

Ai Sigg.

Direttore Generale
Avv. Vito Bruno

Direttore Scientifico
Ing. Vincenzo Campanaro

Direttore DAP Brindisi
Dott.sa Anna Maria D'Agnano

Oggetto: Report deposizioni atmosferiche totali di METALLI misurate in provincia di Brindisi nell'anno 2019.

Le attività oggetto della presente relazione sono state effettuate dalle Strutture Laboratorio e Territorio del Dipartimento Arpa Puglia di Brindisi e dal Centro Regionale Aria della Direzione Scientifica Arpa Puglia.

La presente relazione che riferisce degli esiti analitici sui campioni prelevati nel corso dell'anno **2019** segue la precedente prot. Arpa n. 42324/2019, relativa ai dati analitici sui campioni degli anni **2017-18**, già trasmessa agli Enti con nota Protocollo n. 43484 del 10/06/2019 e disponibile sul portale di Arpa al seguente link http://www.arpa.puglia.it/web/guest/rapporti_qa.

1 d i 3 2

Si allegano anche i relativi Rapporti di Prova, trasmessi con nota del DAP Brindisi avente Protocollo n. 46193 del 21/07/2020.

Si rimane a disposizione per eventuali chiarimenti e si inviano distinti saluti.

Dott. Domenico Gramegna
Direttore del Centro Regionale Aria





RELAZIONE TECNICA

DEPOSIZIONI ATMOSFERICHE TOTALI DEI METALLI IN

PROVINCIA DI BRINDISI

ANNO 2019

CENTRO REGIONALE ARIA

Struttura Q.A. di BR-LE-TA

2 di 32

ARPA PUGLIA

Agenzia regionale per la prevenzione e la
protezione dell'ambiente

www.arpa.puglia.it

Sommario

1. Obiettivo	4
2. Siti di campionamento	4
3. Materiali e metodi	6
4. Riferimenti normativi	6
5. Risultati	11
5.1. Arsenico	12
5.2. Cadmio	14
5.3. Nichel	16
5.4. Piombo	18
5.5. Altri metalli	20
5.6. Riepilogo	24
6. Conclusioni	27
7. Bibliografia	29
8. Allegati	30

1. Obiettivo

Lo scopo del report è valutare i valori dei flussi di deposizione di metalli pesanti in provincia di Brindisi, ottenuti a partire da campioni bulk di deposizioni atmosferiche prelevati durante l'anno 2019. I risultati ottenuti dalle analisi di laboratorio sono discussi e contestualizzati nell'ambito della serie pluriennale dei dati deposimetrici ottenuti per la provincia di Brindisi.

La presente relazione, che riferisce degli esiti analitici sui campioni prelevati nel corso dall'anno 2019, segue la precedente prot. ARPA n. 42324/2019, relativa ai dati analitici sui campioni degli anni **2017-2018**, già trasmessa agli Enti con nota Protocollo n. 43484 del 10/06/2019 e disponibile sul portale di ARPA Puglia al seguente link http://www.arpa.puglia.it/web/guest/rapporti_qa.

Le attività oggetto della presente relazione sono state effettuate dalle Strutture Laboratorio e Territorio del Dipartimento Arpa Puglia di Brindisi e dal Centro Regionale Aria, afferente alla Direzione Scientifica ARPA Puglia.

2. Siti di campionamento

L'indagine ha previsto la raccolta delle deposizioni secche ed umide è avvenuta simultaneamente in quattro differenti siti di campionamento, così denominati, al fine di ottenere i flussi medi di deposizione totale:

- *Brindisi – Casale*
- *Brindisi – Cerano*
- *Brindisi – Saline Contessa*
- *Torchiarolo*

4 di 32

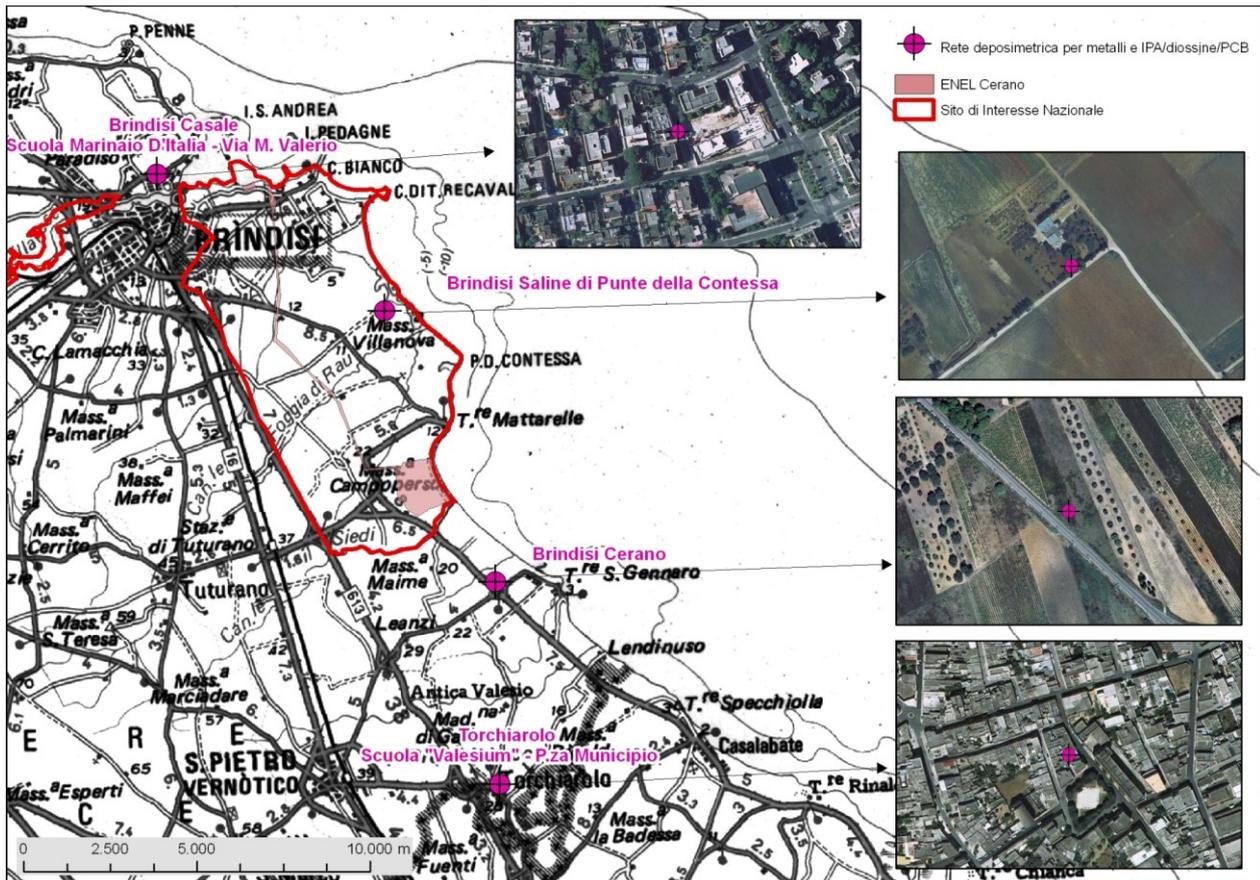
La scelta dei siti di campionamento è stata originariamente effettuata basandosi sulle risultanze di uno studio modellistico preliminare. Lo studio, condotto con un modello gaussiano, considerava alcune fra le maggiori sorgenti emissive industriali dell'area brindisina, quali ad esempio: ENEL, Edipower, e le due CTE a carbone presenti nel territorio comunale di Brindisi.

Inoltre, i deposimetri sono stati posizionati in modo da rispettare il più possibile i criteri di microscala di cui al D.Lgs 155/10 ed alla normativa comunitaria. Nessuna di queste leggi prevede valori limite o valori obiettivo per i metalli e i semi-metalli nelle deposizioni, ma viene solo raccomandato il monitoraggio in un sito di fondo ogni 100.000 km² della deposizione totale di arsenico, cadmio, nichel e mercurio, benzo(a)pirene a prescindere dai livelli riscontrati in aria ambiente.

La localizzazione dei siti di campionamento Brindisi - Cerano, Brindisi - Saline Contessa e Torchiarolo risponde alla necessità di monitorare le ricadute di microinquinanti organici e inorganici in aree prevalentemente sottovento all'area industriale di Brindisi, rispetto ai venti prevalenti. Il sito Brindisi - Casale è utile come sito di fondo urbano, posto sopravvento all'area industriale rispetto ai venti prevalenti da Nord Ovest. In questo contesto, il termine "sito di fondo" non è da intendersi come sito esente da contaminazione, quanto piuttosto nel senso specificato dall'Allegato III al D.Lgs. 155/10: "*stazioni di misurazione di fondo: stazioni ubicate in posizione tale che il livello di*

inquinamento non sia influenzato prevalentemente da emissioni da specifiche fonti (industrie, traffico, riscaldamento residenziale, ecc.) ma dal contributo integrato di tutte le fonti poste sopravvento alla stazione rispetto alle direzioni predominanti dei venti nel sito”.

Nella mappa che segue è indicata la rete deposimetrica implementata da ARPA Puglia a Brindisi a partire da dicembre 2012.



5 di 32

Figura 1: Rete deposimetrica di ARPA Puglia in provincia di Brindisi.

I 4 siti di campionamento sono indicati in viola: uno a Nord della CTE a carbone ENEL (Saline), una a sud-est rispetto alla Centrale (Cerano), una a Sud-Sud Est rispetto alla CTE, nel Comune di Torchiarolo, presso la scuola Valesio (Torchiarolo). Infine, uno nella periferia nord della città di Brindisi (Casale).

I deposimetri sono collocati sul lastrico solare di abitazioni ad un piano, per i siti di Cerano e Saline, e su quelli di due scuole per i siti di Casale e Torchiarolo. Si è ritenuto opportuno collocare i contenitori lontano da siti facilmente accessibili per ridurre il rischio di eventi incidentali o di manomissione dei campioni. A partire dal 23 luglio 2014, il sito di Brindisi – Casale, presso la Scuola “Marinaio d’Italia” di Via M. Valerio, è stato ricollocato presso la Scuola “J.F. Kennedy” di Via I. Longobardo, a causa di inagibilità dell’edificio.

3. Materiali e metodi

L'indagine ha previsto la raccolta di deposizioni secche ed umide attraverso campionamenti bulk, per ottenere i flussi medi di deposizione totale. La raccolta di campioni deposimetrici è stata avviata collocando i contenitori per microinquinanti organici (in vetro) e inorganici (in plastica) e raccogliendo i campioni mensilmente, a partire dal mese di dicembre del 2012.

Il campionamento delle deposizioni atmosferiche è realizzato attraverso dei sistemi passivi di raccolta delle polveri (deposimetri modello DEPOBULK®) costruiti in materiali ad alta resistenza, inerti e che non cedono specie interferenti.

I deposimetri in HDPE (bottiglia + imbuto), nella fase post campionamento, sono prelevati dal personale tecnico ARPA Puglia e sono consegnati al laboratorio chimico del Dipartimento di Brindisi dell'Agazia per le determinazioni analitiche.

I deposimetri sono realizzati secondo quanto previsto dal Rapporto Istisan 06/38 dell'Istituto Superiore di Sanità per il campionamento e l'analisi dei tassi di deposizione di arsenico, cadmio, nichel ed idrocarburi policiclici aromatici in riferimento al D. Lgs. n. 155/10 e s.m.i., dalla UNI EN 15841:2010 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la determinazione di arsenico, cadmio, piombo e nichel in deposizioni atmosferiche" e dalla UNI EN 15980:2011 "Qualità dell'aria – Determinazione della deposizione di benzo[a] antracene, benzo[b]fluorantene, benzo[j]fluorantene, benzo[k]fluorantene, benzo[a]pirene, dibenzo[a, h] antracene e indenopirene[1,2,3-cd].

Al termine del campionamento, i deposimetri sono prelevati dal personale tecnico di ARPA Puglia e consegnati al laboratorio chimico del DAP di Brindisi per le attività analitiche.

