



ARPAT

Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana

Regione Toscana



Esperienza di ARPAT Toscana nelle indagini sociali

*Silvia Maltagliati - ARPAT - Settore Modellistica previsionale
Francesca Andreis - ARPAT - Dipartimento di Livorno*



Il disturbo olfattivo

Il disturbo olfattivo percepito dai cittadini può interferire negativamente con lo stato di benessere non è misurabile con strumenti comuni e diffusi, né è semplice ed univoco quantificare il rapporto tra percezione umana e concentrazione di sostanza odorigena in quanto dipende dalla sensibilità individuale

Non vi sono al momento normative nazionali o regionali vigenti che individuino metodi di misura e limiti a cui riferirsi. Pertanto risultano necessarie/opportune forme di indagine diverse dalle misure strumentali

Questa "indagine sociale" segue le indicazioni riportate in linee guida (DGR Lombardia 15/2/2012, n. IX/3018) o norme tecniche (VDI-3883, VDI 3940, DE, 1993) o disposizioni di legge di altre nazioni europee (Geruchsimmissions-Richtlinie, DE, 2008) e si basa sulla partecipazione attiva dei cittadini residenti o che lavorano stabilmente nell'area interessata



Sintesi di obiettivi e metodo dell'“indagine sociale”

OBIETTIVI

- 1 - Raccogliere dati sulla percezione di disturbo olfattivo (ora, luogo, intensità, qualità), attraverso un percorso definito, trasparente e condiviso tra tutti i soggetti coinvolti, per un periodo di tempo significativo (qualche mese)
- 2 - Stimare in modo oggettivo l'entità del disturbo olfattivo così come percepito dai cittadini e raccolto al punto 1)
- 3 - Individuare per quanto possibile le sorgenti imputabili del disturbo olfattivo, correlando gli eventi di disturbo, definiti da un'ora e un luogo, con la probabilità che a quell'ora ed in quel luogo siano state trasportate (dal vento) le sostanze odorigene emesse

METODO

- A - Ciascun cittadino disponibile a partecipare all'“indagine sociale” riempie una scheda mensile con il proprio monitoraggio orario del disturbo olfattivo percepito (o non percepito) per una durata di 2-3 mesi
- B - Le schede sono elaborate dal Settore modellistica previsionale di ARPAT con metodologie basate sulla letteratura del settore e le precedenti esperienze, ovvero originali



La scheda di registrazione delle percezioni olfattive

1 scheda = 1 mese di monitoraggio

la casella corrisponde all'ora indicata nella riga di intestazione

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	X	0	0	2	1	1													
2																								

recettore assente (o non sveglio) nel luogo del monitoraggio "X"

recettore presente nel luogo del monitoraggio in condizione di veglia e nessuna percezione di odore "0"

recettore presente nel luogo del monitoraggio in condizione di veglia e percezione di:
odore debole "1"
odore medio "2"
odore intenso "3"



La scheda di registrazione delle percezioni olfattive

2° pagina:

Segnalazioni delle percezioni olfattive: MESE _____, ANNO _____

Giorno	Note ⁴
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	

Nota: indicazioni sulla durata della percezione, sull'origine presunta dell'emissione, sulla tipologia di odore (fumo, bruciato, legna bruciata, gomma bruciata, plastica bruciata, caffè, vaniglia, resina, solventi, odore dolciastro, decomposizione, putrido, rancido, pesce marcio, fogna, urina, cavolo).

*Silvia Maltagliati - ARPAT - Settore Modellistica previsionale
Francesca Andreis - ARPAT - Dipartimento di Livorno*



O1 - Introduzione alla matrice recettore

Ciascun recettore è descritto dalle matrici (**matrici recettore**) di elementi X, 0, 1, 2, 3 corrispondenti alle schede in cui ha segnato il monitoraggio orario (secondo il significato e le convenzioni fissate per questa indagine)

$$m.recettore_{RX,mese} = \begin{pmatrix} X & 0 & & & \\ X & .. & & & \\ 0 & 1 & .. & 2 & \\ 0 & & & & 1 \end{pmatrix}$$

Il numero totale di elementi nella matrice è pari al numero delle ore di ciascun mese: le righe corrispondono ai giorni del mese (28, 29, 30 o 31), le colonne alle ore (24) del giorno.

