

Strumenti e tecniche di monitoraggio e campionamento: limiti e potenzialità

Stefano Forti

Gli argomenti della presentazione

- Introduzione alla problematica delle emissioni odorigene e aspetti normativi generali
- Le tecniche di monitoraggio e di campionamento delle sorgenti odorigene
- Le Potenzialità dell'Agenzia Arpae



Sensibilità dell'olfatto umano

Percezione ed esperienze personali

Riduzione della percezione dopo esposizioni prolungate e/o aumento delle concentrazioni



Traduzione oggettiva del problema estremamente problematica

L'odore è "inquinamento"?

DLgs 152/2006, Parte Quinta - Titolo I: Art. 268 C.1

- a) inquinamento atmosferico: ogni **modificazione dell'aria atmosferica**, dovuta all'introduzione nella stessa di una o di più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da ledere o **da costituire un pericolo per la salute umana o per la qualità dell'ambiente oppure tali da ledere i beni materiali o compromettere gli usi legittimi dell'ambiente**

L'odore è "inquinamento"?

Codice Penale, Art.674: Getto pericoloso di cose

Chiunque getta o versa, in un luogo di pubblico transito o in un luogo privato ma di comune o di altrui uso, cose atte a offendere o imbrattare o molestare persone, ovvero, nei casi non consentiti dalla legge, provoca emissioni di gas, di vapori o di fumo, atti a cagionare tali effetti....

Codice Civile, Art.844: Immissioni

Il proprietario di un fondo non può impedire le immissioni di fumo o di calore, le esalazioni, i rumori, gli scuotimenti e simili propagazioni derivanti dal fondo del vicino, se non superano la normale tollerabilità, avuto anche riguardo alla condizione dei luoghi.

Il DLgs 183/2017 ha introdotto l'art.272bis nella Parte Quinta - Titolo I del D.Lgs.152/2006:

**La normativa regionale o le
autorizzazioni possono prevedere
misure per la prevenzione e la
limitazione delle emissioni
odorigene degli stabilimenti**

ART. 272-bis (Emissioni odorigene).

- valori limite di emissione espressi in concentrazione (mg/Nm^3) per le sostanze odorigene;
- prescrizioni impiantistiche e gestionali , incluso l'obbligo di attuazione di piani di contenimento;
- procedure volte a definire, nell'ambito del procedimento autorizzativo, criteri localizzativi in funzione della presenza di ricettori sensibili
- criteri e procedure volti a definire, nell'ambito del procedimento autorizzativo, portate o concentrazioni massime di emissione odorigena espresse in unita' odorimetriche (ouE/m^3 o ouE/s) per le emissioni odorigene;
- specifiche portate massime o concentrazioni massime di emissione odorigena espresse in ouE/m^3 o ouE/s .

**Il DLgs 102/2020 ha introdotto
all'art.268 comma f-bis, nella
Parte Quinta - Titolo I del
D.Lgs.152/2006, la definizione di
Emissioni Odorigene:**

**emissioni convogliate o diffuse
aventi effetti di natura odorigena**

L'odore è “inquinamento”!!, ma...

La normativa sulla qualità dell'aria e sulle emissioni in atmosfera individua per alcuni inquinanti valori limite di concentrazione in atmosfera ed alle emissioni, ma per le emissioni odorigene, intese come miscele di composti gassosi che producono molestia olfattiva, non sono indicati valori limite.

Sebbene ora siano presenti nelle normative, le alterazioni dell'aria provocate da emissioni odorigene, mancano completamente di riferimenti normativi cogenti sui livelli di accettabilità degli odori e del disagio olfattivo (unica eccezione Biofiltri)

D.G.R. Lombardia n. IX/3018 del 15/02/2012

"Determinazioni generali in merito alla caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera derivanti da attività a forte impatto odorigeno".

D.G.P. Trento n. 1087 del 24/06/2016

"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".

D.G.R. Piemonte n. 13-4554 del 09/01/2017

"Linee guida per la caratterizzazione e il contenimento delle emissioni in atmosfera provenienti dalle attività ad impatto odorigeno".

