



## EMISSIONI ODORIGENE

Le modalità di indagine, la caratterizzazione delle emissioni odorigene e i casi critici

Prof. Dott. Ing. Selena Sironi

[Selena.sironi@polimi.it](mailto:Selena.sironi@polimi.it)

Dipartimento Chimica, Materiali e ingegneria Chimica  
Laboratorio Olfattometrico



**POLITECNICO**  
MILANO 1863



## Professore ordinario

Dipartimento di Chimica Materiali e Ingegneria Chimica  
Politecnico di Milano

## Docente dei corsi di

- Ingegneria Chimica Ambientale
- Scienza e ingegneria dell'odore (laboratorio progettuale)

## Responsabile scientifico Laboratorio Olfattometrico





# Una storia di ricerca applicata che parte da lontano

1997 → 2003 → 2023 → 2025

**Emergenza rifiuti a Milano**



**Nascita lab. Olfattometrico  
Polimi**

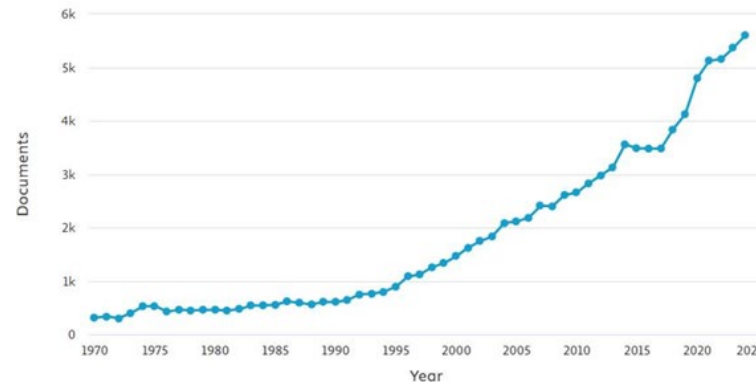


**EN13725**

**Il Lab.Olf. Polimi cresce con lo  
stesso spirito con cui è nato**

**DD309**

Documents by year



*Misura ciò che è misurabile  
e rendi misurabile ciò che non lo è.  
Galileo Galilei*

## **Analisi di laboratorio**

- Analisi olfattometriche
- Analisi chimiche

## **Caratterizzazione di campo**

- Emissioni convogliate
- Emissioni diffuse con metodi a cappa e ottici

## **Abbattimento emissioni**

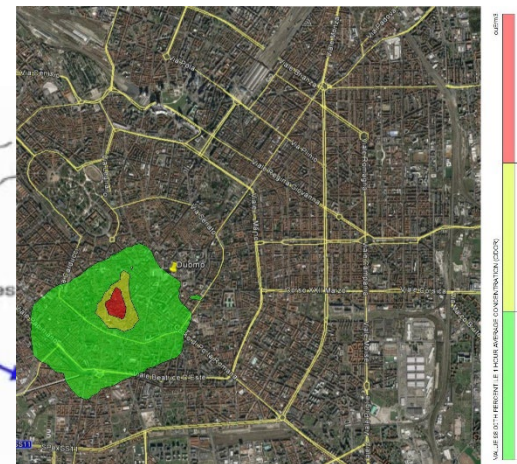
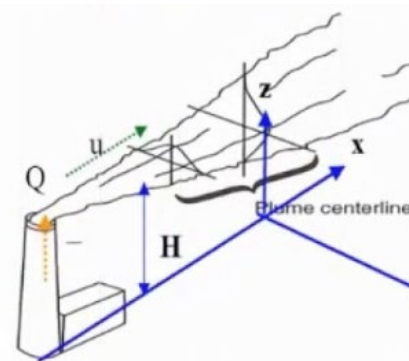
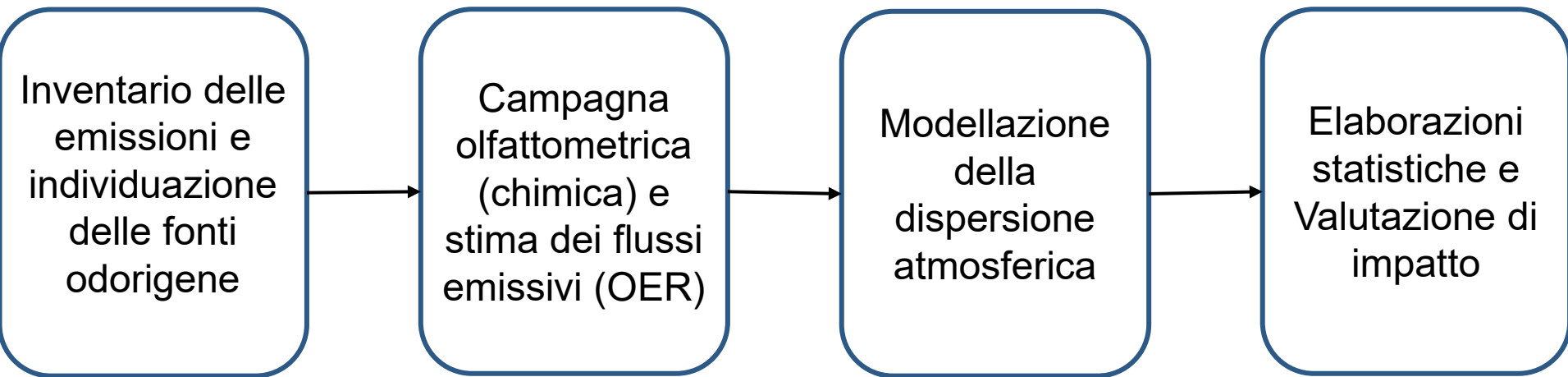
- Pianificazione nuove installazioni
- Verifica di efficienza

