



Corso
Ambiente ed
Emissioni

Norma & Pratica su misura per la PA



22 giugno 2017

**IL PROBLEMA DELLE MALEODORANZE:
le risposte (parziali) della scienza alle
problematiche che affliggono alcune parti del
territorio**

Prof. Giorgio Valentini

Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale (DCCI) - Università di Pisa

Libero professionista

Indice

- **INTRODUZIONE**
- **ASPETTI NORMATIVI (Cenni)**
- **«MISURA» DEGLI ODORI**
- **LE MALEODORANZE SUL TERRITORIO**
- **CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

INTRODUZIONE

Meccanismo generale della percezione degli odori



l'olfatto

il senso dell'olfatto ci consente di percepire attraverso l'organo del **naso** gli **odori** e i **profumi** presenti nell'aria

le **particelle** rilasciate dalle sostanze si muovono nell'**aria** e penetrano nelle due cavità nasali, chiamate **narici**

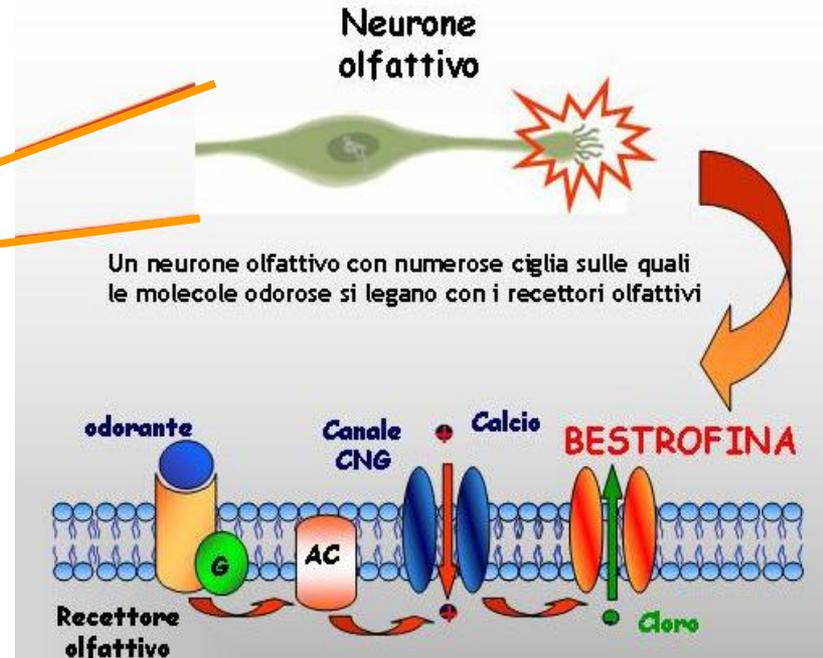
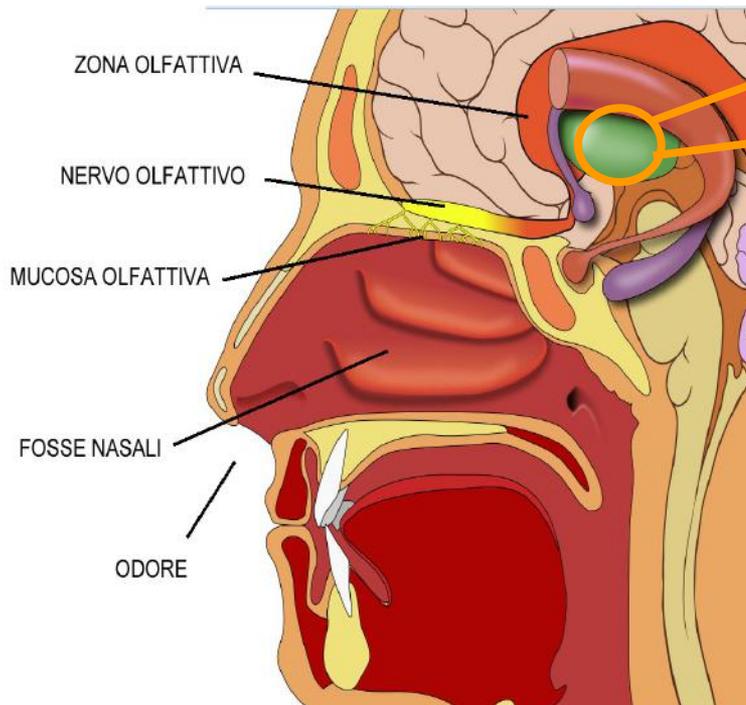
→ rivestite, al loro interno, da una **mucosa** che discioglie

↓
le **cellule olfattive**,
sitate nella parte alta delle narici

← trasformano le particelle in odori e profumi e li trasmettono al **cervello**

INTRODUZIONE

Più in dettaglio



INTRODUZIONE

Fattori che influenzano il modo con cui gli odori sono percepiti

FATTORI F.I.D.O.L.

- **Frequenza:** quanto spesso un individuo è esposto all'odore
- **Intensità:** la "forza" dell'odore,
- **Durata:** la lunghezza di uno specifico fenomeno *odorigeno*
- **Offensività/personalità:** la personalità di un odore si riferisce al suo "tono edonistico", che può essere gradevole, neutro o sgradevole
- **Localizzazione:** legata all'uso del territorio o degli ambienti in cui si percepisce l'odore legato ad una specifica sorgente

INTRODUZIONE

In altri contesti si usano fattori diversi:

FATTORI T.I.P.H.C.