4. Riferimenti normativi

Attualmente, in Italia, non sono vigenti dei valori limite che riguardino il contenuto dei metalli nelle deposizioni atmosferiche. Ciò nonostante, la rete deposimetrica è un utile strumento di controllo dei tassi di deposizione dei metalli al suolo in aree con presenza di sorgenti emmissive industriali da monitorare in termini di ricadute in aria ambiente e consente di stimare l'esposizione della popolazione generale verso questi inquinanti.

Il primo riferimento normativo era la direttiva 2004/107/CE, la quale ha introdotto la misura delle deposizioni, mirando sia alla definizione di metodi comuni per la loro valutazione, che alla raccolta di informazioni esaurienti in merito alle deposizioni di arsenico, cadmio, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici.

Nell'attesa che fossero emanate metodiche normalizzate a livello europeo, il Gruppo di lavoro dell'Istituto Superiore di Sanità "*Metodiche per il rilevamento delle emissioni da impianti industriali*", ha messo a punto il metodo nazionale per la determinazione di arsenico, cadmio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici nelle deposizioni atmosferiche totali.

Con il D. Lgs. 3 agosto 2007 n.152 (modificato con D.Lgs. 26 giugno 2008, n. 120) lo Stato italiano ha recepito la Direttiva 2004/107/CE su As, Hg, Cd, Ni, e Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) contenuti nel PM10, e con essa, sono stati introdotti i valori obiettivo previsti per i diversi parametri

in aria ambiente. L'analisi dei tassi di deposizione è effettuata in riferimento all'allegato VI del D. Lgs. 155/10, così come modificato dal D.Lgs. 250/2012, adottando la norma UNI EN 15841:2010. I deposimetri sono stati posizionati in modo da rispettare il più possibile i criteri di microscala di cui al D.Lgs 155/10 ed alle summenzionate norme.

Nessuna di queste leggi prevede valori limite o valori obiettivo per le deposizioni atmosferiche totali, per i metalli e i semi-metalli nelle deposizioni, ma viene solo raccomandato il monitoraggio in un sito di fondo ogni 100000 km² della deposizione totale di arsenico, cadmio, nichel e mercurio, benzo(a)pirene a prescindere dai livelli riscontrati in aria ambiente.

In alcuni Paesi sono stati stabiliti dei valori limite per i flussi di deposizione espressi in termini di deposizioni atmosferiche totali riferiti a un periodo di mediazione annuale. Riguardo al contenuto di metalli e metalloidi, limitatamente all'arsenico, cadmio, nichel, piombo e al tallio, alcuni Paesi europei hanno stabilito dei valori limite espressi come contenuto totale dell'elemento in massa (µg) depositato sull'unità di superficie (m²) nell'unità di tempo (d) su un periodo di riferimento annuale.

Di seguito, si procede con la trattazione dei risultati relativi all'analisi dei metalli, richiamando in premessa le tabelle con i valori guida indicati dall'Istituto Superiore di Sanità nel documento **Rapporti ISTISAN 06/43** del 2006 "Microinquinanti organici e inorganici nel comune di Mantova: studio dei livelli ambientali" di G. Viviano, P. Mazzoli e G. Settimo.

In alcuni Paesi sono stati stabiliti dei valori limite per i flussi di deposizione espressi in termini di deposizioni atmosferiche totali riferiti a un periodo di mediazione annuale. Riguardo al contenuto di metalli e metalloidi, limitatamente al cadmio, piombo e al tallio, alcuni Paesi europei hanno stabilito dei valori limite espressi come contenuto totale dell'elemento in massa (µg) depositato sull'unità di superficie (m²) nell'unità di tempo (d) su un periodo di riferimento annuale (Tabella 7).

Tabella 7. Valori limite internazionali per le deposizioni atmosferiche totali e per alcuni elementi contenuti nelle deposizioni

Nazione	Deposizione atmosferica totale (media annuale) mg/m ² d	Cd µg/m ² d	Pb µg/m ² d	Tl µg/m ² d
Austria	—	2	—	—
Germania	350-650*	5	250	10
Svizzera	—	2	—	—
Spagna	200	—	—	—
Finlandia	333	—	—	—
Argentina	333	—	—	—
Canada	153-180	—	—	—
USA	183-262	—	—	—

* breve periodo

Fonte: Cattani G, Viviano G. Stazione di rilevamento dell'Istituto Superiore di Sanità per lo studio della qualità dell'aria: anni 2003 e 2004. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2006. (Rapporti ISTISAN 06/13)

Figura 2 – tabella valori limite deposizione estratta da Istisan 06/43

Le deposizioni tipiche di fondo nell'aria ambiente, rilevate in diversi Paesi europei, vengono di seguito riassunte nella tabella seguente, considerando diverse tipologie di aree. Relativamente a diversi Paesi europei, le deposizioni atmosferiche totali (campionate con deposimetro di tipo *bulk*) degli stessi inquinanti per le medesime tipologie di aree, sono riportate in Tabella, nelle vicinanze di industrie chimiche, produzione di coke, lavorazioni di metalli: per l'arsenico (µg/m²d 126-43); per il cadmio (µg/m²d 11,3-40,7), per il nichel (µg/m²d 53-76).

Per diverse specie metalliche e semi-metalliche l’OMS ha indicato valori guida, o valori di rischio unitario, per orientare le valutazioni di qualità dell’aria. I primi, espressi in termini di deposizioni, si riferiscono a sostanze potenzialmente non cancerogene; i secondi valgono per le sostanze di riconosciuta attività cancerogena ed esprimono il rischio individuale di persone esposte dalla nascita, e per la durata della vita, alla concentrazione di $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dell’agente di rischio. Di seguito si riporta la tabella contenuta nel rapporto Istisan 06/43 di ISS, relativo alle deposizioni tipiche di fondo nell’aria ambiente, rilevate in diversi Paesi europei, considerando diverse tipologie di aree.

Rapporti ISTISAN 06/43

Tabella 27. Deposizioni atmosferiche totali (prelievo *bulk*) degli inquinanti per tipologie di aree

Inquinante $\text{mg}/(\text{m}^2\text{d})$	Aree rurali	Aree urbane	Aree industriali
Arsenico	0,082-0,43	0,22-3,4	2,0-4,3
Cadmio	0,011-0,14	0,16-0,90	0,12-4,6
Nichel	0,03-4,3	5-11	2,3-22

In particolari aree sono stati riscontrati anche valori considerevolmente alti nelle vicinanze di industrie chimiche, produzione di coke, lavorazioni di metalli: per l’arsenico ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ 126-43); per il cadmio ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ 11,3-40,7), per il nichel ($\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ 53-76).

Per diverse specie metalliche e semi-metalliche l’OMS (9) ha indicato valori guida, o valori di rischio unitario, per orientare le valutazioni di qualità dell’aria. I primi, espressi in termini di concentrazioni, si riferiscono a sostanze potenzialmente non cancerogene; i secondi valgono per le sostanze di riconosciuta attività cancerogena ed esprimono il rischio individuale di persone esposte dalla nascita, e per la durata della vita, alla concentrazione di $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dell’agente di rischio (vedi Tabella 2).

8 di 32

Figura 3 – tabella deposizioni atmosferiche, estratta da Istisan 06/43

VALORI LIMITE METALLI NELLE DEPOSIZIONI ATMOSFERICHE
 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$

Nazione	PM $\text{mg}/\text{m}^2\text{d}$	As	Cd	Hg	Ni	Pb	Tl	Zn
Austria	210	-	2	-	-	100	-	-
Belgio	-	-	2	-	-	250	-	-
Croazia	350	4	2	1	15	100	2	10
Germania	350	4	2	1	15	100	2	10
Svizzera	200	-	2	-	-	100	2	400

Riferimento: Settimo G., Viviano G. In corso di pubblicazione, *Annali Istituto Superiore di Sanità* 2014

Cadmio. Sulla base di una dose giornaliera tollerabile di 0,75-0,95 $\mu\text{g}/\text{kg}$ peso corporeo di peso). Considerando l’assunzione totale (verdura e suolo, acqua) e l’assorbimento del terreno durante i giochi. Il gruppo di lavoro raccomanda un valore limite compreso tra 2,5-5 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$ nelle aree urbane e industriali

Concentrazioni di metalli rilevate nelle deposizioni atmosferiche in aree rurali e in aree urbane francesi (Air Pays de la Loire 2009).

$\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$	aree rurali	aree urbane
Arsenico	0,6-0,7	0,05-1,3
Cadmio	0,2-0,9	0,3-3,0
Nichel	1,6-3,7	1,0-22,9
Piombo	3,3-10,3	0,4-106
Rame	3,5-9,5	2,1-67,9

Da “*Evoluzione storica e normativa delle deposizioni atmosferiche e stato dell’arte nazionale*”, del dott. Gaetano Settimo di I.S.S. (Seminario sulle Deposizioni Atmosferiche tenutosi a Brescia, 05/06/2014)

Figura 4 – tabella valori limite per le deposizioni atmosferiche, estratta da atti del Seminario sulle Deposizioni Atmosferiche tenutosi a Brescia, 05/06/2014

Anche la norma BS EN 15841/2009 prevede la determinazione nelle deposizioni di arsenico, cadmio, piombo e nichel; tale norma, per quanto riguarda il flusso di deposizione di metalli, non prevede dei limiti, per cui a titolo di confronto sono stati riportati i valori relativi ai campioni raccolti presso i 4 siti in cui sono stati installati campionatori Bulk.

Arpa Piemonte, nei report riassuntivi in riferimento ai risultati dei campioni deposimetrici, non essendo normati in Italia i valori di metalli nelle deposizioni atmosferiche, richiama come riferimento alcuni limiti europei e le soglie di riferimento per aree rurali, urbane e industriali, riportati nel documento Istisan, dove vi è un refuso (accertato da fonte ISS), in quanto l'unità di misura delle soglie di riferimento è da intendersi in $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{giorno}$ e non in $\text{mg}/\text{m}^2 \cdot \text{giorno}$.



Nazione	Cd Valore di riferimento $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	Pb Valore di riferimento $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$
Austria	2	
Germania	5	250
Svizzera	2	

Tabella 31 - Valori di riferimento previsti dalla Normativa in alcuni paesi europei.

9 di 32

Elemento	Area Rurale $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	Area Urbana $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	Area con traffico $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	Area Industriale $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$
As	0.082 - 0.43	0.22 - 6	0.36 - 0.73	1.8 - 708
Cd	0.011 - 2	0.2 - 1.3	0.13 - 0.36	0.12 - 122
Ni	0.03 - 4.3	0.16 - 3.8	0.13 - 0.36	1.2 - 129

Tabella 32 - Intervalli di flussi di deposizione misurati in aree diverse di vari paesi europei [Ambient air pollution by As, Cd e Ni - Position Paper, European Communities 2001].

Tabella 1 – tabella riferimenti deposizioni atmosferiche, estratta da Rapporto di Arpa Piemonte - Anno 2014

In Tabella 1 sono riassunti alcuni limiti di riferimento internazionali per il tasso di deposizione in alcuni Stati europei, estrapolati da **Atmospheric depositions of persistent pollutants: methodological aspects and values from case studies** (Ann. Ist Super Sanità 2015 | Vol. 51, No. 4: 298-304, di Gaetano Settimo and Giuseppe Viviano - Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Rome, Italy); per quanto riguarda metalli e metalloidi presenti nelle deposizioni totali, siccome la normativa italiana non fornisce alcun riferimento, si ritiene quindi necessario, nel presente report, prendere in considerazione limiti e valori guida adottati da altri Paesi europei.

Country (reference)	PM	PCDD/F+ DL-PCB	As	Cd	Hg	Ni	Pb	Tl	Zn
Austria [32]	210	–	–	2	–	–	100	–	–
Belgium [13, 33]	350 650*	8.2 21*	–	2	–	–	250	–	–
Croatia [34]	350	–	4	2	1	15	100	2	–
Germany [14, 17, 18]	350	4	4	2	1	15	100	2	–
United Kindom [35]	200	–	–	–	–	–	–	–	–
Switzerland [36]	200	–	–	2	–	–	100	2	400
Slovenia [37]	200	–	–	2	–	–	100	–	400

PCDD/F: polychlorinated dibenzofurans; DL-PCB: polychlorinated biphenyls dioxin-like compounds.
* Monthly average.