## **Modellazione di ricaduta**

- Verifica rispetto DD MASE 309/23
- Valutazione efficacia interventi mitigativi

## **Instrumental Odour Monitoring System (IOMS)**

# Verifica impatto olfattivo: approccio normativo



# “Valori di accettabilità” sui recettori

Tabella 3. Classi di sensibilità e valori di accettabilità presso il recettore sensibile

| Classe di sensibilità del recettore | Descrizione della classe di sensibilità del recettore sensibile                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Valore di accettabilità dell'impatto olfattivo presso il recettore sensibile |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| PRIMA                               | Aree, in centri abitati o nuclei, a prevalente destinazione d'uso residenziale classificate in zone territoriali omogenee A o B. Edifici, in centri abitati o nuclei, a destinazione d'uso collettivo continuativo e ad alta concentrazione di persone (es. ospedali, case di cura, ospizi, asili, scuole, università, per tutti i casi, anche se di tipologia privata), esclusi gli usi commerciali e terziario          | 1 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup>                                            |
| SECONDA                             | Aree, in centri abitati o nuclei, a prevalente destinazione d'uso residenziale, classificate in zone territoriali omogenee C (completamento e/o nuova edificazione) Edifici o spazi aperti, in centri abitati o nuclei, a destinazione d'uso collettivo continuativo commerciale, terziario o turistico (es. mercati stabili, centri commerciali, terziari e direzionali, per servizi, strutture ricettive, monumenti).   | 2 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup>                                            |
| TERZA                               | Edifici o spazi aperti, in centri abitati o nuclei, a destinazione d'uso collettivo non continuativo (es.: luoghi di pubblico spettacolo, luoghi destinati ad attività ricreative, sportive, culturali, religiose, luoghi destinati a fiere, mercatini o altri eventi periodici, cimiteri); case sparse; edifici in zone a prevalente destinazione residenziale non ricomprese nelle Zone Territoriali Omogenee A, B e C. | 3 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup>                                            |
| QUARTA                              | Aree a prevalente destinazione d'uso industriale, artigianale, agricola, zootecnica.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 4 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup>                                            |
| QUINTA                              | Aree con manufatti o strutture in cui non è prevista l'ordinaria presenza di gruppi di persone (es.: terreni agricoli, zone non abitate).                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 5 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup>                                            |

## BASI DEFINIZIONE AREA → RECETTORI

1. classificazione ISTAT delle località
  - centro abitato
  - nucleo abitato
  - località produttiva
  - case sparse
2. per centri/nuclei abitati, PRG (Zone Territoriali Omogenee)
  - A) agglomerati urbani con carattere **storico, artistico** e di particolare **pregio ambientale**
  - B) parti del territorio **totalmente o parzialmente edificate**, diverse dalle zone A (parzialmente edificate: zone in cui la superficie coperta degli edifici esistenti non sia inferiore al 12.5% della superficie fondiaria della zona e nelle quali la densità territoriale sia superiore ad 1.5 mc/mq)
  - C) parti del territorio destinate a **nuovi complessi insediativi**, che risultino inedificate o nelle quali l'edificazione preesistente non raggiunga i limiti di superficie e densità di cui alla lettera B
  - D) parti del territorio destinate a nuovi insediamenti per **impianti industriali**
  - E) parti del territorio destinate ad **usi agricoli**
  - F) le parti del territorio destinate ad **attrezzature ed impianti di interesse generale**

\* In Italia molti impianti ricadono in prossimità di ZTO A o B: la maggior parte degli impianti avranno limite al recettore a 1 ou/m<sup>3</sup> indipendentemente dalla distanza di questo recettore dal confine (CRITICITÀ).

