

Linee guida per la caratterizzazione, l'analisi e la definizione dei criteri tecnici e gestionali per la mitigazione delle emissioni delle attività ad impatto odorigeno

1. Premessa

Le emissioni di sostanze odorigene possono condizionare pesantemente la libera fruizione del territorio, causando inconvenienti di natura igienico-sanitaria o comunque limitando le condizioni di vivibilità.

Le presenti Linee guida sono finalizzate a definire una metodica per la caratterizzazione delle emissioni odorigene e del loro impatto sul territorio circostante, con l'obiettivo di ridurre i conflitti fra attività e popolazione consentendone e favorendone la coesistenza.

Le definizioni tecniche utilizzate nelle presenti Linee guida sono riportate nell'allegato 1.

2. Contesto normativo

La vigente normativa in materia di tutela dell'ambiente dagli inquinamenti, sia a livello comunitario che a quello statale, non disciplina in modo organico la materia connessa all'inquinamento dovuto al rilascio di sostanze odorigene.

Nel Testo Unico delle Leggi provinciali in materia di tutela dell'ambiente dagli inquinamenti (TULP), a seguito dell'aggiunta operata dall'art 31 della l.p. 30 dicembre 2015, n. 20, è stato inserito un puntuale richiamo alle attività ad impatto odorigeno ed all'impegno di definire specifiche linee guida:

Art. 102 sexies (Disposizioni per le attività ad impatto odorigeno), comma 1:

“Con deliberazione della Giunta provinciale, da approvarsi entro centottanta giorni dall'entrata in vigore di questo articolo, sono definite le linee guida per la caratterizzazione, l'analisi e la definizione dei criteri tecnici e gestionali per la mitigazione delle emissioni delle attività ad impatto odorigeno. Le linee guida sono considerate ai fini del rilascio delle autorizzazioni ai sensi della normativa vigente in materia di tutela dell'ambiente dagli inquinamenti”.

3. Campo di applicazione

Le presenti Linee guida si applicano in via preventiva a tutte le attività soggette ad autorizzazione integrata ambientale (AIA) o rientranti nelle fattispecie di cui alla deliberazione della Giunta Provinciale n. 959 di data 18 maggio 2012 recante “Fase istruttoria del procedimento autorizzatorio in materia di gestione dei rifiuti in impianti dedicati al trattamento della FORSU”.

Nel caso di nuovi impianti, si applicano secondo la procedura di cui al successivo paragrafo 4.

La medesima procedura viene adottata anche nel caso dei riesami dell'AIA per modifiche sostanziali dell'autorizzazione che comportano la convocazione della conferenza di servizi.

Nel caso di impianti esistenti, soggetti ad autorizzazioni ambientali di competenza del Servizio Autorizzazioni e Valutazioni ambientali, anche diverse dalle autorizzazioni integrate ambientali (AIA) o relative ad attività di trattamento della FORSU, le Linee guida si applicano in presenza di ricorrenti e significative segnalazioni di disturbo olfattivo da parte della popolazione residente nel territorio circostante, anche indipendentemente dall'introduzione di modifiche al ciclo produttivo, secondo la procedura di cui al successivo paragrafo 6.

4. Nuovi impianti (AIA e loro riesami, trattamento FORSU)

Le domande di autorizzazione in materia ambientale relative a nuove attività o al riesame dell'AIA o ad attività di trattamento FORSU devono essere corredate da uno studio di impatto odorigeno mediante simulazione di dispersione, redatto secondo i criteri riportati nell'Allegato 1. Potranno essere impiegati criteri alternativi, purché si dimostrino di pari efficacia e garantiscano gli stessi livelli di protezione dell'ambiente.

Per le attività non significative sotto il profilo dell'impatto olfattivo, lo studio di impatto sarà sostituito da una relazione attestante la non significatività delle emissioni, suffragata da dati tratti dalla letteratura scientifica ovvero calcolati attraverso la caratterizzazione chimica delle emissioni odorigene effettuata seguendo le indicazioni contenute nell'Allegato 3.

L'autorità competente al rilascio del provvedimento di autorizzazione, nell'ambito della conferenza di servizi prevista nel procedimento autorizzatorio, invita a partecipare il Sindaco del Comune ove è ubicata l'attività, l'Azienda provinciale per i servizi sanitari (APSS), l'Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente (APPA) e i Sindaci dei Comuni limitrofi ove la simulazione di dispersione abbia previsto che siano interessati dal disturbo. Nella prima fase della conferenza di servizi potrà essere eventualmente invitato il gestore dell'impianto, al fine di illustrare i contenuti dello studio dell'impatto odorigeno.

In sede di conferenza di servizi viene valutato lo studio di impatto odorigeno e, verificato il rispetto dei valori di accettabilità presso i recettori (come definiti al successivo paragrafo 5), vengono stabilite le prescrizioni tecniche e/o gestionali da riportare in autorizzazione e finalizzate al massimo contenimento delle emissioni odorigene. Vengono inoltre fissati i limiti di emissione degli odori, determinati in base ai valori di input utilizzati per la simulazione di dispersione in modo da garantire il rispetto dei suddetti valori di accettabilità, che dovranno essere prescritti nel provvedimento di autorizzazione.

5. Valori di accettabilità

Ai fini della valutazione del disturbo olfattivo presso i recettori, il gestore dell'impianto deve effettuare uno studio sulla dispersione dell'odore utilizzando un modello di simulazione avente i requisiti riportati nell'Allegato 1.

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

per recettori in aree residenziali

1 ou _E /m ³ ,	a distanze > 500 m dalle sorgenti
2 ou _E /m ³ ,	a distanze di 200÷500 m dalle sorgenti
3 ou _E /m ³ ,	a distanze < 200 m dalle sorgenti

per recettori in aree non residenziali

2 ou _E /m ³ ,	a distanze > 500 m dalle sorgenti
3 ou _E /m ³ ,	a distanze di 200÷500 m dalle sorgenti
4 ou _E /m ³ ,	a distanze < 200 m dalle sorgenti

In base agli esiti della simulazione modellistica ed alle valutazioni sull'accettabilità dell'impatto nei confronti dei recettori, il gestore individua i presidi ed i sistemi di trattamento degli effluenti più opportuni per ogni fonte di emissione, definisce i valori di portata di odore massimi riferibili a ciascuna di esse, in modo tale che la somma di tutte le emissioni derivanti dall'insediamento assicuri il rispetto dei valori di accettabilità, indicando altresì le modalità tecnico-gestionali necessarie a garantire e controllare il corretto funzionamento dei processi e la piena efficienza dei sistemi di abbattimento degli odori.

6. Impianti esistenti

La seguente procedura si applica nel caso di problematiche olfattive derivanti da attività esistenti soggette ad autorizzazioni ambientali di competenza del Servizio Autorizzazioni e Valutazioni ambientali.

Si tratta di una strategia attuata per fasi, nella prima delle quali si verifica la sussistenza e l'entità delle problematiche olfattive e nella seconda vengono individuate le soluzioni tecnico-gestionali idonee a ridurre le emissioni odorigene, ovvero viene indicata la necessità di un approfondimento attraverso l'applicazione della modellistica dispersiva.

Fase A: monitoraggio del disturbo olfattivo

La fase A viene attivata nel caso di ricorrenti e significative segnalazioni di disturbo olfattivo da parte della popolazione al Comune.

Il Sindaco del Comune raccoglie le segnalazioni e, verificato che il disturbo olfattivo segnalato non sia attribuibile ad eventi eccezionali e contingenti o che non sia possibile individuarne con certezza la provenienza, avvia un monitoraggio sistematico della percezione del disturbo olfattivo presso la popolazione residente e procede, con il supporto dell'Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente (APPA) e dell'Azienda provinciale per i servizi sanitari (APSS), secondo le modalità riportate nell'Allegato 2.

Ove gli esiti del monitoraggio dovessero evidenziare che la durata degli episodi di disturbo olfattivo supera il 2% del periodo monitorato (15 ore/mese), si procede con la Fase B; in caso contrario il disturbo è da considerare accettabile.

