

ARPAV
Agenzia Regionale
per la Prevenzione e
Protezione Ambientale
del Veneto



Dipartimento Provinciale ARPAV di Venezia
Via Lissa, 6
30174 Venezia Mestre Italy
Tel. +39 041 5445511
Fax +39 041 5445500
e-mail: dapve@arpa.veneto.it

Servizio Sistemi Ambientali
Responsabile del Procedimento:
Dr.ssa Luisa Vianello
e-mail: lvianello@arpa.veneto.it

Campagna di Monitoraggio della Qualità dell'Aria con approfondimento sui livelli dei microinquinanti organici in aria ambiente

**Comune di Spinea
via Matteotti**

**Periodo di attuazione:
14 gennaio – 12 febbraio 2010**

RELAZIONE TECNICA

ARPAV
Agenzia Regionale
per la Prevenzione e
Protezione Ambientale
del Veneto

Centr. +39 049 8239301-303
Codice Fiscale 92111430283
Partita IVA 03382700288
e-mail: urp@arpa.veneto.it
www.arpa.veneto.it

Direzione Generale
Via Matteotti 27
35137 Padova - Italy
Tel. +39 049 8239341-354
Fax +39 049 660966

Direzione Area Amministrativa
Tel. +39 049 8239302
Fax +39 049 660966

Direzione Area Tecnico-Scientifica
Direzione Area Ricerca e Informazione
Tel. +39 049 8767610-633
Fax +39 049 8767670

Realizzato a cura di:

A.R.P.A.V.

Dipartimento Provinciale di Venezia

R. Biancotto (direttore)

Servizio Sistemi Ambientali

L. Vianello (dirigente responsabile)

C. Zemello (elaborazione)

Servizio Territoriale

G. Trevisan (raccolta dati)

L. Coraluppi (raccolta dati)

Redatto da: dr.ssa L. Vianello, dr.ssa C. Zemello

Supervisione nella pianificazione e nella relazione: dr. R. Biancotto

Si ringraziano per il supporto fornito:

Servizio Laboratori Provinciale di Venezia

Dipartimento Regionale Laboratori di ARPAV

Servizio Laboratori Provinciale di Padova

Dipartimento Regionale Laboratori di ARPAV

Servizio Sistemi Ambientali

Dipartimento Provinciale di Treviso

NOTA: La presente Relazione tecnica può essere riprodotta solo integralmente. L'utilizzo parziale richiede l'approvazione scritta del Dipartimento ARPAV Provinciale di Venezia e la citazione della fonte stessa.

Dipartimento Provinciale ARPAV di Venezia
Via Lissa, 6
30171 Venezia Mestre Italy
Tel. +39 041 5445511
Fax +39 041 5445500
e-mail: dapve@arpa.veneto.it

Servizio Sistemi Ambientali
Responsabile del Procedimento:
Dr.ssa Luisa Vianello
e-mail: lvianello@arpa.veneto.it

Responsabile dell'Istruttoria:
Ufficio Informativo Ambientale
Dr.ssa Consuelo Zemello
e-mail: czemello@arpa.veneto.it

Relazione tecnica n. 50/ATM/09		Data 28/05/2010
Campagna di monitoraggio della Qualità dell'aria con approfondimento sui livelli dei microinquinanti organici in aria ambiente.		
Richiedente: iniziativa del Servizio.		
Il Tecnico Dr.ssa Consuelo Zemello	Il Dirigente Servizio Sistemi Ambientali Dr.ssa Luisa Vianello	

INDICE

1. Introduzione	4
2. Raccolta dati.....	5
2.1 Caratterizzazione dei dati raccolti.....	5
2.1.1 Concentrazioni in aria ambiente	5
2.1.2 Deposizioni atmosferiche.....	8
3. Elaborazioni	9
3.1 Andamenti rilevati in aria ambiente.....	9
3.2 Deposizioni atmosferiche.....	22
3.3 Emissioni.....	24
4. Conclusioni	25
5. Bibliografia.....	28

1. Introduzione

Nel dicembre 2009 lo scrivente Dipartimento ha eseguito uno studio dal titolo 'Microinquinanti organici in Provincia di Venezia. Livelli in aria ambiente ed emissioni in atmosfera', successivamente pubblicato [4]. Tale documento focalizzava l'attenzione sui livelli di microinquinanti organici nell'aria ambiente e sui profili emissivi legati ad alcune fonti di pressione presenti nel territorio veneziano.

Al fine di realizzare un ulteriore approfondimento, sia in termini di emissioni sia in termini di ricadute, lo scrivente Dipartimento ha ritenuto utile organizzare la presente campagna di monitoraggio nel territorio del Comune di Spinea.

Nella scelta delle posizioni di campionamento per il monitoraggio delle concentrazioni in aria ambiente, è stato deciso di utilizzare le posizioni già individuate dai colleghi del Servizio Territoriale di questo Dipartimento per una recente indagine effettuata sull'impianto di cremazione sito nel Comune di Spinea.

E' da rilevare che detta area, oltre alla fonte di pressione specifica rappresentata dal forno crematorio, è soggetta anche a diverse fonti di pressione, puntuali e diffuse, trovandosi al centro di una sorta di triangolo delineato da arterie di traffico importanti, quali via Miranese, l'autostrada Padova – Venezia ed il Passante di Mestre; inoltre il contesto globale è quello di un sito che potrebbe essere definito 'agro-urbano', dove il ricorso alla biomassa per il riscaldamento domestico può avere una rilevanza non trascurabile.

E' stato ritenuto fondamentale tener conto di entrambi gli aspetti al fine di una corretta valutazione della qualità dell'aria.

2. Raccolta dati

2.1 Caratterizzazione dei dati raccolti

Per la caratterizzazione della qualità dell'aria i dati raccolti sono di due tipi:

- dati relativi alle concentrazioni in aria ambiente;
- dati relativi alle ricadute, ottenuti raccogliendo le deposizioni atmosferiche.

2.1.1 Concentrazioni in aria ambiente

Il monitoraggio delle concentrazioni in aria ambiente, mediante campionatori ad alto volume modello ECHO PUF, è stato effettuato durante 6 giornate distribuite nell'arco di circa un mese, in due posizioni nelle vicinanze dell'impianto di cremazione di via Matteotti (vedi figura):

- posizione 1, sito a monte dell'impianto (rispetto ai venti prevalenti);
- posizione 2, sito a valle dell'impianto.

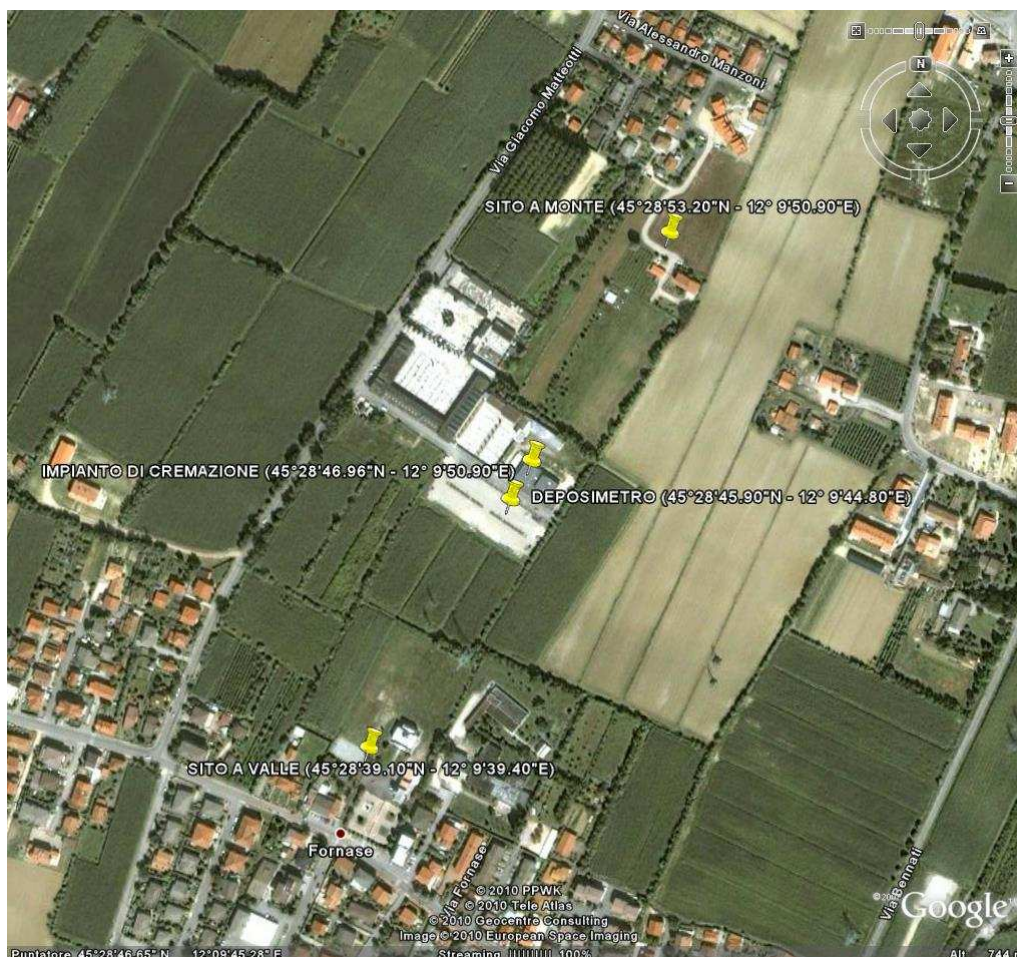


Figura 1 - Localizzazione delle posizioni del monitoraggio

Gli **inquinanti considerati** sono:

1. PM₁₀
2. Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)
3. PoliCloroDibenzoDiossine (PCDD)
4. PoliCloroDibenzoFurani (PCDF)

La tabella che segue presenta il dettaglio delle misure effettuate e dei parametri monitorati.

data prelievo	strumentazione	posizione (rispetto l'impianto)	parametri monitorati
21-gen	campionatore PUF HV	a monte	IPA, PCDD/F
21-gen	campionatore PUF HV	a valle	PM10, IPA, PCDD/F
26-gen	campionatore PUF HV	a monte	IPA, PCDD/F
26-gen	campionatore PUF HV	a valle	PM10, IPA, PCDD/F
28-gen	campionatore PUF HV	a monte	IPA, PCDD/F
28-gen	campionatore PUF HV	a valle	PM10, IPA, PCDD/F
02-feb	campionatore PUF HV	a monte	IPA, PCDD/F
02-feb	campionatore PUF HV	a valle	PM10, IPA, PCDD/F
04-feb	campionatore PUF HV	a monte	IPA, PCDD/F
04-feb	campionatore PUF HV	a valle	PM10, IPA, PCDD/F
11-feb	campionatore PUF HV	a monte	IPA, PCDD/F
11-feb	campionatore PUF HV	a valle	PM10, IPA, PCDD/F

Tabella 1 – monitoraggio delle concentrazioni in aria ambiente

Campionamento

E' stato realizzato, nella posizione 2, anche il campionamento del particolato inalabile PM₁₀ (diametro aerodinamico inferiore a 10 µm); le caratteristiche della linea di prelievo manuale utilizzata sono tali da assumere a valori di riferimento puramente indicativi i dati di PM₁₀ raccolti.