## Indirizzi per l'applicazione dell'articolo 272-bis del dlgs 152/2006

- Allegato A.1 Requisiti degli studi di impatto olfattivo mediante simulazione di dispersione
- Allegato A.2 Campionamento olfattometrico
- Allegato A.3 Strategia di valutazione della percezione del disturbo olfattivo
- Allegato A.4 Caratterizzazione chimica delle emissioni odorigene
- Allegato A.5 IOMS (Instrumental Odour Monitoring System)



# Verifica in campo delle emissioni odorigene (fase B)

## Allegato A.2 Campionamento olfattometrico

«La norma tecnica UNI EN 13725 costituisce il riferimento per gli aspetti tecnici e le procedure relative al campionamento olfattometrico e all'analisi in olfattometria dinamica.

Si precisa che la norma tecnica europea EN 13725:2003 è oggetto di revisione nell'ambito del CEN/TC 264/WG2 e che, quindi, si dovrà tener conto delle modifiche, eventualmente intervenute, a seguito della nuova pubblicazione.»

### **UNI EN 13725:2022**

*Emissioni da sorgente fissa - Determinazione della concentrazione di odore mediante olfattometria dinamica e della portata di odore*

*Data disponibilità: 06 agosto 2024*



Nella pianificazione dei campionamenti occorre conoscenza:

- dell'attività produttiva/ciclo produttivo e sua variabilità (uso PID/FID)
- delle emissioni odorigene (censimento sorgenti)
- della composizione chimica (per tutela operatori e panel)
- dei punti di campionamento
- delle condizioni meteorologiche nelle 24 ore precedenti il campionamento



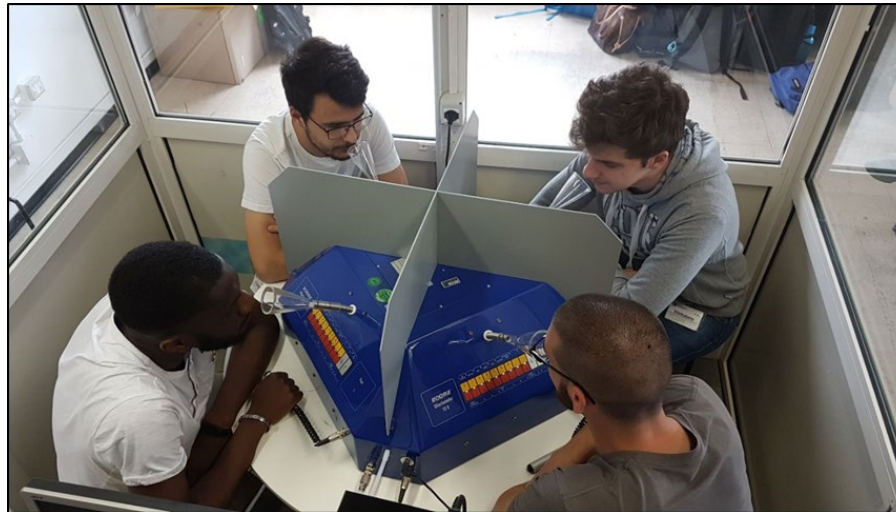
- ai fini della verifica del rispetto di **limiti di emissione**, il campionamento deve essere effettuato con **l'impianto a regime considerando la variabilità dell'emissione**
- ai fini della valutazione dell'**efficienza di presidi di abbattimento**, è necessario effettuare i campionamenti **a monte e a valle del presidio**, con impianto e presidio in condizioni di funzionamento di regime
- ai fini dell'impiego dei risultati dell'**indagine olfattometrica** per la **valutazione dell'impatto olfattivo** dell'impianto (ad esempio mediante applicazione di **modelli di dispersione**), 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.

**Campagna  
olfattometrica e  
stima dei flussi  
emissivi (OER)**

**La campagna olfattometrica deve  
essere orientata alla valutazione di  
impatto!**



L'**olfattometria dinamica** è il metodo **più utilizzato** per la quantificazione dell'odore e l'unico standardizzato dalla norma **EN 13725:2022**.



Apposito strumento diluitore, chiamato olfattometro

Camera olfattometrica: locale climatizzato, ventilato e insonorizzato

Panel di esaminatori selezionati secondo definiti criteri di sensibilità ad un odorante di riferimento (n-butanolo) e ripetibilità

## OUTPUT DELLA MISURA DI OLFATTOMETRIA DINAMICA (EN13725:2003)

L'olfattometria dinamica consente di determinare la concentrazione di odore di un campione di aria odorosa relativa alla sensazione provocata dal campione direttamente su un pannello di persone opportunamente selezionate.

La concentrazione di odore è espressa in unità di odore europeo per metro cubo ( $\text{ou}_E/\text{m}^3$ ) e rappresenta il numero di diluizioni con aria neutra necessarie per portare la concentrazione del campione alla concentrazione della soglia di rilevamento degli odori.

L'analisi viene effettuata presentando il campione al panel a concentrazioni crescenti mediante un olfattometro, fino a quando i componenti del panel iniziano a percepire un odore diverso dall'aria neutra di riferimento.