Il documento tecnico più recente e completo in tema di metodi per valutare l'impatto odorigeno è il testo prodotto dal Sistema Nazionale delle Agenzie di Prevenzione Ambientale (SNPA):

“Metodologie per la valutazione delle emissioni odorigene - documento di sintesi” allegato alla Delibera n.38/2018 del Consiglio SNPA

Scaricabile al link

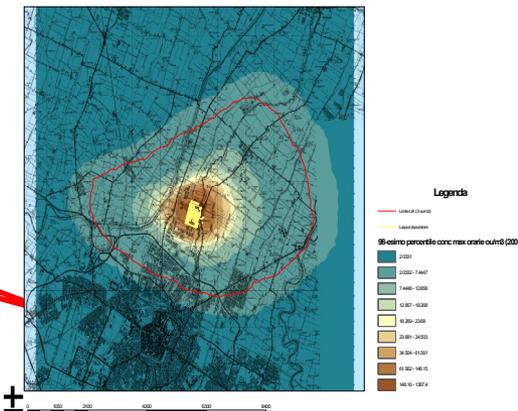
<https://www.snpambiente.it/wp-content/uploads/2018/10/Delibera-38-e-allegati.pdf>

Le tecniche di Misura e di Monitoraggio odori



Caratterizzazione chimica delle immissioni e delle emissioni

Modelli di ricaduta



Olfattometria dinamica



Rilievi con sistema olfattivo elettronico



Metodi di indagine sociale (segnalazioni) e rilievi olfattivi in campo

Nome e cognome del segnalatore		Codice segnalatore																							
Indirizzo (via e numero civico) ²		Foglio n. ¹																							
Comune																									
Segnalazioni delle percezioni olfattive: MESE _____, ANNO _____																									
Giorno	Ora del giorno (in cui è prevalente la percezione dell'odore) ³																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
	1	X	X	X	X	X	0	0	1	1															
2																									
3																									

28/10/2020

Impatto e misurazione

Metodi finalizzati a valutare la risposta e la esposizione della popolazione: indagini sul territorio

**Metodi finalizzati a caratterizzare
le sorgenti:
mappatura chimica o olfattometrica**

Impostazione del Piano di Indagine

Il piano di indagine deve essere progettato in base alle informazioni che si vogliono ricercare per capire e risolvere la problematica; l'indagine puo' essere sviluppata gradualmente

NON SEMPRE E' NECESSARIO CHE IL PIANO DI INDAGINE CONTEMPLI L'USO DI TUTTE LE TECNICHE DI INDAGINE

Le Valutazioni Previsionali

Applicazioni di modelli di ricaduta:

facendo uso di input corretti, restituiscono dati utili ad evidenziare le zone potenzialmente più impattate dalla ricaduta odori ed i livelli stimati di odore di ciascuna sorgente di odore.

Si realizza attraverso la preliminare caratterizzazione olfattometrica (reale o stimata) delle sorgenti di odore.

