



**POLITECNICO DI MILANO**  
**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA IDRAULICA,**  
**AMBIENTALE, INFRASTRUTTURE VIARIE E**  
**RILEVAMENTO**

**Sezione Ambientale**

**Contratto di ricerca Politecnico di Milano – Alto Vicentino Ambiente**

**La presenza di diossine, idrocarburi policiclici aromatici, metalli  
tossici in tracce nell'atmosfera e nel terreno della zona di Schio**

**Sintesi dei rapporti 2007- 2008**

a cura di:  
prof. Michele Giugliano, responsabile della ricerca  
ing. Ruggero Tardivo  
ing. Senem Ozgen  
ing. Mario Grosso

<b>DATA</b>	<b>REDATTO SEZIONE AMBIENTALE</b>	<b>APPROVATO</b>	<b>RELAZIONE N°</b>
-------------	---	------------------	---------------------

## 1. PREMESSA

Oggetto del rapporto è la rappresentazione sintetica dei risultati delle 8 campagne di rilevamento effettuate nel periodo settembre 2007 - gennaio 2008 e delle altre 8 condotte nel periodo aprile 2008 - luglio 2008. Scopo delle misure è la valutazione dello stato di qualità dell'aria e del suolo nella zona di Schio e località limitrofe, per evidenziare l'esistenza o meno di situazioni di particolare rischio per la presenza:

- diossine in atmosfera e nel suolo
- idrocarburi policiclici aromatici (IPA)
- mercurio in aria
- cadmio e piombo nel particolato atmosferico e nel suolo.

Tutto quanto è qui riportato in sintesi, è trattato in forma estesa nei due rapporti redatti dal Politecnico di Milano per conto di AVA -Alto Vicentino Ambiente:

- *La presenza di diossine, idrocarburi policiclici aromatici, metalli tossici in tracce nell'atmosfera e nel terreno della zona di Schio (Rapporto intermedio- aprile 2009)*
- *La presenza di diossine, idrocarburi policiclici aromatici, metalli tossici in tracce nell'atmosfera e nel terreno della zona di Schio(Rapporto finale - aprile 2009).*

## 2. SITI E PERIODI DI CAMPIONAMENTO

Nelle Figure 1 e 2. si riporta la posizione degli otto punti di campionamento rispetto all'impianto di termovalorizzazione. Nei punti indicati si è proceduto sia al campionamento dell'atmosfera sia del terreno attraverso carotaggi.

