



ACUSTICA
RUMORE E VIBRAZIONI

DIVISIONE Ares Acoustic Research

Sede principale: Via Massari 189/A - 10148 Torino
Tel. (011) 2269878 - 2269903 - 2269863 - 2269984
Fax (011) 2269918 - 2269856

Sede di Verona: Via Bozzini 5 - 37135 Verona - Tel/fax (045) 502852
Posta Elettronica: ares@ares.to.it Internet: www.ares.to.it

SICUREZZA ed IGIENE DEL LAVORO, ECOLOGIA
IGIENE degli ALIMENTI, ELETTROTECNICA

DIVISIONE Ares blu





SAGAT S.p.A. – Aeroporto di Torino Caselle

CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DELL'OZONO

(maggio 2006 – settembre 2006)

*Prescrizione del
Decreto di Pronuncia di Compatibilità Ambientale
del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio
(DEC/DSA/2004/0877 del 11/10/2004)*

Relazione tecnica

Relazione n.	Rev.	Data	Resp. Progetto	Direzione tecnica
S3026/Z- Oz1/06	00	dicembre 2006	Ing. Emanuele Borgato Albo Ingegneri Prov. TO n. 8504J 	Ing. Marcella Rolando Albo Ingegneri Prov. TO n. 4400 

INDICE

1	PREMESSA	1
1.1	Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale	1
1.2	Prescrizioni del Ministero dell’Ambiente	1
2	CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DELL'OZONO	3
2.1	Scelta dei punti di campionamento	3
2.2	Scelta del periodo di campionamento	8
2.3	Modalità di campionamento ed analisi	8
3	PARAMETRI DI CONFRONTO	10
4	RISULTATI DEI CAMPIONAMENTI ESEGUITI	12
5	CONCLUSIONI	14
5.1	Confronto delle concentrazioni rilevate nelle diverse stazioni	14

1 PREMESSA

Il presente documento costituisce la relazione tecnica di presentazione dei risultati relativa alla campagna di monitoraggio dell'ozono eseguita per conto della Società SAGAT S.p.A. nel periodo compreso da maggio 2006 a settembre 2006. Tali campagne si inseriscono nel programma di monitoraggio prescritto a conclusione della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale relativa agli interventi di ammodernamento dell'Aeroporto di Torino Caselle.

1.1 Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale

Nel mese di aprile 2003 la Società SAGAT S.p.A., in accordo con ENAC (Ente Nazionale Aviazione Civile) ha presentato domanda di pronuncia di compatibilità ambientale relativa al progetto "Piano di sviluppo aeroportuale – MasterPlan 2005 - 2006 – 2010", dando avvio alla procedura di Valutazione Impatto Ambientale.

1.2 Prescrizioni del Ministero dell'Ambiente

La procedura di VIA si è conclusa con Decreto di Pronuncia di Compatibilità Ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (DEC/DSA/2004/0877 del 11/10/2004); in tale decreto si esprime giudizio positivo circa la compatibilità ambientale del progetto, a condizione che il proponente ottemperi ad una serie di prescrizioni.

Relativamente alla componente ambientale "ATMOSFERA", si prescrive:

- ◆ **Punto "e" – Decreto del Ministero dell'Ambiente DEC/DSA/2004/0877 del 11/10/2004:** *"in considerazione del numero di superamenti dei picchi orari delle concentrazioni di NO₂ previsto dal modello applicato nello studio di impatto ambientale per alcune stazioni esterne al sedime aeroportuale, il monitoraggio di cui alla prescrizione n° 12 del Parere della Regione Piemonte dovrà essere particolarmente curato nei centri abitati dove tali picchi sono attesi, per verificare la previsione e, se del caso, assumere gli idonei provvedimenti in accordo con*

questo Ministero, la Regione Piemonte e le Autorità Sanitarie, eventualmente dando applicazione alle misure di mitigazione previste nello studio di impatto ambientale per la componente atmosfera. In accordo con la Regione, inoltre, si dovrà eseguire, nelle aree circostanti l'aeroporto, un monitoraggio delle concentrazioni di Ozono, comunicandone i risultati alla Regione Piemonte".

2 CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DELL'OZONO

2.1 Scelta dei punti di campionamento

La scelta dei punti di campionamento, in accordo con le prescrizioni del Ministero dell'Ambiente, è partita dallo Studio di Impatto Ambientale. In particolare nella Relazione R02 "Studio di Impatto Atmosferico" redatta dallo Studio BATELLE, in corrispondenza di 15 stazioni di osservazione (figura 2.1) ed a seguito delle previsioni effettuate mediante software specifico (EDMS), risultavano attesi alcuni superamenti del limite orario per gli ossidi di azoto, come indicato in tabella 2.1 seguente.

Tabella 2.1 – Superamenti limite orario NO_x – scenari futuri considerati
(cfr. Studio di Impatto Ambientale – Relazione R02 – tab. 6.20)

Stazione	2005 (250 µg/m ³)	2006 (240 µg/m ³)	2010 (200 µg/m ³)
1	7	11	14
2	9	20	10
3	33	130	47
4	4	5	4
5	3	8	4
6	1	2	2
7	1	1	2
8	27	52	34
9	1321	1446	1210
10	4	5	4
11	6	6	7
12	4	4	4
13	1	2	2
14	0	3	1
15	21	30	25

NOTE: In grassetto sono evidenziati i casi in cui il numero di superamenti attesi è superiore a 18.

Il limite utilizzato nel confronto è il limite orario per gli NO₂, mentre il parametro stimato nella Valutazione di Impatto è la concentrazione di l'NO_x : il confronto risulta quindi molto cautelativo.

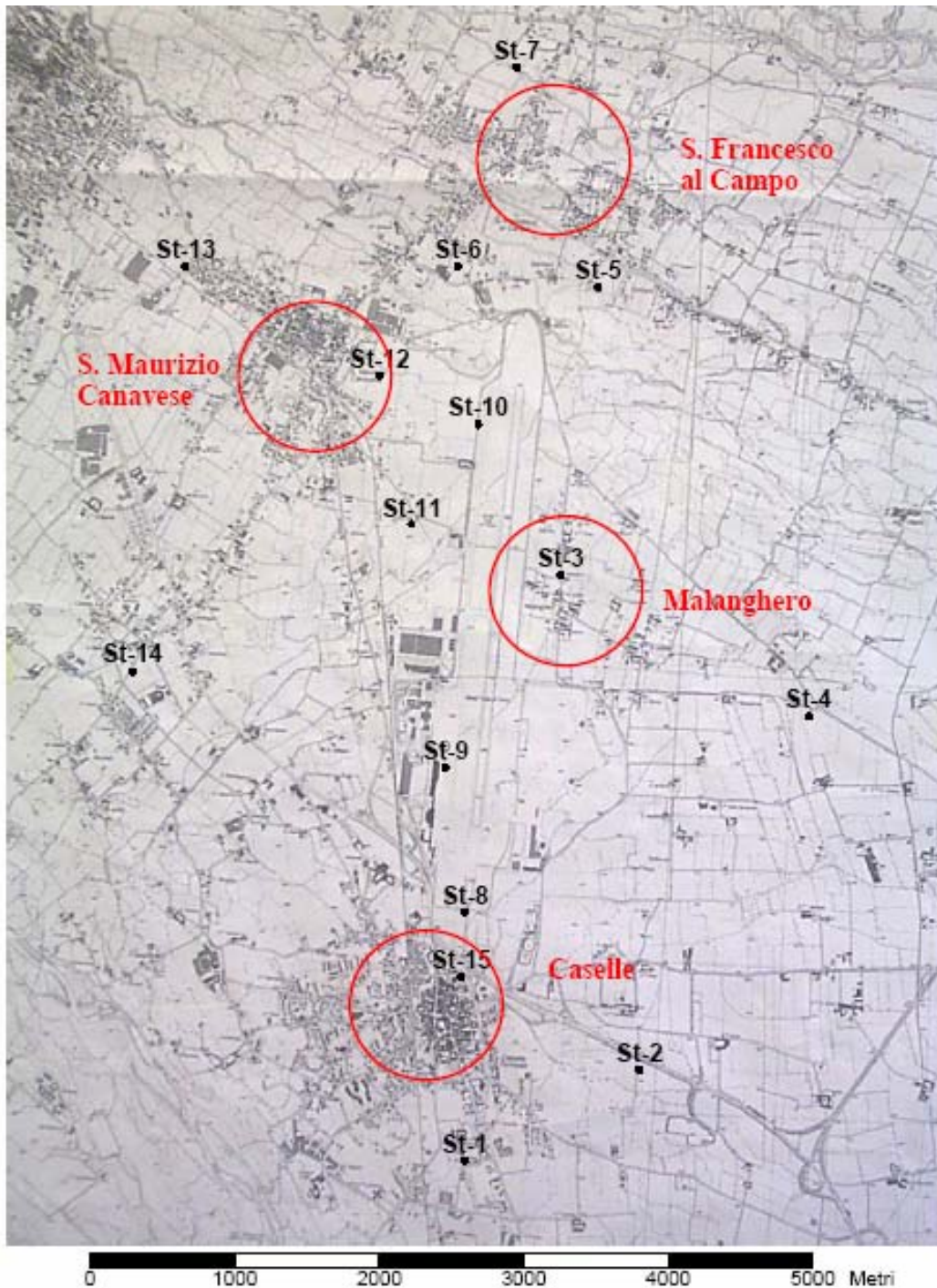


Figura 2.1 – Posizione delle stazioni di osservazione (cfr. Studio di Impatto Ambientale – Relazione R02 – fig. 4.2)

Per quanto riguarda i superamenti attesi delle concentrazioni degli NO_x , la questione è stata dettagliatamente analizzata nell'ambito dei monitoraggi effettuati come mezzi di rilevamento mobili nei seguenti periodi:

- febbraio – aprile 2005;
- febbraio 2006 (durante le Olimpiadi invernali Torino 2006),

come illustrato nella relazione **“CAMPAGNA DI MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA (Febbraio – Aprile 2005, Olimpiadi invernali 2006)”** Rel. **S3026/Z-2/06 - maggio 2006.**

Nel presente lavoro di approfondimento, posto che i principali precursori della formazione dell'ozono in atmosfera risultano essere gli ossidi di azoto, si approfondisce la caratterizzazione dell'atmosfera nell'intorno aeroportuale relativamente all'ozono.

Sulla base di tali considerazioni e dopo essersi confrontati con Arpa Piemonte (sezione SC06 – Dipartimento Provinciale della Provincia di Torino), si è deciso di effettuare rilievi di Ozono mediante campionatori passivi e di ubicare le postazioni di monitoraggio nei punti seguenti:

- **POSTAZIONE A “Caselle centro abitato”**: in corrispondenza della piazza del mercato (Piazza Falcone) di Caselle Torinese ed in corrispondenza della rotta di atterraggio degli aeromobili; la postazione, visibile in Figura 2.2, è stata scelta allo scopo di valutare l'effetto del sorvolo degli aeromobili a bassa quota e di monitorare l'inquinante in esame in vicinanza dei ricettori ¹.
È necessario tuttavia osservare che presso tale postazione le concentrazioni di ozono possono essere condizionate dalla presenza del traffico veicolare circolate sulla superstrada SP2 Torino-Caselle e dalla viabilità locale del centro abitato di Caselle.
- **POSTAZIONE B “Aeroporto”**: postazione all'interno del sedime aeroportuale, in prossimità del piazzale di sosta aeromobili e del deposito dei mezzi rampa

¹ La postazione corrisponde alla stazione di monitoraggio “S1” ove è stata effettuata la campagna di monitoraggio della qualità dell'aria con mezzo di rilevamento mobile (rif. relazione n. S3026/Z-2/06 di maggio 2006)

(mezzi GSE); la postazione è stata scelta al fine di valutare l'influenza dell'esercizio dell'aeroporto sulla concentrazione dell'inquinante in esame;

- **POSTAZIONE C “Postazione di bianco”**: ubicata in zona esterna all'area aeroportuale e lontano dagli assi viari rilevanti; tale postazione è utile per valutare la concentrazione di fondo dell'ozono.

In Figura 2.2 è visibile la posizione planimetrica delle stazioni di monitoraggio rispetto al sedime dell'Aeroporto di Torino Caselle.



