



Convenzione tra l'Istituto Superiore di Sanità e i Comuni di Carsoli e Oricola per la realizzazione di un programma di ricerca avente come obiettivo:

Studio della qualità dell'aria nelle zone prossime all'area industriale della Piana del Cavaliere e dei centri abitati

***Relazione Finale
18 febbraio 2022***

Responsabile Scientifico:

Dott.ssa M. Eleonora Soggiu

A handwritten signature in black ink, appearing to read "M. Eleonora Soggiu".

Premessa

I comuni di Carsoli e Oricola e l'Istituto Superiore di Sanità (ISS) hanno stipulato una Convenzione, per lo “studio della qualità dell'aria nelle zone prossime all'area industriale della Piana del Cavaliere e dei centri abitati”. I lavori della Convenzione sono iniziati nel mese di settembre 2020 ed aveva una durata di diciotto mesi.

Nel corso dello svolgimento dei lavori sono state prodotte una serie di “relazioni intermedie” che presentavano lo stato di avanzamento della ricerca.

I dati riportati nella presente “relazione finale” integrano, aggiornano e completano quelli già comunicati nelle precedenti “relazioni intermedie”.

Hanno partecipato allo studio:

Responsabile Scientifico:

Dott.ssa M. Eleonora Soggiu

*Unità Operativa ISS-Reparto Esposizione a Contaminanti in Aria, Suolo e da Stili di Vita
Dipartimento Ambiente e Salute:*

M. Inglessis, G. Ianiri, V. Mannoni, M.R. Milana, R. Morlino, G. Padula, L. Palumbo, G. Settimo

Comune di Carsoli - Ing. Quinto d'Andrea

Comune di Oricola - Arch. Tarquinio del Matto

Ringraziamenti Si ringrazia l'Ufficio Idrografico e Mereografico del Servizio Programmazione Attività di Protezione Civile della Regione Abruzzo, per aver fornito i dati meteorologici relativi al periodo dello studio.

Introduzione

Il progetto nasce dall'esigenza del territorio di conoscere la qualità dell'aria nell'area della Piana del Cavaliere, a seguito delle numerose segnalazioni da parte della popolazione di percezione di odori molesti forti e persistenti. Tale problematica ha condotto i comuni di Carsoli ed Oricola, in provincia de L'Aquila, a definire un accordo di collaborazione con l'Istituto Superiore di Sanità della durata di 18 mesi, al fine di effettuare un monitoraggio della qualità dell'aria nella zona, per un tempo congruo a valutare se i livelli di concentrazione di definite sostanze, con potenziale odorigeno e potenzialmente riconducibili alle emissioni delle attività produttive dell'area, possano prefigurare un rischio per la salute delle popolazioni.

Al fine di meglio identificare le problematiche dell'area si è proceduto ad incontri, coordinati dai Sindaci di Carsoli e Oricola, e con i tecnici del settore ambientale dei comuni stessi. Da detti incontri e da sopralluoghi nell'aree e nella zona industriale-Piana dei Cavalieri è stato possibile raccogliere una serie di notizie sulle problematiche presenti nell'area e visionare lo stato dei luoghi.

La specificità dell'area in oggetto (presenza di aree abitate e di aree industriali/artigianali) rende particolarmente attenta la popolazione residente a percepire gli aspetti ambientali ed in particolare quelli connessi alle sostanze odorigene (disturbo olfattivo).

Nel mese di settembre 2020 sono quindi iniziate le attività di monitoraggio della qualità dell'aria nei comuni di Carsoli e Oricola, con particolare attenzione all'area industriale denominata Piana dei Cavalieri dedicando le attività di campionamento ai composti organici volatili (COV), che possono determinare per le loro caratteristiche odori molesti e alcuni di questi sono presenti nelle emissioni dei processi produttivi della Piana.

Nell'ambito di una valutazione della qualità dell'aria e della esposizione della popolazione, il primo riferimento è rappresentato dai valori limite di concentrazione di inquinanti nell'aria presenti nella legislazione nazionale (D.Lgs 155/2010 s.m.i.), che tuttavia risulta esiguo a fronte del notevole numero di sostanze riscontrabili nell'atmosfera.

Il piano di monitoraggio dei COV predisposto nello studio ha previsto 9 postazioni di misura distribuite sul territorio dei due comuni, ed un campionamento che copra l'intera settimana (talvolta 8/9 giorni), a settimane alterne, per la durata di un anno. Il posizionamento puntuale scelto per le postazioni permette di studiare le concentrazioni ambientali dei COV sia nelle aree dove è presente la popolazione sia dove sono collocate le industrie.

La **tabella 1** illustra i punti dove sono stati collocati i campionatori passivi, indicando per ciascun punto le coordinate in latitudine e longitudine nel sistema WGS84, l'altitudine in metri.

La **figura 1** illustra il posizionamento sul territorio dei punti di campionamento. In ogni postazione sono presenti due campionatori di COV: uno specifico per le aldeidi e l'altro per gli altri composti organici.

Tabella 1: Postazioni di rilevamento dei Composti Organici Volatili (COV)

Postazione	Nome	Altezza (m) (slm)	Est	Nord	Comune
1	Poggio Cinolfo	713	13,051822	42,1095522	Carsoli
2	Scuola media	616	13,083286	42,096145	Carsoli
3	Casa bianca	620	13,053025	42,099047	Carsoli
4	Zona Industriale Miole-loc. La Campora	620	13,0542536	42,0882903	Oricola
5	OTI	620	13,060635	42,085994	Carsoli
6	Zona commerciale (optik shop)	620	13,061753	42,083446	Carsoli
7	Zona residenziale	620	13,050235	42,070558	Oricola
8	Civita di Oricola	623	13,045187	42,080195	Oricola
9	Via San Panfilo	620	13,045962	42,062763	Oricola

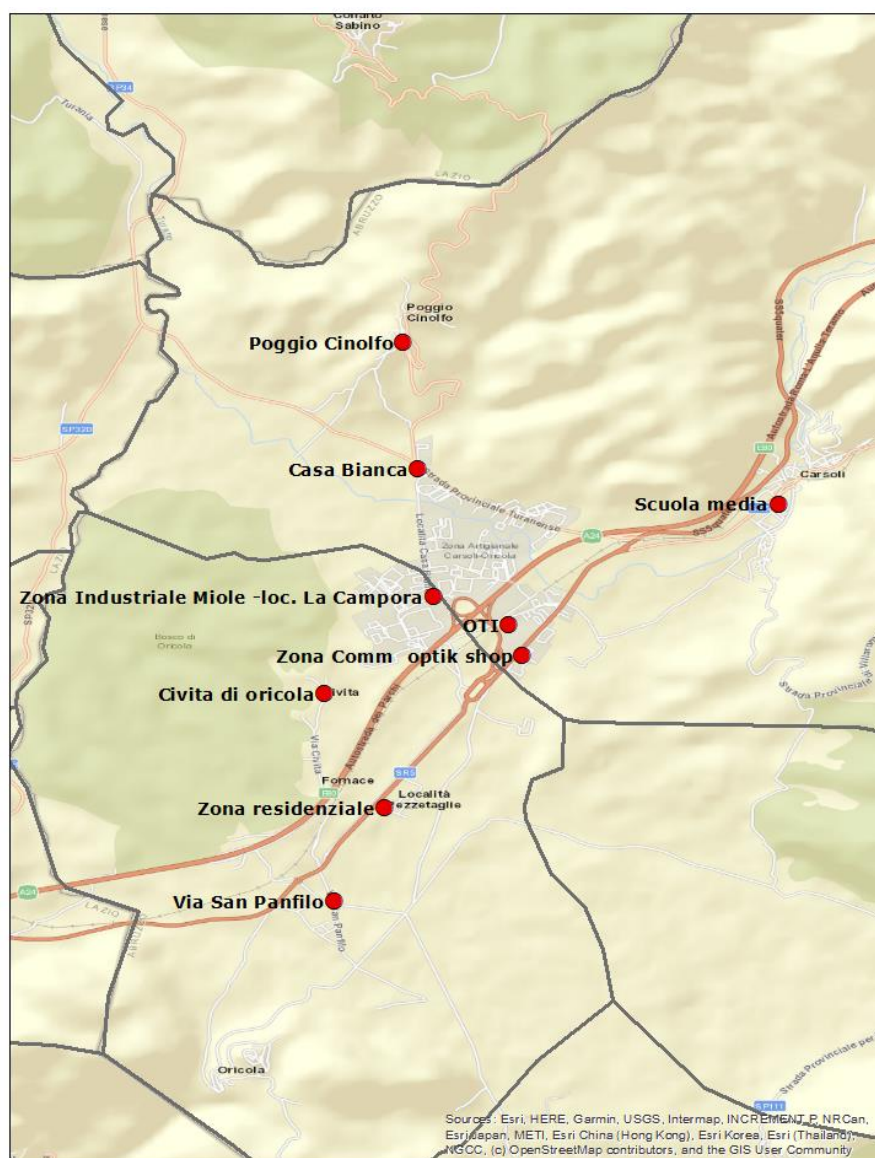


Figura 1: postazioni di rilevamento dei COV sul territorio dei due comuni

Monitoraggio dell'aria

Ogni postazione è stata dotata di due campionatori di tipo passivo modello Radiello® che consentono di misurare i livelli di concentrazione per un insieme di COV utilizzando dispositivi dedicati. Un campionatore è dedicato al rilevamento delle aldeidi mentre l'altro è dedicato alle altre sostanze organiche volatili. Per le metodiche di analisi si applicano in linea di principio le norme:

- UNI EN ISO 16017: "Campionamento ed analisi di composti organici volatili, mediante tubo di adsorbimento/desorbimento termico/cromatografia gassosa capillare. Parte 2. Campionamento per diffusione.
- UNI EN 14662: per il benzene "Metodo normalizzato per la misurazione delle concentrazioni di benzene" Parte 5. Campionamento diffusivo seguito da desorbimento con solvente e gascromatografia.

Il monitoraggio, che come detto è durato un anno, ha effettuato il campionamento settimanale a settimane alterne. Le date delle 26 settimane di monitoraggio sono riportate nella **tabella 2**.

Al fine di poter avere elementi di riferimento e confronto si riportano di seguito alcune informazioni relativamente ai COV che sono stati ritrovati durante il monitoraggio.

Esaminando i diversi inquinanti, considerando sia i limiti legislativi, presenti solo per il benzene, le indicazioni della OMS contenute nelle *Air Quality Guidelines*, si può osservare quanto segue:

Benzene: tra i COV rilevati è l'unico che presenta attualmente un limite di legge: valore limite annuale è di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -D.Lgs 155/2010. In Italia il valore è rispettato in tutte le aree urbane e attualmente le concentrazioni sono quasi ovunque inferiori a $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Valori più elevati, ma sempre all'interno del limite previsto dalla legislazione, si registrano in vicinanza di alcune specifiche sorgenti di emissione industriale o nelle aree urbane con maggior traffico.

Toluene: le indicazioni contenute nelle *Air Quality Guidelines* dell'OMS riportano, relativamente ai livelli ambientali osservati, concentrazioni medie più elevate in ambienti urbani dove il range varia tra 5 e $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mentre in aree rurali i valori sono generalmente inferiori a $5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Come linea guida per la tutela della salute l'OMS indica un valore $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come valore medio settimanale, mentre come valore di concentrazione di soglia olfattiva indica un valore di $1000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media su 30 minuti.

Formaldeide: La formaldeide è l'aldeide più comune nell'ambiente. Il fondo naturale naturale è $< 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con una media di circa $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Negli ambienti urbani, le concentrazioni nell'aria esterna sono più variabili e dipendono dalle condizioni locali; le medie annuali sono di solito tra 1 e $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Picchi di concentrazione a breve termine, si misurano in aree con traffico pesante o durante condizioni meteorologiche particolari (inversioni termiche), e si possono misurare valori fino a $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Come valore guida l'OMS indica, per la tutela da effetti sensoriali irritativi per la popolazione generale, una concentrazione di $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come valore medio calcolato su 30 minuti. La formaldeide generalmente presenta valori più elevati nel periodo estivo.

Tabella 2: Periodi di campionamento dei COV

Campagna	Data in	Data out
Settembre		
1	01/09/2020	09/09/2020
2	15/09/2020	24/09/2020
3	29/09/2020	07/10/2020
Ottobre		
4	13/10/2020	21/10/2020
5	27/10/2020	03/11/2020
Novembre		
6	11/11/2020	18/11/2020
7	25/11/2020	02/12/2020
Dicembre		
8	02/12/2020	09/12/2020
9	16/12/2020	23/12/2020
Gennaio		
10	07/01/2021	14/01/2021
11	21/01/2021	28/01/2021
Febbraio		
12	04/02/2021	11/02/2021
13	18/02/2021	25/02/2021
Marzo		
14	04/03/2021	11/03/2021
15	25/03/2021	01/04/2021
Aprile		
16	08/04/2021	15/04/2021
17	22/04/2021	29/04/2021
Maggio		
18	13/05/2021	20/05/2021
19	27/05/2021	03/06/2021
Giugno		
20	10/06/2021	17/06/2021
21	17/06/2021	24/06/2021
Luglio		
22	01/07/2021	08/07/2021
23	08/07/2021	15/07/2021
24	15/07/2021	22/07/2021
Agosto		
25	05/08/2021	12/08/2021
26	12/08/2021	19/08/2021

Acetaldeide: campionamenti *long-term* (da 1 mese ad 1 anno) condotti in aree rurali, urbane ed industriali in 14 siti in Canada hanno evidenziato concentrazioni variabili tra 0,39 e 3,35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, con concentrazione media di 1,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Nelle aree urbane le concentrazioni di 24 h hanno mostrato valori maggiori di 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ con un massimo di 16,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. In 11 campioni raccolti in aree residenziali-industriali, sempre canadesi, i valori medi sono di 2,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, con livelli che variano tra 1,4 a 2,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La concentrazione media

riscontrata in aree rurali è uguale o inferiore a $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In Italia uno studio condotto in Piemonte in 9 siti in aree rurali, alpine, urbane ed industriali ha evidenziato concentrazioni variabili tra $<0,02$ e $3,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con concentrazioni medie tra $0,59$ e $2,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Una sorgente fonte significativa di acetaldeide è la combustione della biomassa.

Acetone: concentrazioni tipiche in aree urbane degli USA misurano valori di circa $16,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In aree rurali canadesi sono stati misurati livelli di $4,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In aree urbane sono stati misurati valori di concentrazione orari tra $2,35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, attribuibili per la maggior parte alle emissioni veicolari.

Acroleina: la rassegna della OMS evidenzia per campionamenti di 24h condotte in aree urbane canadesi valori minori di $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In sette aree urbane sono stati rilevati valori variabili tra $0,05 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $2,47 \mu\text{g}/\text{m}^3$, concentrazioni fino a $1,85 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in aree suburbane e concentrazioni massime di $0,33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in aree rurali. Il valore più elevato di acroleina misurato su campionamenti settimanali condotti per un periodo di tre mesi è stato di $1,58 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il periodo estivo (giugno-agosto) risulta essere quello associato alla misura dei valori più alti di concentrazione. L'acroleina viene prodotta durante la combustione di dei combustibili e da materia organica. I veicoli a motore sono una sorgente di emissione. In Canada la *National Air Pollution Surveillance* (NAPS) ha misurato l'acroleina in da 11 diversi siti nel paese dal 2009 al 2013. L'acroleina era rilevabile in tutti i siti e la concentrazione mediana variava da $0,033$ - $0,75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (a seconda della tecnica di campionamento), con le concentrazioni massime comprese tra $0,999$ - $1,58 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tuttavia, le aree urbane hanno in media concentrazioni inferiori ai $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Propionaldeide: non esistono molti dati sulle concentrazioni ambientali di questa sostanza. Una concentrazione media di $9,98 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come concentrazione media, che include tutti i diversi contesti territoriali, è stato misurato negli anni '80 dalla U.S. E.P.A.. Negli anni 2000, in Messico in ambiente outdoor sono stati rilevati livelli variabili tra $0,2$ e $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A Los Angeles sono stati misurati valori inferiori a 14 ppb ($33 \mu\text{g}/\text{m}^3$) durante episodi di smog fotochimico.

Benzaldeide: generalmente le concentrazioni in aria ambiente di benzaldeide non sono rilevabili, se non in aree dove attività produttive possono esserne la sorgente di emissione. In aree suburbane negli USA sono state rilevate concentrazioni medie di $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ variabili tra $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $3,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Butiraldeide: sono state identificate soglie olfattive con le seguenti concentrazioni $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $3,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $13,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Concentrazione ambientali misurate su 24 h variano tra $0,03$ e $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Texas). Anche questa sostanza viene rilevato solo in prossimità di sorgenti industriali. A Los Angeles, durante episodi di smog fotochimico, si è arrivati a misurare $20,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ con un valor medio di $4,39 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Uno studio condotto in aree rurali, alpine, urbane ed industriali in 9 siti in Piemonte ha evidenziato concentrazioni variabili tra $0,22$ e $3,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con concentrazioni medie tra $1,1$ e $1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Valeraldeide: può essere rilasciata come emissione fuggitiva durante la produzione ed il suo uso, dalla vegetazione, prodotti alimentari, combustione di legna e da motori. La valeraldeide è stata rilevata in aria nella vicinanza di siti di smaltimento dei rifiuti, nell'aria di aree urbane e suburbana, oltre che in aria interna. I valori ambientali in aria variano dal non rilevabile fino a $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Esaldeide/Esanale: Viene utilizzato ampiamente come additivo alimentare. La concentrazione media di esaldeide nell'aria ambiente e in aria indoor, in misure effettuate nell'Italia settentrionale, ha evidenziato concentrazioni tra $< 2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Le analisi condotte hanno anche ricercato: 2-Metilpentano, Diclorometano, Metilciclopentano, Cloroformio, 2-Metilesano, Cicloesano, Eptano, Tricloroetilene, Metilcicloesano, Tetracloroetilene, Etilbenzene, m,pXilene, Stirene, oXilene, 1,3,5 Trimetilbenzene, 1,4Diclorobenzene e per le aldeidi Isovaleraldeide, valraldeide, o-Tolualdeide, m-Tolualdeide, p-Tolualdeide, 2,5 DMBA.

Queste sostanze sono sempre risultate al di sotto del limite di quantificazione analitico.

Nella **tabella 3** si riportano le valutazioni tossicologiche per le sostanze rilevate nell'area, facendo riferimento alle indicazioni fornite dalla International Agency for Research on Cancer (IARC) dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), dalla Comunità Europea, e dall'agenzia ambientale US EPA. Le informazioni delle classificazioni sono reperibili agli indirizzi <https://monographs.iarc.fr/agents-classified-by-the-iarc/> per la IARC; <https://echa.europa.eu/regulations/clp/classification> per la CE mentre e informazioni relative alla classificazione EPA si possono consultare all'indirizzo <https://www.epa.gov/iris> (*Integrated Risk Information System*). La classificazione IARC include in categoria 1 le sostanze il cui potenziale cancerogeno per l'uomo è noto sulla base di dati valutati sull'uomo stesso; con categoria 2A indica un probabile cancerogeno per l'uomo e 2B possibile cancerogeno per l'uomo; la classificazione 3 indica una sostanza non classificabile come cancerogeno per l'uomo. Per l'Agenzia Ambientale US-EPA la nomenclatura è simile a quella IARC. Infatti questa indica con la classe 1 le sostanze cancerogene certe per l'uomo, classe B1 e B2 probabili cancerogeni (con diversa evidenza scientifica), C possibile cancerogeno, D non classificabile per insufficienza di dati mentre con E classifica le sostanze ritenute non cancerogene per l'uomo.

Nell'ultima colonna della **tabella 3**, se disponibili, sono riportate le concentrazioni individuate dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) come valori guida a tutela della salute pubblica. Nella quarta colonna è individuata la *Reference Concentration* (RfC), che rappresenta un valore ambientale di concentrazione in aria individuato sulla base di criteri a tutela della salute (*Health based*) da parte della US EPA. Queste concentrazioni possono essere direttamente confrontate con quelle misurate nell'aria ambiente per valutare, se esse vengono superate, eventuali criticità per esposizione della popolazione. Sono inoltre riportate le concentrazioni più basse osservate associabili a disturbi olfattivi.

Di seguito si illustrano i risultati ottenuti durante tutta la campagna di monitoraggio. In appendice I le tabelle riportanti i limiti di rilevabilità delle sostanze rilevate.

Le **tabelle 4 e 5** riportano i valori di concentrazione per benzene e toluene rispettivamente misurati presso i punti illustrati nella **figura 1** durante tutto il periodo di indagine di 26 settimane. Le **figure 2 e 3** illustrano, tramite *box plot*, la distribuzione di tutti i valori di benzene e toluene rispettivamente, misurati nelle 26 settimane di campionamento su tutte le postazioni ISS installate sul territorio. L'analisi delle concentrazioni di benzene mostra una variabilità dei valori di concentrazione in ogni punto, ma sempre ampiamente inferiori al valore limite annuale di legge di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (D.Lgs 1552010). Soltanto episodicamente si è registrata una concentrazione settimanale al di sopra del valore di legge, che quindi non influisce sul valore annuale che risulta ampiamente inferiore a quello della legge. I punti di campionamento mostrano concentrazioni confrontabili tra

loro, il punto relativo alla scuola media di Carsoli mostra una distribuzione con valori leggermente più elevati rispetto a tutte le altre postazioni. Le settimane di rilevamento di febbraio e marzo mostrano mediamente su tutti i punti valori di concentrazione più elevati, circa il doppio dei valori più elevati misurati nelle altre settimane.

