ARPAV
Agenzia Regionale
per la Prevenzione e
Protezione Ambientale
del Veneto

C.F. 92111430283
Partita IVA 03382700288
www.arpa.veneto.it

Dipartimento Provinciale di Treviso
Direzione
Viale Trento e Trieste, 27/a
31100 Treviso Italy
Tel. +39 0422 558515
Fax +39 0422 558516
e-mail: daptv@arpa.veneto.it

Resp. del procedimento: dott.ssa Maria Rosa
Tel. +39 0422 558503
e-mail: mrosa@arpa.veneto.it

Resp. dell'istruttoria: dott.ssa Claudia Iuzzolino
Tel. +39 0422 558544
e-mail: ciuzzolino@arpa.veneto.it

CAMPAGNA DI MONITORAGGIO HF NEL TERRITORIO DI CAVASO DEL TOMBA E POSSAGNO

In seguito alle richieste di monitoraggio della qualità dell'aria ricevute da parte dell'Amministrazione Comunale di Cavaso del Tomba nel 2005 e 2006, il Dipartimento Provinciale ARPAV di Treviso ha provveduto ad inserire nel proprio piano di attività 2007 la valutazione dell'inquinamento atmosferico da acido fluoridrico HF nei territori comunali di Possagno e Cavaso del Tomba.

Tale scelta è nata dalla consapevolezza che, in particolar modo nel comune di Possagno, si è sviluppata un'industria specializzata in produzione di laterizi che prevede tra le varie fasi operative la cottura dell'argilla. Proprio durante questa fase avviene l'emissione di acido fluoridrico a partire dallo ione fluoro presente nell'argilla stessa.

Nel presente documento vengono riportati i risultati dello studio eseguito nel periodo Marzo – Maggio 2007 allo scopo di valutare le concentrazioni di HF in aria ambiente e la relativa esposizione umana. Si è provveduto inoltre a reperire informazioni in merito all'eventuale danno subito dalla vegetazione in seguito all'esposizione a suddetto inquinante.

Concentrazioni in aria ambiente - l'esposizione umana

Non esiste attualmente una normativa che fissi un limite di concentrazione in aria ambiente per l'inquinante HF ovvero un limite di qualità dell'aria avente come scopo principale la protezione della salute umana. A titolo informativo si cita il DPCM 28 marzo 1983[1], abrogato ai sensi del D.Lgs 351/99, che fissava per media di 24 ore il valore limite di 20 $\mu g/m^3$ e per media mensile il valore di 10 $\mu g/m^3$.

Si ricorda inoltre che per diversi inquinanti esistono i valori di TLV (Threshold Limit Values) che costituiscono le "concentrazioni ambientali per le quali si ritiene che quasi tutti i lavoratori possono essere esposti giorno dopo giorno per tutta la vita lavorativa senza effetti dannosi". Va ricordato che tali limiti sono da intendersi riferiti agli ambienti di lavoro e quindi applicabili per soggetti adulti, sani, esposti a questi valori per 8 ore al giorno e per 5 giorni alla settimana. Pertanto non possono direttamente essere utilizzati per altri ambienti quali ad esempio, ambiente domestico o inquinamento atmosferico in generale.

Benché non ci sia alcuna precisa norma in merito alla "normale tollerabilità" in ambiente esterno, si può fare riferimento a quanto adottato convenzionalmente dai tecnici "Igienisti" che considerano accettabile per gli ambienti di vita l'esposizione a sostanze disperse in atmosfera per 1/100 del valore del TLV fissato per l'ambiente di lavoro. Nel caso dell'HF (come F) il TLV/100 adottato nel 2006 è di 5 ppb.

L'effetto dell'HF sulla vegetazione

Non esiste un limite di concentrazione in aria ambiente per la protezione della vegetazione sebbene sia noto che le piante siano dei recettori molto sensibili alla presenza dell'inquinamento da HF.

Verranno citati nel presente documento alcuni aspetti relativi agli effetti dell'inquinamento da HF sulla vegetazione facendo riferimento in modo particolare all'esperienza sviluppata dall'ARPA Valle d'Aosta che recentemente ha avviato diverse attività di monitoraggio integrato mediante l'utilizzo di vegetali superiori.

[1] Limiti massimi di accettabilità delle concentrazioni e di esposizione relativi ad inquinanti dell'aria nell'ambiente esterno – GU 28 maggio 1983, n. 145

Materiali e metodi di studio

Il monitoraggio dell'HF è stato eseguito dall'Ufficio Reti di Monitoraggio del Dipartimento ARPAV di Treviso tramite l'utilizzo di campionatori passivi denominati Radiello®.

Il sistema di campionamento è costituito da un corpo diffusivo a simmetria radiale al cui interno viene inserita una cartuccia adsorbente di polietilene microporoso rivestito di trietanolammina (TEA). L'HF gassoso, chemiadsorbito dalla TEA, viene recuperato con acqua e dosato in cromatografia ionica.

La captazione è selettiva per l'HF: i suoi sali, eventualmente dispersi in aria contemporaneamente, non sono in grado di attraversare la parete diffusiva.

Il corpo diffusivo a simmetria radiale contenente la cartuccia è stato fissato ad una piastra di supporto in policarbonato ed esposto all'aria ambiente. Durante l'esposizione, i campionatori sono stati appesi all'interno di un riparo per proteggerli da eventi meteorologici di particolare rilievo; tale riparo è stato a sua volta fissato, mediante fascette in plastica, a sostegni verticali a circa 2,5 m di altezza dal suolo.

L'utilizzo dei campionatori passivi è previsto, oltre che dalla normativa italiana, dalla Direttiva Quadro 96/62/CE. Questo sistema di monitoraggio ha consentito di quantificare contemporaneamente, ed in più punti del territorio oggetto di studio, le concentrazioni dell'inquinante.

I campionatori sono stati esposti per periodi variabili tra 1 e 2 settimane. Le n.5 campagne consecutive di esposizione sono state identificate con una lettera (dalla A alla E) come di seguito meglio specificato.

