tipo di lavorazione effettuata in questi ambienti;
 - il numero di portoni industriali dell'ambiente non aspirato;
- sia che gli ambienti siano aspirati, sia che non lo siano indicare:
 - il numero di aperture all'ora (media) o al giorno (media) dei portoni industriali e durata (media) di ciascuna apertura (si consideri che anche gli ambienti aspirati riducono le emissioni dai portoni ma non le bloccano totalmente);
 - tipologia di portone industriale, modalità di apertura (manuale, con sensore tipo radar) e di chiusura (manuale o automatica temporizzata);
 - il tempo di ritardo della chiusura automatica del portone industriale.
- per le vasche di trattamento coperte, indicare:
 - se le vasche sono in depressione;
 - il tipo di copertura della vasca;
 - il numero di eventuali aperture al giorno della vasca;
 - l'area della vasca che potrebbe essere interessata da perdite.
- per gli sfiati di serbatoi, indicare per ciascun serbatoio soggetto a sfiato:
 - la sostanza contenuta nel serbatoio soggetto a sfiati periodici;
 - il numero di sfiati medi giornalieri;
 - la durata media di ciascun sfiato;
 - la portata stimata dello sfiato;
 - la presenza di sistemi di abbattimento degli sfiati (guardia idraulica o altro).

3.2. Criteri per la caratterizzazione delle diverse tipologie di sorgenti

È necessario riportare nella relazione di presentazione dello studio tutti i dati caratterizzanti le sorgenti emmissive forniti in input al modello di simulazione, per consentire all'Autorità competente di valutare lo studio stesso, e di replicare le simulazioni impiegando lo stesso modello di dispersione o altro modello.

Di seguito si dettagliano le minime informazioni richieste per ogni tipologia di sorgente:

Sorgenti convogliate puntiformi (camini, ciminiera, ...)

- portata volumetrica (espressa in Nm^3/h ed in m^3/s a $20\text{ }^\circ\text{C}$);
- concentrazione di odore (espressa in ou_E/m^3);
- portata di odore (espressa in ou_E/s), tenendo conto dell'eventuale variabilità temporale;
- coordinate di georeferenziazione;
- quota altimetrica del suolo alla base della sorgente;



- altezza del punto di emissione (sezione di sbocco in atmosfera) rispetto al suolo;
- area della sezione di sbocco;
- velocità e temperatura dell'effluente nella sezione di sbocco.

Sorgenti convogliate areali (biofiltri, ...)

- portata volumetrica (espressa in Nm³/h ed in m³/s a 20 °C), misurata a monte della sorgente;
- concentrazione di odore (espressa in ou_E/m³);
- portata di odore (espressa in ou_E/s), tenendo conto dell'eventuale variabilità temporale;
- coordinate di georeferenziazione (coordinate dei vertici dell'area);
- quota altimetrica del suolo alla base della sorgente;
- altezza del punto di emissione rispetto al suolo (per un biofiltro è l'altezza della struttura di contenimento del letto biofiltrante);
- area della sezione di sbocco;
- velocità e temperatura dell'effluente nella sezione di sbocco.

Sorgenti diffuse areali (vasche di trattamento reflui o cumuli di materiale, ...)

- flusso specifico di odore (portata superficiale di odore, SOER), espresso in ou_E/(m²*s);
- area della superficie emissiva esposta all'atmosfera (superficie effettiva);
- portata di odore (espressa in ou_E/s), calcolata come prodotto fra SOER e superficie emissiva (valore medio cautelativo calcolato al 95° percentile delle velocità del vento orarie);
- coordinate di georeferenziazione (come per convogliate areali);
- quota altimetrica del suolo alla base della sorgente;
- altezza del punto di emissione rispetto al suolo (altezza della vasca o della struttura di contenimento di un liquido, metà altezza di un cumulo, ...);
- velocità e temperatura dell'effluente nella sezione di sbocco.

Sorgenti diffuse volumetriche (finestrature di capannoni, locali con ricambio naturale dell'aria, ...)

- volume interno del locale ovvero dimensioni e conformazione aerodinamica del manufatto da cui l'aeriforme odorigeno diffonde all'esterno;
- portata di odore (espressa in ou_E/s), tenendo conto dell'eventuale variabilità temporale;
- coordinate di georeferenziazione della sorgente o del sistema di sorgenti che simula l'emissione;
- quota altimetrica del suolo alla base della sorgente;
- altezza del punto di emissione rispetto al suolo;
- velocità e temperatura dell'effluente nella sezione di sbocco.

3.3. Definizione della concentrazione di odore di ciascuna emissione

Per la scelta dei valori di concentrazione da inserire nel modello di simulazione dell'impatto olfattivo, nel caso di impianti esistenti si farà riferimento a valori misurati (autocontrolli o controlli ispettivi alle emissioni), per quanto possibile tenendo in considerazione la variabilità temporale delle emissioni dovute al ciclo produttivo specifico ed a eventuali fermi impianto; invece, nel caso di nuovi impianti o di modifiche successive, in assenza di limiti già definiti alle emissioni, è opportuno avvalersi di dati empirici riferiti ad impianti simili o di bibliografia tecnico-scientifica,



cautelativamente maggiorati in modo da considerare il 'caso peggiore' (ad esempio, il più elevato dei livelli di concentrazione prodotti nelle diverse condizioni di funzionamento dell'impianto).

In ogni caso, nella relazione di presentazione dello studio di impatto dovranno essere riportati:

- i dati di emissione (concentrazioni e/o portate di odore, in funzione della diversa tipologia di sorgenti odorogene) utilizzati in input al modello di dispersione, allegando eventuali rapporti di prova che dovranno riportare l'indicazione delle informazioni relative a data, ora, posizione e modalità di prelievo, nonché le specifiche informazioni relative alla tipologia di processo produttivo in atto durante il campionamento, ovvero citando la fonte nel caso di dati tratti da letteratura tecnico-scientifica di settore;
- le assunzioni relative a tutte le elaborazioni eseguite sui dati utilizzati in ingresso al modello dispersivo come, ad esempio, l'utilizzo del valore medio piuttosto che del valore massimo, motivandone opportunamente la scelta.

3.4. Variazioni temporali della portata di odore

Le variazioni temporali della portata di odore possono essere:

- regolari programmate (per esempio: fermo impianto notturno e/o festivo, ferie estive);
- non regolari cioè, indirettamente conseguenti a specifiche scelte deliberate (per esempio: variazione delle condizioni di processo o dei reagenti impiegati);
- accidentali o non controllabili (per esempio: variabilità del materiale o del rifiuto da trattare);
- dipendenti dalle condizioni atmosferiche (per esempio: variazioni dell'intensità della turbolenza atmosferica o della temperatura che innescano la volatilizzazione delle sostanze odorogene rilasciate da un liquido o da un cumulo all'aperto).

Nella valutazione delle variazioni temporali, soprattutto in presenza di eventi accidentali, è opportuno assumere ipotesi cautelative, tali da condurre ad una sovrastima piuttosto che a una sottostima dell'impatto olfattivo delle emissioni sul territorio.

È inoltre opportuno, soprattutto nel caso di nuovi impianti, al fine di produrre valutazioni di impatto massimamente cautelative, ipotizzare valori alle emissioni costanti pari a quelli attesi in condizioni di massimo carico (escludendo, d'altro canto, solo fenomeni emissivi eccezionali e molto rari caratterizzati da una ricorrenza non superiore a circa 52 ore/anno).

3.5. Calcolo della portata di odore in funzione della velocità del vento per le sorgenti diffuse areali

Poiché la portata di odore (OER) o il flusso specifico di odore (SOER) prodotto da sorgenti diffuse areali è variabile in funzione della velocità dell'aria che lambisce la superficie di emissione, ai fini del calcolo di tale valore, per ciascuna ora del dominio temporale di simulazione, a partire dalla portata di riferimento misurata mediante il sistema a wind tunnel (o simili), si applica la seguente formula:

$$OER_S = OER_R * ((v_S/v_R)^{0,5})$$

dove:

- OER_S è la portata di odore alla velocità dell'aria v_S ;
- OER_R è la portata di odore alla velocità di riferimento v_R (misurata durante il campionamento);
- v_R è la velocità dell'aria nella camera di ventilazione durante il campionamento olfattometrico;
- v_S è la velocità dell'aria vicino alla superficie emissiva (indicativamente, ad una quota pari a metà dell'altezza della camera di ventilazione e comunque maggiore di 10 cm); tale velocità può essere calcolata dalla velocità del vento alla quota dell'anemometro (v_H). Per



semplicità e ripercorribilità del calcolo, è consentito l'utilizzo della formula del profilo logaritmico della velocità del vento in condizioni neutre:

$$v_s = V_H * (\ln(z_s/z_0) / \ln(z_H/z_0))$$

dove

- o V_H è la velocità del vento alla quota dell'anemometro
- o z_s è la quota rispetto al suolo a cui si vuole calcolare v_s (comunque maggiore di 10 cm)
- o z_H è la quota dell'anemometro rispetto al suolo
- o z_0 è la lunghezza di rugosità superficiale che, data la tipologia di sorgente considerata, può essere considerata pari a 0.1

Metodi diversi da quello qui descritto per il calcolo della portata di odore potranno essere adottati quando vi siano motivi per ritenere il presente metodo non adatto al caso specifico in esame. La scelta di metodi alternativi deve essere ampiamente giustificata e illustrata.

4. Input meteorologico

L'input meteorologico del modello di dispersione può essere ricondotto a due tipologie di dati:

- da stazioni meteorologiche al suolo ed in quota (radiosonde);
- da modelli meteorologici prognostici.

Le stazioni meteo al suolo utilizzate devono preferibilmente provenire dalla rete di monitoraggio regionale gestita da ARPAV, oppure dalla rete internazionale di stazioni meteorologiche WMO (World Meteorological Organization). A quest'ultima si dovrà fare riferimento per i dati delle stazioni in quota (radiosondaggi) che allo stato attuale, per quanto riguarda il Veneto, sono Udine-Rivolto, Milano-Linate e Bologna-San Pietro Capofiume. Altre fonti dati sono ammissibili ma devono essere debitamente supportate da documentazione attestante l'origine e la validità delle misure.

In generale l'input meteorologico dovrà provenire da una stazione meteorologica purché rappresentativa delle condizioni di dispersione nell'area oggetto dello studio. Se necessario, per esempio in condizioni di terreno complesso, una o più stazioni possono essere incluse mediante l'utilizzo di un modello di tipo diagnostico che ricostruisca il campo di vento a partire dai dati delle stazioni al suolo ed in quota, e dalla geomorfologia del territorio.

