

MONITORAGGIO VENTO-SELETTIVO DI MICROINQUINANTI ORGANICI IN ARIA AMBIENTE

Sito di monitoraggio I.C. "Vico De Carolis" - plesso "G. Deledda" QUARTIERE TAMBURI - TARANTO

Periodo: 30 novembre 2023 - 14 febbraio 2024

1 di 2

ARPA PUGLIA

**Agenzia regionale per la prevenzione e
la protezione dell'ambiente**

CENTRO REGIONALE ARIA - TARANTO

1. Introduzione

Dal 30 novembre 2023 al 14 febbraio 2024 il Centro Regionale Aria di ARPA Puglia ha effettuato una campagna di monitoraggio vento-selettiva di microinquinanti organici in aria ambiente presso il quartiere Tamburi di Taranto. La campagna si è svolta presso la scuola statale IC "Vico De Carolis" plesso G. Deledda in via G. Deledda. È stato impiegato un campionatore "Wind Select", in dotazione all'Agenzia, in grado di campionare gli inquinanti di interesse in base alla direzione di provenienza del vento.

Il campionamento ha avuto l'obiettivo di raccogliere gli inquinanti organici semi-volatili aerodispersi, presenti sia nel particolato atmosferico totale (campionato su filtro piano), sia come aeriformi incondensabili, trattenuti da supporto adsorbente, su diversi supporti di campionamento. Le classi di composti ricercati comprendono policlorodibenzodiossine e furani (PCDD/F), policlorobifenili (PCB) e idrocarburi policiclici aromatici (IPA). Il report descrive i risultati del monitoraggio ed esprime valutazioni sui dati ottenuti.

2. Descrizione del monitoraggio

Il Wind Select (Monitoring Systems GmbH, Austria) è un apparato composto da una pompa di aspirazione, un sistema di rilevazione della velocità e direzione del vento ed un meccanismo di valvole che, in funzione del segnale rilevato dal sensore meteo, può dirigere i flussi campionati in n. 3 apposite e distinte cartucce (filtro piano seguito da adsorbente) sulle quali sono raccolte, in maniera asincrona e distinta, le frazioni di aeriformi di interesse. È possibile programmare i campionamenti sia in funzione della direzione che della velocità del vento. Nel caso specifico, sono state impiegate tre cartucce dotate di filtro piano in fibra di quarzo, per materiale particellare, e filtro adsorbente in schiuma di poliuretano (PUF). I volumi di aria campionata sono stati ripartiti in sottovento, sopravvento e calma di vento in funzione dei criteri riportati in tabella 1.

2 di 2

Tabella 1: Impostazioni del campionamento

Cartuccia	Settore	Identificativo	Velocità del vento (Velocità minima campionata)
1	255° ÷ 54°	Sottovento zona industriale	≥ 0.5 m/s
2	55° ÷ 254°	Sopravento zona industriale	
3	0° - 360°	Calma di vento	< 0.5 m/s

Il settore denominato "sottovento" comprende prevalentemente le sorgenti emmissive della zona industriale di Taranto. L'aria ambiente campionata da questa direzione (255°-54°) e raccolta dalla cartuccia n. 1, ha coperto un angolo di circa 160° centrato sulla zona industriale, come descritto in Figura 1. Sulla cartuccia n. 2 il campionamento è stato impostato in modo tale da coprire un angolo di circa 200° (da 55° a 254°) e poter prelevare quanto proveniente prevalentemente dall'area urbana e in particolare dal quartiere Tamburi.

Il flusso aspirato sulla cartuccia n. 3 è relativo alle condizioni di calma di vento (velocità < 0,5 m/s). La figura 1 rappresenta graficamente la suddivisione dei diversi settori di campionamento.