Tabella 3: classificazione delle sostanze rilevate durante le campagne di monitoraggio

NOME	IARC	UE	EPA	Minima soglia olfattiva ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Air Quality Guidelines (OMS)
Acroleina	3	2	C	8.3	
Acetaldeide	2B	2	B2	2.7	
Acetone			C	940	
Butiraldeide	nc		C	0.84	29 mg/m^3 soglia olfattiva
Benzaldeide	nc		nc	<10	
Crotonaldeide			B2	67	
Esaldeide	nc	nc	nc	400	
Formaldeide	1	2	B1	33.16	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ su 30-minuti; valore protettivo per tumore dell'apparato respiratorio
Propionaldeide	nc		C	2.4	
Valeraldeide	2B*	nc	nc	1.4	
Benzene	1	1A	1	1500	
Toluene	3		D	98	260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ media settimanale

Anche per le misure del Toluene i diversi punti mostrano una certa omogeneità e confrontabilità tra loro ad esclusione del punto 4 collocato nell'area industriale dove è chiaramente identificabile che la distribuzione dei valori si colloca ampiamente al di sopra del valore medio di zona, come misurato durante tutto lo studio e il valore medio registrato nel punto è tra 1,5-2 volte superiore a quello misurato negli altri punti. Anche per il toluene le settimane di febbraio e marzo, ma anche aprile, hanno registrato i valori più elevati, che hanno superato di 2/3 volte quelle delle altre settimane. Comunque tutte le misure effettuate durante le settimane di campionamento non hanno mai superato il valore medio settimanale di 260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ raccomandato dall'OMS a tutela della salute.

La statistica delle misure di benzene e toluene sono riportate nelle **tabelle 6 e 7**, rispettivamente, dove il benzene conferma una omogeneità delle concentrazioni tra i diversi punti di misura mentre per il toluene è evidente la differenza del punto ZI La Campora, che mostra una concentrazione media quasi doppia rispetto agli altri punti, raggiungendo il valore più elevato misurato nel periodo di studio di 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Si evidenzia comunque che i punti di misura 8 e 9 del comune di Oricola mostrano mediamente concentrazioni di Toluene che talvolta raggiungono valori più elevati rispetto a tutti gli altri punti.

Le figure 4 e 5 mostrano, sempre per benzene toluene rispettivamente, l'andamento cronologico delle concentrazioni medie settimanali durante l'anno di indagine. Si osserva che le settimane corrispondenti al periodo inverno e primavera (settimane 11-15) sono quelle che registrano i valori più elevati, come rappresentato sopra dai valori riportati nelle tabelle.

Se si osservano infatti le medie stagionali rappresentate nelle **tabelle 8 e 9** è evidente una media più elevata in inverno e primavera rispetto alle altre due stagioni sia per il benzene che per il toluene. L'estate è la stagione che mostra le concentrazioni ampiamente più basse di tutti gli altri periodi per tutte e due le sostanze. Anche da queste medie stagionali è evidente la differenza di concentrazione che si misura presso la zona industriale di La Campora, suggerendo la presenza di sorgenti di emissioni in zona.

Le tabelle dalla 10 alla 18 mostrano le concentrazioni medie settimanali misurate nei punti di campionamento per le aldeidi: Formaldeide, Acetaldeide, Acetone, Acroleina, Propionaldeide, Butiraldeide, Benzaldeide, Valeraldeide ed Esaldeide.

Per la **formaldeide** (tabella 10) è evidente una concentrazione media di zona più elevata nel periodo estivo (settimane dalla 20 in poi). La postazione della scuola media mostra concentrazioni alte anche in alcune settimane invernali, suggerendo la presenza di una sorgente di emissione che deve essere approfondita.

Per l'**acetaldeide** (tabella 11) i punti di campionamento sono confrontabili, le postazioni 5 e 6 registrano mediamente i valori più elevati e le settimane invernali 9 e 10 registrano mediamente per l'area le concentrazioni più alte in tutti i punti di misura.

Per l'**acetone** (tabella 12) si hanno concentrazioni omogenee su tutte le 9 postazioni sul territorio, i valori medi settimanali più elevati si registrano in estate come prevedibile date le caratteristiche di queste sostanze. Il punto della scuola media mostra un valor medio leggermente più elevato delle altre.

L'**acroleina** (tabella 13) non viene rilevata con continuità, ma è presente solo in alcune settimane corrispondenti al periodo invernale. La postazione della scuola media misura con maggior frequenza presenza di acroleina.

Anche la **Propionaldeide** (tabella 14) mostra una certa omogeneità tra i punti di misura; sebbene una settimana invernale (n. 10) registra la concentrazione più elevata di tutto il periodo di monitoraggio, le altre settimane non identificano un comportamento stabile.

La **Butiraldeide** (tabella 15) viene principalmente misurata nella seconda parte della campagna di monitoraggio a partire dalla primavera e per tutta l'estate. I valori medi dei punti sono confrontabili tra loro.

Per la **Benzaldeide** (tabella 16) viene misurata principalmente nella seconda parte della campagna di monitoraggio in relazione al periodo primaverile ed estivo, in modo discontinuo sui diversi punti. Le concentrazioni sono sempre molto basse, al limite della rilevabilità.

La **Valeraldeide** (tabella 17) ha un comportamento simile alle due sostanze precedenti in quanto è presente nei campionamenti del periodo primavera ed estate con una certa continuità su tutte le postazioni. Anche in questo caso le concentrazioni sono molto basse e uniformi sul territorio.

L'**Esanale** o **Esaldeide** (tabella 18) è sporadicamente misurata nei campionamenti della seconda parte del monitoraggio in periodo primavera estate, a concentrazioni molto basse; solo due settimane estive mostrano valori di concentrazioni, misurabili su tutto il territorio, lievemente più elevate.

In considerazione della presenza saltuarie di alcune sostanze nei campionamenti la rappresentazione grafica della variabilità delle misure viene rappresentata per Formaldeide, Acetaldeide, Acetone e Propionaldeide. Per la **Formaldeide** la **figura 6** mostra chiaramente un comportamento diverso delle misure nella postazione Scuola media di Carsoli che registra sistematicamente concentrazioni superiori a tutte le altre postazioni, ponendosi ampiamente al di sopra del valore medio della zona. Su questo

aspetto andrà posta una attenzione, cercando di comprendere l'origine di queste misure e lavorare per una loro riduzione.

Per l'**Acetaldeide**, l'**Acetone** e la **Propionaldeide** (**figure 7, 8 e 9**) i *box plot* confermano la confrontabilità dei punti di campionamento tra loro non evidenziando alcuna criticità in merito.

Anche le statistiche delle misure di queste sostanze, rappresentate nelle **tabelle 19-20-21-22**, evidenzia per la sola **Formaldeide** una differenza del punto di misura della Scuola media rispetto agli altri, con un valore massimo che viene registrato nella postazione a 9 di Via S. Panfilo di 30,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Tutte le altre misure confermano la omogeneità delle concentrazioni di questi inquinanti sul territorio. Da notare che mentre per il benzene e il toluene, in particolare, la postazione 4 ZI La Campora registra i valori più elevati, per le aldeidi questo punto si colloca generalmente tra le postazioni in cui si registrano i valori più bassi dell'area.

L'analisi della variabilità stagionale mostrata nelle **tabelle 23, 24, 25 e 26**, evidenzia come per la formaldeide valori nettamente superiori nel periodo estivo, mentre le altre stagioni sono più omogenee tra loro. Lo stesso comportamento si osserva per le altre aldeidi misurate.

Tabella 4: Concentrazioni di Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) rilevate durante tutte le campagne di monitoraggio presso le postazioni di campionamento

settimana	Poggio Cinolfo	Scuola media	Casa Bianca	Zona Industriale Miole-loc. La Campora	OTI	Zona Comm optik shop	Zona residenziale	Civita di Oricola	Via San Panfilo	Media settimanale
1	0,4	1,5	0,6	0,5	0,6	0,9	0,5	0,4	0,4	0,6
2	0,4	0,6	0,6	0,8	0,3	0,5	0,3	0,5	0,7	0,5
3	0,6	1,8	0,2	1,4	0,3	1,3	1,0	0,4	0,7	0,9
4	2,8	3,7	3,3	3,1	3,5	2,9	3,2	3,5	3,2	3,2
5	3,6	4,1	0,7	0,7	3,6	4,0	2,1	4,1	3,8	3,0
6	3,5	3,5	0,7	4,2	0,7	3,1	2,9	3,0	2,9	2,7
7	2,4	2,6	2,4	2,5	2,3	2,4	2,1	2,6	0,5	2,2
8	0,5	0,6	2,5	0,7	0,5	0,6	2,6	2,2	2,4	1,4
9	2,3	3,0	2,5	0,5	2,8	2,0	2,6	2,1	2,2	2,2
10	2,7	3,2	0,3	2,5	2,9	2,7	3,0	2,6	2,7	2,5
11	2,6	2,5	1,8	2,3	1,8	1,9	2,0	0,1	2,2	1,9
12	3,3	5,2	6,0	4,3	5,4	4,5	5,4	4,6	4,6	4,8
13	6,7	5,0	5,2	5,8	5,5	5,8	0,5	5,0	0,4	4,4
14	5,0	0,5	4,7	5,0	4,2	3,6	4,2	4,7	4,4	4,0
15	3,2	4,0	3,0	3,1	2,9	4,5	5,9	3,1	3,6	3,7
16	0,2	3,0	2,4	3,7	2,5	2,7	3,8	3,0	4,4	2,9
17	2,4	2,8	2,2	2,4	2,3	4,3	2,9	2,5	2,6	2,7
18	3,7	2,9	2,9	3,1	0,2	2,0	2,0	2,7	1,9	2,4
19	2,5	1,6	0,2	2,5	2,2	3,4	0,7	1,9	2,4	1,9
20	2,4	1,8	2,3	2,7	2,4	1,4	2,7	2,1	2,3	2,2
21	2,2	4,0	2,2	6,7	2,4	3,0	1,8	3,2	1,7	3,0
22	3,1	3,0	1,6	1,9	0,8	1,5	2,5	1,5	0,9	1,9
23	0,1	1,4	1,0	0,8	0,9	0,4	0,7	1,5	0,9	0,9
24	1,3	0,1	0,2	0,3	0,9	0,7	0,8	0,6	0,1	0,6
25	0,4	0,7	0,8	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,7	0,7
26	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,3	0,8	0,6	0,5	0,5
media	2,3	2,5	2,0	2,4	2,1	2,4	2,2	2,3	2,0	2,3

Tabella 5: Concentrazioni di Toluene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) rilevate durante tutte le campagne di monitoraggio presso le postazioni di campionamento

settimane	Poggio Cinolfo	Scuola media	Casa Bianca	Zona Industriale Miole-loc. La Campora	OTI	Zona Comm optik shop	Zona residenziale	Civita di Oricola	Via San Panfilo	Media settimanale
1	15,7	19,4	20,8	33,8	18,9	22,1	20,0	26,4	23,3	22,3
2	10,8	12,6	15,1	36,6	17,4	11,0	10,3	17,2	16,2	16,3
3	9,7	7,7	8,3	19,3	18,1	8,7	7,1	10,3	8,9	10,9
4	23,5	22,0	22,3	59,7	24,7	20,1	32,0	26,7	16,1	27,5
5	23,2	21,2	33,2	53,0	34,2	30,5	22,9	41,3	19,8	31,0
6	18,1	19,5	27,8	54,8	20,6	16,5	16,0	19,4	17,1	23,3
7	9,2	9,4	12,6	24,5	10,6	11,1	9,8	12,0	8,7	12,0
8	8,1	9,2	13,8	22,2	13,5	9,1	8,8	9,3	6,3	11,1
9	12,6	10,9	11,2	22,2	12,8	8,8	7,5	10,8	8,0	11,6
10	14,4	14,6	13,2	16,4	13,1	14,0	13,5	13,5	12,3	13,9
11	9,9	35,1	28,8	17,5	31,1	11,0	10,7	9,5	10,5	18,2
12	69,0	64,1	87,5	160,1	83,2	75,1	86,7	96,3	81,5	89,3
13	6,1	5,2	10,1	127,0	96,2	104,5	3,6	6,7	87,6	49,7
14	92,6	80,3	80,7	82,3	68,6	79,8	68,9	133,7	13,8	77,8
15	50,9	45,6	47,9	66,0	53,7	59,7	61,7	58,9	56,7	55,7
16	55,3	45,5	41,3	63,7	38,3	52,9	40,6	36,3	138,6	56,9
17	32,1	61,3	30,9	42,3	32,1	41,5	46,7	43,5	36,8	40,8
18	44,6	35,6	42,2	54,4	38,7	39,7	33,0	39,0	39,2	40,7
19	30,3	28,3	7,6	21,7	5,9	6,0	5,1	6,6	5,7	13,0
20	28,8	49,7	31,8	59,1	51,8	34,7	37,6	43,3	34,9	41,3
21	6,6	8,8	7,2	25,2	9,0	8,6	42,8	57,1	8,1	19,2
22	5,7	4,9	4,4	12,9	6,9	5,1	4,6	5,3	4,0	6,0
23	3,3	3,8	3,9	7,6	3,7	3,5	3,5	3,6	3,2	4,0
24	3,5	3,8	3,2	4,8	3,4	3,5	4,1	4,0	3,2	3,7
25	3,4	3,1	3,8	12,0	3,8	3,8	3,1	3,5	3,2	4,4
26	3,2	3,4	3,5	6,9	3,8	3,9	3,1	3,8	2,8	3,8
media	22,7	24,0	23,6	42,5	27,5	26,4	23,2	28,4	25,6	27,1

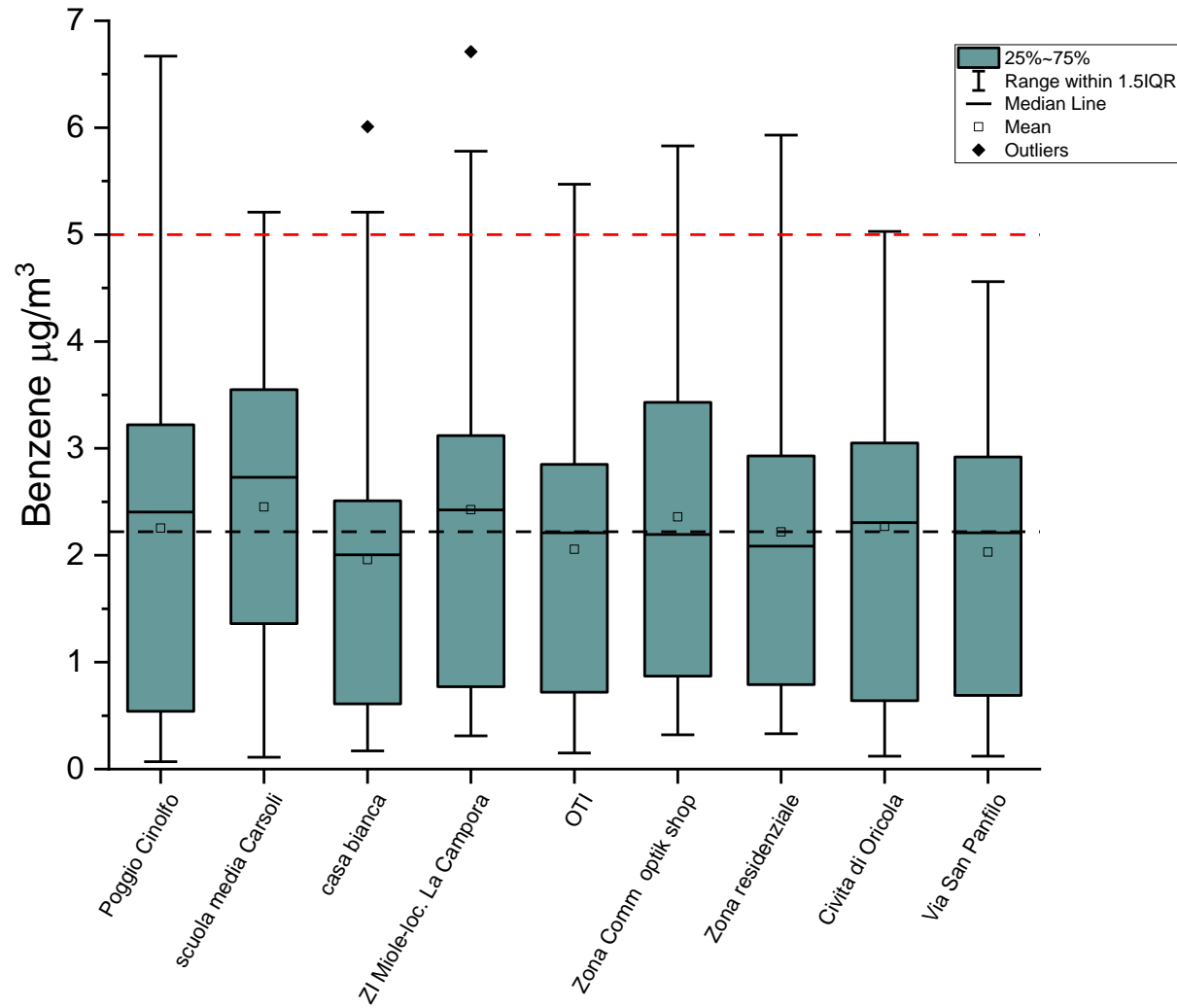


Figura 2: Box plot delle concentrazioni di benzene misurate nelle postazioni di campionamento nelle 26 settimane (la linea tratteggiata nera rappresenta il valor medio di tutte le misure effettuate, la linea tratteggiata rossa il valore di riferimento della normativa)

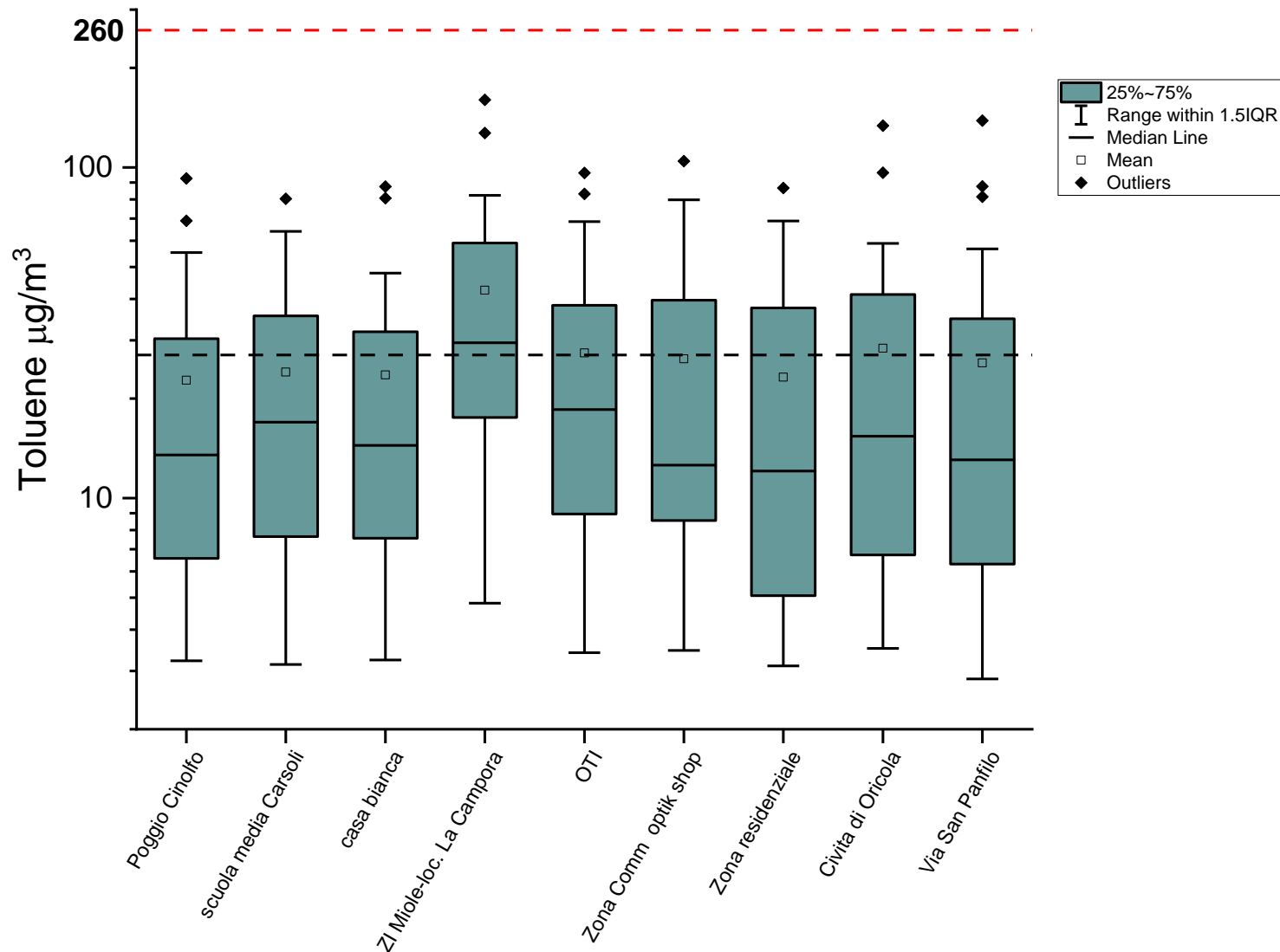


Figura 3: Box plot delle concentrazioni di toluene misurate nelle postazioni di campionamento delle 26 settimane di studio (la linea tratteggiata rappresenta il valor medio di tutte le misure effettuate, la linea rossa il valore settimanale raccomandato dall’OMS)