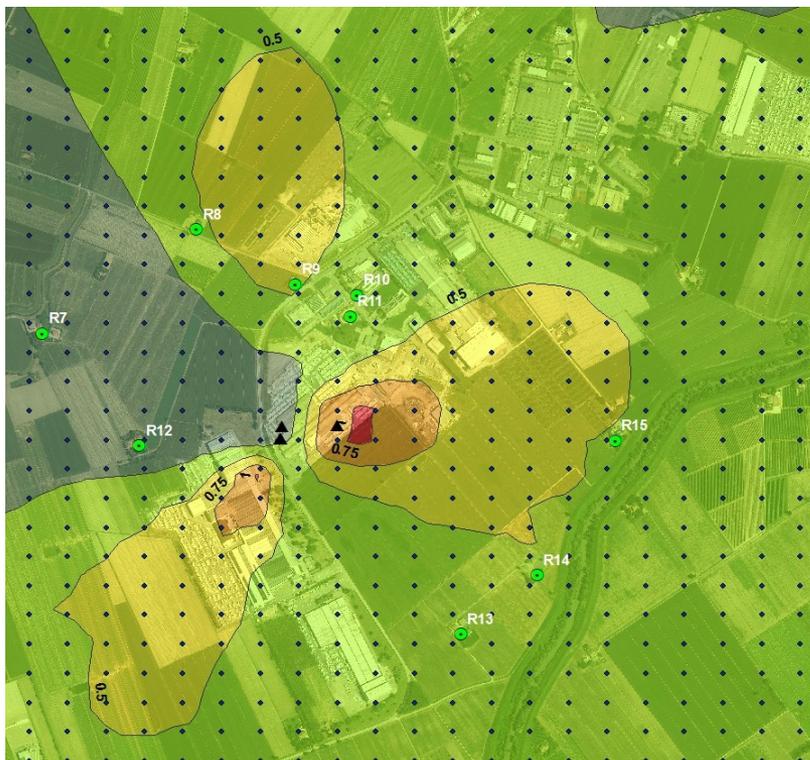
Dati di emissione

Dati meteorologici

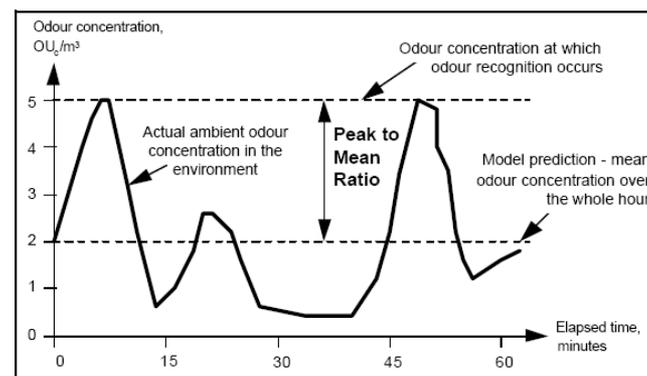
Dati morfologici

Modello matematico
per il calcolo della
dispersione

Distribuzione di
concentrazione
nell'area in esame



L'impatto olfattivo prodotto da una sorgente in un dato punto sul territorio è espresso come il valore di concentrazione al suolo (OU_E/m^3), corrispondente ad un'assegnata percentuale di ore l'anno di superamento di una soglia di fastidio olfattivo.



Metodi di indagine sociale:

Raccolta delle segnalazioni con contestuale analisi dei dati meteorologici:

serve a mettere in evidenza eventuali condizioni meteorologiche (direzione dei venti) di particolare interesse nei casi di maleodorazione e a stimare il tempo di percezione dell'odore.

Utile sia con segnalazioni spot ma soprattutto con raccolte sistematiche

Raccolta strutturata delle segnalazioni (non codificata in norma tecnica)

- Accogliere le proteste dei cittadini, **RESPONSABILIZZANDOLI** e facendoli sentire parte attiva delle indagini relative ai disagi olfattivi ed incanalandole in percorsi istituzionali utili a perseguire l'obiettivo di contenimento rapido ed efficace delle molestie;

Rilievi olfattivi in campo (codificati in norma tecnica)

UNI EN 16841-1: 2017

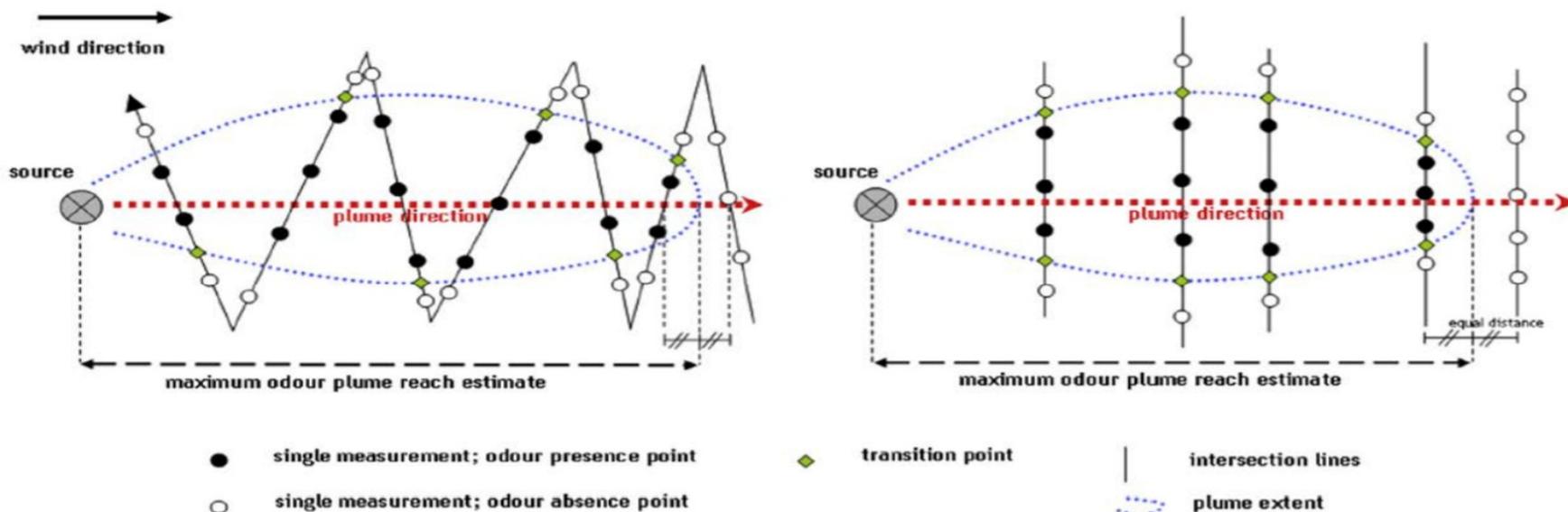
**Determinazione dell'odore in aria ambiente
mediante indagine in campo: metodo a
griglia**



Rilievi olfattivi in campo (codificati in norma tecnica)

UNI EN 16841-2: 2017

Determinazione dell'odore in aria ambiente mediante indagine in campo: metodo del pennacchio



Analisi Chimica ed Olfattometrica:

La caratterizzazione olfattometrica e la caratterizzazione chimica di ciascuna delle “probabili fonti responsabili”

serve a discriminare, tra tutte le potenziali sorgenti di odore, quali sono da ritenere “chimicamente” e/o “olfattivamente” significative

La Caratterizzazione olfattometrica e caratterizzazione chimica

**NON POSSONO PRESCINDERE DA UN
ADEGUATO CAMPIONAMENTO
DELLA EMISSIONE O IMMISSIONE**

**Il campionamento deve essere
rappresentativo della sorgente o del
campione di aria da caratterizzare**



EDIFICIO
Sorgente volumetrica

BIOFILTRO
Sorgente areali

CAMINO
Sorgente puntuale

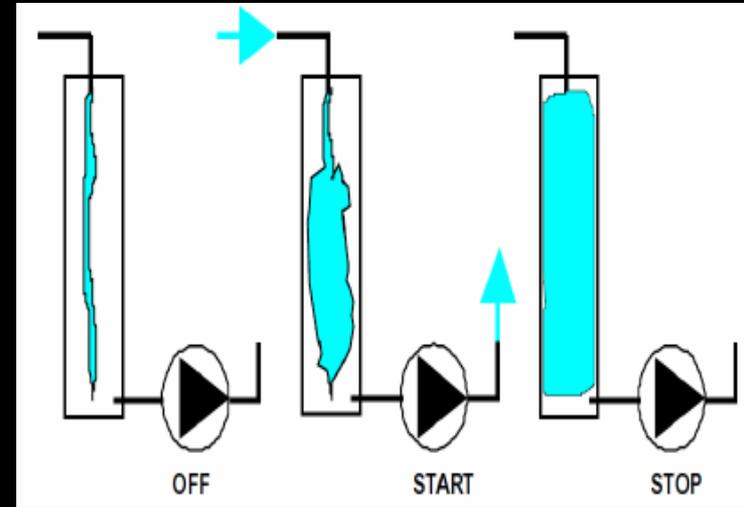
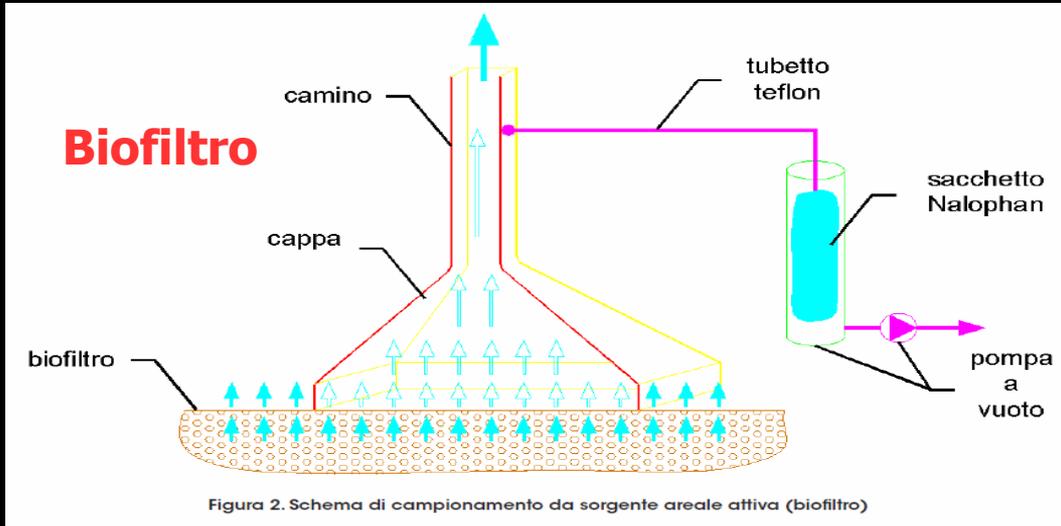
Cumulo
Sorgente passiva



28/10/2020

... e misurazione degli

Tipologia di Campionamento Olfattometrico



L'ANALISI CHIMICA

E' la metodologia storicamente più utilizzata fino ad oggi per lo studio delle problematiche di odore

ma raramente, DA SOLA, fornisce indicazioni completamente esaustive

La motivazione principale risiede nella generale complessità delle miscele gassose e nelle interazioni (poco conosciute) di mascheramento o sinergia olfattiva tra i diversi numerosi composti generalmente presenti.

Le sostanze odorigene e le soglie olfattive

La soglia olfattiva corrisponde alla concentrazione minima teorica di stimolo dell'odorizzante, necessaria affinché sia percepita in una percentuale specificata della popolazione

Soglia di rivelazione (UNI EN 13725): fattore di diluizione al quale il campione ha una probabilità del 50% di essere rivelato nelle condizioni della prova.

