

Deposizioni Atmosferiche Totali: Legislazione Europea e Nazionale

Giuseppe Ianiri

Reparto Esposizione a Contaminanti da Aria,
Suolo e Stili di Vita.

Dipartimento Ambiente e Salute, Istituto
Superiore di Sanità
giuseppe.ianiri@iss.it



DIPARTIMENTO
AMBIENTE E SALUTE

Dalle Emissioni alle Immissioni:
una Giornata Studio per
comprendere il problema



28 Febbraio 2024
Aula Mendel



Le deposizioni atmosferiche

✓ La deposizione atmosferica totale viene definita come “la massa totale di sostanze inquinanti che viene trasferita dall’atmosfera alle superfici (ad esempio il suolo, la vegetazione, l’acqua, gli edifici etc.) in una determinata area entro un determinato periodo di tempo”. (**Direttiva 2004/107/CE**).

✓ Il monitoraggio delle deposizioni consente di misurare la **ricaduta al suolo degli inquinanti** veicolati dal materiale particolato sedimentabile. Ciò risulta estremamente utile in aree industriali al fine di monitorare la ricaduta delle polveri provenienti dalle attività di produzione (acciaierie, cementifici, impianti di incenerimento, incendi in siti di stoccaggio rifiuti).



<https://www.romatoday.it/attualita/incendi-o-ciampino-inquinamento-aria-risultati.html>

<https://www.ravennaedintorni.it/cronaca/2023/10/20/operai-ospedale-inalato-polvere-cemento/>
<https://www.primonumero.it/2024/01/polveri-sottili-a-venafro-di-nuovo-oltre-la-media-9-sforamenti-da-inizio-anno-ma-il-cementificio-e-fermo-dal-6-gennaio/1530807957/>

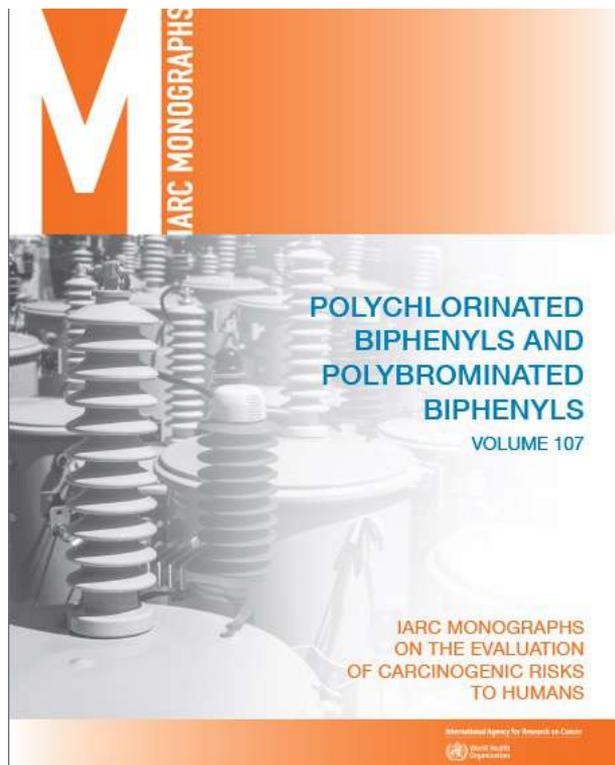


Le deposizioni atmosferiche

Gli inquinanti che vengono veicolati al suolo dalle deposizioni sono caratterizzati da persistenza ambientale e possono essere divisi in due grandi categorie:

✓ **Organici**: diossine (tra cui le policloro-dibenzo-p-diossine o **PCDD**), furani (tra cui policloro-dibenzo-furani o **PCDF**), policlorobifenili diossina simili (**DL-PCB**), idrocarburi policiclici aromatici (**IPA**).

✓ **Inorganici:metalli** (arsenico, cadmio, nickel, piombo, mercurio, ecc) e **metalloidi**.