- **Threshold** (soglia): la concentrazione dell'odore
- **Intensity**: la "forza" dell'odore,
- **Persistence**: la durata della percezione dell'odore
- **Hedonic tone**: definisce se l'odore è gradevole, neutro o sgradevole
- **Character**: «qualità dell'odore»

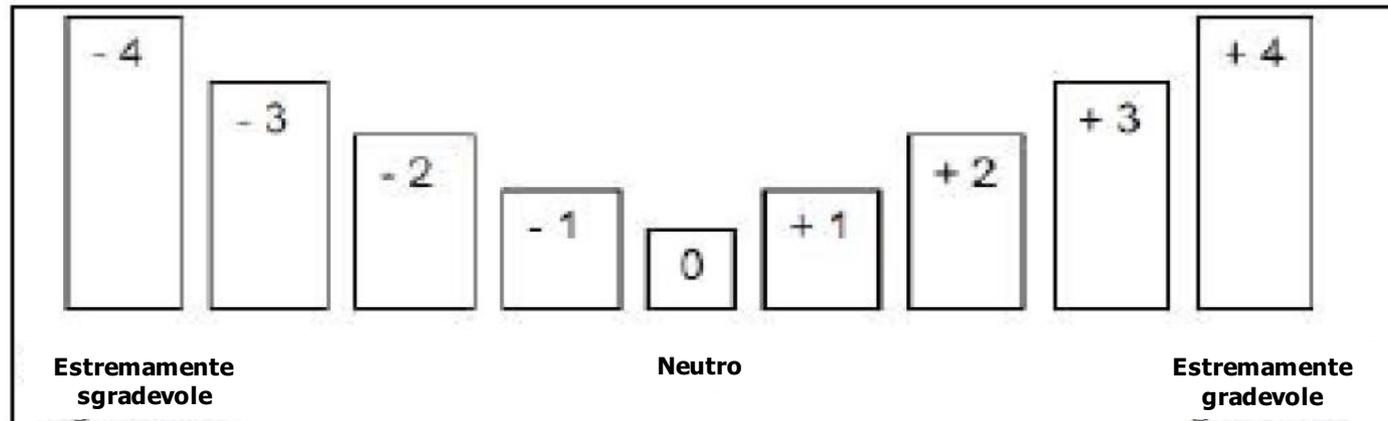
I due approcci non sono completamente equivalenti

INTRODUZIONE

TONO EDONISTICO (o Edonico)

Il tono edonistico è la proprietà che lega un odore allo stimolo di gradevolezza o repulsione.

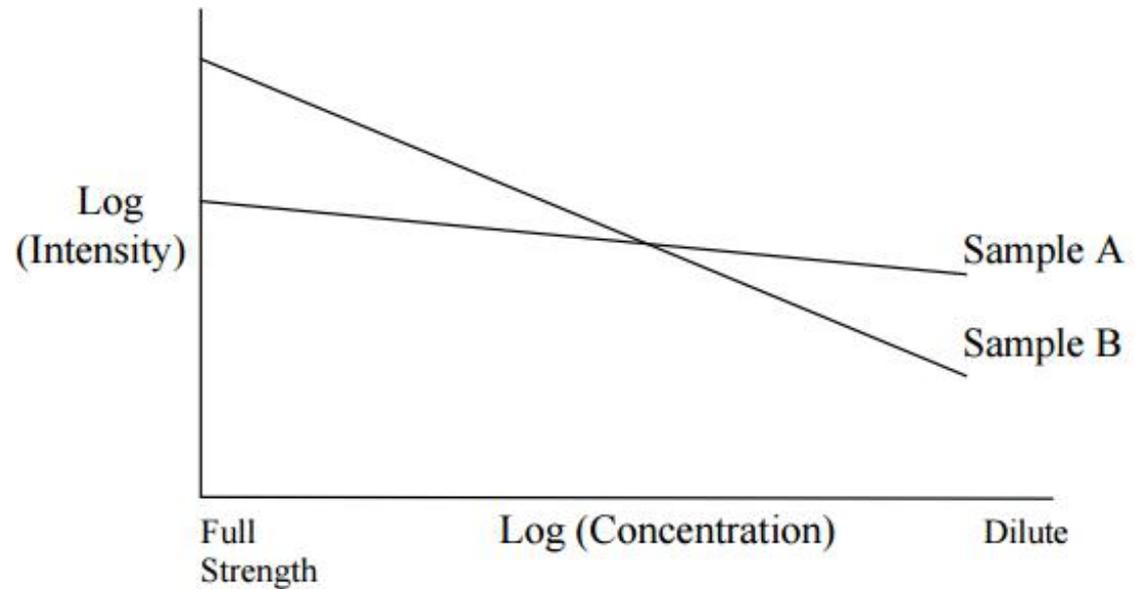
È possibile attribuire un valore al grado di piacevolezza di uno stimolo odoroso fissando una scala arbitraria.