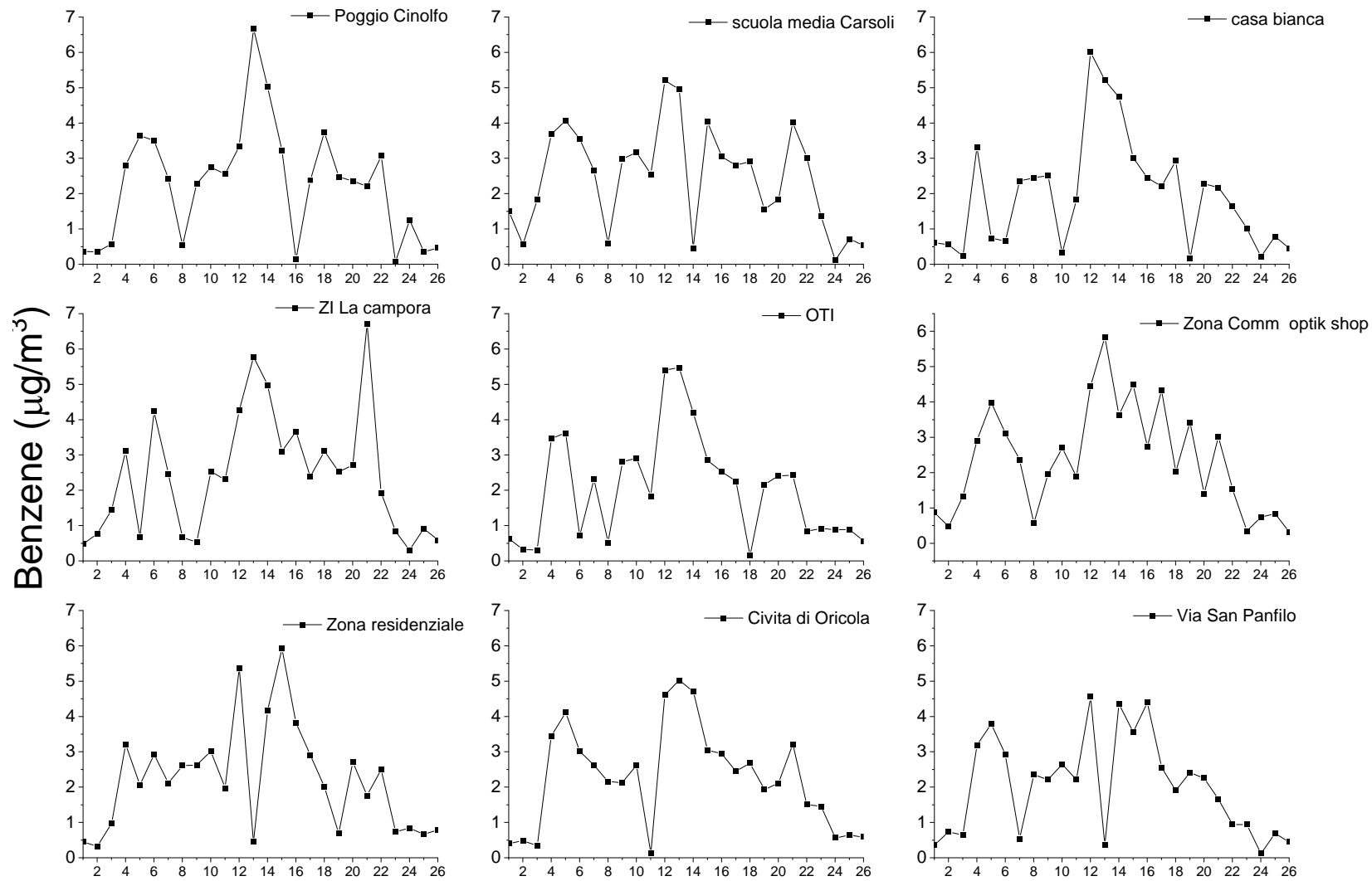


Figura 4: andamento delle concentrazioni di benzene misurate durante le 26 settimane di monitoraggio

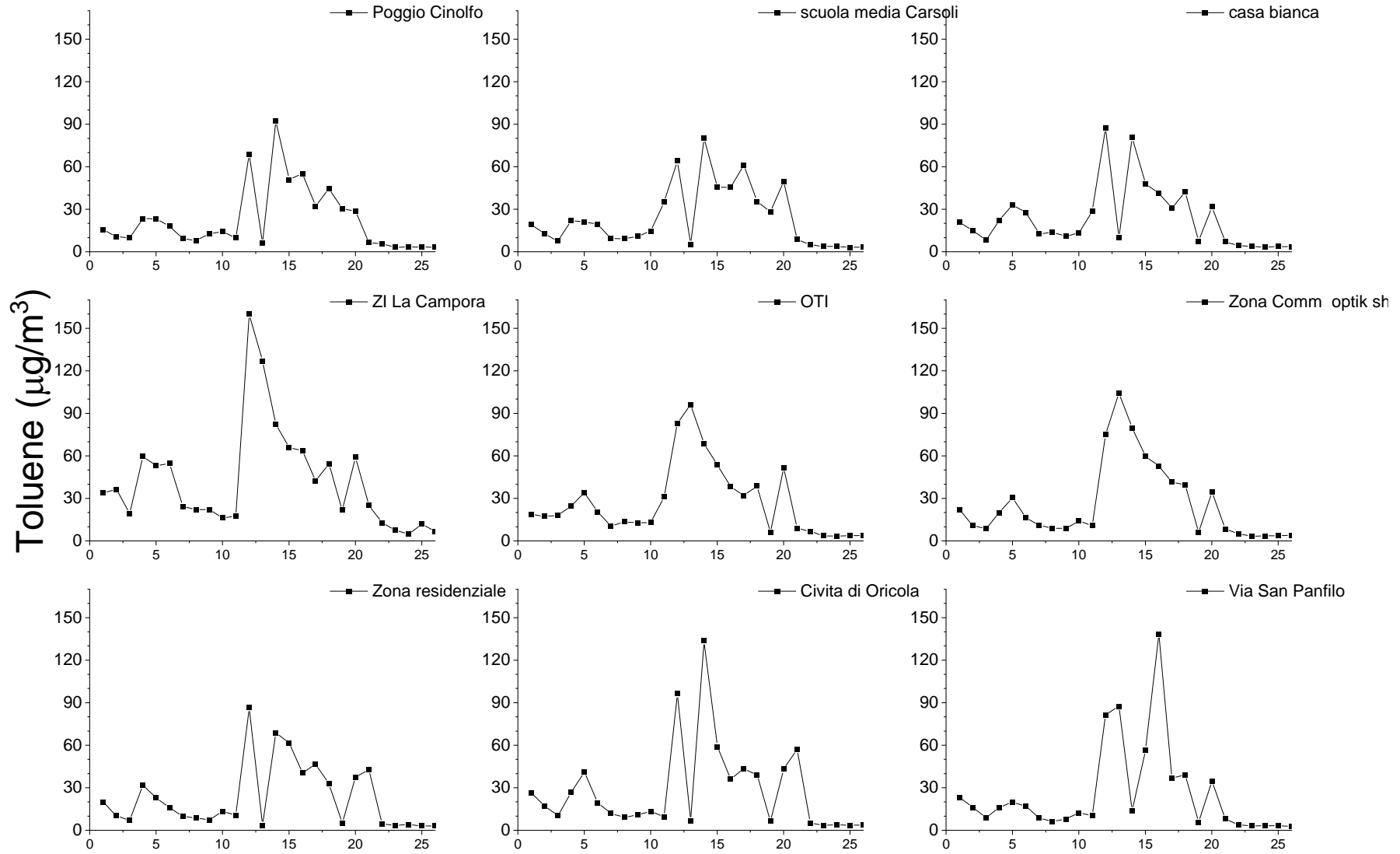


Figura 5: andamento delle concentrazioni di Toluene misurate durante le 26 settimane di monitoraggio

Tabella 6: Statistica delle misure di Benzene in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Postazione	Media	SD	Min	25° (Q1)	50°	75° (Q3)	Max
Poggio Cinolfo	2,3	1,6	0,1	0,5	2,4	3,2	6,7
Scuola media Carsoli	2,5	1,5	0,1	1,4	2,7	3,6	5,2
Casa bianca	2,0	1,6	0,2	0,6	2,0	2,5	6,0
ZI La Campora	2,4	1,7	0,3	0,8	2,4	3,1	6,7
OTI	2,1	1,5	0,2	0,7	2,2	2,9	5,5
Zona Comm optik shop	2,4	1,5	0,3	0,9	2,2	3,4	5,8
Zona residenziale	2,2	1,5	0,3	0,8	2,1	2,9	5,9
Civita di Oricola	2,3	1,4	0,1	0,6	2,3	3,1	5,0
Via San Panfilo	2,0	1,4	0,1	0,7	2,2	2,9	4,6

Tabella 7: Statistica delle misure del Toluene in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Postazione	media	SD	Min	25 (Q1)	Mediana	75 (Q3)	Max
Poggio Cinolfo	22,7	22,8	3,2	6,6	13,5	30,4	92,6
scuola media Carsoli	24,0	21,7	3,1	7,7	17,0	35,6	80,3
Casa bianca	23,6	22,2	3,2	7,6	14,4	31,8	87,5
ZI La Campora	42,5	36,9	4,8	17,5	29,5	59,1	160,1
OTI	27,5	25,2	3,4	9,0	18,5	38,3	96,2
Zona Comm optik shop	26,4	27,4	3,5	8,6	12,6	39,7	104,5
Zona residenziale	23,2	23,0	3,1	5,1	12,1	37,6	86,7
Civita di Oricola	28,4	31,1	3,5	6,7	15,4	41,3	133,7
Via San Panfilo	25,6	32,5	2,8	6,3	13,1	34,9	138,6

Tabella 8: Medie stagionali delle concentrazioni di Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) su ciascuno dei punti di misura

stagione	Poggio Cinolfo	Scuola media	Casa Bianca	ZI La Campora	OTI	Zona Comm optik shop	Zona residenziale	Civita di oricola	Via San Panfilo
autunno	2,2	2,7	1,3	2,1	1,8	2,4	1,9	2,3	2,0
estate	1,1	1,6	1,0	1,7	1,0	1,1	1,1	1,2	0,7
inverno	3,3	2,8	3,3	3,0	3,3	3,0	2,9	3,1	2,7
primavera	2,4	2,7	2,2	2,9	2,1	3,1	3,0	2,5	2,8

Tabella 9: Medie stagionali delle concentrazioni di Toluene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) su ciascuno dei punti di misura

stagione	Poggio Cinolfo	Scuola media	Casa Bianca	ZI La Campora	OTI	Zona Comm optik shop	Zona residenziale	Civita di oricola	Via San Panfilo
autunno	15,8	15,4	19,9	41,3	20,9	16,3	16,3	21,2	14,5
estate	5,9	6,7	6,7	14,7	7,1	7,2	11,6	14,8	6,8
inverno	30,4	31,3	35,0	63,9	45,5	43,2	28,5	40,0	31,4
primavera	40,3	44,3	33,6	51,2	36,8	39,1	37,4	37,9	52,0

Tabella 10: Concentrazioni medie di Formaldeide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) misurate nelle 26 settimane di campionamento

Settimane	Poggio Cinolfo	Scuola Media Carsoli	Casa Bianca	ZI La Campora	OTI	Zona Comm optik shop	Zona residenziale	Civita di Oricola	Via San Panfilo	Media settimanale
1	13,1	12,9	10,6	12,4	10,8	12,2	12,3	12,0	13,3	12,2
2	8,4	8,2	9,6	11,3	9,7	9,7	10,1	7,3	9,1	9,2
3	8,3	8,9	5,6	8,7	7,9	8,5	8,9	9,3	9,1	8,4
4	8,4	11,9	4,4	6,9	6,1	7,9	9,2	6,7	6,6	7,6
5	11,6	17,7	4,0	8,0	9,2	9,3	9,3	9,3	7,5	9,6
6	6,6	19,1	1,8	7,0	6,2	4,6	6,6	7,6	5,9	7,3
7	11,3	22,0	4,8	9,9	10,9	10,1	8,8	11,0	9,2	10,9
8	6,1	10,2	3,0	5,5	5,7	8,2	7,1	6,5	4,6	6,3
9	10,6	14,3	12,1	12,9	15,5	12,7	5,1	18,0	30,9	14,7
10	10,1	9,7	10,0	3,8	9,0	15,3	11,3	9,6	7,9	9,6
11	8,4	12,9	4,1	8,5	10,6	7,2	7,6	6,8	<LOQ	7,3
12	8,7	13,2	4,5	7,8	10,5	6,3	7,8	10,0	6,7	8,4
13	5,2	13,4	4,1	5,5	4,8	3,4	5,9	4,8	4,3	5,7
14	2,0	7,4	0,6	1,3	1,6	1,1	3,2	3,2	2,0	2,5
15	6,4	12,5	5,3	9,1	6,2	7,0	7,9	7,3	6,2	7,5
16	9,1	11,0	6,6	9,5	8,3	9,0	8,8	8,9	7,6	8,8
17	11,8	11,3	7,9	10,4	10,0	9,7	10,5	10,4	9,9	10,2
18	5,6	7,1	6,2	6,0	5,3	6,8	6,5	6,6	6,4	6,3
19	13,0	--	7,5	8,8	8,6	10,4	10,1	9,0	9,4	9,6
20	14,3	12,2	12,7	13,5	12,7	14,8	13,4	14,9	14,7	13,7
21	17,8	16,2	15,4	14,1	13,4	15,5	13,5	17,5	15,9	15,5
22	18,7	16,5	15,5	15,6	16,4	16,7	16,7	17,0	16,5	16,6
23	14,2	13,8	12,5	--	14,4	--	13,5	12,5	13,3	13,5
24	6,3	7,5	8,5	10,4	9,3	8,1	10,0	7,5	9,0	8,5
25	16,9	21,0	18,9	18,6	17,9	16,5	17,8	13,3	17,0	17,5
26	22,9	21,0	20,3	22,9	24,0	21,3	22,3	19,4	21,6	21,8
media	10,6	13,3	8,3	9,9	10,2	10,1	10,2	10,2	10,2	10,3

Tabella 11: Concentrazioni medie di Acetaldeide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) misurate nelle 26 settimane di campionamento

Settimana	Poggio Cinolfo	Scuola media	Casa Bianca	ZI La Campora	OTI	Zona Comm optik shop	Zona residenziale	Civita di Oricola	Via San Panfilo	Media settimanale
1	6,5	5,7	4,7	5,5	4,4	5,8	5,8	4,3	6,2	5,4
2	2,6	2,4	4,9	4,9	4,0	3,7	4,0	2,1	3,5	3,6
3	6,6	3,1	4,0	5,4	4,7	4,9	4,2	3,7	5,6	4,7
4	5,1	5,1	7,5	8,4	6,3	7,9	5,8	4,1	4,9	6,1
5	6,9	7,1	4,9	9,3	8,8	7,2	6,5	6,6	3,7	6,8
6	6,3	8,0	4,5	6,7	6,1	7,5	5,6	6,4	6,5	6,4
7	5,4	6,3	3,8	5,1	7,0	4,7	3,3	3,3	3,8	4,7
8	3,4	4,2	2,3	3,6	7,3	11,9	3,3	3,0	3,4	4,7
9	9,1	12,4	16,4	8,0	13,2	9,7	7,4	11,3	14,5	11,3
10	9,4	9,3	8,3	6,5	7,1	16,3	8,1	12,8	10,3	9,8
11	0,8	1,5	8,0	1,4	16,3	14,7	0,5	-	0,0	4,8
12	1,9	3,0	0,9	1,7	2,0	1,2	1,0	1,8	-	1,5
13	2,9	4,5	2,3	5,8	3,5	1,5	3,0	4,0	2,0	3,3
14	-	1,5	-	0,4	0,3	4,0	0,8	0,4	0,0	0,7
15	6,1	6,1	4,9	7,5	6,4	5,9	5,5	6,3	5,1	6,0
16	3,8	3,6	2,0	3,6	3,3	3,0	3,1	3,5	3,2	3,2
17	3,2	2,8	1,8	3,0	2,7	2,5	3,1	2,5	2,5	2,7
18	2,5	2,0	0,7	2,5	1,1	2,1	2,6	1,5	1,6	1,8
19	6,8	-	3,4	4,6	3,4	3,7	5,9	3,5	4,0	4,4
20	2,2	2,7	2,4	-	3,7	4,3	3,4	3,2	3,0	2,7
21	4,9	5,3	4,8	6,8	7,0	6,5	5,4	5,2	5,4	5,7
22	6,2	6,4	5,9	7,5	8,3	7,0	15,7	6,5	6,9	7,8
23	4,7	5,2	4,5	-	5,8	-	7,3	4,7	4,8	5,3
24	2,9	3,4	4,7	4,5	4,8	3,5	4,1	4,3	3,8	4,0
25	5,4	5,6	6,1	7,3	6,3	6,5	7,8	5,7	6,3	6,3
26	7,2	7,1	6,3	8,1	7,4	7,6	9,6	7,5	7,8	7,6
media	4,7	5,0	4,6	5,1	5,8	6,1	5,1	4,5	4,6	5,1

Tabella 12: Concentrazioni medie di Acetone ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) misurate nelle 26 settimane di campionamento

Settimane	Poggio Cinolfo	Scuola media	Casa Bianca	ZI La Campora	OTI	Zona Comm optik shop	Zona residenziale	Civita di Oricola	Via San Panfilo	Media settimanale
1	4,5	4,6	4,0	4,3	3,5	4,5	3,8	3,6	4,7	4,2
2	2,5	1,9	1,9	2,9	2,4	2,2	2,3	1,4	2,3	2,2
3	3,9	3,2	3,7	3,4	3,6	3,9	3,4	3,1	3,7	3,6
4	3,2	2,6	3,4	3,6	1,7	3,7	2,9	2,7	3,1	3,0
5	3,5	3,4	3,3	3,3	4,7	4,1	2,8	2,7	3,2	3,4
6	3,6	4,0	3,4	3,6	4,4	4,5	3,7	3,0	2,5	3,6
7	2,0	1,6	1,7	2,1	2,1	2,1	1,6	1,4	1,8	1,8
8	0,5	0,5	0,6	0,6	1,9	2,4	0,4	0,8	0,3	0,9
9	4,5	4,8	8,2	3,9	3,9	3,2	4,9	4,6	4,5	4,7
10	2,5	2,4	2,0	1,8	2,8	3,6	2,6	2,5	2,7	2,5
11	2,6	2,4	1,9	2,7	2,9	2,6	1,9	1,9	<LOQ	2,1
12	2,5	2,3	2,6	2,6	3,5	2,9	2,5	2,3	2,0	2,6
13	4,9	4,3	4,9	6,1	4,9	3,7	4,6	5,0	4,9	4,8
14	3,3	4,1	3,3	3,6	3,5	3,2	3,5	3,7	3,0	3,5
15	6,9	6,8	7,2	8,0	7,6	7,5	6,4	7,6	7,4	7,3
16	4,0	4,1	4,1	4,1	4,0	9,0	3,7	4,1	3,9	4,5
17	5,5	25,0	4,9	5,3	5,9	4,8	4,9	4,7	5,2	7,3
18	3,9	3,5	2,7	3,1	3,1	3,5	3,5	2,7	3,1	3,2
19	7,4	-	5,9	6,7	6,8	5,9	6,6	6,7	6,6	6,6
20	5,1	4,5	4,1	5,4	6,6	6,0	5,6	4,7	5,3	5,3
21	4,9	4,8	4,3	6,2	7,2	6,8	5,5	4,2	5,2	5,4
22	7,5	7,0	7,0	8,3	9,2	8,2	10,2	7,5	9,3	8,2
23	6,4	7,2	6,0	-	7,6	-	7,9	5,9	6,9	6,8
24	4,3	5,9	4,2	5,2	5,3	3,6	6,3	5,2	4,9	5,0
25	8,2	7,6	6,9	7,9	7,9	7,5	8,4	6,7	8,2	7,7
26	12,4	10,8	9,6	10,6	10,9	11,0	13,9	10,2	11,8	11,3
media	4,6	5,2	4,3	4,6	4,9	4,8	4,8	4,2	4,5	4,7

