

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

SECONDO REPORT INTERMEDIO

16/04/2015 – 06/05/2016



Prot. n. S305/2016/383729/450 dd. 19/07/2016

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

<u>1</u>	<u>Introduzione.....</u>	<u>1</u>
<u>2</u>	<u>Descrizione delle attività di monitoraggio.....</u>	<u>2</u>
<u>2.1</u>	<u>Siti di campionamento.....</u>	<u>2</u>
<u>2.2</u>	<u>Campionamento.....</u>	<u>4</u>
<u>2.3</u>	<u>Analisi.....</u>	<u>5</u>
<u>3</u>	<u>Risultati del rilevamento.....</u>	<u>7</u>
<u>3.1</u>	<u>Precipitazioni.....</u>	<u>7</u>
<u>3.2</u>	<u>Metalli.....</u>	<u>7</u>
<u>3.3</u>	<u>PCDD/F e PCB.....</u>	<u>19</u>
<u>4</u>	<u>Valutazioni finali e conclusioni.....</u>	<u>27</u>
	<u>Allegato 1: Descrizione dei parametri chimici rilevati.....</u>	<u>30</u>
	<u>Allegato 2: Riferimenti bibliografici.....</u>	<u>36</u>

1 Introduzione

Il presente lavoro, in attuazione dei suggerimenti derivanti dallo specifico studio effettuato negli anni 2011-2012 dal titolo “*Approfondimenti sull’incidenza ambientale dell’acciaiera di Borgo Valsugana*” ed in prosecuzione dell’analogo report pubblicato lo scorso anno (Report Intermedio 04/03/2014 – 16/04/2015, al quale si rimanda per i dettagli dei dati ivi illustrati), 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 di deposizione e da poter valutare l’eventuale criticità per l’ambiente.

I siti individuati per i campionamenti, selezionati fra quelli oggetto dello studio (Fig. 1.1), sono posti in corrispondenza del Centro di Raccolta Zonale e della centralina APPA installata nei pressi della Scuola elementare di Borgo Valsugana, ritenuti maggiormente significativi per quanto riguarda l’influenza dell’acciaiera, in particolare per le 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 durante il secondo anno di campionamenti.

Le attività di monitoraggio presso i siti individuati sono tuttora in corso.

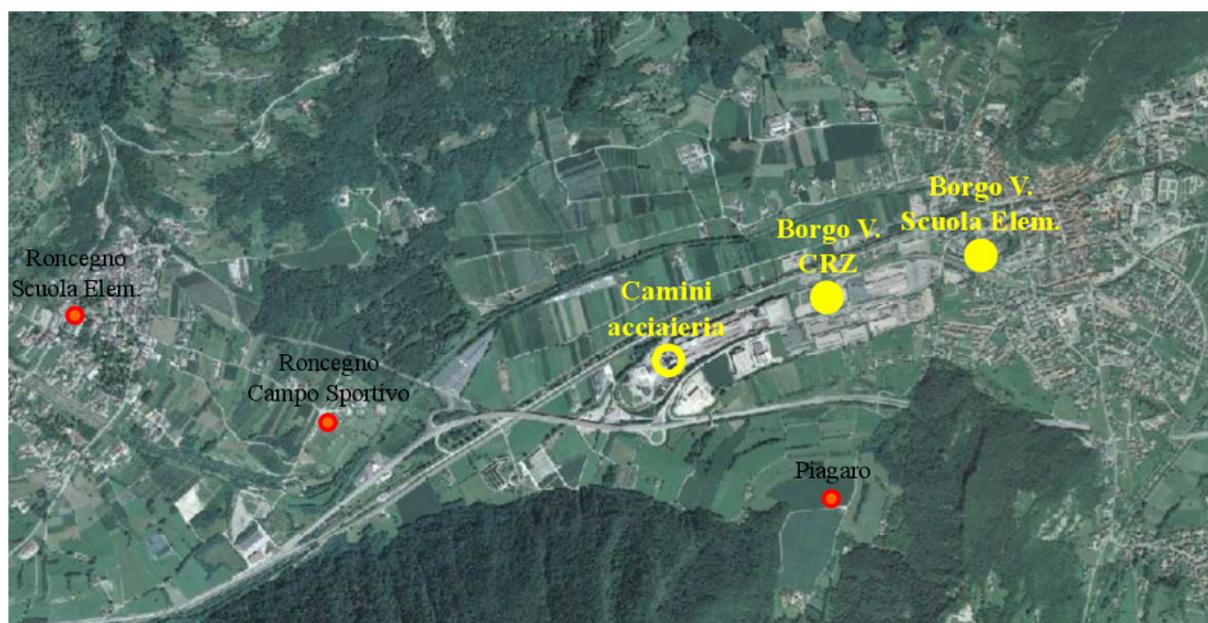


Fig. 1.1: Siti di campionamento individuati all’interno dello studio “Approfondimenti sull’incidenza ambientale dell’acciaiera di Borgo Valsugana”.

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).

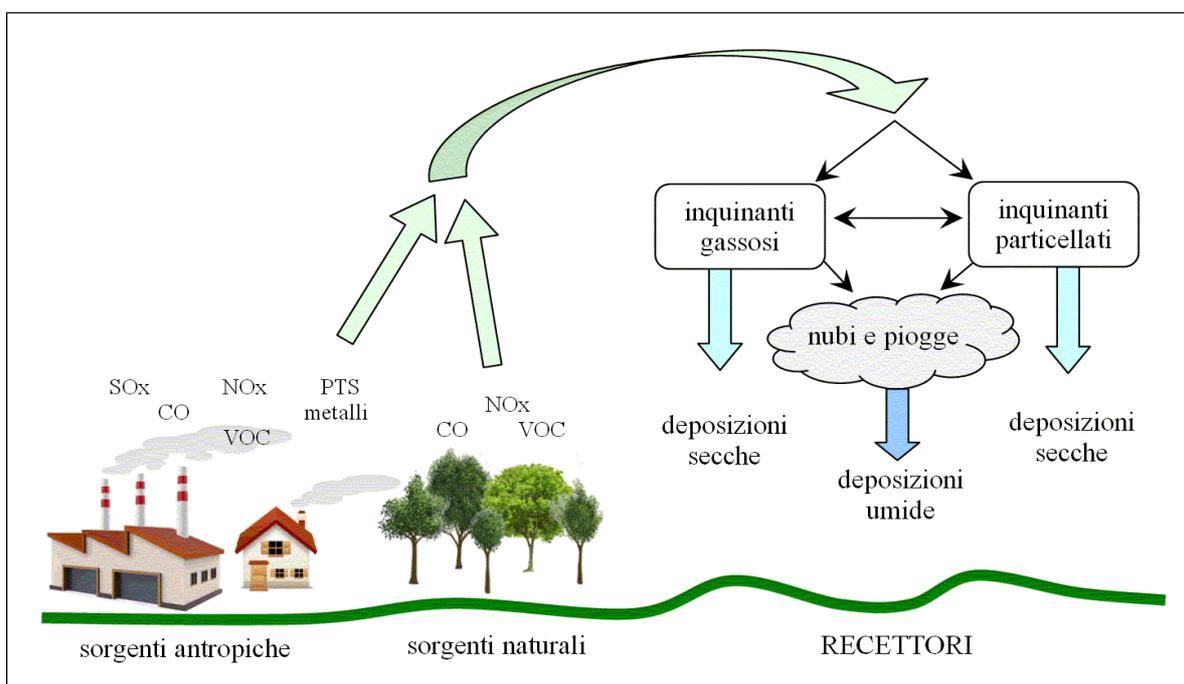


Fig. 2.1: Processi di formazione delle deposizioni.

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 Puisle (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. 2.4).

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

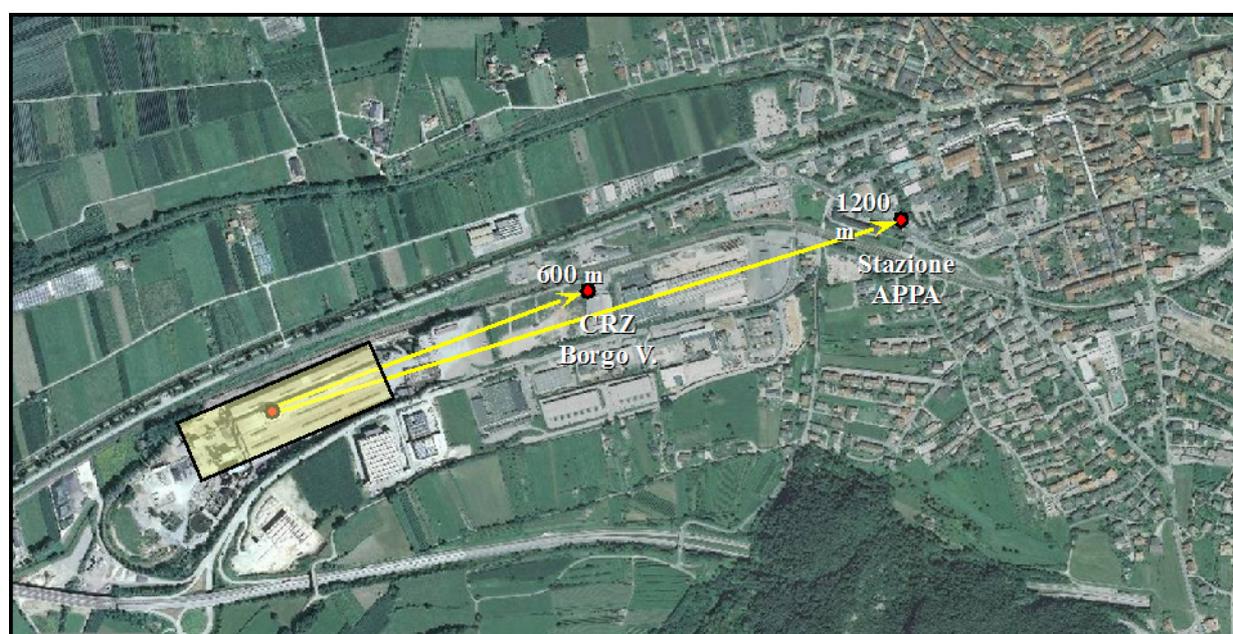


Fig. 2.2: Localizzazione dei siti di campionamento.



Fig. 2.3: Sito di campionamento - CRZ



Fig. 2.4: Sito di campionamento – 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. 2.5) 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).



Fig. 2.5: Deposimetro di tipo “bulk” e bottiglie di raccolta in polietilene e vetro pyrex.

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

I campioni per la determinazione analitica dei metalli sono stati prelevati presso entrambi i siti di campionamento con frequenza mensile (mediamente 30 giorni \pm 5). I campionamenti sono iniziati nel marzo 2014 (Tab. 2.2).

Tab. 2.2: Campioni raccolti (metalli).

STAZIONE APPA			CRZ		
Codice campione	Start	Stop	Codice campione	Start	Stop
15LA02620	16/04/2015 13:00	25/05/2015 12:00	15LA02621	16/04/2015 16:30	25/05/2015 11:30
15LA03365	25/05/2015 12:15	29/06/2015 10:15	15LA03366	25/05/2015 11:45	29/06/2015 9:45
15LA03875	29/06/2015 10:30	30/07/2015 15:25	15LA03876	29/06/2015 10:00	30/07/2015 16:00
15LA04384	30/07/2015 15:40	31/08/2015 10:10	15LA04385	30/07/2015 16:15	31/08/2015 9:15
15LA05048	31/08/2015 10:25	2/10/2015 16:05	15LA05049	31/08/2015 9:30	2/10/2015 16:40
15LA05683	2/10/2015 16:20	4/11/2015 15:00	15LA05684	2/10/2015 17:00	4/11/2015 15:45
15LA06259	4/11/2015 15:15	3/12/2015 14:50	15LA06260	4/11/2015 16:00	3/12/2015 15:30
16LA00053	3/12/2015 15:10	13/1/2016 14:45	16LA00054	3/12/2015 15:45	13/1/2016 15:10
16LA00439	13/1/2016 15:00	12/2/2016 15:00	16LA00440	13/1/2016 15:25	12/2/2016 15:30
16LA00903	12/2/2016 15:15	11/3/2016 11:30	16LA00904	12/2/2016 15:40	11/3/2016 15:05
16LA01390	11/3/2016 11:45	6/4/2016 14:40	16LA01391	11/3/2016 15:20	6/4/2016 15:25
16LA01965	6/4/2016 14:50	6/5/2016 12:50	16LA01966	6/4/2016 15:30	6/5/2016 14:45

La determinazione analitica di microinquinanti organici è stata effettuata su un campione prelevato presso il sito CRZ nel periodo 31/08/2015 – 2/10/2015, con stabilimento funzionante, in un periodo diverso rispetto alla stagione tardo autunnale indagata lo scorso anno (Tab. 2.3).

