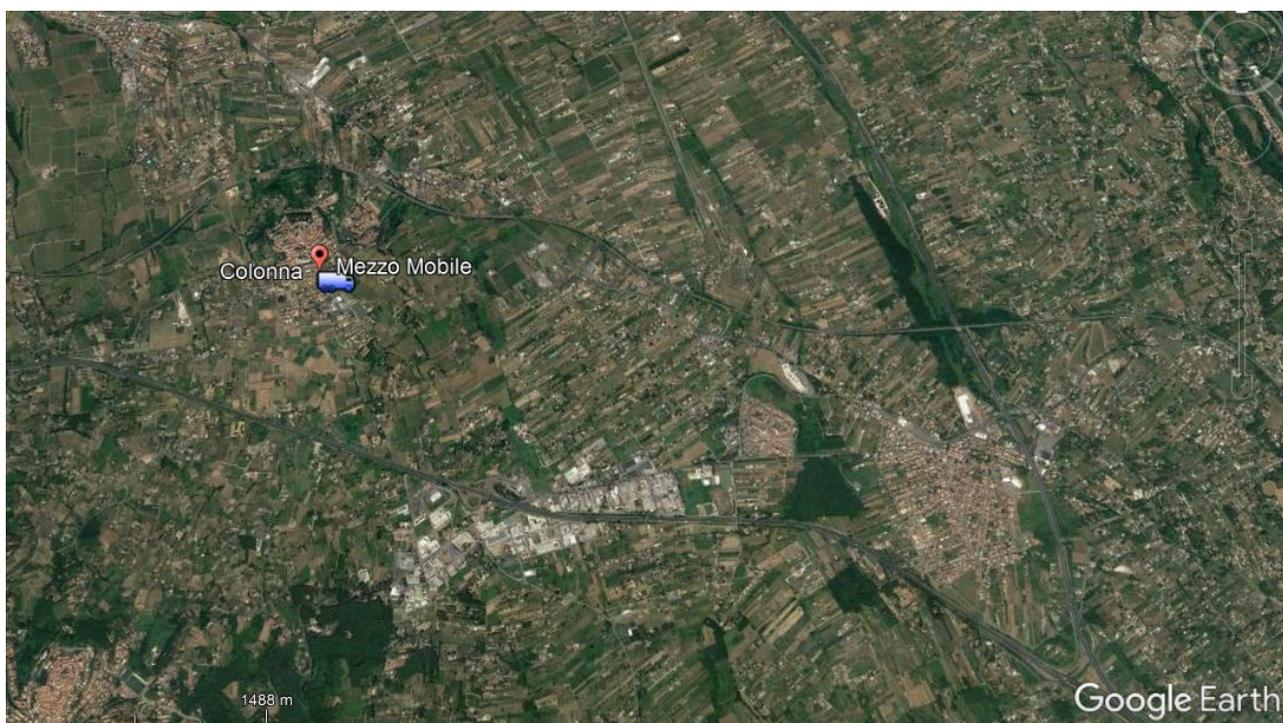


Relazione

Monitoraggio odori nel Comune di Colonna (RM)

Periodo: 04 giugno – 28 luglio 2020



Settembre 2020

A cura di:

- **ARPA Lazio**
Dipartimento Stato dell'Ambiente,
Servizio Qualità dell'Aria e Monitoraggio Ambientale degli Agenti Fisici
Unità centro regionale della qualità dell'aria
Unità aria e agenti fisici di Roma

Data redazione: 17 settembre 2020



INDICE

1. PREMESSA	4
2. BREVE CENNO ALLA DINAMICA DELLA MOLESTIA OLFATTIVA.....	5
3. METODO E STRUMENTAZIONE.....	6
3.1 STRUMENTAZIONE SCIENTIFICA SUL LABORATORIO MOBILE UTILIZZATO PER LA CAMPAGNA.....	6
3.2 DEFINIZIONE DEL LIMITE OLFATTIVO O ODOUR THRESHOLD	8
3.3 PERIODO DI VALIDITÀ DEI DATI.....	9
4. GRAFICI	10
4.1 ANDAMENTO COMPOSTI ODORORIGENI.....	10
5. STIMA DELL'IMPATTO ODORIGENO	16
5.1 METODO SPERIMENTALE PER LA DETERMINAZIONE DEL DISTURBO DI UNA MISCELA DI SOSTANZE ODORIGENE 16	
5.2 NUMERO DI ORE PER OGNI EVENTO	19
5.3 ORE ODORE ISTOGRAMMI E ROSE	20
6. CAMPIONATORI PASSIVI	22
7. QUESTIONARI	24
8. CONCLUSIONI.....	25
9. BIBLIOGRAFIA	28



1. Premessa

L'ARPA Lazio, su richiesta del Comune di Colonna (Prot. ARPA Lazio n.29735/2020) ha eseguito a partire dal 04 giugno 2020 e fino al 28 luglio, un secondo monitoraggio della qualità dell'aria ai sensi del D.lgs. 155/2010 (una prima campagna di misura era stata eseguita nel periodo febbraio-marzo 2020).

L'Agenzia nell'ambito della seconda campagna ha provveduto, oltre alla verifica degli inquinanti previsti dal D.lgs. 155/2010, a realizzare, con i limiti comunicati con la nota prot. n. 61373/2019, un monitoraggio sperimentale dell'inquinamento odorigeno.

A tal fine un mezzo mobile è stato posizionato in un'area adiacente al Palazzetto Don Vincenzo Palamara in Via Bruno Buozzi. Questo sito di misura è stato scelto in accordo con il Comune di Colonna sulla base degli esposti relativi alla presenza di cattivo odore.

La campagna sperimentale è stata quindi realizzata, sia per rilevare nel periodo estivo la presenza degli inquinanti che caratterizzano lo stato della qualità dell'aria ai sensi del D.Lgs. 155/2010, sia per quantificare, per quanto possibile, la molestia olfattiva percepita dalla popolazione locale. Il laboratorio mobile è equipaggiato con alcuni sensori che misurano sostanze "potenzialmente" fonte di odori; nello specifico sono presenti: un analizzatore per la misura dell'acido solfidrico (H_2S), uno per la misura dell'ammoniaca (NH_3) e uno (vigi e-nose – Chromatothec) in grado di tracciare VOC e diversi composti di zolfo.

La molestia olfattiva, per sua natura, deriva inevitabilmente dalla presenza, nelle immediate vicinanze della zona in cui essa viene percepita, di strutture, in genere industriali, che emettono una serie di specie chimiche odorigene in quantità tali da essere chiaramente percepite dal sistema olfattivo della popolazione residente. Questa emissione di sostanze odorigene può produrre o meno molestia a seconda delle capacità disperdente che la parte bassa dell'atmosfera presenta al momento dell'emissione.

L'esperienza maturata sulle molestie olfattive da parte delle varie istituzioni (ed anche da parte del mondo della ricerca) è oggettivamente molto limitata e frammentaria, sia sul fronte delle misure, che sul fronte dell'individuazione di parametri sintetici con cui quantificare le varie

sostanze responsabili degli odori e il loro effetto a livello soggettivo. L'ARPA Lazio nel corso degli ultimi anni ha approfondito il tema, visto che le metodologie normalmente impiegate nel controllo sullo stato dell'aria non sono mai riuscite a dar conto del forte disagio mostrato dalla popolazione nelle situazioni di molestie olfattive intense e persistenti. Le varie esperienze hanno mostrato un quadro proveniente dalle misure molto più ottimista rispetto al disagio provato dalla popolazione.

Il tema è molto complesso e di conseguenza il tentativo di definire una metodologia di misura costituisce un interessante argomento di ricerca in continua evoluzione alla luce delle evidenze che emergono nel mondo dai diversi studi, dai risultati delle campagne sperimentali e ovviamente dall'evoluzione tecnologica della strumentazione.

Il presente report presenta gli elementi di quadro dell'inquinamento odorigeno, descrive la metodologia sperimentale applicata ed i risultati ottenuti.

L'analisi dello stato di qualità dell'aria ai sensi del D.lgs. 155/2010 non è contenuta nel presente documento.

2. Breve cenno alla dinamica della molestia olfattiva

In maniera estremamente semplice, senza pretendere di descrivere in termini rigorosi il problema dal punto di vista fisiologico, dalla letteratura scientifica è evidente come la sensazione di molestia olfattiva proceda nei termini seguenti:

- l'introduzione dell'aria ambiente nel corpo umano avviene in maniera discontinua e periodica attraverso una serie di atti respiratori. In ciascun atto, della durata di alcuni secondi, viene inalato un volume d'aria che viene fatta transitare attraverso il naso. Questo organo presenta la caratteristica peculiare di effettuare un'analisi chimica a risposta rapida che produce come risposta un impulso sensoriale che si estrinseca in una sensazione o di benessere (un profumo) o di molestia;



- l'aria inspirata viene quindi inviata all'apparato respiratorio che si incarica di estrarre da essa ciò di cui ha bisogno l'organismo, ma anche sostanze (inquinanti) potenzialmente ad esso dannose.

