

*Case History 2:*  
Applicazione delle tecniche MIP  
(GEOPROBE®) per la  
caratterizzazione di siti contaminati

Annalisa **ABRATE**  
Alessandro **CANZANO**  
Silvia **DELFORNO**  
**FENICE S.p.A.**

2° workshop

metodologie avanzate  
per la caratterizzazione  
e la bonifica di siti contaminati

18 giugno 2010

caratterizzazioni  
e bonifiche

monitoraggi

analisi ambientali

centro congressi comune rivoli c.so francia, 98 - rivoli (torino)

RELATORE: Ing. Silvia DELFORNO

impresa, produzione  
e compatibilità ambientale

# Caratterizzazione di siti contaminati



- ▶ Tecnologie avanzate di indagine diretta (direct push) e caratterizzazione chimica
- ▶ Esclusione di fenomeni di contaminazione secondaria
- ▶ Evita eventuali alterazioni chimico-fisiche dei campioni
- ▶ Campionamento continuo e indisturbato di terreno (Large Bore & Macro Core)/ acque di falda/ gas interstiziali
- ▶ Strumenti di campionamento diversificati e sonde di misurazione ad infissione diretta
- ▶ Esecuzione di profili di conducibilità elettrica del sottosuolo

RELATORE: Ing. S. Delforno – Fenice S.p.A.

impresa, produzione  
e compatibilità ambientale



LEADING THE ENERGY CHANGE

# Geoprobe Environmental Technologies® *Campionamento di terreni*



- ◆ Campionamento con estrattori di diverso diametro **Large Bore & Macro Core**
- ◆ Campionamento **continuo e indisturbato**
- ◆ Infissione delle aste fino alla **profondità prevista**
- ◆ Estrazione del **campione in fustelle** in PETG sigillate con tappi in gomma



RELATORE: Ing. S. Delforno – Fenice S.p.A.

impresa, produzione  
e compatibilità ambientale



LEADING THE ENERGY CHANGE

# Strumentazione Geoprobe®



- ▶ M.I.P. - Membrane Interface Probe
- ▶ H.P.T. - Hydraulic profiling Tool
- ▶ P.S.T. - Pneumatic Slug Test kit
- ▶ M.B.P. - Mechanical Bladder Pump
- ▶ P.R.T. - Post Run Tubing

RELATORE: Ing. S. Delforno – Fenice S.p.A.

impresa, produzione  
e compatibilità ambientale

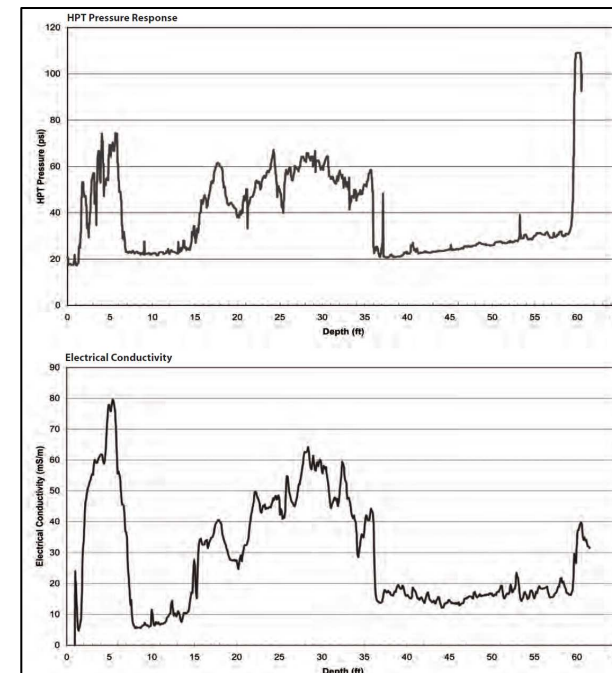
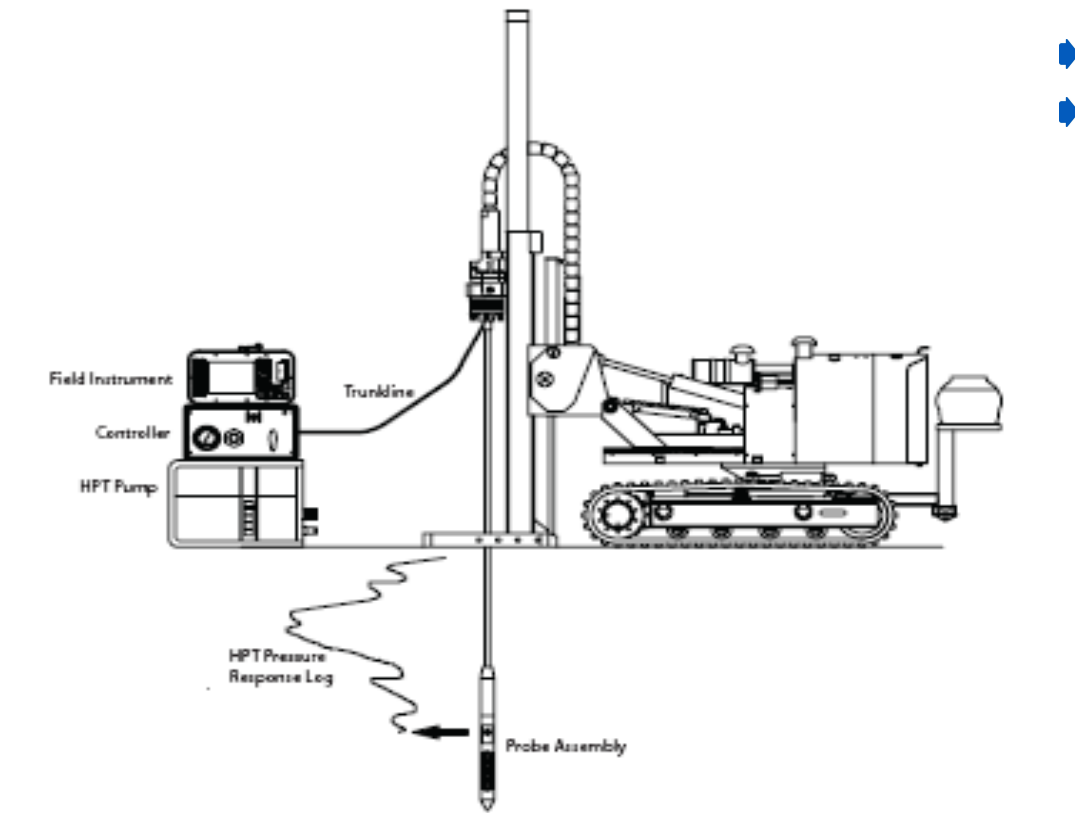


