

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

Agenzia Provinciale per la Protezione dell'Ambiente

I – 38122 TRENTO Piazza Vittoria, 5

tel. +39 0461 497701 - fax +39 0461 497759

e-mail appa@provincia.tn.it - PEC appa@pec.provincia.tn.it

<http://www.appa.provincia.tn.it>



INDAGINE AMBIENTALE
BORGO VALSUGANA
REPORT INTERMEDIO
04/03/2014 – 16/04/2015



Prot. n. S305/2015/514326/450 dd. 09/10/2015

Questo lavoro può essere liberamente utilizzato senza omissioni o aggiunte. Per eventuali riproduzioni, ristampe o utilizzo di estratti, deve essere richiesta l'autorizzazione all' A.P.P.A.

Indice

1	Introduzione	1
2	Descrizione delle attività di monitoraggio	2
2.1	Siti di campionamento	2
2.2	Campionamento	4
2.3	Analisi	6
3	Risultati del rilevamento	8
3.1	Precipitazioni	8
3.2	Metalli	8
3.3	PCDD/F e PCB	21
4	Valutazioni finali e conclusioni	28
	Allegato 1: Descrizione dei parametri chimici rilevati	31
	Allegato 2: Riferimenti bibliografici	37

1 Introduzione

Il territorio circostante l'acciaiera di Borgo Valsugana è stato recentemente oggetto di uno specifico studio dal titolo *“Approfondimenti sull'incidenza ambientale dell'acciaiera di Borgo Valsugana”*.

Nell'ambito dello studio erano stati individuati 5 siti di campionamento per l'analisi delle deposizioni di metalli e microinquinanti organici (Fig. 1.1).

Il presente lavoro, in attuazione dei suggerimenti derivanti dallo studio, si pone l'obiettivo di determinare il flusso delle deposizioni totali degli inquinanti atmosferici tossici e persistenti, ed in particolare dei vari metalli tossici di interesse e dei microinquinanti organoclorurati (PCDD/F e PCB), sul territorio circostante l'acciaiera di Borgo Valsugana, in modo da creare una base storica di dati e da poter valutare l'eventuale criticità per l'ambiente.

In base ai risultati delle analisi sulle deposizioni contenute nel citato studio, tra i 5 siti precedentemente individuati quelli relativi al Centro di Raccolta Zonale e alla Scuola elementare di Borgo Valsugana sono da ritenersi maggiormente significativi per quanto riguarda l'influenza dell'acciaiera. Tale scelta è determinata principalmente da quanto emerso dal confronto tra i siti in relazione alle ricadute dei metalli che possono essere direttamente riconducibili alle attività dell'impianto industriale (ferro, manganese, piombo e zinco).

Vengono di seguito riportati i risultati ottenuti dopo circa un anno di campionamenti. Le attività di monitoraggio presso i siti individuati sono tuttora in corso.

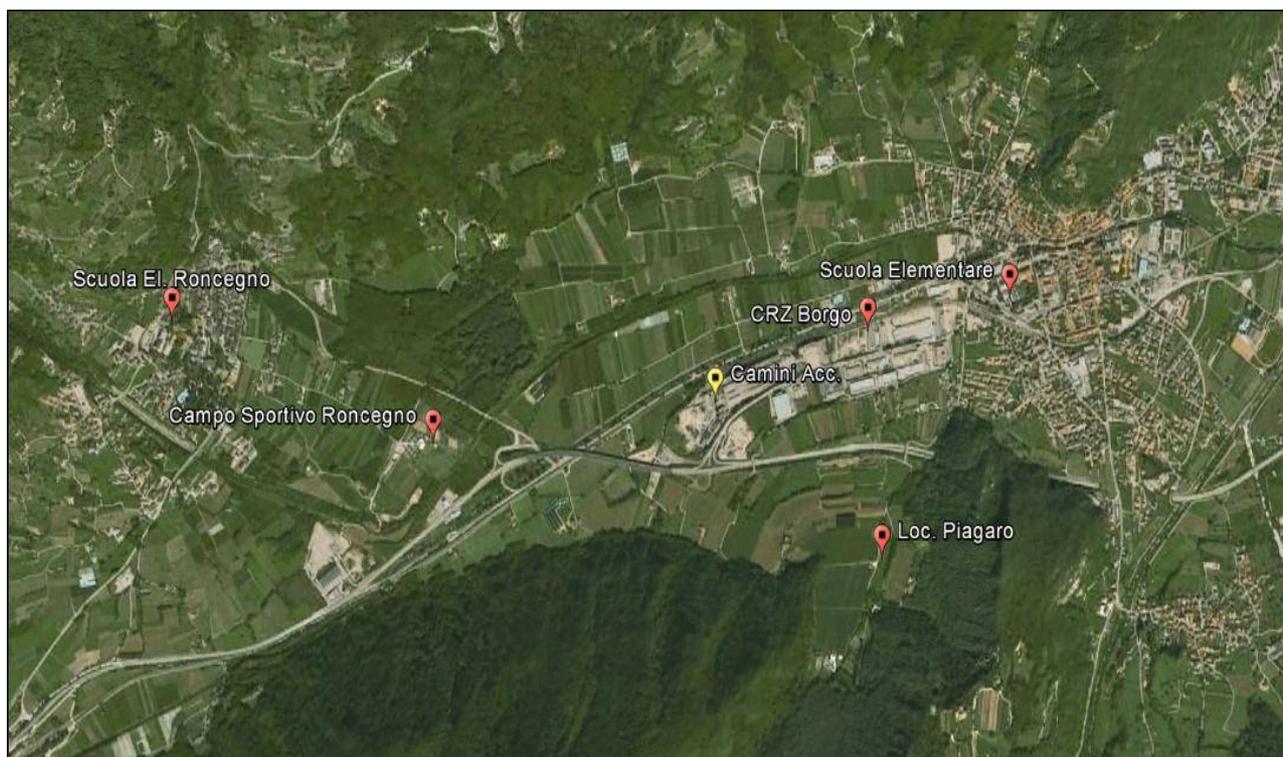


Fig. 1.1: Siti di campionamento individuati all'interno dello studio *“Approfondimenti sull'incidenza ambientale dell'acciaiera di Borgo Valsugana”*.

2 Descrizione delle attività di monitoraggio

Gli inquinanti atmosferici gassosi e particolati rilasciati dalle diverse sorgenti presenti nel territorio sono soggetti a fenomeni di dispersione e diluizione ad opera dei venti, che li trasportano anche per distanze considerevoli, o che, in talune situazioni o a causa di particolari processi chimico-fisici, ne consentono la rimozione in forma di “deposizioni”. Nel tragitto tra emissione e deposizione gli inquinanti atmosferici possono inoltre subire processi chimici che ne modificano le caratteristiche e la natura, nonché il loro grado di tossicità e di pericolosità.

La loro ricaduta al suolo può avvenire come *deposizione secca* direttamente in forma di gas o particelle, ovvero come *deposizione umida* favorita dalle precipitazioni meteoriche o anche dalla semplice umidità della nebbia in forma di minutissime goccioline (deposizioni occulte).

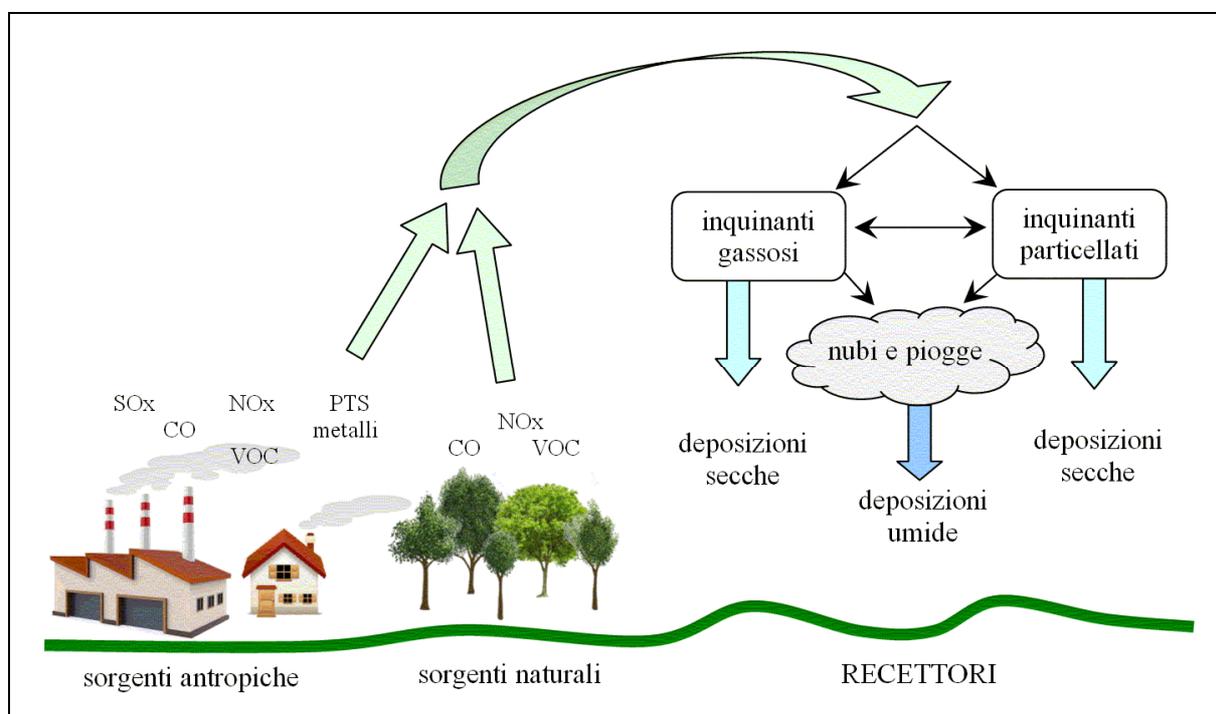


Fig. 2.1: Processi di formazione delle deposizioni.

2.1 Siti di campionamento

Sono stati individuati 2 siti di campionamento, entrambi nel comune di Borgo Valsugana, ove è presente una acciaieria di seconda fusione per la produzione di acciai speciali che impiega un forno elettrico con potenzialità di circa 100 t/colata (Fig. 2.2).

La scelta dei siti di campionamento (Tab. 2.1) deriva da quanto emerso dalle analisi sulle deposizioni effettuate nel citato studio “*Approfondimenti sull’incidenza ambientale dell’acciaieria di Borgo Valsugana*”.

Un primo sito, distante circa 600 m dall’acciaieria in direzione est, è posto all’interno del Centro di Raccolta Zonale dei rifiuti differenziati (CRZ) in via Puisse (Fig. 2.3).

Il secondo sito si trova presso la stazione di monitoraggio della qualità dell'aria dell'APPA sita in via IV novembre, nei pressi della scuola elementare, e dista circa 1200 m dal medesimo stabilimento (Fig. 2.5). In precedenza, fino al 19/06/2014, il deposimetro attualmente presente presso la stazione di monitoraggio era posto sul tetto della scuola elementare (Fig. 2.4).

Presso entrambi i siti i campionamenti sono iniziati il 4/03/2014 e sono attualmente ancora in corso. I campioni vengono raccolti dopo un periodo di esposizione di circa un mese, salvo nel caso in cui abbondanti precipitazioni richiedano di anticipare la raccolta.

Tab. 2.1: Localizzazione dei siti di campionamento.

Sito	Coordinate UTM WGS84	
Centro di Raccolta Zonale	689269	5102614
Stazione di monitoraggio APPA	689840	5102728

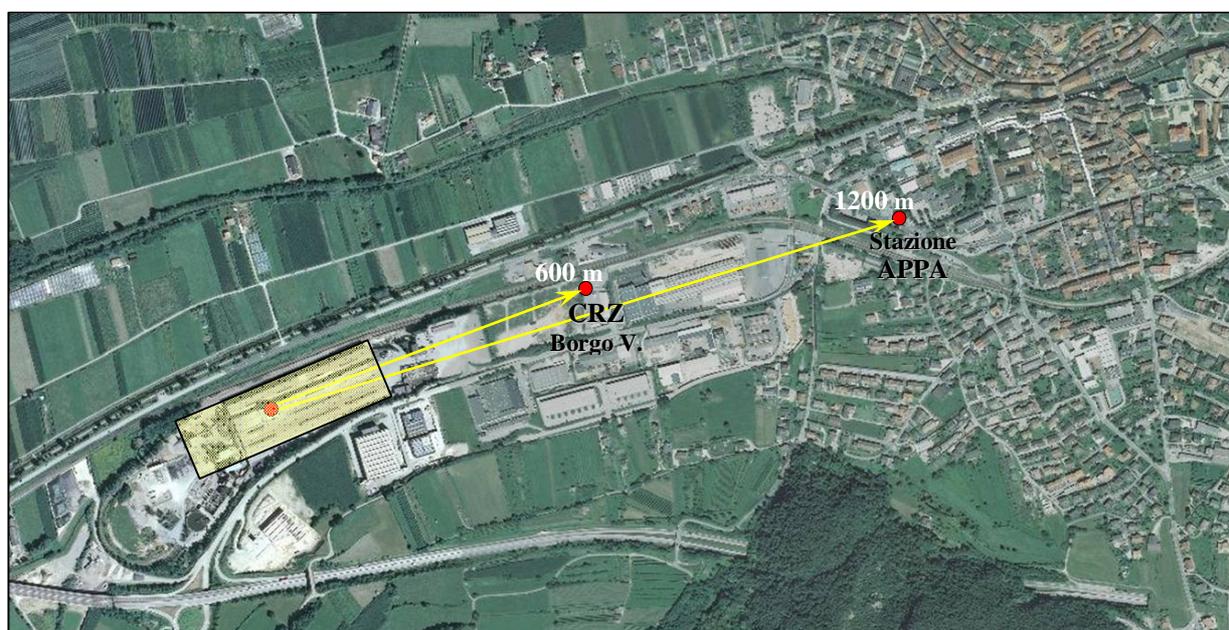


Fig. 2.2: Localizzazione dei siti di campionamento.



Fig. 2.3: Sito di campionamento - CRZ.

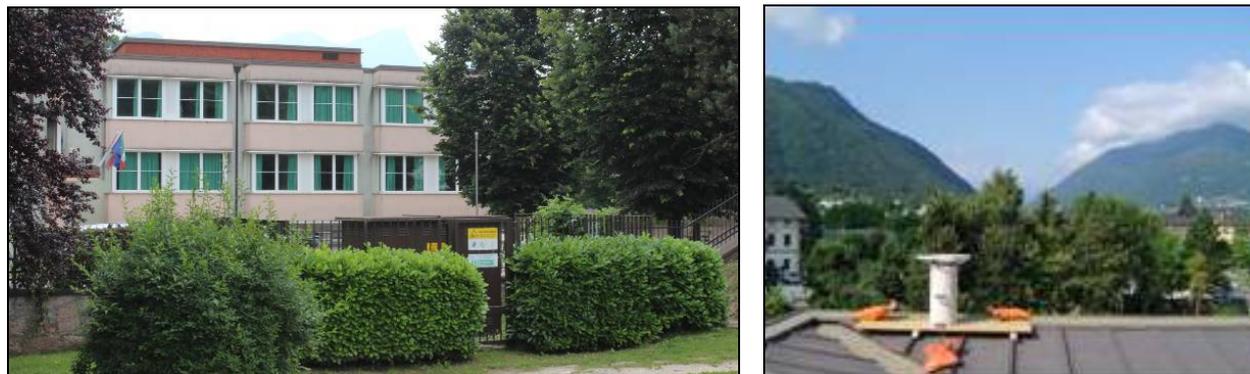


Fig. 2.4: Sito di campionamento – Scuola elementare.



Fig. 2.5: Sito di campionamento – Stazione APPA.

2.2 Campionamento

I campioni sono stati effettuati mediante deposimetri di tipo “bulk” (ossia campionatori passivi costituiti da recipienti aperti costantemente esposti) in grado di raccogliere le deposizioni, sia secche, sia umide, secondo quanto stabilito dal D. Lgs. 155/2010.

Il deposimetro (Fig. 2.6) è composto da un contenitore esterno di protezione, adeguatamente strutturato, e da una parte interna, completamente sostituibile, costituita da una bottiglia di raccolta (circa 10 litri) sovrastata da un imbuto a parete cilindrica, entrambi in materiale inerte alla cessione di specie interferenti, che, a seconda delle due principali applicazioni, risulta essere in Polietilene alta densità - PEHD (per microinquinanti inorganici) ed in Vetro Pyrex (per microinquinanti organici).

Prima del campionamento dei metalli si aggiungono alla bottiglia 500 ml di HNO_3 al 6,5% (per analisi di elementi in tracce) onde evitare la formazione di alghe che renderebbero molto difficoltosa la filtrazione.



Fig. 2.6: Deposimetro di tipo “bulk” e bottiglie di raccolta in polietilene e vetro pyrex.

I campioni per la determinazione analitica dei metalli sono stati prelevati presso entrambi i siti di campionamento con frequenza mensile (mediante 30 giorni \pm 5). I campionamenti sono iniziati nel marzo 2014 presso il sito CRZ, e nel giugno 2014 presso la stazione di monitoraggio APPA, con un primo campionamento durato 50 giorni nel sito alternativo posto sul tetto delle scuola elementare, a meno di 50 m di distanza (Tab. 2.2).

In un caso (29 ott – 10 nov 2014), per riempimento delle bottiglie a causa di eccesso di precipitazioni, si è ritenuto di interrompere i campionamenti, scartando le aliquote prelevate.

Tab. 2.2: Campioni raccolti (metalli).

STAZIONE APPA (SCUOLA ELEMENTARE)			CRZ		
Codice campione	Start	Stop	Codice campione	Start	Stop
-	-	-	14LA02354	04/03/2014 11:30	10/04/2014 11:50
14LA02564	04/03/2014 11:00	23/04/2014 11:50	-	-	-
-	-	-	14LA03282	10/04/2014 11:50	22/05/2015 11:30
-	-	-	14LA03897	22/05/2015 11:30	19/06/2014 14:30
14LA04404	19/06/2014 15:30	22/07/2014 12:00	14LA04405	19/06/2014 14:30	22/07/2014 15:00
14LA04902	22/07/2014 12:15	20/08/2014 13:00	14LA04903	22/07/2014 15:15	20/08/2014 15:00
14LA05631	20/08/2014 13:15	24/09/2014 14:15	14LA05632	20/08/2014 15:15	29/10/2014 15:15
14LA06254	24/09/2014 13:15	29/10/2014 14:30	14LA06255	24/09/2014 15:15	29/10/2014 15:30
-	29/10/2014 14:40	<i>invalidato per troppo pieno</i>	-	29/10/2014 15:45	<i>invalidato per troppo pieno</i>
14LA06976	11/11/2014 15:00	10/12/2014 15:00	14LA06977	11/11/2014 15:30	10/12/2014 16:15
15LA00130	10/12/2014 15:15	14/01/2015 16:15	15LA00131	10/12/2014 16:30	14/01/2015 16:00
15LA00871	14/01/2015 16:30	18/02/2015 12:45	15LA00872	14/01/2015 17:00	18/02/2015 15:00
15LA01357	18/02/2015 12:45	19/03/2015 12:00	15LA01358	18/02/2015 15:00	19/03/2015 15:30
15LA01857	19/03/2015 12:15	16/04/2015 12:00	15LA01858	19/03/2015 15:45	16/04/2015 16:00
15LA02620	16/04/2015 13:00	25/05/2015 12:00	15LA02621	16/04/2015 16:30	25/05/2015 11:30

La determinazione analitica di microinquinanti organici è stata effettuata su un campione prelevato presso il sito CRZ nel periodo 11/11/2014 – 10/12/2014, con stabilimento funzionante, considerando particolarmente significativa la stagione tardo autunnale rispetto alle altre stagioni (Tab. 2.3).

