

CASI STUDIO DI UTILIZZO INNOVATIVO
DELLE CAMERE DI FLUSSO DINAMICHE E AD
ACCUMULO IN AMBIENTE OUTDOOR E
NUOVE APPLICAZIONI PER MISURE INDOOR

Settembre 2019

E' passato un anno dalle pubblicazioni SNPA



PROGETTAZIONE DEL MONITORAGGIO DI VAPORI NEI SITI CONTAMINATI

Delibera del Consiglio SNPA, Seduta del 03.10.18. Doc. n. 41/18



LINEA GUIDA SNPA 15/2018

per la PROGETTAZIONE DEL MONITORAGGIO DEI VAPORI NEI SITI CONTAMINATI

Indicazioni tecniche condivise a livello nazionale per il campionamento degli aeriformi nell'ambito dei procedimenti di bonifica ai sensi della Parte Quarta del Titolo V del D.Lgs. 152/06 e s.m.i..

LINEE GUIDA
SNPA 15 2018

Linee guida SNPA



METODICHE ANALITICHE PER LE MISURE DI AERIFORMI NEI SITI CONTAMINATI

Delibera del Consiglio SNPA. Seduta del 03.10.18. Doc. n. 41/18



LINEE GUIDA
SNPA 16/2018

LINEA GUIDA SNPA 16/2018
METODICHE ANALITICHE PER LE MISURE
DI AERIFORMI NEI SITI CONTAMINATI



PROCEDURA OPERATIVA PER LA VALUTAZIONE E L'UTILIZZO DEI DATI DERIVANTI DA MISURE DI GAS INTERSTIZIALI NELL'ANALISI DI RISCHIO DEI SITI CONTAMINATI

Delibera del Consiglio SNPA. Seduta del 03.10.18. Doc. n. 41/18



LINEE GUIDA
SNPA 17/2018

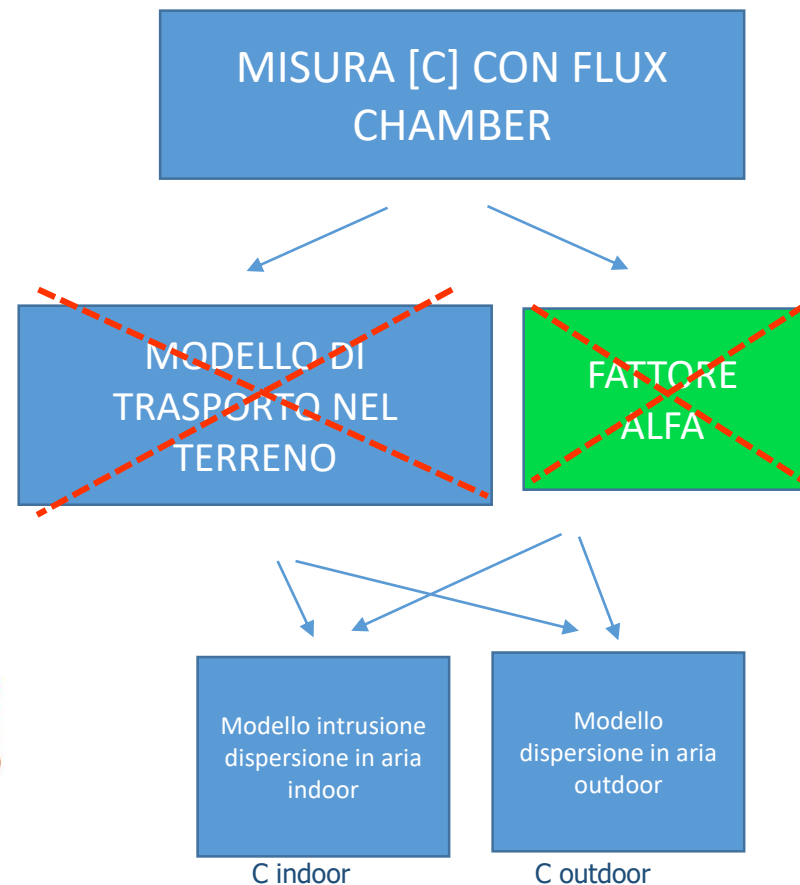
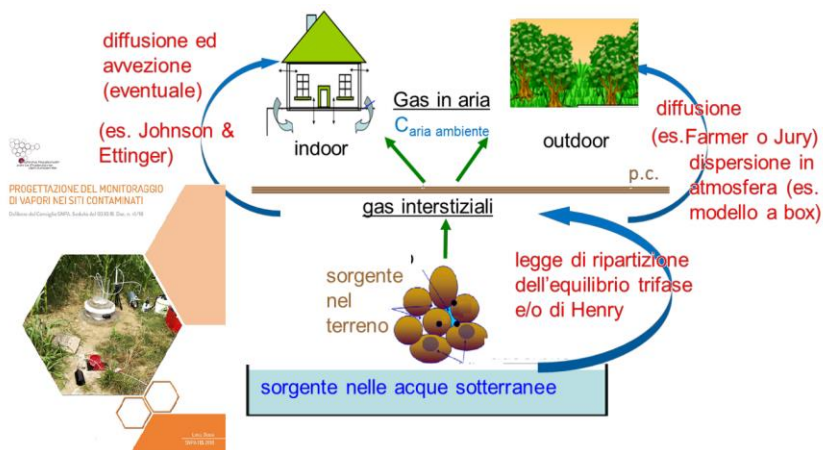
LINEA GUIDA SNPA 17/2018
UTILIZZO DEI DATI DERIVANTI DA
MISURE DI SOIL GAS PER L'ANALISI DI
RISCHIO IN SITI CONTAMINATI



PERCHÈ MISURARE SOIL GAS CON LE CAMERE DI FLUSSO?

Documento SNPA 15/18 par. 3.2

«L'utilizzo delle **camere di flusso o flux chamber (CF)** permette di quantificare **direttamente** il flusso emissivo di vapori verso piano campagna, lasciando alla parte modellistica solo la dispersione in atmosfera o eventualmente, seppur applicate raramente per casi indoor, miscelazione in ambienti confinati»