Campagna A – 26/03 – 02/04/2007

Campagna B – 02/04 – 10/04/2007

Campagna C – 10/04 – 23/04/2007

Campagna D – 23/04 – 07/05/2007

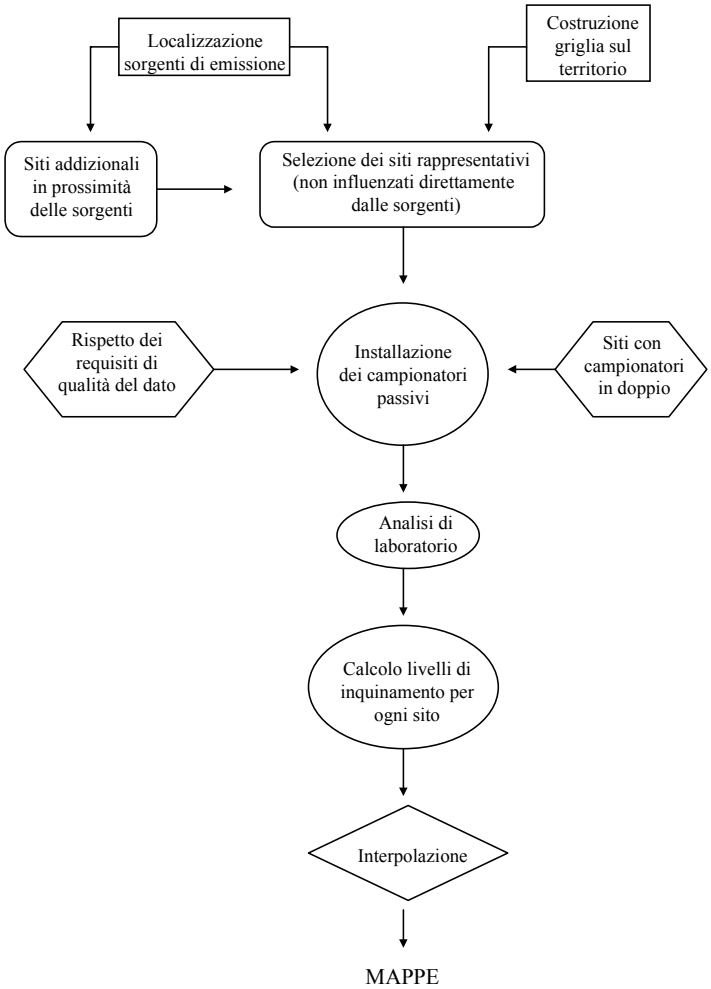
Campagna E – 07/05 – 23/05/2007

I siti sottoposti a monitoraggio, in totale 11, sono stati individuati all'interno dei territori comunali di Cavaso del Tomba e Possagno e il posizionamento è stato valutato in base alle linee guida della Commissione Europea *Guidance Report on Preliminary Assessment under EC Air Quality Directives* e al DM 261/02.

La produzione di dati attendibili richiede una particolare cura nella scelta dei siti di monitoraggio e nel posizionamento dei campionatori. A tal fine il rapporto della Commissione Europea *Guidance Report on Preliminary Assessment under EC Air Quality Directives* propone la procedura riassunta in Figura1.

Per la selezione dei siti di campionamento si è tenuto conto delle sorgenti inquinanti presenti nel territorio d'indagine e i siti di misura sono stati individuati costruendo sopra il territorio una griglia. All'interno di ogni cella della griglia, i campionatori passivi sono stati sistemati in una postazione rappresentativa dei livelli medi di esposizione: non in diretta prossimità delle sorgenti locali di emissione ed in un'area sufficientemente aperta e ventilata per evitare punte di concentrazione dovute a ristagno d'aria.

Figura 1: Protocollo generale di analisi con campionatori passivi



Oltre agli 11 siti individuati nei territori comunali di Cavaso del Tomba e Possagno, un 12° sito è stato individuato presso la centralina di via Lancieri di Novara a Treviso allo scopo di valutare le concentrazioni dell'inquinante HF in un territorio urbano densamente abitato, non caratterizzato dalla presenza di attività produttive che tipicamente producono emissioni di HF e con condizioni meteo-climatiche distinte da quelle che caratterizzano i comuni della Pedemontana.

Dal punto di vista geografico, i comuni monitorati si trovano in una vallata delimitata a nord dal massiccio del Grappa e a sud dalle colline di Asolo. La particolare orografia del territorio limita il movimento delle masse d'aria lungo la direzione NE-SO come dimostrano i dati meteorologici rilevati presso la centralina posizionata durante le indagini in via Ortigara nel comune di Cavaso del Tomba. I dati meteo (temperatura, piovosità, velocità e direzione del vento) sono stati tenuti in considerazione per la valutazione dei dati analitici di HF.

Nella seguente tabella vengono descritti nel dettaglio i siti monitorati.

Tabella 1 – identificazione dei siti monitorati

Codice identificativo sito	X GBO	Y GBO	indirizzo	comune
P1	1726601	5082720	via Ortigara	Cavaso del Tomba
P2	1725446	5082396	via Spineda	Cavaso del Tomba
P3	1724367	5082670	loc Obledo	Cavaso del Tomba
P4	1724003	5081986	via Pastega	Possagno
P5	1723242	5081854	cimitero	Possagno
P6	1723452	5081517	vicolo Olivi	Possagno
P7	1723974	5081260	via Valcavasia	Possagno
P8	1724974	5081690	via Valcavasia	Cavaso del Tomba
P9	1725560	5081355	via Costalunga	Cavaso del Tomba
P10	1726904	5081208	via Castelces	Cavaso del Tomba
P11	1724995	5085756	via General Angelica	Cavaso del Tomba
P12	1752211	5062705	via Lancieri di Novara	Treviso

Si sottolinea che inizialmente il punto P6 era stato posizionato in via Campestrino a Possagno ma, a causa di continue manomissioni del campionatore, il sito è stato spostato in vicolo Olivi.

I siti P6 e P7 sono stati individuati in prossimità della zona industriale di Possagno mentre i siti P9 e P10 sono stati individuati rispettivamente nelle frazioni di Costalunga e Castelces del comune di Cavaso del Tomba ovvero nelle zone dalle quali provengono numerose segnalazioni dei residenti che lamentano malformazioni e alterazioni della vegetazione.

