

ISTITUTO SICUREZZA SOCIALE

## DIPARTIMENTO PREVENZIONE

U.O.C. SANITÀ PUBBLICA

U.O.S. Tutela dell'Ambiente Naturale e Costruito

# MONITORAGGIO DELLE EMISSIONI ODORIGENE IMPATTANTI SULL'AREA RESIDENZIALE DI FALCIANO ORIGINATE DALLE AREE INDUSTRIALI DI ROVERETA E CERASOLO

Omar Raimondi

Angelo Ercolani

In collaborazione con:

- UGRAA;
- Giunta di Castello di Serravalle

## INDICE

1.	Introduzione: il problema delle emissioni odorigene.....	3
2.	Inquadramento normativo e riferimenti tecnici.....	7
3.	Scopi e obiettivi dell'indagine .....	8
4.	Progettazione delle attività .....	9
5.	Area di studio .....	11
6.	Attività svolta .....	12
7.	Conclusioni.....	30

## 1. Introduzione: il problema delle emissioni odorigene

L'odore può essere descritto come la capacità di attivare il senso dell'olfatto da parte di una miscela di sostanze chimiche aerodisperse; tali sostanze vengono captate e percepite dall'apparato olfattivo umano. All'interno del naso sono infatti presenti recettori che, a contatto con le sostanze contenute nell'aria, generano stimoli elettrici differenti a seconda del tipo di sostanza; tali segnali, tramite il sistema nervoso, vengono poi inviati al cervello per il successivo eventuale riconoscimento. L'odore è un fenomeno complesso da analizzare poiché la potenzialità osmogena di una miscela gassosa dipende da aspetti oggettivi propri delle sostanze che la compongono (ad esempio volatilità, idrosolubilità, ecc.) ma anche da aspetti soggettivi di tipo fisiologico e psicologico propri delle persone che lamentano le maleodorazioni, nonché da aspetti ambientali (temperatura, pressione, umidità relativa dell'aria, velocità e direzione dei venti, ecc.). E' proprio a causa di questo complesso insieme di fattori che gli odori sono avvertiti dalle persone in modo differenziato, anche a distanze significative dalla fonte, e possono presentare variazioni percettive anche di breve durata.

Gli odori, ad oggi, costituiscono uno dei più rilevanti aspetti negativi di impatto ambientale di molti impianti industriali e/o artigianali tra i quali gli impianti di trattamento e smaltimento dei rifiuti, le lavorazioni dei sottoprodotti di origine animale, il trattamento di reflui zootecnici, la produzione di fertilizzanti, ecc.. Sebbene in generale non siano stati dimostrati effetti diretti sulla salute, essi possono essere causa di indubbio e persistente fastidio per la popolazione; la presenza di cattivi odori può alterare l'equilibrio psicofisico delle persone producendo uno stato di malessere tale da condizionarne il comportamento e diventare elemento di conflitto sia nel caso di impianti esistenti, sia nella scelta del sito di localizzazione di nuovi impianti. L'accettazione delle diverse attività produttive e di servizio da parte della popolazione è, infatti, in maniera sempre crescente condizionata anche dall'impatto olfattivo molesto potenzialmente associato ad essi. L'assenza di riferimenti legislativi specifici e la carenza di parametri oggettivi di confronto, spesso non definiti stante le difficoltà connesse alla soggettività della percezione olfattiva, unite alle complicate modalità di determinazione degli odori nell'ambiente, rende assai problematica la caratterizzazione del disagio percepito e, di conseguenza, l'attività propria dell'ente preposto al controllo ambientale. Da qui nasce l'esigenza di oggettivare il più possibile il problema del cattivo odore, affrontandolo sia con metodologie di indagine

consolidate (analisi chimiche e olfattometriche) ma anche con altre tecniche che ben si integrano tra loro (questionari, rilevazioni meteorologiche, sistemi olfattivi elettronici, ecc.).

Analisi dei fenomeni e brevi tempi di risposta possono essere ottenuti mediante i Sistemi Olfattivi Elettronici (più semplicemente nasi elettronici) opportunamente predisposti e calibrati. Attualmente tali sistemi risultano essere potenzialmente in grado di rispondere a queste esigenze conoscitive ma è necessario ottimizzarli e/o testarli per le specifiche problematiche, in particolare per valutarne l'efficacia in merito alla presenza degli odori in tracce. Dato il carattere sperimentale delle verifiche con il sistema olfattivo elettronico, è spesso opportuno prevedere in abbinamento, per quanto possibile, una serie di rilevamenti complementari alle indagini con il naso elettronico (indagini chimiche, olfattometriche, dati meteorologici, annotazioni di odore, ecc.) che permettano di acquisire ulteriori conoscenze necessarie per poter interpretare al meglio le risultanze dei rilevamenti del naso elettronico stesso.

### **1.1 Le tecniche di misura degli odori**

L'odore è una risposta soggettiva (cioè variabile da individuo a individuo) ad una stimolazione delle cellule olfattive presenti nella sede del naso, da parte di molecole gassose. Poiché le sensazioni che una stessa miscela gassosa genera in più persone è diversa, l'oggettivazione delle proprietà odorose permetterebbe di distinguere, tra le varie situazioni, quelle di reale molestia olfattiva. L'oggettivazione degli odori e la loro misura univoca ed esaustiva, in particolare per miscele più o meno complesse e con più componenti, è un problema in un 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 esiste un metodo ideale per la misura degli odori ma è necessario ricorrere ad un insieme di indagini e di tecniche, tra loro integrate, per riuscire ad ottenere il maggior numero di informazioni possibili.

La misura ed il monitoraggio delle percezioni odorigene può essere effettuata con diverse modalità:

- Mediante caratterizzazione chimica qualitativa e quantitativa: è finalizzata alla determinazione della composizione chimica della miscela di sostanze che determinano l'odore. L'analisi chimica fornisce una conoscenza

quali/quantitativa dei composti di maggior interesse presenti nel gas, ma non consente, di norma, precise considerazioni sull'impatto odorigeno: difficilmente i risultati delle analisi possono essere tradotti in termini precisi di intensità dell'odore, gradevolezza, ecc.. Le analisi chimiche vengono eseguite generalmente focalizzando l'attenzione sulle categorie di composti di interesse ambientale e sanitario caratterizzate da bassa soglia olfattiva e che possono essere presenti in determinate circostanze, sulla base delle conoscenze dei cicli produttivi e delle attività antropiche insistenti sulle zone interessate al problema. In funzione di ciò vengono scelte le tecniche di campionamento e le analisi adeguate alla determinazione dei composti così individuati.

- - Mediante analisi in olfattometria dinamica secondo la norma UNI EN 13725. Le tecniche sensoriali o di "olfattometria dinamica" consistono nel presentare l'aria odorosa, diluita con aria deodorizzata, a un gruppo di persone selezionate (panel) per registrarne le sensazioni risultanti: tale misura ha principalmente l'obiettivo di determinare la concentrazione di odore con l'aiuto dell'olfatto umano come sensore. Contrariamente all'analisi chimica, quella olfattometrica non fornisce l'identificazione di una sostanza o di un gruppo di sostanze bensì permette di determinare le "unità di odore" della miscela gassosa. In tale modo è dunque possibile "numerizzare" una sensazione utilizzando un metodo che misura oggettivamente (per quanto tecnicamente possibile) la reale molestia olfattiva. Tramite l'elaborazione delle risposte del panel è possibile arrivare a stimare il numero di diluizioni necessarie affinché l'odore non venga più percepito da almeno il 50% dei componenti del panel e da qui si giunge alla concentrazione, in unità di odore al metro cubo, del campione in esame (U.O./m<sup>3</sup>). A titolo di esempio, un campione di aria che necessita di essere diluito 500 volte per non essere più percepito da almeno il 50% del panel, avrà una concentrazione di odore pari a 500 U.O./m<sup>3</sup>; pertanto, la carica di odore di un generico campione è data dal numero di diluizioni che quest'ultimo deve subire per non essere percepito da almeno la metà dei componenti del panel.
- - Mediante la rendicontazione della percezione del disturbo olfattivo da parte della popolazione residente. La metodologia comprende diverse forme di annotazione e rendicontazione:

- ✓ l'utilizzo di questionari da compilare in giorni e ore stabilite da parte di un campione predeterminato di persone volontarie. Un gruppo di volontari addestrati effettua una valutazione dell'odore percepito presso alcune zone predeterminate, durante le ore sia diurne che notturne, in giornate lavorative e festive;
- ✓ il monitoraggio in campo tramite un panel di esaminatori. Il territorio viene suddiviso in maglie e gli esaminatori esaminano periodicamente tutta la griglia interessata dal monitoraggio, compilando una scheda di rilevazione;
- ✓ il monitoraggio sistematico del disturbo olfattivo tramite rendicontazione delle segnalazioni (anche spot) di percezione di odore da parte della popolazione residente

Spesso, tali indagini vengono abbinate alle rilevazioni dei principali parametri meteorologici che influenzano la propagazione degli odori (direzione e velocità del vento) e, nei casi ritenuti più significativi, è possibile estendere le indagini con studi che richiedono l'applicazione di modelli matematici di ricaduta per valutare le aree potenzialmente coinvolte.

- -Mediante l'utilizzo di un "Naso Elettronico": è un dispositivo in grado di simulare il processo mentale di memorizzazione e riconoscimento degli odori tipico del sistema olfattivo umano. L'abbinamento di un sistema olfattivo elettronico alle precedenti tecniche di indagine, ancorché da ottimizzare sulle situazioni specifiche, è il naturale completamento dei rilievi possibili in merito a problematiche di odore.