Tab. 2.3: Campione raccolto (microinquinanti organici).

Sito	Start	Stop
CRZ	11/11/2014 15:30	10/12/2014 16:30

2.3 Analisi

Al termine delle operazioni di raccolta delle deposizioni in campo, previa registrazione in apposita scheda di tutte le informazioni necessarie, i deposimetri sono stati riportati in laboratorio, dove si è provveduto al recupero del materiale raccolto ed alle determinazioni analitiche degli inquinanti di interesse per lo studio (Tab. 2.4).

Le operazioni in laboratorio hanno seguito le indicazioni previste dal D. Lgs. 155/2010 e successive modificazioni.

Tab. 2.4: Inquinanti.

Metalli	Microinquinanti organici
Antimonio, Arsenico, Berillio, Bario, Cadmio, Cobalto, Cromo, Ferro, Molibdeno, Manganese, Nichel, Piombo, Rame, Stagno, Tallio, Vanadio, Zinco	PCDD/F, PCB

2.3.1 Metalli

In laboratorio si pesa la bottiglia del deposimetro per determinare la quantità di acqua raccolta. L'imbuto viene esaminato visivamente: se sono presenti insetti, foglie o altri corpi estranei anche di piccole dimensioni, questi vengono rimossi con pinzette pulite. Poi l'imbuto viene lavato con una soluzione acquosa al 2% HNO₃ (circa 200 ml) e successivamente con acqua ultrapura, raccogliendo i lavaggi nella bottiglia. A questo punto il liquido presente nella bottiglia viene filtrato su filtro in fibra di quarzo per analisi di metalli. La bottiglia viene lavata con una soluzione acquosa al 2% HNO₃ e con acqua ultrapura, filtrando il liquido dopo ogni lavaggio su filtro in fibra di quarzo. Si misura il volume del campione filtrato combinato (costituito dal campione acquoso raccolto e dai vari lavaggi), e se ne preleva per la successiva analisi un'aliquota di volume noto.

L'utilizzo del filtro in fibra di quarzo al posto di quello in esteri di cellulosa è indispensabile per effettuare la filtrazione con un unico filtro. I filtri in esteri di cellulosa si intasano velocemente rendendone necessaria la sostituzione. Dopo la filtrazione si eliminano con una pinzetta pulita dalla superficie del filtro, se presenti, insetti, foglie o altri corpi estranei.

La mineralizzazione del filtro e l'analisi sia del filtro che del filtrato combinato ed acidificato sono effettuate secondo la Norma UNI EN 14902:2005 (Qualità dell'aria ambiente - Metodo normalizzato per la misurazione di Pb, Cd, As e Ni nella frazione PM10 del particolato in sospensione). Il filtro è mineralizzato in forno a microonde a vaso chiuso e la determinazione finale avviene mediante tecnica ICP-MS (spettrometria di massa a plasma accoppiato induttivamente).

2.3.2 PCDD/F e PCB

In laboratorio l'imbutto viene esaminato visivamente: se sono presenti insetti, foglie o altri corpi estranei anche di piccole dimensioni, questi vengono rimossi con pinzette pulite sciacquandoli con acqua ultrapura e raccogliendo l'acqua di lavaggio in una beuta. Poi l'imbutto viene lavato con acetone, raccogliendo i lavaggi in una beuta (diversa da quella con l'acqua). Infine, l'imbutto viene pulito con un batuffolo di ovatta per raccogliere le particelle adese al vetro, conservando l'ovatta. Nel caso la bottiglia sia priva di deposizione umida, vi vengono versati 200 ml di acqua ultrapura e si agita, cercando di raccogliere e portare in sospensione le particelle eventualmente adese al vetro. Il campione raccolto (o l'acqua ultrapura aggiunta), i lavaggi acquosi e acetonicici dell'imbutto, e l'ovatta vengono conservati in frigorifero. Si aggiunge alla bottiglia lo standard interno e si filtrano i liquidi su filtro in fibra di vetro, filtrando per ultimo il lavaggio acetonicico e raccogliendo nel recipiente già contenente il campione acquoso filtrato. La bottiglia viene lavata con diclorometano versando i lavaggi sul filtro. Il diclorometano filtrato viene raccolto nel recipiente già contenente il campione acquoso filtrato e i lavaggi. Successivamente la fase liquida è estratta in imbuto separatore con diclorometano e il filtro con l'ovatta sono estratti in ultrasuoni con diclorometano.

Gli estratti in diclorometano sono quindi analizzati secondo quanto previsto dal metodo EPA 1613B 1994 per la determinazione di diossine e furani e dal metodo EPA 1668C 2010 per i policlorobifenili.

3 Risultati del rilevamento

3.1 Precipitazioni

Il parametro meteo che più influenza il fenomeno della deposizione è sicuramente la pioggia.

Al fine di consentire le opportune valutazioni, vengono presi in esame i dati rilevati dalla stazione meteo in funzione presso la stazione di monitoraggio della qualità dell'aria.

In Fig. 3.1 sono riportati i quantitativi di pioggia caduti negli intervalli coincidenti con l'esposizione dei deposimetri. Il periodo maggiormente piovoso tra quelli considerati risulta essere quello compreso tra il 19/06 ed il 22/07/2014. Durante il periodo invernale è interessante notare la presenza di un periodo caratterizzato da abbondanti precipitazioni (11/11 – 10/12/2014), seguito da uno in cui le piogge sono state quasi assenti (10/12/2014 – 14/01/2015).

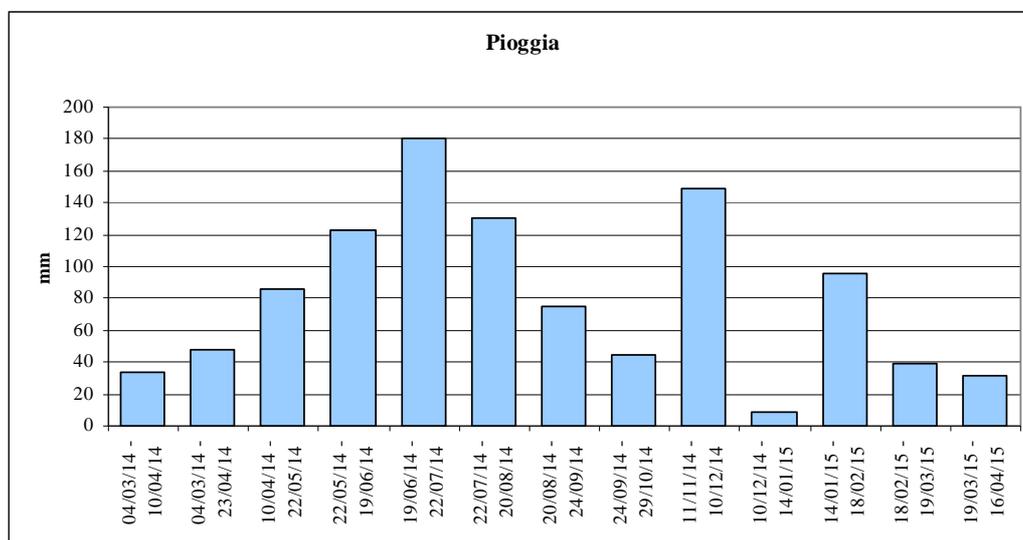


Fig. 3.1: Pioggia cumulata.

3.2 Metalli

In Tab. 3.1 vengono riassunti i valori medi delle deposizioni finora rilevati presso i 2 siti nel corso di circa un anno di campionamento.

Tab. 3.1: Metalli – valori medi della campagna [$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \text{ d})$].

Punto di campionamento	Sb	As	Be	Ba	Cd	Co	Cr	Fe	Mn	Ni	Pb	Cu	Sn	Tl	V	Zn	Mo
Staz. APPA	0,57	0,57	0,12	17,1	0,14	0,56	6,59	1367	57	3,44	9,57	13,9	1,10	0,030	3,42	100	0,83
CRZ	0,41	0,46	0,12	17,6	0,25	0,48	8,50	1180	72	3,14	11,5	26,0	0,97	0,027	2,93	67	0,80

I risultati delle analisi effettuate sui singoli campioni raccolti sono riportati in Tab. 3.2. Per ogni campione sono indicati i valori riferiti sia alla frazione secca, sia a quella umida.

La deposizione calcolata per i singoli metalli nei diversi intervalli di campionamento è riportata in Tab. 3.3. I valori inferiori al limite di rilevabilità sono posti pari alla metà del limite stesso (Rapporto Istisan 04/15).

Tab. 3.2: Metalli nelle deposizioni (materiale solido (s) e liquido filtrato (l)) [$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \text{ d})$].

Periodo	Sito	s/l	Sb	As	Be	Ba	Cd	Co	Cr	Fe	Mn	Ni	Pb	Cu	Sn	Tl	V	Zn	Mo
04/03/14 - 10/04/14	CRZ	s	0,08	0,30	<0,02	3	0,02	0,2	5,1	605	36	0,81	1,8	4,0	0,4	<0,004	0,71	15	-
		l	0,20	0,20	<0,05	8	0,05	<0,05	0,6	20,0	4,0	0,30	3,9	170	<0,3	<0,01	0,80	25	-
04/03/14 - 23/04/14	Scuola elementare	s	0,06	0,17	<0,01	3	0,02	0,17	3,7	460	20	0,64	2,0	<0,6	0,4	<0,005	0,73	18	-
		l	0,40	0,15	<0,06	7	<0,06	<0,06	0,3	6,50	1,5	0,30	3,6	6	<0,3	<0,01	0,70	37	-
10/04/14 - 22/05/14	CRZ	s	0,07	0,20	<0,02	5,3	0,09	0,2	4	476	22,6	0,85	4,1	3,9	0,4	0,004	0,63	15	-
		l	0,30	<0,20	<0,10	<11	0,4	0,1	0,6	50,0	19,0	0,80	8,1	8,0	<0,5	<0,02	0,80	52	-
22/05/14 - 19/06/14	CRZ	s	0,15	<0,26	<0,13	<13	<0,13	0,2	3,7	449	17	1,2	2,30	4,1	0,8	<0,03	0,7	14	0,41
		l	0,48	<0,54	<0,27	<27	<0,27	<0,27	<1,1	34,0	30	<1,6	13,4	13	<1,3	<0,06	1,2	69	0,6
19/06/14 - 22/07/14	Staz. APPA	s	0,027	0,36	0,052	6,6	<0,022	0,36	4,2	1459	11,1	1,72	0,62	1,41	1,14	0,016	2,86	6,3	0,24
		l	1,00	<0,90	<0,45	<45	<0,45	0,56	2	476,0	40,0	3,10	22	2,90	<0,22	<0,09	4,30	143	<0,90
	CRZ	s	0,036	0,31	0,05	5,9	<0,022	0,35	4,25	1437	12,2	1,61	0,59	1,29	1,07	0,016	2,73	5,4	0,42
		l	0,60	<0,79	<0,40	<40	<0,4	0,52	1,9	389,0	36,0	2,56	21	17,0	<2,0	<0,079	4,10	65	<0,79
22/07/14 - 20/08/14	Staz. APPA	s	0,051	0,16	<0,025	<2,5	<0,025	0,1	1,6	385	4,1	0,89	0,23	0,88	0,82	0,005	0,73	4,3	0,16
		l	0,82	<0,82	<0,40	<40	<0,40	<0,40	<1,6	295	17	<2,4	14	19	<2,0	<0,080	2,1	96	<0,80
	CRZ	s	0,039	0,079	<0,025	<2,5	<0,025	0,091	1,2	294	4,0	0,55	0,32	0,54	0,37	<0,005	0,41	2,8	0,13
		l	0,46	<0,71	<0,36	<36	<0,36	<0,36	1,6	272	15	2,4	20	18	<1,8	<0,071	2,0	77	<0,71
20/08/14 - 24/09/14	Staz. APPA	s	0,051	0,14	<0,02	2,0	<0,02	0,11	3,4	560	9,48	0,86	0,45	0,88	0,82	0,005	0,86	5,0	0,31
		l	0,62	<0,40	<0,2	<20	0,3	0,4	2	404	38,0	3,4	14	13	<0,9	<0,04	1,0	140	0,5
	CRZ	s	0,044	0,05	<0,02	<2,0	<0,02	0,07	4,38	417	10,9	0,60	0,3	0,7	0,33	<0,004	0,45	3,0	0,18
		l	0,40	<0,40	<0,2	<20	<0,2	0,2	2	289	36,0	3,20	10	7,0	<0,8	<0,04	1,0	50	0,4
24/09/14 - 29/10/14	Staz. APPA	s	0,04	0,3	0,03	4,0	<0,02	0,21	3,9	930	13,3	1,3	0,51	1,48	0,7	0,009	1,6	8,0	0,4
		l	0,56	0,4	<0,10	12	<0,1	0,32	1,5	381	34,0	1,9	6,0	13,0	<0,6	<0,03	1,5	79	0,4
	CRZ	s	0,01	0,3	0,03	7,0	<0,02	0,27	7,0	1160	23	1,3	0,7	1,7	0,6	0,01	1,8	7,0	0,6
		l	0,36	0,4	<0,10	21	0,1	0,6	2,2	474,0	56	3,2	9,0	10	<0,6	<0,03	1,9	63	0,4
11/11/14 - 10/12/14	Staz. APPA	s	0,01	0,6	0,13	13	<0,03	0,83	9,4	3210	32	3,2	1,0	2,4	0,6	0,03	6,8	10	0,5
		l	0,60	<0,9	<0,04	<40	<0,4	0,90	4,0	769,0	66	5,0	8,0	13	<2	<0,09	3	88	<0,9
	CRZ	s	<0,01	0,5	0,12	12	<0,03	0,75	10,6	3042	38	2,8	1,1	2,1	0,6	0,03	6,3	8,0	0,4
		l	0,40	<0,8	<0,40	<40	<0,4	0,80	3,0	717,0	67	3,0	10	8,0	<2	<0,08	3	47	<0,8
10/12/14 - 14/01/15	Staz. APPA	s	0,02	0,14	<0,02	<2	<0,02	0,078	1,9	287	15,3	0,34	0,40	1,0	<0,1	<0,004	0,4	4,0	0,32
		l	0,20	0,16	<0,05	7	<0,05	0,19	1,4	203	29,9	0,81	4,6	8,6	0,5	<0,009	0,6	36	0,22
	CRZ	s	<0,008	<0,04	<0,02	<2	<0,02	<0,02	1,8	119	7,10	0,1	<0,12	0,2	<0,1	<0,004	0,1	<2	0,1
		l	0,19	0,17	<0,05	9	0,05	0,20	2,6	285	54,1	1,6	5,9	8,3	0,4	<0,01	1	45	0,25
14/01/15 - 18/02/15	Staz. APPA	s	0,05	0,25	0,02	3,5	<0,021	0,24	7,23	1270	50,8	1,3	0,64	2,2	0,35	0,007	1,61	12	0,75
		l	0,51	<0,53	<0,27	<27	<0,27	0,30	2,09	394,0	53,4	2,6	6,1	10	<1,3	<0,05	1,49	93	0,54
	CRZ	s	0,05	0,17	0,02	3,6	<0,021	0,21	17,7	1600	103	1,47	0,87	2,76	0,36	0,006	1,65	13	0,74
		l	0,30	<0,45	<0,23	<23	0,29	0,27	2,7	322,0	75,9	1,30	8,7	6,70	<1,1	<0,05	1,7	63	0,44
18/02/15 - 19/03/15	Staz. APPA	s	0,041	0,29	0,031	5,1	<0,025	0,17	7,77	916	23,7	1,1	0,59	1,43	0,63	0,01	1,8	8,0	0,55
		l	0,35	0,45	<0,12	14	<0,12	0,35	2,80	591	57,6	3,6	6,2	13,0	0,78	<0,024	1,6	133	0,52
	CRZ	s	0,031	0,093	<0,025	2,5	<0,025	0,088	9,27	593	25,5	0,7	0,49	0,90	0,27	0,004	0,93	4,0	0,51
		l	0,55	0,350	<0,11	16	1,0	0,22	3,40	461	91,0	3,0	8,4	12	0,58	<0,022	1,3	104	0,49
19/03/15 - 16/04/15	Staz. APPA	s	0,077	0,36	0,029	5,9	<0,026	0,23	7,26	1090	34,6	1,2	1,2	2,5	0,70	0,009	1,5	12	0,48
		l	0,30	0,28	<0,12	<12	0,14	0,20	1,30	379	37,0	1,8	5,8	11	<0,58	<0,023	0,91	97	0,29
	CRZ	s	0,058	0,26	<0,026	5,6	<0,026	0,20	13,8	1190	52,7	1,4	1,2	2,2	0,58	0,008	1,4	10	0,62
		l	0,20	0,36	<0,11	18	0,14	0,27	2,30	403	69,7	2,3	9,3	11	<0,57	<0,023	1,2	76	0,45

Tab. 3.3: Metalli nelle deposizioni [$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \text{ d})$].