La Figura 2 riporta su Carta Tecnica Regionale la rete di monitoraggio descritta nella precedente tabella. Sono indicate nella stessa figura le principali attività produttive della zona. Dalla cartografia sono esclusi i punti P11 e P12 relativi rispettivamente alla centralina fissa di Cavaso del Tomba di via General Angelica e Treviso di via Lancieri di Novara.

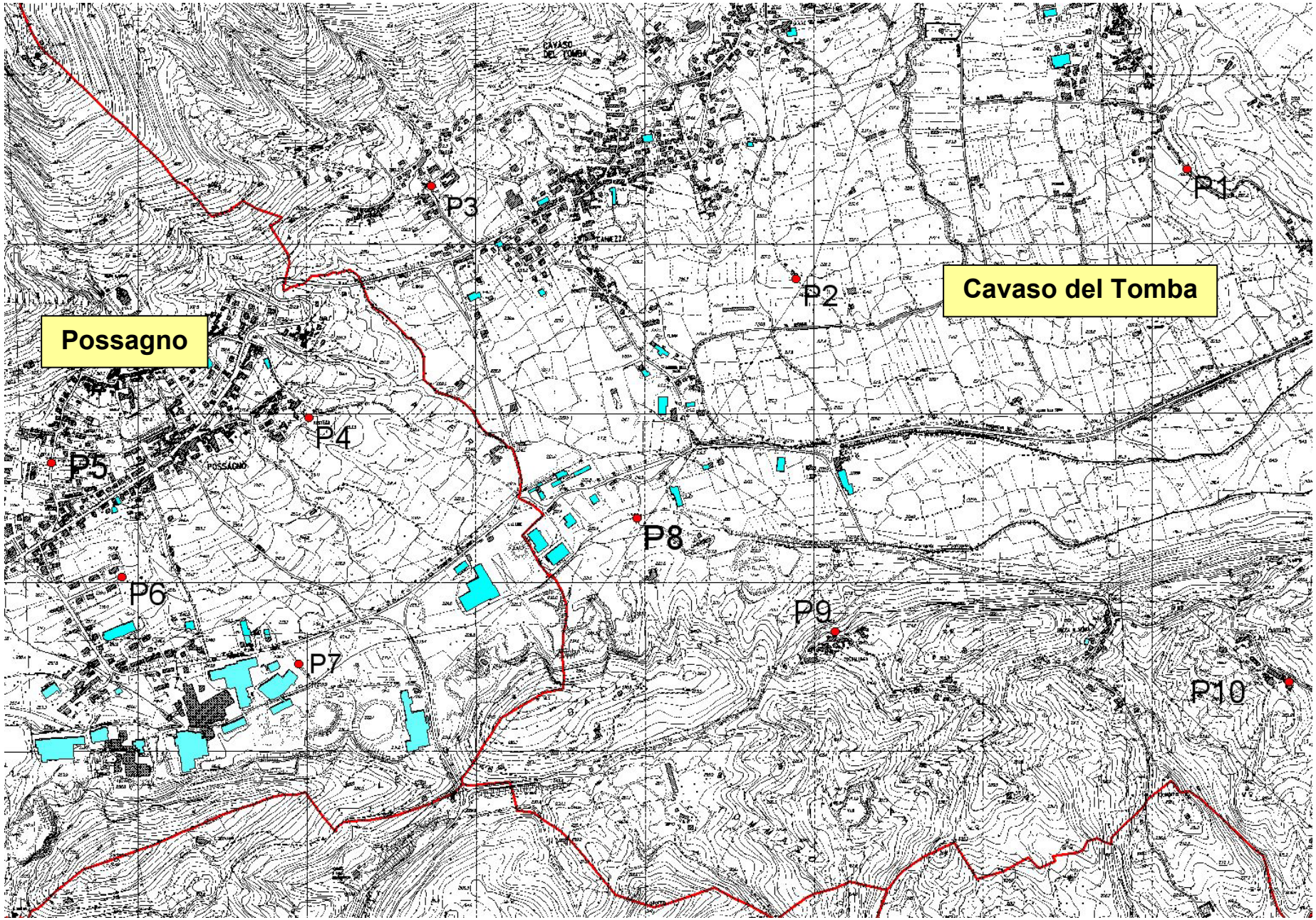


Figura 2: Siti monitorati con campionatori passivi

Valutazione dei dati

I risultati dei monitoraggi dell'inquinamento da HF eseguiti nel periodo Marzo – Maggio 2007, per quanto sopra detto relativamente alla concentrazione in aria ambiente e all'esposizione umana all'inquinante, possono fornire solamente delle indicazioni differenziali tra i siti monitorati e non un confronto diretto con un valore normativo.

Di seguito vengono riportati i grafici con le concentrazioni di HF rilevate in ciascun sito durante le campagne denominate da A a E. Si sottolinea che le condizioni meteorologiche, inizialmente variabili, si sono stabilizzate a partire dalla seconda settimana di campionamento con un aumento della temperatura media e della velocità del vento.

Si ricorda che il grado di stabilità atmosferica regola fortemente il fenomeno di diffusione e quindi la capacità del mezzo atmosferico a diffondere più o meno rapidamente gli inquinanti che vi vengono immessi. Ciò spiega perché, a parità di quantità di inquinanti emessi, le concentrazioni osservate nel periodo invernale risultano superiori rispetto a quelle del periodo estivo. La diffusione verticale degli inquinanti può essere fortemente influenzata da fenomeni di stratificazione termica dell'atmosfera e dallo sviluppo di moti convettivi che possono interessare con una certa frequenza lo strato di atmosfera adiacente al suolo per uno spessore che va mediamente da alcune decine ad alcune centinaia di metri. Le cause dei moti possono essere di origine meccanica (vortici prodotti dal vento che fluisce su terreni rugosi, aree fabbricate e boschive o gradienti verticali di velocità pronunciati) o più frequentemente di origine termica, in tal caso si parla di moti termoconvettivi.

