

Controllo della presenza di metalli pesanti e microinquinanti organici nei terreni circostanti l'impianto integrato di trattamento R.S.U. di S.Zeno – Arezzo

PREMESSA

Nel corso dell'autunno del 2000 è stata effettuata una campagna di monitoraggio della qualità del suolo nei terreni circostanti l'inceneritore di San Zeno, con l'obiettivo di mettere a disposizione dati di fondo relativi alla presenza di metalli pesanti e microinquinanti organici.

A distanza di circa 5 anni, nel mese di marzo 2006, si è provveduto ad effettuare la seconda campagna di campionamenti, con lo scopo di confrontare i risultati analitici ottenuti nel 2000 e nel 2006.

Al fine di avere ulteriori elementi di valutazione, si è proceduto inoltre ai seguenti approfondimenti:

- confronto dei valori di concentrazione per singolo congenere/molecola delle tre famiglie di microinquinanti organici indagati (diossine/furani, PCB, IPA);
- valutazione del livello di fondo nel suolo, cioè della concentrazione dei contaminanti in alcuni punti a debita distanza dall'inceneritore, tale da ritenere con certezza ininfluenti le ricadute delle emissioni dallo stesso;
- verifica di correlazioni tra le variazioni dei vari inquinanti nei punti di misura al suolo anche in relazione ai venti prevalenti;
- ricerca di dati di monitoraggio del suolo relativi ad altri inceneritori, e dati di concentrazione in altri contesti territoriali per i metalli pesanti ed i microinquinanti.

La presente relazione rappresenta una sintesi dei risultati ottenuti dallo studio, i dati di dettaglio complessivamente ottenuti e le relative elaborazioni sono disponibili presso il dipartimento ARPAT di Arezzo.



PUNTI DI MONITORAGGIO

In occasione della prima campagna di campionamento del suolo, effettuata nell'ottobre del 2000, furono prelevati campioni in corrispondenza di 21 punti, individuati con l'ausilio del software di modellistica diffusionale ISC di EPA e sulla base dei seguenti fattori: condizioni meteorologiche del sito (velocità e direzione del vento, stabilità atmosferica), orografia del territorio, presenza di centri abitati o altri particolari punti sensibili, uso del suolo nei punti su cui effettuare i campionamenti ecc.

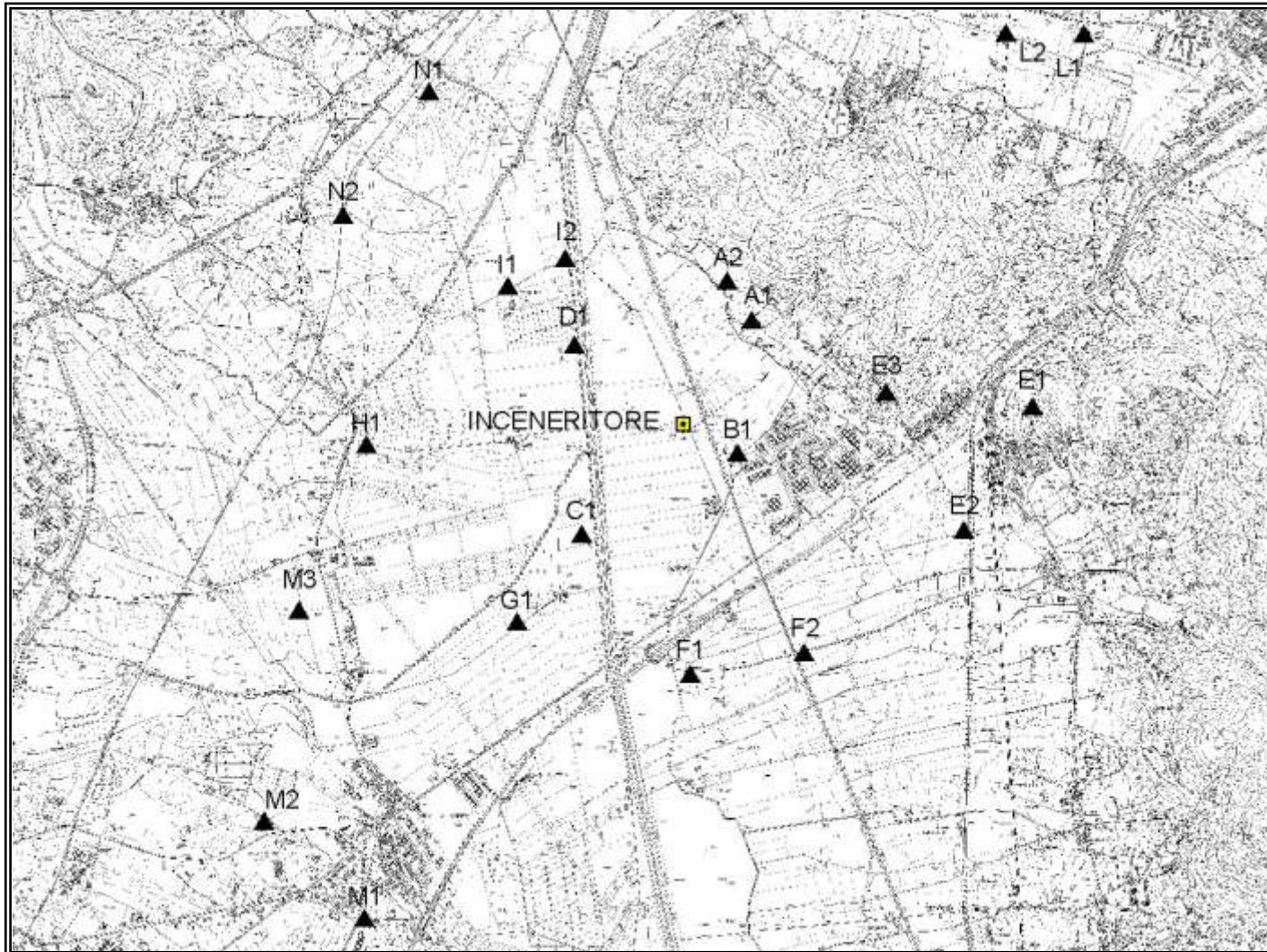
Individuate quindi le zone di interesse, per ognuna di esse si furono effettuati più campionamenti, allo scopo di offrire alle future verifiche maggiori probabilità di disporre di punti di prelievo ancora idonei per il campionamento.

A partire quindi dai punti di campionamento scelti come sopra descritto, si è provveduto, nel corso del mese di marzo 2006, a ripetere il campionamento presso 11 postazioni maggiormente significative sul totale di 21 postazioni disponibili, sulla base dei dati di distanza dall'inceneritore, presenza di centri abitati e distanza di ricaduta delle emissioni. Nella figura seguente si riportano tutti i 21 punti oggetto di campionamento nel 2000; di questi gli 11 punti oggetto di secondo campionamento sono i seguenti: A1, B1, E1, E2, F2, G1, H1, I1, L2, M2, N1.

ID punto	Direzione	gradi	Distanza dall'inceneritore [m]
A1	N-NE	67.5	730
B1	SE	315	370
E1	E	0 (Est)	2040
E2	E-SE	337.5	1760
F2	S-SE	292.5	1500
G1	SO	225	1490
H1	O	180 (Ovest)	1840
I1	NO	135	1300
L2	N-NE	67.5	2950
M2	SO	225	3340
N1	N-NO	115.5	2400

Tab.1 - Informazioni sulla localizzazione dei punti di monitoraggio 2006 rispetto all'inceneritore di S.Zeno





L1 – Layout di tutti i punti di monitoraggio 2000 nell'area dell'inceneritore di S.Zeno

ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana
Dipartimento Provinciale di Arezzo
U.O. C. Prevenzione e Controlli Ambientali Integrati
52100 Arezzo - viale Maginardo, 1
tel. 0575939105 - fax 0575939115
e-mail rifiuti.ar@arpat.toscana.it

Per la valutazione del livello di fondo nel suolo, sulla base delle simulazioni sulla distanza di ricaduta delle emissioni effettuate tramite il software SCREEN3 di EPA, nonché in base all'orografia ed alle caratteristiche litologiche dei suoli, sono stati individuati 3 punti, descritti nella seguente tabella.

