INAIL provider ECM

artaabruzzo
agenzia regionale per la tutela dell'ambiente

«Confronto tra misure e stime della concentrazione in aria per la tutela dei lavoratori esposti alla contaminazione dal suolo: esperienze dell'ARTA Abruzzo»

L. Luchetti*, A. Diligenti**

*ARTA Abruzzo Responsabile Ufficio Siti contaminati, materiale da scavo e discariche

** ARTA Abruzzo - Ufficio Siti contaminati, materiale da scavo e discariche

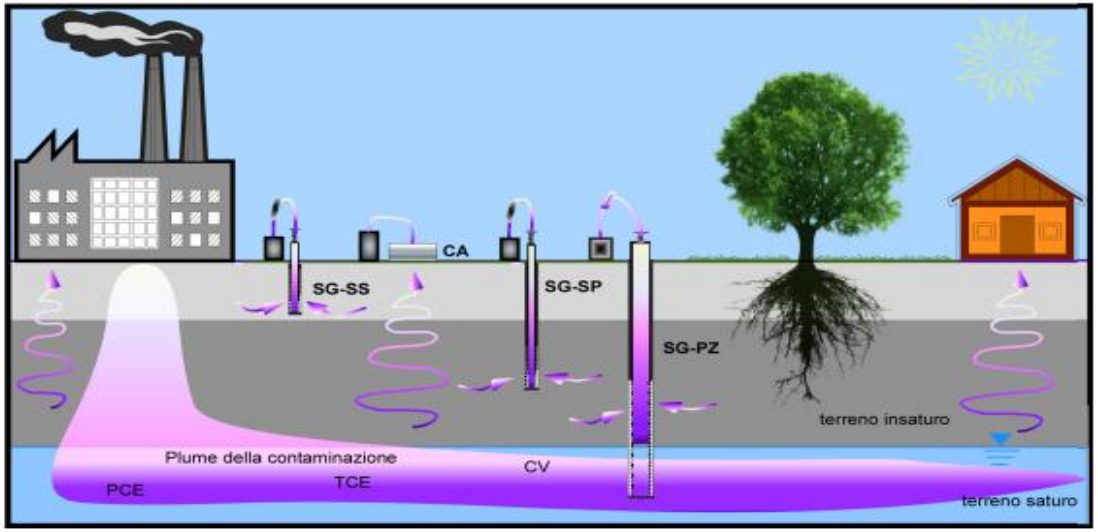
Definizione COV (art.268 comma ll)

I COMPOSTI ORGANICI VOLATILI (COV)

D.Lgs. 152/06
Parte V "Norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera"

sono quei composti organici che a 293,15 K hanno una pressione di vapore pari a 0,01 kPa o superiore, oppure una volatilità corrispondente in condizioni particolari di uso

I COV (es. BTEX, idrocarburi clorurati e il metano) derivanti da rifiuti interrati, terreno o falda contaminati, possono migrare attraverso il suolo insaturo in ambiente confinato (indoor) e aperto (outdoor), e produrre rischio per la salute e l'ambiente



Inquadramento normativo del soil gas

D.lgs. 152/06 e ss.mm.ii

Parte Quarta titolo V

"Bonifica dei siti contaminati"

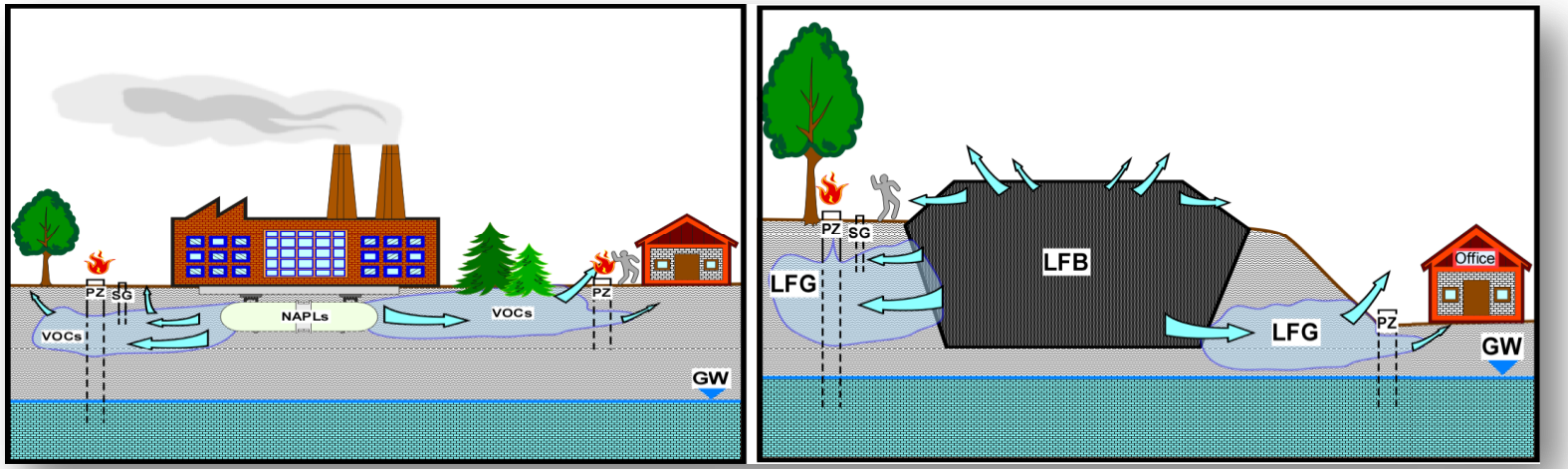
A. art. 240 comma t)

B. Allegato 2-4 (Caratterizzazione)

C. Allegato 1 (AdR)

A. art. 240 comma t)

Individua condizioni di emergenza in presenza di sostanze (es: metano o anidride carbonica) appartenenti a classi di pericolo esclusivamente fisico che possono produrre rischio di esplosività o effetti nocivi alla salute in luoghi confinati o aperti.

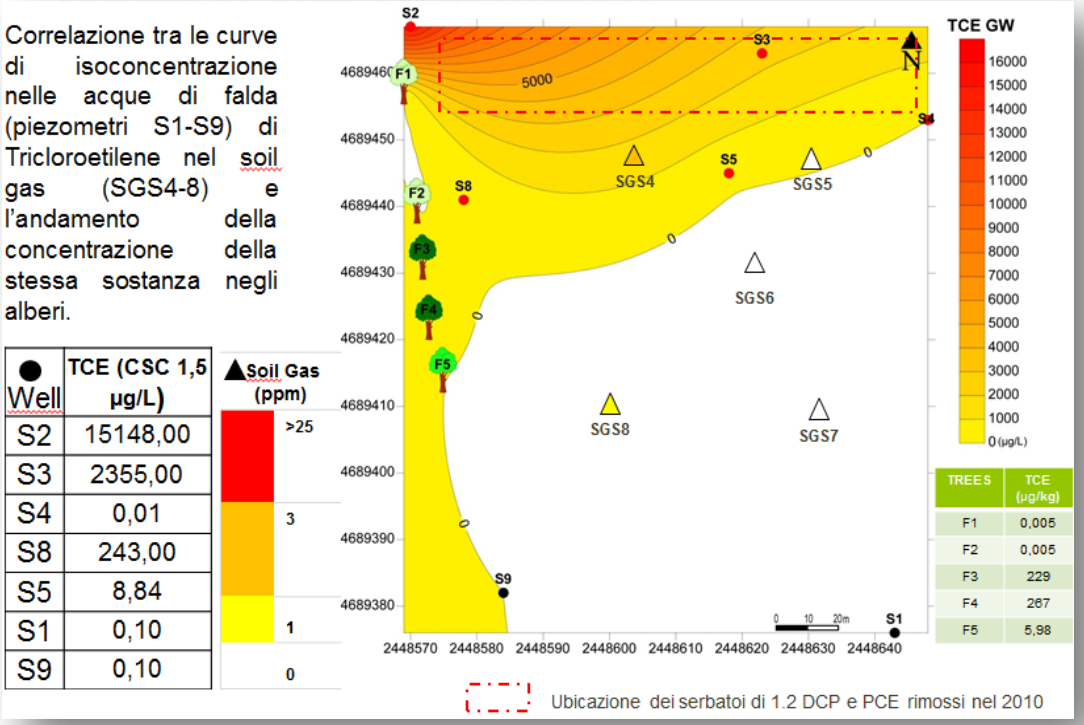


B. Allegato 2 – 4 (Caratterizzazione)

suggerisce di utilizzare i dati di soil gas per ottimizzare l'ubicazione dei punti d'indagine nella predisposizione del Piano di caratterizzazione