Scala del Tono Edonistico su 9 livelli

INTRODUZIONE

La percezione degli odori Rapporto Dose/Risposta



Il grafico «doppio logaritmico» ci dice che gli andamenti sono esponenziali

INTRODUZIONE

Soglie Olfattive di alcune sostanze in *ppm*

Substance	Odor Threshold	Substance	Odor Threshold
Formaldehyde	0,5	Hydrogen sulfide	0,00041
Acetaldehyde	0,0015	Dimethyl sulfide	0,003
Propionaldehyde	0,001	Methyl allyl sulfide	0,00014
n-Butylaldehyde	0,00067	Diethyl sulfide	0,000033
Isobutylaldehyde	0,00035	Allyl sulfide	0,00022
n-Valeraldehyde	0,00041	Carbon disulfide	0,21
Isovaleraldehyde	0,0001	Dimethyl disulfide	0,0022
n-Hexylaldehyde	0,00028	Diethyl disulfide	0,002
n-Heptylaldehyde	0,00018	Diallyl disulfide	0,00022
n-Octylaldehyde	0,00001	Methyl mercaptane	0,00007
n-Nonylaldehyde	0,00034	Ethyl mercaptane	0,000087
n-Decylaldehyde	0,0004	n-Propyl mercaptane	0,000013
Acrolein	0,0036	Isopropyl mercaptane	0,000006
Methacrolein	0,0085	n-Butyl mercaptane	0,000028
Crotonaldehyde	0,023	Isobutyl mercaptane	0,0000068
Methanol	33	sec. Butyl mercaptane	0,00003
Ethanol	0,52	tert. Butyl mercaptane	0,000029
n-Propanol	0,094	n-Amyl mercaptane	0,0000078
Isopropanol	26	Isoamyl mercaptane	0,0000077
n-Butanol	0,038	n-Hexyl mercaptane	0,000015
1 sobutanol	0,011	Thiophene	0,00056
sec. Butanol	0,22	Tetrahydrothiophene	0,00062
tert. Butanol	4,5	Nitrogen dioxide	0,12
n-Pentanol	0,1	Ammonia	1,5
Isopentanol	0,0017	Methylamine	0,035
sec. Pentanol	0,29	Ethylamine	0,046
tert. Pentanol	0,088	n-Propylamine	0,061
n-Hexanol	0,006	Isopropylamine	0,025
n-Heptanol	0,0048	n-Butylamine	0,17
n-Octanol	0,0027	Isobutylamine	0,0015
Isooctanol	0,0093	sec. Butylamine	0,17
n-Nonanol	0,0009	tert. Butylamine	0,17
n-Decanol	0,00077	Dimethylamine	0,033
2-Ethoxyethanol	0,58	Diethylamine	0,048
2-n-Buthoxyethanol	0,043	Trimethylamine	0,000032
1-Butoxy-2-propanol	0,16	Triethylamine	0,0054
Phenol	0,0056	Acetonitrile	13
o-Cresol	0,00028	Acrylonitrile	8,8
m-Cresol	0,0001	Methacrylonitrile	3
p-Cresol	0,000054	Pyridine	0,063
Geosmin	0,0000065	Indole	0,0003
Acetic acid	0,006	Skatole	0,0000056
Propionic acid	0,0057	Ethyl-o-toluidine	0,026
n-Butyric acid	0,00019	Propane	1500
Isobutyric acid	0,0015	n-Butane	1200
n-Valeric acid	0,000037	n-Pentane	1,4
Isovaleric acid	0,000078	Isopentane	1,3

«Soglie olfattive»

L'evidenza che molte sostanze vengano rilevate dall'olfatto umano a livelli di concentrazione che sono dell'ordine dei *ppb* (parti per *bilione*) o *ppt* (parti per *trilione*) definisce che le problematiche relative alla diffusione di *maleodoranze* si giuoca in un campo di concentrazioni assai più basso di quello che coinvolge le problematiche dell'*inquinamento atmosferico «classico»*, che riguarda concentrazioni dell'ordine tipico delle *ppm*.

D'altra parte, la presenza di sostanze *maleodoranti* è uno dei fattori che può compromettere la *normale fruibilità dell'ambiente*, per cui esse costituiscono comunque fonte di *inquinamento*.

INTRODUZIONE

Odori e «salute»

Recenti studi mettono in evidenza l'importanza di un ulteriore fattore, definito "culturale" o "di consapevolezza", legato alla reazione psicologica che deriva dalla percezione di un odore ritenuto "a priori" positivo o accettabile" (in casi estremi, legato ad una attività cui è riconosciuta una notevole importanza sociale perché vitale per la specifica collettività), ovvero "negativo" o "pericoloso", o comunque riferito ad un astratto concetto di "innaturale".

Specifici studi hanno inoltre dimostrato che non esiste correlazione tra la percezione di un disagio olfattivo (aspetto di carattere prevalentemente psicologico) e l'irritazione sensoriale, eventualmente espressa come misura della cosiddetta *irritazione nasale chemiosensoriale*.

INTRODUZIONE

Odori e «salute»

Di conseguenza è comune trovare situazioni di “**assuefazione**” (tipicamente legate a fenomeni odorigeni di tipo “cronico” che caratterizzano un certo ambiente), come pure di “**sensibilizzazione**” (generalmente legati a fenomeni acuti).

Le conseguenze di una situazione di “molestia” o “disagio” olfattivo possono essere anche molto serie:

- Disturbi psicologici quali: disagio, stress, depressione, disturbi della sfera di relazione sociale
- Nausea, vomito, mal di testa, secchezza delle fauci, tosse
- Disturbi circolatori, calo dell'appetito, insonnia
- Una riduzione generale del livello di benessere

Si tratta, evidentemente, di patologie più o meno invalidanti la cui **diagnosi** ed i cui **rimedi** non sono sempre certi.

INTRODUZIONE

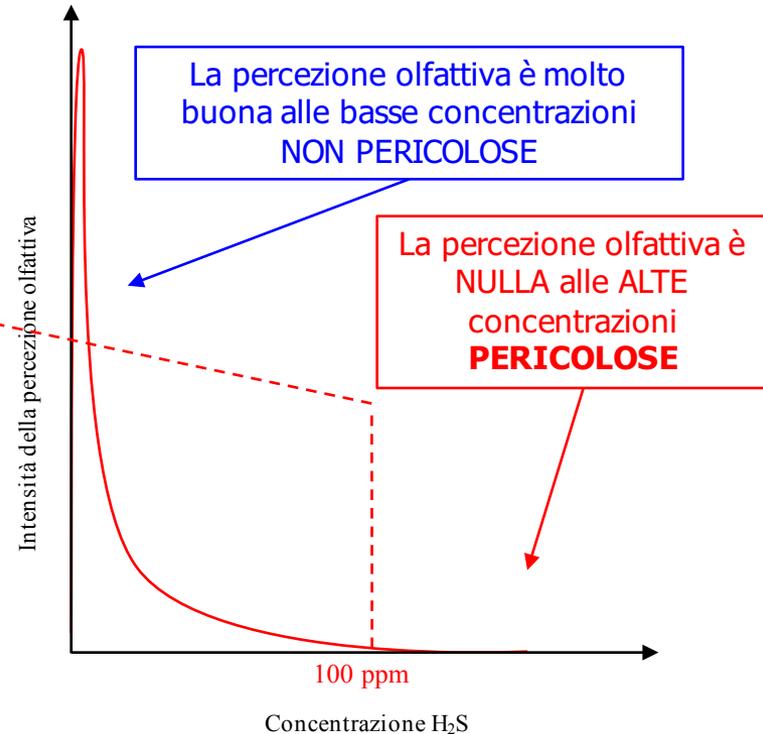
Odori e «salute» Attenzione ai traditori !!!