Per il campionamento di diossine, furani e IPA è stato utilizzato, sia nella posizione 1 che nella posizione 2, un campionatore volumetrico HVS marca TCR Tecora, modello ECHO PUF. Sono stati utilizzati dei filtri in fibra di vetro del diametro di 100 mm che catturano le polveri totali su cui sono adesi i microinquinanti organici ed una cartuccia di PUF (schiuma poliuretana purificata) per il campionamento dei composti organici in fase gassosa. Sulle polveri totali sono stati poi determinati analiticamente gli idrocarburi policiclici aromatici e le diossine. I cicli di prelievo sono stati di 24 ore.

Per effettuare un confronto con i dati relativi al monitoraggio di Tabella 1 sono stati utilizzati i dati di PM₁₀, IPA e PCDD/F misurati contemporaneamente presso le due stazioni di Mestre via Lissa e di Moranzani EZI.

La figura seguente mostra la strumentazione utilizzata per il campionamento del PM₁₀ e delle diossine nella posizione 2.

I volumi campionati sono relativi alla temperatura ambientale durante il campionamento.



Figura 2 – Posizione 2. Strumentazione per il campionamento di PM₁₀ e diossine.

Metodologia di analisi

Le determinazioni analitiche del PM₁₀ sono state effettuate al termine del ciclo di campionamento sui filtri esposti mediante determinazione gravimetrica.

Il metodo di analisi per i microinquinanti organici (PCDD/F e IPA) quantifica contestualmente le diossine ed i furani in fase di vapore, fermatisi nel PUF, con quelle adsorbite sul particolato depositato sul filtro, questo perché alcuni dei composti volatilizzano dal filtro e vengono raccolti dalla schiuma poliuretana adsorbente (PUF). Per esempio, durante il campionamento, la maggior parte delle OCDD sono raccolte dal filtro mentre la maggior parte delle TCDD dal PUF. Diossine e furani delle altre famiglie sono distribuite tra la fase vapore e la fase adsorbita sul particolato dell'aria-ambiente. In questo metodo perciò il filtro ed il PUF vengono analizzati insieme fin dalla prima fase di estrazione.

La vetreria utilizzata durante la fase di campionamento e preparazione del campione è stata sottoposta ad un trattamento di cleaning mediante silanizzazione.

Il campione composto da filtro più PUF viene drogato con una quantità nota di standard interni di processo, una miscela di PCDD/DF marcati con ¹³C₁₂ che permetterà la determinazione dei recuperi. Il campione viene sottoposto ad estrazione mediante estrattore automatico che opera con solventi ad alte pressioni (ASE300, miscela acetone-diclorometano).

L'estratto così ottenuto è soggetto ad una procedura di purificazione manuale mediante colonna multistrato a base di acido solforico concentrato.

Successivamente si esegue una purificazione automatica mediante Power Prep che permette inoltre la separazione delle PCDD/F dai PCB-DL. Il sistema è costituito da tre colonne monouso in teflon contenenti gel di silice e acido solforico, allumina e carbone grafiteo.

Per l'analisi strumentale si inietta 1 µL in gascromatografo ad alta risoluzione (HRGC) accoppiato con spettrometro di massa ad alta risoluzione (HRMS).

I risultati ottenuti sono in ng assoluti.

La metodica è tratta dai seguenti riferimenti:

- METODO EPA TO-9A "Determination of Polychlorinated, Polybrominated and Brominated/Chlorinated Dibenzo-p-Dioxins and Dibenzofurans in ambient air"
- METODO EPA 1613B/94 "Tetra-through Octa-Chlorinated Dioxins and Furans by Isotope Dilution HRGC/HRMS"
- METODO EPA 1668A/99 "Chlorinated Biphenyl Congeners in Water, Soil, Sediment, and Tissue by HRGC/HRMS"

2.1.2 Deposizioni atmosferiche

E' stato previsto il monitoraggio delle deposizioni atmosferiche, mediante l'uso di un deposimetro di tipo bulk posizionato per tutto il mese d'indagine presso l'area del parcheggio adiacente il forno crematorio (vedi Figura 1).

La tabella che segue riassume le date del campionamento ed i relativi parametri monitorati.

data prelievo	strumentazione	posizione (rispetto l'impianto)	parametri monitorati
14-gen : 12-feb	deposimetro	parcheggio adiacente crematorio	IPA, PCDD/F

Tabella 2 –Monitoraggio delle deposizioni atmosferiche

Metodologia di campionamento e analisi

I deposimetri tipo bulk sono dei sistemi di campionamento 'passivi', in quanto non necessitano di alimentazione elettrica e sono predisposti per raccogliere ogni tipo di deposizione in arrivo dall'atmosfera, sia secca in caduta gravitazionale, che umida, veicolata da precipitazioni piovose o nevose.

Sono costituiti da una struttura in materiale polimerico che consiste di un recipiente cilindrico e di un cerchio di protezione anti-danneggiamento che protegge la struttura da uccelli, animali, ecc.. L'assemblaggio così costituito è fissato con due ganasce ad un palo zincato del diametro di 6 cm., facilmente collocabile nei diversi siti di campionamento previsti (terreni, terrazzi, strade, ecc). All'interno del deposimetro sono alloggiati una bottiglia ed un imbuto rimovibili, trasportabili in laboratorio per le analisi. L'imbuto viene sostenuto in posizione verticale, in modo che l'apertura superiore risulti sempre libera da ingombri ed in grado di intercettare tutte le polveri e le precipitazioni in arrivo.

A seconda del tipo di contaminante è necessario prevedere sistemi di raccolta in materiali diversi. Per l'analisi dei contaminanti organici è raccomandato l'uso di vetreria silanizzata ed è consigliato porre una particolare attenzione durante la fase di manipolazione del campionario.

L'area sottesa alla raccolta dei campioni ambientali risulta essere di 0.038 m².

Il tempo di raccolta consigliata per i microinquinanti organici è di 30 giorni.

La concentrazione delle diossine sui campioni raccolti viene determinata secondo il metodo EPA 1613/94 che permette di quantificare tramite diluizione isotopica i 17 congeneri 2,3,7,8 sostituiti di PCDD/F in gascromatografia e spettrometria di massa ad alta risoluzione (HRGC/HRMS).

L'utilizzazione dei deposimetri tipo bulk per il campionamento dei microinquinanti viene richiamata nel D. Lgs. 152/07, *Attuazione della Direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente.*

3. Elaborazioni

3.1 Andamenti rilevati in aria ambiente

PM₁₀

Nel grafico che segue si riportano le concentrazioni di PM₁₀ misurate presso il sito di monitoraggio della posizione 2, confrontate con le concentrazioni rilevate nelle stesse giornate presso le stazioni della rete di monitoraggio del Dipartimento posizionate a Spinea - Viale San Remo, a Mestre via Lissa ed a Moranzani EZI.

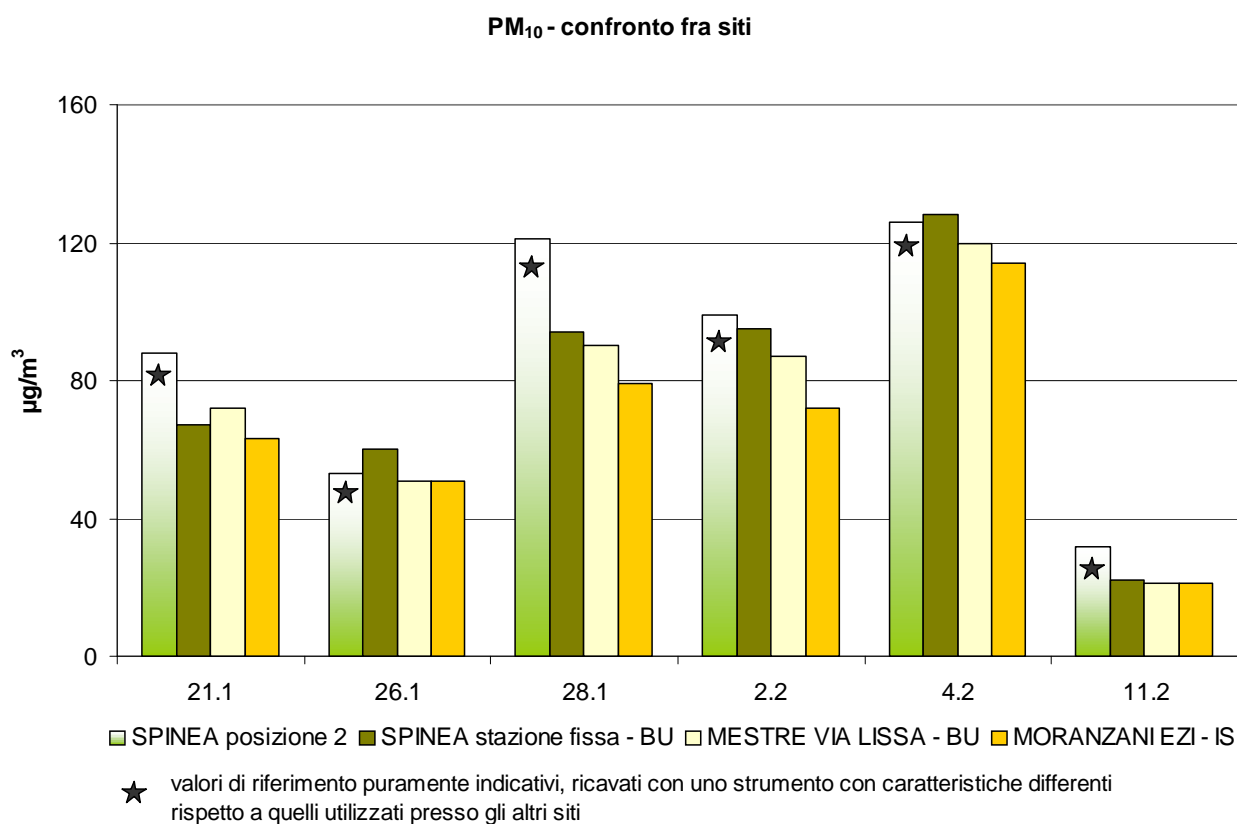


Grafico 1 – Monitoraggio del PM₁₀ nella posizione 2. Confronto con altre stazioni.