Punto	Comune	Località	Coord UTM Roma 40 (fuso Ovest)	Anno campioni	Numero fori e profondità	Distanza da inceneritore [m]
Fondo2	Arezzo	Frassineto	1729624 4803660	2006	6 fori da 7cm	9.090
Fondo4	Arezzo	Chiassa	1733447 4823592	2006	4 fori da 20cm	12.150
Fondo5	Arezzo	Ponte Buriano	1724858 4821670	2006	4 fori da 20cm	9.920

Tab.2 - Localizzazione dei punti per la valutazione del livello di fondo della concentrazione dei contaminanti nel 2006



CONFRONTO DELLE ANALISI 2000-2006

Nelle seguenti tabelle e grafici si riportano i risultati ottenuti nel 2006, nonché il confronto con i risultati del monitoraggio del 2000. Al fine di rendere la lettura dei dati più semplice sono riportati i valori totali per diossine/furani, PCB e IPA in luogo dei singoli parametri appartenenti a tali categorie, ma si invita a tener presente le considerazioni riportate successivamente (valutazione dei singoli analiti appartenenti alle classi di diossine/furani, PCB e IPA) per una corretta valutazione dei dati.

E' necessario precisare che nell'arco temporale in esame sono avvenute modifiche alle metodiche analitiche utilizzate.

Metalli pesanti

I dati riportati in tab.3 e nei grafici seguenti indicano, per quanto riguarda i metalli, che sono costituenti naturali del terreno, un aumento della concentrazione di cadmio e nichel, ed una diminuzione di piombo e cromo, pur restando tutte le concentrazioni in linea con le concentrazioni medie dei suoli agrari italiani e entro i limiti di legge per suoli a destinazione residenziale/verde pubblico (D.lgs. 152/2006 parte IV).

L'andamento discordante tra i quattro metalli, due in aumento e due in calo, e in particolare il fatto che a livello emissivo Piombo e Cromo (concentrazioni nel suolo in calo) siano presenti in quantità nettamente superiore a quella di Cadmio e Nichel (concentrazione nel suolo in aumento) indica una mancanza di correlazione tra le emissioni e le variazioni dei metalli al suolo.

Le concentrazioni dei metalli nei punti di monitoraggio 2006 nell'intorno dell'inceneritore risultano inferiori rispetto ai valori di fondo determinati per i punti di tab.2. Le concentrazioni medie dei metalli nei punti di fondo risultano in particolare pari a 0.35 mg/kg per il cadmio, 85.7 mg/kg per il cromo, 95.3 mg/kg per il nichel e 36.3 mg/kg per il piombo.

Le variazioni delle concentrazioni dei quattro metalli pesanti indagati appaiono quindi come una normale oscillazione dei valori all'interno del range dei suoli agrari italiani, dovuta a diverse cause e fonti anche diffuse. Possono inoltre aver contribuito alle suddette variazioni anche le modifiche intervenute nelle metodiche analitiche.



ARPAT

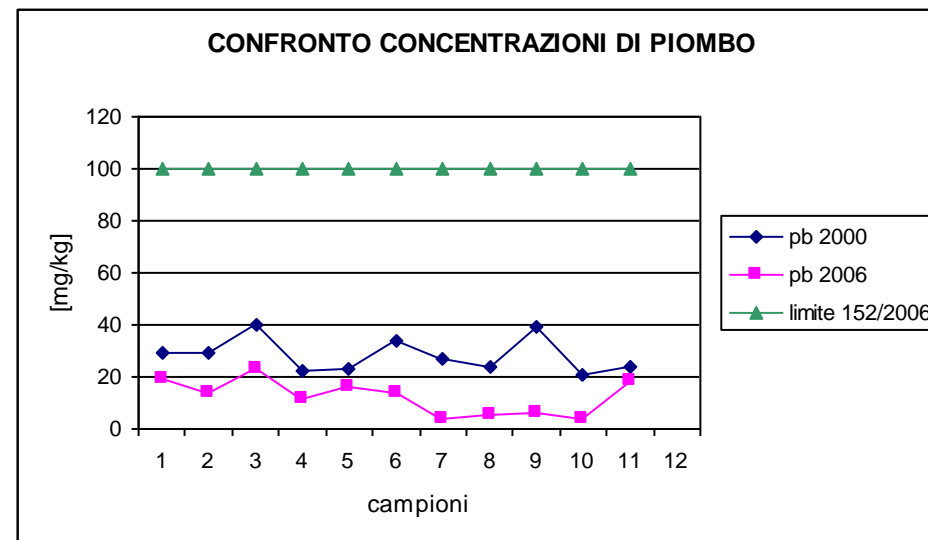
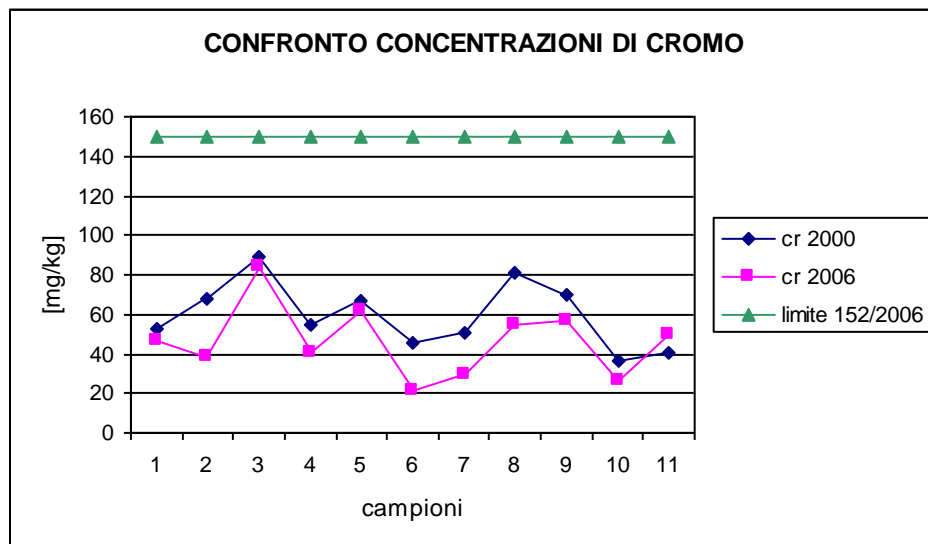
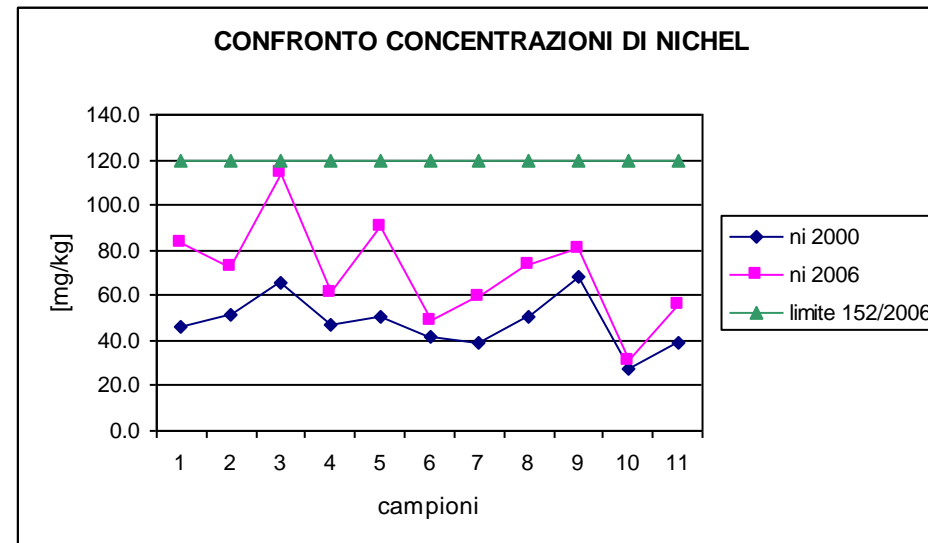
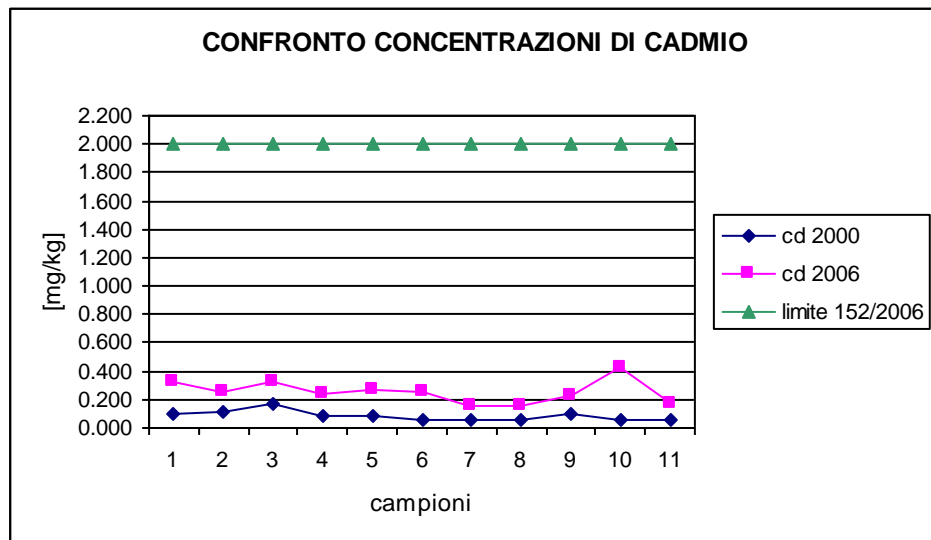
Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana
 Dipartimento Provinciale di Arezzo
 U.O. C. Prevenzione e Controlli Ambientali Integrati
 52100 Arezzo - viale Maginardo, 1
 tel. 0575939105 - fax 0575939115
 e-mail rifiuti.ar@arpat.toscana.it