LA CAMERA DI FLUSSO DINAMICA

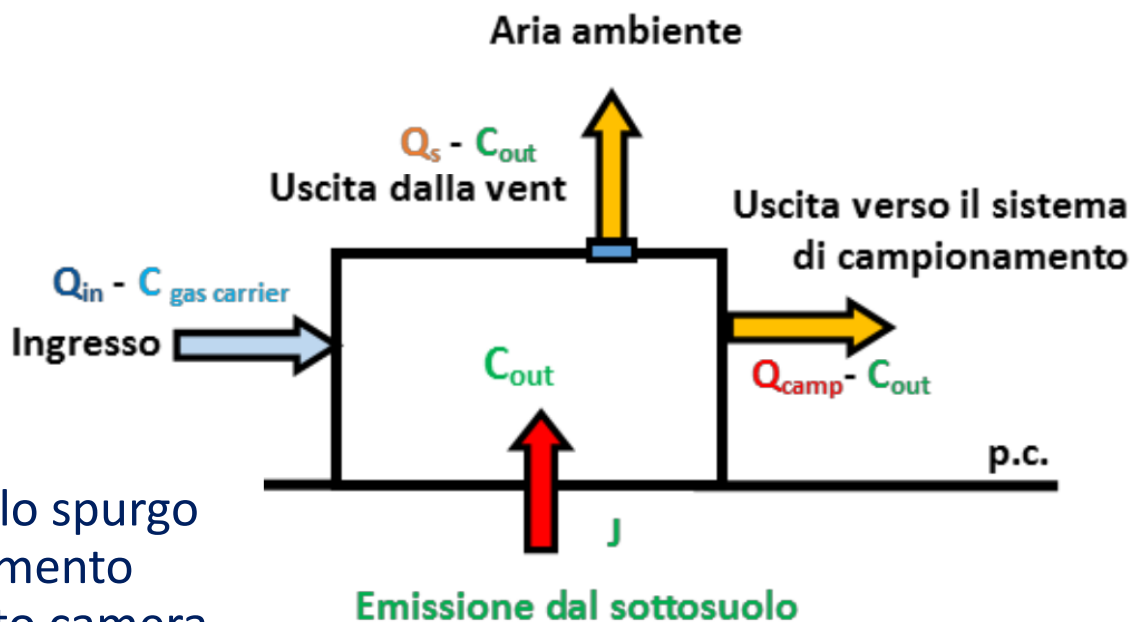


La camera di flusso dinamica (flux chamber) è un sistema chiuso utilizzato per isolare e campionare le emissioni gassose provenienti da una superficie di terreno definita.

La FLUX CHAMBER dinamica è una struttura a forma circolare, aperta sulla base inferiore all'interno della quale viene insufflato azoto a portata controllata Q_{in} .

Il flusso vettore fuoriesce da un vent per lo sfiato (Q_s) e da una porta di campionamento (Q_{camp}) da cui, arricchito dei vapori in emissione, viene destinato alle misure analitiche

La misura inizia dal termine dello spurgo dell'aria ambiente, al raggiungimento delle condizioni stazionarie sotto camera

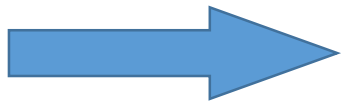


LA CAMERA DI FLUSSO DINAMICA

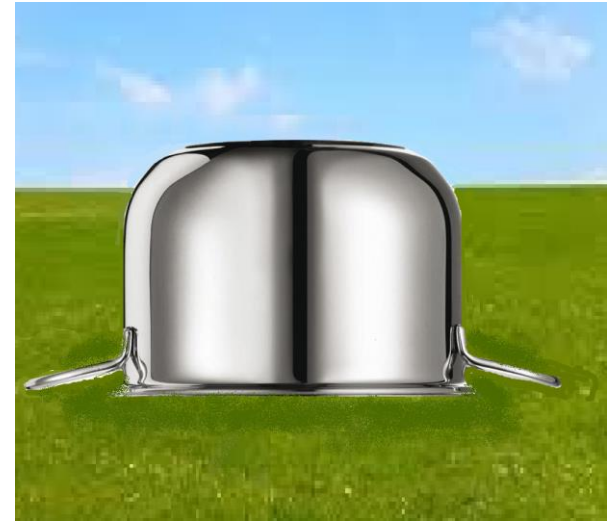
**ATTENZIONE: NON E' UNA
PENTOLA ROVESCIAATA!**

Necessita di:

- Materiali adeguati e idonei
- Uno studio delle geometrie della camera e della geometria dell'insufflaggio del gas carrier
- Uno studio fluidodinamico dell'interno della camera
- Misure in campo accurate



APPROCCIO METODOLOGICO



COME DEVE ESSERE LA CAMERA DI FLUSSO DINAMICA?

«Per garantire lo stato di perfetta miscelazione, la CF deve essere stata progettata a seguito di **prove fluidodinamiche** di tipo modellistico numerico oppure di **test di laboratorio** dai quali verificare (..) la **completa miscelazione** dentro la CF in grado di garantire l'idoneità del sistema di campionamento» SNPA 15/18 Appendice B5



**PROGETTAZIONE DEL MONITORAGGIO
DI VAPORI NEI SITI CONTAMINATI**
Delibera del Consiglio SNPA, Seduta del 03.10.18, Doc. n. 41/18



Figura 8 – Esempi dei dispositivi collegati ad una camera di flusso dinamica stazionaria



Immagine estratta da Linea Guida SNPA 15/18 Appendice B5

CAMERA AD ACCUMULO NON STAZIONARIA

La camera non stazionaria di accumulo è costituita da un corpo cilindrico chiuso, di volume ridotto, da posizionare sul terreno per la misura diretta del flusso emissivo.



Un'analisi di screening richiede
circa 3-5 minuti a punto

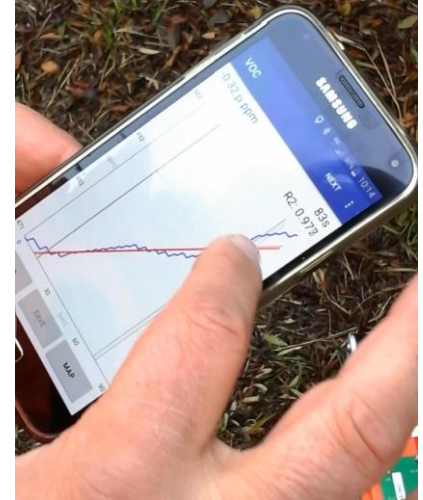
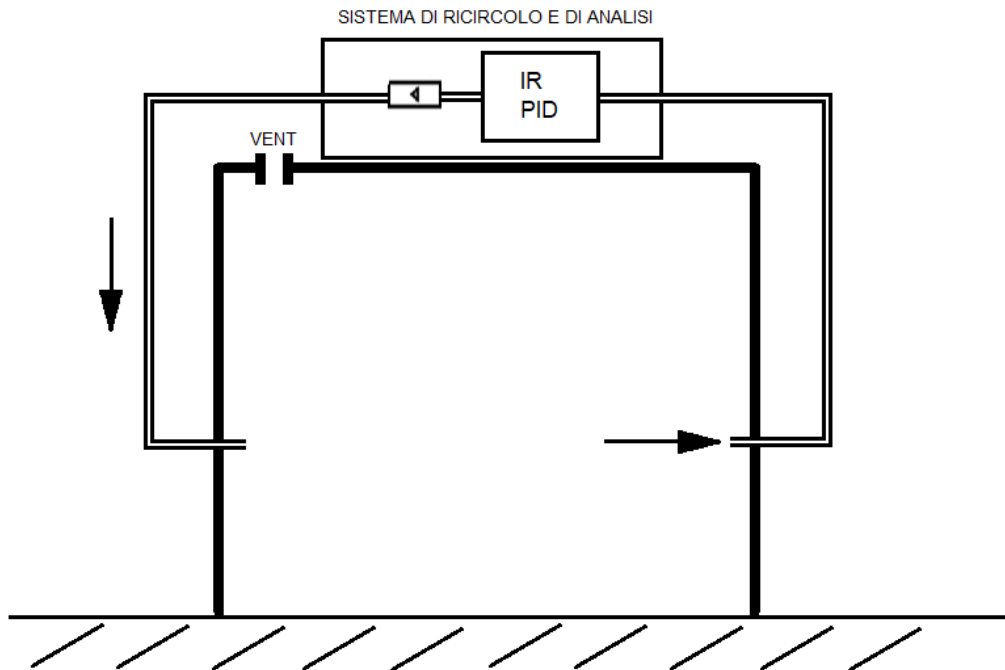


Il sistema utilizza il principio di accumulo dei vapori emessi dalla superficie del suolo che vengono ricircolati nella camera e analizzati in tempo reale mediante analizzatori in linea.