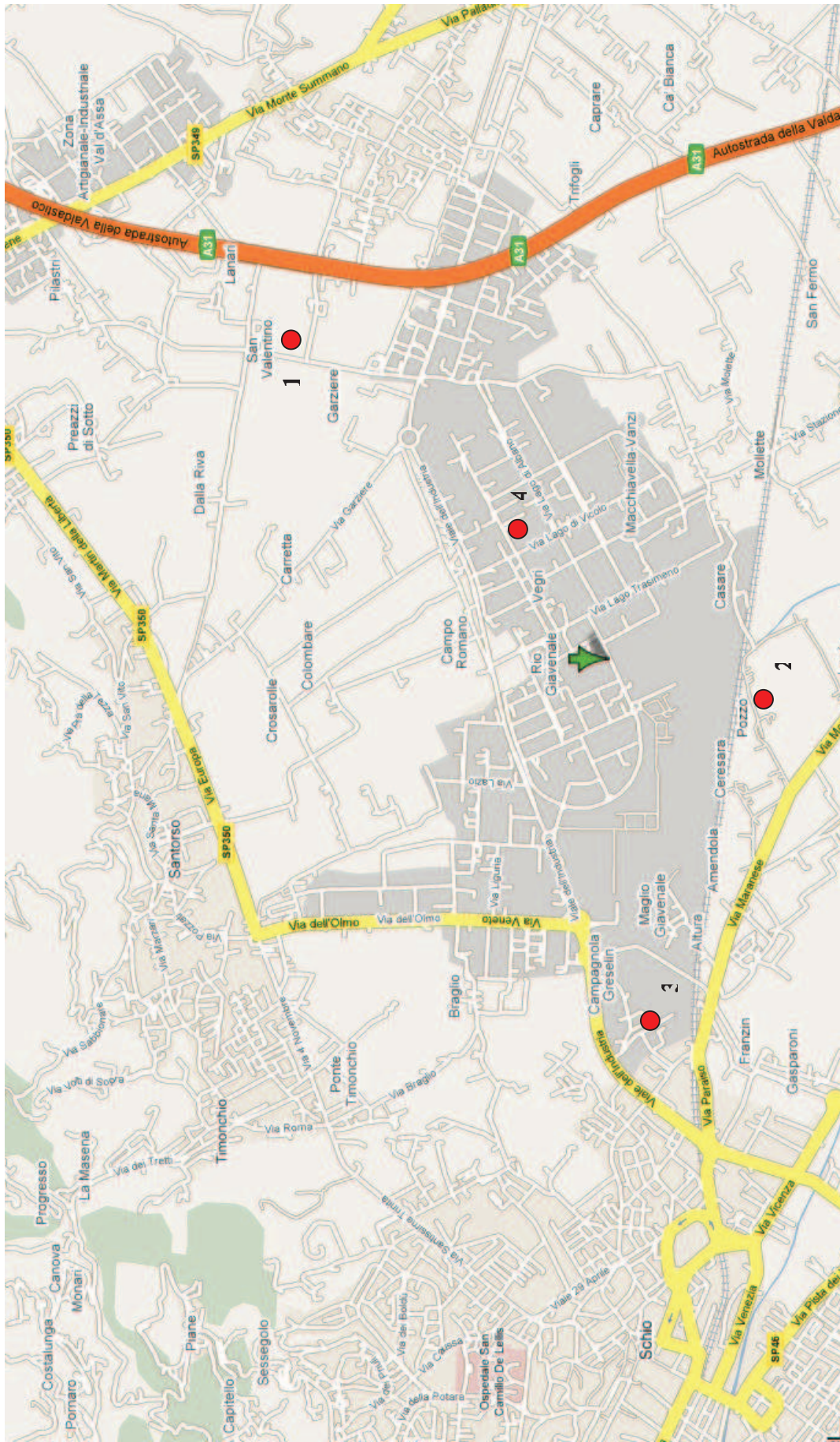


Fig. 1 - Posizione dei siti di campionamento rispetto all'impianto di termovalorizzazione (freccia in figura). (1) Piovene/Preazzi – (2) Pozzo di Gavenale – (3) Schio piscine comunali – (4) Schio Socche alla Croce .



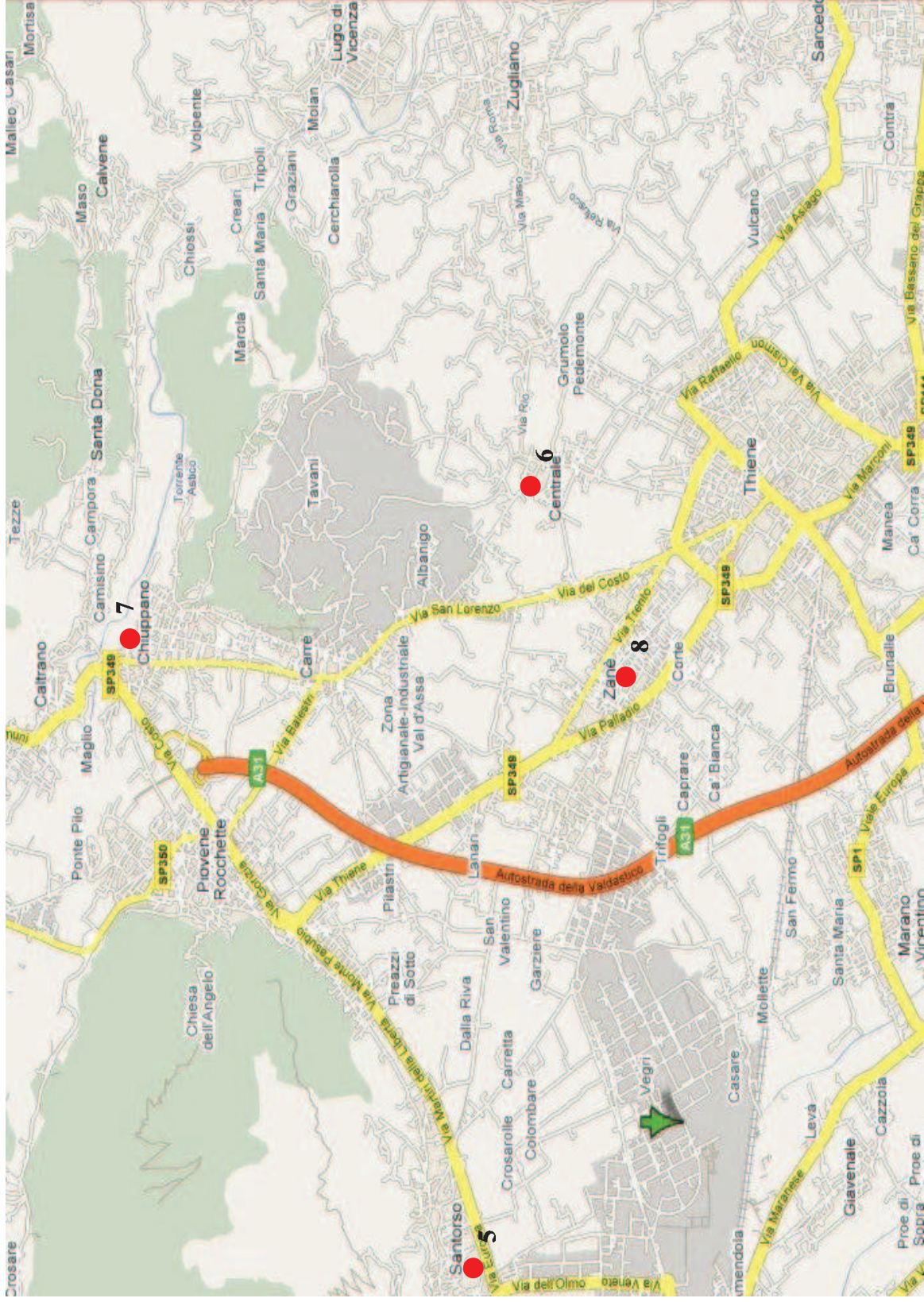


Fig. 2- Posizione dei siti di campionamento rispetto all'impianto di termovalorizzazione (Freccia in figura). (5) Santorso – (6) Zugliano – Località Centrale – (7) Chiuppano – (8) Zané.