Il sistema olfattivo elettronico è uno strumento progettato per rilevare e riconoscere miscele di gas e composti volatili. Il suo principio di funzionamento si basa sulla elaborazione dei segnali elettrici prodotti da un insieme di sensori in presenza della miscela gassosa da analizzare. I sensori utilizzati per la rilevazione delle sostanze gassose sono costituiti da film sottili di ossidi metallici semiconduttori (MOS), quali ad esempio ossidi di stagno, di molibdeno, di indio, di tungsteno, ecc. ecc. Questi materiali, riscaldati a temperature di 300÷400 °C, presentano una conducibilità elettrica variabile in funzione dei gas presenti nell'ambiente d'esercizio. Prerogative dei sensori MOS sono l'elevata stabilità nel tempo e l'ottima risposta nei confronti di tutte le molecole organiche (idrocarburi, aldeidi, alcoli, ecc.) normalmente associate ad una moltitudine di processi chimici e biochimici. Oltre all'aspetto fondamentale delle prestazioni dei sensori, la messa a punto di sistemi olfattivi elettronici industriali

richiede ulteriori competenze specifiche in campo chimico, impiantistico, elettronico, informatico e statistico. E' infatti necessario progettare sistemi in grado di interfacciarsi con diverse logiche operative, di campionare e monitorare gli odori direttamente in campo o sulle linee di produzione, di acquisire ed elaborare le misure in tempi rapidi, così come risulta indispensabile avere a disposizione software in grado di analizzare situazioni complesse. L'insieme dei dati generati dalle risposte dei diversi sensori viene sottoposto ad elaborazioni matematiche che, attraverso complessi algoritmi di calcolo, ricercano i principali parametri e grandezze matematiche caratteristiche che differenziano i vari campioni e le loro impronte olfattive. Viene solitamente utilizzata la elaborazione definita P.C.A. (*Principal Component Analysis*) che permette anche di avere una visione grafica di insieme delle impronte olfattive ottenute, attraverso una rappresentazione a 1 o più dimensioni.

Gli obiettivi nell'utilizzo di tali sistemi sono solitamente duplici: quantificare l'intensità dello stesso in termini di unità odorimetriche, sia all'interno di vari impianti produttivi e di trattamento dei rifiuti quali discariche, impianti di compostaggio, ecc. (in situazioni, quindi, in cui si ha presenza di aria a concentrazione odorosa ben percepibile) ma soprattutto identificare la sorgente di emissione dell'odore nelle situazioni in cui l'odore viene percepito a distanza dall'insediamento produttivo. Il sistema olfattivo elettronico, tramite la risposta dei propri sensori allo stimolo creato dall'aria odorosa, ne crea una impronta caratteristica (una ipotetica impronta digitale del campione di aria) che, con l'ausilio di tecniche di elaborazione matematica, servirà allo strumento per riconoscere eventuali campioni dalle caratteristiche simili tra loro. Nel caso in cui il naso elettronico sia stato opportunamente addestrato e calibrato con campioni noti e precedentemente analizzati secondo la norma UNI EN 13725 esso potrà, oltre che predirne l'origine, anche restituire un valore in termini di unità odorimetriche.

## **2. Inquadramento normativo e riferimenti tecnici**

Il Codice Ambientale, Decreto Delegato n. 44/2012 e successive modifiche e integrazioni disciplina la problematica delle emissioni in atmosfera e della qualità dell'aria in genere, individuando valori guida o valori limite di concentrazione per

alcuni inquinanti. Tuttavia, per le emissioni odorigene intese come miscele di composti gassosi che producono molestia olfattiva, mancano completamente riferimenti normativi cogenti sui livelli di accettabilità degli odori e sul disagio olfattivo. Non essendo presente una normativa specifica che preveda valori limite in materia di emissioni odorigene, si può solamente fare riferimento alla normativa generale in materia di ambiente.

Pur in assenza di riferimenti normativi tecnici nazionali sui livelli di accettabilità degli odori, lo studio delle alterazioni dell'aria provocate da emissioni odorigene può essere progettato e realizzato prendendo in considerazione documenti tecnici e normative locali italiane che consentono comunque di affrontare con sufficienti garanzie tecniche le problematiche di odore.

In particolare si segnalano i seguenti riferimenti:

- D.G.R. 15 febbraio 2010 n. IX/3018 emanata dalla Regione Lombardia: linee guida per la caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera derivanti da attività a forte impatto odorigeno. Si tratta di una norma regionale che descrive le modalità di indagine, anche preventiva, in materia di emissioni odorigene da attività produttive ed è spesso citata poiché fornisce indicazioni tecniche sulla corretta esecuzione delle indagini e dei monitoraggi.
- Manuale APAT "Metodi di misura delle emissioni olfattive" n.19/2003 che approfondisce le tecniche di determinazione per la rilevazione dei composti odorigeni e i modelli matematici di ricaduta al suolo, facendo una panoramica delle normative presenti in altri paesi europei ed extraeuropei.

### **3. Scopi e obiettivi dell'indagine**

Da diversi anni il Dipartimento Prevenzione riceve esposti da parte della popolazione residente in località Falciano – Rovereta e da parte di lavoratori operanti in aziende dell'area industriale di Rovereta, riguardanti esalazioni maleodoranti i idrocarburi presenti nell'aria. Negli anni 2014, 2015 e 2016 sono state eseguite campagne di monitoraggio dei Composti Organici Volatili tramite campionatori passivi (RADIELLI) in località Falciano ai fini di qualificare e quantificare le sostanze presenti in atmosfera presumibilmente causa di disagio



odorigeno. Per approfondire le indagini e per una più approfondita valutazione dei disagi segnalati, per capirne l'entità e la causa, nell'estate dell'anno 2017 sono state pianificate ed eseguite una serie di indagini integrate quali rilievi meteorologici, annotazioni sistematiche degli odori da parte di personale formato, rilievi in continuo di Composti Organici Volatili e campionamenti con RADIELLI.

L'indagine, nel suo complesso, si è perciò sviluppata attraverso una serie di attività integrate tra loro, tra le quali:

- individuazione delle attività produttive con eventuale impatto odorigeno che insistono nell'area di studio;
- rilevazione dati meteorologici;
- rilevazioni soggettive di odore eseguite da personale formato quale Guardie Ecologiche UGRAA, funzionari Dipartimento Prevenzione e membri della giunta di castello di Serravalle.
- rilevazione continua dei Composti Organici Volatili;
- campionamenti aria con radielli.

Questo con l'obiettivo di consentire di quantificare oggettivamente, pur con le approssimazioni e le limitazioni insite in una ricerca sperimentale, la durata dei fenomeni odorosi, per la valutazione l'accettabilità della percezione del disturbo olfattivo della popolazione residente.

#### **4. Progettazione delle attività**

In via preliminare sono state individuate le attività che potenzialmente possono produrre emissioni in atmosfera di sostanze odorigene impattanti sull'area abitata di Falciano sia considerando le conoscenze a disposizione sugli stabilimenti produttivi delle aree industriali sammarinesi sia le segnalazioni dei cittadini riguardo alle attività presenti in località Cerasolo.

Quindi è stata installata una stazione meteorologica in località Rovereta al fine di correlare sia le segnalazioni, sia le annotazioni di odori, sia i rilievi di COV in atmosfera ad una specifica direzione di provenienza. Poi è stato definito un percorso e sette postazioni di sosta per effettuare le annotazioni di odori, è stato definito il posizionamento del sensore di rilievo dei COV e sono stati pianificati i rilievi tramite radielli in termini di tempistica di campionamento e localizzazione dei

punti di rilievo. Il tutto al fine di indagare l'area residenziale di Falciano rispetto all'esposizione di emissioni odorigene.

Il monitoraggio in continuo dei COV e le annotazioni degli odori hanno interessato il periodo di tempo che va dal 17/07/2017 al 15/10/2017 mentre i rilievi effettuati con campionatori passivi sono stati effettuati dal 30 agosto al 27 settembre.



***Figura 1*** Stazione meteorologica posizionata sulla copertura dell'edificio Tonelli a Rovereta



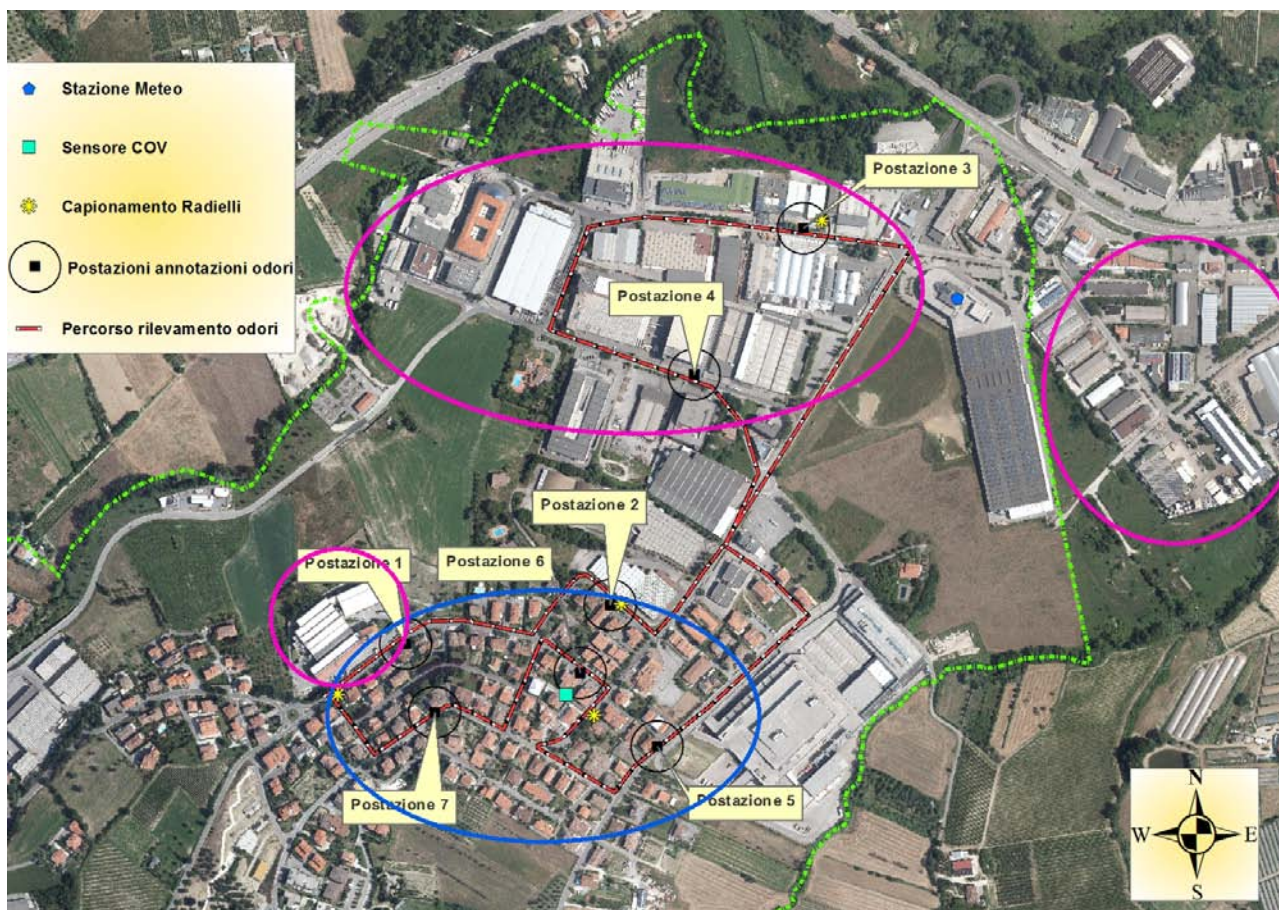
**Figura 2** Centralina monitoraggio Composti Organici Volatili CairPol



**Figura 3** Campionatori Passivi per Composti Organici Volatili – Radielli -

## 5. Area di studio

L'area in esame (Figura 4) è costituita dall'area residenziale di Falciano Rovereta che è circondata ad ovest da uno stabilimento industriale, a Nord dalla zona industriale di Rovereta e ad Est dall'agglomerato produttivo di Cerasolo.