Tab. 2.3: Campioni raccolti (microinquinanti organici).

Sito	Start	Stop
CRZ	31/08/2015 9:50	2/10/2015 16:40

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	Policlorodibenzodiossine (PCDD), Policlorodibenzofurani (PCDF), Policlorobifenili (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. Infatti 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'imbuto 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'imbuto viene lavato con acetone, raccogliendo i lavaggi in una beuta (diversa da quella con l'acqua). Infine, l'imbuto 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'imbuto, 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. L'andamento complessivo della piovosità risulta piuttosto anomalo ed irregolare soprattutto nella stagione invernale, caratterizzata da un'alternanza di periodi piovosi e periodi in cui le piogge sono state quasi assenti; è interessante notare come il periodo maggiormente piovoso tra quelli considerati sia quello compreso tra il 12/02 ed l' 11/03/2016, normalmente più secco. Si fa inoltre osservare che il periodo aprile 2015 – aprile 2016 è stato mediamente meno piovoso rispetto al corrispondente periodo precedente.

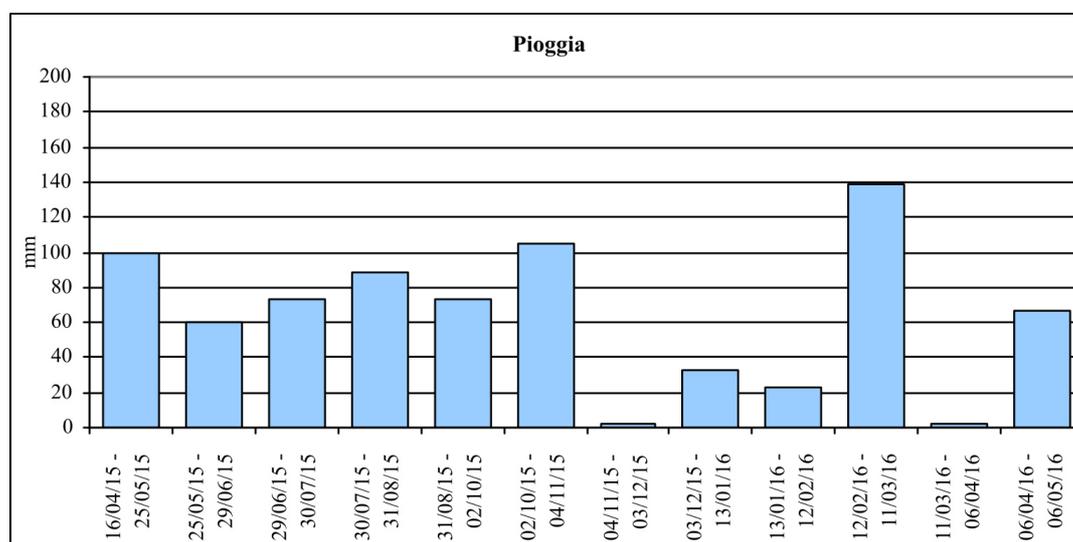


Fig. 3.1: Pioggia cumulata.

3.2 Metalli

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

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

Punto di campion.to	Sb	As	Be	Ba	Cd	Co	Cr	Fe	Mn	Ni	Pb	Cu	Sn	Tl	V	Zn	Mo
Staz. APPA	0,67	0,68	0,11	17,1	0,21	0,52	20,59	1282	55	4,44	11,20	16,8	8,51	0,03	2,95	116	2,91
CRZ	0,47	0,64	0,11	20,1	0,57	0,67	13,28	1486	91	3,39	13,98	13,4	1,04	0,02	3,18	86	1,03

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 totale 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)) [$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \text{ d})$].
Per i valori relativi al periodo 04/03/2014-16/04/2015 si rimanda al precedente report intermedio (APPA Trento, 2015).

Periodo	Sito	s/l	Sb	As	Be	Ba	Cd	Co	Cr	Fe	Mn	Ni	Pb	Cu	Sn	Tl	V	Zn	Mo
16/04/15 - 25/05/15	Staz. APPA	s	0,037	0,24	0,04	6	<0,02	0,24	8,3	985	21,5	1,2	0,4	1,2	1,04	0,012	1,9	5,3	0,44
		l	0,98	0,66	<0,2	<18	0,2	0,49	2,7	778	55,4	2,6	18,3	17	<0,9	<0,04	3	142	0,63
	CRZ	s	0,58	0,67	<0,2	19	2	0,59	3	836	74,8	3,2	23	16	<0,9	<0,04	3,2	96	0,68
		l	0,022	0,24	0,04	6,5	0,034	0,22	12,1	1270	29,3	1,6	0,58	1,6	0,98	0,012	1,94	5,6	0,51
25/05/15 - 29/06/15	Staz. APPA	s	0,016	0,26	0,04	5,8	<0,021	0,2	6,5	1030	13,8	1,1	0,46	1,2	0,57	0,013	2,12	4,9	0,28
		l	0,78	0,56	<0,13	17	0,14	0,5	2,3	803	54,7	2,2	13	17	<0,65	0,022	2,3	110	0,56
	CRZ	s	0,012	0,23	0,04	6,8	<0,021	0,23	10,1	1160	20,7	1,7	0,66	1,4	0,47	0,013	2,31	4,8	0,55
		l	0,46	0,57	<0,12	17	0,27	0,65	2,8	931	82,4	2,9	19	16	<0,59	0,021	2,4	81	0,71
29/06/15 - 30/07/15	Staz. APPA	s	0,019	0,32	0,047	7,1	<0,023	0,21	6,1	1080	13,9	1,3	0,55	1,3	0,93	0,016	2,3	5,1	0,37
		l	0,91	0,75	<0,16	18,2	0,16	0,58	2,5	924	46,5	2,6	24,8	19,5	<0,81	<0,032	2,7	102	0,66
	CRZ	s	0,022	0,2	0,031	5,7	<0,023	0,18	7,4	848	16,9	1,3	0,52	1,3	0,68	0,01	1,8	6,8	0,44
		l	0,59	0,54	<0,16	15,4	0,15	0,46	2,2	654	46,4	1,8	27,2	16,1	<0,80	<0,032	2,3	58,7	0,67
30/07/15 - 31/08/15	Staz. APPA	s	0,039	0,14	<0,023	3,4	<0,023	0,089	2,9	437	7,5	0,56	0,36	1	0,65	0,0053	0,85	5,7	0,25
		l	0,9	0,53	<0,20	<20	0,2	0,25	1,6	417	21,3	1,7	19	13,2	<1,0	<0,039	1,4	102	0,42
	CRZ	s	0,024	0,14	<0,023	4,8	<0,023	0,1	3,4	430	8,4	0,71	0,5	1,1	0,48	0,0056	0,87	9,2	0,28
		l	0,44	0,61	<0,19	<19	0,22	0,27	1,4	431	22	1,7	20,5	11	<1,0	<0,038	1,5	55	0,39
31/08/15 - 02/10/15	Staz. APPA	s	0,05	0,18	<0,022	4,1	0,1	0,12	5	647	13,9	0,92	0,39	1,3	0,7	0,0067	1,1	8,2	0,37
		l	0,63	0,48	<0,21	<21	<0,21	0,25	1,9	377	31,9	1,7	9,8	20	<1,0	0,041	1,4	80	0,5
	CRZ	s	0,035	0,19	<0,022	5,1	<0,022	0,16	8,3	799	24,6	1,1	0,75	1,5	0,54	0,008	1,2	11	0,4
		l	0,59	0,82	<0,20	<20	0,32	0,59	2,8	560	51,8	3,3	12	12	<1,0	<0,040	2,1	112	0,53
02/10/15 - 04/11/15	Staz. APPA	s	0,067	0,12	<0,022	2,8	0,039	0,079	4,3	430	14,1	0,49	0,33	1,1	0,52	<0,0044	0,55	8,7	0,42
		l	0,53	<0,53	<0,27	<27	<0,27	<0,27	<1,1	185	18,7	<1,6	5,6	8,2	<1,3	<0,053	0,82	74	<0,53
	CRZ	s	0,042	0,061	<0,26	<2,2	<0,021	0,067	5,6	524	24,4	0,63	0,41	1,1	0,27	<0,0044	0,47	5,3	0,41
		l	0,44	<0,51	<0,26	<26	<0,26	<0,26	1,4	198	29,4	<1,5	8,7	7,2	<1,23	<0,051	1	79	<0,51
04/11/15 - 03/12/15	Staz. APPA	s	0,13	0,3	<0,025	6,2	<0,025	0,15	7,5	761	26	0,82	0,57	2	0,65	0,0072	1,1	9,5	0,65
		l	0,17	0,17	<0,039	7,3	0,055	0,25	1,3	248	37	0,89	4	13	0,47	<0,0079	0,61	63	0,24
	CRZ	s	0,1	0,35	<0,025	8,6	<0,025	0,23	28	1680	126	1,7	1,4	3,9	0,69	0,0073	1,9	13	0,85
		l	0,13	0,15	<0,035	7,7	0,064	0,13	1,3	167	40	0,84	4,1	6,5	0,32	<0,0071	0,82	35	0,18
03/12/15 - 13/01/16	Staz. APPA	s	0,076	0,074	<0,018	2,5	<0,018	0,064	5,1	420	15	0,53	0,21	1,1	0,48	<0,0035	0,48	4,3	0,62
		l	0,45	0,18	<0,090	8,2	<0,090	0,16	1,3	235	40	1,1	3,8	10	0,8	<0,018	0,58	69	0,46
	CRZ	s	0,056	0,076	<0,018	2,6	<0,018	0,084	9,1	603	30	0,73	0,35	1,3	0,38	<0,0035	0,57	7,6	0,67
		l	0,32	0,22	<0,089	8,7	0,37	0,29	2,1	243	82	0,94	6,1	6,4	0,62	<0,018	0,9	38	0,37
13/01/16 - 12/02/16	Staz. APPA	s	0,061	0,16	<0,024	4,5	<0,024	0,12	8,8	704	27	1,4	0,38	1,6	0,52	0,0061	0,98	8,2	0,68
		l	0,49	0,23	<0,10	11	0,094	0,22	1,9	335	41	2,2	4,2	14	0,87	<0,020	0,83	52	0,54
	CRZ	s	0,053	0,14	<0,024	5,1	<0,024	0,16	20	1120	60	1,3	0,66	2,4	0,56	0,0065	1,3	8,4	0,77
		l	0,36	0,37	<0,10	17	0,11	0,3	3,1	469	87	1,9	8,7	16	0,59	<0,019	1,7	73	0,54
12/02/16 - 11/03/16	Staz. APPA	s	0,029	0,21	0,028	4,8	<0,026	0,2	5,5	881	14	1,4	0,41	1,2	0,6	0,009	1,6	7	0,47
		l	0,48	<0,78	<0,39	<39	<0,39	<0,39	1,7	317	30	2,2	6,8	10	<2,0	<0,078	1,3	66	<0,78
	CRZ	s	0,01	0,16	0,024	4,8	<0,026	0,22	11	1051	25	1,7	0,53	1,6	0,32	0,0079	1,5	6,8	0,48
		l	0,4	<0,82	<0,41	<41	1,5	1,8	2,2	322	44	3,8	9,4	9,4	<2,0	<0,082	1,5	101	<0,82
11/03/16 - 06/04/16	Staz. APPA	s	0,034	0,19	<0,028	5,1	<0,028	0,15	2,4	521	7,9	0,63	0,55	1,2	0,28	0,007	1,1	6,3	0,37
		l	0,14	0,13	<0,033	4,8	0,034	0,16	4,1	196	17	1,9	3	7,4	0,3	<0,0066	0,42	35	0,21
	CRZ	s	0,027	0,18	<0,028	5,7	0,065	0,16	4,4	685	14	0,88	0,88	1,2	0,25	0,0064	1,2	6,6	0,43
		l	0,16	0,2	<0,034	22	0,11	0,23	5,3	315	51	2,2	5,4	11	0,32	<0,0067	0,65	50	0,62
06/04/16 - 06/05/16	Staz. APPA	s	0,035	0,29	0,045	6,4	<0,024	0,29	10	1220	20	1,7	0,55	1,4	2,3	0,013	2,4	7,1	0,83
		l	0,77	1,3	<0,17	19	0,93	1,2	164	1450	57	23	15	37	93	0,041	3,4	417	26
	CRZ	s	0,019	0,24	0,042	8,1	<0,024	0,24	10	1280	29	1,4	0,49	1,5	0,73	0,012	2,3	8,5	0,44
		l	0,65	0,61	<0,16	20	1,2	0,62	4,1	1270	68	2,9	13	14	<0,81	<0,032	2,5	160	0,7

Tab. 3.3: Metalli nelle deposizioni – valori totali [$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \text{ d})$].
 Per i valori relativi al periodo 04/03/2014-16/04/2015 si rimanda al precedente report intermedio (APPA Trento, 2015).