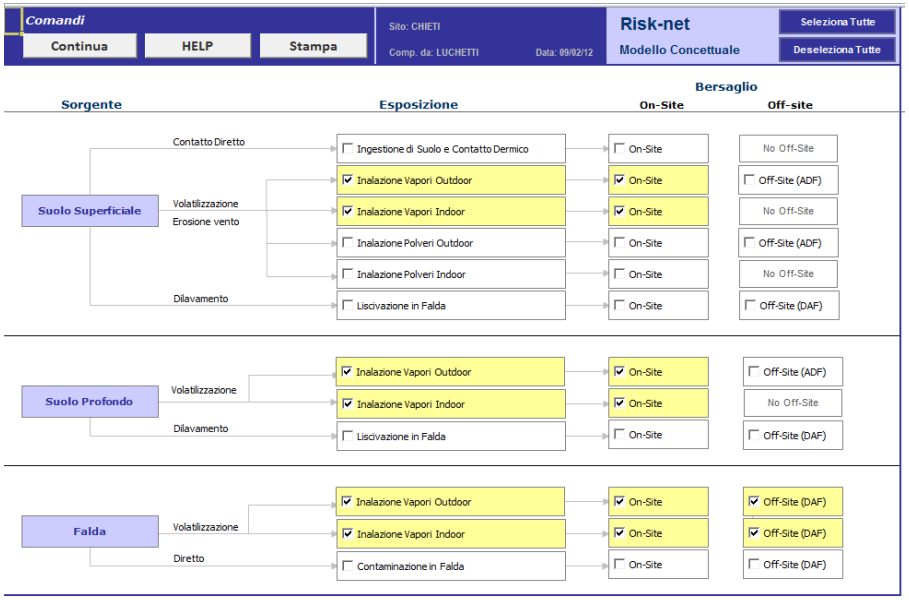
Correlazione tra le curve di isoconcentrazione nelle acque di falda (piezometri S1-S9) di Tricloroetilene nel soil gas (SGS4-8) e l'andamento della concentrazione della stessa sostanza negli alberi.

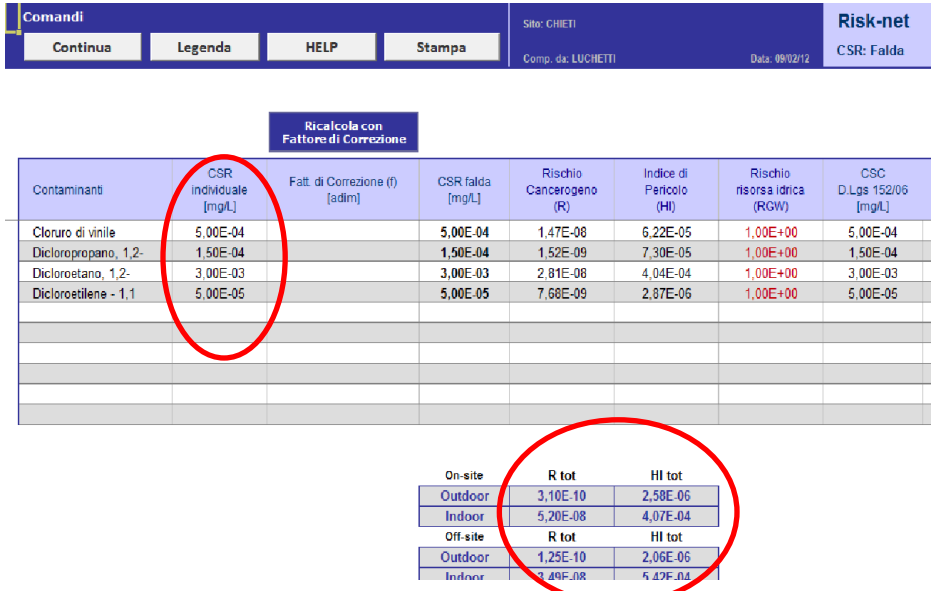
Well	TCE (CSC 1,5 µg/L)
S2	15148,00
S3	2355,00
S4	0,01
S8	243,00
S5	8,84
S1	0,10
S9	0,10



C. Allegato 1 (*Analisi assoluta di Rischio*)

Sorgente → Percorsi → Bersagli





Contaminanti	CSR individuale [mg/L]	Fatt. di Correzione (f) [adim]	CSR falda [mg/L]	Rischio Cancerogeno (R)	Indice di Pericolo (HI)	Rischio risorsa idrica (RGW)	CSC D.Lgs 152/06 [mg/L]
Cloruro di vinile	5,00E-04		5,00E-04	1,47E-08	6,22E-05	1,00E+00	5,00E-04
Dicloropropano, 1,2-	1,50E-04		1,50E-04	1,52E-09	7,30E-05	1,00E+00	1,50E-04
Dicloroetano, 1,2-	3,00E-03		3,00E-03	2,81E-08	4,04E-04	1,00E+00	3,00E-03
Dicloroetilene - 1,1	5,00E-05		5,00E-05	7,68E-09	2,87E-06	1,00E+00	5,00E-05

On-site	R tot	HI tot
Outdoor	3,10E-10	2,58E-06
Indoor	5,20E-08	4,07E-04
Off-site	**R tot**	**HI tot**
Outdoor	1,25E-10	2,06E-06
Indoor	3,49E-08	5,42E-04

La procedura di AdR nella modalità inversa, nel percorso di volatilizzazione dei contaminanti VOC, definisce gli obiettivi di bonifica (CSR) e/o stima, nella modalità diretta, il rischio (R, HI) associato alla concentrazione riscontrata nella sorgente.

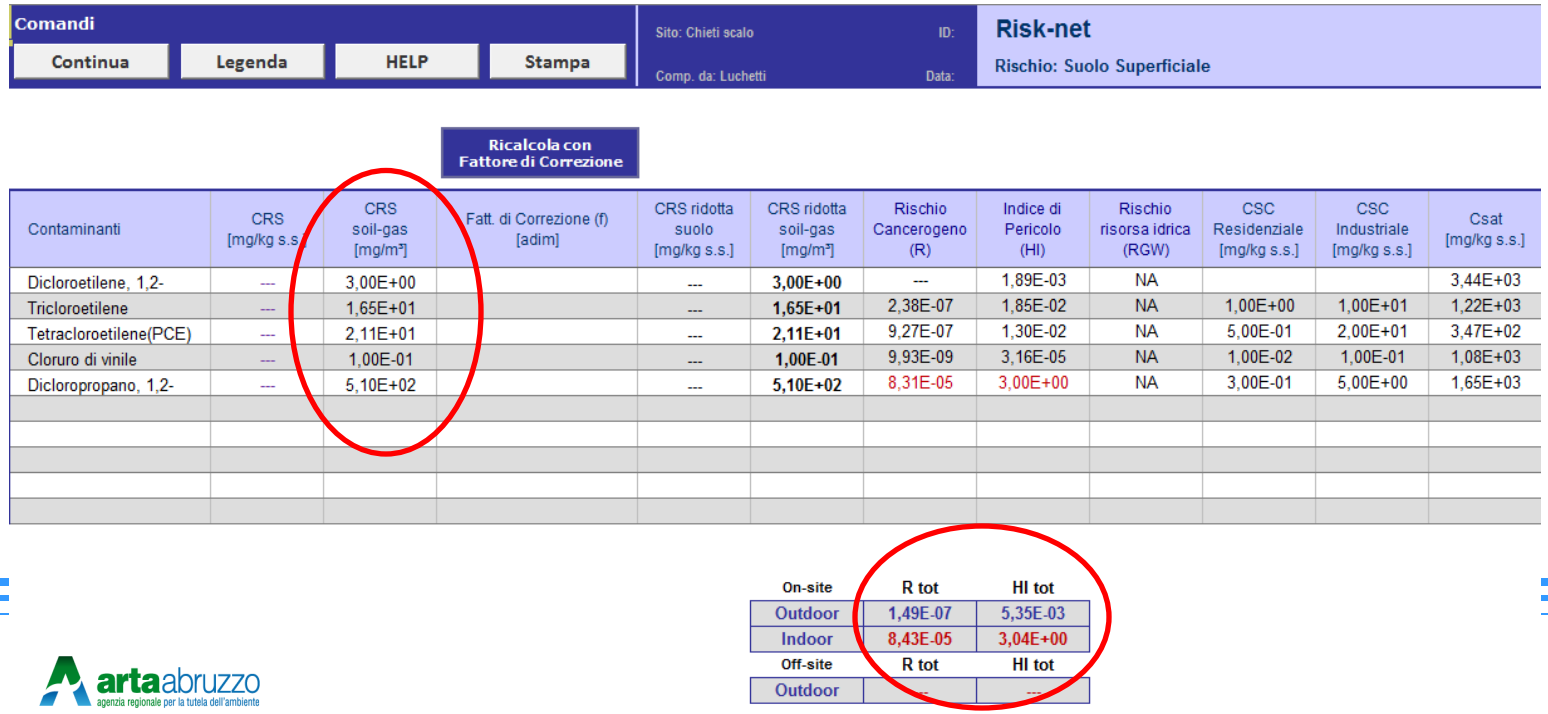
C. Allegato 1 (*Analisi assoluta di Rischio*)