Conformemente a quanto previsto nella più recente revisione delle linee guida dell'U.S. EPA (Environmental Protection Agency https://www3.epa.gov/ttn/scram/guidance/guide/appw_17.pdf), in caso di assenza di stazioni meteo rappresentative, l'input meteorologico può essere ricavato dall'output numerico di un modello di tipo prognostico. In tal caso si distinguono due possibilità:

- utilizzo dell'output tale e quale, estratto su un punto della griglia di calcolo ritenuto più rappresentativo delle condizioni di dispersione nell'area oggetto dello studio;
- utilizzo dell'output su un punto o su una sottogriglia del modello meteorologico prognostico, seguito dall'applicazione di un opportuno modello di tipo diagnostico in grado di ricostruire il campo di vento ad alta risoluzione, considerando opportunamente gli effetti indotti dall'eventuale terreno complesso (linee di costa, zone collinari o montane).

È possibile l'utilizzo dell'output modellistico di tipo prognostico anche a completamento dei dati forniti direttamente dalla stazione meteorologica, per variabili diverse da direzione e velocità del vento e temperatura (per esempio: copertura nuvolosa, pressione a livello del mare). L'uso di un modello meteorologico prognostico e/o diagnostico deve essere sempre supportato da documentazione o riferimenti bibliografici che ne descrivano dettagliatamente l'origine e ne attestino la sua validità scientifica.

Nella relazione di presentazione dello studio, a seconda dei casi, devono essere indicati:

- coordinate della/e stazione/i e quota dell'anemometro rispetto al suolo;
- coordinate del punto di griglia del modello prognostico;



- caratteristiche della griglia di calcolo del modello diagnostico (coordinate, numero di nodi, passo, livelli verticali);
- caratteristiche della griglia di calcolo del modello prognostico (coordinate, numero di nodi, passo, livelli verticali);

Per quanto riguarda la/le stazioni meteorologiche al suolo si sottolinea che:

- l'altezza standard di riferimento per la misura del vento è 10 m (WMO-No. 8⁷) e quindi, in generale, non sono ammesse misure a quote inferiori, tuttavia dato che la rete meteorologica regionale gestita da ARPAV comprende numerose stazioni con altezza dell'anemometro a 5 m, l'uso di queste ultime è ammesso, laddove non vi siano stazioni con vento a 10 m ritenute rappresentative. Sono invece tassativamente escluse le stazioni con sensori del vento a 2 m;
- la frequenza originaria di registrazione dei dati meteo deve essere almeno oraria, coerentemente con la scansione richiesta per le simulazioni di dispersione;
- l'estensione minima del dominio temporale di simulazione è un anno. Soltanto per simulazioni finalizzate all'eventuale verifica della corrispondenza fra modello di dispersione e segnalazioni dei residenti, il dominio temporale può essere limitato alle ore in cui è effettuato il confronto;
- la percentuale ammessa di dati meteorologici invalidi dovrebbe essere inferiore al 10% su base annua e al 25% su base mensile; non deve comunque essere superiore al 20% su base annua e al 50% su base mensile.

Nella relazione accompagnatoria dello studio dovrà essere illustrato il processore meteorologico impiegato per ottenere i parametri micro-meteorologici (altezza dello strato limite atmosferico, lunghezza di Monin-Obukhov, velocità di attrito superficiale, velocità convettiva di scala, ecc.).

È fortemente sconsigliato, e deve pertanto essere giustificato; l'impiego alternativo delle classi di stabilità discrete (ad esempio classi di Pasquill – Gifford-Turner), in luogo dei parametri continui di turbolenza.

Dovranno inoltre essere presentate:

- la rosa dei venti relativa al periodo di simulazione, al fine di verificarne la congruenza con la mappa di impatto;
- la descrizione statistica delle velocità del vento (frequenza delle classi di velocità del vento).

Inoltre, in relazione alla valutazione delle eventuali anomalie conseguenti alla trattazione delle calme di vento, dovranno essere presentate le seguenti informazioni che hanno l'obiettivo di caratterizzare in modo più completo la robustezza e la bontà della simulazione modellistica:

- percentuale dei dati validi di velocità e direzione del vento sul totale delle ore di simulazione;
- percentuale dei dati di velocità del vento con valori inferiori a 0.5 m/s, sul totale dei dati validi;
- statistiche descrittive della velocità del vento sull'intero periodo di simulazione: minimo, massimo, media, moda, mediana, 25° percentile, 75° percentile.

Inoltre, a richiesta dell'ente di controllo, dovranno essere trasmessi integralmente in formato digitale:

- l'intero set di dati meteo grezzi (a monte di qualunque elaborazione);
- l'intero set di dati utilizzati in input alle simulazioni di dispersione (a valle di tutte le elaborazioni eseguite, incluse le elaborazioni del pre-processore meteorologico).

⁷ World Meteorological Organization, 2008. Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation. Seventh edition 2008



5. Definizione dei ricettori sensibili

I ricettori sensibili (punti discreti di calcolo delle concentrazioni di odore) presso i quali simulare puntualmente l'impatto delle emissioni devono essere selezionati secondo i seguenti criteri:

- deve essere individuato almeno un ricettore sensibile presso ogni insediamento abitativo anche temporaneo presente nel raggio di 3 km dalla sorgente;
- fra i ricettori sensibili deve essere sempre inserita l'abitazione o l'edificio pubblico più prossimo alla sorgente;
- ove possibile deve essere individuato un ricettore sensibile in corrispondenza di ogni quadrante del piano centrato sulla sorgente;
- nel raggio di 3 km dalla sorgente, ove siano presenti aree destinate a futura espansione residenziale dagli strumenti di pianificazione territoriale, deve essere ipotizzato un ricettore sensibile virtuale ubicandolo nel punto più prossimo alla sorgente.

I ricettori sensibili devono sempre essere georeferenziati su mappa e devono essere fornite le loro coordinate espresse secondo il sistema di riferimento già definito al paragrafo 2 del presente allegato.

Nel caso di sorgente non puntiforme (areale, volumetrica) le distanze si intendono calcolate dal perimetro della sorgente o, se interna ad uno stabilimento, dal perimetro dello stesso.

6. Dominio spaziale e passo della griglia di calcolo

Il dominio spaziale di simulazione deve estendersi in modo tale da comprendere almeno la curva di isoconcentrazione dell'odore pari a $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ corrispondente al 98° percentile orario su base annuale, includendo altresì tutti i ricettori sensibili.

Il passo della griglia di calcolo deve essere inferiore alla distanza fra il ricettore sensibile più prossimo e la sorgente dell'odore e deve essere determinato a seguito di un'analisi di sensitività che permetta di individuare le aree di massimo impatto in modo chiaro e distinto (e sostanzialmente indipendente dal valore del passo di griglia). In linea orientativa del tutto generale un passo di griglia adeguato risulta compreso tra 25 e 250 m, a seconda dell'ampiezza del dominio di calcolo, delle caratteristiche geometriche delle sorgenti, delle caratteristiche orografiche e di uso del suolo.

7. Orografia

La simulazione modellistica deve opportunamente considerare gli effetti dell'orografia.

Nel caso di orografia complessa (dislivello massimo fra i nodi della griglia di calcolo superiore ad 1/100 della dimensione minore del dominio spaziale di simulazione) nella relazione di presentazione dello studio devono essere riportati:

- la risoluzione del modello digitale del terreno (DTM) da cui vengono estratti i dati in input al processore che gestisce l'orografia;
- indicazioni sull'algoritmo impiegato nelle simulazioni per l'orografia, e gli eventuali parametri di controllo;
- la quota del terreno per ciascuno dei ricettori sensibili.

8. Effetto scia degli edifici (building downwash)

Per tener conto dell'effetto scia degli edifici sopra-vento al punto di emissione è opportuno l'utilizzo di uno specifico algoritmo per il calcolo del building downwash, nel caso in cui l'altezza delle sorgenti non superi di 1,5 volte la massima delle altezze degli edifici presenti nel raggio di 200 metri.



In ogni caso nella relazione di presentazione dello studio, per ciascuno degli edifici che generano un "effetto scia" (building downwash), dovranno essere riportate le seguenti informazioni:

- le coordinate di ciascuno dei vertici in pianta dell'edificio;
- l'altezza dell'edificio rispetto al suolo.

9. Scelta della tipologia di modello e del codice software

Il modello utilizzato per le simulazioni deve avere i seguenti requisiti:

- capacità di trattare situazioni di calma di vento ($v_v < 0.5$ m/s), senza ricorrere all'eliminazione dal set dei dati meteo dei record corrispondenti alle suddette situazioni e senza ricorrere alla sostituzione delle velocità di vento debole con valori di velocità maggiori ad una determinata soglia critica (0.5 m/s);
- capacità di descrivere correttamente la dispersione nel caso di terreno complesso (disomogeneità delle caratteristiche micro meteorologiche – zone sulla linea di costa, presenza di rilievi, disomogeneità di vegetazione, urbanizzazione, uso del suolo, ecc ...);
- capacità di descrivere la turbolenza con parametri continui (lunghezza di Monin Obukhov, friction velocity, ecc.); come già sottolineato in precedenza si sconsiglia fortemente l'utilizzo delle classi di stabilità discrete per la caratterizzazione della turbolenza atmosferica (ad esempio Pasquill- Gifford-Turner)
- nel caso di sorgenti verticali, capacità di trattare l'innalzamento del pennacchio (plume rise), tenendo conto della componente sia meccanica che termica;
- nei casi specifici di presenza, alla sorgente, di deflettori, cappelli, camini orizzontali, ..., possibilità di gestione della modifica della spinta meccanica.

Tali caratteristiche del modello devono essere documentate tramite riferimenti bibliografici, letteratura tecnico-scientifica di settore.

Per le simulazioni di impatto odorigeno la scelta del modello di simulazione deve essere orientata secondo la seguente scala di preferenza:

- modelli lagrangiani a particelle;
- modelli a puff;
- ed infine, solo in via residuale, modelli più semplici di tipo gaussiano evoluto, previa giustificazione della loro applicabilità rispetto al contesto ambientale di studio (presenza o meno di terreno complesso, calme di vento, ecc ...)

Da rilevare che l'utilizzo di modelli "open source" è da ritenersi sempre una scelta preferibile, ancorché non esclusiva, in relazione alla possibilità di garantire la più ampia e completa ripercorribilità dello studio di impatto odorigeno.