Serie Ordinaria n. 8 - Lunedì 20 febbraio 2012

D.g.r. 15 febbraio 2012 - n. IX/3018

Determinazioni generali in merito alla caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera derivanti da attività a forte impatto odorigeno

internet della Direzione generale Ambiente, Energia e Reti, la prima bozza delle linee guida per la caratterizzazione e l'autorizzazione delle emissioni gassose in atmosfera delle attività ad impatto odorigeno, al fine di acquisire pareri ed osservazioni dal più ampio numero di stakeholders;

Valori di Odour Threshold

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

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

Tabella 1. Valori di OT determinati mediante olfattometria dinamica

Substance	Odor Threshold	Substance	Odor Threshold
Formaldehyde	0,5	Hydrogen sulfide	0,00041
Acetaldehyde	0,0015	Dimethyl sulfide	0,003
	0,001		0,00014

La stima del potenziale odorigeno

Dalla conoscenza delle soglie olfattive delle sostanze riscontrate e dalla loro concentrazione misurata, è possibile calcolare il POTENZIALE ODORIGENO di ogni sostanza

$$\text{Pot. Odorigeno} = \frac{\text{Concentrazione misurata}}{\text{Soglia Olfattiva}}$$

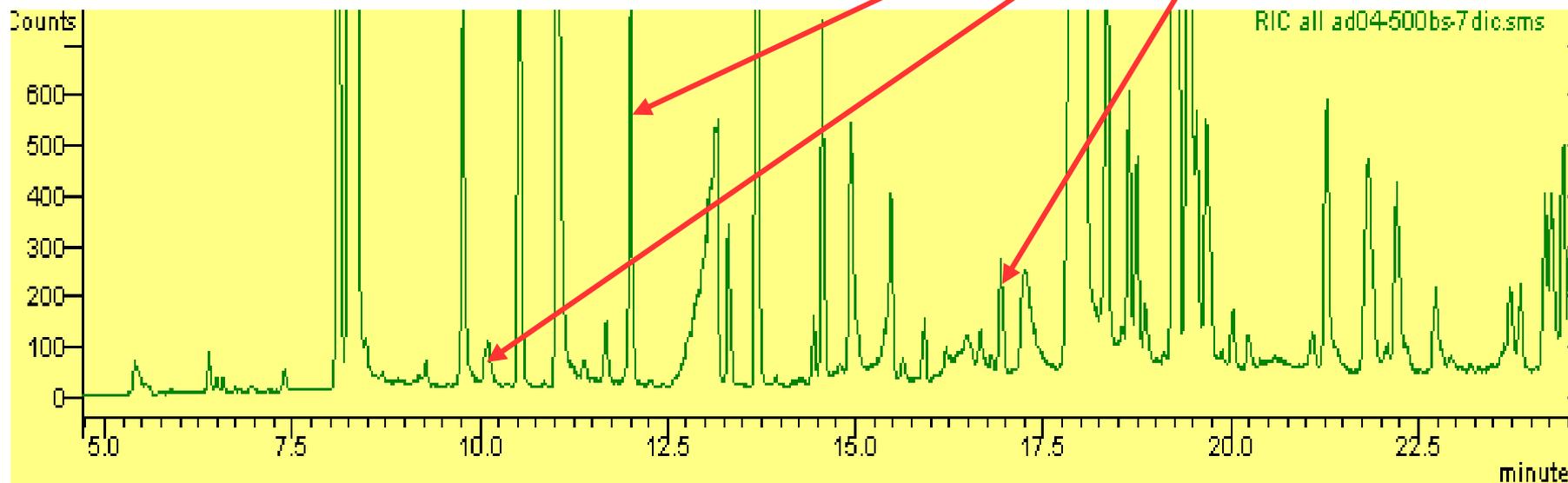
La stima del potenziale odorigeno

La somma dei potenziale odorigeni è una stima approssimata della concentrazione di odore della miscela gassosa

Quanto più si ha presenza di composti a concentrazione superiore alla soglia olfattiva, tanto più elevato è il potenziale odorigeno e, (ragionevolmente) tanto più si potranno ipotizzare criticità odorigene

ANALISI CHIMICO-SENSORIALE

Si realizza sottoponendo i singoli composti della miscela, all'esame del rivelatore strumentale e ad una postazione con operatore, per l'esame olfattivo.