E' stato necessario ideare una scheda mensile su base oraria per permettere la successiva elaborazione del monitoraggio in correlazione con i dati meteorologici sito-specifici



O1 - Introduzione alla matrice recettore

Ovviamente è possibile che si commettano degli errori nella compilazione della scheda. Le schede affette da errore possono essere rigettate oppure in qualche modo recuperate, eventualmente tenendo conto della loro minore affidabilità nell'analisi successiva e sviluppando degli strumenti per analizzarle.

✓ **Matrice compilata correttamente**

NC **Matrice (quasi) non compilata** *rigettata*

AS **Matrice con assenza prolungata** →

PR **Matrice con interruzione per protesta** →

RD **Matrice ridotta** *Molte* celle sono **non** compilate. Si è ritenuto di poter estrarre ed elaborare solo le percezioni olfattive ("1", "2" o "3")

RT **Matrice rettificata** *Poche* celle sono **non** compilate. Si è ritenuto di poterle completare con "X" per il calcolo dei successivi indici

Manca completamente una successione continua di giorni. Si è ritenuto di considerare solo i giorni compilati riducendo il periodo effettivo di monitoraggio per il calcolo dei successivi indici



01 – Rilievo e percezione

Si intende per **rilievo**, in base alla convenzione adottata in questa indagine, qualunque elemento della **matrice recettore** diverso da "X"

(Il rilievo corrisponde alla presenza del recettore nel luogo del monitoraggio in stato di veglia)

Quindi le ore totali di **rilievo** in ciascun mese per ogni recettore sono:

$$\text{conteggio_rilievo}_{RX,mese} = \sum_{i=1}^{Nore(mese)} [m.recettore_{RX,mese}(i) \neq X]$$

Si intende per **percezione**, in base alla convenzione adottata in questa indagine, un elemento della **matrice recettore** pari a 1, 2 o 3.

Quindi le ore totali di **percezione** in ciascun mese per ogni recettore sono:

$$\text{conteggio_percezione}_{RX,mese} = \sum_{i=1}^{Nore(mese)} [m.recettore_{RX,mese}(i) > 0]$$



01 - Significatività

La **significatività** del recettore è definita come percentuale totale dei rilievi rispetto a tutto il periodo di monitoraggio: valore minimo?

Se, ad esempio, il recettore effettua il monitoraggio nel posto di lavoro registra la scheda 6-9 ore/giorno (dipende dall'orario di lavoro). La percentuale dei rilievi rispetto al periodo di monitoraggio è :

$$\frac{[6 \div 9] \text{ ore/giorno}}{24 \text{ ore/giorno}} \times \frac{5 \text{ giornilavorativi}}{7 \text{ giorni}} = [18 \div 27] \%$$

E'accettabile che il recettore sia eccezionalmente assente o registri non correttamente la scheda mantenendo una percentuale del 68% di rilievi validi (1σ) e quindi la percentuale dei rilievi rispetto al periodo di monitoraggio diventa:

$$0.68 \times [18 \div 27] \approx [12 \div 18] \%$$

La soglia di **12%** è assunta come **valore minimo di significatività**

Una matrice recettore con significatività inferiore viene rigettata, anche se compilata correttamente.



02 –Indice di percezione

L'accettabilità del disturbo olfattivo è la prima questione posta:

WHO

indica 2% = valore soglia per ciascun recettore della percentuale di ore di percezione olfattiva rispetto **alle ore dell'intero monitoraggio.**

Il disturbo sussiste ed è rilevante se una percentuale pari al 5% dei recettori supera la soglia.