Quindi la sensazione di molestia derivante da una sostanza odorigena presente nell'aria (e la sua eventuale azione tossica) può derivare da un singolo atto respiratorio di breve durata, indicativamente 5 secondi. Perciò la vera differenza tra quantificare l'inquinamento atmosferico, per come definito dal D.Lgs.155/2010, e mettere in evidenza le molestie olfattive con la loro azione potenzialmente dannosa sta proprio nel tempo di osservazione (o meglio nel tempo di mediazione) oltre che nella tipologia di sostanze monitorate. Se, sulla scorta di quanto noto e codificato dalla norma, la pericolosità della presenza in atmosfera di particolato sottile, biossido di azoto, biossido di zolfo, ecc. può essere quantificata in termini di media oraria per gli inquinanti gassosi e media giornaliera per il materiale particolato, per quanto riguarda le sostanze odorigene è ragionevolmente necessario adottare tempi di mediazione più brevi, dell'ordine dei secondi. Sarebbe pertanto opportuno che, come già fatto per gli inquinanti tradizionali, le strutture sanitarie competenti individuassero tempi di mediazioni adeguati a quantificare il rischio o la molestia connessa alla presenza di tali sostanze, tra queste ad esempio è sicuramente da annoverare l'acido solfidrico (H_2S). Va però sottolineato come, se escludiamo proprio l'acido solfidrico, per molte sostanze che si ritengono responsabili delle molestie olfattive non sono ad oggi disponibili analizzatori paragonabili a quelli per gli inquinanti convenzionali, ma solo strumenti altamente complessi, costosi, che richiedono un'esperienza adeguata e specifica e che, ad oggi, non hanno dato adeguate e solide garanzie di efficacia nella misura del fenomeno.

3. Metodo e Strumentazione

3.1 Strumentazione scientifica sul laboratorio mobile utilizzato per la campagna

La finalità principale della campagna era quella di stimare la molestia olfattiva percepita dalla popolazione residente nel comune di Colonna (RM), la dotazione strumentale del mezzo

mobile dell'ARPA Lazio ha consentito di effettuare, sia la misura della concentrazione degli inquinanti previsti dalla normativa per il controllo della qualità dell'aria (DLgs.155/2010), sia la stima della molestia olfattiva. A questi dati sono stati affiancati quelli acquisiti dai sensori meteorologici presenti sul mezzo mobile.

Vengono di seguito presentati i dati chimici relativi alle sostanze odorogene rilevati dal mezzo mobile dalle ore 17:00 del 04 giugno 2020 alle ore 8:00 del 28 luglio 2020. In particolare sono state considerate le concentrazioni medie dei seguenti inquinanti:

- Ammoniaca (NH_3) (Teledyne API T201)
- Acido solfidrico (H_2S) (Teledyne API T101)
- Total VOC (Composti organici Volatili) (Vigi E-NOSE Chromatotech)
- Composti odorogeni dello zolfo (Vigi E-NOSE Chromatotech)

La presenza di ammoniaca in aria è stata misurata utilizzando uno strumento basato sul principio chimico della chemiluminescenza, in pratica si tratta di un normale analizzatore per gli ossidi di azoto (NO), identico a quelli normalmente utilizzati nelle reti di monitoraggio, abbinato ad un convertitore in grado di trasformare NH_3 in NO. Lo strumento restituisce le concentrazioni in aria di ammoniaca, ossido di azoto e biossido di azoto.

Per la misura dell'acido solfidrico a concentrazioni normalmente rilevate in aria è stato usato un analizzatore basato sulla fluorescenza ultravioletta, lo stesso sistema utilizzato e previsto nel D.lgs 155 per l'anidride solforosa (SO_2). Lo strumento è dotato di un catalizzatore settato a 315 °C che converte H_2S in SO_2 . Fornisce una misura ogni 5 secondi ed è stato utilizzato nell'elaborazione dei dati come strumento "veloce", in grado di evidenziare variazioni di concentrazione anche piuttosto rapide.

I composti dello zolfo e i Composti Organici Volatili totali (Total VOC) sono stati misurati con un unico strumento equipaggiato con due diversi sistemi di rilevamento. I primi sono quantificati da un gascromatografo dotato di rilevatore elettrochimico e capace di discriminare diverse sostanze



contenenti zolfo (alcuni mercaptani, solfuri e tioeteri). I VOC totali sono invece rilevati da un PID (rivelatore a fotoionizzazione), la misura effettuata da questo rivelatore contiene al suo interno il contributo di diverse sostanze organiche volatili, lo strumento non è comunque in grado di discriminarle una dall'altra, si tratta di fatto di una sommatoria di concentrazioni per cui, tra l'altro, non è possibile determinare una ben definita soglia di odore. Come indicazione del costruttore, la sensibilità del PID viene testata tramite utilizzo di dimetilsolfuro (DMS) e pertanto nel presente documento la misura di VOC totali è indicata come VOC equivalenti DMS (VOCe_qDMS).

Questo analizzatore fornisce due misure (una per i composti dello zolfo e una per i VOCe_qDMS) ogni venti minuti. Nella tabella sottostante sono riportati, a titolo di riepilogo, i vari inquinanti odorigeni monitorati con la relativa unità di misura e con i tempi di mediazione utilizzati per la quantificazione della molestia olfattiva.

Tabella 1: Inquinanti odorigeni e rispettivi tempi di mediazione

Laboratorio mobile	Tempo di mediazione	Unità di misura
NH ₃	1 ora	µg/m ³
H ₂ S	5 sec	µg/m ³
VOCe _q DMS	20 min	ppb
C. Odor. Zolfo	20 min	ppb

3.2 Definizione del limite olfattivo o Odour Threshold

Una sostanza odorosa può essere avvertita solo quando raggiunge una concentrazione minima, denominata soglia olfattiva (Odour Threshold-OT), al di sotto della quale non provoca alcuno stimolo nel sistema ricettivo.

Generalmente come soglia olfattiva si fa riferimento alla concentrazione minima di un composto odoroso che porta alla percezione dell'odore con una probabilità del 50% ovvero alla concentrazione di odorante che ha una probabilità dello 0,5 di essere rivelata nelle condizioni della prova.

Le soglie olfattive utilizzate per le sostanze monitorate in questa campagna (Tabella 2) sono state quelle determinate con il metodo "Triangle Odor Bag", e riportate nella pubblicazione "Measurement of Odor Threshold by Triangle Odor Bag Method" di Yoshio Nagata del Japan Environmental Sanitation Center.

Il metodo con cui sono state ricavate è basato sulla diluizione ed è riconosciuto a livello internazionale dalla comunità scientifica. Per i VOCEqDMS, che tengono conto della concentrazione di diversi composti, ognuno con una diversa soglia, non è possibile reperire un valore univoco di riferimento.

Tabella 2: soglie olfattive utilizzate

specie	OT Nagata [ppb]
2 butil-sh n-Butyl mercaptane	0.0028**
etil-sh Ethyl mercaptane	0.0087
iso-butil-sh Isobutyl mercaptane	0.0068
iso-pro-sh Isopropyl mercaptane	0.006
metil-sh Methyl mercaptane	0.07
n-butyl-sh n-Butyl mercaptane	0.0028
n-prop-sh n-Propyl mercaptane	0.013

specie	OT Nagata [ppb]
DES Diethyl sulfide	0.033
DMS Dimethyl sulfide	3
DMDS Dimethyl disulfide	2.2
MES Methyl Ethyl Sulfide	1*
TBM tert. Butyl mercaptane	0.029
THT Tetrahydrothiophene	0.62

* Dato non reperibile da Nagata, valore tratto da fonte Arkema

** Dato non reperibile da Nagata, valore posto uguale a n-butyl-sh

STRUMENTAZIONE DEDICATA

specie	OT Nagata [ppb]	OT Nagata [ug/m3]
NH3 Ammonia	1500	1042
H2S Hydrogen sulfide	0.41	0.6

3.3 Periodo di validità dei dati

La campagna di misura dal 4 giugno al 28 luglio ha permesso di raccogliere dati validi per complessive 1288 ore.

Nel corso della campagna di misura si sono verificate due sospensioni dell'alimentazione elettrica, inoltre per limitati archi temporali, a causa di problemi tecnici, le misure delle concentrazioni di alcune sostanze hanno avuto delle interruzioni. Pertanto nel primo caso non è stato possibile calcolare l'impatto odorigeno mentre nel secondo, è possibile che lo stesso sia stato in parte sottostimato.