INAIL provider ECM

PERCORSO VOLATILIZZAZIONE ADR
QUANDO CSR<CRS SUOLO O FALDA IL SITO È CONTAMINATO

Una valutazione rappresentativa, che non sovrastimi il rischio per la salute umana derivante dalla modellistica, può prevedere campagne d'indagine con misure dei soil-gas che consentono di

verificare nella modalità diretta l'accettabilità del rischio



Contaminanti	CRS [mg/kg s.s.]	CRS soil-gas [mg/m³]	Fatt. di Correzione (f) [adim]	CRS ridotta suolo [mg/kg s.s.]	CRS ridotta soil-gas [mg/m³]	Rischio Cancerogeno (R)	Indice di Pericolo (HI)	Rischio risorsa idrica (RGW)	CSC Residenziale [mg/kg s.s.]	CSC Industriale [mg/kg s.s.]	Csat [mg/kg s.s.]
Dicloroetilene, 1,2-	---	3,00E+00		---	**3,00E+00**	---	1,89E-03	NA			3,44E+03
Tricloroetilene	---	1,65E+01		---	**1,65E+01**	2,38E-07	1,85E-02	NA	1,00E+00	1,00E+01	1,22E+03
Tetracloroetilene(PCE)	---	2,11E+01		---	**2,11E+01**	9,27E-07	1,30E-02	NA	5,00E-01	2,00E+01	3,47E+02
Cloruro di vinile	---	1,00E-01		---	**1,00E-01**	9,93E-09	3,16E-05	NA	1,00E-02	1,00E-01	1,08E+03
Dicloropropano, 1,2-	---	5,10E+02		---	**5,10E+02**	8,31E-05	3,00E+00	NA	3,00E-01	5,00E+00	1,65E+03

On-site	R tot	HI tot
Outdoor	1,49E-07	5,35E-03
Indoor	8,43E-05	3,04E+00
Off-site	**R tot**	**HI tot**
Outdoor	---	---

INAIL FORMAZIONE

artaabruzzo agenzia regionale per la tutela dell'ambiente

COMPETENZE ARTA DISTRETTO PROVINCIALE DI CHIETI

Provincia di Chieti

n. 150 siti contaminati: siti industriali, PV carburante, discariche

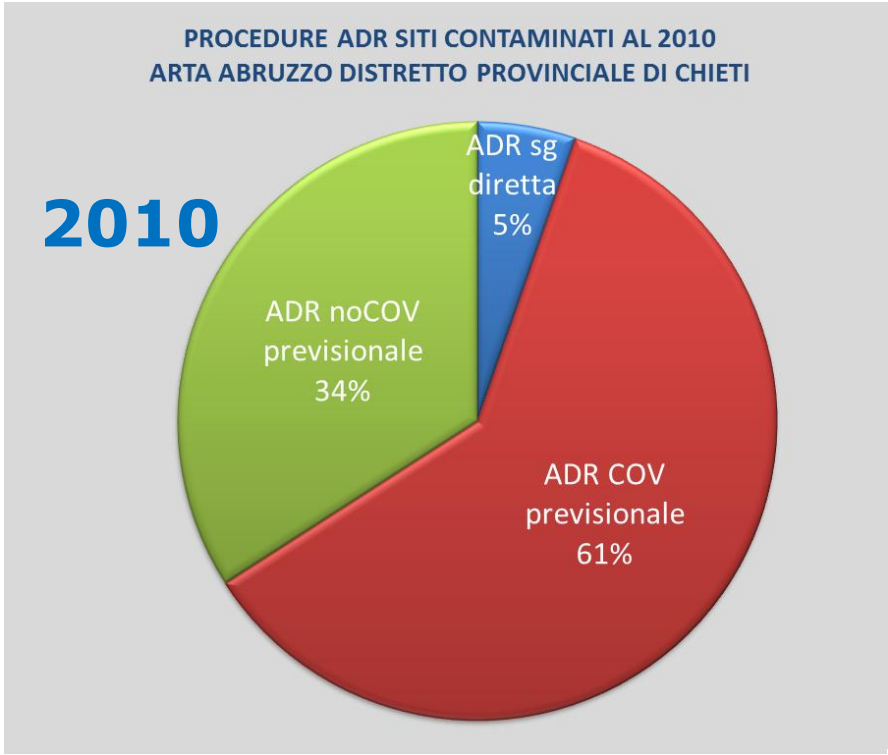
Provincia di Pescara

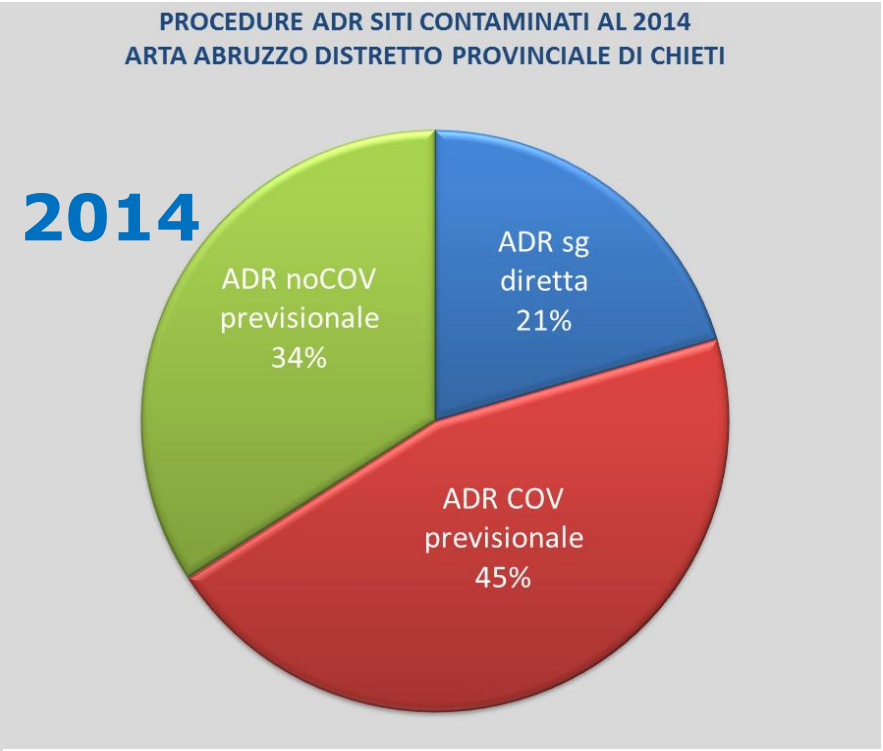
n. 150 siti contaminati: siti industriali, PV carburante, discariche

SIR «CHIETI SCALO», SIR «F.SALINE- F.ALENTO» e SIN «BUSSI SUL TIRINO»

DISTRIBUZIONE NEL TEMPO DELLE ATTIVITA'DI CONTROLLO ARTA ABRUZZO SU SOIL GAS E ARIA

INAIL provider ECM





OBIETTIVO DEL PROTOCOLLO ARTA

- STANDARDIZZARE LE MODALITA' OPERATIVE DI CAMPIONAMENTO ED ANALISI DEI SOIL GAS e ARIA

- MIGLIORARE LA QUALITÀ DELL'INFORMAZIONE RICAVABILE DALLE MISURE DI CAMPO DEI SOIL GAS E ARIA

Dispositivi di campionamento e strumentazione per l'esecuzione di analisi di campo e di laboratorio.

ANALISI IN CAMPO		ANALISI IN LABORATORIO	
DISPOSITIVI DI CAMPIONAMENTO SONDE installate nel terreno superficiale <1m SONDE installate nel terreno profondo>1m PIEZOMETRI CAMERA DI ACCUMULO CAMERA DI FLUSSO		**DISPOSITIVI DI CAMPIONAMENTO** SONDE installate nel terreno superficiale <1m SONDE installate nel terreno profondo>1m PIEZOMETRI CAMERA DI ACCUMULO CAMERA DI FLUSSO	
CAMPIONATORI INDIRETTO ATTIVO: FIALE COLORIMETRICHE DIRETTO: GA, PID, FID		**CAMPIONATORI** INDIRETTO ATTIVO: FIALE ADSORBENTI PER DES. CHIMICO E TERMICO INDIRETTO PASSIVO: RADIELLI DIRETTO: SIRINGHE, PIPETTONI, CANISTER, TEDLAR BAG, BOTTIGLIE	
ANALITI INDICE	**STRUMENTAZIONE**	**ANALITI INDICE**	**STRUMENTAZIONE**
$CH_4/CO_2/O_2/H2S$ COV (escluso CH4) CH_4/COV tot	GA (IR E CELLE ELETTROCHIMICHE) FIALE COLORIMETRICHE-PID FID	COV	GC/MS e GC/FID

RIFERIMENTI NORMATIVI ANALISI DI LABORATORIO

Metodo analisi	Supporto	Strumentazione	Limite di rilevabilità
EPA TO-15 1999	Canister	GC/MS	1 a 10 mg/m^3
EPA TO 17-1999 **UNI ISO16017 -1 2002** **UNI ISO16017 -2 2004**	Radielli/Fiale adsorbenti per desorbimento termico	GC/MS	0,5 a 25 ppb
UNI EN 13649-2002	Fiale adsorbenti per desorbimento chimico	GC/MS e CG/FID	0,1 a 0,5 mg/m^3