Periodo	Sito	Sb	As	Be	Ba	Cd	Co	Cr	Fe	Mn	Ni	Pb	Cu	Sn	Tl	V	Zn	Mo
16/04/15 - 25/05/15	Staz. APPA	1,02	0,90	0,14 *	15,0 *	0,21 *	0,73	11,00	1763	77	3,80	18,70	18,2	1,49 *	0,032 *	4,90	147	1,07
	CRZ	0,60	0,91	0,14 *	25,5	2,03	0,81	15,10	2106	104	4,80	23,58	17,6	1,43 *	0,032 *	5,14	102	1,19
25/05/15 - 29/06/15	Staz. APPA	0,80	0,82	0,11 *	22,8	0,15 *	0,70	8,80	1833	69	3,30	13,46	18,2	0,90 *	0,035	4,42	115	0,84
	CRZ	0,47	0,80	0,10 *	23,8	0,28 *	0,88	12,90	2091	103	4,60	19,66	17,4	0,77 *	0,034	4,71	86	1,26
29/06/15 - 30/07/15	Staz. APPA	0,93	1,07	0,13 *	25,3	0,17 *	0,79	8,60	2004	60	3,90	25,35	20,8	1,34 *	0,032 *	5,00	107	1,03
	CRZ	0,61	0,74	0,11 *	21,1	0,16 *	0,64	9,60	1502	63	3,10	27,72	17,4	1,08 *	0,026 *	4,10	66	1,11
30/07/15 - 31/08/15	Staz. APPA	0,94	0,67	0,11 *	13,4 *	0,21 *	0,34	4,50	854	29	2,26	19,36	14,2	1,15 *	0,025 *	2,25	108	0,67
	CRZ	0,46	0,75	0,11 *	14,3 *	0,23 *	0,37	4,80	861	30	2,41	21,00	12,1	0,98 *	0,025 *	2,37	64	0,67
31/08/15 - 02/10/15	Staz. APPA	0,68	0,66	0,12 *	14,6 *	0,21 *	0,37	6,90	1024	46	2,62	10,19	21,3	1,20 *	0,048	2,50	88	0,87
	CRZ	0,63	1,01	0,11 *	15,1 *	0,33 *	0,75	11,10	1359	76	4,40	12,75	13,5	1,04 *	0,028 *	3,30	123	0,93
02/10/15 - 04/11/15	Staz. APPA	0,60	0,39 *	0,15 *	16,3 *	0,17 *	0,21 *	4,85 *	615	33	1,29 *	5,93	9,3	1,17 *	0,029 *	1,37	83	0,69 *
	CRZ	0,48	0,32 *	0,26 *	14,1 *	0,14 *	0,20 *	7,00	722	54	1,38 *	9,11	8,3	0,89 *	0,028 *	1,47	84	0,67 *
04/11/15 - 03/12/15	Staz. APPA	0,30	0,47	0,03 *	13,5	0,07 *	0,40	8,80	1009	63	1,71	4,57	15,0	1,12	0,011 *	1,71	73	0,89
	CRZ	0,23	0,50	0,03 *	16,3	0,08 *	0,36	29,30	1847	166	2,54	5,50	10,4	1,01	0,011 *	2,72	48	1,03
03/12/15 - 13/01/16	Staz. APPA	0,53	0,25	0,05 *	10,7	0,05 *	0,22	6,40	655	55	1,63	4,01	11,1	1,28	0,011 *	1,06	73	1,08
	CRZ	0,38	0,30	0,05 *	11,3	0,38 *	0,37	11,20	846	112	1,67	6,45	7,7	1,00	0,011 *	1,47	46	1,04
13/01/16 - 12/02/16	Staz. APPA	0,55	0,39	0,06 *	15,5	0,11 *	0,34	10,70	1039	68	3,60	4,58	15,6	1,39	0,016 *	1,81	60	1,22
	CRZ	0,41	0,51	0,06 *	22,1	0,12 *	0,46	23,10	1589	147	3,20	9,36	18,4	1,15	0,016 *	3,00	81	1,31
12/02/16 - 11/03/16	Staz. APPA	0,51	0,60 *	0,22 *	24,3 *	0,21 *	0,40 *	7,20	1198	44	3,60	7,21	11,2	1,60 *	0,048 *	2,90	73	0,86 *
	CRZ	0,41	0,57 *	0,23 *	25,3 *	1,51 *	2,02	13,20	1373	69	5,50	9,93	11,0	1,32 *	0,049 *	3,00	108	0,89 *
11/03/16 - 06/04/16	Staz. APPA	0,17	0,32	0,03 *	9,9	0,05 *	0,31	6,50	717	25	2,53	3,55	8,6	0,58	0,010 *	1,52	41	0,58
	CRZ	0,19	0,38	0,03 *	27,7	0,18	0,39	9,70	1000	65	3,08	6,28	12,2	0,57	0,010 *	1,85	57	1,05
06/04/16 - 06/05/16	Staz. APPA	0,81	1,59	0,13 *	25,4	0,94 *	1,49	174,00	2670	77	24,70	15,55	38,4	95,30	0,054	5,80	424	26,83
	CRZ	0,67	0,85	0,12 *	28,1	1,21 *	0,86	14,10	2550	97	4,30	13,49	15,5	1,14 *	0,028 *	4,80	169	1,14

*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. Come tendenza generale, si può notare che le maggiori deposizioni sono associabili a periodi di abbondanti precipitazioni; viceversa, si nota che i minimi delle deposizioni sono associati ai periodi in cui la precipitazione è stata scarsa.

Per lo zinco si osserva un dato anomalo riscontrato nell'ultimo periodo (aprile 2016).

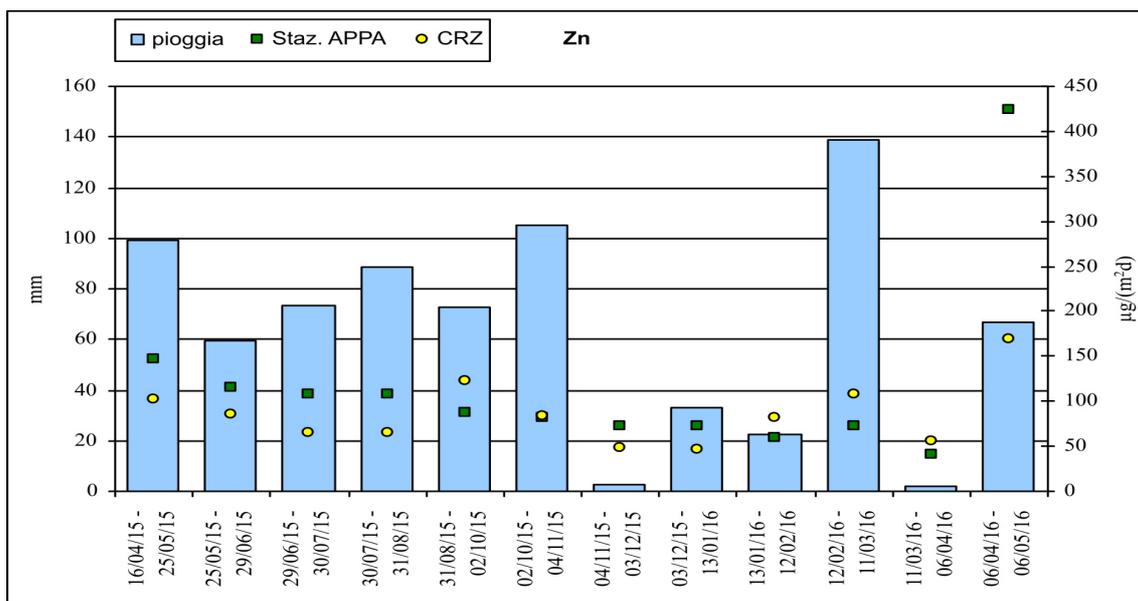


Fig. 3.2: Influenza delle precipitazioni sull'entità delle deposizioni - zinco.

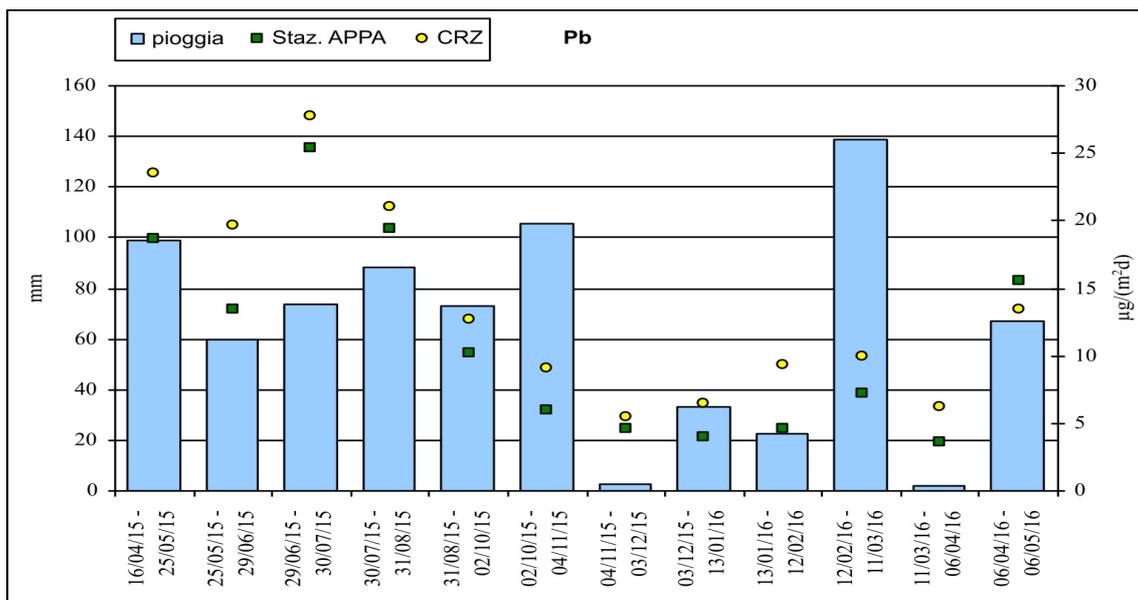


Fig. 3.3: Influenza delle precipitazioni sull'entità delle deposizioni - piombo.

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, 2001).

	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 riferiti alle medie annuali (Tab. 3.5).

Tab. 3.5: Metalli - Valori soglia (medie annuali) 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 tendenzialmente risultano significativamente inferiori ai valori soglia riportati. Anche in questo caso si evidenziano valori anomali per cadmio (periodi 16/4-25/5/2015, 12/2-11/3/2016 e 6/4-6/5/2016), nichel e zinco (entrambi nel periodo 6/4-6/5/2016), i quali tuttavia, considerato che i valori di soglia si riferiscono a medie annuali, devono ritenersi accettabili.

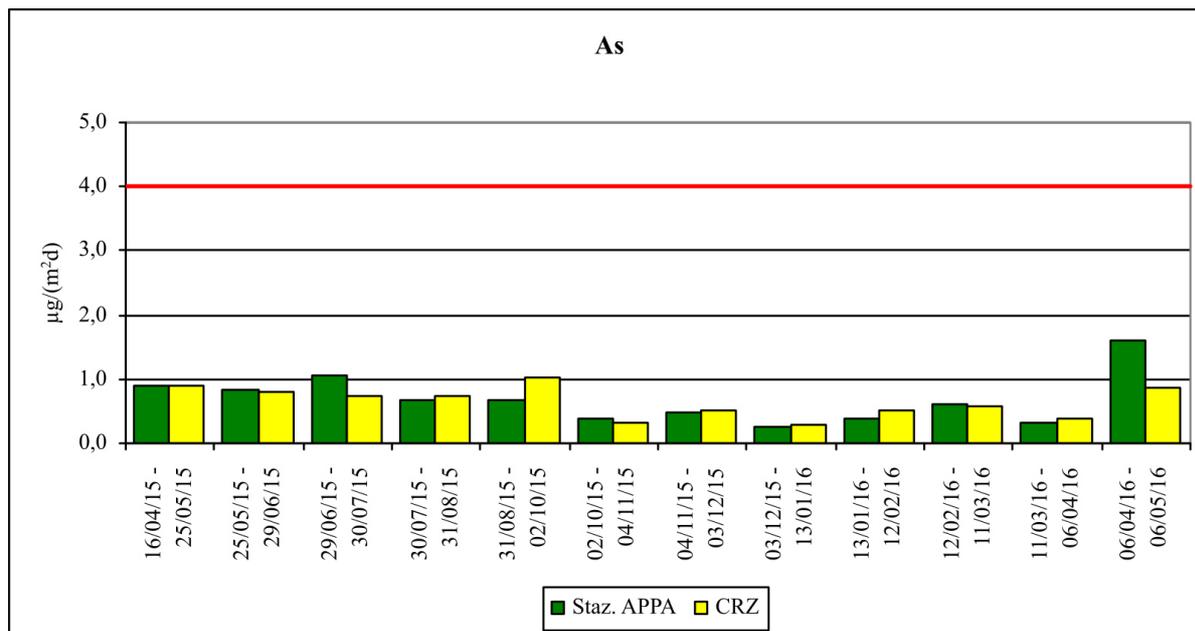


Fig. 3.4: Arsenico – confronto tra le deposizioni rilevate a Borgo Valsugana e il valore soglia in vigore in alcuni paesi europei.