Vi sono inoltre altri fattori meteo – climatici che influenzano l'accumulo ovvero la dispersione degli inquinanti in atmosfera quali la piovosità e la velocità del vento.

In generale ad un aumento delle giornate di pioggia corrisponde una diminuzione delle concentrazioni degli inquinanti ed una adeguata ventilazione determina un buon rimescolamento e dispersione degli inquinanti.

Campagna A – periodo 26/03 – 02/04/2007

Durante il periodo di campionamento le condizioni meteorologiche sono risultate variabili. La Temperatura media registrata è stata di 8.8 °C e la Velocità del Vento pari a 0.8 m/s. Si sono inoltre verificati dei fenomeni piovosi (35 mm).

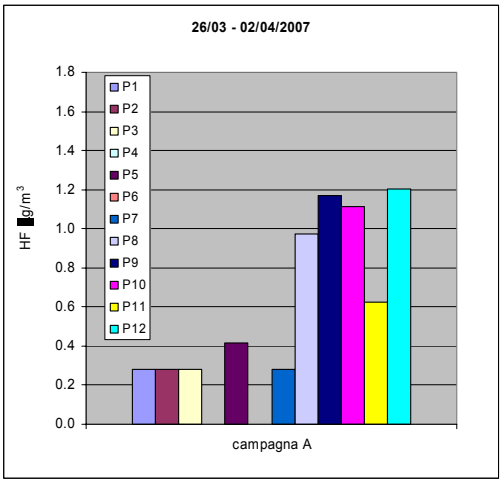


Figura 3a – Concentrazioni di HF rilevate nei siti descritti in Tabella 1 – Periodo di campionamento: 26/03 – 02/04/2007

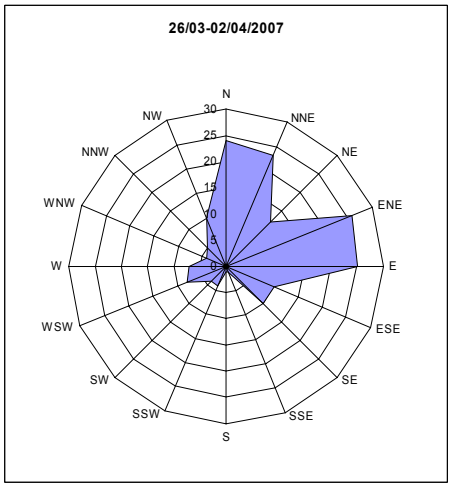


Figura 3b – Direzione del Vento rilevata in via Ortigara a Cavaso del Tomba - Periodo: 26/03 – 02/04/2007

Campagna B – periodo 02 – 10/04/2007

Durante il periodo di campionamento la Temperatura media registrata è stata di 11.5 °C e la Velocità del Vento pari a 0.8 m/s. Si sono inoltre verificati rari fenomeni piovosi (9 mm).

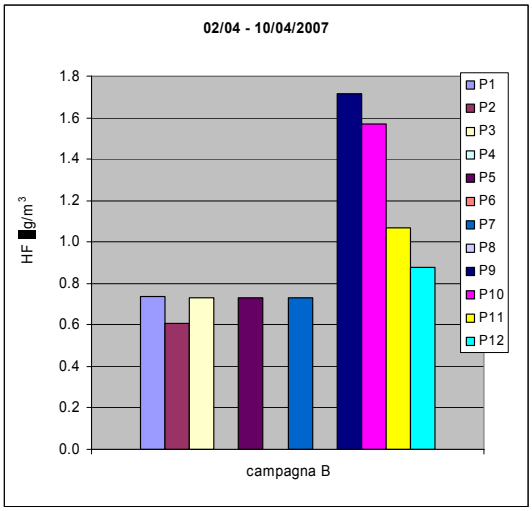


Figura 4a – Concentrazioni di HF rilevate nei siti descritti in Tabella 1 – Periodo di campionamento: 02 – 10/04/2007

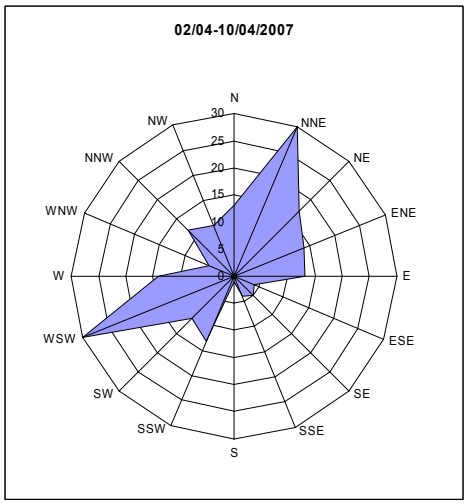


Figura 4b – Direzione del Vento rilevata in via Ortigara a Cavaso del Tomba - Periodo: 02 – 10/04/2007

Campagna C – periodo 10 – 23/04/2007

Durante il periodo di campionamento la Temperatura media registrata è stata di 16.3 °C. Non si sono verificati fenomeni piovosi.

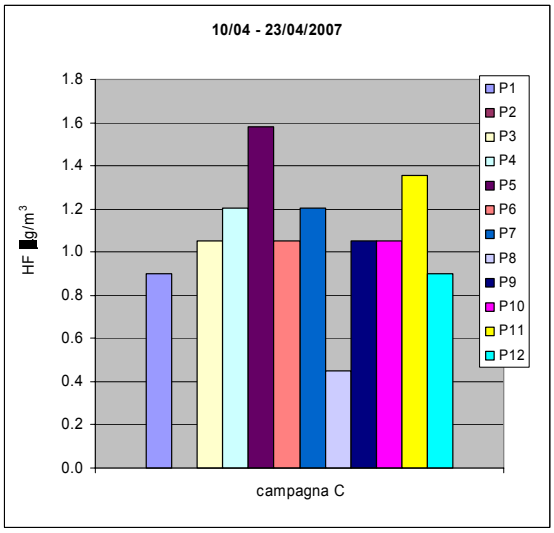


Figura 5a – Concentrazioni di HF rilevate nei siti descritti in Tabella 1 – Periodo di campionamento: 10 – 23/04/2007