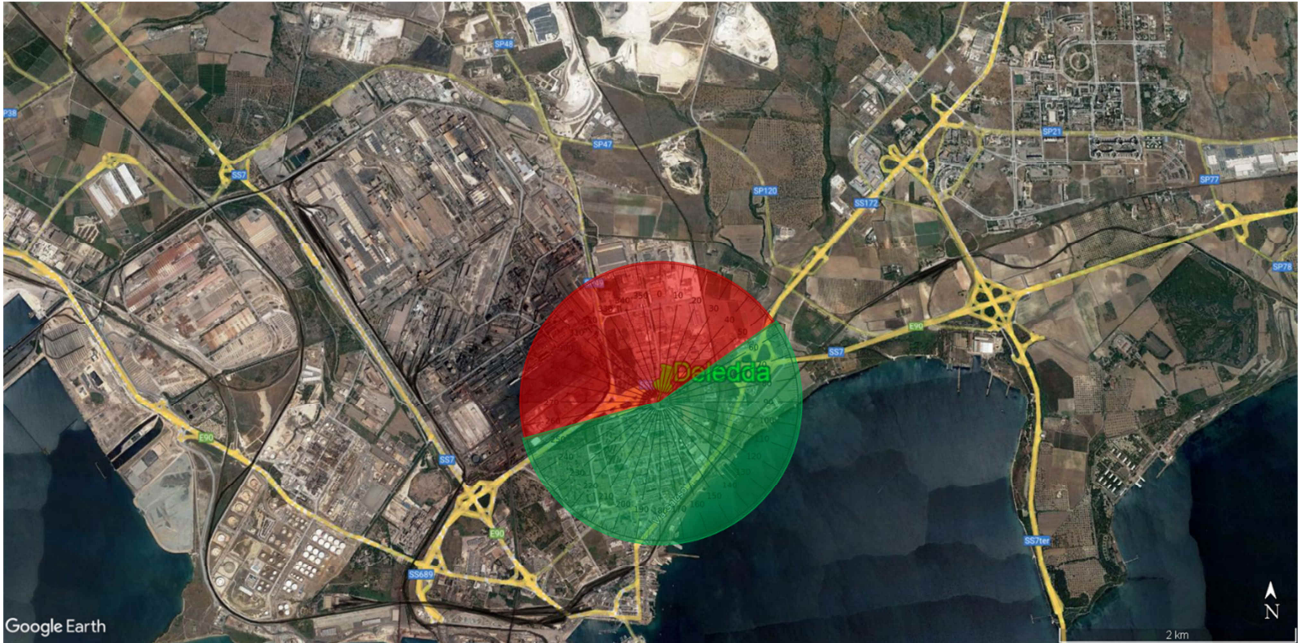


Figura 1a: settori di campionamento: sottovento in rosso (55°-254°) e sopravvento in verde (255°-54°).



Figura 1b: campionatore Wind Select.

Si segnala che durante questa campagna vi è stata una interruzione dovuta a disalimentazione elettrica (cfr. Verbale di servizio prot 81867/2023).

La tabella 3 riporta i volumi campionati sulle 3 diverse cartucce.

Tabella 3: Dettagli dei volumi campionati durante il periodo di monitoraggio

Cartuccia	Settore	Identificativo	Volumi campionati (m ³)
1	255° ÷ 54°	Sottovento zona industriale	334
2	55° ÷ 254°	Sopravento zona industriale	443
3	0° - 360°	Calma di vento	1436

Ciascuna cartuccia del campionatore Wind Select costituisce un singolo campione su cui è stata effettuata l'analisi quantitativa dei microinquinanti organici da Polo di Specializzazione Microinquinanti del DAP di Taranto. Le analisi sono state eseguite con la tecnica GC/HRMS, in accordo ai metodi EPA 1613b 1994 per PCDD/F, EPA 1668c 2010 per PCB, UNI EN 15549:2008 e CEN/TS 16645:2014 per gli IPA. Con nota prot. 39496 del 07/05/2024, il Polo Microinquinanti ha trasmesso i rapporti di prova n° 1798, 1831, 1833-2024.

4 d i 1 2

I verbali e i rapporti di prova sono disponibili al seguente link:

<https://arpapuglia.page.link/Zxc9ASxEorMxyfhu9>

la password per accedere è : MkvS034]

Per completezza di informazione si aggiunge che nel sito di campionamento è installato anche un campionatore bicanale di PM₁₀, utilizzato per verificare le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene. Alcuni dettagli del sito di monitoraggio sono riassunti in tabella 2:

Tabella 2: Dettagli del sito di monitoraggio e condizioni meteorologiche.