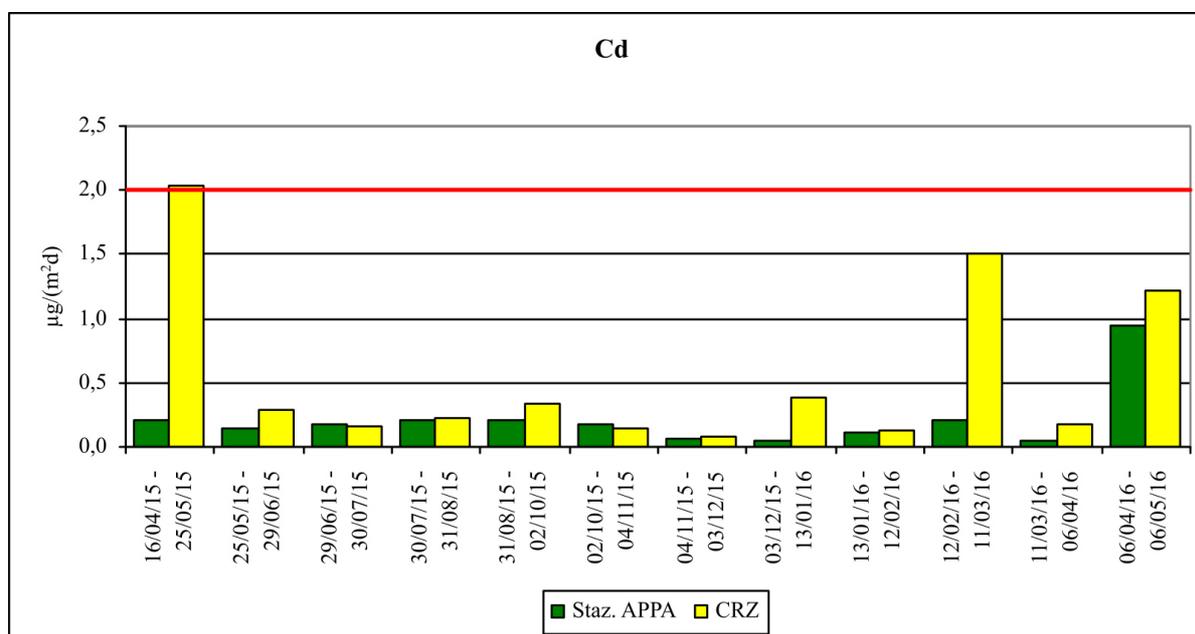


Fig. 3.5: Cadmio – confronto tra le deposizioni rilevate a Borgo Valsugana e il valore soglia in vigore in alcuni paesi europei.

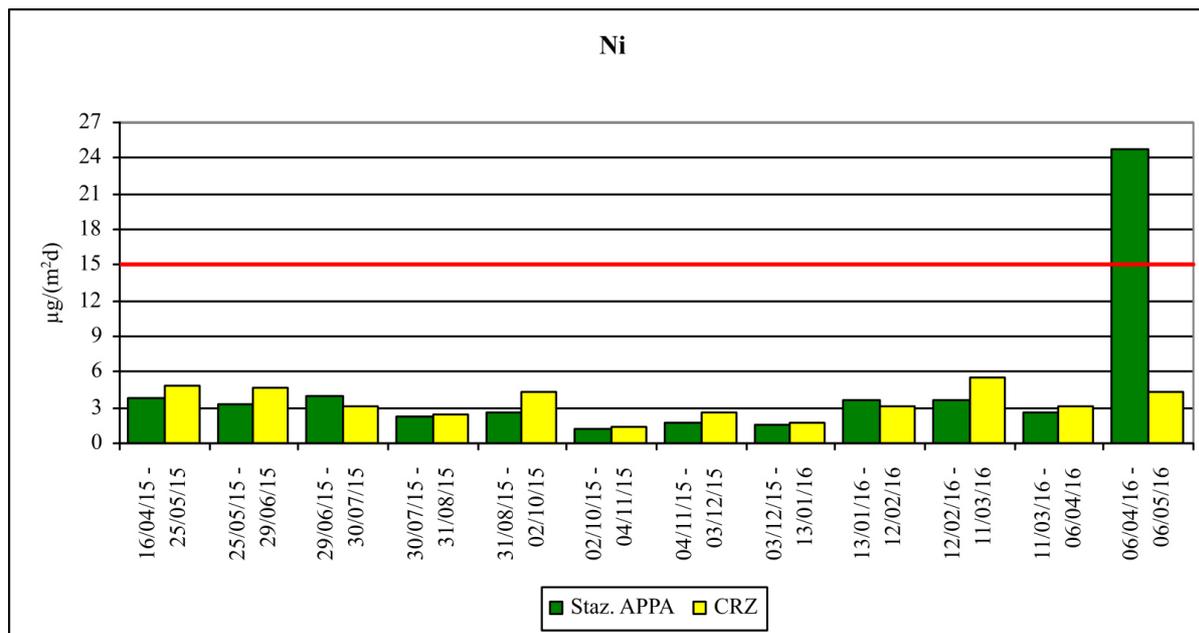


Fig. 3.6: Nichel – confronto tra le deposizioni rilevate a Borgo Valsugana e il valore soglia in vigore in alcuni paesi europei.

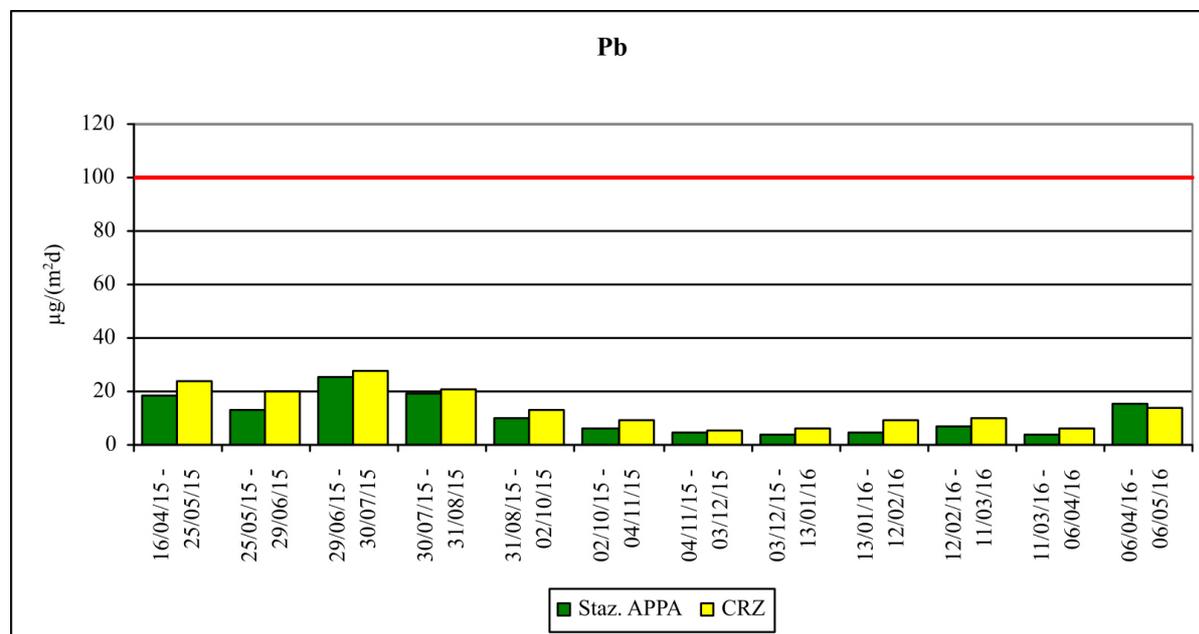


Fig. 3.7: Piombo – confronto tra le deposizioni rilevate a Borgo Valsugana e il valore soglia in vigore in alcuni paesi europei.

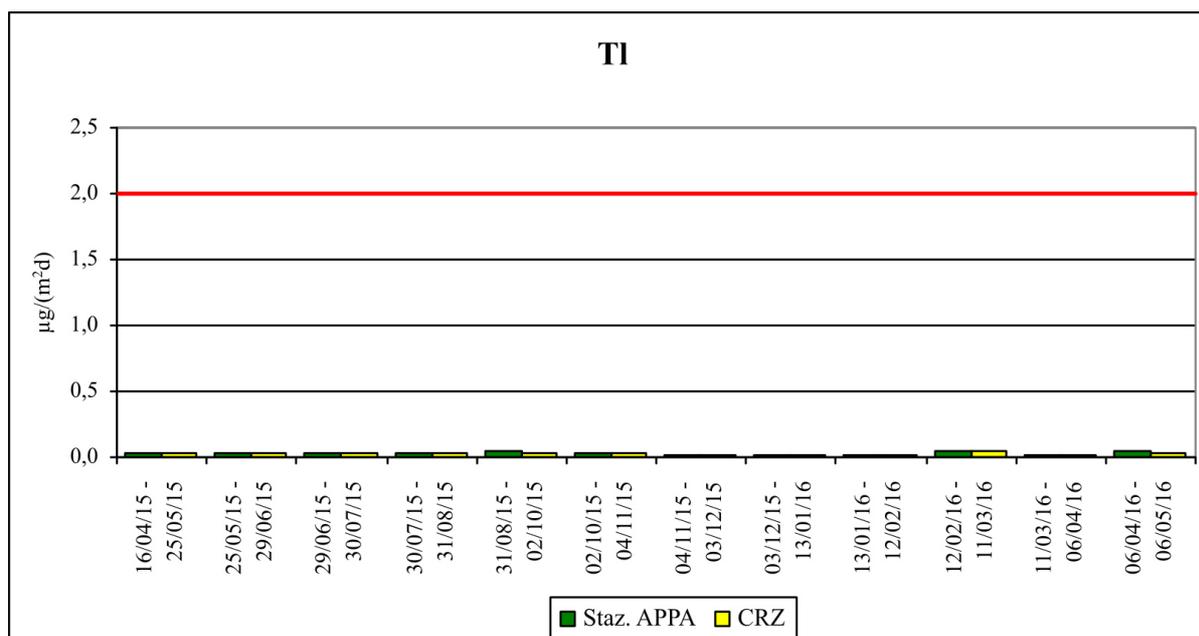


Fig. 3.8: Tallio – confronto tra le deposizioni rilevate a Borgo Valsugana e il valore soglia in vigore in alcuni paesi europei.

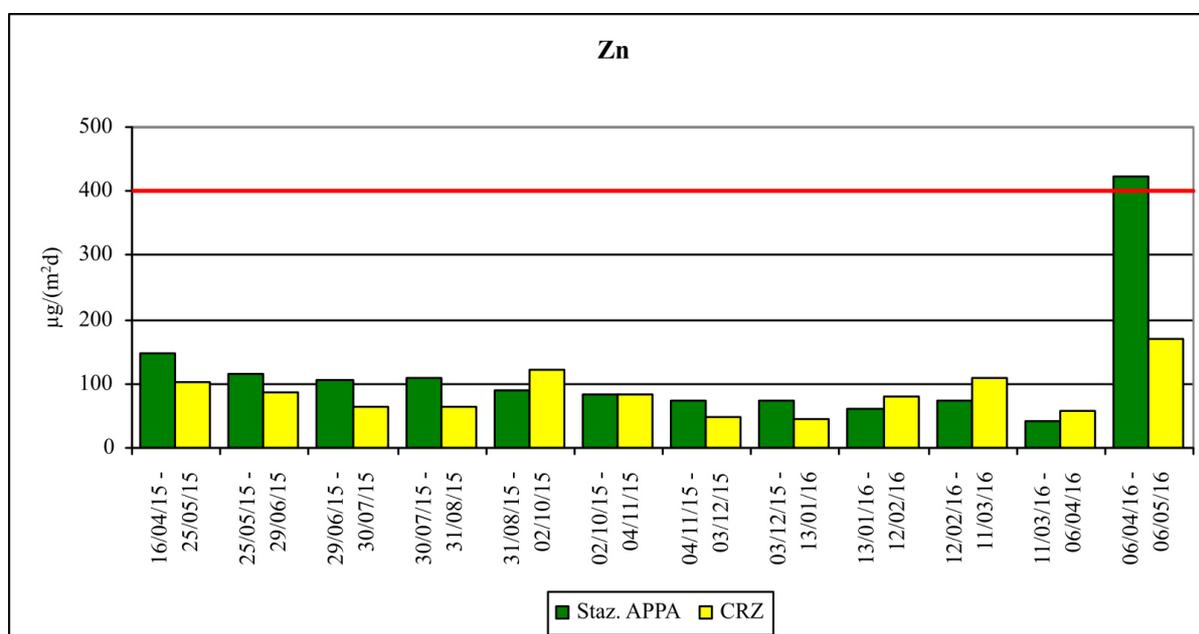


Fig. 3.9: Zinco – confronto tra le deposizioni rilevate a Borgo Valsugana e il valore soglia in vigore in alcuni paesi europei.