LEADING THE ENERGY CHANGE

# Strumentazione Geoprobe®

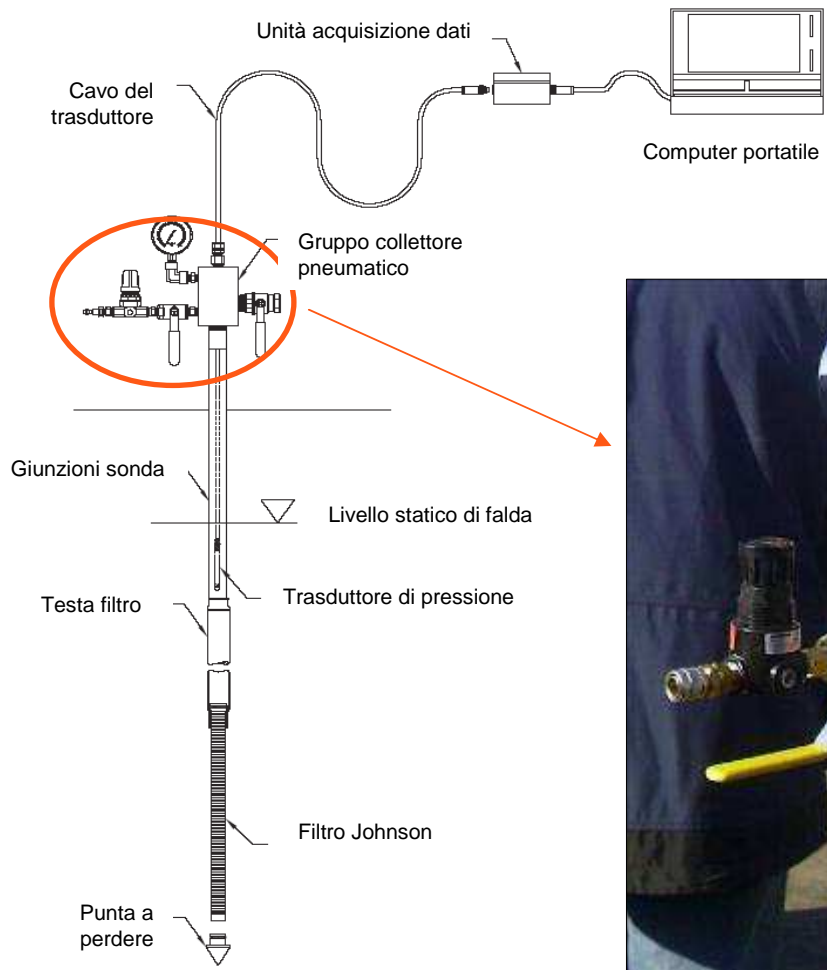
## H.P.T. - Hydraulic profiling Tool

- ◆ Misura della conducibilità elettrica del sottosuolo
- ◆ Valutazione del livello statico della falda
- ◆ Caratteristiche idrogeologiche



RELATORE: Ing. S. Delforno – Fenice S.p.A.

# Strumentazione Geoprobe® P.S.T. - Pneumatic Slug Test kit



- ▶ Slug test pneumatico con aria compressa
- ▶ Determinazione della conducibilità idraulica K (m/s) dell'acquifero in un intorno significativo del punto di prova



**FIGURE 7.2:**  
Slug test setup for SP15/SP16 Groundwater Sampler

RELATORE: Ing. S. Delforno – Fenice S.p.A.

# Strumentazione Geoprobe® M.B.P. - Mechanical Bladder Pump



- ◆ Campionamento acqua di falda a bassa portata
- ◆ Campione rappresentativo per VOC
- ◆ Campionamento in corso di perforazione, effettuato con l'impiego di SCREEN POINT SAMPLER

RELATORE: Ing. S. Delforno – Fenice S.p.A.

# Strumentazione Geoprobe®

## P.R.T. – Post Run Tubing



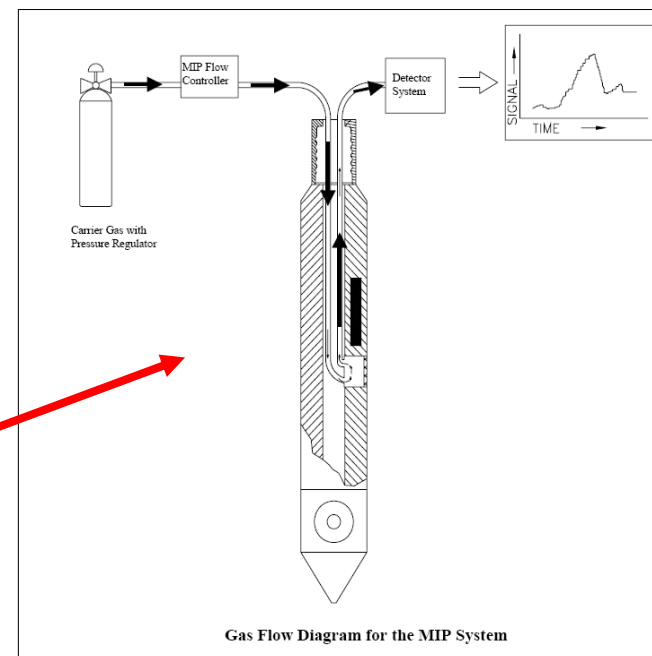
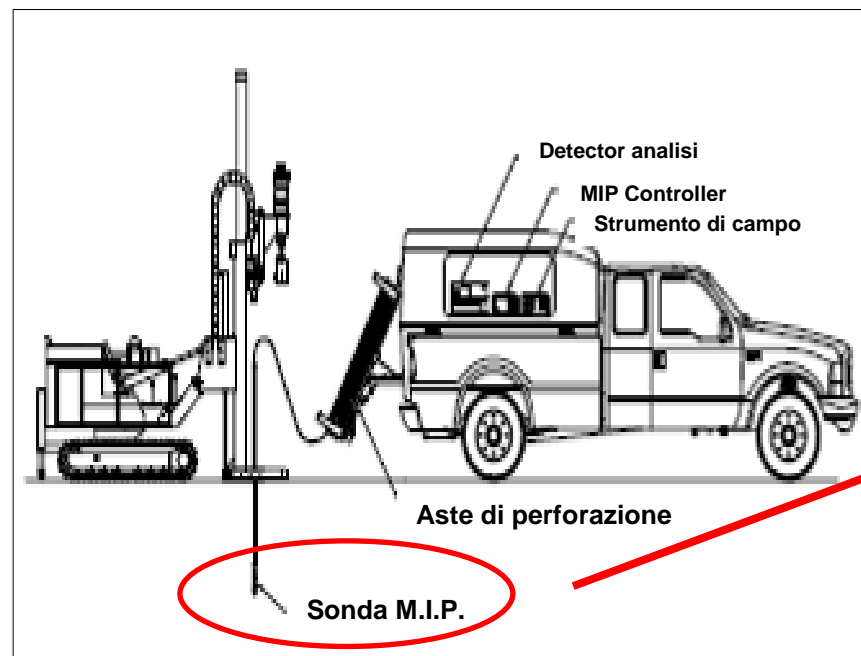
- ◆ Campionamento di gas interstiziali a profondità stabilite
- ◆ Campionamento in corso di perforazione
- ◆ Immissione di punta retrattile ed espandibile alla profondità di campionamento
- ◆ Richiamo dei gas presenti verso la superficie con l'apertura della punta e successivo pompaggio dalla superficie (*vacuum pump*)
- ◆ Prelievo campione in sacche Tedlar o su fiale a carboni attivi per successive analisi

RELATORE: Ing. S. Delforno – Fenice S.p.A.