Sigla	Cd [mg/kg] s.s.		Cr [mg/kg] s.s.		Ni [mg/kg] s.s.		Pb [mg/kg] s.s.	
	2000	2006	2000	2006	2000	2006	2000	2006
A1	0,095	0,320	53	46,9	46,0	83,3	29	19,5
B1	0,117	0,250	68	38,6	51,8	72,7	29	13,7
E1	0,172	0,320	89	84,4	65,6	114,7	40	23,2
E2	0,088	0,240	55	40,6	47,4	60,9	22	11,2
F2	0,084	0,270	67	61,4	50,1	90,7	23	15,8
G1	0,063	0,260	46	20,8	42,0	48,4	34	13,8
H1	0,056	0,160	51	29,7	39,0	59,3	27	4,1
I1	0,057	0,160	81	55,0	50,5	73,7	24	5,7
L2	0,104	0,23	70	56,5	68,0	80,4	39	6,2
M2	0,057	0,420	36	26,3	27,8	31,3	21	3,7
N1	0,056	0,170	41	49,6	39,0	55,4	24	18,5
Media	0,086	0,255	59,7	46,3	47,9	70,1	28,4	12,3
Deviazione standard	0,036	0,079	16,7	18,1	11,6	22,6	6,7	6,7
Contenuto in suoli agrari italiani¹	0,1<-->3,4		18,2<-->54,9		2,7<-->107		8,4<-->114	
Limiti 152/2006 per Verde pubblico, privato e residenziale	2		150		120		100	

Tab.3 - Confronto dei risultati analitici dei metalli tra il 2000 ed il 2006

¹ Dati tratti da "Atlante degli indicatori del suolo", Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente - Dipartimento Stato dell'Ambiente, Controlli e Sistemi Informativi, 2001





Graf. I - Confronto tra i risultati analitici dei metalli tra il 2000 ed il 2006

ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana
Dipartimento Provinciale di Arezzo
U.O. C. Prevenzione e Controlli Ambientali Integrati
52100 Arezzo - viale Maginardo, 1
tel. 0575939105 - fax 0575939115
e-mail rifiuti.ar@arpat.toscana.it

Dati tratti da altri studi sulle ricadute delle emissioni

Nel corso del 2002 la Sezione Provinciale di Reggio Emilia di ARPA-Emilia Romagna, ha effettuato un'indagine per il monitoraggio delle sostanze emesse dall'inceneritore di Reggio Emilia e della loro ricaduta.

L'inceneritore oggetto di tale studio, sito in via dei Gonzaga, ha le seguenti caratteristiche:

- potenzialità: 100 t/g (attuale configurazione)
- anno di attivazione: 1968 (ha subito molte modifiche ed interruzioni; ultima ristrutturazione è del 2002-2005).

Il monitoraggio della ricaduta dei metalli pesanti ha evidenziato, nei punti di campionamento attorno all'inceneritore, per una profondità di 20 cm, i valori riportati di seguito unitamente a quelli relativi all'inceneritore di Arezzo:

<i>SITO</i>	<i>Cd (mg/kg)</i>	<i>Cr (mg/kg)</i>	<i>Ni (mg/kg)</i>	<i>Pb (mg/kg)</i>
Inceneritore Reggio Emilia -ricadute	1,288	72,166	80,782	8,174
Inceneritore Arezzo (San Zeno) - ricadute	0,255	46,3	70,1	12,3
Inceneritore Reggio Emilia -fondo	1,546	72,689	75,298	20,860

Confronto tra le medie delle concentrazione di metalli pesanti riscontrate nelle due campagne di monitoraggio ARPA Emilia Romagna / ARPAT

Il confronto sopra proposto mostra che le concentrazioni di metalli nei campioni di suolo per il monitoraggio delle ricadute delle emissioni dall'inceneritore di San Zeno, risultano inferiori o sostanzialmente dello stesso livello rispetto ai dati dello studio sull'inceneritore di Reggio Emilia.

Nel 2006 l'Agenzia Provinciale di Protezione dell'Ambiente della Provincia di Bolzano ha effettuato uno studio dell'impatto dell'inceneritore di Bolzano, effettuando campioni di suolo per la determinazione della concentrazione di metalli pesanti e diossine al suolo.

L'inceneritore oggetto di tale studio ha le seguenti caratteristiche:

- potenzialità: ca. 90.000 t/a



ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana
Dipartimento Provinciale di Arezzo
U.O. C. Prevenzione e Controlli Ambientali Integrati
52100 Arezzo - viale Maginardo, 1
tel. 0575939105 - fax 0575939115
e-mail rifiuti.ar@arpat.toscana.it

- anno di attivazione: 1988, dal 1996 è attivo nella configurazione attuale.

Per i punti di ricaduta delle emissioni sono stati individuati i valori massimi riportati di seguito:

	Valore massimo [mg/kg]	Valore massimo [mg/kg]	Media [mg/kg]
	Bolzano	Arezzo	Arezzo
Cadmio(Cd)	<0,5	0,4	0,3
Cromo(Cr)	75,5	84,4	46,3
Nichel(Ni)	35,3	114,7	70,1
Piombo(Pb)	110	23,2	12,3

Confronto tra i valori massimi di concentrazione di metalli pesanti riscontrate nelle due campagne di monitoraggio APPA Bolzano / ARPAT

I dati di Arezzo risultano dello stesso ordine di grandezza di quelli di Bolzano per Cd e Cr, inferiori per il Pb e maggiori per il Ni, pur essendo quest'ultimo in linea con i valori di concentrazione per suoli agrari italiani.



Microinquinanti organici

Preliminarmente alle valutazioni, si sottolinea che l'elenco dei singoli congeneri all'interno del totale dei PCB e degli IPA è stato in parte modificato dal 2000 al 2006 a seguito di modifiche di legge (ad es. il D.lgs. 152/2006) o valutazioni tecnico-scientifiche (Istituto Superiore di Sanità, Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro).

Inoltre il confronto dei totali delle famiglie di diossine/furani, ipa e pcb deve tener conto della variazione, avvenuta tra il 2000 ed il 2006, dei limiti di rilevabilità delle tecniche analitiche, che può incidere sul valore sommatoria totale di concentrazione dei suddetti microinquinanti senza che questo sia dovuto ad effettive variazioni dei contaminanti.

Per quanto concerne i microinquinanti, ad una prima lettura dei dati di tab.4, si rileva un aumento punto per punto dei totali delle tre categorie analizzate pur essendo tutti i valori totali di concentrazione di PCB, IPA e diossine/furani entro i limiti di legge per suoli a destinazione residenziale/verde pubblico (D.lgs. 152/2006 parte IV).

I microinquinanti organici, ancorché non costituenti naturali del suolo, possono considerarsi ormai contaminanti ubiquitari, con un livello di fondo determinabile praticamente ovunque.