Tra i metalli analizzati, quelli da ritenere più significativi in riferimento alla presenza dell'acciaieria, oltre a **piombo** e **zinco** (riportati sopra in Fig. 3.7 e Fig. 3.9) sono **ferro** e **manganese**. Per tali metalli si riportano quindi di seguito i grafici delle deposizioni rilevate nel

corso dell'ultimo anno. I valori rilevati nella campagna in corso confermano una marcata stagionalità delle concentrazioni di inquinanti con valori maggiori nel periodo estivo-autunnale (caratterizzato da piogge abbondanti), evidenziando altresì, rispetto ai precedenti periodi, un leggero aumento delle concentrazioni, soprattutto per ferro e zinco.

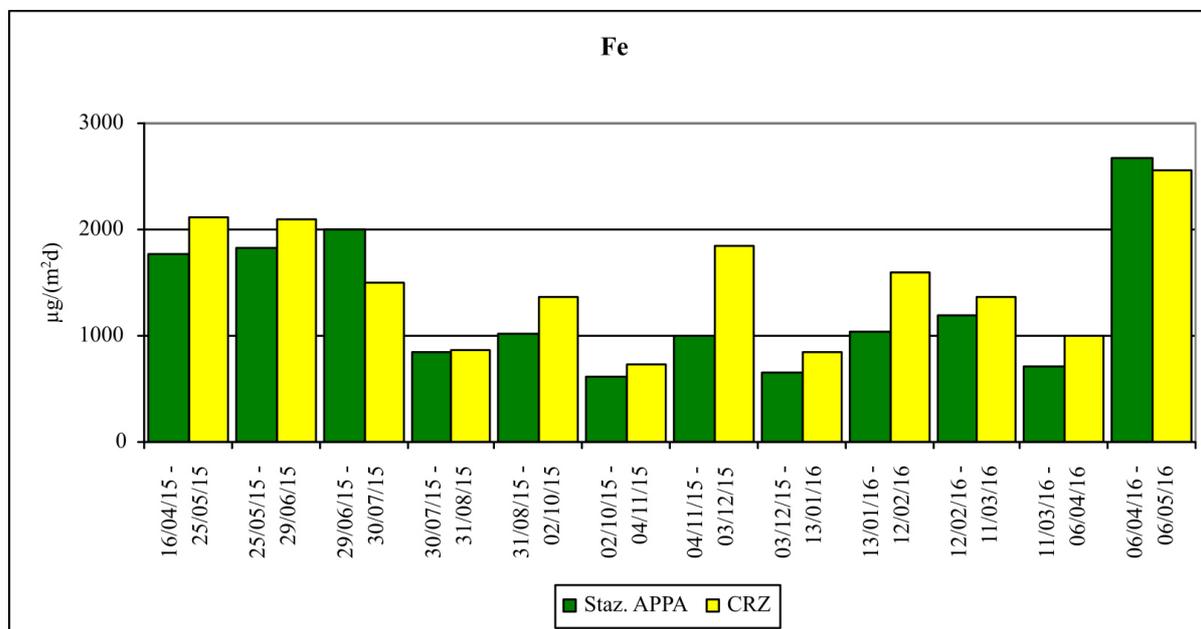


Fig. 3.10: Deposizioni - ferro.

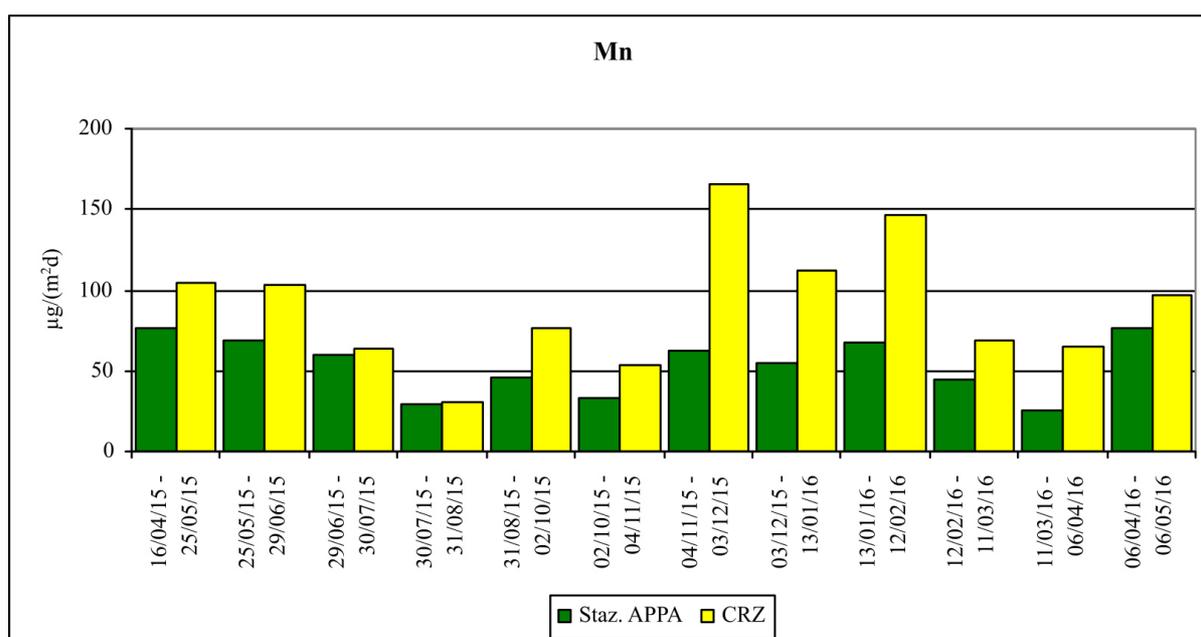


Fig. 3.11: Deposizioni - manganese.

3.2.1 Considerazioni sulle deposizioni dei metalli

Per quanto riguarda i ratei di deposizione misurati in altri siti italiani, si riportano di seguito alcuni confronti. 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.). In particolare, i valori rilevati in altri siti italiani sono messi a confronto con le deposizioni medie annue dei due siti di Borgo Valsugana valutate nei due periodi annuali oggetto di monitoraggio.

Per l'arsenico (Fig. 3.12), i valori rilevati a Borgo Valsugana sono pari o inferiori a quanto rilevato in altri siti italiani.

Per il cadmio (Fig. 3.13), i valori rilevati a Borgo Valsugana sono fra i più bassi rilevati nell'ambito dei siti italiani individuati.

Per quanto riguarda cromo (Fig. 3.14) e nichel (Fig. 3.15), 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. 3.16) sono allineate a quelle delle altre aree urbane.

In generale, è possibile notare un modesto aumento delle deposizioni medie annue rispetto al periodo precedente. Come già anticipato, tuttavia, i valori medi annui sono considerevolmente inferiori ai valori soglia esistenti per alcuni dei metalli considerati (Tab. 3.5).

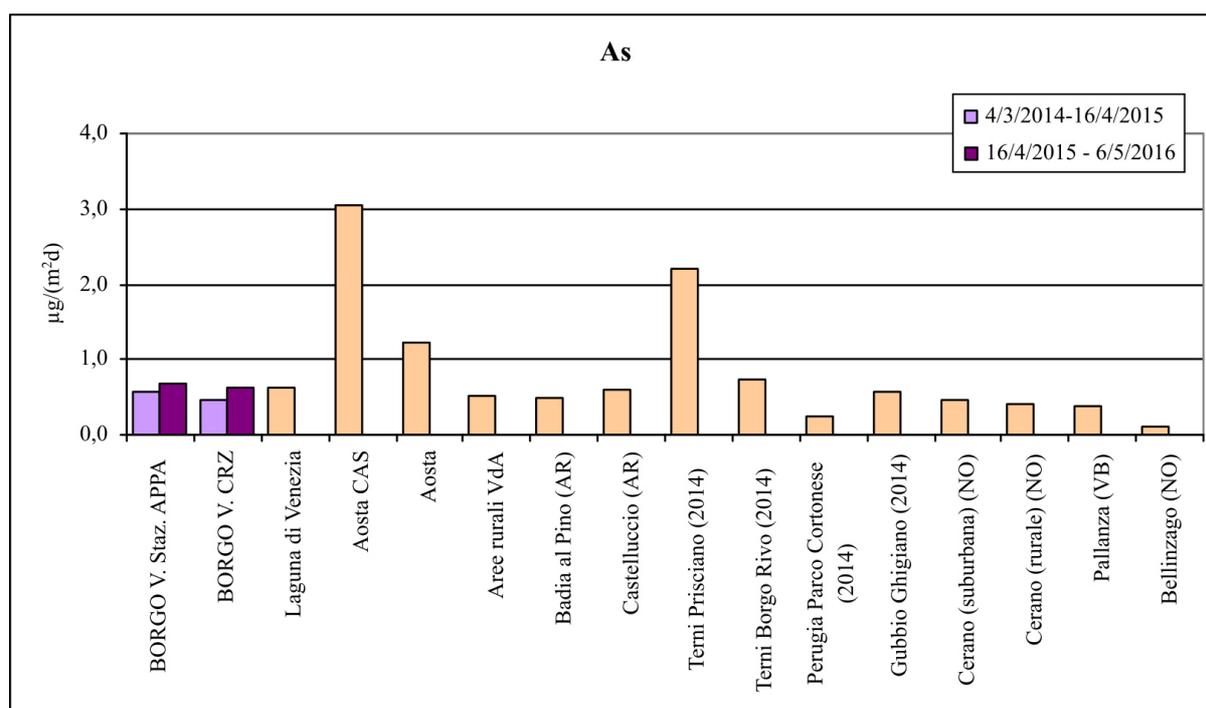


Fig. 3.12: Arsenico – confronto tra le deposizioni rilevate a Borgo Valsugana e i valori rilevati in altri siti italiani.

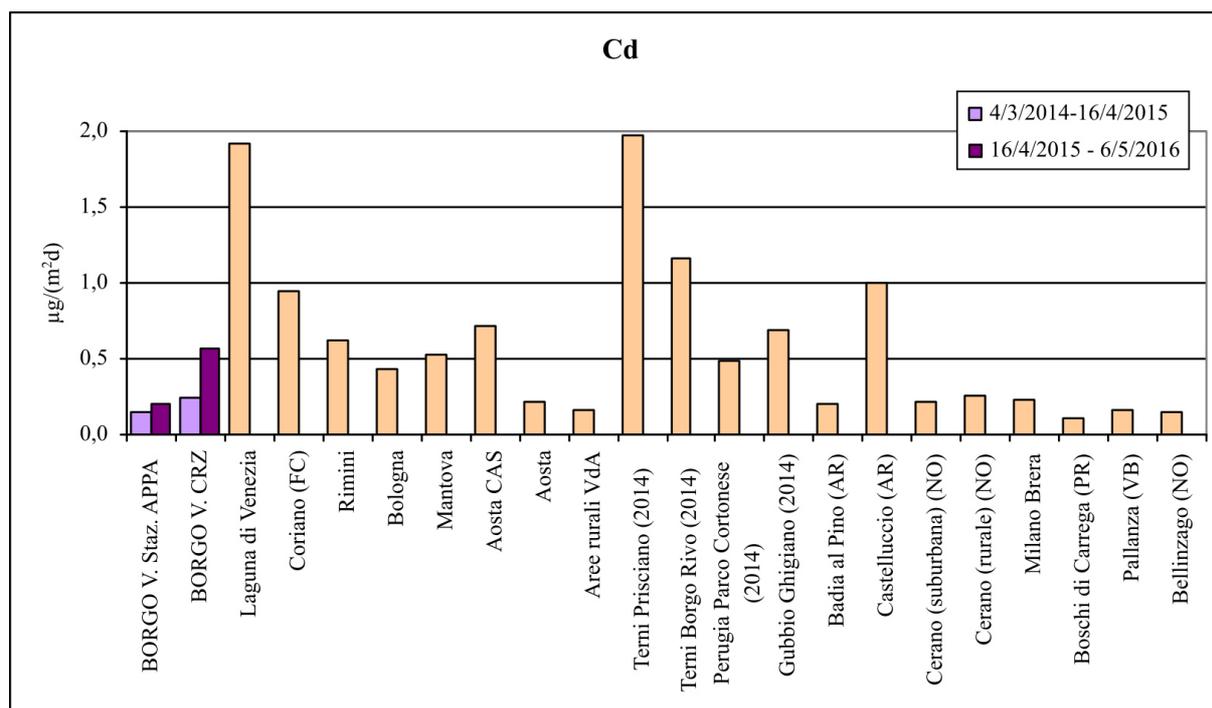


Fig. 3.13: Cadmio – confronto tra le deposizioni rilevate a Borgo Valsugana e i valori rilevati in altri siti italiani.