Sito	Coordinate	Distanza dai confini dell'area industriale	Altezza rispetto al piano di campagna	Stagione	Temperatura media del periodo ¹ (°C)	Precipitazioni cumulative nel periodo ¹ (mm)
Deledda	40.497468; 17.229579	~ 200 m	~ 1,5 m	Inverno	11	43

¹ Dati della centralina micro-meteo di ENI

3. Gli inquinanti ricercati

Con il termine generico di “**diossine**” si indica un gruppo di 210 composti chimici aromatici policlorurati, divisi in due famiglie: policlorodibenzodiossine (PCDD) e policlorodibenzofurani (PCDF). Le diossine non sono prodotte intenzionalmente, bensì sono sottoprodotti indesiderati di una serie di processi chimici e/o di combustione. Si tratta di composti particolarmente stabili e persistenti nell’ambiente, tossici per l’uomo, gli animali e l’ambiente stesso; le diossine e i furani costituiscono infatti due delle dodici classi di inquinanti organici persistenti riconosciute a livello internazionale dall’UNEP (United Nations Environment Programme). Esistono in totale 75 congeneri di diossine e 135 di furani, che si differenziano per il numero e la posizione degli atomi di cloro sugli anelli benzenici. Di questi solo 17 (7 PCDD e 10 PCDF) destano particolare preoccupazione dal punto di vista tossicologico. Le diossine sono sostanze semivolatili, termostabili, scarsamente polari, insolubili in acqua, altamente liposolubili, resistenti alla degradazione chimica e biologica. A causa della loro presenza ubiquitaria nell’ambiente, persistenza e liposolubilità, le diossine tendono, nel tempo, ad accumularsi nei tessuti e organi dell’uomo e degli animali. L’esposizione ambientale può interessare ampie fasce di popolazione e avviene, per lo più, attraverso l’assunzione di cibo contaminato, anche se vi possono essere altre vie di esposizione, quali l’inalazione di polvere o il contatto dermico.

I **policlorobifenili** (PCB) sono una serie di 209 composti aromatici costituiti da molecole di bifenile variamente clorate. Si tratta di molecole sintetizzate all’inizio del secolo scorso e prodotte commercialmente fin dal 1930, e attualmente in buona parte banditi a causa della loro tossicità e della loro tendenza a bioaccumularsi. A differenza delle diossine, quindi, i PCB sono sostanze chimiche largamente prodotte tramite processi industriali per le loro proprietà chimico-fisiche. I PCB sono composti chimici molto stabili, resistenti ad acidi e alcali e alla fotodegradazione, non sono ossidabili, non attaccano i metalli, sono poco solubili in acqua, ma lo sono nei grassi e nei solventi organici. Non sono infiammabili, evaporano a temperature comprese fra 170-380 °C e si decompongono solo oltre i 1000°C. Solo 12 dei 209 congeneri di PCB presentano caratteristiche chimico-fisiche e tossicologiche paragonabili alle diossine e ai furani: questi vengono definiti PCB dioxin-like (PCB DL). Per questi inquinanti non sono al momento stati stabiliti a livello nazionale o regionale valori limite di riferimento in qualità dell’aria.

5 di 12

La concentrazione totale di diossine e PCB si esprime in termini di tossicità equivalente (TE). Il concetto di TE esprime la tossicità di una miscela di diossine (o anche di altri composti *dioxin-like*) come la sommatoria delle concentrazioni di ciascuno dei congeneri moltiplicata per il suo fattore di tossicità equivalente (TEF). Il TEF esprime la tossicità relativa di ogni congenere in rapporto a 2,3,7,8-TCDD alla quale è assegnato un valore convenzionale pari a 1. La revisione più recente dei TEF è stata pubblicata dall’OMS nel 2005.

Per le concentrazioni in aria ambiente di PCDD/F e PCB attualmente non sono stati fissati livelli normativi nazionali o europei. In letteratura sono disponibili, però, alcuni valori guida. Per approfondimenti, si rimanda a quanto riportato nell’Appendice n. 1.

Gli **idrocarburi policiclici aromatici** si formano nel corso delle combustioni incomplete di combustibili fossili, legname, grassi, e prodotti organici in generale, quali i rifiuti urbani. Anche la combustione incontrollata di biomasse legnose costituisce una significativa fonte emissiva di IPA.