Nel periodo di assenza dei dati meteo non è stato possibile correlare questi parametri con le misure dei composti gassosi rilevati, pertanto le rose dei venti riportate nei paragrafi successivi non tengono conto di questi intervalli temporali.

Nella Tabella 3 sono riportati nel dettaglio gli orari di inizio e fine dell'assenza di dati e le sostanze interessate.

Tabella 3: intervalli temporali di assenza dati durante la campagna effettuata a Colonna (RM).

Dalle	Alle	Sostanza
19:00 del 02-07-20	09:00 del 04-07-20	Tutte
11:00 del 16-07-20	10:00 del 17-07-20	Tutte
17:00 del 04-06-20	16:00 del 11-06-20	VOCeQDMS
01:00 del 05-07-20	11:00 del 06-07-20	VOCeQDMS+Comp. Zolfo (misurato solo H2S)
10:00 del 17-07-20	14:00 del 20-07-20	VOCeQDMS
03:00 del 01-07-20	11.00 del 06-07-20	Dati meteo

4. Grafici

4.1 Andamento composti odororigeni

Nei grafici seguenti sono rappresentati gli andamenti dei composti odororigeni misurati durante il monitoraggio. Quando presente viene riportata anche la "soglia di odore".



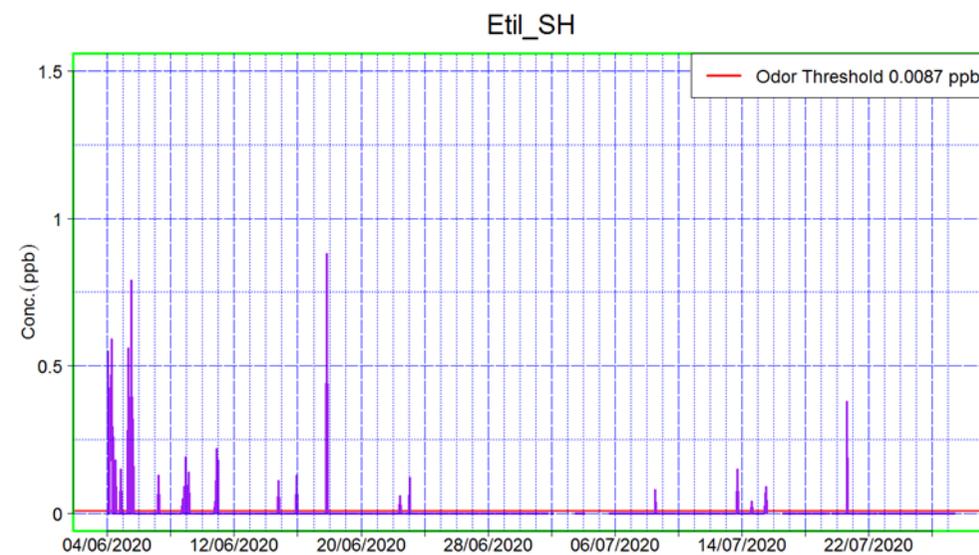
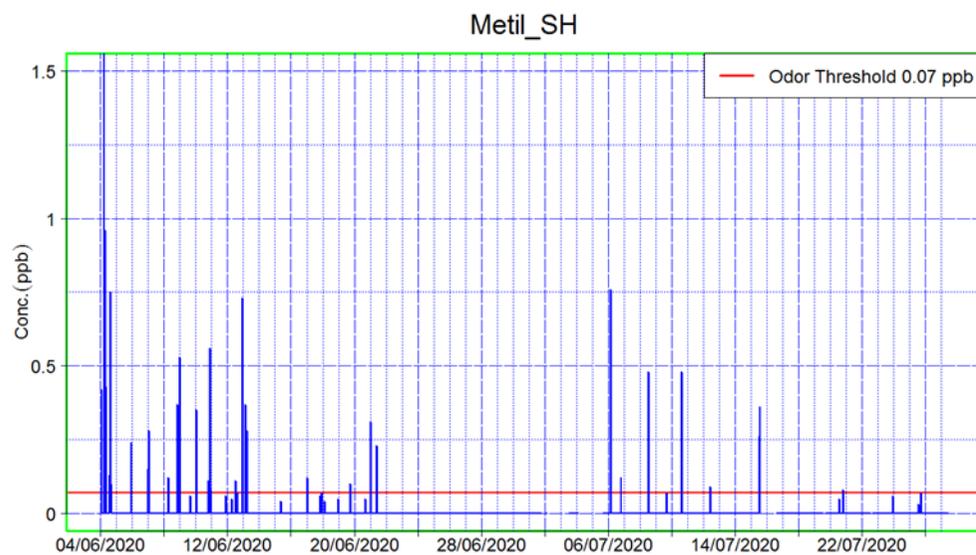
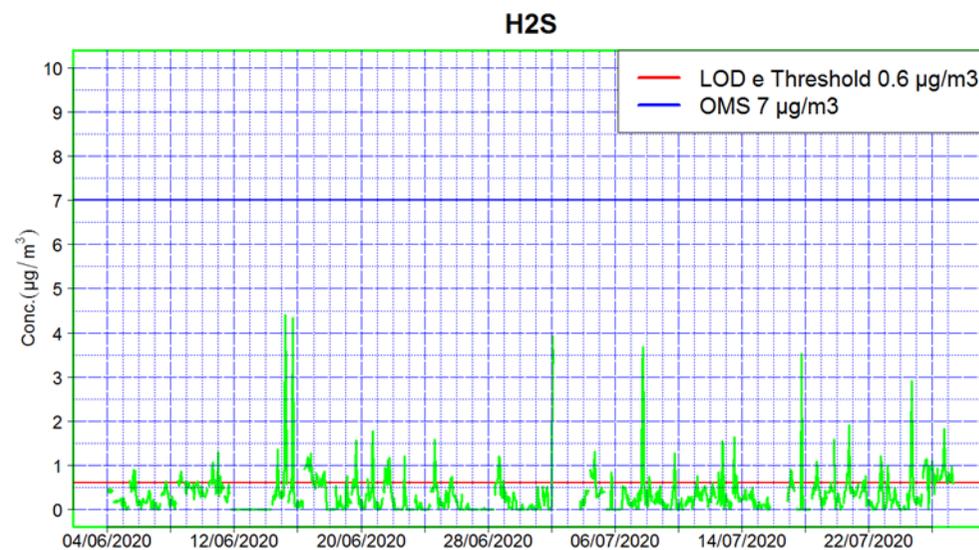
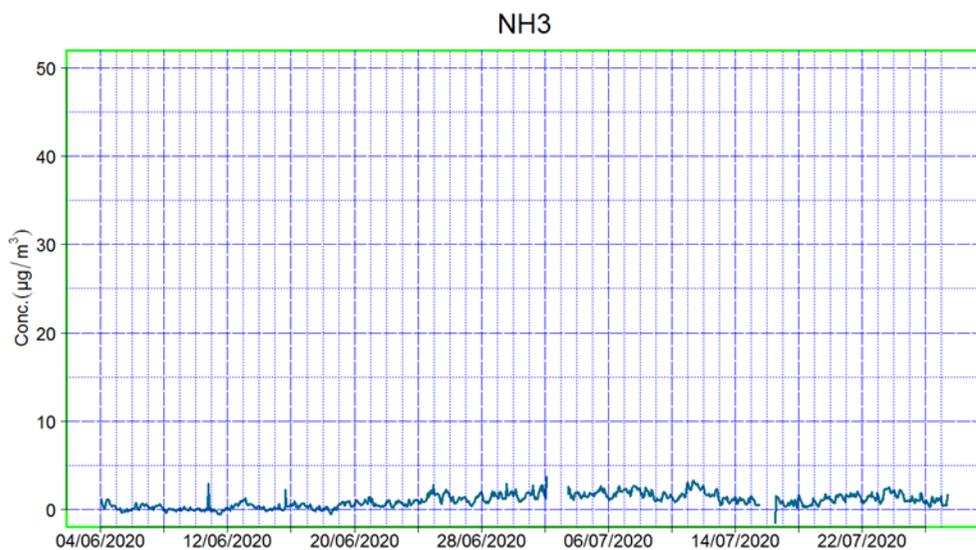


Figura 1: grafici della campagna di misura a Colonna (RM) per l'ammoniaca, l'acido solfidrico, il metil-mercaptano, l'etil-mercaptano;