*Figura 4 Area di indagine*

## 6. Attività svolta

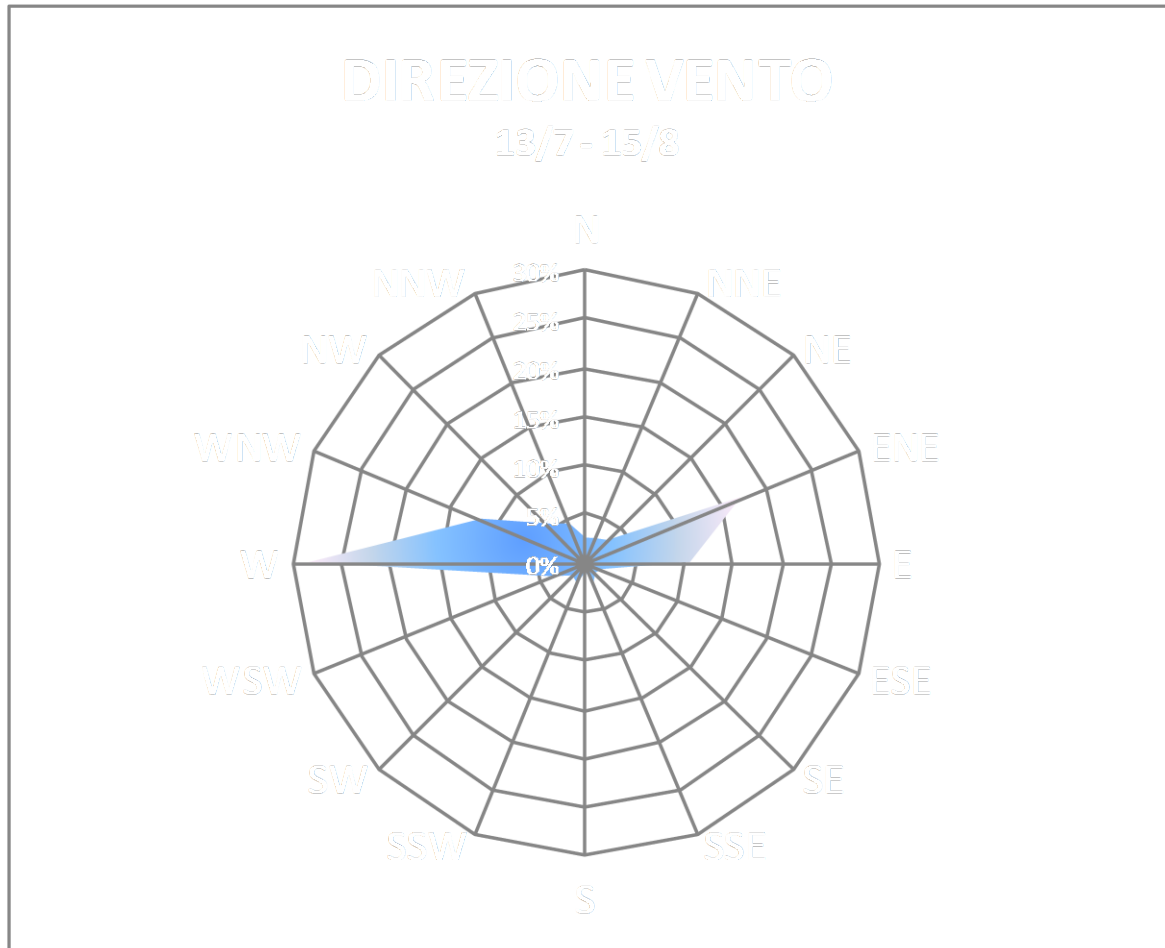
### 6.1 Rilievi Meteorologici

Ai fini di correlare in maniera precisa sia le annotazioni di odori, sia i rilievi di Composti Organici Volatili sia le segnalazioni dei cittadini residenti a Falciano con la direzione di provenienza delle sostanze che determinano odori percepiti, è stata installata una stazione meteorologica in località Rovereta sulla copertura dell'edificio Tonelli.

La centralina meteo registra i dati di vento come medie ogni 10 minuti e, nel periodo di indagine **13 luglio al 15 ottobre** sono stati acquisiti un quantitativo significativo di dati meteorologici tra cui temperatura, pressione, velocità e direzione del vento.

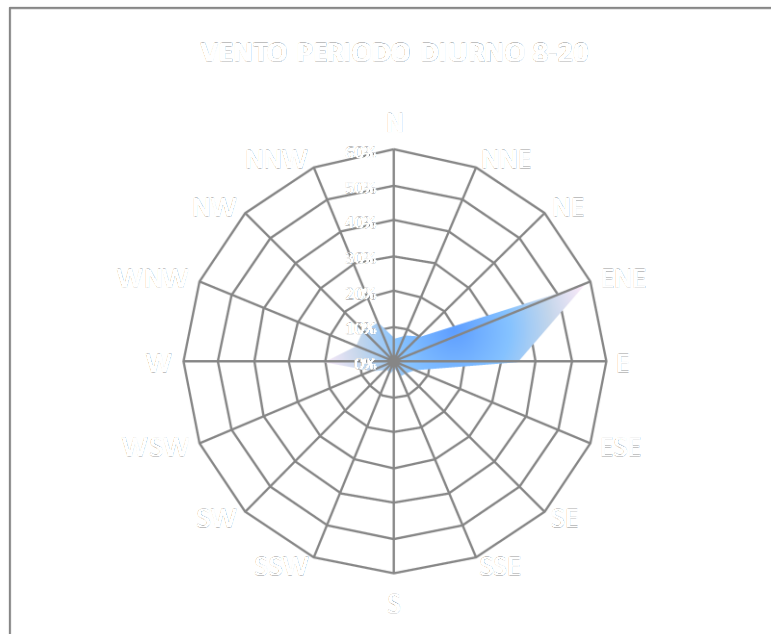
In **figura 5**, dove viene descritto il vento prevalente mediante rappresentazioni su rosa dei venti (rappresentazione grafica in cui è indicata, in termini di percentuale

di tempo, l'importanza delle diverse direzioni di provenienza dei venti), è riportato il periodo complessivo di indagine. Come mostrato in figura, le due direzioni prevalenti di provenienza del vento sono Ovest – Nord Ovest ed Est - Nord Est.

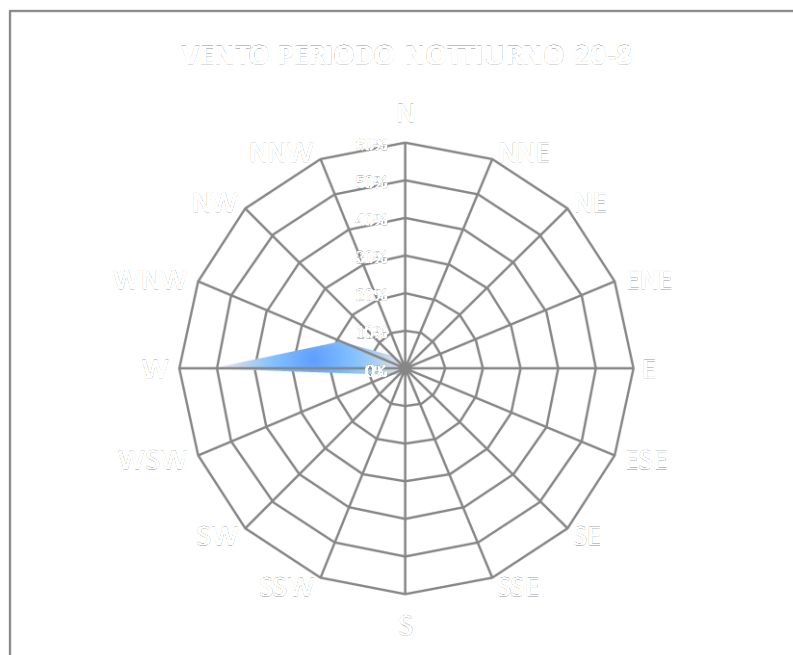


**Figura 5** Direzione di provenienza dei venti nel periodo complessivo 13 Luglio – 15 Ottobre 2017

I dati meteorologici sono stati anche elaborati per fasce orarie diurna (dalle 8 alle 20) e serale/notturna (dalle 20 alle 8). Le rose dei venti così elaborate sono riportate nella **figura 6** e **figura 7**