Figura 2.2 – Posizione dei punti di misura A – B – C

2.2 Scelta del periodo di campionamento

In accordo con l'Arpa Piemonte il campionamento è stato svolto nel periodo estivo (da maggio a metà settembre 2006, per 18 settimane), periodo dell'anno in cui si registrano le maggiori concentrazioni di ozono in atmosfera.

2.3 Modalità di campionamento ed analisi

Come concordato preventivamente con ARPA Piemonte, i campionamenti sono stati eseguiti mediante l'impiego di campionatori diffusivi a simmetria radiale tipo "RADIELLO" della Fondazione Salvatore Maugeri di Padova.

In particolare ogni stazione di monitoraggio è formata dai seguenti componenti:

- riparo dalle intemperie (Radiello cod. 196) che consente di proteggere i campionatori garantendo la circolazione dell'aria al loro interno;
- piastra di supporto (Radiello cod. 121) avente lo scopo di sostenere il corpo diffusivo;
- corpo diffusivo blu (Radiello cod. 121-1) avente lo scopo di contenere la cartuccia chemioadsorbente e di proteggerla dalla luce;
- cartuccia chemioadsorbente (Radiello cod. 172), che costituisce il "cuore" dell'intero sistema di campionamento.

I campionatori sono stati installati ad altezza pari a circa 2,5 m dal suolo, al fine di proteggere le stazioni di monitoraggio dagli atti vandalici ma al tempo stesso permettere un facile accesso mediante una semplice scala portatile. L'altezza scelta è inoltre in accordo con le prescrizioni della norma UNI EN 13528 (che prescrive altezze comprese tra 1,5 m e 4,0 m da terra).

Le cartucce chemioadsorbenti sono state esposte per una settimana ciascuna; la sostituzione è stata effettuata ogni lunedì mattina per tutto il periodo di campionamento (18 settimane). Le cartucce al termine dell'esposizione sono state conservate in

contenitori refrigerati ed inviati al laboratorio di analisi insieme ad alcune cartucce di riferimento non esposte, come indicato dal produttore dei campionatori.

Inoltre, come prescritto dalla norma UNI 13528, oltre il 10% della campagna di misura è stato effettuato utilizzando contemporaneamente 2 campionatori (campionamento in doppio). In particolare su 18 settimane complessive di misura, i campionamenti “in doppio” sono stati eseguiti per 2 settimane.

In Allegato 1 si riporta un estratto del manuale dei campionatori Radiello con la descrizione dettagliata del principio di funzionamento.

3 PARAMETRI DI CONFRONTO

Il riferimento di legge principale per quanto riguarda l'inquinante ozono è rappresentato dal D.Lgs. 21 maggio 2004, n. 183; in tale decreto vengono fissati i seguenti limiti relativi alla concentrazione di ozono nell'ambiente:

- valore bersaglio:** livello fissato al fine di evitare a lungo termine effetti nocivi sulla salute umana e sull'ambiente nel suo complesso, da conseguirsi per quanto possibile entro un dato periodo di tempo;
- obiettivo a lungo termine:** concentrazione di ozono nell'aria al di sotto della quale si ritengono improbabili, in base alle conoscenze scientifiche attuali, effetti nocivi sulla salute umana e sull'ambiente nel suo complesso. Tale obiettivo è conseguito nel lungo termine, sempreché sia realizzabile mediante misure proporzionate, al fine di fornire un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente;
- soglia di allarme:** livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunto il quale devono essere adottate le misure previste dall'art. 5;
- soglia di informazione:** livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione e raggiunto il quale devono essere adottate le misure previste dall'Art. 5 (D.Lgs. 21 maggio 2004, n. 183).

In tabella 3.1 seguente si riportano i limiti fissati dal D.Lgs. 21 maggio 2004, n. 183.

Tabella 3.1 – Limiti fissati dal D.Lgs. 21 maggio 2004, n. 183

Limiti fissati dal D.Lgs. N.183/2004	Parametro	Note
Valore bersaglio per il 2010	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare per più di 25 volte per anno civile	Media su 8 ore massima giornaliera
Obiettivo a lungo termine	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media su 8 ore massima giornaliera nell'arco di un anno civile
Soglia di allarme	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media di 1 ora
Soglia di informazione	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Media di 1 ora

I limiti citati, fissati su base oraria o su 8 ore, presuppongono la misura dell'ozono in continuo mediante appositi analizzatori.

I risultati della campagna di monitoraggio effettuata, che riporta concentrazioni medie settimanali, non sono quindi direttamente confrontabili con i limiti fissati dal D.Lgs. 21 maggio 2004 , n. 183.

4 RISULTATI DEI CAMPIONAMENTI ESEGUITI

I risultati dei campionamenti eseguiti sono presentati nella tabella 4.1 e nel grafico in figura 4.1 seguenti. I certificati di analisi dei campionatori sono riportati in Allegato 2.

Tabella 4.1 – Concentrazioni medie settimanali rilevate durante la campagna di misura

DATA INIZIO CAMPIONAMENTO	DATA FINE CAMPIONAMENTO	POSTAZIONE A "Caselle – centro abitato"	POSTAZIONE B "Aeroporto"	POSTAZIONE C "Postazione di bianco"
15/05/2006	22/05/2006	86,7	94,9	87,0
22/05/2006	29/05/2006	77,5	92,3	89,7
29/05/2006	05/06/2006	93,0	91,6	92,7
05/06/2006	12/06/2006	98,7	122,0	116,3
12/06/2006	19/06/2006	111,2	115,4	108,7
19/06/2006	26/06/2006	121,6	127,9	105,9
26/06/2006	03/07/2006	128,0 (*)	135,3 (*)	113,6 (*)
03/07/2006	10/07/2006	100,2	112,6	83,7
10/07/2006	17/07/2006	142,0	144,9	115,1
17/07/2006	24/07/2006	140,5	156,7	117,0
24/07/2006	31/07/2006	131,8	134,5	108,0
31/07/2006	07/08/2006	94,4	97,4	82,9
07/08/2006	14/08/2006	124,0	134,3	108,0
14/08/2006	21/08/2006	n.d. (**)	99,1	74,5
21/08/2006	28/08/2006	82,6	120,9	90,2
28/08/2006	04/09/2006	96,7	108,9	90,3
04/09/2006	11/09/2006	121,3	143,5	n.d. (***)
11/09/2006	18/09/2006	53,2 (*)	76,9 (*)	63,3 (*)
Concentrazione Media →		106,1	117,2	96,9

- NOTE:**
- (*) Campionamento eseguito "in doppio": la concentrazione indicata è la media delle concentrazioni rilevate dai due campionatori esposti in contemporanea.
 - (**) Dato non disponibile: campionatore rimosso.
 - (**) Dato non disponibile: campionatore ritrovato a terra.

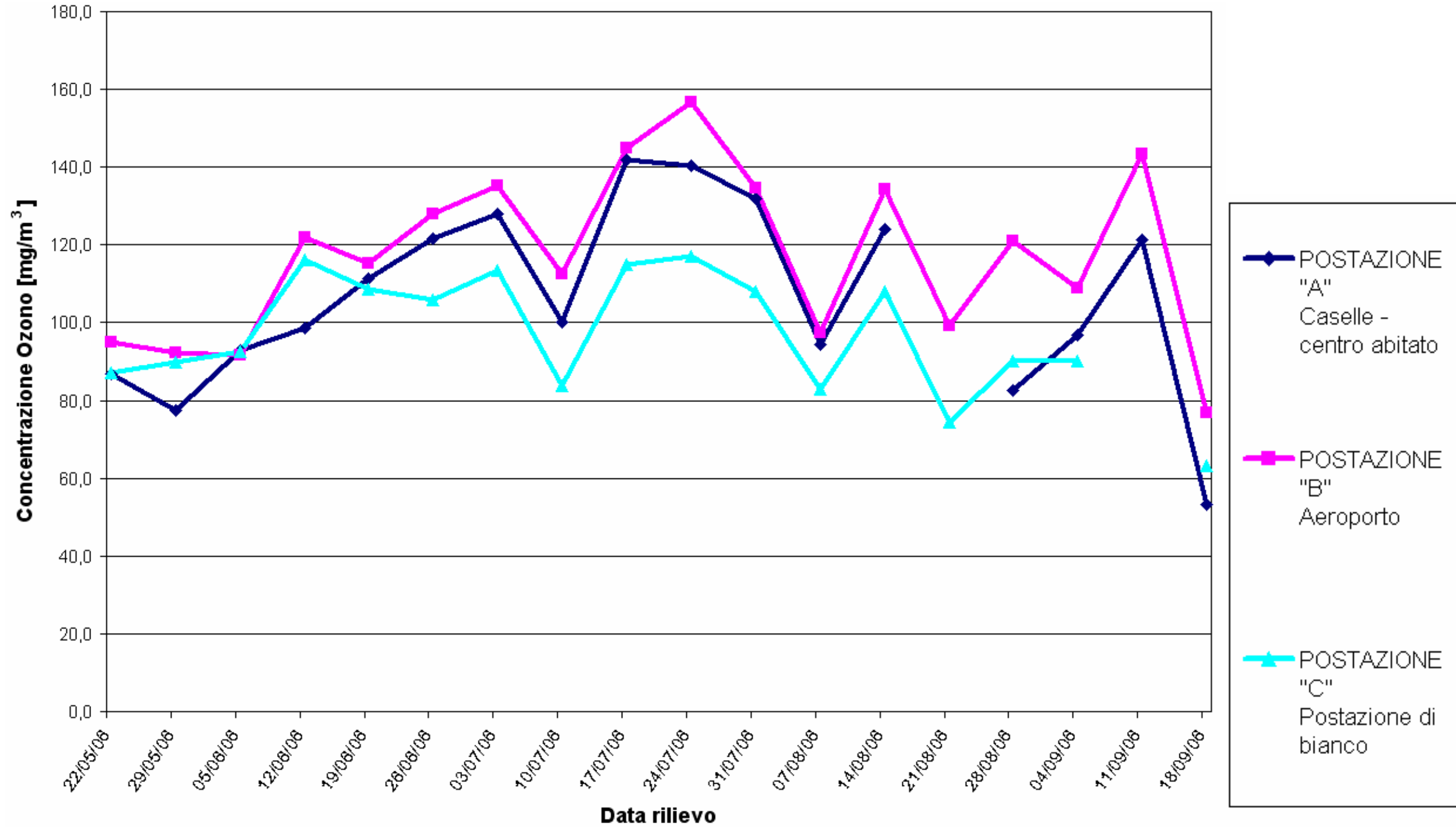


Figura 4.1 - Concentrazioni medie settimanali rilevate durante la campagna di misura

5 CONCLUSIONI

5.1 Confronto delle concentrazioni rilevate nelle diverse stazioni

Considerando come base le concentrazioni rilevate presso la postazione “C”, definita postazione “di bianco”, e scelta in una posizione non influenzata da sorgenti aeroportuali né da assi viari rilevanti, si evidenzia che:

- presso la stazione “A” presso l’abitato di Caselle, le concentrazioni rilevate sono risultate in media superiori di circa il 10%, con uno scostamento massimo pari a $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (settimana dal 10/7/06 al 17/7/06);
- presso la stazione “B” all’interno del sedime si sono registrate concentrazioni in media superiori del 21% con uno scostamento massimo pari a $39,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (settimana dal 17/07/06 al 24/07/06).

Relativamente alla postazione di bianco “C”, si nota tuttavia che per 4 settimane le concentrazioni rilevate sono risultate leggermente superiori alle corrispondenti concentrazioni rilevate presso la postazione “A” (Caselle centro abitato): ciò porterebbe a considerare non eccessivamente rilevante l’apporto determinato dalle sorgenti aeroportuali.

Analizzando l’andamento delle concentrazioni per tutto il periodo di misura, si nota una sostanziale somiglianza nell’andamento globale per tutte le stazioni, sicuramente causata dall’influenza delle condizioni climatiche (temperatura, irradiazione solare) sulla formazione dell’ozono.