Tabella 13: Concentrazioni medie di Acroleina ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) misurate nelle 26 settimane di campionamento

Settimane	Poggio Cinolfo	Scuola media	Casa Bianca	ZI La Campora	OTI	Zona Comm optik shop	Zona residenziale	Civita di Oricola	Via San Panfilo	Media settimanale
1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
2	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
3	0,9	1,1	<LOQ	0,8	<LOQ	0,6	<LOQ	0,7	1,0	0,6
4	1,2	1,7	<LOQ	0,9	<LOQ	0,8	0,9	0,9	<LOQ	0,7
5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,6	<LOQ	<LOQ	0,8	<LOQ	<LOQ	<LOQ
6	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
7	<LOQ	1,1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
8	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	1,5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
9	2,2	2,9	2,4	2,6	3,1	2,1	0,9	3,8	6,8	3,0
10	1,9	2,0	1,9	0,7	1,7	2,7	1,9	1,6	1,5	1,8
11	2,1	2,4	<LOQ	1,4	1,7	1,5	1,6	1,7	<LOQ	1,4
12	1,8	2,5	<LOQ	1,5	1,5	1,1	1,4	1,8	1,3	1,4
13	<LOQ	1,9	<LOQ	0,8	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
14	<LOQ	1,5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
15	<LOQ	1,8	<LOQ	1,0	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,9	<LOQ
16	1,3	1,6	<LOQ	1,3	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
17	1,0	1,1	<LOQ	0,9	<LOQ	<LOQ	0,7	0,7	0,9	0,6
18	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
19	1,3	-	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
20	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
21	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
22	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
23	<LOQ	<LOQ	<LOQ	-	<LOQ	-	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
24	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
25	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
26	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
media	0,7	1,0	0,4	0,7	0,6	0,6	0,5	0,7	0,7	0,6

*Le medie sono calcolate assegnando ai valori <LOQ, la metà del valore del LOQ

Tabella 14: Concentrazioni medie di Propionaldeide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) misurate nelle 26 settimane di campionamento

Settimane	Poggio Cinolfo	Scuola media	Casa Bianca	ZI La Campora	OTI	Zona Comm optik shop	Zona residenziale	Civita di Oricola	Via San Panfilo	Media settimanale
1	2,1	1,9	1,9	1,8	1,5	1,8	1,9	2,1	1,8	1,9
2	0,6	<LOQ	<LOQ	1,5	1,2	0,8	0,9	1,1	1,2	0,8
3	1,6	<LOQ	<LOQ	1,2	<LOQ	1,5	<LOQ	<LOQ	1,6	0,6
4	1,1	1,2	<LOQ	<LOQ	<LOQ	1,0	<LOQ	1,0	1,2	0,6
5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	2,7	<LOQ	<LOQ	<LOQ	2,5	0,6
6	2,9	1,9	<LOQ	2,5	1,6	1,4	1,6	0,9	<LOQ	1,4
7	<LOQ	<LOQ	<LOQ	1,0	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,1
8	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
9	1,9	2,0	2,4	2,2	2,1	2,1	1,1	2,2	3,2	2,1
10	5,0	4,7	4,0	3,5	5,5	7,1	5,1	4,9	5,3	5,0
11	1,3	1,5	0,9	1,0	1,7	1,1	1,1	1,2	<LOQ	1,1
12	<LOQ	2,5	2,1	1,4	1,5	1,3	1,3	1,6	1,2	1,4
13	1,3	3,0	2,0	1,7	1,5	1,3	1,9	1,7	1,4	1,7
14	1,0	1,3	0,8	0,9	1,0	0,8	1,2	1,2	1,0	1,0
15	1,4	2,1	1,6	2,0	1,9	1,7	1,7	1,7	1,6	1,7
16	1,3	1,5	1,0	1,4	1,3	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3
17	1,4	1,6	1,1	1,4	1,5	1,4	1,3	1,5	1,6	1,4
18	1,4	1,3	1,0	1,3	1,1	1,4	1,4	1,1	1,3	1,3
19	2,4		1,9	2,5	2,1	2,6	2,2	1,7	1,9	2,2
20	1,5	1,6	1,4	1,8	1,8	2,2	1,8	1,6	1,9	1,7
21	1,8	1,8	1,7	2,2	1,9	2,0	2,0	1,7	2,2	1,9
22	1,9	1,8	2,0	2,3	2,5	2,1	2,9	2,1	2,8	2,3
23	1,5	1,6	1,5		1,7		1,8	1,5	1,7	1,6
24	1,3	<LOQ	<LOQ	1,4	1,6	1,0	1,7	<LOQ	1,5	0,9
25	1,7	2,0	2,0	1,9	2,2	1,8	2,1	1,5	2,2	1,9
26	2,1	2,1	1,9	2,1	2,3	2,1	2,9	1,9	2,3	2,2
media	1,5	1,6	1,3	1,6	1,7	1,6	1,6	1,4	1,7	1,5

*Le medie sono calcolate assegnando ai valori <LOQ, la metà del valore del LOQ

Tabella 15: Concentrazioni medie di Butiraldeide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) misurate nelle 26 settimane di campionamento

Settimane	Poggio Cinolfo	Scuola media	Casa Bianca	ZI La Campora	OTI	Zona Comm optik shop	Zona residenziale	Civita di Oricola	Via San Panfilo	Media settimanale
1	4,0	3,8	3,4	4,2	3,3	3,7	3,8	<LOQ	4,2	3,4
2	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
3	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
4	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
6	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
7	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
8	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
9	4,6	<LOQ	4,9	<LOQ	<LOQ	<LOQ	3,9	<LOQ	19,7	3,7
10	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	3,4	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
11	3,4	<LOQ	<LOQ	3,9	3,2	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
12	<LOQ	<LOQ	3,1	3,2	3,9	4,8	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
13	4,2	4,6	4,4	5,2	4,3	3,4	5,3	4,4	3,7	4,4
14	3,4	3,5	3,9	5,1	3,4	<LOQ	2,7	<LOQ	3,5	2,8
15	6,4	7,7	6,7	8,9	7,3	6,9	6,7	7,0	4,6	6,9
16	5,7	4,0	4,2	4,5	3,8	5,0	4,0	4,6	5,7	4,6
17	5,2	13,2	4,4	4,3	5,6	5,1	3,4	4,1	4,9	5,6
18	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
19	7,3	-	5,8	5,9	5,9	<LOQ	5,7	5,9	6,0	5,3
20	2,8	3,6	<LOQ	4,6	<LOQ	<LOQ	3,6	3,1	3,3	2,3
21	5,1	5,5	5,0	6,2	7,3	6,9	6,1	5,1	5,7	5,9
22	6,0	6,1	7,1	5,1	7,8	7,5	7,9	7,0	7,6	6,9
23	<LOQ	5,9	5,5	-	7,1	-	6,2	5,4	5,7	5,1
24	<LOQ	3,3	4,9	3,3	5,6	<LOQ	<LOQ	2,9	<LOQ	2,2
25	<LOQ	<LOQ	5,2	5,0	5,8	<LOQ	5,5	4,8	5,2	3,5
26	<LOQ	4,8	4,7	<LOQ	5,7	4,9	6,7	<LOQ	<LOQ	3,0
media	2,7	3,1	3,2	3,2	3,6	2,5	3,2	2,6	3,5	2,9

*Le medie sono calcolate assegnando ai valori <LOQ, la metà del valore del LOQ

Tabella 16: Concentrazioni medie di Benzaldeide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) misurate nelle 26 settimane di campionamento

Settimane	Poggio Cinolfo	Scuola media	Casa Bianca	ZI La Campora	OTI	Zona Comm optik shop	Zona residenziale	Civita di Oricola	Via San Panfilo	Media settimanale
1	0,2	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,3
2	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
3	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
4	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
6	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
7	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
8	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
9	0,5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,5	0,5	<LOQ	0,7	<LOQ	0,2
10	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
11	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,1
12	<LOQ	0,7	<LOQ	<LOQ	0,4	0,7	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,2
13	0,6	1,2	0,6	0,8	<LOQ	<LOQ	0,6	0,7	0,9	0,6
14	<LOQ	0,6	<LOQ	0,7	0,7	0,6	0,8	0,7	<LOQ	0,4
15	0,8	0,6	<LOQ	0,8	0,7	0,7	0,9	1,0	0,8	0,7
16	0,6	0,4	<LOQ	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,4
17	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,3	<LOQ	<LOQ
18	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,5	<LOQ	0,4	<LOQ	0<LOQ
19	0,6	-	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0<LOQ
20	<LOQ	0,5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,5	0,5	0,5	0,2
21	<LOQ	<LOQ	0,4	0,5	<LOQ	<LOQ	0,3	0,4	<LOQ	0,2
22	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,5	0,3	0,4	1,9	0,4	0,5	0,5
23	<LOQ	<LOQ	2,5	-	0,4	-	<LOQ	<LOQ	0,4	0,5
24	0,7	<LOQ	0,6	0,6	0,7	0,8	<LOQ	0,7	<LOQ	0,4
25	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,4	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
26	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,5	0,3	<LOQ	0,1
media	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,1	0,2
media	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2

*Le medie sono calcolate assegnando ai valori <LOQ, la metà del valore del LOQ

Tabella 17: Concentrazioni medie di Valeraldeide ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) misurate nelle 26 settimane di campionamento

Settimane	Poggio Cinolfo	Scuola media	Casa Bianca	ZI La Campora	OTI	Zona Comm optik shop	Zona residenziale	Civita di Oricola	Via San Panfilo	Media settimanale
1	1,0	0,9	0,9	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,8	<LOQ	<LOQ	<LOQ
2	<LOQ	<LOQ	1,0	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,1<LOQ
3	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
4	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
6	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
7	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
8	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
9	<LOQ	<LOQ	2,4	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
10	<LOQ	<LOQ	0,9	0,9	1,0	1,0	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
11	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	1,0	1,5	<LOQ	<LOQ
12	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,6	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
13	0,9	0,8	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
14	<LOQ	0,9	<LOQ	<LOQ	0,8	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
15	1,3	1,3	1,3	1,2	1,5	0,8	1,5	1,2	<LOQ	1,1
16	1,1	1,0	1,1	1,1	1,3	0,8	0,8	1,0	3,4	1,3
17	1,3	<LOQ	<LOQ	<LOQ	1,4	1,0	0,9	1,0	0,9	<LOQ
18	<LOQ	1,1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	1,3	<LOQ	1,4	<LOQ	<LOQ
19	1,6	-	1,6	2,4	1,4	1,3	1,7	1,1	1,2	1,5
20	1,0	1,2	<LOQ	1,4	1,8	2,0	1,8	1,7	1,5	1,4
21	1,0	1,5	1,4	1,5	1,4	1,3	1,1	<LOQ	1,7	1,2
22	<LOQ	1,2	1,1	1,0	1,4	1,5	1,4	1,2	<LOQ	1,0
23	<LOQ	<LOQ	<LOQ	-	0,9	-	1,1	0,9	<LOQ	<LOQ
24	1,3	<LOQ	1,8	<LOQ	1,5	<LOQ	<LOQ	2,1	1,9	0,9
25	1,2	1,4	<LOQ	1,4	1,5	<LOQ	1,3	<LOQ	1,3	0,9
26	1,3	<LOQ	<LOQ	1,0	<LOQ	<LOQ	3,9	<LOQ	1,1	0,8
media	0,7	0,7	0,8	0,7	0,8	0,7	0,9	0,7	0,8	0,6

*Le medie sono calcolate assegnando ai valori <LOQ, la metà del valore del LOQ

Tabella 18: Concentrazioni medie di Esaldeide misurate nelle 26 settimane di campionamento

Settimane	Poggio Cinolfo	Scuola media	Casa Bianca	ZI La Campora	OTI	Zona Comm optik shop	Zona residenziale	Civita di Oricola	Via San Panfilo	Media settimanale
1	<LOQ	2,1	1,8	<LOQ	1,7	<LOQ	2,6	1,8	1,7	1,3
2	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
3	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
4	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
6	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
7	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
8	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
9	<LOQ	<LOQ	4,5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	3,4	<LOQ	<LOQ
10	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
11	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	2,9	2,3	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
12	<LOQ	2,4	2,7	2,3	2,6	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	1,1
13	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
14	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
15	<LOQ	3,0	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	2,4	<LOQ	<LOQ	0,6
16	2,5	<LOQ	2,9	2,4	3,0	<LOQ	<LOQ	2,6	2,7	1,8
17	3,2	3,3	<LOQ	<LOQ	<LOQ	2,8	2,4	<LOQ	<LOQ	1,3
18	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	2,2	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
19	<LOQ	-	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
20	<LOQ	2,6	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
21	2,2	3,8	3,0	3,6	<LOQ	3,1	3,2	5,0	3,4	3,0
22	2,4	2,9	2,6	4,5	5,6	5,2	4,1	5,2	3,4	4,0
23	<LOQ	<LOQ	<LOQ	-	1,8	-	2,1	<LOQ	2,0	<LOQ
24	2,2	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	2,7	<LOQ
25	2,5	2,7	<LOQ	<LOQ	2,9	<LOQ	2,9	<LOQ	3,2	1,6
26	2,7	<LOQ	<LOQ	2,8	<LOQ	<LOQ	3,4	2,3	2,6	1,5
media	1,1	1,3	1,1	1,1	1,2	1,1	1,3	1,2	1,2	1,0