Nei casi in cui la presenza di un disturbo olfattivo sia conclamata e notoria, il Sindaco può prescindere dalla fase di monitoraggio presso la popolazione richiedendo il supporto dell'Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente e dell'Azienda Provinciale per i Servizi sanitari.

Fase B: definizione delle modalità di intervento

APPA convoca una o più conferenze di servizi invitando il Servizio Autorizzazioni e valutazioni ambientali (SAVA), l'Azienda provinciale per i servizi sanitari (APSS), il Comune ove ha sede l'impianto ed i Comuni che hanno trasmesso le segnalazioni. Nella prima fase della conferenza di servizi potrà essere invitato il gestore dell'impianto.

In conferenza di servizi sono presentati gli esiti del monitoraggio della fase A e sono definite le prescrizioni per la riduzione delle emissioni odorigene, che saranno riportate d'ufficio con aggiornamento dell'autorizzazione, e/o prevista l'attivazione della procedura di cui al paragrafo 4 come per i nuovi impianti.

6.1 Aggiornamenti AIA

Qualora il gestore di un impianto già sottoposto alla fase B presenti una domanda di aggiornamento, contestualmente alla comunicazione di inizio del procedimento, SAVA convocherà una o più conferenze di servizi invitando APPA, APSS, il Comune ove ha sede l'impianto ed i Comuni che hanno trasmesso le segnalazioni. Nella prima fase della conferenza di servizi potrà essere invitato il gestore dell'impianto.

In conferenza di servizi sono valutate le modifiche proposte dal gestore nella domanda di aggiornamento, l'eventuale attivazione della procedura di cui al paragrafo 4 come per i nuovi impianti e sono definite le prescrizioni per la riduzione delle emissioni odorigene.

6.2 Modifiche di impianti soggetti alla deliberazione della Giunta Provinciale 959/2012

Nell'ambito del procedimento istruttorio di modifica dell'autorizzazione degli impianti rientranti nelle fattispecie di cui alla deliberazione della Giunta Provinciale n. 959 di data 18 maggio 2012, l'impatto odorigeno sarà valutato nella conferenza di servizi già prevista dalla stessa deliberazione. Alla conferenza sono invitati a partecipare i Comuni che hanno trasmesso le segnalazioni. In questa sede potrà essere richiesto l'aggiornamento dello studio di impatto odorigeno già presentato dal gestore. Nella prima fase della conferenza di servizi potrà essere invitato il gestore dell'impianto.

7. Revisione delle Linee guida

Le presenti Linee guida potranno essere aggiornate o modificate alla luce delle esperienze che saranno maturate dalla loro prima applicazione o a seguito dell'evoluzione delle conoscenze tecniche sviluppate in ambito scientifico e produttivo o presso altri enti territoriali.

8. Allegati

Allegato 1 – Definizioni e requisiti degli studi di impatto olfattivo mediante simulazione di dispersione.

Allegato 2 – Monitoraggio del disturbo olfattivo

Allegato 3 – Caratterizzazione chimica delle emissioni odorigene

Definizioni e requisiti degli studi di impatto olfattivo mediante simulazione di dispersione

1. Scopi e campo di applicazione

Nel presente documento sono riportati i requisiti richiesti alle simulazioni di dispersione degli studi di impatto olfattivo redatti nell'ambito dei procedimenti attivati secondo le disposizioni delle *"Linee guida per la caratterizzazione, l'analisi e la definizione dei criteri tecnici e gestionali per la mitigazione delle emissioni delle attività ad impatto odorigeno"*.

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

- l'inquinante in esame – l'odore – è espresso in termini di concentrazione, definita in conformità alla UNI EN 13725:2004;
- in base alla medesima UNI EN 13725:2004, l'odore è assimilato ad una pseudo-specie gassosa, che dunque si disperde in atmosfera senza presentare gli effetti di deposizione gravitazionale propri del particolato;
- lo scenario di dispersione è il cosiddetto "campo aperto" (da zone industriali o agricole), non applicabile in ambito strettamente locale condizionato da geometrie urbane.

2. Riferimenti normativi e definizioni

Nel presente documento vengono citate le seguenti norme tecniche di riferimento:

- UNI EN 13725:2004 "Qualità dell'aria. Determinazione della concentrazione di odore mediante olfattometria dinamica".
- UNI 10796:2000 "Valutazione della dispersione in atmosfera di effluenti aeriformi. Guida ai criteri di selezione dei modelli matematici".
- UNI 10964:2001 "Studi di impatto ambientale. Guida alla selezione dei modelli matematici per la previsione di impatto sulla qualità dell'aria".

Secondo la norma UNI EN 13725:2004 si forniscono le seguenti definizioni:

- la concentrazione di odore, espressa in unità odorimetriche [ou_E/m^3], rappresenta il numero di diluizioni necessarie affinché l'odore della miscela in esame non venga più avvertito da un campione di popolazione pari al 50%;
- la portata di odore (OER - Odour Emission Rate), espressa in ou_E/s , è calcolata come prodotto fra la concentrazione di odore [ou_E/m^3] e la portata dell'aeriforme contenente l'odore [m^3/s];
- la portata superficiale di odore o flusso specifico di odore (SOER - Specific Odour Emission Rate), proprio di sorgenti areali ed espresso in $ou_E/m^2 s$, rappresenta la portata di odore riferita all'unità di superficie; è calcolata come prodotto fra la concentrazione di odore [ou_E/m^3] e la portata di aria neutra introdotta nella cappa dinamica utilizzata per il campionamento e successivamente dividendo per l'area di base della cappa stessa.

Le grandezze volumetriche relative all'olfattometria sono convenzionalmente riferite alla temperatura di 20°C.

3. Dati di emissione

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

Nelle simulazioni per la stima dell'impatto olfattivo devono essere considerate tutte le emissioni odorogene significative dell'impianto oggetto dello studio: convogliate, diffuse o 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 in una portata di aeriforme non definibile (come lucernai, cumuli di materiali osmogeni 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 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 interrate o coperte, ma prive di sistemi di aspirazione, sfiati di serbatoi).

Sono considerate non significative, e possono dunque essere escluse dallo scenario emissivo, le sole sorgenti, o le intere attività, aventi una portata di odore $< 500 \text{ u}_E/\text{s}$ o una concentrazione di odore $< 80 \text{ u}_E/\text{m}^3$, purché siano dettagliate le ipotesi che sono a fondamento dei valori adottati per giustificarne l'esclusione (misure in campo o dati tratti dalla letteratura scientifica).

3.2 Criteri per la caratterizzazione delle diverse tipologie di sorgenti

Sorgenti convogliate puntiformi

Le informazioni necessarie alla caratterizzazione delle sorgenti puntiformi (quali camini e ciminiera) da riportare nella relazione di presentazione dello studio sono le seguenti:

- portata volumetrica (espressa in Nm^3/h ed in m^3/s a 20°C);
- concentrazione di odore (espressa in ou_E/m^3) (valore medio cautelativo).
- portata di odore (espressa in ou_E/s), tenendo conto dell'eventuale variabilità temporale;
- coordinate geografiche;
- 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

Le informazioni necessarie alla caratterizzazione delle sorgenti convogliate areali (quali le superfici di biofiltri) da riportare nella relazione di presentazione dello studio sono le seguenti:

- portata volumetrica (espressa in Nm^3/h ed in m^3/s a 20°C), misurata a monte del biofiltro;
- concentrazione di odore (espressa in ou_E/m^3) (valore medio cautelativo).
- portata di odore (espressa in ou_E/s), tenendo conto dell'eventuale variabilità temporale;
- coordinate geografiche, come introdotte nelle simulazioni (ad esempio: coordinate dei vertici dell'area, coordinate dei baricentri delle sub-aree, ...);
- 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 (praticamente nulla) e temperatura dell'effluente nella sezione di sbocco.