In tutti i siti considerati, le concentrazioni medie giornaliere assumono valori mediamente alti, sempre superiori al valore limite pari a 50 µg/m³ fissato dal DM60/02, fatta eccezione per la giornata dell'11 febbraio. L'andamento evidenziato risulta in linea con quanto usualmente si registra nell'area padana, nel corso di indagini effettuate nel semestre freddo.

L'analogia di comportamento fra i diversi siti considerati conferma il carattere ubiquitario del parametro PM₁₀.

In generale, ad oggi si dispone di numerosi dati recenti per la caratterizzazione dell'inquinamento atmosferico da polveri sottili in Comune di Spinea. Si tratta dei dati raccolti, oltre che con la presente indagine, con la centralina fissa della rete di monitoraggio di ARPAV posizionata in Viale San Remo (attiva dal 2 settembre 2009 e dotata di un analizzatore automatico di PM₁₀) e nel corso di un'indagine svolta dall'Osservatorio Regionale Aria di ARPAV [3] volta a monitorare gli eventuali effetti sulla qualità dell'aria nelle zone interessate dalla recente apertura del Passante di Mestre, tra cui rientra Spinea¹.

Analizzando assieme i diversi dati raccolti, si osserva quanto segue: mentre nelle postazioni prossime a fonti di pressione particolari (siti di traffico, siti di cantiere, ...) i valori di polveri si collocano fra i valori di background e quelli di traffico registrati a Mestre, o addirittura li superano entrambi, evidenziando così l'effetto della fonte di pressione locale, nelle postazioni di background l'andamento del PM₁₀ è del tutto confrontabile con quelli tipici di riferimento della terraferma veneziana.

Si evidenzia che nelle giornate del 26 gennaio e dell'11 febbraio si osservano valori di concentrazione più bassi.

Analizzando i dati delle stazioni del Centro Meteorologico di Teolo posizionate a Mogliano Veneto, Favaro Veneto e presso l'istituto Cavanis di Venezia, nell'intero periodo indagato non si registrano precipitazioni piovose di interesse. Durante le due giornate citate, però, si registra un vento di intensità non trascurabile (la velocità del vento supera i 2 m/s per circa metà del tempo), di provenienza prevalente NE o NNE.

E' probabile, come noto, che la situazione meteorologica associata a queste due giornate abbia favorito la dispersione del particolato, facendo registrare valori tendenzialmente inferiori alle medie invernali tipiche del periodo osservato.

¹ Le campagne di monitoraggio relative all'indagine dell'Osservatorio Regionale Aria effettuate a Spinea sono in tutto tre e sono state condotte in aree differenti: traffico urbano, background urbano ed area di cantiere.

Idrocarburi Policiclici Aromatici

La tabella che segue riporta le medie di periodo degli 11 diversi idrocarburi policiclici aromatici indagati nelle due posizioni del monitoraggio.

Si ricorda che la determinazione degli IPA avviene sui filtri utilizzati per il campionamento dei microinquinanti organici, che raccolgono le polveri totali e non solo il PM₁₀.

Le medie di periodo del benzo(a)pirene sono superiori al valore obiettivo annuale, fissato dal D. Lgs. 152/07 e pari a 1 ng/m³.

In generale, non si osserva una differenza significativa fra i valori misurati nei due siti di monitoraggio, se si escludono i rilievi del Pirene (più elevato in Posizione 2) e di Antracene e Indeno(1,2,3,cd)pirene (più elevati in Posizione 1).

I valori di fondo e l'andamento stagionale degli IPA sono noti da tempo; i valori in tabella da un lato sono piuttosto tipici del periodo indagato, dall'altro confermano la nota stagionalità di questi contaminanti, che rispecchia quella del particolato, con i valori massimi assunti durante il periodo invernale.

Due stazioni della rete di monitoraggio del Dipartimento Provinciale di Venezia di ARPAV posizionate in Comune di Venezia, la stazione di background urbano di Parco Bissuola e la stazione di traffico di via Circonvallazione, hanno monitorato gli IPA con continuità a partire dal 2001. Nei Rapporti Annuali sulla Qualità dell'Aria, disponibili sul sito Internet di ARPAV all'indirizzo http://www.arpa.veneto.it/chi_e_arpav/htm/documenti_dapve.asp, si riportano le medie mensili dei 4 Idrocarburi Policiclici Aromatici registrate negli ultimi anni; i valori registrati a Spinea non si discostano molto da quelli misurati a Mestre nei periodi invernali².

		concentrazioni medie IPA (ng/m ³)					
		Antracene	Fluorantene	Pirene	Benzo(a)antracene	Crisene	Benzo(b)fluorantene
posizione 1		2.9	13.2	7.4	4.7	5.0	4.2
posizione 2		2.5	13.4	8.7	4.6	5.0	4.1
		Benzo(k)fluorantene	Benzo(a)pirene	Indeno(1,2,3,cd)pirene	Dibenzo(a,h)antracene	Benzo(g,h,i)perilene	
posizione 1		2.3	4.5	3.3	0.4	3.3	
posizione 2		2.2	4.5	2.4	0.3	3.1	

Tabella 3 – Monitoraggio degli IPA. Concentrazioni medie di periodo.

I grafici seguenti rappresentano l'andamento nel tempo dei vari idrocarburi monitorati.

Gli andamenti della maggior parte degli idrocarburi considerati confermano quello del benzo(a)pirene.

Il Fluorantene ed il Dibenzo(a,h)antracene presentano generalmente le concentrazioni rispettivamente più elevate e più basse.

² Nel 2008 e nel 2009 le medie di periodo gennaio-febbraio sono state, rispettivamente, per il **Benzo(a)pirene** pari a 2.6 e 2.2 ng/m³ al Parco Bissuola e 3.1 e 2.5 ng/m³ in via Circonvallazione; per il **Benzo(a)antracene** pari a 1.8 e 1.8 ng/m³ al Parco Bissuola e 2.7 e 2.0 ng/m³ in via Circonvallazione; per il **Benzo(b)fluorantene** pari a 2.6 e 2.5 ng/m³ al Parco Bissuola e 3.2 e 3.0 ng/m³ in via Circonvallazione; per il **Benzo(k)fluorantene** pari a 1.4 e 1.3 ng/m³ al Parco Bissuola e 1.6 e 1.5 ng/m³ in via Circonvallazione.

Spinea - posizione 1. Concentrazioni IPA

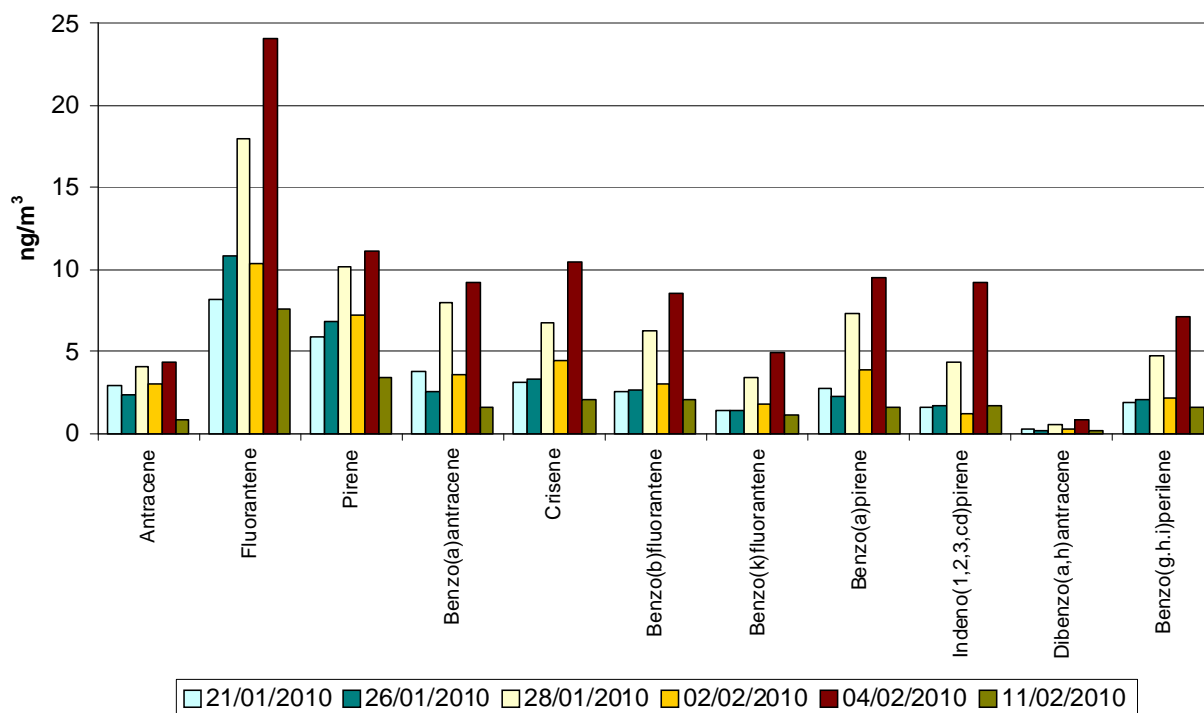


Grafico 2 – Monitoraggio degli IPA – posizione 1.