*Le medie sono calcolate assegnando ai valori <LOQ, la metà del valore del LOQ

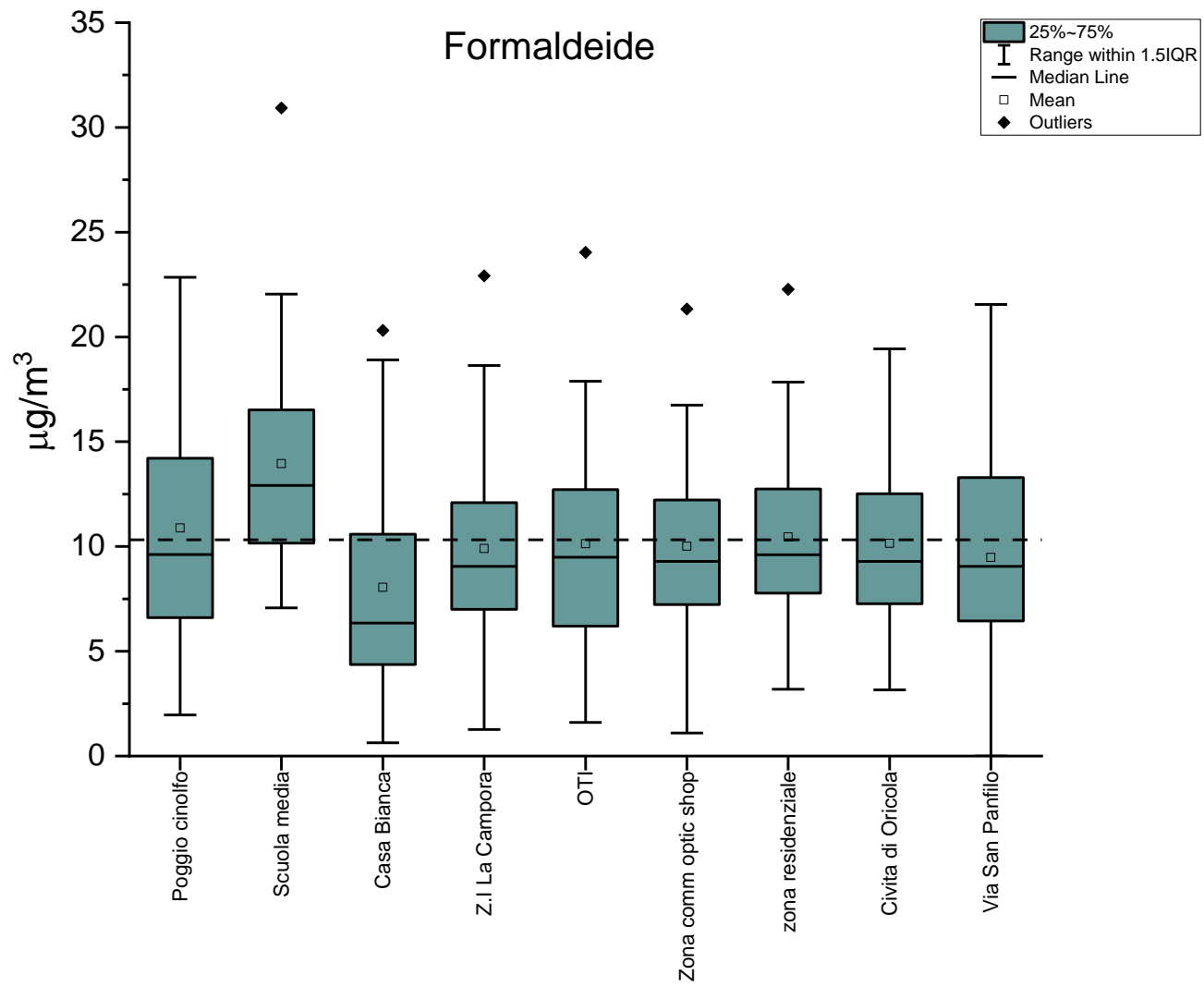


Figura 6: distribuzione delle concentrazioni settimanali di Formaldeide

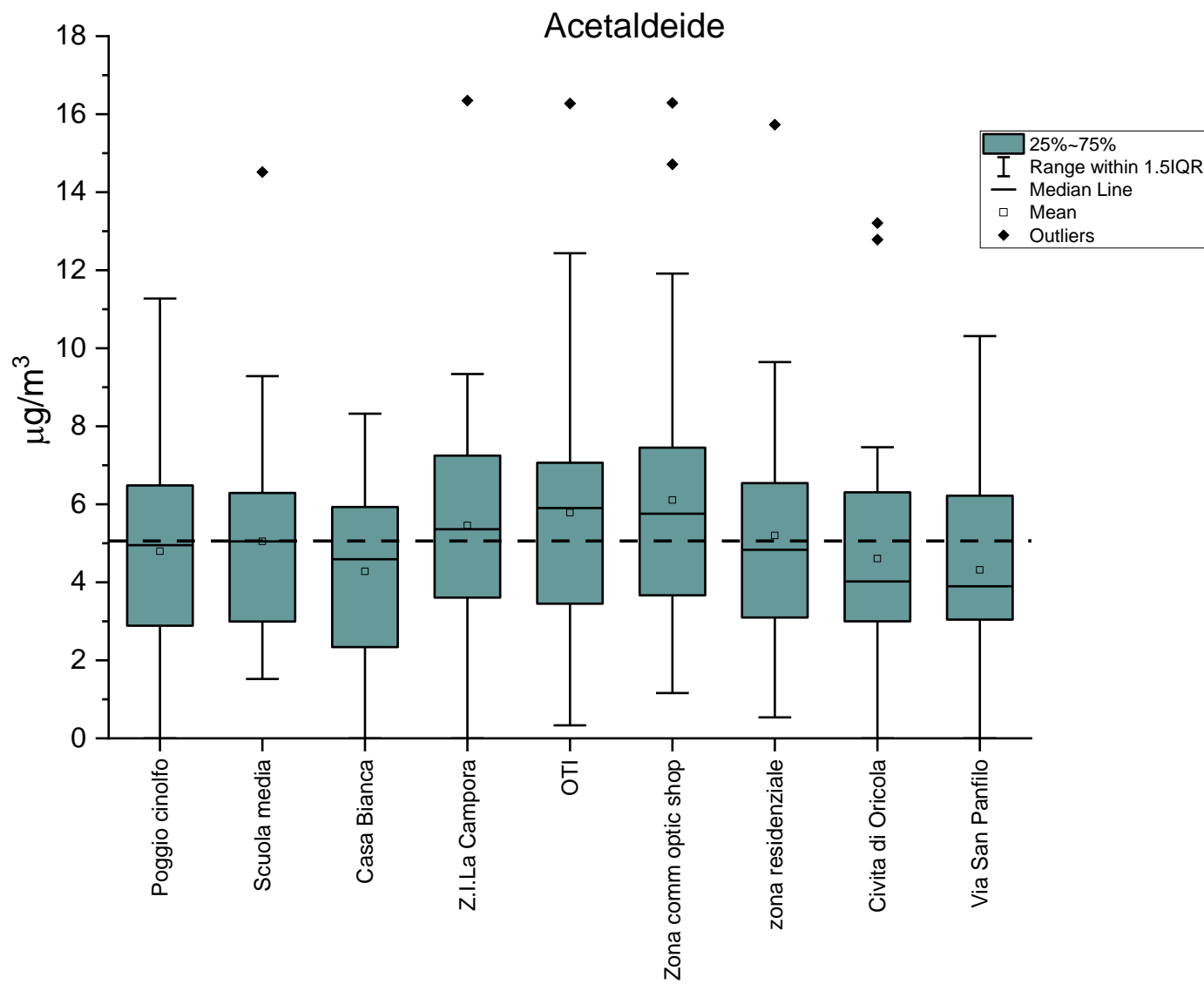


Figura 7: distribuzione delle concentrazioni settimanali di Acetaldeide

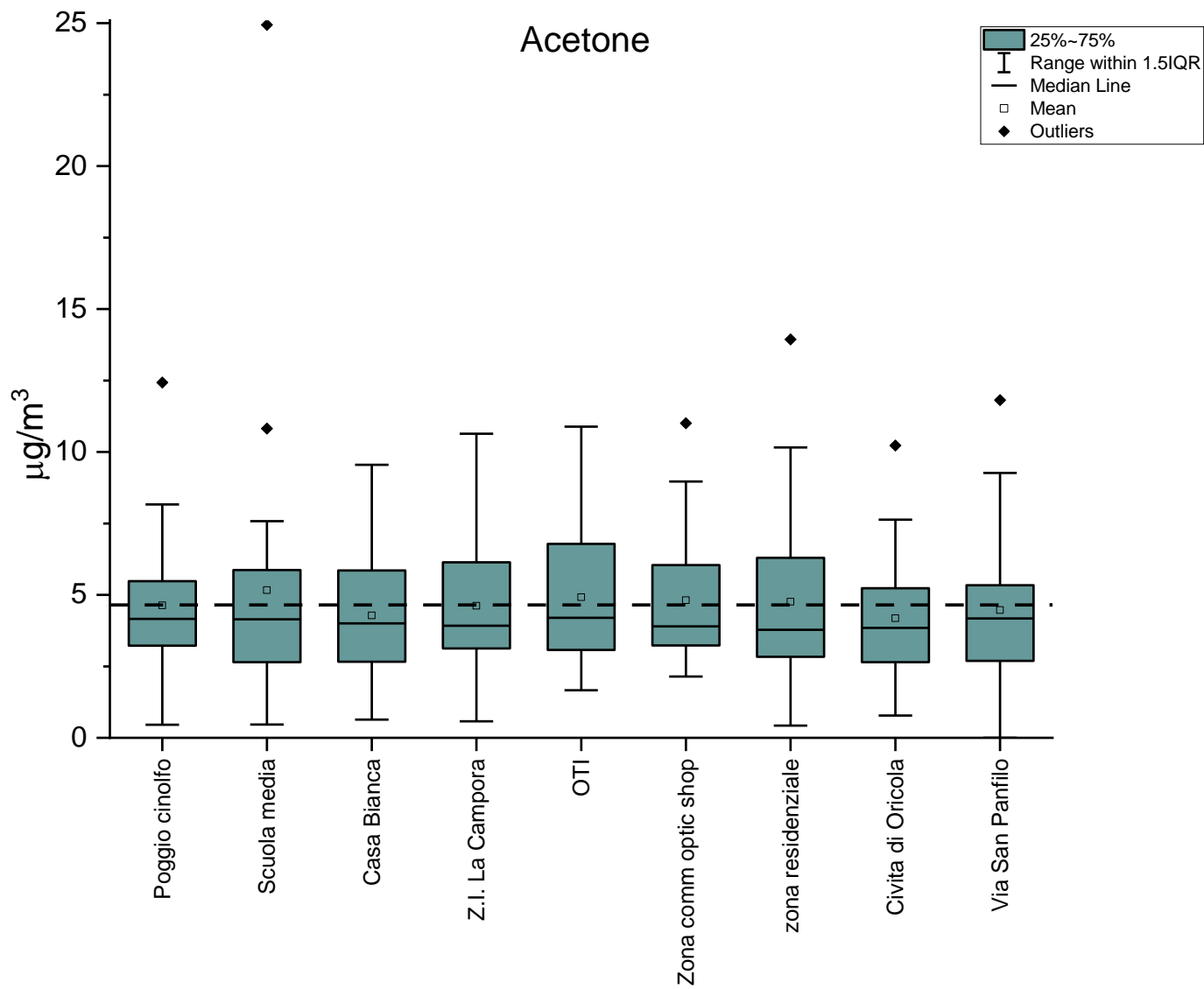


Figura 8: distribuzione delle concentrazioni settimanali di Acetone

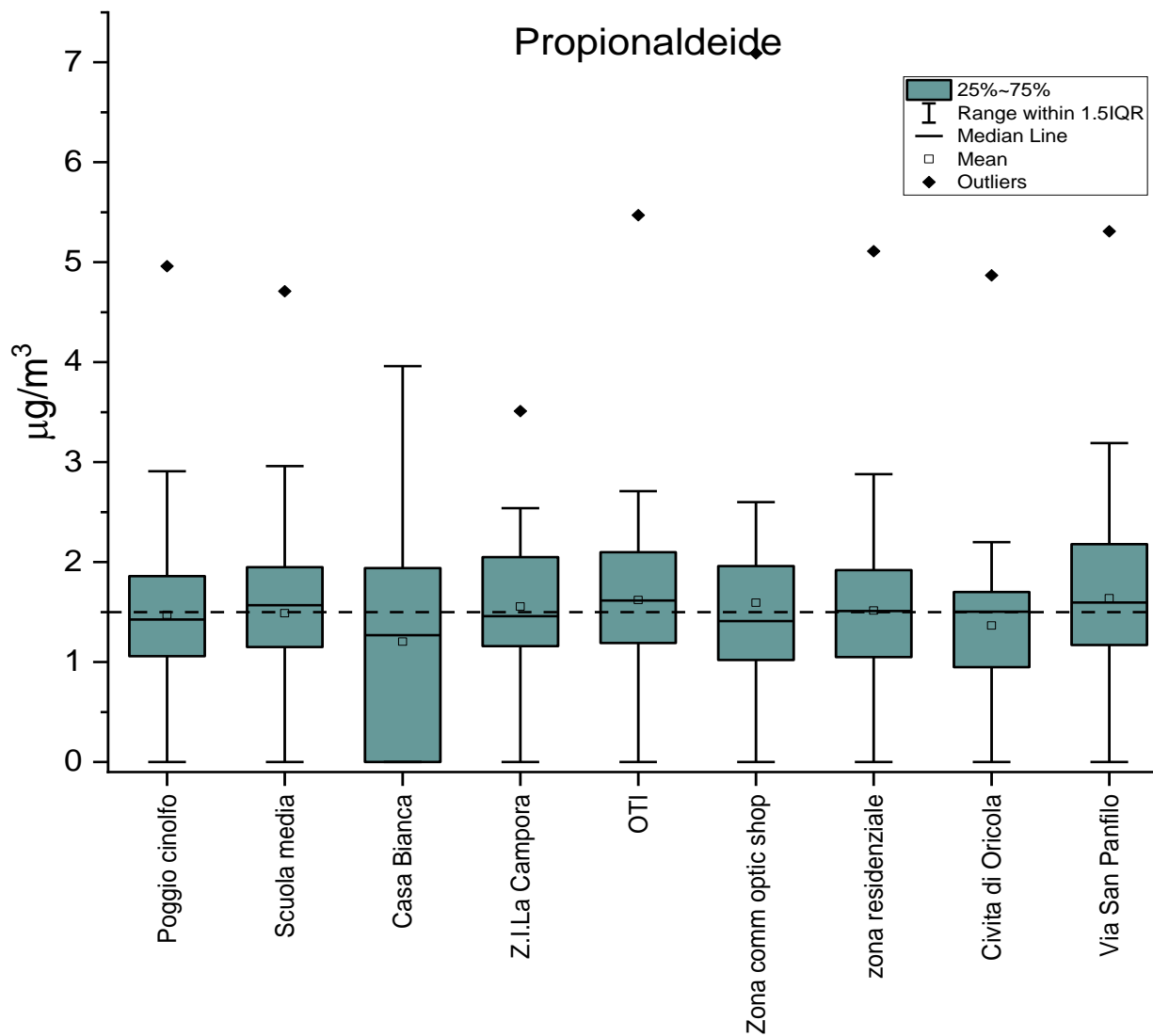


Figura 9: distribuzione delle concentrazioni settimanali di Propionaldeide

Tabella 19: Statistica delle misure di Formaldeide in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Postazioni	media	SD	Min	25°	50°	75°	Max
Poggio Cinolfo	10,6	4,8	2,0	6,6	9,6	13,1	22,9
scuola media Carsoli	13,3	4,4	7,1	10,2	12,9	16,2	22,0
Casa bianca	8,3	5,2	0,6	4,4	7,0	12,1	20,3
ZI La Campora	9,9	4,7	1,3	7	9,1	12,4	22,9
OTI	10,2	4,8	1,61	6,2	9,5	12,7	24,0
Zona Comm optik shop	10,1	4,6	1,1	7,2	9,3	12,8	21,3
Zona residenziale	10,2	4,2	3,2	7,6	9,2	12,3	22,3
Civita di Oricola	10,2	4,2	3,2	7,3	9,3	12,5	19,4
Via San Panfilo	10,2	6,5	0	6,4	9,0	13,3	30,9

Tabella 20: Statistica delle misure di Acetaldeide in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Postazioni	media	SD	Min	25°	50°	75°	Max
Poggio Cinolfo	4,7	2,45	0	2,9	5,0	6,5	9,4
Scuola media Carsoli	5,0	2,6	1,5	3,0	5,1	6,3	12,4
Casa bianca	4,6	3,3	0	2,3	4,6	5,9	16,4
ZI La Campora	5,1	2,6	0	3,6	5,4	7,3	9,3
OTI	5,8	3,4	0,3	3,5	5,9	7,1	16,3
Zona Comm optik shop	6,1	3,8	1,2	3,7	5,8	7,5	16,3
Zona residenziale	5,1	3,2	0,5	3,1	4,8	6,5	15,7
Civita di Oricola	4,5	2,9	0	3	4,0	6,3	12,8
Via San Panfilo	4,6	3,2	0	3,0	3,9	6,2	14,5

Tabella 21: Statistica delle misure di Propionaldeide in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Postazioni	media	SD	Min	25°	50°	75°	Max
Poggio Cinolfo	1,5	1,0	0	1,1	1,4	1,9	5,0
Scuola media Carsoli	1,5	1,1	0	1,2	1,6	2,0	4,7
casa bianca	1,2	1,0	0	0	1,3	1,9	4,0
ZI La Campora	1,6	0,8	0	1,2	1,5	2,1	3,5
OTI	1,6	1,1	0	1,2	1,6	2,1	5,5
Zona Comm optik shop	1,6	1,3	0	1,0	1,4	2,0	7,1
Zona residenziale	1,5	1,1	0	1,1	1,5	1,9	5,1
Civita di Oricola	1,4	1,0	0	1,0	1,5	1,7	4,9
Via San Panfilo	1,6	1,1	0	1,2	1,6	2,2	5,3

Tabella 22: Statistica delle misure di Acetone in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Postazioni	media	SD	Min	25°	50°	75°	Max
Poggio Cinolfo	4,6	2,4	0,5	3,2	4,2	5,5	12,4
Scuola media Carsoli	5,2	4,7	0,5	2,6	4,1	5,9	24,9
casa bianca	4,3	2,2	0,6	2,7	4,0	5,9	9,5
ZI La Campora	4,6	2,4	0,6	3,1	3,9	6,1	10,6
OTI	4,9	2,4	1,7	3,1	4,2	6,8	10,9
Zona Comm optik shop	4,8	2,3	2,1	3,2	3,9	6,0	11,0
Zona residenziale	4,8	2,9	0,4	2,8	3,8	6,3	13,9
Civita di Oricola	4,2	2,2	0,85	2,6	3,8	5,2	10,2
Via San Panfilo	4,5	2,7	0	2,7	4,2	5,3	11,8

Tabella 23: Medie stagionali per punto di campionamento: Formaldeide in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

stagione	Poggio Cinolfo	Scuola media	Casa Bianca	ZI La Campora	OTI	Zona Comm optik shop	Zona residenziale	Civita di oricola	Via San Panfilo
autunno	9,1	14,7	5,0	8,6	8,3	8,3	8,8	8,5	7,9
estate	15,7	15,6	14,5	15,7	15,2	15,1	15,2	14,2	15,2
inverno	7,3	11,6	5,5	6,5	8,2	7,8	6,8	8,4	8,1
primavera	10,0	10,8	7,7	9,5	8,5	9,6	9,5	9,5	9,0

Tabella 24: Medie stagionali per punto di campionamento: Acetaldeide in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

stagione	Poggio Cinolfo	Scuola media	Casa Bianca	ZI La Campora	OTI	Zona Comm optik shop	Zona residenziale	Civita di oricola	Via San Panfilo
autunno	5,5	5,3	5,0	6,6	6,1	6,0	4,9	4,4	4,7
estate	5,4	5,5	5,3	6,6	6,3	6,1	8,0	5,4	5,9
inverno	3,9	5,2	5,4	3,9	7,1	8,4	3,4	4,7	4,3
primavera	4,1	3,4	2,5	3,5	3,4	3,6	3,9	3,4	3,2

Tabella 25: Medie stagionali per punto di campionamento: Acetone in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

stagione	Poggio Cinolfo	Scuola media	Casa Bianca	ZI La Campora	OTI	Zona Comm optik shop	Zona residenziale	Civita di oricola	Via San Panfilo
autunno	3,1	2,8	2,9	3,2	3,2	3,4	2,8	2,4	2,8
estate	6,9	6,8	6,0	7,1	7,4	6,9	8,0	6,2	7,3
inverno	3,0	3,0	3,4	3,0	3,3	3,1	2,9	3,0	2,5
primavera	5,5	8,8	4,8	5,4	5,7	6,1	5,1	5,1	5,2

Tabella 26: Medie stagionali per punto di campionamento: Propionaldeide in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

stagione	Poggio Cinolfo	Scuola media	Casa Bianca	ZI La Campora	OTI	Zona Comm optik shop	Zona residenziale	Civita di oricola	Via San Panfilo
autunno	1,0	0,5	0,0	1,0	0,9	0,8	0,4	0,5	1,1
estate	1,8	1,6	1,6	1,9	2,0	1,8	2,2	1,6	2,1
inverno	1,5	2,1	1,7	1,5	1,9	2,0	1,7	1,8	1,7
primavera	1,6	1,6	1,4	1,7	1,6	1,8	1,6	1,5	1,6

ANALISI DEI DATI IN RELAZIONE AI PARAMETRI METEOROLOGICI

Al fine di comprendere se le misure di concentrazione delle sostanze ricercate presentano una relazione con parametri meteo climatici, è stata effettuata una valutazione delle misure in relazione ad alcuni parametri meteorologici registrati nell'area di Carsoli e Tagliacozzo. A tal fine l'Ufficio Idrografico e Mereografico del Servizio Programmazione Attività di Protezione Civile della Regione Abruzzo, ha elaborato e fornito i dati di Temperatura, Umidità, Pioggia e Pressione Atmosferica rilevate a Carsoli e Tagliacozzo, per tutto il periodo dello studio dal 1 settembre 2020 al 31 agosto 2021. In tal modo è stato possibile effettuare una valutazione del potenziale comportamento degli inquinanti in funzione anche delle condizioni climatiche presenti durante la settimana di rilevamento. Purtroppo non sono presenti dati di velocità e direzione del vento che avrebbero potuto aiutare a comprendere una potenziale associazione delle concentrazioni con direzioni preferenziali del vento, aiutando nella identificazione di eventuali sorgenti di emissione.

In **tabella 27** sono descritti i valori dei parametri medi registrati nelle 26 settimane di campionamento, con riferimento ai millimetri di pioggia accumulati in ciascuna settimana come registrati dalle due stazioni di Carsoli e Tagliacozzo, le temperature medie settimanali massime, minime e medie, sempre per le due stazioni di misura, la pressione atmosferica registrata dalla sola stazione di Carsoli e l'umidità relativa misurata dalla stazione di Tagliacozzo.

Per ogni postazione di monitoraggio i valori di concentrazione settimanale è stato rappresentato in funzione dei valori medi settimanali per la pioggia totale misurata nella settimana (**figura 10**), per la pressione media settimanale (fig. 11) e per la temperatura media settimanale (**figura 12**). Analoga rappresentazione per il **Toluene** nelle **figure 13, 14 e 15** per pioggia, pressione e temperatura media rispettivamente. Sebbene non si evidenzino andamenti netti, si notano concentrazioni più elevate quando c'è assenza di pioggia e viceversa le concentrazioni più basse nei diversi punti di misura, sono misurate quando la settimana ha mostrato un'alta piovosità. In riferimento alla pressione atmosferica non si evidenziano trend significativi tra le variabili. Con la temperatura media settimanale è invece apprezzabile, sia per il benzene che per il toluene, un andamento decrescente delle concentrazioni al crescere della temperatura.

Per le **aldeidi** è stato analizzato l'andamento con i parametri meteorologici settimanali per la **Formaldeide**, nelle **figure 16, 17 e 18**, per pressione media, temperatura media e pioggia rispettivamente e l'acetaldeide nelle **figure 19, 20 e 21**, sempre per i tre parametri meteorologici.

Per la formaldeide, sembra esserci un intervallo di valori di pressione atmosferica al quale sono associate le concentrazioni più elevate. Invece rispetto alla temperatura è molto evidente un rapporto diretto tra concentrazioni e valori di temperatura, ovvero un andamento crescente delle concentrazioni in funzione del crescere della temperatura. Solo il punto della scuola media presenta concentrazioni elevate anche temperatura basse, evidenziando quindi un comportamento anomalo che suggerisce la presenza di una sorgente locale da indagare con maggior attenzione. Rispetto alla pioggia, anche se il trend mostra una certa variabilità, in condizioni di maggior precipitazione si registrano concentrazioni basse.

Per l'**Acetaldeide** è evidente una relazione diretta tra pressione atmosferica più alta e concentrazioni più elevate; rispetto alla temperatura media vi è una forte variabilità che non consente di estrapolare un andamento tra le due variabili, inoltre in molti punti si osservano concentrazioni elevate sia alle alte che alle basse temperature. Con le precipitazioni è anche qui presente un andamento decrescente delle concentrazioni nelle settimane che hanno registrato forti piogge, anche se qualche punto di monitoraggio mostra un andamento leggermente diverso, con concentrazioni elevate anche in corrispondenza di precipitazioni abbondanti. Questi comportamenti anomali potrebbero suggerire la presenza di sorgenti locali da indagare con maggior attenzione.