# Sonde Geoprobe®

## M.I.P. - Membrane Interface Probe

Sensore Geoprobe® ad infissione diretta, in grado di **riscontrare** in corso di perforazione **la presenza di Composti Organici Volatili (VOC) clorurati e non clorurati in modo continuo**, in depositi fini e non consolidati



RELATORE: Ing. S. Delforno – Fenice S.p.A.

# Sonde Geoprobe®

## M.I.P. - Membrane Interface Probe

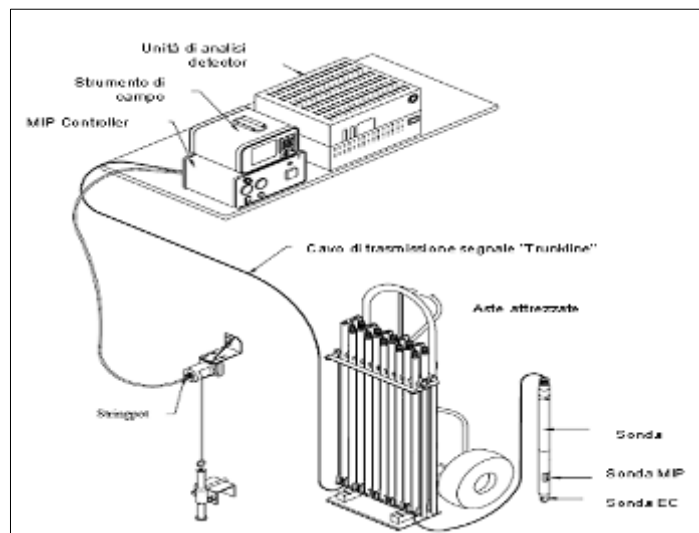
- ▶ Valido strumento d'indagine preliminare
- ▶ Strumento per estendere/infittire/ottimizzare indagini e analisi
- ▶ Interazione ottimale con sostanze caratterizzate da una elevata volatilità (VOC)
- ▶ Strumento di screening qualitativo dei contaminanti VOC e relativa profondità di rilevamento
- ▶ Monitoraggio in continuo della conducibilità elettrica EC (caratteristiche litologiche del sottosuolo investigato)
- ▶ Funzionamento continuo nel corso della perforazione
- ▶ Funzionamento nel saturo e insaturo



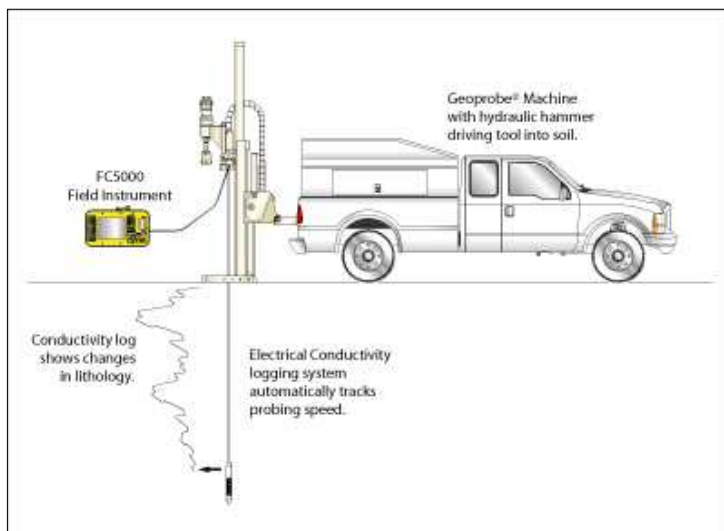
RELATORE: Ing. S. Delforno – Fenice S.p.A.

# Sistema M.I.P. - Membrane Interface Probe

## Strumentazione e allestimento



- ◆ Macchina idraulica (Geoprobe Advance 66DT o Model 54 LT) per infissione sonda MIP
- ◆ Linea del gas "Trunkline"
- ◆ Rack batteria aste di perforazione attrezzate con trunkline
- ◆ Bombole di H<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>
- ◆ Field Instruments
- ◆ Sistema di controllo MIP (T, EC, Pressione)
- ◆ Detector di analisi
- ◆ Sonda M.I.P.
- ◆ Strumentazione accessoriaria



RELATORE: Ing. S. Delforno – Fenice S.p.A.

# Sistema M.I.P. - Membrane Interface Probe *Strumentazione e allestimento*

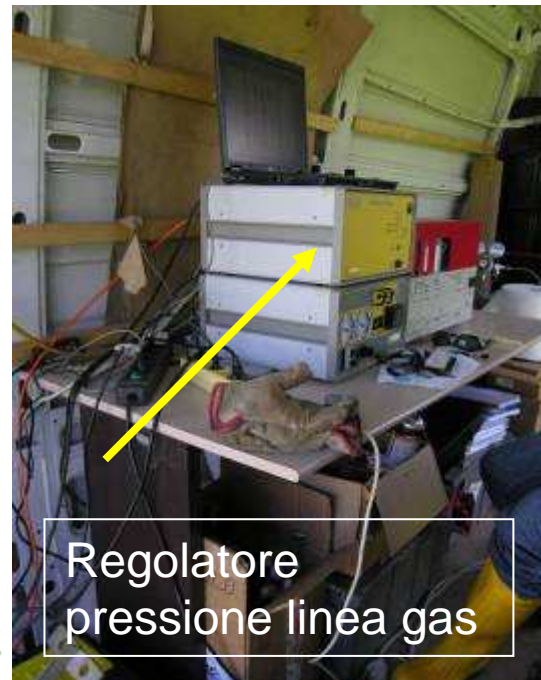
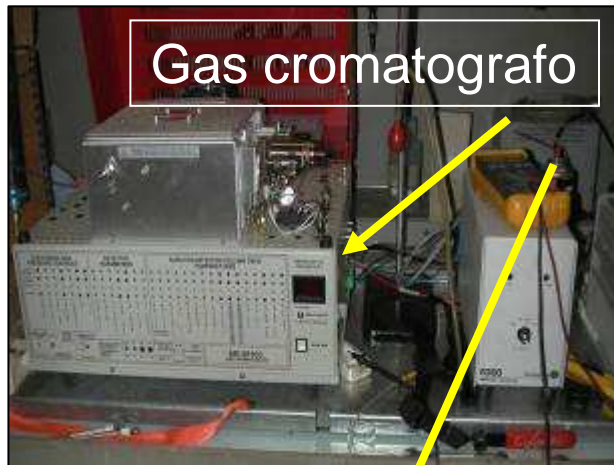