Sorgenti diffuse areali

Le informazioni necessarie alla caratterizzazione delle sorgenti diffuse areali, dette anche sorgenti areali passive o prive di flusso proprio (quali vasche di trattamento reflui o cumuli di materiale), che devono essere riportate nella relazione di presentazione dello studio sono le seguenti:

- flusso specifico di odore (portata superficiale di odore, SOER), espresso in $\text{ou}_E/(\text{m}^2 \text{ s})$;

- 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 geografiche, come introdotte nelle simulazioni (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 (praticamente nulla) e temperatura dell'effluente nella sezione di sbocco .

Sorgenti diffuse volumetriche

Si tratta di sorgenti (quali finestre di capannoni, locali con ricambio naturale dell'aria, ...) la cui caratterizzazione non è univocamente definibile. Pertanto nella relazione accompagnatoria dello studio di impatto olfattivo dovranno essere indicati i criteri nonché i dati impiegati per la simulazione, quali:

- 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 geografiche della sorgente o del sistema di sorgenti che simula l'emissione;
- quota altimetrica del suolo alla base della sorgente;
- altezza del punto di emissione (o rappresentativo del sistema di sorgenti) 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 può fare riferimento a valori misurati, eventualmente tenendo conto della variabilità temporale e del fermo produttivo; nel caso di impianti nuovi o di modifiche è opportuno avvalersi di dati empirici riferiti ad impianti simili o a dati di bibliografia scientifica, cautelativamente maggiorati (ad esempio al più elevato dei livelli di concentrazione prodotti nelle diverse condizioni di funzionamento dell'impianto).

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

- i dati di emissione (concentrazioni e/o portate di odore, in funzione della diversa tipologia di sorgenti di odore) utilizzati, allegando i rapporti di prova riferiti all'impianto testato, con l'indicazione dei dati relativi ai prelievi (data, ora, posizione) ed al processo in atto durante il campionamento, ovvero citando la fonte nel caso di dati di letteratura scientifica;
- le ipotesi e le elaborazioni eseguite sui dati per l'implementazione degli stessi nel modello dispersivo, come ad esempio l'utilizzo del valore medio piuttosto che del valore massimo, motivandone la scelta.

3.4 Variazioni nel tempo della portata di odore

Le variazioni nel tempo della portata di odore possono essere:

- regolari e deliberate (per esempio: fermo impianto notturno e/o festivo, ferie estive);
- indirettamente conseguenti a 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 odorigene rilasciate da un liquido o da un cumulo all'aperto).

Nella valutazione delle variazioni temporali, soprattutto in presenza di variazioni 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, ipotizzare emissioni costanti con valore pari al massimo atteso in condizioni di pieno carico (escludendo solo fenomeni emissivi eccezionali e molto rari, con ricorrenza non superiore a circa 50 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)) da sorgenti diffuse areali è variabile in funzione della velocità dell'aria che lambisce la superficie, per il calcolo di tale valore nelle diverse condizioni meteo del dominio temporale di simulazione a partire dalla portata di riferimento misurata mediante il sistema a *wind tunnel* (o simili), è necessario applicare la seguente equazione:

$$\text{dove è:} \quad OER_s = OER_R \times \sqrt{\frac{v_s}{v_R}}$$

OER_s la portata di odore alla velocità dell'aria v_s ;

OER_R la portata di odore alla velocità di riferimento v_R (misurata durante il campionamento);

v_R la velocità dell'aria nella camera di ventilazione durante il campionamento olfattometrico;

v_s la velocità dell'aria vicino alla superficie emissiva (valutata a partire dalla velocità del vento alla quota dell'anemometro (v_H) secondo il profilo di velocità del vento).

È comunque possibile utilizzare anche metodi diversi purché si dimostrino adatti al caso in esame.

3.6 Innalzamento del pennacchio (*plume rise*)

Nella simulazione dispersiva di emissioni convogliate puntiformi (emesse attraverso camini verticali) si deve normalmente considerare il cosiddetto innalzamento del pennacchio (*plume rise*) e più precisamente della componente meccanica (*momentum rise*) e della componente termica (*buoyancy rise*). In caso di presenza di deflettori o di cappelli la componente meccanica, indotta dalla velocità di efflusso, deve essere opportunamente ridotta o addirittura, nel caso di camino orizzontale, può essere annullata, così come nei casi di sorgenti areali o volumetriche per le quali nel modello di dispersione deve essere disattivato l'algoritmo che calcola il *momentum rise*.

In ogni caso la relazione accompagnatoria dello studio, per ciascuna sorgente dovrà specificare:

- per il *momentum rise* l'attivazione o la disattivazione dell'algoritmo di calcolo, la velocità di efflusso introdotta, l'eventuale fattore di riduzione applicato;
- per il *buoyancy rise* in caso di calcolo, la temperatura dell'effluente impiegata.

4. Dati meteorologici

Per l'acquisizione dei dati meteo da impiegare nelle simulazioni è sufficiente una stazione meteorologica. In caso di incompletezza dei dati è possibile impiegare in modo integrato anche dati derivanti da stazioni diverse purché se ne valuti la compatibilità.

La stazione meteo di riferimento alla modellazione deve essere collocata nella medesima valle ove è ubicata la sorgente in esame e deve essere rappresentativa delle condizioni anemologiche del sito.

Nella relazione di presentazione dello studio per ciascuna stazione meteo devono essere indicati:

- coordinate geografiche;
- ente o soggetto che gestisce la stazione meteorologica;
- quota dell'anemometro rispetto al suolo;
- distanza lineare dalla/e sorgente/i.

La quota dell'anemometro della stazione meteo da cui sono tratti i dati di velocità e direzione del vento dovrebbe essere maggiore o uguale a 5 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 o multipli interi. Soltanto per simulazioni finalizzate all'eventuale verifica delle corrispondenze fra modello di impatto e segnalazioni dei residenti, il dominio temporale è limitato alle ore in cui è effettuato il confronto.

La relazione accompagnatoria dello studio deve riportare la percentuale di dati meteorologici invalidi per ciascun mese e per ciascun parametro. È ammessa una percentuale di dati assenti/invalidi inferiore al 20% sul totale dei dati ed inferiore al 50% per ciascun mese.

Nella relazione accompagnatoria dello studio dovrà essere illustrato il pre-processore meteorologico impiegato per ottenere i parametri micrometeorologici (altezza dello strato limite atmosferico, ...) e di turbolenza (lunghezza di Monin-Obukhov, velocità di attrito superficiale, ...). È sconsigliato, e deve pertanto essere giustificato, l'impiego delle classi di stabilità (ad esempio classi di Pasquill-Gifford-Turner) in luogo dei parametri continui di turbolenza.

Dovranno inoltre essere allegate le rose dei venti più significative rispetto all'andamento delle isoplete nella mappa di impatto e la rappresentazione statistica delle velocità del vento, nonché trasmessi integralmente in formato digitale:

- l'intero set di dati meteo grezzi registrati dalla stazione (a monte di qualunque elaborazione);
- l'intero set di dati di input impiegati nelle simulazioni di dispersione (a valle di tutte le elaborazioni eseguite, incluse le elaborazioni del pre-processore meteorologico).

5. Georeferenziazione

Devono essere georeferenziati in coordinate geografiche (latitudine/longitudine) o nel sistema UTM-WGS84 o UTM-Gauss-Boaga:

- le sorgenti di emissione;
- i recettori sensibili;
- i recettori di calcolo (punti della griglia del dominio spaziale di simulazione);
- i vertici degli edifici per la simulazione del *building downwash*.

6. Dominio spaziale e passo della griglia dei recettori di calcolo

Il dominio spaziale di simulazione deve estendersi sufficientemente per comprendere almeno la curva di isoconcentrazione dell'odore in corrispondenza del valore della concentrazione oraria di picco di odore al 98° percentile su base annuale pari a $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, includendo altresì tutti i recettori presso cui debba essere valutata l'accettabilità dell'impatto.

Il passo della griglia dei recettori di calcolo deve essere maggiore della distanza fra il recettore più prossimo e la sorgente dell'odore.

Nella relazione di presentazione dello studio devono 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 dei recettori di calcolo.