Periodo	Sito	Sb	As	Be	Ba	Cd	Co	Cr	Fe	Mn	Ni	Pb	Cu	Sn	Tl	V	Zn	Mo
04/03/14 - 10/04/14	CRZ	0,28	0,50	0,04 *	11,0	0,07	0,23 *	5,70	625	40	1,11	5,70	174,0	0,55 *	0,007 *	1,51	40	-
04/03/14 - 23/04/14	Scuola elementare	0,46	0,32	0,04 *	10,0	0,05 *	0,20 *	4,00	467	22	0,94	5,60	6,3 *	0,55 *	0,008 *	1,43	55	-
10/04/14 - 22/05/14	CRZ	0,37	0,30 *	0,06 *	10,8 *	0,49	0,30	4,60	526	42	1,65	12,20	11,9	0,65 *	0,014 *	1,43	67	-
22/05/14 - 19/06/14	CRZ	0,63	0,40 *	0,20 *	20,0 *	0,20 *	0,34 *	4,25 *	483	47	2,00 *	15,70	17,1	1,45 *	0,045 *	1,90	83	1,01
19/06/14 - 22/07/14	Staz. APPA	1,03	0,81 *	0,28 *	29,1 *	0,24 *	0,92	6,20	1935	51	4,82	22,62	24,4	1,25 *	0,061 *	7,16	149	0,69 *
	CRZ	0,64	0,71 *	0,25 *	25,9 *	0,21 *	0,87	6,15	1826	48	4,17	21,59	18,3	2,07 *	0,056 *	6,83	70	0,82 *
22/07/14 - 20/08/14	Staz. APPA	0,87	0,57 *	0,21 *	21,3 *	0,21 *	0,30 *	2,40 *	680	21	2,09 *	14,23	19,9	1,82 *	0,045 *	2,83	100	0,56 *
	CRZ	0,50	0,43 *	0,19 *	19,3 *	0,19 *	0,27 *	2,80	566	19	2,95	20,32	18,5	1,27 *	0,038 *	2,41	80	0,49 *
20/08/14 - 24/09/14	Staz. APPA	0,67	0,34 *	0,11 *	12,0 *	0,31 *	0,51	5,40	964	47	4,26	14,45	13,9	1,27 *	0,025 *	1,86	145	0,81
	CRZ	0,44	0,25 *	0,11 *	11,0 *	0,11 *	0,27	6,38	706	47	3,80	10,30	7,7	0,73 *	0,022 *	1,45	53	0,58
24/09/14 - 29/10/14	Staz. APPA	0,60	0,70	0,08 *	16,0	0,06 *	0,53	5,40	1311	47	3,20	6,51	14,5	1,00 *	0,024 *	3,10	87	0,80
	CRZ	0,37	0,70	0,08 *	28,0 *	0,11 *	0,87	9,20	1634	79	4,50	9,70	11,7	0,90 *	0,025 *	3,70	70	1,00
11/11/14 - 10/12/14	Staz. APPA	0,61	1,05 *	0,15 *	33,0 *	0,22 *	1,73	13,40	3979	98	8,20	9,00	15,4	1,60 *	0,075 *	9,80	98	0,95 *
	CRZ	0,41 *	0,90 *	0,32 *	32,0 *	0,22 *	1,55	13,60	3759	105	5,80	11,10	10,1	1,60 *	0,070 *	9,30	55	0,80 *
10/12/14 - 14/01/15	Staz. APPA	0,22	0,30	0,04 *	8,0 *	0,04 *	0,27	3,30	490	45	1,15	5,00	9,6	0,55 *	0,007 *	1,00	40	0,54
	CRZ	0,19 *	0,19 *	0,04 *	10,0 *	0,06 *	0,21 *	4,40	404	61	1,70	5,96 *	8,5	0,45 *	0,007 *	1,10	46 *	0,35
14/01/15 - 18/02/15	Staz. APPA	0,56	0,52 *	0,16 *	17,0 *	0,15 *	0,54	9,32	1664	104	3,90	6,74	12,2	1,00 *	0,032 *	3,10	105	1,29
	CRZ	0,35	0,40 *	0,14 *	15,1 *	0,30 *	0,48	20,40	1922	179	2,77	9,57	9,5	0,91 *	0,031 *	3,35	76	1,18
18/02/15 - 19/03/15	Staz. APPA	0,39	0,74	0,09 *	19,1	0,07 *	0,52	10,57	1507	81	4,70	6,79	14,4	1,41	0,022 *	3,40	141	1,07
	CRZ	0,58	0,44	0,07 *	18,5	1,01 *	0,31	12,67	1054	117	3,70	8,89	12,9	0,85	0,015 *	2,23	108	1,00
19/03/15 - 16/04/15	Staz. APPA	0,38	0,64	0,09 *	11,9 *	0,15 *	0,43	8,56	1469	72	3,00	7,00	13,5	0,99 *	0,021 *	2,41	109	0,77
	CRZ	0,26	0,62	0,07 *	23,6	0,15 *	0,47	16,10	1593	122	3,70	10,50	13,2	0,87 *	0,019 *	2,60	86	1,07

*almeno una delle 2 frazioni analizzate (materiale solido e liquido filtrato) è inferiore al limite di rilevabilità

L'entità delle deposizioni è determinata da un lato dai quantitativi di inquinanti emessi, dall'altro dalla presenza o meno di condizioni meteo che favoriscano la deposizione degli inquinanti stessi al suolo. Per tale motivo, l'analisi dei dati raccolti non può essere effettuata senza tenere conto delle precipitazioni verificatesi nei periodi di campionamento. A titolo di esempio, sono riportate le deposizioni di zinco (Fig. 3.2) e piombo (Fig. 3.3) nei 2 siti di campionamento e la pioggia cumulata contemporaneamente rilevata. Le maggiori deposizioni sono chiaramente associabili a periodi di abbondanti precipitazioni, che nell'anno di campionamento si sono verificate nel periodo estivo. Viceversa, si nota che nella stagione invernale i minimi delle deposizioni sono associati ad un periodo di assenza di precipitazioni.

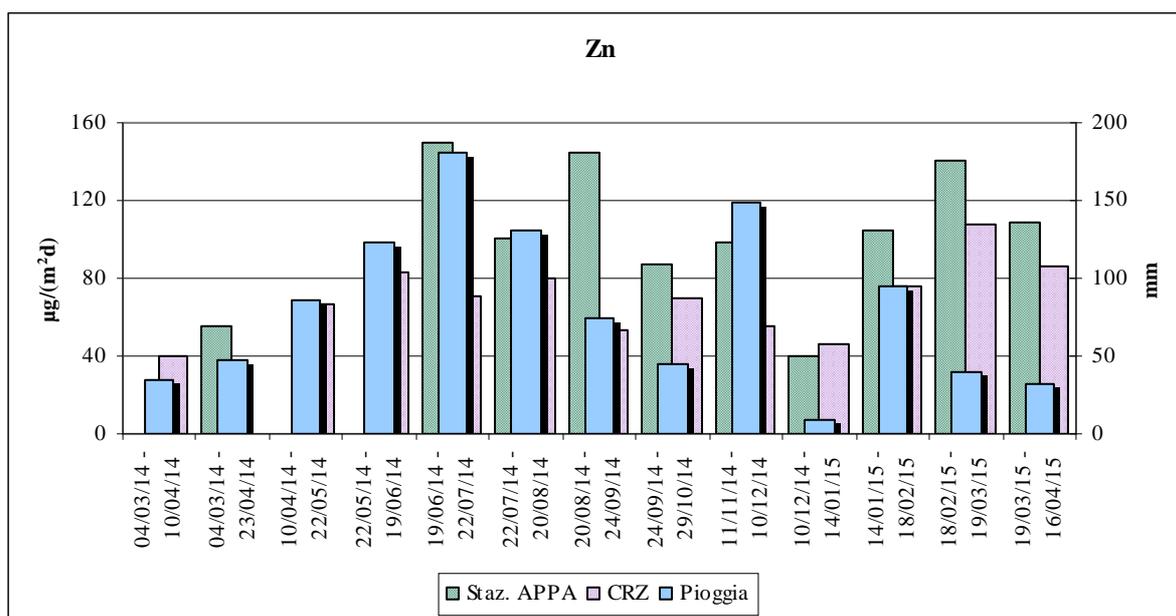


Fig. 3.2: Influenza delle precipitazioni sull'entità delle deposizioni - zinco.

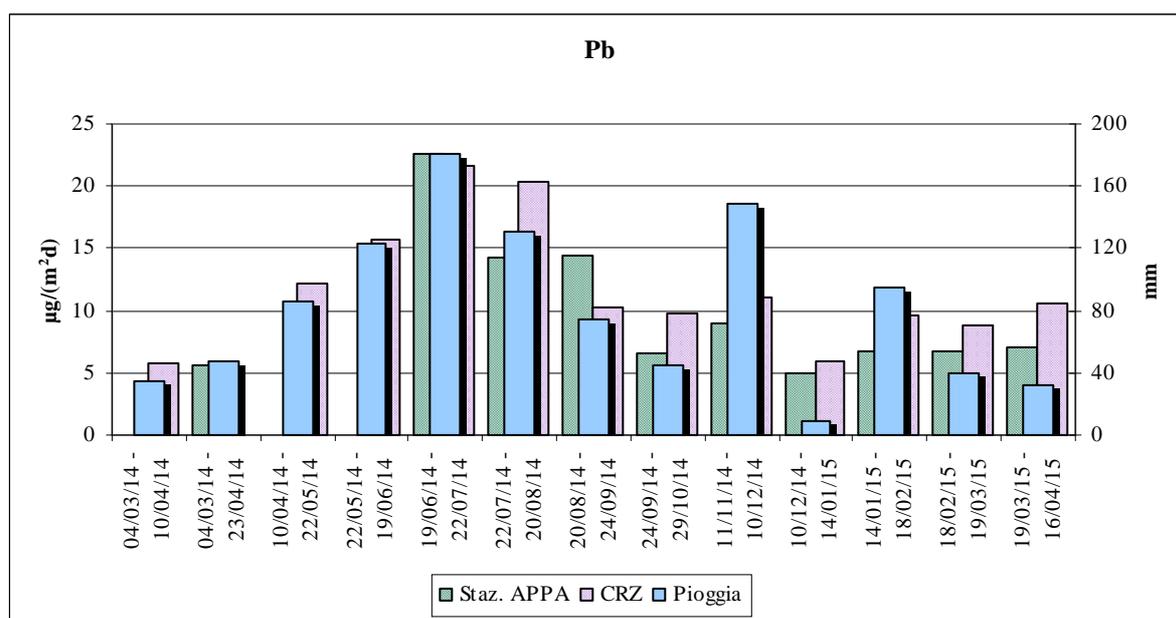


Fig. 3.3: Influenza delle precipitazioni sull'entità delle deposizioni - piombo.

In Italia non sono attualmente in vigore limiti sulle deposizioni atmosferiche. Di conseguenza non è possibile effettuare per nessuno dei metalli analizzati un confronto con valori limite nazionali. D'altra parte, per quanto riguarda le concentrazioni di metalli in aria ambiente, solo per il piombo esiste un *valore limite* calcolato come media annuale, e per 3 metalli, arsenico, cadmio e nichel, sono fissati *valori obiettivo* calcolati come media annuale (D. Lgs. 155/2010). Per gli altri metalli non esistono invece valori limite/obiettivo.

L'unico modo per valutare i dati raccolti è quindi quello di confrontarli con dati di letteratura e con i valori limite in vigore in altri stati.

Il documento della Commissione Europea *Ambient air pollution by As, Cd and Ni compounds - Position Paper* riporta una serie di valori misurati in diversi stati europei. In base agli intervalli individuati (Tab. 3.4), le deposizioni di arsenico, cadmio e nichel misurate nei siti di Borgo Valsugana rientrano nell'intervallo di riferimento delle aree rurali/urbane.

Tab. 3.4: Metalli – Ratei medi annuali di deposizione al suolo in alcune aree europee [$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \text{ d})$] (European Commission, 2001a).

	As		Cd		Ni	
	min	max	min	max	min	max
aree rurali	0,082	0,43	0,011	0,14	0,03	4,3
aree urbane	0,22	3,4	0,16	0,9	5	11
aree industriali	2,0	4,3	0,12	4,6	2,3	22

In alcuni stati europei, per taluni metalli, sono indicati dei valori soglia (Tab. 3.4).

Tab. 3.5: Metalli - Valori soglia in vigore in alcuni paesi europei [$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \text{ d})$].

	As	Cd	Ni	Pb	Tl	Zn
Germania	4	2	15	100	2	
Austria		2		100		
Svizzera		2		100	2	400
Croazia	4	2	15	100	2	

Come si può osservare nei grafici seguenti, le deposizioni di arsenico (Fig. 3.4), cadmio (Fig. 3.5), nichel (Fig. 3.6), piombo (Fig. 3.7), tallio (Fig. 3.8), zinco (Fig. 3.9) misurate nei siti di Borgo Valsugana risultano significativamente inferiori ai valori soglia riportati.

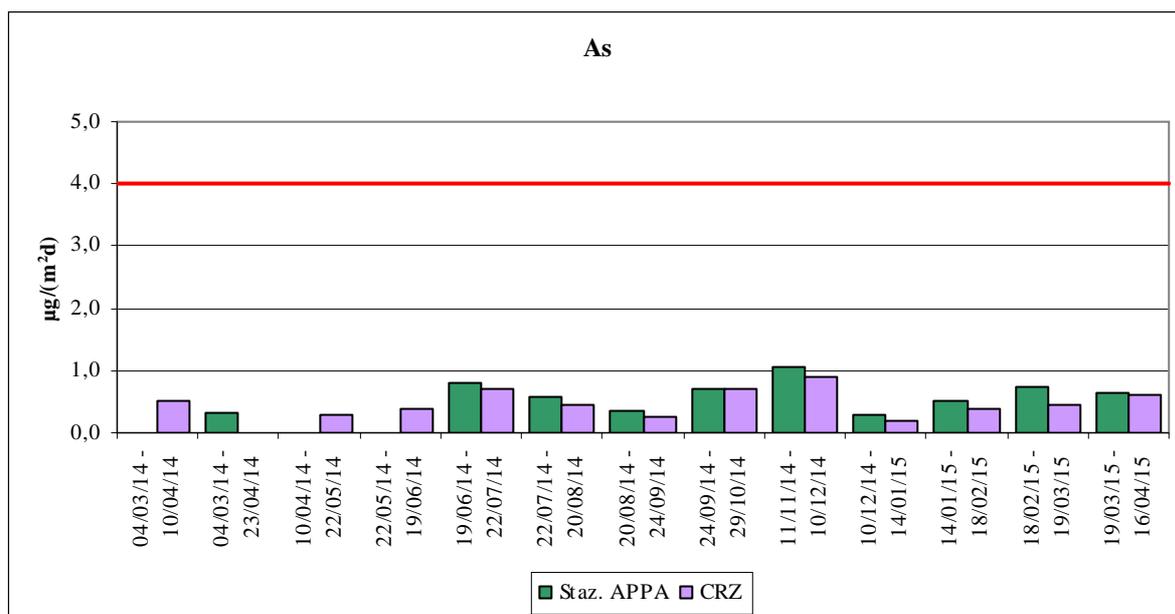


Fig. 3.4: Arsenico – confronto tra le deposizioni rilevate a Borgo Valsugana e il valore soglia in vigore in alcuni paesi europei.

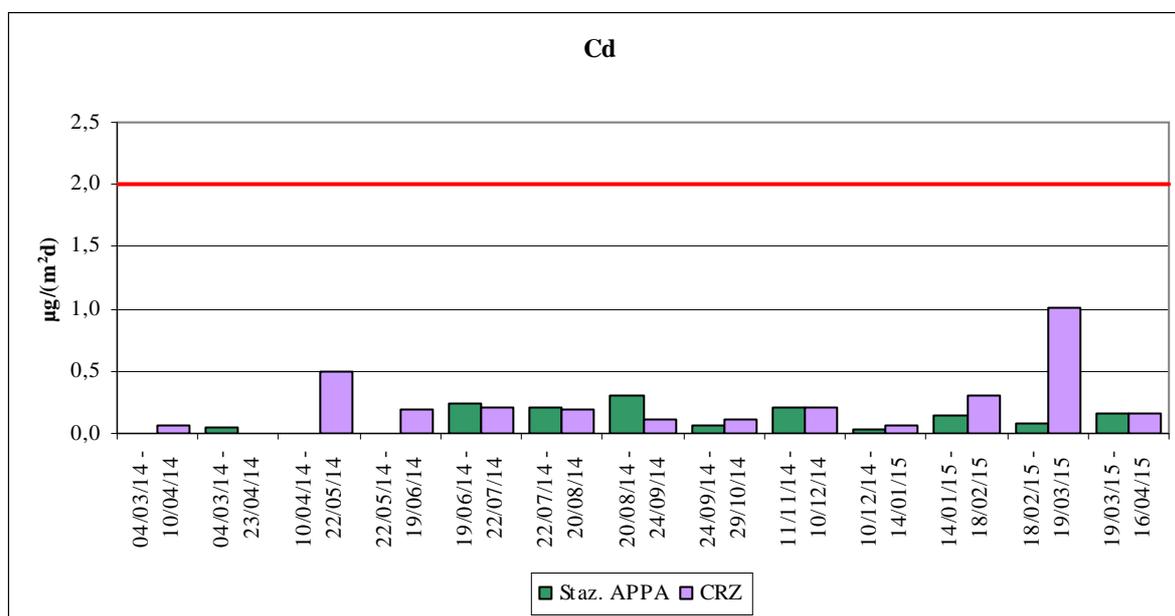


Fig. 3.5: Cadmio – confronto tra le deposizioni rilevate a Borgo Valsugana e il valore soglia in vigore in alcuni paesi europei.

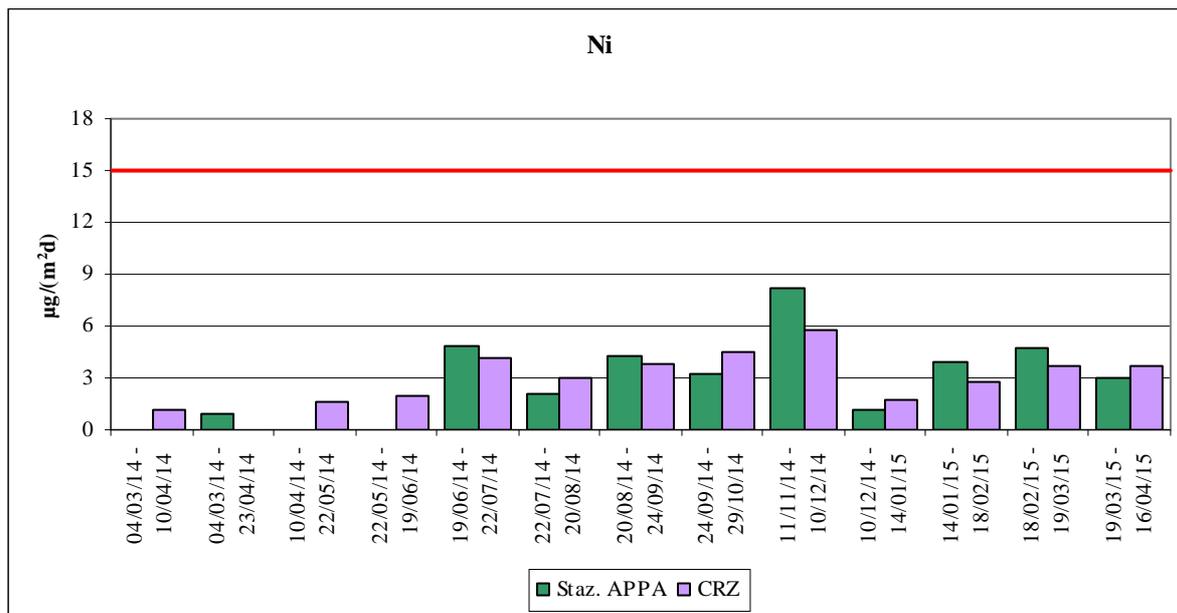


Fig. 3.6: Nichel – confronto tra le deposizioni rilevate a Borgo Valsugana e il valore soglia in vigore in alcuni paesi europei.