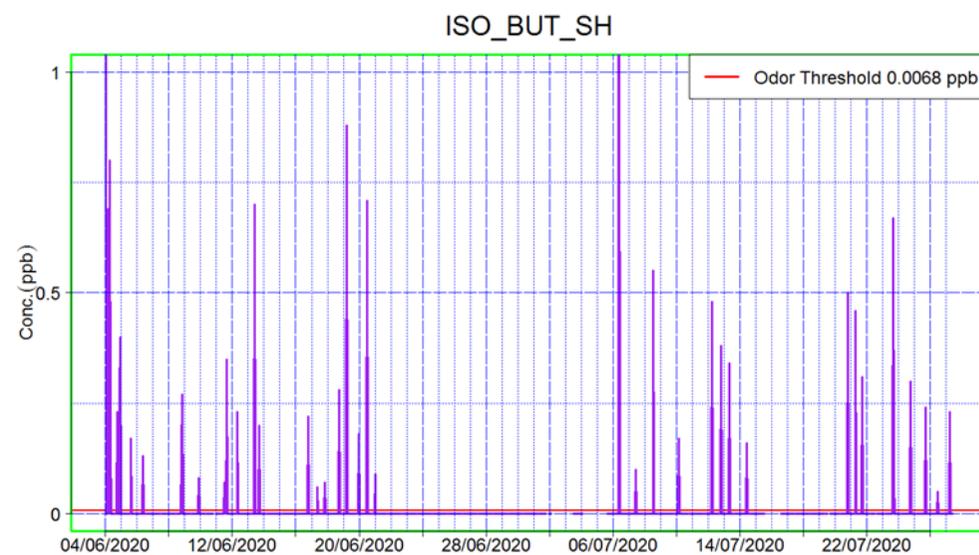
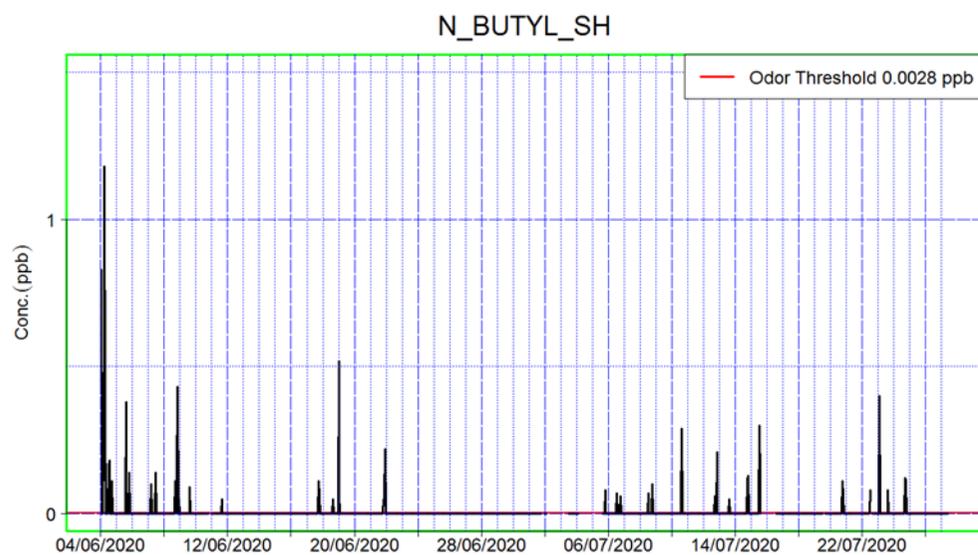
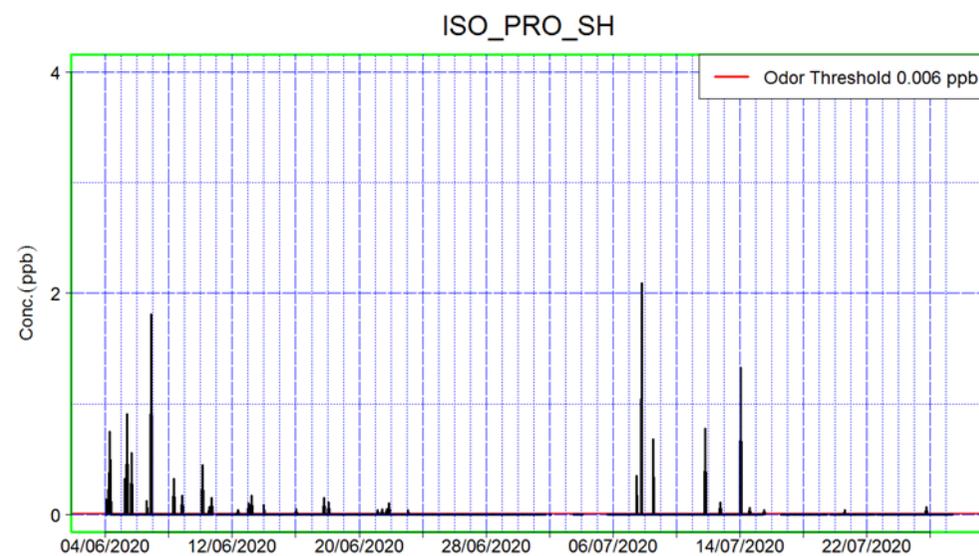
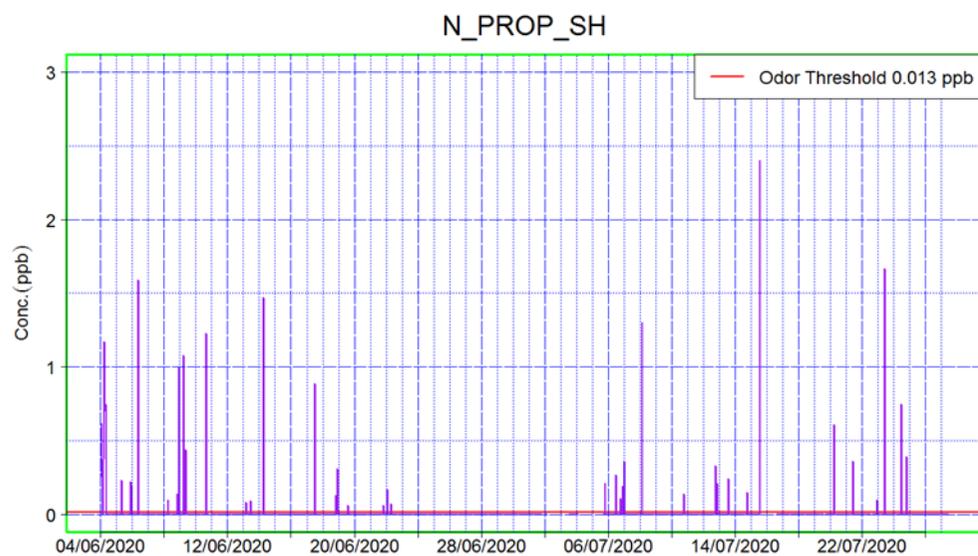


Figura 2: grafici della campagna di misura a Colonna (RM) per il N-propil-mercaptano, iso-propil-mercaptano, N-butil-mercaptano, iso-butil-mercaptano;