Effetti dell'Idrogeno Solforato a diverse concentrazioni

Soglia dell' attivazione dell' odorato	0.05 ppm
Odore offensivo	3 ppm
Soglia dei danni alla vista	50 ppm
Paralisi olfattoria	100 ppm
Edema polmonare, intossicazione acuta	300 ppm
Danni al sistema nervoso, apnea	500 ppm
Collasso, paralisi, morte immediata	1000 ppm

TLV-STEL dal 2010: **5 ppm**

TLV-STEL fino al 2010: **15 ppm**



NORMATIVA

In Italia non esiste una specifica normativa nazionale per la disciplina delle emissioni odorigene. È infatti possibile individuare solo la presenza di generici criteri.

Regio Decreto 1398 - 1930

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 ad offendere o imbrattare o molestare persone, ovvero, nei casi non consentiti dalla legge, provoca emissioni di gas, di vapori o di fumo, atti a cagionare tali effetti, è punito con l'arresto fino a un mese o con l'ammenda fino a lire quattrocentomila

Nel Dlgs 152/06 e s.m.i. (allegato III alla parte IV), in cui si fa riferimento ai criteri generali da adottare in materia di bonifica e messa in sicurezza, si legge che essi devono essere condotti in modo da *"... evitare ogni rischio aggiuntivo a quello esistente di inquinamento dell'aria, delle acque sotterranee e superficiali, del suolo e sottosuolo, nonché ogni inconveniente derivante da rumori e odori"*

Per sopperire a tale lacuna normativa, alcune Regioni hanno redatto specifiche Leggi e Linee guida con lo scopo di disciplinare i casi di molestia olfattiva. Per prima, la Regione Lombardia (DGR n. 7/12764 del 16/04/2003 "Linee guida per la costruzione e l'esercizio degli impianti di produzione di compost") ha indicato un limite di emissione all'uscita dei sistemi di trattamento dei biofiltri, pari a **300 ouE/m³**.

NORMATIVA

Più recentemente, la stessa Regione Lombardia (DGR 15 febbraio 2012 – n.IX/3018) ha pubblicato la Linea guida “*Determinazioni generali in merito alla caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera derivanti da attività a forte impatto odorigeno*” allo scopo di disciplinare la procedura autorizzativa per impianti che causano emissioni odorigene, fornendo indicazioni per la valutazione dell’impatto prodotto ai recettori sia mediante l’uso di **modelli di dispersione** sia con l’adozione di una specifica **metodologia di gestione delle lamentele** basata sulla raccolta delle informazioni su questionari compilati dalla popolazione esposta.

- Per gli **impianti nuovi/modificati** non si fissa un limite di emissione unico, ma si stabilisce che l’impatto olfattivo debba essere valutato **combinando** (mediante un **modello di dispersione**):
 - ✓ Portate di odore (ou_E/s) emesse
 - ✓ Micrometeorologia (anemologia)
 - ✓ Orografia
 - ✓ Destinazione d’uso del territorio (residenziale, industriale, ecc.)
- L’impatto olfattivo deve essere valutato in termini di esposizione: 98° percentile delle concentrazioni orarie di picco di odore presso i ricettori
 - ✓ Livelli $< 1\ ou_E/m^3$: impatto **trascurabile**
 - ✓ Livelli $> 5\ ou_E/m^3$: impatto **non accettabile**
 - ✓ Livelli $1 \div 5\ ou_E/m^3$: **fascia di valutazione**

«MISURA» DEGLI ODORI

Allo stato attuale non esiste una metodica che permetta di misurare **tutte le «caratteristiche» di un «odore»**

La situazione non è poi così sorprendente, considerando che si tratta di un fenomeno che ha componenti «soggettive» e/o «psicologiche»

Quello che la scienza moderna ci permette di fare è di misurare **alcune delle «caratteristiche» di un «odore»:**

1) Intensità

2) Composizione (delle miscele odorigene)

«MISURA» DEGLI ODORI

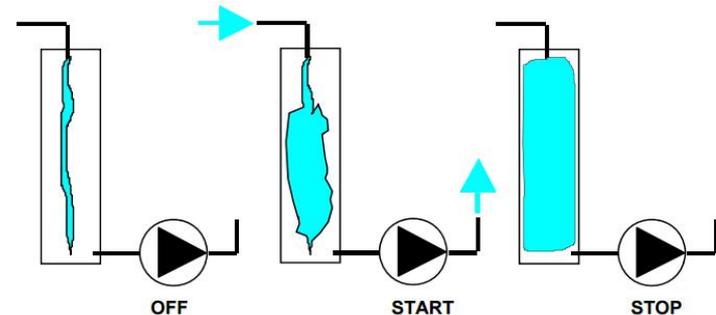
Misura della **INTENSITA'** degli ODORI

Campionamento



Si raccoglie un campione dell'aria da analizzare - tipicamente 10 L - in un sacco di materiale plastico inerte (tipo Nalophan)

Il sacco viene riempito ponendolo all'interno di un cilindro in cui viene fatto il vuoto dall'esterno.