La complessità di questo tipo di determinazioni analitiche ed il fatto di operare a concentrazioni prossime ai limiti di rilevabilità determina che i risultati sono affetti da una incertezza del 35-50 % per diossine/furani, del 10-20 % per i pcb e del 15-25% per gli IPA (tratto dai rapporti di prova di laboratorio). Livelli di incertezza di questa entità costituiscono prerogativa ineluttabile di tutte le determinazioni analitiche di sostanze in tracce. Nei casi specifici le incertezze sono determinate tramite metodi standardizzati e riconosciuti (per i laboratori ARPAT dal SINAL – Sistema Nazionale per l'Accreditamento di Laboratori), che tengono conto dei seguenti elementi: fattori umani, condizioni ambientali e postazione di lavoro, metodi di prova e metodi di validazione, apparecchiature, riferibilità delle misure, campionamento e manipolazione dei campioni.



ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana
 Dipartimento Provinciale di Arezzo
 U.O. C. Prevenzione e Controlli Ambientali Integrati
 52100 Arezzo - viale Maginardo, 1
 tel. 0575939105 - fax 0575939115
 e-mail rifiuti.ar@arpat.toscana.it

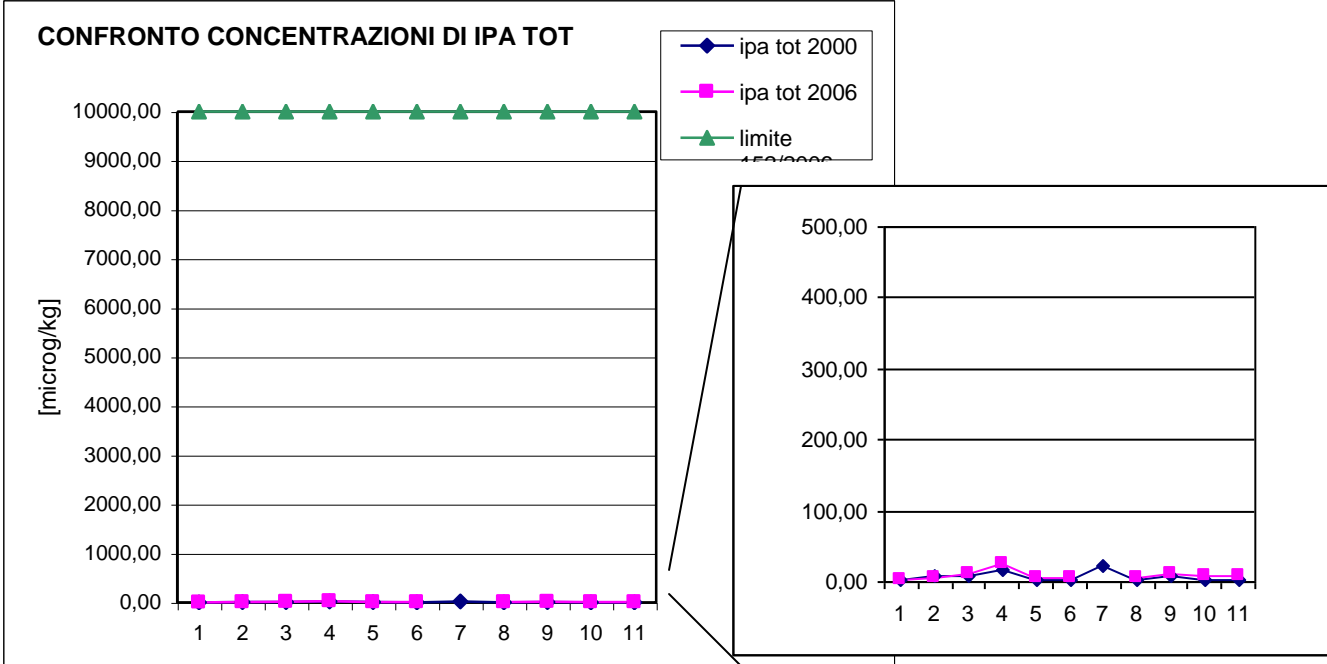
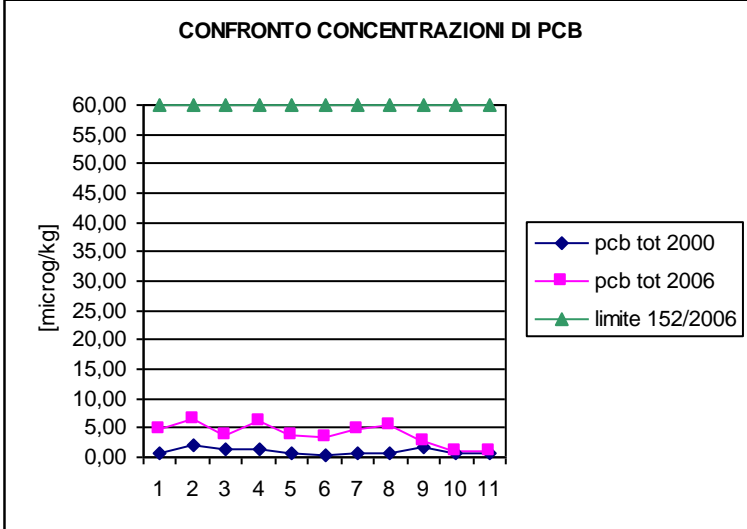
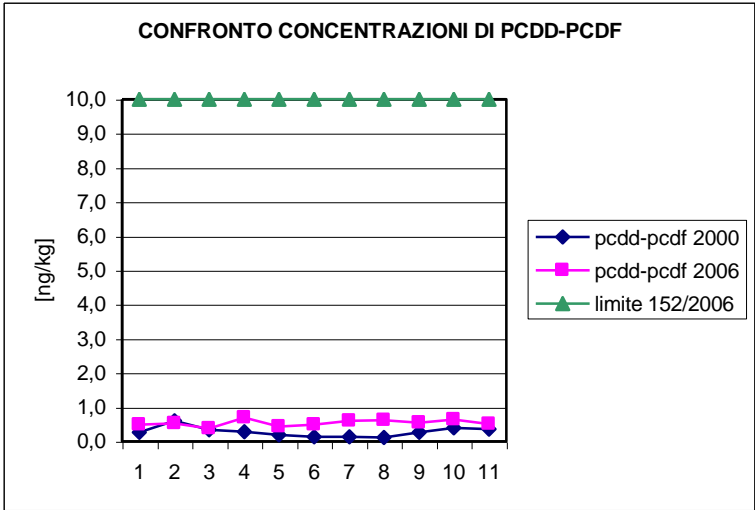
Sigla	PCDD-PCDF [ng/kg]		PCB totali [µg/kg]		IPA totali [µg/kg]	
	2000	2006	2000	2006	2000	2006
A1	0,264	0,490	0,848	4,610	3,17	2,50
B1	0,607	0,530	2,197	6,430	7,51	6,29
E1	0,331	0,370	1,266	3,740	8,43	10,20
E2	0,278	0,700	1,413	6,200	18,35	24,30
F2	0,187	0,440	0,611	3,720	3,50	6,50
G1	0,136	0,490	0,482	3,480	2,65	6,00
H1	0,130	0,590	0,576	4,800	22,72	nc
I1	0,116	0,610	0,632	5,550	2,39	5,10
L2	0,266	0,550	1,646	2,620	8,43	11,30
M2	0,384	0,630	0,834	1,130	2,18	7,80
N1	0,351	0,510	0,833	0,950	2,66	9,60
Media	0,277	0,537	1,031	3,930	7,45	8,96
Deviazione standard	0,143	0,093	0,538	1,843	6,98	5,99
Limiti 152/2006 per Verde pubblico, privato e residenziale	10		60		10000	

nc: non considerato in quanto valore anomalo (575 µg/kg, causato da fattori strettamente locali; si trova a margine di una strada di comune transito)

I totali degli IPA fanno riferimento alla lista di molecole indicata nella norma in vigore al momento delle analisi
Il confronto tra i totali dei due anni deve tener conto delle modifiche nella lista delle sostanze appartenenti alle tre famiglie di microinquinanti

Tab.4 - Confronto dei risultati analitici dei microinquinanti tra il 2000 ed il 2006





Graf II – Confronto tra i risultati analitici dei microinquinanti tra il 2000 ed il 2006

Diossine/furani

E' noto che le misure di laboratorio sono caratterizzate da un valore minimo rilevabile (Limite di Rilevabilità) che rappresenta la minima concentrazione rilevabile con ragionevole affidabilità da una certa procedura analitica.

Quando occorre indicare il totale di una classe di sostanze ai fini di verifiche di limiti di legge, e si verifica che alcune sostanze (analiti) all'interno della classe sono caratterizzate da concentrazioni inferiori al limite di rilevabilità (<LdR), la somma totale si effettua attribuendo a queste un valore di concentrazione pari alla metà del LdR stesso (per indagini di tipo ambientale).

