



La campagna di Ravenna

Arpa Emilia-Romagna ha ospitato la prima campagna di monitoraggio con camere di flusso aperte dinamiche progettata dal Gdl 9 bis "Soil gas", individuando un sito nel proprio territorio regionale e attivando apposite convenzioni con due laboratori privati per la messa a disposizione della strumentazione. Infatti, alla data della sperimentazione, nessuna Agenzia del Snpa disponeva di tali camere di flusso. La campagna sperimentale ha coinvolto Ispra, Arpa Piemonte, Arpa Lombardia, Versalis (Eni) che ha messo a disposizione un proprio sito nel polo chimico di Ravenna, e due laboratori privati, Theolab spa¹ (oggi Thearen srl²) e Chelab srl (Gruppo Mérieux NutriSciences) per la fornitura delle camere di flusso, del materiale di consumo e dell'assistenza tecnica durante il campionamento. Le attività, che hanno avuto inizio il 25/1/2016 con la visita al sito, si sono sviluppate il 26 ed il 27 gennaio 2016 con i seguenti obiettivi:

- verificare le corrette condizioni di funzionamento delle camere di flusso e definire i controlli da fare in fase di spurgo e campionamento
- valutare la confrontabilità delle misure effettuate contestualmente con diversi supporti e in camere di flusso con differenti caratteristiche costruttive e di regolazione
- valutare la ripetibilità delle misure nella stessa giornata (mattino-pomeriggio) e nelle 24 ore
- valutare il trend di concentrazione falda-camera di flusso-aria, mediante l'esecuzione contestuale di campionamenti di acque sotterranee e di aria utilizzando canister e Radiello®. In particolare i Radiello® sono stati esposti su tre punti del sito per 48 ore, coprendo l'intera durata della campagna di monitoraggio, mentre i canister sono stati programmati per campionare 7 ore contemporaneamente ai campionamenti eseguiti con le camere di flusso.

Caratteristiche del sito

L'area interessata dalla campagna sperimentale, di proprietà di Versalis (Eni), è una porzione di area dell'Isola 25 che si trova all'interno dello stabilimento industriale multi societario del comune di Ravenna. La geologia del sito è caratterizzata da uno strato di sabbia medio-fine limosa, con orizzonti limo-

sabbiosi, il livello a bassa permeabilità, costituito da uno strato limo-argilloso, si attesta indicativamente tra 14,50 e 15 m da p.c. La falda superficiale, che attraversa il sito con direzione NE-SO, presenta una soggiacenza variabile tra 22 cm e 184 cm dal p.c.

A seguito del rilevamento di superamenti delle Csc nelle acque sotterranee per i composti organo-clorurati e organo-aromatici, l'analisi di rischio sito specifica ha evidenziato un rischio non accettabile per il percorso inalazione vapori *outdoor*, in una porzione di area di 7.500 mq dell'Isola 25, relativamente ai parametri 1,1-dicloroetano, cloruro di vinile, 1,1,2-tricloroetano, 1,2-dicloroetano. In accordo ai Criteri metodologici di Ispra e alle Linee guida del Mattm, la criticità del percorso è stata verificata con misure dirette, attraverso 4 campagne di monitoraggio con camere di flusso aperte dinamiche. Alla data della sperimentazione erano già state effettuate tutte le campagne di monitoraggio programmate, i cui risultati hanno aiutato a progettare le attività del Gdl 9 bis in relazione alla scelta dei punti di monitoraggio e alla definizione della durata del campionamento (figura 1). Per completezza si aggiunge che in tutte le campagne di monitoraggio effettuate da Versalis le valutazioni relative al percorso inalazione vapori *outdoor*, condotte in modalità diretta, hanno restituito rischio accettabile.

Attività svolte e Arpa coinvolte

La campagna sperimentale progettata dal Gruppo di lavoro ha visto in campo i

tecnici di Ispra, Arpa Piemonte e Arpa Emilia-Romagna e la collaborazione di Arpa Lombardia per le analisi dei campioni.

Per la campagna di monitoraggio sono state utilizzate quattro camere di flusso, due per laboratorio, le cui caratteristiche sono riportate in *tabella 1*.

Le attività di monitoraggio sono state eseguite in prossimità dei piezometri P2 ed EC/024.

Il primo giorno di monitoraggio sono state installate le 4 camere di flusso (n. 2 per laboratorio) ai vertici di un ideale quadrato di lato 3 m, costruito mantenendo in posizione baricentrica il piezometro P2

Dopo aver proceduto alle attività spurgo, sono stati effettuati campionamenti contestuali con diversi supporti (canister, fiale a desorbimento con solvente, fiale a desorbimento termico) e con diversa durata. L'obiettivo è stato quello di confrontare i risultati dei campioni prelevati contestualmente con diversi supporti oltre a verificare la ripetibilità delle misure mattino-pomeriggio. Ulteriore obiettivo è stato quello di valutare eventuali differenze di risultati dovuti all'uso di camere di flusso diverse.