Tra gli IPA, l'unico composto ad essere attualmente normato a livello nazionale in aria ambiente è il benzo(a)pirene (BaP), con un valore obiettivo pari a 1 ng/m^3 , riferito al tenore totale presente nella frazione PM10 del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile, previsto dal D.Lgs n.155 del 13/08/2010 All. XIII. Si tenga presente che il monitoraggio in oggetto non ha riguardato la sola frazione del PM10 bensì il particolato totale sospeso; di conseguenza il confronto fra i dati di questa indagine ed il valore limite deve ritenersi puramente indicativo.

4. Risultati

La tabella 4 riporta le concentrazioni dei microinquinanti organici determinati per ciascun settore di campionamento.

Si rileva che, nel corso della campagna di monitoraggio, le concentrazioni di PCDD/F totali sono risultate più elevate nella cartuccia denominata "calma di vento" (cartuccia 3) con un valore pari a $34,13 \text{ fg TE/m}^3$. Inoltre la concentrazione nella cartuccia sopravento è risultata più elevata che in quella sottovento, atteso che comunque si tratta di concentrazioni basse.

Per i PCB tot. espressi in tossicità equivalente la cartuccia con valori più elevati è quella denominata "calma di vento" con 4.45 fg TE/m^3 ; stessa cosa si è verificata anche per il Benzo(a)pirene il valore più elevato è risultato quello nella cartuccia di calma e pari a 0.23 ng/m^3 . Anche in questi casi si tratta di concentrazioni basse.

Tabella 4: Risultati delle rilevazioni di microinquinanti organici campionati in modalità vento-selettiva in aria ambiente.

SETTORE	Periodo	Benzo(a)pirene	Tot. PCB (OMS-PCB-TEQ 2006)	Tot. PCDD/F (OMS-TEQ 2006)	Volume campionato
		ng/m^3	fg TE/m^3	fg TE/m^3	m^3
SOTTOVENTO (255 - 54 deg) CART.1 RdP n. 1798-2024-Rev. 0	Dal 30 novembre 2023 al 14 febbraio 2024	0.002	0.14	2.76	334.1
SOPRAVENTO (55 - 254 deg) CART.2 RdP n. 1831-2024-Rev. 0		0.142	2.31	11.82	442.5
CALMA DI VENTO* CART.0 RdP n. 1833-2024-Rev. 0		0.230	4.45	34.13	1436.1

* Venti inferiori a 0,5 m/s

Gli esiti analitici hanno mostrato concentrazioni di microinquinanti organici modeste e non sempre indicative di una netta direzionalità di provenienza. Inoltre, durante la campagna il volume di aria ambiente

campionato dalla direzione sottovento all'area industriale è risultato pari al 15% del volume totale campionato.

Per il BaP le concentrazioni nelle tre cartucce sottovento, sopravento e calma sono ampiamente inferiori al valore obiettivo (media annuale) di 1 ng/m³ essendo rispettivamente pari a 0.002 ng/m³, 0.142 ng/m³ e 0.230 ng/m³.

Le concentrazioni di PCDD/F, espresse in tossicità equivalente, sono tutte inferiori alla soglia di 40 fg TE/m³ indicata in documenti di riferimento dell'Istituto Superiore di Sanità (Commissione consultiva tossicologica Nazionale, Elenco di sostanze e prodotti di uso industriale e processi produttivi cancerogeni, Roma, ISS serie relazioni 89/6 e Rapporto Istisan 05/28, ISS).

La somma delle concentrazioni di PCDD/F e PCB, espresse in tossicità equivalente, rispetta ampiamente anche il limite di 150 fg TE/m³ proposto dalla commissione tedesca degli stati federali per la protezione dalle immissioni (LAI) nel 2004.

5. Andamento inquinanti riscontrati in precedenti campagne vento selettive nel quartiere Tamburi

Si riportano di seguito grafici di confronto tra i risultati della campagna di monitoraggio di cui al presente report e gli esiti di analoghe campagne condotte in passo nel medesimo sito.

Per il settore sottovento si osserva una tendenza alla diminuzione di concentrazione dalla campagna del 2014 a quella del 2024 per tutti gli inquinanti monitorati.