Analisi Olfattometrica: UNI EN 13725:2004

E' un metodo sensoriale di completamento dell'analisi chimica (lo "strumento di misura" o "detector" è il naso di esaminatori umani)

Misura la concentrazione di odore in Unità di Odore al metro cubo (ouE/m³); corrisponde al numero di diluizioni necessarie affinché il 50% dei componenti di un gruppo scelto di persone (panel) non percepisca più alcuna sensazione odorosa (soglia di percezione olfattiva)

OLFATTOMETRO DINAMICO



28/10/2020

Impatto e misurazione degli odori

Presentazione dei campioni agli esaminatori

Il campione odorigeno è presentato agli esaminatori a partire da diluizione alte (nessun odore) e poi a diluizioni via via decrescenti (odore crescente);

Quando gli esaminatori percepiscono un odore, premono un tasto: questo determina la "stima di soglia individuale" di quel campione odorigeno (Metodo sì/no)

La concentrazione di odore del campione è la media geometrica delle stime di soglia individuale

Selezione degli esaminatori

Per ottenere un “sensore” affidabile, si devono selezionare persone che abbiano qualità specifiche “medie” per fungere da membri del gruppo di prova. Per garantire la ripetibilità dei risultati, le loro risposte olfattive dovrebbero essere il più costante possibile nel corso di una stessa giornata e da un giorno all'altro.

I Nasi Elettronici (IOMS) Instrumental Odour Monitoring System):

Possono consentire di riconoscere la fonte di origine delle maleodorazioni e di conteggiare oggettivamente i periodi di odore imputabili alle diverse sorgenti con cui lo strumento è addestrato.

Il loro uso si realizza attraverso la preliminare individuazione delle sorgenti di interesse e l'addestramento specifico.



I nasi elettronici (IOMS -
Instrumental Odour Monitoring
System) sono regolati da una
norma tecnica

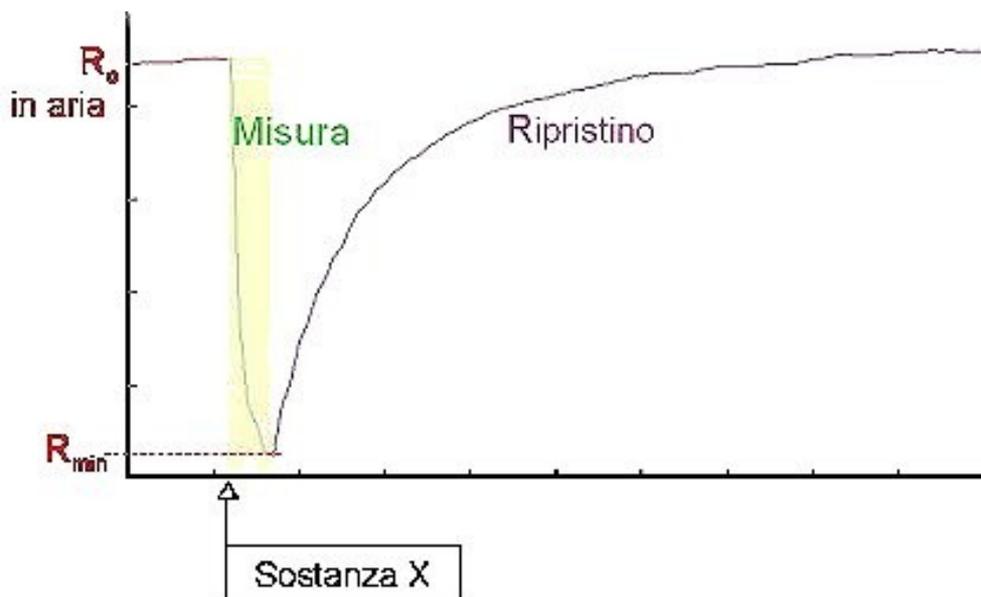
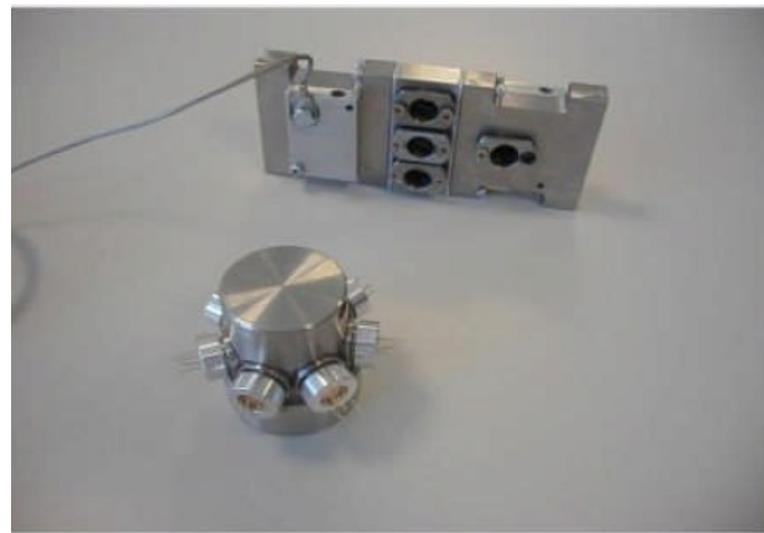
UNI 11761: 2019

Emissioni e qualità dell'aria –
Determinazione degli odori tramite
IOMS.