La principale via di esposizione agli inquinanti persistenti è quella per *ingestione attraverso la dieta*. Negli ultimi anni però grazie alla riduzione delle concentrazioni (soprattutto per diossine, furani e policlorobifenili) nelle matrici ambientali, **l'esposizione per inalazione e l'assunzione con la dieta contribuiscono entrambe in modo significativo all'assunzione giornaliera totale.**

I deposimetri

Le deposizioni totali dette anche “**bulk** depositions”, sono costituite dalla somma di due componenti: la deposizione secca e umida. Il campionamento delle deposizioni totali viene effettuato attraverso un sistema passivo noto come **deposimetro**.



DepoBulk® in vetro pyrex e HDPE rispettivamente per la raccolta delle deposizioni per gli inquinanti **organici** ed **inorganici**.

Le norme di riferimento per il campionamento e l'analisi delle deposizioni



Nel 2006 il gruppo di lavoro ISS ha prodotto il primo documento di riferimento (**Rapporto ISTISAN 06/38**) per la determinazione di As, Cd, Ni e IPA nelle deposizioni.



CEN Standard	Titolo
EN 15980:2011	Air quality. Determination of the deposition of benz[a]anthracene, benzo[b]fluoranthene, benzo[j]fluoranthene, benzo[k] fluoranthene, benzo[a]pyrene, dibenz[a,h]anthracene and indeno[1,2,3-cd]pyrene
EN 15841:2010	Ambient air quality — Standard method for determination of arsenic, cadmium, lead and nickel in atmospheric deposition
EN 15853:2010	Ambient air quality — Standard method for determination of mercury deposition
EN 1948-2:2006	Stationary source emissions - Determination of the mass concentration of PCDDs/PCDFs and dioxin-like PCBs - Part 2: Extraction and clean-up of PCDDs/PCDFs
EN 1948-3:2006	Part 3: Identification and quantification of PCDDs/PCDFs
EN 1948-4:2014	Part 4: Determination of the mass concentration of PCDDs/PCDFs and dioxin-like PCBs - Part 4: Sampling and analysis of dioxin-like PCBs (includes Amendment A1:2013)

La **Direttiva (UE) 2015/1480** indica i metodi di riferimento da utilizzare per il campionamento e l'analisi.

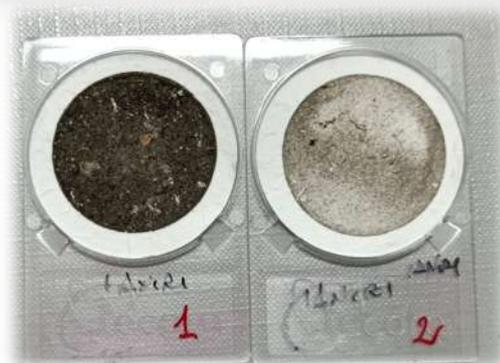
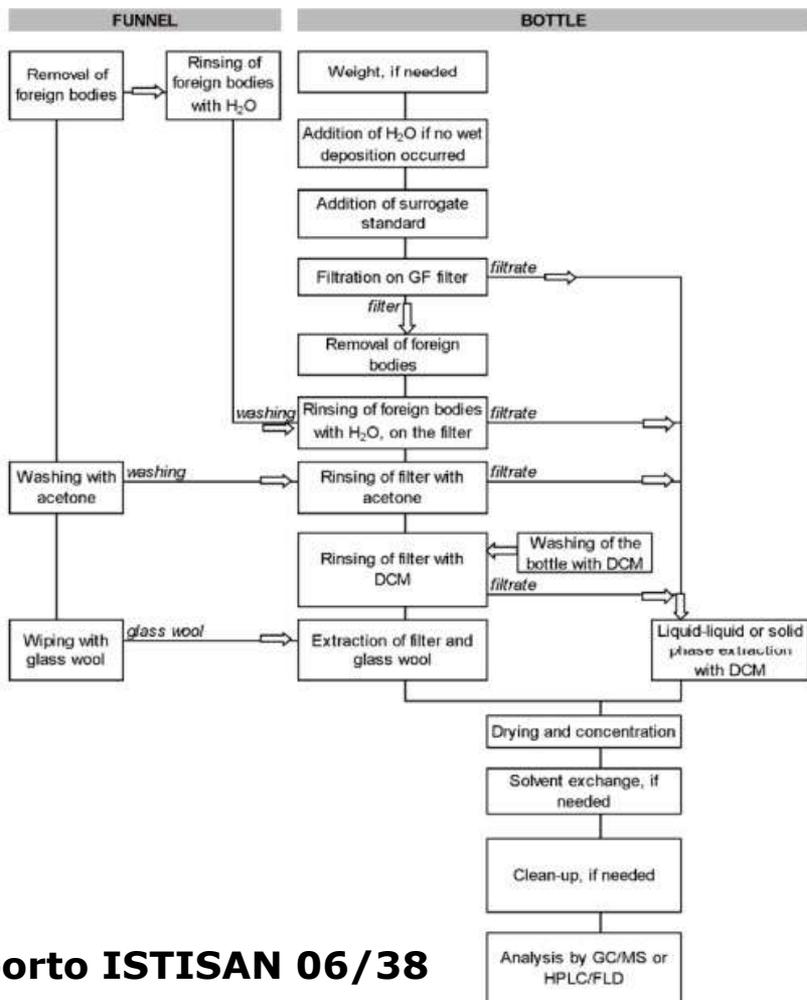