(D.G.R. Lombardia)

proposta

⇒ **indice di percezione relativo⁽¹⁾: 15% valore soglia per ciascun recettore e per tutti i recettori della percentuale di ore di percezione olfattiva rispetto alle ore di rilievo**

(1) Sviluppato in base alla GIRL, DE, 2008



02 – Livello giornaliero di intensità

VDI 3883 con adattamento sui “pesi” e sulla stima di intensità, di cui si è ritenuto opportuno definire un livello giornaliero

$\forall k$ –esimo giorno

$$1) \quad I_k^\alpha = \frac{\sum_{RX=1}^{N_recettori} \sum_{i=0,3} W_i \cdot n_{i,RX,k}}{\sum_{RX=1}^{N_recettori} \text{conteggio_rilievo}_{RX,k}}$$

$$2) \quad I_k^\beta = \frac{\sum_{RX=1}^{N_recettori} I_{RX,k}}{N_recettori}$$

$$I_{RX,k} = \frac{\sum_{i=0,3} W_i \cdot n_{i,RX,k}}{\text{conteggio_rilievo}_{RX,k}}$$

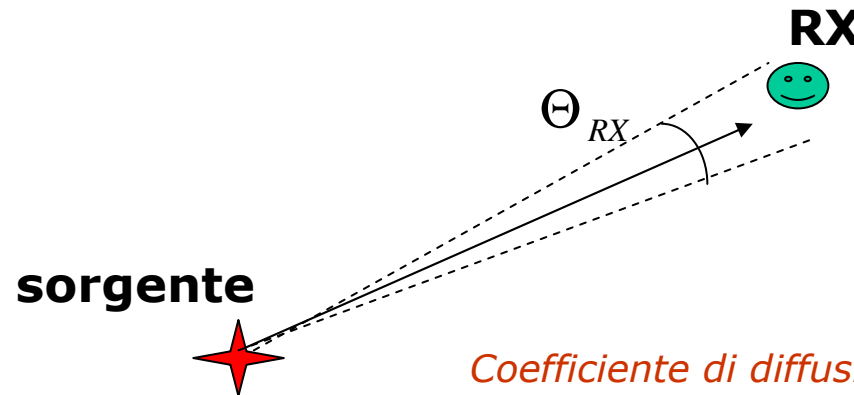
- i due indici sono in generale accordo
- \exists un fattore di scala, dovuto alla diversa normalizzazione
- permette il cfr feriale/festivo
- possono essere definiti indici diurno/notturno



03 – Settore di percettibilità

La sorgente del disturbo olfattivo percepito da un recettore può essere ricercata tra le potenziali sorgenti di emissioni odorigene rispetto alle quali il recettore si trova "sottovento" negli eventi (orari) di percezione

Come si stabilisce che un recettore è sottovento ad una sorgente nota?



Coefficiente di diffusione orizzontale (Briggs, Turner, ..)

il recettore risulta sottovento alla sorgente nota se la direzione di flusso del vento, rispetto alla direttrice che li congiunge, è compreso entro il

Settore di percettibilità

$$\theta_{RX} = 3\sigma_{\vartheta}$$

$$\theta_{RX} = 30^{\circ}$$

← variabile (condizioni meteorologiche locali e distanza del recettore dalla sorgente)

← fisso (D.G.R. Lombardia)



03 – Matrice incidenza^{←S}

Per ogni matrice recettore si verifica se, ogni ora, la direzione di flusso del vento è compresa (1) entro il settore di percettibilità, relativo alla sorgente nota (←S), di ciascun recettore oppure non è compresa (0).