Spinea - posizione 2. Concentrazioni IPA

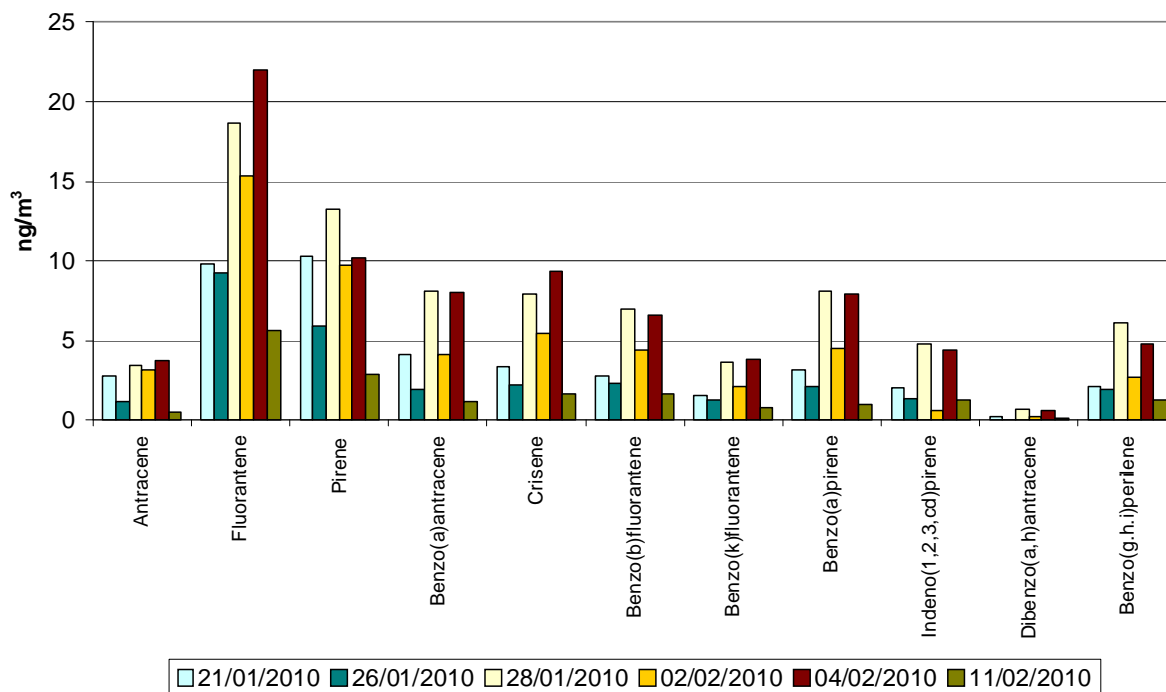


Grafico 3 – Monitoraggio degli IPA – posizione 2.

Come per il PM₁₀, è stato possibile confrontare i dati di IPA raccolti durante tale indagine con i dati misurati nelle stesse giornate nell'ambito di un'ulteriore indagine effettuata presso le stazioni di Mestre via Lissa e di Moranzani EZI ³.

Dai grafici che seguono, in particolare dal Grafico 6, si evince che i valori medi dei vari idrocarburi policiclici aromatici calcolati presso il sito di Spinea sono analoghi, o leggermente superiori per alcuni congeneri, a quelli misurati presso le altre due stazioni.

Mestre, via Lissa. Concentrazioni IPA

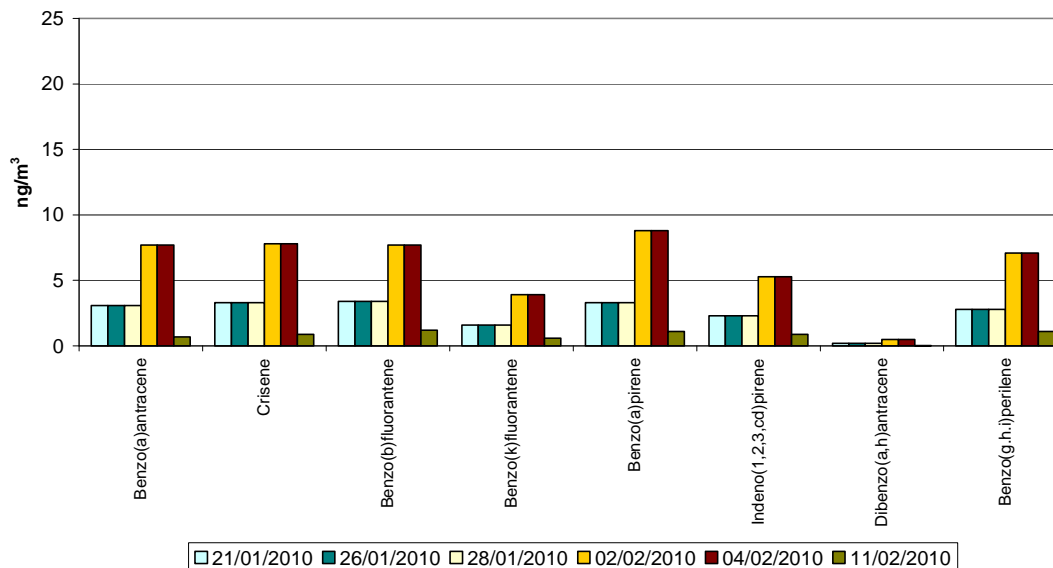


Grafico 4 – Concentrazioni degli IPA presso il sito di via Lissa a Mestre.

Moranzani EZI. Concentrazioni IPA

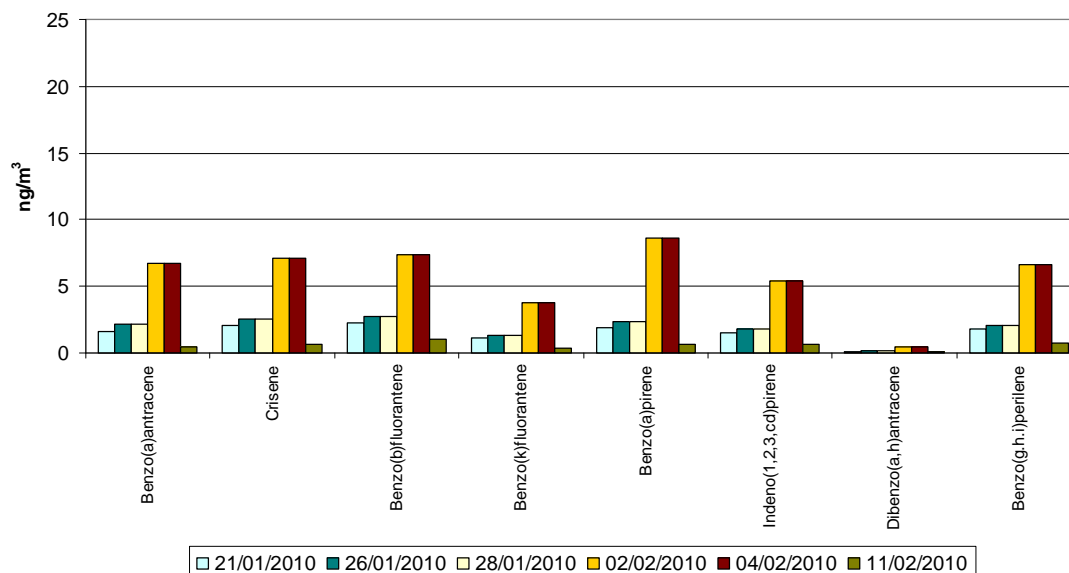


Grafico 5 – Concentrazioni degli IPA presso il sito di Moranzani EZI.

³ Si ricordano a tal proposito un paio di aspetti riguardanti le determinazioni analitiche degli IPA. Nel caso di Spinea gli IPA sono stati misurati sulle polveri totali ricavando un valore per ogni filtro. Nei siti di Mestre via Lissa e Moranzani gli IPA sono stati determinati sul PM₁₀ e l'analisi è stata condotta raggruppando due o tre filtri consecutivi.

Concentrazioni medie IPA - confronto Spinea / Mestre

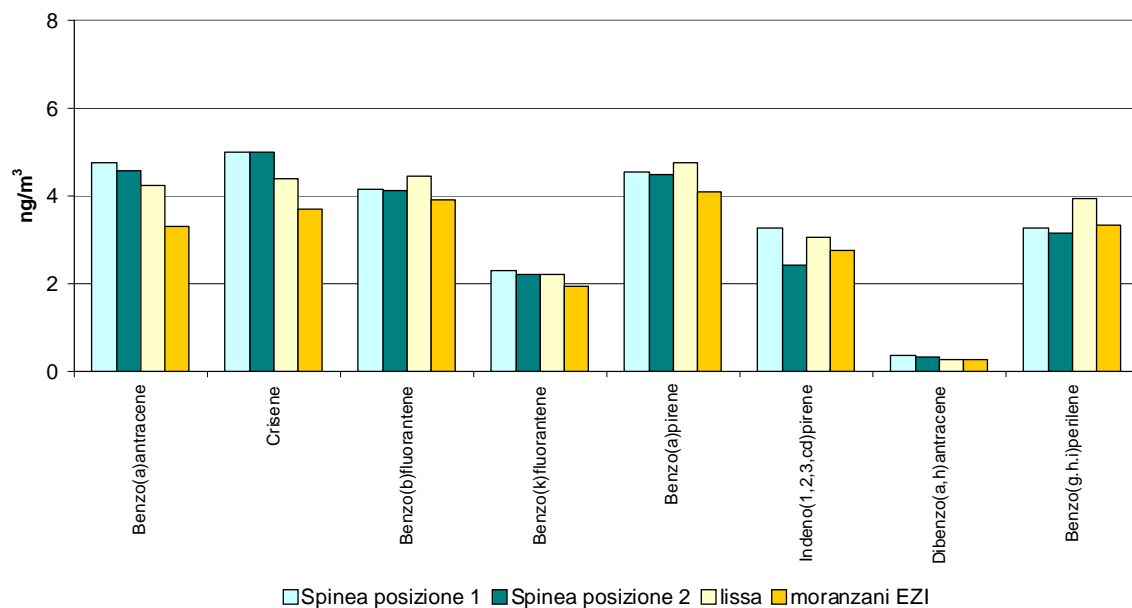


Grafico 6 – Concentrazioni degli IPA. Confronto fra i valori misurati a Spinea ed i valori dei due siti di Mestre via Lissa e di Moranzani EZI.

I dati misurati a Spinea ed il confronto con i valori registrati presso gli altri siti confermano il carattere piuttosto ubiquitario degli IPA, che nel territorio della Provincia di Venezia danno luogo ad un inquinamento di tipo diffuso.

Diossine e furani

Per diossine e furani (PCDD/F), oltre ad archiviare i dati in concentrazione dei singoli congeneri, sono stati calcolati i rispettivi indici di tossicità.

Attualmente esistono due sistemi per il calcolo della tossicità equivalente delle diossine e dei furani. Il primo, sviluppato in ambito NATO, è utilizzato principalmente per misurare i livelli di concentrazione delle diossine nelle diverse matrici ambientali (acqua, aria, suolo) in relazione agli standard di qualità stabiliti da norme o regolamenti (sistema I-TE, International Toxicity Equivalent).

Il secondo, sviluppato dall'Organizzazione Mondiale della Sanità, è utilizzato per valutare il grado di tossicità di questi composti in relazione agli effetti sulla salute umana (sistema WHO-TE, World Health Organization).