Tabella 27: Parametri meteorologici relativi a ciascuna settimana di campionamento

Settimane	Pioggia (mm) Carsoli	Pioggia (mm) Tagliacozzo	Tmax Carsoli (°C)	T min Carsoli (°C)	T med Carsoli (°C)	T max Tagliacozzo (°C)	T min Tagliacozzo (°C)	Tmed Tagliacozzo (°C)	Pressione media (mbar)	Umidità (%) media
1	0,07	0,00	25,5	10,2	17,3	27,3	8,6	17,5	920,59	80,89
2	4,98	3,39	24,7	11,8	16,9	26,1	9,2	16,4	918,60	89,20
3	6,36	5,79	18,0	5,6	11,5	19,8	4,5	11,4	913,74	92,44
4	6,09	4,63	13,9	2,8	7,8	16,3	1,8	7,5	916,66	95,44
5	1,10	0,50	17,0	2,2	8,6	18,5	0,7	7,4	920,93	94,63
6	5,53	5,58	14,3	4,9	9,1	18,4	2,9	7,7	923,03	97,38
7	4,93	4,73	11,2	2,6	6,1	12,0	-1,0	3,8	916,26	98,38
8	19,97	20,96	8,5	1,7	4,9	8,4	0,9	4,9	903,81	100,00
9	0,00	0,08	12,4	-1,9	3,5	11,0	-4,7	0,5	924,01	95,63
10	2,23	8,08	5,3	-1,4	1,4	5,0	-2,9	0,3	910,63	98,50
11	13,03	14,81	6,6	-2,4	2,2	7,1	-2,5	1,8	909,11	94,00
12	9,18	9,80	12,4	2,6	6,9	13,2	1,4	5,9	909,45	96,38
13	0,05	0,03	16,4	-0,4	6,7	18,2	-3,3	4,7	927,36	83,13
14	10,05	9,88	8,8	0,2	4,3	9,8	-0,5	4,5	917,58	92,88
15	0,03	0,00	17,6	0,3	8,9	19,4	-2,1	8,2	925,19	76,50
16	3,15	3,08	11,2	-0,2	5,1	12,8	-0,9	5,9	919,84	85,75
17	1,98	1,45	15,8	5,3	10,5	17,8	2,7	10,6	914,71	85,00
18	2,45	2,73	16,6	4,5	10,4	18,8	3,8	11,3	913,59	85,63
19	0,50	0,65	22,0	5,9	14,0	23,3	5,1	14,5	919,11	77,88
20	6,63	6,23	25,2	10,5	17,2	26,2	8,4	17,0	919,58	86,50
21	0,11	0,17	28,8	13,2	20,7	30,7	12,5	21,2	919,13	85,71
22	0,00	0,00	28,0	11,9	20,3	29,5	11,6	21,0	917,80	77,88
23	0,03	0,00	26,8	11,6	19,4	28,9	11,1	20,4	917,36	77,29
24	1,63	4,24	26,7	13,0	19,4	27,0	11,6	18,4	915,59	89,57
25	0,05	0,00	30,8	13,2	21,9	32,1	12,4	22,3	918,30	76,00
26	0,17	0,97	31,3	13,9	21,8	32,1	12,6	21,5	919,01	81,71

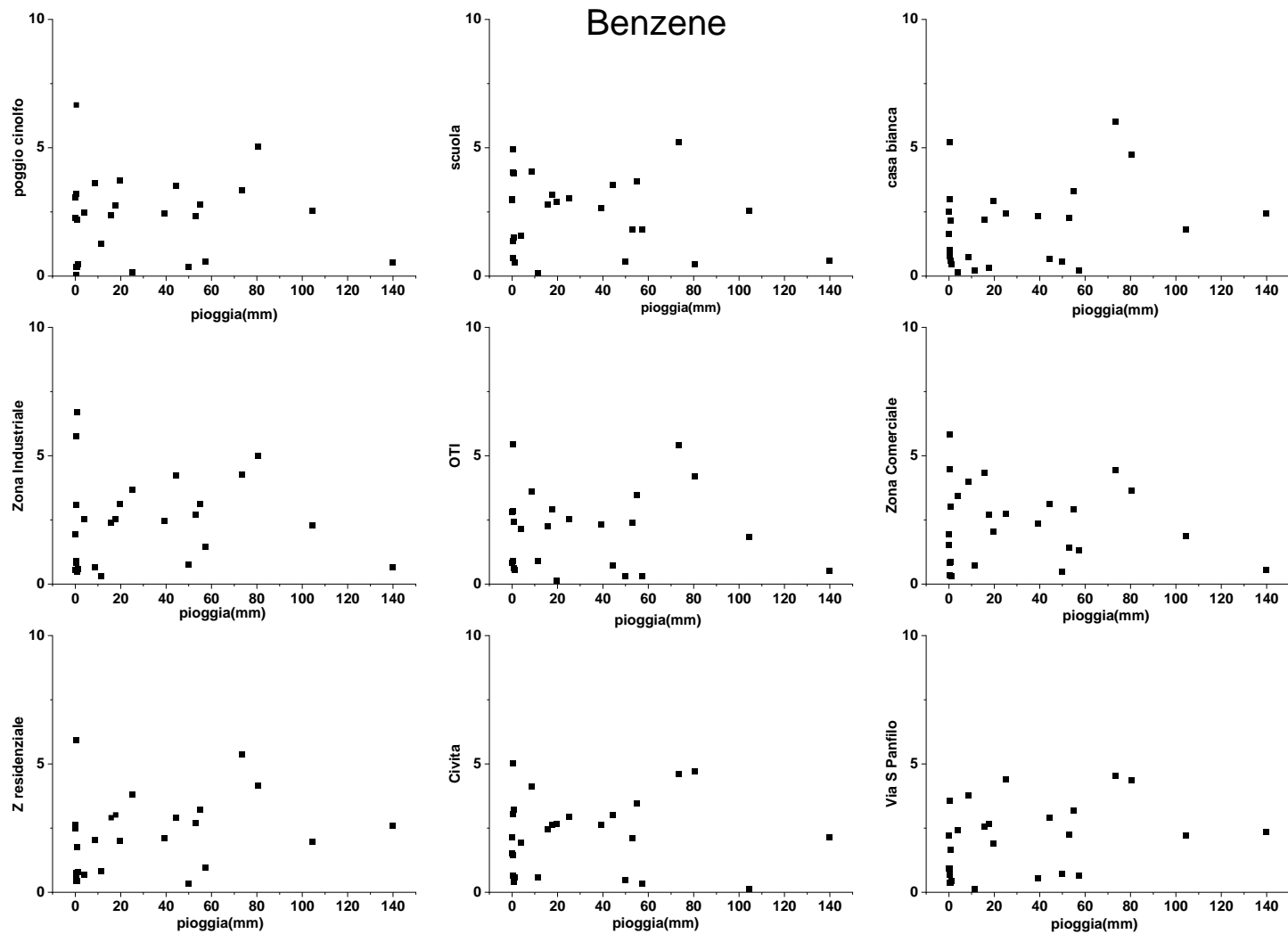


Figura 10: Scatter plot delle concentrazioni di benzene misurate nelle settimane in funzione dei mm di pioggia accumulati nelle stesse settimane

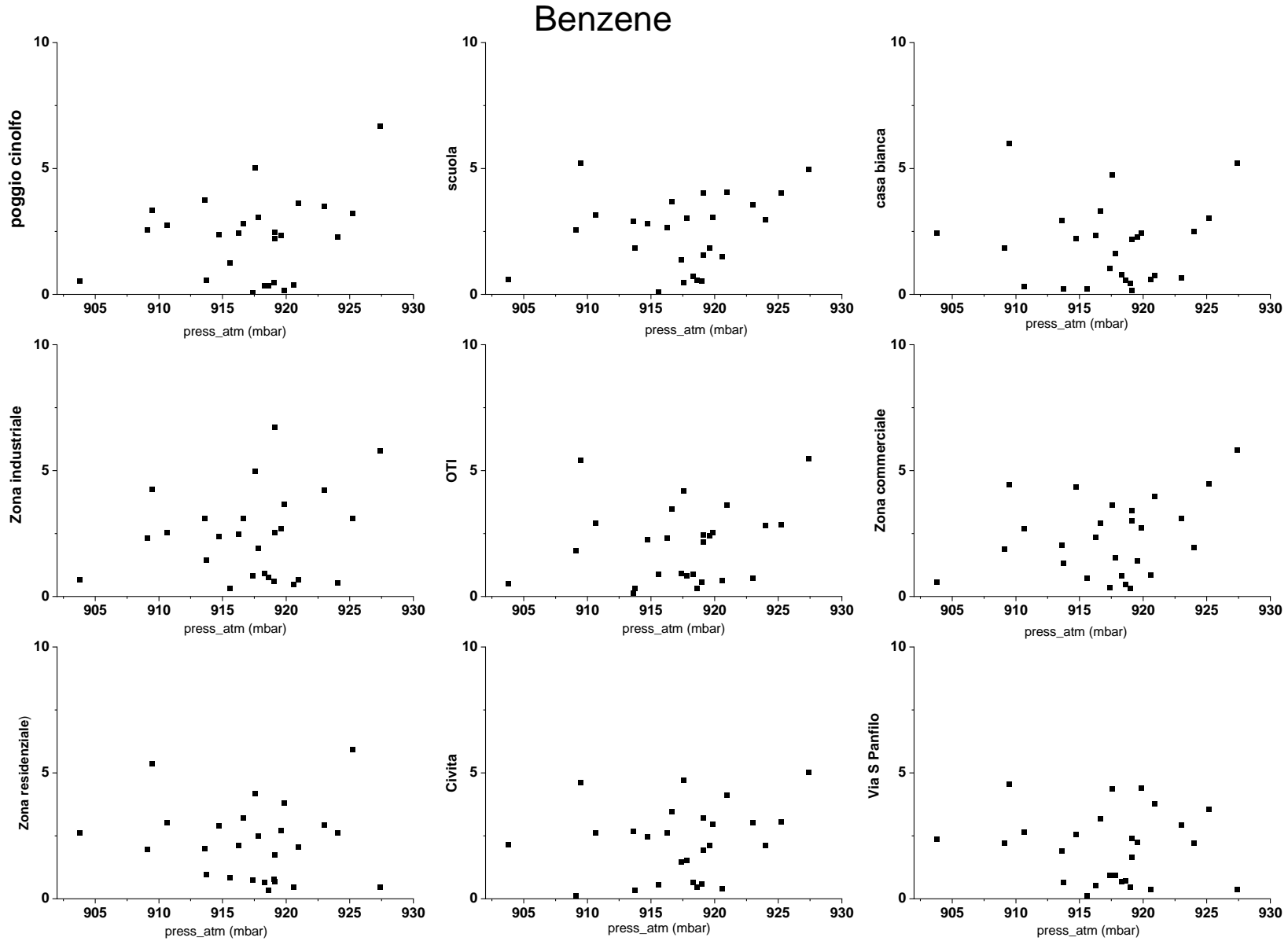


Figura 11: Scatter plot delle concentrazioni di benzene misurate nelle settimane in funzione della pressione atmosferica media misurata nelle stesse settimane

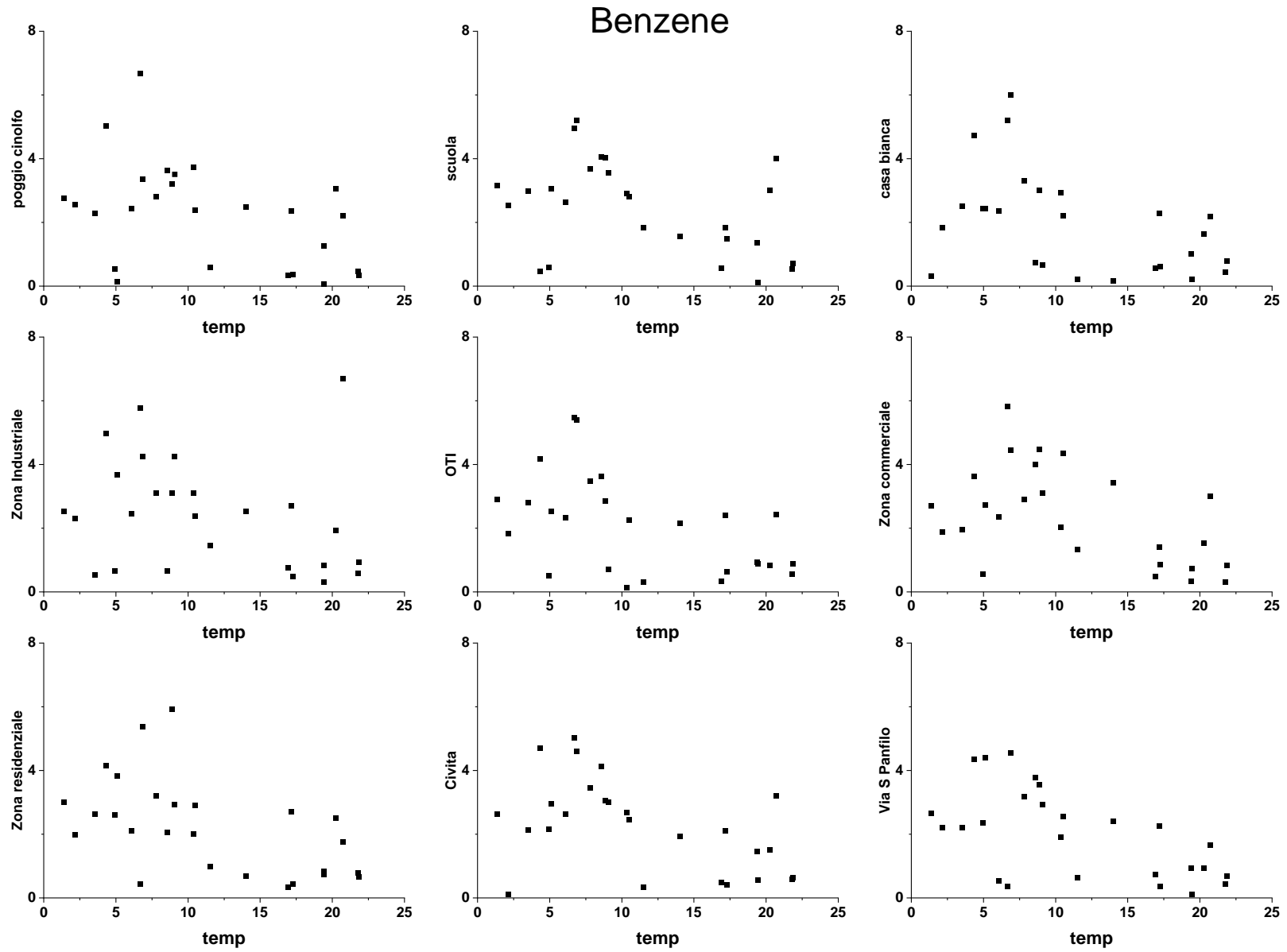


Figura 12: Scatter plot delle concentrazioni di benzene misurate nelle settimane in funzione della temperatura media delle stesse settimane

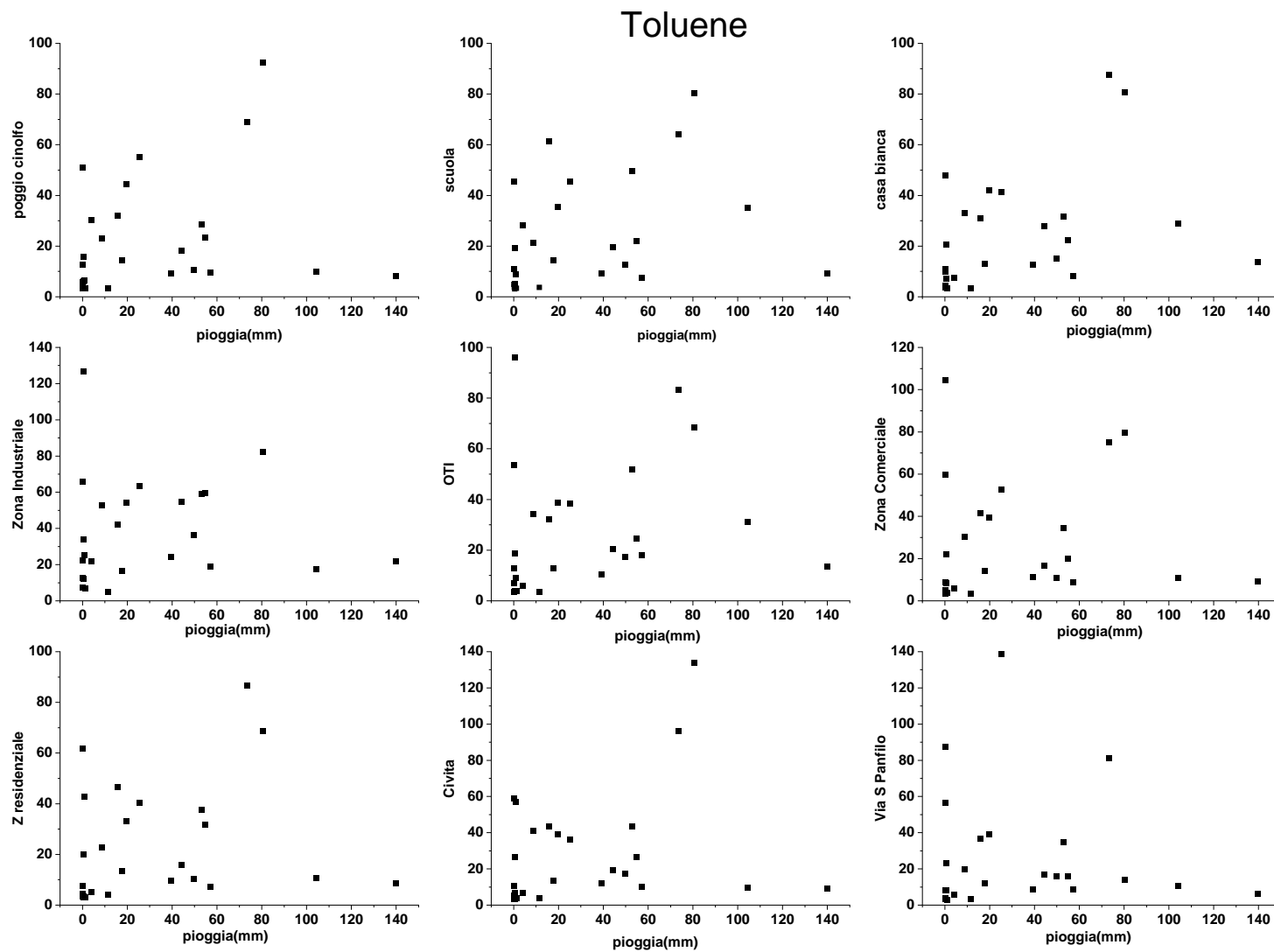


Figura 13: Scatter plot delle concentrazioni di Toluene misurate nelle settimane in funzione pioggia accumulata nelle stesse settimane

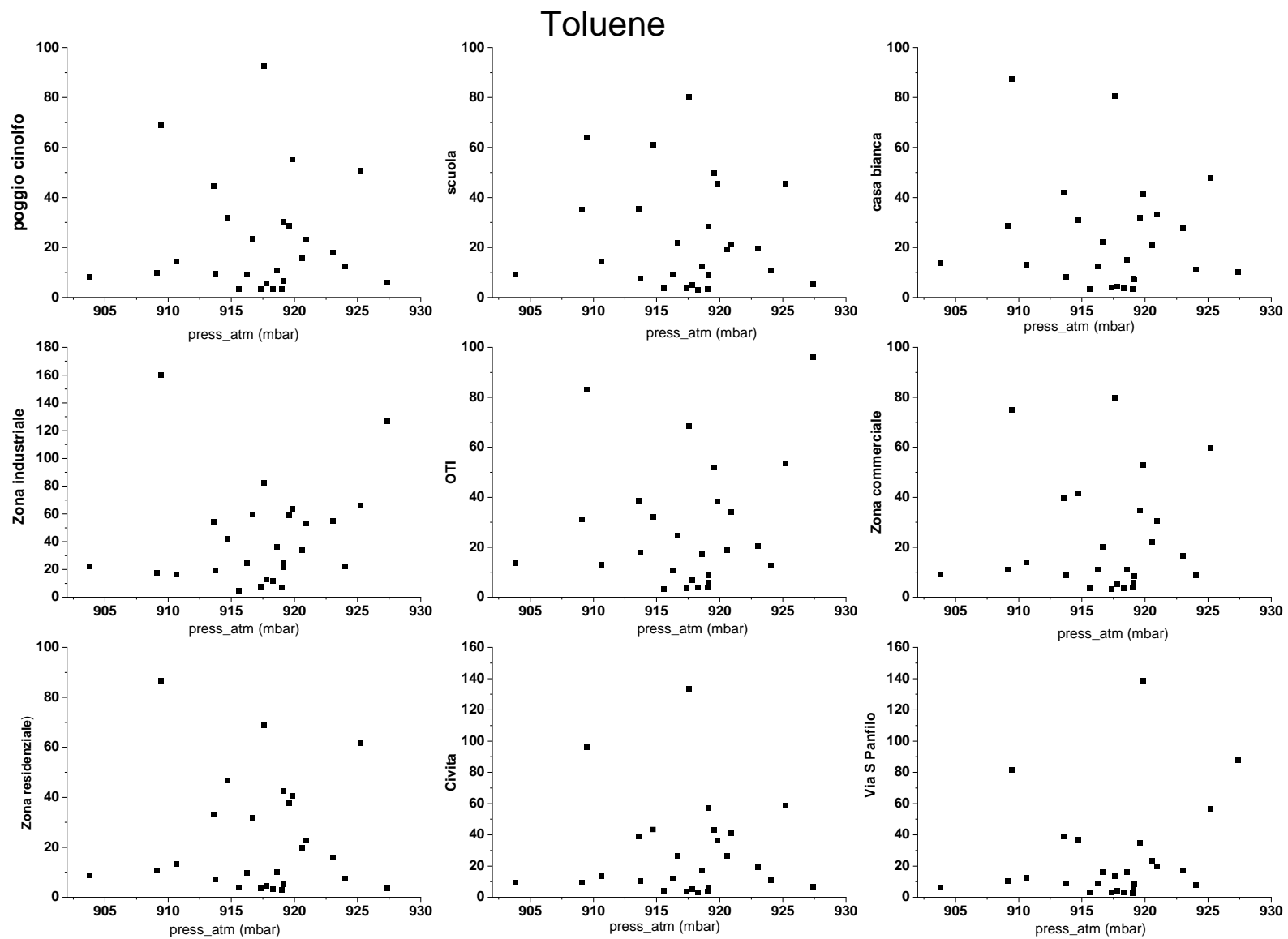


Figura 14: Scatter plot delle concentrazioni di Toluene misurate nelle settimane della pressione atmosferica media misurata nelle stesse settimane