Determinazione degli IPA

Work-up of deposition samples for PAH analysis

B.1 Schematic representation

Figure B.1 shows the schematic representation of the sample work-up procedure.



Le deposizioni e la catena alimentare

26.1.2005

IT

Gazzetta ufficiale dell'Unione europea

L 23/3

DIRETTIVA 2004/107/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO

del 15 dicembre 2004

concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nickel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente

Gli effetti dell'arsenico, del cadmio, del mercurio, del nickel e degli IPA sulla salute umana, compreso attraverso la catena alimentare, e sull'ambiente nel suo complesso, sono dovuti alle concentrazioni nell'aria ambiente e alla deposizione; occorre tenere conto dell'accumulo di queste sostanze nel suolo.



COMMISSIONE
EUROPEA

Bruxelles, 26.10.2022
COM(2022) 542 final/2

2022/0347 (COD)

Proposta di

DIRETTIVA DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO

relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa

(rifusione)

{SEC(2022) 542} - {SWD(2022) 345, 542, 545}

CAPO II: VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DELL'ARIA AMBIENTE E DEI TASSI DI DEPOSIZIONE.

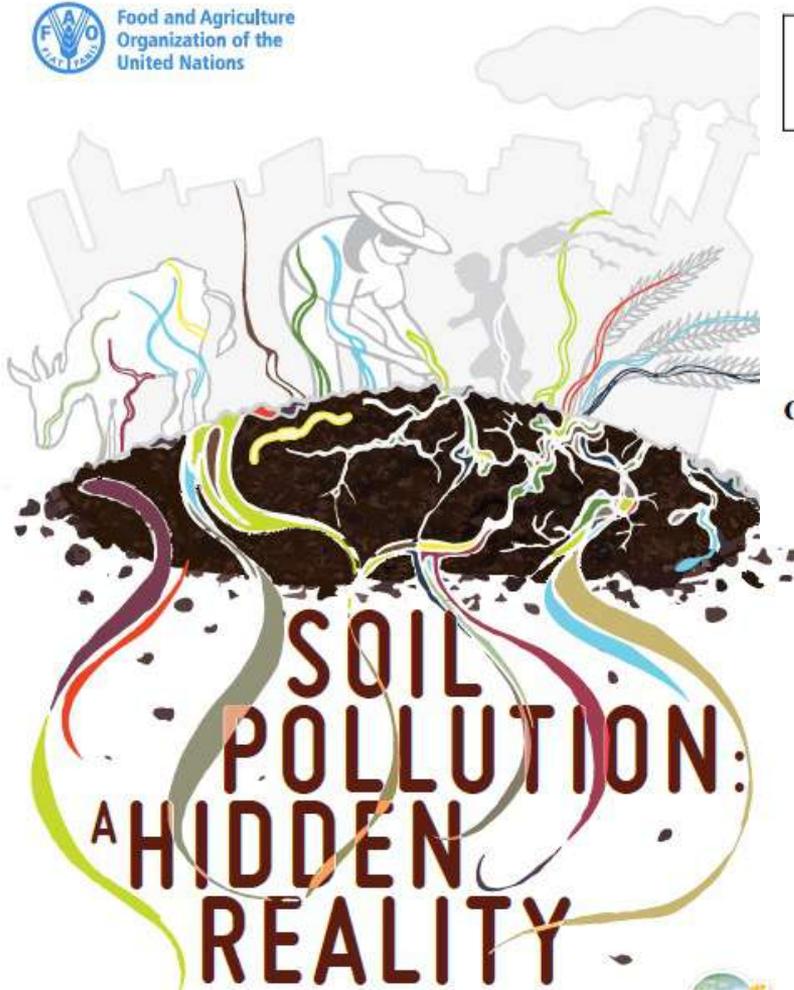
Articolo 10: Monitoraggio dei Supersiti.

Allegato IV, lettera B: Ubicazione su macroscala dei punti di campionamento.

I punti di campionamento predisposti ai fini della protezione della salute umana sono situati in modo da fornire dati sui seguenti elementi:

iii) Per As, Cd, Hg, Ni e IPA, i TASSI DI DEPOSIZIONE che **rappresentano l'esposizione indiretta della popolazione attraverso la catena alimentare.**

Le deposizioni e la catena alimentare



COMMISSIONE DELLE COMUNITÀ EUROPEE

Bruxelles, 24.10.2001
COM(2001) 593 definitivo

COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE AL CONSIGLIO, AL PARLAMENTO EUROPEO E AL COMITATO ECONOMICO E SOCIALE

Strategia comunitaria sulle diossine, i furani e i bifenili policlorurati



COMMISSIONE DELLE COMUNITÀ EUROPEE

Bruxelles, 10.7.2007
COM(2007) 396 definitivo



COMMISSIONE EUROPEA

Bruxelles, 15.10.2010
COM(2010) 562 definitivo

Atmospheric deposition is the main mechanisms of absorption of POPs (PCDD/F, DL-PCB, PAHs) by plants and soil.

Quadro normativo europeo



Regulatory act	Year	Title
COM (2001) 593	2001	Communication from the commission to the council, the parliament and the economic and social committee. "Community strategy on dioxins, furans and polychlorinatedbiphenyls".
Directive 2004/107/CE	2004	Directive "relating to arsenic, cadmium, mercury, nickel and polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air".
COM (2007) 396	2007	"Community strategy on dioxins, furans and polychlorinated biphenyls"- second summary report.
Directive 2008/50/CE	2008	Directive "on ambient air quality and cleaner air for Europe".
COM (2010) 562	2010	"Community strategy on dioxins, furans and polychlorinated biphenyls"- third summary report.
Directive 2015/1480/CE	2015	Directive "amending several annexes to Directives 2004/107/EC and 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council laying down the rules concerning reference methods, data validation and location of sampling points for the assessment of ambient air quality".
COM (2022) 542	2022	Proposal for a DIRECTIVE of the European Parliament and Council on ambient air quality and cleaner air for Europe

Attività condotte in Europa

Nel corso degli ultimi vent'anni in Europa sono state condotte numerose attività di monitoraggio delle deposizioni di inquinanti organici ed inorganici in differenti aree.