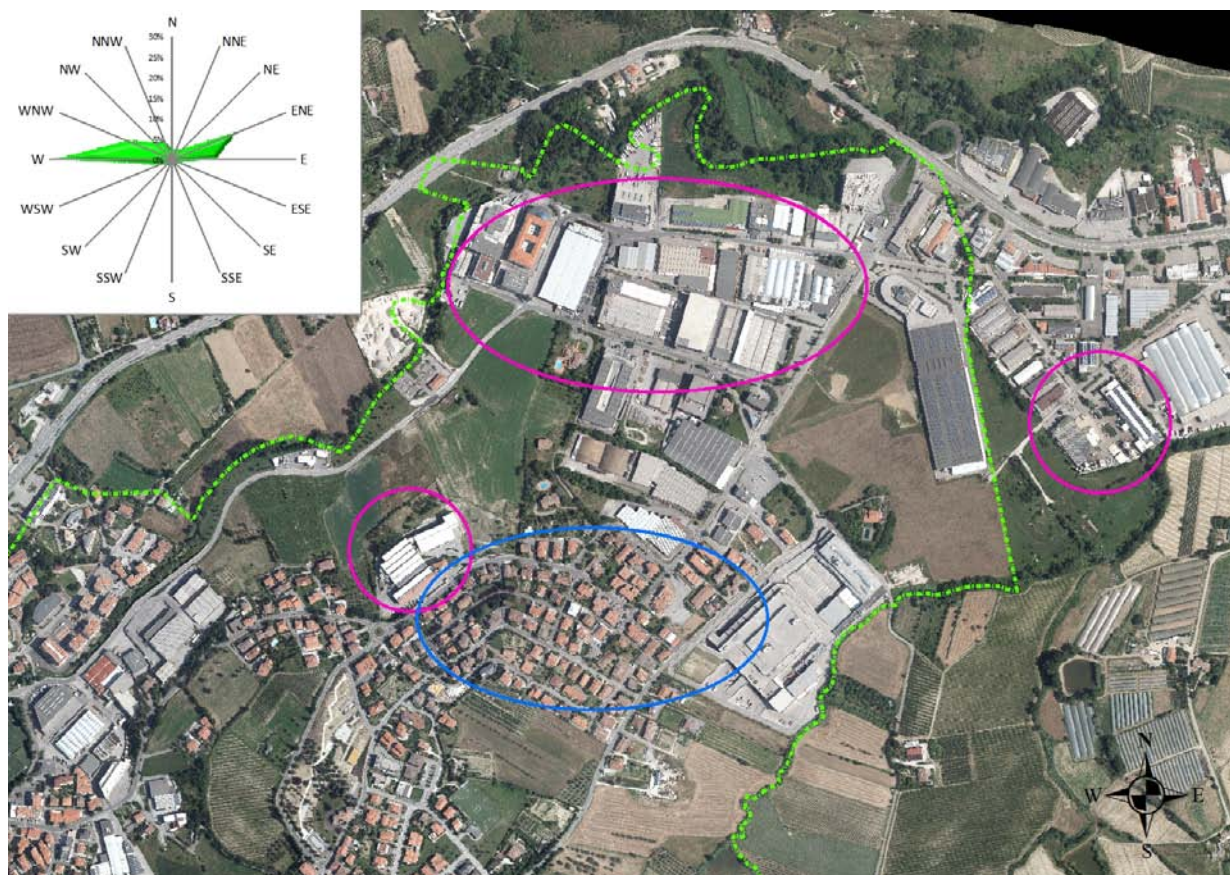


**Figura 6** Direzione di provenienza dei venti nel periodo complessivo 13 Luglio – 15 Ottobre 2017 nella fascia oraria diurna 8 - 20



**Figura 7** Direzione di provenienza dei venti nel periodo complessivo 13 Luglio – 15 Ottobre 2017 nella fascia oraria notturna 20 - 8

Gli grafici sopra riportati è possibile notare che nella fascia oraria diurna le direzioni prevalenti del vento sono Est e Nord-Est, mentre nelle ore serali, la direzione Ovest – Ovest-Nord-Ovest diventa la più significativa.



**Figura 8** Direzione di provenienza dei venti nel periodo complessivo riferita al luogo di indagine

In **figura 8** viene rappresentata la sovrapposizione della cartografia della zona indagata con la rosa dei venti che indica specificatamente la provenienza del vento nel periodo complessivo del monitoraggio. Sulla mappa sono state segnalate all'interno di un'ellisse blu l'area residenziale di Falciano ed all'interno di cerchi fucsia aree e stabilimenti industriali che emettono in atmosfera sostanze odorigene.

Dall'esame complessivo dei dati, la provenienza del vento dalle direzioni Ovest – Ovest Nord Ovest ed Est Nord - Est assume una significativa importanza; pertanto l'area residenziale di Falciano, è maggiormente esposta a sorgenti odorigene ubicate in questi settori.

## 6.2 Annotazione di odori

### 6.2.1 Individuazione delle postazioni di rilievo

Sulla base delle segnalazioni ricevute, dei rilievi di COV eseguiti negli anni scorsi e della conoscenza delle realtà produttive della zona, è stato individuato un percorso e sette postazioni di sosta dove effettuare le annotazioni di odori.



**Figura 9** Percorso e postazioni per annotazioni odori

### 6.2.2 Addestramento del personale

Oltre a funzionari del Dipartimento Prevenzione, le annotazioni di odori sono state eseguite da Guardie Ecologiche dell'UGRAA e da volontari della Giunta di Castello di Serravalle. Pertanto si è provveduto ad "addestrare" il personale. Le indagini sensoriali e i rilievi sono focalizzati principalmente sulla presenza e assenza degli odori, sul tono edonico cioè il "fastidio" o "gradevolezza" degli stessi, sulla base della conoscenza/esperienza pregressa di caratterizzarlo da parte dei rilevatori. Si è stabilito l'utilizzo possibilmente di due rilevatori per ogni sessione di indagine per aumentare il numero statistico dei rilievi, le cui valutazioni devono essere distinte e personali, non dovendosi influenzare a vicenda sulle annotazioni.

Nell'addestramento è stato indicato quanto segue:



- non fumare durante il monitoraggio o, ancora meglio, che l'ultima sigaretta sia stata fumata più di mezz'ora prima, ciò per non compromettere il senso dell'olfatto;
- non mettersi sostanze profumate e/o prodotti per l'igiene personale troppo intensi prima delle sedute;
- una volta raggiunte le postazioni, si deve obbligatoriamente scendere dalla macchina, annotare l'orario, le condizioni meteo (annotazione direzione /intensità del vento, precipitazioni se presenti, ecc...);
- compilare la scheda delle annotazioni (**Figura 10**) secondo le indicazioni e le note;
- se è presente un odore i soggetti devono cercare di caratterizzarlo, se non è presente, devono annotare l'assenza.

Sull'esempio tratto da studi effettuati dall'ARPAE di Rimini, sono stati predisposti i moduli specifici per la raccolta delle segnalazioni di odore (**Figura 10**). Le annotazioni dei momenti di percezione di odore prevedono la segnalazione del giorno e del periodo temporale (ora/minuto di inizio e di fine rilevazione) in cui il personale avverta le maleodorazioni presso le 7 postazioni individuate. Il periodo monitorato ha riguardato l'arco di tempo che va dal 17 luglio al 15 ottobre a giorni alternati e questo è stato volutamente fatto coincidere con il monitoraggio effettuato in automatico con il sensore che rileva in continuo i composti organici Volatili e con i campionamenti effettuati con i Radielli.

<b>PROGRAMMA DI RILIEVI ALLE EMISSIONI ODORIGENE - 2017</b>							
Rilevatore 1 _____		Rilevatore 2 _____					
Rilievi olfattivi eseguiti in data _____		dalle ore _____		alle ore _____			
Condizioni meteorologiche _____							
Vento <sup>1</sup> : Intensità _____ m/s Direzione (da dove proviene il vento?) _____							
<b>Punti di rilevazione e report dei rilievi</b>							
Denominazione Punto	Ora Rilievo	Rilevatore 1		Rilevatore 2		Note*	
		Intensità	Tono edonico	Intensità	Tono edonico	Rilev.1	Rilev.2
Postazione 1						D -	D -
Postazione 2						D -	D -
Postazione 3						D -	D -
Postazione 4						D -	D -
Postazione 5						D -	D -
Postazione 6						D -	D -
Postazione 7						D -	D -

La valutazione dell'intensità della sensazione olfattiva vengono schematizzate nel seguente modo:

<p><b>Intensità (presenza):</b></p> <p><b>0</b> = Rilevazione impercettibile/assente</p> <p><b>1</b> = Rilevazione debole</p> <p><b>2</b> = Rilevazione distinto</p> <p><b>3</b> = Rilevazione forte/molto forte</p>	<p><b>Tono edonico (gradevolezza/sgradevolezza)</b></p> <p><b>0</b>=Neutro (nessun fastidio)</p> <p><b>1</b>=fastidio molto leggero</p> <p><b>2</b>=fastidio distinto</p> <p><b>3</b>=fastidio serio</p>
--	--

**(\*) Caratterizzazione dell'odore (SOLO se riconosciuto):**

**D-1** Traffico (Smog) - Asfalto.

**D-2** Cucina/Cottura cibi/odori di alimentari in genere.

**D-3** Benzina/Gasolio.

**D-4** Vernici/Solventi in genere.

**D-5** Rifiuto tipo dei cassonetti/bidoni, odore di rancido/marcio.

**D-6** Fumi di combustione in genere (es: caldaie a gas, a gasolio, di legna, plastica bruciata, ecc...).

**D-7** Fogna - Impianto di depurazione.

**D-8** Altro odore Sgradevole (es: anticrittogamici, di "medicina", altri odori non classificabili, ecc...) specificare il tipo: \_\_\_\_\_).

**D-9** Altro odore Gradevole (tipo: \_\_\_\_\_).

**Note:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

San Marino \_\_\_\_/\_\_\_\_/2017

I Rilevatori

\_\_\_\_\_

➤ **<sup>1</sup>Vento.** Se presente inserire i campi richiesti aiutandosi con un anemometro.

➤ **Intensità/Presenza.** Valutare (autonomamente) l'eventuale presenza di odori assegnando un punteggio da 0 a 3. Se riconosciuto indicarne la caratterizzazione.

➤ **Tono edonico.** Solo in caso di presenza di odori, assegnare se l'odore percepito può essere +/- gradevole o sgradevole, assegnando un punteggio da 0 a 3