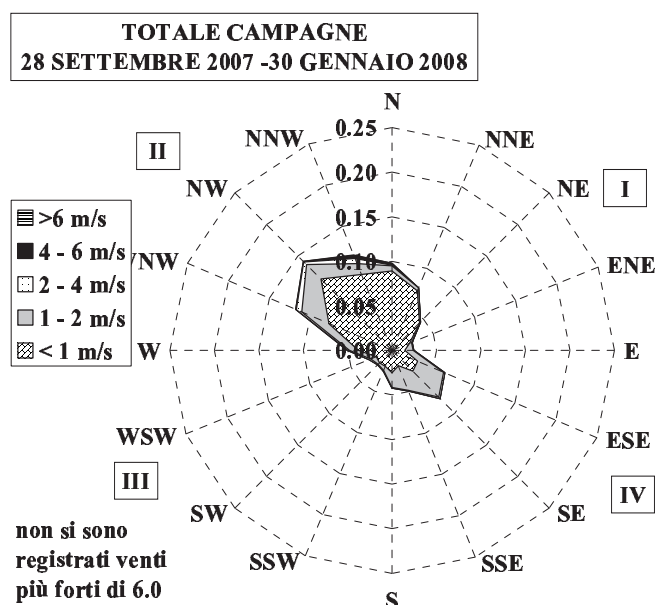


Figura 3. - Rosa dei venti relativa al il periodo settembre 2007-gennaio 2008

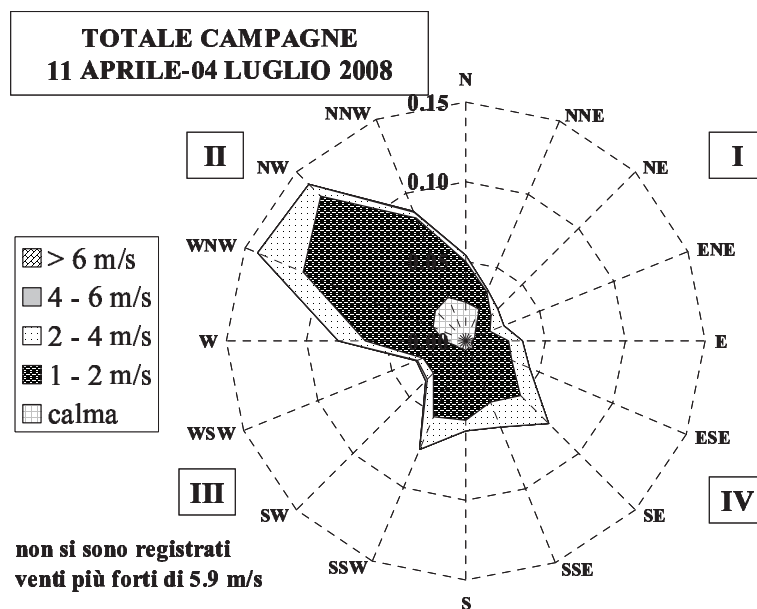


Figura 4. - Rosa dei venti relativa al il periodo aprile-luglio 2008

Tutte le campagne di misura hanno avuto la durata di una settimana per i due periodi rappresentativi del ciclo annuale: autunno-inverno e primavera-estate. La meteorologia nel corso del periodo di campionamento autunno 2007- inverno 2008 è stata caratterizzata dalla rosa dei venti riportata in Fig.3 ed per il periodo aprile 2008 - giugno 2008 dalla rosa riportata in Figura 4.

In tutti i periodi di campionamento le provenienze del vento da nord-nord ovest ed in misura minore da sud-sud est, si confermano le più frequenti .

Per quanto riguarda la stabilità atmosferica e quindi le condizioni più o meno favorevoli alla dispersione degli inquinanti, nel periodo settembre 2007-gennaio 2008, com'è normale per i mesi invernali, si sono registrate le condizioni più sfavorevoli per la qualità dell'aria, che giustificano in larga parte le maggiori concentrazioni riscontrate in questo periodo.

### **3. RISULTATI DELLE CAMPAGNE DI MISURA**

Dall'analisi comparata dei risultati degli otto siti di campionamento si possono trarre le conclusioni, riportate di seguito, per le quattro tipologie di inquinanti rilevati:

- cadmio e piombo nel particolato atmosferico e nel terreno
- idrocarburi policiclici aromatici in atmosfera e nel terreno (IPA)
- diossine in atmosfera e nel terreno
- mercurio gassoso in atmosfera.

Per quanto riguarda il ruolo delle sorgenti nell'area occorre specificare che le polveri contenenti sostanze tossiche (soprattutto quelle fini e ultrafini), possono provenire principalmente da processi industriali (siderurgia, cementifici e simili) e dalle combustioni fisse e mobili di combustibili non gassosi. Piombo e cadmio possono derivare principalmente da attività industriali e dalla combustione di rifiuti. Le fonti principali degli idrocarburi policiclici aromatici sono le combustioni mobili e le combustioni fisse di legna, carbone, ed oli pesanti. Le diossine derivano principalmente da combustioni incontrollate, da attività siderurgiche, dalla combustione di rifiuti e da tutte le altre combustioni in genere, comprese quelle della legna.