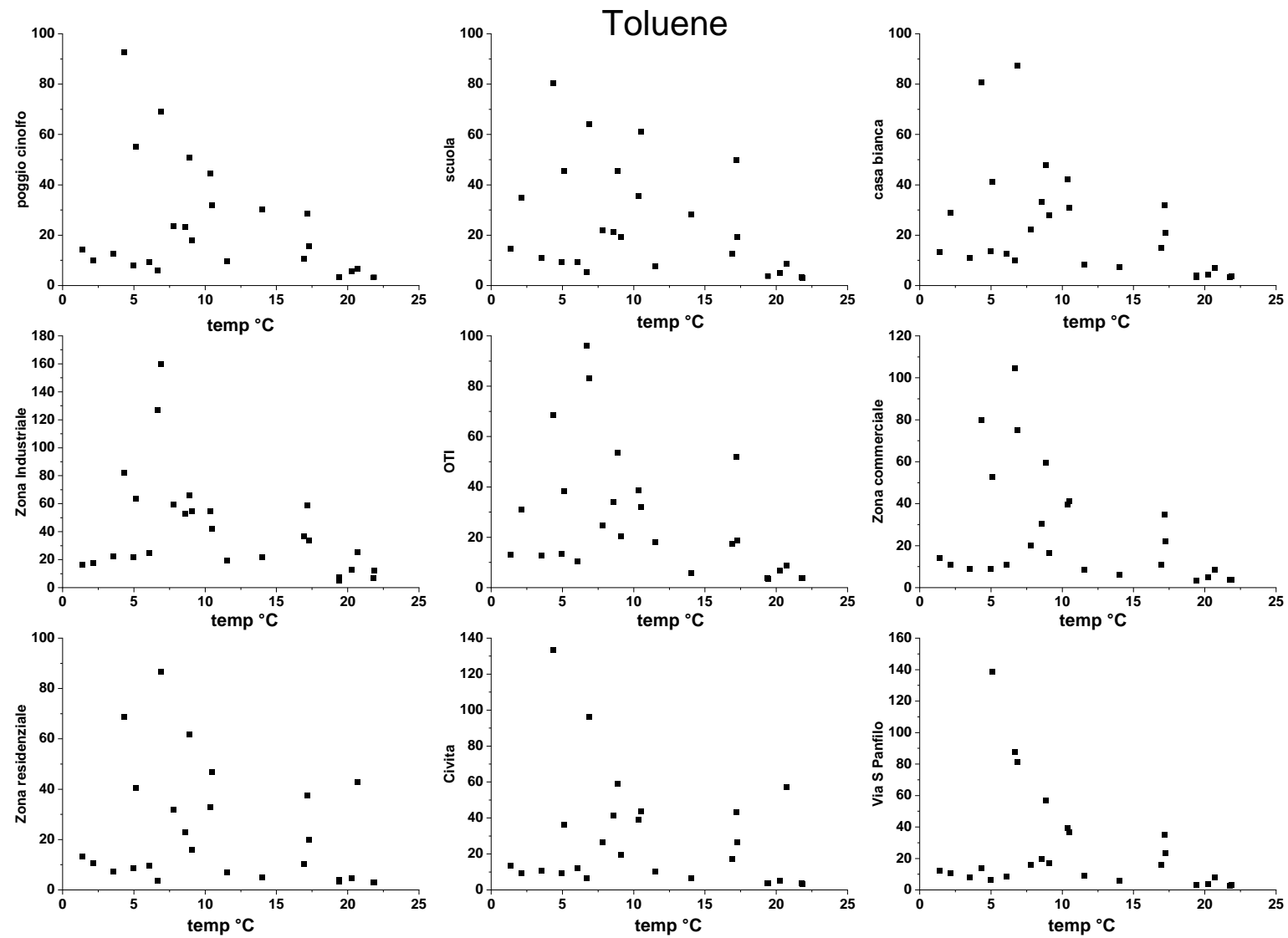


Figura 15: Scatter plot delle concentrazioni di Toluene misurate nelle settimane della temperatura media misurata nelle stesse settimane

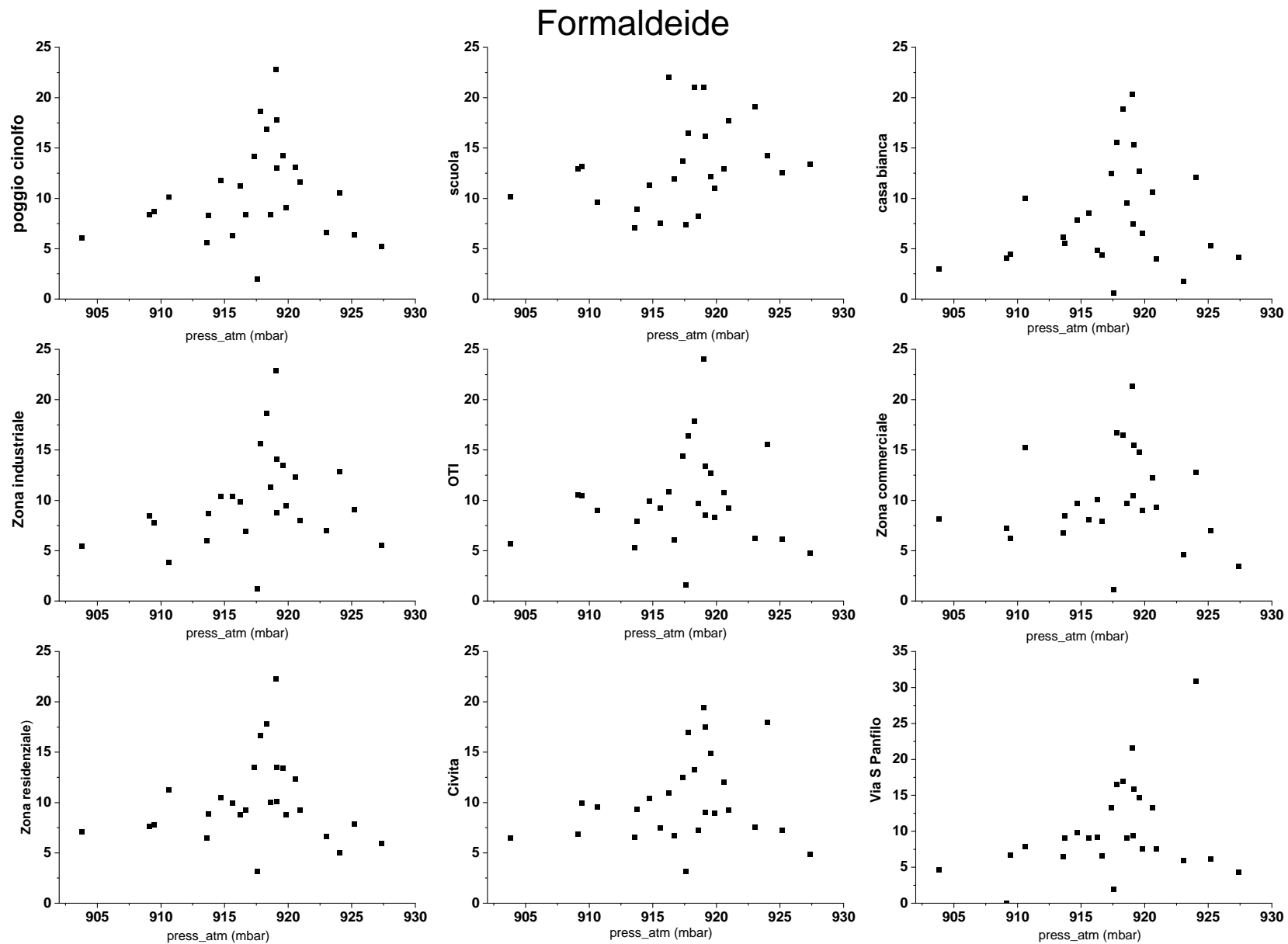


Figura 16: Scatter plot delle concentrazioni di formaldeide rispetto alla pressione atmosferica media registrata nelle stesse settimane

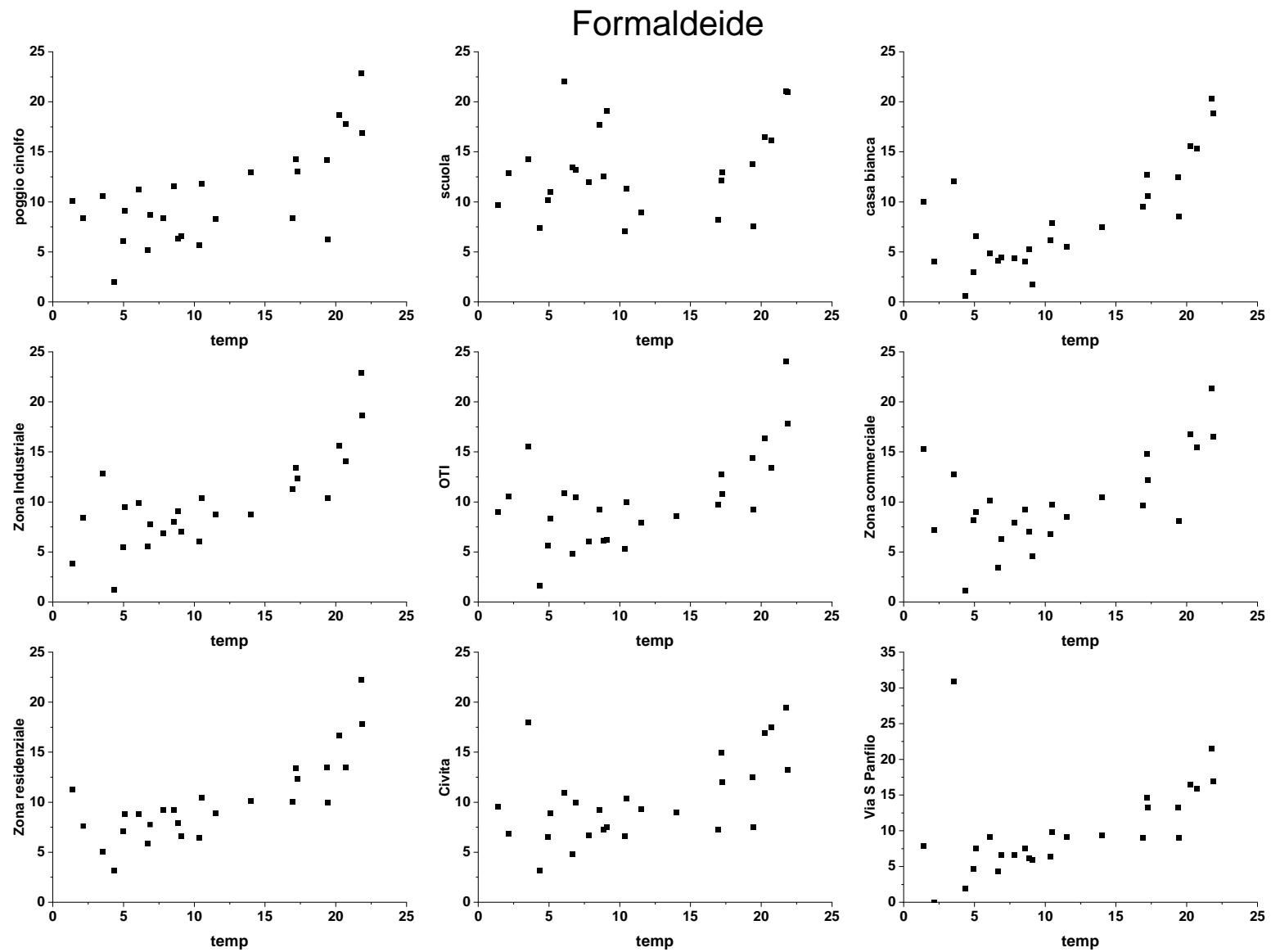


Figura 17: Scatter plot delle concentrazioni di formaldeide rispetto alla temperatura media registrata nelle stesse settimane

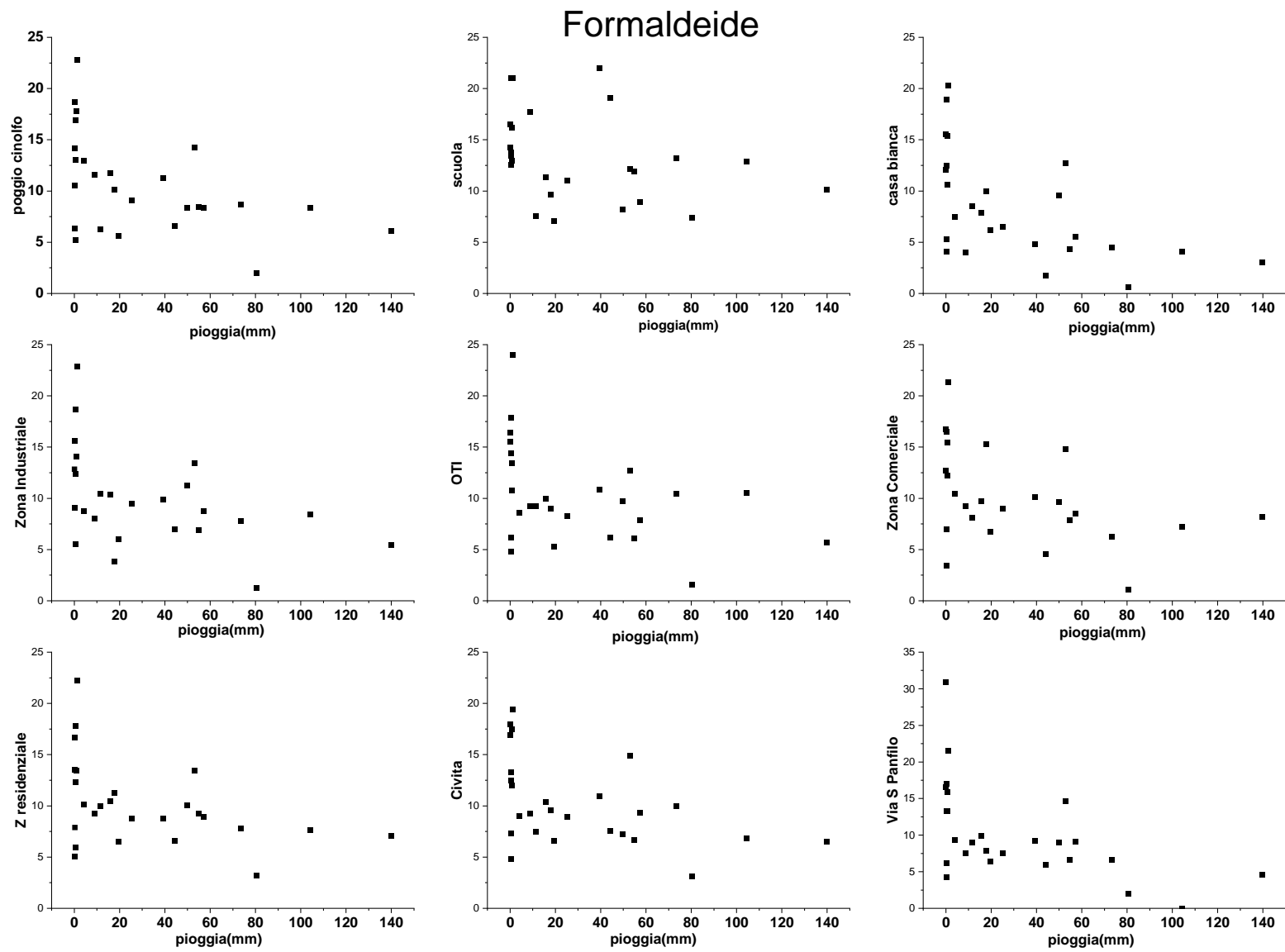


Figura 18: Scatter plot delle concentrazioni di Formaldeide rispetto alla pioggia totale cumulata nelle stesse settimane

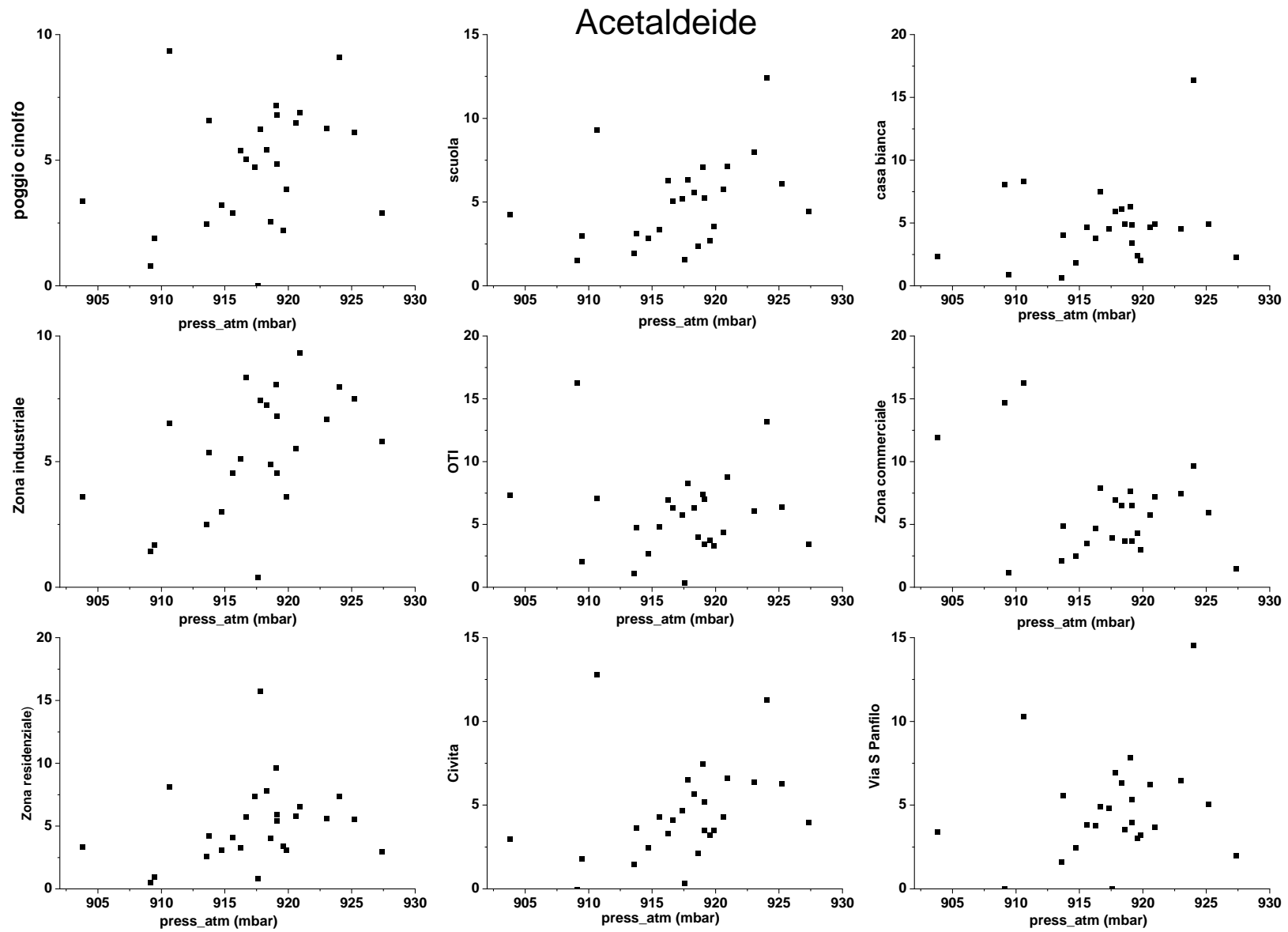


Figura 19: Scatter plot delle concentrazioni di Acetaldeide rispetto alla pressione media registrata nelle stesse settimane

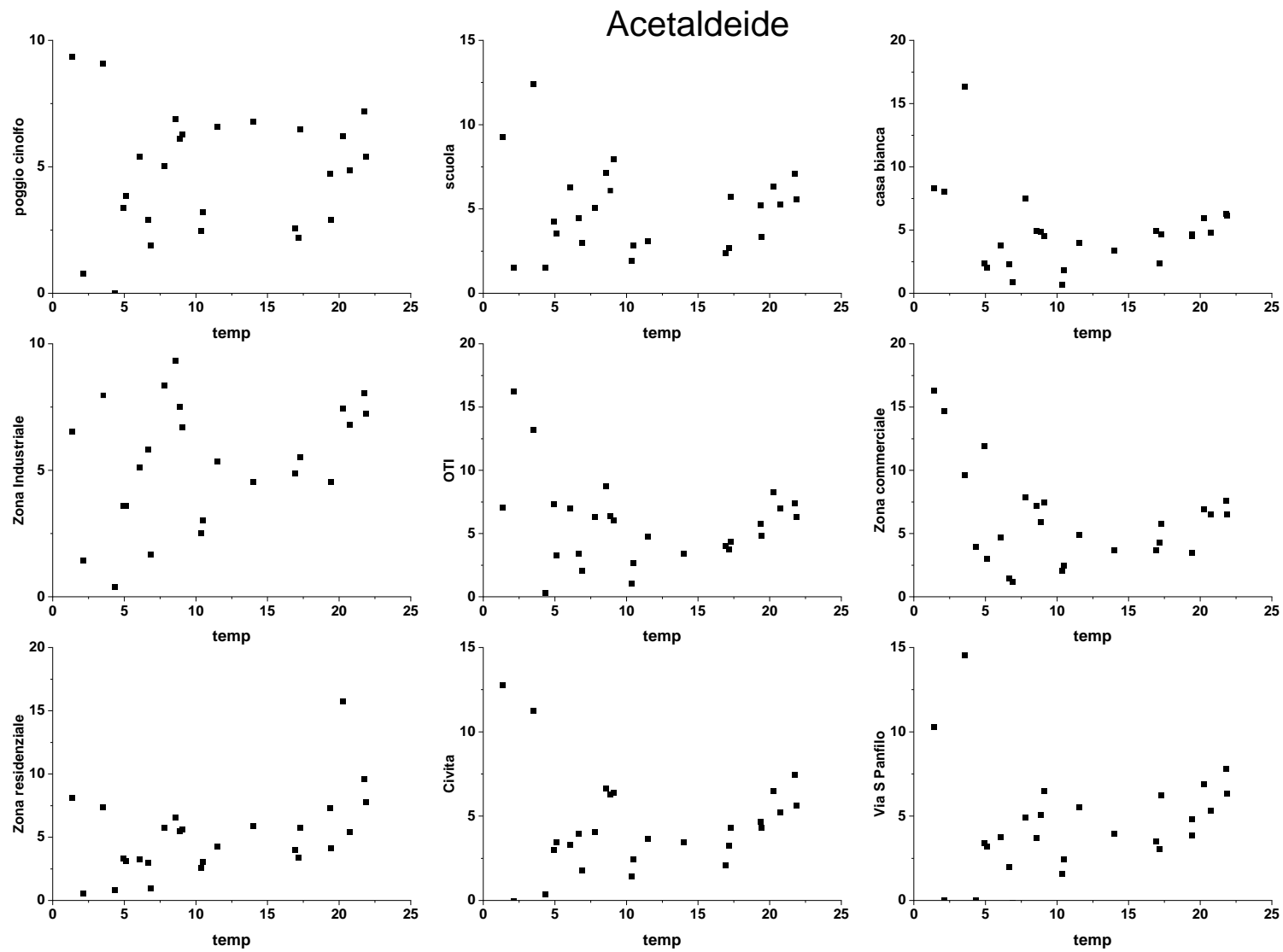


Figura 20: Scatter plot delle concentrazioni di Acetaldeide rispetto alla temperatura media registrata nelle stesse settimane