«MISURA» DEGLI ODORI

Misura della **INTENSITA'** degli ODORI

OLFATTOMETRIA DINAMICA (EN 13725:2003)



Determinazione della concentrazione di odore in OU_E/m^3 , che rappresenta il numero di diluizioni con aria neutra necessarie per portare un campione odorigeno alla concentrazione di
soglia olfattiva.

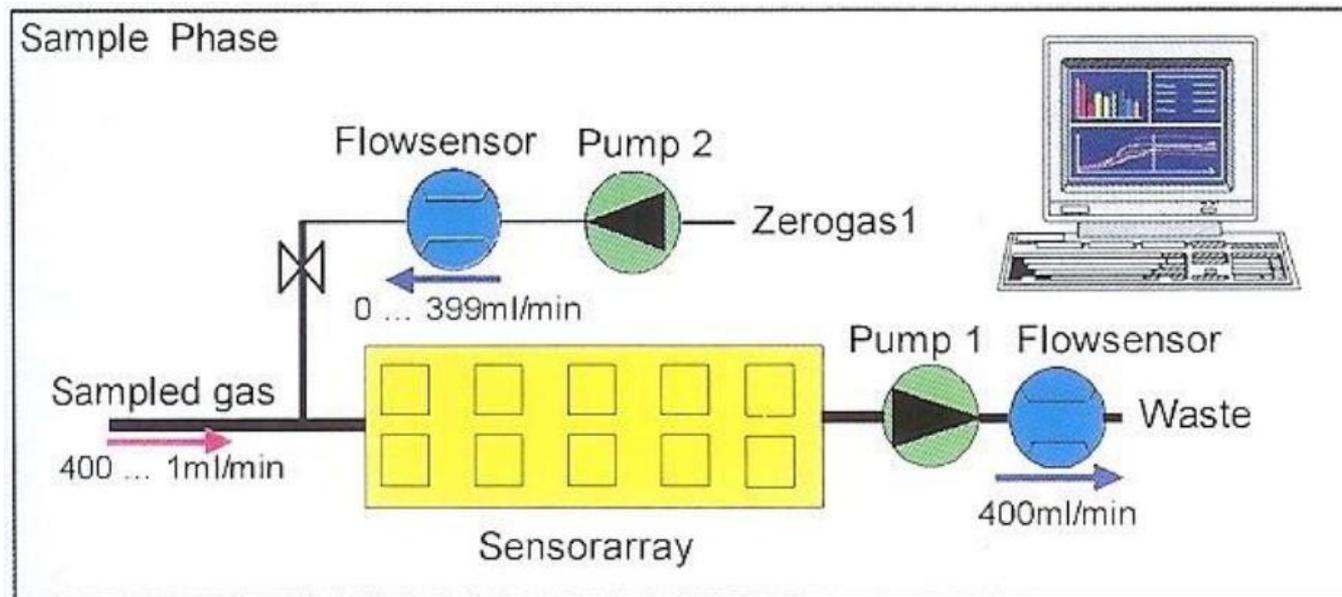
Viene definita EROM (*Massa di Odore di Riferimento Europeo*) la massa di sostanza (***n*-butanolo**) che, evaporata in 1 m³ di gas neutro in condizioni normali, provoca la risposta fisiologica D50 (soglia di rivelazione al 50 %), in un gruppo di prova (123 µg) = percezione di odore

«MISURA» DEGLI ODORI

Misura «Senso-Strumentale» degli ODORI

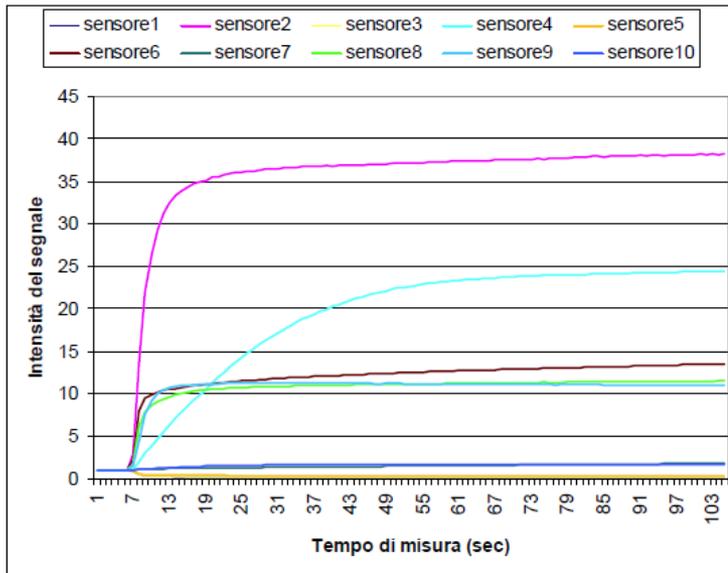
NASO ELETTRONICO

“Uno strumento che comprende una combinazione di sensori elettronici chimici con una specificità parziale e un appropriato sistema di riconoscimento degli andamenti, capace di riconoscere odori semplici o complessi” (Gardner & Bartlett, 1994)