Si assembla la matrice incidenza con l'intero periodo di monitoraggio

$$m.incidenza_{RX, periodo}^{\leftarrow S}$$

giorno	ora	dvp	c_stab
1	1	234	D
.	2	.	D
.	.	.	.

$$\begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ 1 \\ \cdot \end{pmatrix}$$

$$N_{righe} = N_{ore(periodo)}$$

Si assembla la matrice recettore con l'intero periodo di monitoraggio

$$m.recettore_{RX, periodo}$$

$$\begin{pmatrix} X & 0 & & & \\ X & \cdot\cdot & & & \\ 0 & 1 & \cdot\cdot & 2 & 3 \\ 0 & & & & 1 \end{pmatrix}$$

$$N_{righe} = N_{ore(periodo)}$$



03 – Indici relativi di correlazione

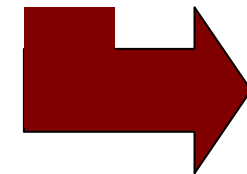
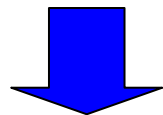
$$i_{RX, periodo}^{\leftarrow S}(\alpha)_{\%} = \frac{\sum_{i=1}^{Nore(periodo)} [(m.recettore_{RX, periodo}(i) > 0).AND.(m.incidenza_{RX, periodo}^{\leftarrow S}(i) = 1)]}{\sum_{i=1}^{Nore(periodo)} (m.recettore_{RX, periodo}(i) > 0)} \times 100$$

↓
0

↓
100

la sorgente nota **non è** una fonte di disturbo rilevante

la sorgente nota **è** una fonte di disturbo rilevante



$$i_{RX, periodo}^{\leftarrow S}(\delta)_{\%} = 100 - i_{RX, periodo}^{\leftarrow S}(\alpha)_{\%}$$

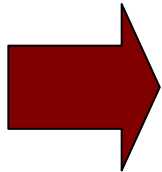
Fornisce l'indice percentuale di rilevanza di "altre" sorgenti



03 – Indici relativi di correlazione

$$i_{RX, periodo}^{\leftarrow S}(\beta)_{\%} = \frac{\sum_{i=1}^{Nore(periodo)} [(m.recettore_{RX, periodo}(i) > 0).AND.(m.incidenza_{RX, periodo}^{\leftarrow S}(i) = 1)]}{\sum_{i=1}^{Nore(periodo)} [(m.recettore_{RX, periodo}(i) \neq X).AND.(m.incidenza_{RX, periodo}^{\leftarrow S}(i) = 1)]} \times 100 \rightarrow 100$$

è sempre di disturbo quando raggiunge il recettore



$$i_{RX, periodo}^{\leftarrow S}(\gamma)_{\%} = \frac{\sum_{i=1}^{Nore(periodo)} [(m.recettore_{RX, periodo}(i) = 0).AND.(m.incidenza_{RX, periodo}^{\leftarrow S}(i) = 0)]}{\sum_{i=1}^{Nore(periodo)} [(m.recettore_{RX, periodo}(i) \neq X).AND.(m.incidenza_{RX, periodo}^{\leftarrow S}(i) = 0)]} \times 100 \rightarrow 100$$

è la principale (unica) fonte di disturbo



O3 – Matrice incidenza^{←X} e “rosa percettiva_RX”

Nel caso in cui la sorgente non sia nota

$$m.incidenza_{RX, periodo}^{\leftarrow X}(i) = \begin{cases} dvp(i) & \text{se } m.recettore_{RX, periodo}(i) > 0 \\ 0 & \text{se } m.recettore_{RX, periodo}(i) = 0, = X \end{cases}$$

giorno	ora	dvp
1	1	234
.	2	.
.	.	.

$$\begin{pmatrix} 234 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \end{pmatrix}$$

$$N_{righe} = N_{ore(periodo)}$$



Rosa del (flusso del) vento con direzione coincidente con gli elementi (non nulli) della matrice incidenza e velocità unitario di velocità.

Visualizzazione di questa elaborazione direttamente su GIS, georeferenziando ciascuna “rosa percettiva_RX” sul recettore corrispondente.



Il caso di Livorno – organizzazione indagine sociale

L'indagine sociale organizzata e conclusa nella zona urbana di Livorno si è sviluppata su 2 mesi. La partecipazione dei cittadini è stata assicurata tramite incontri pubblici e, ovviamente, la disponibilità e volontà dei cittadini stessi.