RELATORE: Ing. S. Delforno – Fenice S.p.A.

impresa, produzione  
e compatibilità ambientale

# Sistema M.I.P. - Membrane Interface Probe

## Strumentazione e allestimento



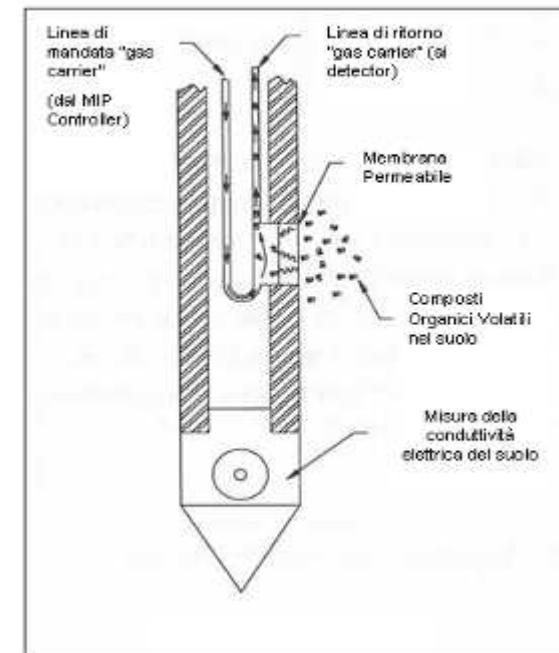
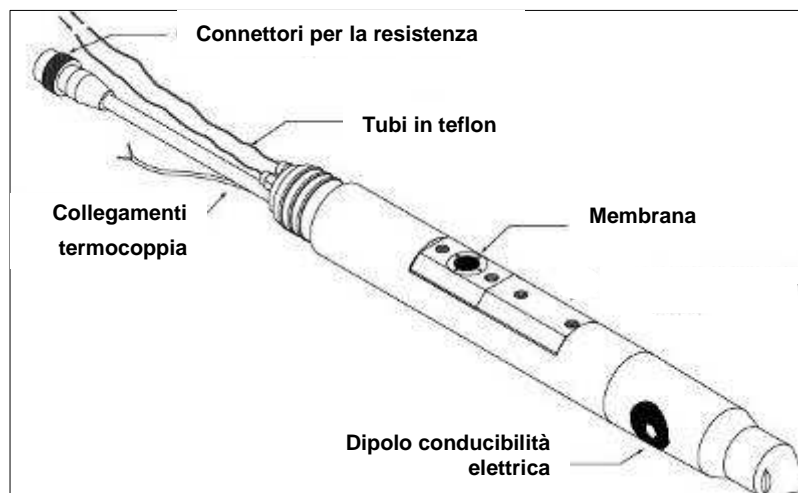
RELATORE: Ing. S. Delforno – Fenice S.p.A.

# Sistema M.I.P. - Membrane Interface Probe

## Principio di funzionamento



- ◆ Montaggio strumentazione MIP su sonda di perforazione Geoprobe
- ◆ Attività preliminari ed accessorie al funzionamento (taratura,..)
- ◆ Riscaldamento della membrana (80°C-130°C)
- ◆ Mobilizzazione dei contaminanti presenti nella frazione solida/liquida/gassosa
- ◆ Adsorbimento e diffusione molecolare del contaminante attraverso la membrana porosa

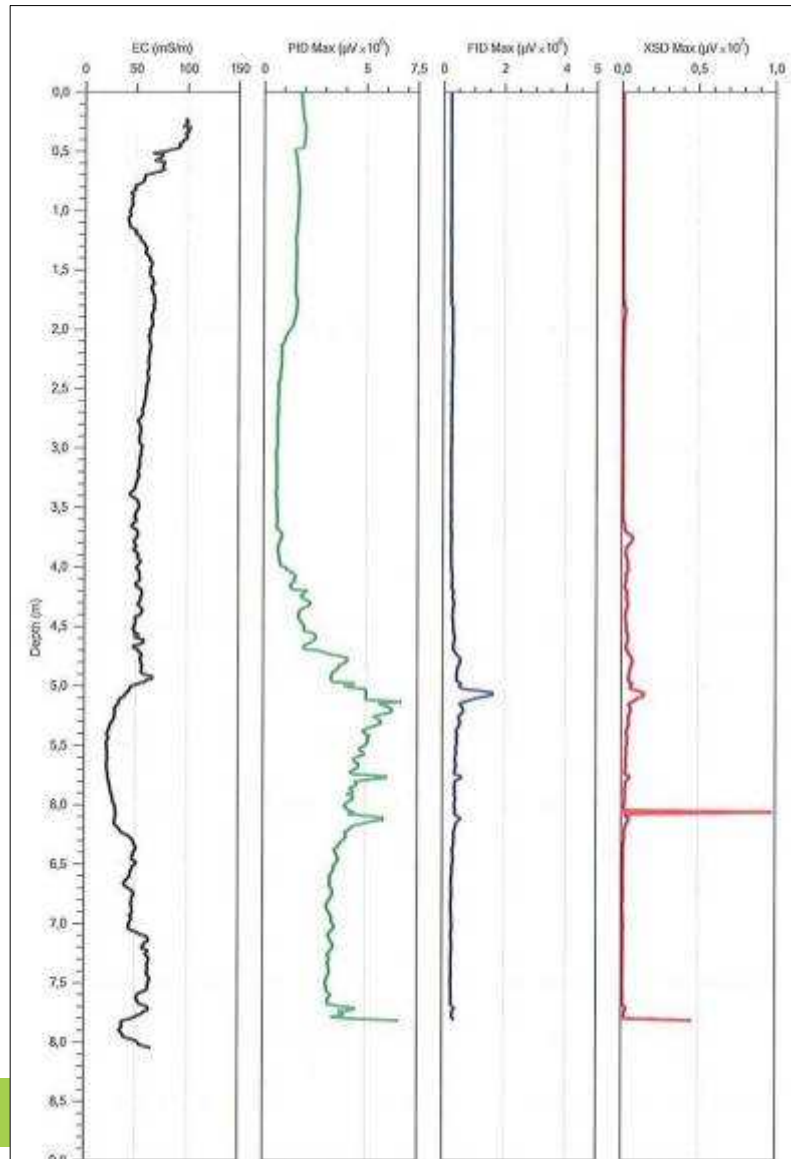


- ◆ Trasferimento con "gas carrier" (azoto) del contaminante dal sottosuolo alle unità di analisi detector (FID, PID, XSD)
- ◆ Registrazione della risposta del sistema come segnale elettrico ( $\mu\text{V}$ ) attraverso l'unità di acquisizione

RELATORE: Ing. S. Delforno – Fenice S.p.A.