Il secondo giorno di campionamento sono state ripetute le operazioni descritte posizionando 2 camere di flusso in prossimità di ciascun piezometro (una per laboratorio), con l'obiettivo di valutare i risultati, a distanza di 24 ore, per le camere poste in prossimità del piezometro P2, e la variabilità spaziale dei campioni prelevati contestualmente in prossimità dei piezometri P2 ed EC/024.

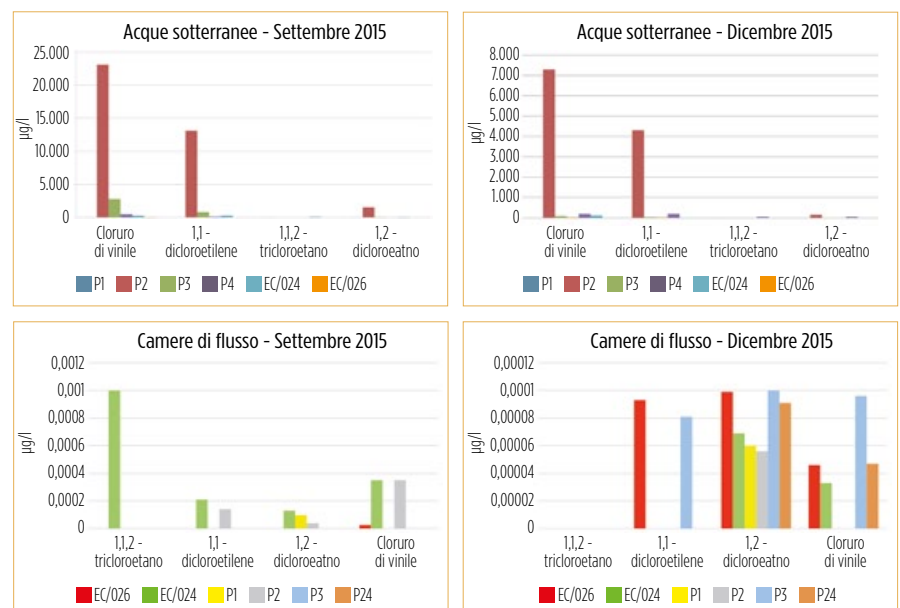


FIG. 1 CONCENTRAZIONI MISURATE
Concentrazioni misurate nelle acque sotterranee e nelle camere di flusso.

Per la scelta degli analiti si è fatto riferimento ai composti indice rilevati in falda. La durata dei campionamenti è stata definita sulla base delle concentrazioni rilevate nelle campagne effettuate da Versalis (figura 1) e verificando la congruità in campo mediante la misura, con strumentazione portatile (Pid a elevata sensibilità), della concentrazione dei Cov totali. Al fine di correlare i risultati dei campionamenti con le condizioni meteo climatiche, nel corso della campagna sono stati monitorati i dati meteorologici (T, P, U, piovosità, velocità e direzione del vento) attraverso l'utilizzo di una centralina meteo fornita da Chelab e posta sul sito alla quota di 2 m dal p.c.

Sintesi dei risultati

La campagna sperimentale è stata utile per approfondire e definire le corrette modalità di installazione, spurgo e campionamento delle camere di flusso aperte dinamiche, verificando l'andamento dei parametri caratteristici, in fase di spurgo e campionamento, attraverso l'utilizzo di strumentazione portatile (Pid, Gas analyzer).



La camera di flusso aperta dinamica prevede l'utilizzo di un *gas carrier* (Q_{in}), gas a concentrazione nota e a portata costante, che viene immesso nella camera. Il *gas carrier*, in fase di spurgo, consente di "lavare" la camera, eliminando l'aria intrappolata durante l'installazione e, successivamente, garantisce la completa miscelazione dei gas provenienti dal terreno consentendo di mantenere temperatura e umidità costanti all'interno della stessa.

Lo spurgo del volume di aria di ciascuna camera di flusso aperta dinamica deve essere condotto per un tempo pari ad almeno 4 volte il tempo di residenza (rapporto tra volume camera di flusso e portata del *gas carrier*). Per valutare la corretta esecuzione dello spurgo si devono misurare, con idonea strumentazione portatile, e a ogni tempo di residenza, i seguenti parametri: $Q_{gas\ carrier}$, Pint-Pest (ΔP), Cov, CH_4 , CO_2 , O_2 , T_{int} , T_{est} , umidità interna. Bisogna verificare che in fase di spurgo si rilevino concentrazioni di O_2 e CO_2 decrescenti, ΔP lievemente positivo, concentrazioni di Cov e CH_4 in aumento o costanti (figura 2).