Questo è stato stabilito² per evitare di attribuire un valore pari a zero ovvero pari allo stesso limite di rilevabilità, poiché statisticamente si considera più probabile che il valore vero di concentrazione, ancorché non determinabile analiticamente con precisione, sia intermedio tra le due suddette posizioni estreme.

Quindi se per una sostanza risulta CONCENTRAZIONE < LdR, per effettuare la somma con altre sostanze si pone CONCENTRAZIONE = LdR/2.

Tra le analisi del 2000 e del 2006, a seguito di modifiche delle tecniche di analisi e in particolare per l'applicazione di criteri statistici di determinazione dei LdR più rigorosi, si è registrato un incremento significativo dei limiti di rilevabilità in particolare per diossine/furani.

Di conseguenza è significativo valutare soprattutto quelle sostanze per le quali è stato determinato il valore effettivo, superiore quindi al limite di rilevabilità, per determinare le effettive variazioni di concentrazione.

Essendo difatti i valori assoluti di concentrazione delle suddette sostanze, nei campioni di suolo effettuati attorno all'inceneritore di S.Zeno, per lo più minori dei suddetti limiti di rilevabilità analitici, si comprende che i totali dei microinquinanti risultino fortemente influenzati dall'aumento dei LdR, mostrando quindi, ad una prima lettura, un aumento dei totali di diossine/furani al suolo quando invece, confrontando i valori delle concentrazioni effettivamente determinate (>LdR), dal 2000 al 2006 non si registra una variazione significativa dei livelli di diossine/furani (tab.5).

² ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ, Trattamento dei dati inferiori al limite di rivelabilità nel calcolo dei risultati analitici, Edoardo Menichini, Giuseppe Viviano, Gruppo di lavoro Istituto Superiore di Sanità "Metodiche per il rilevamento delle emissioni in atmosfera da impianti industriali"



ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana
Dipartimento Provinciale di Arezzo
U.O. C. Prevenzione e Controlli Ambientali Integrati
52100 Arezzo - viale Maginardo, 1
tel. 0575939105 - fax 0575939115
e-mail rifiuti.ar@arpat.toscana.it

DIOSSINE/FURANI	A1		B1		E1		E2		F2		G1		H1		I1		L2		M2		N1	
	2000	2006	2000	2006	2000	2006	2000	2006	2000	2006	2000	2006	2000	2006	2000	2006	2000	2006	2000	2006	2000	2006
Analisi [ng I-TEQ/Kg]																						
1,2,3,4,6,7,8 EPTACLORODIBENZODIOSSINA							0,011	0,009											0,014	0,019		
OCTACLORODIBENZODIOSSINA	0,005	0,002	0,046	0,016	0,019	0,007	0,016	0,009	0,005	0,003	0,007	0,003	0,009	0,004			0,016	0,006	0,034	0,020	0,009	0,005
1,2,3,4,6,7,8 EPTACLORODIBENZOFURANO							0,007	0,009														
OCTACLORODIBENZOFURANO			0,010	0,003			0,004	0,002									0,002	0,002	0,013	0,007	0,002	0,002
TOTALE	0,005	0,002	0,056	0,018	0,019	0,007	0,038	0,028	0,005	0,003	0,007	0,003	0,009	0,004	0,000	0,000	0,017	0,007	0,061	0,046	0,011	0,008

I valori di ciascun congenere sono il risultato dell'applicazione delle Tossicità Equivalenti
Si considerano solo i valori >LdR, al fine di un confronto per ciascun punto di valori effettivamente determinati

Tab.5 - Confronto tra il 2000 ed il 2006 punto per punto delle concentrazioni effettivamente determinate (>Limite Rilevabilità)

I valori di concentrazione totale (tab. 4) risultano comunque minori di 1/10 del limite di legge per suoli a destinazione residenziale/verde pubblico (D.lgs. 152/2006 parte IV).

Si osserva inoltre che i valori effettivamente determinati (superiori al Limite di Rilevabilità) non indicano, per i punti di monitoraggio attorno all'inceneritore, un livello maggiore rispetto ai punti di fondo di tab.2. Ciò è evidente dal seguente schema, in cui si riportano le medie dei totali dei diversi punti di monitoraggio, per una più facile lettura:

Media delle diossine/furani totali, per i punti da A1 a N1 [ng/Kg]		Media delle diossine/furani totali, per i punti di "fondo"
2000	2006	[ng/Kg]
0,020	0,008	0,008

Sono state escluse le sostanze inferiori al limite di rilevabilità

Si riportano infine alcuni dati contenuti nel "Rapporto prodotto per conto della Commissione Europea, DG Ambiente e del Dipartimento Ambiente, Trasporti e delle Regioni del Regno Unito" (H.Fiedler et al.1999)³, in cui si indicano le concentrazioni di diossina in suoli non contaminati negli Stati UE; per l'Italia si riportano i seguenti dati.

(ng TEQ/kg s.s.)	Foresta	Pascolo	Rurale	Arabile	Altre tipologie
Italia	-	<1 - 43	1,9 - 3,1	-	<1

³ Documento citato nel rapporto relativo alla Campagna di monitoraggio per l'inceneritore di Reggio Emilia in Via dei Gonzaga (ARPA Emilia Romagna, Sezione Provinciale di Reggio Emilia)



Le concentrazioni riscontrate nel 2006 nell'intorno dell'inceneritore di Arezzo, pari come media a circa 0,537 ng TEQ/kg (da tab. 4, comprese le sostanze inferiori al limite di rilevabilità), non risultano anomali rispetto ai suddetti dati, relativi ad aree non contaminate.

Dati tratti da altri studi sulle ricadute delle emissioni

Dallo studio di ARPA-Emilia Romagna relativo all'inceneritore di Reggio Emilia, già citato nel paragrafo relativo ai metalli pesanti, sono stati tratti anche i dati delle ricadute dei microinquinanti organici emersi dall'analisi dei campioni di suolo dell'area di ricaduta attorno all'inceneritore suddetto.

In particolare si ricava che la concentrazione media di diossine/furani, per i punti di ricaduta delle emissioni dell'inceneritore di Reggio Emilia e per una profondità di 20 cm, è pari a 3,474 ngTEQ/kg, mentre per l'area dell'inceneritore di Arezzo risulta pari a 0,537 ngTEQ/kg.

Lo studio della ricaduta al suolo delle emissioni dell'inceneritore di Bolzano, a cui si è già fatto riferimento in precedenza, ha determinato per le diossine/furani un valore medio pari a 0,550 ngTEQ/Kg, quindi dello stesso livello rispetto a quanto determinato per l'inceneritore di Arezzo (0,537 ngTEQ/kg).



ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana
Dipartimento Provinciale di Arezzo
U.O. C. Prevenzione e Controlli Ambientali Integrati
52100 Arezzo - viale Maginardo, 1
tel. 0575939105 - fax 0575939115
e-mail rifiuti.ar@arpat.toscana.it

Policlorobifenili (PCB)

Preliminarmente ai confronti tra i dati del 2000 e quelli del 2006, va sottolineato che tra le due campagne di campionamento suddette vi è stata una significativa variazione delle tecniche analitiche e dei congeneri che costituiscono la definizione di “PCB totali”, e di ciò si deve tener conto per qualunque confronto tra i dati.

Si osservi inoltre che la normativa in materia di incenerimento dei rifiuti (D.lgs. 133/2005), non indica un limite di emissione per i PCB, ma ARPAT ha effettuato comunque le determinazioni di tali contaminanti sia alle emissioni che nei campioni di suolo.

Dal confronto tra le due serie di dati si evidenzia un aumento dal 2000 al 2006 nei valori di concentrazione totale dei PCB indagati.

Anche dal confronto tra le variazioni dei singoli congeneri appartenenti al gruppo dei “PCB totali”, si riscontra un aumento dal 2000 al 2006, e i campioni effettuati per valutare i livelli di fondo sono caratterizzati da valori più bassi rispetto a quelli riferiti alle zone prevalentemente interessate dalla ricadute dell’inceneritore, come mostra sinteticamente lo schema seguente:

Media dei PCB totali, per i punti da A1 a N1 [$\mu\text{g/Kg}$]		Media dei PCB totali, per i punti di “fondo”
2000	20006	[$\mu\text{g/Kg}$]
0,434	1,815	0,192

esclusi i congeneri inferiori al limite di rilevabilità ed i congeneri analizzati solo in uno dei due anni

La media delle concentrazioni determinate nel 2006 nell’intorno dell’inceneritore rientra comunque nella media dei suoli italiani, come si evince dai dati relativi ad indagini sulla presenza di PCB nei terreni d’Italia (A. Covaci et al., 2001), riportati al seguente schema unitamente alla media delle concentrazioni di PCB totali nei punti di monitoraggio nell’intorno dell’inceneritore di San Zeno.