SCHEMA DI FUNZIONAMENTO

Mediante analizzatori non distruttivi viene misurato l'aumento della concentrazione dei vapori in accumulo all'interno della camera (es: VOC con PID e CO₂ con IR).



Il software di acquisizione può elaborare i dati di concentrazione in tempo reale permettendo di valutare quanto rapidamente cresce la concentrazione dei parametri all'interno della camera

MIAURE CON CAMERA AD ACCUMULO

La pendenza (dC_{gas}/dt) della curva che descrive l'incremento nel tempo della concentrazione dei gas misura il flusso di gas in emissione dall'interfaccia individuando i punti ad elevata (fig.A) o bassa (fig.B) emissività.

Fig.A

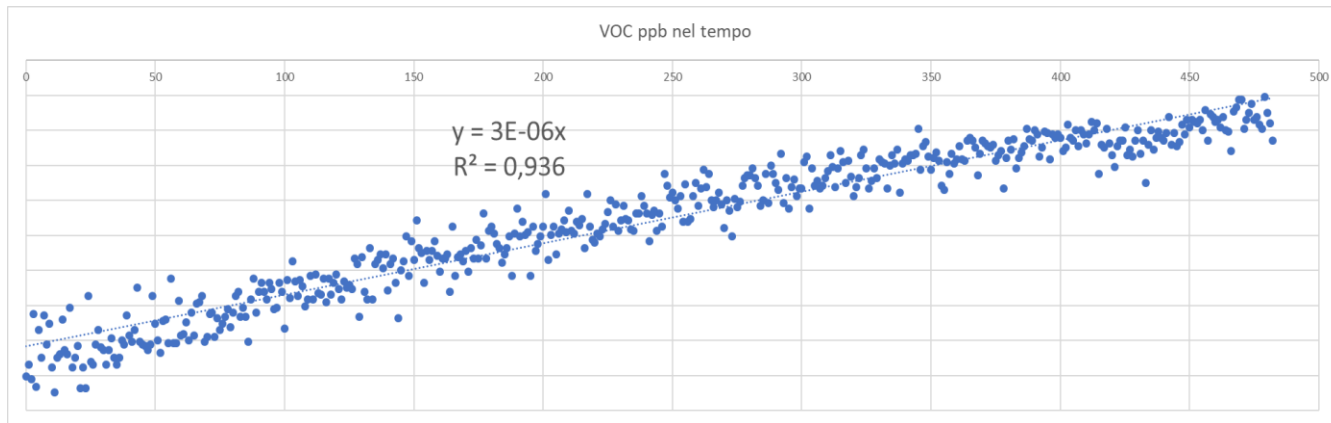
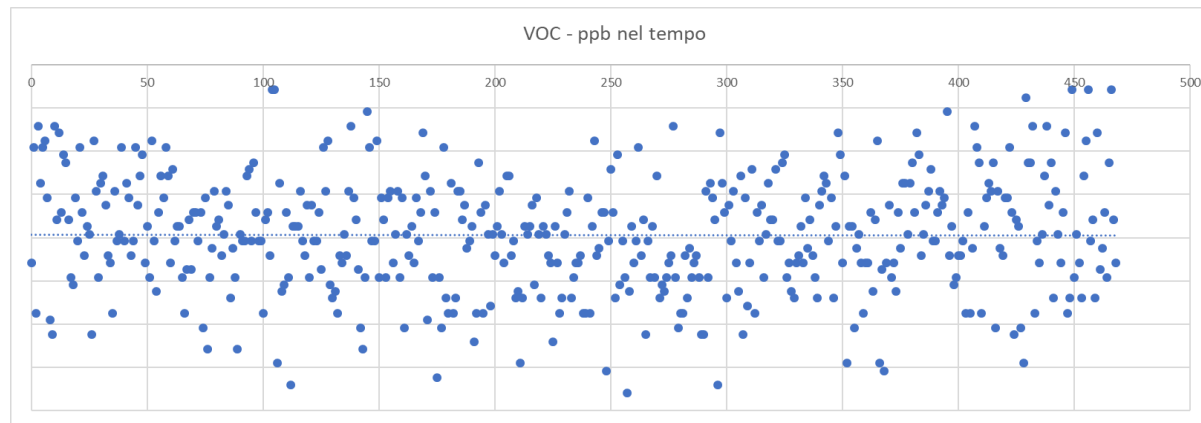


Fig.B



PROGETTO DI MONITORAGGIO SU SITI CONTAMINATI

Analisi di screening

La linea Guida SNPA 15/2018 prevede che *«La scelta dei punti di campionamento deve avvenire procedendo per progressive fasi di approfondimento prevedendo:*

- individuazione preliminare dei punti di controllo, applicando il principio di prossimità geometrica ai sondaggi/piezometri con contaminazione più significativa ed ai bersagli
- eventuale screening di concentrazione e flusso di COV e CO₂ con camera di flusso non stazionaria “di accumulo”, nell’intorno di 2,5/5 m da tali punti di attenzione
- qualora non si rilevino valori significativi del flusso nei punti definiti in precedenza, procedere alle verifiche con camere di flusso non stazionarie “di accumulo” ampliando progressivamente il lato della maglia fino a 50 m, al fine di verificare la presenza/assenza di flussi significativi

PROGETTAZIONE DEL MONITORAGGIO
DI VAPORI NEI SITI CONTAMINATI



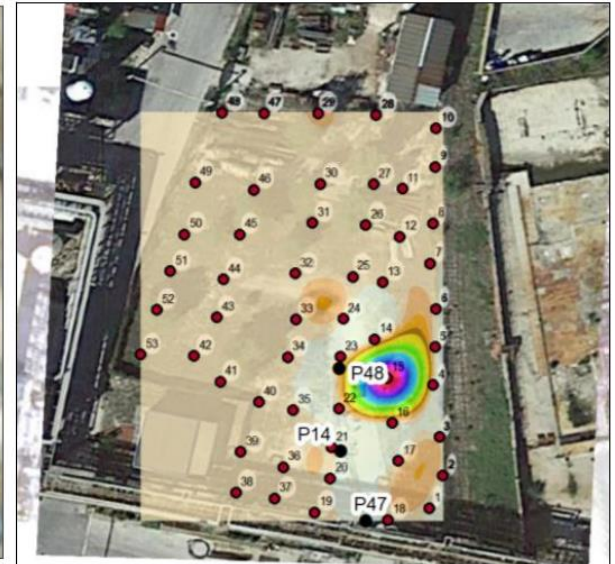
Linea Guida
SNPA 15/2018

PROGETTO DI MONITORAGGIO SU SITI CONTAMINATI

Analisi di screening

Nei siti con presenza di scenari di esposizione e contaminazioni molto rilevanti, in cui si abbiano dubbi sul modello concettuale del sito, si suggerisce di procedere alla estensione delle misure di flusso ad almeno 50 punti nell'intera area del sito, ed alla elaborazione di mappe di isoflusso

Figura 6 – Esempio di mappa di isoflussi di CO_2 e COV determinati con camera di accumulo



LA SOLUZIONE NEI CASI STUDIO



THEAREN ha utilizzato le sue tecnologie per valutare in modo progressivo la scelta dei punti di misura, secondo le indicazioni della Linea Guida SNPA, per fasi successive:

1. ANALISI DI SCREENING CON CAMERE DI FLUSSO DI ACCUMULO NON STAZIONARIE

attività di mappatura iniziale delle aree, propedeutica alla scelta dei punti più rappresentativi del flusso emissivo dove eseguire la fase 2 con le camere dinamiche

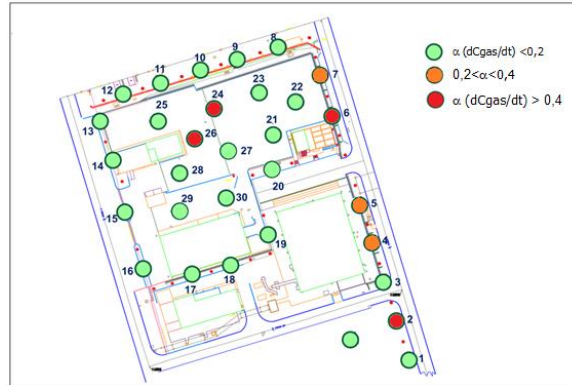
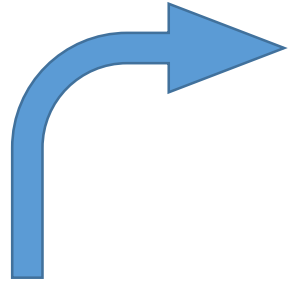
2. ANALISI CON CAMERE DI FLUSSO DINAMICHE

misura della concentrazione e del flusso emissivo delle singole specie organiche nei punti individuati dalle prove di screening

MISURE CON CAMERA DI FLUSSO DINAMICA



Una volta determinati i punti sulla base dello screening iniziale, vengono posizionate le camere dinamiche



ESEMPI DI MISURE CON CAMERA DI FLUSSO DINAMICA



ESEMPI DI MISURE CON CAMERA DI FLUSSO DINAMICA

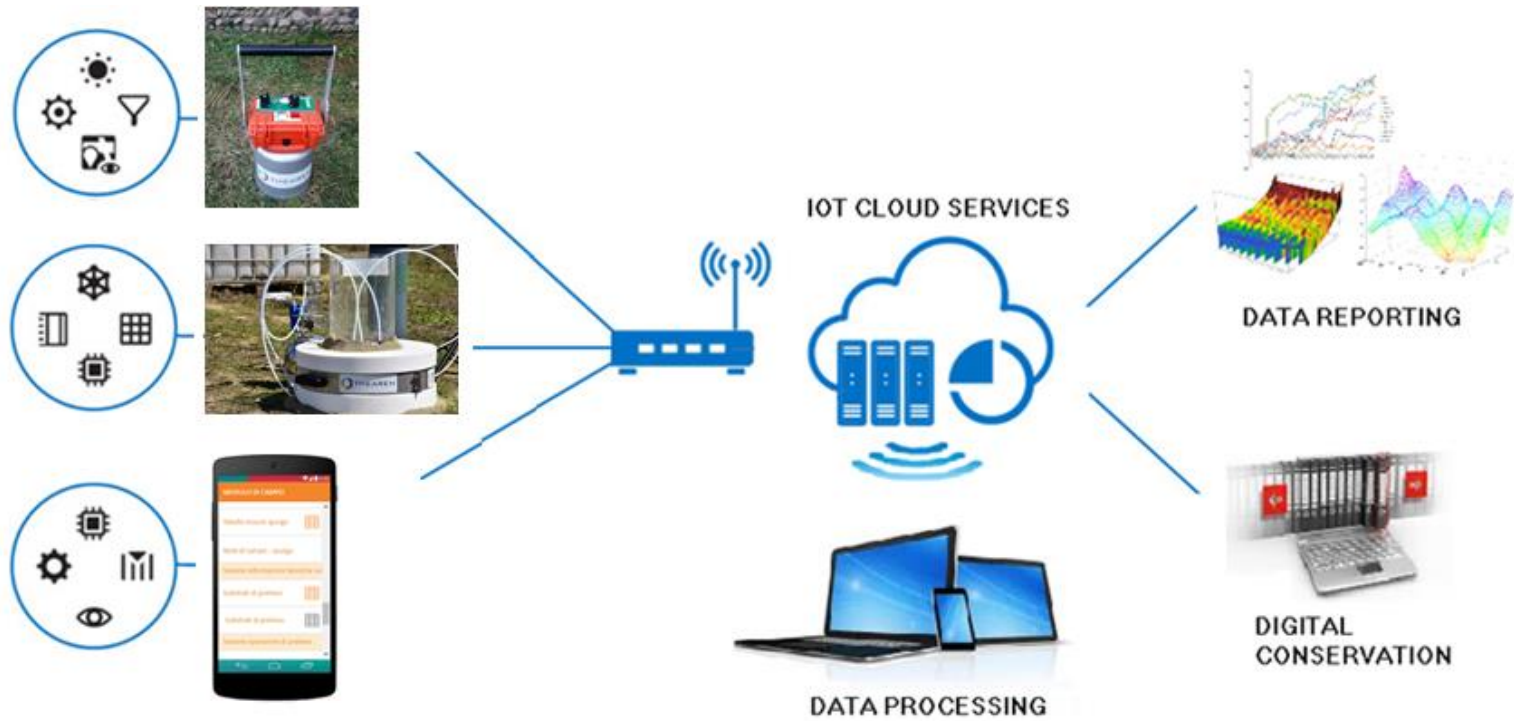


ESEMPI DI MISURE CON CAMERA DI FLUSSO DINAMICA



GARANZIA DELL'INTEGRITA' DEL PROCESSO

La registrazione in continuo dei parametri di campo richiesti dalla LINEA GUIDA SNPA 15/2018, sistemi integrati audio/video e la registrazione delle informazioni in tempo reale, assicurano l'integrità dei dati e di tutte le operazioni di campionamento



VERBALI CARTACEI vs VERBALI DIGITALI



CARTACEO

THEAREN PRELIEVO MEDIANTE FLUX CHAMBER

SEZIONE 0: RIFERIMENTI
 OPERATORI: SP + CN
 PUNTO DI PRELIEVO (SPID) - ID Cliente: Flux Chamber FC 1
 Descrizione Punto/Note: Campagna dati base Spica 2

Scheda n.: 01 / 12
 DATA INTERVENTO: 22 / 12 / 17
 ID FLUX CHAMBER: # 002

SEZIONE 1: SPURGO/PRELIEVO

Ora	Inizio spurgo	Fine spurgo	Inizio campionamento	Fine campionamento
	9:30	10:05	10:05	15:35
	M4 L/min [14.5 L/min]	M4 L/min [14.5 L/min]	M4 L/min [14.5 L/min]	M4 L/min [14.5 L/min]
	0.016	0.016	0.016	0.016