In pratica, il valore di concentrazione di 'diossina equivalente' complessivo di un campione è ottenuto sommando i valori di concentrazione dei singoli congeneri dopo averli moltiplicati per i rispettivi fattori di tossicità equivalente e rappresenta la tossicità della miscela nel suo complesso.

I valori riportati nel presente studio fanno riferimento ai fattori di tossicità del sistema I-TE, riportati in Tabella 4.

Si sottolinea inoltre che, nell'eseguire la somma pesata dei singoli congeneri, qualora la concentrazione di un componente risultasse inferiore al limite di rivelabilità, si è scelto di non considerarne il contributo, ponendo a zero la relativa concentrazione. Assumere i valori di concentrazione del singolo congenere al di sotto del limite di rivelabilità pari alla metà del limite stesso (o pari al limite di rivelabilità) comporterebbe in ogni caso uno specifico contributo nella somma pesata; la somma finale potrebbe risultare così 'non trascurabile', anche se ottenuta a partire da concentrazioni di congeneri non rivelabili.

	I-TE NATO, 1988	WHO-TE WHO, 1997
policloro-p-dibenzodiossine PCDD		
2,3,7,8 TCDD	1	1
1,2,3,7,8 PeCDD	0.5	1
1,2,3,4,7,8 HxCDD	0.1	0.1
1,2,3,6,7,8 HxCDD	0.1	0.1
1,2,3,7,8,9 HxCDD	0.1	0.1
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	0.01	0.01
OCDD	0.001	0.0001
policlorodibenzofurani PCDF		
2,3,7,8 TCDF	0.1	0.1
1,2,3,7,8 PeCDF	0.05	0.05
2,3,4,7,8 PeCDF	0.5	0.5
1,2,3,4,7,8 HxCDF	0.1	0.1
1,2,3,6,7,8 HxCDF	0.1	0.1
1,2,3,7,8,9 HxCDF	0.1	0.1
2,3,4,6,7,8 HxCDF	0.1	0.1
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	0.01	0.01
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	0.01	0.01
OCDF	0.001	0.0001

Tabella 4 - Fattori di tossicità equivalente I-TE e WHO-TE per diossine e furani

Nel Grafico 7 è possibile visualizzare, per ogni giornata di campionamento, gli indici di tossicità, espressi in fg/m^3 unità I-TE, calcolati a partire dai dati di diossine e furani misurati presso i due siti di monitoraggio.

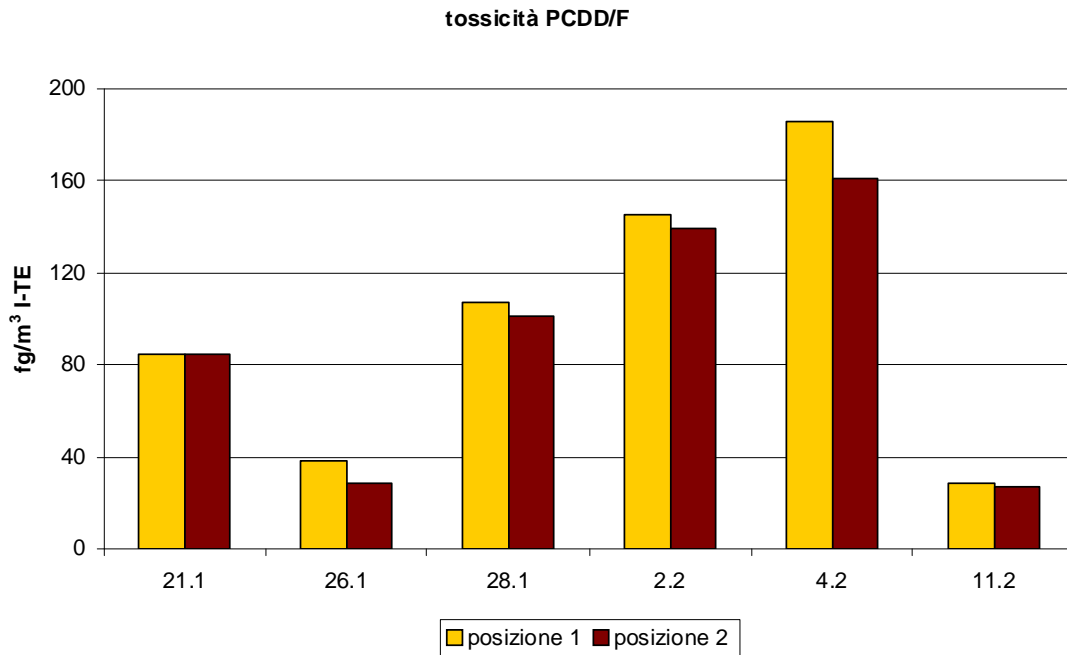


Grafico 7 - Andamento dell'I-TE PCDD/F nelle varie date del monitoraggio

I valori di diossine e furani misurati a Spinea sono stati confrontati, come già visto per gli IPA, con i valori registrati nelle stesse giornate presso i siti di Mestre via Lissa e di Moranzani EZI. Il Grafico 8 riporta il confronto fra siti, sempre in termini di tossicità equivalente.

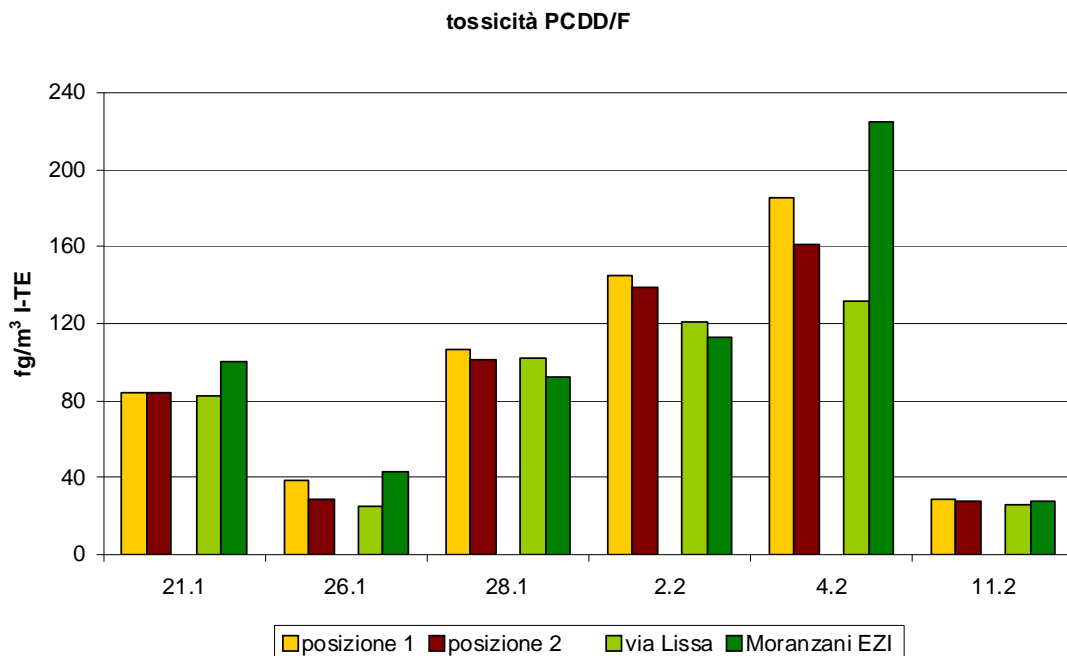


Grafico 8 - Andamento dell'I-TE PCDD/F nelle varie date del monitoraggio. Confronto fra Spinea e altri siti.

I risultati associati a tutte le posizioni considerate sono abbastanza sovrapponibili, sia in termini di andamento, sia in termini di valori assoluti.

Si ricorda a tal proposito che la bassa caratterizzazione fra siti legata alla tossicità equivalente di diossine e furani era già stata evidenziata nel precedente studio dello scrivente Dipartimento [1], che prevedeva la misura di PCDD/F in 6 differenti posizioni ricadenti nel territorio della Provincia di Venezia, nel periodo febbraio 2008 – febbraio 2009.

Nella tabella che segue il confronto dei valori misurati a Spinea con quelli di Mestre via Lissa e di Moranzani EZI nelle presenti indagini effettuate in periodo invernale, già esploso nel grafico precedente, viene esteso all'indagine svolta nel biennio 2008 – 2009, in giornate rappresentative dell'intero anno solare (invernale ed estivo). Per ogni sito sono stati calcolati media, massimo e minimo dei valori misurati durante le diverse giornate di campionamento ⁴.

			I-TE PCDD/F (fg/m ³)
gen-feb 2010	SPINEA POSIZIONE 1	media	98.2
		max	185.6
		min	28.7
	SPINEA POSIZIONE 2	media	90.3
		max	160.8
		min	27.3
gen-feb 2010	VIA LISSA	media	81.5
		max	131.7
		min	25.5
	MORANZANI EZI	media	100.2
		max	224.6
		min	27.8
indagine annuale da febbraio 2008 a febbraio 2009	VIA LISSA	media	52.7
		max	119.3
		min	1.1
	MORANZANI EZI	media	72.4
		max	159.3
		min	7.4

Tabella 5 – Tossicità equivalente per PCDD/F. Confronto fra Spinea, Mestre via Lissa - Moranzani EZI e indagine annuale da febbraio 2008 a febbraio 2009.

⁴ Per l'indagine di Spinea e per quella parallela effettuata a Mestre via Lissa e a Moranzani EZI le giornate di campionamento sono 6. Per l'indagine effettuata nel periodo febbraio 2008 – febbraio 2009, le giornate di campionamento sono 10 per ciascun sito.

Sia a Spinea che nei due siti di Mestre via Lissa e Moranzani EZI si registra un aumento rispetto ai valori misurati nel biennio 2008 – 2009.

Nonostante tali variazioni, i valori registrati nel periodo gennaio – febbraio 2010 risultano comunque in linea con alcuni dei range riportati in letteratura e sintetizzati nella tabella seguente.