#### **3.1 Piombo e cadmio contenuti nelle polveri sospese in atmosfera**

Dal confronto dei due periodi di campionamento si osserva una diminuzione apprezzabile dei valori di concentrazione rilevati nelle campagne estive (Fig.5), in larga misura giustificata da situazioni meteorologiche più favorevoli. In ogni caso in tutte le campagne, le medie della concentrazione del piombo sono nettamente inferiori al valore di 0,5 microgrammi per metro cubo di aria ,valore limite fissato nel DM n. 60/2002 (il microgrammo è un milionesimo di grammo). Anche i valori di cadmio (Fig.6) rientrano ampiamente entro i limiti di concentrazione indicati come valore obiettivo dalla direttiva 2004/107/CE del parlamento europeo, recepita nel DLgs 152/07, fissati rispettivamente a 5 nanogrammi per metro cubo di aria. a partire dal 1 gennaio 2013 (il nanogrammo è un milionesimo di grammo). L'analisi congiunta con le direzioni dominanti del vento non evidenzia alcuna azione sistematica da parte di sorgenti locali, ivi compreso l'impianto di termovalorizzazione, sui punti di campionamento,

La situazione della qualità dell'aria rispetto alla presenza in atmosfera di piombo e cadmio appare nel complesso allineata a quella di aree italiane ed estere di caratteristiche climatologiche ed emissive simili.

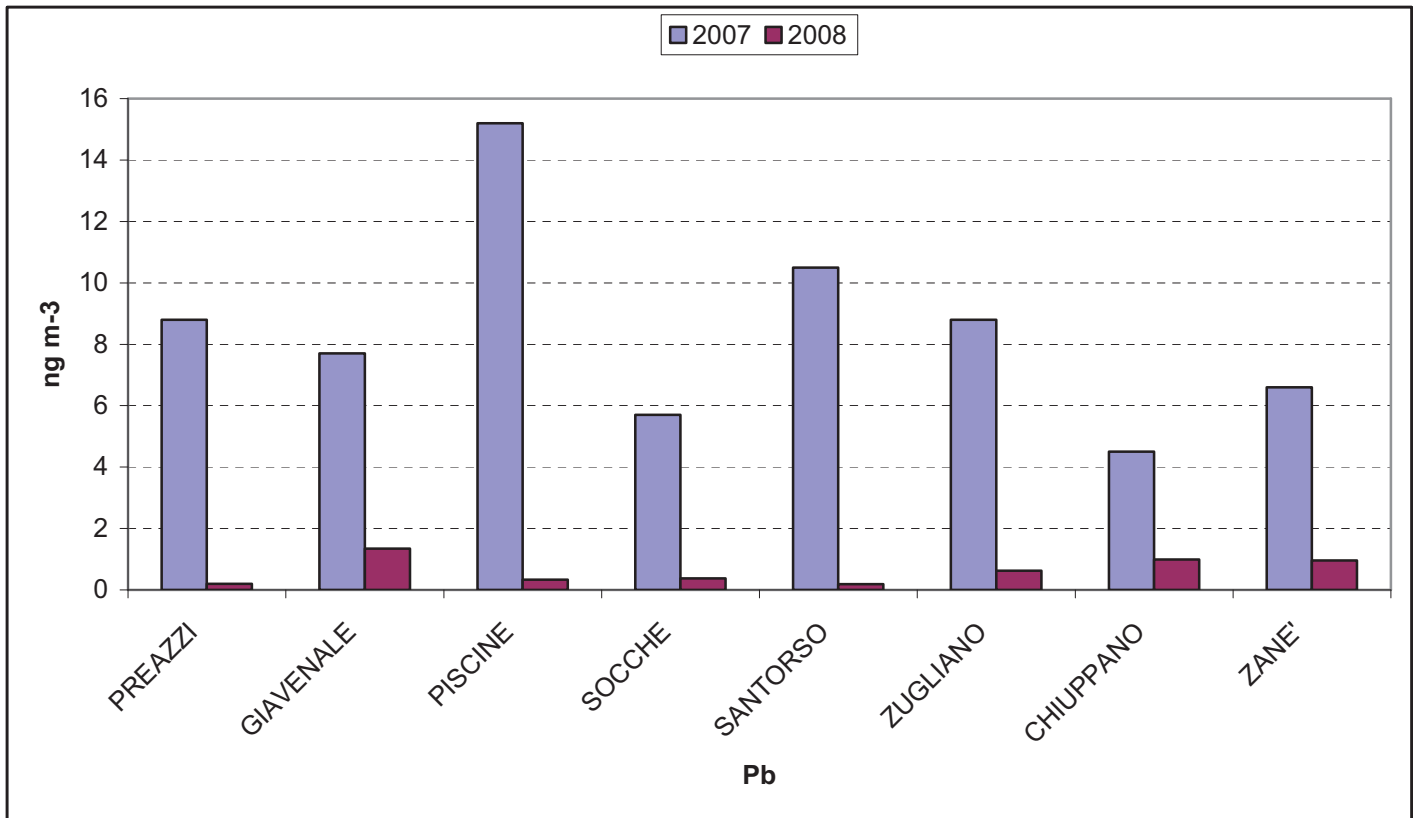
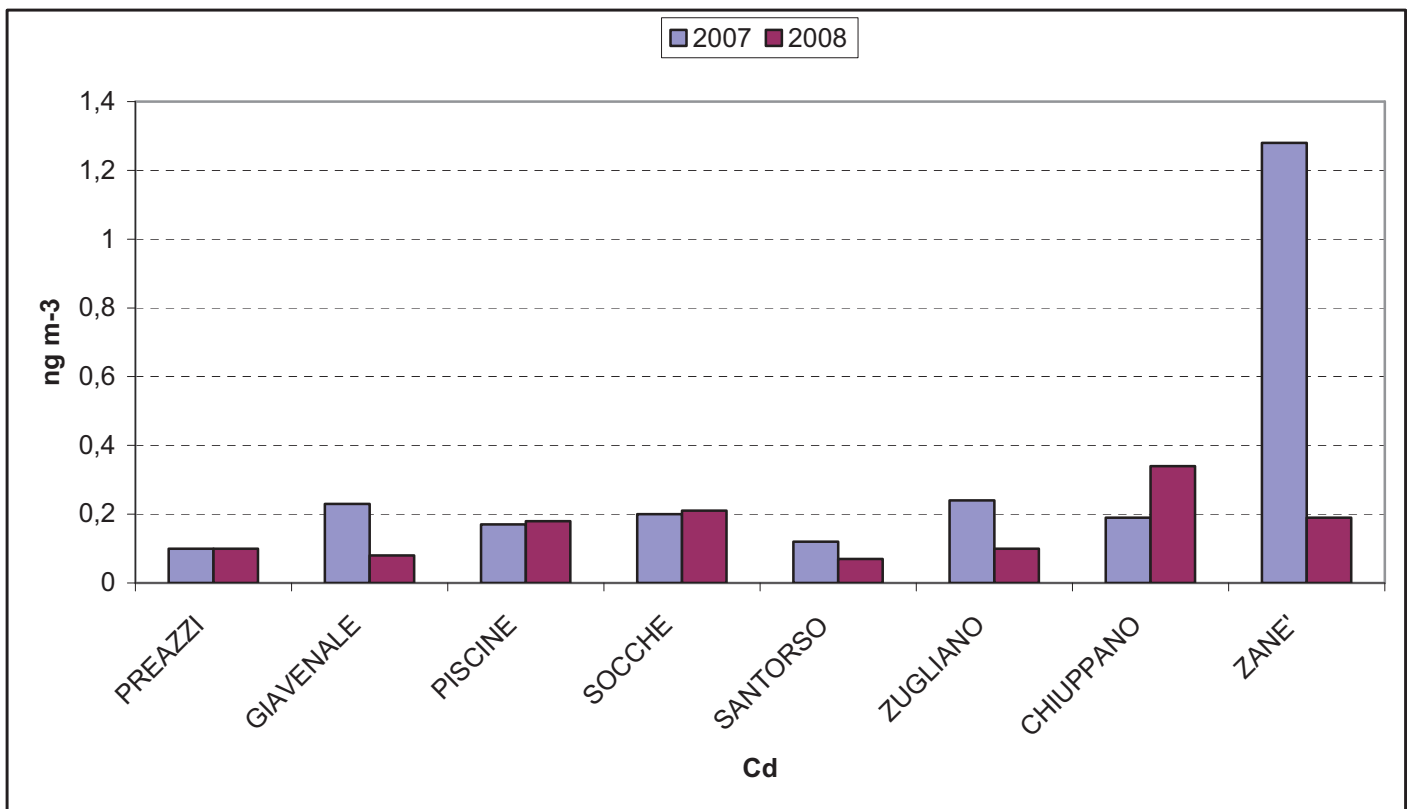