PCDD/F values (**pg I-TE m⁻²d⁻¹ annual average**) in BDs in Europe

Country	Rural sites (min-max)	Urban sites (min-max)	Industrial sites (min-max)
Belgium	<1-3.1	<1-12	1-211
Germany	7-17	0.5-464	-
UK	<1-517	<1-312	2-118
Denmark	0.5-31.5	1.7-31.6	-
France	20-50	100-147	4.2-363*
Finland	0.1-3**	-	-
Sweden	<0.1-0.7	-	-

Benzo(a)pyrene values (**ng m⁻²d⁻¹ annual average**) in BDs in Europe

Country	Rural sites (min-max)	Urban sites (min-max)
Germany	4.4-31.8	-
UK	-	36.2-2220
Poland	-	19.8-396
France	0.1-34.1	0.1-252
Finland	2-10	-
Greece	0.3-3.5	0.9-17.5
Sweden	5-17	-

* values are calculated using WHO-TEF₁₉₉₈; ** values are calculated using WHO-TEF₂₀₀₅.

Levels of As, Cd and Ni (**µg m⁻²d⁻¹ annual average**) in BDs in different sites in Europe

Metals	Type of Site		
	Rural	Urban	Industrial
As	0.082-0.43	0.22-3.4	2.0-4.3
Cd	0.011-0.14	0.16-0.90	0.12-4.6
Ni	0.030-4.30	5-11	2.3-22.0

Settimo G, Viviano G (2015) Atmospheric depositions of persistent pollutants: Methodological aspects and values from case studies. Ann Ist Super Sanita51:298-304. Doi: 10.4415/ANN_15_04_09.

Alcuni paesi europei, (tra cui Belgio, Germania, Croazia, Slovenia, Austria) hanno stabilito attraverso atti legislativi, specifici valori limite e/o valori guida per i flussi di deposizione al suolo per PCDD/F, DL-PCB, IPA e alcuni metalli.

Belgio: valori limite (VL) e valori guida (VG)



Belgium. *Flemish legislation. TITEL II van het Vlarem*
Besluit Van De Vlaamse Regering Van 1 Juni 1995 Houdende
Algemene En Sectorale Bepalingen Inzake Milieuhygiene
(BS 31 juli 1995).



**Materiale particellare
sedimentabile (PM)
(mg/m² d)**

**VG = 350 (media annuale)
VL = 650 (media mensile)**

Dose giornaliera accettabile (TDI) (WHO-TE/kg b.w.)	Valore guida per la deposizione di PCDD/F (media annuale) ^a	Valore guida per la deposizione di PCDD/F (media mensile) ^a	
3	10	20	Van Lieshout et al. 2001
2	8.2*	21*	Cornelis et al. 2008

(a) I valori sono espressi come pg WHO-TE/m² d.

* Nella calcolo viene considerata anche la funzione **DL-PCB**.

**Metalli
(µg/m² d)**

**VL Cd = 2 (media annuale)
VL Pb = 250 (media annuale)**

Germania: VL e VG



Germany. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz. (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) 2002.

Materiale particellare sedimentabile (PM)
($\text{mg}/\text{m}^2 \text{ d}$)

VL di 350 (media annuale)
VL di 650 (media mensile)

Deposizione di PCDD/F + DL-PCB
($\text{pg WHO-TE m}^{-2}\text{d}^{-1}$)
(media annuale)

VG = 4
VL specifico per gli impianti industriali = 9

Metalli
($\mu\text{g}/\text{m}^2 \text{ d}$)
(media annuale)

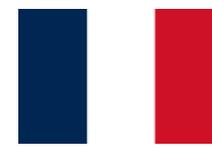
VL Cd = 2
VL Pb = 100
VL As = 4
VL Hg = 1
VL Ni = 15
VL Tl = 2

TA Luft – Vol. 18 Agosto 2021

Benzo(a)pirene
($\mu\text{g}/\text{m}^2 \text{ d}$)
(media annuale)

VL = 0.5

Francia



In 2001, the Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS), in a document entitled '*Méthode de surveillance des retombées des dioxines et furanes autour d'une unité d'incinération des ordures ménagères (UIOM)*', emphasises the importance of deposition in the contamination of soil and subsequently dairy products.