Paese	PCDD/F (fg/m ³ I-TE)	caratteristiche zona
Australia	9-17 1-3	siti urbani/industriali siti rurali/remoti
Belgio	68-129 70-125	siti urbani siti rurali
Germania	49 37-96	area di Augsburg, 6 stazioni di campionamento area di Halle (Saale)
Italia	47-277 4-195 120	siti urbani - Roma Mantova (sul solo PM ₁₀) Firenze
Lussemburgo	54-77 30-64	siti urbani siti rurali
Nuova Zelanda	6-262 1-31 40-1170	siti urbani siti rurali siti industriali
Olanda	9-63	siti rurali
Portogallo	36-490 46-306	sito urbano (500 m da un impianto di incenerimento) sito sub-urbano (1000 m dall'impianto)
Regno Unito	17-103 6-12	siti urbani siti rurali
Svizzera	0.2-54	siti urbani
Taiwan	56-348	vicino a un inceneritore e in un'area remota

Tabella 6 - Valori medi di concentrazione di diossine e furani in aria ambiente estratti da letteratura

Nei due periodi indagati (febbraio 2008 – febbraio 2009 e gennaio – febbraio 2010) anche i valori del PM₁₀ mostrano la stessa differenza: a fronte di condizioni meteo diverse, nel corso dell'indagine più recente le concentrazioni di PM₁₀ sono significativamente maggiori e sicuramente più prossime ai tipici valori invernali.

Variabilità Diossine, Furani e PM₁₀ in aria ambiente

Uno degli aspetti indagati nello studio precedente [1] riguarda la variabilità della presenza di diossine e furani al variare del particolato. In tale studio, calcolando nei vari siti di monitoraggio il rapporto ottenuto dividendo la somma delle concentrazioni di PCDD e PCDF per la concentrazione di PM₁₀, si era evidenziato, empiricamente, un rapporto abbastanza costante – intorno a 20 miliardesimi – indipendentemente dall'andamento della concentrazione media di particolato nell'aria. Nello studio citato si era quindi ipotizzato di utilizzare all'occorrenza tale valore per stimare le diossine presenti in aria ambiente, adese alla polvere PM₁₀.

La tabella che segue sembra confermare, empiricamente anche in questa indagine, l'ipotesi appena descritta. Nell'indagine dello scorso biennio il PM₁₀, mediamente, si aggirava intorno ai 50 µg/m³, mentre i campionamenti condotti a gennaio-febbraio 2010 registrano valori medi intorno agli 80 µg/m³. Se si suppone che la somma delle concentrazioni di PCDD e PCDF sia pari a 20 miliardesimi della concentrazione del particolato, è possibile calcolare un valore 'atteso' per tale somma. Dal confronto in tabella fra valore 'atteso' e valore medio misurato si evince che le somme non si discostano poi così tanto.

indagine febbraio 2008 - febbraio 2009:

PM ₁₀ medio	circa 50 µg/m ³
S PCDD/F attesa *	circa 1000 fg/m ³
S PCDD/F media misurata	838 fg/m ³

indagine Spinea:

PM ₁₀ medio	circa 90 µg/m ³
S PCDD/F attesa *	circa 1800 fg/m ³
S PCDD/F media misurata	1861 fg/m ³

* calcolata a partire dal PM₁₀, moltiplicandolo per 20 miliardesimi

Tabella 7 – Ipotesi di calcolo della somma di PCDD e PCDF a partire dalla concentrazione di particolato

Impronta Diossina

Nei due grafici che seguono si rappresentano le abbondanze relative dei diversi congeneri prima per ogni sito e per ogni data di campionamento, poi facendo la media nel tempo delle concentrazioni misurate nei due siti (posizione 1 e posizione 2).

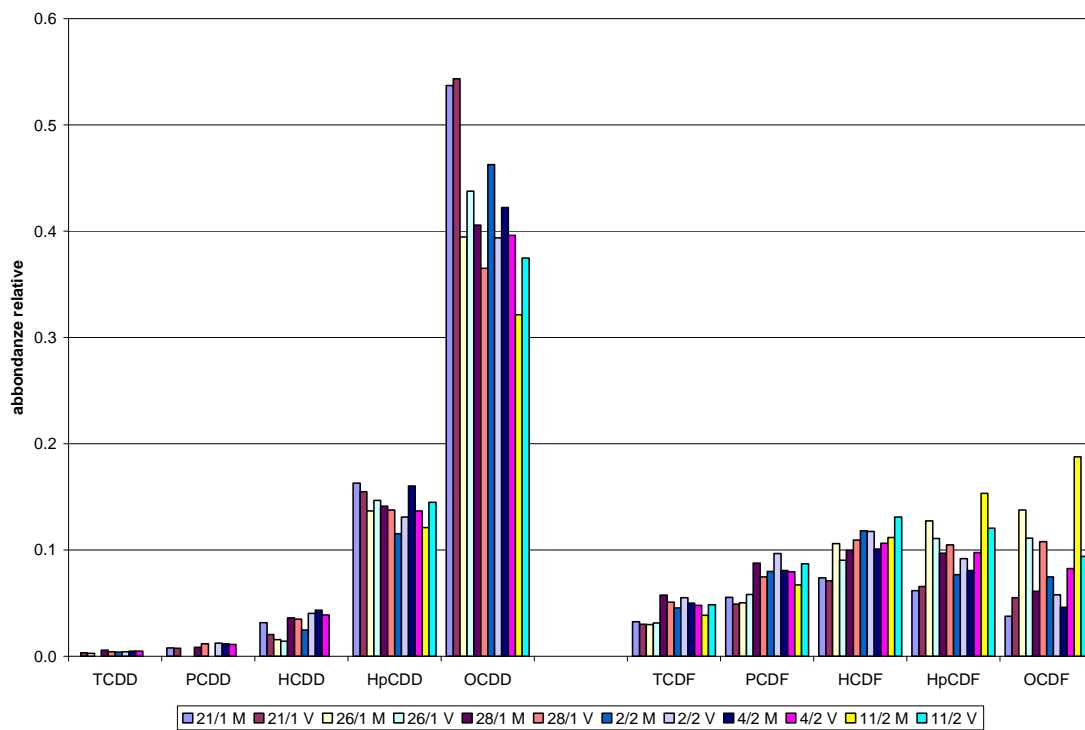


Grafico 9 - Distribuzione delle abbondanze relative dei congeneri di diossine e furani nei due siti posizione 1 e posizione 2. Andamento nel tempo.

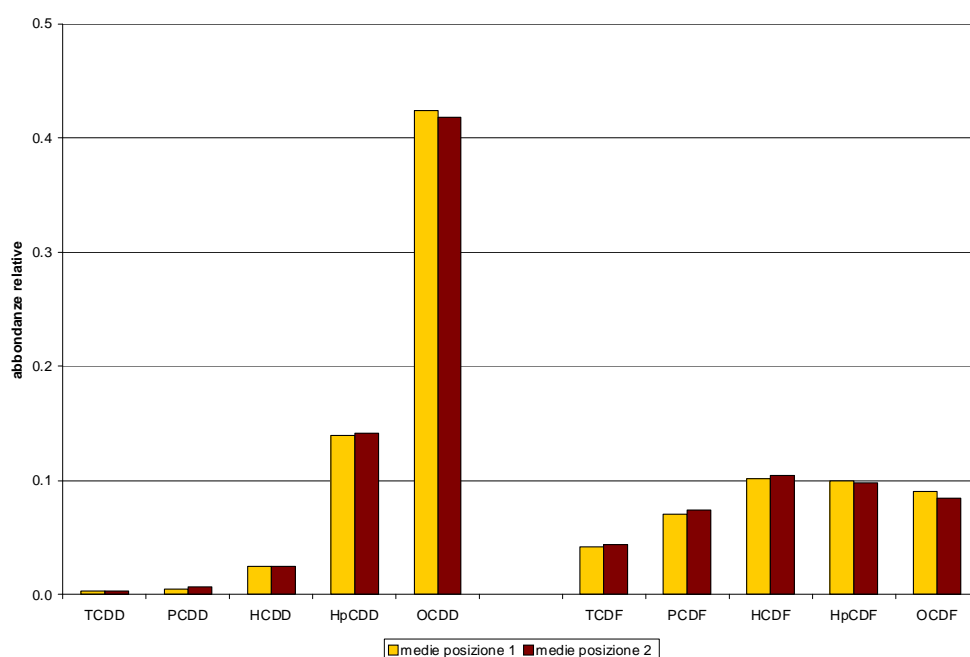


Grafico 10 – Media della distribuzione delle abbondanze relative dei congeneri di diossine e furani nei due siti posizione 1 e posizione 2.

Anche per le impronte è stato effettuato il confronto fra i risultati di Spinea e quelli associati all'indagine condotta nelle stesse giornate a Mestre via Lissa e a Moranzani EZI (Grafico 11). Le due distribuzioni sono abbastanza sovrapponibili.

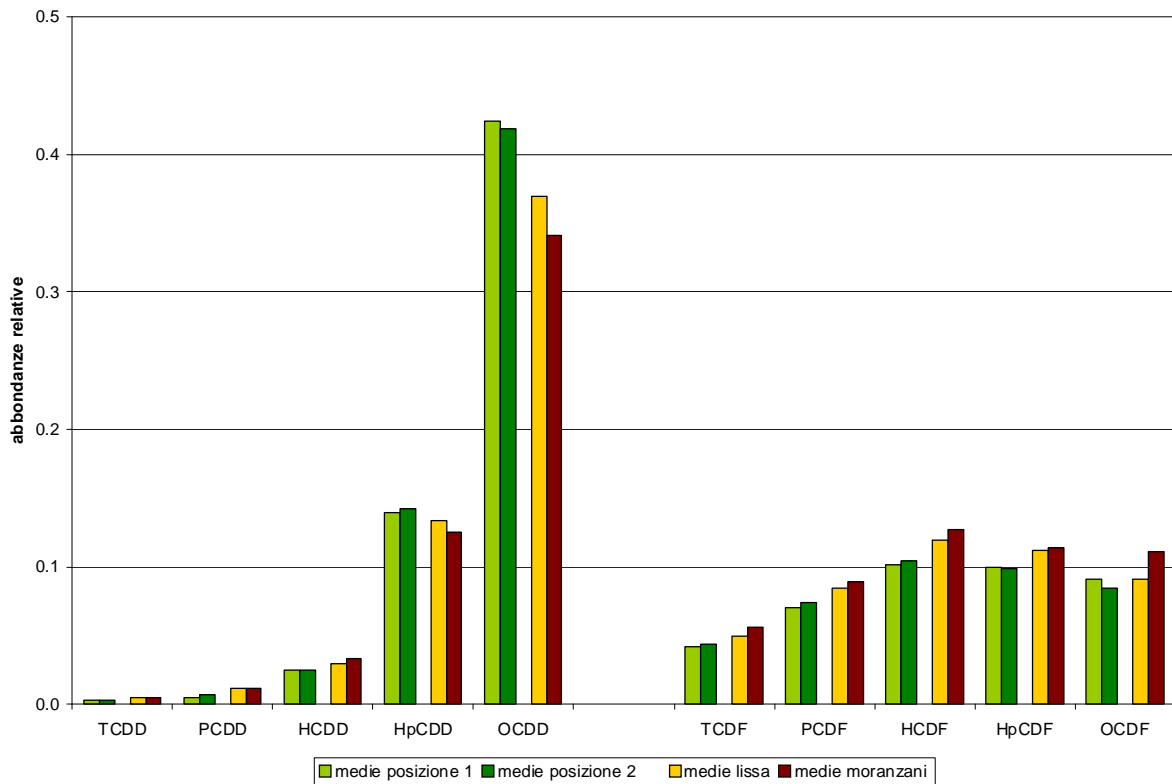


Grafico 11 - Distribuzione delle abbondanze relative dei congeneri di diossine e furani. Confronto dei due siti a Spinea con Mestre via Lissa e Moranzani EZI.

