



# UNA TECNOLOGIA INNOVATIVA PER LA BONIFICA DA IDROCARBURI IN ZONE SORGENTE E AREE ALTAMENTE CONTAMINATE

Ing. Marcello Carboni, Ing. Mariangela Donati (REGENESIS)

**Petro** **FIX**<sup>TM</sup>  
Remediation Fluid

REMTECH 2019–Ferrara, 20 settembre 2019  
Tecnologie di Bonifica terreni e sedimenti contaminati



# Ottimizzazione ed evoluzione delle tecnologie

- Esperienza nei prodotti di iniezione a base di carbone attivo
  - PlumeStop® Liquid Activated Carbon™ introdotto nel 2014
  - Applicato in >300 siti per trattare vari contaminanti organici
- Identificata opportunità di evolvere formulazione per trattamento idrocarburi
  - Modificata formulazione PlumeStop per migliorare performance su siti da TPH con alte concentrazioni:
    - Maggiore massa contaminante
    - Promuove specifici processi di biodistruzione
    - Facile da utilizzare e applicare



# Prodotto a base di carbone attivo dalla duplice funzione

- È composto da:

1. Particelle di carbone attivo alla microscala (<5  $\mu\text{m}$ ) ed elettro-accettore di solfati a rilascio controllato
2. Mix di elettro-accettori a base di nitrati e solfati

- Consente:

1. Rapido adsorbimento della contaminazione mobile
2. Facilita l'instaurazione della biodegradazione naturale

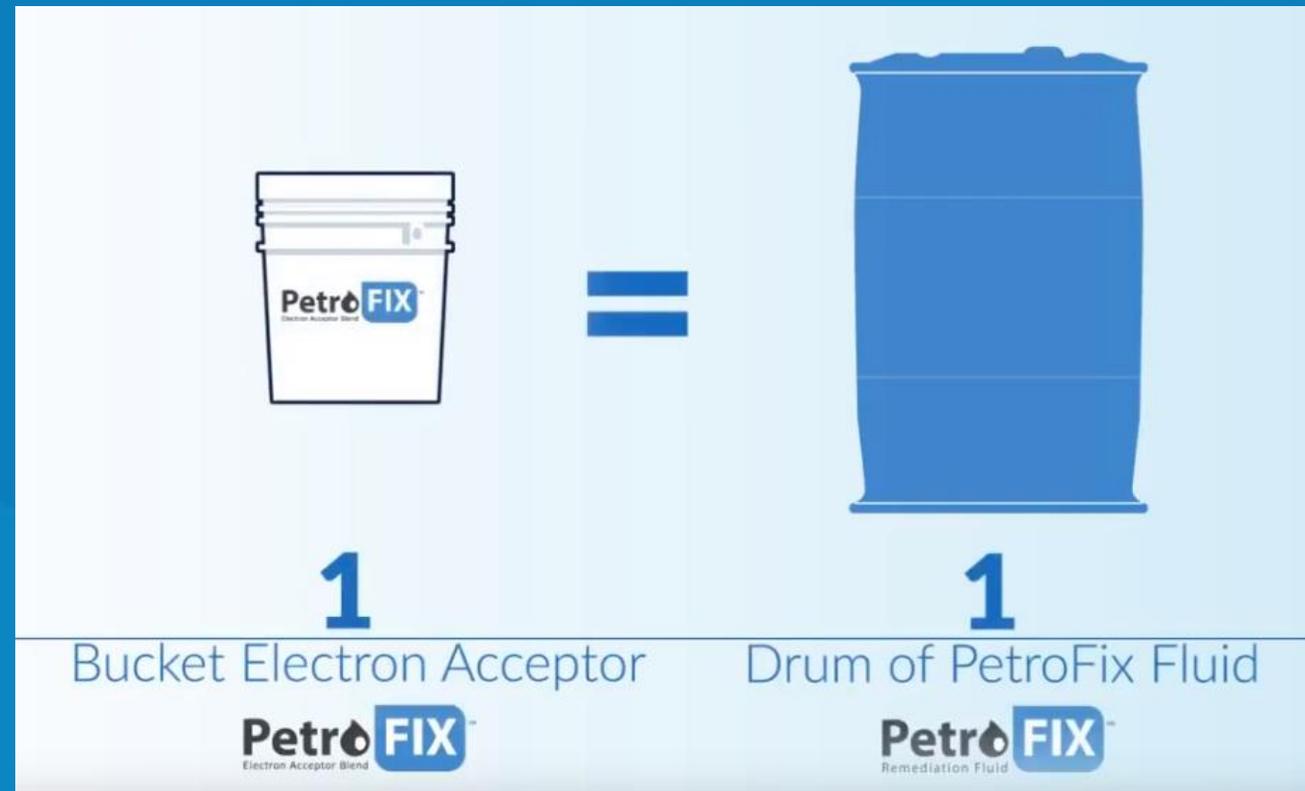
- Contaminanti trattabili:

- Idrocarburi petroliferi
- BTEX, TPH-G, TPH-D, MTBE, naftalene, etc



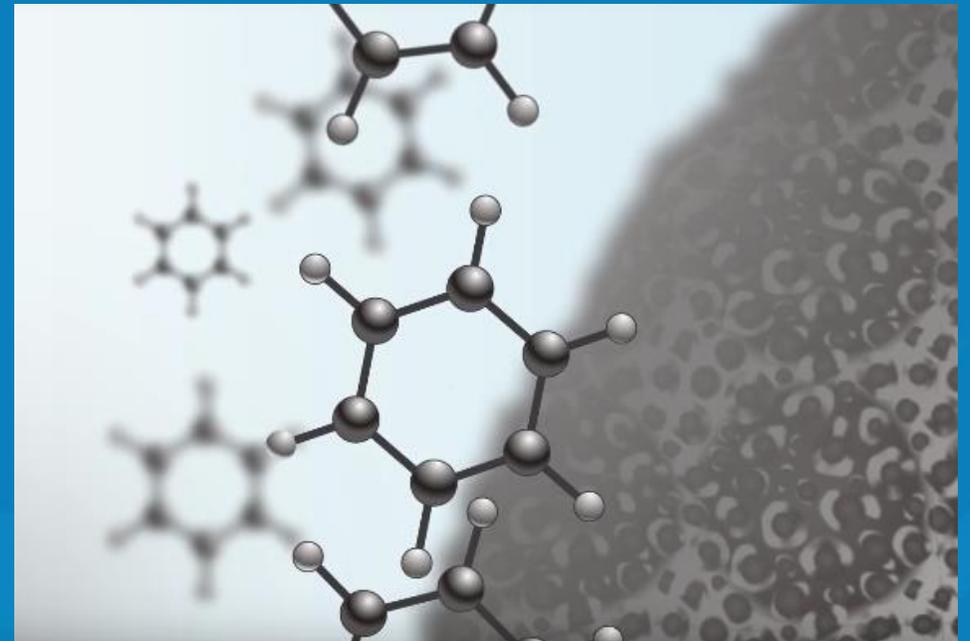
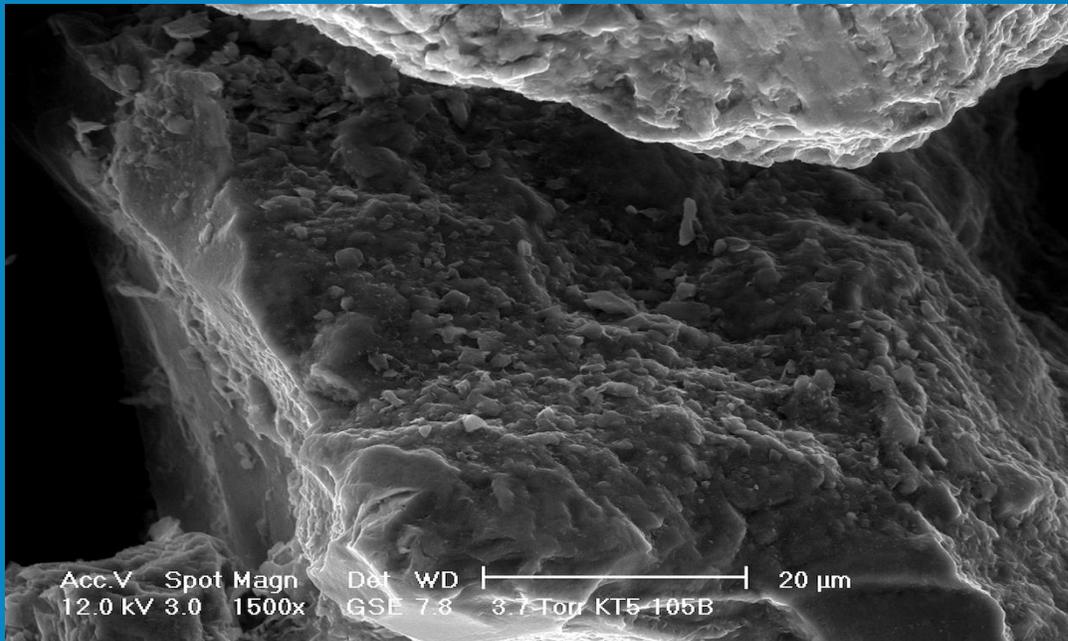
# Cos'è il PetroFix?