Fig. 5 - Concentrazioni di piombo nella polvere atmosferica (nanogrammi per metro cubo di aria). Il nanogrammo è un miliardesimo di grammo.

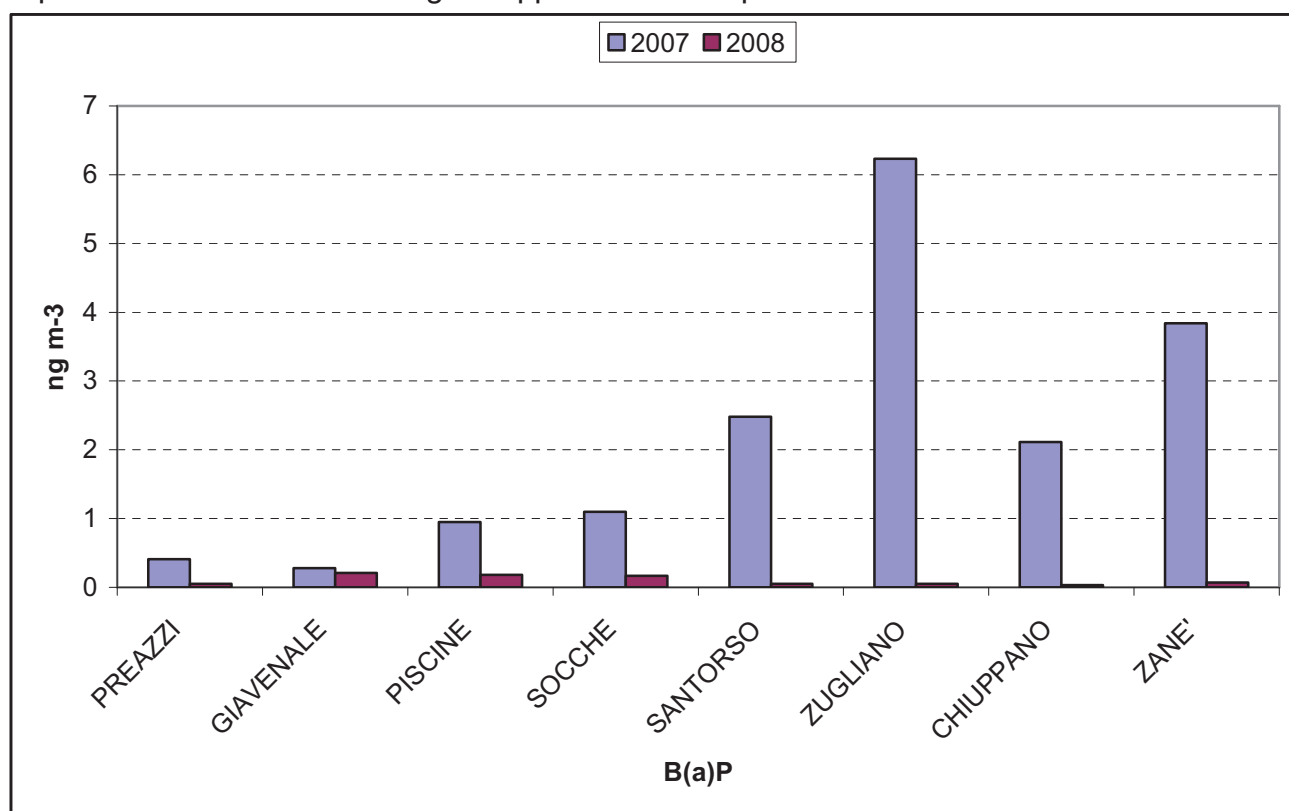




**Fig.6 - Concentrazioni di cadmio nella polvere atmosferica (nanogrammi per metro cubo aria). Il nanogrammo è un miliardesimo di grammo.**

### 3.2 Idrocarburi policiclici aromatici in atmosfera (IPA)

Assumendo come tracciante di questa pericolosa famiglia di inquinanti il benzo(a)pirene, emesso principalmente dal traffico, si osserva che nel periodo invernale i valori tendono ad eguagliare o superare il valore obiettivo di qualità fissato nel DLgs 152/07 (Fig.7 ). Solamente in due siti ( Piovene-Preazzi e Giavenale) si registrano valori inferiori, in altri due (Schio piscine e Schio Socche alla Croce) il limite è raggiunto e negli altri restanti (Santorso, Zugliano, Chiuppano e Zanè) è superato. I valori sono in linea con quelli di zone con traffico ed insediamenti civili ed industriali elevati e va comunque ricordato che il valore obiettivo di 1 nanogrammi per metro cubo aria è la media annuale, mentre in questo caso si tratta di misure effettuate nel periodo dell'anno più sfavorevole sia per la meteorologia che per l'attività del riscaldamento civile. Le misure in periodo primaverile - estivo risultano invece sensibilmente inferiori all'obiettivo di qualità. C'è da osservare che i valori più elevati si riscontrano, oltre che nel periodo invernale, anche nei siti campionati in primavera e quindi interessati ancora dal riscaldamento, in cui probabilmente l'uso della legna rappresenta una quota rilevante.