CAMERA DI MISURA

La camera, è dotata di un sistema di controllo che agisce su una pompa di aspirazione che regola il flusso di aria in ingresso.

E' costituita da una zona confinata, a temperatura e umidità controllate, contenente sensori fra loro diversi (ad es. ossidi metallici semiconduttori), così che ciascuno di loro possa fornire una risposta diversa all'interazione con le sostanze odoranti (composti organici aromatici, alifatici, solforati, ammoniacali, ecc.)



Le sostanze odoranti nella camera di misura producono una variazione quasi istantanea dell'atmosfera chimica facendo mutare la conducibilità elettrica dei sensori. La misura si conclude iniettando nuovamente nella camera il gas di riferimento ripulendo così i sensori e riportando la loro risposta alla linea base.



Regione Emilia Romagna

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE
EMILIA ROMAGNA

arpae

Ministero Nazionale
dell'Ambiente

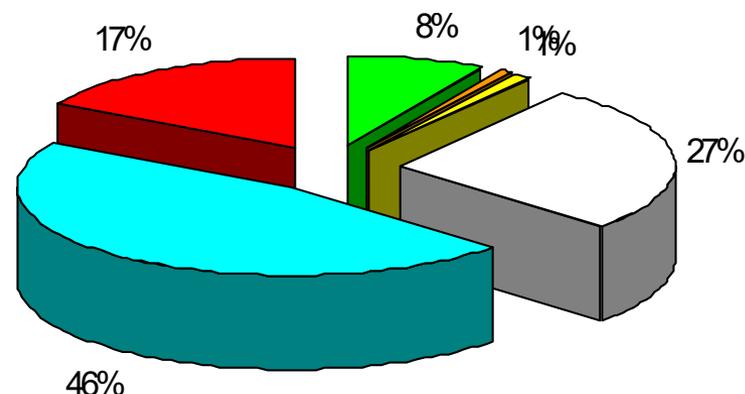
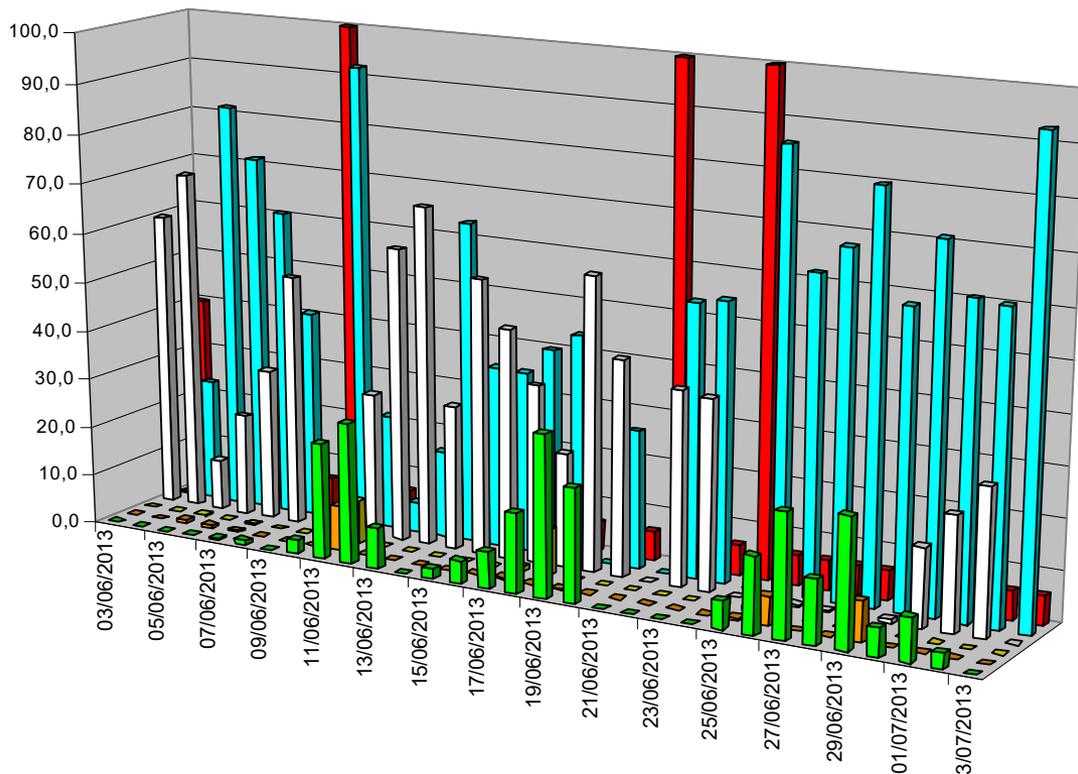
CHE RISPOSTE PUÒ DARE UN NASO ELETTRONICO?