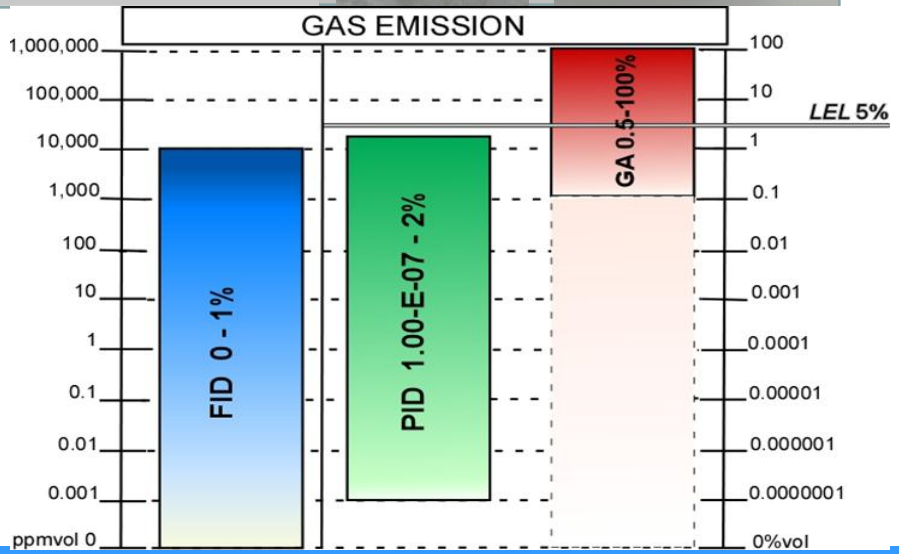
L'UTILIZZO DI STRUMENTI PORTATILI PIÙ AFFIDABILI E RAFFINATI CONSENTONO IL PASSAGGIO

DALLA STIMA QUALITATIVA ALLA QUANTIFICAZIONE DEI COV

RIFERIMENTI NORMATIVI MISURE DI CAMPO

- Metodo EMTIC M-21 “Determination of Volatile Organic Compound Leaks” – US EPA (1993).
- Protocollo EPA-453/R-095-017 “Protocol for Equipment Leak Emission Estimates” (1995);
- UNI EN 15446“Emissioni da fughe e diffuse relative ai settori industriali - Misurazione delle emissioni da fughe di composti gassosi provenienti da perdite da attrezzature e tubazioni” (2008);
- Protocollo RAE Systems-TN -106 2010
- UNI EN 1231-1999

STRUMENTAZIONE PORTATILE



Detector a Ionizzazione di Fiamma FID

rileva le sostanze organiche che possono essere ionizzate mediante una micro fiamma alimentata da idrogeno e aria

misura: Metano e Carbonio Organico Totale (TOC) e trasforma tutti i gli altri composti in CO2 non rilevabile dallo strumento.

Opera in un intervallo di concentrazione compreso tra 0 e 10.000ppm (1% in vol).

Lo strumento presenta una pompa interna con velocità di flusso di 250 mL/min.

Fotoionizzatore portatile PID

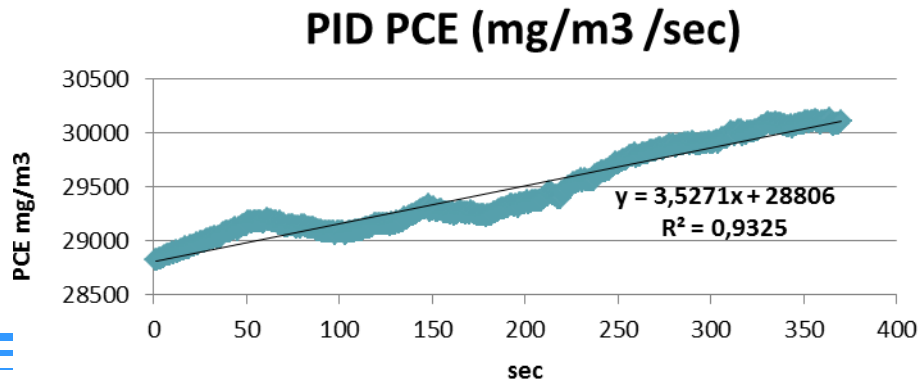
è uno strumento non-distruttivo

Misura in funzione di FR: composti organici volatili (COV) totali e singoli.

Flusso di campionamento di 220-250 mL/min

Il Fattore di Risposta viene calcolato dividendo la concentrazione del gas (C) per la concentrazione rilevata dallo strumento riferita all'Isobutilene(C_{PID}). $FR = \frac{C}{CPID}$

Le misure possono essere effettuate con intervalli >1 sec, e registrate in continuo. Il campionamento potrà essere ritenuto significativo se la retta di regressione ottenuta presenta un R^2>0,8.



Analizzatore portatile per gas GA

è uno strumento non-distruttivo

Misura:CO2, CH4 e CO, con sensore infrarosso (IR)e di O2, H2S e NH3, con sensori elettrochimici, consente inoltre di rilevare Temperatura (°C) e Pressione (mbar).

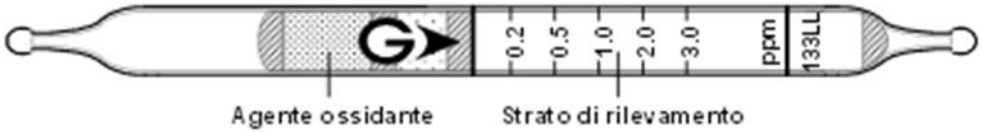
Il campo di misura del GA varia in funzione dei composti ed in particolare per:

- CO2 e CH4, è compreso tra 0 e 100% vol, con un limite di quantificazione pari a **1%**,
- O2 è tra0 e 25% vol, con una precisione della risoluzione pari a **0,02%**;
- CO è tra 0 e 10000 ppm, con una precisione della risoluzione pari a **30 ppm**;
- H2S è tra 0 e 300 ppm, con una precisione della risoluzione pari a 1 ppm;
- NH3 è tra 0 e 1000 ppm, con una precisione della risoluzione pari a 1 ppm,

Il GA è dotato di pompa aspirante interna, ad elevata prevalenza, con portata di 500 mL/min.

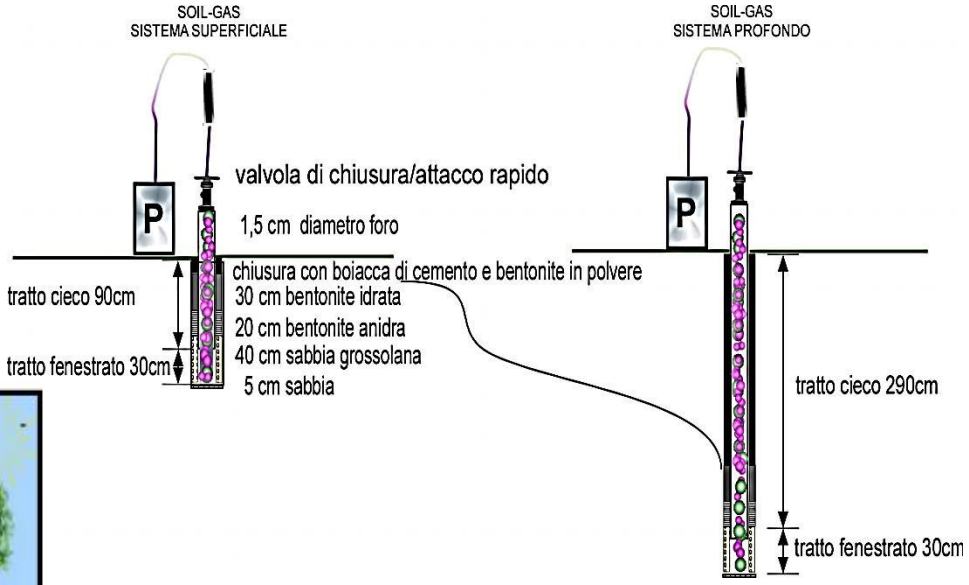
Campionamento ed analisi con fiale colorimetriche

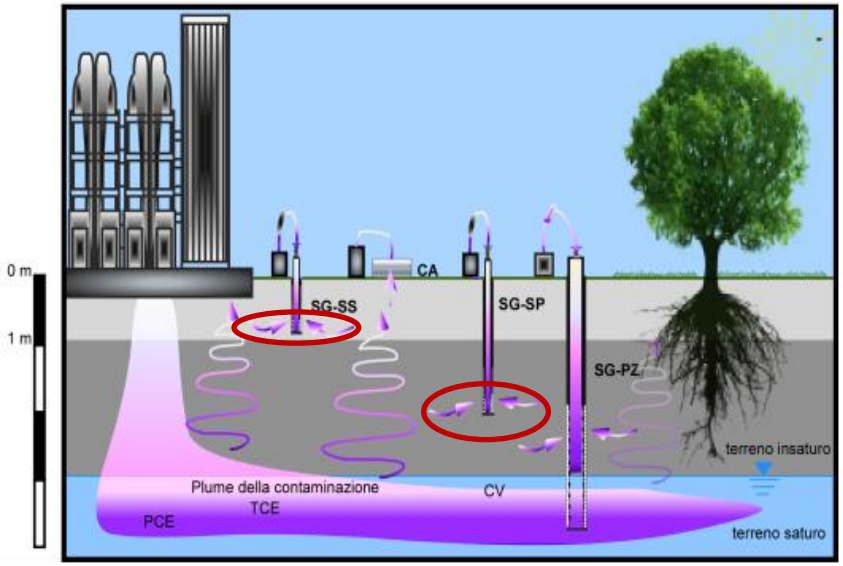
Le fiale colorimetriche (UNI EN 1231-1999) consentono di discriminare molti composti chimici fornendo una stima della concentrazione del gas ricercato in tempo reale