La concentrazione di odore viene quindi calcolata come media geometrica di almeno 12 valori di soglia di rilevamento degli odori di ciascun membro del panel.



## Misura da fare all'emissione!

- Il monitoraggio in aria ambiente non è previsto nella EN 13725.
- Per il monitoraggio dell'esposizione olfattiva vi sono altre tecniche (nasi elettronici, field inspection, registrazione delle lamentele, inchieste telefoniche, ecc.)



Login

CERCA IN TUTTO IL CATALOGO...

Home | Chi siamo | Associazione | Normazione | Catalogo | Formazione | Aree di lavoro | Notizie

**Norma numero :** UNI EN 13725:2004

**Titolo :** Qualità dell'aria - Determinazione della concentrazione di odore mediante olfattometria dinamica

**ICS :** [13.040.99]

**Stato :** IN VIGORE

**Commissioni Tecniche :** [Ambiente] [Qualità dell'aria (misto Ambiente/UNICHIM)]

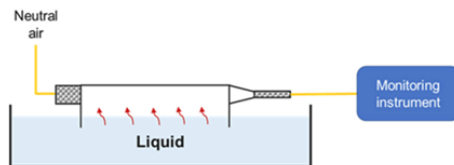
**Data entrata in vigore :** 01 ottobre 2004

**Data ritiro :**

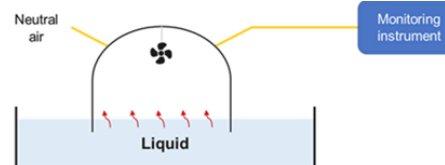
**Sommario :** La presente norma è la versione ufficiale in lingua italiana della norma europea EN 13725 (edizione aprile 2003). La norma specifica un metodo per la determinazione oggettiva della concentrazione di odori di un campione gassoso utilizzando l'olfattometria dinamica con esseri umani quali valutatori e con un'emissione di odori proveniente da sorgenti puntiformi o superficiali. L'obiettivo principale è quello di fornire una base comune di valutazione delle emissioni di odori in tutti i Paesi dell'Unione Europea.

## Il campionamento di sorgenti complesse

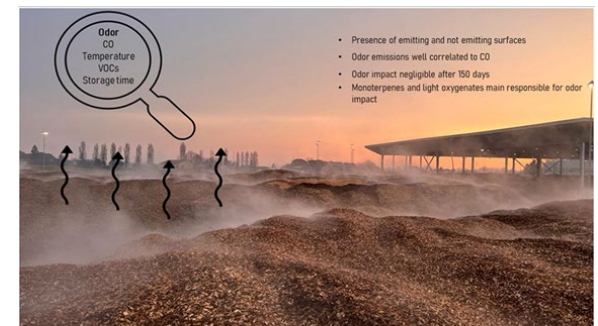
- La valutazione della concentrazione e del flusso di odore passa dalla fase di campionamento che, in caso di sorgenti non convogliabili, non sempre è banale.
- Tipologie di sorgenti odorigene complesse :
  - serbatoi a tetto galleggiante;
  - superfici areale quiescenti (es. vasche di depurazione);
  - superfici areali bollenti (es. vasche biologiche);
  - cumuli porosi;
  - superfici di discarica;



(a) Wind Tunnel.



(b) Flux Chamber.



## *Allegato A.4 Caratterizzazione chimica delle emissioni odorigene*

Tra i metodi analitici, il sistema più utilizzato per identificare e misurare la concentrazione dei composti odorigeni costituenti la miscela è la gascromatografia accoppiata alla spettrometria di massa (GC-MS).

Il principio del metodo gascromatografico è la separazione del componente di una miscela in base alla loro affinità con un supporto presente in una colonna attraverso la quale i flussi dell'analita trasportati dalla corrente gassosa.

L'identificazione dei picchi del cromatogramma, rappresentativi delle diverse sostanze separate che costituiscono la miscela odorosa indagata, viene effettuata grazie alla spettrometria di massa.

**Nel doc di indirizzi in riferimento alla GC-MS con preconcentrazione viene indicato il metodo EPA TO15 (metodo per tossicità miscele) per la caratterizzazione delle emissioni odorigene**