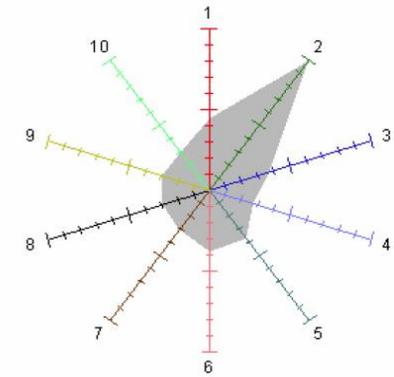


«MISURA» DEGLI ODORI

Risposte del NASO ELETTRONICO

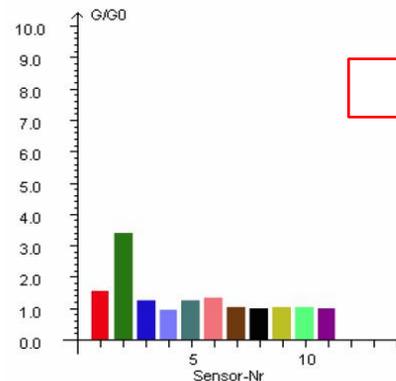


Dati «grezzi»



R(1) =	7245303	Ohm	G/G=	1.544
R(2) =	3251302	Ohm	G/G=	3.389
R(3) =	2690608	Ohm	G/G=	1.266
R(4) =	12397	Ohm	G/G=	0.945
R(5) =	486974	Ohm	G/G=	1.265
R(6) =	18945	Ohm	G/G=	1.321
R(7) =	22839	Ohm	G/G=	1.028
R(8) =	38861	Ohm	G/G=	0.982
R(9) =	12291	Ohm	G/G=	1.007
R(10) =	186613	Ohm	G/G=	1.007

Dilution factor = 1.0

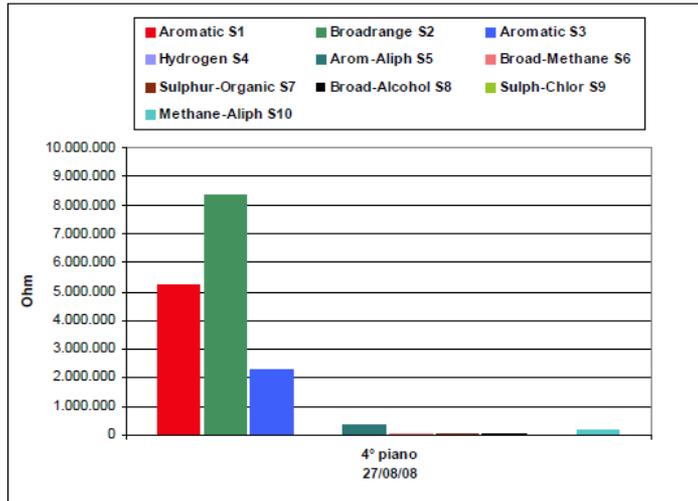


Dati «elaborati»

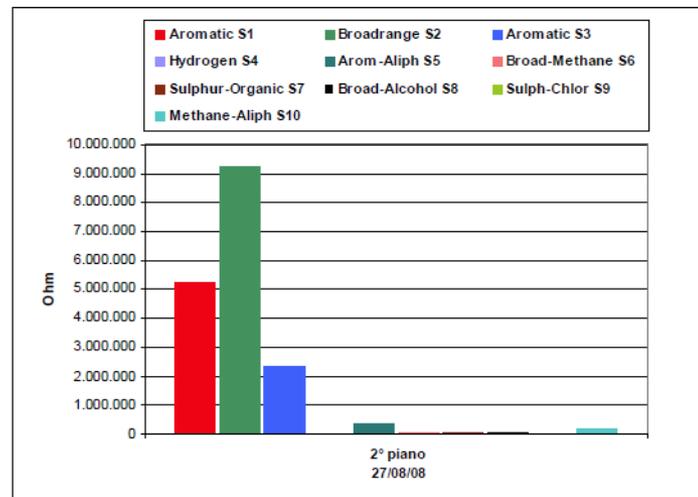
L'elaborazione dei dati grezzi assume una importanza notevolissima in quanto permette di "estrarre" l'informazione contenuta nelle risposte strumentali

«MISURA» DEGLI ODORI

Risposte del NASO ELETTRONICO - Utilità



Confronto tra i profili ottenuti con il Naso Elettronico dall'analisi dell'aria ambiente su due terrazzi dello stesso condominio al 4° e 2° Piano.



L'evidenza che «*l'impronta odorigena*» rilevata sia praticamente identica permette di affermare che esiste un'unica sorgente che determina la qualità dell'aria nei due casi.

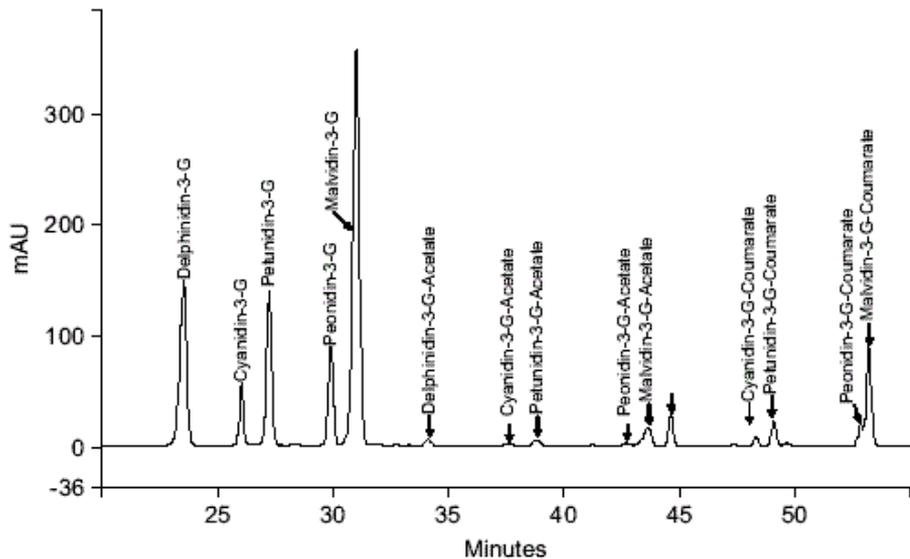
Tale sorgente è stata identificata – per confronto – nel Ristorante cinese presente a piano terra dello stabile.