E' stato condotto un buon lavoro di tutoraggio presso i 70 volontari, con ottimo risultato di verifica della validità dei rilievi su quasi tutto il campione (solo pochi recettori sono stati completamente rigettati):

Matrice		tipo di scheda	maggio	giugno	tutto il periodo
√	compilata correttamente	√	54	41	95
NC	(quasi) non compilata	AS	0	2	2
AS	assenza prolungata	NC	7	14	21
PR	interruzione per protesta	PR	0	11	11
RD	ridotta	RD	3	2	5
RT	rettificata	RT	6	0	6
		Totale √ +RT	60	41	101



Il caso di Livorno – indice di percezione

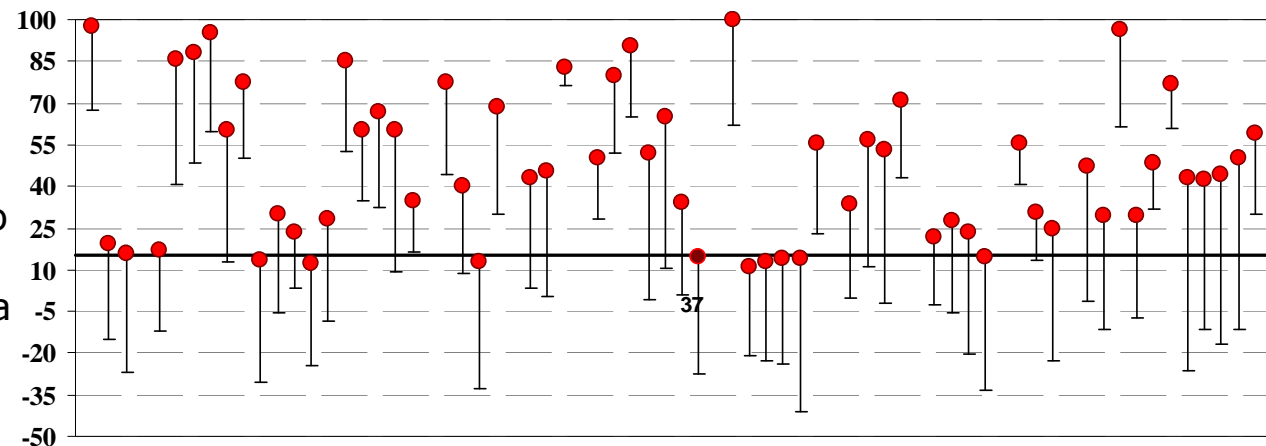
L'indice di percezione (WHO) è calcolato per i recettori che hanno presentato schede compilate per l'intera durata dell'indagine sociale: di tali 42 recettori tutti presentano indice superiore alla soglia del 2% (e quindi più del 5% dei recettori supera la soglia

(proposta)

L'indice di percezione relativo è calcolato per ciascun recettore per i mesi in cui la matrice recettore non è "RD" (e ovviamente nemmeno "NC")

A ciascun indice viene associata anche la **significatività** del recettore (valore minimo 12%)

In figura è rappresentata come barra dell'errore



La soglia del 15% (linea in grassetto) è superata da 50 recettori (8 sotto).

L'indice di percezione relativo per ciascun recettore appare meno conservativo dell'indice di percezione (WHO)



Il caso di Livorno – livello di intensità

I_{giorno}^{α} I_{giorno}^{β} $I_{notturno}^{\beta}$

- si verifica che l'indice I^{β} è maggiormente stabile, in quanto meno affetto dalla variabilità del campione di recettori
- l'indice di intensità giornaliera è maggiore nei giorni feriali rispetto ai giorni di sabato e domenica
- l'indice di intensità giornaliera è superiore all'indice di intensità notturna
- la differenza appare meno rilevante nei giorni di sabato e domenica (*)

⇒ Sorgenti continue (24h/g 7gg/settimana) sovrapposte a sorgenti diurne attive solo nei giorni feriali?