Tabella 2 – Limiti (media annuale) presenti in alcuni paesi europei per il rateo di deposizione del materiale particolato sedimentabile [PM = mg/(m²* d)], PCDD/F + DL-PCB (pgWHO-TE/(m²*d) e metalli (µg/(m²* d) nelle deposizioni atmosferiche

Table 1

Metals in bulk depositions measured in different European sites: rural, urban and industrial [7] and PCDD/F in bulk depositions measured in some European countries [8-11]

Metals in bulk depositions			
Pollutants	Rural areas µg m ⁻² d ⁻¹	Urban areas µg m ⁻² d ⁻¹	Industrial areas µg m ⁻² d ⁻¹
Arsenic	0.082-0.43	0.22- 3.4	2.0-4.3
Cadmium	0.011-0.14	0.16-0.90	0.12-4.6
Nickel	0.03-4.3	5-11	2.3-22

Tabella 3 – metalli misurati in differenti siti europei rurali urbani industriali nelle deposizioni atmosferiche.

5. Risultati

Il campionamento è stato avviato collocando in ogni sito un contenitore per la raccolta dei microinquinanti organici (vetro) ed uno per gli inorganici (plastica, HDPE), a partire dal dicembre 2012.

In allegato si riportano gli esiti (rapporti di prova) delle analisi effettuate presso i Laboratori del DAP di Brindisi sui campioni prelevati nell'anno 2019 dai Servizi Territoriali del medesimo DAP, trasmessi con nota Prot. 0046193 del 21/07/2020. La precedente relazione, registrata al prot. Arpa n. 42324/2019, conteneva gli esiti delle analisi sui campioni prelevati negli anni 2013-2018 (sino a novembre).

In allegato è presente anche una tabella riassuntiva con i valori dei limiti di rivelabilità (LOD) per ogni metallo analizzato nei campioni di deposizioni totali, espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$, a partire dall'anno 2015 fino all'anno corrente.

Per il calcolo delle medie annue è stato adottato il criterio riportato nel documento "Trattamento dei dati inferiori al limite di rivelabilità nel calcolo dei risultati analitici", Rapporti ISTISAN 04/15, ponendo i valori inferiori al LOD pari a $\text{LOD}/2$. I risultati sono stati forniti dal laboratorio di Brindisi in $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ e sono di seguito confrontati con le deposizioni tipiche nei vari Paesi europei, indicate da ISS e riportate nel documento ISTISAN 06/43, per le aree rurali, urbane e industriali. Le soglie sono riferite alla media dei singoli campioni su un tempo di riferimento annuale.

Nei paragrafi successivi si riportano in modo più dettagliato le elaborazioni dei dati di deposizione dei metalli nichel, arsenico, cadmio e piombo, che sono gli unici per i quali esistono dei riferimenti normativi in altri Paesi con dati di letteratura, ai fini di un confronto.

5.1. Arsenico

Di seguito si riportano i flussi di deposizione atmosferica per l'inquinante arsenico nel 2019, in successione a quelle già disponibili dal 2013 al 2018, per i 4 siti. I valori rilevati sono posti a confronto con le deposizioni di riferimento, suddivise per le varie aree, del rapporto ISTISAN 06/43. Inoltre, sempre a scopo comparativo, si richiama il valore di riferimento adottato da Germania e Croazia pari a $4 \mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$.

Media annuale Arsenico ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)	TORCHIAROLO	CERANO	CASALE	SALINE	Rapporti Istisan 06/43			Valore limite Germania e Croazia ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)
					Aree rurali ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)	Aree urbane ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)	Aree industriali ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)	
2013 (dal 21/12/2012 al 18/12/2013)	1.01	0.64	0.67	0.81	0.082 – 0.43	0.22 – 3.4	2.0 – 4.3	4
2014 (dal 18/12/2014 al 22/01/2015)	0.41	0.35	0.29	0.42				
2015 (dal 22/01/2015 al 2/12/2015)	0.61	0.43	0.26	0.50				
2016 (dal 2/12/2015 al 9/11/2016)	2.93	2.85	3.22	3.04				
2017 (dal 9/11/2016 al 22/11/2017)	0.19	0.23	0.14	0.59				
2018 (dal 22/11/2017 al 11/12/2018)	0.33	0.20	0.20	0.26				
2019 (dal 11/12/2018 al 27/11/2019)	0.14	0.18	0.12	0.25				

1 2 d i 3 2

Tabella 4: deposizioni totali annuali 2013-2019 di Arsenico in provincia di Brindisi.

Nel corso dell'anno 2019, si sono ottenuti valori di deposizione confrontabili tra loro nei vari siti, senza differenze statisticamente significative. I valori più elevati si sono osservati nel sito di Brindisi – Saline (marzo e giugno) e nel sito di Brindisi – Cerano (giugno).

I valori medi annuali ricadono all'interno dell'intervallo atteso per le aree rurali ($0.082 - 0.43 \mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$).

I dati confermano l'andamento in diminuzione a partire dal 2017, in quanto nel 2016 era stato osservato un evidente aumento delle concentrazioni medie annuali di deposizione su tutte e 4 le postazioni monitorate. Le medie annue di deposizione nel 2019 sono risultate più basse e confrontabili con quelle del 2018.

Tutte le medie annuali ottenute sino ad oggi per le 4 postazioni sono risultate inferiori al valore limite adottato da Germania e Croazia.

Arsenico

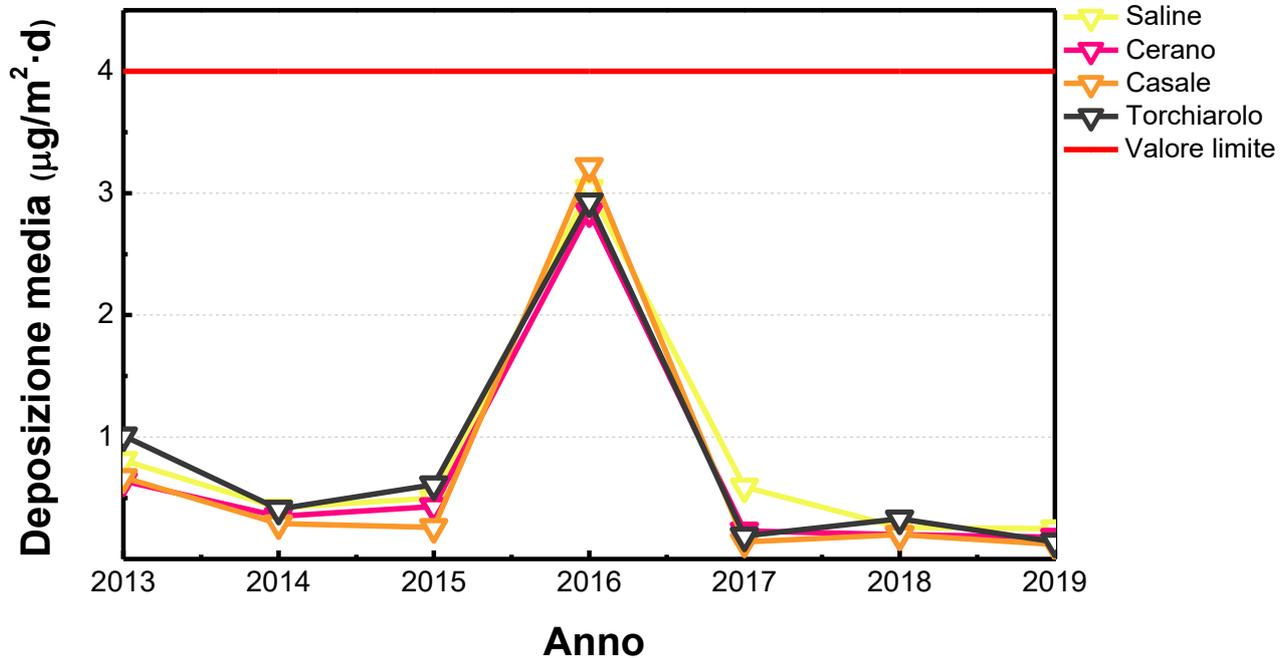


Figura 5: andamento dei flussi di deposizione atmosferica di arsenico, in provincia di Brindisi, dal 2013 al 2019.

Per poter effettuare raffronti con altre realtà per l'arsenico nelle deposizioni, nella figura seguente si riportano alcuni dati presenti in letteratura, come richiamati da Arpa Piemonte nella relazione annuale 2014, a confronto coi livelli misurati in altri siti, compresi quelli piemontesi.

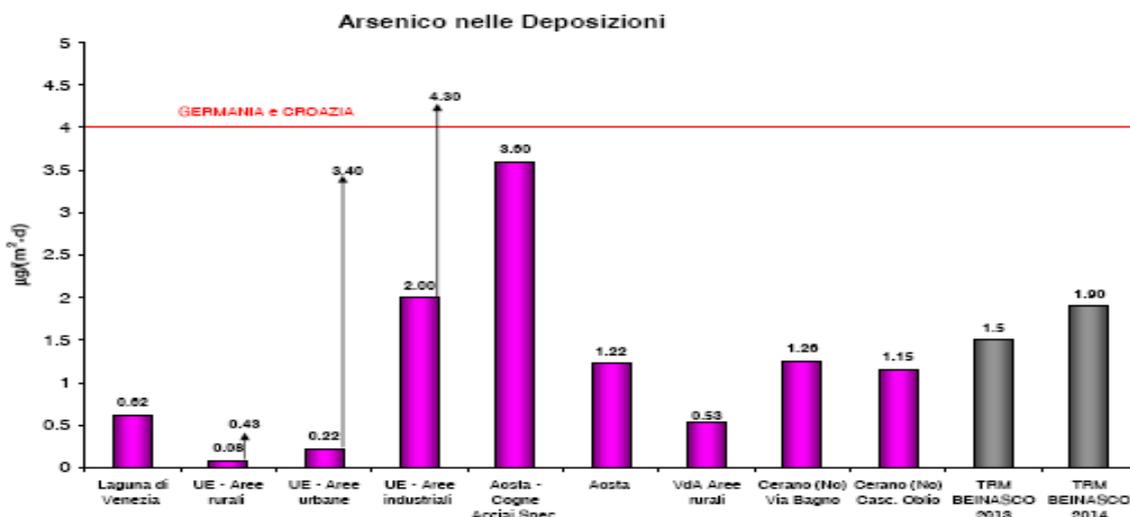


Figura 6: deposizioni annuali di As in provincia di Torino a confronto con dati di letteratura (fonte: ARPA Piemonte)

5.2. Cadmio

In tabella si riassumono le medie annuali di deposizione atmosferica per l'inquinante cadmio nel 2019, in successione a quelle già disponibili del periodo dal 2013 al 2018. I valori rilevati sono posti a confronto con le deposizioni di riferimento, suddivise per le varie aree, del rapporto ISTISAN 06/43. Inoltre, sempre a scopo comparativo, si richiama il valore di riferimento adottato da numerosi paesi europei, quali Austria, Belgio, Croazia, Svizzera e Germania, pari a $2 \mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$.

Per il calcolo delle medie, i valori mensili inferiori al limite di rilevabilità sono stati sostituiti cautelativamente con la metà del limite di rilevabilità stesso.

Media annuale Cadmio ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)	TORCHIAROLO	CERANO	CASALE	SALINE	Rapporti Istisan 06/43			Valore limite Paesi UE ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)
					Aree rurali ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)	Aree urbane ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)	Aree industriali ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)	
2013 (dal 21/12/2012 al 18/12/2013)	0.13	0.19	0.16	0.15	0.011 – 0.14	0.16 – 0.90	0.12 – 4.6	2
2014 (dal 18/12/2014 al 22/01/2015)	0.09	0.08	0.07	0.17				
2015 (dal 22/01/2015 al 2/12/2015)	0.07	0.07	0.08	0.07				
2016 (dal 2/12/2015 al 9/11/2016)	1.69	1.79	2.05	1.68				
2017 (dal 9/11/2016 al 22/11/2017)	0.01	0.01	0.01	0.01				
2018 (dal 22/11/2017 al 11/12/2018)	0.02	0.01	0.02	0.01				
2019 (dal 11/12/2018 al 27/11/2019)	0.01	0.02	0.04	0.03				

1 4 d i 3 2

Tabella 5: deposizioni totali annuali 2013-2019 di cadmio in provincia di Brindisi.