**Fig.7- Concentrazioni di benzo(a)pirene in atmosfera Il nanogrammo è un miliardesimo di grammo.**

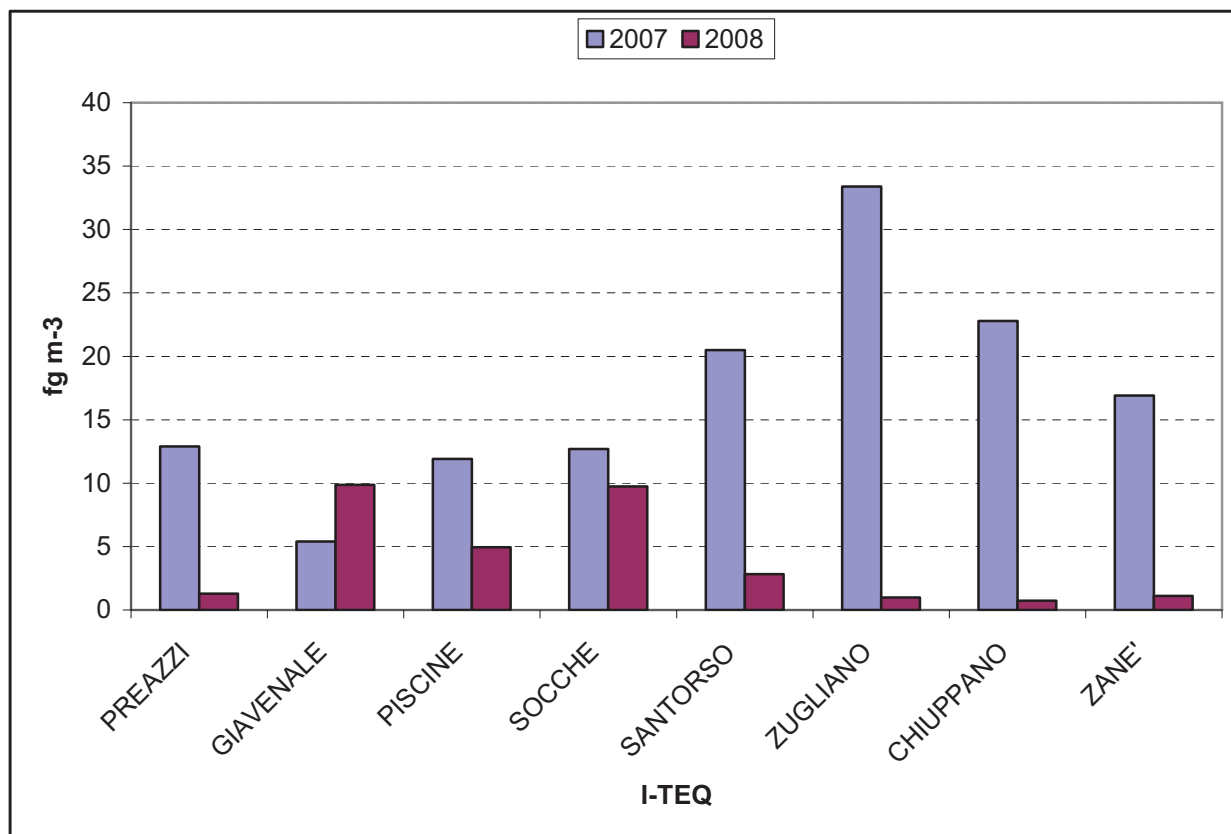
### 3.3 Diossine

In Fig.8 si riportano in confronto, per i due periodi di misura, le concentrazioni di PCDD/PCDF in termini di Indice di tossicità equivalente(I-TEQ). I valori, considerati nel loro complesso, sono tra i più bassi rilevati in aree residenziali ed industriali di



caratteristiche simili, e ciò vale anche per il periodo invernale che si conferma il più sfavorevole perché le emissioni raggiungono la massima potenzialità contestualmente a condizioni meteorologiche più sfavorevoli.

Il confronto tra stazioni non pare mostrare un sito particolarmente esposto, rispetto agli altri, all'azione di sorgenti locali di particolare intensità, né è dato scorgere, dall'analisi congiunta concentrazione – direzione del vento, un ruolo significativo dell'impianto di termovalorizzazione.



**Fig. 8- Concentrazioni di diossine totali espresse come Indice di tossicità equivalente (I-TEQ) in femtogrammi per metro cubo di aria. Il femtogrammo è un milionesimo di miliardesimo di grammo.**

### 3.4 Mercurio

La vigente normativa nazionale in materia di qualità dell'aria non prevede valori limite di qualità dell'aria per il mercurio. Pertanto per l'interpretazione del significato delle misure i riferimenti di uso conclamato sono le "Linee Guida" che l'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO) pubblica regolarmente ed in cui convergono i risultati di studi epidemiologici ed in generale di ricerche sull'effetto sanitario di inquinanti atmosferici. L'ultima edizione del 2001 (WHO, 2001) per il mercurio si indica come valore guida, a cui non si riscontrano effetti negativi sulla salute con un adeguato margine di sicurezza, la concentrazione di 1000 nanogrammi per metro cubo di aria.