10. Deposizione secca e umida, reazioni chimiche

Poiché gli effetti della deposizione secca e della deposizione umida sulla rimozione degli inquinanti odorigeni dall'atmosfera sono solitamente del tutto trascurabili, si suggerisce di contemplare comunque la condizione maggiormente cautelativa che prevede la disattivazione dei relativi algoritmi di calcolo. In ogni caso dovrà essere adeguatamente segnalata e motivata ogni scelta alternativa a questo indirizzo di carattere generale.

Inoltre, considerato che la modellistica chimica degli odori è, allo stato attuale, di fatto non risolta, le simulazioni devono essere eseguite disattivando il relativo modulo di eventuali reazioni chimiche, qualora presente.



11. Post-elaborazione delle concentrazioni medie orarie

Per calcolare le concentrazioni orarie di picco di odore (valutate sul breve periodo di 5 – 10 minuti) per ciascun punto della griglia contenuta nel dominio spaziale di simulazione e per ciascuna delle ore del dominio temporale di simulazione, le concentrazioni medie orarie devono essere moltiplicate per il fattore di conversione che di prassi viene utilizzato, unico ed uniforme, pari a 2,3 (*peak-to-mean ratio*).

Nonostante nella comunità tecnico-scientifica non ci sia univocità di accordo rispetto alle modalità calcolo del valore massimo orario di impatto odorigeno (e non solo rispetto al valore, ma anche allo stesso utilizzo dell'approccio "*peak-to-mean ratio*") si è preferito comunque indicare preferenzialmente una modalità di calcolo univoca (standard) che, per quanto semplificata, garantisca comunque piena ripercorribilità alle valutazioni modellistiche in esame.

In questo senso, l'utilizzo di altri possibili metodi di calcolo del picco di odore dovrà essere dettagliatamente illustrato e supportato da robuste evidenze tecnico scientifiche.

12. Simulazione del caso peggiore

La simulazione del caso peggiore si basa su assunzioni/rappresentazioni semplificate relative a sorgenti, ricettori, tipologia di sorgente, condizioni meteorologiche, processi fisici – chimici che portano a stime cautelative nell'ambito dello scenario di impatto analizzato.

Nel caso in cui venga sviluppata una simulazione definita "caso peggiore", nella relazione devono essere riportate tutte le informazioni necessarie per consentire all'Autorità competente di valutare le principali assunzioni dello scenario di valutazione, e di replicare le simulazioni impiegando lo stesso modello di dispersione o altro modello.

13. Presentazione dei risultati

I risultati dello studio di impatto olfattivo devono essere presentati in una relazione contenente tutte le informazioni richieste nel presente documento, necessarie per consentire all'Autorità competente di valutare lo studio stesso, e di replicare le simulazioni impiegando lo stesso modello di dispersione o altro modello.

Alla relazione deve essere allegata una tabella riassuntiva dei dati in ingresso al modello e delle principali configurazioni modellistiche adottate.

Il formato standard della Tabella è riportato a fondo pagina (Allegato A.1 - Tabella 1): la Tabella dovrà essere compilata ed integrata in tutte le parti, a seconda della tipologia di sorgenti considerate in input al modello. Nel caso di più sorgenti del medesimo tipo, la tabella dovrà essere compilata per ognuna di esse.

Nella relazione di presentazione dello studio di impatto devono sempre essere specificati:

- le dimensioni del dominio spaziale di simulazione;
- la coordinata geografica dell'origine (vertice SW) del dominio spaziale di simulazione;
- il passo della griglia di calcolo.

Nella relazione di presentazione dello studio o in un suo allegato deve essere riportata una tabella riassuntiva che riporti, per ciascuno dei ricettori sensibili individuati sul territorio, il 98° e il 100° (massimo) percentile delle concentrazioni orarie di picco di odore simulate.

Nella relazione di presentazione dello studio o in un suo allegato deve essere inoltre compresa una mappa di impatto, in cui siano riportati almeno:

- il perimetro del dominio spaziale di simulazione;
- la corografia georeferenziata del territorio (Carta Tecnica Regionale, ortofoto, ...), opportunamente più estesa del perimetro del dominio spaziale di simulazione;



- il confine di stretta pertinenza dell'impianto e le sorgenti di emissione oggetto dello studio;
- le posizioni dei ricettori sensibili;
- le isoplete (curve di isoconcentrazione di odore) calcolate al 98° percentile dei valori orari di picco sull'anno, corrispondenti ai valori di concentrazione 1 ou_E/m³, 2 ou_E/m³, 3 ou_E/m³, 4 ou_E/m³, 5 ou_E/m³;
- la prima isopleta non completamente racchiusa nel confine dello stabilimento;
- in riferimento ai valori di accettabilità del disturbo olfattivo presso i ricettori (paragrafo 6), le isolinee di equidistanza dalla sorgente di odore pari a 200 m e 500 m. Nel caso di sorgente non puntiforme (areale, volumetrica) tali distanze si intendono calcolate dal perimetro della sorgente. Configurazioni con più sorgenti odorigene vanno valutate secondo il criterio più cautelativo.
- nel caso di sorgente non puntiforme (areale, volumetrica) tali distanze si intendono calcolate dal perimetro della sorgente. Configurazioni con più sorgenti odorigene vanno valutate secondo il criterio più cautelativo.

Allegato A.1 - Tabella 1 dati in input al modello e principali configurazioni

SORGENTI DI EMISSIONE: TIPOLOGIA E NUMERO
Numero sorgenti convogliate puntiformi
Numero sorgenti convogliate areali
Numero sorgenti diffuse areali
Numero sorgenti diffuse volumetriche
ALTRO – NOTE
SORGENTE CONVOGLIATA PUNTIFORME/AREALE: coordinate geografiche, geometria, caratteristiche effluente
id sorgente
Coord X (con u.m.) (di tutti i vertici in caso di sorgente areale)
Coord Y (con u.m.) (di tutti i vertici in caso di sorgente areale)
EPSG
quota base (m s.l.m.)
altezza punto di emissione (m)
forma sezione di sbocco (circolare, quadrata,...)
caratteristiche punto emissivo (verticale, orizzontale,...)
area sezione di sbocco (m ²)
temperatura effluente (K)
velocità effluente (m/s)
portata volumetrica effluente (Nm ³ /h)
portata volumetrica effluente a 20°C (m ³ /s)
concentrazione di odore (ou _E /m ³)
portata di odore (ou _E /s)
ALTRO – NOTE
SORGENTE DIFFUSA AREALE/VOLUMETRICA: coordinate geografiche, geometria, caratteristiche effluente
id sorgente
Coord X (con u.m.) (di tutti i vertici della pianta della sorgente)
Coord Y (con u.m.) (di tutti i vertici della pianta della sorgente)
EPSG
altezza della sorgente (se volumetrica)
orientamento sorg. (rotazione sul piano dalla direzione nord,...)
quota base (m s.l.m.)
altezza rilascio (m)
temperatura effluente (K)



velocità effluente (m/s)	
portata di odore (ou _E /s)	
portata superficiale di odore (ou _E /(s m ²)) (per sorg. areale)	
ALTRO – NOTE	
SORGENTE DI EMISSIONE: profilo temporale attività (se utilizzati nella simulazione, fornire in formato digitale un file di testo con i profili temporali)	
giornaliero (00 - 24)	si/no, nome_file.txt allegato
settimanale (lun - dom)	si/no, nome_file.txt allegato
mensile (gen – dic)	si/no, nome_file.txt allegato
periodica (dal ... al ...)	si/no, dal...al..., nome_file.txt allegato
occasionale (descrizione)	si/no, descrizione, nome_file.txt se allegato
ALTRO – NOTE	
SIMULAZIONE: tipologia modello e parametrizzazione	
nome e versione software utilizzato	
building down wash	si/no (se sì, riportare i corrispondenti input modellistici)
plume rise	si/no
deposizione secca	si/no
deposizione umida	si/no
reazioni chimiche	si/no
metodo utilizzato per calcolo coefficienti di dispersione (sigma v e w)	classi discrete tipo Pasquill / variabili continue micrometeorologiche
ALTRO – NOTE	
SIMULAZIONE: input meteorologici	
tipologia dati	solo osservazioni / modello-osservazioni / no osservazioni
dominio temporale (da...a...)	
SINGOLO PUNTO (singola stazione di misura o estrazione da griglia di calcolo)	
id / nome stazione meteo al suolo	
Coord X (con u.m.) stazione meteo al suolo	
Coord Y (con u.m.) stazione meteo al suolo	
EPSG	
altezza anemometro stazione meteo al suolo	
id / nome stazione meteo in quota (radiosondaggio)	
nome modello meteo prognostico/diagnostico	
Coord X (con u.m.) punto di griglia del modello	
Coord Y (con u.m.) punto di griglia del modello	
EPSG	
GRIGLIA DI PUNTI (output modello prognostico)	
nome modello meteo prognostico	
n celle	
dimensione celle	
dimensione dominio di calcolo	
Coord X (con u.m.) vertice sw della prima cella a sw del dominio	
Coord Y (con u.m.) vertice sw della prima cella a sw del dominio	
EPSG	
n livelli verticali	
GRIGLIA DI PUNTI (output modello diagnostico)	



nome modello meteo diagnostico	
n celle	
dimensione celle	
dimensione dominio di calcolo	
Coord X (con u.m.) vertice sw della prima cella a sw del dominio	
Coord Y (con u.m.) vertice sw della prima cella a sw del dominio	
EPSG	
n livelli verticali	
% dati validi di VV	
% dati validi di DV	
% dati di VV < 0.5 m/s	
VV min	
VV max	
VV media	
Moda di VV	
Mediana di VV	
25° percentile di VV	
75° percentile di VV	
ALTRO – NOTE	
SIMULAZIONE: edifici ed altre strutture	
nome/descrizione	
altezza (m)	
larghezza (m)	
lunghezza (m)	
raggio (m), se applicabile	
distanza tra sorgente di emissione e punto più vicino dell'edificio / struttura (m)	
ALTRO – NOTE	
SIMULAZIONE: orografia ed uso del suolo	
risoluzione originaria DTM (m)	
fonte dati DTM	
risoluzione originaria uso suolo	
fonte dati uso del suolo	
ALTRO – NOTE	
SIMULAZIONE: griglia di calcolo	
tipologia griglia	regolare / non regolare
n celle	
dimensione celle	
dimensione dominio di calcolo	
Coord X (con u.m.) vertice sw	
Coord Y (con u.m.) vertice sw	
EPSG	
ALTRO – NOTE	





Allegato A.2

Campionamento olfattometrico

Premessa

la norma di riferimento UNI EN 13725:2004 del presente documento afferma in alcuni punti come "siano necessarie ulteriori ricerche per completare la questione".