Partendo da concentrazioni di PCDD/F nel **latte** comprese tra **1-4 pg I-TE/g grasso** è stato introdotto un **valore guida** di deposizione per le diossine ed i furani di **40 pg I-TE/m² d.**

Guide values for PCDD/Fs depositions in pg I-TE m⁻²d⁻¹ (annual average) (INERIS, 2020).

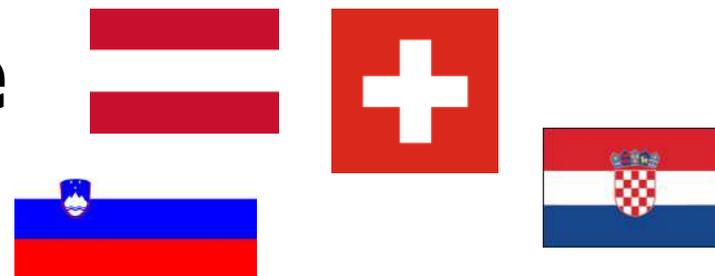
Some studies, on the other hand, have proposed PCDD/Fs BDs values to be used to monitor the state of air quality near **incineration plants** (Bodéan et al. 2011)

Type of site	Average	Median
Rural background	1.7	1.6
Urban background	3.0	2.0
More than 500 metres below the wind direction from the incinerator	2.8	2.1
Between 100 and 500 metres below the wind direction from the incinerator	3.6	3.3
Less than 100 metres below the wind direction from the incinerator	15.7	6.9



INERIS in a 2021 document entitled *Guide sur la surveillance dans l'air autour des installations classées - Retombées des émissions atmosphériques*, specifies that for some substances such as Pb, Cd, Ni, Hg, PAHs it is necessary to monitor not only their presence in ambient air but **it is essential to measure their quantities in atmospheric deposition.**

Altri paesi Europei e Regno unito



Nazione	PM ^x	(PCDD/F + DL-PCB) ^x	BaP ^x	As ^x	Cd ^x	Hg ^x	Ni ^x	Pb ^x	TI ^x
Germania	350 650*	4 ^{VG}	0.5	4	2	1	15	100	2
Belgio	350 ^{VG} 650*	8.2 ^{VG} 21* ^{VG}	-	-	2	-	-	250	-
<u>Austria</u>	210	-	-	-	2	-	-	100	-
<u>Svizzera</u>	200	-	-	-	2	-	-	100	2
<u>Slovenia</u>	200	-	-	-	2	-	-	100	-
<u>Croazia</u>	350	-	-	4	2	1	15	100	2
<u>Regno Unito</u>	200	-	-	-	-	-	-	-	-

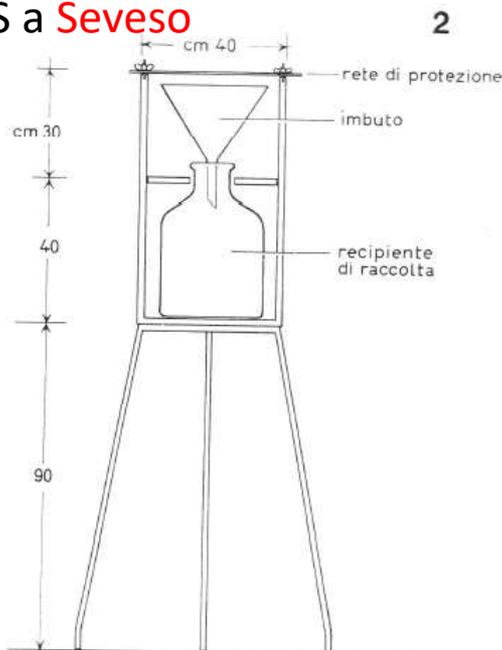
*media mensile, *media annuale, VG = valore guida.