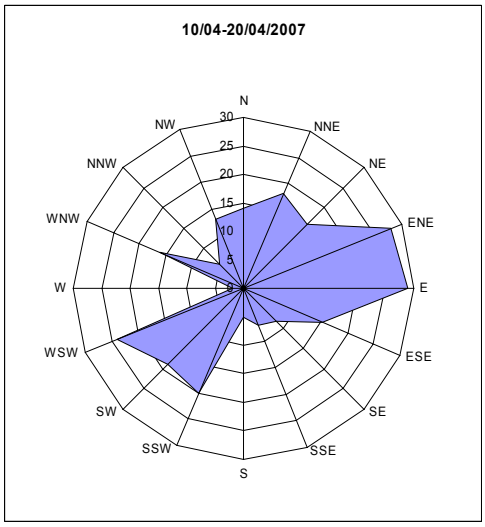


Figura 5b – Direzione del Vento rilevata in via Ortigara a Cavaso del Tomba - Periodo: 10 – 20/04/2007

Campagna D – periodo 23/04 – 07/05/2007

Durante il periodo di campionamento la Temperatura media registrata è stata di 19.8 °C e la Velocità del Vento pari a 1.2 m/s. . Non si sono verificati fenomeni piovosi.

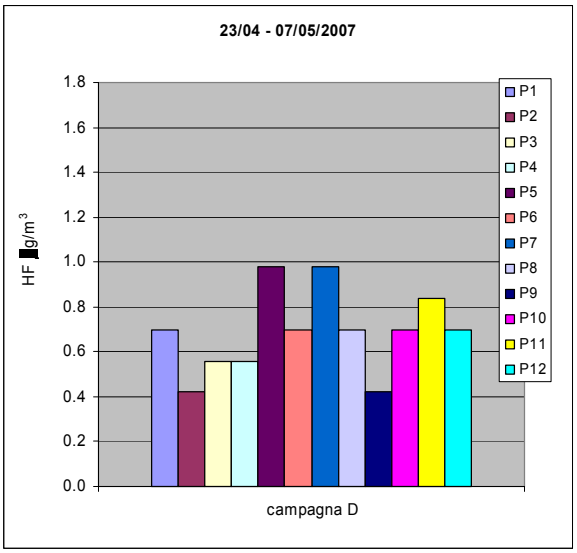


Figura 6a – Concentrazioni di HF rilevate nei siti descritti in Tabella 1 – Periodo di campionamento: 23/04 – 07/05/2007

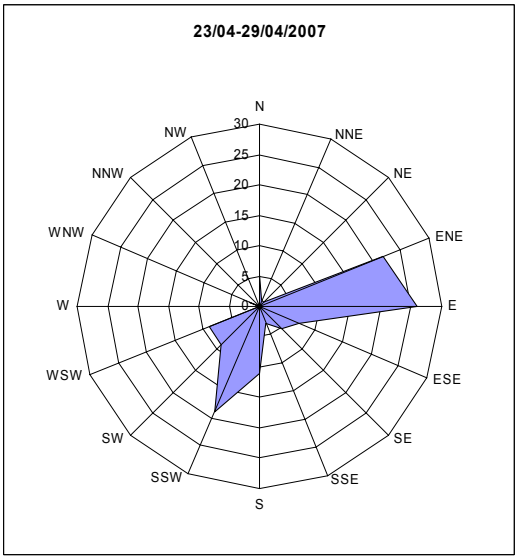


Figura 6b – Direzione del Vento rilevata in via Ortigara a Cavaso del Tomba - Periodo: 23 – 29/04/2007

Campagna E – periodo 07 – 23/05/2007

Durante il periodo di campionamento la Temperatura media registrata è stata di 21.5 °C e la Velocità del Vento pari a 1.1 m/s. . Non si sono verificati fenomeni piovosi.

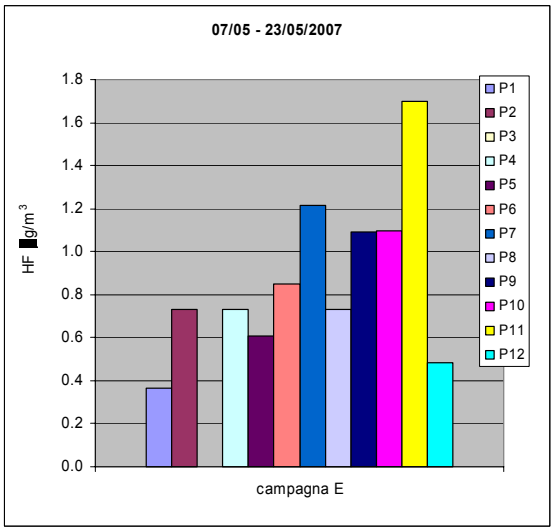


Figura 7a – Concentrazioni di HF rilevate nei siti descritti in Tabella 1 – Periodo di campionamento: 07 – 23/05/2007

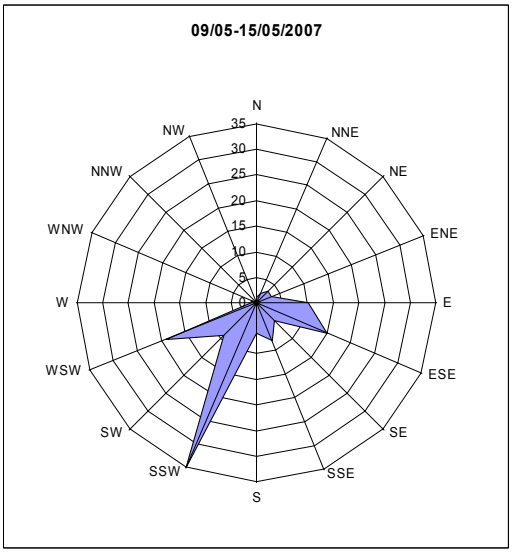


Figura 7b – Direzione del Vento rilevata in via Ortigara a Cavaso del Tomba - Periodo: 09 – 15/05/2007

Si sottolinea che nel caso di valori di concentrazione inferiori al limite di rilevabilità strumentale (LR=0.3 $\mu g/m^3$) ai fini delle elaborazioni è stato utilizzata la metà del valore di LR. La motivazione per la quale viene utilizzato il valore così definito[2], è che la rappresentazione dei valori inferiori al limite di rilevabilità segue una distribuzione statistica di tipo gaussiano normale, in cui la metà del limite di rilevabilità rappresenta il valore più probabile.