I livelli di deposizione indicati da I.S.S. e i valori limite sono riferiti alla media annuale dei campioni raccolti mensilmente. Il valore limite, come anche deriva da indicazioni di ISS, adottato in Austria, Belgio, Austria, Croazia e Svizzera è pari a $2 \mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{die}$; in Germania era inizialmente di $5 \mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{die}$ e poi è stato ridotto a $2 \mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{die}$.

Nel corso dell'anno 2019, le deposizioni mensili di cadmio sono confrontabili tra loro nei vari siti, senza differenze statisticamente significative. I valori medi annuali sono dello stesso ordine di grandezza delle deposizioni tipiche delle aree rurali, rilevate in diversi Paesi europei, compresi tra $0,011$ e $0,14 \mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$.

Le medie annue del 2019 non variano rispetto a quelle dell'anno precedente.

Le medie annuali nei quattro siti, in tutto il periodo analizzato, sono inferiori al valore limite di $2 \mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$, ad eccezione del dato di Brindisi – Casale del 2016; in quell'anno, infatti, si osservava un

chiaro aumento delle medie annuali in tutte le postazioni con valori rientranti nell'intervallo indicato per le aree industriali, compreso tra 0,12 e 4,6 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$.

Nel corso del monitoraggio, si è potuto verificare un trend in evidente diminuzione osservato dal 2016 al 2017, confermato poi nel 2018 e quindi adesso anche nel 2019.

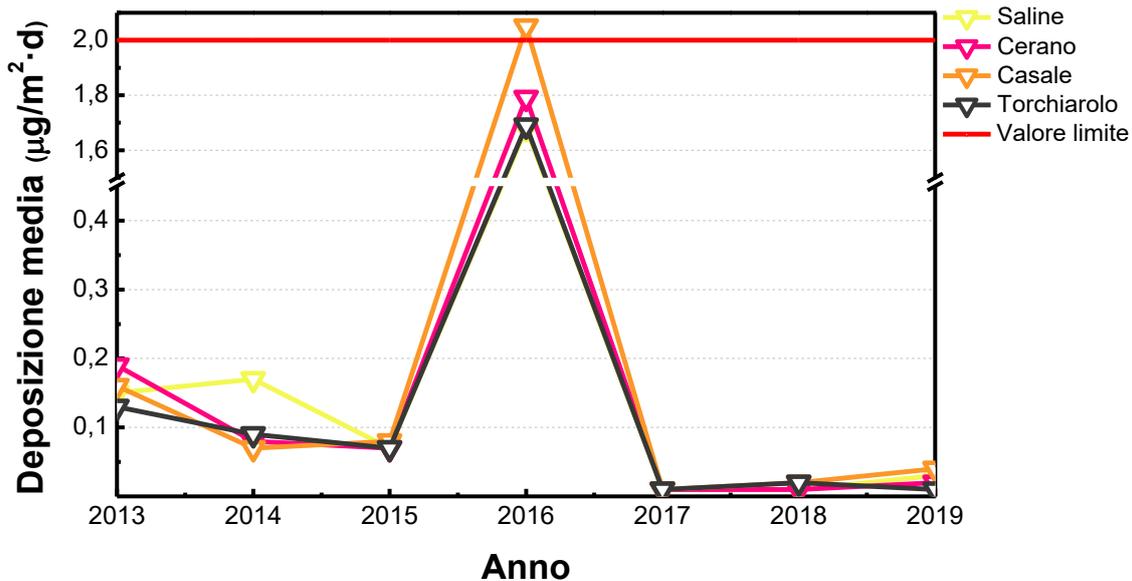


Figura 7: andamento dei flussi di deposizione atmosferica di cadmio, in provincia di Brindisi, dal 2013 al 2019.

Nella figura seguente, a titolo di confronto delle medie annuali, si riportano i dati reperiti in letteratura per il cadmio determinato nelle deposizioni, come richiamati da Arpa Piemonte nella relazione annuale 2014 per la provincia di Torino, a confronto coi livelli misurati in diversi siti, compresi quelli piemontesi (si riporta un limite di 4 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ in tutti i Paesi indicati nel grafico).

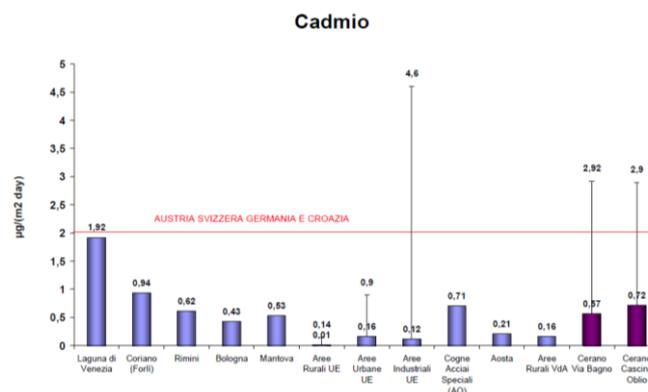


Figura 8: deposizioni annuali di Cd in provincia di Torino a confronto con dati di letteratura (fonte: ARPA Piemonte)

5.3. Nichel

Si riportano i flussi di deposizione atmosferica per l'inquinante nichel nel 2019, in successione a quelli già disponibili dal 2013 al 2018, per i 4 siti di monitoraggio. I valori rilevati sono posti a confronto con le deposizioni di riferimento, suddivise per le varie aree, del rapporto ISTISAN 06/43. Infine, si richiama il valore limite adottato da Germania e Croazia, pari a 15 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$. Per il calcolo delle medie, i valori mensili inferiori al limite di rilevabilità sono stati sostituiti cautelativamente con la metà del limite di rilevabilità stesso.

Media annuale Nichel ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)	TORCHIAROLO	CERANO	CASALE	SALINE	Rapporti Istisan 06/43			Valore limite Germania e Croazia ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)
					Aree rurali ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)	Aree urbane ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)	Aree industriali ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)	
2013 (dal 21/12/2012 al 18/12/2013)	2.8	2.2	2.6	2.1	0.03 – 4.3	5 – 11	2.3 – 22	15
2014 (dal 18/12/2014 al 22/01/2015)	1.2	1.1	0.9	1.5				
2015 (dal 22/01/2015 al 2/12/2015)	2.6	2.4	2.4	2.6				
2016 (dal 2/12/2015 al 9/11/2016)	5.3	5.6	6.9	7.3				
2017 (dal 9/11/2016 al 22/11/2017)	0.5	0.6	0.5	1.0				
2018 (dal 22/11/2017 al 11/12/2018)	1.6	1.3	1.1	1.0				
2019 (dal 11/12/2018 al 27/11/2019)	0.5	0.5	0.8	0.6				

16 di 32

Tabella 6: deposizioni totali annuali 2013-2019 di nichel in provincia di Brindisi.

I valori medi annuali di deposizione secca e umida di nichel si possono confrontare con le deposizioni tipiche di fondo nell'aria ambiente, rilevate in diversi Paesi europei, considerando diverse tipologie di aree (rapporto Istisan 06/43 di ISS): in tutti e quattro i siti, le medie annue del 2019 risultano comprese nell'intervallo indicato per le aree rurali (tra 0,03 e 4,3 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$). I valori maggiori nel 2019 sono stati registrati nel periodo estivo (dal 20/06 al 05/08) ad eccezione del sito di Brindisi – Casale in cui il valore di picco si è avuto nel mese di aprile.

In tutti i siti si osservava che nel 2016 i livelli di nichel in media raddoppiavano rispetto a quelli dell'anno precedente e rientravano nella soglia prevista per le aree urbane (tra 5 e 11 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{die}$).

Nel 2017, invece, si rilevava poi un netto decremento delle deposizioni annuali anche per il NICHEL rispetto a quelle che erano state registrate nel 2016, rientrando nei range per le aree rurali e tali valori risultano confermati e sempre bassi anche nel 2018. Le medie annuali nei 4 siti sono comunque al di sotto del valore limite di Germania e Croazia, come si osserva nel grafico successivo.

Le medie annue di deposizione nel 2019 sono risultate in tutti i siti più basse rispetto a quelle del 2018, in alcuni casi anche dimezzate.

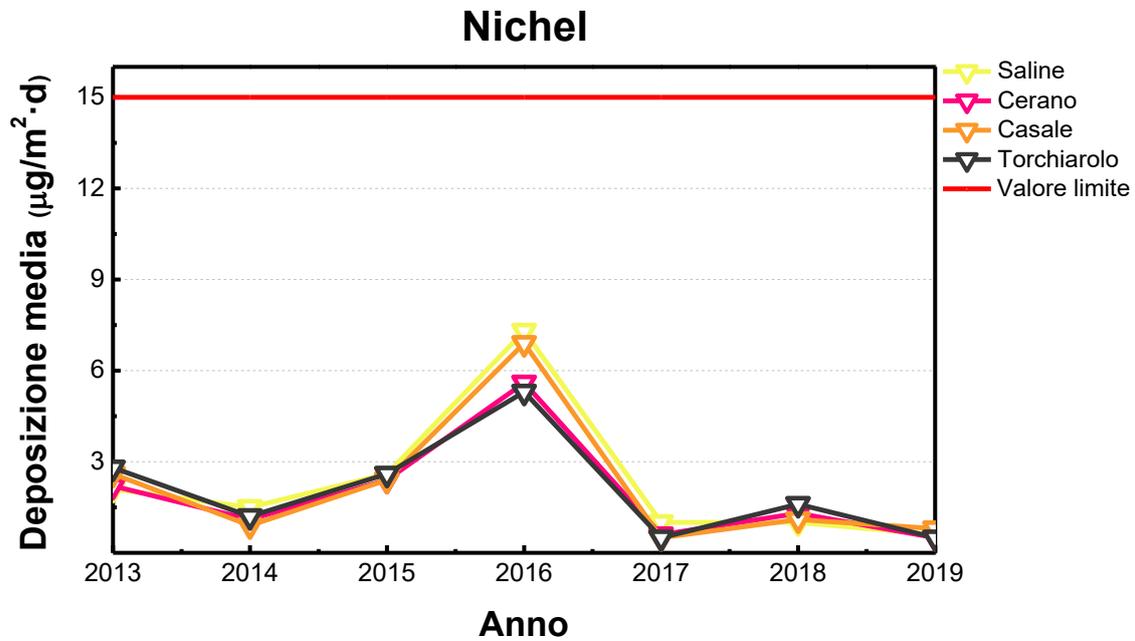


Figura 9: andamento dei flussi di deposizione atmosferica di cadmio, in provincia di Brindisi, dal 2013 al 2019.

Nella figura seguente, a titolo di confronto delle medie annuali, si riportano i dati reperiti in letteratura per il nichel determinato nelle deposizioni, come richiamati da Arpa Piemonte nella relazione annuale 2014 per la provincia di Torino, a confronto coi livelli misurati nei siti piemontesi e in altre Regioni.

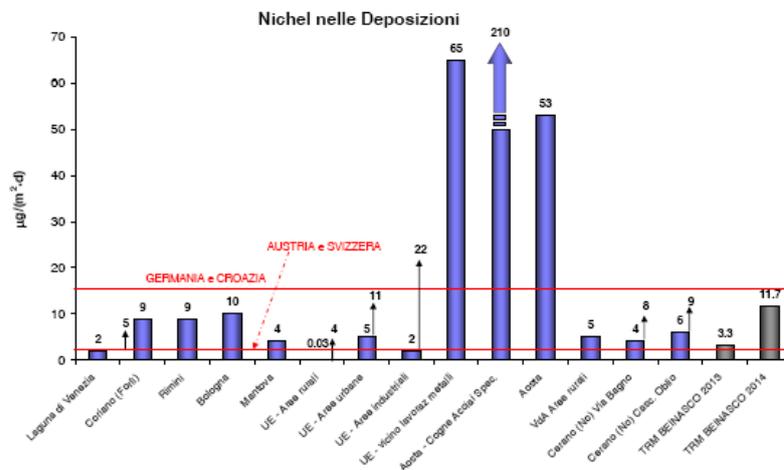


Figura 10: deposizioni annuali di Ni in provincia di Torino a confronto con dati di letteratura (fonte: ARPA Piemonte)

5.4. Piombo

Si riportano le medie annuali di deposizione atmosferica per l'inquinante piombo nel 2019, in successione a quelle già disponibili dal 2013 al 2018, per i 4 siti. I valori rilevati sono posti a confronto con il valore limite adottato da Germania, Croazia, Austria e Svizzera (pari a 100 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$) e con il valore guida del Belgio (pari a 250 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$).