In particolare, al fine di mettere in atto un efficace programma di controllo delle emissioni odorigene, risulta necessario definire le modalità di ottenimento di campioni rappresentativi delle emissioni stesse. Infatti, gli aspetti legati al campionamento sono accennati nella EN 13725, ma non in maniera esaustiva, per cui risulta indispensabile integrarla con un documento specifico sulle strategie e le procedure di prelievo di campioni gassosi da sottoporre ad analisi olfattometrica per la determinazione della concentrazione di odore.

I contenuti del presente documento derivano dalle esperienze consolidate di laboratori pubblici e privati che hanno affrontato le problematiche relative alla misura degli odori.

1. Scopo e campo di applicazione

Scopo del presente documento è la definizione delle modalità di effettuazione dei campionamenti olfattometrici in campo.

Nell'olfattometria, il campionamento costituisce uno degli elementi di maggiore importanza. La qualità delle fasi di misura successive, quali l'analisi olfattometrica e la valutazione dei risultati, dipendono da un campionamento opportuno.

Lo scopo del campionamento è ottenere informazioni rappresentative sulle caratteristiche tipiche di una sorgente attraverso il prelievo di opportune frazioni di volume dell'effluente.

Come caratteristiche tipiche di una sorgente si intendono:

- corso temporale dell'emissione, inclusi i picchi emissivi;
- modalità di trasferimento delle sostanze odorigene dalla sorgente all'atmosfera (portata gassosa volumetrica misurabile convenzionalmente per sorgenti definite; portata gassosa volumetrica non misurabile convenzionalmente per sorgenti diffuse);
- configurazione geometrica della sorgente, i.e. sorgente puntuale, areale o volumetrica.

Le condizioni di esercizio campionate, la durata e il numero dei campionamenti deve essere tale da poter consentire di valutare l'impatto olfattivo relativo alla sorgente campionata.

Nel presente documento si fa riferimento al campionamento di tipo statico (o campionamento per olfattometria ritardata, cfr. paragrafo 7.2.2 della UNI EN 13725:2004). Questa metodologia di campionamento prevede che una frazione dell'effluente venga aspirata in opportuni sacchetti realizzati con materiali olfattivamente neutri e che sia quanto più velocemente possibile analizzata all'olfattometro.

2. Documenti di riferimento, acronimi e definizioni

I documenti di riferimento per la presente procedura, anche per quanto riguarda i termini, le definizioni, i simboli e le unità di misura (in particolare l'unità di misura della concentrazione di odore, ossia l'unità odorimetrica europea al metro cubo, ou_E/m^3), sono i seguenti:

- UNI EN 13725:2004, Qualità dell'aria - Determinazione della concentrazione di odore mediante olfattometria dinamica (nel seguito: UNI EN 13725).



- UNI EN ISO 16911-1:2013, Emissioni da sorgente fissa - Determinazione manuale ed automatica della velocità e della portata di flussi in condotti - Parte 1: Metodo di riferimento manuale.
- UNI EN 13284-1:2017, Emissioni da sorgente fissa - Determinazione della concentrazione in massa di polveri in basse concentrazioni - Metodo manuale gravimetrico.

In particolare, i campionamenti olfattometrici oggetto del presente documento seguono il metodo descritto nel capitolo 7 e nell'Appendice J della UNI EN 13725.

3. Pianificazione di campionamenti e prove olfattometriche

Al fine di determinare le emissioni dalle sorgenti odorigene principali è necessario predisporre un piano di monitoraggio, in modo tale che le singole analisi consentano di ottenere il maggior numero di informazioni significative riguardo all'impatto olfattivo dell'impianto, evitando errori o repliche inutili nelle misurazioni.

Campionamenti e analisi devono essere condotti al fine di ottenere risultati rappresentativi delle emissioni dell'impianto monitorato. A tale scopo è importante procurarsi sufficienti informazioni sull'impianto e sulle sue emissioni prima del campionamento.

Innanzitutto, un'approfondita conoscenza ed analisi del ciclo produttivo e di tutte le attività dell'impianto sono fondamentali al fine di individuare le principali sorgenti olfattive dello stesso.

Può essere importante conoscere la composizione chimica delle emissioni, e soprattutto avere informazioni riguardo all'eventuale presenza di composti tossici all'interno degli effluenti da campionare. Tale conoscenza è importante per motivi di sicurezza, sia per l'operatore addetto ai prelievi, sia per gli esaminatori che effettuano l'analisi olfattometrica.

L'individuazione dei punti di campionamento precedentemente al prelievo dei campioni è molto importante anche a fini logistici e di organizzazione dei prelievi stessi. In alcuni casi potrebbe infatti essere necessario l'impiego di accorgimenti specifici allo scopo di rendere possibili o facilitare le operazioni di campionamento (è.g., realizzazione di prese campione, predisposizione di mezzi sicuri per raggiungere punti di campionamento poco agibili, utilizzo di specifiche attrezzature di campionamento, ecc.).

Per i suddetti motivi è necessario, nel corso della pianificazione di un monitoraggio olfattometrico, l'effettuazione di un sopralluogo presso l'impianto da monitorare e la successiva stesura di un verbale di sopralluogo in cui vengano individuati tutti i punti di campionamento con eventuali annotazioni sulle modalità di prelievo.

4. Requisiti generali per il campionamento

4.1. Condizioni di lavoro

Per l'effettuazione dei campionamenti è necessario predisporre il luogo di campionamento in modo tale che l'operatore di prelievo possa svolgere il suo lavoro in sicurezza. Più nel dettaglio, questo significa che:

- il luogo di campionamento deve essere facilmente raggiungibile e corrispondere ai requisiti relativi alla sicurezza sul lavoro;
- il punto di campionamento deve essere adeguato, ossia consentire il prelievo del campione e le eventuali altre misurazioni necessarie (e.g., misura della velocità dell'effluente).

4.2. Scelta dei materiali

I materiali di campionamento devono soddisfare le caratteristiche del paragrafo 6 della EN 13725, ed in particolare i criteri di seguito elencati.



- Inerzia. I materiali utilizzati devono essere tali a minimizzare la possibilità che si verifichino interazioni fra l'aeriforme da campionare e i materiali stessi, e.g:
- Politetrafluoroetilene (PTFE, Teflon™);
- Copolimero di Tetrafluoroetilene e Esafluoropropilene (FEP);
- Polietilentereftalato (PET, Nalophan™);
- Vetro (svantaggio: fragilità);
- Acciaio (vantaggio: elevata stabilità meccanica e termica, svantaggio: chimicamente non sempre inerte, condensazioni e sporcamenti non possono essere verificati visivamente).
- Superficie liscia.
- Assenza di odore proprio del materiale (neutralità odorigena).
- Tenuta: porosità e coefficiente di diffusione bassi, al fine di evitare perdite di campione o, al contrario, ingresso di aria falsa.

Il campione non deve entrare in contatto con materiali non consentiti. Questo vale anche per eventuali connessioni o guarnizioni.

4.3. Pulizia

Al fine di essere riutilizzate, le apparecchiature di campionamento devono essere pulite in modo tale da essere rese inodori, evitando così fenomeni di contaminazione dei campioni. In particolare, per quanto riguarda la pulizia dell'apparecchiatura di campionamento si fa riferimento al paragrafo 6.2.4 della EN 13725.

4.4. Sacchetti di campionamento

I materiali impiegati per la realizzazione dei sacchetti di campionamento devono soddisfare i requisiti elencati al paragrafo 4.2 del presente documento. Nella pratica, si sono dimostrati adeguati i materiali seguenti:

- Copolimero di Tetrafluoroetilene e Esafluoropropilene (FEP);
- Polietilentereftalato (PET, Nalophan™);
- Politetrafluoroetilene (PTFE, Teflon™): utilizzato per la realizzazione del tubo attraverso il quale il gas entra durante il campionamento ed esce durante l'analisi e del tappo per la chiusura del sacchetto.

Eventuali nuovi materiali per la realizzazione dei sacchetti dovranno essere testati per verificare l'assenza di odore proprio del materiale. Tale verifica deve essere effettuata secondo la seguente procedura: un minimo di 3 sacchetti vengono riempiti con aria neutra e stoccati per 24 ore. Successivamente viene determinata la concentrazione di odore all'interno del sacchetto. Il materiale si considera privo di odore se non è possibile determinarne la concentrazione, oppure se la concentrazione massima rilevata è inferiore di almeno P_{olf}^4 volte (P_{olf} = passo di diluizione dell'olfattometro) rispetto alla concentrazione dell'aeriforme che dovrà essere contenuto all'interno del sacchetto.

I nuovi materiali dovranno essere testati anche per quanto riguarda la stabilità del campione nel tempo, al fine di verificare che non ci siano perdite di composti attraverso il sacchetto con conseguente calo della concentrazione di odore del campione. A tale scopo è necessario analizzare il campione a diversi tempi: immediatamente dopo al prelievo, e successivamente a diversi tempi, fino alle 30 ore di stoccaggio consentite dalla EN 13725. Se i valori di concentrazione di odore riscontrati ai diversi tempi differiscono di un fattore inferiore a 1.5 i campioni possono essere ritenuti stabili.



4.5. Pre-diluizione dinamica

Per quanto riguarda la prediluizione dinamica dei campioni si fa riferimento a quanto riportato nei paragrafi 7.3.2.1 e 7.3.2.3 della EN 13725.

La prediluizione dei campioni può risultare necessaria al fine di evitare perdite all'interno del sacchetto, che possono verificarsi a causa di fenomeni di condensazione o adsorbimento. Normalmente è necessaria la prediluizione di campioni con elevata concentrazione, elevata temperatura e/o elevato contenuto di umidità.

Prima del campionamento devono essere valutate temperatura e umidità dell'aeriforme da campionare.

Il fattore di prediluizione deve essere tale da impedire che il punto di rugiada del campione prediluito venga raggiunto tra il momento del campionamento e l'analisi olfattometrica. È pertanto necessario prestare particolare attenzione nel caso di basse temperature esterne o di stoccaggio. Come gas di prediluizione è possibile utilizzare azoto (inerte) o aria sintetica.

La pre-diluizione del campione durante il campionamento si applica in particolare nei seguenti casi:

- quando può verificarsi la formazione di condensa nel sacchetto di campionamento, ad esempio quando l'aeriforme da campionare ha umidità relativa superiore al 90% o quando ha temperatura superiore a 50 °C;
- quando la concentrazione di odore presunta nell'aeriforme da campionare eccede l'intervallo di diluizione dell'olfattometro impiegato per la misurazione;
- quando sia opportuno ritardare i processi di ossidazione nel campione, riducendo la concentrazione di ossigeno nel sacchetto; in questo caso il gas neutro è necessariamente azoto.