La Figura 8 riassume le concentrazioni di tutte le campagne eseguite e riporta, per ciascun sito monitorato, il valore medio relativo all'intero periodo di monitoraggio ovvero 26/03 – 23/05/2007.

Si osserva che in nessun caso le concentrazioni medie sono risultate superiori a qualsiasi riferimento per l'esposizione umana citato in premessa.

Durante ciascuna campagna i valori di concentrazioni sono risultati molto variabili da sito a sito senza peraltro evidenziare un chiaro contributo dell'inquinante in vicinanza della zona industriale.

---

[2] Rapporto ISTISAN 04/15: "Trattamento dei dati inferiori al limite di rilevabilità nel calcolo dei risultati analitici".

I siti P6 e P7, individuati in prossimità della zona industriale di Possagno, hanno raggiunto concentrazioni medie per il periodo Marzo – Maggio 2007 confrontabili con il sito P12 individuato presso la centralina di via Lancieri di Novara in prossimità del centro storico di Treviso.

Valori leggermente superiori si sono riscontrati presso i siti P9 e P10, rispettivamente individuati in località di Costalunga e Castelces del comune di Cavaso del Tomba ovvero nelle zone dalle quali provengono le segnalazioni dei residenti che lamentano malformazioni e alterazioni della vegetazione, e presso il sito P11 individuato presso la centralina di monitoraggio della qualità dell'aria sita in via General Angelica sul crinale del monte Tomba nel comune di Cavaso del Tomba.

Presso i siti P1, P2, e P3, a nord della zona industriale, si sono osservate le concentrazioni minori di HF.

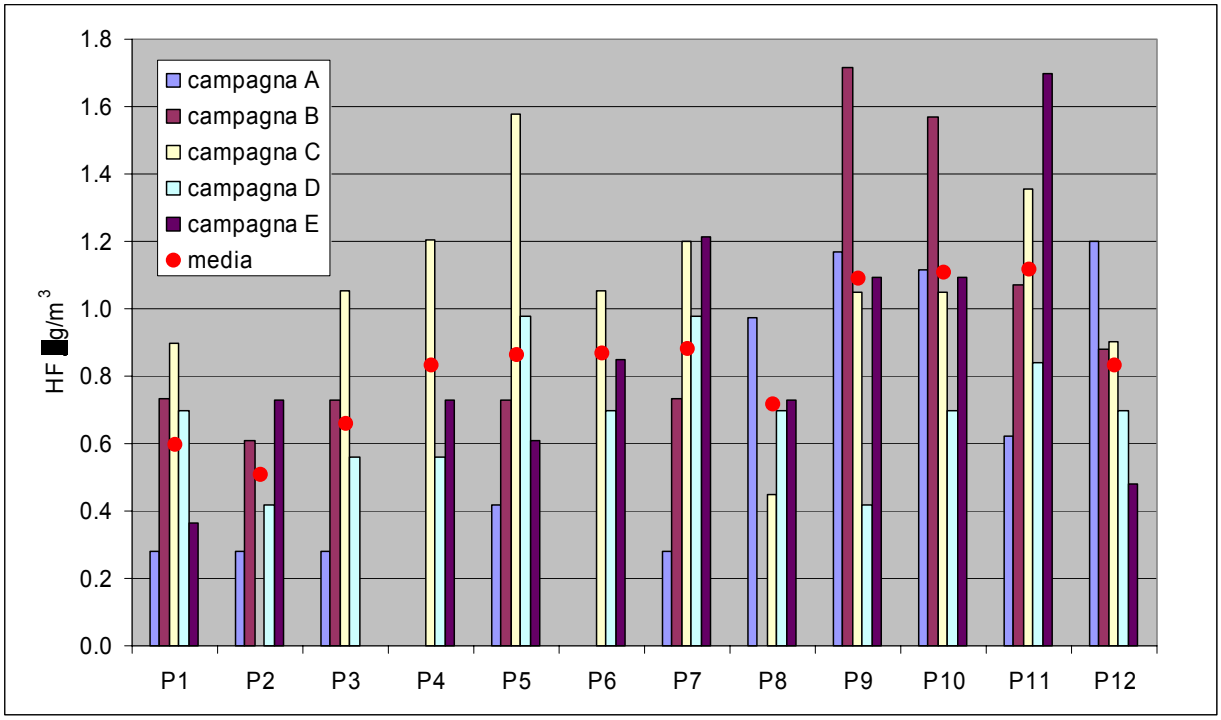


Figura 8 – Concentrazioni di HF rilevate durante le 5 campagne di rilevamento effettuate tra il 26/3 e il 23/5/2007 nei siti descritti in Tabella 1

Allo scopo di facilitare la lettura dei dati raccolti si è provveduto alla realizzazione di una mappa d'interpolazione dei valori medi relativi al periodo di campionamento per le concentrazioni di HF. Il metodo utilizzato IDW (*Inverse Distance Weighted*) assume che le concentrazioni in siti tra loro vicini siano generalmente più simili delle concentrazioni rilevate in siti tra loro lontani. Pertanto per la predizione di concentrazione in un punto non monitorato questo metodo assume che ogni punto misurato abbia un'influenza locale che diminuisce con la distanza attribuendo un peso maggiore ai punti noti più vicini al punto da predire ed un peso minore ai punti noti più lontani da questo.

La bontà di una mappa di interpolazione è sempre legata al numero ed alla distribuzione dei siti in cui sono state determinate sperimentalmente le concentrazioni degli inquinanti: maggiore è il numero e più uniforme la distribuzione di questi, più attendibili sono le mappe che si ottengono. Inoltre, più uniformi sono i valori dell'inquinante indagato (assenza di picchi e/o fosse) più omogenee ed attendibili sono le mappe stesse.