Le concentrazioni per il settore sopravento mostrano invece un andamento meno univoco. Rispetto al 2022, questo settore mostra un incremento di Benzo (a) pirene e un calo di PCDD/F e PCB. Le concentrazioni di tutti gli inquinanti risultano ad ogni modo poco significative.

In condizioni di calma di vento, si osserva una tendenza alla diminuzione per PCDD/F e un lieve incremento per PCB e IPA che comunque si attestano valori ampiamente inferiori ai rispettivi valori di riferimento.

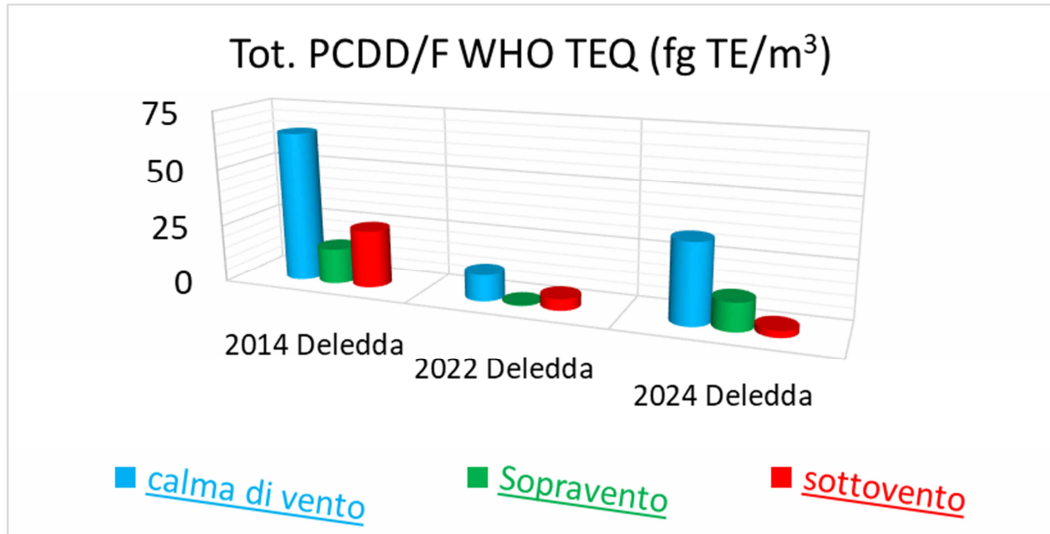


Figura 2: Concentrazione di Tot. PCDD/F (OMS-TEQ 2006) nelle campagne WS

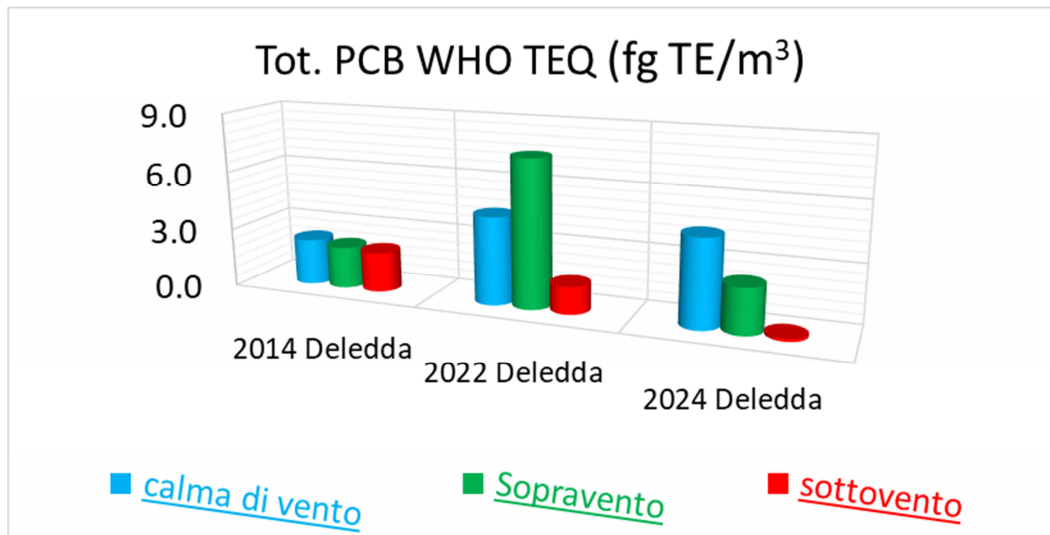


Figura 3: Concentrazione di Tot. PCB (OMS-PCB-TEQ 2006) nelle campagne WS

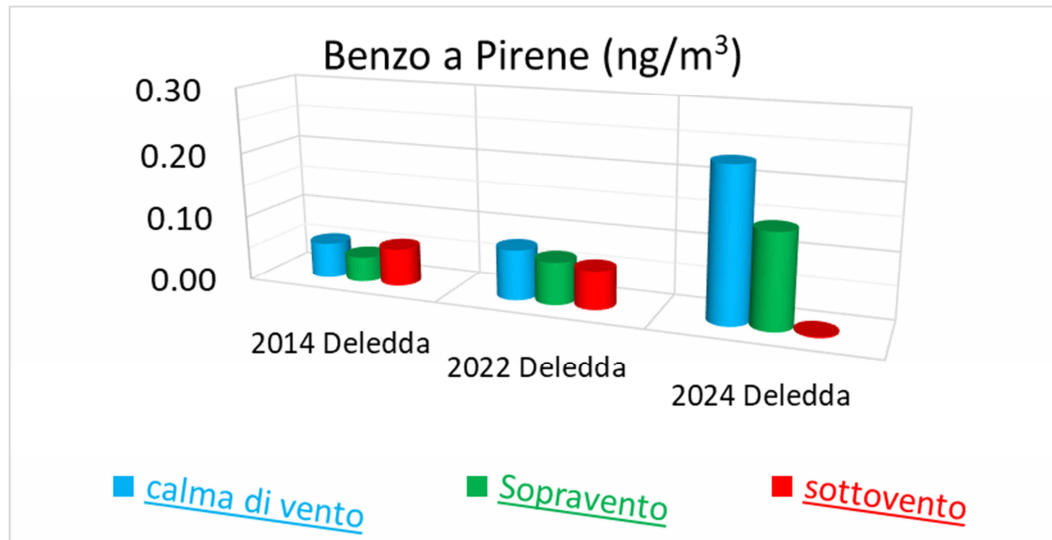


Figura 4: Concentrazione Benzo(a)pirene nelle campagne WS

6. Conclusioni

Dal 30 novembre 2023 al 14 febbraio 2024 Il Centro Regionale Aria di ARPA Puglia ha effettuato una campagna di monitoraggio vento-selettiva di microinquinanti organici in aria ambiente presso il quartiere Tamburi di Taranto. La campagna si è svolta presso la scuola statale IC “Vico De Carolis” plesso G. Deledda in via G. Deledda.

Il campionamento ha avuto l’obiettivo di raccogliere gli inquinanti organici semi-volatili aerodispersi, presenti sia nel particolato atmosferico totale (campionato su filtro piano), sia come aeriformi incondensabili, trattenuti da supporto adsorbente, su diversi supporti di campionamento. Le classi di composti ricercati comprendono policlorodibenzodiossine e furani (PCDD/F), policlorobifenili (PCB) e idrocarburi policiclici aromatici (IPA).

L’aria ambiente campionata con la cartuccia 1 ha coperto un angolo di circa 160° rivolto prevalentemente verso la zona industriale di Taranto, sulla cartuccia 2 è stata raccolta l’aria proveniente dal settore sopravento all’area industriale, mentre la terza cartuccia è stata predisposta per campionare in condizioni di calma di vento, cioè in condizioni di velocità del vento inferiore a 0,5 m/s.

Il periodo della campagna è stato caratterizzato da scarse precipitazioni e da concentrazioni di PM10 piuttosto contenute.

Gli esiti analitici, relativi al periodo campionato, hanno mostrato concentrazioni di microinquinanti organici modeste, non sempre indicative di una netta direzionalità di provenienza e con andamenti differenti a seconda del microinquinante osservato.