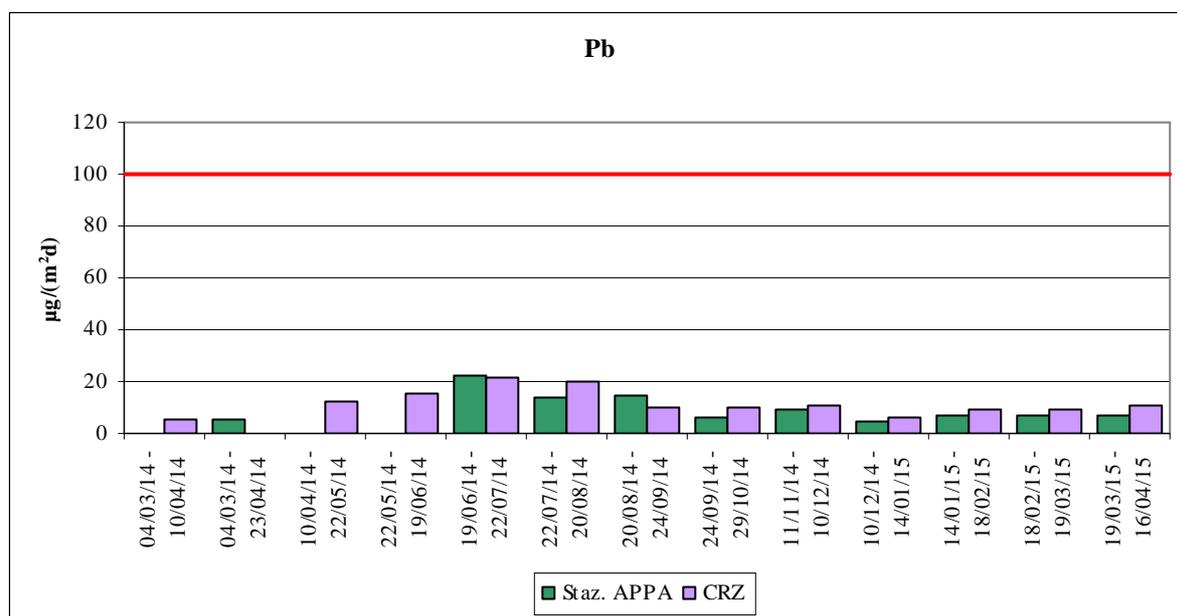


Fig. 3.7: Piombo – confronto tra le deposizioni rilevate a Borgo Valsugana e il valore soglia in vigore in alcuni paesi europei.

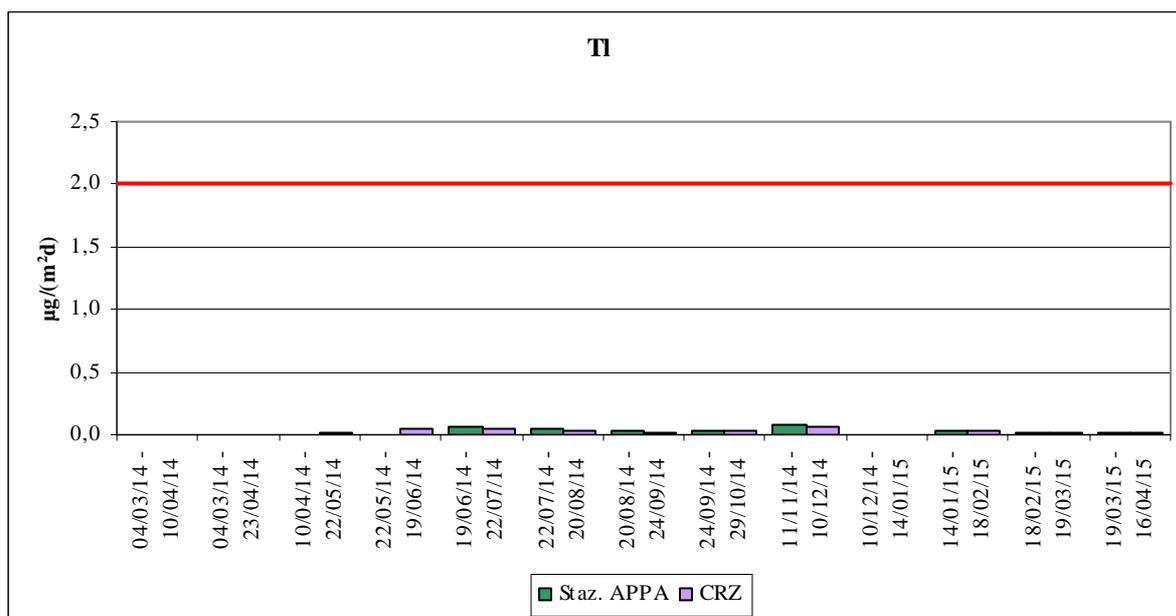


Fig. 3.8: Tallio – confronto tra le deposizioni rilevate a Borgo Valsugana e il valore soglia in vigore in alcuni paesi europei.

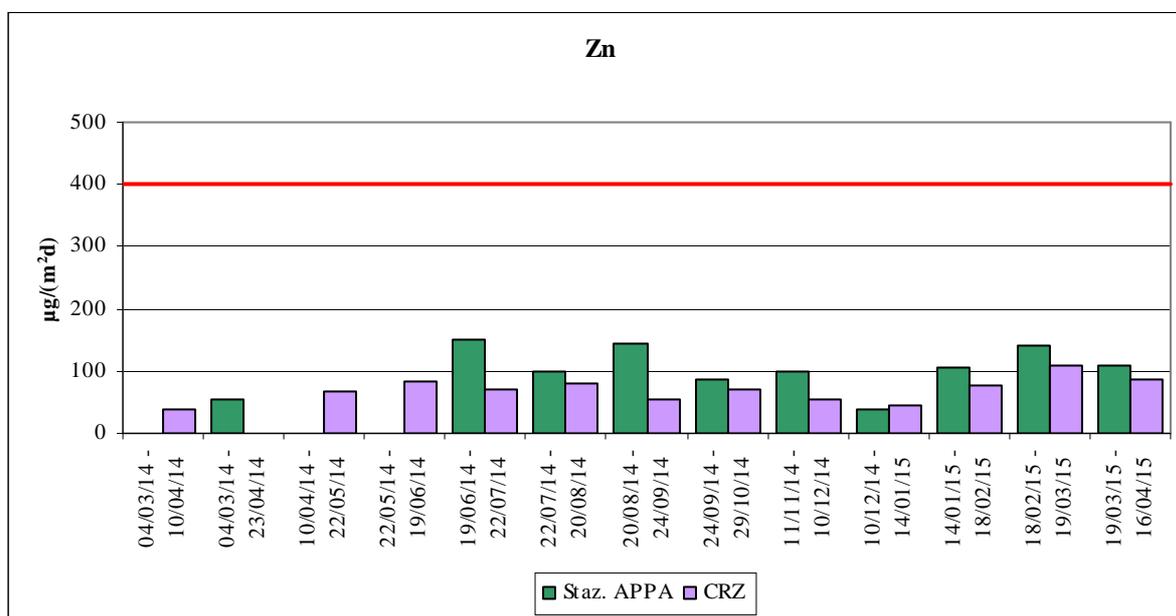


Fig. 3.9: Zinco – confronto tra le deposizioni rilevate a Borgo Valsugana e il valore soglia in vigore in alcuni paesi europei.

Tra i metalli analizzati, quelli da ritenere più significativi in riferimento alla presenza dell'acciaiera sono ferro, manganese, piombo e zinco. Per tali metalli, si riportano quindi di seguito i grafici delle deposizioni rilevate nel corso dell'ultimo anno. Vengono riportate anche le deposizioni misurate nel corso dello studio precedente.

I valori rilevati nella campagna in corso non evidenziano particolari differenze.

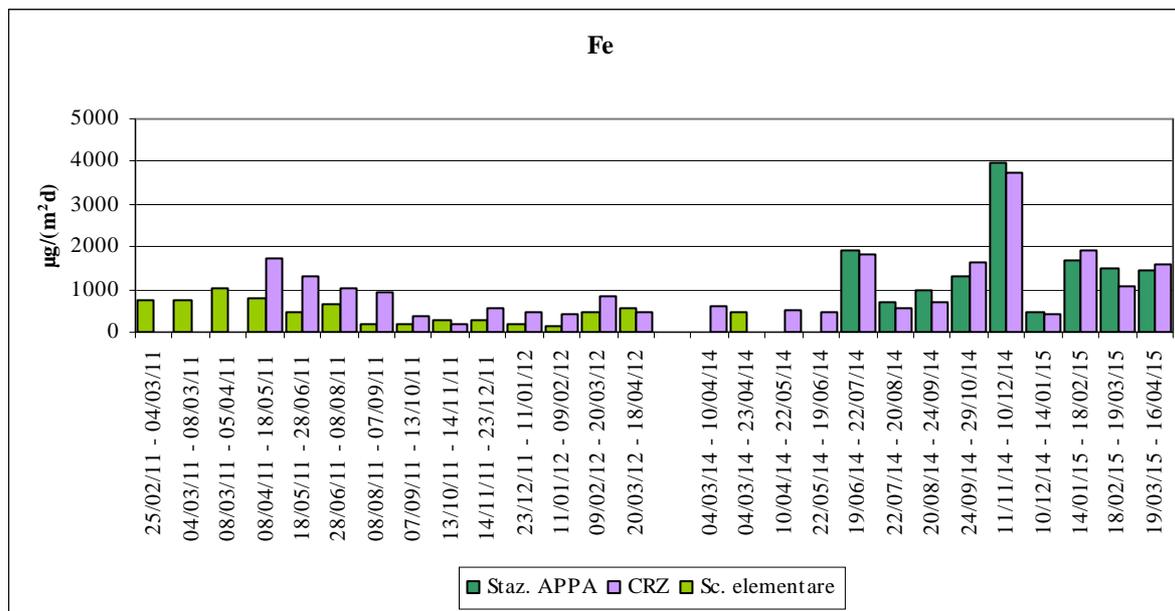


Fig. 3.10: Deposizioni - ferro.

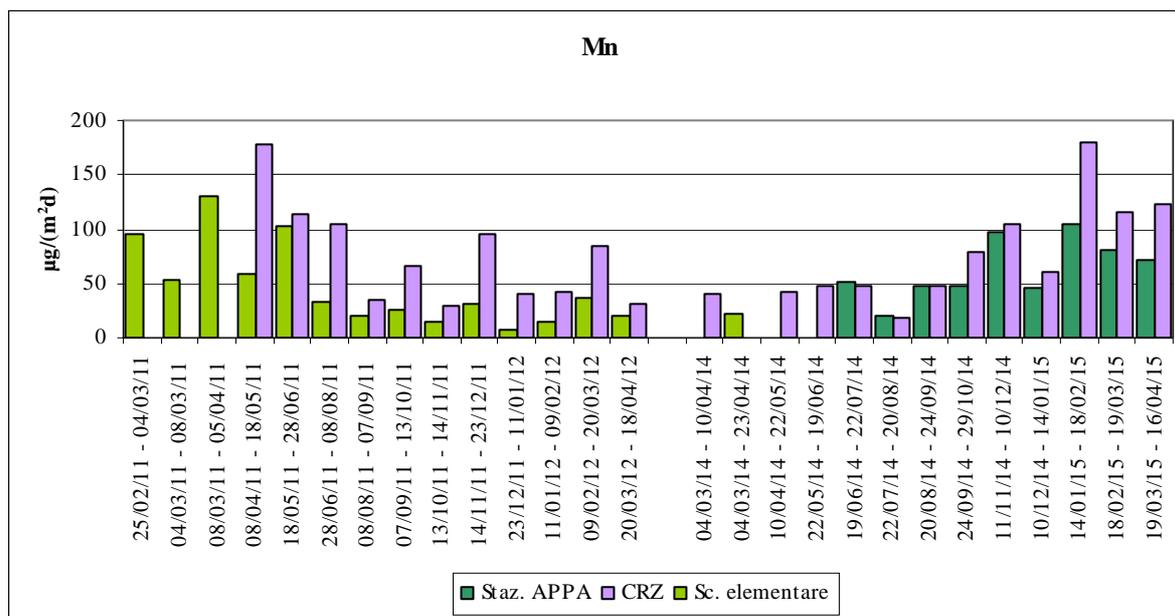


Fig. 3.11: Deposizioni - manganese.

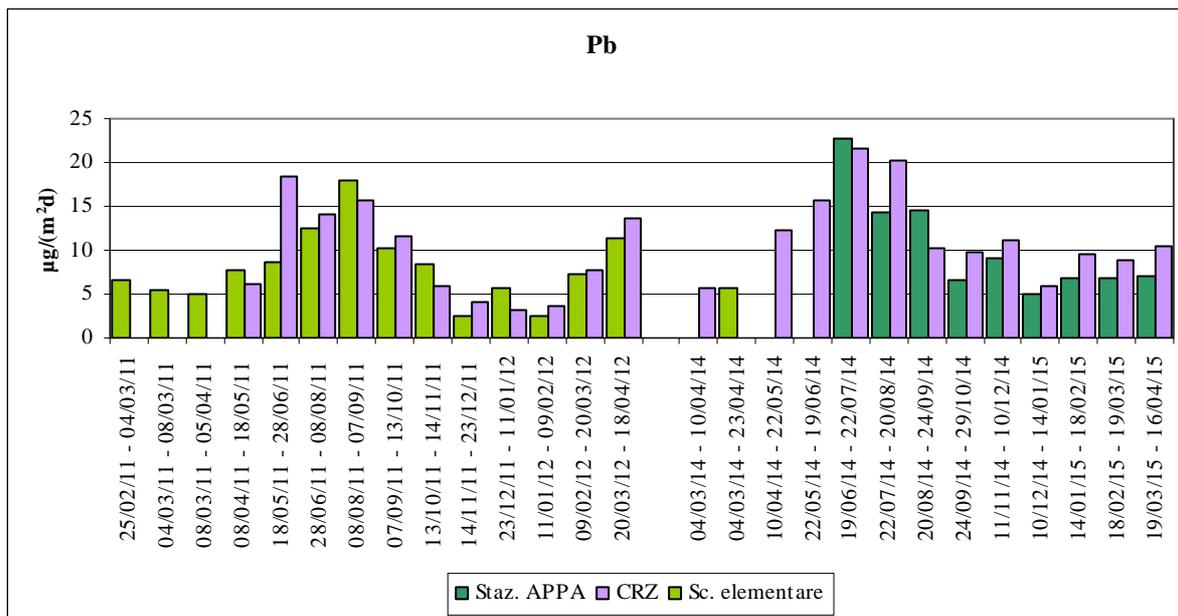


Fig. 3.12: Deposizioni - piombo.

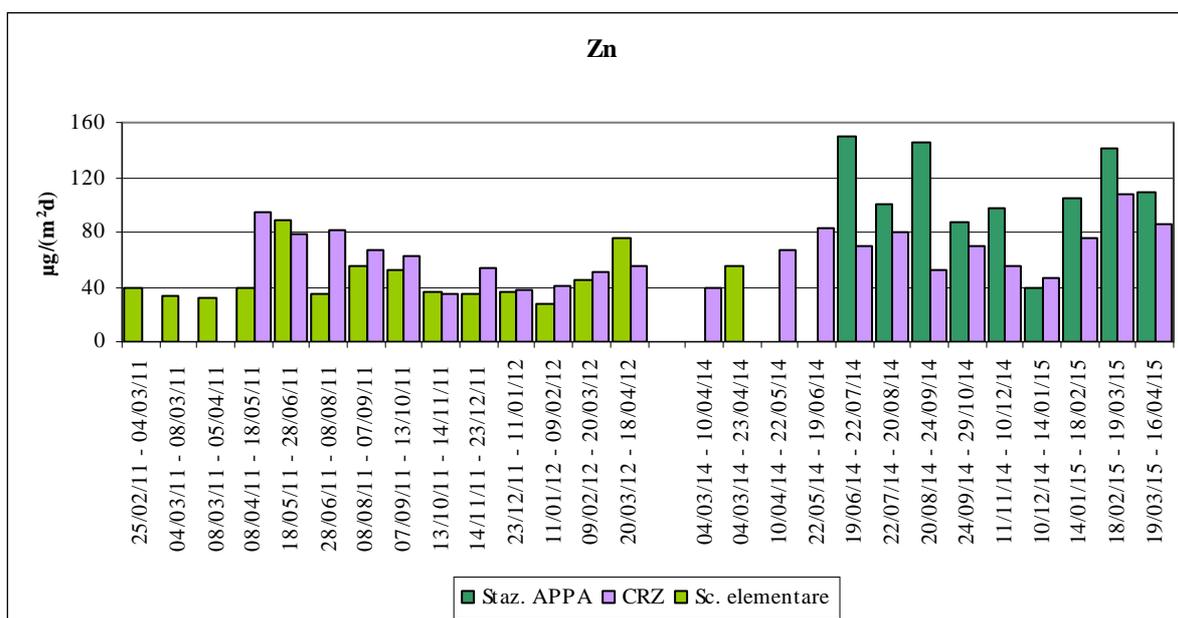


Fig. 3.13: Deposizioni - zinco.

Per quanto riguarda i ratei di deposizione misurati in altri siti italiani, si riportano di seguito alcuni confronti. In particolare, tra i siti individuati, di particolare interesse sono quelli posti presso le acciaierie di Aosta (punto di misura in via I maggio presso lo stabilimento CAS) e Terni (punto di misura Terni Prisciano in prossimità dello stabilimento A.S.T.).

Per l'arsenico (Fig. 3.14), i valori rilevati a Borgo Valsugana sono pari o inferiori a quanto rilevato in altri siti italiani.

Per il cadmio (Fig. 3.15), i valori rilevati a Borgo Valsugana sono fra i più bassi rilevati nell'ambito dei siti italiani individuati.

Per quanto riguarda cromo (Fig. 3.16) e nichel (Fig. 3.17), appare evidente la differenza rispetto ai siti posti in prossimità delle acciaierie di Aosta e Terni, mentre si rilevano concentrazioni in linea con gli altri siti.

Anche le deposizioni di piombo (Fig. 3.18) sono allineate a quelle delle altre aree urbane.

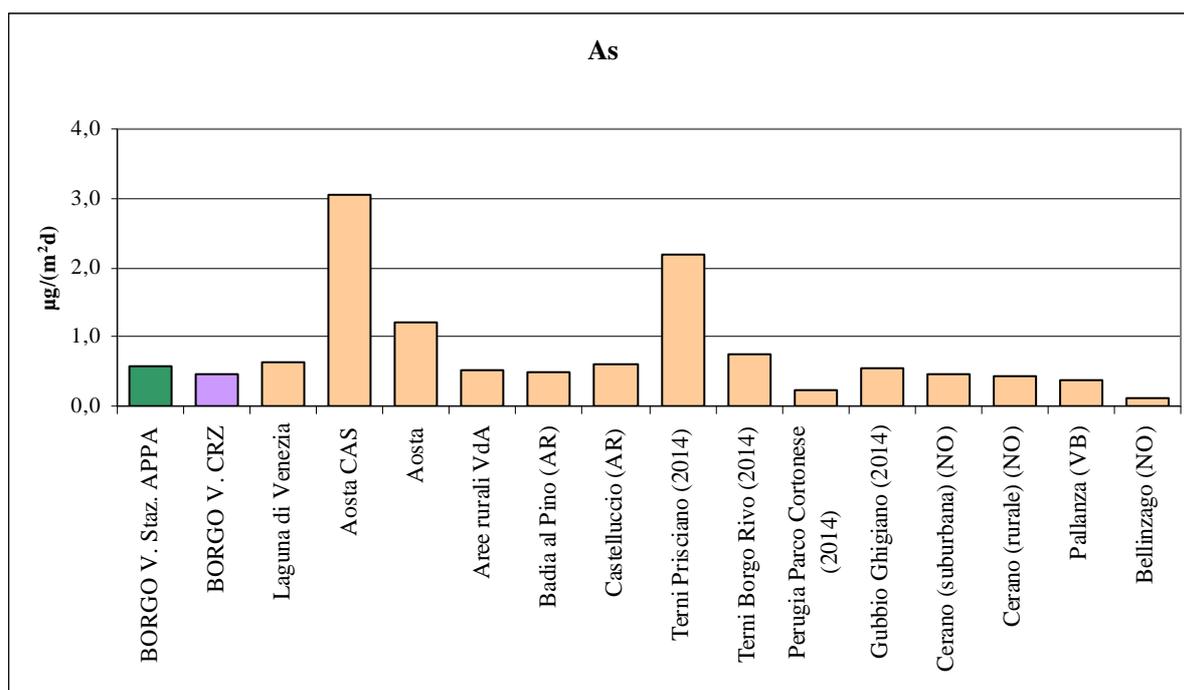


Fig. 3.14: Arsenico – confronto tra le deposizioni rilevate a Borgo Valsugana e i valori rilevati in altri siti italiani.