PCB ($\mu\text{g/kg}$)	Italia	Inceneritore Arezzo 2006
Media	11	3,93
Deviazione standard	8,3	1,8



ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana
Dipartimento Provinciale di Arezzo
U.O. C. Prevenzione e Controlli Ambientali Integrati
52100 Arezzo - viale Maginardo, 1
tel. 0575939105 - fax 0575939115
e-mail rifiuti.ar@arpat.toscana.it

I valori di concentrazione totale (tab. 4) risultano comunque minori di 1/10 del limite attuale di legge per suoli a destinazione residenziale/verde pubblico (D.lgs. 152/2006 parte IV).

Si sottolinea che nel 2000 la norma allora in vigore per la disciplina dei siti contaminati (DM 471/99) prevedeva, per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale, un limite per i PCB più basso di quello attualmente in vigore. Il D.lgs. 152/2006 ha infatti sostituito il precedente limite per i PCB, pari a 1 µg/kg, con il nuovo limite pari a 60 µg/kg.

Tale variazione è dovuta al fatto che il limite precedente è stato considerato eccessivamente restrittivo, ed era tale da far classificare, su tutto il territorio nazionale, come contaminati da PCB numerosi suoli non interessati da fenomeni diretti di contaminazione. L'Istituto Superiore di Sanità ha proposto, con nota al Ministero dell'Ambiente in data 04/02/2003, di adottare il nuovo limite di 60 µg/kg, a seguito di valutazioni scientifiche ed in virtù comunque del principio di cautelatività⁴.

Dati tratti da altri studi sulle ricadute delle emissioni

Dallo studio di ARPA-Emilia Romagna relativo all'inceneritore di Reggio Emilia, si ricava la concentrazione media di PCB, per i punti di ricaduta delle emissioni dell'inceneritore e per una profondità di 20 cm, che risulta pari a 1,955 µg/kg, mentre per l'area dell'inceneritore di Arezzo risulta pari a 3,930 µg/kg.

Con riferimento a campionamenti di suolo, effettuati nel corso del 2006 dal dipartimento scrivente e relativi ad aree interessate dalle ricadute delle emissioni provenienti da altri due impianti di incenerimento rifiuti speciali presenti in Provincia di Arezzo, si osserva che la concentrazione di PCB nelle aree suddette è risultata in media quattro volte inferiore rispetto a quanto determinato nei punti di campionamento nell'intorno dell'inceneritore di San Zeno.

Si riportano inoltre i risultati relativi alla determinazione dei PCB totali contenuti nei sedimenti della diga di La Penna, effettuata nel 2004 ad opera del dipartimento scrivente. In particolare è stato determinato che la concentrazione media di PCB totali nei campioni di suolo attorno all'inceneritore di San Zeno è circa la metà dei

⁴ Sull'opportunità di modificare il limite l'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici ha pubblicato il "I RAPPORTO TASK FORCE-METODOLOGIE SITI CONTAMINATI" - Note tecniche e proposte di interpretazione e di aggiornamento del D.M. 471/1999



ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana
Dipartimento Provinciale di Arezzo
U.O. C. Prevenzione e Controlli Ambientali Integrati
52100 Arezzo - viale Maginardo, 1
tel. 0575939105 - fax 0575939115
e-mail rifiuti.ar@arpat.toscana.it

corrispondenti valori degli strati più superficiali dei sedimenti della diga, e circa pari a 1/15 della concentrazione media negli strati più profondi.



Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

Dal raffronto tra i risultati analitici del 2000 e del 2006 si registra un aumento dal 2000 al 2006 nei valori di concentrazione degli IPA indagati, sebbene tutti i valori di concentrazione totale di IPA, sia nel 2000 che nel 2006, risultano inferiori a circa 1/400 del limite di legge per suoli a destinazione residenziale/verde pubblico (D.lgs. 152/2006 parte IV).

Si sottolinea che il suddetto decreto ha modificato la lista di idrocarburi che fanno parte della lista di "IPA tot". Alcune sostanze che non fanno più parte di questo gruppo sono state comunque analizzate anche nel 2006, e di queste si è tenuto conto negli approfondimenti del presente studio per un confronto più esteso tra le due campagne di monitoraggio.

Inoltre dai campioni effettuati a debita distanza dall'inceneritore, si evidenzia che i valori di concentrazione degli IPA dei punti di monitoraggio attorno all'inceneritore risultano dello stesso livello rispetto ai valori di fondo di riferimento.

Media dei totali per i punti da A1 a N1 [$\mu\text{g}/\text{Kg}$]		Media degli IPA totali per i punti di "fondo"
2000	20006	[$\mu\text{g}/\text{Kg}$]
5,863	22,549	25,677

Escluse le molecole con valori inferiori al limite di rilevabilità e quelle analizzate solo in uno dei due anni

Ancorché per valori molto contenuti e spesso prossimi ai limiti di rilevabilità analitici, il suddetto aumento potrebbe quindi essere messo in relazione alla presenza di svariate fonti di IPA diffuse (ad es. traffico veicolare, attività industriali, processi di combustione vari).

Dati tratti da altri studi sulle ricadute delle emissioni

Dallo studio di ARPA-Emilia Romagna relativo all'inceneritore di Reggio Emilia, si ricava che la concentrazione media di IPA totali, per i punti di ricaduta delle emissioni dell'inceneritore e per una profondità di 20 cm, risulta pari a 68,275 $\mu\text{g}/\text{kg}$, mentre per l'area dell'inceneritore di Arezzo risulta pari a 8,960 $\mu\text{g}/\text{kg}$.



ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana
Dipartimento Provinciale di Arezzo
U.O. C. Prevenzione e Controlli Ambientali Integrati
52100 Arezzo - viale Maginardo, 1
tel. 0575939105 - fax 0575939115
e-mail rifiuti.ar@arpat.toscana.it

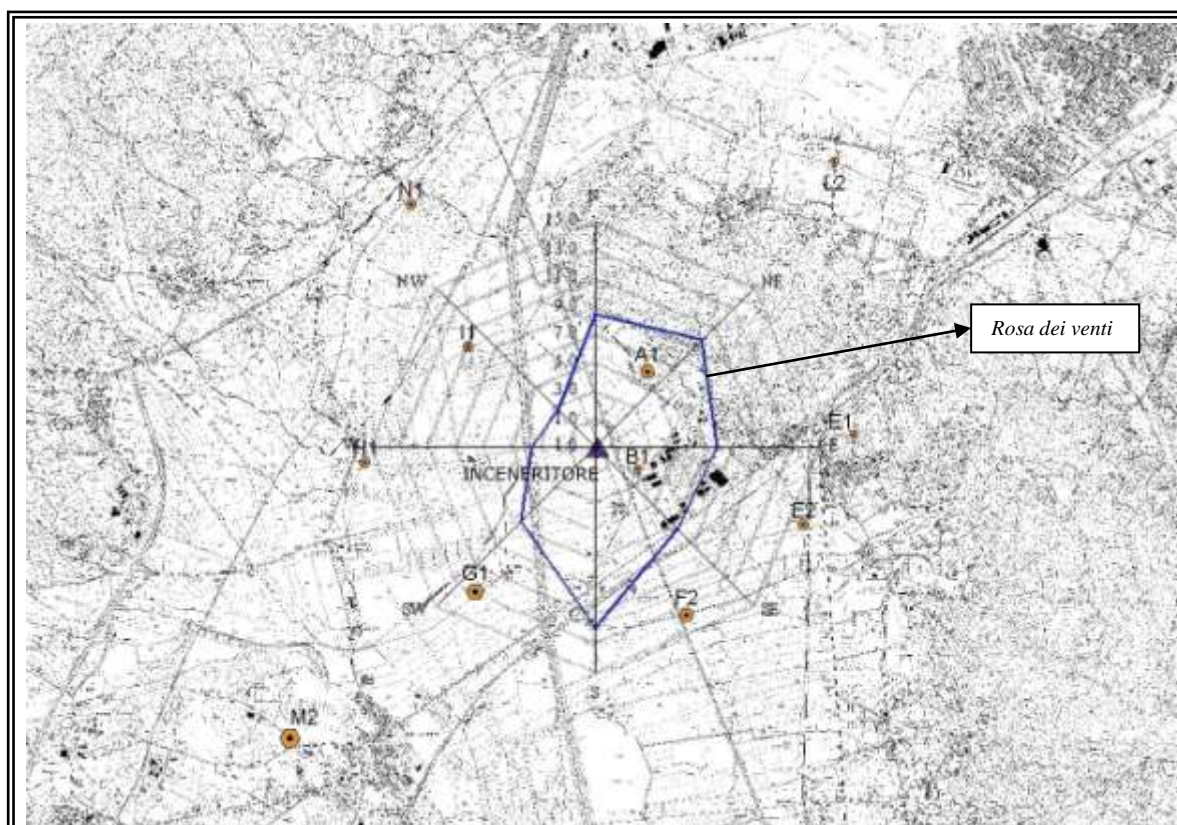
APPROFONDIMENTI

Oltre alle considerazioni relative al livello di fondo, al confronto con dati di letteratura e limiti di legge, riportate precedentemente, sono stati effettuati ulteriori approfondimenti, come anticipato al primo paragrafo.