A tale riguardo si ricorda la possibilità di utilizzare delle formule o diagrammi di stato per prevedere ed impedire la formazione di condense.

Le apparecchiature di prediluizione devono essere pulite tra un prelievo e il successivo, al fine di evitare la contaminazione dei campioni.

4.6. Durata dei campionamenti

In generale non è necessario fissare una durata minima del campionamento, purché questo risulti rappresentativo dell'emissione campionata.

4.7. Numerosità dei campionamenti

Il numero dei campioni deve essere valutato in base all'obiettivo dell'indagine olfattometrica, come segue.

Verifica del rispetto di limiti di emissione

È necessario effettuare i campionamenti con l'impianto a regime, nelle condizioni che portino alla massimizzazione delle emissioni di odore.

Nel caso di impianti con condizioni di lavoro variabili, è necessario effettuare un campionamento per ciascuna delle condizioni che, sulla base dell'esperienza, provocano le maggiori emissioni di odori.

Valutazione dell'efficienza di presidi di abbattimento

È necessario effettuare i campionamenti a monte e a valle del presidio, con impianto e presidio in condizioni di funzionamento di regime.



Ottenimento di dati per la valutazione dell'impatto olfattivo dell'impianto

Nel caso di utilizzo dei risultati dell'indagine olfattometrica per la valutazione di impatto olfattivo dell'impianto (ad esempio mediante l'applicazione di modelli matematici per la simulazione della dispersione delle emissioni), è necessario che il campionamento sia condotto in modo tale da ottenere una fotografia il più possibile rappresentativa delle emissioni dell'impianto nelle eventuali diverse condizioni di esercizio.

4.8. Stoccaggio e trasporto dei campioni

Il tempo fra il momento del campionamento e quello dell'analisi olfattometrica deve essere minimizzato con lo scopo di ridurre le possibilità di alterazioni del campione durante lo stoccaggio. In conformità con quanto previsto dalla EN 13725, l'intervallo tra il campionamento e la misurazione non deve comunque essere maggiore di 30 h. In ogni caso è opportuno che sul report della prova olfattometrica siano riportate, per ciascun campione, sia l'ora di prelievo sia quella di analisi, in modo tale che sia immediatamente deducibile il tempo di stoccaggio del campione stesso.

Occorre tenere conto che tutti i processi che possono causare il deterioramento degli odoranti campionati progrediscono nel tempo (assorbimento, diffusione e trasformazione chimica). La trasformazione chimica può essere minimizzata riducendo la disponibilità di ossigeno e vapore acqueo nel campione mediante pre-diluizione con azoto secco. I dati sufficienti di esami sistematici estesi sulla conservabilità dei campioni non sono conclusivi.

Durante il trasporto e la conservazione, i campioni devono essere mantenuti a meno di 25 °C. La temperatura, tuttavia, deve essere mantenuta sopra il punto di rugiada dei campioni, per evitare la formazione di condensa.

I campioni non devono essere esposti alla luce solare diretta o a intensa luce diurna, al fine di ridurre al minimo le reazioni (foto)chimiche e la diffusione.

I campioni devono essere protetti da eventuali danneggiamenti meccanici e devono essere evitate contaminazioni dall'esterno.

5. Strategia di campionamento in base alla tipologia di sorgente

5.1. Principi generali

Quando si effettua una misura non è sufficiente misurare la concentrazione di odore, ma si deve tenere conto anche della portata gassosa associata alla sorgente di odore, perché nella maggior parte dei casi queste due grandezze sono correlate fra loro. Il parametro fondamentale da considerare è la portata di odore (OER – Odour Emission Rate), espressa in unità odorimetriche al secondo (OU_E/s), e ottenuta come prodotto della concentrazione di odore per la portata gassosa. La portata gassosa volumetrica deve essere valutata in condizioni normali per l'olfattometria: 20°C e 101.3 kPa su base umida.

La tecnica usata per il campionamento dipende dalla tipologia di sorgente (Gostelow et al., 2003; Bockreis e Steinberg, 2005) ed è importante tanto quanto il metodo di misura.

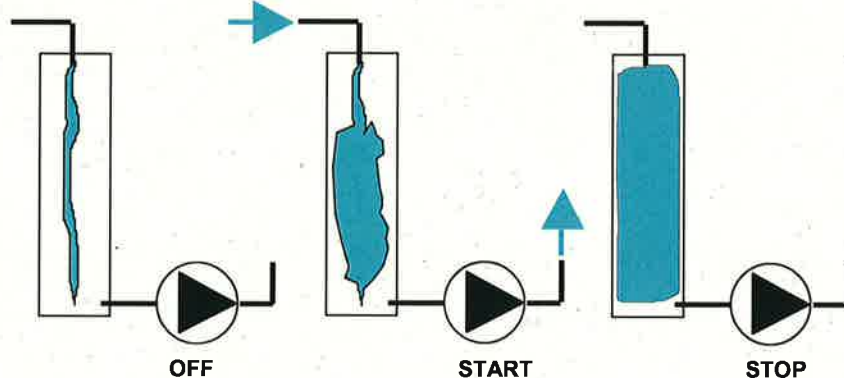
5.2. Sorgenti puntuali

In una sorgente puntuale l'odore è emesso da un singolo punto, normalmente in maniera controllata attraverso un camino.

In questo caso il campionamento consiste nel prelievo di una frazione dell'aeriforme convogliato.

Se l'aeriforme da campionare è in pressione, il prelievo può essere condotto in maniera diretta, inserendo il sacchetto di campionamento all'interno del condotto.

Altrimenti, il prelievo deve essere condotto creando una depressione. A tale scopo il sacchetto deve essere inserito in un opportuno contenitore. L'aria all'interno del contenitore viene aspirata mediante una pompa. A causa della depressione così realizzata l'aeriforme è aspirato all'interno del sacchetto di campionamento in maniera indiretta (Allegato A.2 - Figura 1). Il contenitore utilizzato deve essere a tenuta, al fine di evitare l'ingresso di aria falsa. Il vantaggio di questa procedura è che l'aeriforme da campionare non entra in contatto con la pompa.



Allegato A.2 - Figura 1 Schema di campionamento con pompa a depressione

Il punto di prelievo dovrebbe essere posizionato su una sezione di misura scelta in modo tale che la velocità su tale sezione sia il più possibile uniforme.

I sacchetti di campionamento possono essere condizionati prima del prelievo. A tale scopo essi vengono riempiti con l'aeriforme da campionare e poi svuotati.

Nel caso di sorgente puntuale, è possibile calcolare il flusso gassoso in uscita misurando la velocità dell'aria e la sezione trasversale del condotto. L'OER è calcolato come segue:

$$OER = Q_{effl} \cdot c_{od}$$

OER = portata di odore (ou_E/s)

Q_{effl} = portata volumetrica dell'effluente (m^3/s)

c_{od} = concentrazione di odore misurata (ou_E/m^3).

5.3. Sorgenti volumetriche

Le sorgenti volumetriche sono tipicamente degli edifici dai quali fuoriescono degli odori, sia intenzionalmente attraverso condotti a ventilazione naturale, sia non intenzionalmente attraverso porte, finestre o altre aperture. La stima dell'OER in questi casi è complicata, in quanto è difficile misurare una concentrazione di odore rappresentativa e generalmente non è possibile definire un flusso preciso. Per effettuare una valutazione dell'OER si deve cercare di misurare la velocità dell'aria in corrispondenza delle aperture, oppure stimare la portata gassosa che fuoriesce dall'edificio mediante l'utilizzo di opportuni gas traccianti.

L'OER di odore viene poi calcolato con la formula seguente:

$$OER = Q_{effl} \cdot c_{od}$$

OER = portata di odore (ou_E/s)

Q_{effl} = portata volumetrica dell'effluente uscente dall'edificio (m^3/s)

c_{od} = concentrazione di odore misurata (ou_E/m^3).

5.4. Sorgenti areali

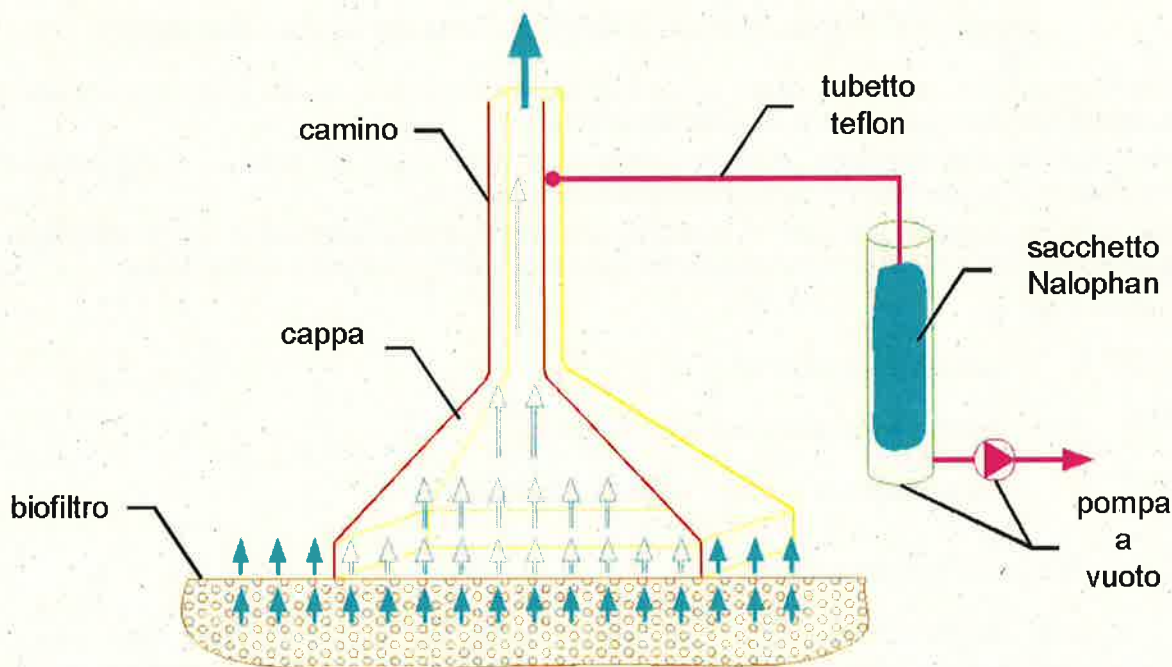
Nel caso di sorgenti areali si hanno tipicamente delle emissioni da superfici solide o liquide piuttosto estese. Si possono distinguere due diversi tipi di superfici emissive areali:

- con flusso indotto (attive): sono sorgenti con un flusso di aria uscente (e.g. biofiltri o cumuli areati).
- senza flusso indotto (passive): l'unico flusso presente è quello dovuto al trasferimento di materia dalla superficie all'aria sovrastante. Esempio di questo tipo sono le discariche, e le vasche degli impianti di depurazione acque reflue.