Figura 10 Scheda per annotazioni odori

### 6.3 Elaborazioni delle annotazioni di odori

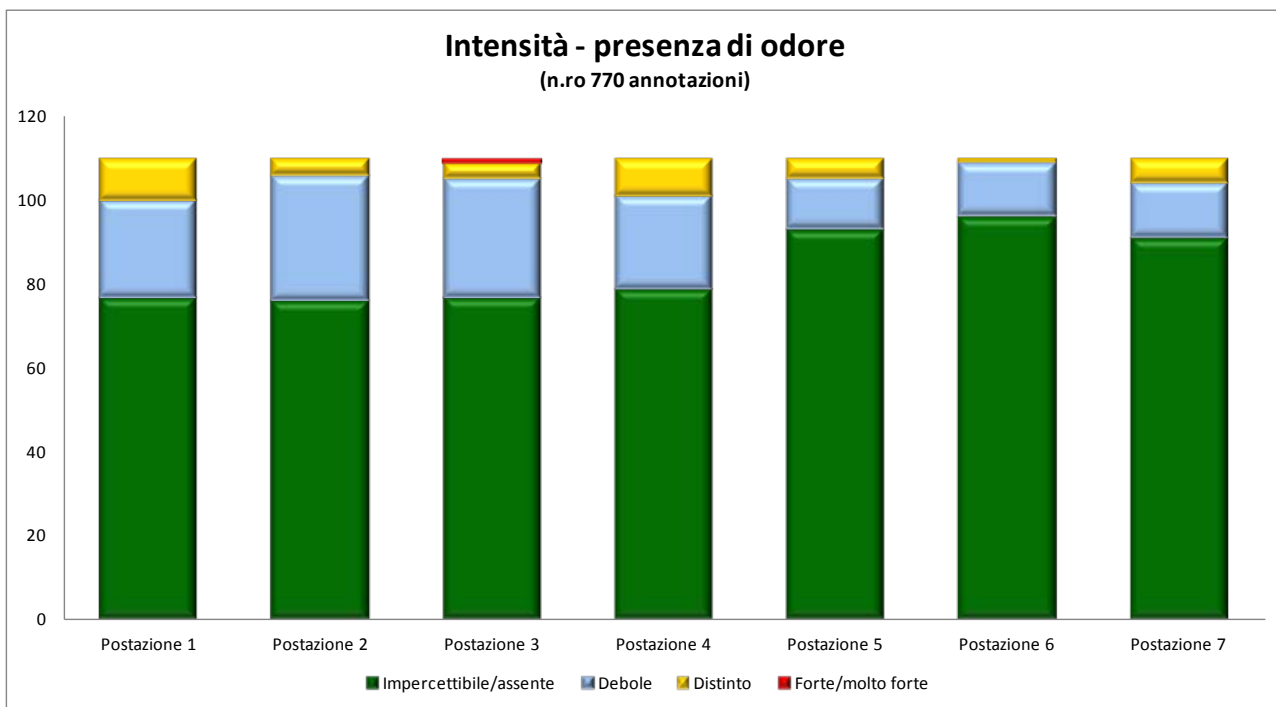


Figura 11 Intensità – presenza di odore per postazione di rilievo

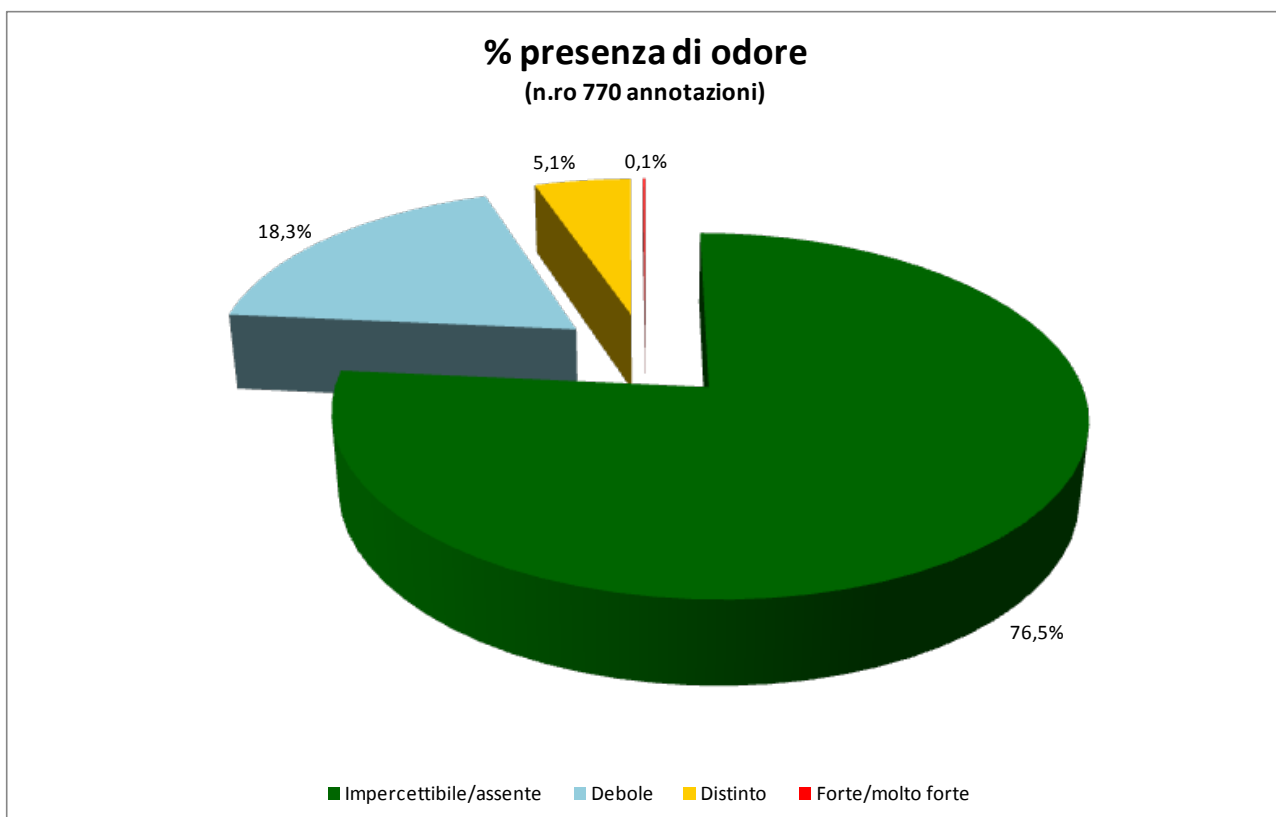


Figura 12 Percentuale presenza di odore

In **figura 11** viene rappresentato per 770 annotazioni di odori la percentuale delle registrazioni relative alla presenza di odori nelle diverse postazioni di rilievo. In **figura 12**, invece, viene rappresentata la percentuale delle registrazioni relative alla presenza di odori in maniera complessiva sulle 770 annotazioni.

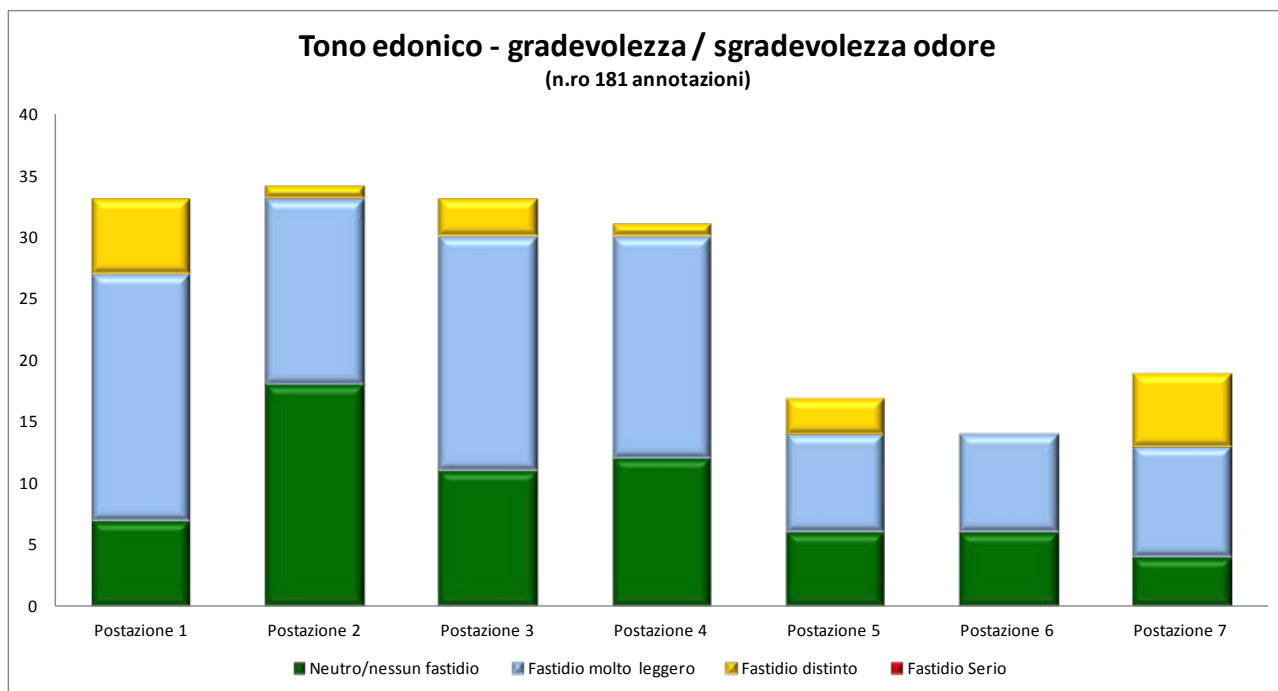
Si può osservare come complessivamente il 76.5% di rilevazioni di odori abbia evidenziato una percezione di odore assente, il 18.3% delle rilevazioni ha indicato una percezione di odore debole, nel 5.1% dei rilievi la percezione di odore è stata distinta e nello 0.1% forte/molto forte.

Si rileva come la percentuale di presenza di odore sia stata rilevata in maniera molto simile su tutte le postazioni. La piccola percentuale di percezione di odore forte è stata rilevata nella postazione 3.

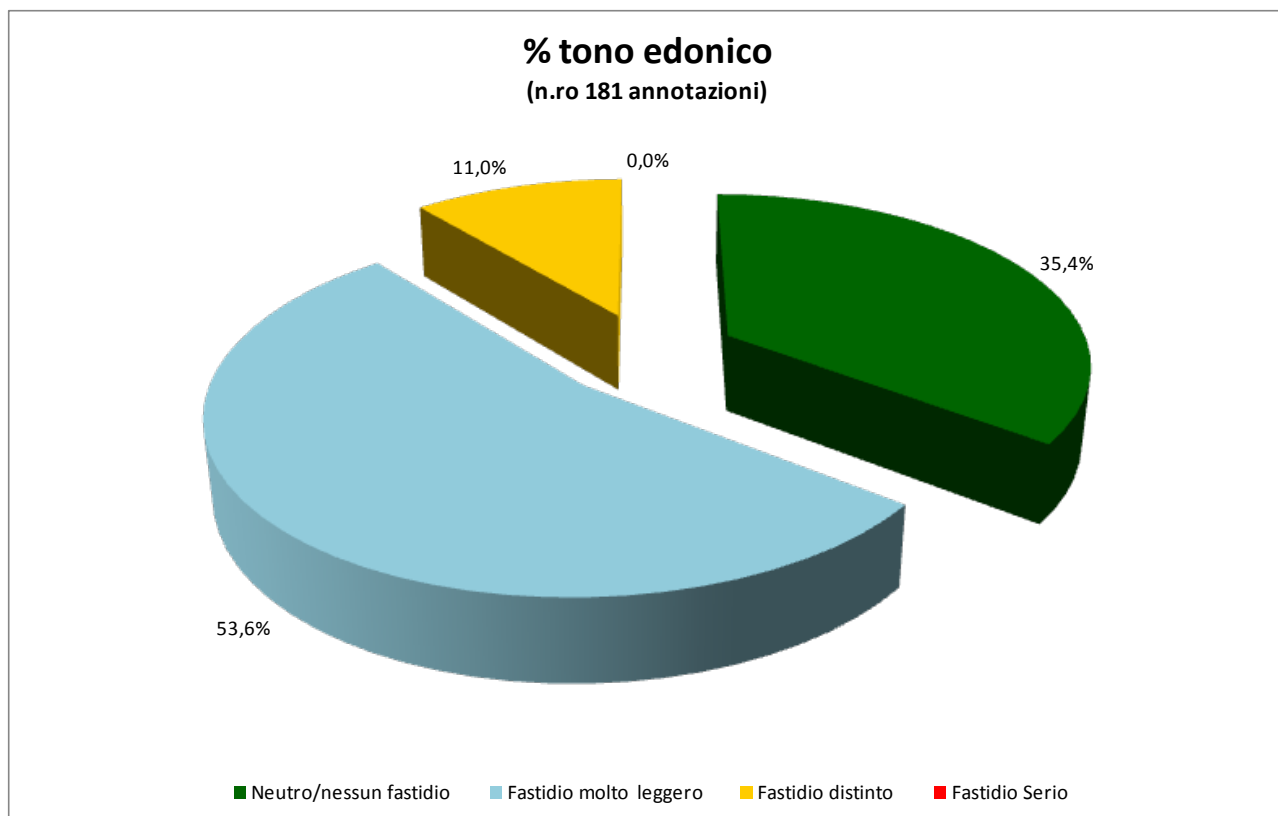
Riassumendo, su 770 rilevazioni di odori 589 hanno registrato una sensazione impercettibile o assente.