«MISURA» DEGLI ODORI

Misura sperimentale della **composizione di una miscela di vapori**

GAS-CROMATOGRAFIA FID e GC/MS

La gascromatografia è una tecnica strumentale in grado di "separare" i componenti di una miscela di vapori (o di liquidi) facendoli pervenire in tempi diversi (e "caratteristici") ad un rivelatore. Quello che si ottiene è un "*tracciato gas-cromatografico*".



Per l'identificazione della natura dei singoli componenti rilevati, ci si può riferire o ai "tempi" in cui questi si presentano o, in maniera assai più incisiva, utilizzando come rivelatore uno **Spettrometro di Massa** (GC/MS).

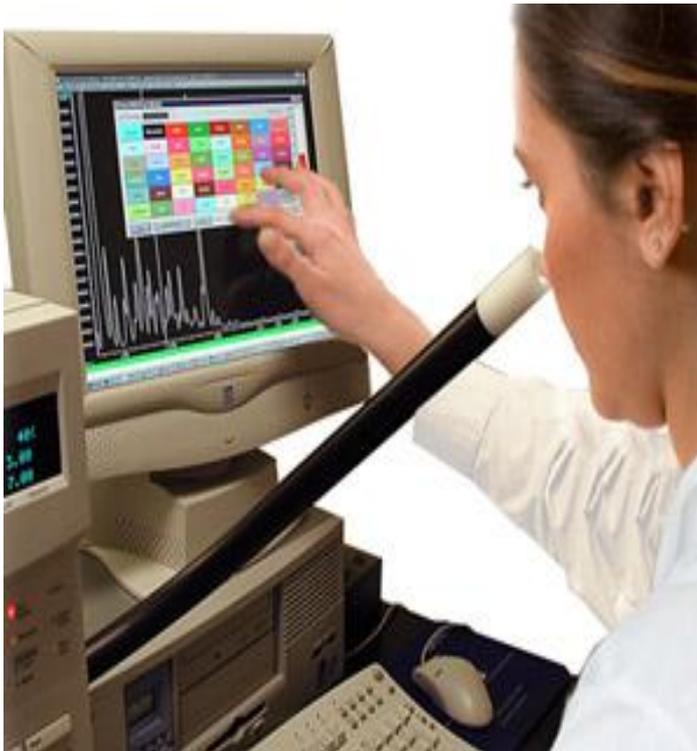
Nello spettrometro di massa, i singoli composti separati per via gas-cromatografica sono "bombardati" con elettroni ad alta energia, producendo frammenti che sono caratteristici di ogni specifica molecola, cosicché si può identificare con certezza tale molecola.

Questo tipo di analisi dà informazioni molto complete, ma a volte ci dice poco riguardo alla natura degli «odori»

«MISURA» DEGLI ODORI

Misura sperimentale delle **componenti odorigene**

Abbinamento Olfattometria/**GAS-CROMATOGRAFIA (O/GC)**



Un convenzionale strumento GC può essere modificato aggiungendo una porta "sniffer", attraverso la quale passa l'eluato della colonna cromatografica, opportunamente umidificato e raffreddato, e raggiunge il naso dell'operatore: questi annusa le sostanze separate dal sistema GC e fornisce una risposta sensoriale, in termini di presenza e qualità di un odore.

Questo tipo di analisi permette di individuare i principali responsabili dell'odore di una data miscela.

Questa tecnica ha spesso dimostrato che l'odore dipende soprattutto da sostanze presenti a bassissime concentrazioni, ma fortemente odorigene [cioè con «soglia olfattiva» molto bassa]

LE MALEODORANZE SUL TERRITORIO



In molte parti del territorio ci sono persone che si lamentano – più o meno a ragione – per la presenza di fenomeni di **disagio olfattivo.**

Zona «mista» industriale – residenziale con forti lamentele da parte della popolazione residente



LE MALEODORANZE SUL TERRITORIO

Strategie per l'individuazione della/e «sorgente/i»

Doppio approccio:

Top-down

Dalle caratteristiche di una data «sorgente» fare il monitoraggio di «marker» sul territorio.

Esempio: Monitoraggio del METANO per le ricadute odorigene di una discarica.

Bottom-up

Dalle caratteristiche degli odori risalire ad una specifica «sorgente».

Richiede notevoli risorse per l'analisi delle componenti odorigene.

Allontanandosi dalla sorgente, l'odore cambia anche di composizione.

LE MALEODORANZE SUL TERRITORIO

Nell'anno 2011, nel Comune di Livorno, ARPAT ha deciso di approfondire il tema delle maleodoranze lamentate nell'Area Picchianti.

La maggiore «imputata» – secondo la popolazione – era un'azienda di trattamento rifiuti.

L'approccio al problema è stato duplice:

- **ARPAT: attraverso lo strumento della cd. «*analisi sociale*»**
- **L'azienda, con proprie indagini e rilevazioni**

LE MALEODORANZE SUL TERRITORIO

Questionario «INDAGINE SOCIALE» ARPAT



Regione Toscana



La scheda di rilevazione

Nome e cognome del segnalatore		Codice ¹	
Indirizzo (via e numero civico) ²		segnalatore	
Comune		Foglio n. ¹	

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																								
2																								
3																								
4																								
5	(((((((((1	1))	2	2	2	((1	((1	((
6																								
7																								
8																								
9																								
10																								
11																								

Indicare: **X** segnalatore non presente nel luogo di rilevamento; **0** odore non presente; **1** odore debole; **2** odore medio; **3** odore intenso.