# Sistema M.I.P. - Membrane Interface Probe

## Visualizzazione dati



- ◆ Registrazione in continuo di EC, misurata da dipolo elettrico
- ◆ Registrazione del segnale misurato da PID, FID e XSD:
  - FID** (Flame Ionization Detector), sensibile a catene idrocarburi
  - PID** (Photo Ionization Detector), sensibile catene aromatiche BTEX e COVCI
  - XSD** (Halogen Specific Detector), sensibile a solventi clorurati COVCI
- ◆ Velocità di avanzamento (ROP)
- ◆ Temperatura (°C)

RELATORE: Ing. S. Delforno – Fenice S.p.A.



LEADING THE ENERGY CHANGE

# Sistema M.I.P. - Membrane Interface Probe

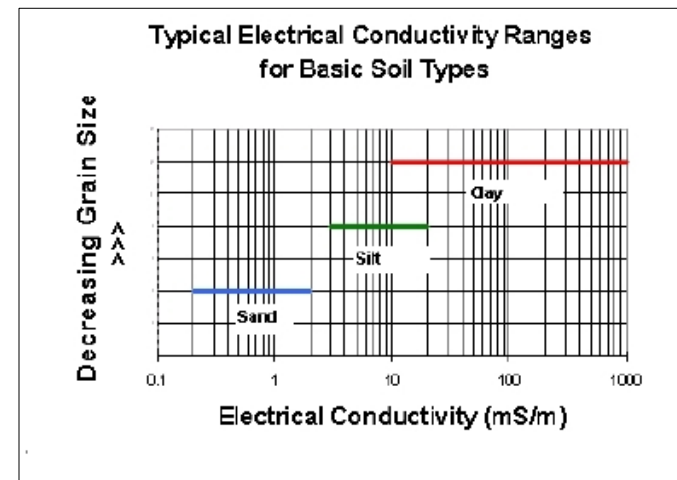
## Case History - premessa



Esecuzione campagna di indagine M.I.P. finalizzata a:

▶ Approfondimento dell'estensione plume di contaminazione

▶ Definizione stratigrafia  
(profili di conducibilità elettrica)



▶ Correlazione dei risultati M.I.P. con dati rilevati da tradizionali sondaggi / piezometri

RELATORE: Ing. S. Delforno – Fenice S.p.A.

# Sistema M.I.P. - Membrane Interface Probe

## Case History – Inquadramento generale

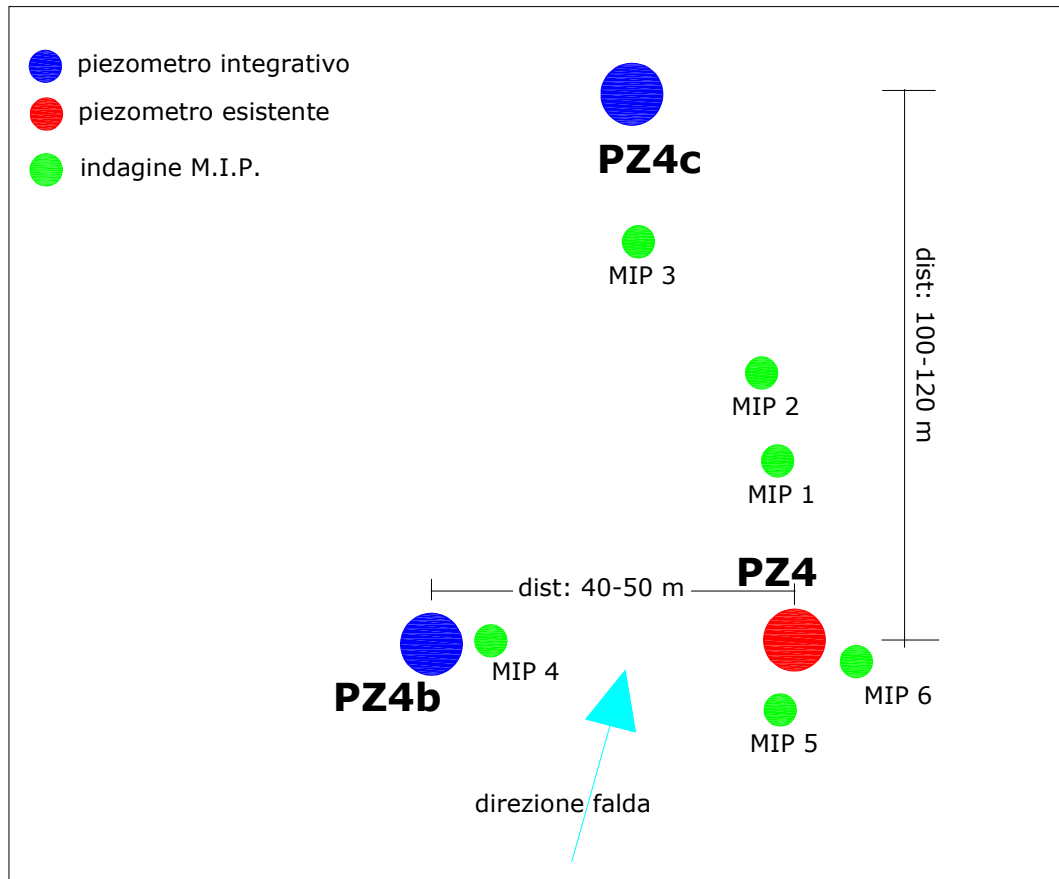


- ▶ Area in esame ubicata in sito industriale attualmente attivo
- ▶ Falda superficiale, soggiacenza compresa tra 2,0-4,0 m da p.c.
- ▶ Struttura stratigrafica non omogenea del sottosuolo, costituito da terreno a tessitura fine impermeabile alternato a sabbie
- ▶ Esistente indagine pregressa (n.1 piezometro)
- ▶ Rilevata contaminazione da solventi organoclorurati:
  - ✓ Terreni: circa 2 ordini di grandezza superiore a limite legge
  - ✓ Acque di falda: circa 3 ordini di grandezza superiore a limite di legge

RELATORE: Ing. S. Delforno – Fenice S.p.A.