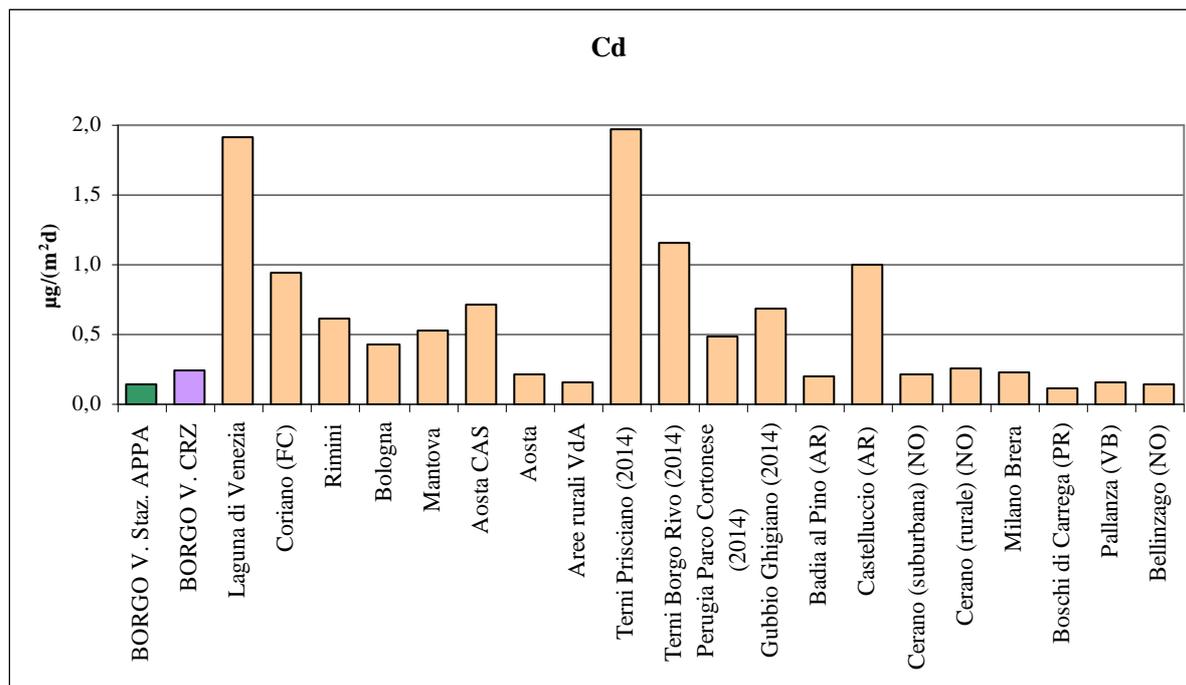


Fig. 3.15: Cadmio – confronto tra le deposizioni rilevate a Borgo Valsugana e i valori rilevati in altri siti italiani.

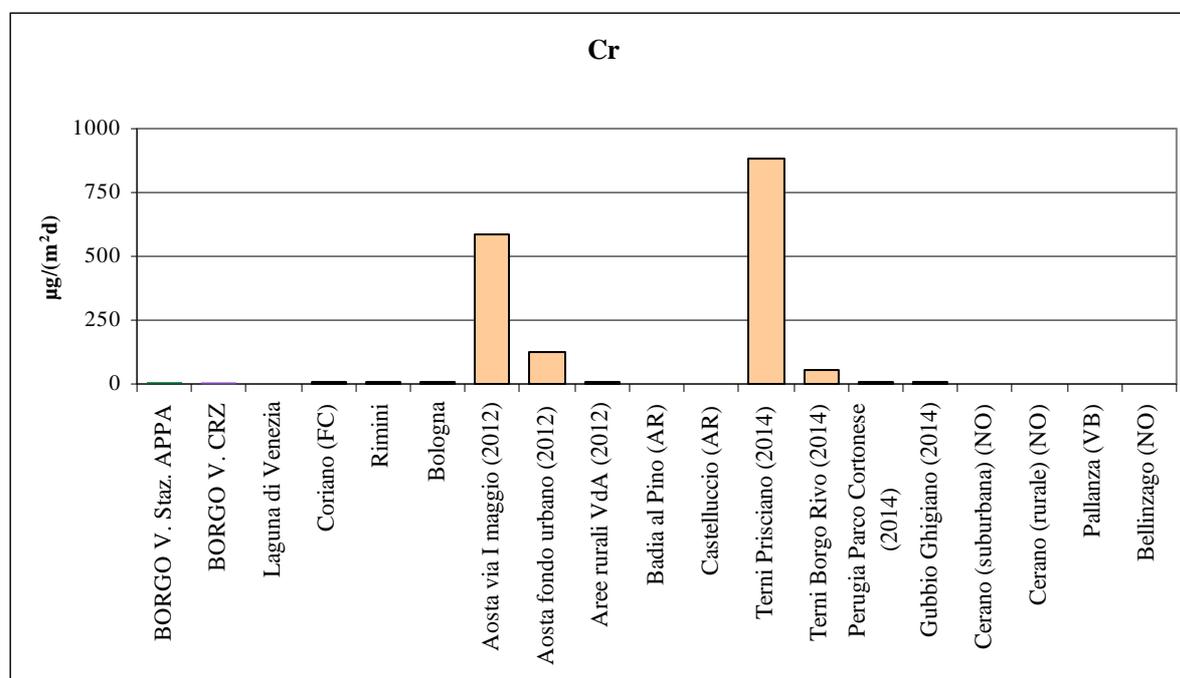


Fig. 3.16: Cromo – confronto tra le deposizioni rilevate a Borgo Valsugana e i valori rilevati in altri siti italiani.

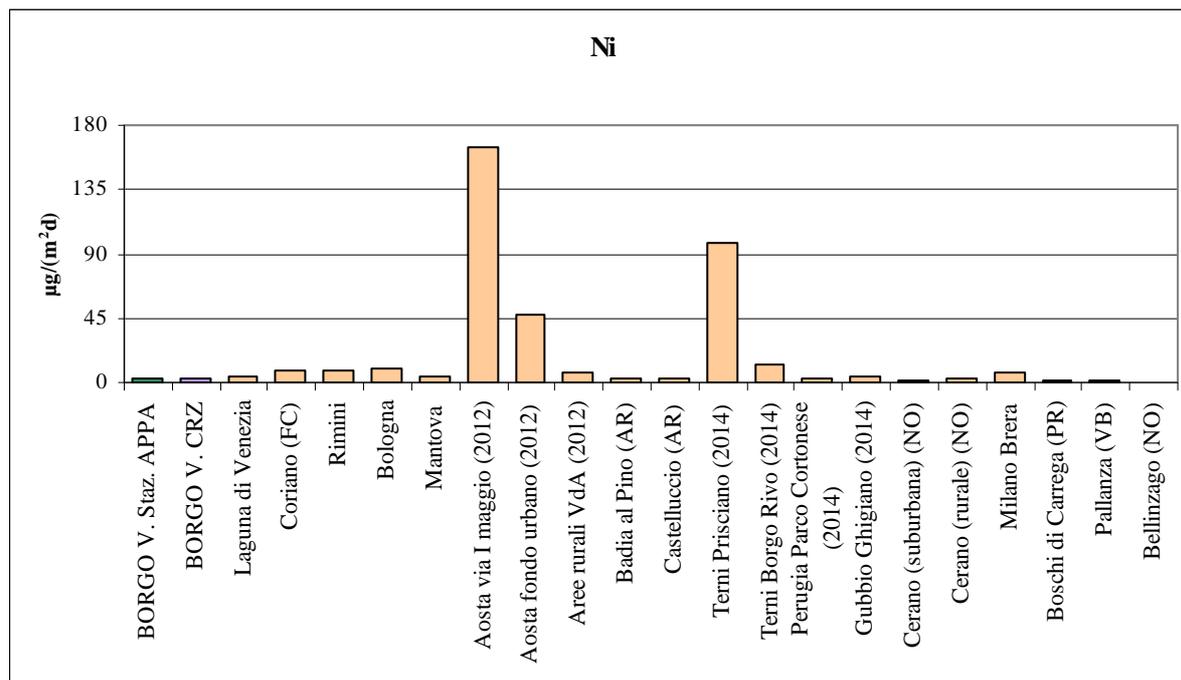


Fig. 3.17: Nichel – confronto tra le deposizioni rilevate a Borgo Valsugana e i valori rilevati in altri siti italiani.

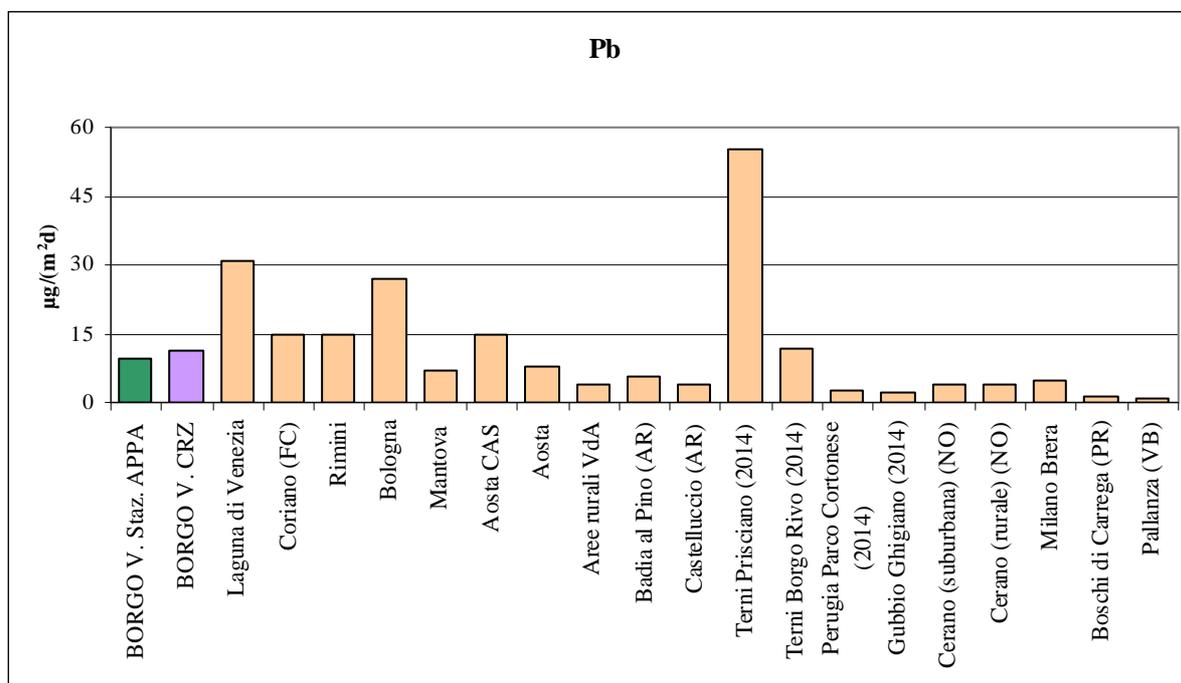


Fig. 3.18: Piombo – confronto tra le deposizioni rilevate a Borgo Valsugana e i valori rilevati in altri siti italiani.

3.3 PCDD/F e PCB

La determinazione analitica di PCDD/F e PCB è stata effettuata su un campione prelevato presso il sito CRZ nel periodo 11/11/2014 – 10/12/2014.

Il periodo scelto si è rilevato essere in seguito il più piovoso della stagione invernale (Fig. 3.1).

3.3.1 PCDD/F

I risultati delle analisi relative alle deposizioni di PCDD/F sono riportati in Tab. 3.6.

Tab. 3.6: PCDD/F.

	Deposizione [fg/(m ² d)]	Fattore di tossicità		
		I-TEF	WHO-TEF 1998	WHO-TEF 2007
2,3,7,8 - TCDD	254	1	1	1
1,2,3,7,8 - PCDD	546	0,5	1	1
1,2,3,4,7,8 - HxCDD	315	0,1	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8 - HxCDD	572	0,1	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9 - HxCDD	466	0,1	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8 - HpCDD	6624	0,01	0,01	0,01
OCDD	27601	0,001	0,0001	0,0003
2,3,7,8 - TCDF	761	0,1	0,1	0,1
1,2,3,7,8 - PCDF	2923	0,05	0,05	0,03
2,3,4,7,8 - PCDF	2888	0,5	0,5	0,3
1,2,3,4,7,8 - HxCDF	2042	0,1	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8 - HxCDF	2194	0,1	0,1	0,1
2,3,4,6,7,8 - HxCDF	2082	0,1	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9 - HxCDF	1795	0,1	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8 - HpCDF	4779	0,01	0,01	0,01
1,2,3,4,7,8,9 - HpCDF	1337	0,01	0,01	0,01
OCDF	4782	0,001	0,0001	0,0003
Tossicità equivalente [pg/(m² d)]		3,30	3,54	2,91

Il profilo dei cogeneri di PCDD/F è riportato in Fig. 3.19 (quantitativo depositato) e in Fig. 3.20 (tossicità equivalente I-TEF).

In Fig. 3.21 il valore ottenuto, espresso in tossicità equivalente, è riportato assieme ai dati raccolti nel corso dello studio precedente.

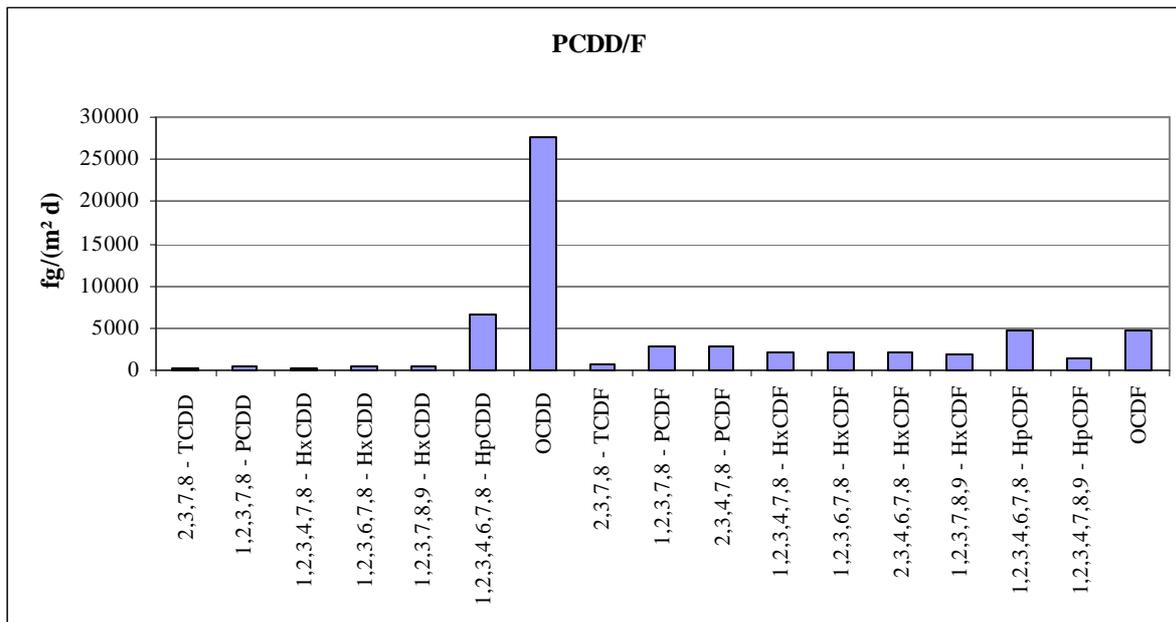


Fig. 3.19: Profilo PCDD/F – totale.

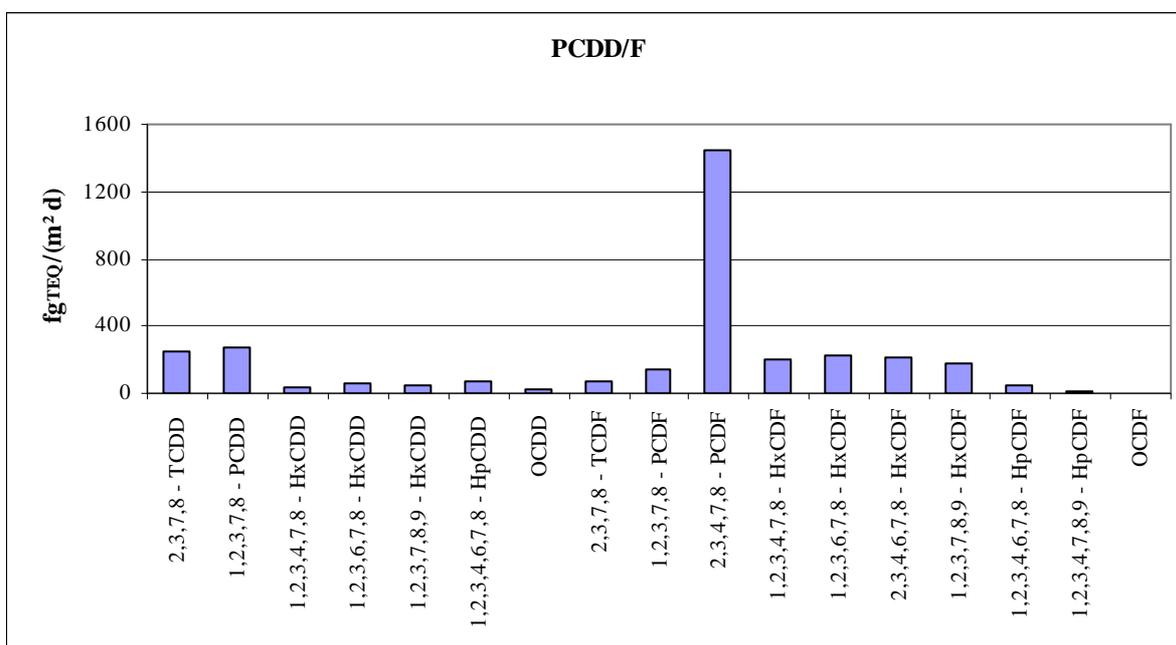


Fig. 3.20: Profilo PCDD/F - I-TEQ.