Ai fini di un corretto campionamento è necessario acquisire le specifiche tecniche delle camere di flusso dalle quali evincere il rapporto di calibrazione (rapporto tra la portata di campionamento e la portata del *gas carrier*) a cui può lavorare la camera per garantire una differenza

TAB. 1
CAMERE DI FLUSSO

Caratteristiche delle camere di flusso utilizzate nella campagna sperimentale.

	Camera Thearen (ex Theolab)	Camera Chelab (Gruppo Mérieux NutriSciences Italia)
		
Materiale	PTFE	Acciaio inox
Forma	Circolare	Circolare
Diametro cm	50	45
Altezza cm	20	25
Volume - l	40	40
Gas carrier	Azoto inerte	Azoto inerte
Portata gas carrier - spurgo	4 l/m	5 l/m
Portata gas carrier - campionamento	4 l/m	3 l/m
Presenza camino	SI	NO
Protezione agenti atmosferici	NO	SI
Modalità di distribuzione gas carrier	Tubazione in teflon toroidale	Tubazione in acciaio a spirale
Sonda campionamento - caratteristiche	Sonda di campionamento in teflon posta nella parte sommitale della camera	Sonda di campionamento di 21 cm forata lungo tutta l'altezza



di pressione leggermente positiva e verificare il corretto posizionamento della sonda di campionamento rispetto alla zona di completa miscelazione dei gas nella camera.

In fase di campionamento si devono eseguire, a inizio e fine campionamento e, ove possibile, anche in tempi intermedi, le misure dei seguenti parametri: $Q_{gas\ carrier}$, Pint-Pest (ΔP), Cov, CH_4 , CO_2 , O_2 , T_{int} , T_{est} , umidità interna. Per avere un campione significativo si deve verificare che, durante il tempo di campionamento, il parametro O_2 non registri un trend in aumento, che la differenza di pressione tra la camera e l'ambiente esterno si mantenga positiva, con una leggera

sovrappressione rilevata all'interno della camera (figura 3).

Nella sperimentazione condotta, le analisi effettuate su tutti i supporti di campionamento (canister, fiala a desorbimento termico, fiala a desorbimento chimico) e in entrambe le tipologie di camera di flusso non hanno rilevato valori superiori ai limiti di rilevabilità; analogo risultato si è avuto per i campioni di aria *outdoor*.

I campioni di falda effettuati nelle medesime giornate nei due piezometri di riferimento hanno invece segnalato, per le sostanze indice, concentrazioni misurabili con concentrazioni maggiori nel piezometro EC/024.

Dalla lettura dei risultati non è stato

quindi possibile trarre valutazioni in relazione alla ripetibilità delle misure nella stessa giornata (mattino-pomeriggio) e nelle 24 ore, né alla variabilità spaziale delle misure.

Analogamente, non sono emerse differenze di risultati nei campioni prelevati nelle due differenti camere di flusso utilizzate.

È stato invece possibile riscontrare che tutti i supporti utilizzati hanno restituito i medesimi risultati, consentendo di confermare la possibilità di effettuare

campionamenti contestuali con differenti supporti.

Adele Lo Monaco¹, Renata Emiliani², Daniela Ballardini³, Giuseppe Del Carlo⁴

Arpa Emilia-Romagna

1. Direzione Tecnica, Area Vigilanza e Controllo
2. Sezione provinciale di Ravenna, Servizio territoriale
3. Sezione provinciale di Ravenna, Responsabile del Servizio territoriale
4. Sezione provinciale di Modena, Responsabile Laboratorio tematico aria

Si ringraziano Versalis (Eni), Thearen srl (ex Theolab spa) e Chelab srl per la cortese e qualificata collaborazione.

NOTE

¹ Il 30 settembre 2016 il 100% delle azioni di Theolab spa sono state cedute a Chelab srl, società del Gruppo Mérieux NutriSciences.

² Le camere di flusso in carico a Theolab spa, a partire dal mese di giugno 2016, sono passate alla proprietà della società Thearen srl, a cui è stata trasferita la titolarità del brevetto.