Per il calcolo delle medie, i valori mensili inferiori al limite di rilevabilità sono stati sostituiti cautelativamente con la metà del limite di rilevabilità stesso.

Media annuale Piombo ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)	TORCHIAROLO	CERANO	CASALE	SALINE	Valore limite Germania, Croazia, Svizzera, Austria	Valore guida Belgio
					($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)	($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)
2013 (dal 21/12/2012 al 18/12/2013)	4.8	2.5	3.9	2.8	100	250
2014 (dal 18/12/2014 al 22/01/2015)	4.0	4.1	2.9	2.0		
2015 (dal 22/01/2015 al 2/12/2015)	4.0	2.9	2.7	2.5		
2016 (dal 2/12/2015 al 9/11/2016)	4.0	2.5	9.8	2.6		
2017 (dal 9/11/2016 al 22/11/2017)	0.9	0.7	0.5	0.8		
2018 (dal 22/11/2017 al 11/12/2018)	0.7	0.2	0.3	0.2		
2019 (dal 11/12/2018 al 27/11/2019)	0.9	1.1	2.5	1.5		

18 di 32

Tabella 7: deposizioni totali annuali 2013-2019 di nichel in provincia di Brindisi.

I valori più alti sono stati registrati nel periodo estivo per i siti di Torchiarolo, Brindisi - Cerano e Brindisi - Saline e nel mese di aprile per il sito di Brindisi - Casale. In tutti i siti si osserva un lieve aumento dei flussi di deposizione rispetto all'anno 2018; tale aumento è più accentuato nel sito di Brindisi - Casale, come già accaduto nel 2016, quando si osservò un aumento del flusso di deposizione unicamente in tale sito.

I valori maggiori nel 2019 sono stati registrati nel periodo estivo (dal 20/06 al 05/08) ad eccezione del sito di Brindisi - Casale in cui il valore di picco si è avuto nel mese di aprile.

Le deposizioni apparivano confrontabili nei 4 siti sino al 2015. Nel 2016 si osservava un aumento delle deposizioni medie annuali di Piombo unicamente nel sito CASALE, negli altri 3 siti invece i tassi di deposizione restavano invariati.

Nei siti TORCHIAROLO, CASALE e SALINE si osservava un lieve calo dei flussi di deposizione piombo come media annuale nel 2014 rispetto al 2013; a CERANO si registrava un aumento.

Nel 2017, invece, si rileva un netto decremento, sino ad un ordine di grandezza, delle deposizioni annuali anche per il PIOMBO rispetto a quelle che erano state registrate nel 2016, e tali valori si confermano molto contenuti anche nel 2018.

Le medie annuali nei 4 siti sono inferiori ogni anno, dal 2013 al 2019, ai valori limite nei Paesi europei, dove sono stati stabiliti, cioè in Germania, Austria, Svizzera, e Croazia ($100 \mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$) e in Belgio ($250 \mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$), come si osserva dal grafico successivo:

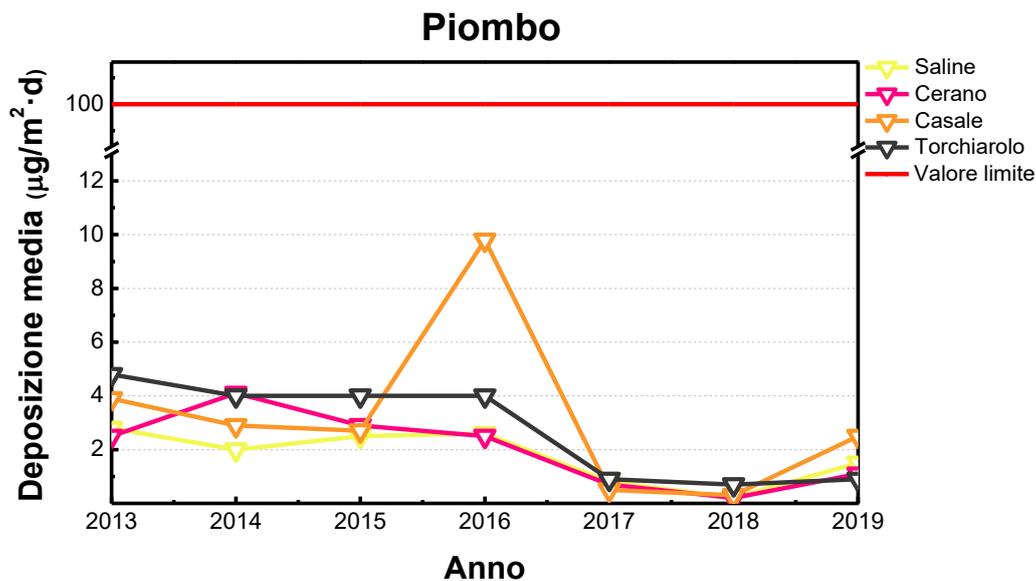


Figura 11: andamento dei flussi di deposizione atmosferica di piombo, in provincia di Brindisi, dal 2013 al 2019.

Nella figura seguente, sempre a titolo di confronto, si riportano i dati reperiti in letteratura per il piombo determinato nelle deposizioni, come richiamati da Arpa Piemonte nella relazione annuale 2014 per la provincia di Torino, a confronto coi livelli misurati nei siti piemontesi e in altre Regioni.

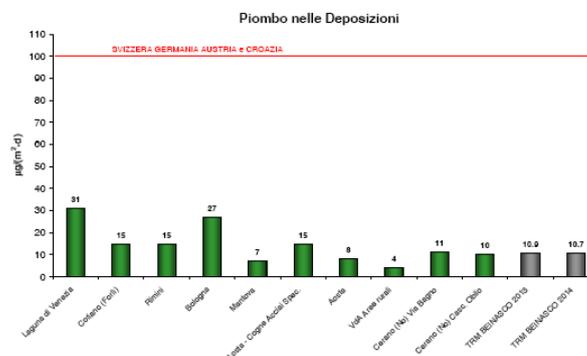


Figura 12: deposizioni annuali di Pb in provincia di Torino a confronto con dati di letteratura (fonte: ARPA Piemonte)

5.5. Altri metalli

Sui campioni mensili prelevati nel corso dell'anno 2019 sono state analizzate anche le seguenti specie metalliche non normate: tallio, manganese, vanadio e rame

Per quanto concerne il **tallio**, i valori medi annuali di deposizione secca e umida si possono confrontare con il valore limite adottato da Germania, Svizzera e Croazia, pari a $2 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$. I flussi di deposizione medi annui risultano, in tutti e quattro i siti, inferiori rispetto a tale limite di ben due ordini di grandezza.

Media annuale Tallio ($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$)	TORCHIAROLO	CERANO	CASALE	SALINE	Valore limite Germania, Svizzera e Croazia
					($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$)
2017 (dal 09/11/2016 al 22/11/2017)	0.01	0.01	0.01	0.02	2
2018 (dal 22/11/2017 al 11/12/2018)	0.01	0.01	0.01	0.01	
2019 (dal 11/12/2018 al 27/11/2019)	0.01	0.01	0.01	0.01	

Tabella 8: deposizioni totali annuali 2013-2019 di tallio in provincia di Brindisi.

20 di 32

Nella tabella successiva si riporta il tasso di deposizione medio di **manganese** a partire dal 2013. Nell'ultimo anno si è osservato un generale aumento delle deposizioni rispetto ai valori registrati nel 2017 e 2018, tranne che a Torchiarolo.

Media annuale Manganese ($\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$)	TORCHIAROLO	CERANO	CASALE	SALINE
2013 (dal 21/12/2012 al 18/12/2013)	40.9	28.4	36.0	35.1
2014 (dal 18/12/2014 al 22/01/2015)	13.4	8.0	6.1	42.7
2015 (dal 22/01/2015 al 2/12/2015)	18.2	15.1	12.5	18.9
2016 (dal 2/12/2015 al 9/11/2016)	17.5	14.0	54.3	15.1
2017 (dal 9/11/2016 al 22/11/2017)	5.8	6.7	3.7	12.6
2018 (dal 22/11/2017 al 11/12/2018)	9.5	2.4	6.3	2.1
2019 (dal 11/12/2018 al 27/11/2019)	6.7	8.7	13.5	13.3

Tabella 9: deposizioni totali annuali 2013-2019 di manganese in provincia di Brindisi.

Le deposizioni di manganese non sono normate in Italia e in Europa, né sono presenti valori guida, è possibile, pertanto, effettuare solo dei confronti con altri siti. In Puglia, nelle postazioni Taranto – Tamburi Orsini e Taranto – Talsano, i flussi medi nel 2019 sono stati rispettivamente $259 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ e $33 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$.

Il report prodotto da ARPA Vicenza “Progetto per la valutazione degli impatti sulla qualità dell’aria provocati dagli stabilimenti di produzione dell’acciaio” (2018) consente di fare ulteriori confronti. Il report prende in considerazione tre città confinanti con importanti impianti siderurgici. I valori misurati nei siti di fondo urbano sono stati $51 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ per Aosta, $33 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ per Terni e $168 \mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ per Vicenza.

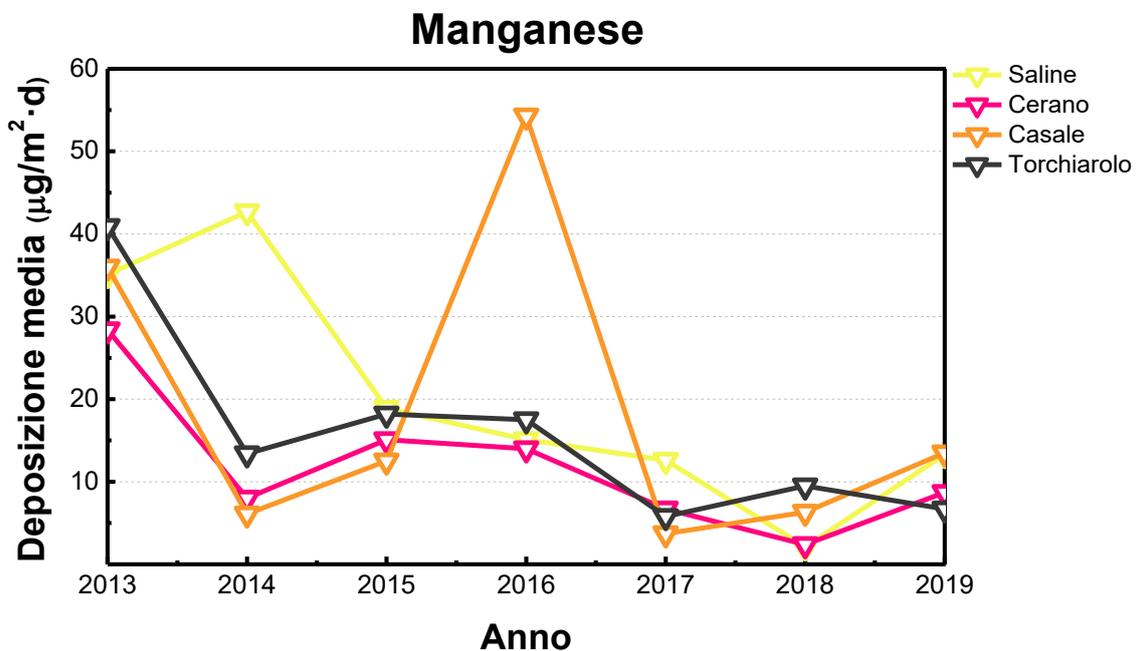


Figura 13: andamento dei flussi di deposizione atmosferica di manganese, in provincia di Brindisi, dal 2013 al 2019.