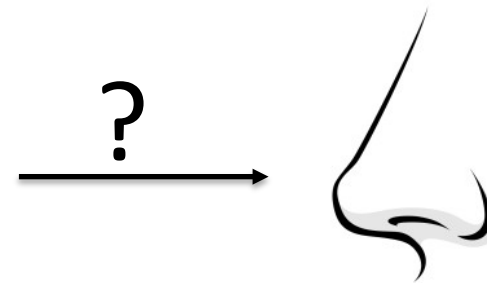
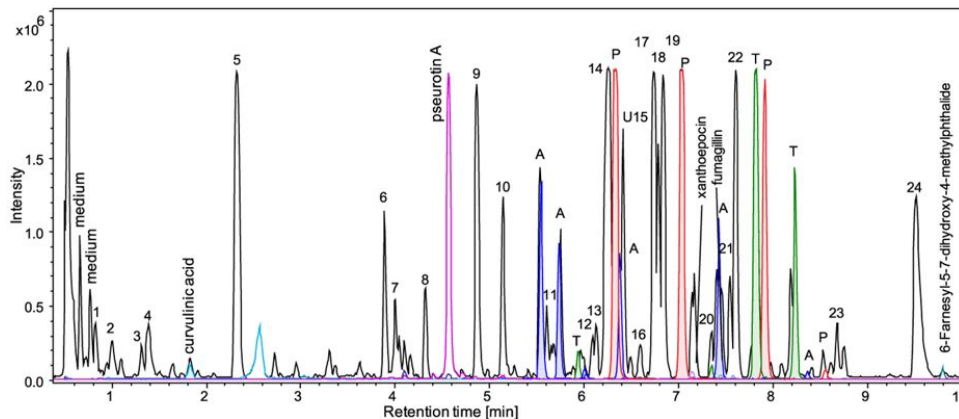
**Tecniche complementari (che non si sostituiscono alla TO15) devono essere usate se si ha «ragionevole certezza» che le miscele campionate possano contenere H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>, aldeidi, mercaptani, ammine.**

I metodi alternativi sono:

- NIOSH 6013, GC-PFPD, UNICHIM 634 e EN 14212 per H<sub>2</sub>S;
- UNI EN ISO 21877, NEN2826, VDI3495, NF X43-303, OSHA 188, NIOSH 6016, EPA CTM-027 per NH<sub>3</sub>;
- HPLC, EPA TO-11A per ALDEIDI;
- GC-FPD per MERCAPTANI;
- HPLC VDI 2467, NIOSH 2002 e 2010 per AMMINE



Attraverso l'identificazione del composto e della sua concentrazione in miscela è possibile definire l'OAV del singolo composto e della miscela ma si possono commettere errori importanti (mancata rilevabilità del composto + addittività odorigena di composti in miscela + OTV variabili).



Odour activity value

$$OAV = \frac{m_i}{OTV_i}$$

$$C_{od} \approx \sum_i OAV_i = \sum_i \frac{m_i}{OTV_i}$$

Attraverso l'identificazione del composto e della sua concentrazione in miscela è possibile:

- Valutare quali presidi adottare in funzione della composizione della miscela;



- Valutare se i composti presenti nelle miscele odorigene presentino concentrazioni superiori alle soglie di tossicità per il lavoratore o per il cittadino
- Individuare traccianti per identificazione sorgenti e verifica dei modelli di dispersione

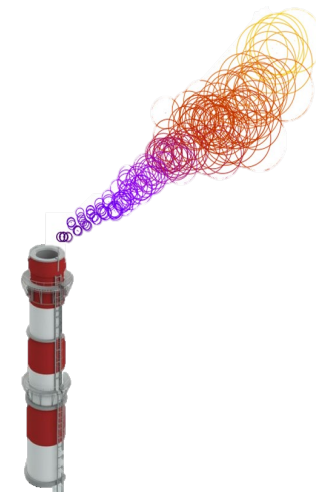
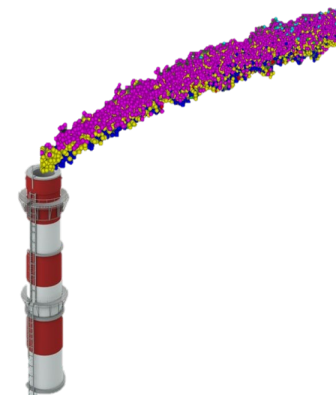
# MODELLAZIONE DI DISPERSIONE: scelta del modello

## Allegato A.1 Modellazione di dispersione atmosferica

Lagrangiani a particelle, a puff e, in via residuale, modelli di tipo gaussiano evoluto (preferenza per modelli *open source*)

Requisiti del modello:

- capacità di trattare situazioni di **calma di vento**
- capacità di trattare terreni ad **orografia complessa**
- simulazione dell'**innalzamento del pennacchio** (*plume-rise*)
- **descrizione della turbolenza** mediante parametri micrometeorologici invece che della classi di stabilità
- possibilità di includere sorgenti dotate di deflettori, rain-cap, camini orizzontali