Tabella 3-5 Codifica delle tipologie di odore.

codice	definizione dell'odore	codice	definizione dell'odore
A	Putrido	P	Pesce marcio
B	Bruciato	Q	Freni auto
C	Cavolo bollito	R	Rancido
D	Decomposizione	S	Solventi
E	Caffè bruciato	T	Plastica bruciata
F	Fogna	U	Sterco
G	Gomma bruciata	V	Vaniglia
H	Gas	Z	Zolfo
I	Immondizia	K	Odore dolciastro
L	Legna bruciata	Y	Resina
M	Marcio	W	Vernice
N	Idrocarburi (petrolio-nafta)	<	Odore acre
O	Organico	J	nessuna indicazione

In aggiunta sono stati acquisiti i dati meteorologici su base Comunale

LE MALEODORANZE SUL TERRITORIO

Impostazione dell'AZIENDA

- Misure di *Olfattometria dinamica* alle emissioni convogliate
- Ricognizioni al perimetro dello stabilimento per acquisizione campioni da analizzare con *Naso Elettronico*
- Rilievi della direzione e velocità del vento al momento dei prelievi
- Scheda di rilevazione «interna»

Nome operatore: __

Domenica	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato
	① 1 AMMONIACA	① 2 AMMONIACA	② 3 SOLVENTI	① 4 AMMONIACA	5	6
③ 7 AMMONIACA SOLVENTI	① 8 IMPERC.	② 9 AMMONIACA	③ 10 AMMONIACA	① 11	① 12	13
② 14	② 15 AMMONIACA	④ 16 AMMONIACA SOLVENTI	③ 17 AMMONIACA	③ 18 AMMONIACA	② 19 AMMONIACA	20
21	① 22 AMMONIACA	③ 23 AMMONIACA	③ 24 AMMONIACA	② 25 AMMONIACA	① 26	27
28	29	30	31	Ottobre		

Tipo odore: ammoniaca, putrido, solventi...

Tabella 1 - Scala di intensità/ tono edonico, a sei gradi

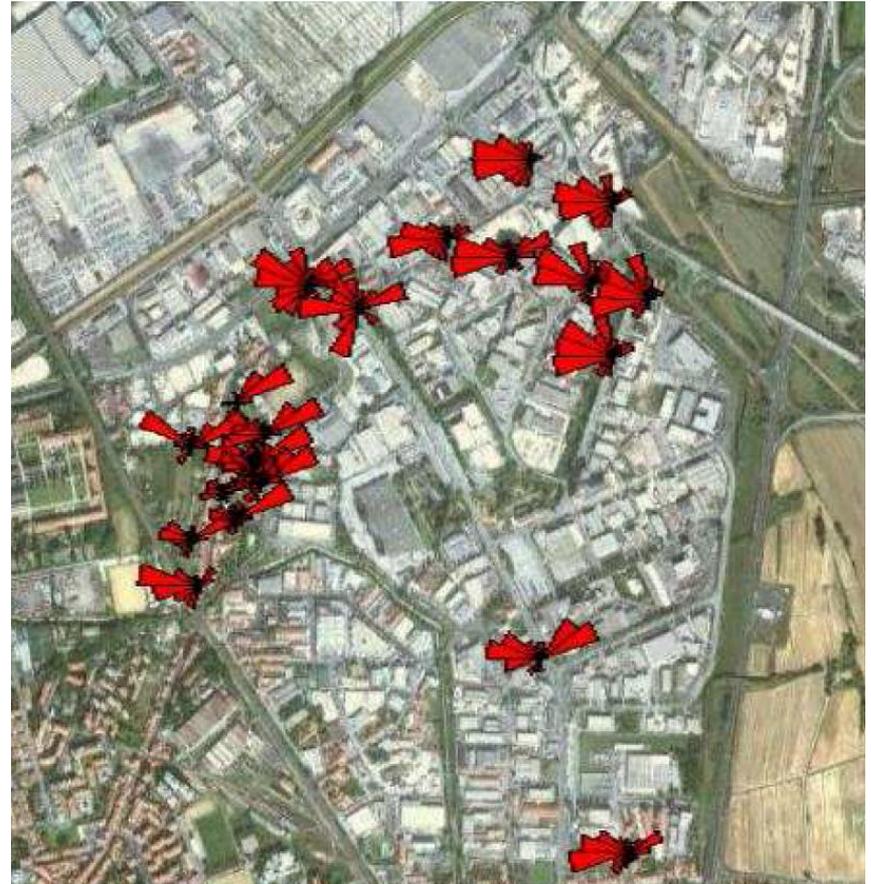
Intensità di odore	Punteggio	Tono edonico
Impercettibile	0	Nessun fastidio
Appena percettibile	1	Fastidio molto leggero
Debole	2	Fastidio leggero
Distinto	3	Fastidio distinto
Forte	4	Fastidio serio
Molto forte	5	Fastidio molto serio
Estremamente forte	6	Fastidio estremamente serio

LE MALEODORANZE SUL TERRITORIO

Nell'anno 2012, ARPAT ha concluso le complesse elaborazioni dei dati raccolti.

Risultati:

- **Nell'area sono state individuate n. 7 «sorgenti odorigene» significative**
- **L'azienda maggiormente «imputata» del disagio olfattivo nell'area è risultata in QUINTA posizione come livello di incidenza.**



CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Credo di poter concludere, a proposito di questo ostico e spinoso tema, che la tecnica non è ancora in grado di fornire tutte le informazioni che si ritengono utili per la caratterizzazione degli «odori».

L'ultimo esempio mostrato, documenta però come sia possibile «venire a capo» di alcune problematiche locali utilizzando avanzate tecniche di elaborazione dati ma, soprattutto, una notevole dose di «buon senso».

Giorgio Valentini

giorgio.valentini@unipi.it

giorgio.valentini@svapisa.com