1 0 d i 1 2

La calma di vento ha fatto registrare i valori più alti di tutti e tre gli inquinanti monitorati con un particolare incremento relativamente ai Tot. PCDD/F (OMS-TEQ 2006) senza superare i valori guida e le soglie ad oggi noti, riportati in Appendice 1.

Sono stati registrati valori inferiori di un ordine di grandezza rispetto al valore obiettivo di concentrazione del benzo(a)pirene².

Rispetto alle analoghe campagne di monitoraggio eseguite nel medesimo sito nel 2014 e nel 2022, per il settore sottovento all’area industriale si osserva una tendenza alla diminuzione di concentrazione per tutti gli inquinanti monitorati. Le concentrazioni per il settore sopravento mostrano invece un andamento meno univoco. Rispetto al 2022, questo settore mostra un incremento di Benzo(a)pirene e un calo di PCDD/F e PCB. Le concentrazioni di tutti gli inquinanti risultano ad ogni modo poco significative. In condizioni di calma di vento, infine, si osserva una tendenza alla diminuzione per PCDD/F e un lieve incremento per PCB e IPA che comunque si attestano valori ampiamente inferiori ai rispettivi valori di riferimento.

² confronto indicativo, in quanto il Dlgs 155/10 prevede che tali valori vadano confrontati con le concentrazioni medie annue o almeno su di un minimo di campioni distribuiti in stagioni diverse e sulla frazione PM10 del particolato sospeso



Il presente report viene pubblicato al link https://www.arpa.puglia.it/pagina3071_report-campagne-di-misura-vento-selettive.html

Taranto, 29 agosto 2024

Il Direttore Scientifico
Dott. Ing. Vincenzo CAMPANARO

IL DIRIGENTE AMBIENTALE

Dott. Lorenzo Angiuli

Elaborazione dati e redazione a cura di: Dott. Gaetano SARACINO, Dott.ssa Alessandra NOCIONI

Campagna effettuata a cura di:

Dott. Gaetano SARACINO, Dott. Daniele CORNACCHIA e p.ch. Maria MANTOVAN

11 di 12

Appendice 1 – Riferimenti e soglie per Diossine e PCB

Per le concentrazioni in aria ambiente di PCDD/F e PCB non sono fissati livelli normativi nazionali o europei. In letteratura sono disponibili, però, alcuni valori guida.

L'ISS, nei suoi documenti di riferimento, riporta che per le PCDD/F è opportuno considerare il documento della OMS *"Air Quality Guidelines for Europe" (Second Edition 2000)* che assume come l'esposizione inalatoria, associata soprattutto all'inalazione di materiale particolato, contribuisca all'esposizione totale per una frazione del 5-10%. Se conservativamente si assume $0,1 \text{ pg OMS-TE/m}^3$ come livello indicativo della contaminazione atmosferica outdoor e indoor, ed una ventilazione polmonare giornaliera di 20 m^3 , l'assunzione per via inalatoria di PCDD/F viene stimata mediamente in $2 \text{ pg OMS-TE/individuo al giorno}$. Pertanto il documento OMS riporta che *"concentrazioni in aria ambiente di 300 fg TE/m^3 siano indice di sorgenti locali di emissione che devono essere identificate e controllate, mentre i valori nelle aree urbane si attestano sui 100 fg TE/m^3 ."*

Si fa presente che per tali inquinanti persistenti i suddetti valori suggeriti dall'OMS per le diossine sono stati riportati anche nelle Linee Guida SNPA (Del. Consiglio SNPA n. 107/21 di approvazione in via preliminare del documento "Linee guida SNPA per la gestione delle emergenze derivanti da incendi") al paragrafo 1.2.7 (pag. 19), come valori di riferimento individuati per la matrice ARIA.

Tra i valori di riferimento per PCDD/F si riporta anche la soglia di 40 fg TE/m^3 indicata dalla Commissione consultiva tossicologica Nazionale, Elenco di sostanze e prodotti di uso industriale e processi produttivi cancerogeni, Roma, ISS serie relazioni 89/6;

1 2 d i 1 2

infine, un ulteriore riferimento internazionale (Germania LAI 2004) individua un obiettivo per la pianificazione del controllo dell'inquinamento atmosferico a lungo termine pari a 150 fgTE/m^3 per la sommatoria di PCDD/F e PCB diossina-simili.