Sui campioni mensili di deposizioni prelevati nel corso degli anni 2016-2017-2018-2019 è stato analizzato anche il **Vanadio**, come riportato nella tabella seguente. Si osservava un valore massimo delle deposizioni di Vanadio nel sito Brindisi – Casale sulla media del 2016.

Nel biennio 2017-2018, i tassi di deposizione annuale sono risultati, in tutte le postazioni di raccolta, inferiori rispetto a quelli medi annui registrati nel 2016.

La tabella successiva riassume i tassi di deposizione di **Vanadio** ottenuti dal 2016 in poi. Il valore maggiore, per l’anno 2019, si osserva nei siti Casale e Saline, dove si osserva un aumento rispetto all’anno precedente, contrariamente a quanto avviene nei due siti Torchiarolo e Casale. In tutti i siti di campionamento sono stati riscontrati flussi di deposizione più alti nel periodo che va dal 23/03 al 05/08/2019.

Le deposizioni di Vanadio non sono normate in Italia e in Europa, né sono presenti linee guida; è possibile, pertanto, effettuare solo dei confronti con altri siti, che si possono fare con Roma (1,6 - 2,2 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$) e con Mantova (23 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$).

Media annuale Vanadio ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)	TORCHIAROLO	CERANO	CASALE	SALINE
2016 (dal 2/12/2015 al 9/11/2016)	2.24	1.74	4.70	2.03
2017 (dal 9/11/2016 al 22/11/2017)	1.17	1.39	0.99	1.87
2018 (dal 22/11/2017 al 11/12/2018)	1.79	0.99	0.89	1.16
2019 (dal 11/12/2018 al 27/11/2019)	1.01	0.74	1.35	1.35

Tabella 10: deposizioni totali annuali 2013-2019 di vanadio in provincia di Brindisi.

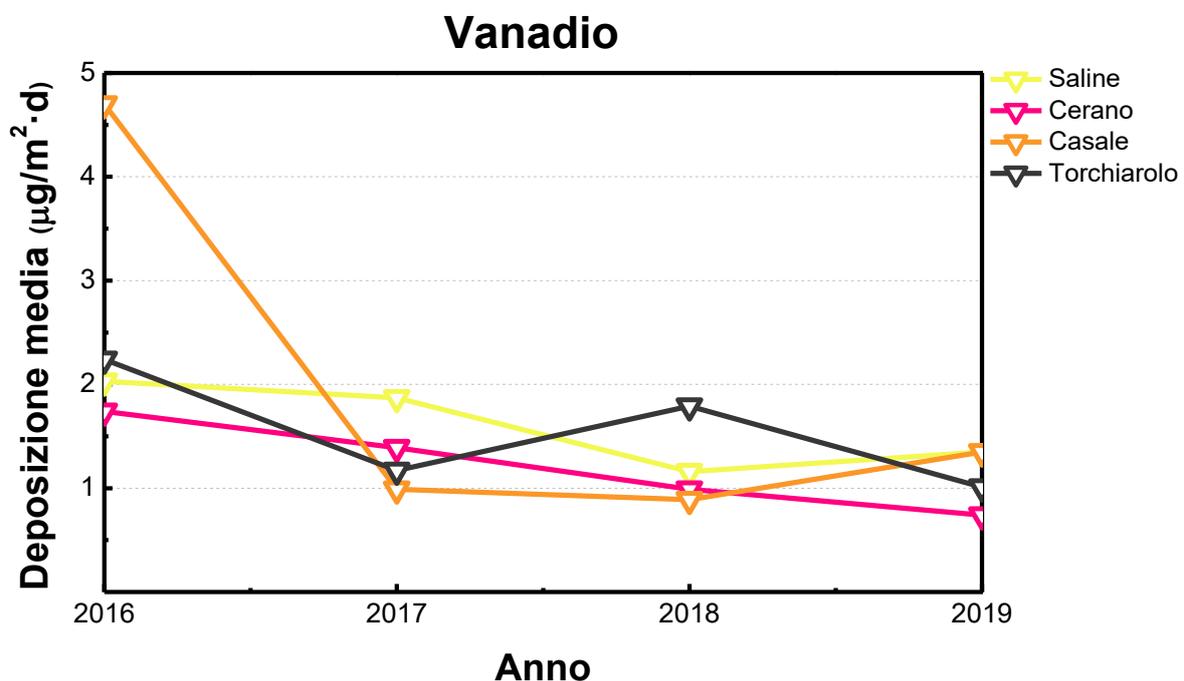


Figura 14: andamento dei flussi di deposizione atmosferica di vanadio, in provincia di Brindisi, dal 2013 al 2019.

Sui campioni mensili prelevati nel corso degli anni 2016-2017-2018-2019 è stato analizzato anche il **Rame**. Si osservava un valore massimo delle deposizioni di vanadio nelle postazioni CERANO e CASALE sulla media annua del 2016. Nel biennio 2017-2018, i tassi di deposizione annuale sono risultati, in tutte le postazioni di raccolta, inferiori rispetto a quelli medi annui registrati nel 2016. Si riportano di seguito le deposizioni medie annue dal 2016 al 2019.

Le deposizioni di Rame non sono normate in Italia e in Europa, né sono presenti linee guida; è possibile, pertanto, effettuare solo dei confronti con altri siti, che si possono fare con Roma (11 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$) e con Vicenza (27,3 $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$).

Media annuale Rame ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)	TORCHIAROLO	CERANO	CASALE	SALINE
2016 (dal 2/12/2015 al 9/11/2016)	9.3	22.7	23.5	8.4
2017 (dal 9/11/2016 al 22/11/2017)	3.2	7.8	3.9	3.5
2018 (dal 22/11/2017 al 11/12/2018)	4.5	5.0	3.2	2.5
2019 (dal 11/12/2018 al 27/11/2019)	4.0	5.2	7.3	3.4

23 di 32

Tabella 11: deposizioni totali annuali 2013-2019 di vanadio in provincia di Brindisi.

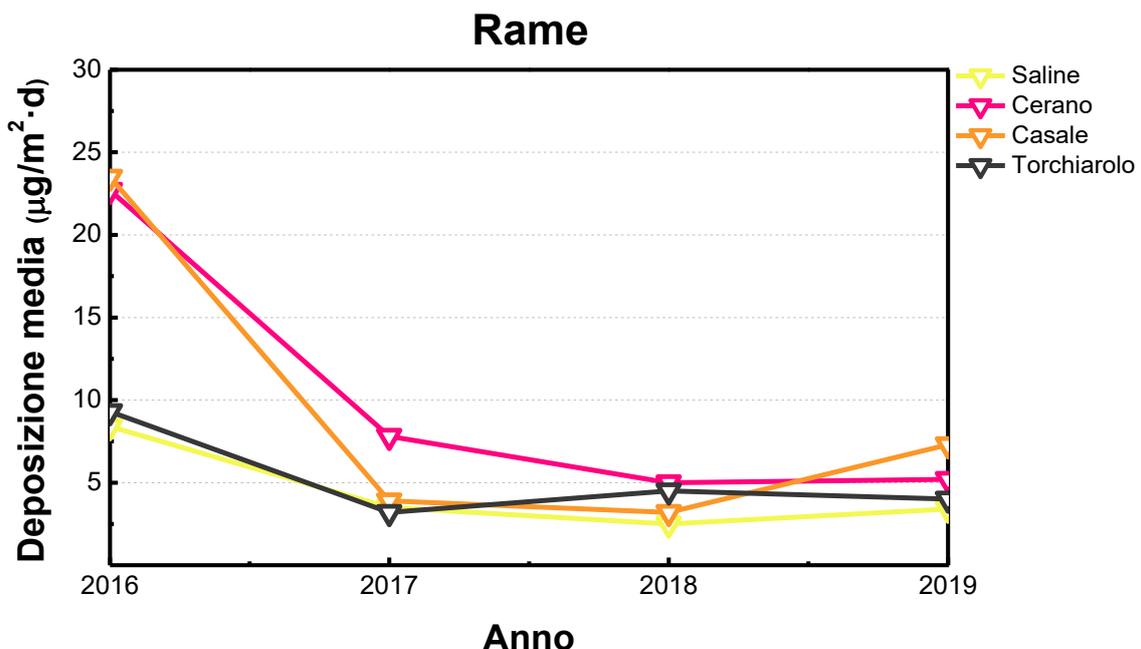
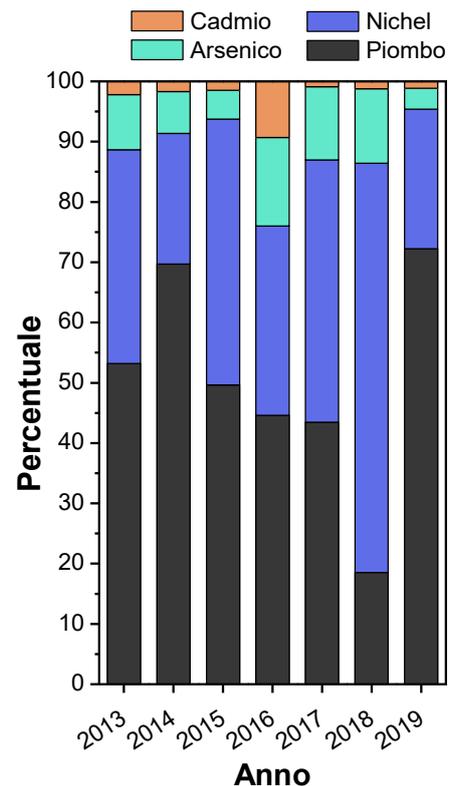
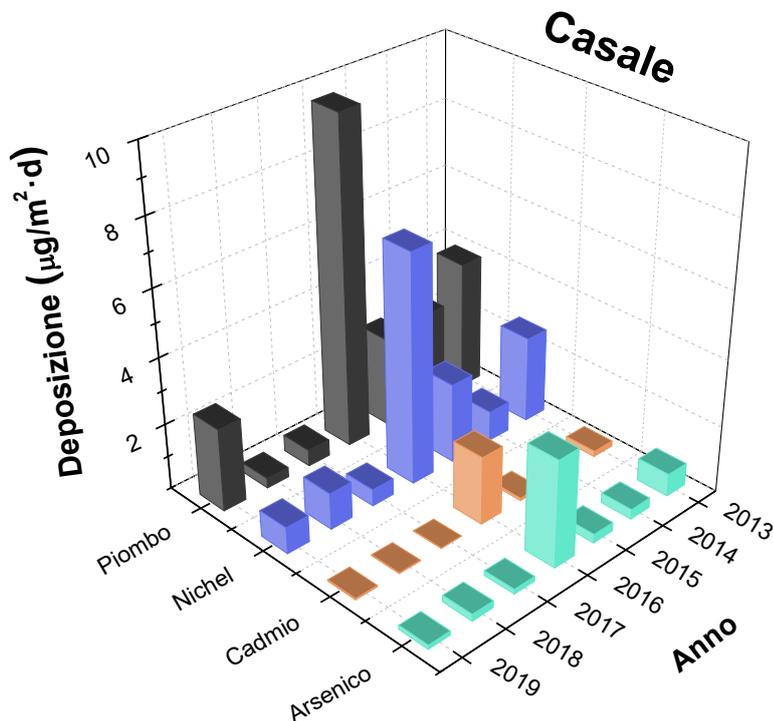
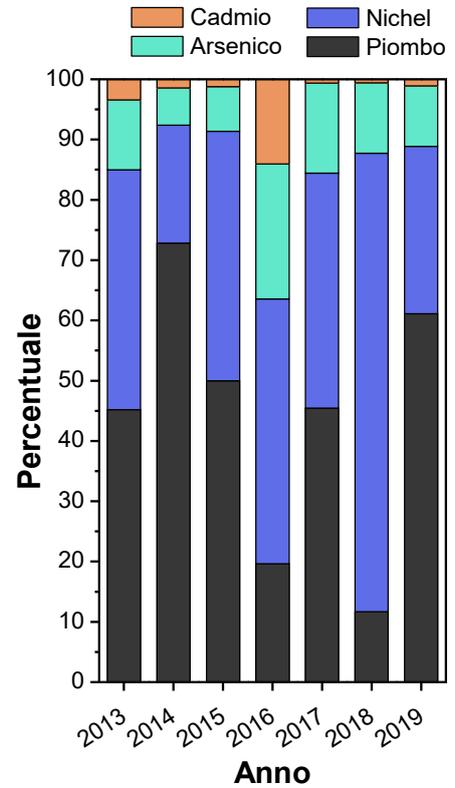
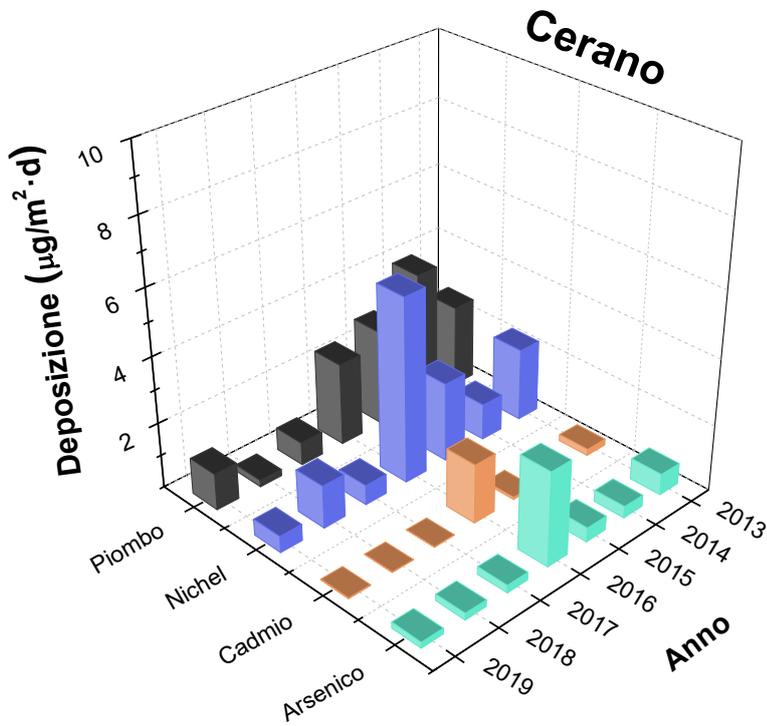