7. Definizione dei recettori sensibili

I recettori sensibili (o bersagli) presso i quali simulare puntualmente l'impatto delle emissioni devono essere selezionati secondo i seguenti criteri:

- deve essere individuato almeno un recettore sensibile in ogni nucleo abitato presente nel raggio di 3 km dalla sorgente;
- fra i recettori sensibili deve essere inserito l'abitazione o l'edificio pubblico più prossimo alla sorgente;
- deve possibilmente essere individuato un recettore sensibile in ogni quadrante del piano centrato sulla sorgente;
- in presenza, nel raggio di 3 km dalla sorgente, di aree destinate dagli strumenti di pianificazione territoriale a futura espansione residenziale, in ciascuna di esse deve essere ipotizzato un recettore sensibile virtuale nel punto dell'area più prossimo alla sorgente.

8. Orografia

La simulazione deve considerare gli effetti dell'orografia.

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

- la quota del terreno per ciascuno dei recettori di calcolo;
- indicazioni sull'algoritmo impiegato nelle simulazioni per l'orografia complessa, e gli eventuali parametri di controllo.

9. Effetto scia degli edifici (building downwash)

Per tener conto dell'effetto scia degli edifici quando questi siano sopravento al punto di emissione, ove disponibile nel software impiegato, è opportuna l'attivazione di uno specifico algoritmo per il *building downwash* quando l'altezza delle sorgenti non supera di 1,5 volte la massima delle altezze degli impianti ed edifici circostanti nel raggio di 200 metri.

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

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

10. Scelta della tipologia di modello e del codice software

Per lo studio di impatto olfattivo si suggerisce l'impiego di un modello di dispersione appartenente ad una delle seguenti tipologie descritte nelle relative schede della normativa UNI 10796:2000 :

- modelli non stazionari (a puff o a segmenti) (scheda 4, tipologia 2);
- modelli 3D lagrangiani (a puff o a particelle) (scheda 4, tipologia 3 o scheda 5, tipologia 1);
- modelli 3D euleriani (scheda 4, tipologia 3 o scheda 5, tipologia 1).

Per una rassegna di software validati appartenenti alle tipologie sopra elencate si rimanda a:

- U.S. E.P.A., Guideline on Air Quality Models, Appendix W to Part 51.
- Federal Register, Vol. 68, No. 72, Tuesday, April 15, 2003 / Rules and Regulations.
- Linee guida pubblicate dal CTN_ACE (Centro Tematico Nazionale - Atmosfera Clima Emissioni in Atmosfera), <http://www.smr.arpa.emr.it/ctn/>

11. Trattamento delle calme di vento

Il modello di dispersione impiegato deve disporre di un metodo per il trattamento delle calme di vento. Molti codici software prevedono, in tutti i casi in cui la velocità del vento scende al di sotto un valore soglia definito, l'attivazione automatica di un *algoritmo speciale*, intrinsecamente meno

accurato dell'algoritmo principale e significativamente diverso da uno adeguato specifico.

In questi casi è necessario verificare che il numero di ore di calma di vento per cui viene attivato l'*algoritmo speciale* sia minimo e possibilmente non sia superiore al 2%; ciò in quanto in condizioni di calma di vento, per la più ridotta dispersione degli inquinanti, spesso l'impatto olfattivo è massimo e l'obiettivo della simulazione è l'espressione del valore di picco orario al 98° percentile.

In ogni caso non è ammessa la semplificazione di eliminare dal set di dati meteo i record corrispondenti alle calme di vento, poiché ciò condurrebbe a sottostimare l'impatto sull'intero dominio di tempo della simulazione.

Inoltre la *velocità di soglia delle calme* (il valore delle velocità del vento al di sotto del quale si attiva l'*algoritmo speciale*) deve essere inferiore alla moda della distribuzione delle velocità del vento (il valore di velocità del vento con frequenza massima); in caso contrario deve essere scelto un diverso software di dispersione.

Nella relazione di presentazione dello studio devono in proposito essere specificati:

- il metodo adottato per il trattamento delle calme di vento;
- la velocità di soglia delle calme utilizzata nelle simulazioni;
- la percentuale di ore con velocità inferiore alla velocità di soglia delle calme e per le quali quindi è stato adottato il metodo per il trattamento delle calme; se la percentuale supera il 2%, devono essere valutate le conseguenze della potenziale anomalia sui risultati delle simulazioni.

12. Deposizione secca e deposizione umida

Poiché gli effetti della deposizione secca e della deposizione umida sulla rimozione degli inquinanti odorigeni dall'atmosfera sono trascurabili, si consiglia, cautelativamente, di disattivare gli algoritmi di calcolo della deposizione secca ed umida.

13. 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 un fattore di conversione, unico ed uniforme, pari a 2,3 (*peak-to-mean ratio*).

14. 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.

Nella relazione di presentazione dello studio o in un suo allegato devono essere riportate:

- una tabella che riporti, per ciascuno dei recettori sensibili individuati sul territorio, il 98° percentile delle concentrazioni orarie di picco di odore simulate, sulla base della quale viene effettuato il confronto fra l'impatto delle emissioni ed i criteri di accettabilità definiti;
- una tabella che riporti, per ciascuno dei recettori sensibili individuati sul territorio, il massimo globale (il valore massimo sull'intero dominio temporale di simulazione) delle concentrazioni orarie di picco di odore simulate.

Se il software utilizzato non permettesse il calcolo del 98° percentile delle concentrazioni orarie di picco di odore simulate (prima tabella), il confronto fra l'impatto delle emissioni ed i criteri di accettabilità definiti dalle linee guida dovrà essere eseguito utilizzando i massimi globali delle

concentrazioni orarie di picco di odore (seconda tabella).

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 Provinciale o 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 recettori sensibili;
- le isoplete (curve di isoconcentrazione di odore) corrispondenti ai valori di concentrazione corrispondenti ai criteri di accettabilità definiti ($1 \div 5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$);
- la prima isopleta non completamente racchiusa nel confine dello stabilimento, a cui corrisponda il massimo valore di concentrazione di odore.

Valutazione del disturbo olfattivo

1. Premessa

Scopo del presente documento è definire un metodo per il **monitoraggio sistematico del disturbo olfattivo** tramite rilevazione delle segnalazioni di percezione di odore da parte della popolazione residente, al fine di rappresentare il disturbo stesso in forma oggettiva e documentabile.

2. Obiettivi

Il metodo descritto nel presente documento definisce la strategia di esecuzione della Fase A del paragrafo 6 delle Linee guida, diretta all'indagine delle problematiche connesse al disagio olfattivo causato da impianti esistenti. Essa prevede un'ordinata e sistematica raccolta delle segnalazioni di disturbo olfattivo, secondo una procedura coordinata, trasparente e rigorosa, finalizzata a dare celere ed adeguata soluzione al disturbo.

L'obiettivo principale della strategia proposta è quello di individuare e dimostrare il rapporto causa-effetto fra emissioni e disturbo, distinguendo le situazioni occasionali o temporanee, controllabili con semplici interventi gestionali, dai casi in cui la molestia è causata da carenze strutturali che impongono interventi impiantistici di contenimento e trattamento delle emissioni odorigene attraverso l'attivazione della Fase B.

3. Procedura per il monitoraggio sistematico del disturbo olfattivo

3.1 Avvio della procedura

La procedura per il monitoraggio sistematico del disturbo olfattivo viene avviata in presenza di segnalazioni di disturbo olfattivo ricorrenti e significative da parte della popolazione.

La procedura per la valutazione della percezione di disturbo olfattivo è attivata dal Sindaco del Comune ove il disturbo è percepito, eventualmente in coordinamento con il Sindaco del Comune sul cui territorio ricade la presunta sorgente dell'emissione di odore e con gli altri Sindaci dei Comuni interessati.

La progettazione del monitoraggio sistematico del disturbo olfattivo - con individuazione dei cittadini segnalatori - e la gestione complessiva degli aspetti tecnici è affidata agli uffici di un Comune, secondo quanto dettagliato nel presente documento.

È opportuno che il monitoraggio venga preceduto da una informazione pubblica, attuata con le modalità ritenute più opportune in funzione del contesto e della numerosità della popolazione interessata, finalizzata a favorire la più efficace collaborazione della popolazione stessa.