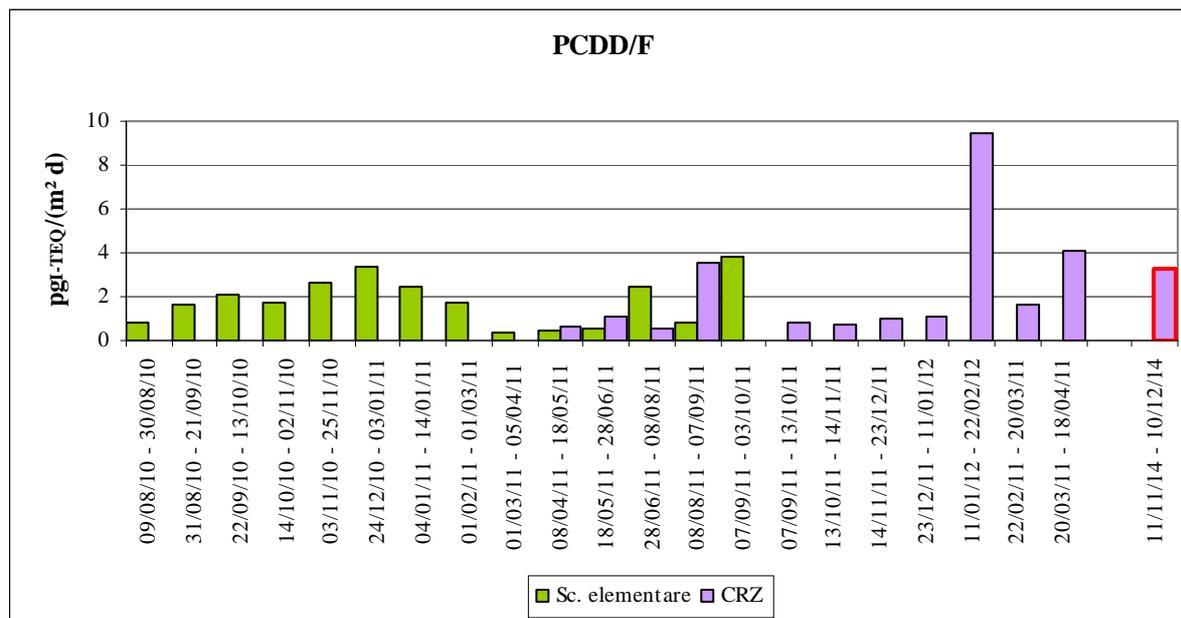


Fig. 3.21: Deposizioni - PCDD/F I-TEQ.

3.3.2 PCB

I risultati delle analisi relative alle deposizioni di PCB-dioxin like (DL-PCB) sono riportati in Tab. 3.7.

Il profilo dei cogeneri è riportato in Fig. 3.22 (quantitativo depositato) e in Fig. 3.23 (tossicità equivalente). In Fig. 3.24 il valore ottenuto, espresso in tossicità equivalente, è riportato assieme ai dati raccolti nel corso dello studio precedente.

Tab. 3.7: DL-PCB.

	Deposizione [fg/(m² d)]	Fattore di tossicità	
		WHO-TEF 1998	WHO-TEF 2007
77 -CB	18042	0,0001	0,0001
81 -CB	< 1000	0,0001	0,0003
105-CB	111883	0,0001	0,00003
114-CB	2024	0,0005	0,00003
118-CB	244027	0,0001	0,00003
123-CB	12648	0,0001	0,00003
126-CB	4816	0,1	0,1
156-CB	53100	0,0005	0,00003
157-CB	6196	0,0005	0,00003
167-CB	12550	0,00001	0,00003
169-CB	6606	0,01	0,03
189-CB	9682	0,0001	0,00003
Tossicità equivalente [fg/(m² d)]		618	695

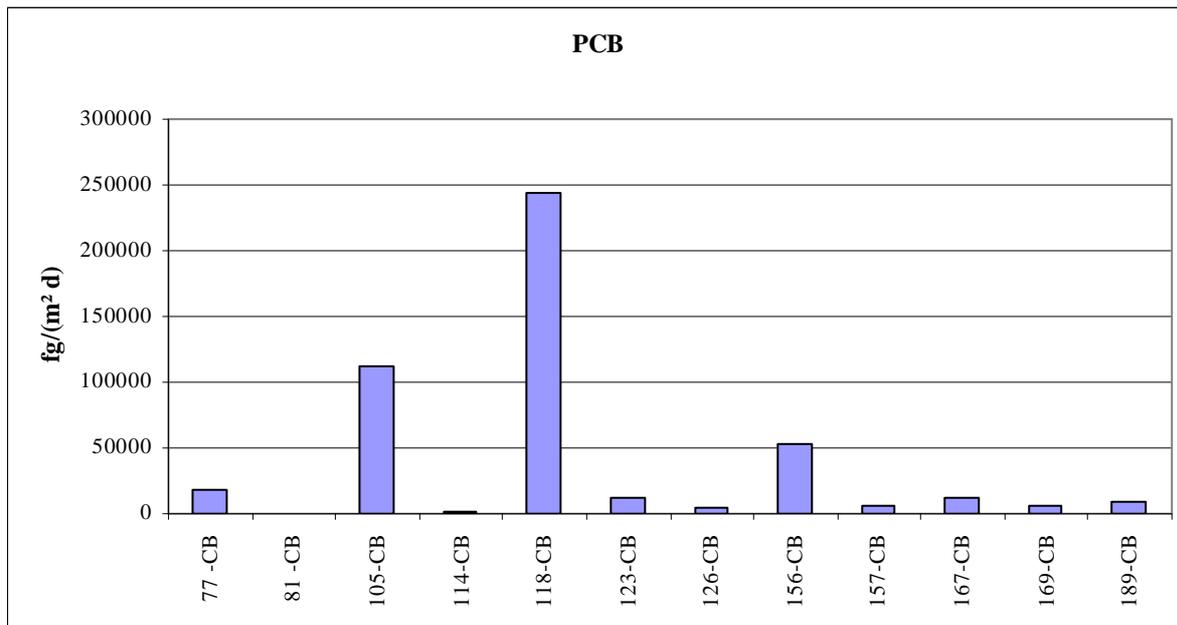


Fig. 3.22: Profilo PCB - totale.

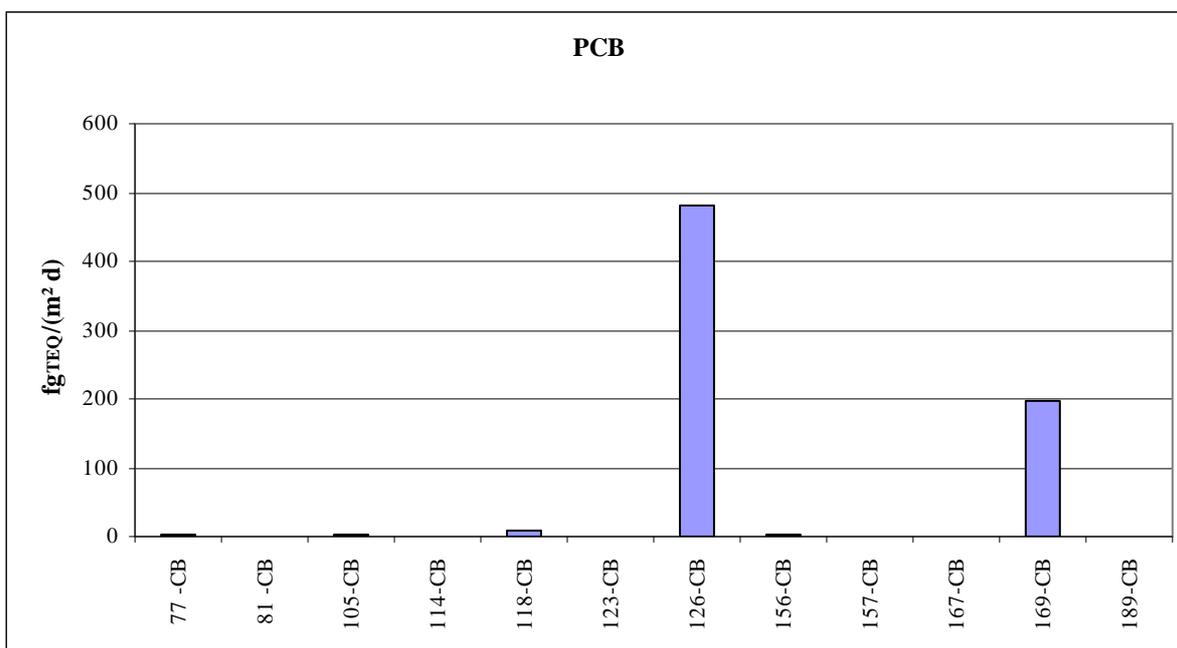


Fig. 3.23: Profilo PCB - WHO-TEQ.

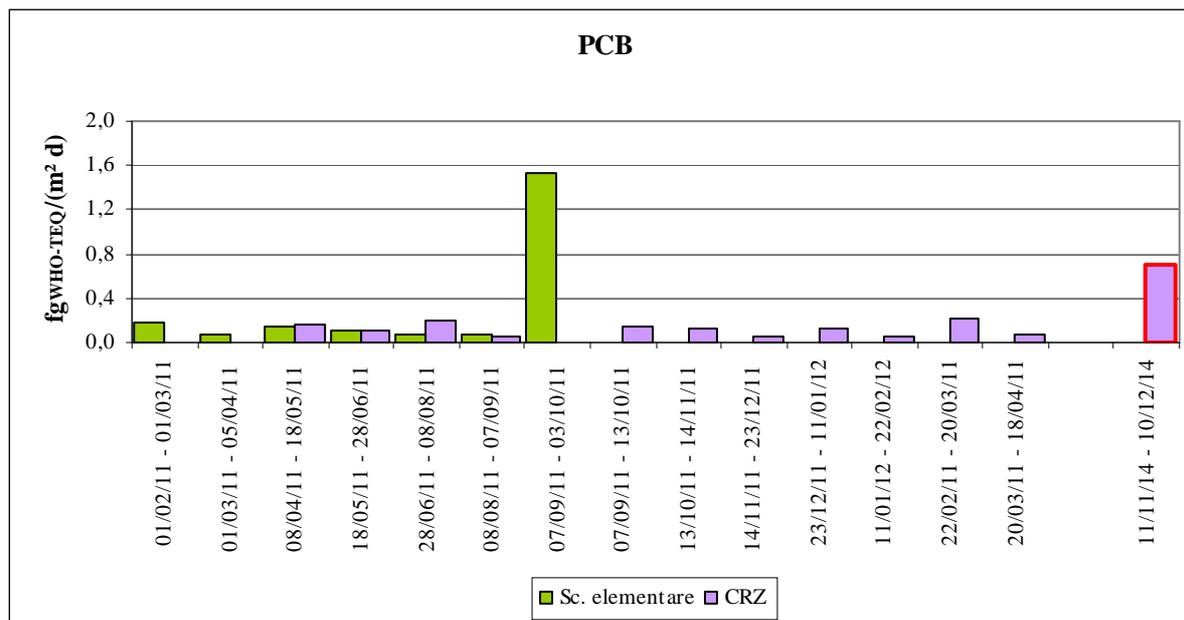


Fig. 3.24: Deposizioni – PCB WHO-TEQ.

3.3.3 Considerazioni su deposizioni di PCDD/F e PCB

Anche per i microinquinanti organoclorurati PCDD/F e DL-PCB non si rilevano situazioni di particolare criticità, e le differenze riscontrabili rispetto ai dati rilevati nel corso del precedente studio rientrano nella variabilità insita nella tipologia di indagine, significativamente influenzata dalle condizioni meteorologiche di ciascun periodo di osservazione.

In Italia non sono attualmente in vigore limiti sulle deposizioni atmosferiche di PCDD/F e PCB. Di conseguenza non è possibile effettuare un confronto diretto con valori limite nazionali e quindi anche in questo caso le valutazioni vengono effettuate confrontando i dati raccolti con dati di letteratura e con valori guida proposti da alcuni stati a partire da valori di “Dose tollerabile per l’organismo umano” (*TDI – Tolerable Daily Intake*) stabiliti dall’Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO, 1998) e dall’Unione Europea (European Commission, 2001b).

La deposizione di PCDD/F rilevata espressa in termini di tossicità equivalente I-TEF, pari a **3,30 pg_{I-TEQ}/(m² d)**, risulta riconducibile a valori tipici di siti rurali (Tab. 3.8).

Tab. 3.8: PCDD/F - Valori misurati in alcuni paesi europei [pg_{I-TEQ}/(m² d)] (Settimo G., 2014).

	Siti rurali		Siti urbani	
	min	max	min	max
Belgio	< 1	3,1	< 1	12
Germania	7	17	< 0,5	464
Regno Unito	0	517	< 1	312
Danimarca	300	1700	300	31600
Francia	20	50	100	147

Rispetto ai valori rilevati in altri siti italiani (Tab. 3.9), le deposizioni di PCDD/F riscontrate a Borgo Valsugana si collocano al livello dei valori più bassi, in linea con quelli di aree urbane non grandemente influenzate dalla presenza di sorgenti specifiche (inceneritori, impianti siderurgici).

Tab. 3.9: PCDD/F - Valori misurati in alcuni siti italiani [$\text{pg}_{\text{I-TEQ}}/(\text{m}^2 \text{ d})$] (Settimo G., 2012-2013-2014).

Sito	PCDD/F
S. Nicola di Melfi (PZ)	1,47 - 2,33
Mantova (urbana) stagione fredda	1,20 - 2,26
Mantova (urbana) stagione calda	3,82 - 4,20
Mantova (industriale) stagione fredda	1,27 - 4,72
Mantova (industriale) stagione calda	2,75 - 5,13
Area industriale (Porto Marghera)	15 - 2767
Area urbana con inceneritori (Regione Veneto, Adige, Po)	10 - 337
Area industriale con inceneritore (Rimini)	0,75 - 3,7
Brescia	19 - 200
Coriano (FC) stagione calda	6 - 14
Coriano (FC) stagione fredda	7 - 47
Taranto	14,1 - 72,8
Trieste	20 - 130

Il comitato scientifico dell'alimentazione umana (*SCF Scientific Committee on Food*) dell'Unione europea ha adottato nel 2001 un parere sulla valutazione dei rischi delle diossine e dei PCB diossino-simili nei prodotti alimentari. Il comitato ha stabilito un valore cumulativo per la dose tollerabile settimanale (*TWI – Tolerable Weekly Intake*) di diossine e PCB diossino-simili pari a 14 picogrammi di equivalente tossico (WHO-TEQ) per chilogrammo di peso corporeo. Questo valore corrisponde alla dose tollerabile mensile di $70 \text{ pg}/(\text{kg}_{\text{peso corporeo}} \text{ mese})$ stabilita in via provvisoria dal comitato congiunto di esperti FAO/OMS sugli additivi alimentari (*JECFA*) nel 2001. Tale valore coincide con il valore minimo della gamma di TDI pari a $1-4 \text{ pg}_{\text{WHO-TEQ}}/\text{kg}_{\text{peso corporeo}}$ definito dall'Organizzazione mondiale della sanità nel 1998 (European Commission, 2001b).

La regione delle Fiandre (Belgio) ha adottato una TDI pari a $3 \text{ pg}_{\text{WHO-TEQ}}/\text{kg}_{\text{peso corporeo}}$.

Attraverso l'uso di modelli specifici, sono state ricavate le deposizioni medie annue associabili ai valori di TDI indicati, fissando altresì i valori guida per le medie mensili pari al doppio dei valori indicati per le medie annuali (Van Lieshout et al., 2001) (Tab. 3.10).

Successivamente, è stata stimata la deposizione media annua di PCDD/F e DL-PCB associabile al valore di TWI indicato dall'Unione Europea, individuando il rispettivo valore guida per la media mensile in 2,6 volte il valore indicato per la media annuale (Desmedt et al., 2008) (Tab. 3.10).

Tab. 3.10: Corrispondenza tra TDI/TWI e deposizione.

	Dose tollerabile [pg _{WHO-TEQ} /(kg _{peso corporeo})]		Deposizione [pg _{WHO-TEQ} /(m ² d)]		Fonte
	TDI	TWI	Media annua	Media mensile	
WHO, 1998	1-4	-	3,4-14	6,8-27	Van Lieshout et al., 2001
Fiandre (Belgio)	3	-	10	20	Van Lieshout et al., 2001
SCF Unione Europea	-	14	8,2	21	Desmedt et al., 2008

La deposizione media giornaliera di PCDD/F + DL-PCB rilevata a Borgo Valsugana in un mese di campionamento è pari a **4,16 pg_{WHO-TEQ(1998)}/(m² d)**, e risulta dunque inferiore sia alla soglia di 6,8 pg_{WHO-TEQ}/(m² d) corrispondente ad una TDI di 1 pg_{WHO-TEQ}/kg_{peso corporeo}, sia alla soglia di 21 pg_{WHO-TEQ}/(m² d) corrispondente ad una TWI di 14 pg_{WHO-TEQ}/kg_{peso corporeo} (Fig. 3.25).

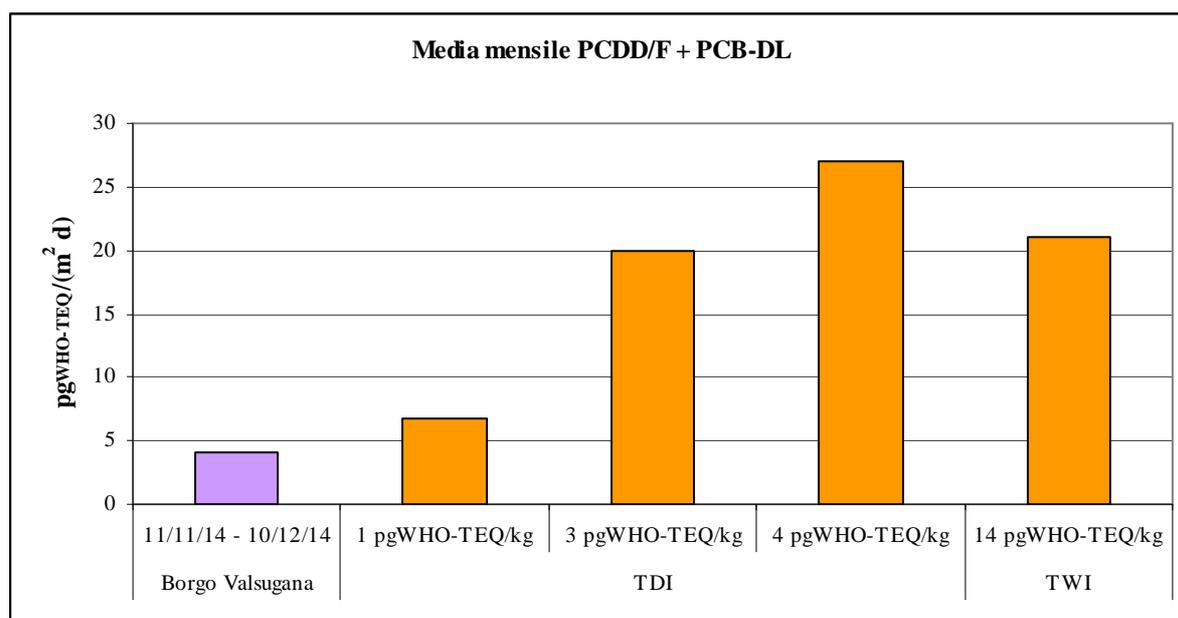


Fig. 3.25: Confronto tra il valore rilevato a Borgo Valsugana e le medie mensili corrispondenti a diversi valori guida.