ACUSTICA
RUMORE E VIBRAZIONI

DIVISIONE Ares Acoustic Research

Sede principale: Via Massari 189/A - 10148 Torino
Tel. (011) 2269878 - 2269903 - 2269863 - 2269984
Fax (011) 2269918 - 2269856

Sede di Verona: Via Bozzini 5 - 37135 Verona - Tel/fax (045) 502852
Posta Elettronica: ares@ares.to.it Internet: www.ares.to.it

SICUREZZA ed IGIENE DEL LAVORO, ECOLOGIA
IGIENE degli ALIMENTI, Elettrotecnica

DIVISIONE Ares blu

ALLEGATO 1

Manuale d'uso dei campionatori RADIELLO per la misura dell'ozono

come funziona il campionatore a diffusione?

Il campionatore a diffusione è una scatola chiusa, di solito cilindrica, nella quale una delle due facce piane è "trasparente" alle molecole gassose e quella opposta le adsorbe. La prima è chiamata superficie diffusiva, la seconda superficie adsorbente (rispettivamente **S** e **A** in figura).

Sotto il gradiente di concentrazione dC/dl , le molecole gassose attraversano **S** diffondendo verso **A**, lungo il percorso l parallelo all'asse della scatola. Quelle adsorbibili vengono trattenute da **A** in accordo alla legge della diffusione

$$\frac{dm}{dt} = D S \frac{dC}{dl} \quad [1]$$

dove dm è la massa adsorbita nel tempo dt e D è il coefficiente di diffusione.

Se C è la concentrazione alla superficie diffusiva e C_0 quella sulla superficie adsorbente, l'integrale della [1] diventa

$$\frac{m}{t} = D \frac{S}{l} (C - C_0) \quad [2]$$

il quale diventa

$$\frac{m}{tC} = D \frac{S}{l} = Q \quad \text{quindi} \quad C = \frac{m}{tQ} \quad [3]$$

se la concentrazione sulla superficie adsorbente è uguale o molto vicina a 0.

Q è la **portata di campionamento**, le cui dimensioni sono quelle di un flusso (esprimendo m in μg , t in minuti e C in $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$, Q ha le dimensioni di $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$).

Dunque, se Q è costante e nota, per conoscere il valore della concentrazione ambientale è sufficiente misurare la massa captata dall'adsorbente ed il tempo in cui il campionatore è rimasto esposto.

Per aumentare la sensibilità analitica bisogna aumentare m : ciò si realizza aumentando Q . Poiché D è una costante, l'obiettivo può essere raggiunto solo intervenendo sul rapporto S/l , che si definisce **costante geometrica** del campionatore. Tuttavia, nel tradizionale campionatore **assiale**, se si allarga S , non si può fare a meno di allargare anche A , dal momento che le superfici diffusiva ed adsorbente devono fronteggiarsi a distanza costante. Poiché c'è un solo modo di recuperare l'analita adsorbito dal campionatore assiale -lo spostamento con un solvente- ogni aumento di A comporta un aumento proporzionale di volume del solvente desorbente, sicché l'effetto dell'incremento di Q è annullato dalla diluizione.

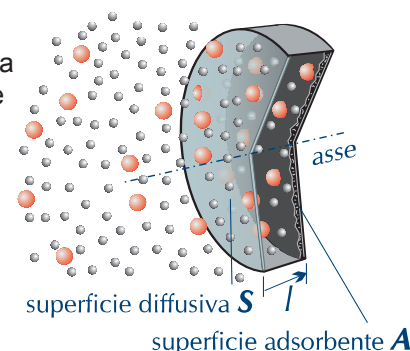
Si potrebbe ridurre l ma, al disotto di un valore critico (circa 8 mm), la legge della diffusione non è più rispettata per bassi valori di velocità dell'aria, poiché la velocità di captazione diventa più alta di quella di rifornimento di nuove molecole alla superficie diffusiva.

Non c'è dunque modo di aumentare Q ?

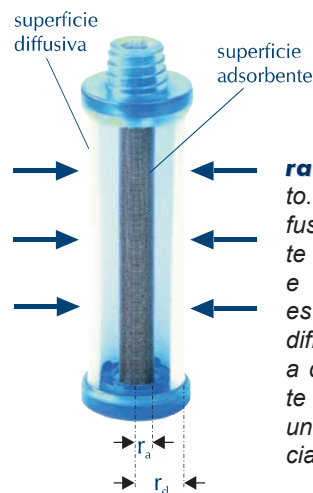
Certo che c'è: basta cambiare la geometria del campionatore, trasformando il percorso diffusivo da assiale in **radiale**.

Nasce così **radiello** nel quale è la superficie cilindrica a funzionare da barriera diffusiva: le molecole gassose si muovono parallelamente al raggio verso un adsorbente anch'esso cilindrico e coassiale alla superficie diffusiva.

A parità di diametro del cilindro, S diventa molto più grande di quella del campionatore assiale senza dover aumentare la quantità di adsorbente: anche se la superficie adsorbente è molto più piccola di quella diffusiva, la fronteggia in ogni punto a distanza costante.



Nel campionatore diffusivo assiale, superfici diffusiva ed adsorbente sono due facce piane contrapposte di una scatola chiusa, di solito cilindrica. Sotto il gradiente di concentrazione, le molecole adsorbibili (in colore) penetrano la superficie diffusiva rimanendo intrappolate da quella adsorbente.



radiello sezionato. Le superfici diffusiva e adsorbente sono cilindriche e coassiali: una estesa superficie diffusiva fronteggia a distanza costante la superficie di una piccola cartuccia concentrica.

radiello è brevetto della FONDAZIONE SALVATORE MAUGERI-IRCCS

Centro di Ricerche Ambientali - via Svizzera, 16 - 35127 PADOVA
tel. 0498 064 511 fax 0498 064 555 e.mail fsm@fsm.it



Poichè $S=2\pi rh$ (h è la lunghezza del cilindro) e il percorso diffusivo è il raggio, la [1] va riscritta nella forma

$$\frac{dm}{dt} = D 2\pi h r \frac{dC}{dr} \quad [4]$$

L'integrale della [4] dal raggio della superficie diffusiva r_d a quello della superficie adsorbente r_a diventa

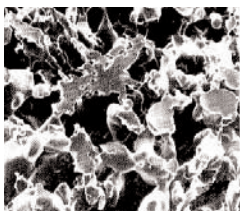
$$\frac{m}{t C} = D \frac{2\pi h}{\ln \frac{r_d}{r_a}} = Q \quad [5]$$

Il termine

$$\frac{2\pi h}{\ln \frac{r_d}{r_a}}$$

è la costante geometrica di **radiello**. Secondo la [5], la portata è dunque funzione diretta della lunghezza del cilindro diffusivo e inversa del logaritmo del rapporto fra il raggio del cilindro diffusivo e quello del cilindro adsorbente.

La parete diffusiva di **radiello** è in polietilene microporoso sintetizzato (qui accanto una fotografia al microscopio elettronico a scansione); attraversandola, le molecole gassose seguono un percorso tortuoso, la cui lunghezza è molto maggiore di quella dello spessore.



Mentre il valore di r_a è direttamente misurabile, quello di r_d può essere solo stimato attraverso misure di esposizione. Infatti, per mantenere piccole le dimensioni di **radiello** e rispettare in pieno la legge della diffusione, la barriera diffusiva è stata progettata sotto forma di un tubo a parete spessa e microporosa: la lunghezza reale del percorso diffusivo non è semplicemente la differenza fra il raggio esterno del cilindro diffusivo e quello del cilindro adsorbente ma è molto maggiore a causa della tortuosità del percorso fra i pori. Un cilindro diffusivo con raggio esterno di 8 mm, spessore di 1,7 mm e porosità media di 25 μm , accoppiato ad una cartuccia adsorbente da 2,9 mm di raggio, non crea un percorso diffusivo di $8-2,9=5,1$ mm ma di 18 mm.

La portata di campionamento Q dipende dal coefficiente di diffusione D , grandezza termodinamica caratteristica di ogni sostanza, che varia con la temperatura (T) e con la pressione (p); dunque, anche la portata di campionamento dipende da questi parametri, secondo una legge del tipo

$$Q = f(T, p)$$

I valori di Q che saranno riportati nei capitoli successivi sono stati misurati a 25°C (298 K) e 1013 hPa; vanno quindi corretti in relazione alle reali condizioni di campionamento.

La correzione per la pressione atmosferica è, normalmente, trascurabile; dato che la variazione è lineare e che la pressione atmosferica raramente oscilla di più di 30 hPa nell'intorno di 1013 hPa, l'errore massimo commesso, ignorando la correzione, non supera il $\pm 3\%$, di solito è compreso entro $\pm 1,5\%$.

Più importante può essere invece l'errore commesso trascurando la temperatura, poichè la dipendenza da questo parametro è esponenziale. Inoltre, nel caso del chemiadsorbimento, ai fattori termodinamici (variazione di D) possono sommarsi quelli cinetici (variazione della velocità di reazione con il reattivo chemiadsorbente).

Ad esempio, campionando i composti organici volatili con il carbone attivo, la variazione sperimentale della portata entro ± 10 °C nell'intorno di 25 °C è del $\pm 5\%$ ma, nello stesso intervallo di temperatura, diventa di $\pm 21\%$ campionando il biossido di azoto per chemiadsorbimento con la trietanolammina.

La conoscenza del valore medio di temperatura è dunque importante per attribuire accuratezza ai risultati analitici. Si veda a pag. B3 come misurare la temperatura sul campo.

Sebbene alcuni tipi di cartucce assorbano molta acqua se esposte a lungo in aria molto umida, in genere l'umidità non ha effetti sul campionamento con **radiello**. Un qualche effetto si verifica, talvolta, sull'analisi. Ad esempio, una cartuccia molto umida di carbone grafitato potrebbe generare tappi di ghiaccio durante il desorbimento termico con focalizzazione criogenica o spegnere il FID del gascromatografo.

E' quindi importante riparare radiello dalle intemperie. Si veda a pag. B1 come fare.

perchè radiello è così speciale?

Il campionamento a diffusione non comporta l'uso di pompe pesanti e ingombranti, non ha limiti energetici di autonomia, non richiede sorveglianza, non fa rumore, non teme ambienti infiammabili o esplosivi, può essere usato da chiunque e ovunque, ha costi di investimento irrisori.

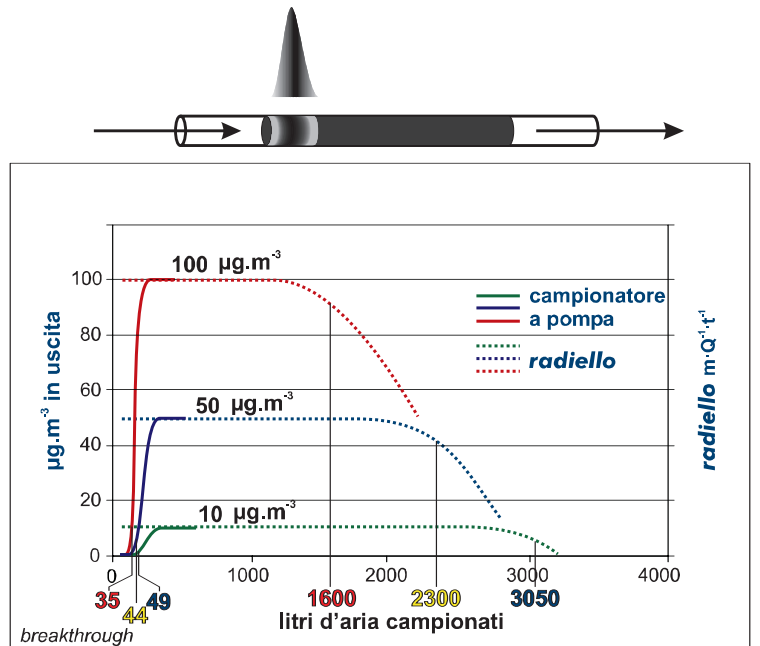
Inoltre, non è soggetto al fenomeno del *breakthrough*, contrariamente a quanto accade per il campionamento a pompaggio d'aria.