GASTEC range concentrazione 0,125 - 8,8 ppm Contaminante TCE	Volume di campionamento (mL)	Tempo di campionamento (sec) Q 0,2 (L/min) T. aspirazione	T. reazione	Fc	Cf conc. misurata sulla fiala (ppm)	C= Cf* Fc (ppm)
1°campionameto	50	15				
1°lettura			45	2,2	**1,8-4**	**4-8,8**
2°campionameto	50	15				
2°lettura			90	1	**0,25-4**	**0,25-4**
3°campionameto	100	60				
3°lettura			180	1/2	**0,25-0,5**	**0,125-0,25**
Contaminante secondario 1,2DCE						
evidenziato nella lettura del 2° campionamento avendo aspirato 100 mL						
2°lettura			<90	1,5	**0,25-4**	**0,375-6**

Specifiche dispositivi campionamento





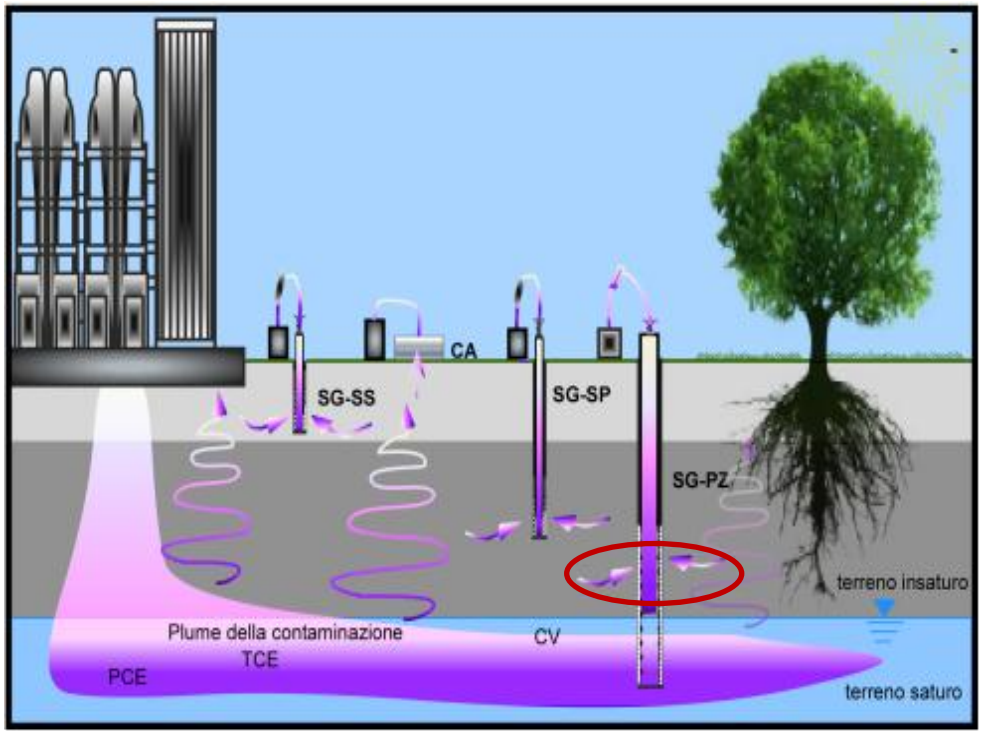
Sonde permanenti

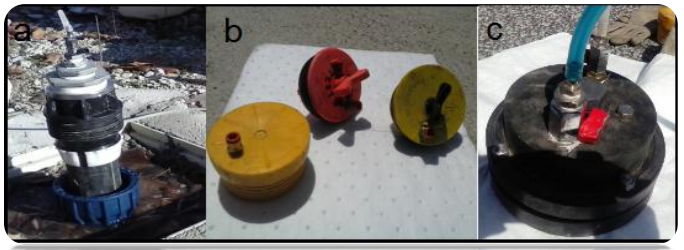
I materiali con cui possono essere realizzate le sonde sono: acciaio inossidabile, PVC e comunque in materiali inerti.

Le tubazioni delle linee di campionamento sono prevalentemente utilizzati: TeflonTM, nylon (NylaFlowTM) e polietereterchetone (PEEK).

Non sono idonee tubazioni in polietilene (LDPE e HDPE) o in silicone, ed in metallo solo qualora la sostanza da ricercare sia l'acido solfidrico

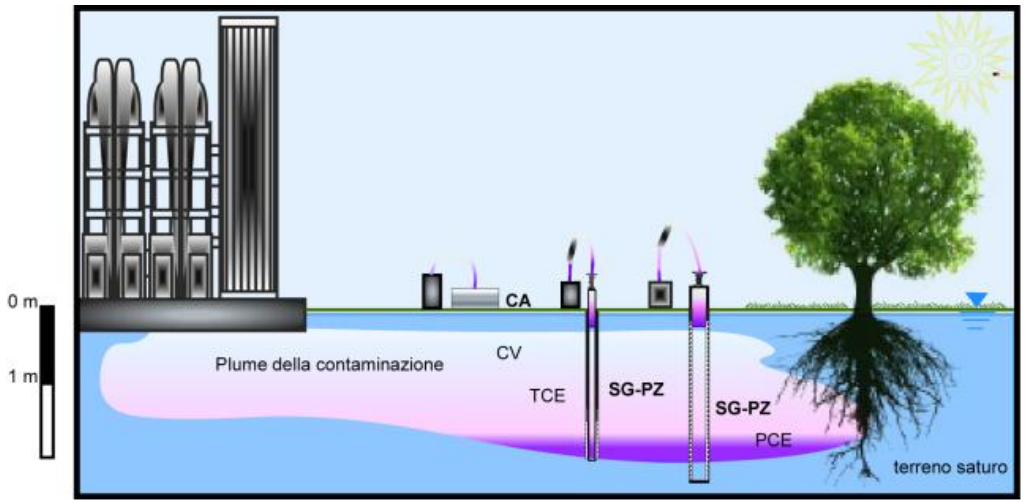
Specifiche dispositivi campionamento

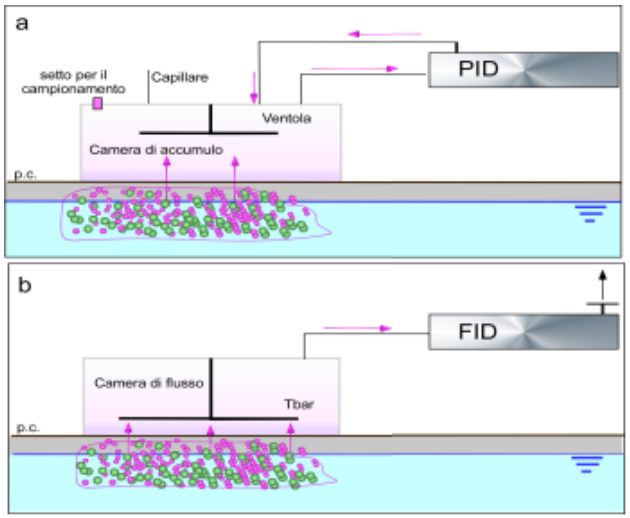




Piezometri: la profondità d'inizio del tratto filtrante del tubo piezometrico consentirà di discriminare tra una misura di soil gas nel terreno superficiale o profondo.

Specifiche dispositivi campionamento





Camera di Flusso e Camera di Accumulo

$Q_{soil\text{-}gas} = dc/dt * V/A \ (mg/m^2/sec)$

$Q_{soil\text{-}gas} = \alpha * Hc \ (mg/m^2/sec)$

con Hc altezza della camera cilindrica

Spurgo Misura

LA STRUMENTAZIONE PORTATILE CONSENTE:

- Controllare le sostanze pericolose per le caratteristiche fisiche
- Verificare la correttezza della procedura di spurgo e di campionamento
- Monitorare i soil gas, l'aria ambiente, l'interfaccia aria/terreno e le matrici vegetali (Protocollo Phytoscreening ARTA, 2014)