In base a quanto detto si sottolinea che il risultato della seguente mappa va dunque considerato con prudenza ribadendo che lo scopo principale delle stesse è quello di rendere facilmente leggibili i risultati ottenuti dalle analisi sperimentali.

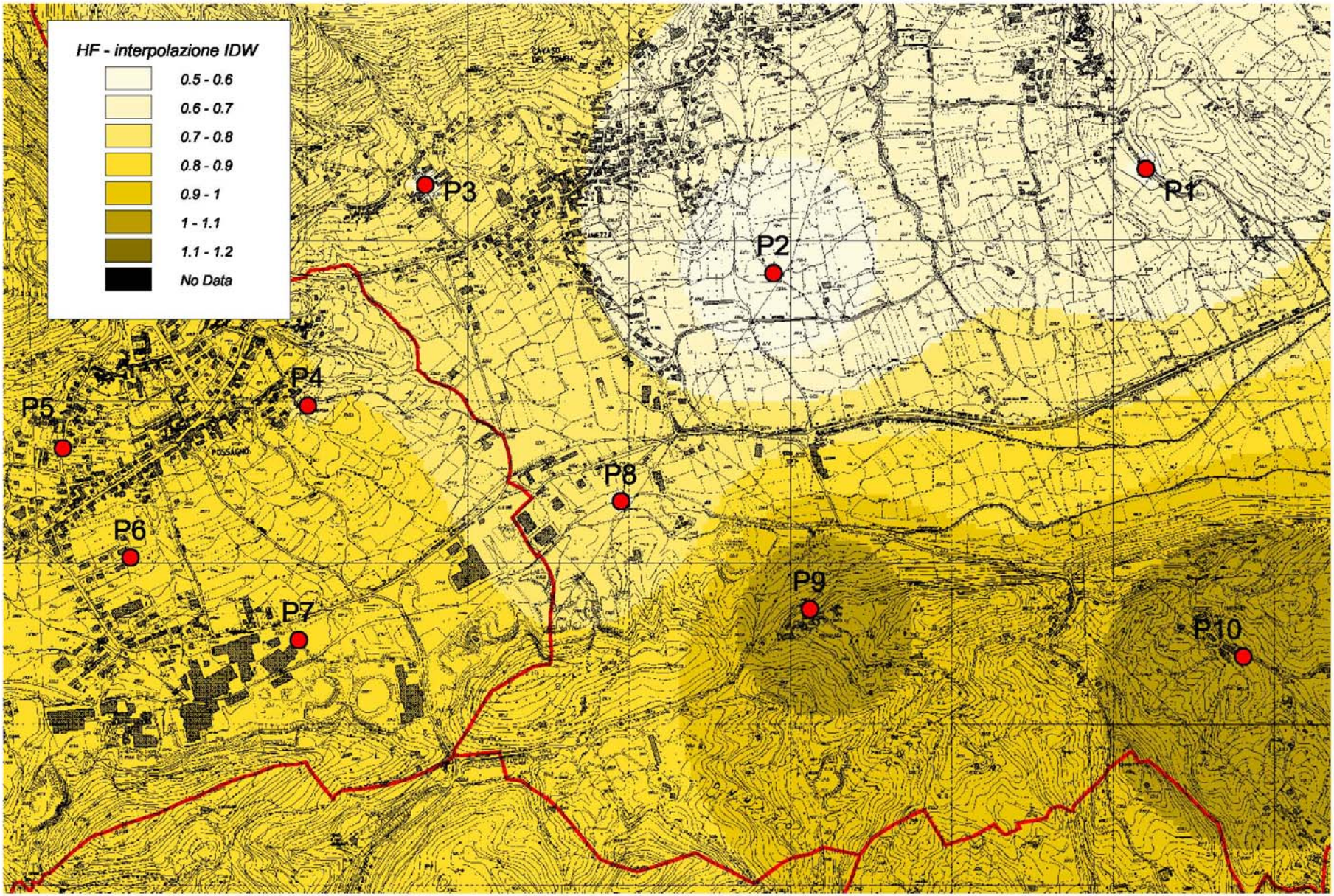


Figura 9 – Concentrazioni medie di HF ($\mu g/m^3$). Interpolazione con metodo IDW

Informazioni dell'effetto dell'HF sulla vegetazione – il biomonitoraggio

Premesso che nel corso della presente indagine non sono stati eseguiti monitoraggi mediante l'utilizzo di vegetali superiori, si riportano di seguito alcune informazioni relative agli effetti dell'inquinamento da HF sulla vegetazione facendo particolare riferimento all'esperienza in materia di recente sviluppata da ARPA Valle d'Aosta.

Il monitoraggio dell'inquinamento realizzato mediante l'osservazione di fattori o componenti biologici consente di valutare la qualità dell'ambiente basandosi sulle modificazioni dei singoli organismi. Le variazioni indotte dall'inquinamento sull'ambiente possono manifestarsi in modo più o meno evidente a tre livelli differenti:

1. accumulo delle sostanze inquinanti negli organismi;
2. modificazioni morfologiche o strutturali degli organismi;
3. modificazioni nella composizione delle comunità animali e vegetali.

Ogni organismo è un potenziale indicatore di qualità in quanto interagisce con l'ambiente in cui vive modificandosi per la presenza di sostanze estranee. La fisiologia di molti esseri viventi, tuttavia, è ancora per molti aspetti sconosciuta o troppo complessa: in queste situazioni, perciò, risulta difficile individuare variazioni visibili e riconducibili unicamente alla presenza dell'inquinamento atmosferico. E' poi necessario tener presente che, anche quando diventa possibile individuare in un'alterazione dell'organismo l'effetto di un inquinamento ambientale è difficile quantificare il fenomeno in quanto molto spesso la risposta visibile è del tipo "vita o morte" dell'organismo. Per tale motivo, vengono utilizzati esclusivamente gli organismi la cui ecologia è nota da tempo e per i quali sono più facilmente identificabili e quantificabili le alterazioni dovute all'inquinamento atmosferico.