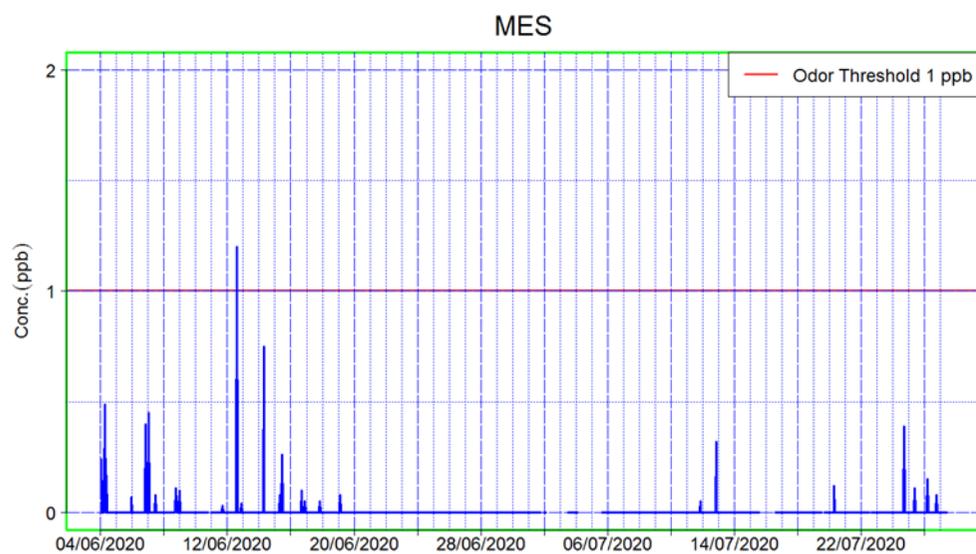
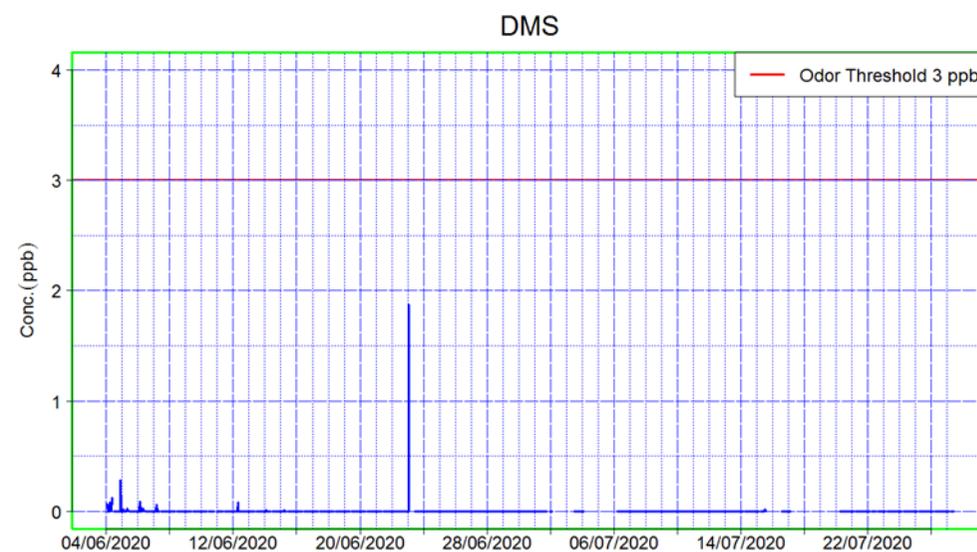
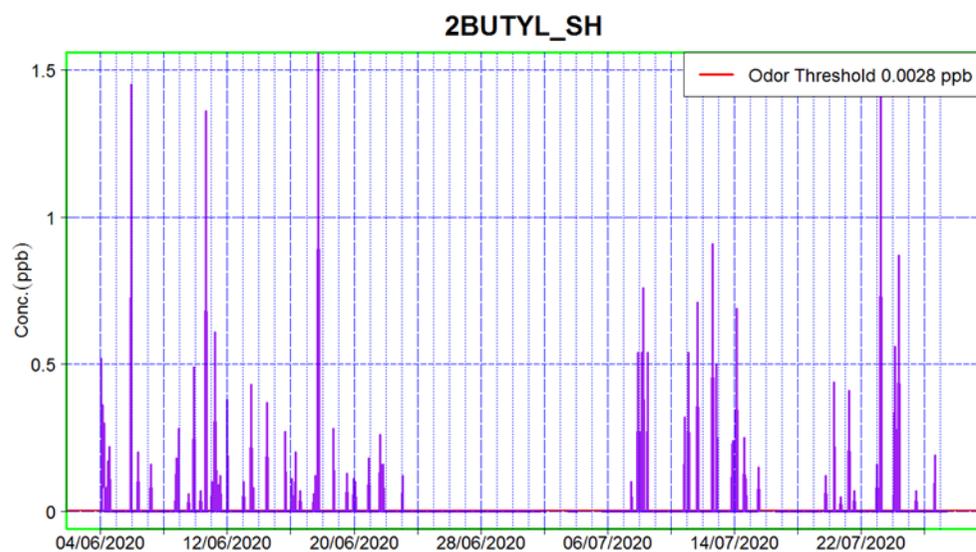


Figura 3: grafici della campagna di misura a Colonna (RM) per il 2-butyl mercaptano, dimetil-solfuro, metil-etil-solfuro, dimetil-disolfuro;

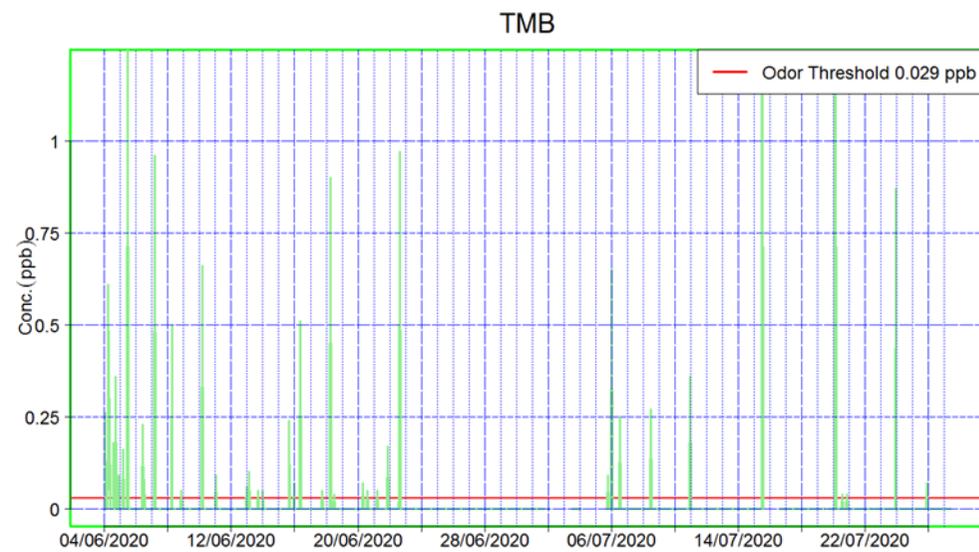
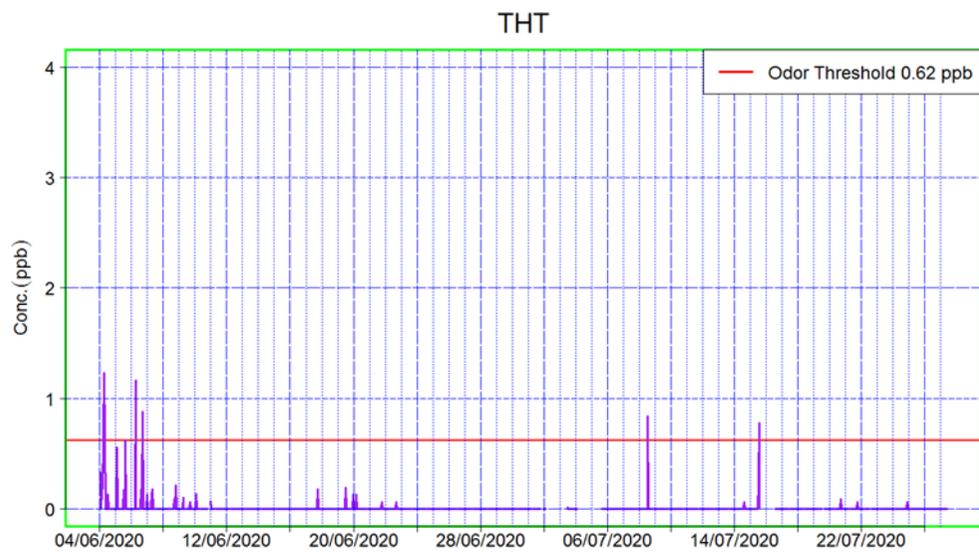


Figura 4: solfuro di tetrametile e terz-butil-mercaptano

Nel grafico dell'H₂S è stata indicata la linea di 7µg/m³ per fornire un riferimento del livello a cui le Linee Guida WHO "Air Quality Guidelines for Europe" individuano, per questa sostanza, la soglia al di sotto della quale dovrebbero restare le concentrazioni, misurate con un periodo di mediazione di 30 minuti, al fine di non provocare disturbo alla popolazione esposta.

Nella Tabella 4 è sinteticamente riportato il numero di ore in cui le medie orarie delle varie sostanze odorigene misurate durante il monitoraggio hanno superato la rispettiva soglia di odore. Tuttavia, come sottolineato anche sopra, il valore medio orario, utilizzato normalmente come indicatore nelle normali campagne di misura della qualità dell'aria, per la quantificazione della molestia olfattiva potrebbe non essere indicativo. Infatti in questo caso appare necessario utilizzare tempi di mediazione molto più brevi, anche dell'ordine di alcuni secondi, così da mettere in evidenza eventuali picchi di limitata durata temporale.

Tabella 4: Superamenti delle soglie di odore (OT) registrati per le medie orarie delle varie sostanze odorigene durante la campagna di misura.

SOSTANZA	ORE VALIDE	N° Sup OT	% Sup OT
DMDS	1106	0	0
METHYL-SH	1106	27	2.4
ETHYL-SH	1106	22	2
DMS	1106	0	0
ISO-PRO-SH	1106	30	2.7
TMB	1106	35	3.2
N-PROP-SH	1106	46	4.2
MES	1106	1	0.1
2-BUTYL-SH	1106	70	6.3
THT	1106	6	0.5
DES	1106	55	5
N-BUTYL-SH	1106	41	3.7
ISO-BUT-SH	1106	42	3.8
H₂S	1252	185	14.8
NH₃	1288	0	0

È bene precisare che i valori tabulati sono comunque riferiti a sostanze pure; in presenza di miscele le diverse sostanze possono interagire in maniera complessa dando origine ad effetti di additività, sinergia e antagonismo; schematicamente:

- additività: $R_{AB} = R_A + R_B$
- sinergia: $R_{AB} > R_A + R_B$
- antagonismo: $R_{AB} < R_A + R_B$

dove R_A e R_B rappresentano la soglia di percettibilità di due sostanze pure, mentre R_{AB} è la soglia di percezione della miscela ottenuta combinando le due sostanze.