I contenuti dell'informazione devono essere almeno i seguenti:

- scopo e modalità di svolgimento del monitoraggio del disturbo olfattivo;
- ruolo e compiti delle autorità coinvolte nella procedura.

3.2 Dati meteorologici

Per consentire la validazione delle varie segnalazioni, il monitoraggio sistematico del disturbo olfattivo deve essere accompagnato dalla rilevazione dei principali dati meteorologici (almeno direzione e velocità del vento) effettuata attraverso una apposita stazione individuata o collocata in idonea posizione in funzione dell'ubicazione delle sorgenti emissive e dell'orografia.

3.3 Selezione dei segnalatori

Nella scelta dei segnalatori deve essere data la possibilità di partecipare al monitoraggio a tutti coloro che ne fanno richiesta, sollecitando una numerosa adesione per dare maggiore affidabilità ai risultati dell'indagine.

La selezione dovrà individuare un campione di segnalatori per quanto possibile ben distribuito sul territorio in osservazione a partire dalle residenze più prossime alle sorgenti fino alle zone più distanti, dove il disturbo è avvertito solo saltuariamente.

3.4 *La scheda di rilevazione del disturbo olfattivo*

Per la registrazione degli eventi di percezione di odore viene impiegata una apposita scheda sulla quale, con riferimento ad una posizione definita, ciascun segnalatore registrerà gli eventi di percezione di odore, intesi come periodi durante ciascuno dei quali il segnalatore percepisce il medesimo tipo di odore in modo ininterrotto.

Nell'*Appendice 1* è riportata la scheda di segnalazione che contiene le seguenti informazioni:

- nome e cognome del segnalatore,
- luogo (comune ed indirizzo) relativo alle segnalazioni di odore,
- numero progressivo del foglio di registrazione per una stessa posizione;
- le date di inizio e fine del monitoraggio;
- la data dell'evento di percezione di odore (anche più d'uno nello stesso giorno su righe diverse);
- gli orari di inizio e fine della percezione di odore;
- il giudizio sull'intensità dell'odore, utilizzando una scala a tre livelli
 - o simbolo + percepibile,
 - o simbolo ++ forte,
 - o simbolo +++ molto forte;
- una casella ove è possibile annotare informazioni aggiuntive (anche sul tipo di odore percepito).

È inopportuno richiedere ai segnalatori di rilevare e registrare le condizioni meteorologiche durante l'evento di percezione, poiché è preferibile acquisire il dato più accuratamente tramite la stazione meteo individuata.

3.5 *Distribuzione delle schede di segnalazione e raccolta delle schede compilate*

La distribuzione delle schede di segnalazione e la raccolta delle schede compilate sono effettuate a cura del Comune o dei Comuni interessati dal disturbo olfattivo.

La scheda di segnalazione può essere ritirata presso l'ufficio designato o scaricata dal sito web istituzionale. Al termine del monitoraggio la scheda compilata deve essere restituita al medesimo ufficio, anche utilizzando strumenti informatici (mail).

3.6 *Durata del monitoraggio del disturbo olfattivo*

La durata ottimale di ogni campagna di monitoraggio del disturbo olfattivo è di tre mesi.

Il Comune, in coordinamento con gli eventuali altri Comuni interessati, definisce le date di inizio e termine del periodo di monitoraggio, che, per informazione dei segnalatori, sono indicate sulla scheda di rilevazione.

Durante tale periodo il monitoraggio del disturbo olfattivo può essere integrato con rilevazioni in campo eseguite mediante l'impiego di strumentazione automatica atta al riconoscimento qualitativo delle possibili sorgenti odorigene (es. c.d. *nasometro*).

Gli esiti delle rilevazioni strumentali potranno essere utilizzati per suffragare le segnalazioni e, nei casi di disturbo olfattivo evidente e conclamato, potranno anche sostituire totalmente il monitoraggio sistematico della percezione degli odori effettuato con il coinvolgimento diretto della popolazione.

4. Elaborazione dei dati del monitoraggio

4.1 *Elaborazione delle segnalazioni*

L'elaborazione delle segnalazioni di disturbo olfattivo, eseguita dal Comune o dal soggetto incaricato, viene attuata secondo le seguenti modalità:

- su ciascuna scheda, nell'apposito spazio, viene riportato un codice attribuito a ciascun segnalatore;
- viene redatta una mappa con la posizione di ciascun segnalatore associata al rispettivo codice;
- si procede nella stesura di una tabella sinottica in cui vengono inserite tutte le segnalazioni pervenute da tutti i segnalatori, per procedere successivamente alla loro validazione con lo scarto di quelle dubbie o incongruenti.

La tabella sinottica, realizzata su un foglio di calcolo elettronico, è composta da righe (riferite a data ed ora) e colonne (riferite ai codici dei segnalatori), come nell'esempio riportato in **Appendice 2**.

Nella prima colonna è riportato l'orario in sequenza ininterrotta con la medesima scansione con cui sono rilevati e disponibili i dati meteorologici.

Nelle successive colonne, ciascuna riferita ad un segnalatore che abbia restituito le schede compilate, vengono annotate le varie segnalazioni riportando in corrispondenza degli orari delle segnalazioni stesse i numeri 1, 2 o 3 a seconda dell'intensità dell'odore indicata dal segnalatore (1 = +, 2 = ++, 3 = +++). Restano vuote le caselle in corrispondenza di orari nei quali il segnalatore non ha rilevato odori.

Una colonna è riservata alle annotazioni più significative per l'interpretazione delle segnalazioni, indicando per ciascuna il codice del segnalatore, ed un'ultima all'indicazione della direzione del vento registrata dalla stazione meteo di riferimento.

4.2 Individuazione di concordanze e incongruenze e validazione delle segnalazioni

Completata la compilazione della tabella sinottica delle segnalazioni, l'incaricato dell'elaborazione provvede e selezionare e scartare le segnalazioni che appaiono indubbiamente incongruenti o palesemente viziate da pregiudizi.

Successivamente per ogni riga oraria vengono analizzate ed evidenziate le segnalazioni di percezione di odore che presentino delle concordanze in base al numero ed all'intensità delle segnalazioni stesse.

Per la validazione delle segnalazioni è necessario escludere, per quanto è possibile, tutti gli eventi non attribuibili all'attività oggetto del monitoraggio. Può accadere infatti, soprattutto in zone prossime ad aree rurali, che gli odori possono essere dovuti ad altre cause come lo spandimento di letame o altri fertilizzanti o altre fonti non oggetto di indagine.

Ancorché non sia sempre possibile escludere con sicurezza tutti questi elementi d'incertezza, le considerazioni di seguito riportate possono comunque aiutare nella loro individuazione:

- possono essere considerate sufficientemente affidabili per essere validate segnalazioni riportate da più osservatori e compatibili con i dati meteo;
- possono essere considerate come molto probabili, e conteggiate come valide, anche segnalazioni singole compatibili con i dati meteo, tanto più se prossime alla probabile sorgente;
- è preferibile non validare, anche se compatibili con i dati meteo, segnalazioni singole a distanze elevate dalla probabile sorgente quando altri possibili segnalatori più prossimi alla sorgente non hanno rilevato odori; potrebbe infatti trattarsi di eventi confondenti;
- la compatibilità con i dati meteo può esser assunta quando la direzione del vento è compatibile con il trasporto delle sostanze odorigene dalla sorgente verso il segnalatore; con venti di medio-bassa intensità l'area potenzialmente interessata dalla dispersione odorigena è compresa in un settore esteso di $\pm 30^\circ$ rispetto alla direzione del vento; l'angolo del settore di influenza si amplia per venti progressivamente più deboli;
- sono senz'altro da scartare le segnalazioni troppo generiche o riferite a periodi molto estesi, ancor più se ripetute per più giorni, in quanto possono essere determinate da esasperazione nei confronti della problematica; per questo è necessario chiarire fin da subito in sede di illustrazione del monitoraggio che saranno considerate soltanto le segnalazioni circostanziate e verificabili.