Nel campionamento a pompa la sostanza adsorbita si comporta come un picco gascromatografico (in alto): il flusso d'aria la muove nel letto di adsorbente sotto forma di una banda, nella quale la concentrazione è distribuita secondo una gaussiana, fino a farla uscire dall'estremità opposta. Quando la concentrazione nell'aria emergente dal tubo è pari al 10% di quella entrante, si dice che è stato raggiunto il **breakthrough** o, con termine improprio, che il tubo si è saturato: ogni ulteriore pompaggio conduce ad una perdita di composto e ad una sottostima della concentrazione reale. Il fenomeno dipende poco dalla concentrazione ma molto dal flusso e dal volume complessivo di aria che ha attraversato il tubo e dalla natura della sostanza adsorbita.

Il grafico mostra il fenomeno per il benzene, rilevato sperimentalmente a 25 °C su un letto di carbone attivo di volume pari a quello della cartuccia di radiello codice 130. Il breakthrough è raggiunto dopo 35, 44 e 49 litri a concentrazione in aria, rispettivamente, di 10, 50 e 100 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Un fenomeno simile si verifica anche con **radiello**.

In tal caso, però, non si tratta di breakthrough, non essendoci alcun flusso d'aria reale, ma di **retrodiffusione**. Questa è rilevata dal calo del valore di $\text{m}\cdot\text{Q}^{-1}\cdot\text{t}^{-1}$ (pari inizialmente alla concentrazione misurata, v. [3] a pag. A1); questo termine rimane costante e uguale alla concentrazione reale fino a quando la quantità captata non si avvicina al massimo consentito dalla capacità adsorbente. Il fenomeno dipende dalla concentrazione e dal tempo di esposizione ma il calo del 10% accade per volumi equivalenti di due ordini di grandezza superiori a quelli del campionatore a pompa: 1600, 2300 e 3050 litri alle concentrazioni, rispettivamente, di 10, 50 e 100 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.



Perchè dunque fin'ora non è stato adottato così estesamente come meriterebbe?

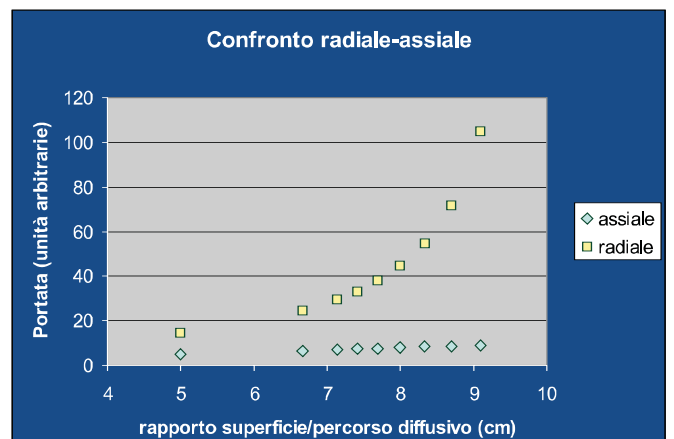
Perchè il campionatore tradizionale a simmetria assiale è, in genere, poco sensibile e poco riproducibile per i vincoli imposti dalla sua geometria. Da una parte, i valori di portata di campionamento sono bassi, dall'altra variano spesso con le condizioni ambientali.

Queste limitazioni sono state superate da **radiello**.

Grazie alla simmetria radiale, la portata di campionamento diventa:

- ✓ **alta**, perchè non varia linearmente con il rapporto superficie/lunghezza del percorso diffusivo ma esponenzialmente (v.[5]). A parità di dimensioni, la portata di campionamento è almeno tre volte più alta di qualunque campionatore diffusivo assiale;

Mentre la portata del campionatore assiale aumenta linearmente all'aumentare del rapporto superficie/percorso diffusivo, quella del campionatore radiale aumenta esponenzialmente. Se un campionatore assiale con rapporto fra superficie e percorso diffusivo, ad esempio, di 8:1 ha una portata di campionamento di 8 (in qualsiasi unità di misura), quella del radiale con pari valore del rapporto è di 45.



radiello è brevetto della FONDAZIONE SALVATORE MAUGERI-IRCCS

Centro di Ricerche Ambientali - via Svizzera, 16 - 35127 PADOVA
tel. 0498 064 511 fax 0498 064 555 e.mail fsm@fsm.it



- ✓ **costante**, per la grande capacità adsorbente della cartuccia interna;
- ✓ **riproducibile**, per la rigidità della superficie diffusiva e della cartuccia e per le ristrette tolleranze con le quali sono fabbricati tutti i componenti di **radiello**;
- ✓ **invariabile con la velocità dell'aria**, grazie alla tortuosità del percorso diffusivo nello spessore della parete microporosa del cilindro diffusivo;
- ✓ **nota con precisione**, perchè non calcolata ma sperimentale, misurata in camera ad atmosfera controllata in una vasta gamma di condizioni di concentrazione, temperatura, umidità, velocità dell'aria, presenza di interferenti...



In più, **radiello**

- ▶ è poco sensibile alle condizioni atmosferiche per l'idrorepellenza del corpo diffusivo
- ▶ ha valori di "bianco" inferiori a tre volte il rumore strumentale, grazie alla complessa procedura di depurazione del materiale adsorbente o chemiadsorbente e ai numerosi controlli eseguiti in fase di produzione
- ▶ ha limite di rivelabilità talmente basso e capacità adsorbente talmente alta da consentire, a seconda dei tipi, esposizioni fra 15 minuti e 30 giorni e misura di concentrazioni da meno di 1 ppb a più di 1000 ppm
- ▶ offre precisione e accuratezza elevate in un largo intervallo di valori di esposizione

- ▶ permette il desorbimento termico e l'analisi in GC-MS senza interferenti
- ▶ consente di campionare una vasta gamma di inquinanti gassosi
- ▶ è robusto e chimicamente inerte: i suoi materiali da costruzione sono il policarbonato, il polietilene microporoso e l'acciaio inossidabile
- ▶ offre riutilizzabilità illimitata dei suoi componenti ad eccezione della cartuccia adsorbente; ma anch'essa è recuperabile ricorrendo al desorbimento termico
- ▶ è il risultato del lavoro di una delle maggiori istituzioni europee di ricerca scientifica che lo produce direttamente con tecnologie molto avanzate e lo sottopone a continui sviluppi e verifiche nel proprio centro di Padova.



Tutte le immagini del manuale sono del Centro di Ricerche Ambientali di Padova della Fondazione Salvatore Maugeri-IRCCS

i componenti di radiello

Le parti essenziali di **radiello** sono la cartuccia adsorbente, il corpo diffusivo, la piastra di supporto e l'etichetta autoadesiva con codice a barre. Tutti i componenti di radiello, tranne le cartucce adsorbenti se non specificato diversamente, sono utilizzabili per un numero molto elevato di campionamenti.

La cartuccia adsorbente

Sono stati sviluppati tipi diversi di cartucce adsorbenti e chemiassorbenti, in relazione all'inquinante da captare. Sono tutte lunghe 60 mm e hanno diametro di 4,8 o 5,8 mm.

Sono racchiuse in una provetta in vetro o in plastica, contenuta in un involucro termosaldato in polipropilene trasparente.

Il tipo è identificato dal numero di codice, stampato sull'involucro insieme con il numero di lotto e la data di scadenza.

Le cartucce sono monouso tranne quelle desorbite termicamente.

Sono fornite solo in confezione di 20 pezzi.

La cartuccia va introdotta nel corpo diffusivo.

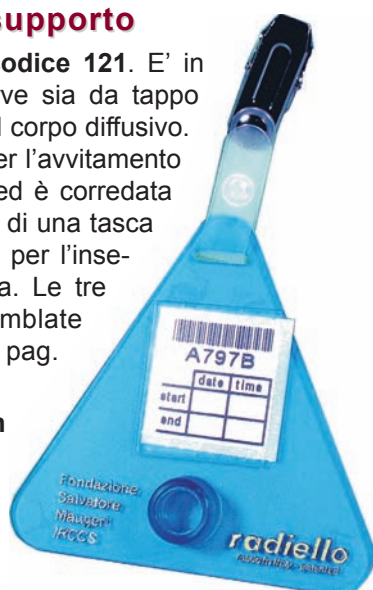


La piastra di supporto

E' identificata dal **codice 121**. E' in policarbonato e serve sia da tappo che da sostegno del corpo diffusivo. E' dotata di filetto per l'avvitamento del corpo diffusivo ed è corredata di una pinza (clip) e di una tasca adesiva trasparente per l'inserimento dell'etichetta. Le tre parti vanno assemblate prima dell'uso (v. pag. A6).

E' fornita solo in confezione da 20 pezzi.

codice 121



Il corpo diffusivo

Sono disponibili quattro tipi di corpi diffusivi, tutti con le stesse dimensioni esterne: 16 mm di diametro e 60 mm di altezza.

Il corpo diffusivo **bianco, codice 120**, è di impiego generale, è in polietilene microporoso con 1,7 mm di spessore e porosità media di $25 \pm 5 \mu\text{m}$. La lunghezza del percorso diffusivo è di 18 mm.

Il corpo diffusivo **blu, codice 120-1**, ha le stesse caratteristiche costruttive di quello bianco ma è opaco alla luce: è impiegato per captare inquinanti sensibili alla luce.

Il corpo diffusivo **giallo, codice 120-2**, è utilizzato quando è necessario ridurre la portata di campionamento; è in polietilene microporoso e ha 5 mm di spessore e $10 \pm 2 \mu\text{m}$ di porosità. La lunghezza del percorso diffusivo è di 150 mm.

Il corpo **permeativo, codice 120-3**, è una membrana silicica da $50 \mu\text{m}$ di spessore, sostenuta da una rete di acciaio inossidabile. E' utilizzato per la captazione di gas anestetici.

Sono forniti solo in confezione da 20 pezzi.

Il corpo diffusivo va avvitato alla piastra di supporto.



codice 120

120-1

120-2

120-3

codice 190

L'etichetta



Autoadesiva, contiene stampato un numero con codice a barre.

Non esistendone due con lo stesso numero di codice a barre, serve ad identificare univocamente la cartuccia adsorbente sul campo e a riconoscerla in laboratorio per l'analisi.

Ogni confezione di cartucce ne contiene 21.

Se ordinate a parte, sono fornite solo in confezione da 198 pezzi.



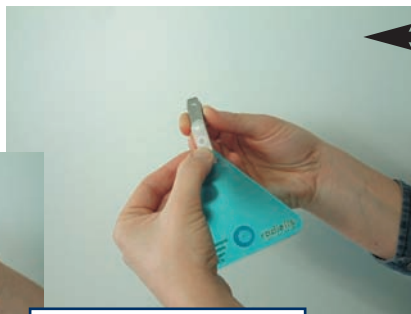
come si usa radiello

preparazione al campionamento

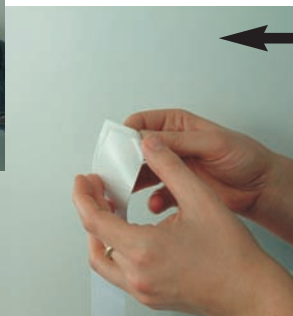
Prima di usare **radiello**, bisogna applicare alla piastra di supporto la pinza (clip), necessaria ad appenderlo, e la tasca trasparente autoadesiva porta etichetta.

assemblaggio della piastra di supporto

1 inserite la fascetta della pinza nella fessura della piastra, in modo che il piolo stia verso l'alto.



2 piegate la fascetta introducendo a scatto il piolo nel suo foro.



3 staccate la tasca trasparente dal supporto di carta

suggerimento

queste operazioni è meglio farle prima di partire: sul campo fanno perdere tempo.

e appiccicatela alla zona centrale della piastra;

se si preferisce, la tasca può essere appiccicata sulla faccia posteriore ma, **ATTENZIONE**, fate in modo che la fessura sia sempre in posizione laterale (altrimenti, se piove, l'etichetta può bagnarsi)

4



impiego sul campo

avviare il campionamento

1 Aprite l'involucro di plastica, estraete la cartuccia dalla sua provetta e rovesciatela nel corpo diffusivo. **Conservate la provetta e il suo tappo nell'involucro di plastica.**

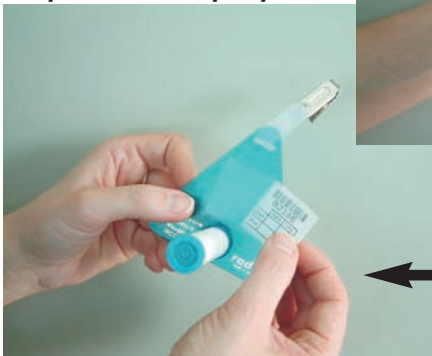
La base del corpo diffusivo ha incavata una sede per la centratura della cartuccia. Una cartuccia in sede **non sporge dalla testa del corpo diffusivo nemmeno di mezzo millimetro. Se non è così, vuol dire che non è in sede ed è disassata.**

Una cartuccia disassata si deforma quando avvitate il corpo diffusivo alla piastra, la geometria di **radiello** viene alterata e il risultato del campionamento non è affidabile.