5. Stima dell'impatto odorigeno

5.1 Metodo sperimentale per la determinazione del disturbo di una miscela di sostanze odorigene

Il metodo sperimentale utilizzato, basato su ricerche documentate da letteratura scientifica attuale, si prefigge di quantificare per ognuna delle ore in cui è durata la campagna di misura, l'**intensità di odore**, proprietà che esprime la forza dello stimolo olfattivo e ne rappresenta l'effetto. L'intensità di odore quindi porta un'informazione complementare rispetto alla concentrazione e tra di essi esiste una sostanziale differenza: la concentrazione è una misura della quantità di odore presente nella miscela gassosa, mentre l'intensità è una **misura della grandezza della sensazione che lo stimolo genera, venendo rilevato e interpretato dal sistema olfattivo**.

Sebbene concettualmente diverse, concentrazione ed intensità di odore sono grandezze correlate: solitamente, tanto più elevata è la concentrazione dell'odorante, tanto più intensa è la sensazione che genera. Analogamente a quanto avviene per altri sensi, come vista e udito, la relazione tra grandezza dello stimolo e intensità non è lineare ma logaritmica.

Esistono diverse funzioni matematiche che illustrano questa dipendenza tuttavia studi hanno riscontrato che la miglior corrispondenza tra quanto calcolato e quanto rilevato sperimentalmente attraverso tecniche di olfattometria dinamica è data dalla seguente relazione:

$$RELAZIONE DI WEBER-FECHNER: OI = k_1 \log_{10} (C/OT) + k_2$$

dove OI è l'intensità di odore, C la concentrazione dell'odorante, OT la concentrazione alla soglia di percezione, k_1 e k_2 i coefficienti di Weber-Fechner, caratteristici dell'odorante, da determinare sperimentalmente.

La scala di intensità di odore cui si fa riferimento è quella riportata nella tabella che segue

Intensità di Odore	Descrizione	
0	Nessun odore percepito	No odor
1	Odore debole	Odor slight
2	Odore rilevante e discernibile	Odor noticeable
3	Odore forte	Odor strong
4	Odore molto forte	Odor very strong
5	Odore intollerabile	Odor unbearable

Scala ASTM dell'intensità di odore

Poiché tuttavia nelle situazioni reali le sostanze odoranti sono sempre presenti in miscela, si pone la necessità di determinare l'intensità di odore della miscela odorigena che le varie sostanze formano. In letteratura scientifica sono documentati alcuni metodi di conversione per i quali i ricercatori hanno riscontrato una corrispondenza accettabile con metodi di determinazione alternativi condotti parallelamente. Uno di questi è citato nell'articolo "*Conversion of the chemical concentration of odorous mixtures into odour concentration and odour intensity: a comparison of methods*" da Wu et al. (2016) e consiste nel:

1. Determinare i contributi olfattivi di ogni composto rilevato (Odour Activity Value, OAV), come rapporto tra la concentrazione e la relativa soglia di percezione (Odour Threshold, OT):

Per l' i -esima sostanza che compone la miscela vale la relazione

$$OAV_i = \frac{C_i}{OT_i}$$



(La concentrazione della sostanza e la relativa soglia devono essere espresse in unità di misura coerenti in modo che l' OAV_i risulti adimensionale);

2. Sommare tra loro i singoli contributi OAV_i per determinare il $SOAV$ ovvero l'Odour Activity Value dell'intera miscela:

$$SOAV = \sum OAV_i$$

Il $SOAV$ di una miscela è proporzionale in prima approssimazione alla sua concentrazione di odore;

3. Calcolare l'intensità di odore (Odor Intensity, OI) della miscela attraverso la legge di Weber-Fechner assumendo il coefficiente moltiplicativo del logaritmo k_1 pari a 1 e il coefficiente additivo k_2 pari a 0,5

$$OI = \log_{10}(SOAV) + 0.5$$

Coerentemente al procedimento sopra esposto, si è proceduto pertanto a calcolare per ogni ora valida della campagna e per ogni sostanza discriminata dal gascromatografo il Valore di Attività Odorosa (OAV) a dividere il valore medio orario della concentrazione del composto con la relativa Soglia Olfattiva (OT).

I VOC quantificati dal PID, componente della strumentazione del Vigi-e-nose, a livello olfattivo, sono stati equiparati al DMS come da indicazioni della casa costruttrice.

Operativamente, pertanto, per ogni ora valida della campagna, è stato determinato un $SOAV$ che tenesse conto del contributo degli OAV di tutte le sostanze elencate al paragrafo 3.2 oltre ai $VOCEqDMS$.

Come sottolineato in precedenza ed ampiamente trattato nel documento "La molestia olfattiva. Fenomenologia, criticità e protocollo sperimentale di misura" (reperibile al link seguente http://www.arpalazio.gov.it/download/?sez=pubblicazioni&pid=file&fln=Report_MOLESTIA_OLFA_TTIVA_pdf_alta_risoluzione.pdf) il valor medio orario di una grandezza non è rappresentativo del

disturbo che percepisce il naso umano che inspira tipicamente ogni 5 secondi. Per tener conto di questo aspetto e valutare la possibilità che durante l'ora una molestia olfattiva sia percepita più volte anche per brevi momenti, è quindi necessario correggere il valor medio orario del SOAV e calcolarne il valore di picco (*SOAV_p*) definito come il 99° percentile della distribuzione che rappresenta l'andamento di tale grandezza nell'ora. Il *SOAV_p* viene utilizzato per la determinazione dell'Intensità di Odore *OI* della miscela attraverso la legge di Weber Fechner sopra citata. Lo strumento utilizzato allo scopo di ricostruire la distribuzione di probabilità delle sostanze sospese in aria, nell'ipotesi che si comportino statisticamente tutte nello stesso modo, è quello che misura l'H₂S in quanto ha un tempo di campionamento dell'ordine di qualche secondo (tempo quindi confrontabile con il respiro umano). Pertanto è possibile ricostruire la distribuzione di probabilità di tale inquinante all'interno dell'ora e applicarla, attraverso i parametri che la descrivono, al SOAV per ricavare il SOAV di picco.

5.2 Numero di ore per ogni evento

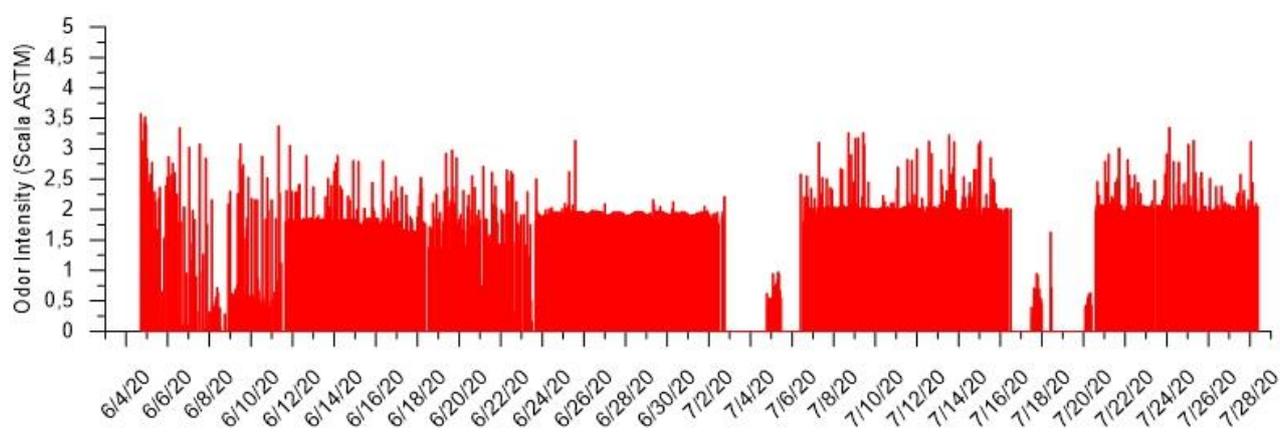
Nella tabella sotto riportata vengono indicate in quantità e in percentuale rispetto al totale delle ore valide della campagna (1288 ore), le ore corrispondenti a ciascuna delle classi individuate dalla scala ASTM degli odori. Le intensità di odore in tabella sono state calcolate utilizzando il concetto di intensità di picco, pertanto il valore assegnato a ogni singola ora non sta a significare che la percezione della molestia sia stata rilevata durante tutta l'ora ma che durante la stessa la molestia si sia verificata con una certa probabilità.

scala ASTM	Intensità di odore	Ore [numero]	Ore [%]
da nessun odore a debole	0 - 1	313	24%
da debole a discernibile	1 - 2	523	41%
da discernibile a forte	2 - 3	424	33%
da forte a molto forte	3 - 4	28	2%
da molto forte a intollerabile	4 - 5	0	0%

5.3 Ore odore istogrammi e rose

Il grafico che segue rappresenta l'andamento nel tempo dell'Intensità di odore ricavata applicando la legge di Weber Fechner (con coefficienti rispettivamente di 1 e 0.5) al *SOAVp*.