4.3 Rapporto finale del monitoraggio del disturbo olfattivo



Il monitoraggio consente di determinare sia il numero di eventi, sia il numero complessivo di ore in cui il disturbo da odori risulta essere stato percepito.

Sulla base dei valori di accettabilità stabiliti dalle Linee guida di riferimento (fissati con valori di concentrazione oraria di picco di odore al 98° percentile su base annuale), si rende necessario passare alla "Fase B" qualora le ore di percezione dell'odore nell'area in esame siano superiori al 2% del periodo di monitoraggio (corrispondenti a circa 15 ore/mese).

Nel rapporto conclusivo è opportuno riportare anche il numero di eventi validati/mese e la durata media di percezione del disturbo per ciascun evento.

La valutazione in ordine all'accettabilità della percezione di disturbo olfattivo da parte della popolazione residente può essere fatta secondo i criteri riportati nella Tabella 1.

Tabella 1. - Valutazione di accettabilità della percezione di disturbo olfattivo da parte della popolazione residente

Durata disturbo olfattivo superiore a 15 ore mese (valore medio di 3 mesi)		Durata disturbo olfattivo inferiore a 15 ore mese (valore medio di 3 mesi)
Il disturbo prodotto supera i limiti di accettabilità		Il disturbo prodotto rientra nei limiti di accettabilità
<p>Non è stato possibile individuare idonee prescrizioni per la riduzione delle emissioni odorigene</p> <p>È necessario un approfondimento della problematica con la modellazione dispersiva dell'odore</p>	<p>È stata individuata l'attività che genera il disturbo olfattivo e gli interventi migliorativi da attuare</p> <p>Il disturbo potrà essere riverificato dopo l'introduzione delle modifiche strutturali o organizzative</p>	<p>Non sono richiesti interventi migliorativi sull'impianto e non è necessario svolgere approfondimenti conoscitivi mediante modellazione dispersiva dell'odore</p>
		

SCHEDA DI RILEVAZIONE DEL DISTURBO OLFATTIVO

Segnalatore			Foglio n°	
Indirizzo		Comune	Codice ⁽¹⁾	

SEGNALAZIONI DELLE PERCEZIONI DI ODORE

INIZIO DEL MONITORAGGIO _____			FINE _____	
Data ⁽²⁾	Ora inizio	Ora fine	Intensità ⁽³⁾	Note (caratteristiche dell'odore)

- (1) il codice viene assegnato dagli uffici in sede di elaborazione dei dati;
- (2) in caso di più eventi nello stesso giorno compilare più righe, una per ogni evento;
- (3) scala convenzionale dell'intensità: + odore percepibile, ++ odore forte, +++ odore molto forte.

Ai sensi dell'art. 13 del D.Lgs. 196/2003, si autorizza l'acquisizione, il trattamento dei dati personali solo ed esclusivamente ai fini del monitoraggio in atto. La presentazione dei risultati avverrà solo in forma anonima, tutelando l'identità dei segnalatori.

Firma

Esempio di tabella sinottica per l'elaborazione delle segnalazioni

Data e ora (CET) di fine segnalazione	Segnalatori ed intensità segnalazioni									D...	Note	Direzione vento
	A 1	A 2	A 3	B 1	B 2	C 1	C 2	C 3	...			
01/01/2016 01.00												
01/01/2016 02.00												
01/01/2016 03.00												
01/01/2016 04.00												
01/01/2016 05.00												
01/01/2016 06.00												
01/01/2016 07.00												
01/01/2016 08.00												
01/01/2016 09.00												
01/01/2016 10.00												
...												
01/01/2016 22.00												
01/01/2016 23.00												
01/01/2016 24.00												
02/01/2016 01.00												
02/01/2016 02.00												
02/01/2016 03.00												
...												

Caratterizzazione chimica delle emissioni odorogene

1. Premessa

Ancorché non sia conosciuta una relazione quantitativa che definisca una precisa correlazione fra la composizione chimica di una miscela gassosa osmogena e la sua odosità, in prima approssimazione è comunque possibile determinarne per via chimica la concentrazione di odore (espressa in uo_E/m^3) calcolandola come somma dei *Valori di attività odorosa* (AOV - Odour Activity Value) delle diverse sostanze che costituiscono la miscela odorigena.

Gli AOV sono definiti come il rapporto tra la concentrazione di ogni analita e la rispettiva soglia di percezione olfattiva.

$$\text{AOV (Valore di Attività Odorigena)} = \frac{\text{concentrazione sostanza}}{\text{soglia di percezione olfattiva}}$$

La caratterizzazione delle emissioni odorogene mediante analisi chimica, oltre che per la valutazione approssimata dell'odosità di una miscela di composizione chimica nota, è particolarmente utile per:

- l'individuazione nelle immissioni sul territorio di molecole traccianti delle emissioni per l'identificazione delle sorgenti responsabili di un inquinamento odorigeno;
- la valutazione approssimata (utilizzando le AOV) di un'emissione odorigena contenente anche sostanze irritanti, tossiche o nocive, per la quale è inopportuna l'analisi olfattometrica con panel;
- la verifica delle immissioni di una sorgente specifica per la convalida delle previsioni di un modello di dispersione dell'odore, nell'impossibilità di eseguire misure olfattometriche immuni da contaminazioni dovute ad altre sorgenti;
- l'identificazione delle principali specie odorogene presenti in una emissione osmogena, per definire le migliori tecniche di abbattimento e valutarne l'efficacia.

La tecnica analitica normalmente impiegata per la caratterizzazione chimica delle emissioni odorogene è la gascromatografia (GC) abbinata alla spettrometria di massa (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 odorogene da sottoporre ad analisi chimica è necessario prestare le stesse attenzioni che devono essere osservate per le analisi olfattometriche: il campione deve essere prelevato in sacchetti di Nalophan, o altro materiale adatto, e può essere conservato per un periodo di tempo non superiore alle 30 ore. Inoltre, allo stesso modo dei campioni per analisi olfattometriche, si deve evitare la formazione di condense nel sacchetto procedendo a prediluizione con sufficiente volume di aria pulita secca.

3. Analisi mediante Gascromatografia/Spettrometria di massa (GC/MS)

Per la caratterizzazione chimica delle emissioni odorogene le tecniche GC/MS normalmente impiegate devono essere opportunamente modificate per estenderne il più possibile il campo applicativo.

Nel metodo TO-15 dell'EPA, ampiamente utilizzato per l'analisi quantitativa di gran parte delle Sostanze Organiche Volatili (SOV), il campione gassoso viene prelevato mediante speciali contenitori di acciaio internamente trattati (canister) precedentemente messi sottovuoto, successivamente adsorbito su fase solida, deumidificato e, dopo l'aggiunta di uno standard interno deuterato, desorbito termicamente ed introdotto nel sistema GC/MS.

Poiché molte sostanze dotate di odore particolarmente sgradevole e con soglia olfattiva molto bassa, quali ammine alifatiche ed acidi carbossilici, sono caratterizzate da molecole ad alta polarità - che possono essere adsorbite dalla superficie interna di alcuni tipi di canister o perse con il trattamento di eliminazione dell'umidità -, si preferisce l'utilizzo di sacche in Nalophan o Tedlar (con analisi entro le 30 ore) e si consiglia l'impiego del Tenax come materiale adsorbente per le sue caratteristiche idrofobe.

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

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

Fra gli oltre cento composti tipicamente evidenziati da un tracciato cromatografico di una emissione, almeno una ventina contribuiscono significativamente alle proprietà odorigene del campione, per la cui caratterizzazione è possibile procedere con il calcolo della somma delle AOV di tali composti, ricavando un dato esprimibile in Unità Odorigene (uo_E/m^3), confrontabile con i risultati dell'analisi olfattometrica.

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

4. Valori di Soglia Olfattiva (OT)

Nella seguente tabella sono riportati i valori di *Soglia Olfattiva* (OT - Odor Threshold) delle principali sostanze osmogene utilizzabili per il calcolo dei *Valori di attività odorosa* (OAV - Odour Activity Value). Essi sono stati determinati con il metodo "Triangle Odor Bag", e sono tratti dalla pubblicazione "Measurement of Odor Threshold by Triangle Odor Bag Method" di Yoshio Nagata del Japan Environmental Sanitation Center.