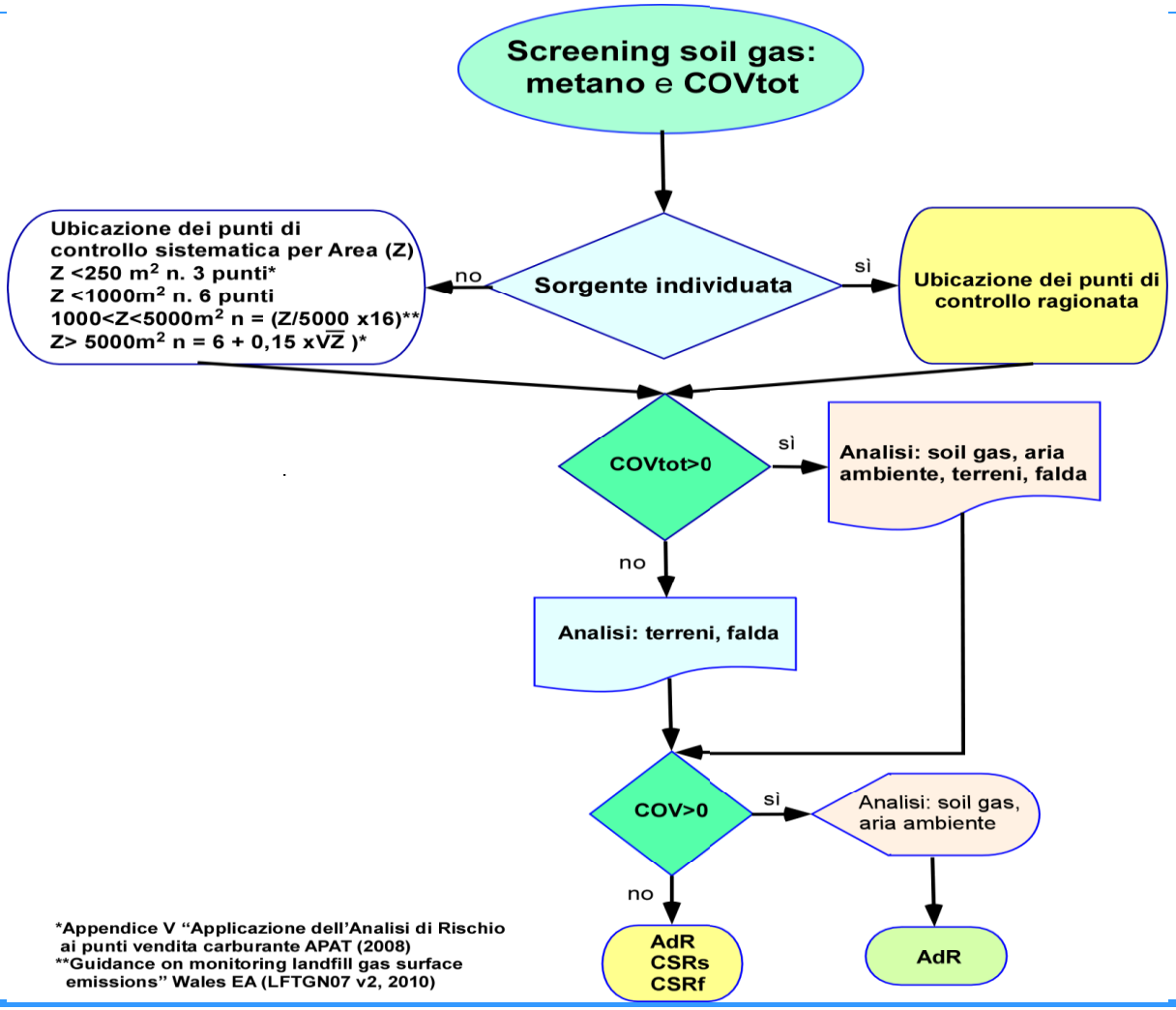
UTILIZZO DEI DATI DI SOIL GAS/ARIA

- *MISE*
- *Caratterizzazione*
- *AdR rischio sanitario*
- *Collaudo Bonifica/MISO/MISP*

Condizioni e verifiche preliminari per il campionamento

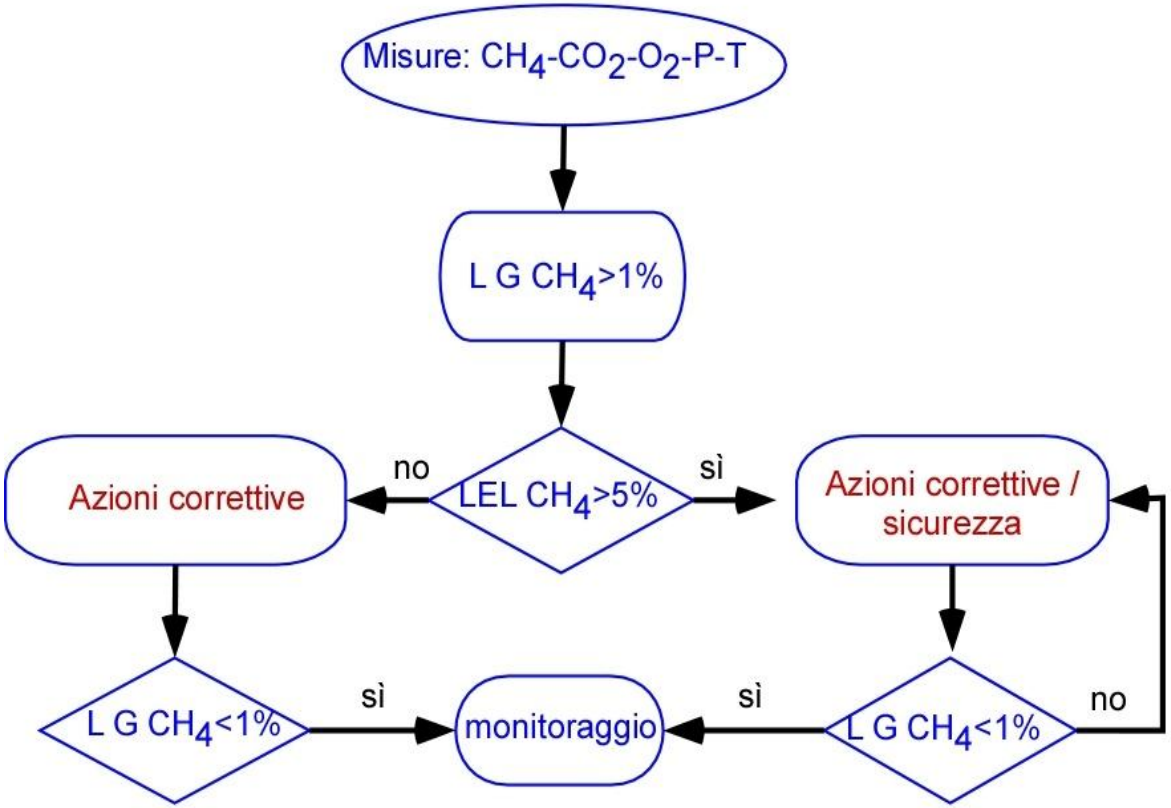
- condizioni meteo-climatiche
- caratteristiche costruttive dei dispositivi di campionamento e tipologia della pavimentazione
- soggiacenza delle acque sotterranee
- spurgo e campionamento delle acque in caso di utilizzo dei piezometri
- contaminanti significativi e loro PI, lampada idonea per il PID

MISE - Caratterizzazione



*Appendice V "Applicazione dell'Analisi di Rischio ai punti vendita carburante APAT (2008)
**Guidance on monitoring landfill gas surface emissions" Wales EA (LFTGN07 v2, 2010)

Screening metano



Livelli di guardia necessari a garantire la sicurezza:

Limite Inferiore di Esplosività (P 1atm,T 20°C) **LEL =5% di CH_4**

Livello di Guardia, pari al 20% del LEL, **LG =1 % di CH_4**

Fasi del campionamento

STEP1

TEST DI SICUREZZA E DI PRE-SPURGO con GA

ARIA: CH_4,O2, CO2, P e T - SOIL GAS: CH_4, O2, CO2, P e T

STEP2

SPURGO con POMPA/GA O PID

RIMOZIONE DI 3/5 VOLTE IL VOLUME DELLA LINEA DI CAMPIONAMENTO

STEP3

TEST DI TENUTA con GAe/o PID - VERIFICA TREND Conc. con PID

ARIA: CH_4,O2, CO2, P e T - SOIL GAS: CH_4, O2, CO2, P e T

STEP4

RIEQUILIBRIO DEL SISTEMA

ATTENDERE ALMENO 2 MIN PER OGNI LITRO DI GAS SPURGATO

STEP5

TEST DI TENUTA con GA e/o PID- VERIFICA TREND Conc. con PID

ARIA: CH_4,O2, CO2, P e T - SOIL GAS: CH_4, O2, CO2, P E T

STEP6

MISURA con PID e FIALE COLORIMETRICHE

CAMPIONAMENTO con FIALE ADSORBENTI

STEP7

TEST DI TENUTA con GA

ARIA: CH_4,O2, CO2, P e T - SOIL GAS: CH_4, O2, CO2, P e T

Campionamento e misura con PID

Il PID è utilizzato per la misura dell'aria ambiente (STEL/TLV,TWA…) e può essere applicato in tutti i dispositivi di campionamento (SSGs, SSGp, Piezometri, Camera di Flusso CF, Camera di Accumulo CA) per misure di soil gas, consente di valutare:

- la concentrazione dei gas presenti nella miscela
- lo spurgo, la tenuta del sistema (circuitazione di aria ambiente) e il tempo di campionamento
- l'adeguatezza della capacità adsorbente delle Fiale (per desorbimento chimico o termico)