# Sistema M.I.P. - Membrane Interface Probe

## Case History – Programma di intervento



► n. 6 indagini M.I.P.

con profondità variabili 3,5 -10 m

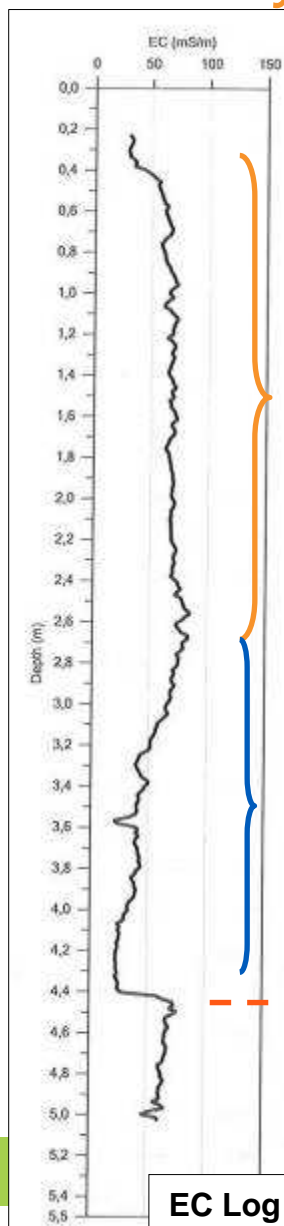
► n. 2 indagini integrative

(piezometri) realizzate con sondaggio tradizionale

RELATORE: Ing. S. Delforno – Fenice S.p.A.

# Sistema M.I.P. - Membrane Interface Probe

## Case History - stratigrafia



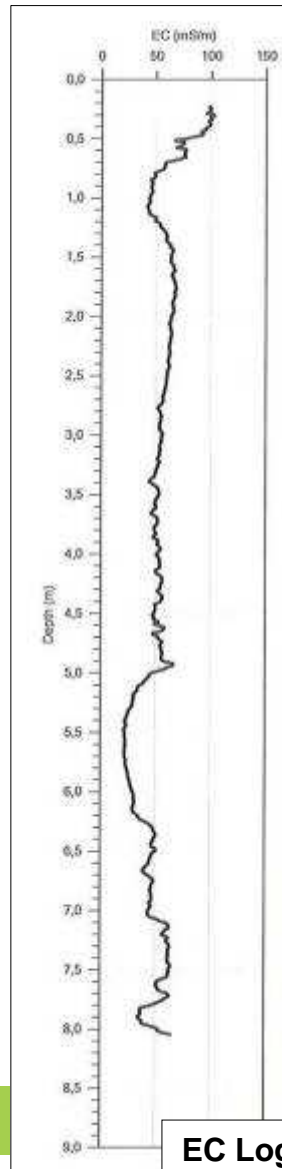
EC Log MIP5

Profondità	Spessore	Stratigrafia	Descrizione terreno
0,0 - 0,5	0,5		Terreno vegetale
0,5 - 2,5	2,0		Limo argilloso compatto di colore grigio
2,5 - 4,4	2,25		Sabbia grossolana
4,4 - 4,5			4,30
4,5 - 5,0	1,0		Limo argilloso compatto di colore grigio
5,0 - 6,0			

PZ4

# Sistema M.I.P. - Membrane Interface Probe

## Case History - stratigrafia

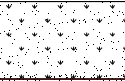

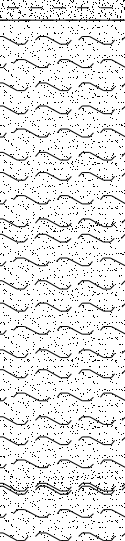




EC Log MIP4

EC ~ 50-60 mS/m

EC ~ 25 mS/m

EC ~ 50-60 mS/m

Profondità	Spessore	Stratigrafia	Descrizione terreno
0,0 - 0,5	0,5		Terreno vegetale
0,5 - 1,0	0,7		Limo sabbioso
1,0 - 4,5	3,3		Limo argilloso compatto di colore grigio
4,5 - 5,0	1,5		Sabbia grossolana sciolta
5,0 - 8,0			Limo argilloso compatto di colore grigio