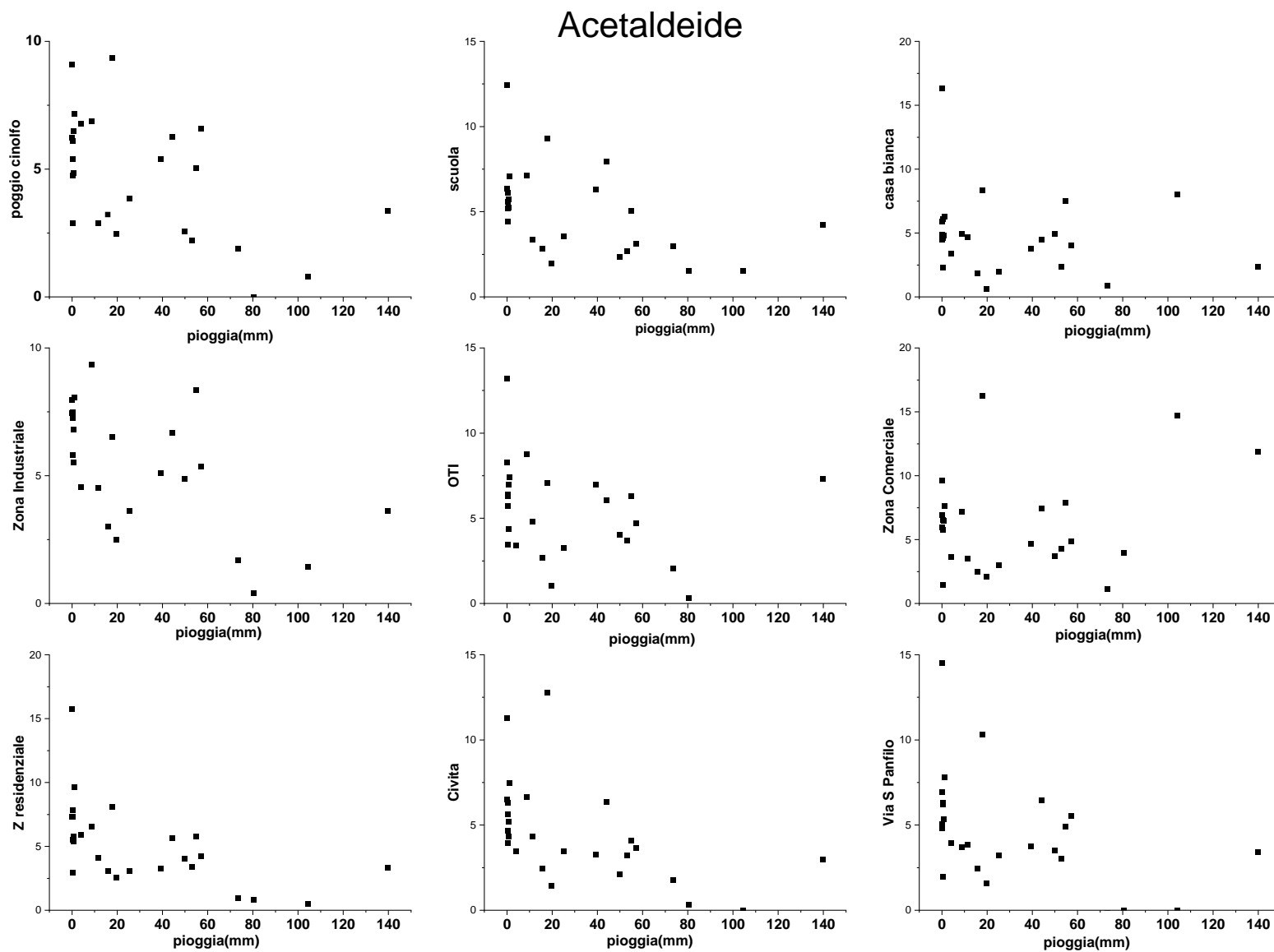


Figura 21: Scatter plot delle concentrazioni di Acetaldeide rispetto alla pioggia media cumulata nelle stesse settimane

APPROFONDIMENTO STATISTICO

Al fine di comprendere se le misure raccolte nei diversi punti e per le diverse sostanze hanno qualche specifica relazione è stata condotta un'analisi di correlazione tra gli inquinanti rilevati in tutte le settimane di monitoraggio. La matrice di correlazione è rappresentata nella **tabella 28**. Si conferma nessuna relazione diretta tra benzene e toluene rispetto alle aldeidi misurate, dove infatti le relazioni sono quasi tutte inverse, al crescere delle concentrazioni di aldeidi corrisponde una diminuzione delle concentrazioni di benzene e toluene; solo l'acetone, che infatti rientra tra le sostanze con caratteristiche simili, mostra una relazione diretta debole con il benzene. Benzene e Toluene sono direttamente correlati tra loro.

Per il gruppo di aldeidi le sostanze tra loro sono debolmente correlate, suggerendo una molteplicità di sorgenti variamente distribuite sul territorio e non collegate tra loro.

Tabella 28: Matrice di correlazione tra le sostanze analizzate

COV	Acetaldeide	Acetone	Propionaldeide	Benzene	Toluene
Formaldeide	0,449	0,528	0,357	-0,304	-0,393
Acetaldeide	1,000	0,227	0,412	-0,152	-0,366
Acetone		1,000	0,312	0,312	-0,109
Propionaldeide			1,000	0,074	-0,082
Benzene				1,000	0,567

E' stata inoltre condotta una *cluster analysis* accoppiata ad un'analisi delle componenti principali (PCA) inserendo tutte le sostanze misurate con continuità nelle settimane di monitoraggio ed i valori meteorologici acquisiti di pioggia, pressione atmosferica e temperatura. La PCA ha consentito di verificare il comportamento delle concentrazioni delle sostanze in funzione di due componenti principali, rappresentate dai due assi:

PCA_1_Axis, che nella parte dell'asse positiva è da relazionare alle alte temperature estive, con pioggia e umidità basse

PCA_2_Axis, dove la parte alta positiva è relazionata a situazioni con pressione atmosferica elevata.

Il risultato della PCA è rappresentato nella figura 22, dove il primo quadrante rappresenta una situazione tipicamente estiva di alta pressione e alte temperature. In questo quadrante si trovano inserite le variabili di formaldeide, acetaldeide. Il quadrante 2 non è associabile a condizioni reali meteorologiche (alta pressione, pioggia e umidità elevate), infatti in questo non vi sono collocate variabili. Il quadrante 3 corrisponde a situazioni di bassa pressione e alta pioggia e umidità; in questo trovano collocazione il benzene ed il toluene. Infine il quarto quadrante rappresentato di alte temperature con pressione mediamente bassa, ma non bassissima, sono collocate la propionaldeide e l'acetone.

Questa analisi consente di comprendere come le condizioni meteorologiche complessive abbiano sicuramente un ruolo nell'esacerbare o meno i valori di concentrazione misurati nell'area, mostrando un peso sul comportamento delle sostanze, noto che gli inquinanti presenti in aria sono sempre fortemente dipendenti dalle condizioni meteorologiche.

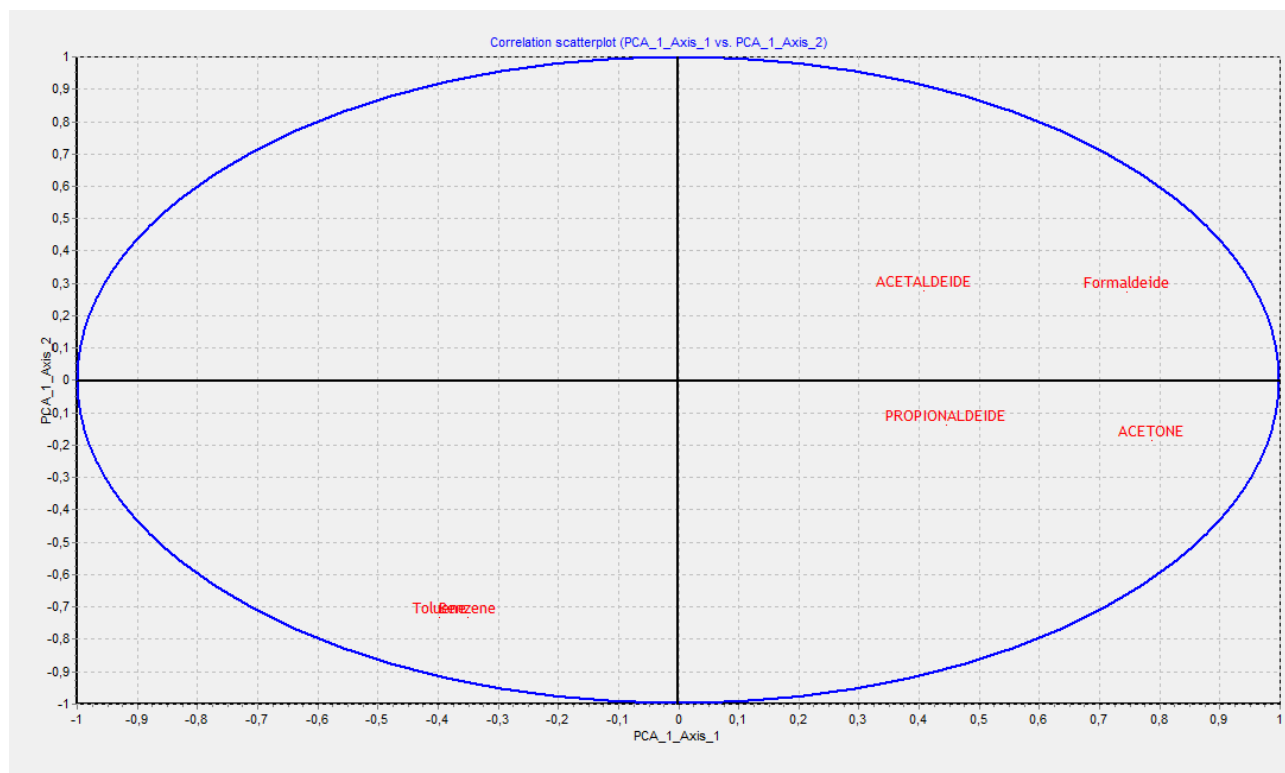


Figura 22: PCA delle sostanze principali analizzate. Asse 1 orizzontale corrisponde nella parte positiva a destra ad alte temperature e bassa pioggia e umidità, viceversa nella parte a sinistra. Asse 2 verticale è collegato alla alta pressione in alto e bassa pressione nella parte bassa.

CONCLUSIONI

In sintesi, i dati di concentrazione settimanale misurati in tutto il periodo dello studio non evidenziano il raggiungimento di valori tali da segnalare problematiche di tipo sanitario.

Per esempio per il benzene, inquinante normato dal DLgs per la qualità dell'aria, il valore medio annuale raggiunge solo in un punto (post. N.2) il 50% del valore di legge ($2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mentre negli altri punti la concentrazione è sempre inferiore.

Per il Toluene le misure effettuate nell'area industriale (post. 4) evidenziano costantemente per tutte le settimane di monitoraggio valori di 1,5 -2 volte superiori rispetto alle altre postazioni. Comunque tutte le misure effettuate durante le settimane di campionamento e in tutte le postazioni non hanno mai superato il valore medio settimanale di $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$ raccomandato dall'OMS a tutela della salute. Oltre a sorgenti associabili alle normali attività civili, in particolare alla combustione di biomasse, quanto sopra indica un contributo di sorgenti in area industriale sulle quali si dovrebbe lavorare per una riduzione perché comunque, se anche non critiche dal punto di vista sanitario, le concentrazioni raggiunte sono mediamente più elevate rispetto ai normali contesti territoriali, quali anche quelli urbani a forte traffico. Si sottolinea che le misure effettuate sono state rilevate su una settimana, quindi eventuali picchi orari o giornalieri non sono identificabili. Lo studio effettuato ha voluto indagare se sono evidenziabili criticità per i COV, con particolare attenzione al Toluene sia perché questo è riferibile alle emissioni dei processi produttivi dell'area sia perché esiste un valore guida OMS per la salute su concentrazioni medie settimanali.

Si rileva, inoltre, un segnale per la formaldeide nella zona di Carsoli (postazione scuola), per la quale sarebbe opportuno effettuare un approfondimento per identificare la natura della sorgente e eventuali strategie di mitigazione.

Per la gestione delle problematiche odorigene, si ritiene necessario installare una stazione meteorologica completa nella zona industriale per poter valutare le condizioni meteorologiche

presenti quando si avvertono gli odori ed eventualmente comprendere direzioni del vento preferenziali, utili a identificare con maggior accuratezza la/le sorgente/i di emissione. Infatti, le analisi suggeriscono una importante dipendenza delle concentrazioni delle sostanze dai parametri meteorologici, anche se l'analisi è parziale a causa di un'assenza di dati meteorologici specifici quali direzione e velocità del vento.

Si ritiene inoltre che sia opportuno predisporre un sistema di segnalazione degli odori molesti, secondo procedure standard da tempo riconosciute, per poter quindi comprendere più precisamente la natura del fenomeno (es. frequenza, durata, estensione) in funzione della sorgente e delle condizioni meteorologiche che la possono fortemente condizionare.

Anche se non si rilevano condizioni di criticità per la salute alle concentrazioni misurate, tenuto conto comunque che anche gli odori molesti rappresentano un fattore di stress per le popolazioni che le subiscono, il sistema sopra suggerito va nella direzione di accrescere lo stato di controllo e conoscenza del territorio che consente quindi di coinvolgere e di informare correttamente la popolazione e di individuare possibili soluzioni condivise con la comunità.

Bibliografia

- 1) Formaldeide
http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0014/123062/AQG2ndEd_5_8Formaldehyde.pdf
- 2) Acroleina <https://www.who.int/ipcs/publications/cicad/en/cicad43.pdf>
- 3) Acetone <https://www.gov.uk/government/publications/acetone-properties-and-incident-management/acetone-general-information>
- 4) Esanale <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/340630002.pdf>
- 5) Valeraldeide <https://hpcchemicals.oecd.org/ui/handler.axd?id=59308a8e-3209-49a1-af4f-b89388ec66a2>; <https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0652.html>
- 6) Acetaldeide IARC Monograph n.71; <https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/06/mono71.pdf>
- 7) Propionaldeide
<https://www.tceq.texas.gov/assets/public/implementation/tox/dsd/final/sept15/propionaldehyde.pdf>
- 8) Benzaldeide <https://fscimage.fishersci.com/msds/02590.htm>
- 9) Crotonaldeide
<https://www.atsdr.cdc.gov/MMG/MMG.asp?id=947&tid=197#:~:text=Health%20Effects.can%20result%20in%20chemical%20burns.>
- 10) benzene <https://www.who.int/ipcs/features/benzene.pdf?ua=1>
- 11) toluene <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp56-c1-b.pdf>
- 12) IARC Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1–130
<https://monographs.iarc.who.int/agents-classified-by-the-iarc/>
- 13) American Hygiene Industrail Association Odor Threshold for Chemicals for established Health Standards. 2nd Edition. 2013
<https://www.pdo.co.om/hseforcontractors/Health/Documents/HRAs/ODOR%20THRESHOLDS.pdf>
- 14) May. J.: Odor Thresholds of Solvents for Assessment of Counteraction SOLvent Odors in the Air (UDC 614.718:66.062-911. RAE < RA or RB 3:613.155.3:612.867). Staub Reinhalt. Luft 26(9):34-38 (1966).
- 15) EFSA Scientific Committee, Hardy A, Benford D, et al. Guidance on harmonised methodologies for human health, animal health and ecological risk assessment of combined exposure to multiple chemicals. <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/5634> doi: 10.2903/j.efsa.2019.5634

APPENDICE I

Metodologia analitica

Al campionatore passivo specifico per COV (radiello), costituito da una cartuccia in rete cilindrica d'acciaio inossidabile rivestita di carbone attivo, vengono aggiunti 2 ml di disolfuro di carbonio (CS₂). Il desorbimento della cartuccia di carbone viene effettuato tramite bagno a ultrasuoni, per la durata di 30 minuti. L'analisi degli estratti dei COV viene effettuata tramite GC/MS.

Metodo strumentale per COV GC/MS (SCAN)

-Gas-cromatografo Agilent Technologies mod.6890N interfacciato ad uno spettrometro di massa 5973N.

-Colonna DB5-MS (lunghezza colonna 60 mt., diametro interno 0.25 mm. , 1um spessore film).

-Temperatura Iniettore: 280°C.

-Gas di trasporto elio (1.6ml/min.)

- Temperatura del forno: isoterma iniziale a 35°C x 4'; gradiente di temperatura di 4°C/min. fino a 120°C (isoterma 2'); gradiente di temperatura di 10°C/min. fino a 200°C (isoterma per 5').

Limiti di rilevabilità per i VOC

Limite di rilevabilità	µg/m ³
Analita	
2MetilPentano	< 2
Diclorometano	< 2
Meciclopentano	< 2
Cloroformio	< 2
2Metil Esano	< 2
Cicloesano	< 2
Benzene	<0,1
Eptano	< 2
Tricloroetilene	< 2
Metil Cicloesano	< 2
Toluene	<1
Tetracloroetilene	< 1
Etilbenzene	< 1
m,pXilene	< 1
Stirene	< 1
oXilene	< 1
1,3,5Trimetilbenzene	< 1,5
1,4Diclorobenzene	< 1,5

Metodo strumentale per Aldeidi

La determinazione delle Aldeidi è stata effettuata mediante uso di un Radiello® specifico per la Formaldeide ma in grado di rivelare anche la presenza di Acetone e altre aldeidi, in particolare: Acetaldeide, Acroleina, Propionaldeide, Crotonaldeide, Butiraldeide, Benzaldeide, Isovaleraldeide, Valeraldeide, o-Tolualdeide, m-tolualdeide, p-tolualdeide, Esaldeide, 2,5-dimetilbenzaldeide.

Il Radiello utilizzato è costituito da una cartuccia chemiadsorbente in rete cilindrica d'acciaio inossidabile (100 mesh) con un diametro pari a 5,9 mm, riempita di florisil rivestito di 2,4-dinitrofenilidrazina (2,4-DNPH).

Il trattamento del campione ha previsto la seguente procedura. Il contenuto del Radiello è stato trattato con 2 ml Acetonitrile per 30 minuti a temperatura ambiente. L'estratto di Acetonitrile è stato filtrato su filtro di Nylon da 0,45 µm. L'estratto filtrato è stato trasferito in vials di vetro per la successiva analisi strumentale.

L'analisi quantitativa delle aldeidi presenti nell'estratto è stata effettuata mediante rette di taratura esterne, costruite diluendo opportunamente una miscela standard di riferimento certificato di aldeidi già derivatizzate con 2,4-dinitrofenilidrazina (2,4-DNPH) e trasferite in vials di vetro per l'analisi strumentale.

L'analisi è stata condotta mediante strumentazione HPLC/UV-DAD PerkinElmer modello Flexar LC 200 Micro Pump High Pressure Binary con Serie 200 Autosampler nelle seguenti condizioni:

Colonna: Restek C18 3µm, 100x 4,6 mm

Flusso: 0,8 mL/min

Fase mobile: Acqua e miscela Metanolo/ACN

Detector: Lunghezza d'onda 358nm

Tutte le determinazioni strumentali sono state effettuate su un'aliquota di campione. Tutte le aldeidi sono state confermate spettrofotometricamente.

Limiti di quantificazione per le aldeidi

Analita	LOQ (µg/ml)	LOQ (µg/m ³)
Formaldeide	0,100	0,20
Acetaldeide	0,099	0,23
Acroleina	0,099	0,60
Acetone	0,101	0,26
Propionaldeide	0,102	0,52
Butiraldeide	0,100	1,80
Benzaldeide	0,102	0,22
Crotonaldeide	0,102	1,84
Esaldeide	0,102	1,12
Valeraldeide	0,102	0,75