Il limite fra sorgenti areali attive e passive è fissato per convenzione ad un flusso volumetrico specifico pari a $50 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$.

Sorgenti areali attive

In questo caso per il campionamento si utilizza una cappa "statica" che isola una parte di superficie e permette di convogliare il flusso nel condotto di uscita della cappa, dove viene prelevato il campione, con le stesse modalità adottate per il campionamento da sorgente puntiforme (Allegato A.2 - Figura 2).



Allegato A.2 - Figura 2 Schema di campionamento da sorgente areale attiva (biofiltro)

La cappa statica è costituita da due corpi di cui il primo è un tronco di piramide o cono cavo con base di area nota (ed es. 1 m^2) e il secondo, sormontante il primo, è un camino di espulsione cilindrico avente un diametro compreso fra 10 e 20 cm. Sul condotto di uscita della cappa sono predisposte delle aperture per consentire il prelievo del campione e la misura dei parametri fisici dell'emissione. La cappa deve essere costituita di materiale inerte dal punto di vista odorigeno (ad es. acciaio o alluminio rivestito internamente di politetrafluoroetilene). La lunghezza del camino e la posizione della bocchetta di ispezione devono ottemperare le prescrizioni della norma UNI EN 13284-1.

Per il prelievo, la cappa deve essere posta sulla superficie emittente con lo scopo di isolare il punto di prelievo dall'atmosfera esterna ed in particolare evitando che il vento diluisca il gas emesso prima che esso sia aspirato dal sacchetto di prelievo.



Al fine di ottenere dei dati rappresentativi dell'intera sorgente, è necessario effettuare più campionamenti in diversi punti distribuiti uniformemente sulla superficie emissiva. Più nel dettaglio: la superficie campionata mediante l'ausilio della cappa statica dovrebbe essere ca. l'1% della superficie emissiva totale con, a prescindere dalla superficie emissiva, un minimo di 3 e un massimo di 10 campioni (ad esempio: su un biofiltro con una superficie di 500 m² potranno essere prelevati un totale di 5 campioni in 5 diversi punti distribuiti uniformemente sulla superficie del biofiltro stesso).

Ciascun campione di gas odorigeno viene prelevato inserendo il tubo in PTFE del sacchetto di campionamento nella bocchetta d'ispezione, dopo aver atteso un tempo sufficiente affinché il flusso odorigeno abbia riempito internamente l'intero corpo della cappa.

La bocchetta di ispezione dalla quale viene prelevato il campione è utilizzata anche per l'inserimento delle sonde necessarie alla determinazione dei parametri fisici dell'emissione, quali temperatura, umidità relativa e velocità. In particolare, la determinazione della velocità di efflusso consente di valutare la distribuzione del flusso attraverso l'intera superficie emissiva. È importante sottolineare che le velocità di efflusso misurate in uscita da una sorgente areale attiva non devono essere utilizzate per la determinazione della portata dell'effluente.

La verifica dell'uniformità del flusso attraverso la superficie emissiva è importante al fine di definire la concentrazione di odore media emessa, ossia il valore medio che, moltiplicato per la portata dell'effluente, dà la portata di odore.

Si distinguono due casi possibili:

- sorgenti areali attive con distribuzione del flusso omogenea;
- sorgenti areali attive con distribuzione del flusso non omogenea.

Per sorgenti areali attive con distribuzione del flusso omogenea si intende una sorgente per cui le velocità di efflusso misurate sulle diverse superfici parziali differiscano al massimo di un fattore 2. In questi casi la concentrazione di odore media è ottenuta come media geometrica delle concentrazioni dei singoli campioni, in accordo con la formula seguente:

$$\bar{C}_{od} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n C_i}$$

\bar{C}_{od} = concentrazione di odore media (ou_E/m³)

C_i = concentrazione di odore misurata sulla i-esima superficie parziale (ou_E/m³).

Nel caso di sorgenti areali attive con distribuzione del flusso non omogenea (le velocità di efflusso misurate sulle diverse superfici parziali differiscono di un fattore superiore a 2) la concentrazione di odore media è calcolata come media aritmetica pesata, in accordo con la formula seguente:

$$\bar{C}_{od} = \frac{\sum_{i=1}^n (C_i \cdot v_i)}{\sum_{i=1}^n v_i}$$

\bar{C}_{od} = concentrazione di odore media (ou_E/m³)

C_i = concentrazione di odore misurata sulla i-esima superficie parziale (ou_E/m³)

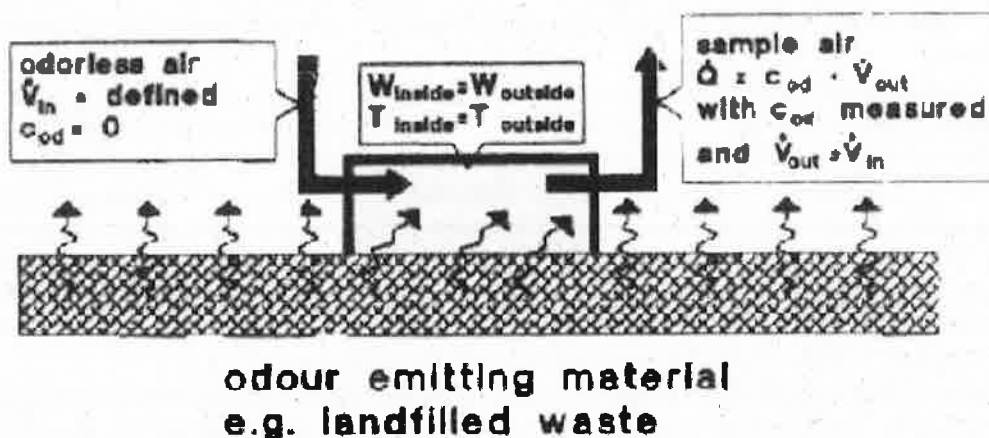
v_i = velocità di efflusso misurata sulla i-esima superficie parziale (m/s).

Sorgenti areali passive

La stima dell'OER per queste sorgenti risulta essere piuttosto complicato, in quanto è difficile misurare una concentrazione di odore rappresentativa, e soprattutto determinare una portata di aria ben definita.

Per queste ragioni al fine di valutare l'OER è necessario impiegare dei metodi particolari di campionamento denominati metodi a cappa.

Il principio sul quale si basano tali metodi è quello di isolare una parte della superficie emissiva con una cappa, e di misurare la concentrazione di odore all'uscita da essa (Allegato A.2 - Figura 3).



Allegato A.2 - Figura 3 Schema di funzionamento di una cappa per il campionamento da superfici areali passive

Per la valutazione dell'OER è necessario passare attraverso il calcolo di un altro parametro significativo, ossia il flusso specifico di odore (SOER – Specific Odour Emission Rate), espresso in unità odorimetriche emesse per unità di superficie e di tempo ($ou_E/(m^2*s)$).

$$SOER = \frac{Q_{effl} \cdot c_{od}}{A_{base}}$$

$SOER$ = flusso specifico di odore ($ou_E/(m^2*s)$)

Q_{effl} = portata volumetrica di aria uscente dalla cappa (m^3/s)

c_{od} = concentrazione di odore misurata (ou_E/m^3)

A_{base} = area di base della cappa (m^2).

Infine, per calcolare l'OER è sufficiente moltiplicare il SOER per la superficie emissiva, i.e. la superficie totale della sorgente considerata:

$$OER = SOER \cdot A_{emiss}$$

OER = portata di odore (ou_E/s)

$SOER$ = flusso specifico di odore ($ou_E/(m^2*s)$)

A_{emiss} = superficie emissiva (m^2).

Per avere dei risultati che rappresentino la situazione reale, le cappe devono essere utilizzate prestando attenzione ad alcuni aspetti: esse infatti isolano dall'ambiente esterno una porzione della superficie emissiva, e di conseguenza potrebbero alterare l'emissività di tale porzione. Ad esempio, una variazione di pressione all'interno della cappa potrebbe sopprimere o favorire l'emissione di odoranti. Per questo motivo è necessario eseguire il prelievo dopo aver lasciato passare un tempo sufficiente dopo il posizionamento della cappa stessa, variabile in funzione delle caratteristiche della cappa.

Per il campionamento da questa tipologia di sorgenti è consigliabile l'utilizzo di cappe di tipo wind tunnel (galleria del vento)



Il sistema wind tunnel è disegnato per simulare la condizione atmosferica di flusso parallelo senza rimescolamento verticale: una corrente di aria orizzontale nota passante sulla superficie raccoglie i composti odorigeni volatilizzati provocando un'emissione di odore.

Il principio di funzionamento della wind tunnel è descritto di seguito. Una corrente di aria neutra è introdotta nella cappa a velocità nota.

Sulla base di considerazioni di tipo fisico è possibile dimostrare che il trasferimento di massa dalla superficie liquida (o solida) da campionare alla fase gassosa, e di conseguenza la concentrazione di odore misurata all'uscita della cappa, il SOER e l'OER sono funzione della velocità dell'aria sotto cappa. In particolare, si può dimostrare che:

$$C_{od} \propto v^{-n}$$

$$SOER, OER \propto v^n$$

- C_{od} = concentrazione di odore (ou_E/m^3)
 $SOER$ = flusso specifico di odore ($ou_E/(m^2 \cdot s)$)
 OER = portata di odore (ou_E/s)
 v = velocità dell'aria inviata sotto cappa (m/s)
 n = esponente sperimentale.

In particolare, per i liquidi è stato dimostrato che l'esponente n è pari a 0.5 (Bliss et al., 1995; Capelli et al., 2009).