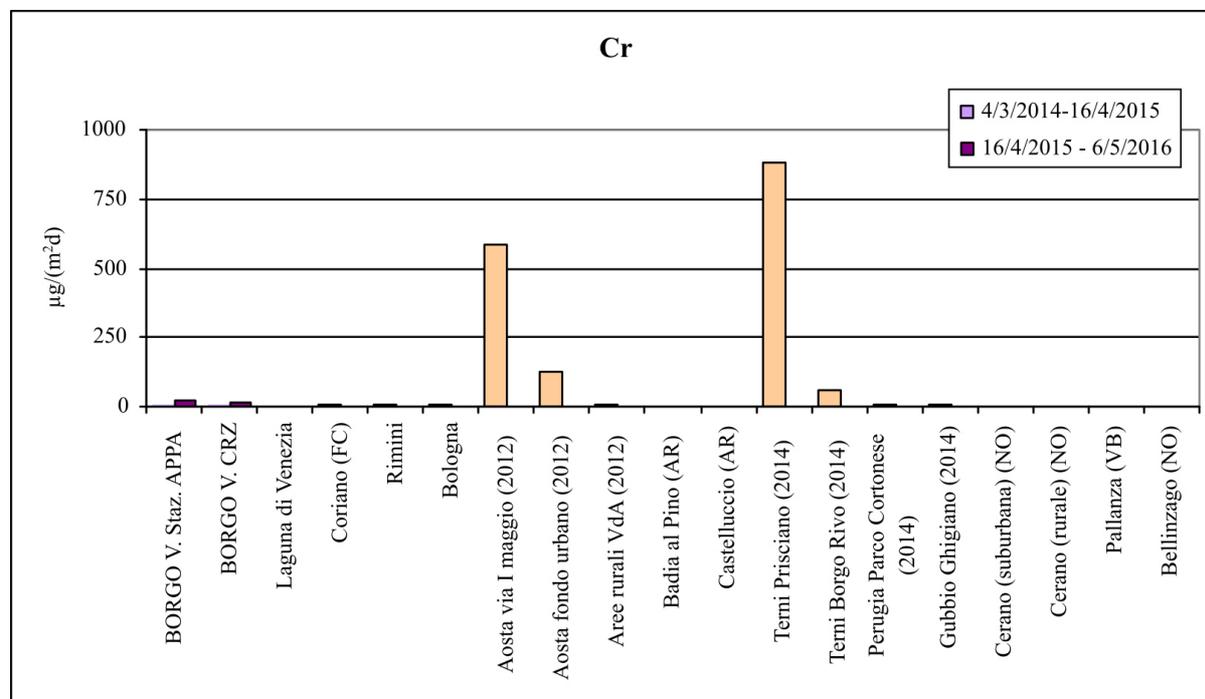


Fig. 3.14: Cromo – confronto tra le deposizioni rilevate a Borgo Valsugana e i valori rilevati in altri siti italiani.

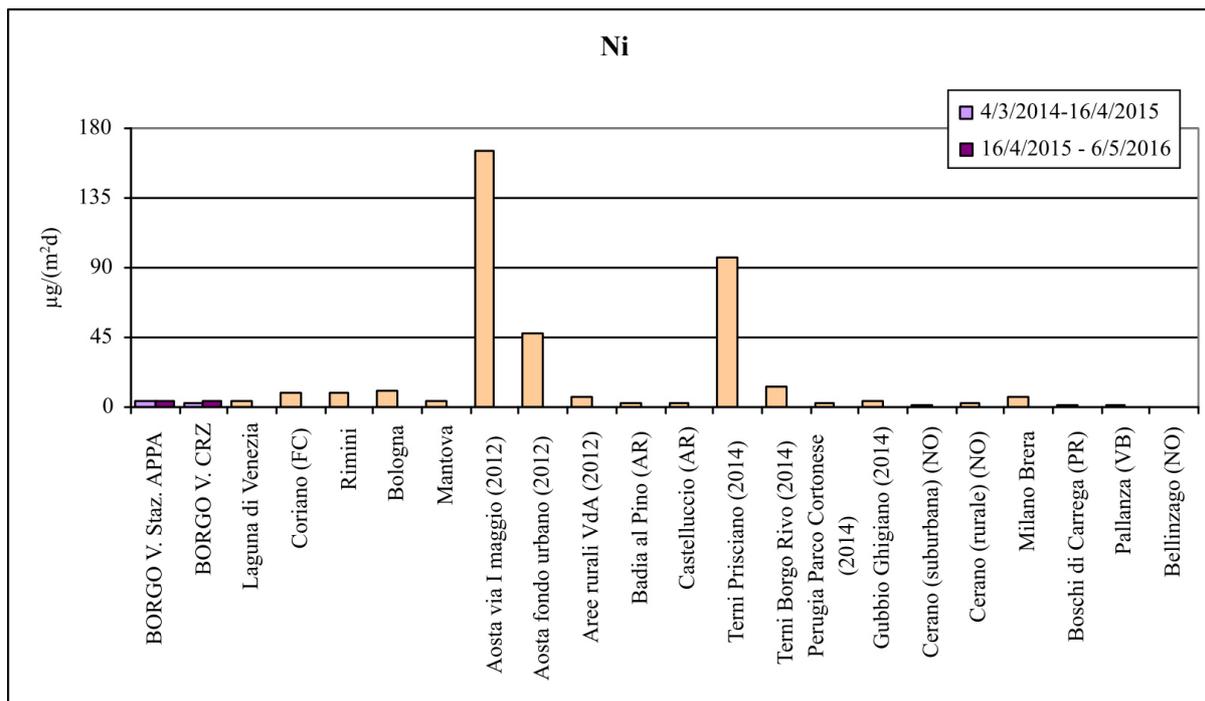


Fig. 3.15: Nichel – confronto tra le deposizioni rilevate a Borgo Valsugana e i valori rilevati in altri siti italiani.

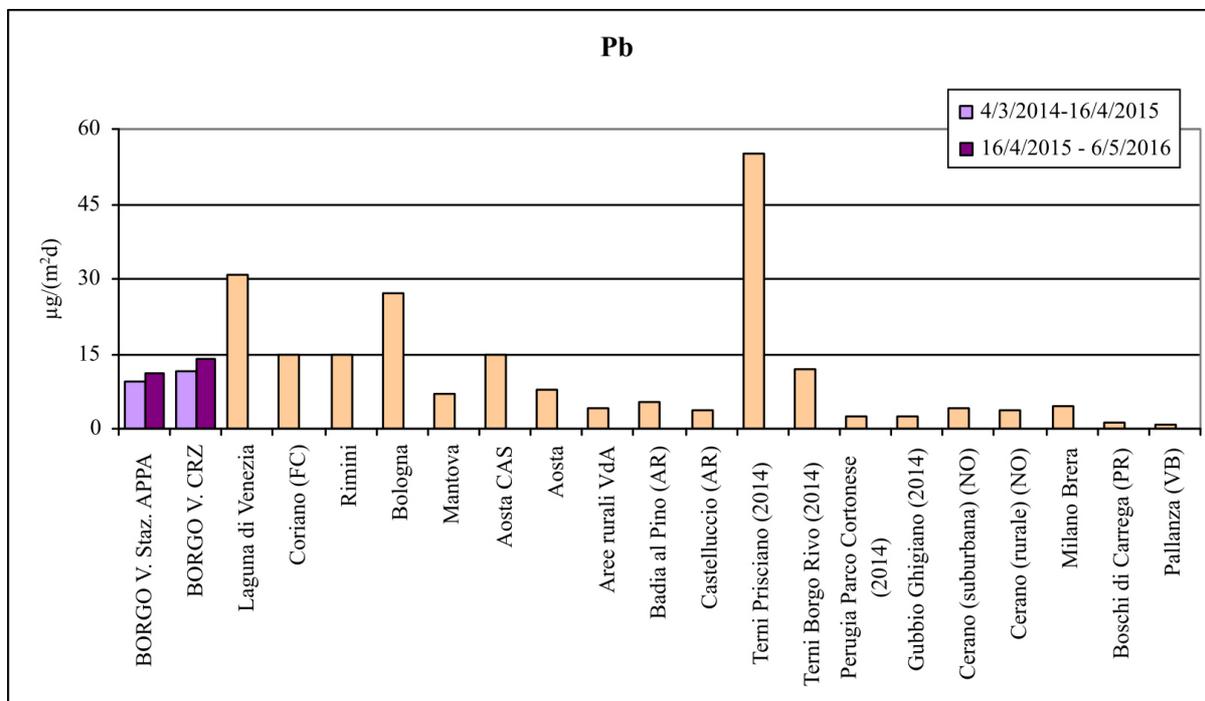


Fig. 3.16: Piombo – confronto tra le deposizioni rilevate a Borgo Valsugana e i valori rilevati in altri siti italiani.

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 31/08/2015 – 2/10/2015. Il periodo scelto si è rivelato essere meno piovoso rispetto al periodo del precedente rapporto (11/11/2014 – 10/12/2014).

Per esprimere il grado di tossicità di PCDD/F e PCB si ricorre al concetto di tossicità equivalente (TEQ), che prevede l'assegnazione di un fattore di equivalenza tossica (TEF) a ciascun congenere presente in PCDD/F e PCB. I valori da assegnare ai fattori di equivalenza tossica sono tabulati sulla base di standard internazionali (I-TEF) e sulla base delle raccomandazioni stabilite dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO-TEF) (Tab. 3.6). La tossicità equivalente viene quindi valutata come sommatoria dei prodotti tra i fattori di tossicità equivalente (Tab. 3.6) dei singoli congeneri e le rispettive concentrazioni rilevate (Tab. 3.7 per PCDD/F e Tab. 3.8 per PCB).

Tab. 3.6: Fattori di tossicità equivalente.

PCDD/F	Fattori di tossicità equivalente		
	WHO 1998	WHO 2005	I-TEF (1988)
2,3,7,8 - TCDD	1	1	1
1,2,3,7,8 - PCDD	1	1	0,5
1,2,3,4,7,8 - HxCDD	0,1	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8 - HxCDD	0,1	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9 - HxCDD	0,1	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8 - HpCDD	0,01	0,01	0,01
OCDD	0,0001	0,0003	0,001
2,3,7,8 - TCDF	0,1	0,1	0,1
1,2,3,7,8 - PCDF	0,05	0,03	0,05
2,3,4,7,8 - PCDF	0,5	0,3	0,5
1,2,3,4,7,8 - HxCDF	0,1	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8 - HxCDF	0,1	0,1	0,1
2,3,4,6,7,8 - HxCDF	0,1	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9 - HxCDF	0,1	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8 - HpCDF	0,01	0,01	0,01
1,2,3,4,7,8,9 - HpCDF	0,01	0,01	0,01
OCDF	0,0001	0,0003	0,001

PCB	Fattori di tossicità equivalente	
	WHO 1998	WHO 2005
77-CB	0,0001	0,0001
81-CB	0,0001	0,0003
105-CB	0,0001	0,00003
114-CB	0,0005	0,00003
118-CB	0,0001	0,00003
123-CB	0,0001	0,00003
126-CB	0,1	0,1
156-CB	0,0005	0,00003
157-CB	0,0005	0,00003
167-CB	0,00001	0,00003
169-CB	0,01	0,03
189-CB	0,0001	0

3.3.1 PCDD/F

I risultati delle analisi relative alle deposizioni di PCDD/F rilevate nell'ultimo anno di monitoraggio (settembre 2015) e nell'anno precedente (novembre 2014) sono riportati in Tab. 3.7.