Per le 181 annotazioni dove è stato percepito odore, è stato rappresentato graficamente la percentuale relativa al tono edonico (gradevolezza/sgradevolezza dell'odore) percepito.

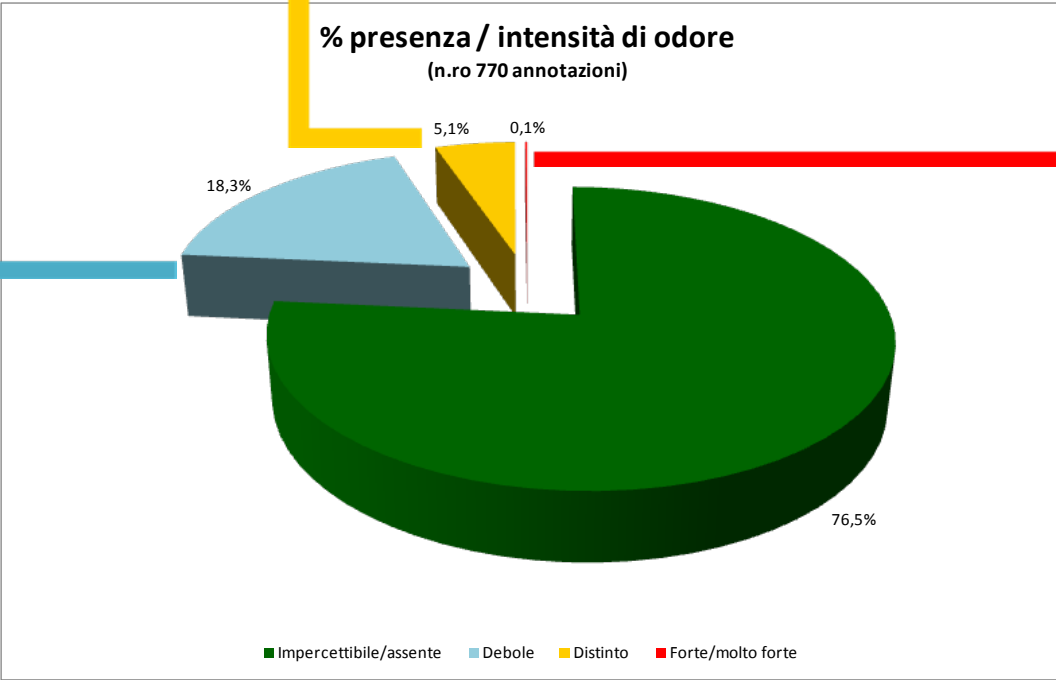
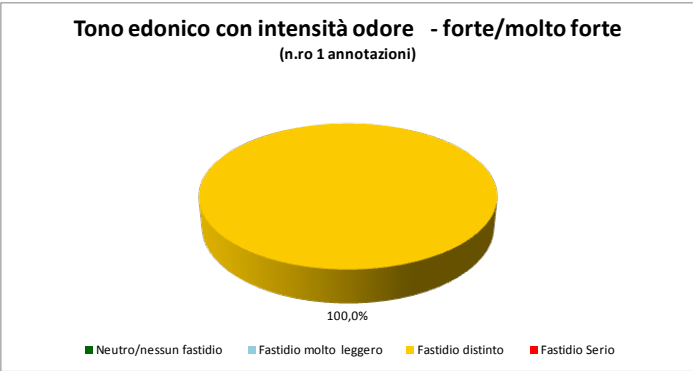
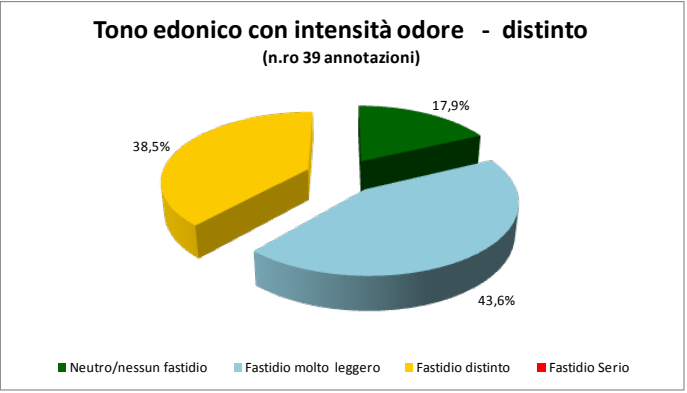
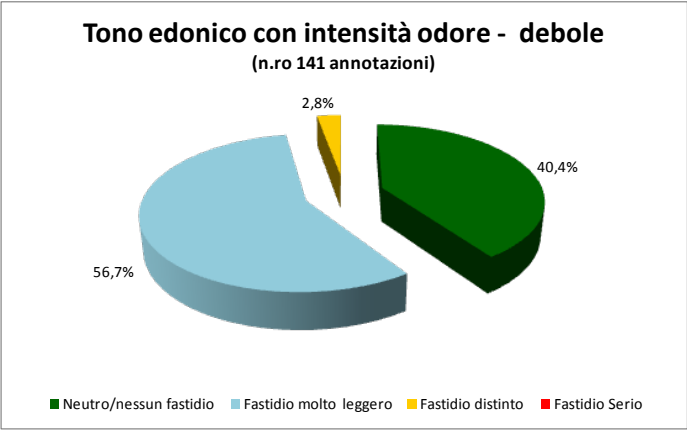
In **figura 13** è stato rappresentato il tono edonico percepito nelle 181 annotazioni dove è stata rilevata la presenza di odore, in riferimento alle diverse postazioni di misura. In tutte le postazioni di rilievo sono stati registrati i toni edonici nessun fastidio e fastidio molto leggero. In una minore percentuale è stata indicata la sensazione di fastidio distinto fatta eccezione per la postazione 6. Non è mai stato percepito un fastidio serio. Complessivamente su 181 annotazioni il 35.4% dei rilievi ha indicato un tono edonico neutro senza nessun fastidio, nel 53.6% dei rilievi è stato percepito un fastidio molto leggero e nell'11% un fastidio distinto come si può osservare dal grafico in **figura 14**.



**Figura 13 Tono edonico – gradevolezza/sgradevolezza per postazione**



**Figura 14 percentuale tono edonico**



Postazione	Data	Ora	Intensità	Tono edonico	Caratterizzazione odore	DV
Postazione 1	14-lug	09:40	2	2		4 NW
Postazione 1	28-ago	10:07	1	2		4 NNW
Postazione 1	19-set	14:50	2	2		4 W
Postazione 1	25-set	10:12	2	2		4 WNW
Postazione 1	25-set	14:53	1	2		4 NNW
Postazione 1	02-ott	09:50	2	2		4 NNW
Postazione 2	23-set	08:40	2	2		3 W
Postazione 3	21-lug	09:15	1	2		1 ENE
Postazione 3	05-set	17:30	3	2		4
Postazione 3	27-set	15:04	2	2		8
Postazione 4	21-set	15:36	2	2		4 ENE
Postazione 5	21-lug	17:35	2	2		5 E
Postazione 5	02-ago	17:15	2	2		4
Postazione 5	15-set	17:15	2	2		5 -
Postazione 7	14-lug	09:35	2	2		4 NW
Postazione 7	14-lug	09:35	2	2		4 NW
Postazione 7	12-ago	09:20	2	2		7 W
Postazione 7	12-ago	09:20	2	2		7 W
Postazione 7	15-set	17:30	1	2		4 -
Postazione 7	20-set	11:08	2	2		4 NNW

**Tabella 1** Annotazioni con tono edonico 2 (Fastidio distinto) correlato a direzione vento ed orario del rilievo

**Caratterizzazione dell'odore**

- 1 Traffico (Smog) – Asfalto.
- 2 Cucina/Cottura cibi/odori di alimentari in genere.
- 3 Benzina/Gasolio.
- 4 Vernici/Solventi in genere.
- 5 Rifiuto tipo dei cassonetti/bidoni, odore di rancido/marcio.
- 6 Fumi di combustione in genere (es: caldaie a gas, a gasolio, di legna, plastica bruciata, ecc...).
- 7 Fogna - Impianto di depurazione.
- 8 Altro odore Sgradevole (es: anticrittogamici, di "medicina", altri odori non classificabili, ecc...)
- 9 Altro odore Gradevole

In **tabella 1** viene correlata la direzione del vento nella postazione di osservazione con la percezione di un fastidio distinto e viene specificata la caratterizzazione dell'odore rilevato. Si può osservare che presso la Postazione 1 quando è stato rilevato un odore che ha determinato un fastidio distinto, la direzione di provenienza del vento è stata dal quadrante Ovest Nord-Ovest e la caratterizzazione è stata odore di *vernici o solventi in genere*. Anche presso le postazioni 2 e 7 la direzione prevalente del vento quando sono stati percepiti odori caratterizzati dalla percezione di un fastidio distinto è stata Ovest Nord-Ovest. Durante i rilievi che hanno riscontrato una percezione di odore con fastidio distinto

nelle postazioni 3, 4 e 5 le condizioni del vento sono state o di calma o di provenienza Est Nord-Est.