4 Valutazioni finali e conclusioni

L'obiettivo della campagna di monitoraggio, tuttora in corso, è quello di creare una base storica di dati relativi ai flussi di deposizione degli inquinanti atmosferici tossici e persistenti, ed in particolare dei vari metalli di interesse e dei microinquinanti organoclorurati (PCDD/F e PCB), al fine di poter valutare eventuali criticità ambientali dipendenti dalla presenza sul territorio della Valsugana dell'acciaieria di Borgo.

Dopo un anno di indagine sono stati raccolti 22 campioni per la determinazione dei metalli in due posizioni distanti rispettivamente circa 600 e 1200 metri in direzione est dall'acciaieria, ed un singolo campione per la determinazione dei microinquinanti organoclorurati nella posizione posta a 600 metri dall'acciaieria. Ciascun campione di metalli è relativo a circa un mese di esposizione per la raccolta di deposizioni secche ed umide; il campione di organoclorurati è relativo all'esposizione di 30 giorni a cavallo dei mesi di novembre e dicembre 2014, periodo ritenuto significativo sia per le condizioni climatiche, sia per il regime di attività dello stabilimento siderurgico.

In Italia non sono attualmente in vigore limiti sulle deposizioni atmosferiche di **metalli**. Di conseguenza non è possibile un raffronto diretto dei risultati ottenuti con valori normativi. Tuttavia, per alcuni metalli, è stato effettuato un confronto con valori medi rilevati in Italia ed in Europa, e con valori soglia in vigore in altri stati europei.

Da tali confronti, si è rilevato che le deposizioni raccolte a Borgo Valsugana rientrano nei range tipici di *aree rurali/urbane europee*, e non presentano differenze sostanziali rispetto ad altri siti omologhi italiani. Fanno eccezione i siti di Aosta e Terni, che presentano generalmente valori più elevati, in particolare per quanto riguarda Cromo e Nichel.

Per quanto concerne i metalli Arsenico, Cadmio, Nichel, Piombo, Tallio e Zinco, i valori medi annui riscontrati risultano **sensibilmente inferiori** agli standards adottati in altre nazioni (Tab. 4.1).

Tab. 4.1: Metalli – Confronto tra valori misurati e standard europei.

Metallo	Standard [$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \text{ d})$]	Valori rilevati [$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \text{ d})$] (rapporto rispetto allo standard [%])			
		CRZ		Stazione APPA	
As Arsenico	4	0,46	(11,50%)	0,57	(14,25%)
Cd Cadmio	2	0,25	(12,50%)	0,14	(7,00%)
Ni Nichel	15	3,14	(20,93%)	3,44	(22,93%)
Pb Piombo	100	11,5	(11,50%)	9,6	(9,60%)
Tl Tallio	2	0,03	(1,50%)	0,03	(1,50%)
Zn Zinco	400	67	(16,75%)	100	(25,00%)

Lo Zinco ed il Nichel risultano inferiori ad un quarto dei rispettivi standard; l'Arsenico registra valori pari a circa un ottavo del relativo standard; il Piombo e il Cadmio si attestano su valori pari ad un decimo dei rispettivi standard; il Tallio risulta pressoché assente.

Complessivamente, i valori rilevati nella campagna in corso non evidenziano differenze sostanziali rispetto a quelli rilevati nello studio precedente.

Anche per quanto riguarda le deposizioni di **PCDD/F** e **PCB**, i valori rilevati risultano in linea con i dati raccolti in precedenza, con variazioni dipendenti dalle condizioni meteorologiche del periodo di osservazione.

La deposizione di PCDD/F, espressa in termini di tossicità equivalente I-TEF, risulta pari a $3,30 \text{ pg}_{\text{I-TEQ}}/(\text{m}^2 \text{ d})$, riconducibile a valori in Europa tipici di *siti rurali* ed in linea con quanto rilevato in Italia in aree urbane non grandemente influenzate dalla presenza di sorgenti specifiche (inceneritori, impianti siderurgici).

In Italia non sono attualmente in vigore limiti sulle deposizioni atmosferiche di PCDD/F e PCB. I confronti vengono quindi fatti con valori guida stimati a partire dai valori di dose tollerabile giornaliera per l'organismo umano (*Tolerable Daily Intake - TDI*) stabiliti dall'OMS ($1-4 \text{ pg}_{\text{WHO-TEQ}}/\text{kg}_{\text{peso corporeo}}$) e di dose tollerabile settimanale (*Tolerable Weekly Intake - TWI*) indicato dal *Scientific Committee on Food* dell'Unione Europea ($14 \text{ pg}_{\text{WHO-TEQ}}/\text{kg}_{\text{peso corporeo}}$).

La deposizione di PCDD/F + DL-PCB rilevata a Borgo Valsugana, espressa come WHO-TEQ 1998 ($4,16 \text{ pg}_{\text{WHO-TEQ(1998)}}/(\text{m}^2 \text{ d})$), risulta **inferiore** alla soglia corrispondente alla media mensile associabile al più basso dei valori di esposizione ($1 \text{ pg}_{\text{WHO-TEQ}}/\text{kg}_{\text{peso corporeo}}$) stabiliti dall'OMS.

Le valutazioni qui esposte hanno valenza principalmente ambientale. Si rimanda pertanto alla competenza sanitaria la formulazione di eventuali altre specifiche valutazioni riguardanti aspetti più strettamente tossicologici ed epidemiologici.

Trento, settembre 2015

Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente

I.D. di Studio ed analisi dei processi tecnologici e produttivi

Settore tecnico per la tutela dell'ambiente - U.O. aria, agenti fisici e bonifiche

Esecuzione campagna di monitoraggio e misure:

p.el. Walter Lenzi

dott. Daniele Segata

Analisi chimiche (metalli):

Settore Laboratorio APPA

Analisi chimiche (PCDD/F e PCB):

Eco-Research Srl-GmbH Bolzano

Elaborazione dei dati e redazione:

dott. Giuseppe Clauser

ing. Elisa Mallocci

ing. Maurizio Tava

dott. Gabriele Tonidandel

Allegato 1: Descrizione dei parametri chimici rilevati

METALLI

Antimonio (Sb)

L'elemento chimico **antimonio** è abbastanza raro in natura (circa 0,2 mg/kg), ma è distribuito selettivamente in depositi a concentrazioni relativamente elevate. L'antimonio è un semimetallo calcofilo che spesso si accompagna allo Zolfo, al Tellurio e ad alcuni metalli pesanti quali Piombo, Argento, Rame. Il minerale più diffuso è la stibnite (Sb_2S_3).

Viene usato nell'industria microelettronica dei semiconduttori per diodi, come agente antifiamma e per produrre vernici, smalti, vetri, ceramiche e gomme, nonché un'ampia gamma di leghe metalliche.

Ancorché anticamente venisse usato dagli alchimisti come rimedio universale efficace contro tutte le malattie, l'antimonio e molti dei suoi composti sono notevolmente tossici per l'uomo e gli animali, con effetti simili a quelli dell'arsenico. In Europa l'antimonio rientra fra le sostanze disciplinate nella normativa sulla qualità delle acque per uso umano.

Arsenico (As)

L'**arsenico** è un elemento poco abbondante in natura (1,8 mg/kg nella crosta terrestre), ove si trova normalmente in associazione con Zolfo, Ferro, Nichel, Rame, Argento, Cobalto, Piombo e come impurezza di vari minerali. Un tempo era impiegato per la produzione di antiparassitari del legno, erbicidi ed insetticidi. Per la sua elevata e persistente tossicità attualmente ha limitati impieghi come, ad esempio, semiconduttore in elettronica (arseniuro di gallio, indio e tallio), per leghe di ottone ad alto tenore di Zinco, in leghe del Piombo, come ossidante nell'industria del vetro, in conceria, per fuochi d'artificio.

L'arsenico ed i suoi composti sono estremamente tossici per l'uomo, comportando gravissimi danni all'apparato digestivo ed al sistema nervoso. L'arsenico viene assorbito per ingestione ed inalazione e tende ad accumularsi nel fegato, nei muscoli, nei capelli e nelle unghie, esplicando effetti cancerogeni nei confronti di polmoni, fegato, reni, vescica, pelle, mammella. È un elemento segnalato dalla normativa comunitaria e nazionale per il quale non sono ammesse deroghe allo scarico e, secondo il D. Lgs. 155/2010, la sua presenza nell'aria ambiente non deve superare i 6 ng/m^3 come media annuale.

Berillio (Be)

Scarsamente presente nella crosta terrestre (2 mg/kg), il **berillio** è un metallo alcalino-terroso tenace ma fragile. È presente in silicati (fenacite e la bertrandite), in alluminati (crisoberillo) ed in silico-alluminati (berillo).

Per le sue proprietà di agente rafforzante, viene impiegato nelle leghe con il Rame (Cu-Be) in elettronica, nell'industria militare ed aerospaziale, e per produrre utensili antiscintilla, molle per orologeria, elettrodi per saldature; aggiunto in piccola quantità nelle leghe leggere a base di Alluminio e Magnesio ne migliora le caratteristiche di inalterabilità.

Il berillio e i suoi sali sono sostanze tossiche e cancerogene riconosciute. L'esposizione a berillio provoca la berilliosi, malattia polmonare descritta per la prima volta in lavoratori addetti alla produzione di lampadine a fluorescenza nel Massachusetts. La pneumotisi chimica da berillio può provocare anche anoressia, perdita di peso e portare, in casi avanzati, a problemi cardiaci.

Bario (Ba)

Il **bario** è un elemento relativamente abbondante in natura (circa 390 mg/kg nella crosta terrestre). È un metallo argenteo, abbastanza tenero, duttile, che in natura non si trova mai puro a causa della sua forte reattività con l'acqua e con l'ossigeno dell'aria; viene estratto in forma cristallina dalla barite (solfato di bario), suo principale minerale.

Composti di bario si usano per candele nei motori a scoppio, fuochi d'artificio (colore verde) e lampade fluorescenti; inoltre in piccole quantità è impiegato nelle vernici e nella produzione del vetro come fluidificante. Il solfato di bario è impiegato come mezzo di contrasto nelle radiografie del sistema digestivo.

Tutti i composti del bario solubili in acqua o in acidi sono estremamente velenosi: il solfato di bario può essere usato in medicina soltanto perché non sciogliendosi non viene assorbito dall'intestino. Anche il bario puro è tossico, ma la dose letale per un uomo è abbastanza alta rispetto a quella di altri veleni (250 mg/kg).

Cadmio (Cd)

Il **cadmio** è un metallo piuttosto raro in natura (0,16 mg/kg nella crosta terrestre), ove normalmente si trova in associazione con Zinco, Rame e Piombo. Il principale impiego è nella produzione delle pile ricaricabili (Ni-Cd); viene inoltre utilizzato in leghe per saldatura bassofondenti, nei rivestimenti di materiali per elettrodeposizione (cadmiatura), come pigmento giallo (CdS), per semiconduttori e come stabilizzate per materiali plastici.

Il cadmio è elemento estraneo alla biologia umana ed è uno degli inquinanti più tossici per animali e piante con potere cancerogeno e tendenza all'accumulo negli organismi e negli ecosistemi. Viene assunto principalmente per inalazione di polveri e vapori, ma anche per ingestione ed in parte per contatto con la pelle e le mucose, e, veicolato dal sangue, si accumula nel fegato e nei reni. Le principali malattie associate riguardano il rene (glomerulopatie e calcolosi), le ossa (osteoporosi), il polmone e le vie respiratorie (enfisema, carcinoma, atrofia delle mucose nasali), ed interferenze nell'assorbimento del ferro (anemia).

È un elemento segnalato dalla normativa comunitaria e nazionale per il quale non sono ammesse deroghe allo scarico e, secondo il D. Lgs. 155/2010, la sua presenza nell'aria ambiente non deve superare i 5 ng/m³ come media annuale.

Cobalto (Co)

È un elemento scarsamente presente in natura (circa 30 mg/kg nella crosta terrestre), soprattutto in forma di ossidi, solfati, arseniuri, e normalmente estratto come sottoprodotto di nichel o rame.

Il **cobalto** trova applicazione come elemento di lega negli acciai speciali, materiale di rivestimento per elettrodeposizione, legante per sinterizzazione, colorante (blu e verde) nelle industrie del vetro e della ceramica, catalizzatore per vernici e nella fabbricazione di magneti e supporti magnetici in lega col Ferro.

È elemento utile ed essenziale in dosi ridotte (costituente della vitamina B12), ma presenta una lieve tossicità in dosi elevate. Inoltre l'esposizione al cobalto radioattivo (⁶⁰Co), emettitore di raggi gamma, aumenta il rischio cancerogeno.

Cromo (Cr)

Il **cromo** è piuttosto abbondante in natura (circa 120 mg/kg nella crosta terrestre); nella cromite (FeCr₂O₄), il suo minerale più comune, si trova in associazione al Ferro, con presenza di Magnesio, Alluminio e Silicio.

Il cromo viene impiegato come rivestimento protettivo e decorativo (cromatura elettrolitica) e nella preparazione di diverse leghe con Ferro, Nichel, Alluminio. Ossidi e sali vengono utilizzati come pigmenti per ceramiche e vetri (Cr₂O₃ verde e PbCr₄ giallo), nell'industria tessile, in tintoria e per la concia di pellami.

Mentre il cromo metallico e i composti del cromo trivalente non sono normalmente considerati pericolosi per la salute se non a concentrazioni elevatissime, il cromo esavalente (cromati e bicromati) è molto tossico se ingerito, assorbito attraverso la pelle o se respirato in forma di fumi, presentando inoltre fenomeni di sensibilizzazione per inalazione e contatto con la pelle. Gli effetti riguardano la pelle, gli occhi, l'apparato respiratorio, il fegato ed il tratto gastrointestinale; è classificato come cancerogeno per quasi tutti gli organismi viventi ed è sospetto teratogeno.

È un elemento segnalato dalla normativa comunitaria e nazionale per il quale non sono ammesse deroghe allo scarico.

Ferro (Fe)

Il **ferro** è un metallo molto diffuso in natura (circa 6,2% - 62 g/kg nella crosta terrestre), secondo tra i metalli dopo l'Alluminio. Allo stato elementare lo si rinviene solo in modeste quantità, trovandosi soprattutto allo stato di ossido (ematite, magnetite, limonite), di carbonato (siderite) o di solfuro (pirite), associato con altri minerali.

Il ferro puro è un metallo bianco splendente, malleabile e duttile, ferromagnetico a temperatura ambiente.

Il ferro è utilizzato nell'industria siderurgica in lega col carbonio in forma di ghisa o acciaio; inoltre negli acciai speciali, per conferire alla lega particolari caratteristiche di resistenza fisica o chimica, oltre al carbonio vengono aggiunti altri metalli quali il Manganese, il Cromo, il Nichel, il Vanadio, ed il Molibdeno.

Il ferro è uno dei metalli essenziali per la sopravvivenza delle cellule e dunque la tossicità è legata a carenza e ad eccesso; l'eccesso di ferro può produrre disturbi (emocromatosi), cosicché l'assunzione di ferro tramite medicinali e integratori va eseguita sotto stretto controllo medico e solo in caso di problematiche legate alla carenza di ferro.

Molibdeno (Mo)

È un metallo di transizione non molto abbondante in natura (1,2 mg/kg nella crosta terrestre). Allo stato elementare il **molibdeno** è un metallo grigio-argenteo che presenta valori particolarmente elevati di temperatura di fusione, densità, durezza, modulo di elasticità e conducibilità elettrica. Viene estratto da minerali di molibdenite (MoS_2), wulfenite (PbMoO_4) o powellite (CaMoO_4), ovvero recuperato come sottoprodotto del Rame.

Per le sue proprietà il molibdeno metallico puro è impiegato in alternativa al Tungsteno per la fabbricazione di parti di apparecchiature funzionanti a elevate temperature ed eventualmente in contatto con metalli fusi. La maggior parte è comunque impiegata come componente di leghe ferrose per aumentare durezza, resistenza alla corrosione e all'abrasione e conferire tenacità a caldo.

Il molibdeno è un oligonutriente necessario a molte forme di vita animale e vegetale. La polvere e i composti di molibdeno solubili in acqua possono essere leggermente tossici se respirati o ingeriti. Si possono rilevare casi di tossicità cronica per esposizione in miniere, impianti chimici e di raffinazione.

Manganese (Mn)

Il **manganese** è un elemento abbondante e diffuso in natura nelle rocce e nelle acque (circa 1 g/kg – 0,1% della crosta terrestre). Si trova in molti minerali in forma di ossido (pirolusite MnO_2 , hausmannite Mn_3O_4 , manganite $\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), di carbonato o silicato, e spesso in buone quantità nei minerali del Ferro (ematite, siderite).

È utilizzato nella produzione di leghe dell'acciaio, per aumentare la tenacità e la durezza, ed in molte leghe speciali non ferrose di Rame e di Alluminio e Magnesio, come pigmento (marrone) per vernici e terre naturali, come decolorante o colorante (viola) per il vetro, come potente ossidante in chimica e disinfettante in medicina (permanganato di potassio). Ancorché in piccole quantità sia un elemento essenziale alla vita, polveri e fumi di manganese risultano tossiche. L'esposizioni a manganese nell'industria metalmeccanica, soprattutto fra i saldatori, è stata messa in relazione alla malattia di Parkinson.

Nichel (Ni)

Il **nichel** è un elemento relativamente abbondante in natura (circa 100 mg/kg nella crosta terrestre), estratto normalmente in associazione con il Ferro in forma di ossido o di solfuro.

I maggiori impieghi del nichel riguardano la produzione di leghe ferrose in combinazione con Cromo e Molibdeno (inox austenitico) –anche per la monetazione–, leghe ad elevata permeabilità magnetica (Mumetal) ed anticorrosione (Monel), leghe non ferrose (Cu-Zn-Ni alpacca), batterie ricaricabili (Ni-Cd, Ni-idruro metallico), e per il rivestimento di metalli per elettrodeposizione (nichelatura galvanica); inoltre il Nichel è presente come impurezza nei gasoli, talché la sua presenza in atmosfera è aumentata negli ultimi decenni proprio a causa dell'uso dei combustibili fossili.

Generalmente innocuo per le piante, risulta molto tossico per l'uomo e gli animali, con tendenza all'accumulo nei polmoni, nel fegato e nel rene. Alle allergie cutanee da contatto, si sommano effetti più gravi con disfunzioni renali, muscolari e cardiache, ipotensione, emorragie, nausea e vomito, nonché cancro della bocca e dell'intestino.

È un elemento segnalato dalla normativa comunitaria e nazionale per il quale non sono ammesse deroghe allo scarico e, secondo il D. Lgs. 155/2010, la sua presenza nell'aria ambiente non deve superare i 20 ng/m³ come media annuale.