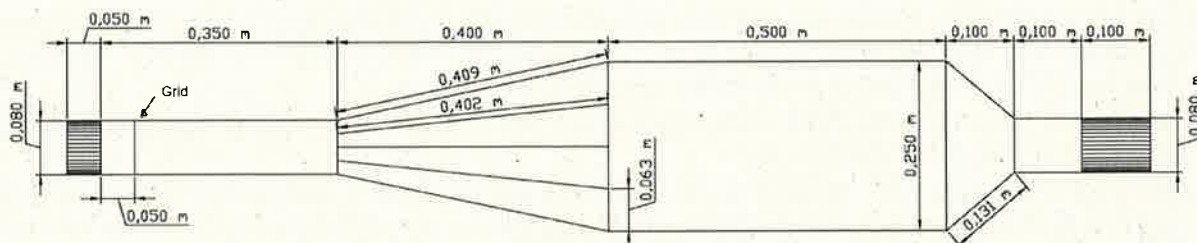
Secondo questa relazione è possibile osservare che la concentrazione di odore misurata in uscita dalla cappa decresce all'aumentare della velocità, ossia della portata inviata sotto cappa. Per questo motivo in fase di campionamento, in particolare su superfici relativamente poco emissive (e.g. vasche di ossidazione, superfici di lotti di scarica esauriti e chiusi), è necessario operare in condizioni tali da non far scendere i valori di concentrazione in uscita dalla cappa al di sotto di valori intorno alle 50-100 ou_E/m^3 . A tale scopo si consiglia di effettuare i campionamenti con portate sufficientemente basse, ossia che consentano di avere velocità sotto cappa di qualche centimetro al secondo (1-10 cm/s) (Capelli et al., 2009; Frechen et al., 2004). In ogni caso, dato che la concentrazione di odore misurata è funzione della velocità dell'aria inviata sotto cappa durante il campionamento, è opportuno che sul report della prova olfattometrica tale velocità venga esplicitata.

Al di sopra della superficie emissiva avviene un trasferimento di massa convettivo. Gli odoranti si mescolano alla corrente gassosa e fuoriescono dal condotto di uscita dal quale viene prelevato il campione.

Il vantaggio derivante dall'utilizzo di questa tecnica è che la misura è ottenibile in modo relativamente semplice ed economico.

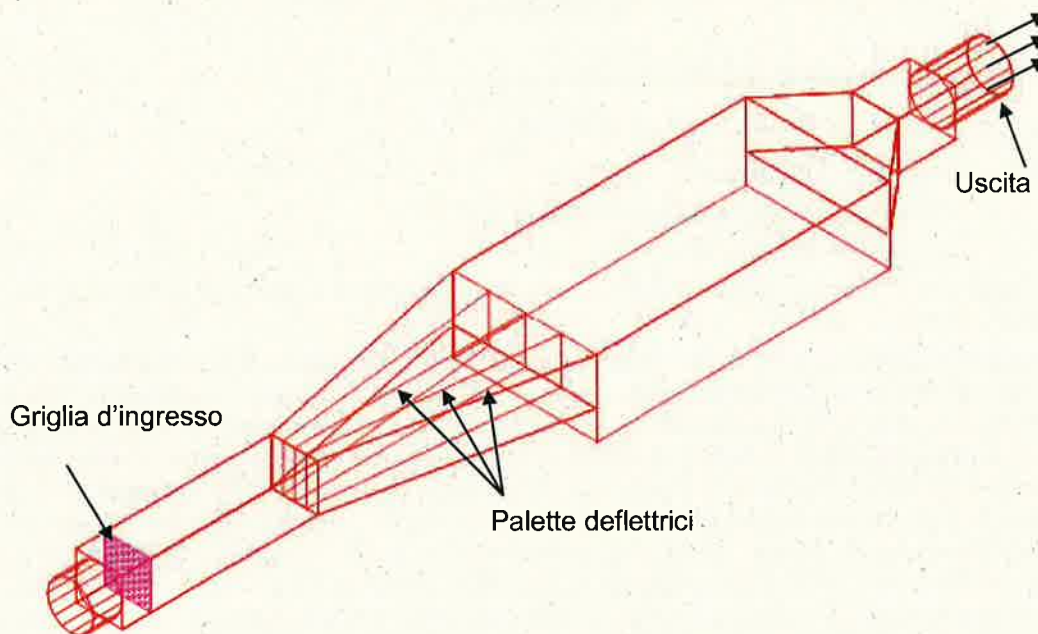
Il problema di questo sistema è che per poter correlare le misure sperimentali con la reale capacità emissiva della fonte di odore è necessario valutare l'aerodinamica della cappa. È importante conoscere i profili di velocità all'interno della wind tunnel, al fine di poter esprimere le emissioni in funzione della velocità media sulla superficie monitorata.

A titolo esemplificativo, in Allegato A.2 - Figura 4 è riportato la pianta di una wind tunnel (Capelli et al., 2009), con le caratteristiche dimensionali della stessa.



Allegato A.2 - Figura 4 Esempio di pianta di una wind tunnel

In Allegato A.2 - Figura 5 è riportata la stessa cappa in vista tridimensionale.



Allegato A.2 - Figura 5 Esempio di vista tridimensionale di una wind tunnel

Per quanto riguarda il numero di campioni da prelevare su una sorgente areale passiva, questo deve essere sufficiente ad ottenere dei dati rappresentativi delle caratteristiche emmissive dell'intera sorgente. In generale, le sorgenti possono essere definite come segue:

- sorgenti areali passive omogenee (e.g. vasche movimentate): in questo caso può essere sufficiente il prelievo di un unico campione sull'intera superficie emissiva;
- sorgenti areali passive non omogenee (e.g. superfici di discarica): in questo caso il numero di campioni da prelevare sulla superficie emissiva deve essere aumentato in modo da ottenere una caratterizzazione esaustiva della sorgente stessa (ad esempio, nel caso di campionamento di cumuli di compost, l'individuazione dei punti di campionamento può essere basata sulla diversa età dei cumuli).

6. Bibliografia

Bliss P. J., Jiang K., Schulz T. J., 1995. The Development of a Sampling System for Determining Odor Emission Rates from Areal Surfaces: Part II. Mathematical Model. Journal of the Air & Waste Management Association 45, 989-994.

Bockreis A., Steinberg I., 2005. Measurement of odour with focus on sampling techniques. Waste Management 25, 859-863.



Capelli L., Sironi S., Del Rosso R., Céntola P., 2009. Design and validation of a wind tunnel system for odour sampling on liquid area sources. *Water Science and Technology* 59, 1611-1620.

Frechen F.B., Frey M., Wett M., Löser C., 2004. Aerodynamic performance of a low-speed wind tunnel. *Water Science and Technology* 50, 57-64.

Gostelow P., Longhurst P., Parsons S.A., Stuetz R.M., 2003. Sampling for Measurement of odours. Scientific and Technical Report No. 17, IWA Publishing, London, UK.





Allegato A.3

Caratterizzazione chimica delle emissioni odorigene

1. Premessa

Non è nota una relazione quantitativa che leghi la composizione chimica di un'aria osmogena con la sua concentrazione di odore; un'informazione utile, anche se parziale, è fornita dal calcolo degli Odour Activity Value (OAV) delle sostanze che costituiscono una miscela odorigena, ottenuto dal rapporto tra la concentrazione di ogni analita e la sua soglia di percezione olfattiva (Odour Threshold Concentration, OTC); la somma degli OAV di una miscela è proporzionale in prima approssimazione alla sua concentrazione di odore.

La caratterizzazione chimica delle emissioni odorigene risulta particolarmente utile nei seguenti casi:

- individuazione di molecole traccianti delle emissioni per l'identificazione delle sorgenti responsabili di un inquinamento odorigeno mediante analisi delle immissioni sul territorio;
- valutazione approssimata di un'emissione odorigena contenente anche sostanze irritanti, tossiche o nocive (industrie chimiche, fonderie, ecc.), non idonea all'analisi olfattometrica con panel;
- verifica e convalida delle previsioni di un modello di dispersione dell'odore, mediante analisi delle ricadute sui ricettori di composti in tracce emessi dalle sorgenti, a causa dell'impossibilità di eseguire sulle immissioni misure olfattometriche esenti dal fondo ambientale;
- identificazione delle sostanze odorigene più importanti di un'emissione osmogena per predisporre adeguati sistemi di abbattimento e per valutarne l'efficacia.

La tecnica analitica di elezione per la caratterizzazione chimica delle emissioni odorigene è la gascromatografia abbinata alla spettrometria di massa (GC/MS), preceduta da un'opportuna fase di preconcentrazione del campione gassoso e desorbimento termico.

2. Campionamento e conservazione del campione

Per il prelievo e la conservazione dei campioni di emissioni odorigene ai fini della caratterizzazione chimica valgono le stesse considerazioni già fatte per le analisi olfattometriche: il medesimo campione prelevato per l'olfattometria in sacchetti di Nalophan™ o altro materiale adatto può essere sottoposto ad analisi chimica, purché ciò avvenga entro un intervallo di tempo non superiore alle 30 ore.

Analogamente si deve prestare attenzione per evitare la formazione di condensate nel sacchetto mediante prediluizione con sufficiente volume di aria pulita secca.

3. Analisi mediante GC/MS

Il metodo più diffuso per l'analisi GC/MS di campioni gassosi è il metodo TO-15 dell'Environmental Protection Agency statunitense (US EPA): il campione gassoso, prelevato mediante speciali contenitori di acciaio trattati internamente (canister) precedentemente evacuati, è adsorbito su fase solida, sottoposto ad un trattamento di eliminazione dell'umidità (che può influenzare la qualità della cromatografia) e dopo l'aggiunta di uno standard interno deuterato è desorbito termicamente ed introdotto nel sistema GC/MS.



Le condizioni analitiche del metodo (a cui si fa riferimento) consentono l'analisi quantitativa di gran parte delle Sostanze Organiche Volatili (SOV); per l'applicazione ai campioni di interesse odorigeno, è opportuno apportare al metodo quelle modifiche che ne estendano il più possibile il campo applicativo:

molte molecole ad alta polarità sono dotate di odore sgradevole e soglia di percezione molto bassa (ammine alifatiche, acidi carbossilici); poiché il trattamento per l'eliminazione dell'umidità può perdere le sostanze polari, esso deve interferire il meno possibile con la composizione del campione; si suggerisce l'uso del Tenax come materiale adsorbente per le sue caratteristiche idrofobe.

Poiché la superficie interna di alcuni tipi di canister può adsorbire le molecole polari, si preferisce l'uso di sacche (Nalophan™, Tedlar®) per il campionamento; resta intesa la necessità dell'analisi entro le 30 ore.

L'acquisizione dell'analisi in modalità "scansione" permette di registrare gli spettri di massa di tutti i composti analizzati e quindi di identificarli; per l'analisi quantitativa, si ricorre alla calibrazione del sistema GC/MS con soluzioni gassose sintetiche di riferimento per le sostanze più comuni.