- Carbone 1-2  $\mu\text{m}$
- Concentrazione >30% in confezioni da 181 kg
- Solfati pre-miscelati con il carbone nella confezione, in forma di solfato di calcio di-idrato = <10%
- Fustini da 10 kg di elettro-accettori, con la scelta di:
  - **Mix EA da 10kg, solfati+nitrati (preferibile)**
    - 40% - 60% Solfato di ammonio
    - 40% - 60% Nitrato di sodio
  - **Mix EA-NF da 10kg, solfati (nitrate free)**
    - 40% - 60% Solfato di ammonio
    - 40% - 60% Solfato di potassio



# Processo di trattamento

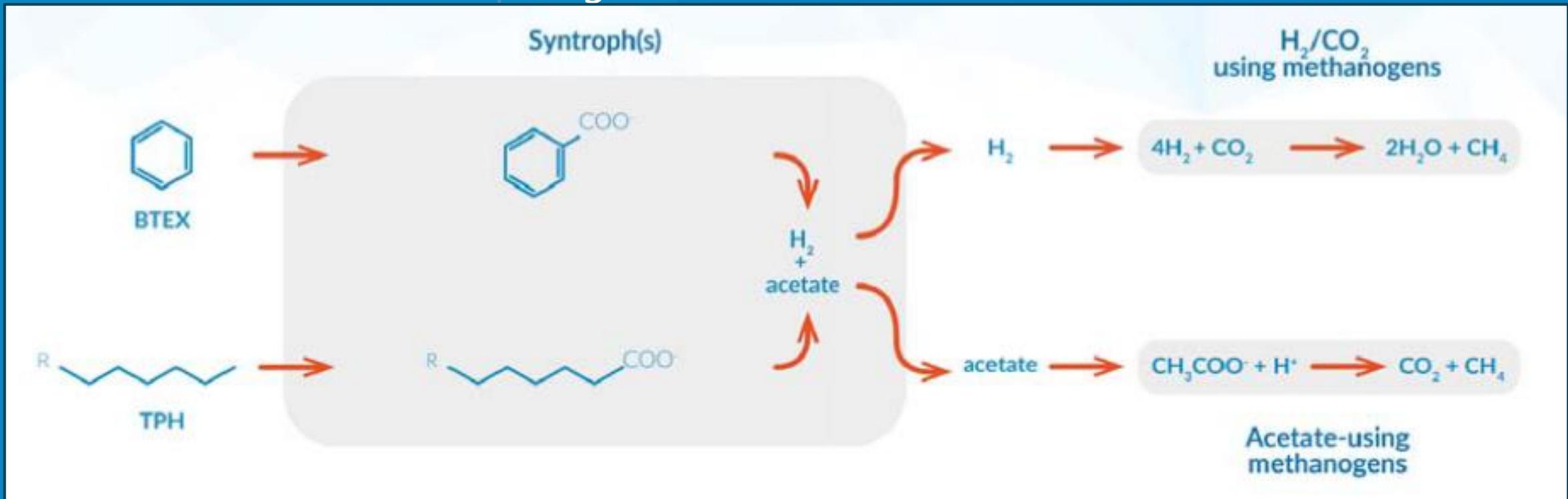
1) **Adsorbe i contaminanti sul carbone attivo:** particelle carbone attivo 1-2  $\mu\text{m}$  si fissano al suolo e quindi adsorbono i contaminanti – rapida riduzione



# Processo di trattamento

2) Supporta biodegradazione iniziale utilizzando  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{SO}_4^{2-}$

- Biodegradazione anaerobica
- Stimola condizioni sintrofiche per sostenere biodegradazione e accelerare attenuazione naturale degli idrocarburi residui



# Applicazione

**Petro**  **FIX**™  
Remediation Fluid

# Applicazione

- Diluire mix carbone attivo
- Aggiungere mix nitrati/solfati
  - (eventualmente si possono usare solo solfati)
- Applicazione in scavo
- Iniezione direct push
- Iniezione in pozzi
- Bassa pressione
  - no necessità fratturazione
- Sicuro all'uso
  - Non pericoloso
  - DPI standard
- Semplice!