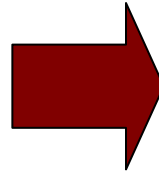
⇒ (*) la differenza tra l'indice giornaliero e l'indice notturno è percentualmente inferiore nei giorni di sabato e domenica (25%-33%) rispetto ai giorni feriali (50% 98%)



Il caso di Livorno – indici di correlazione relativi

$$i_{RX, periodo}^{\leftarrow S}(\alpha) \Big|_{\%} \gg i_{RX, periodo}^{\leftarrow S}(\delta) \Big|_{\%}$$

19



$$i_{RX, periodo}^{\leftarrow S}(\beta) \Big|_{\%} \rightarrow 100$$

3

$$i_{RX, periodo}^{\leftarrow S}(\gamma) \Big|_{\%} \rightarrow 100$$

$$i_{RX, periodo}^{\leftarrow S}(\alpha) \Big|_{\%} \ll i_{RX, periodo}^{\leftarrow S}(\beta) \Big|_{\%}$$

22

Per 19 recettori la sorgente nota è sicuramente fonte di disturbo e per 3 di essi lo è sempre ed è anche la principale (unica)

Per 22 recettori la sorgente nota non è fonte di disturbo

Per i restanti non si verifica una netta differenza dei due indici di correlazione relativi ($i_{RX, periodo}^{\leftarrow S}(\alpha), i_{RX, periodo}^{\leftarrow S}(\delta)$) e quindi la diagnosi è incerta