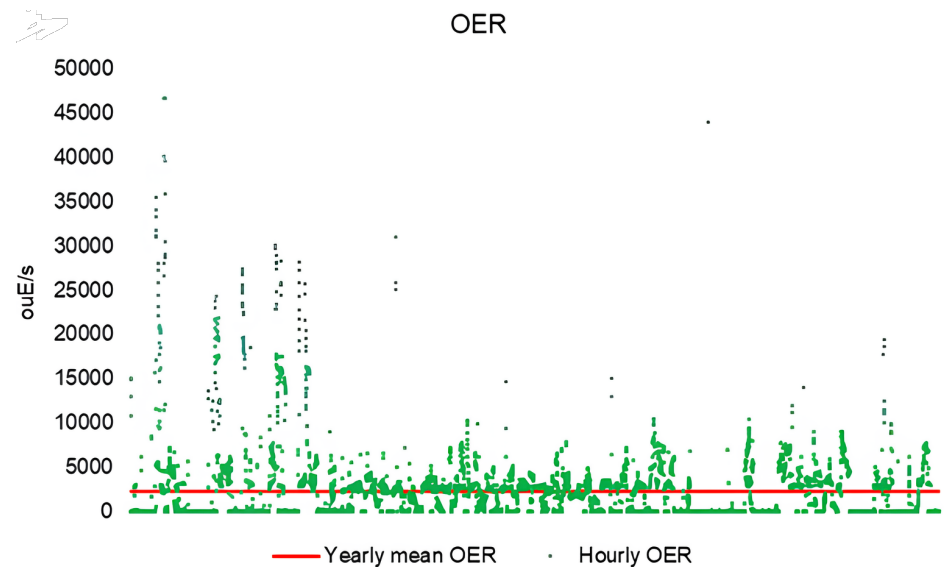


- introduzione di **valori di accettabilità** al ricettore
- esplicita menzione alle **emissioni fuggitive** *“sebbene sussistano notevoli difficoltà di adeguata rappresentazione e modellizzazione, si ritiene che non possano essere escluse a priori dalla valutazione di impatto olfattivo”*
- **emissioni non significative** *“un insieme di sorgenti può essere ritenuto trascurabile se corrispondente ad un rateo emissivo di odore inferiore al 10% di quello complessivo dello stabilimento e comunque contemporaneamente non superiore a 500 ou/s”*
- utilizzo di **dati meteorologici** misurati *“L’input meteorologico dovrà provenire da una stazione meteorologica rappresentativa delle condizioni di dispersione nell’area oggetto dello studio. È possibile l’utilizzo dell’output modellistico di **tipo prognostico** anche **a completamento** dei dati forniti direttamente dalla stazione meteorologica”*

## Necessità di considerare la variabilità temporale dell'emissione



- considerare *per quanto possibile* variabilità dell'OER
- variabilità programmate, accidentali, condizioni atmosferiche....
- prediligere approccio cautelativo





# “Valori di accettabilità” sui recettori

Tabella 3. Classi di sensibilità e valori di accettabilità presso il recettore sensibile

| Classe di sensibilità del recettore | Descrizione della classe di sensibilità del recettore sensibile                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Valore di accettabilità dell'impatto olfattivo presso il recettore sensibile |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| PRIMA                               | Aree, in centri abitati o nuclei, a prevalente destinazione d'uso residenziale classificate in zone territoriali omogenee A o B. Edifici, in centri abitati o nuclei, a destinazione d'uso collettivo continuativo e ad alta concentrazione di persone (es. ospedali, case di cura, ospizi, asili, scuole, università, per tutti i casi, anche se di tipologia privata), esclusi gli usi commerciali e terziario          | 1 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup>                                            |
| SECONDA                             | Aree, in centri abitati o nuclei, a prevalente destinazione d'uso residenziale, classificate in zone territoriali omogenee C (completamento e/o nuova edificazione) Edifici o spazi aperti, in centri abitati o nuclei, a destinazione d'uso collettivo continuativo commerciale, terziario o turistico (es. mercati stabili, centri commerciali, terziari e direzionali, per servizi, strutture ricettive, monumenti).   | 2 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup>                                            |
| TERZA                               | Edifici o spazi aperti, in centri abitati o nuclei, a destinazione d'uso collettivo non continuativo (es.: luoghi di pubblico spettacolo, luoghi destinati ad attività ricreative, sportive, culturali, religiose, luoghi destinati a fiere, mercatini o altri eventi periodici, cimiteri); case sparse; edifici in zone a prevalente destinazione residenziale non ricomprese nelle Zone Territoriali Omogenee A, B e C. | 3 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup>                                            |
| QUARTA                              | Aree a prevalente destinazione d'uso industriale, artigianale, agricola, zootecnica.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 4 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup>                                            |
| QUINTA                              | Aree con manufatti o strutture in cui non è prevista l'ordinaria presenza di gruppi di persone (es.: terreni agricoli, zone non abitate).                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 5 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup>                                            |