Basta scuotere il corpo diffusivo, per porre la cartuccia in sede.

suggerimento

evitate di toccare la cartuccia con le dita, soprattutto se si tratta di una di quelle impregnate.



2 Mantenendo verticale il corpo diffusivo, avvitatelo alla piastra di supporto senza forzare.

ATTENZIONE. Non tenete orizzontale il corpo diffusivo mentre lo avvitate alla piastra: la cartuccia potrebbe uscire dalla sede e sporgere.

Inserite nella tasca un'etichetta, senza staccarla dalla sua carta antiadesiva. Prendete nota di data e orario ed esponete **radiello**. Il campionamento ha inizio.

3



suggerimenti

benchè l'etichetta sia stampata in modo da poterci scrivere sopra orario e data di inizio e di fine esposizione, vi consigliamo di prenderne nota a parte: la vostra scrittura potrebbe diventare illeggibile dopo una settimana di esposizione alle intemperie.

NON USATE PENNARELLI per scrivere sull'etichetta: contengono solventi captati da **radiello**!



4 Recuperate la cartuccia nella sua provetta, staccate l'etichetta dalla carta antiadesiva e avvolgetela attorno alla provetta in modo che il codice a barre sia parallelo all'asse della provetta.

Se avete campionato contemporaneamente inquinanti diversi, ponete attenzione a **NON CONFONDERE LE PROVETTE**: inserite ogni cartuccia nella provetta del suo tipo, riconoscibile dal codice stampato sull'involucro di plastica.

IMPORTANTE

Applicate sempre l'etichetta in modo che il codice a barre sia perfettamente parallelo all'asse della provetta: ogni altra posizione ne impedisce l'identificazione con il lettore ottico.

terminato il campionamento

Prendete nota di data e orario di fine esposizione.

manutenzione di radiello

Nell'uso all'esterno o in ambiente di lavoro, il corpo diffusivo può sporcarsi della polvere dispersa in aria. Nocive soprattutto per il corpo diffusivo giallo sono le PM_{10} : la loro penetrazione nei micropori può ostruirli parzialmente. Quando i corpi diffusivi appaiono sporchi potete lavarli seguendo questa semplice procedura.

Immergeteli in un bicchiere con acqua e detersivo per stoviglie o, in alternativa, con sapone di Marsiglia, e mantenete il bicchiere per 20 minuti in un bagno ad ultrasuoni.

Poichè i corpi diffusivi tendono a galleggiare, potete forzarne l'immersione introducendo nel bicchiere un secondo bicchiere più piccolo, appesantito con tanta acqua quanto basta ad immergerlo di qualche centimetro.

Al termine, sciacquate i corpi diffusivi con abbondante acqua corrente quindi con acqua deionizzata. Lasciateli asciugare all'aria.

IMPORTANTE: NON USATE MAI SOLVENTI PER LA PULIZIA DEL CORPO DIFFUSIVO!!!

E' buona norma sostituire i corpi diffusivi dopo quattro-cinque cicli di lavaggio: la polvere assorbita ripetutamente potrebbe essere penetrata talmente a fondo da non essere più asportabile con il lavaggio.

La frequenza di lavaggio consigliata è mostrata dalla tabella seguente:

Concentrazione di PM_{10} $\mu g \cdot m^{-3}$	<30	40	>50
Lavaggio ogni giorni di esposizione	45	30	15



radiello-pronto-all'uso

Può tornare vantaggioso utilizzare **radiello-pronto-all'uso** quando si ha poco tempo a disposizione per assemblare sul campo tutti i componenti.

radiello-pronto-all'uso può essere acquistato tal quale o in parti separate da assemblare a cura dell'utente. Nella **versione tal quale**, la cartuccia adsorbente è già inserita nel corpo diffusivo tappato da un tappo a vite in polycarbonato. L'insieme è racchiuso in un contenitore stagno in polipropilene. Al momento dell'uso, il corpo diffusivo viene estratto dal contenitore e viene incastrato a scatto in uno speciale adattatore verticale, applicato alla piastra di supporto. Terminata l'esposizione, il corpo diffusivo viene tolto dall'adattatore e viene introdotto nel contenitore in polipropilene. Questo viene chiuso ermeticamente dal suo stesso coperchio e il tutto è inviato al laboratorio per l'analisi.

Sono disponibili le seguenti versioni di **radiello-pronto-all'uso tal quale** (tappo in polycarbonato, provetta in vetro o in plastica, adattatore verticale ad incastro, etichetta codice a barre e contenitore in polipropilene sono forniti in tutte le versioni):

codice	campionamento di	composizione
123-1	BTX e COV	corpo diffusivo bianco e cartuccia codice 130
123-2	BTX e COV	corpo diffusivo giallo e cartuccia codice 145
123-3	NO ₂ , SO ₂ e HF	corpo diffusivo blu e cartuccia codice 166
123-4	aldeidi	corpo diffusivo blu e cartuccia codice 165
123-5	ozono	corpo diffusivo blu e cartuccia codice 172
123-6	idrogeno solforato	corpo diffusivo blu e cartuccia codice 170
123-7	ammoniaca	corpo diffusivo blu e cartuccia codice 168
123-8	acido cloridrico	corpo diffusivo bianco e cartuccia codice 169

IMPORTANTE: nella versione tal quale
la piastra di supporto non è fornita.

Per la **versione da assemblare**, sono da acquistare separatamente:

- ✓ corpo diffusivo (nel tipo adeguato, v. capitoli successivi)
- ✓ cartuccia adsorbente (nel tipo adeguato, v. cap. successivi)
- ✓ tappo in polycarbonato, **codice 124-1**
- ✓ adattatore ad incastro, **codice 122-1**
- ✓ contenitore in polipropilene, **codice 124-2**
- ✓ piastra di supporto, **codice 121**.

In alto:

a destra, **radiello-pronto-all'uso**
a sinistra, il corpo diffusivo chiuso dal tappo in polycarbonato con, all'interno, la cartuccia adsorbente
al centro: l'adattatore verticale ad incastro

qui accanto: la piastra di supporto con applicato l'adattatore verticale ad incastro

suggerimento

l'impiego di **radiello-pronto-all'uso** è molto utile in ambiente di lavoro ma è sconsigliato per il monitoraggio delle basse concentrazioni dell'ambito urbano o domestico.



il corpo diffusivo si applica all'adattatore ad incastro premendolo fino allo scatto



il corpo diffusivo si estrae dall'adattatore ad incastro inclinandolo con decisione.



gli accessori di radiello

adattatore verticale

codice 122

E' fornito solo in confezione da 20 pezzi.

Il corpo diffusivo può essere applicato alla piastra di supporto sia in orizzontale che in verticale.

La configurazione verticale è più conveniente quando **radiello** è indossato.

Per assemblare **radiello** in verticale è necessario avvitare il corpo diffusivo all'**adattatore verticale codice 122**, applicato alla piastra di supporto.



codice 122



- 1) introducete nel foro dell'adattatore la vite della piastra di supporto



- 2) premete l'adattatore contro la piastra con il pollice di entrambe le mani, finchè il suo dente non si incastri a scatto al bordo della piastra.



Sollevando il dente, l'adattatore può essere staccato dalla piastra.

IMPORTANTE

quando avvitate il corpo diffusivo abbiate cura che esso sia sempre mantenuto verticale e con la vite in alto (v. pag. A6).

riparo dalle intemperie

codice 196

Per esporre **radiello** all'esterno, è disponibile un riparo componibile in polipropilene, da appendere ai pali della luce.

E' fornito solo in confezione da 10 pezzi.

Il riparo è stato studiato in modo da non occupare spazio nel trasporto e da essere assemblabile sul campo rapidamente senza necessità di alcun attrezzo. Una volta assemblato, esso assicura a **radiello** il miglior compromesso fra efficienza di riparo e ventilazione.

Può ricoverare fino a quattro **radiello** ed ha una forma che si adatta a pali di qualunque diametro.

Il suo colore si confonde con quello della maggioranza dei pali: meno si vede, meno è soggetto ad atti di vandalismo.



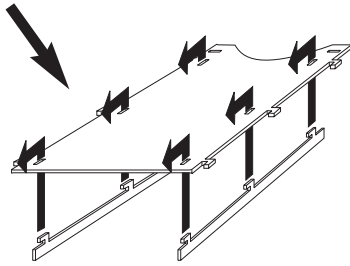


come si assembla

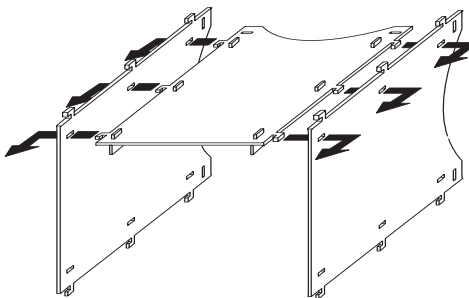
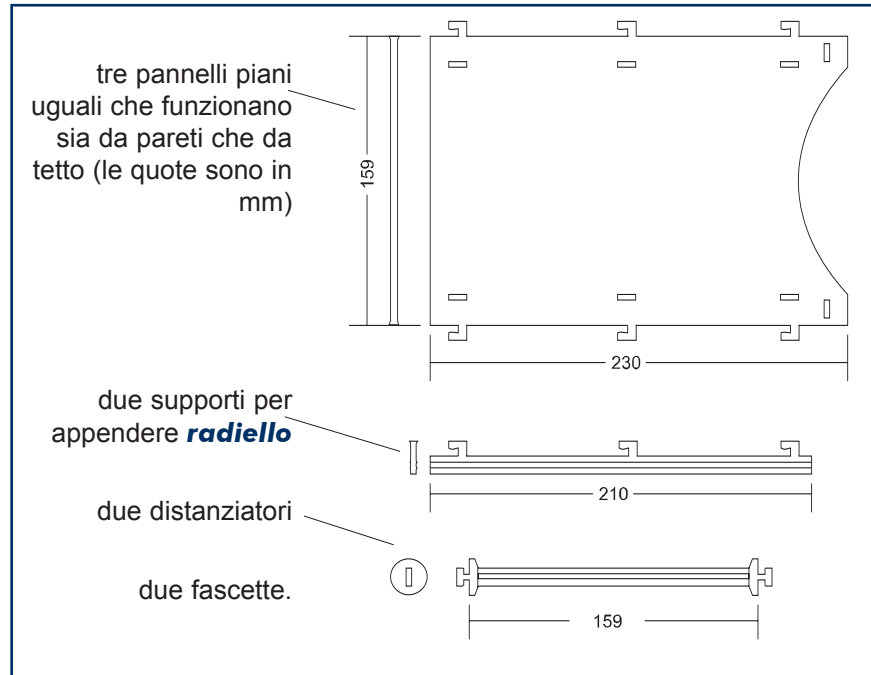
Tutti i componenti si uniscono fra di loro ad incastro.

Si comincia con l'incastare ad uno dei tre pannelli i due supporti per appendere **radiello**

Questo pannello agirà da tetto.

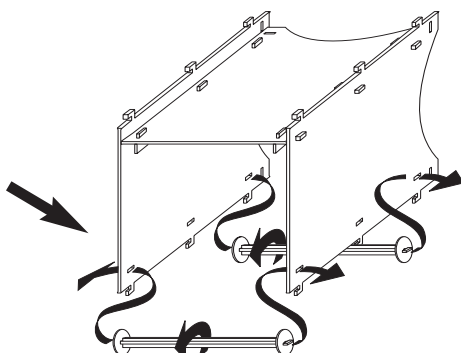


Il riparo è formato da:



Si incastrano al tetto le due pareti laterali (una alla volta).