Spurgo	Dati di campo
T _{aria}	2,7 °C
T _{suolo}	2,6 °C
Cov _{aria}	0,25 ppm

Misure in camera di flusso	CO ₂ %	O ₂ %	CH ₄ %	Cov ppm	U _{camera} %	T _{camera} °C	T _{ambiente} °C	Q gas carrier l/m
t=0 - ore 9:20	0,05	20,9	<0,01	0,25	79,4	5,4		5
t=1 - ore 9:28	0,04	6,4	0,05	1,12	72,2	4,8		5
t=2 - ore 9:36	0,02	1,5	0,01		66,1	6,5	8,4	5
t=3 - ore 9:41	0,01	0,9	0,06	1,09	66,6	6,3		3
t=4 - ore 9:52	<0,01	0,4	<0,01	1,07	70,7	6,9		3

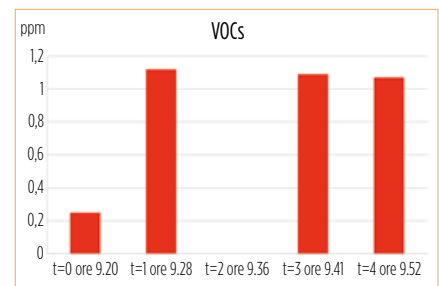
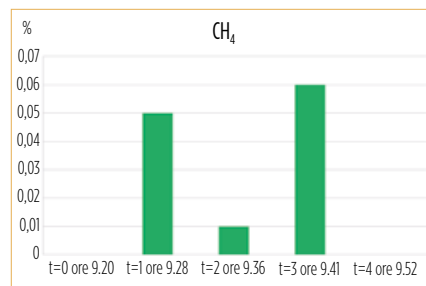
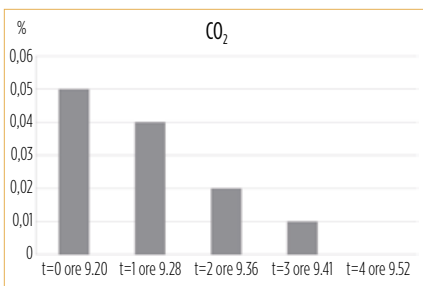
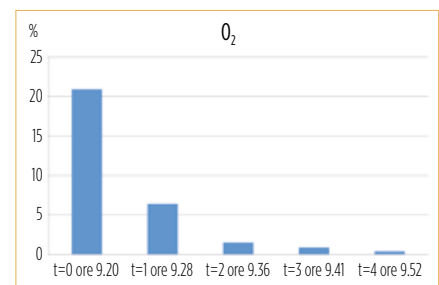


FIG. 2 SPURGO
Spurgo della camera di flusso: controlli da effettuare.

FZT Campionamento mattina: 10,20-13,20	Dati di campo
T _{aria}	10,3 °C
T _{suolo}	
Cov _{aria}	0,17 ppm

Misure in camera di flusso	CO ₂ %	O ₂ %	CH ₄ %	Cov ppm	U _{camera} %	ΔP	T _{camera} °C	T _{ambiente} °C	Q gas carrier l/m
t=inizio	0,1	0,5	0,2	0,87	50	<1 Pa	9,3	9	4
t=intermedio 1	0,1	0,7	0,3	0,825	60	<1 Pa	10,2	11,8	4
t=intermedio 2	0,1	0,4	0,4	0,852	62,1	<1 Pa	8,4	12	4
t=fine	0,1	0,4	0,1	0,861	59,6	<1 Pa	9,5	12,7	4

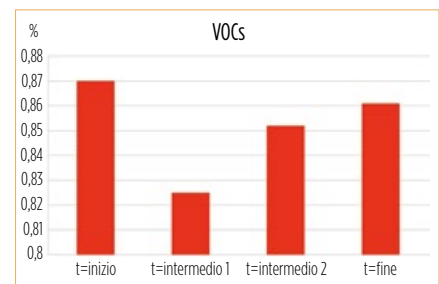
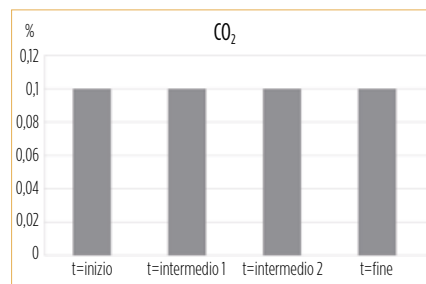
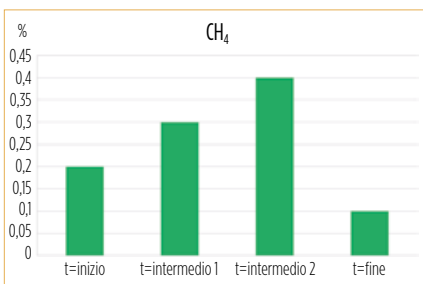
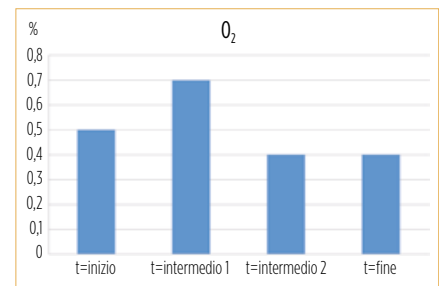


FIG. 3 CAMPIONAMENTO
Campionamento: controlli da effettuare.