24 ore al giorno x 7 giorni alla settimana può rispondere automaticamente a queste quattro domande:

- 1. Si sta verificando un evento odorigeno?' → Il Naso Elettronico sta rilevando una tipologia di aria diversa da quella di fondo dell' area monitorata ?**
- 2. Se si, da dove arriva presumibilmente? → Qual è la direzione di provenienza e la velocità del vento ?**
- 3. Di che odore si tratta presumibilmente? → A quale classe olfattiva, tra quelle per cui è stato addestrato, è associato l'odore rilevato?**
- 4. Quanto è l'odore? → Quale concentrazione in ouE/m3 è associata al campione riconosciuto?**

Esempio di elaborazione:

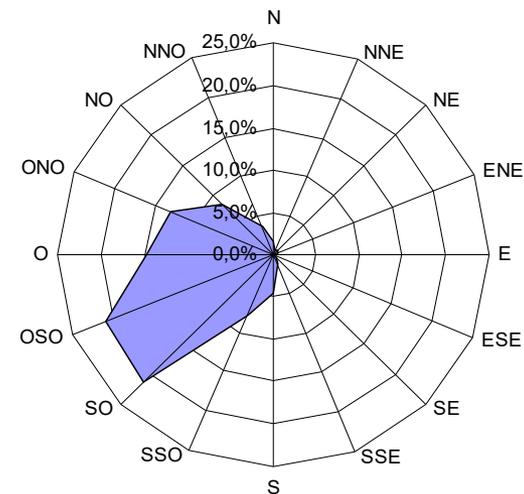
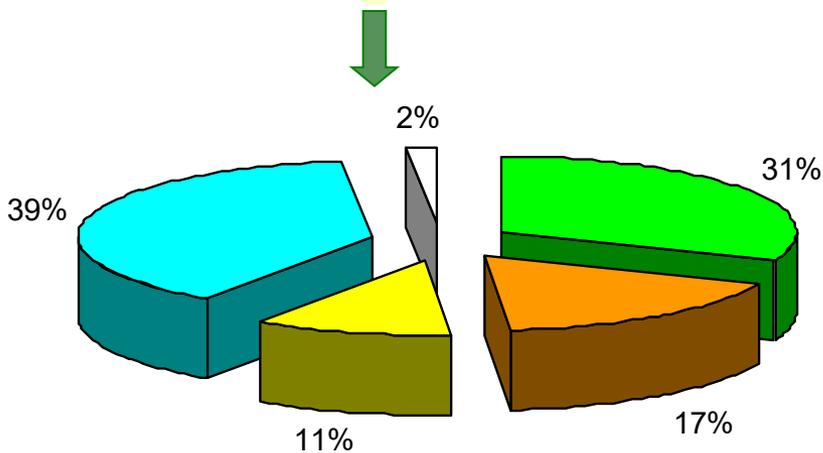
calcolo della percentuale di tempo assegnata alle diverse sorgenti nel periodo di monitoraggio



Esempio di come si possono combinare le diverse tecniche per il monitoraggio degli odori

Tabella 9-1: Segnalazioni del mese di GIUGNO 2013

°a	1a	2a	3a	4a	5a	6a	7a	8a	9a	10a	11a	12a	13a	14a	15a	16a	17a	18a	19a	20a	21a	22a	23a	24a
1a	■	□	□	□	□	□	□	□	■	□	□	■	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
2a	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
3a	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	■	□	□	□	□	□
4a	□	□	□	□	□	□	■	■	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	■	□	□	□	■
5a	■	■	■	■	■	■	■	■	■	□	□	□	□	□	□	□	□	■	□	■	□	□	□	□
6a	□	□	□	□	□	□	□	■	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	■	□	■	□	□	■
7a	□	□	□	□	□	□	□	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
8a	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	■	□	□	□	□	□
9a	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	■	□	□	□	□	□
10a	□	□	□	□	□	□	□	□	□	■	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
11a	■	■	■	■	■	■	■	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□



Arpae Emilia Romagna è complessivamente dotata di attrezzature adeguate ad affrontare problematiche di emissioni odorigene:

- 1 Laboratorio di Olfattometria Dinamica presso la sede di Modena;
- Laboratori di Analisi Chimica per i campioni gassosi (sedi di Reggio Emilia e Ravenna);
- 1 Naso Elettronico ed 1 Campionatore ambientale automatico per ogni Area Prevenzione Ambientale, per monitoraggi in ambiente esterno;
- Attrezzatura completa per campionamento di tutte le sorgenti odorigene.