L'insieme acquista rigidezza mediante i due distanziatori. Vanno inseriti nelle fessure in basso, ruotandoli a scatto di 90 gradi (questa operazione potrebbe richiedere un po' di sforzo).



Infine, si inseriscono due fascette nelle fessure verticali site nel lato posteriore curvo delle due pareti.

Le **fascette** sono disponibili come parti di ricambio, in confezione da 100 pezzi, con il **codice 198**

Applicate quindi il riparo al palo, fissandovelo per mezzo delle fascette ma **NON TIRATELE TANTO DA DEFORMARLO**. In pali di diametro superiore a 20 cm, il riparo poggia con le estremità posteriori delle due pareti. Se il diametro del palo è minore, il riparo poggia con l'estremità curva del tetto e con il distanziatore posteriore. Se il diametro del palo è molto piccolo, il riparo potrebbe rimanervi appeso inclinato e potrebbe girare "a bandiera" o, addirittura, scivolare. Sarà meglio scegliere un altro palo.

suggerimenti

Se la circonferenza del palo è maggiore della lunghezza della fascetta, dopo aver sistemato ciascuna fascetta nelle fessure del riparo, prolungate il sistema di fissaggio unendo più fascette una all'altra.

Se il campionamento avviene in una zona molto ventosa, non introducete nel riparo più di due **radiello**: la pioggia a forte inclinazione potrebbe bagnare quelli più esterni.



radiello è brevetto della FONDAZIONE SALVATORE MAUGERI-IRCCS

Centro di Ricerche Ambientali - via Svizzera, 16 - 35127 PADOVA
tel. 0498 064 511 fax 0498 064 555 e.mail fsmptd@fsm.it



termometro da campo

codici 126 e 127

Poiché la portata di **radiello** dipende dalla temperatura, i valori di concentrazione saranno tanto più accurati quanto maggiore sarà la precisione con la quale si conoscerà il valore medio della temperatura durante il campionamento.

Come fare per acquisire dati certi di temperatura? Potreste rivolgervi al servizio meteorologico locale, se c'è. Ma le sue stazioni di misura sono vicine ai vostri siti di campionamento? Sono sistemate in modo da riconoscere l'*isola di calore* urbana? Lo sapevate che fra centro e periferia d'una grande città possono esserci anche 4-5 °C di differenza?

Con **radiello** potete creare voi stessi la vostra stazione di misura della temperatura.

Un **termometro** con precisione di $\pm 0,5$ °C fra -20 e +80 °C, completo di data-logger con memoria di 2048 dati, è stato applicato ad un adattatore verticale (**codice 126**). E' talmente piccolo (meno di 1 cm³) da passare del tutto inosservato.

Non ha batterie da sostituire, non ha bisogno di manutenzione e non teme le intemperie.

La sua memoria vi permette di registrare un valore di temperatura ogni 15 minuti per 22 giorni oppure ogni 30 minuti per 43 giorni oppure ogni 60 minuti per 85 giorni oppure... Dura dieci anni o un milione di letture!

Il termometro si applica ad una piastra di supporto e si utilizza come un normale **radiello**, così misurerete la temperatura e l'inquinamento atmosferico nello stesso tempo.

Un **lettore** molto semplice (**codice 127**), collegato al vostro PC via seriale, vi permette di programmare il termometro per le misure sul campo e di trasferire al computer i dati acquisiti e di elaborarli graficamente e statisticamente con un software molto facile da gestire.

Un solo lettore serve ad un numero illimitato di termometri. Il lettore viene fornito completo di istruzioni e di software.

suggerimento

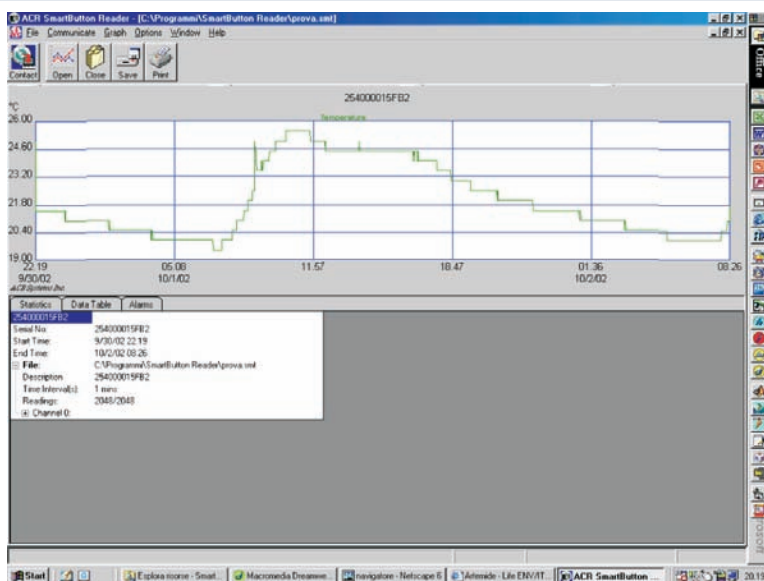
Nel monitoraggio urbano usate un termometro ogni dieci siti di misura. Se può esservi utile, interpellateci per discutere la strategia di posizionamento.



termometro codice 126
fornito solo in confezione di tre pezzi



lettore codice 127
fornito in pezzo singolo completo di adattatore per porta seriale





soluzione di calibrazione per H₂S

codice 171

Il codice 171 vi solleva dall'incombenza di preparare le soluzioni standard di solfuro di sodio per la produzione della curva di taratura nella determinazione dell'idrogeno solforato con la cartuccia codice 170 (v. pag. H1).

Poichè il solfuro di sodio è deliquescente, il suo peso non è utilizzabile come standard primario: le sue soluzioni vanno titolate appena preparate. Inoltre, la scarsa stabilità delle soluzioni diluite di solfuro di sodio (un'ora è sufficiente a ridurne la concentrazione del 10%) obbliga a titolarele ripetutamente.

Il codice 171 è una soluzione concentrata di blu di metilene, la quale, diluita 1:50 con acqua, fornisce lo stesso valore di assorbanza a 665 nm di una soluzione di solfuro di sodio a concentrazione di 1,145 µg.l⁻¹ di ione solfuro.

Questo valore di concentrazione è stato scelto in modo da produrre il più alto valore di assorbanza consentito dalla linearità di risposta dello spettrofotometro.

Per tracciare la retta di calibrazione, suggeriamo di diluire la soluzione codice 171 secondo lo schema qui accanto.

Soluzione	ml di	ml di acqua	equivalente a µg.ml ⁻¹ di S ⁼
A	2 di codice 171	98	1,145
B	25 di A	25	0,572
C	10 di A	40	0,229
D	5 di A	45	0,115

La soluzione codice 171 è sufficiente a realizzare 50 curve di taratura.

Conservata ben chiusa a temperatura ambiente, la soluzione codice 171 è stabile per almeno un anno.

kit di filtrazione

codice 174

Il kit di filtrazione codice 174 è composto di 20 siringhe monouso in plastica da 5 ml e di 20 filtri monouso in polipropilene idrofilo microporoso da 13 mm di diametro e 0,45 µm di porosità.

I materiali da costruzione di filtro e siringa sono adatti ad essere utilizzati con soluzioni acquose entro l'intervallo di pH 0-12 e con gli eluenti per cromatografia ionica e per HPLC in fase inversa.



soluzione di calibrazione per aldeidi

codice 302

La curva di calibrazione delle aldeidi (v. pag. C1) deve essere ottenuta con soluzioni a titolo noto dei corrispondenti 2,4-dinitrofenilidrazoni. Sebbene la loro sintesi sia realizzabile con relativa facilità, molto laboriosa e delicata è la loro purificazione per cristallizzazione. Il codice 302 offre un'alternativa comoda, economica e certificata, mettendo a disposizione una soluzione di nove 2,4-dinitrofenilidrazoni (2,4-DNPH) in un solvente compatibile con l'eluente per HPLC e in concentrazione base di valore appropriato ad ottenere rapidamente gli standard necessari all'analisi dei campioni raccolti con **radiello**.

Il codice 302 è formato da 10 ml di una soluzione in acetonitrile, contenuta in un vial con tappo perforabile, dei 2,4-dinitrofenilidrazoni delle aldeidi qui accanto elencate. I valori di concentrazione riportati sono orientativi ma il titolo esatto di ogni composto in ciascun lotto è certificato.

Conservata ben chiusa al buio e a 4 °C, la soluzione è stabile per almeno 4 mesi.

2,4-DNPH di	µg.ml ⁻¹ come aldeide
formaldeide	50
acetaldeide	50
acroleina	10
propanale	50
butanale	50
isopentanale	50
pentanale	50
esanale	50
benzaldeide	50



set di calibrazione per BTEX (desorbimento con CS₂)

codice 405

Il set di calibrazione codice 405 è stato ideato per la calibrazione nell'analisi dei BTEX, campionati in atmosfera urbana con la cartuccia codice 130 e desorbiti con CS₂ (v. pag. D1).

Il set può essere utilizzato sia per la calibrazione di routine sia per la verifica periodica dell'affidabilità della calibrazione realizzata come descritto a pag. D4.

Il set si compone di dodici cartucce codice 130: tre sono *bianche* e nove, suddivise in tre gruppi da tre, sono caricate di BTEX a simulare esposizioni di 7 giorni (10080 minuti) alle concentrazioni elencate in tabella. Tali valori sono indicativi ma ciascun lotto è accompagnato da certificazione del valore reale.

La massa di ciascun analita deposta nelle cartucce copre l'intero intervallo di concentrazioni normalmente reperite in aria urbana, compresi i valori estremi.

Il carico dei BTEX è realizzato iniettando in fase vapore e in corrente di azoto una miscela in CS₂ a titolo noto dei cinque composti.

Conservate a 4 °C, le cartucce sono stabili per almeno 4 mesi.

cod. 405	concentrazioni simulate in µg.m ⁻³ (riferite a 7 giorni di esposizione)		
	Gruppo 1	Gruppo 2	Gruppo 3
benzene	1	10	50
toluene	2	20	100
etilbenzene	1	10	50
m-xilene	1	10	50
p-xilene	1	10	50
o-xilene	1	10	50

set di calibrazione per COV in ambiente di lavoro

codice 406

Il set codice 406 è stato ideato per la verifica periodica delle curve di taratura nell'analisi dei composti organici volatili (VOC) campionati con le cartucce codice 130 in ambiente di lavoro (v. pag. D4).

Il set si compone di dodici cartucce codice 130: tre sono *bianche* e nove, suddivise in tre gruppi da tre, sono caricate di COV a simulare esposizioni di 8 ore (480 minuti) alle concentrazioni elencate in tabella. Tali valori sono indicativi ma ciascun lotto è accompagnato da certificazione del valore reale.

E' stato optato per una miscela di COV semplice ma composta da sostanze a diversa polarità. La massa depositata è tale da simulare concentrazioni cumulative equivalenti ad esposizioni per un turno di lavoro a 0,5, 1 e 2 volte il TLV per miscele.

Il carico dei COV è realizzato iniettando in fase vapore e in corrente di azoto una miscela in CS₂ a titolo noto degli otto composti.

Conservate a 4 °C, le cartucce sono stabili per almeno 4 mesi.

cod. 406	concentrazioni simulate in mg.m ⁻³ (riferite a 8 ore di esposizione)		
	Gruppo 1	Gruppo 2	Gruppo 3
benzene	0,1	0,2	0,4
toluene	19	38	76
etilbenzene	12	24	48
m-xilene	12	24	48
p-xilene	12	24	48
o-xilene	12	24	48
butanolo	15	30	60
2-etossietil acetato	2,5	5	10



set di calibrazione per BTEX (desorbimento termico)

cod. 407	concentrazioni simulate in $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (riferite a 7 giorni di esposizione)		
	Gruppo 1	Gruppo 2	Gruppo 3
benzene	1	5	25
toluene	2	10	50
etilbenzene	1	5	25
m-xilene	1	5	25
p-xilene	1	5	25
o-xilene	1	5	25

codice 407

Il set di calibrazione codice 407 è stato ideato per la calibrazione nell'analisi dei BTEX, campionati in atmosfera urbana con la cartuccia codice 145 e desorbiti termicamente (v. pag. E1).