Le impronte rilevate in aria ambiente sono analoghe a quelle calcolate nel corso dell'indagine 2008 – 2009 e, sulla base delle conoscenze fin qui acquisite, sembrerebbero essere tipiche dei generici processi di combustione, compreso il traffico veicolare.

3.2 Deposizioni atmosferiche

Dal 14 gennaio al 12 febbraio 2010, nell'area del parcheggio antistante l'impianto crematorio, è stato posizionato un deposimetro di tipo bulk, per la determinazione di IPA e PCDD/F.

Nel grafico che segue si visualizzano i dati relativi agli **IPA** misurati a Spinea, confrontati con i dati di una recente indagine condotta a Mestre, presso il Parco di San Giuliano: il confronto è puramente indicativo dato che i periodi di monitoraggio sono diversi. Nella legenda del grafico con San Giuliano 1, 2 e 3 si indicano le tre campagne consecutive effettuate a San Giuliano, rispettivamente dal 17 agosto al 28 settembre 2009, dal 28 settembre al 5 novembre 2009 e dal 19 novembre al 23 dicembre 2009.

I valori misurati a Spinea sono maggiori per tutti gli idrocarburi considerati.

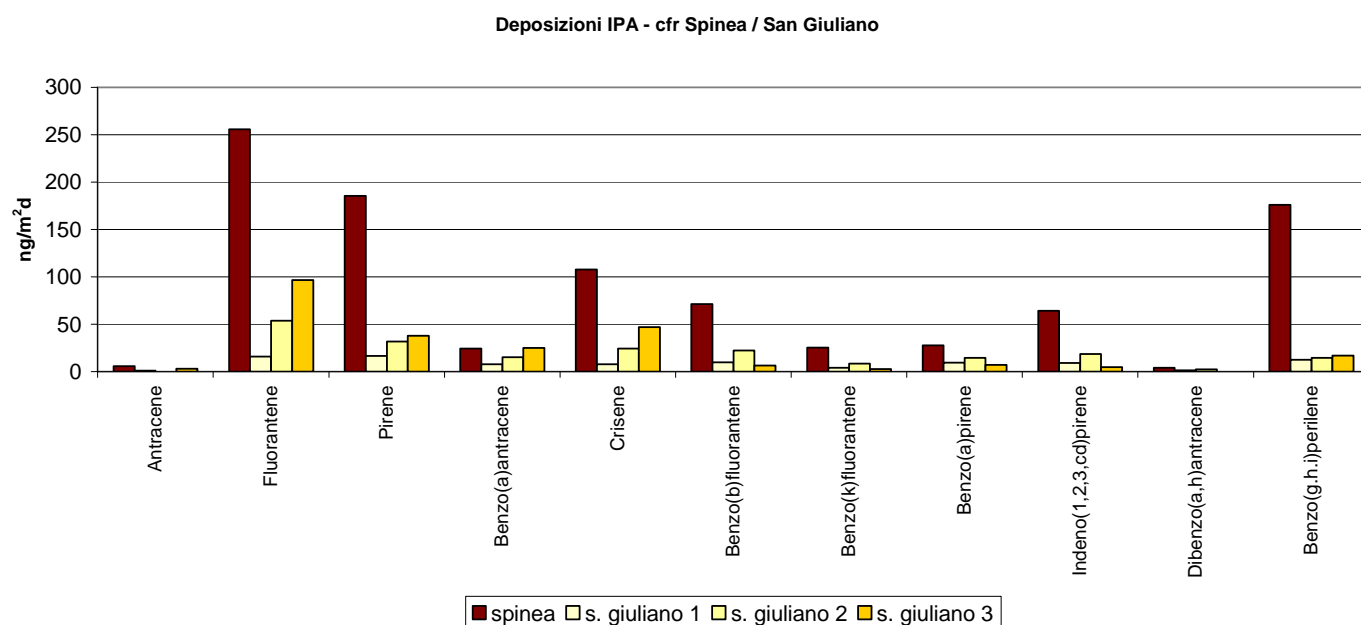


Grafico 12 – IPA nelle deposizioni. Valori misurati a Spinea e confronto con le campagne di San Giuliano.

Per quanto riguarda il monitoraggio delle **diossine** e dei **furani** nelle deposizioni atmosferiche, la tabella che segue compara il flusso giornaliero di deposizione, in unità I-TE, della somma di diossine e furani calcolato a Spinea con quello associato alla recente indagine di San Giuliano (durante la quale le diossine sono state monitorate soltanto nelle ultime due campagne).

deposimetro	periodo	pgl-TE/(m2*d)
Spinea	14/1/10-12/2/10	3.04
San Giuliano 2	28/9/09-5/11/09	3.82
San Giuliano 3	19/11/09-23/12/09	3.20

Tabella 8 – PCDD/F nelle deposizioni. Valori misurati a Spinea e confronto con le campagne di San Giuliano.

Non si nota tra i due siti la differenza evidenziata per gli idrocarburi policiclici aromatici; i flussi medi giornalieri di deposizione sono del tutto confrontabili.

Tali valori risultano essere in linea con quanto riscontrato in precedenti indagini [1].

Il confronto fra i dati di diossine nelle deposizioni di Spinea e San Giuliano è stato esteso anche al calcolo delle relative impronte (Grafico 13). Mentre nell'impronta di San Giuliano OCDF e OCDD sono entrambi alti, a segnalare che le ricadute di questo sito sono evidentemente influenzate sia da generici processi di combustione, sia da particolari emissioni industriali, Spinea presenta un'impronta tipica dei generici processi di combustione, con una netta prevalenza dell'octaclorodibenzodiossina OCDD.

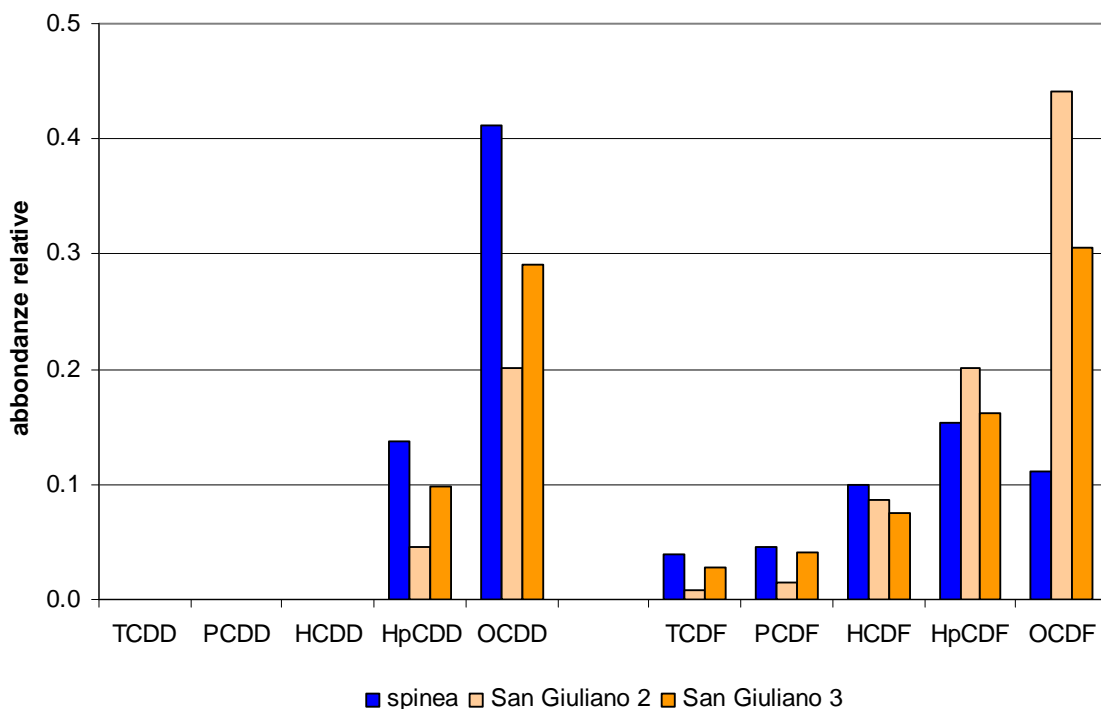


Grafico 13 – Distribuzione delle abbondanze relative dei congeneri di diossine e furani nelle deposizioni. Confronto Spinea – San Giuliano.

3.3 Emissioni

Diossine

In relazione ad alcuni dati emissivi raccolti dai colleghi del Servizio Territoriale di questo Dipartimento nel corso di una recente indagine effettuata sull'impianto di cremazione sito nel Comune di Spinea è stato possibile procedere alla stima delle emissioni annue di detto impianto.

Partendo infatti dai dati dell'indice di tossicità equivalente delle emissioni di diossine e furani, espressi in concentrazione, si può ottenere la stima delle emissioni annue dell'impianto.

Nel caso particolare dei forni crematori si può stimare l'emissione totale annua (mgI-TE/anno) moltiplicando la quantità di diossine e furani rilasciata durante ogni singola cremazione (mgI-TE/unità cremata) per il numero medio di cremazioni in un anno (unità cremate/anno) [2]. La quantità di diossine e furani rilasciata durante ogni singola cremazione è a sua volta ottenuta moltiplicando la concentrazione misurata nei fumi (ngI-TE/Nm³) per la portata del camino (Nm³/h) e per la durata media di una cremazione (h/unità cremata).

Nello studio condotto per l'indagine svolta nel periodo febbraio 2008 – febbraio 2009 era stata effettuata la stima delle emissioni annue da vari impianti e la stima dell'emissione media annua dell'impianto crematorio di Spinea, basata su due controlli eseguiti da tecnici ARPAV nel corso del 2008, era risultata pari a circa 20 mgI-TE/anno.