Indirizzo	Data	Ora	DV
Via dell'Attuarro	21-ago	16:00	ENE
	22-ago	16:00	ENE
	23-ago	13:30	ENE
	28-ago	notte	-
	29-ago	14:00	E
	30-ago	09:20	E
	31-ago	08:59	ESE
	31-ago	15:54	E
Via Monaldo da Falciano	01-set	22:00	S
	05-set	13:52	NE
	06-set	20:45	NE
	08-ott	giorno	S
Via dei Paceri	22-set	09:58	SSE

**Tabella 2 Segnalazioni residenti Falciano correlato alla direzione del vento**

In **tabella 2** sono riportate le localizzazioni di esposti della popolazione correlati alla direzione di provenienza del vento. Si può osservare che per lo più vengono percepiti eventi di disagio olfattivo provenienti dal settore Est.

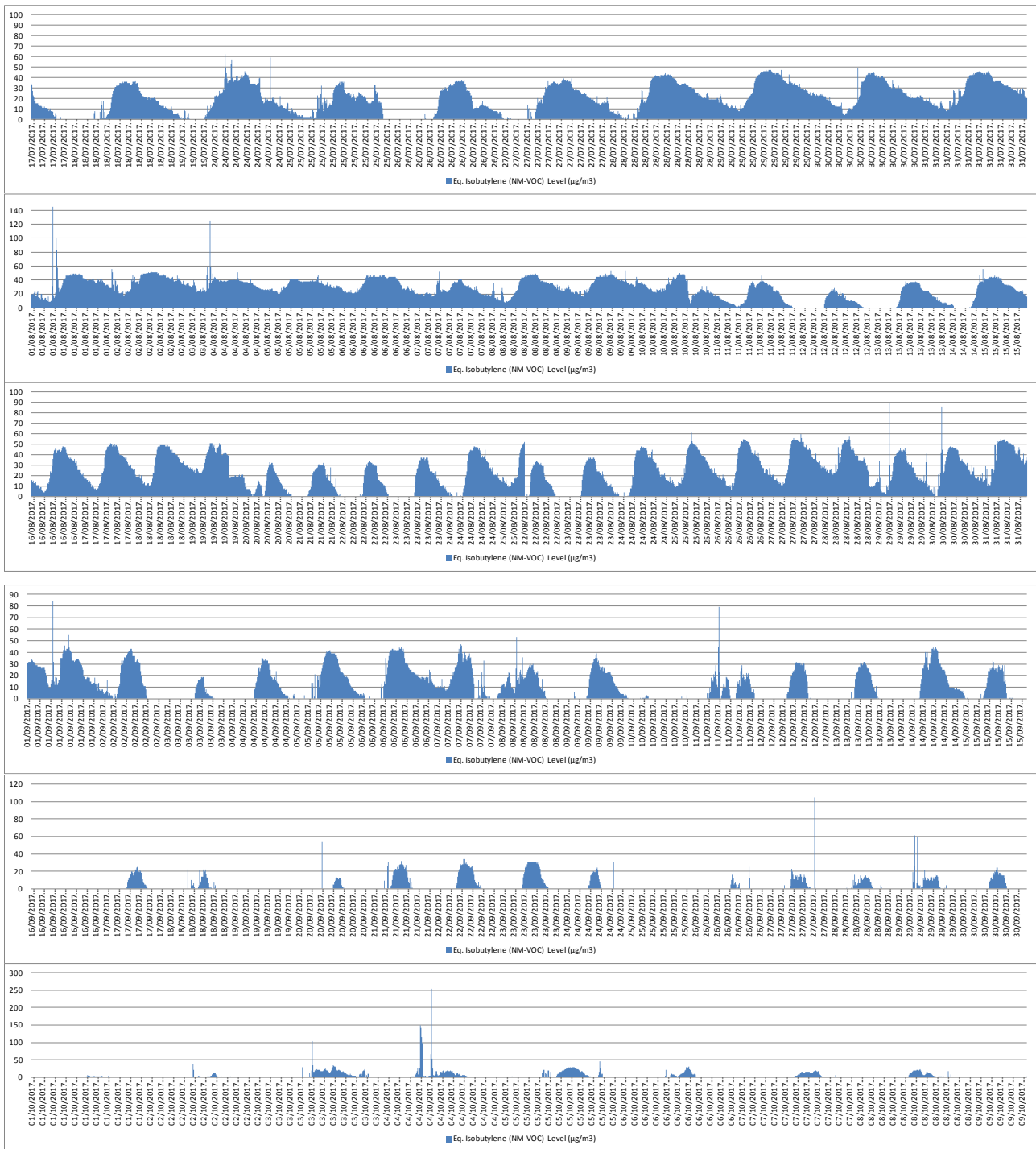
#### 6.4 Rilievo in continuo di COV

Il monitoraggio in continuo dei Composti Organici Volatili è stato eseguito attraverso un sensore CairPol miniaturizzato conforme alla direttiva europea 2008/50/EC la cui funzionalità è basata su una tecnologia mini-PID (photo ionization detector - 10.6eV lamp ) per la misura di VOC non metanici.

Il sensore utilizza un sistema di campionamento dinamico dell' aria attraverso una micro ventola che mantiene costante il flusso d'aria verso il sensore, è dotato di filtro per l'umidità e di un circuito elettronico ad alta sensibilità.

Il range di misura va da 0 a 16 ppm con un limite di rilevabilità di 10 ppb.





**Figura 15** concentrazione dei VOC non metanici nel periodo di indagine

In **figura 15** è stato rappresentato l'andamento della concentrazione di composti organici volatili non metanici durante il periodo di indagine. Si può evidenziare come siano state riscontrate concentrazioni più elevate nel periodo diurno rispetto a quello notturno e sono stati misurati alcuni picchi isolati con concentrazioni di VOC al di sopra dei 100 µg/mc. Sebbene le concentrazioni riscontrate risultino basse, tuttavia da confronto con monitoraggi di "bianco" eseguiti in località

Serravalle e Dogana, si evince che nella zona di Falciano si registra comunque la presenza in atmosfera di Composti Organici Volatili.

Time	Concentrazione NM-VOC ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	DV
01/08/2017 06:44:00	145	-
01/08/2017 06:45:00	126	-
Time	Concentrazione NM-VOC ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	DV
03/08/2017 08:03:00	84	SE
03/08/2017 08:04:00	125	SE
03/08/2017 08:05:00	115	SE
03/08/2017 08:06:00	108	SE
03/08/2017 08:07:00	107	SE
03/08/2017 08:08:00	114	SE
03/08/2017 08:09:00	108	SE
03/08/2017 08:10:00	105	SE
03/08/2017 08:11:00	94	SE
03/08/2017 08:12:00	86	SE
03/08/2017 08:13:00	80	SE
Time	Concentrazione NM-VOC ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	DV
27/09/2017 19:08:00	105	-
27/09/2017 19:09:00	75	-
Time	Concentrazione NM-VOC ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	DV
03/10/2017 09:00:00	73	SE
03/10/2017 09:01:00	105	SE
03/10/2017 09:02:00	95	SE
Time	Concentrazione NM-VOC ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	DV
04/10/2017 06:55:00	79	-
04/10/2017 06:56:00	133	-
04/10/2017 06:57:00	149	-
04/10/2017 06:58:00	138	-
04/10/2017 06:59:00	128	-
04/10/2017 07:00:00	137	-
04/10/2017 07:01:00	132	-
04/10/2017 07:02:00	142	-
04/10/2017 07:03:00	77	-
04/10/2017 07:12:00	101	-
04/10/2017 07:13:00	101	-
04/10/2017 07:14:00	99	-
04/10/2017 07:15:00	111	-
04/10/2017 07:16:00	116	-
04/10/2017 07:17:00	98	-
04/10/2017 07:18:00	91	-
04/10/2017 07:19:00	95	-
04/10/2017 07:20:00	95	-
04/10/2017 07:21:00	83	-
04/10/2017 07:22:00	68	-
04/10/2017 07:23:00	63	-
04/10/2017 09:15:00	255	-
04/10/2017 09:16:00	54	-

**Tabella 3 data e ora di rilevamenti di concentrazioni significativi di COV correlati alla direzione del vento**

In **tabella 3** sono stati riportati il giorno e l'ora in cui sono state rilevate concentrazioni istantanee di composti organici volatili correlati alla direzione di provenienza del vento. Le giornate dove sono stati rilevati tali eventi sono l'1 e il 3 di agosto, il 27 settembre e il 3 e 4 ottobre. Questi eventi significativi sono in gran parte associati a condizioni di calma di vento. Il 3 agosto ed il 3 ottobre il vento prevalente proveniva da Sud Est.

### **6.5 Rilievo di COV tramite Radielli**

Per i rilievi di COV è stata utilizzata la tecnica "passiva di tipo diffusivo". Il "campionamento passivo" è così definito perché la cattura dell'inquinante avviene per diffusione molecolare della sostanza attraverso il campionatore e non richiede quindi l'impiego di un dispositivo per l'aspirazione dell'aria.

Il tipo di campionatore adottato, denominato Radiello®, è un sistema dotato di simmetria radiale al cui interno è inserita una cartuccia adsorbente specifica per l'inquinante d'interesse. La semplicità del campionatore e le sue agevoli modalità di utilizzo permettono di poter monitorare vaste aree di territorio contemporaneamente, senza bisogno di energia e di sorveglianza.

Il valore di concentrazione della sostanza, ottenuto con i campionatori passivi, è una media relativa al periodo di campionamento che, non risentendo delle variazioni improvvise di concentrazione, fornisce un'informazione più realistica ai fini di una valutazione a lungo termine. L'affidabilità di questi dispositivi è stata verificata dall'ERLAP (European Reference Laboratory for Air Pollution) del Centro Comune di ricerca di Ispra: i risultati ottenuti sono stati giudicati eccellenti, poiché le misure eseguite da sei laboratori diversi hanno mostrato un'incertezza relativa complessiva inferiore a quella garantita dalla migliore strumentazione da campo oggi disponibile.