Tab. 3.7: PCDD/F.

PCDD/F	Periodo di campionamento	
	11/11/14 10/12/14	31/08/15 02/10/15
	fg/(m ² d)	fg/(m ² d)
2,3,7,8 - TCDD	254	< 200
1,2,3,7,8 - PCDD	546	< 200
1,2,3,4,7,8 - HxCDD	315	224
1,2,3,6,7,8 - HxCDD	572	1111
1,2,3,7,8,9 - HxCDD	466	372
1,2,3,4,6,7,8 - HpCDD	6624	9552
OCDD	27601	93036
2,3,7,8 - TCDF	761	560
1,2,3,7,8 - PCDF	2923	366
2,3,4,7,8 - PCDF	2888	543
1,2,3,4,7,8 - HxCDF	2042	357
1,2,3,6,7,8 - HxCDF	2194	294
2,3,4,6,7,8 - HxCDF	2082	427
1,2,3,7,8,9 - HxCDF	1795	< 200
1,2,3,4,6,7,8 - HpCDF	4779	2518
1,2,3,4,7,8,9 - HpCDF	1337	< 800
OCDF	4782	3401
TEQ I-TEF (1988)	pg/(m² d)	3,30
TEQ WHO 1998		3,54
TEQ WHO 2005		2,91
		1,01
		0,97
		0,87

Il profilo dei congeneri di PCDD/F è riportato in Fig. 3.17 (quantitativo depositato, rappresentato in scala logaritmica per chiarezza di lettura) e in Fig. 3.18 (tossicità equivalente, calcolata sulla base dei fattori di tossicità I-TEF).

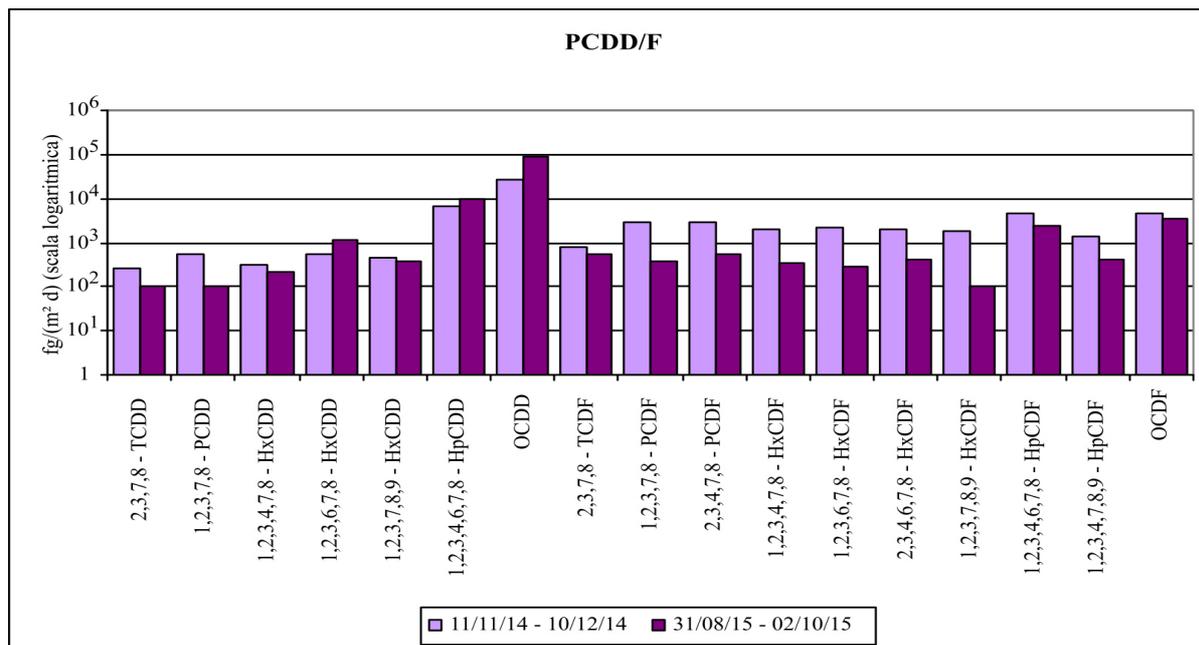


Fig. 3.17: Profilo PCDD/F – totale (scala logaritmica).

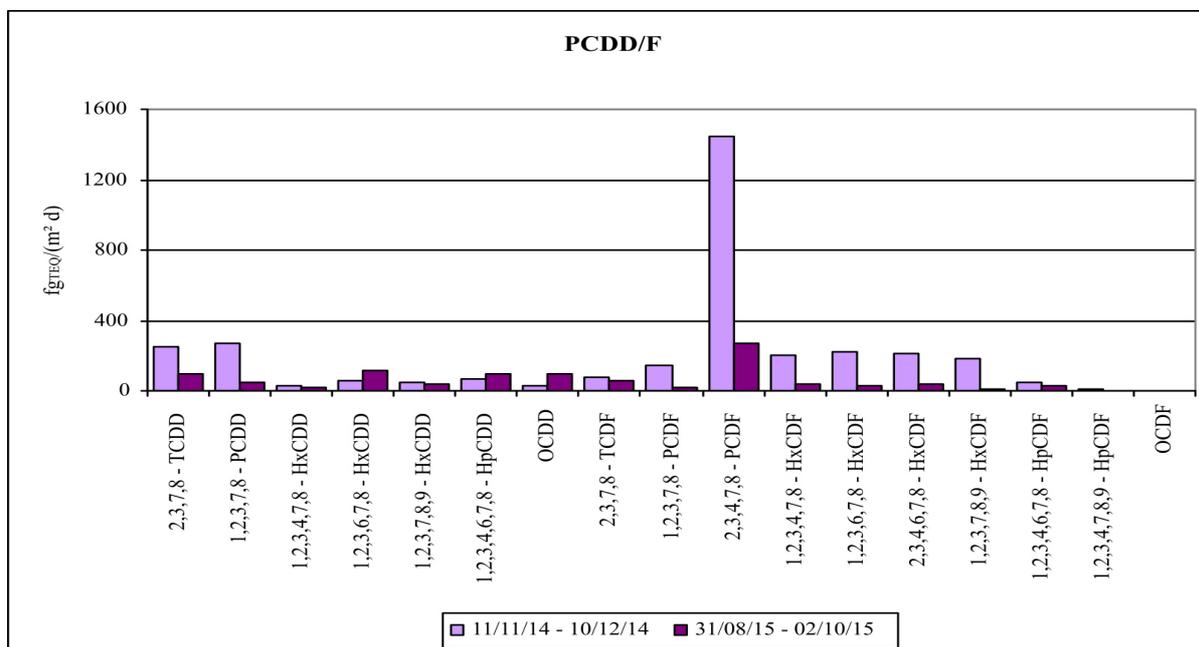


Fig. 3.18: Profilo PCDD/F – I-TEQ.

3.3.2 PCB

I risultati delle analisi relative alle deposizioni di PCB-dioxin like (dl-PCB) rilevate nell'ultimo anno di monitoraggio (settembre 2015) e nell'anno precedente (novembre 2014) sono riportati in Tab. 3.8.

Il profilo dei congeneri è riportato in Fig. 3.19 (quantitativo depositato rappresentato in scala logaritmica per chiarezza di lettura) e in Fig. 3.20 (tossicità equivalente, calcolata sulla base dei fattori di tossicità WHO 2005 – TEF).

Tab. 3.8: dl-PCB.

		Periodo di campionamento	
		11/11/14 10/12/14	31/08/15 02/10/15
PCB		fg/(m ² d)	fg/(m ² d)
77-CB		18042	10261
81-CB		< 1000	< 1000
105-CB		111883	254106
114-CB		2024	1930
118-CB		244027	808279
123-CB		12648	11841
126-CB		4816	< 1000
156-CB		53100	271478
157-CB		6196	6558
167-CB		12550	115408
169-CB		6606	< 1000
189-CB		9682	< 5000
TEQ WHO 1998	fg/(m² d)	618	305
TEQ WHO 2005		695	110

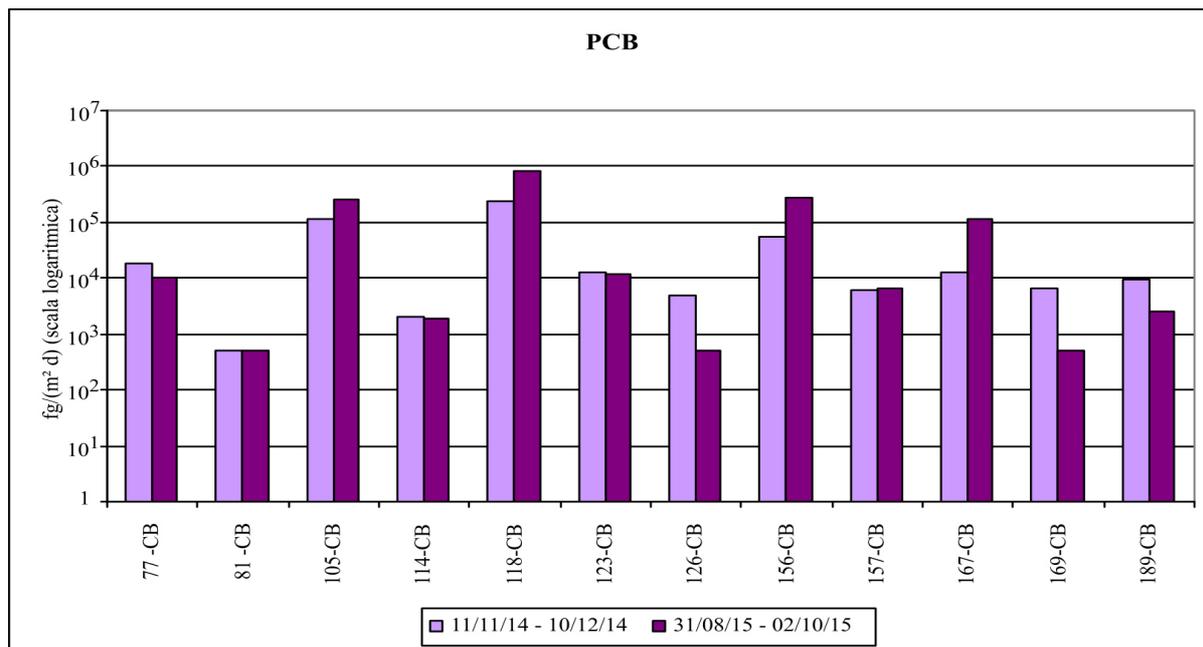


Fig. 3.19: Profilo PCB – totale (scala logaritmica).

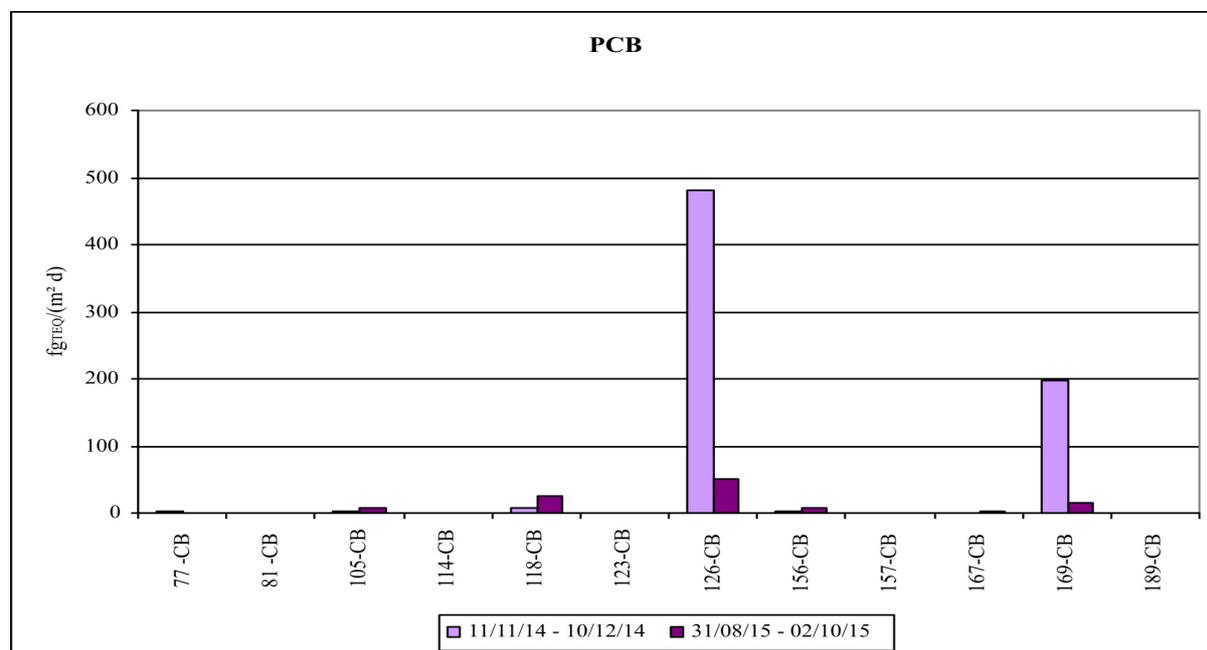


Fig. 3.20: Profilo PCB – WHO 2005 -TEQ.