Piombo (Pb)

Relativamente poco abbondante (circa 13 mg/kg nella crosta terrestre) il **piombo** è un metallo tenero, con basso punto di fusione, denso, molto duttile e malleabile; è un cattivo conduttore del calore e dell'elettricità e, per la sua elevata densità, possiede alto potere assorbente delle radiazioni. In natura si presenta perlopiù come solfuro (galena PbS , anche come scarto delle galene argentifere), carbonato (cerussite PbCO_3) o solfato (anglesite PbSO_4).

In passato il piombo era usato come additivo antidetonante nelle benzine (ora sostituito con altri composti), e tuttora è utilizzato negli accumulatori al piombo, in lega con Antimonio, Arsenico, Stagno e Calcio, e come componente di lega

con l'acciaio e col Rame, nonché in leghe di saldatura bassofondenti ed in leghe antifrizione. Viene inoltre impiegato in tipografia, nell'industria del vetro e della ceramica, nella produzione delle vernici e di stabilizzanti per resine.

Il piombo è fra gli inquinanti ambientali più pericolosi, sia per la sua elevata tossicità che per la sua diffusione; particolarmente tossici per ingestione sono i composti solubili in acqua, mentre per inalazione quelli volatili e le polveri. L'avvelenamento da piombo, detto saturnismo, provoca danni a carico del sistema nervoso, eritropoietico, gastrointestinale e renale. Il piombo è inoltre considerato estremamente dannoso per la fertilità femminile e per lo sviluppo motorio dei bambini. Il D. Lgs. 155/2010 fissa un limite nell'aria ambiente di $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come media annuale.

Rame (Cu)

Il **rame**, elemento di media abbondanza in natura (circa 65 mg/kg nella crosta terrestre), si estrae sia allo stato nativo, sia in minerali contenenti rame soprattutto in forma di solfuri (calcocite, covellite CuS), anche misti a Ferro (calcopirite CuFeS_2 , bornite Cu_5FeS_4), ossidi (cuprite Cu_2O) o carbonati (malachite $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$, azurrite $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$).

Per le sue proprietà (conduttività, malleabilità e resistenza) viene utilizzato nell'elettrotecnica/elettronica (cavi e fili elettrici), nell'impiantistica idraulica ed termosanitaria (tubature per acqua, gas, scambiatori di calore), in lattoneria ed architettura (grondaie, pluviali, elementi di copertura e di facciata), in leghe per monetazione, nell'oggettistica (pentole, posate), nell'industria e nell'artigianato (coloranti per ceramica e vetro), in medicina (batteriostatico) ed in agricoltura (composti fitosanitari). Come elemento di lega è il componente principale dell'ottone (Cu-Zn) e del bronzo (Cu-Sn), e piccolissime quantità nell'acciaio (0,5%) conferiscono resistenza alla corrosione atmosferica.

Il rame è un metallo essenziale per la vita animale, necessario per la crescita e lo sviluppo del corpo umano e con un importante ruolo nel metabolismo e nei sistemi nervoso, cardiovascolare ed immunitario, né risulta cancerogeno, mutageno, dannoso per la riproduzione, bioaccumulabile, persistente e tossico. Anche l'utilizzo dei prodotti in rame si è dimostrato, in generale, sicuro per l'ambiente e per la salute umana; in tal modo piuttosto che un eccesso risulta più problematica la carenza. Ciononostante il rame è elemento segnalato dalla normativa comunitaria e nazionale con un livello guida nelle acque potabili stabilito dall'OMS di 2 mg/l e per il quale non sono ammesse deroghe allo scarico.

Stagno (Sn)

L'elemento **stagno** in natura è relativamente scarso (circa 2 mg/kg nella crosta terrestre). Metallo bianco argenteo, malleabile e poco duttile, fonde a 232°C , non si ossida facilmente all'aria e resiste alla corrosione.

In natura viene estratto da giacimenti alluvionali di cassiterite (biossido di stagno) e più raramente da solfuri misto con Rame e Ferro (stannite), Piombo (teallite), Piombo, Ferro e Antimonio (cilindrite, frankeite) e Argento (canfieldite).

Per le sue proprietà viene impiegato in molte leghe (bronzo, peltro, princisbecco) e per ricoprire altri metalli più vulnerabili alla corrosione (stagnoatura di acciaio, piombo, zinco). Viene inoltre impiegato per la saldatura di circuiti elettronici, come superficie di galleggiamento per la produzione del vetro piano (processo Pilkington), per l'imballaggio di alimenti e medicinali (carta stagnola) ed in una vasta gamma di processi chimici.

Lo stagno metallico ed i composti inorganici non risultano particolarmente tossici per gli organismi, come invece lo sono alcuni composti organici (per esempio Tributyl Stagno Ossido), impiegati come biocidi per vernici marine antivegetative, che sono molto persistenti e poco biodegradabili.

Tallio (Tl)

Il **tallio** è un elemento relativamente raro (0,7 mg/kg nella crosta terrestre), che in natura è quasi sempre associato a sali di potassio in graniti ed argille; si estrae da minerali costituiti da solfuri in cui il tallio è associato ad Arsenico e Piombo (lorandite, hutchinsonite), ovvero più economicamente recuperando le tracce di tallio come sottoprodotto della produzione di acido solforico o della raffinazione di Piombo, Zinco, Rame e Argento.

È metallo tenero e malleabile di scarsa tenacità, altamente tossico per piante ed animali, che in passato ha trovato largo impiego come topicida ed insetticida, ma che ora è stato bandito da prodotti di largo consumo. Viene invece utilizzato per fotocellule all'infrarosso, per vetri ad alto indice di rifrazione, per materiali semiconduttori.

Tra gli effetti dell'avvelenamento da tallio, che avviene per ingestione, inalazione e contatto con la pelle, rientrano la perdita dei capelli ed il danneggiamento dei nervi periferici con perdita della coordinazione muscolare. Il tallio è anche un sospetto cancerogeno.

Vanadio (V)

Il **vanadio** è uno degli elementi più abbondanti in natura (circa 130 mg/kg sulla crosta terrestre). Tuttavia raramente è presente in minerali lavorabili che ne contengono più del 2%, ma è disperso in bassa concentrazione in quasi tutte le rocce magmatiche, nei giacimenti di combustibili fossili (petrolio e carbone) ed in molti minerali del Ferro, del Titanio, del Piombo, del Magnesio e dell'Uranio. I minerali più importanti (peraltro abbastanza rari) sono la patronite (solfuro di vanadio) la vanadinite (clorovanadato di piombo) e la carnotite (vanadato di potassio e uranile).

Il vanadio è impiegato soprattutto nella produzione di leghe speciali dell'acciaio inox e per utensili; inoltre si producono leghe speciali di alluminio e titanio (uso aeronautico), magneti superconduttori (Ga-V), pentossido di vanadio (V₂O₅) per ceramiche ed usi industriali (catalizzatore e fissante per colori), biossido di vanadio (VO₂) per vetri speciali.

Il vanadio, in piccole dosi, possiede proprietà antidiabetiche con effetti insulino-simili (vanadilsolfato); tuttavia tutti i suoi composti, ed in particolare il pentossido di vanadio, sono considerati altamente tossici con effetto cancerogeno alle vie respiratorie per inalazione di polveri e vapori.

Zinco (Zn)

Lo **zinco** è un metallo discretamente abbondante in natura (circa 75 mg/kg nella crosta terrestre); si estrae da minerali abbastanza comuni e diffusi ove, spesso in associazione con il Ferro, Piombo e Manganese, è in forma di solfuro (blenda, sfalerite, wurtzite), di carbonato (smithsonite), di silicato (willemite, emimorfite), di ossido (zincite, franklinite) o in forme miste (calamina).

Viene impiegato per svariati usi: per proteggere altri metalli (zincatura a caldo o elettrolitica), in diverse leghe (ottone, nichelargento, alpacca, zama), come pigmento bianco per colori all'acqua (ossido di zinco), per usi medicali e sanitari (ossido di zinco, cloruro di zinco, calamina, gluconato di zinco, zinco metallico) ed in lega per la monetazione.

Per quanto riguarda la dispersione atmosferica lo zinco presenta una marcata diffusività con trasporto a lunga distanza e la sua deposizione è strettamente correlata con le precipitazioni e quindi con le deposizioni umide (wash out).

Lo zinco è un elemento in traccia essenziale per la vita umana e degli animali superiori, implicato nel corretto funzionamento della vista, dell'olfatto, del tatto e della memoria.

A dosi eccessive anche lo zinco risulta tossico in quanto provoca carenze di altri oligominerali. È un elemento segnalato dalla normativa comunitaria e nazionale per il quale non sono ammesse deroghe allo scarico.

Abbondanza degli Elementi nella Crosta Terrestre							
Elemento	ppm (g/ton)	Elemento	ppm (g/ton)	Elemento	ppm (g/ton)	Elemento	ppm (g/ton)
Ag	0,08	Eu	2,1	N	19	Se	0,05
Al	83000	F	544	Na	22700	Si	272000
As	1,8	Fe	62000	Nb	20	Sm	7
Au	0,004	Ga	19	Nd	40	Sn	2,1
B	9	Gd	6,1	Ni	99	Te	0,001
Ba	390	Ge	1,5	O	455000	Sr	384
Be	2	H	1520	Os	0,005	Ta	1,7
Bi	0,008	K	18400	P	1120	Tb	1,2
Br	2,5	Hf	2,8	Pr	9,1	Th	8,1
C	180	Hg	0,08	Pb	13	Ti	6320
Ca	46600	Ho	1,3	Pd	0,015	Tl	0,7
Cd	0,16	I	0,46	Pt	0,01	Tm	0,5
Ce	66	In	0,24	Rb	78	U	2,3
Cl	126	Ir	0,001	Re	0,0007	V	136
Co	29	La	35	Rh	0,0001	W	1,2
Cr	122	Li	18	Ru	0,0001	Y	31
Cs	2,6	Mg	27640	S	340	Yb	3,1
Cu	68	Mn	1060	Sb	0,2	Zn	76
Er	3,5	Mo	1,2	Sc	25	Zr	162

<http://www.lamm.unifi.it/tabelle/Crosta.htm>

PCDD/F E PCB

Le diossine sono sostanze organiche con strutture cicliche a 6 atomi caratterizzate dalla presenza di 2 atomi di ossigeno. Con il nome generico di diossine si indica un gruppo di 210 composti chimici aromatici policlorurati suddiviso in due famiglie: **policlorodibenzodiossine (PCDD)** o diossine propriamente dette) e **policlorodibenzofurani (PCDF)** o furani). Si tratta di idrocarburi aromatici clorurati prevalentemente di origine antropica e particolarmente stabili e persistenti nell'ambiente.

Dei 75 congeneri di diossine e 135 di furani, a causa della loro rilevante tossicità, soltanto 7 diossine e 10 furani hanno interesse nella valutazione e gestione del rischio ambientale e ai fini della protezione sanitaria. La tossicità infatti dipende dal numero e dalla posizione nella molecola degli atomi di Cloro.

Si tratta di congeneri scarsamente solubili in acqua ed a marcata persistenza ambientale con elevatissima tendenza alla bioconcentrazione e biomagnificazione nelle catene alimentari.

Tra le diossine, la più tossica è la **TCDD** (tetraclorodibenzo-para-diossina), con gli atomi di cloro situati nelle posizioni 2, 3, 7 e 8.

Con struttura e tossicità analoga sono i **Policlorobifenili (PCB)**. Anche in questo caso si tratta di un gruppo di 209 composti, dei quali assumono interesse sotto il profilo tossicologico 12 congeneri con struttura simile alla 2,3,7,8-TCDD, che vengono definiti come PCB diossina-simili (DL-PCB ovvero PCB dioxin-like).

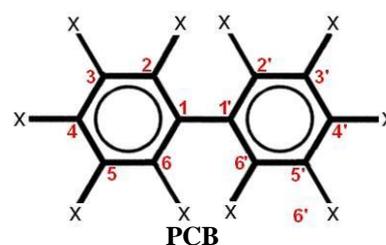
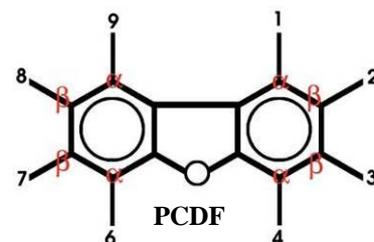
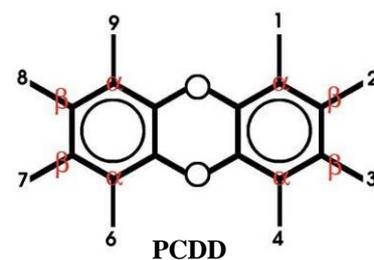
Al fine di pesare adeguatamente gli effetti tossici dei diversi congeneri di PCDD, PCDF e DL-PCB le organizzazioni sanitarie internazionali hanno determinato fattori di tossicità equivalente (TEF) che ne rapportano il rischio umano di esposizione a quello della diossina di riferimento 2,3,7,8-TCDD.

Mentre le diossine, non avendo alcun utilizzo pratico, non vengono prodotte intenzionalmente, i PCB fino a pochi anni fa sono stati prodotti sinteticamente per impieghi tecnologici in componenti elettrici.

Le diossine risultano essere sottoprodotti indesiderati di una serie di processi chimici-industriali (effetto di sintesi chimiche) e/o di combustione incontrollata di materiale contenente cloro (effetto termico). Fra le sorgenti specifiche figurano anche i processi di fusione dei metalli, le cui emissioni di diossine sono influenzate dal processo termico e della presenza nel rottame impiegato dei precursori (plastiche, oli, sostanze chimiche varie e PCB).

Gli studi sui potenziali effetti biologici conseguenti all'esposizione a concentrazioni anche bassissime di diossine hanno dimostrato alterazioni a carico del sistema immunitario, per danneggiamento dei linfociti, ed interferenze negative col sistema endocrino e con i processi riproduttivi e di sviluppo. Inoltre l'azione delle diossine è particolarmente dannosa durante lo sviluppo fetale in relazione ad effetti sullo sviluppo del sistema nervoso, sulla neurobiologia del comportamento e sull'equilibrio ormonale della tiroide.

La TCDD, riconosciuta quale agente cancerogeno per l'uomo, è irritante per gli occhi, la cute e il tratto respiratorio, causando inoltre effetti sul sistema cardiovascolare, sul tratto gastrointestinale, sul fegato e sui sistemi nervoso ed endocrino.



Allegato 2: Riferimenti bibliografici

APAT, (2006), *Diossine, Furani e PCB*, Quaderni 2006.

ARPA Piemonte, (2011), *Relazione tecnica sulle deposizioni atmosferiche in comune di Cerano*

ARPA Piemonte, (2013), *Indagine ambientale nella bassa Valle Vermenagna - Microinquinanti 2007-2012*, dati disponibili all'indirizzo <http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/territorio/cun eo/aria/campagnedeposimetri2007-2012>

ARPA Toscana, (2014), *Esperienze di caratterizzazione delle componenti inorganiche in deposizioni umide e secche nei pressi di un impianto di incenerimento*, Seminario "Deposizioni Atmosferiche: stato dell'arte sulle esperienze nazionali", Brescia, 5 giugno 2014

ARPA Umbria, *Metalli su deposizioni al suolo*, dati disponibili all'indirizzo <http://www.arpa.umbria.it/monitoraggi/aria/metallideposizioni.aspx>

ARPA Valle d'Aosta, (2011), *IV Relazione sullo Stato dell'Ambiente - L'impatto delle emissioni della Cogne Acciai Speciali sull'aria ambiente di Aosta*

ARPA Veneto, (2014), *Misura delle deposizioni atmosferiche nella verifica delle fonti di pressione*, Seminario "Deposizioni Atmosferiche: stato dell'arte sulle esperienze nazionali", Brescia, 5 giugno 2014

Austeri C. (ARPA Umbria), (2014), *Il monitoraggio d'area del polo siderurgico ternano*, Seminario "Acciaieria e Ambiente", Terni, 17-18 giugno 2014

Desmedt M. , Roekens E. , De Fré R., Cornelis C., Van Holderbeke M., (2008), *Threshold values for atmospheric deposition of dioxins and PCBs. First results of deposition of DL-PCBs in Flanders (Belgium)*, Organohalogen Compounds, Volume 70, 001232-001235

European Commission (2001)(a), *Ambient air pollution by As, Cd and Ni compounds - Position Paper*

European Commission (2001)(b), *Strategia comunitaria sulle diossine, i furani e i bifenili policlorurati*, Comunicazione della Commissione al consiglio, al parlamento europeo e al comitato economico e sociale (2001/C 322/02)

Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n. 155 *Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa*

Istituto Superiore di Sanità, (2004), *Trattamento dei dati inferiori al limite di rilevabilità nel calcolo dei risultati analitici*, Rapporti ISTISAN 04/15

Istituto Superiore di Sanità, (2006), *Metodi per la determinazione di arsenico, cadmio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici nelle deposizioni atmosferiche*, Rapporti ISTISAN 06/38

Istituto Superiore di Sanità, *Caratterizzazione ambientale del territorio del comune di Reggio Emilia inserita nel contesto provinciale*

Van Lieshout L., Desmedt M., Roekens E., De Fré R., Van Cleuvenbergen R., Wevers M., (2001), *Deposition of dioxins in Flanders (Belgium) and a proposition for guide values*, Atmospheric Environment 2001, 35 (Supplement 1): S83-S90

Panont D. (ARPA Valle d'Aosta), (2012), *Studio dell'impatto ambientale dell'acciaieria Cogne Acciai Speciali mediante il monitoraggio delle deposizioni atmosferiche totali nell'area urbana di Aosta*, Convegno "PM2012", Perugia, 16-18 maggio 2012

Settimo G., (2012), *Metodiche per il controllo delle emissioni da impianti di incenerimento: gli attuali orientamenti*, Seminario "Dal controllo delle emissioni al monitoraggio ambientale", Forlì, 30 novembre 2012

Settimo G., (2013), *Aspetti igienico-sanitari legati al trattamento dei rifiuti*, Convegno "La gestione sostenibile dei rifiuti – i riferimenti per un approccio innovativo", Parma, 21 marzo 2013

Settimo G., (2014), *Le deposizioni al suolo*, Convegno "Salute e rifiuti: ricerca, sanità pubblica e comunicazione", Roma, 6 febbraio 2014

Settimo G., (2014), *Evoluzione storica e normativa delle deposizioni atmosferiche e stato dell'arte nazionale*, Seminario "Deposizioni Atmosferiche: stato dell'arte sulle esperienze nazionali", Brescia, 5 giugno 2014

UNI EN 14902:2005, *Qualità dell'aria ambiente - Metodo normalizzato per la misurazione di Pb, Cd, As e Ni nella frazione PM10 del particolato in sospensione*

UNI EN ISO 17294-2:2005, *Qualità dell'acqua - Applicazione della spettrometria di massa al plasma accoppiato induttivamente (ICP-MS) - Parte 2: Determinazione di 62 elementi*

UNITN, (2013), *Approfondimenti sull'incidenza ambientale dell'acciaieria di Borgo Valsugana*, <http://www.appa.provincia.tn.it/news/pagina199.html>

WHO, (1998), *Assessment of the health risk of dioxins: re-evaluation of the Tolerable Daily Intake (TDI)*, WHO Consultation, May 25-29 1998, Geneva, Switzerland

<http://www.chimica-online.it>

<http://www.wikipedia.it>