Fasi 1-2

STEP1

TEST DI SICUREZZA E DI PRE-SPURGO con GA

ARIA: CH_4,O2, CO2, P e T

SOIL GAS: CH_4, O2, CO2, P e T

CH_4>1% attuare un adeguato intervallo temporale di monitoraggio

CH_4>5% attivare MISE per pericolo di esplosione e incendio e monitoraggio

STEP2

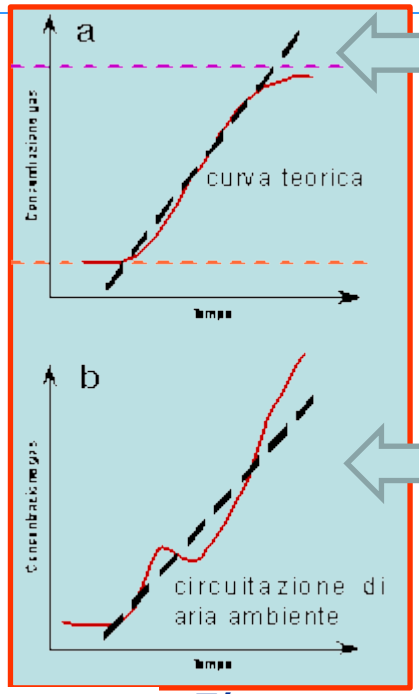
SPURGO con POMPA/GA O PID

RIMOZIONE DI 3/5 VOLTE IL VOLUME DELLA LINEA DI CAMPIONAMENTO

Porosità Terreno	*Profondità Tratto fenestrato (m)*	*Pavimentazione*	*Portata spurgo(L/min)*	*Strumentazione*
Media	*<1*	*no*	*0,2/0,25*	*Pompa/PID*
Medio/bassa	*<1*	*sì*	*0,5*	*Pompa/GA*
Medio/bassa	*>1*	*no/sì*	*0,5*	*Pompa/GA*
Medio/bassa	*>10*	*no/sì*	*1*	*Pompa*
Alta	*<1*	*no*	*0,1*	*Pompa*
Alta	*<1*	*sì*	*0,2/0,25*	*Pompa/PID*
Alta	*>1*	*no*	*0,2/0,25*	*Pompa/PID*
Alta	*>1 / >10*	*sì*	*0,5*	*Pompa/GA*

Fasi 3-5

I dati acquisiti in continuo e scaricati su p.c. vengono plottati per ottenere la retta di regressione lineare. La retta che "interpola"meglio la nuvola di punti è definita dalla distribuzione congiunta delle due variabili tempo e concentrazione, avente equazione y= a +bx



STEP3

TEST DI TENUTA con GAe/o PID –
VERIFICA TREND Conc. con PID

ARIA: CH_4, O2, CO2, P E T
SOIL GAS: CH_4, O2, CO2, P E T

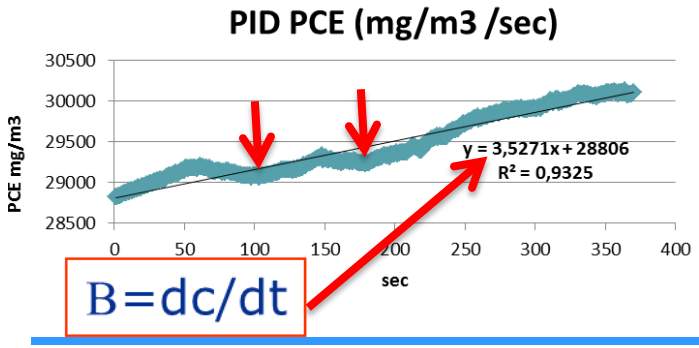
STEP4

RIEQUILIBRIO DEL SISTEMA
ATTENDERE ALMENO 2 MIN PER OGNI LITRO DI GAS SPURGATO

STEP5

TEST DI TENUTA con GA e/o PID-
VERIFICA TREND Conc. con PID

ARIA: CH_4, O2, CO2, P E T
SOIL GAS: CH_4, O2, CO2, P E T

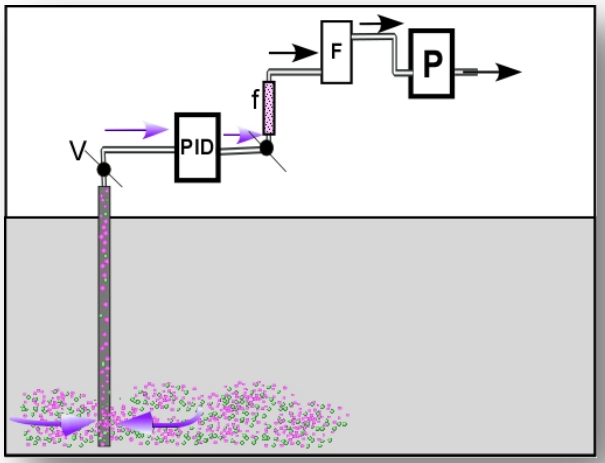


E' opportuno che sia effettuata preliminarmente al campionamento una misura speditiva dei COV totali e dei composti presenti nella miscela gassosa, al fine di individuare i campionatori più idonei per le analisi di laboratorio e per stabilire il tempo di campionamento di questi ultimi.

Fase 6 Misura con PID

Effettuare:

- lo zero ambiente
- la misura del composto con PI più basso
- la misura del composto con PI più alto
- la misura degli altri gas significativi
- la misura dei COV totali



Fase 6
calcolo della concentrazione PID

Metodo UNI EN15446:2008(AllB):
Se è presente un solo composto la concentrazione $C_{FR} = C_{PID} x FR$

Technical note TN-106 Rae Systems (2010):
Per una miscela di gas *invece* $\Sigma Ci = FRm \times \Sigma CiPID$

Con $FRm = \frac{1}{\frac{X1}{FR1} + \frac{X2}{FR2} + \frac{Xi}{FRi}}$

quindi se tutti i composti sono stati individuati $C_{COV\ Totali} = \Sigma C_i$

Se $C_{COV\ Totali} \neq \Sigma C_i$

1. $C_{COV\ Totali} > \Sigma C_i$, potrebbe essere dovuta alla presenza di altri composti che non sono stati misurati

2. $C_{COV\ Totali} < \Sigma C_i$, potrebbe derivare dalla presenza di sostanze con energia di ionizzazione molto simili ($\Delta PI < 0,4eV$), che determinano un segnale amplificato.

Esempio di misura con PID

Collaudo MISP in un sito contaminato da:
Tetracloroetilene, Tricloroetilene e 1,2 Dicloroetilene

Metodo: UNI EN15446 2008,TN-106 2010

CTVOC PID=36000µg/m^3 (PI10,FR1)

ΣCPID= $C1.2DCEPID + C\,TCEPID + C\,PCEPID = 100100 \mu g/m^3$

Σ*C**=69591,90µg/m^3* (sostanze ΔPI<0,4eV)

Sostanza	CPID	PI	X	FR	X/FR	FRm	C** (µg/m3)
1,2Dicloroetilene(1,2 DCE)	*33300*	*9,65*	0,332667333	*0,75*	0,44	0,695	23150,95
Tricloroetilene (TCE)	*37800*	*9,45*	0,377622378	*0,65*	0,58		26279,46
Tetracloroetilene(PCE)	*29000*	*9,33*	0,28971029	*0,7*	0,41		20161,49
C tot	**100100**						**69591,90**

Fase 6
calcolo della concentrazione PID

Metodo* interno per il calcolo della concentrazione C

1. individuare un ordine delle sostanze in funzione del potenziale di ionizzazione (PI) decrescente
2. sottrarre alla concentrazione (C) del composto misurato con PI più elevato, opportunamente corretta con FR, quella del composto misurato con PI immediatamente più basso (individuato sperimentalmente entro un intervallo minore di 0,4eV) per ottenere la Concentrazione (C*) del primo composto

$$C^*_1 = CPID_{1(PI>)} * FR_1 - CPID_{2(PI<)} * FR_2$$
$$C^*_2 = CPID_{2(PI>)} * FR_2 - CPID_{3(PI<)} * FR_3$$
$$C^*_3 = CPID_{3(PI>)} * FR_3 - CPID_{4(PI<)} * FR_4$$

Esempio di misura con PID

Sostanza	PI	FR	CPID µg/m³	CFR µg/m³	C * µg/m³	C fiala colorimetrica µg/m³	C** µg/m³
COV totali	10	1,00	36000	**36000**	-	-	-
Cloruro di vinile (CV)	9,99	2,10	0	-	-	-	-
1, 2Dicloroetilene (1,2 DCE)	9,65	0,75	33300	24975	**405**	n.r.	**23150**
Tricloroetilene (TCE)	9,45	0,65	37800	24570	**4270**	n.r.	**26279**
Tetracloroetilene(PCE)	9,33	0,70	29000	20300	**20300**	**20020**	**20161**

$\Sigma C^*_i = 24975 \mu g/m^3$ $\Sigma C^{**}_i = 69591{,}9 \mu g/m^3$

Metodo interno → $C_{COV\ Totali} > \Sigma C^*_i$

Metodo fiala colorimetrica UNI EN 1231-1999

TN-106 Rae Systems (2010) → $C_{COV\ Totali} < \Sigma C^{**}_i$

Esempio di misura con PID di ARIA indoor

Sostanza	PI	FR	CPID µg/m³	CFR (FR*C_{PID}) µg/m³	C * µg/m³	C** µg/m³
COV totali	10	1,00	55	**55**	-	-
Cloruro di vinile (CV)	9,99	2,10	6,6	13,9	13,9	6,4
1, 2Dicloroetilene (1,2 DCE)	9,65	0,75	0	0	0	0
Tricloroetilene (TCE)	9,45	0,65	0	0	0	0
Tetracloroetilene (PCE)	9,33	0,70	9,1	6,4	6,4	8,8