Il set può essere utilizzato sia per la calibrazione di routine sia per la verifica periodica dell'affidabilità della calibrazione realizzata come descritto a pag. E5.

Si compone di dodici cartucce codice 145: tre sono *bianche* e nove, suddivise in tre gruppi da tre, sono caricate di BTEX a simulare esposizioni di 7 giorni (10080 minuti) alle concentrazioni elencate in tabella. Tali valori sono indicativi ma ciascun lotto è accompagnato da certificazione del valore reale.

Il carico dei BTEX è realizzato iniettando in fase vapore e in corrente di azoto una miscela in metanolo a titolo noto dei cinque

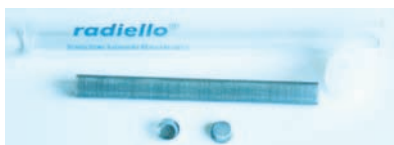
composti. Nel corso dell'analisi comparirà, dunque, anche il picco del metanolo.

Conservate a 4 °C, le cartucce sono stabili per almeno 4 mesi.

le parti di ricambio di radiello

Cartuccia vuota

Può essere riempita direttamente dall'utente con il materiale adsorbente desiderato. La cartuccia è fornita con i due tappi di chiusura e con la provetta di contenimento. **Disponibile solo in confezione da 20 pezzi.**



codice 175
rete inox 100 mesh
 Φ 5,9 mm



codice 176
rete inox 100 mesh
 Φ 4,9 mm



codice 177
rete inox 3x8 μm
 Φ 4,9 mm



Etichetta autoadesiva codice a barre
Codice 190
Disponibile solo in confezione da 198 pezzi.

Clip

Codice 195
Disponibile solo in confezione da 20 pezzi.



Provetta

Disponibile solo in confezione da 20 pezzi.



codice 199-1
in vetro, volume utile 2,8 ml



codice 199-2
in polipropilene, volume utile 12 ml

Fascetta

Codice 198

Utile per il riposizionamento dei ripari di **radiello**. Misura 75 cm. **Disponibile solo in confezione da 100 pezzi.**





Ozono (O₃)

Componenti di radiello da utilizzare

Corpo diffusivo blu codice 120-1

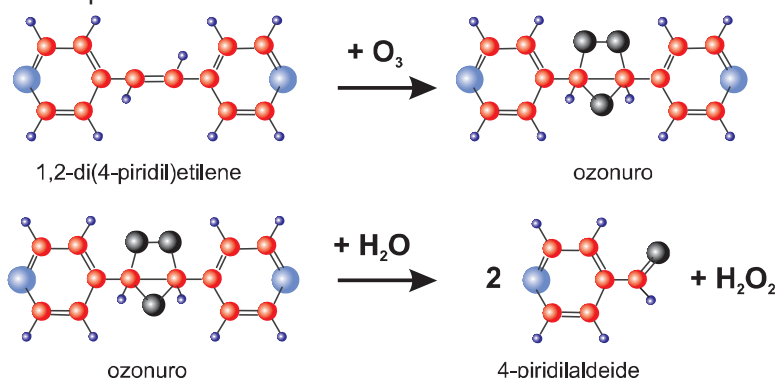
Piastra di supporto codice 121

Adattatore verticale codice 122 (opzionale)

Cartuccia chemiadsorbente codice 172

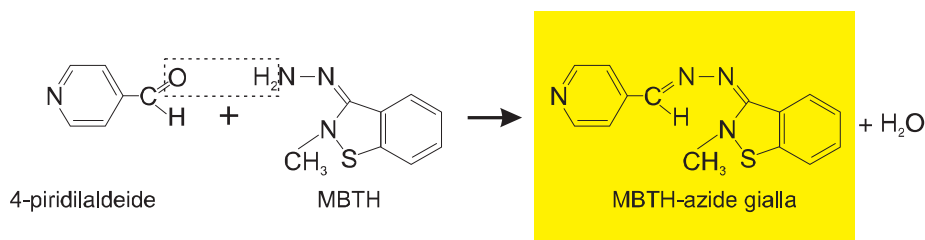
Principio

La cartuccia adsorbente è formata da un tubo in polietilene microporoso riempito di gel di silice rivestito di 4,4'-dipiridiletile e chiuso, ad un'estremità, da un tappo in PTFE. Durante l'esposizione, l'ozonolisi del 4,4'-dipiridiletile in ambiente acido conduce a 4-piridilaldeide.



Il gel di silice assicura la costante presenza di acqua, essenziale al completamento dell'ozonolisi.

In laboratorio, la 4-piridilaldeide è condensata con 3-metil-2-benzotiazolinone idrazone (MBTH) per produrre la corrispondente azide, colorata in giallo.



L'assorbanza della soluzione è letta allo spettrofotometro a 430 nm. La produzione di 4-piridilaldeide è specifica dell'ozono; non interferiscono né gli ossidi di azoto né i composti organici, incluse le aldeidi.

Portata di campionamento

L'ozono è campionato alla portata di **24,6 ml·min⁻¹**. Il campionamento è lineare nell'intervallo di esposizioni 10.000-4.000.000 µg·m⁻³·min e non influenzato né dall'umidità né dalla velocità dell'aria.

Calcoli

La concentrazione media in µg·m⁻³ dell'intero periodo di esposizione si calcola da

$$C [\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}] = \frac{m [\mu\text{g}]}{24,6 t [\text{min}]} \cdot 1.000.000$$

dove *m* è la massa in µg di O₃ captata da **radiello** e *t* è il tempo di esposizione in minuti.



Esposizione

Introdurre la cartuccia nel corpo diffusivo in modo che il **tappo in teflon stia dalla parte della vite**.

In ambiente esterno, dove le concentrazioni tipiche di ozono variano fra 2 e 400 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, sono suggerite esposizioni comprese fra 24 ore e 14 giorni. L'intervallo ottimale è fra 3 e 7 giorni.

In ambiente di lavoro, è suggerita l'esposizione per un intero turno di 8 ore.

Limite di rivelabilità e incertezza

Il limite di rivelabilità è di 2 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ per esposizione di 7 giorni. Il limite di saturazione è di 400 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ per 7 giorni. L'incertezza a 2σ è pari al 14,5% nell'intero intervallo di linearità della portata.

Durata e conservazione

Le cartucce debbono essere protette dall'illuminazione diretta: è sufficiente conservarle in un armadio o in un cassetto a temperatura ambiente. In queste condizioni, il valore di bianco si mantiene inferiore a 15 milliunità di assorbanza fino a sei mesi. La data di scadenza è stampata sull'involucro di plastica.

In generale, un aumento del valore di bianco non inficia la validità della cartuccia ma aumenta soltanto il limite inferiore di sensibilità analitica.

Al termine dell'esposizione, le cartucce vanno conservate allo stesso modo, insieme con almeno tre cartucce di riferimento non esposte. Analizzarle entro sette giorni.

Analisi

Materiali occorrenti

- ✓ 3-metil-2-benzotiazolinone idrazone cloruro (MBTH, ad esempio, Aldrich codice 12,973-9): sciogliere 5 g in 1 litro d'acqua e aggiungere 5 ml di acido solforico concentrato; la soluzione è stabile per un mese se conservata al buio
- ✓ 4-piridilaldeide (ad esempio, Aldrich codice P6,240-2)
- ✓ filtro micropori da 0,45 μm

Procedura

Estrarre la cartuccia dalla provetta, togliere il tappo in teflon e versare il gel di silice nella provetta. Introdurre 5 ml di soluzione di MBTH, tappare la provetta ed agitare energicamente. **Lasciare reagire per almeno un'ora**, agitando di tanto in tanto. Filtrare attraverso filtro micropori (se si utilizza il codice 174, procedere come segue: applicare il filtro micropori alla siringa, versare nella siringa il contenuto della provetta e filtrare in una seconda provetta o, se si preferisce, direttamente nella cella dello spettrofotometro).

Leggere l'assorbanza a 430 nm contro acqua. Il colore è stabile parecchi giorni se la soluzione è conservata nella provetta ben chiusa.

Trattare allo stesso modo tre cartucce non esposte dello stesso lotto (il numero è stampato sull'involucro di plastica) e sottrarre il valore medio di assorbanza da quello dei campioni.

SUGGERIMENTO

Per la corretta e rapida filtrazione utilizzate il kit **codice 174**.

IMPORTANTE

Se il valore d'assorbanza va fuori scala, diluire il campione con la soluzione di MBTH: **non usare acqua per diluire!** L'acqua altera il pH della soluzione con variazioni imprevedibili nella linearità dell'assorbanza.

Calibrazione

Sciogliere 100 μl (112,2 mg a 20° C) di 4-piridilaldeide in 1 litro d'acqua e diluire questa soluzione con acqua, ad esempio, 1/2, 1/5, 1/10. Introdurre 0,5 ml di ciascuna di queste soluzioni in una provetta insieme con 4,5 ml di soluzione di MBTH. Attendere un'ora e leggere l'assorbanza a 430 nm (non serve filtrare). Costruire la retta di calibrazione μg di O_3 contro assorbanza, tenendo conto dell'equivalenza: 1 μg di 4-piridilaldeide = 0,224 μg di ozono.



ACUSTICA
RUMORE E VIBRAZIONI

DIVISIONE Ares Acoustic Research

Sede principale: Via Massari 189/A - 10148 Torino
Tel. (011) 2269878 - 2269903 - 2269863 - 2269984
Fax (011) 2269918 - 2269856

Sede di Verona: Via Bozzini 5 - 37135 Verona - Tel/fax (045) 502852
Posta Elettronica: ares@ares.to.it Internet: www.ares.to.it

SICUREZZA ed IGIENE DEL LAVORO, ECOLOGIA
IGIENE degli ALIMENTI, ELETTROTECNICA

DIVISIONE Ares blu

ALLEGATO 2

Certificati di analisi relativi alla campagna di monitoraggio dell'ozono

Periodo di monitoraggio: 15/05/2006 – 18/09/2006



FONDAZIONE SALVATORE MAUGERI
CLINICA DEL LAVORO E DELLA RIABILITAZIONE
I.R.C.C.S.

Sede legale e amministrativa
Via Salvatore Maugeri 4, 27100 Pavia Italy
Tel. 0382 592 504 Fax 0382 592 576
www.fsm.it
C. F. e P.IVA 00305700189
Registro Persone Giuridiche Private
Della Regione Lombardia n. 432

Centro di Ricerche Ambientali/Padova

Istituti Scientifici:

PAVIA 27100
- Sede di
Via Salvatore Maugeri 10
- Sede di Via Palestro 26
Tel. 0382 5921
Fax 0382 592081
- Sede di Via Boezio 23
Tel. 0382 5931
Fax 0382 593702

MILANO 20146
Via Clefi 9
Tel. 02 43069511
Fax 02 43069529

MONTESCANO
27040 (PV)
Via per Montescano
Tel. 0385 2471
Fax 0385 61386

LISSONE
20035 (MI)
Via Mons. Bernaseoni 16
Tel. 039 4667235
Fax 039 4667234

GUSSAGO
25064 (BS)
Via Pinidolo 23
Tel. 030 25281
Fax 030 2521718

LUMEZZANE
25066 (BS)
Via Mazzini 129
Tel. 030 8253011
Fax 030 8920262

TRADATE
21049 (VA)
Via Roncaccio 16
Tel. 0331 829111
Fax 0331 829555

CASTEL GOFFREDO
46042 (MN)
Via Ospedale 36
Tel. 0376 77471
Fax 0376 779886

VERLINO 28010 (NO)
Via per Revislate 13
Tel. 0322 884711
Fax 0322 884816

Sede distaccata
Casa di Cura Major
TORINO 10124
Via Santa Giulia 60
Tel. 011 8151611
Fax 011 8171864

NERVI 16167 (GE)
Genova-Nervi
- Sede di Via Missolongi 14
- Sede di Via Val Cisman 7
Tel. 010 307911
Fax 010 30791269

CASSANO DELLE
MURGE
70020 (BA)
Via per Mercadante Km 2
Tel. 080 7814111
Fax 080 7814310

TELESE TERME
82037 (BN)
Via Bagni Vecchi 1
Tel. 0824 009111
Fax 0824 009614

CAMPOLI M.T.
82030 (BN)
Via Nino Bixio 10
Tel. 0824 873072
Fax 0824 873073

Laboratori di
medicina del lavoro
e igiene industriale:

PAVIA 27100
Via Salvatore Maugeri 10
Tel. 0382 592300
Fax 0382 592072

CASSANO DELLE
MURGE
70020 (BA)
Via per Mercadante Km 2
Tel. 080 7814111
Fax 080 7814310

PADOVA 35127
Via Svizzera 16
Tel. 049 8064511
Fax 049 8064555

Via Svizzera 16
35127 Padova
E-mail: fsmpt@fsm.it
Tel. 0498 064 511
Fax 0498 064 555

Spett.
Ares
Via Massari, 189/A
10148 TORINO
c.a. Ing. E. Borgato

Padova, 21 luglio 2006
Prot. n. 306/06 Dir
Prot. Ric. 167/06

Oggetto: analisi ozono Vs. codice di commessa "SAGAT S3026Z"

Vi trasmettiamo i risultati analitici relativi ai campioni giunti presso i nostri laboratori in data 27/06/06.