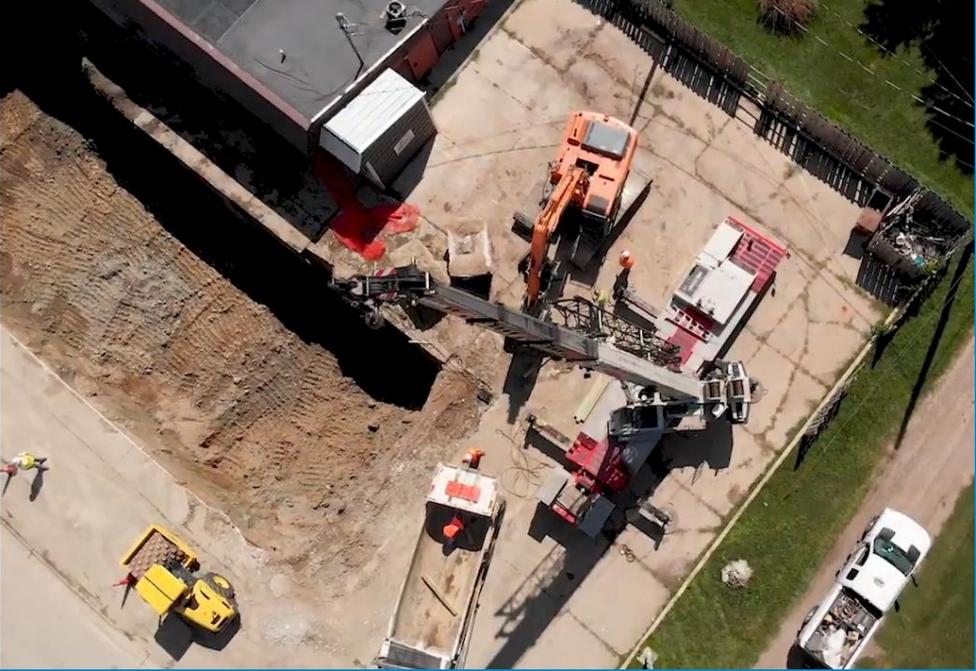


# Caratteristiche del PetroFix

Reagente fluido: **Facilità d'uso + Ottima copertura della matrice**

- Applicato con attrezzatura mix e inj tradizionale
  - Ex. **Direct push, pozzi**
- Basse pressioni, no fratturazione
  - **Obiettivo: massimizzare contatto reagente - contaminanti nelle zone di flusso**
  - **Particelle 2  $\mu\text{m}$  è dimensione corretta per passare attraverso pori**
  - **Copertura completa e omogenea quando applicato secondo spaziatura raccomandata**
    - **Tipicamente 1,5-2 metri**







# Iniezioni a bassa pressione vs. alta pressione



Immagine Carbone Attivo Granulare (GAC)  
Particelle: 40 – 1.000 micron  
Necessaria alta pressione (>4 Bar)  
Fratturazione dell'acquifero? SI



Immagine Carbone Attivo in Polvere (PAC)  
Particelle: 50 - 250 micron  
Necessaria alta pressione (>4 Bar)  
Fratturazione dell'acquifero? SI

# Iniezioni a bassa pressione vs. alta pressione



Immagine Carbone Attivo Granulare (GAC)  
Particelle: 40 – 1.000 micron  
Necessaria alta pressione (>4 Bar)  
Fratturazione dell'acquifero? **SI**