SEZIONE 2: VERIFICHE IN CONTINUIO

ORA	Flusso ingresso L/min	Temperatura ambientale °C	DeltaP interocamiera (Pa)	O ₂ (%)	CH ₄ (%)	CO ₂ (%)	COV PID (ppb)
11:00	4.0	3.8	0.5	0.2	0.08	0	✓
11:15	4.0	3.9	0.4	0.2	0.08	0	✓
11:30	4.0	3.2	0.4	0.3	0.08	0	✓
11:45	4.0	3.2	0.4	0.3	0.08	0	✓
12:00	4.0	3.0	0.4	0.3	0.08	0	✓
12:15	4.0	3.0	0.5	0.3	0.08	0	✓
12:30	4.0	3.2	0.5	0.3	0.08	0	✓
12:45	4.0	3.2	0.5	0.3	0.08	0	✓
13:00	4.0	3.2	0.5	0.3	0.08	0	✓
13:15	4.0	3.2	0.4	0.2	0.08	0	✓
13:30	4.0	3.2	0.4	0.2	0.08	0	✓
13:45	4.0	3.2	0.4	0.2	0.08	0	✓
14:00	4.0	3.2	0.4	0.2	0.08	0	✓
14:15	4.0	3.2	0.4	0.2	0.08	0	✓
14:30	4.0	3.2	0.4	0.2	0.08	0	✓
14:45	4.0	3.2	0.4	0.2	0.08	0	✓
15:00	4.0	3.2	0.4	0.2	0.08	0	✓
15:15	4.0	3.2	0.4	0.2	0.08	0	✓
15:30	4.0	3.2	0.4	0.2	0.08	0	✓

SEZIONE 4: CONDIZIONI METEOROLOGICHE
 SERENO NEVE VENTO
 COPERTO PIOGGIA FOSCO/NEBbia POSCINA/NEBBIA

SEZIONE 5: INFORMAZIONI AGGIUNTIVE
 Presenza di schiumatura solari SI NO

Firma del Tecnico responsabile del prelievo: [Signature]
 Firma del Committente presente al prelievo:



DIGITALE



Page 2 of 4 Report ID 147882 Time Zone CET

Table 2: Substrati di prelievo

Ora (hh:mm)	Temperatura ambientale (°C)	Pressione ambiente (mbar)	Umidità relativa ambiente (RH)	Temperatura interna camera (°C)	Pressione interna camera (mbar)	Umidità relativa interna camera (RH)	Delta P interno (Pa)	Ossigeno interno (% O2)	Metano interno (% CH4)	Anidride carbonica interna (% CO2)	COV interno (ppb)
09:30	15.6	1016.8	93.2	14.2	1016.8	41.4	0.9	3.18	na	na	49
09:45	16.0	1016.9	96.2	14.5	1016.9	35.7	1.1	2.06	na	na	51

Table 4: 1 rows

Canister	Fiala in carbone attivo	Fiala selettiva per mercurio
Table 4, 1 rows	Table 5, 1 rows	.

Table 3: Tabella misure prelievo

Ora (hh:mm)	Temperatura ambientale (°C)	Pressione ambiente (mbar)	Umidità relativa ambiente (RH)	Temperatura interna camera (°C)	Pressione interna camera (mbar)	Umidità relativa interna camera (RH)	Delta P interno (Pa)	Ossigeno interno (% O2)	Metano interno (% CH4)	Anidride carbonica interna (% CO2)	COV interno (ppb)
0:45	16.6	1016.8	95.6	15.2	1016.8	37.2	1.3	2.52	na	na	161
11:45	17.1	1016.8	94.2	15.6	1016.8	36.9	0.9	2.99	na	na	140
12:45	16.2	1016.5	97.6	15.7	1016.5	39.7	0.8	2.84	na	na	110
13:45	16.9	1016.1	84.7	15.7	1016.1	40.6	1.0	2.72	na	na	146
14:45	18.7	1015.5	73.0	16.0	1015.5	41.4	0.9	2.60	na	na	130
15:45	18.6	1015.7	77.3	16.4	1015.7	43.6	1.2	3.15	na	na	126

Table 4: Canister

Identificativo del canister	Taratura ugello (hh)	Depressione iniziale (pollici di Hg)	Linee di prelievo - materiali utilizzati	Immagine installazione canister
R0448	6	30	teflon + raccordi silicone	Exists

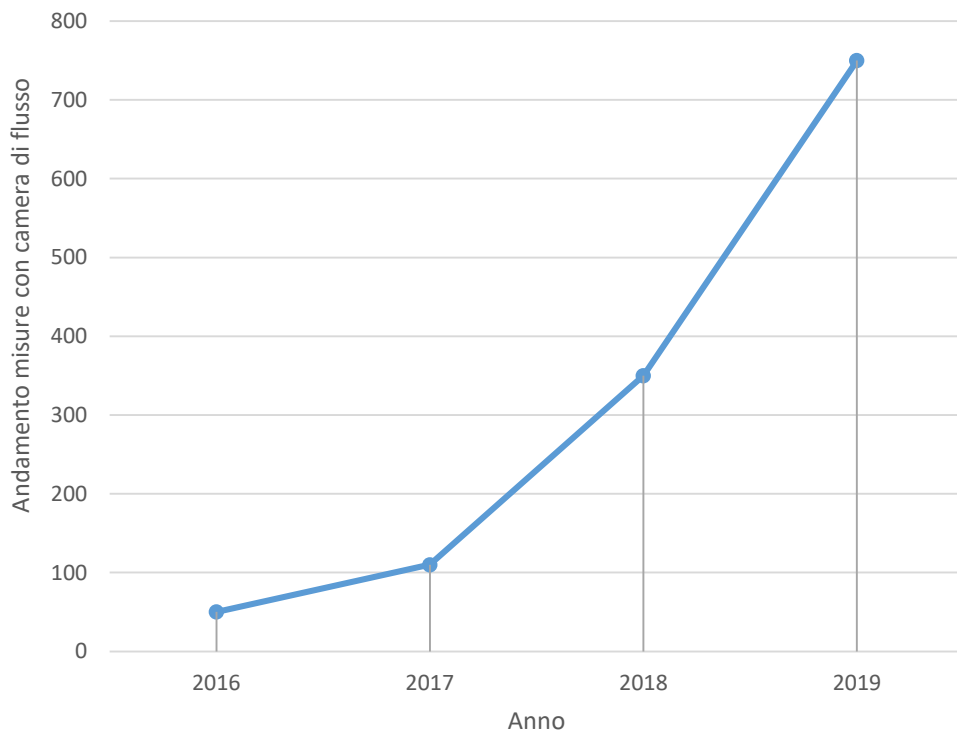
Table 5: Fiala in carbone attivo

Flusso impostato su pompa di prelievo (L/min)	Tipo di substrato	Linee di prelievo - materiali utilizzati	Bianchi di campo	Immagine installazione fiala	Volume campionato finale (L)
0.2	carbone attivo / small	teflon + raccordi silicone	na	Exists	72