La situazione Italiana

Attraverso la **Legge n.615 del 1966**, che istituì una Commissione studio per la proposta di limiti per le polveri, nel 1983 vennero proposti dei valori per le polveri sedimentabili.

Classe	Sedimet dusts (mg m ⁻² d ⁻¹)	Indice di polverosità
I	<100	Virtually absent
II	100-250	Low
III	251-500	Medium
IV	501-600	Medium-high
V	>600	High

1977 attività ISS a Seveso



GAZZETTA UFFICIALE DELLA REPUBBLICA ITALIANA

DECRETO 20 maggio 1991.

Criteria per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria.

Nell'allegato 1, punto 1.6. **Polvere sedimentabile: è costituita dal materiale particolato avente granulometria molto elevata ($d > 10 \mu\text{m}$) e che sedimenta sotto l'azione del campo di gravità. Essa viene valutata mediante raccolta in appositi deposimetri. Sulla polvere depositata possono essere eseguite analisi chimiche di diverso tipo.**

La situazione Italiana

D.Lgs. n.155 del 13/08/2010.

Attuazione della Direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.

- ❖ Articolo 6
- ❖ Allegato I
- ❖ Allegato VI

D.Lgs. n.250 del 24/12/2012.

Modifiche ed integrazioni al D.Lgs n.155/2010, recante attuazione della Direttiva 2008/50/CE.

Modifiche all'allegato VI del D.Lgs n.155/2010 relativamente ai metodi di riferimento per campionamento ed analisi di As, Cd, Ni, Hg, BaP e altri IPA di rilevanza tossicologica

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

DECRETO 29 novembre 2012.

Individuazione delle stazioni speciali di misurazione della qualità dell'aria previste dall'articolo 6, comma 1, e dall'articolo 8, commi 6 e 7 del decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155.

**IL MINISTRO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO
E DEL MARE**

DI CONCERTO CON

IL MINISTRO DELLA SALUTE

Articolo 4: *Stazioni per la misura indicativa delle concentrazioni di As, Cd, Ni, Hg, BaP e altri IPA di rilevanza tossicologica e per la misurazione indicativa della relativa deposizione totale.*

I dati in Italiana: PCDD/F

Locality	Area	PCDD/F (pg I-TE/m ² d) (media annuale)	References
Aosta	Industrial	3.7	(ARPAVDA, 2008)
Aosta	Urban	0.6-3.0	
Borgo Valsugana	Industrial (steelplant)	0.57-4.07	(Rada et al. 2014)
Coriano	Industrial (incinerator)	2.5	(Vassura et al. 2011)
Coriano	Rural	1.2	(Vassura et al. 2011)
Venezia	Industrial	0.1-5.2*	
Venezia	Urban	0.2-9.2*	(Rossini et al. 2005)
Venezia	Lagoon	0.1-4.7*	
Taranto	Industrial (steelplant)	12.9	
Taranto	Urban	4.8	(ARPAP 2019)
Taranto	Background	2.9	
Mantova	Industrial	1.2-5.1	
Mantova	Background	1.3-2.7	(Viviano et al. 2006)
Melfi	Industrial	1.7-2.1	
Melfi	Rural	1.2-2.7	(Bove et al. 2005)
North Latium (around Civitavecchia)	Industrial	0.05-0.14	
North Latium (around Civitavecchia)	Urban	0.05-0.46	(Settimo et al. 2021)
North Latium (around Civitavecchia)	Rural	0.07-0.20	
Terni	Industrial (steelplant)	0.5-4.0	(ARPAU 2019)
Viggiano	Industrial	10.3	(ARPAB 2021)

* values are calculated using WHO-TEF₁₉₉₈.