Si tratta di un metodo basato sulla diluizione sviluppato in Giappone tra il 1976 ed il 1988 e riconosciuto a livello internazionale per la determinazione dell'*indice di odore*, con il quale sono state testate 223 sostanze osmogene la cui soglia olfattiva misurata spazia all'interno di un ampio range dell'ordine di grandezza di $2 \cdot 10^9$ (da 0,77 ppt dell'isoamilmercaptano a 1500 ppm del propano).

Tabella 1. Valori di soglia olfattiva OT misurati con il metodo "Triangle odor bag" (ppm, v/v)

In ordine alfabetico		In ordine di odorosità	
Sostanza	Soglia di odore	Sostanza	Soglia di odore
Acetaldeide	0,0015	Isoamilmercaptano	0,00000077
Acetone	42	n-Amilmercaptano	0,00000078
Acetonitrile	13	n-Butilmercaptano	0,0000028
Acido acetico	0,006	Scatolo	0,0000056
Acido isobutirrico	0,0015	Isopropilmercaptano	0,000006
Acido isoesanoico	0,0004	Geosmina	0,0000065
Acido Isovalerico	0,000078	Isobutilmercaptano	0,0000068
Acido n-butirrico	0,00019	Etilmercaptano	0,0000087
Acido n-esanoico	0,0006	n-Ottilaldeide	0,00001
Acido propionico	0,0057	Etilisovalerato	0,000013
Acido solfidrico	0,00041	n-Propilmercaptano	0,000013
Acido n-Valerico	0,000037	n-Esilmercaptano	0,000015
Acrilonitrile	8,8	Etilisobutirrato	0,000022
Acroleina	0,0036	tert. Butilmercaptano	0,000029
Allilsolfuro	0,00022	sec. Butilmercaptano	0,00003
n-Amilmercaptano	0,00000078	Trimetilammina	0,000032
Ammoniaca	1,5	Dietilsolfuro	0,000033
Benzene	2,7	Acido n-Valerico	0,000037
Biossido di azoto	0,12	Etil n-butirrato	0,00004
Biossido di zolfo	0,87	Diacetile	0,00005
1,3-Butadiene	0,23	p-Cresolo	0,000054
n-Butano	1200	n-Propilisovalerato	0,000056
n-Butanolo	0,038	Metilmercaptano	0,00007
sec. Butanolo	0,22	Acido Isovalerico	0,000078
tert. Butanolo	4,5	m-Cresolo	0,0001
1-Butene	0,36	Isovaleraldeide	0,0001
n-Butilacetato	0,016	Etil n-valerato	0,00011
sec. Butilacetato	0,0024	Metilallilsolfuro	0,00014
tert. Butilacetato	0,071	n-Eptilaldeide	0,00018
n-Butilacrilato	0,00055	Acido n-butirrico	0,00019
n-Butilaldeide	0,00067	Allilsolfuro	0,00022
n-Butilammina	0,17	Diallildisolfuro	0,00022

In ordine alfabetico

Sostanza	Soglia di odore
sec.Butilammina	0,17
tert.Butilammina	0,17
n-Butilbenzene	0,0085
n-Butil n-butirrato	0,0048
n-Butilformiato	0,087
n-Butilisobutirrato	0,022
n-Butilisovalerato	0,012
n-Butilmercaptano	0,0000028
sec.Butilmercaptano	0,00003
tert.Butilmercaptano	0,000029
n-Butilpropionato	0,036
2-n-Butossietanolo	0,043
1-Butossi-2-propanolo	0,16
Cicloesano	2,5
Cloro	0,049
Cloroformio	3,8
m-Cresolo	0,0001
o-Cresolo	0,00028
p-Cresolo	0,000054
Crotonaldeide	0,023
n-Decano	0,62
n-Decanolo	0,00077
n-Decilaldeide	0,0004
Diacetile	0,00005
Diallildisolfuro	0,00022
Diclorometano	160
Dietilammina	0,048
m-Dietilbenzene	0,07
o-Dietilbenzene	0,0094
p-Dietilbenzene	0,00039
Dietildisolfuro	0,002
Dietilsolfuro	0,000033
2,5-Diidrofurano	0,093
Dimetilammina	0,033
2,2-Dimetilbutano	20
2,3-Dimetilbutano	0,42
Dimetildisolfuro	0,0022
2, 2-Dimetilpentano	38
2, 3-Dimetilpentano	4,5
2, 4-Dimetilpentano	0,94
Dimetilsolfuro	0,003
Disolfuro di carbonio	0,21
n-Dodecano	0,11
n-Eptano	0,67
n-Eptanolo	0,0048
1-Eptene	0,37
n-Eptilaldeide	0,00018
n-Esano	1,5
n-Esanolo	0,006
1-Esene	0,14
n-Esilacetato	0,0018
n-Esilaldeide	0,00028
n-Esilmercaptano	0,000015
Etanolo	0,52
Etil n-butirrato	0,00004
Etilacetato	0,87
Etilacrilato	0,00026
Etilammina	0,046
Etilbenzene	0,17
2-Etilesanolo	0,0093
Etilformiato	2,7
Etilisobutirrato	0,000022
Etilisovalerato	0,000013
Etilmercaptano	0,0000087

In ordine di odorosità

Sostanza	Soglia di odore
Etilacrilato	0,00026
o-Cresolo	0,00028
n-Esilaldeide	0,00028
Indolo	0,0003
n-Nonilaldeide	0,00034
Isobutilaldeide	0,00035
p-Dietilbenzene	0,00039
Acido isoetanoico	0,0004
n-Decilaldeide	0,0004
Acido solfidrico	0,00041
n-Valeraldeide	0,00041
1-Nonene	0,00054
n-Butilacrilato	0,00055
Tiofene	0,00056
Acido n-esanoico	0,0006
Tetraidrotiofene	0,00062
n-Butilaldeide	0,00067
n-Decanolo	0,00077
Isobutilacrilato	0,0009
n-Nonanolo	0,0009
1-Ottene	0,001
Propionaldeide	0,001
Acetaldeide	0,0015
Acido isobutirrico	0,0015
Isobutilammina	0,0015
Isobutil n-butirrato	0,0016
Isopentano	0,0017
n-Esilacetato	0,0018
Metilisobutirrato	0,0019
Dietildisolfuro	0,002
n-propilisobutirrato	0,002
Metilisoamilchetone	0,0021
Dimetildisolfuro	0,0022
Metilisovalerato	0,0022
Metil n-valerato	0,0022
sec.Butilacetato	0,0024
n-Ottanolo	0,0027
Dimetilsolfuro	0,003
Ozono	0,0032
n-Propil n-valerato	0,0033
Metilacrilato	0,0035
Acroleina	0,0036
n-Propilbenzene	0,0038
Isopropilpropionato	0,0041
n-Butil n-butirrato	0,0048
n-Eptanolo	0,0048
Isobutilisovalerato	0,0052
Trietilammina	0,0054
Fenolo	0,0056
Acido propionico	0,0057
Acido acetico	0,006
n-Esanolo	0,006
Isopropil n-butirrato	0,0062
Metil n-amilchetone	0,0068
Etilpropionato	0,007
Metil n-butirrato	0,0071
Isobutilacetato	0,008
p-Etiltoluene	0,0083
Isopropilbenzene	0,0084
n-Butilbenzene	0,0085
Metacroleina	0,0085
2-Etilesanolo	0,0093
1,2,3,4-Tetraidronaftalene	0,0093
o-Dietilbenzene	0,0094