Vengono rappresentate solo le ore valide della campagna.

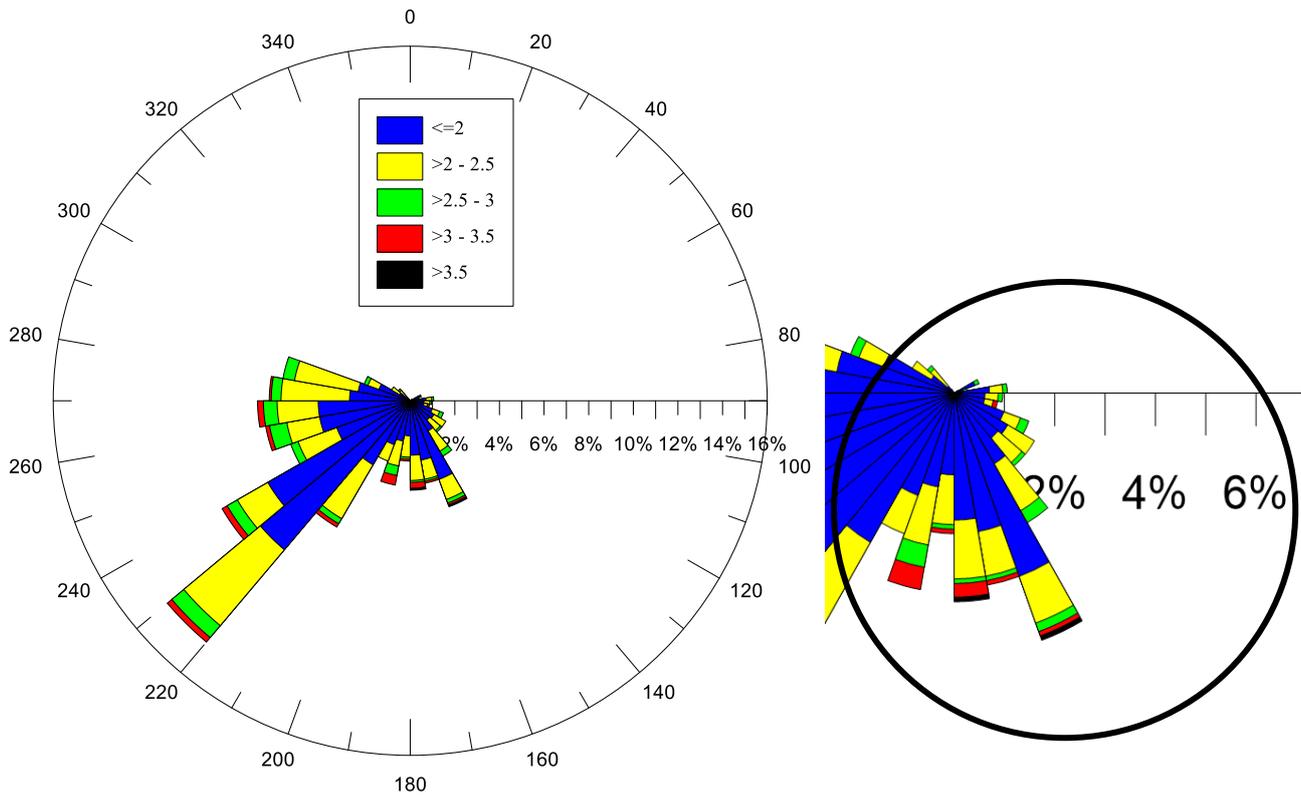


Gli OI di cui sopra potrebbero essere sottostimati, in quanto come già specificato nel paragrafo 3.3, lo strumento deputato alla quantificazione dei VOC, per alcuni periodi, è stato inattivo; pertanto in tali intervalli di tempo è stato valutato solo il contributo dei composti dello zolfo e dell'ammoniaca.

Al fine di individuare la direzione di provenienza degli odori si è rappresentata l'intensità di odore in funzione della direzione dei venti registrati per ogni ora della campagna dalla strumentazione presente nel mezzo mobile. Dalla rosa dei venti si desume che le direzioni da cui provengono gli odori, così come stimati dal metodo sperimentale utilizzato, sono comprese tra SUD-EST ed OVEST.

Tra direzione EST e direzione SUD si possono individuare due sorgenti di emissioni in atmosfera e quindi di potenziali odori, che sono la zona industriale e il traffico sul raccordo autostradale, nella zona compresa tra SUD e OVEST invece rimane come unica sorgente emissiva nota il traffico sul raccordo autostradale. E' ovviamente possibile che siano presenti nell'area ulteriori potenziali sorgenti di emissioni non conosciute.

Come evidenziato nella finestra di zoom del grafico sottostante i rari eventi in cui si stimano intensità di odore superiori a 3.5 provengono dalla direzione SUD-EST corrispondente alla posizione in cui si trovano entrambe le sorgenti di emissioni.



Si riporta di seguito la rosa delle intensità di odore sovrapposta all'ortofoto.



6. Campionatori Passivi

Per completare il quadro delle sostanze potenzialmente odorogene presenti nell'area di indagine, per i casi in cui non è stata possibile una speciazione attraverso la strumentazione presente sul mezzo mobile, sono stati utilizzati dei campionatori passivi. In particolare sono stati posizionati campionatori passivi per VOC per distinguerne le specie (infatti il vigi-e-nose ne fa una quantificazione complessiva) e per le aldeidi che invece non vengono misurate dalla strumentazione presente sul mezzo mobile. Si precisa che il contributo dei primi all'intensità di odore sopra stimata è presente attraverso la grandezza $VOCe_{qDMS}$ misurata dal vigi-e-nose, mentre il potenziale contributo delle aldeidi non è considerato. Al momento non sono emersi dall'analisi della letteratura scientifica, metodi robusti per riportare valori mediati in lunghi periodi di tempo, tipici appunto dei campionatori passivi, a distribuzioni di concentrazione che possano dare informazioni sulla molestia olfattiva procurata in brevi intervalli di tempo (tipica appunto del respiro umano).

I campionatori Radiello per VOC e per aldeidi sono costituiti da una cartuccia con un tubo in rete di acciaio inossidabile (5 mm) con maglia di $3 \times 8 \mu\text{m}$, riempito con materiale in grado di "catturare" le sostanze inquinanti (350 mg di carbone grafitato per i VOC e con di Florisil® rivestito di 2,4-dinitrofenilidrazina - 2,4-DNPH - per le aldeidi). I composti organici volatili sono captati per adsorbimento, sono recuperati per desorbimento termico e sono analizzati in gascromatografia capillare con rivelatore MS per i VOC e in HPLC con rivelatore DAD le Aldeidi. I campionamenti sono stati effettuati per tutto il periodo della campagna con la sostituzione dei campionatori ogni



settimana. In Tabella 5 e Tabella 6 sono riportati i valori misurati e le soglie di odore, inoltre sono evidenziati in grassetto i valori che superano le soglie odorigene.