Figura 15: andamento dei flussi di deposizione atmosferica di rame, in provincia di Brindisi, dal 2013 al 2019.

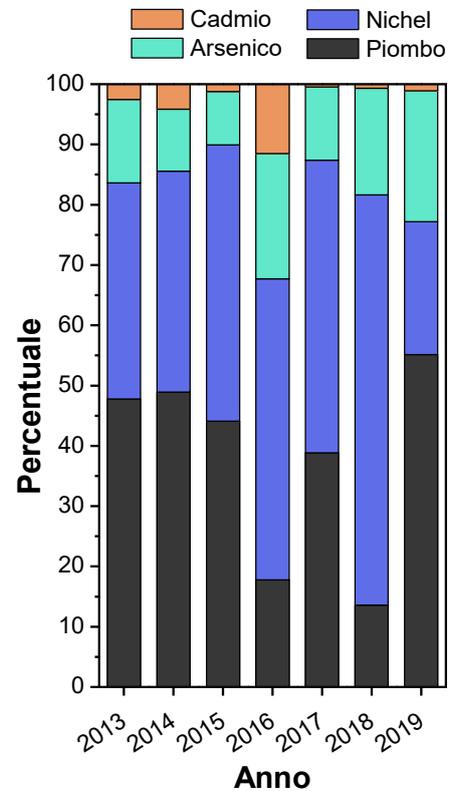
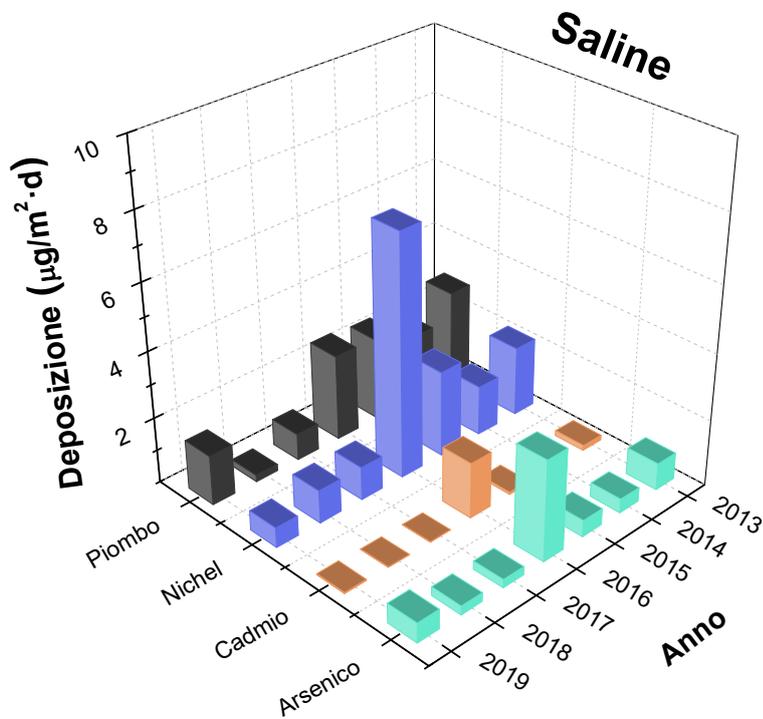
5.6. Riepilogo

I grafici riportati di seguito, specifici per ciascun sito, riassumono i tassi di deposizione riscontrati per arsenico, nichel, cadmio e piombo dal 2013 al 2019. I valori registrati nei siti della provincia di Brindisi, nel 2019, sono estremamente contenuti ed in linea con quelli relativi ad aree rurali (ISTISAN 06/43) per arsenico, cadmio, nichel e piombo e inferiori a tutti i valori limite previsti in altri Paesi europei.





2 5 d i 3 2



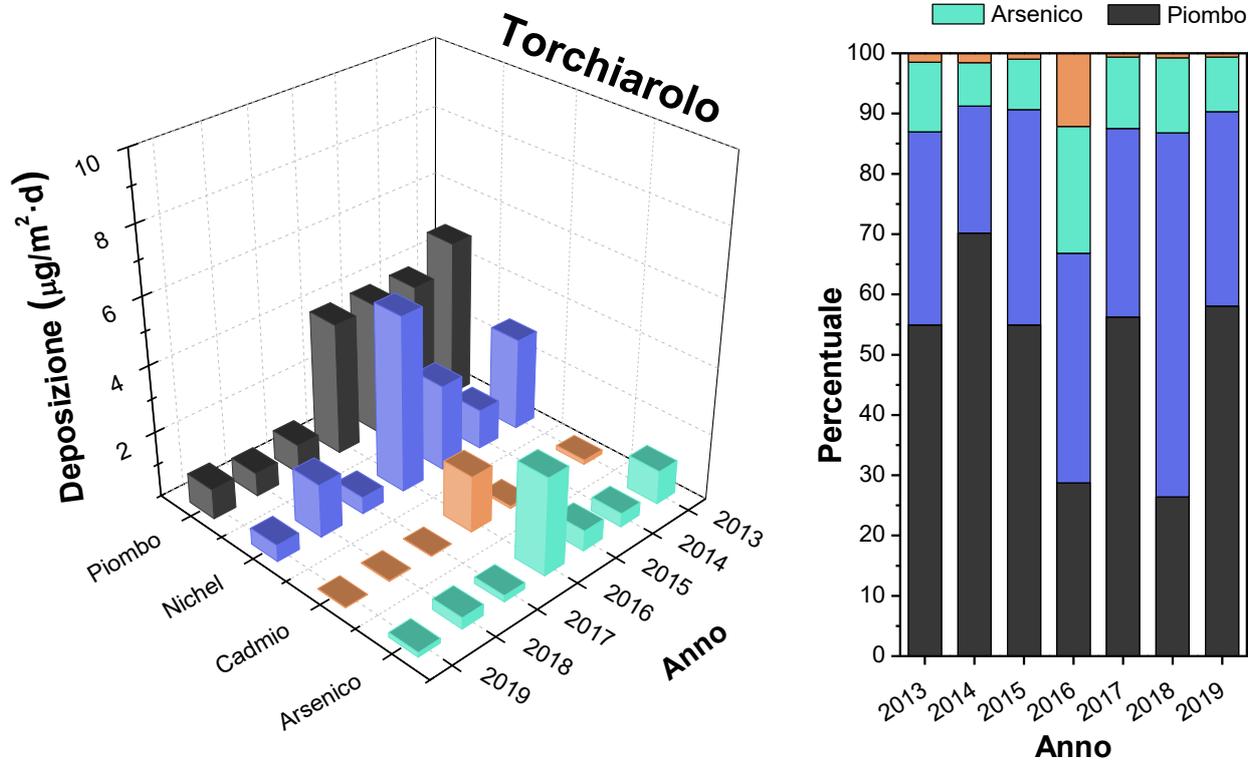


Figura 16: A sinistra: istogrammi sito specifici dei tassi di deposizione dei 4 metalli normati nella finestra temporale 2013-2019. A destra: istogrammi cumulativi percentuali dei 4 metalli normati, per ciascun sito, dal 2013 al 2019.

I flussi di deposizione del 2019 sono confrontabili con quelli dei due anni precedenti e confermano il trend di riduzione osservato dopo il 2016, anno in cui si sono ottenuti i valori più alti di tutta la serie storica. Nel 2019, in concomitanza di una lieve riduzione dei valori di nichel, si è osservato un aumento dei valori di piombo.

Come è possibile osservare dagli istogrammi cumulativi, in tutti i siti l'abbondanza del piombo è superiore al 50%. Si tenga presente che si tratta di abbondanze relative, in quanto calcolate sulla somma dei soli quattro metalli considerati e non sulla sommatoria totale di tutti i metalli effettivamente analizzati.

6. Conclusioni

Il presente report riassume gli esiti analitici ottenuti a seguito della raccolta di deposizioni secche ed umide, in provincia di Brindisi, nel **2019**, attraverso campionamenti mensili di tipo “*bulk*” nei siti di campionamento di Brindisi - Casale, Brindisi – Cerano, Brindisi – Saline e Torchiarolo, al fine di ottenere i flussi medi annui di deposizione totale dei **metalli**. I risultati, espressi in termini di flussi di deposizione medi su un tempo di mediazione di un anno, sono stati contestualizzati all’interno della serie storica dei dati deposimetrici già disponibile per il periodo 2013-2018.

Attualmente, in Italia, non sono vigenti valori limite che riguardino il contenuto dei metalli nelle deposizioni atmosferiche. La rete deposimetrica è, comunque, un utile strumento di controllo dei tassi di deposizione dei metalli al suolo in aree con presenza di sorgenti emissive industriali da monitorare in termini di ricadute in aria ambiente e consente di stimare l’esposizione della popolazione generale verso questi inquinanti.

Il primo riferimento normativo è stato la direttiva 2004/107/CE, la quale ha introdotto la misura delle deposizioni, mirando sia alla definizione di metodi comuni per la loro valutazione, che alla raccolta di informazioni esaurienti in merito alle deposizioni di arsenico, cadmio, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici. Con il D. Lgs. 3 agosto 2007 n.152 (modificato con D.Lgs. 26 giugno 2008, n. 120) lo Stato italiano ha recepito la Direttiva 2004/107/CE su As, Hg, Cd, Ni, e Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) contenuti nel PM10, e con essa, sono stati introdotti i valori obiettivo previsti per i diversi parametri in aria ambiente.

Nessuna di queste norme prevede valori limite o valori obiettivo per le deposizioni atmosferiche totali, per i metalli e i semi-metalli nelle deposizioni. Il gruppo di lavoro dell’Istituto Superiore di Sanità “*Metodiche per il rilevamento delle emissioni da impianti industriali*” ha messo a punto il metodo nazionale per la determinazione di arsenico, il cadmio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nelle deposizioni atmosferiche totali. Si è proceduto, pertanto, nel presente report, a valutare i risultati ottenuti dalle analisi dei metalli, richiamando anche i valori guida indicati dall’ISS nel documento Rapporti ISTISAN 06/43 del 2006 “*Microinquinanti organici e inorganici nel comune di Mantova: studio dei livelli ambientali*”.