ΣC^*_i =20,3 µg/m³ **ΣC^{**}_i =15,2 µg/m³**

Metodo UNI EN15446 2008 /interno → **$C_{COV\ Totali} > \Sigma C^*_i$**

TN-106 Rae Systems (2010) → **$C_{COV\ Totali} > \Sigma C^{**}_i$**

PERFOMANCE
ANALISI PID -ANALISI DI LABORATORIO

La significatività del dato analitico acquisito tramite PID rispetto a quello di laboratorio dovrà essere testata tenendo conto dei seguenti criteri:

1. Concentrazione dei composti ricercati compresa entro il *range* di rilevabilità del PID (>1 ppb fino a 20.000 ppm);

2. Strumentazione calibrata, e qualora si eseguano misure in contradditorio con il proponente, verifica preliminare dell'allineamento della strumentazione;

3. *Scostamento percentuale* delle misure effettuate con PID in ogni set di campionamento inferiore al 25%;

4. *Scostamento percentuale delle concentrazioni determinate con PID e in Laboratorio inferiore al 30%.*

Esempio di misura con PID e Collaudo MISP

CSR=5,3 μg/L

CRS PCE =346 μg/L CRS soil gas =250 mg/m^3

CRS aria indoor(radiello)= 3350$\mu g/m^3$

ADR sg modalità diretta → ***Rischio non accettabile***

MISP:isolamento della sorgente con interruzione percorso di volatilizzazione - Monitoraggio in contradditorio (24 mesi)

Collaudo ARTA

CRS soil gas PID=25mg/m^3

CRS aria indoor PID= 20,3$\mu g/ m^3$

CRS aria outdoor PID= 0$\mu g/ m^3$

ADR sg modalità diretta → ***Rischio accettabile***

Monitoraggio delle sostanze volatili in aria

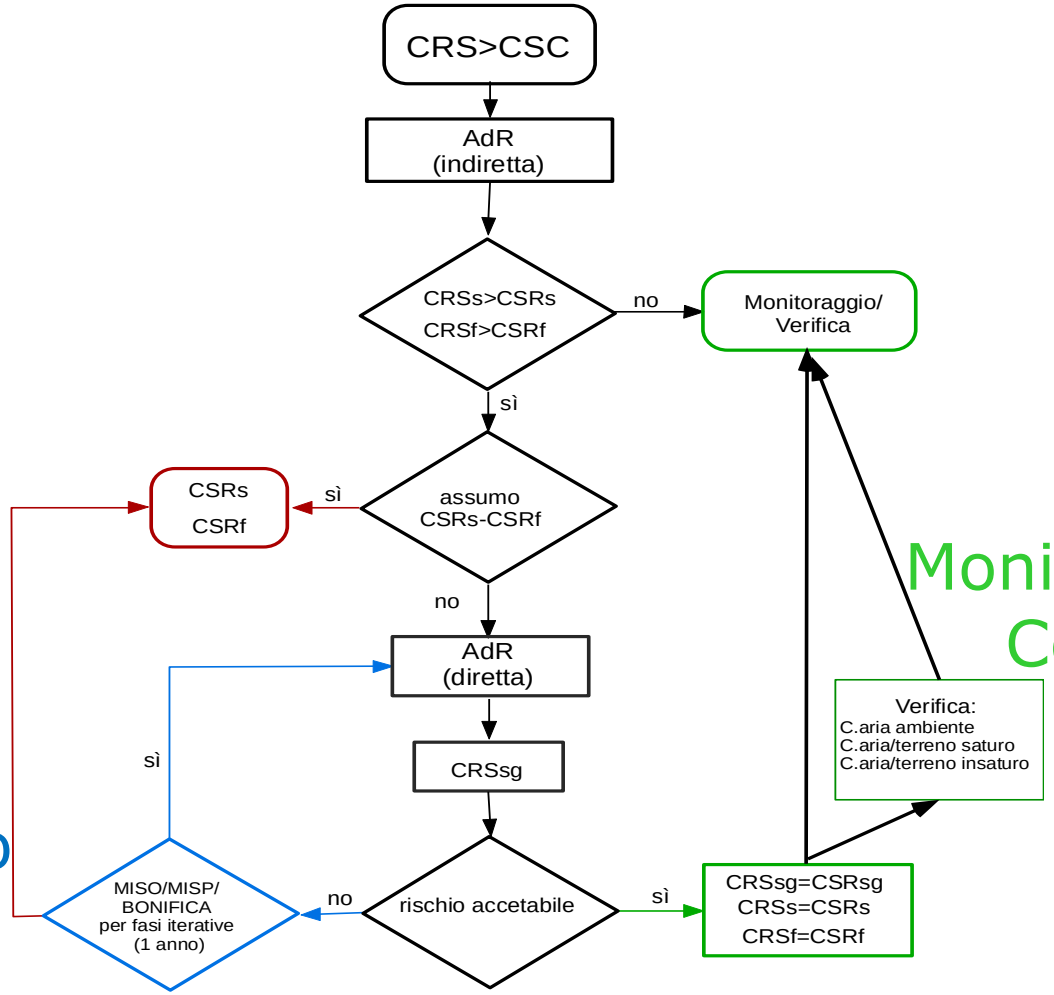
Il monitoraggio delle sostanze volatili in aria potrà essere attuato secondo le indicazioni fornite dal Protocollo del SIN di Venezia, Porto Marghera" Protocollo per la verifica delle concentrazioni in aria di Sostanze Volatili nei siti contaminati"2013, e da ulteriori prescrizioni dell'Ente di controllo, confrontando le concentrazioni misurate con i valori di riferimento (VR) riconosciuti a livello europeo

SPECIE CHIMICA	Valore obiettivo o limite o guida di qualità dell'aria per la protezione della salute umana (1) [µg/m³]	Riferimenti valori
Composti Inorganici		
Monossido di carbonio (2)	1,00E+04	D.Lgs. 155/2010 (direttiva 2008/50/CE) - il biossido di azoto ed il PM_{10} hanno anche un valore giornaliero e il biossido di zolfo un valore orario riportati tra parentesi
Biossido di azoto	4,00E+01 (2,00E+02)	
Biossido di zolfo (2)	1,25E+02 (3,50E+02)	
PM_{10}	4,00E+01 (5,00E+01)	
$PM_{2,5}$	2,50E+01	
Disolfuro di carbonio (3)	1,00E+02	WHO, 2000
Solfuro d'idrogeno (4)	7,00E+00	
Ozono	1,20E+02	
Aromatici		
Benzene	5,00E+00	D.Lgs. 155/2010 (direttiva 2008/50/CE)
Stirene (4)	7,00E+01	WHO, 2000
Toluene (5)	2,60E+02	
Alifatici clorurati cancerogeni		
1,2-Dicloroetano (3,6)	7,00E+02	WHO, 2000 (1a)
Cloruro di vinile	1,00E+00	
Diclorometano (5,6)	4,50E+02	
Tetracloroetilene (6)	2,50E+02	
Tricloroetilene	2,30E+00	
Altri composti organici		
Formaldeide (4)	1,00E-01	WHO, 2000
Acrilonitrile (7)	1,00E+00	
(1) Ove il riferimento è normativo il valore è riferito alla media annuale.		
(1a) per i composti cancerogeni si è riportato il valore associato ad un Target Risk = 1E-06		
(2) Il valore guida è riferito alla media oraria su 8 h.		
(3) Il valore guida è riferito alla media giornaliera.		
(4) Il valore guida è riferito alla media semioraria (per il solfuro di idrogeno e lo stirene è basato sulla soglia olfattiva)		
(5) Il valore guida è riferito alla media settimanale.		
(6) Si tratta di un valore basato sugli effetti non cancerogeni.		
(7) La WHO, trattandosi di un cancerogeno, non propone un valore guida ma fornisce il valore di concentrazione per cui TR = 2,0E-05		

in caso di assenza con:

- Valore di riferimento calcolato AdR
- Valore di fondo (bianco);
- Altri valori di riferimento(es. DN(M)EL, REACH)

AdR rischio sanitario
Collaudo Bonifica/MISO/MISP



Monitoraggio e Collaudo

Bonifica e Monitoraggio

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Guidance for the evaluation and mitigation of subsurface vapour intrusion to indoor air, Department of Toxic Substances Control, California Environmental Protection Agency, USA. EPA (2005)
- Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati (revisione 2), APAT (2008)
- Appendice V "Applicazione dell'Analisi di Rischio ai punti vendita carburante APAT (2008)
- "Protocollo per la verifica delle concentrazioni in aria di Sostanze Volatili nei siti contaminati" Protocollo SIN di Venezia, Porto Marghera ISS,INAIL, ARPAV (2013)
- "Criteri e metodologie applicative per la misura del soil gas" Protocollo SIN di Venezia, Porto Marghera (ISPRA 2014)
- Linee guida: ARPA Veneto, ARPA Piemonte, ARPA Liguria, ARPA Lombardia

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

l.luchetti@artaabruzzo.it

a.diligenti@artaabruzzo.it