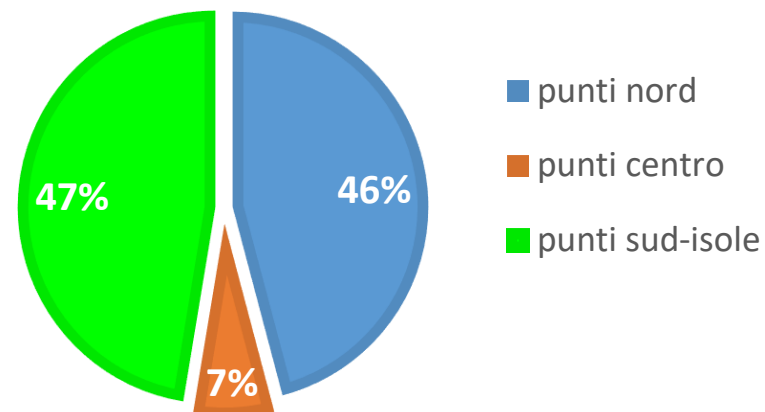


NUMERI E PUNTI

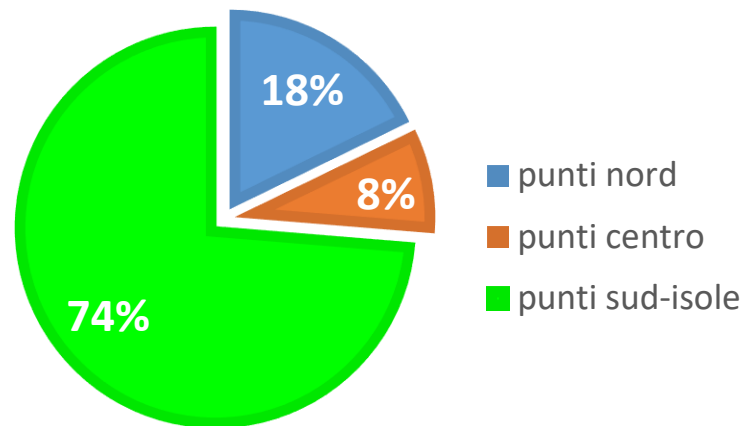
Misura di vapori
mediante camere di flusso



AREA GEOGRAFICA 2018



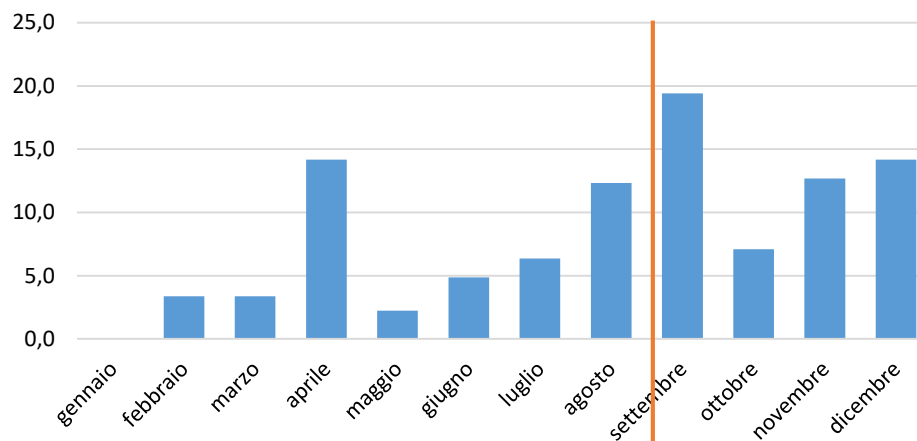
AREA GEOGRAFICA 2019



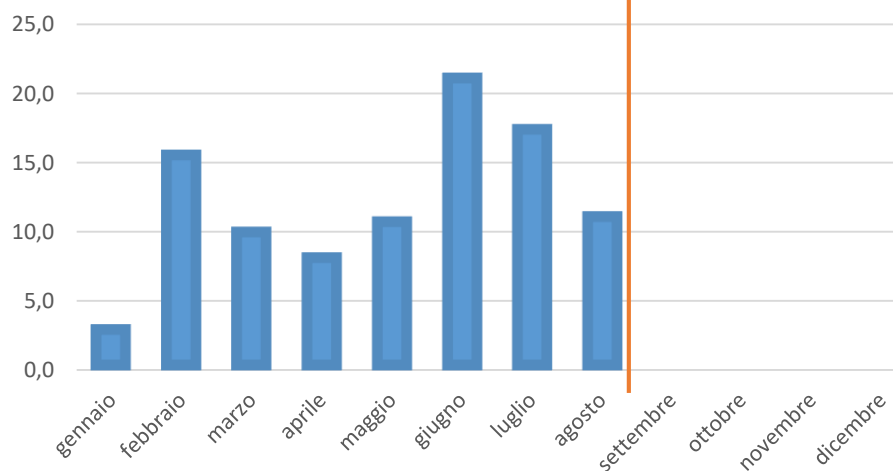
NUMERI E PUNTI Misura di vapori mediante camere di flusso