Come ulteriore documento di riferimento, tra i più aggiornati, presente in letteratura e i cui limiti internazionali vigenti in alcuni Stati europei sono stati tenuti in considerazione nel presente report, è *Atmospheric depositions of persistent pollutants: methodological aspects and values from case studies*¹; per quanto riguarda metalli e metallioidi presenti nelle deposizioni totali, si è ritenuto, quindi, necessario prendere in considerazione limiti e valori guida adottati da altri Paesi europei (tabelle 27-28), espressi come contenuto totale dell’elemento in massa (µg) depositato sull’unità di superficie (m²) nell’unità di tempo (d) su un periodo di riferimento annuale.

Per quanto riguarda gli esiti analitici dei metalli sui campioni prelevati nell’anno **2019** è possibile, pertanto, concludere che:

¹ (Ann. Ist Super Sanità 2015 | Vol. 51, No. 4: 298-304 (G. Settimo and G. Viviano - Dipartimento di Ambiente e Connessa Prevenzione Primaria, Istituto Superiore di Sanità, Rome, Italy)

- Si osserva un lieve aumento dei flussi di deposizione annui di **piombo** e **manganese**, rispetto al 2018. I flussi di deposizione di tutte le altre specie metalliche non presentano differenze statisticamente significative con quelli registrati nel 2018 e nel 2017, confermando il trend in diminuzione osservato dopo l'anno 2016;
- I flussi di deposizione di **piombo**, benchè in lieve rialzo, mostrano un valore assoluto modesto e ben inferiore al valore limite di $100 \mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$, adottato in Germania, Croazia, Austria e Svizzera;
- Le deposizioni di **arsenico**, **cadmio** e **nicel** registrate nei quattro siti di campionamento sono tra loro confrontabili e rientrano negli intervalli attesi per le aree rurali; per l'arsenico, le medie annue di deposizione nel 2019 sono risultate più basse o confrontabili rispetto a quelle del 2018. Per il cadmio, le medie annue del 2019 non variano rispetto a quelle dell'anno precedente, mentre per il nichel le medie annue di deposizione nel 2019 sono risultate in tutti i siti più basse rispetto a quelle del 2018, in alcuni casi anche dimezzate.
- Nel 2019 non si è stato registrato alcun superamento dei valori limite adottati dagli altri paesi europei; va tenuto presente, inoltre, che il rispetto di tali limiti è riferito esclusivamente alla valutazione di aspetti di carattere ambientale e che la presente relazione non contiene elementi di valutazioni di carattere sanitario, che restano di esclusiva competenza delle Aziende Sanitarie Locali.
- L'impatto ambientale dal punto di vista delle ricadute deposimetriche raccolte nel territorio brindisino è risultato complessivamente basso. Inoltre, non è possibile discriminare il contributo della fonte industriale da quello delle altre fonti (naturale, urbana, ecc.);
- Dall'analisi dei dati ottenuti e illustrati nel presente report non si evidenziano particolari criticità.

Brindisi, 27/08/2020

Direttore del Centro Regionale Aria
Dott. Domenico Gramegna



Gruppo di lavoro Struttura QA BR-LE-TA del C.R.A.
Dott. Valerio Margiotta
Dott.ssa Alessandra Nocioni

7. Bibliografia

- Settimo G, Viviano G. Atmospheric depositions of persistent pollutants: methodological aspects and values from case studies. Ann. Ist. Super. Sanità. 2015;51(4):298-304.
- Menichini E, Settimo G, Viviano G. Metodi per la determinazione di arsenico, cadmio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici nelle deposizioni atmosferiche. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2006. (Rapporti ISTISAN, 06/38).
- Viviano G, Mazzoli P, Settimo G. Microinquinanti organici e inorganici nel comune di Mantova: studio dei livelli ambientali. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2006. (Rapporti ISTISAN, 06/43).
- Menichini E, Viviano G. Trattamento dei dati inferiori al limite di rivelabilità nel calcolo dei risultati analitici. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2004 (Rapporti ISTISAN 04/15)
- Ente Nazionale Italiano di Unificazione (UNI). UNI EN 15841. Metodo normalizzato per la determinazione di arsenico, cadmio, piombo e nichel in deposizioni atmosferiche. [Air quality – Determination of arsenic, cadmium, lead and nickel in atmospheric deposition].
- “Relazione tecnica sulle deposizioni atmosferiche in comune di Cerano” – ARPA Piemonte
- “Progetto per la valutazione degli impatti sulla qualità dell’aria provocati dagli stabilimenti di produzione dell’acciaio – Report finale” – ARPA Umbria, ARPA Valle d’Aosta, ARPA Veneto

8. Allegati

Brindisi – Casale ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)														
Inizio	Fine	Giorni	V	Mn	Co	Ni	Cu	As	Se	Mo	Cd	Sb	Tl	Pb
11/12/18	18/01/19	38	0.49	17.90	0.12	0.37	1.75	0.18	0.61	0.04	0.03	1.06	0.01	0.22
18/01/19	22/02/19	35	0.17	1.13	0.00	0.15	1.54	0.04	0.07	0.06	0.00	0.31	0.00	<0.15
22/02/19	26/03/19	32	0.49	1.67	0.02	0.31	3.84	0.04	0.11	0.08	0.00	0.99	0.00	0.16
26/03/19	10/05/19	45	4.36	51.89	1.00	4.01	32.34	0.23	0.13	0.03	0.20	0.85	0.04	10.93
10/05/19	20/06/19	41	2.95	16.01	0.32	0.82	9.06	0.13	<0.0040	0.01	0.04	0.31	0.02	5.50
20/06/19	05/08/19	46	3.07	30.36	0.50	1.04	11.04	0.15	0.01	<0.004	0.04	1.58	0.02	5.57
05/08/19	10/09/19	36	0.23	0.69	<0.0014	0.09	0.90	0.03	0.05	0.03	0.00	0.05	<0.0033	<0.15
10/09/19	11/10/19	31	0.19	1.42	<0.0014	0.17	3.59	0.05	0.14	<0.004	<0.0005	2.84	0.00	<0.15
11/10/19	27/11/19	47	0.19	0.41	0.00	0.23	1.41	0.20	0.03	0.04	<0.0005	0.72	<0.0033	<0.15

Brindisi – Cerano ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)														
Inizio	Fine	Giorni	V	Mn	Co	Ni	Cu	As	Se	Mo	Cd	Sb	Tl	Pb
11/12/18	18/01/19	38	0.10	8.57	0.11	0.44	1.43	0.26	0.48	0.04	0.04	0.54	0.01	0.27
18/01/19	22/02/19	35	0.27	0.65	0.01	0.11	1.09	0.07	0.01	0.04	<0.0005	1.50	<0.0033	<0.15
22/02/19	26/03/19	32	0.06	0.82	0.01	0.19	0.76	0.04	0.09	0.05	0.00	0.38	<0.0033	<0.15
26/03/19	10/05/19	45	0.53	0.60	0.01	0.35	3.40	0.19	0.17	0.10	0.01	3.30	0.01	0.40
10/05/19	20/06/19	41	1.24	9.96	0.14	0.55	5.67	0.08	0.09	0.02	0.03	0.65	0.01	2.25
20/06/19	05/08/19	46	2.98	54.66	0.78	2.18	22.21	0.51	0.35	0.01	0.07	1.20	0.01	6.72
05/08/19	10/09/19	36	0.13	0.70	<0.0014	0.07	1.82	0.04	0.10	<0.004	<0.0005	0.24	<0.0033	<0.15
10/09/19	21/10/19	41	0.45	1.02	<0.0014	0.32	4.37	0.07	0.18	0.01	0.01	9.39	0.01	<0.15
21/10/19	09/12/19	49	0.92	1.34	0.00	0.36	6.28	0.32	0.04	0.03	0.00	7.65	<0.0033	0.22

Brindisi – Saline ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)														
Inizio	Fine	Giorni	V	Mn	Co	Ni	Cu	As	Se	Mo	Cd	Sb	Tl	Pb
11/12/18	18/01/19	38	0.46	8.00	0.13	0.78	1.12	0.18	0.18	0.06	0.02	2.04	0.01	0.19
18/01/19	22/02/19	35	0.29	0.42	0.00	0.18	0.62	0.08	0.20	0.05	0.01	0.28	0.00	<0.15
22/02/19	26/03/19	32	0.21	1.23	0.01	0.18	0.83	0.06	0.14	0.06	0.00	0.32	0.00	<0.15
26/03/19	10/05/19	45	2.96	34.24	0.60	1.72	9.22	0.53	0.46	0.01	0.15	0.53	0.02	5.09
10/05/19	20/06/19	41	0.98	10.51	0.19	0.50	3.40	0.09	0.11	0.01	0.02	0.29	0.01	1.48
20/06/19	05/08/19	46	4.02	60.82	1.01	1.69	7.84	0.51	0.21	<0.004	0.04	0.12	0.02	6.58
05/08/19	10/09/19	36	0.35	1.64	0.01	0.16	1.07	0.16	0.12	0.02	<0.0005	0.02	<0.0033	<0.15
10/09/19	11/10/19	31	1.88	2.14	<0.0014	0.40	4.78	0.41	0.50	<0.004	<0.0005	1.30	0.02	<0.15
11/10/19	27/11/19	47	1.01	0.43	0.00	0.18	2.04	0.22	0.03	0.07	0.00	0.63	<0.0033	<0.15

Torchiarolo ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)														
Inizio	Fine	Giorni	V	Mn	Co	Ni	Cu	As	Se	Mo	Cd	Sb	Tl	Pb
11/12/18	18/01/19	38	0.67	8.83	0.04	0.17	2.32	0.22	0.41	0.09	0.01	0.51	0.01	0.17
18/01/19	22/02/19	35	0.62	0.70	0.02	0.88	4.63	0.08	0.06	0.11	0.01	0.64	0.01	0.25
22/02/19	26/03/19	32	0.51	1.52	0.01	0.28	1.98	0.08	0.04	0.10	0.00	0.63	<0.0033	<0.15
26/03/19	10/05/19	45	1.67	1.21	0.01	0.71	4.46	0.11	0.22	0.11	0.01	1.11	0.00	0.16
10/05/19	20/06/19	41	1.72	13.09	0.23	0.81	4.58	0.08	0.01	0.04	0.03	0.47	0.02	2.39
20/06/19	05/08/19	46	2.25	31.93	0.56	1.50	10.87	0.19	0.13	0.01	0.05	1.31	0.01	4.61
05/08/19	10/09/19	36	0.27	1.08	<0.0014	0.09	1.32	0.05	0.16	0.01	<0.0005	0.05	<0.0033	<0.15
10/09/19	11/10/19	31	0.40	1.33	<0.0014	0.13	2.80	0.08	0.19	<0.004	<0.0005	3.43	0.01	<0.15
11/10/19	27/11/19	47	1.00	1.03	0.00	0.30	3.44	0.32	0.01	0.09	0.00	2.76	<0.0033	0.18

Limiti di rivelabilità ($\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{d}$)												
Anno	V	Mn	Co	Ni	Cu	As	Se	Mo	Cd	Sb	Tl	Pb
2015	0.0030	0.014	0.0600	0.04	0.08	0.0080	0.0001	0.005	0.1300	0.0030	0.0010	1.50
2016	0.0013	0.015	0.0012	0.04	0.10	0.0016	0.0001	-	0.0010	0.0013	-	0.16
2017	0,0020	0.015	0.0014	0.03	0.06	0.0020	0.0040	0.004	0.0005	0.0120	0.0030	0.15
2018	0.0022	0.015	0.0014	0.03	0.06	0.0024	0.0040	0.004	0.0005	0.0122	0.0033	0.15
2019	0.0022	0.015	0.0014	0.03	0.06	0.0024	0.0040	0.004	0.0005	0.0122	0.0033	0.15