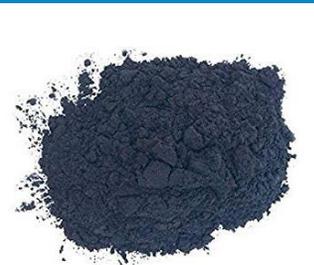
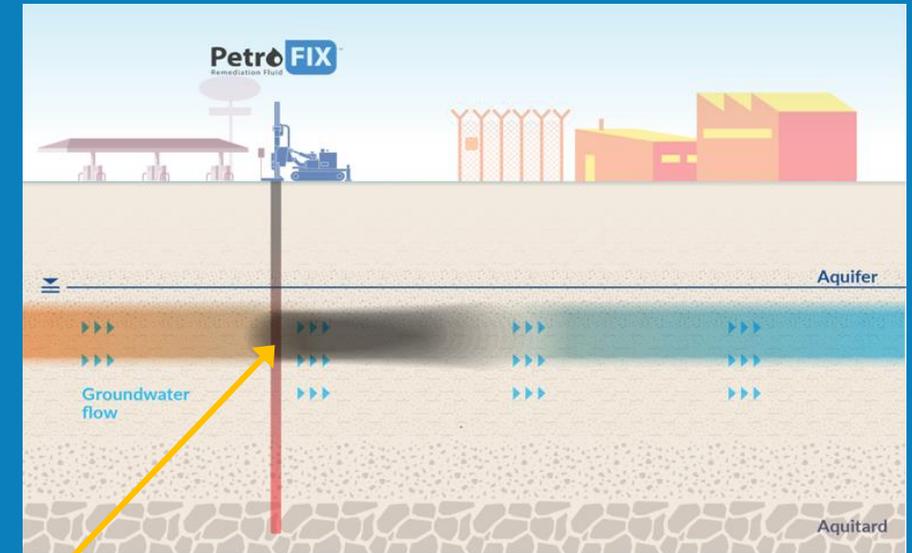


Immagine Carbone Attivo in Polvere (PAC)  
Particelle: 50 - 250 micron  
Necessaria alta pressione (>4 Bar)  
Fratturazione dell'acquifero? **SI**



Immagine Sospens. Carbone Liquido (PetroFix)  
Particelle: 1 - 2 micron  
Necessaria bassa pressione (<2 Bar)  
Fratturazione dell'acquifero? **NO**



Granulometria	Diametro pori (micrometri)*
Sabbie medie	8-50
Sabbie fini	5-20
Limo	3-8

\*Nota: Solo LAC ha diametro < diametro tipico dei pori di suoli limosi.

# Rivestimento a bassa pressione delle zone di flusso permeabili

- Adsorbe velocemente il flusso dei contaminanti
- Riduce danni all'esterno del sito
- Attiva biodegradazione
- Ulteriore trasporto adsorbito
- Retro-diffusione da zone poco permeabili adsorbita

= Collocazione di un filtro a carbone attivo purificante nel sottosuolo



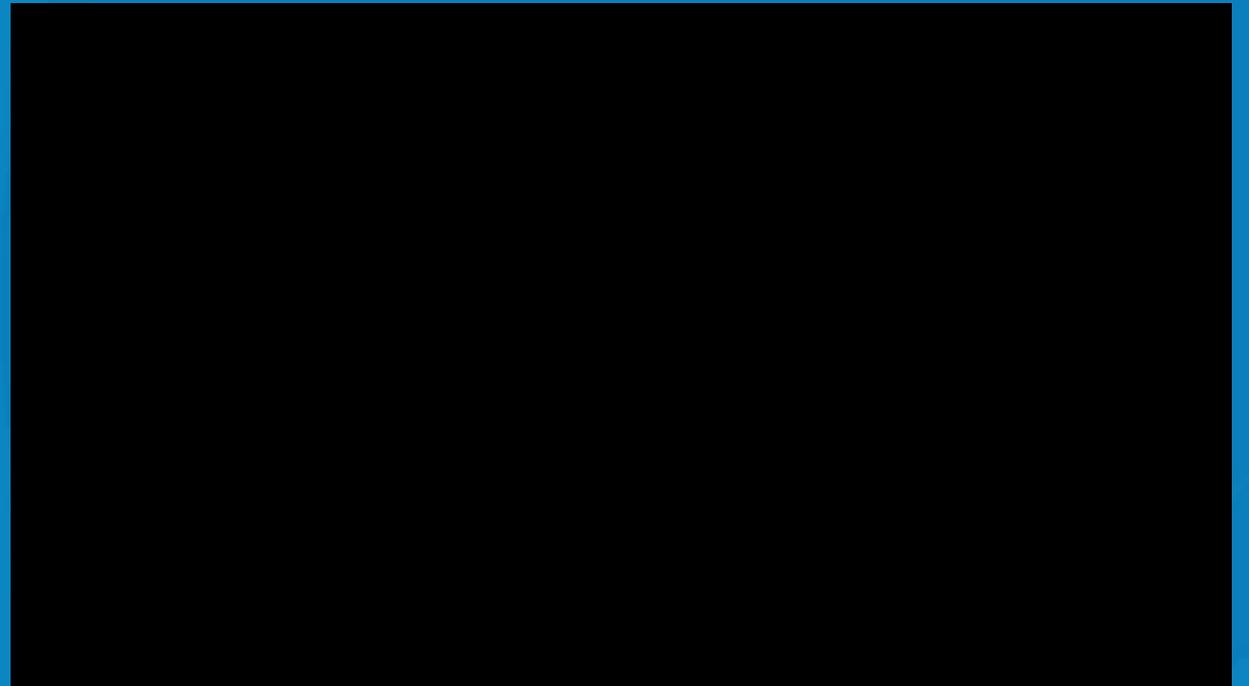
# Facilità di mix della sospensione colloidale PetroFix