I dati in Italiana: BaP

Locality	Area	BaP (ng/ m ² d) (media annuale)	References
Borgo Valsugana	Urban	1-32	(Argiriadis et al. 2014)
Napoli	Urban	1.2	(Qu et al. 2019)
Taranto	Industrial	79.4-135.6	
Taranto	Urban	58.5-145.7	(ARPAP 2019)
Taranto	Background	5.2-33.3	
Viggiano	Industrial	1.3-4.5	(ARPAB 2021)
North Latium (around Civitavecchia)	Industrial	1.4-4.6	
North Latium (around Civitavecchia)	Urban	1.4-7.1	(Settimo et al. 2021)
North Latium (around Civitavecchia)	Rural	1.4-3.9	
Rome	Urban	1.6	(Ianiri et al. 2023)
San Nicola di Melfi	Industrial	4.6-6.9	
San Nicola di Melfi	Urban	3.2-4.1	(Menichini et al. 2006b)
San Nicola di Melfi	Background	1.9-5.7	
Venezia	Urban	30	(Rossini et al. 2005)
Venezia	Rural	6-9	

I dati in Italiana: metalli

Valori espressi come $\mu\text{g}/\text{m}^2 \text{ d}$ (media annuale)

Locality	Area	As	Cd	Hg	Ni	Pb	Tl	Zn	References
Milazzo	Industrial	0.26	0.04	-	1.08	0.66	0.04	32.6	(Brugnone et al. 2023)
Milazzo	Urban	0.15	0.03	-	0.36	0.48	0.03	23.7	
Augusta	Industrial	0.14	0.02	-	0.56	0.16	0.02	15.2	
Siracusa	Urban	0.17	0.03	-	0.49	0.14	0.02	16.9	
Aosta	Industrial	1.20	0.25	-	110	-	-	-	(ARPAVDA 2021)
Aosta	Urban	0.70	0.10	-	10	-	-	-	
Mantova	Industrial	-	0.2- 0.4	0.24- 0.55	3.1- 7.6	4.7- 14.0	-	-	(Viviano et al. 2006)
La Spezia	Industrial	0.56	0.48	0.06	11	12	0.03	-	(ARPAL 2019)
Perugia	Urban	0.20	0.60	-	3.8	4.3	-	152	(ARPAU 2019)
Terni	Industrial	0.70	0.60	-	88.4	26.4	-	251	
Terni	Urban	0.40	0.50	-	27.8	7.5	-	132	
Taranto	Industrial	3.0	0.80	-	13.6	93.0	1.01	394	(ARPAP 2019)
Taranto	Urban	1.30	0.30	-	5.5	28.1	0.26	220	
Taranto	Background	0.45	0.29	-	1.8	3.3	0.31	28	
Venezia	Industrial	0.82	0.34	-	6.9	7.6	-	97	(Rossini et al. 2005)
Venezia	Urban	1.33	0.68	-	6.4	14.2	-	98	

Considerazioni finali

- La determinazione dei flussi di deposizione è uno strumento essenziale per valutare l'esposizione della popolazione a microinquinanti organici e inorganici attraverso la dieta e, di conseguenza, stimare i potenziali impatti sulla salute.
- Il monitoraggio delle deposizioni totali diventa ancora più importante nelle aree in cui sono presenti numerose fonti di emissione, come i siti industriali e i grandi centri urbani, dove gli inquinanti, oltre a essere presenti nell'aria (adsorbiti sul PM o in fase gassosa), possono depositarsi al suolo e sul terreno.
- Il tema delle deposizioni è in una fase di evoluzione legislativa, dove le Autorità e la comunità scientifica devono assolutamente continuare a fornire il loro contributo in termini di dati e studi sul ruolo delle deposizioni atmosferiche totali nel contesto ambientale e sanitario.

Grazie per la cortese attenzione!



DIPARTIMENTO
AMBIENTE E SALUTE

Giuseppe Ianiri
giuseppe.ianiri@iss.it
www.iss.it/ambiente-e-salute