Le concentrazioni rilevate nei siti, sia durante la campagna invernale che in quella estiva, sono dell'ordine di qualche nanogrammo per metro cubo (tutti i valori sono compresi nell'intervallo 1-5 nanogrammi per metro cubo di aria e come tali risultano largamente

inferiori al valore guida, che però è riferito alla media annuale. Il fatto poi che si ripropongono, sia di notte che di giorno e sia d'estate che d'inverno, valori piuttosto simili, fa ragionevolmente concludere che si tratti di valori di fondo caratteristici dell'area, non influenzati da particolari sorgenti locali.

Inoltre, il raffronto tra i valori misurati nell'area di studio e quelli reperibili in letteratura per aree rurali ed aree ad elevato impatto, mostra che l'area in esame è caratterizzata da valori di concentrazione del tutto in linea con valori riscontrabili in aree rurali - urbane, sia per quanto riguarda i valori medi giornalieri sia per le concentrazioni orarie.

### 3.5 QUALITÀ DEL TERRENO

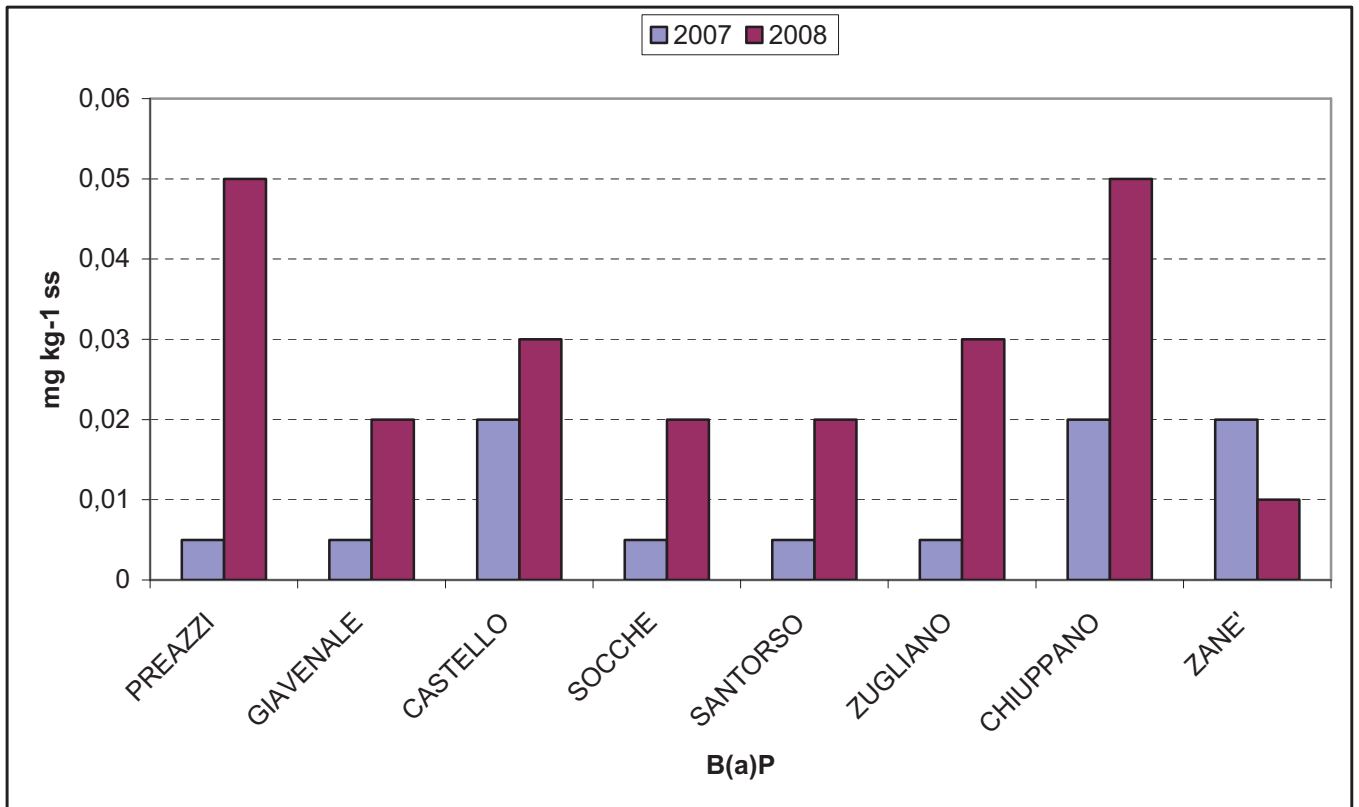
La qualità del terreno è stata valutata, nei due periodi di campionamento e nei medesimi punti in cui si è campionato l'atmosfera, per la presenza di piombo, cadmio e mercurio, benzo(a)pirene e diossine. I riferimenti per la valutazione dei risultati sono i valori massimi ammissibili più restrittivi, validi cioè per terreno ad uso verde pubblico, privato e residenziale (limite A del DLgs N.152/06). Nella Tab.1 si riportano gli intervalli dei valori osservati negli otto per i metalli pesanti siti, in confronto con lo standard.