A differenza dei prodotti solidi, sospensioni colloidali come il PetroFix possono essere **pompate o versate nella vasca di miscelazione**



Sospensioni simili all'acqua come PetroFix richiedono **solo lenta agitazione**



## Tipologie siti:

1. Stazioni di servizio
2. Depositi, raffinerie, stabilimenti, etc
3. Serbatoi da riscaldamento
4. Effrazioni da oleodotti
5. Perdite da linee
6. Incidenti / sversamenti autocisterne

## Modalità applicazione:

- A. Sostituzione serbatoi
- B. Applicazione in scavo
- C. Applicazione da superficie
- D. Iniezioni nell'insaturo

## Obiettivi:

- I. Riduzione del rischio
- II. Previene mobilizzazione/desorbimento per infiltrazione o fluttuazione della falda
- III. Misure preventive: Applicazione nel riempimento di serbatoi/linee

# Scenari di applicazione in terreni



# Performance in Beta Sites

**Petro**  **FIX**™  
Remediation Fluid



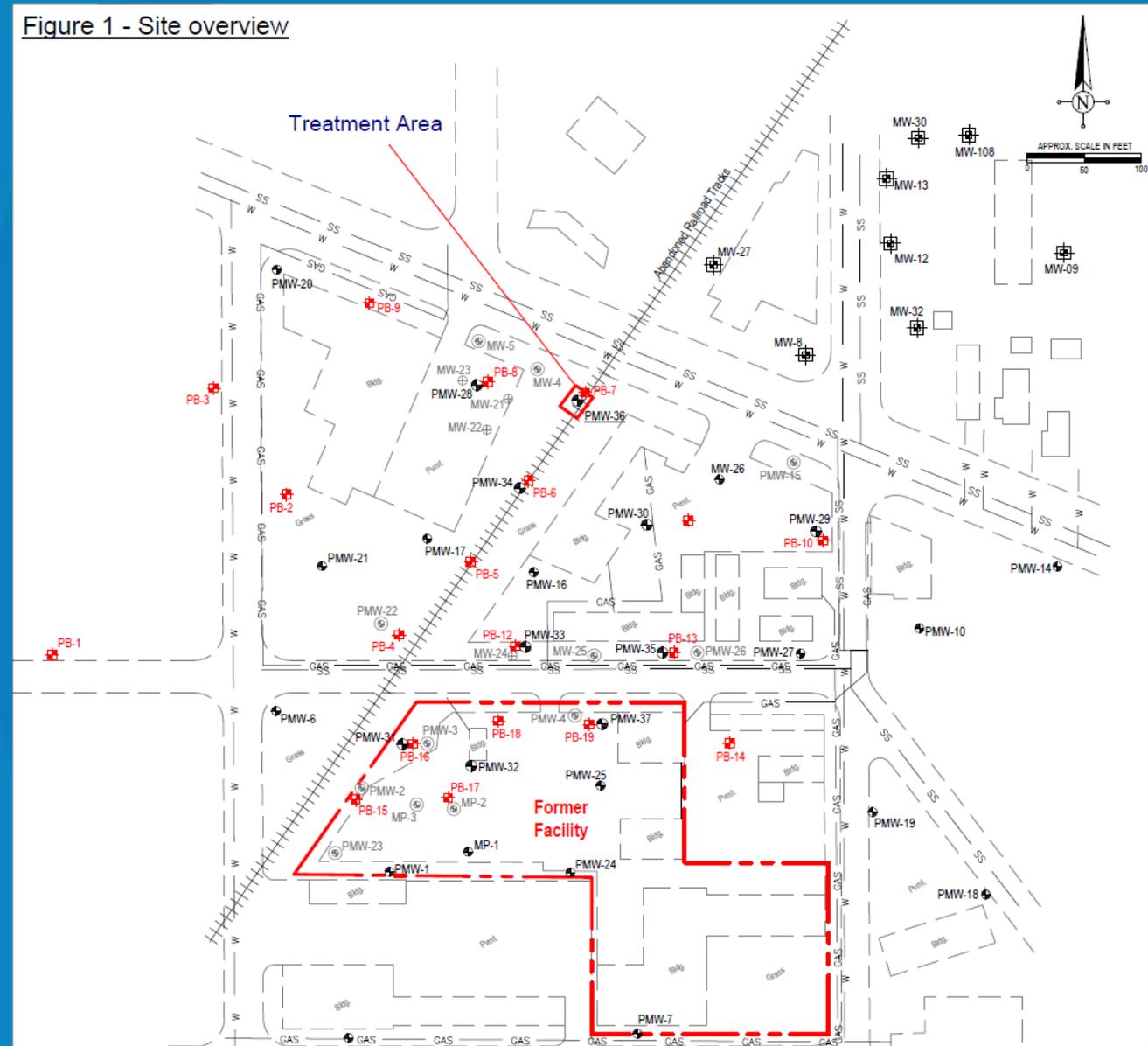
# Beta site 2 - South Bend, Indiana

- Deposito idrocarburi storico
- Bonifica iniziata nel 2006
  - Recupero LNAPL – 2006
  - AS/SVE – 2007-2009
- BTEX – 3.500 ug/l
- TPH-G – 38.800 ug/l
- TPH-D – 17.800 ug/l

Approccio: riduzione massa e applicazione a griglia



Figure 1 - Site overview





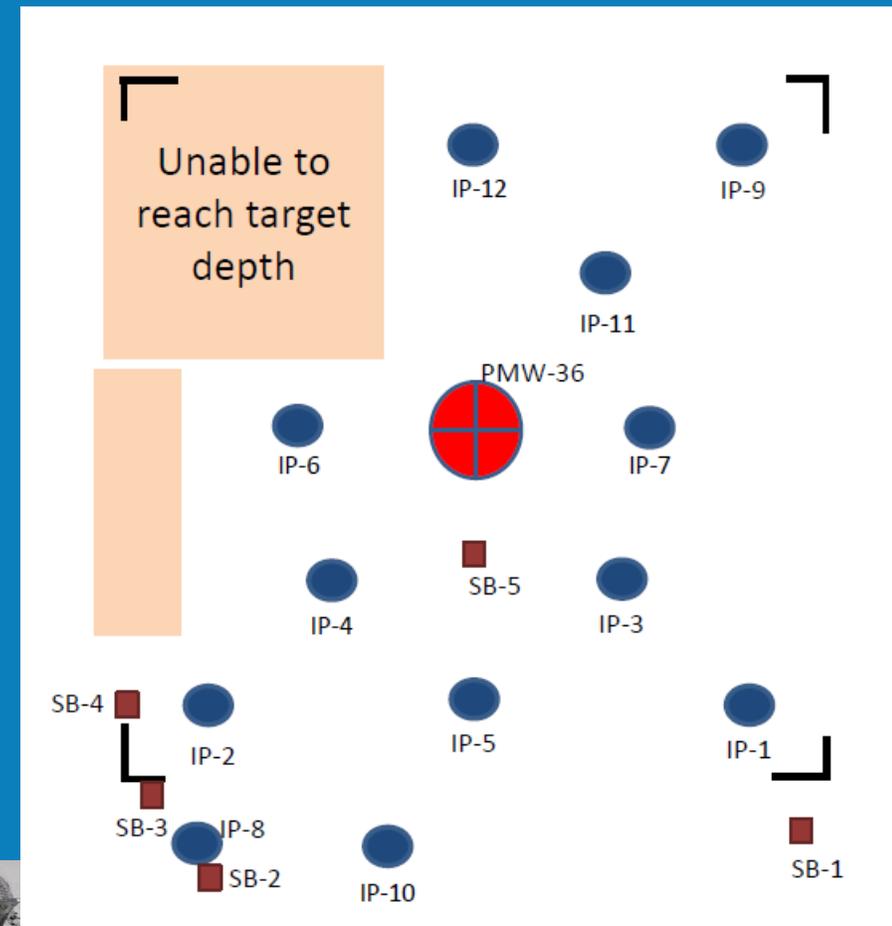
## Sito 2: Applicazione

### Prova pilota:

- 900 kg PetroFix con blend EA solfati + nitrati
- 12 punti direct push
- Spessore: 5-7,5 m da p.c.
- Suoli eterogenei