In ordine alfabetico

Sostanza	Soglia di odore
3-Etilpentano	0,37
Etilpropionato	0,007
m-Etiltoluene	0,074
o-Etiltoluene	0,018
p-Etiltoluene	0,0083
Etil-o-toluidina	0,026
Etil n-valerato	0,00011
2-Etossietanolo	0,58
2-Etossietilacetato	0,049
Fenolo	0,0056
Formaldeide	0,5
Furano	9,9
Geosmina	0,0000065
Indolo	0,0003
Isoamilmercaptano	0,00000077
Isobutanolo	0,011
Isobutene	10
Isobutil n-butirrato	0,0016
Isobutilacetato	0,008
Isobutilacrilato	0,0009
Isobutilammina	0,0015
Isobutilformiato	0,49
Isobutilisobutirrato	0,0052
Isobutilisovalerato	0,075
Isobutilmercaptano	0,0000068
Isobutilpropionato	0,02
Isopentano	1,3
Isopentanolo	0,0017
Isoprene	0,048
Isopropanolo	26
Isopropilacetato	0,16
Isopropilammina	0,025
Isopropilbenzene	0,0084
Isopropil n-butirrato	0,0062
Isopropilformiato	0,29
Isopropilisobutirrato	0,035
Isopropilmercaptano	0,000006
Isopropilpropionato	0,0041
Isovaleraldeide	0,0001
Limonene	0,038
Isobutilaldeide	0,00035
Metacrilonitrile	3
Metacroleina	0,0085
Metanolo	33
Metil n-amilchetone	0,0068
Metil n-butilchetone	0,024
Metil n-butirrato	0,0071
Metil sec,butilchetone	0,024
Metil tert,butilchetone	0,043
Metilacetato	1,7
Metilacrilato	0,0035
Metilallilsolfuro	0,00014
Metilammina	0,035
Metilcicloesano	0,15
Metilciclopentano	1,7
2-Metileptano	0,11
3-Metileptano	1,5
4-Metileptano	1,7
2-Metilesano	0,42
3-Metilesano	0,84
Metiletilchetone	0,44
Metilformiato	130
Metilisoamilchetone	0,0021
Metilisobutilchetone	0,17

In ordine di odorosità

Sostanza	Soglia di odore
Isobutanolo	0,011
n-Propil n-butirrato	0,011
1,2,3,4-Tetrametilbenzene	0,011
n-Butilisovalerato	0,012
n-Butilacetato	0,016
m-Etiltoluene	0,018
α -Pinene	0,018
Isobutilpropionato	0,02
n-Butilisobutirrato	0,022
Crotonaldeide	0,023
Metil n-butilchetone	0,024
Metil sec,butilchetone	0,024
Isopropilammina	0,025
Etil-o-toluidina	0,026
Metil n-propilchetone	0,028
Dimetilammina	0,033
β -Pinene	0,033
Isopropilisobutirrato	0,035
Metilammina	0,035
Stirene	0,035
n-Butilpropionato	0,036
n-Butanolo	0,038
Limonene	0,038
m-Xilene	0,041
2-n-Butossietanolo	0,043
Metil tert,butilchetone	0,043
Etilammina	0,046
Dietilammina	0,048
Isoprene	0,048
Cloro	0,049
2-Etossietilacetato	0,049
Solfuro di carbonile	0,055
n-Propilpropionato	0,058
p-Xilene	0,058
n-Propilammina	0,061
Piridina	0,063
m-Dietilbenzene	0,07
tert. Butilacetato	0,071
o-Etiltoluene	0,074
Isobutilisobutirrato	0,075
n-Butilformiato	0,087
tert.Pentanolo	0,088
2,5-Diidrofurano	0,093
n-Propanolo	0,094
Metilpropionato	0,098
n-Pentanolo	0,1
1-Pentene	0,1
n-Dodecano	0,11
2-Metileptano	0,11
Biossido di azoto	0,12
1,2,4-Trimetilbenzene	0,12
1-Esene	0,14
Metilcicloesano	0,15
1-Butossi-2-propanolo	0,16
Isopropilacetato	0,16
n-Butilammina	0,17
sec. Butilammina	0,17
tert. Butilammina	0,17
Etilbenzene	0,17
Metilisobutilchetone	0,17
1,3,5-Trimetilbenzene	0,17
Disolfuro di carbonio	0,21
Metilmetacrilato	0,21
sec. Butanolo	0,22

In ordine alfabetico

Sostanza	Soglia di odore
Metilisobutirrato	0,0019
Metilisopropilchetone	0,5
Metilisovalerato	0,0022
Metilmercaptano	0,00007
Metilmetacrilato	0,21
2-Metilpentano	7
3-Metilpentano	8,9
Metil n-propilchetone	0,028
Metilpropionato	0,098
Metil n-valerato	0,0022
n-Nonano	2,2
n-Nonanolo	0,0009
1-Nonene	0,00054
n-Nonilaldeide	0,00034
n-Ottano	1,7
n-Ottanolo	0,0027
1-Ottene	0,001
n-Ottilaldeide	0,00001
Ozono	0,0032
n-Pentano	1,4
n-Pentanolo	0,1
sec.Pentanolo	0,29
tert.Pentanolo	0,088
1-Pentene	0,1
α -Pinene	0,018
β -Pinene	0,033
Piridina	0,063
Propano	1500
n-Propanolo	0,094
n-Propilacetato	0,24
n-Propilammina	0,061
n-Propilbenzene	0,0038
n-Propil n-butirrato	0,011
Propilene	13
n-Propilformiato	0,96
n-propilisobutirrato	0,002
n-Propilisovalerato	0,000056
n-Propilmercaptano	0,000013
n-Propilpropionato	0,058
n-Propil n-valerato	0,0033
Propionaldeide	0,001
Scatolo	0,0000056
Solfuro di carbonile	0,055
Stirene	0,035
Tetracloroetilene	0,77
Tetracloruro di Carbonio	4,6
1,2,3,4-Tetraidronaftalene	0,0093
Tetraidrotiofene	0,00062
1,2,3,4-Tetrametilbenzene	0,011
Tiofene	0,00056
Toluene	0,33
Tricloroetilene	3,9
Trietilammina	0,0054
Trimetilammina	0,000032
1,2,4-Trimetilbenzene	0,12
1,3,5-Trimetilbenzene	0,17
2,2,5-Trimetilesano	0,9
2,2,4-Trimetilpentano	0,67
n-Undecano	0,87
n-Valeraldeide	0,00041
m-Xilene	0,041
o-Xilene	0,38
p-Xilene	0,058

In ordine di odorosità

Sostanza	Soglia di odore
1,3-Butadiene	0,23
n-Propilacetato	0,24
Isopropilformiato	0,29
sec.Pentanolo	0,29
Toluene	0,33
1-Butene	0,36
1-Eptene	0,37
3-Etilpentano	0,37
o-Xilene	0,38
2,3-Dimetilbutano	0,42
2-Metilesano	0,42
Metiletilchetone	0,44
Isobutilformiato	0,49
Formaldeide	0,5
Metilisopropilchetone	0,5
Etanolo	0,52
2-Etossietanolo	0,58
n-Decano	0,62
n-Eptano	0,67
2,2,4-Trimetilpentano	0,67
Tetracloroetilene	0,77
3-Metilesano	0,84
Biossido di zolfo	0,87
Etilacetato	0,87
n-Undecano	0,87
2,2,5-Trimetilesano	0,9
2, 4-Dimetilpentano	0,94
n-Propilformiato	0,96
Isopentano	1,3
n-Pentano	1,4
Ammoniaca	1,5
n-Esano	1,5
3-Metileptano	1,5
Metilacetato	1,7
Metilciclopentano	1,7
4-Metileptano	1,7
n-Ottano	1,7
n-Nonano	2,2
Cicloesano	2,5
Benzene	2,7
Etilformiato	2,7
Metacrilonitrile	3
Cloroformio	3,8
Tricloroetilene	3,9
tert.Butanolo	4,5
2, 3-Dimetilpentano	4,5
Tetracloruro di Carbonio	4,6
2-Metilpentano	7
Acrilonitrile	8,8
3-Metilpentano	8,9
Furano	9,9
Isobutene	10
Acetonitrile	13
Propilene	13
2,2-Dimetilbutano	20
Isopropanolo	26
Metanolo	33
2, 2-Dimetilpentano	38
Acetone	42
Metilformiato	130
Diclorometano	160
n-Butano	1200
Propano	1500