% CAMERE NELL'ANNO 2018



% CAMERE NELL'ANNO 2019



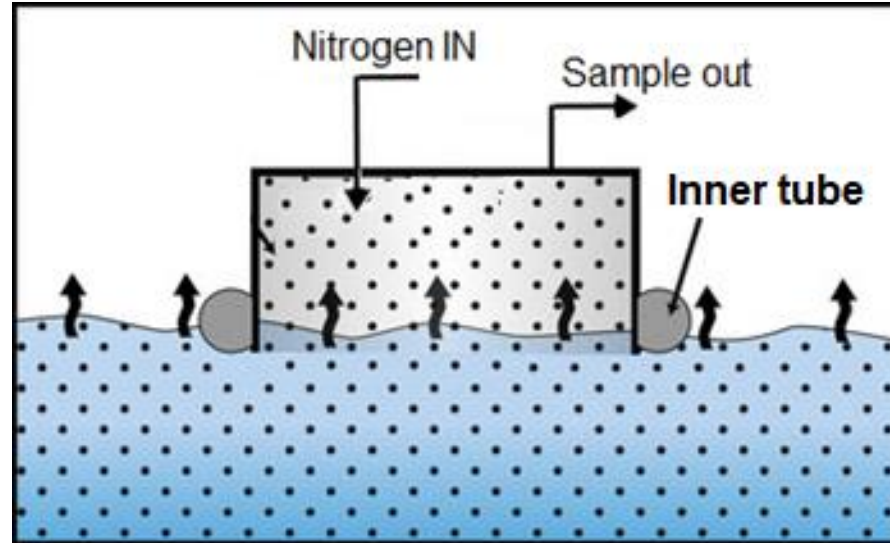


NUOVE APPLICAZIONI



CAMERE DI FLUSSO DINAMICHE SU SUPERFICI LIQUIDE

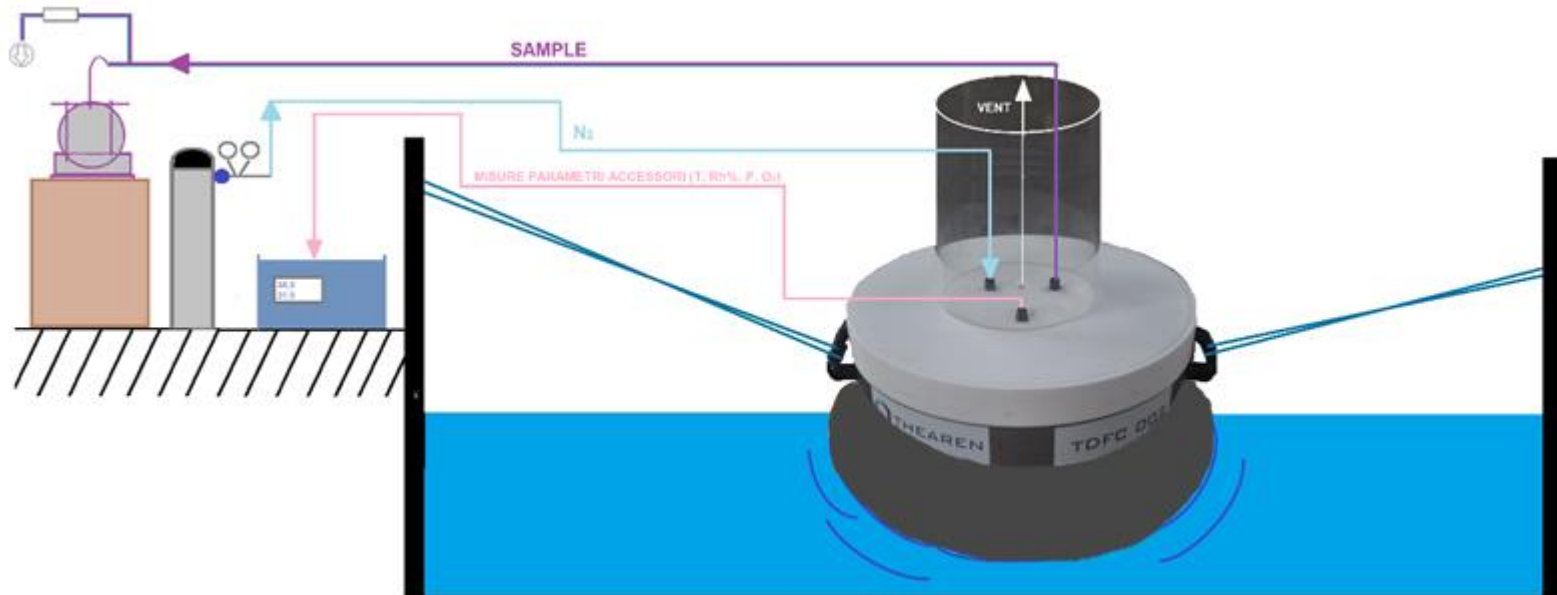
Utilizzo della camera di flusso dinamica per misura emissioni diffuse da superfici di liquido.



La camera di flusso viene mantenuta sulla superficie dell'acqua mediante un elemento tubolare galleggiante che sigilla il sistema rispetto al livello dell'acqua e mantiene alla giusta altezza, rispetto al pelo libero, la linea multiforo di insufflaggio del gas vettore

CAMERE DI FLUSSO DINAMICHE SU SUPERFICI LIQUIDE

Utilizzo della camera di flusso dinamica per misura emissioni diffuse da superfici di liquido.



schema di installazione camera di flusso

CAMERE DI FLUSSO DINAMICHE SU SUPERFICI LIQUIDE

Utilizzo della camera di flusso dinamica per misura emissioni diffuse da superfici di liquido.