Restando a Vostra disposizione per eventuali chiarimenti, Vi preghiamo di gradire i nostri migliori saluti.

Dr. D. Cottica

SAGAT "S3026Z"

Prot. Ric. 167/06		Cod an. 506	
ARES			
n. prog.	campione	data	$\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{O}_3$
1	S100C	15/05-22/05/06	86.7
2	S104C	22/05-29/05/06	77.5
3	S107C	29/05-05/06/06	93.0
4	S118C	05/06-12/06/06	98.7
5	S110C	12/06-19/06/06	111.2
6	S119C	19/06-26/06/06	121.6
7	S101C	15/05-22/05/06	94.9
8	S103C	22/05-29/05/06	92.3
9	S106C	29/05-05/06/06	91.6
10	S120C	05/06-12/06/06	122.0
11	S109C	12/06-19/06/06	115.4
12	S112C	19/06-26/06/06	127.9
13	S102C	15/05-22/05/06	87.0
14	S105C	22/05-29/05/06	89.7
15	S108C	29/05-05/06/06	92.7
16	S117C	05/06-12/06/06	116.3
17	S111C	12/06-19/06/06	108.7
18	S113C	19/06-26/06/06	105.9

Analisi	Approvazione
D. Pagani	D. Cottica



FONDAZIONE SALVATORE MAUGERI
CLINICA DEL LAVORO E DELLA RIABILITAZIONE
I.R.C.C.S.

Sede legale e amministrativa
Via Salvatore Maugeri 4, 27100 Pavia Italy
Tel. 0382 592 504 Fax 0382 592 576
www.fsm.it
C. F. e P.IVA 00305700189
Registro Persone Giuridiche Private
Della Regione Lombardia n. 432

Centro di Ricerche Ambientali/Padova

Via Svizzera 16
35127 Padova
E-mail: fsm@fsm.it
Tel. 0498 064 511
Fax 0498 064 556

Istituti Scientifici:

PAVIA 27100
- Sede di
Via Salvatore Maugeri 10
- Sede di Via Palestro 26
Tel. 0382 5921
Fax 0382 592081
- Sede di Via Bocchio 28
Tel. 0382 5931
Fax 0382 593702

MILANO 20146
Via Clefi 9
Tel. 02 43069511
Fax 02 43069529

MONTESCANO
27040 (PV)
Via per Montescano
Tel. 0385 2471
Fax 0385 61386

LISSONE
20035 (MI)
Via Mons. Bernasconi 16
Tel. 039 4657235
Fax 039 4657234

GUSSAGO
25004 (BS)
Via Pinidolo 23
Tel. 030 25281
Fax 030 2521718

LUMEZZANE
25066 (BS)
Via Mazzini 129
Tel. 030 8253011
Fax 030 8920262

TRADATE
21049 (VA)
Via Roncaccio 16
Tel. 0331 829111
Fax 0331 829555

CASTEL GOFFREDO
46042 (MN)
Via Ospedale 36
Tel. 0376 77471
Fax 0376 779886

VERUNO 28010 (NO)
Via per Revislate 13
Tel. 0322 884711
Fax 0322 884816

Sede distaccata
Casa di Cura Major
TORINO 10124
Via Santa Giustina 60
Tel. 011 8151611
Fax 011 8171864

NERVI 16167 (GE)
Genova-Nervi
- Sede di Via Missolungi 14
- Sede di Via Val Cismon 7
Tel. 010 307911
Fax 010 30791269

CASSANO DELLE
MURGE
70020 (BA)
Via per Mercadante Km 2
Tel. 080 7814111
Fax 080 7814310

TELESE TERME
82037 (BN)
Via Bagni Vecchi 1
Tel. 0824 909111
Fax 0824 909614

CAMPOLI M.T.
82030 (BN)
Via Nino Bixio 10
Tel. 0824 873072
Fax 0824 873073

Laboratori di
medicina del lavoro
e igiene industriale:

PAVIA 27100
Via Salvatore Maugeri 10
Tel. 0382 592300
Fax 0382 592072

CASSANO DELLE
MURGE
70020 (BA)
Via per Mercadante Km 2
Tel. 080 7814111
Fax 080 7814310

PADOVA 35127
Via Svizzera 16
Tel. 049 8064511
Fax 049 8064555

Spett.
Ares
Via Massari, 189/A
10148 TORINO
c.a. Ing. E. Borgato

Padova, 24 agosto 2006
Prot. n. 366/06 Dir
Prot. Ric. 214/06

Oggetto: analisi ozono Vs. codice di commessa "SAGAT S3026Z"

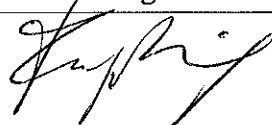
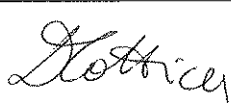
Vi trasmettiamo i risultati analitici relativi ai campioni giunti presso i nostri
laboratori in data 08/08/06.

Restando a Vostra disposizione per eventuali chiarimenti, Vi preghiamo di gradire i
nostri migliori saluti.

Dr. D. Cottica

SAGAT "S3026Z"

Prot. Ric. 214/06		Cod an. 506	
ARES			
n. prog.	campione	data	$\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{O}_3$
1	T900G	26/06-03/07/06	126.7
2	T901G	26/06-03/07/06	129.3
3	T905G	03/07-10/07/06	100.2
4	T908G	10/07-17/07/06	142.0
5	T913G	17/07-24/07/06	140.5
6	T912G	24/07-31/07/06	131.8
7	T914G	31/07-07/08/06	94.4
8	T898G	26/06-03/07/06	135.8
9	T899G	26/06-03/07/06	134.8
10	T904G	03/07-10/07/06	112.6
11	T907G	10/07-17/07/06	144.9
12	T910G	17/07-24/07/06	156.7
13	T916G	24/07-31/07/06	134.5
14	T961G	31/07-07/08/06	97.4
15	T902G	26/06-03/07/06	110.7
16	T903G	26/06-03/07/06	116.4
17	T906G	03/07-10/07/06	83.7
18	T909G	10/07-17/07/06	115.1
19	T911G	17/07-24/07/06	117.0
20	T915G	24/07-31/07/06	108.0
21	T917G	31/07-07/08/06	82.9

Analisi	Approvazione
D. Pagani	D. Cottica
	



FONDAZIONE SALVATORE MAUGERI
CLINICA DEL LAVORO E DELLA RIABILITAZIONE
I.R.C.C.S.

Sede legale e amministrativa
Via Salvatore Maugeri 4, 27100 Pavia Italy
Tel. 0382 592 504 Fax 0382 592 576
www.fsm.it
C. F. e P.IVA 00305700180
Registro Persone Giuridiche Private
Della Regione Lombardia n. 432

Istituti Scientifici:

PAVIA 27100
- Sede di
Via Salvatore Maugeri 10
- Sede di Via Palestro 26
Tel. 0382 5921
Fax 0382 592081
- Sede di Via Boezio 28
Tel. 0382 5931
Fax 0382 593702

MILANO 20146
Via Clefi 9
Tel. 02 43069511
Fax 02 43069529

MONTESCANO
27040 (PV)
Via per Montescano
Tel. 0385 2471
Fax 0385 61386

LISSONE
20035 (MI)
Via Mons. Bernasconi 16
Tel. 039 4657235
Fax 039 4657234

GUSSAGO
25064 (BS)
Via Pinidolo 23
Tel. 030 25281
Fax 030 2521718

LUMEZZANE
25066 (BS)
Via Mazzini 129
Tel. 030 8253011
Fax 030 8920262

TRADATE
21049 (VA)
Via Roncaccio 16
Tel. 0331 829111
Fax 0331 829555

CASTEL GOFFREDO
46042 (MN)
Via Ospedale 36
Tel. 0376 77471
Fax 0376 779886

VERUNO 28010 (NO)
Via per Revislate 13
Tel. 0322 884711
Fax 0322 894816
Sede distaccata
Casa di Cura Major
TORINO 10124
Via Santa Giulia 60
Tel. 011 8151611
Fax 011 8171864

NERVI 16167 (GE)
Genova-Nervi
- Sede di Via Missolungi 14
- Sede di Via Val Cison 7
Tel. 010 307911
Fax 010 30791269

CASSANO DELLE
MURGE
70020 (BA)
Via per Mercadante Km 2
Tel. 080 7814111
Fax 080 7814310

TELESE TERME
82037 (BN)
Via Bagni Vecchi 1
Tel. 0824 909111
Fax 0824 909614

CAMPOLI M.T.
82030 (BN)
Via Nino Bixio 10
Tel. 0824 873072
Fax 0824 873073

Laboratori di
medicina del lavoro
e igiene industriale:

PAVIA 27100
Via Salvatore Maugeri 10
Tel. 0382 592300
Fax 0382 592072

CASSANO DELLE
MURGE
70020 (BA)
Via per Mercadante Km 2
Tel. 080 7814111
Fax 080 7814310

PADOVA 35127
Via Svizzera 16
Tel. 049 8064511
Fax 049 8064555

Centro di Ricerche Ambientali/Padova

Via Svizzera 16
35127 Padova
E-mail: fsm@fsm.it
Tel. 0498 064 511
Fax 0498 064 555

Spett.
Ares
Via Massari, 189/A
10148 TORINO
c.a. Ing. E. Borgato

Padova, 11 ottobre 2006
Prot. n. 389/06 Dir
Prot. Ric. 249/06

Oggetto: analisi ozono Vs. codice di commessa "SAGAT S3026Z"

Vi trasmettiamo i risultati analitici relativi ai campioni giunti presso i nostri
laboratori in data 19/09/06.

Restando a Vostra disposizione per eventuali chiarimenti, Vi preghiamo di gradire i
nostri migliori saluti.

Dr. D. Cottica

SAGAT "S3026Z"

Prot. Ric. 214/06		Cod an. 506	
ARES			
"A" (Caselle T.se-p.zza Falcone)			
n. prog.	campione	data	$\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{O}_3$
1	T918G	07/08-14/08-06	124,0
2	T969G	14/08-21/08/06	82,6
3	T979G	28/08-04/09/06	96,7
4	T973G	04/09-11/09/06	121,3
5	T444L	11/09-18/09/06	53,0
6	T445L	11/09-18/09/06	53,4

Prot. Ric. 214/06		Cod an. 506	
ARES			
"B" (piazzale aeroporto)			
7	T962G	07/08-14/08/06	134,3
8	T966G	14/08-21/08/06	99,1
9	T967G	21/08-28/08/06	120,9
10	T981G	28/08-04/09/06	108,9
11	T980G	04/09-11/09/06	143,5
12	T442L	11/09-18/09/06	77,7
13	T443L	11/09-18/09/06	76,1

Prot. Ric. 214/06		Cod an. 506	
ARES			
"C" (Malanghero-Leini)			
14	T963G	07/08-14/08/06	108,0
15	T968G	14/08-21/08/06	74,5
16	T971G	21/08-28/08/06	90,2
17	T972G	28/08-04/09/06	90,3
18	T446L	11/09-18/09/06	67,7
19	T447L	11/09-18/09/06	58,9

Analisi	Approvazione
D. Pagani	D. Cottica