i) Le immagini di seguito riportate mostrano alcune delle sovrapposizioni effettuate tra le concentrazioni rilevate e la rosa dei venti.

Dalla suddetta sovrapposizione tra i venti prevalenti e le variazioni dei metalli e microinquinanti organici ricercati, non si è evidenziata una correlazione certa rispetto al punto di emissione dell'impianto.

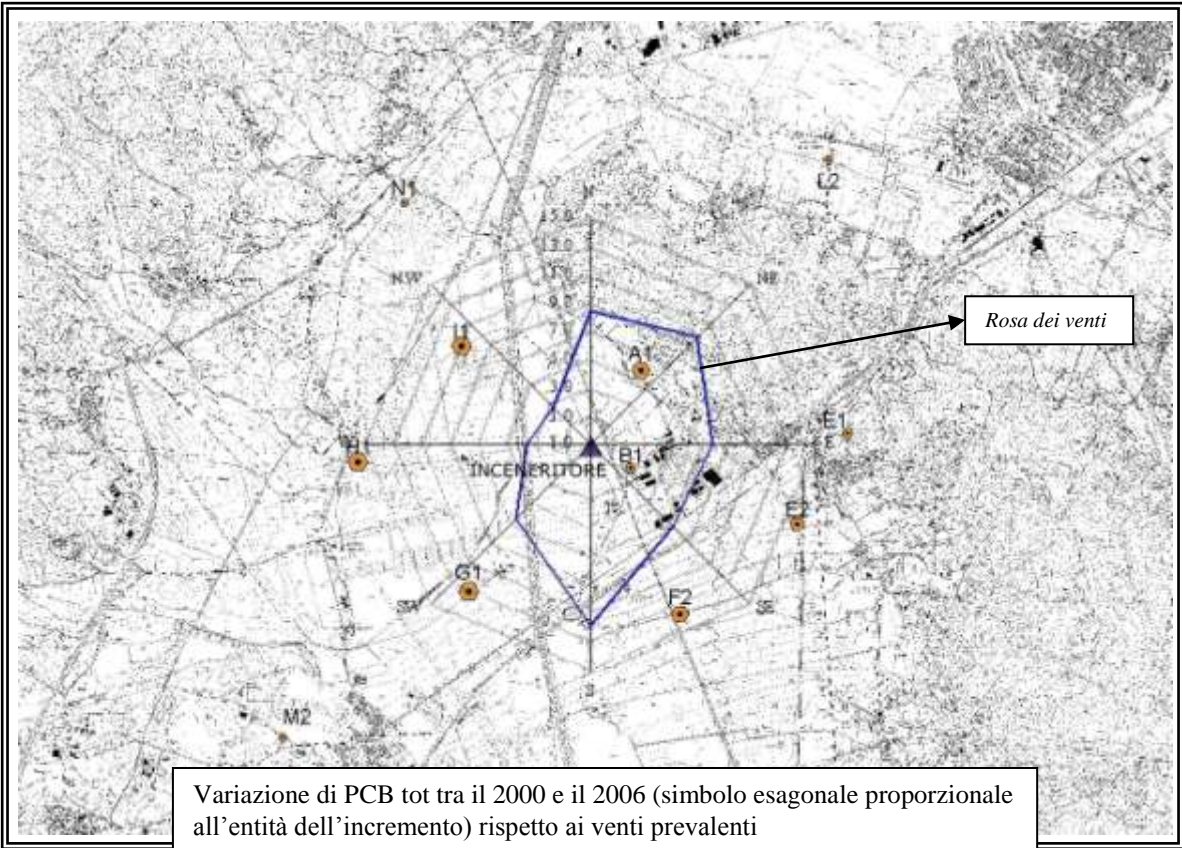
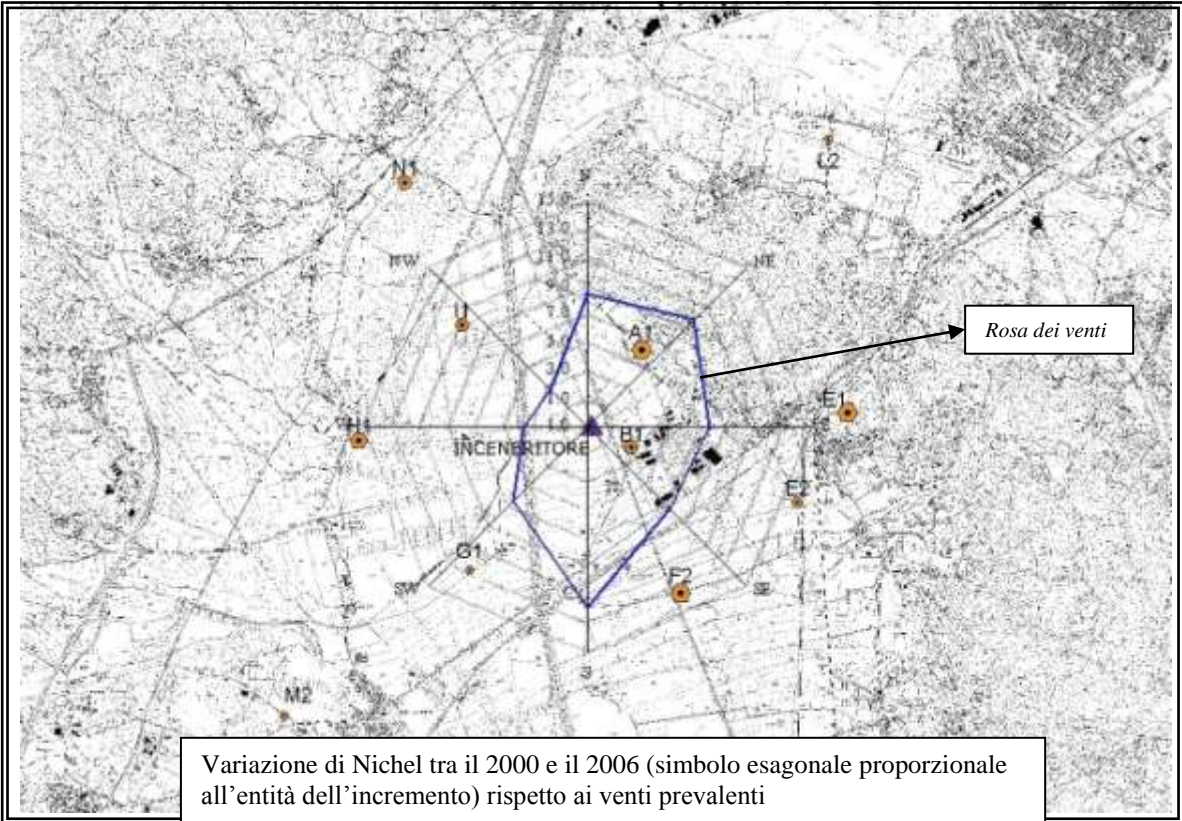
Dalla suddetta sovrapposizione cartografica si è osservato inoltre che gli incrementi individuati in alcuni punti di monitoraggio non si ripetono in modo omogeneo per le diverse sostanze indagate, e ciò contrasta con l'ipotesi di una fonte emissiva prevalente.