Il limite di sensibilità del metodo in modalità "scansione" è inferiore a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la maggior parte delle sostanze analizzate, e dipende dal volume di campione analizzato (1-2 litri); per la ricerca di sostanze odorigene particolari o traccianti nelle immissioni, si ricorre alla tecnica SIM (Selected Ion Monitoring), che raggiunge sensibilità comprese tra 0.01 e $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, analizzando volumi di aria da 2 a 8 litri.

I composti di interesse odorigeno da determinare mediante GC/MS, perché dotati di odore sgradevole e/o soglia di percezione molto bassa, sono:

- composti solforati: tioli, tioeteri, ditioeteri, tioesteri;
- composti azotati: ammine alifatiche, indoli, piridine, pirazine;
- composti ossigenati: alcoli, eteri, esteri, aldeidi, chetoni, acidi, fenoli, furani;
- idrocarburi: olefine, idrocarburi aromatici.

Tipicamente il tracciato cromatografico ottenuto da un'emissione mostra la presenza di più di cento componenti; di questi, almeno una ventina contribuiscono significativamente alle proprietà odorigene del campione, che possono essere ricavate dalla somma dei loro OAV e confrontate con il risultato dell'analisi olfattometrica.

In alternativa al metodo TO-15, è spesso impiegata la tecnica di microestrazione in fase solida su fibra (SPME) per l'analisi quantitativa GC/MS delle immissioni, sia per praticità che semplicità d'uso; per campioni gassosi come le emissioni, che presentano concentrazioni nell'ordine dei mg/m^3 , la tecnica SPME è sconsigliabile a causa di fenomeni di saturazione della fibra estraente.

4. Valori di Odour Threshold

In Allegato A.3 - Tabella 1 sono riportati i valori ricavati mediante olfattometria dinamica ed in Allegato A.3 - Tabella 2 sono riportati i valori di soglia olfattiva tratti dal lavoro "Measurement of Odor Threshold by Triangle Odor Bag Method", di Yoshio Nagata del Japan Environmental Sanitation Center. È da sottolineare che le differenze tra i valori sono riconducibili ai due diversi metodi di prova.



Allegato A.3 - Tabella 1 Valori di OT determinati mediante olfattometria dinamica

Composto	OT (ppb)
Ammoniaca	200
Acetaldeide	5
Butirraldeide	1
Etanolo	40
Etil mercaptano	0,08
Dimetildisolfuro	2
Dimetilsolfuro	1
Idrogeno solforato	0,3
Limonene	20

Allegato A.3 - Tabella 2 Odor thresholds measured by the triangle odor bag method (ppm, v/v)

Substance	Odor Threshold	Substance	Odor Threshold
Formaldehide	0,5	Hydrogen sulfide	0,00041
Acetaldehyde	0,0015	Dimethyl sulfide	0,003
Propionaldehyde	0,001	Methyl allyl sulfide	0,00014
n-Butylaldehyde	0,00067	Diethyl sulfide	0,000033
Isobutylaldehyde	0,00035	Allyl sulfide	0,00022
n-Valeraldehyde	0,00041	Carbon disulfide	0,21
Isovaleraldehyde	0,0001	Dimethyl disulfide	0,0022
n-Hexylaldehyde	0,00028	Diethyl disulfide	0,002
n-Heptylaldehyde	0,00018	Diallyl disulfide	0,00022
n-Octylaldehyde	0,00001	Methyl mercaptane	0,00007
n-Nonylaldehyde	0,00034	Ethyl mercaptane	0,0000087
n-Decylaldehyde	0,0004	n-Propyl mercaptane	0,000013
Acrolein	0,0036	Isopropyl mercaptane	0,000006
Methacrolein	0,0085	n-Butyl mercaptane	0,0000028
Crotonaldehyde	0,023	Isobutyl mercaptane	0,0000068
Methanol	33	sec. Butyl mercaptane	0,00003
Ethanol	0,52	tert. Butyl mercaptane	0,000029
n-Propanol	0,094	n-Amyl mercaptane	0,0000078
Isopropanol	26	Isoamyl mercaptane	0,0000077
n-Butanol	0,038	n-Hexyl mercaptane	0,000015
Isobutanol	0,011	Thiophene	0,00056
sec. Butanol	0,22	Tetrahydrothiophene	0,00062
tert. Butanol	4,5	Nitrogen dioxide	0,12
n-Pentanol	0,1	Ammonia	1,5
Isopentanol	0,0017	Methylamine	0,035
sec. Pentanol	0,29	Ethylamine	0,046
tert. Pentanol	0,088	n-Propylamine	0,061
n-Hexanol	0,006	Isopropylamine	0,025
n-Heptanol	0,0048	n-Butylamine	0,17
n-Octanol	0,0027	Isobutylamine	0,0015
Isooctanol	0,0093	sec. Butylamine	0,17
n-Nonanol	0,0009	tert. Butylamine	0,17
n-Decanol	0,00077	Dimethylamine	0,033
2-Ethoxyethanol	0,58	Diethylamine	0,048



Substance	Odor Threshold	Substance	Odor Threshold
2-n-Butoxyethanol	0,043	Trimethylamine	0,000032
1-Butoxy-2-propanol	0,16	Triethylamine	0,0054
Phenol	0,0056	Acetonitrile	13
o-Cresol	0,00028	Acrylonitrile	8,8
m-Cresol	0,0001	Methacrylonitrile	3
p-Cresol	0,000054	Pyridine	0,063
Geosmin	0,0000065	Indole	0,0003
Acetic acid	0,006	Skatole	0,0000056
Propionic acid	0,0057	Ethyl-o-toluidine	0,026
n-Butyric acid	0,00019	Propane	1500
Isobutyric acid	0,0015	n-Butane	1200
n-Valeric acid	0,000037	n-Pentane	1,4
Isovaleric acid	0,000078	Isopentane	1,3
n-Hexanoic acid	0,0006	n -Hexane	1,5
Isohexanoic acid	0,0004	2-Methylpentane	7
Sulfur dioxide	0,87	3-Methylpentane	8,9
Carbonyl sulfide	0,055	2,2-Dimethylbutane	20
2,3-Dimethylbutane	0,42	Ethyl acetate	0,87
n-Heptane	0,67	n-Propyl acetate	0,24
2-Methylhexane	0,42	Isopropyl acetate	0,16
3-Methylhexane	0,84	n-Butyl acetate	0,016
3-Ethylpentane	0,37	Isobutyl acetate	0,008
2, 2-Dimethylpentane	38	sec.Butyl acetate	0,0024
2, 3-Dimethylpentane	4,5	tert.Butyl acetate	0,071
2, 4-Dimethylpentane	0,94	n-Hexyl acetate	0,0018
n-Octane	1,7	Methyl propionate	0,098
2-Methylheptane	0,11	Ethyl propionate	0,007
3-Methylheptane	1,5	n-Propyl propionate	0,058
4-Methylheptane	1,7	Isopropyl propionate	0,0041
2,2,4-Trimethylpentane	0,67	n-Butyl propionate	0,036
n-Nonane	2,2	Isobutyl propionate	0,02
2,2,5-Trimethylhexane	0,9	Methyl n-butyrate	0,0071
n-Undecane	0,87	Methyl isobutyrate	0,0019
n-Decane	0,62	Ethyl n-butyrate	0,00004
n-Dodecane	0,11	Ethyl isobutyrate	0,000022
Propylene	13	n-Propyl n-butyrate	0,011
1-Butene	0,36	Isopropyl n-butyrate	0,0062
Isobutene	10	n-propyl isobutyrate	0,002
1-Pentene	0,1	Isopropyl isobutyrate	0,035
1-Hexene	0,14	n-Butyl n-butyrate	0,0048
1-Heptene	0,37	Isobutyl n-butyrate	0,0016
1-Octene	0,001	n-Butyl isobutyrate	0,022
1-Nonene	0,00054	Isobutyl isobutyrate	0,075
1,3-Butadiene	0,23	Methyl n-valerate	0,0022
Isoprene	0,048	Methyl isovalerate	0,0022
Benzene	2,7	Ethyl n-valerate	0,00011
Toluene	0,33	Ethyl isovalerate	0,000013
Styrene	0,035	n-Propyl n-valerate	0,0033
Ethylbenzene	0,17	n-Propyl isovalerate	0,000056
o-Xylene	0,38	n-Butyl isovalerate	0,012
m-Xylene	0,041	Isobutyl isovalerate	0,0052



Substance	Odor Threshold	Substance	Odor Threshold
p-Xylene	0,058	Methyl acrylate	0,0035
n-Propylbenzene	0,0038	Ethyl acrylate	0,00026
Isopropylbenzene	0,0084	n-Butyl acrylate	0,00055
1,2,4-Trimethylbenzen	0,12	Isobutyl acrylate	0,0009
1,3,5-Trimethylbenzen	0,17	Methyl methacrylate	0,21
o-Ethyltoluene	0,074	2-Ethoxyethyl acetate	0,049
m-Ethyltoluene	0,018	Acetone	42
p-Ethyltoluene	0,0083	Methyl ethyl ketone	0,44
o-Diethylbenzene	0,0094	Methyl n-propyl ketone	0,028
m-Diethylbenzene	0,07	Methyl isopropyl ketone	0,5
p-Diethylbenzene	0,00039	Methyl n-butyl ketone	0,024
n-Butylbenzene	0,0085	Methyl isobutyl ketone	0,17
1,2,3,4-Tetramethylbenzen	0,011	Methyl sec,butyl ketone	0,024
1,2,3,4-Tetrahydronaphthalene	0,0093	Methyl tert,butyl ketone	0,043
α-Pinene	0,018	Methyl n-amyl ketone	0,0068
β-Pinene	0,033	Methyl isoamyl ketone	0,0021
Limonene	0,038	Diacetyl	0,00005
Methylcyclopentane	1,7	Ozone	0,0032
Cyclohexane	2,5	Furane	9,9
Methylcyclohexane	0,15	2,5-Dihydrofurane	0,093
Methyl formate	130	Chlorine	0,049
Ethyl formate	2,7	Dichloromethane	160
n-Propyl formate	0,96	Chloroform	3,8
Isopropyl formate	0,29	Trichloroethylene	3,9
n-Butyl formate	0,087	Carbon tetrachloride	4,6
Isobutyl formate	0,49	Tetrachloroethylene	0,77
Methyl acetate	1,7		



ARPAV
Agenzia Regionale
per la Prevenzione e
Protezione Ambientale
del Veneto

Direzione Generale
Via Ospedale, 24
35131 Padova
Tel. +39 049 82 39301
Fax. +39 049 66 0966
e-mail urp@arpa.veneto.it
e-mail certificata: protocollo@pec.arpav.it
www.arpa.veneto.it