Tabella 5: Aldeidi misurate sopra il mezzo mobile ARPA Lazio

		Formaldeide	Acetaldeide	Acroleina	Propanale (propionaldeide)	Butanale (butirraldeide)	Benzaldeide	Isopentane (isovaleraldeide)	Pentane (valeraldeide)	Esanale
Soglie $\mu\text{g}/\text{m}^3$		33	2.7	8.3	2.4	2	8.3	0.4	1.4	
Dal	al									
04/06/2020	11/06/2020	2.9	1.7	4.8	0.9	2.9	0.4	0.5	0.9	<0.6
11/06/2020	18/06/2020	3.4	2.1	7.8	<0.3	<0.9	<0.1	<0.2	<0.4	<0.6
18/06/2020	25/06/2020	2.2	3.3	6.0	0.5	<0.9	0.3	0.9	1.0	<0.5
25/06/2020	02/07/2020	2.9	3.3	6.7	0.8	8.0	0.3	1.0	1.2	0.6
02/07/2020	09/07/2020	2.5	2.1	6.0	1.0	4.4	0.4	0.6	0.8	<0.6
09/07/2020	16/09/2020	1.7	1.6	1.2	<0.3	<0.9	<0.1	<0.2	<0.4	<0.6
16/09/2020	23/09/2020	2.5	2.2	6.8	<0.3	<0.9	0.4	1.0	0.4	<0.5
23/09/2020	28/09/2020	2.1	36.2	<0.4	<0.4	<1.3	<0.2	<0.2	<0.5	<0.8

Tabella 6: BTEX misurati sopra il mezzo mobile ARPA Lazio

		Benzene	Toluene	Etilbenzene	m, p-Xilene	o-Xilene
Soglie $\mu\text{g}/\text{m}^3$		2.7	0.33	0.17	0.5*	0.38
Dal	al					
04/06/2020	11/06/2020	<0.4	0.5	<0.4	<0.4	<0.4
11/06/2020	18/06/2020	<0.4	0.6	<0.4	<0.4	<0.4
18/06/2020	25/06/2020	<0.4	0.6	<0.4	<0.4	<0.4
25/06/2020	02/07/2020	<0.4	0.8	<0.4	<0.4	<0.4
02/07/2020	09/07/2020	<0.4	0.7	<0.4	0.4	<0.4
09/07/2020	16/09/2020	<0.4	0.7	<0.4	0.4	<0.4
16/09/2020	23/09/2020	<0.4	0.7	<0.4	0.4	<0.4
23/09/2020	28/09/2020	<0.5	0.9	<0.5	<0.5	<0.6

*media (m-Xilene 0.041 ppm; p-Xilene 0.058 ppm)

I campionatori passivi Aldeidi e VOC, per la loro caratteristiche di mediare le concentrazioni su lunghi periodi, non sono in grado di fornire, in base alle conoscenze finora acquisite, un contributo che possa essere incluso nell'intensità di odore come definita nel presente documento. Tuttavia

forniscono informazioni aggiuntive che potranno eventualmente essere utilizzate in futuro per successivi approfondimenti.

7. Questionari

Un comitato di cittadini, attivo sulla problematica degli odori nell'area del comune di Colonna, ha inviato all'Agenzia tramite un proprio rappresentante, alcuni questionari nei quali erano registrate le rilevazioni degli eventi da parte della popolazione residente in alcune zone del comune.

Poiché tali questionari non risultano conformi alle modalità di compilazione e ai formati previsti dall'Allegato III della DGR Lombardia IX/3018 del 15/02/2012, che è riconosciuta a livello nazionale come linea guida di riferimento, non si è potuto procedere alla validazione dei questionari, secondo i principi di coerenza, in accordo alla citata Linea Guida.

Tuttavia si sono comunque effettuate alcune verifiche e, incrociando le ore in cui la popolazione ha registrato un evento di disturbo con i dati relativi alla direzione del vento che, in corrispondenza di esse, ha misurato l'anemometro sul mezzo mobile, si è riscontrato che nel 50% dei casi la provenienza del vento è dai settori compresi tra EST e SUD-OVEST, coerente con la posizione in cui si trovano due sorgenti di emissioni note (traffico autostradale e area industriale).

Incrociando le ore in cui la popolazione ha registrato un evento di disturbo con l'Odor Intensity calcolata per ogni ora a partire dai dati misurati dalla strumentazione presente sul mezzo mobile, nel 18% dei casi circa l'OI risulta maggiore o uguale a 2 (non è stato possibile effettuare la verifica per le ore nelle quali non erano disponibili i dati).



8. Conclusioni

L'ARPA Lazio, su richiesta del Comune di Colonna (Prot. ARPA Lazio n.29735/2020) ha eseguito, a partire dal 4 giugno 2020 e fino al 28 luglio, un secondo monitoraggio della qualità dell'aria ai sensi del D.lgs. 155/2010. Un primo monitoraggio dello stato di qualità dell'aria rispetto ai parametri del D.lgs. 155/2010 era stato condotto nel periodo febbraio-marzo 2020.

L'Agenzia nell'ambito della seconda campagna ha provveduto, oltre alla verifica degli inquinanti previsti dal D.lgs. n.155/2010, a realizzare un monitoraggio sperimentale dell'inquinamento odorigeno.

E' necessario evidenziare che il rispetto degli standard previsti dal D.lgs. n.155/2010 non assicura l'assenza di odori molesti.

L'assenza di un quadro normativo con riferimenti specifici ed adeguati alla complessità della problematica dell'impatto olfattivo, comporta l'insorgere di molteplici difficoltà nel valutare compiutamente l'impatto dei fenomeni osmogeni, in termini sia qualitativi che quantitativi.

Poiché l'odore è una risposta soggettiva ad una stimolazione delle cellule olfattive, presenti nella sede del naso, da parte di molecole gassose, l'oggettivazione degli odori e la loro misura univoca ed esaustiva, in particolare per miscele complesse e con più componenti, è un problema in buona parte ancora irrisolto, anche perché la sensibilità umana nella percezione degli odori spesso si dimostra superiore ai limiti di rilevabilità delle tecniche analitiche tradizionali.



Per tale motivo, non è identificabile un metodo esaustivo per la misura degli odori ma è spesso necessario ricorrere ad un insieme di indagini e di tecniche, tra loro complementari per riuscire ad ottenere il maggior numero di informazioni possibili.

L'ARPA Lazio ha avviato una serie di attività finalizzate a sperimentare la definizione di un protocollo di misura che, mediante l'utilizzo di analizzatori "in continuo" di inquinanti gassosi, provi ad evidenziare la presenza di fenomeni di inquinamento odorigeno. Il protocollo di misura è in corso di verifica attraverso l'esecuzione di campagne di misura ed il confronto con le altre Agenzia del Sistema nazionale di protezione dell'ambiente.

Per realizzare la misura dell'impatto odorigeno attraverso il protocollo sperimentale, l'ARPA Lazio ha posizionato un mezzo mobile in un'area adiacente al Palazzetto Don Vincenzo Palamara in Via Bruno Buozzi. Questo sito di misura è stato scelto in accordo con il Comune di Colonna sulla base degli esposti relativi alla presenza di cattivo odore.

Nel report sono stati rappresentati i grafici delle concentrazioni delle singole sostanze misurate dalla strumentazione presente sul mezzo mobile, con l'evidenza della soglia olfattiva di ciascuna, e la tabella con il numero di eventi in cui si registra un superamento della stessa.

Inoltre per valutare l'effetto odorigeno delle sostanze non singolarmente, ma tenendo conto della loro coesistenza in miscela, è stata stimata con un metodo sperimentale e per ogni ora valida della campagna, l'intensità di odore della miscela, il cui valore è raffrontabile con una scala a 5 valori che va da odore inesistente a odore intollerabile (fonte ASTM).

Dalle risultanze dello studio sperimentale **si registrano, nel periodo di misura (1288 ore), un 33% di eventi con intensità di odore da discernibile a forte (424 ore durante le quali la molestia si è**



verificata con una certa probabilità) e un 2% con intensità di odore da forte a molto forte (28 ore durante le quali la molestia si è verificata con una certa probabilità). E' opportuno ribadire che le intensità di odore sono state calcolate utilizzando il concetto di intensità di picco, pertanto il valore assegnato a ogni singola ora non sta a significare che la percezione della molestia sia stata rilevata durante tutta l'ora ma che durante la stessa la molestia si sia verificata con una certa probabilità.

Esiste una parziale sovrapposizione (pari a circa il 18%) delle ore nelle quali sono state registrate intensità di odore da discernibile a molto forte, con le ore durante le quali la popolazione residente ha rilevato la presenza di odore e lo ha segnalato attraverso alcuni questionari pervenuti all'ARPA Lazio attraverso un comitato dei cittadini.

La direzione dei venti, durante le ore in cui l'intensità di odore è significativa, risulta prevalentemente dai quadranti SUD-EST e SUD-OVEST che sono coerenti con la posizione di due sorgenti conosciute di emissioni in atmosfera presenti nella zona: l'area industriale e il traffico dell'infrastruttura stradale.



9. Bibliografia

Nagata Y. (2003a): *Odor intensity and odor threshold value*. – Journal of Japan Air Cleaning Association **41**, 17-25

Nagata Y. (2003b): *Measurements of odor threshold by triangle odor bag method. Odor measurements review*. – Ministry of Environment (MOE), Japan, pp. 118-127

Wu C., J Liu, P. Zhao, M. Piringier, G. Schaubberger (2016): *Conversion of the chemical concentration of odorous mixtures into odour concentration and odour intensity: a comparison of methods* – Atmos. Environ. , **127**, 283-292

World Health Organization Regional Office for Europe Copenhagen (2000): *Air Quality Guidelines for Europe* - WHO Regional Publications, European Series, No. 91

Sozzi R., Bennati L., Bolignano A. (2018): *La molestia olfattiva. Fenomenologia, criticità e protocollo sperimentale di misura* – ARPA Lazio Report/Aria_07