**Tab.1 - Concentrazioni di elementi tossici nel suolo in milligrammi per chilogrammo di terreno secco.**

Elemento	Piovene	Giavenale	Schio (giardini del castello)	Socche alla Croce	Limite A
Piombo	38-68	24-31	90	45	<b>100</b>
Cadmio	0,17-0,38	0,11-0,19	0,24-0,39	0,12-0,24	<b>2</b>
Mercurio	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	<b>1</b>

Elemento	Santorso	Zugliano - Centrale	Chiuppano	Zané	Limite A*
Piombo	6,9-48	6,5-27	34-38	29-37	<b>100</b>
Cadmio	< 0,1- 0,12	< 0,1-0,07	0,11-0,21	0,14-0,15	<b>2</b>
Mercurio	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	<b>1</b>

Analogamente nella Fig. 9 si riportano le concentrazioni di benzo(a)pirene che si confrontano con limite per i terreni ad uso verde pubblico, privato e residenziale di 0,1 milligrammo per chilogrammo di terreno secco. Tutte le concentrazioni rispettano con largo margine il limite della normativa.



**Fig.9-** Concentrazione di benzo(a)pirene in milligrammi per chilogrammo di terreno secco.

Nella Tab.2 si riportano i valori di PCDD/PCDF in termini di tossicità equivalente (I-TEQ) misurati nel suolo degli otto siti di campionamento.

**Tab.2-** Concentrazioni di diossine (I-TEQ) in nanogrammi per chilogrammo di terreno secco.

<b>Preazzi</b>	<b>Giavenale</b>	<b>Schio Castello</b>	<b>Socche</b>	<b>Limite A</b>
0,518-1,675	0,960-2,722	1,570-2,618	1,553-2,142	10
<b>Santorso</b>	<b>Zugliano</b>	<b>Chiuppano</b>	<b>Zané</b>	<b>Limite A</b>
< 0,1-1,924	0,114-2,113	0,789-3,884	0,357-1,774	10

Anche nel caso delle diossine i valori sono in linea con quelli di normali terreni rurali-residenziali e risultano di gran lunga più bassi del limite normativo.

#### **4. IL RUOLO DELL'EMISSIONI DI DIOSSINE DALL'IMPIANTO**

Con lo scopo di valutare se il complesso delle diossine emesse dall'impianto influenza significativamente le presenze riscontrate nell'atmosfera e nel suolo dell'area circostante, si sono analizzati tutti i dati con la tecnica di statistica avanzata PCA (Principal Component Analysis). Si tratta di un'analisi statistica multivariata in grado di fornire una rappresentazione sintetica delle relazioni intercorrenti tra insiemi di valori di diversa origine (nel caso in esame tra gruppi di dati di diossine rilevati alle emissioni dal camino, in atmosfera e nel suolo), e di indicare, con diversi livelli di attendibilità, l'effetto dell'emissione dall'impianto sulle concentrazioni riscontrate in atmosfera e nel suolo.

Quanto emerge dall'analisi dai dati raccolti nei due periodi di misure e dai dati di emissione dell'impianto di termovalorizzazione, è l'assenza di apprezzabili correlazioni tra le caratteristiche delle emissioni al camino e quelle rilevate, per la stessa classe di composti, in atmosfera e nel suolo. L'impianto contribuisce naturalmente alla presenza di diossine nell'area, ma sembra svolgere, almeno nell'attuale configurazione, un ruolo secondario rispetto ad altre attività di combustioni mobili e fisse, civili ed industriali e contributi apportati con masse d'aria provenienti da altre zone.