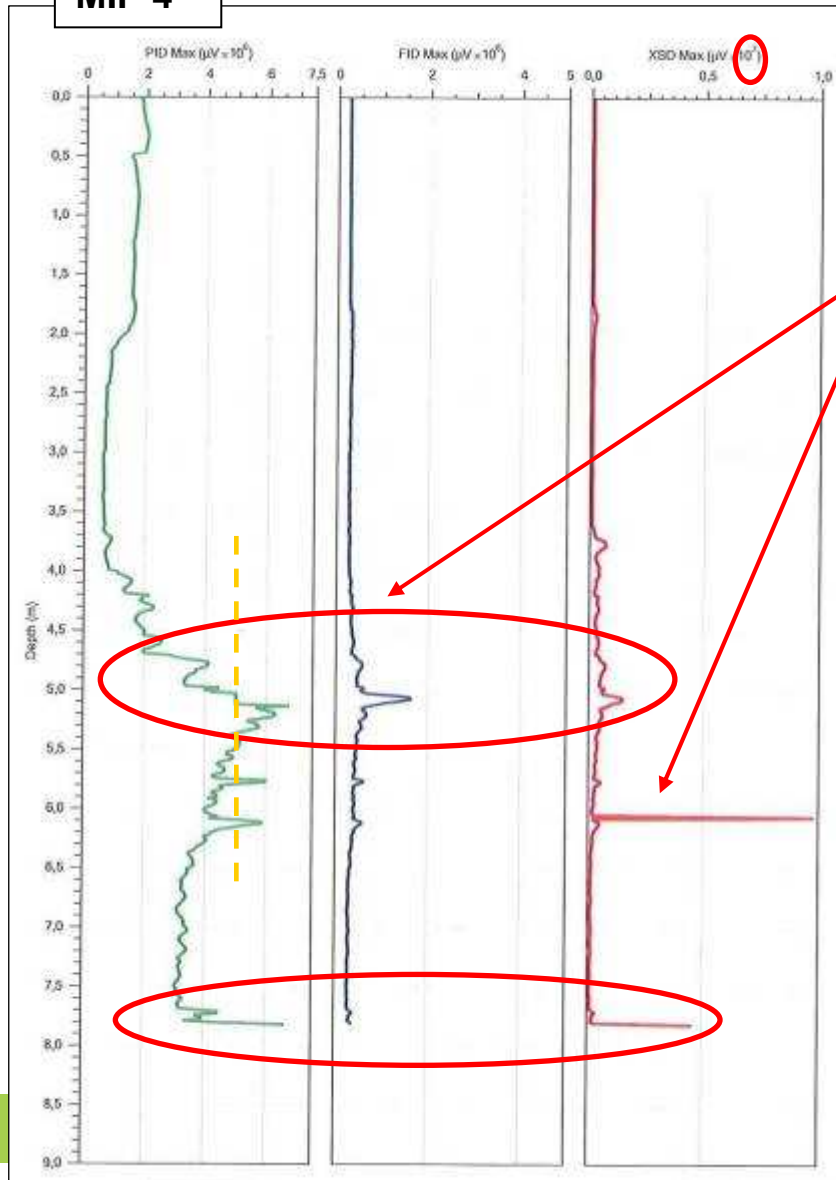
2.80

PZ4b

# Sistema M.I.P. - Membrane Interface Probe

## Case History – Log Detector MIP 4

MIP 4



- ✓ Limite strumentale XSD:  $1 \times 10^6 \mu V$
- ✓ Limite strumentale FID/PID:  $5 \times 10^6 \mu V$
- ✓ Applicazione attenuazione del segnale nel corso della acquisizione per apprezzare segnali più intensi (PID e XSD, solventi COVCI)
- ✓ Segnali importanti su XSD, PID, FID alle profondità di:

~4,5-6 m  
~7,5 m

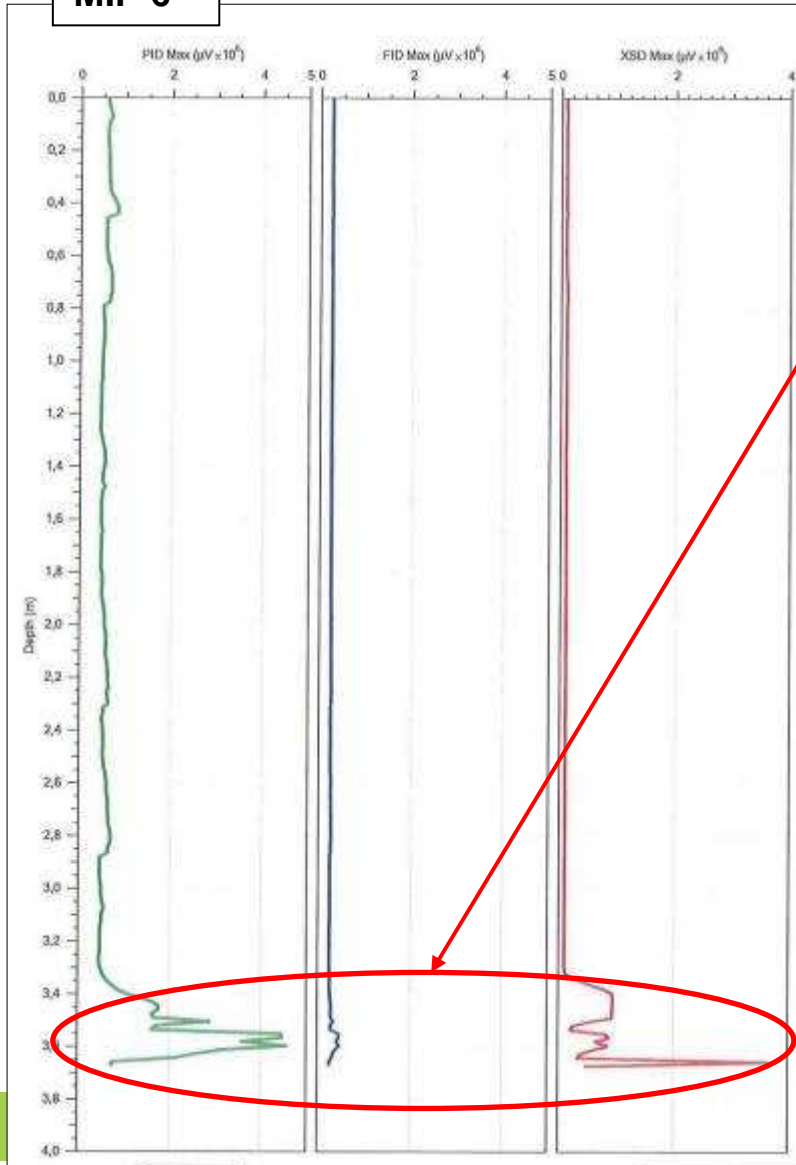
Analoga profondità di  
contaminazione nel Pz4b

RELATORE: Ing. S. Delforno – Fenice S.p.A.

# Sistema M.I.P. - Membrane Interface Probe

## Case History – Log Detector MIP 6

MIP 6



- ✓ Limite strumentale XSD:  $1 \times 10^6$  microV
- ✓ Limite strumentale FID/PID:  $5 \times 10^6$  microV
- ✓ Applicata attenuazione del segnale nel corso della acquisizione su XSD
- ✓ Segnale più intensi su PID e XSD (solventi COVCI)
- ✓ Segnali importanti su XSD, PID, FID alla profondità di:

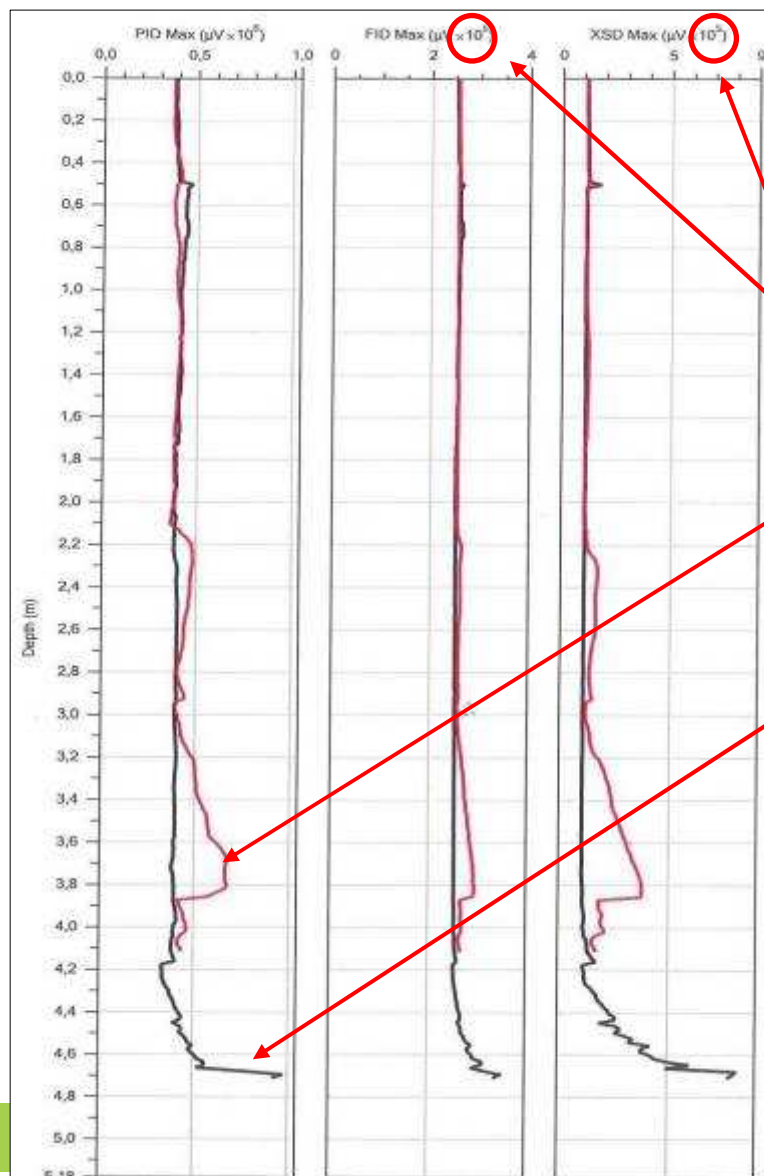
~3,4-3,6 m

**Profondità alla quale eseguire campionamento mirato**

RELATORE: Ing. S. Delforno – Fenice S.p.A.

# Sistema M.I.P. - Membrane Interface Probe

## Case History – Log Detector MIP 1-2

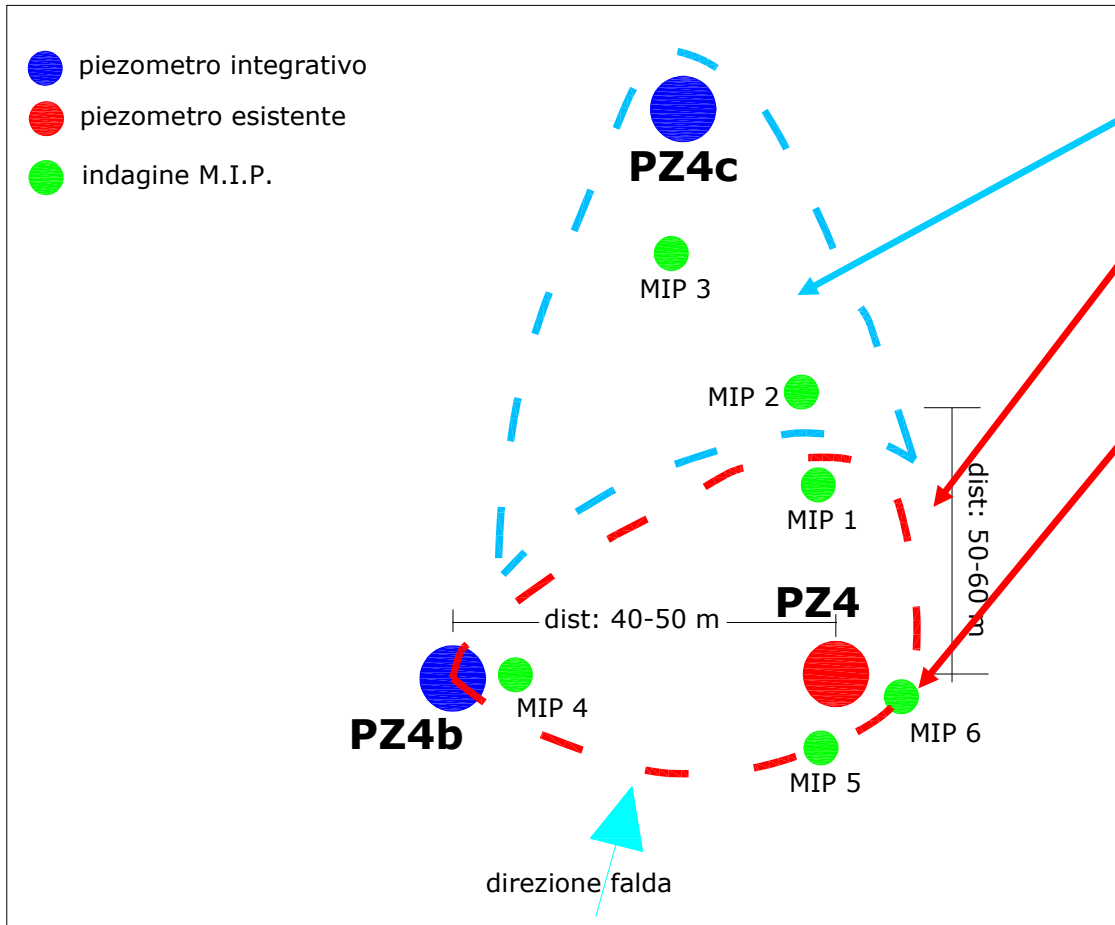


- ✓ Limite strumentale XSD:  $1 \times 10^{-6}$  microV
- ✓ Limite strumentale FID/PID:  $5 \times 10^{-6}$  microV
- ✓ Non è stata applicata attenuazione del segnale nel corso della acquisizione
- ✓ Segnali molto meno importanti di MIP4 e MIP6 (1 ordine di grandezza inferiore FID e XSD)
- ✓ MIP 1: segnale intenso solo alla profondità di 3,2-3,8 m (PID)
- ✓ MIP 2: segnale intenso solo alla profondità di 4,2-4,6 m (PID)

RELATORE: Ing. S. Delforno – Fenice S.p.A.

# Sistema M.I.P. - Membrane Interface Probe

## Case History – Conclusioni



- ▶ Segnale modesto e basse concentrazioni
- ▶ Ipotesi estensione plume di contaminazione
- ▶ Segnale importante e concentrazioni alte sull'allineamento MIP6-PZ4-MIP4-PZ4b

RELATORE: Ing. S. Delforno – Fenice S.p.A.

# Sistema M.I.P. - Membrane Interface Probe

## Case History – Conclusioni



- ▶ Indagine qualitativa **preliminare, diretta e indisturbata**
- ▶ **Profili di EC** eseguiti con M.I.P. qualitativamente corretti  
    ➡ correlazione con i dati della stratigrafia
- ▶ Necessario applicare **attenuazione del segnale** sul trend dei detector (PID e XSD) ➡ alte concentrazioni di solventi clorurati
- ▶ **Correlazione** con i **dati analitici** di laboratorio chimico
- ▶ Individuata **plausibile estensione** della **contaminazione**
- ▶ **Rapido screening qualitativo** ➡ individuate profondità e zone critiche su cui concentrare successive indagini di caratterizzazione (ubicazione, profondità di campionamento)

RELATORE: Ing. S. Delforno – Fenice S.p.A.

*Grazie per l'attenzione*

*Rivoli, 18 Giugno 2010*

RELATORE: Ing. S. Delforno – Fenice S.p.A.