Variatione di Cadmio tra il 2000 e il 2006 (simbolo esagonale proporzionale all'entità dell'incremento) rispetto ai venti prevalenti

ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana
Dipartimento Provinciale di Arezzo
U.O. C. Prevenzione e Controlli Ambientali Integrati
52100 Arezzo - viale Maginardo, 1
tel. 0575939105 - fax 0575939115
e-mail rifiuti.ar@arpat.toscana.it



ii) Come ulteriore approfondimento, partendo dai risultati ottenuti da quattro controlli alle emissioni, sono state valutate le concentrazioni medie alle emissioni per ciascuna sostanza appartenente alle tre famiglie di microinquinanti organici indagati e confrontate con i valori medi delle variazioni riscontrate al suolo per le stesse sostanze dal 2000 al 2006.

Si è inteso valutare in tal modo se sussiste una relazione tra le sostanze emesse in maggior quantità, all'interno di ciascun gruppo di microinquinanti organici, e le rispettive variazioni di concentrazione misurate al suolo.

Per le diossine/furani non si manifesta alcun rapporto tra le concentrazioni alle emissioni e gli incrementi al suolo.

Per gli IPA si osserva una certa correlazione tra la distribuzione delle sostanze emesse e l'incremento individuato al suolo, ma il fatto che i valori di concentrazione degli IPA nei punti di monitoraggio attorno all'inceneritore risultano dello stesso livello rispetto ai valori di fondo, fa supporre che il "profilo analitico" non sia da considerare specifico dell'impianto in questione.

Per i PCB non si osserva una relazione significativa tra le concentrazioni dei congeneri al camino dell'inceneritore e l'incremento di concentrazione al suolo.

Di seguito si riportano i grafici della correlazione, per ciascuna sostanza appartenente ai gruppi IPA e PCB, tra la concentrazione rilevata alla emissione dal camino dell'inceneritore e la variazione di concentrazione al suolo tra il 2000 ed il 2006.



8 CONCLUSIONI

A conclusione delle considerazioni svolte ai paragrafi precedenti, si sottolinea quanto segue.

Metalli

- I dati indicano un aumento della concentrazione di Cadmio e Nichel, ed una diminuzione di Piombo e Cromo; tale andamento discordante non indica una interferenza significativa delle emissioni dall'inceneritore con i livelli di concentrazione al suolo, poiché in tal caso si sarebbe dovuto riscontrare un aumento significativo di tutti i metalli emessi, ed in particolare proprio di Piombo e Cromo che sono emessi in quantità maggiore rispetto a Cd e Ni;
- considerata come continua l'emissione di Cd e Ni, in tutto il periodo di funzionamento dell'impianto e alla concentrazione massima rilevata fra tutte le analisi eseguite sui fumi in emissione, si ha che le quantità emesse potrebbero spiegare per Cd e Ni meno del 1 % degli incrementi osservati anche ipotizzando che tutta la ricaduta fosse concentrata entro un'area di circa un quarto di quella reale;
- le concentrazioni dei metalli nei punti di monitoraggio 2006 nell'intorno dell'inceneritore risultano inferiori rispetto ai valori di fondo;
- le concentrazioni dei quattro metalli risultano inferiori ai limiti di legge per suoli a destinazione residenziale/verde pubblico (D.lgs. 152/2006 parte IV);
- i valori riscontrati risultano in linea con i dati sulle concentrazioni di metalli in suoli agrari italiani ("*Atlante degli indicatori del suolo*", Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente).

Diossine/furani

- Tra i risultati del 2000 e del 2006 si è registrato un incremento significativo dei limiti di rilevabilità (LdR) in particolare per diossine/furani. Nel confronto tra i valori totali del 2000 e quelli del 2006, bisogna tener conto di tale circostanza, in quanto produce, ad una prima lettura dei dati, un incremento fittizio nel calcolo delle concentrazioni totali. Confrontando soltanto i congeneri che sono stati effettivamente determinati (>LdR), per diossine/furani i dati non indicano un aumento delle concentrazioni al suolo;



ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana
Dipartimento Provinciale di Arezzo
U.O. C. Prevenzione e Controlli Ambientali Integrati
52100 Arezzo - viale Maginardo, 1
tel. 0575939105 - fax 0575939115
e-mail rifiuti.ar@arpat.toscana.it

- le concentrazioni di diossine/furani nei campioni di fondo, risultano dello stesso livello rispetto ai valori nell'area di massima ricaduta delle emissioni dell'inceneritore;
- le concentrazioni risultano inferiori ad un decimo del limite di legge per suoli a destinazione residenziale/verde pubblico (D.lgs. 152/2006 parte IV), per lo più al di sotto della quantità minima rilevabile dalle tecniche analitiche utilizzate dal laboratorio per i microinquinanti di ARPAT;
- i valori riscontrati sono inferiori ai dati medi italiani di letteratura in precedenza riportati.

PCB

- Nella determinazione della concentrazione dei *PCB* vi sono delle differenze di tipo metodologico tra le analisi del 2000 e quelle del 2006, consistenti nei diversi congeneri considerati nel corso delle determinazioni analitiche. Alcuni analiti difatti sono stati aggiunti nel corso degli anni, mentre altri sono stati eliminati dalla lista dei *PCB* da determinare, secondo valutazioni sviluppate nel corso degli ultimi anni in accordo con l'Istituto Superiore di Sanità e secondo valutazioni di altri organismi internazionali (Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro);
- si registra un aumento dal 2000 al 2006 nei valori assoluti di concentrazione dei *PCB* indagati;
- i valori determinati nei punti di monitoraggio attorno all'inceneritore risultano superiori ai livelli di fondo;
- il "profilo analitico" rilevato nelle analisi alle emissioni e nel suolo non mostra una significativa correlazione tra i due aspetti;
- tutti i valori di concentrazione totale di *PCB*, sia nel 2000 che nel 2006, risultano inferiori a circa 1/10 del limite di legge attuale per suoli a destinazione residenziale/verde pubblico (D.lgs. 152/2006 parte IV);
- le concentrazioni riscontrate nei punti di monitoraggio delle ricadute delle emissioni risultano inferiori ai dati medi italiani di letteratura precedentemente riportati;
- la concentrazione di *PCB* totali nel suolo riscontrata attorno all'inceneritore di San Zeno risulta sensibilmente superiore ai valori relativi ad altri due impianti di incenerimento di rifiuti speciali presenti nella Provincia di Arezzo, mentre risulta significativamente inferiore alle concentrazioni determinate nei sedimenti della diga di La Penna.



ARPAT

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana
Dipartimento Provinciale di Arezzo
U.O. C. Prevenzione e Controlli Ambientali Integrati
52100 Arezzo - viale Maginardo, 1
tel. 0575939105 – fax 0575939115
e-mail rifiuti.ar@arpat.toscana.it

Si ritiene che debba essere svolto un ulteriore approfondimento riguardo ai PCB, verificando i “profili analitici” su campioni di suolo appositamente prelevati (in numero compreso tra 5 e 10) in contesti territoriali diversi caratterizzati da significativa attività antropica (aree industriali, vie di comunicazione, aree urbane), al fine di acquisire ulteriori elementi di valutazione sulla diffusione ambientale dei PCB.

IPA

- il confronto tra gli *IPA tot* deve tener conto che la lista di parametri componenti tale voce ha subito modifiche a seguito di nuove norme emanate dopo il 2000 (D.lgs. 152/2006);
- tutti i valori di concentrazione totale di IPA, sia nel 2000 che nel 2006, risultano inferiori a circa 1/400 del limite di legge attuale per suoli a destinazione residenziale/verde pubblico (D.lgs. 152/2006 parte IV);
- si registra un aumento dal 2000 al 2006 nei valori assoluti di concentrazione degli IPA indagati;
- le concentrazioni di IPA nei campioni nell'intono dell'inceneritore sono dello stesso livello rispetto ai valori di fondo per i punti di cui alla tab.2 . I maggiori livelli di IPA riscontrati nel 2006, sia in vicinanza dell'inceneritore che nei punti di “fondo”, rispetto alle concentrazioni del 2000, può essere spiegato con la presenza di diverse fonti diffuse di IPA (ad es. traffico veicolare, attività industriali, combustioni varie di sostanze organiche).

I Tecnici del Dipartimento ARPAT di Arezzo

Ing. Salvatore Ribaudo

TPA dott. Paolo Conti

Il Responsabile della U.O.C.
Prevenzione e Controlli Ambientali Integrati
dott. Claudio Bondi