Per la difficoltà di standardizzare le procedure di biomonitoraggio, e per la sostanziale diversità delle informazioni che si acquisiscono dai vari sistemi, è evidente che l'uso di organismi viventi non può in nessun caso essere considerato come alternativo al monitoraggio strumentale. Riesce tuttavia a fornire utili informazioni per la valutazione globale dello stato ambientale di un'area, ed è un valido strumento per la preliminare individuazione di possibili zone a rischio.

Esistono numerose esperienze a tal riguardo: l'opzione più frequentemente adottata prevede l'impiego di specie indicatrici ovvero piante che rispondono con sintomi caratteristici a un dato inquinante o/e che lo accumulano nei propri tessuti (piante bioaccumulatrici).

La prima indicazione derivabile da questa tipologia di biomonitoraggio è, per l'appunto, l'individuazione di uno specifico inquinante: è il caso dei gladioli e della vite particolarmente sensibili ai composti aerodispersi del fluoro.

Esiste inoltre la possibilità di valutare l'intensità dell'inquinamento in un dato sito, accorpando le misure strumentali all'analisi della concentrazione nella pianta di una determinata sostanza bioaccumulata: in questo caso, il dato ottenuto dal bioindicatore è generalmente riferito alla dose di inquinante cumulata per il periodo di esposizione mentre lo strumento analitico fornisce il valore della concentrazione di inquinante in aria.

Spesso il danno biologico macroscopico (necrosi fogliare, ingiallimento dei tessuti, scarificazione, ecc.) risulta correlato alla dose cumulata: tuttavia la risposta dei vegetali all'azione degli inquinanti può essere confusa con reazioni simili dovute ad agenti patogeni, insetti, carenze idriche o nutrizionali, sbalzi termici, ecc.

Il fluoro, non essendo un elemento essenziale, è normalmente assente all'interno delle piante o è presente in concentrazioni assai limitate. In generale si tratta di un elemento molto nocivo, con tossicità da 1 a 3 volte maggiore rispetto ad altri comuni inquinanti quali l' O_3 e l'SO_2.

Le forme gassose - l'acido fluoridrico (HF), il tetrafluoruro di silicio (SiF_4) e l'acido fluosilicico (H_2SiF_6) - sono quelle più pericolose per i vegetali: in particolare i due acidi suddetti sono più leggeri dell'aria e arrivano direttamente a contatto con il vegetale disciolte nell'acqua meteorica. Il fluoro assorbito, quando si trova all'interno della pianta, agisce in maniera graduale, comportandosi come un tipico veleno cumulativo che è assorbito principalmente dagli stomi (solo una minima parte per via cunicolare), da dove, per diffusione, muove attraverso il tessuto vascolare, si accumula agli apici ed ai margini fogliari.

Nelle specie vegetali maggiormente sensibili, le manifestazioni sintomatologiche compaiono a partire da concentrazioni ridottissime dell'ordine di 1 ppb.

Purtroppo non è possibile correlare l'eventuale accumulo con le manifestazioni macroscopiche indotte dal fluoro sulle foglie: di fatto, molte specie possono incorporare nelle foglie diverse centinaia di ppm di fluoro senza mostrare alcun sintomo. I sintomi presentati dalla vegetazione danneggiata pertanto non sono validi a scopo diagnostico, tuttavia sono alquanto caratteristici e consistono in:

- perdite di crescita della massa legnosa e fogliare,
- ritardo la fioritura,
- riduzione delle dimensioni dei frutti,
- clorosi o necrosi presenti soprattutto ai margini fogliari.

Conclusioni

Nel periodo Marzo – Maggio 2007 è stato eseguito il monitoraggio in aria ambiente dell'inquinante HF tramite l'utilizzo di campionatori passivi posizionati in n. 11 siti individuati nel territorio comunale di Possagno e Cavaso del Tomba secondo le indicazioni delle linee guida della Commissione Europea *Guidance Report on Preliminary Assessment under EC Air Quality Directives* e del DM 261/02. Tale studio ha permesso di valutare le concentrazioni di HF in aria ambiente e la relativa esposizione umana.

In particolare, dall'insieme dei dati rilevati riportati nelle pagine precedenti si osserva quanto segue:

- le concentrazioni di HF sono risultate molto variabili da sito a sito durante ciascuna campagna di monitoraggio,
- le condizioni climatiche sono state sempre favorevoli alla dispersione degli inquinanti ed è pertanto ipotizzabile che nel periodo invernale le concentrazioni di HF possano essere superiori,
- le maggiori concentrazioni medie dell'inquinante, seppure poco marcate, si sono osservate in località Costalunga, Castelces e sul crinale del monte Tomba nel comune di Cavaso del Tomba,
- in prossimità della zona industriale di Possagno i valori di HF hanno raggiunto concentrazioni medie per l'intero periodo di monitoraggio confrontabili con il sito individuato presso la centralina di via Lancieri di Novara in prossimità del centro storico di Treviso,
- in nessun caso le concentrazioni medie sono risultate superiori a qualsiasi riferimento per l'esposizione umana citato in premessa.

In base ad informazioni bibliografiche e all'esperienza sviluppata dall'ARPA Valle d'Aosta, che recentemente ha avviato attività di monitoraggio mediante l'utilizzo di vegetali superiori, si può affermare che alcune specie vegetali sono molto sensibili alla presenza di particolari inquinanti in aria e le manifestazioni sintomatologiche possono comparire a partire da concentrazioni dell'ordine di 1 ppb.

Si vuole tuttavia sottolineare che spesso il danno biologico macroscopico (necrosi fogliare, ingiallimento dei tessuti, scarificazione, ecc.) risulta correlato alla dose cumulata: tuttavia la risposta dei vegetali all'azione degli inquinanti può essere confusa con reazioni simili dovute ad agenti patogeni, insetti, carenze idriche o nutrizionali, sbalzi termici, ecc.

Dipartimento Provinciale di Treviso
Servizio Sistemi Ambientali
Ufficio Reti di Monitoraggio
www.arpa.veneto.it

Responsabile: Maria Rosa

Autori: Claudia Iuzzolino

Collaboratori: Biagio Giannì, Federico Steffan, Gabriele Pick