Il ricalcolo di questa stima è stato effettuato alla luce del nuovo controllo realizzato nel corso del 2010, dove la portata del camino e la concentrazione di diossine misurata nei fumi sono diminuite mentre è mediamente aumentata la durata di una singola cremazione, ipotizzando che il numero di cremazioni in un anno sia lo stesso. Durante detto controllo tutti i congeneri di diossine e furani, fatta eccezione per il Tetraclorodibenzofurano, sono risultati inferiori al limite di rivelabilità.

E' possibile stimare un valore di emissione annua pari a 0.5 µgI-TE/anno, decisamente inferiore a quanto calcolato in precedenza.

4. Conclusioni

Per ognuno degli aspetti indagati, si riportano nel seguito alcune considerazioni conclusive.

Particolato

Per il PM₁₀, limitatamente alle sei giornate di campionamento dell'indagine e con riferimento al carattere indicativo della misura legato al particolare strumento utilizzato, la **media di periodo** misurata in posizione 2 è risultata pari a **87 µg/m³**, decisamente superiore al valore limite annuale fissato per il PM₁₀, pari a 40 µg/m³.

Le concentrazioni medie giornaliere hanno assunto valori mediamente alti, sempre superiori al valore limite pari a 50 µg/m³ fissato dal DM60/02, fatta eccezione per la giornata dell'11 febbraio. Questi risultati sono comunque in linea con quanto usualmente si registra nell'area padana, nel corso di indagini effettuate nel semestre freddo.

L'andamento dei valori di PM₁₀ registrati in posizione 2 risulta coerente con quello relativo alle altre tre stazioni fisse considerate (stazione di Spinea in Viale San Remo, stazione di Mestre via Lissa e stazione di Moranzani EZI), confermando così ancora una volta il carattere ubiquitario del parametro PM₁₀.

Analizzando assieme i dati raccolti con la presente indagine, con la centralina fissa della rete di monitoraggio di ARPAV posizionata in Viale San Remo e con un'indagine dell'Osservatorio Regionale Aria di ARPAV [3] volta a monitorare gli eventuali effetti sulla qualità dell'aria nelle zone interessate dalla recente apertura del Passante di Mestre, si osserva quanto segue: mentre nelle postazioni di Spinea prossime a fonti di pressione particolari (siti di traffico, siti di cantiere, ...) i valori di polveri si collocano fra i valori di background e quelli di traffico registrati a Mestre, o addirittura li superano entrambi, evidenziando così l'effetto della fonte di pressione locale, nelle postazioni di background l'andamento del PM₁₀ è del tutto confrontabile con quelli tipici della terraferma veneziana.

Idrocarburi Policiclici Aromatici

Le medie di periodo degli IPA evidenziano una certa criticità dei siti monitorati; i valori rilevati a Spinea sono confrontabili con quelli misurati presso le altre due stazioni fisse considerate: Mestre via Lissa e Moranzani EZI; per la maggior parte dei congeneri, anzi, il sito di Spinea presenta dei valori medi di poco superiori.

Le **medie del benzo(a)pirene**, pari a **4.5 ng/m³** in entrambi i siti, sono superiori al valore obiettivo annuale, fissato dal D. Lgs. 152/07 e pari a 1 ng/m³.

I valori di fondo e l'andamento stagionale degli IPA sono noti da tempo; i valori rilevati sono piuttosto tipici del periodo indagato e confermano la nota stagionalità di questi contaminanti, che rispecchia quella del particolato, con i valori massimi assunti durante il periodo invernale.

Gli andamenti della maggior parte degli idrocarburi considerati confermano quello del benzo(a)pirene.

Il Fluorantene ed il Dibenzo(a,h)antracene presentano generalmente le concentrazioni rispettivamente più elevate e più basse.

I dati misurati a Spinea ed il confronto con i valori registrati presso gli altri siti confermano il carattere piuttosto ubiquitario degli IPA, che nel territorio della Provincia di Venezia danno luogo ad un inquinamento di tipo diffuso.

Diossine e Furani

Gli Indici di Tossicità Equivalente per PCDD e PCDF risultano dell'ordine del centinaio di fg/m³, in unità I-TE. Tenendo presente che l'indagine è stata condotta nel periodo invernale, più critico per il PM₁₀, i risultati possono considerarsi coerenti con quanto riportato in studi precedenti, condotti sia in Italia che in altri Paesi. Limitatamente alle sei giornate di campionamento, la **media dell'indice di tossicità equivalente** per PCDD e PCDF è risultata pari a **98 fgI-TE/m³ presso la posizione 1** e pari a **90 fgI-TE/m³ presso la posizione 2**.

I valori di diossine e furani misurati a Spinea sono stati confrontati, come già visto per gli IPA, con i valori registrati nelle stesse giornate presso i siti di Mestre via Lissa e di Moranzani EZI. I risultati associati a tutte le posizioni considerate sono piuttosto sovrapponibili, sia in termini di andamento, sia in termini di valori assoluti.

Per quanto riguarda le impronte relative alla concentrazione dei vari congeneri, **le impronte rilevate in aria ambiente** sono del tutto analoghe a quelle calcolate nel corso dell'indagine svolta da ARPAV nel periodo febbraio 2008 – febbraio 2009 e, sulla base delle conoscenze fin qui acquisite, **semberebbero essere tipiche dei generici processi di combustione (prevale in tutti i siti l'octaclorodibenzodiossina OCDD)**.

Anche per le impronte è stato effettuato il confronto fra i risultati di Spinea e quelli associati all'indagine condotta nelle stesse giornate a Mestre via Lissa e a Moranzani EZI.

Le distribuzioni nei siti monitorati, perfettamente analoghe fra loro, sono praticamente sovrapponibili a quelle registrate a Mestre e a Moranzani.

POPs vs particolato

Uno degli aspetti indagati riguarda la variabilità della presenza di diossine e furani al variare del particolato.

Analogamente a quanto evidenziato empiricamente nel corso di una precedente indagine svolta nel periodo febbraio 2008 – febbraio 2009, **il valore relativo della concentrazione somma di diossine e furani, in entrambi i siti monitorati, sembra restare piuttosto costante – intorno a 20 miliardesimi della concentrazione del PM₁₀ – indipendentemente dall'andamento della concentrazione in aria del particolato**.

Nell'indagine del biennio 2008 - 2009 il PM₁₀, mediamente, si aggirava intorno ai 50 µg/m³, mentre i campionamenti condotti a gennaio-febbraio 2010 a Spinea registrano valori medi intorno agli 80 µg/m³. Assumendo che la somma delle concentrazioni di PCDD e PCDF sia mediamente pari a 20 miliardesimi della concentrazione del particolato PM₁₀, si può calcolare un valore 'atteso' per tale somma, effettivamente in linea con il dato sperimentalmente misurato.

Deposizioni atmosferiche

Dal 14 gennaio al 12 febbraio 2010, nell'area del parcheggio antistante l'impianto crematorio di Spinea, è stato posizionato un deposimetro di tipo bulk, per la determinazione di IPA e PCDD/F.

I valori misurati a Spinea relativamente agli **IPA variano tra qualche decina ed i 200 ng/m²/giorno**. Se confrontati con i dati di una recente indagine condotta a Mestre, presso il Parco di San Giuliano, nel secondo semestre del 2009, i dati di Spinea sono maggiori per tutti gli idrocarburi considerati.

Il flusso giornaliero di deposizione della somma di diossine e furani, in unità I-TE, misurato a Spinea è pari a **3 pgI-TE/m²/giorno**, del tutto confrontabile, invece, con i valori calcolati durante il monitoraggio condotto a San Giuliano ed in linea con quanto riscontrato in precedenti indagini [1].

Il confronto fra i dati di diossine nelle deposizioni di Spinea e San Giuliano è stato esteso anche al calcolo delle relative impronte. Mentre nell'impronta di San Giuliano OCDF e OCDD sono entrambi alti, a segnalare che le ricadute di questo sito sono evidentemente influenzate sia da

generici processi di combustione, sia da particolari emissioni industriali, Spinea presenta un'‘impronta tipica dei generici processi di combustione’, con una netta prevalenza dell'octaclorodibenzodiossina OCDD.

Controlli a camino. Misura delle emissioni

In relazione ad alcuni dati emissivi raccolti dai colleghi del Servizio Territoriale di questo Dipartimento nel corso di una recente indagine effettuata sull'impianto di cremazione sito nel Comune di Spinea è stato possibile procedere alla stima delle emissioni annue di detto impianto.

Nello studio condotto per l'indagine svolta nel periodo febbraio 2008 – febbraio 2009 era stata effettuata la stima delle emissioni annue da vari impianti e la stima dell'emissione media annua dell'impianto crematorio di Spinea, basata su due controlli eseguiti da tecnici ARPAV nel corso del 2008, era risultata pari a circa 20 mgI-TE/anno.

Il ricalcolo di questa stima è stato effettuato alla luce del nuovo controllo realizzato nel corso del 2010, dove la portata del camino e la concentrazione di diossine misurata nei fumi sono diminuite mentre è mediamente aumentata la durata di una singola cremazione, ipotizzando che il numero di cremazioni in un anno sia lo stesso. Durante detto controllo tutti i congeneri di diossine e furani, fatta eccezione per il Tetraclorodibenzofurano, sono risultati inferiori al limite di rivelabilità.

E' possibile stimare un valore di **emissione annua** pari a **0.5 µgI-TE/anno**, decisamente inferiore a quanto calcolato in precedenza.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1. R. Biancotto, L. Vianello, C. Zemello, *Microinquinanti organici in Provincia di Venezia. Livelli in aria ambiente ed emissioni in atmosfera*. ARPAV - Dipartimento Provinciale di Venezia – dicembre 2009
2. G. Trevisan, Tesi di laurea triennale *Caratterizzazione ambientale degli impianti di cremazione nella provincia di Venezia*, Università degli studi di Padova – a.a. 2006 - 2007
3. A. Benassi, A. De Bortoli, S. Patti, *Autostrada A4 – Variante di Mestre – Passante Autostradale. Componente atmosfera – relazione 2° semestre 2009*, ARPAV - Dipartimento Provinciale di Padova – Osservatorio Regionale Aria – marzo 2010
4. R. Biancotto, L. Vianello, C. Zemello, *Microinquinanti organici in Provincia di Venezia. Livelli in aria ambiente ed emissioni in atmosfera*, Quaderno della Salute N. 4/2010 – Città di Venezia, pagg. 98-110