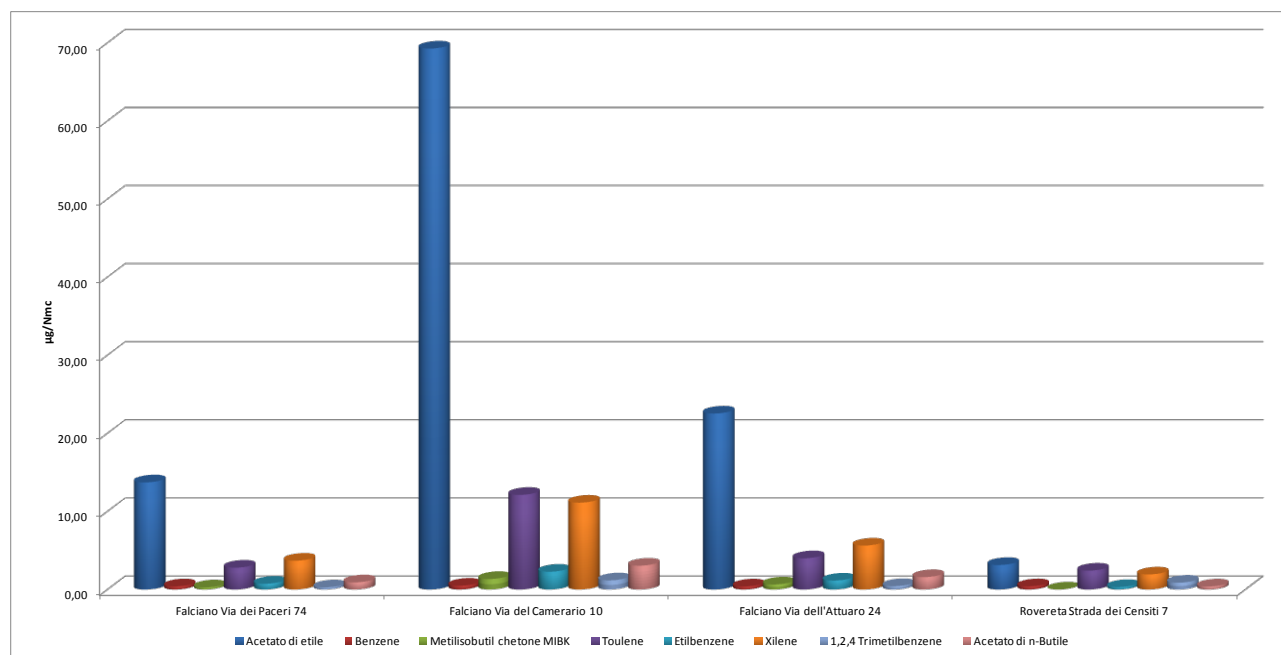
Nella campagna di monitoraggio la sostituzione dei campionatori passivi (radiello®) è stata predisposta con cadenza settimanale. Durante la campagne i campionatori sono stati posizionati ad uguale altezza nei vari siti considerati (tra 2 e 4 m dal suolo).

Per le determinazioni analitiche dei parametri si sono utilizzate le cartucce adsorbenti codice 130. La cartuccia codice 130 è un tubo da 5,8 mm di diametro,

di rete in acciaio inossidabile con maglia di 100 mesh, riempito con  $530 \pm 30$  mg di carbone attivo 35-50 mesh. I composti organici volatili sono captati per adsorbimento, sono recuperati con solfuro di carbonio e sono analizzati in gascromatografia capillare con rilevatore FID.



**Figura 16 Punti di posizionamento dei RADIELLI**



**Figura 17 concentrazione media delle diverse sostanze rilevate nei quattro siti di campionamento**

Luogo di campionamento	Periodo di campionamento	Acetato di etile µg/Nmc	Benzene µg/Nmc	Metilisobutil chetone MIBK µg/Nmc	Toulene µg/Nmc	Etilbenzene µg/Nmc	Xileni µg/Nmc	1,2,4 Trimetilbenzene µg/Nmc	Acetato di n-Butile µg/Nmc
Falciano Via dei Paceri 74	30/8/2017 - 06/9/2017	11,65	0,36	0,00	2,58	0,66	3,20	0,47	0,81
	06/9/2017 - 13/9/2017	11,04	0,34	0,00	1,94	0,59	3,12	0,00	0,67
	13/9/2017 - 20/9/2017	14,83	0,36	0,48	3,48	0,69	3,47	0,00	1,12
	20/9/2017 - 27/9/2017	17,36	0,55	0,59	3,18	1,01	4,97	0,63	1,08
	<b>Media</b>	<b>13,72</b>	<b>0,40</b>	<b>0,27</b>	<b>2,80</b>	<b>0,74</b>	<b>3,69</b>	<b>0,27</b>	<b>0,92</b>

**Tabella 4 analisi RADIELLI Falciano Via dei Paceri 74**

Luogo di campionamento	Periodo di campionamento	Acetato di etile µg/Nmc	Benzene µg/Nmc	Metilisobutil chetone MIBK µg/Nmc	Toulene µg/Nmc	Etilbenzene µg/Nmc	Xileni µg/Nmc	1,2,4 Trimetilbenzene µg/Nmc	Acetato di n-Butile µg/Nmc
Falciano Via del Camerario 10	30/8/2017 - 06/9/2017	73,03	0,49	2,09	8,99	2,09	10,26	1,21	2,88
	06/9/2017 - 13/9/2017	63,16	0,45	0,82	11,92	1,95	9,78	1,01	3,86
	13/9/2017 - 20/9/2017	55,60	0,43	0,76	18,99	1,83	8,99	1,22	2,48
	20/9/2017 - 27/9/2017	85,30	0,57	1,74	8,57	3,24	15,45	1,25	2,98
	<b>Media</b>	<b>69,27</b>	<b>0,48</b>	<b>1,35</b>	<b>12,12</b>	<b>2,28</b>	<b>11,12</b>	<b>1,17</b>	<b>3,05</b>

**Tabella 5 analisi RADIELLI Falciano Via del Camerario 10**

Luogo di campionamento	Periodo di campionamento	Acetato di etile µg/Nmc	Benzene µg/Nmc	Metilisobutil chetone MIBK µg/Nmc	Toulene µg/Nmc	Etilbenzene µg/Nmc	Xileni µg/Nmc	1,2,4 Trimetilbenzene µg/Nmc	Acetato di n-Butile µg/Nmc
Falciano Via dell'Attuario 28	30/8/2017 - 06/9/2017	22,18	0,36	0,00	4,02	1,06	5,44	0,54	1,91
	06/9/2017 - 13/9/2017	15,37	0,37	0,00	3,75	0,74	3,66	0,42	0,95
	13/9/2017 - 20/9/2017	14,31	0,30	0,67	3,32	0,69	3,47	0,00	1,01
	20/9/2017 - 27/9/2017	38,29	0,52	1,93	4,91	2,09	9,93	0,75	2,47
	<b>Media</b>	<b>22,54</b>	<b>0,39</b>	<b>0,65</b>	<b>4,00</b>	<b>1,14</b>	<b>5,62</b>	<b>0,43</b>	<b>1,59</b>

**Tabella 6 analisi RADIELLI Falciano Via dell'Attuario 28**

Luogo di campionamento	Periodo di campionamento	Acetato di etile µg/Nmc	Benzene µg/Nmc	Metilisobutil chetone MIBK µg/Nmc	Toulene µg/Nmc	Etilbenzene µg/Nmc	Xileni µg/Nmc	1,2,4 Trimetilbenzene µg/Nmc	Acetato di n-Butile µg/Nmc
Rovereta Strada dei Censiti 7	30/8/2017 - 06/9/2017	4,07	0,41	0,00	2,42	0,46	2,34	0,78	0,75
	06/9/2017 - 13/9/2017	4,37	0,45	0,00	4,38	0,46	2,40	1,26	0,81
	13/9/2017 - 20/9/2017	3,32	0,33	0,00	1,49	0,33	1,66	1,47	0,00
	20/9/2017 - 27/9/2017	0,80	0,44	0,00	1,38	0,00	1,31	0,00	0,00
	<b>Media</b>	<b>3,14</b>	<b>0,41</b>	<b>0,00</b>	<b>2,42</b>	<b>0,31</b>	<b>1,93</b>	<b>0,88</b>	<b>0,39</b>

**Tabella 7 analisi RADIELLI Rovereta Starada dei Censiti 7**

Le concentrazioni degli inquinanti rilevate nelle campagne di monitoraggio sono riportate in tabella 4, 5, 6, 7.

Per ogni settimana di campionamento sono riportati i valori di concentrazione degli inquinanti rilevati riferita al volume di campionamento, alla temperatura media e al tempo di misura. I siti considerati sono aree dove le zone residenziali sono molto vicine a quelle industriali se non addirittura sovrapposte. In particolare sono presenti industrie di verniciatura, stampa e produzione di vernici, che generano emissioni delle sostanze organiche responsabili degli odori sgradevoli nell'aria;

sostanze che sono in grado di provocare disagio olfattivo ma che non raggiungono normalmente in ambiente concentrazioni tali da risultare tossiche per l'uomo.

Dall'esame dei dati rilevati nelle diverse postazioni, la sostanza rilevata con concentrazioni medie più elevate è l'acetato di etile, riscontrato principalmente in via del Camerario.

## **7. Conclusioni**

Il progetto di studio sulle fonti odorigene impattanti nell'area residenziale di Falciano si è sviluppato attraverso una serie di indagini integrate tra loro, che prevedevano la messa in opera di sistematiche annotazioni da parte di personale formato, abbinate a rilevamenti in continuo di COV, a rilevamenti meteorologici e a rilievi tramite Radielli.

Relativamente al monitoraggio del personale opportunamente addestrato risulta che nell'area il 76,5% delle annotazioni presenta un odore da impercettibile ad assente, il 18,3% un odore debole, 5,1% un odore distinto mentre solo un 0,1% un odore forte/molto forte. Di questi odori percepiti il 35,4% delle annotazioni indicava un tono neutro/nessun fastidio, un 53,6% un fastidio molto leggero mentre un il 11% un fastidio distinto. La correlazione tra percezione di odore e direzione del vento indica che le aree industriali principalmente responsabili di tale percezione di odori si trovano a Ovest e ad Nord Est della zona residenziale di Falciano.

Le concentrazioni di composti organici volatili risultano prevalenti nel periodo diurno e risultano in valori comunque molto bassi e notevolmente al di sotto dei valori limite TLV previsti per l'ambiente di lavoro.

Alcune tipologie di composti determinati presentano caratteristiche tali che in momenti acuti possono raggiungere la soglia minima di percezione olfattiva ed essere percepiti in maniera distinta.

I risultati presentati in questo rapporto sono da intendersi rappresentativi del periodo di indagine e non sono da considerarsi estendibili a periodi più lunghi o antecedenti. L'esposizione olfattiva di un'area, infatti, dipende non solo dalle caratteristiche delle emissioni odorigene, ma anche dalle condizioni meteorologiche che ne influenzano i processi dispersivi.