## BASI DEFINIZIONE AREA → RECETTORI

1. classificazione ISTAT delle località
  - centro abitato
  - nucleo abitato
  - località produttiva
  - case sparse
2. per centri/nuclei abitati, PRG (Zone Territoriali Omogenee)
  - A) agglomerati urbani con carattere **storico, artistico** e di particolare **pregio ambientale**
  - B) parti del territorio **totalmente o parzialmente edificate**, diverse dalle zone A (parzialmente edificate: zone in cui la superficie coperta degli edifici esistenti non sia inferiore al 12.5% della superficie fondiaria della zona e nelle quali la densità territoriale sia superiore ad 1.5 mc/mq)
  - C) parti del territorio destinate a **nuovi complessi insediativi**, che risultino inedificate o nelle quali l'edificazione preesistente non raggiunga i limiti di superficie e densità di cui alla lettera B
  - D) parti del territorio destinate a nuovi insediamenti per **impianti industriali**
  - E) parti del territorio destinate ad **usi agricoli**
  - F) le parti del territorio destinate ad **attrezzature ed impianti di interesse generale**

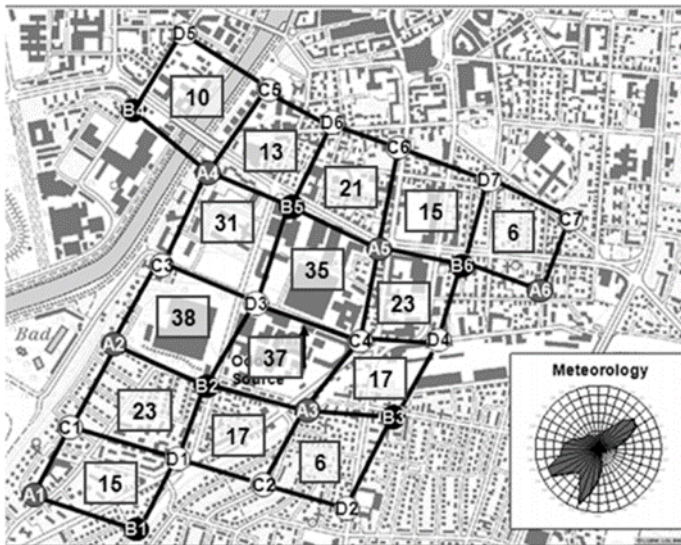
\* In Italia molti impianti ricadono in prossimità di ZTO A o B: la maggior parte degli impianti avranno limite al recettore a 1 ou/m<sup>3</sup> indipendentemente dalla distanza di questo recettore dal confine (CRITICITÀ).

## METODOLOGIE ACCESSORIE: FIELD INSPECTION (EN 16841)

## Grid method

Indagine di lunga durata (1 anno) al fine di ottenere una mappa di esposizione ad odori riconoscibili su un'area selezionata

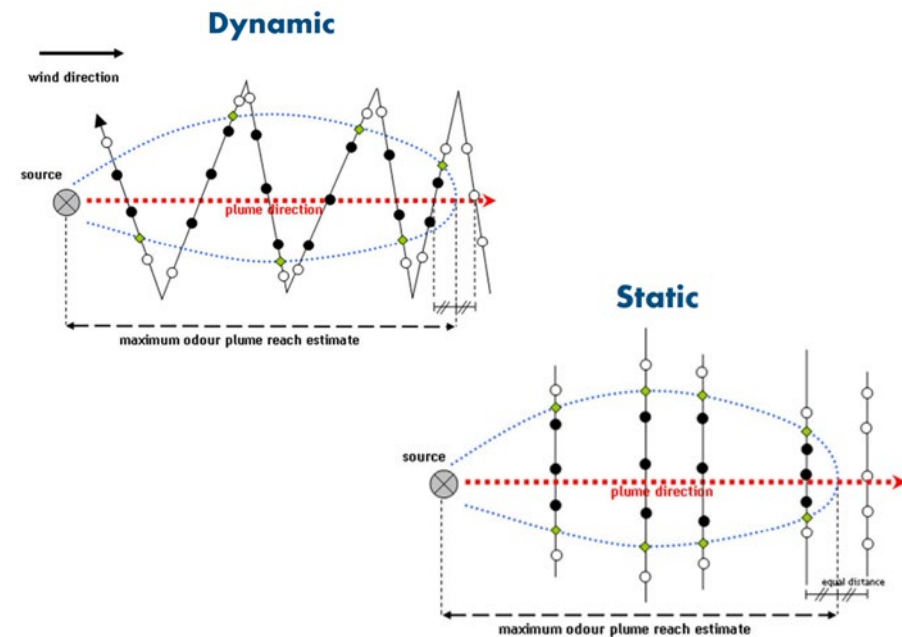
## Restituisce frequenza di esposizione



## Plume method

Metodo di breve durata (10 o più indagini con differenti condizioni meteo)

**Restituisce l'estensione dell'impatto  
della sorgente**



## 6.2 Assessors and panel members

### 6.2.1 Code of conduct for assessors and panel members

When recruiting panel members the following conditions shall be met:

- panel members shall be at least 16 years of age and willing and able to follow instructions;
- panel members shall be independent and shall not be stakeholders in the odour exposure issue under investigation.