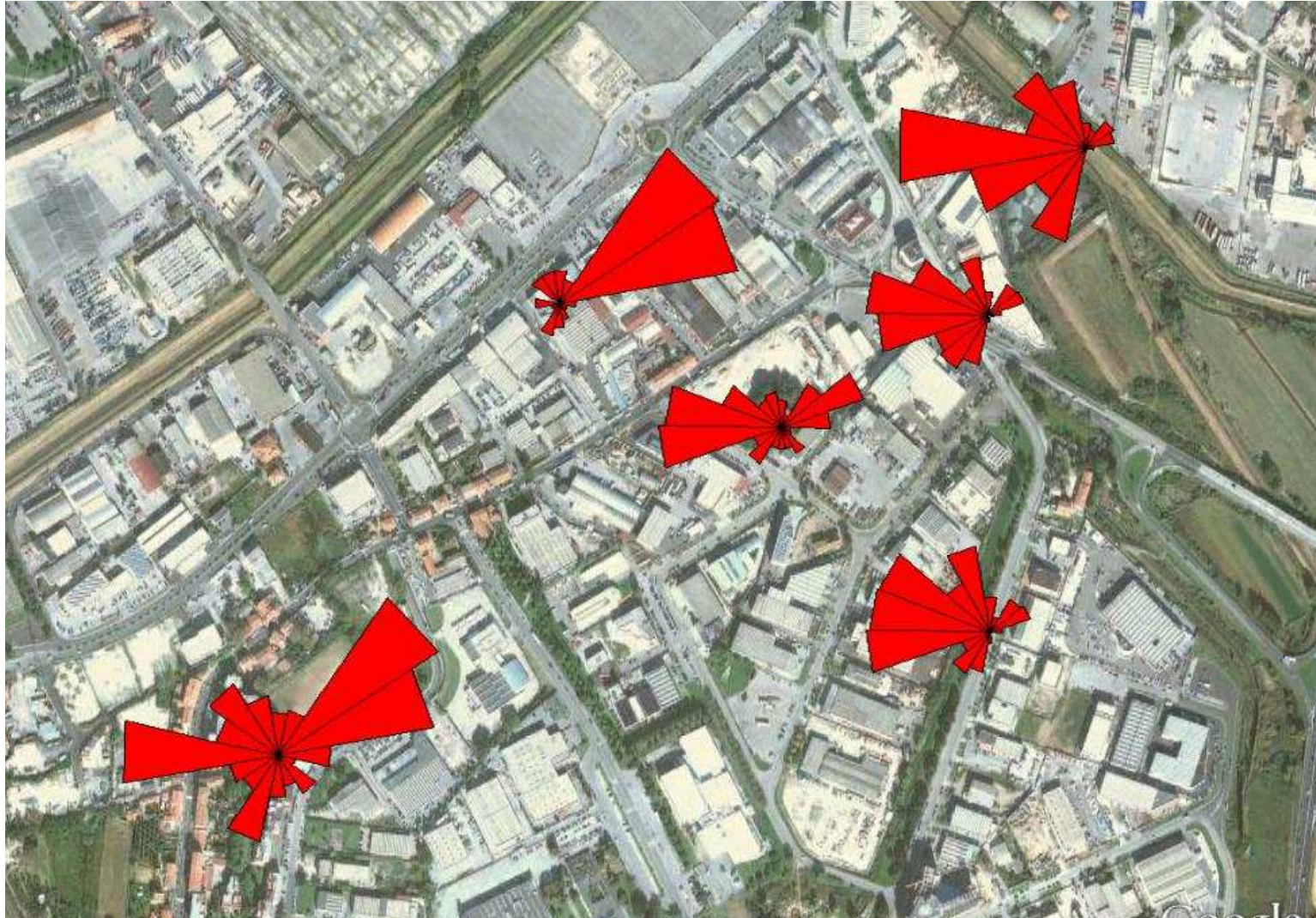


ARPAT
Agenzia regionale
per la protezione ambientale
della Toscana

Regione Toscana



Il caso di Livorno – “rose percettive_RX”



*Silvia Maltagliati - ARPAT - Settore Modellistica previsionale
Francesca Andreis - ARPAT - Dipartimento di Livorno*



Il caso di Livorno – “rose olfattive_RX”

Rosa delle provenienze del vento corrispondente agli elementi non nulli della “matrice recettore” ed al valore unitario di velocità del vento, associata alla tipologia di odore percepito (contenuto delle note di ciascuna scheda)

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

dal numero di ore in cui una certa tipologia di odore è stata percepita si individua la direzione corrispondente al massimo

O, O-NO e O-SO	Putrido, Bruciato, Decomposizione, Caffè bruciato, Gomma bruciata, Gas, Immondizia, Legna bruciata, Idrocarburi (petrolio-nafta), Organico, Pesce marcio, Freni auto, Rancido, Solventi, Zolfo, Vernice, Odore acre
E-NE	Cavolo bollito, Fogna, Marcio, Plastica bruciata, Sterco, Vaniglia, Resina
N-NO	Odore dolciastro



Bibliografia

VDI 3883:1993, Effects and assessment of odours - Determination of annoyance parameters by questioning - Repeated brief questioning of neighbour panellist.

VDI 3940:2006, Measurement of odour impact by field inspection - Measurement of the impact frequency of recognizable odours.

http://www.odorimpact.com/it/legislation_it.shtml#axzz1x118DNot

D.g.r. 15 febbraio 2012 - n. IX/3018 – Regione Lombardia- “Determinazioni generali in merito alla caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera derivanti da attività a forte impatto odorigeno”

World Health Organization Regional Office for Europe, Air Quality Guidelines for Europe, Copenhagen, WHO Regional Publications, European Series, No. 91.

North Rhine-Westphalia State Environment Agency, Directive on odour in ambient air: an established system of odour measurement and odour regulation in Germany, R. Both, Wallneyer Str. 6, 45133 Essen, Germany.

Geruchsimmissions-Richtlinie, 2008, GIRL.

IPPC Horizontal Guidance Note for Odour Parts 1 and 2 – (H4) in draft (2002)

Good Practice Guide for Assessing and Managing Odour in New Zealand. New Zealand Ministry of the Environment, 2003. www.mfe.govt.nz/publications/air/odour-guidelines-jun03/html/index.html

Composting Odour Guidance (DEFRA) www.defra.gov.uk/environment/noise/research/pdf/composting-odour-guidance.pdf

Odour guidance (SEPA, 2010) <http://www.sepa.org.uk/air/odour.aspx>