DAL FLUSSO MEDIANTE MODELLI DI DISPERSIONE SONO CALCOLATE LE EMISSIONI DIFFUSE RISPETTO ALLA DIMENSIONE DELLE VASCHE

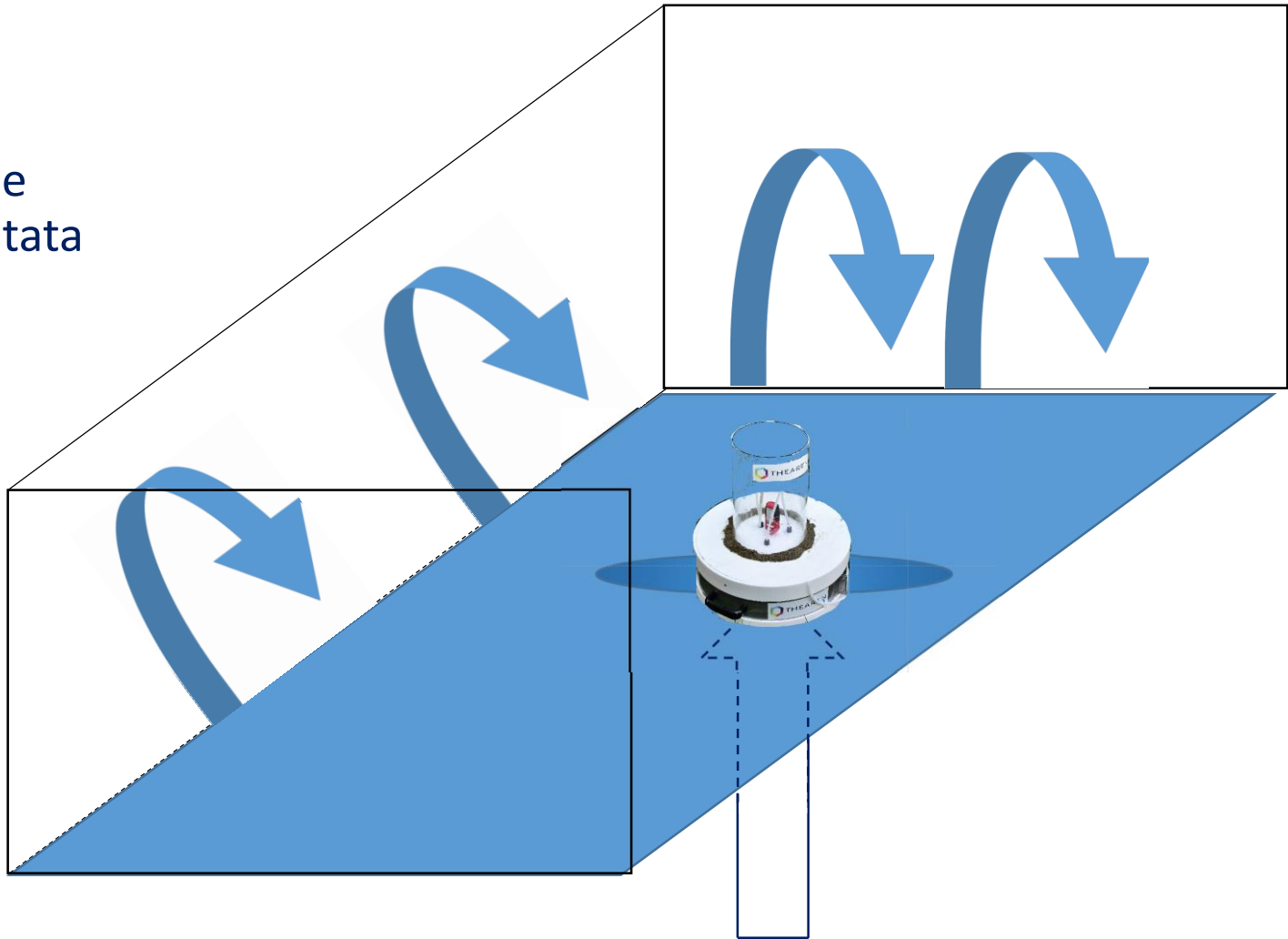


NUOVE APPLICAZIONI



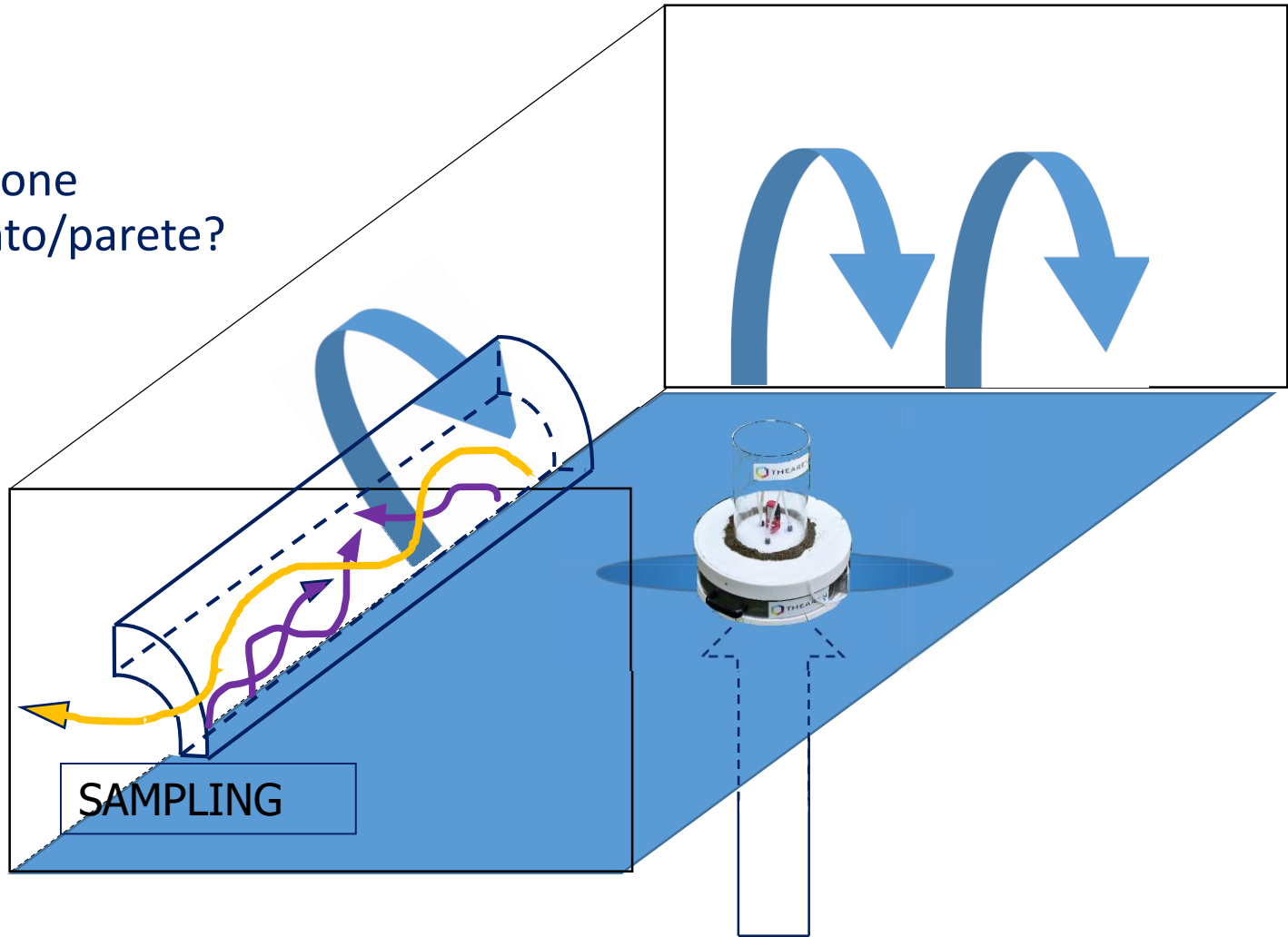
UTILIZZO INDOOR

Sulla
superficie
pavimentata
indoor?



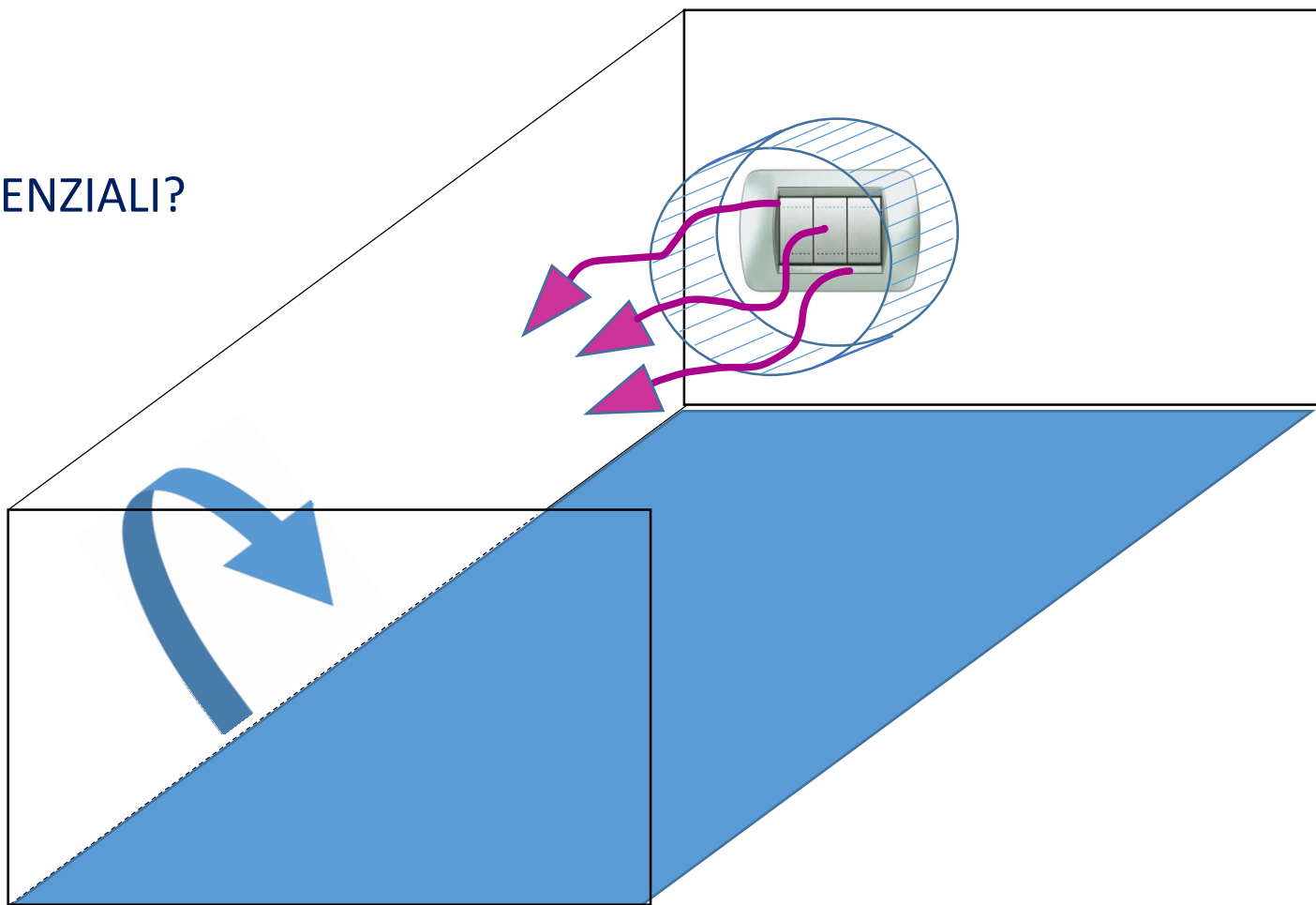
UTILIZZO INDOOR

Linea di
intersezione
pavimento/parete?



UTILIZZO INDOOR

VIE
PREFERENZIALI?





THEAREN

INSPIRING INNOVATION

luca.spinelli@thearen.com