To qualify as a panel member, assessors shall observe the following code of conduct:

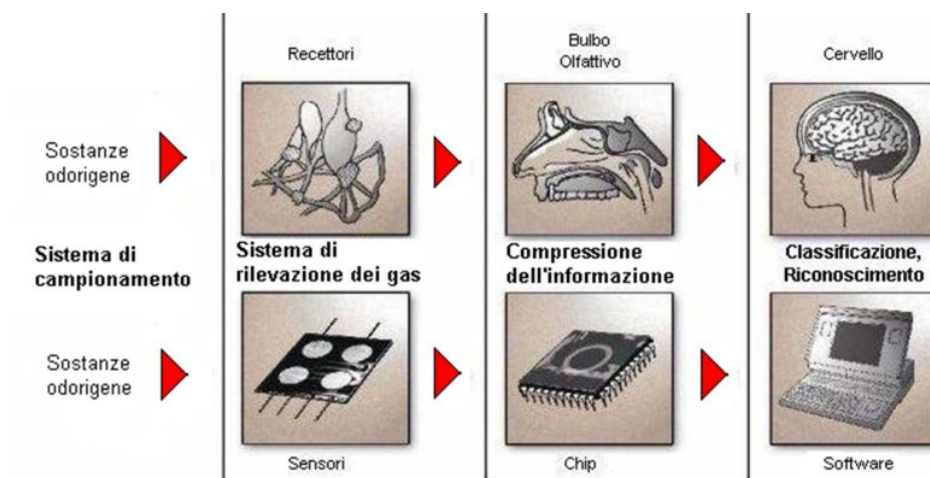
- the panel member shall be motivated to carry out his/her job conscientiously;
- the panel member should be available for the complete survey duration;

# PERCORSI DI AVVICINAMENTO ALLA SORGENTE



La percorrenza di specifici percorsi è spesso impedita da ostacoli presenti sul territorio

Lo IOMS (Instrumental Odour Monitoring System), è uno strumento progettato per simulare l'olfatto umano, che caratterizza una miscela odorigena nella sua totalità. Pertanto, non conduce un'analisi chimica della miscela analizzata, bensì fornisce la sua **impronta olfattiva**.





## Rilevazione

- Capacità dello strumento di rilevare la presenza di odore a diversi livelli di concentrazione

## Classificazione

- Capacità dello strumento di fornire una caratterizzazione qualitativa dell'odore

## Quantificazione

- Capacità dello strumento di stimare la concentrazione di odore

Esistono tecnologie varie per monitoraggi all'emissione, al confine di impianto e al recettore ma va considerato che, come le tecniche analitiche tradizionali, anche lo IOMS ha bisogno di **accurata calibrazione per la qualificazione e la quantificazione della miscela**.

Per

- MS: identificazione univoca dei composti (qualità) con librerie (es NIST)
- GC: quantificazione del composto a seguito di calibrazione periodica e con metodo di analisi definito. Qualificazione in base a tempi di ritenzione
- IOMS: non esistono librerie di riferimento o standard di calibrazione

**Per ogni applicazione il NE deve essere «ricalibrato»**

Uno strumento di monitoraggio in continuo posto sul territorio può rilevare la presenza di odori a cui è stato addestrato in termini di qualità dell'odore.

Quantitativamente la rilevazione di concentrazioni al recettore (attorno alla decina di o.u./m<sup>3</sup>) è affetta da grandi errori strumentali.

Qualitativamente il numero di classi olfattive separabili da un IOMS è ridotto. Su impianti complessi difficilmente si riusciranno a distinguere classi olfattive di miscele analoghe (es. miscele di idrocarburi)

La rilevazione sul territorio di odori attribuibili a miscele provenienti da impianti «simili» potrebbe generare una scarsa affidabilità nell'attribuzione della provenienza dell'odore

L'odore è oggi disciplinato al pari di altri parametri ambientali e quindi va gestito e controllato in modo adeguato

I limiti del DD309 sono piuttosto restrittivi e impongono una attenzione al processo e ai presidi ambientali

Il miglior modo per affrontare la tematica odorigena sul territorio passa per l'identificazione delle sorgenti o dei processi a maggior impatto olfattivo. Per questo occorre che l'impianto **studi** il proprio processo di generazione delle emissioni, le modalità alternative attuabili a livello di produzione e i sistemi di abbattimento adatti per il contenimento degli inquinanti a bassa soglia olfattiva (non necessariamente i più abbondanti).

Una collaborazione aperta tra industria, accademia ed enti di controllo è alla base del miglior «sistema» per la gestione del tema odorigene.

# Grazie...



*La scienza di oggi è la tecnologia di domani.*

*E. Teller*