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 tra i due recenti campionamenti rientrano nella variabilità insita nella tipologia di indagine, significativamente influenzata dalle condizioni stagionali e meteorologiche di ciascun periodo di osservazione. In particolare, rispetto all'anno precedente, nell'ultimo anno si osserva una riduzione di PCDD/F a valori pari ad un terzo (per tutti i criteri di valutazione considerati, I-TEF e WHO-TEF), e una riduzione di dl-PCB compresa tra la metà e un sesto (a seconda del criterio di valutazione, WHO 1998 e WHO 2005); tale riduzione può essere giustificata dal fatto che l'ultimo campionamento è stato effettuato nel mese di settembre, con un contributo degli impianti di riscaldamento verosimilmente trascurabile (a differenza del precedente campionamento effettuato a cavallo dei mesi di novembre e dicembre).

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. Anche in questo caso, quindi, 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 e dall'Unione Europea.

Entrambi i valori delle deposizioni di PCDD/F rilevati espressi in termini di tossicità equivalente I - TEQ (pari a 3,30 pg_{I-TEQ}/(m² d) e rispettivamente 1,01 pg_{I-TEQ}/(m² d) risultano riconducibili a valori tipici di siti rurali (Tab. 3.9).

Tab. 3.9: 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. 3.10) 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. 3.10: PCDD/F - Valori misurati in alcuni siti italiani [$\text{pg}_{\text{L-TEQ}}/(\text{m}^2 \text{ d})$] (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 1998*) 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 (Tolerable Daily Intake)* pari a $1 - 4 \text{ pg}_{\text{WHO 1998-TEQ}}/\text{kg}_{\text{peso corporeo}}$ definito dall'Organizzazione mondiale della sanità nel 1998 (European Commission, 2001b).

La regione delle Fiandre (Belgio) ha adottato un *TDI* pari a $3 \text{ pg}_{\text{WHO 1998-TEQ}}/\text{kg}_{\text{peso corporeo}}$.

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. 3.11).

Successivamente, è stata stimata la deposizione media annua di PCDD/F e dl-PCB associabile al valore *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. 3.11).

Tab. 3.11: Corrispondenza tra TDI/TWI e deposizione.

	Dose tollerabile [pg WHO 1998-TEQ/kg peso corporeo]		Siti urbani [pg WHO 1998-TEQ/(m ² d)]		Fonte
	TDI	TDI	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

Le deposizioni medie giornaliere di **PCDD/F** e **dl-PCB** rilevate a Borgo Valsugana in un mese di campionamento sono pari a 1,3 pg_{WHO 1998-TEQ}/(m² d) e risultano dunque inferiori sia alla soglia di 6,8 pg_{WHO 1998-TEQ}/(m² d) corrispondente ad un TDI di 1 pg_{WHO 1998-TEQ}/kg peso corporeo, sia alla soglia di 21 pg_{WHO 1998-TEQ}/(m² d) corrispondente ad un TWI di 14 pg_{WHO 1998-TEQ}/kg peso corporeo (Fig. 3.21).

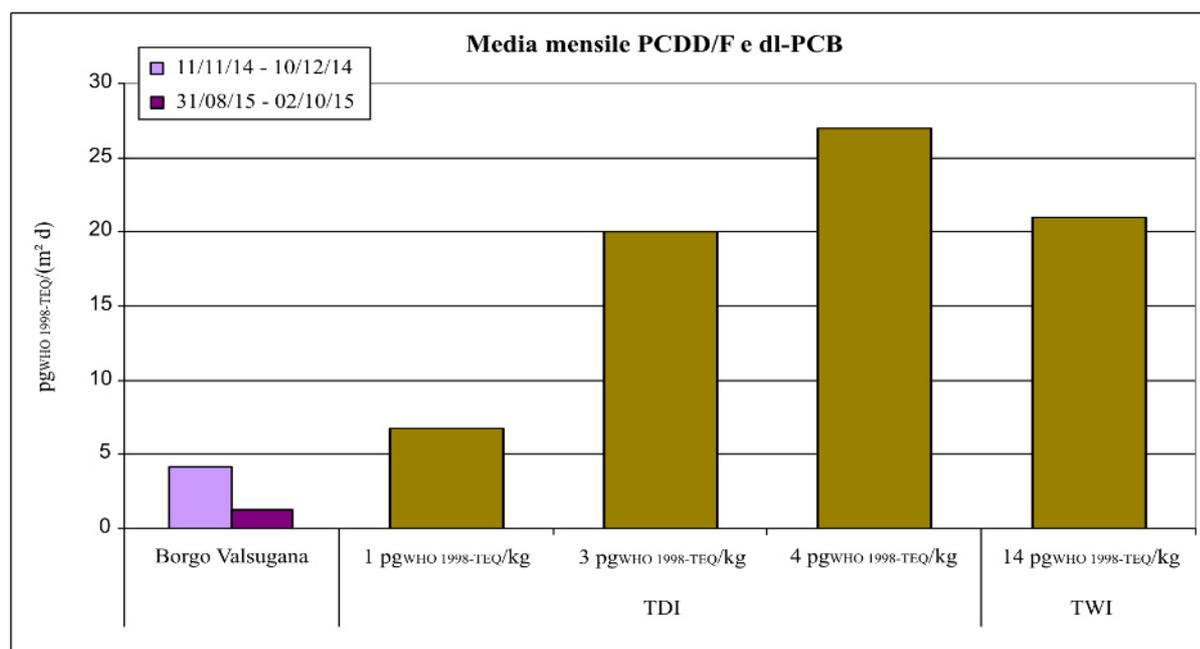


Fig. 3.21: Confronto tra i valori di PCDD/F e dl-PCB rilevati a Borgo Valsugana e le medie mensili corrispondenti a diversi valori guida.

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.

Nel secondo anno di indagine sono stati raccolti 24 campioni per la determinazione dei metalli in due posizioni distanti rispettivamente circa 600 e 1200 metri in direzione E dall'acciaieria, e 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 durante il mese di settembre 2015, 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 standard 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	0,64	(15,97%)	0,68	(16,89%)
Cd Cadmio	2	0,57	(28,64%)	0,21	(10,42%)
Ni Nichel	15	3,39	(22,61%)	4,44	(29,60%)
Pb Piombo	100	14,0	(13,98%)	11,20	(11,20%)
Tl Tallio	2	0,02	(1,24%)	0,03	(1,45%)
Zn Zinco	400	86	(21,39%)	116	(29,02%)

Complessivamente, i valori rilevati nella campagna oggetto del presente rapporto evidenziano un leggero aumento delle deposizioni di alcuni metalli (soprattutto Ferro, Cadmio, Zinco) rispetto all'anno precedente, rimanendo comunque a valori ampiamente inferiori rispetto agli standard internazionali.

Lo Zinco ed il Nichel risultano inferiori a circa un quarto dei rispettivi standard; l'Arsenico e il Piombo registrano valori tra un sesto ed un ottavo dei relativi standard; il Cadmio si attesta su valori pari a circa un quarto del rispettivo standard presso la stazione posta in corrispondenza del CRZ e su valori pari a circa un decimo del relativo standard per la stazione fissa APPA; il Tallio risulta pressoché assente.

Per quanto riguarda le deposizioni di **PCDD/F** e **PCB**, le differenze rilevate, rispetto ai dati raccolti in precedenza, evidenziano variazioni verosimilmente dipendenti dalle condizioni stagionali e meteorologiche del periodo di osservazione.

La deposizione di PCDD/F, espressa in termini di tossicità equivalente I-TEF, rilevata nel mese di settembre 2015 risulta pari a $1,01 \text{ pg}_{\text{I-TEQ}}/(\text{m}^2 \text{ d})$, 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). Inoltre, la deposizione di PCDD/F è risultata pari a circa un terzo rispetto a quella rilevata nell'anno precedente ($3,30 \text{ pg}_{\text{I-TEQ}}/(\text{m}^2 \text{ d})$ nel periodo a cavallo dei mesi di novembre e dicembre 2014, periodo in cui il contributo degli impianti di riscaldamento è più significativo).

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 ($1 - 4 \text{ pg}_{\text{WHO 1998-TEQ}}/\text{kg}_{\text{peso corporeo}}$) e di dose tollerabile settimanale (*Tolerable Weekly Intake – TWI*) indicata dal *Scientific Committee on Food* dell'Unione Europea ($14 \text{ pg}_{\text{WHO 1998-TEQ}}/\text{kg}_{\text{peso corporeo}}$).

La deposizione di PCDD/F + dl-PCB rilevata a Borgo Valsugana nel 2015, espressa come WHO - TEQ 1998 ($1,3 \text{ pg}_{\text{WHO 1998-TEQ}}/(\text{m}^2 \text{ d})$) risulta **inferiore** alla soglia corrispondente alla media mensile associata 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, luglio 2016

Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente

U.M.Se di supporto tecnico specialistico in materia ambientale

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. Sebastiano Piccolroaz

ing. Maurizio Tava

dott. Gabriele Tonidandel

Allegato 1: Descrizione dei parametri chimici rilevati

di Maurizio Tava

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 conchieria, per fuochi d'artificio.

L'arsenico ed i suoi composti sono estremamente tossici per l'uomo, comportando gravissimi danni all'apparato digerente 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/m³ 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 digerente.

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 stabilizzante 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 pelli.

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 $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$, azzurrite $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$).

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 (stagnatura 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'impallaggio 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 PBC dioxin-like).

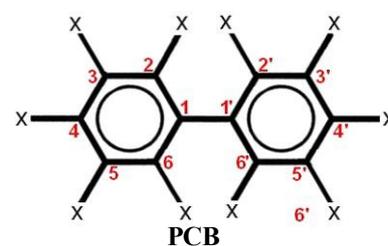
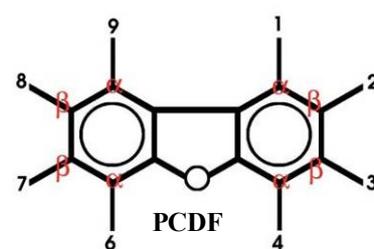
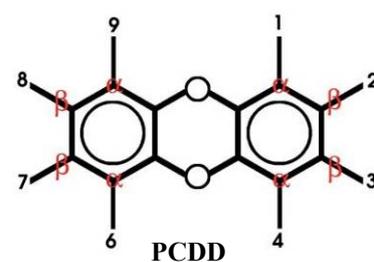
Al fine di pesare adeguatamente gli effetti tossici dei diversi congeneri di PCDD, PCDF e DL-PCB le organizzazioni sanitarie internazionali hanno determinato fattori di tossicità equivalente (TEF) che ne rapportano il rischio umano di esposizione a quello della diossina di riferimento 2,3,7,8-TCDD.

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.

APPA Trento, (2015), Indagine ambientale, Borgo Valsugana. Report intermedio 4 marzo 2014 – 16 aprile 2015, prot. n. S305/2015/514326/450 dd. 9 ottobre 2015, disponibile all'indirizzo http://www.appa.provincia.tn.it/binary/pat_appa_restyle/campagne_misura_aria/Borgo_deposizioni_Report_intermedio.1444383903.pdf

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

ARPA Piemonte, (2013), *Indagine ambientale nella bassa Valle Vermenagna - Microinquinanti 2007-2012*, 27 febbraio 2013, prot. n. 19242/10.00, dati disponibili all'indirizzo <http://www.arpa.piemonte.it/approfondimenti/territorio/cuneo/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

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*

Desmedt M. , Roekens E. , De Fré R. Cornelis C. and 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, page 001235

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

European Commission (2001b), *Strategia comunitaria sulle diossine, i furani e i bifenili policlorurati*, Comunicazione della Commissione 24.10.2001 – GU CE 17.11.2001

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, Fré RD, Cleuvenbergen RV, 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., (2014a), *Le deposizioni al suolo*, Convegno "Salute e rifiuti: ricerca, sanità pubblica e comunicazione", Roma, 6 febbraio 2014

Settimo G., (2014b), *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>