### Conferma della distribuzione:

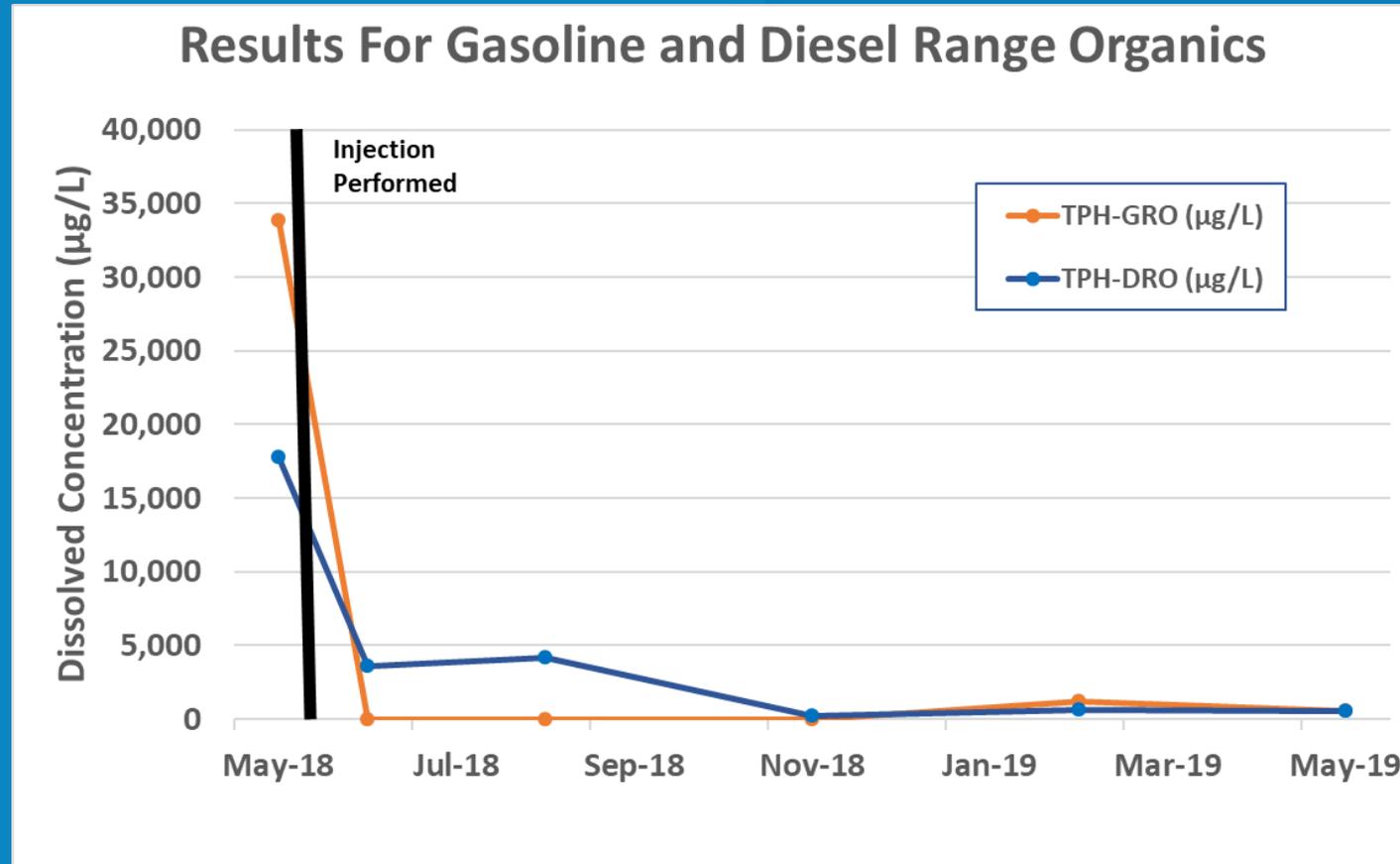
- Spaziatura 1,5-2 m ottimale per completa copertura



**Applicazione Full Scale realizzata Aprile-Maggio 2019**



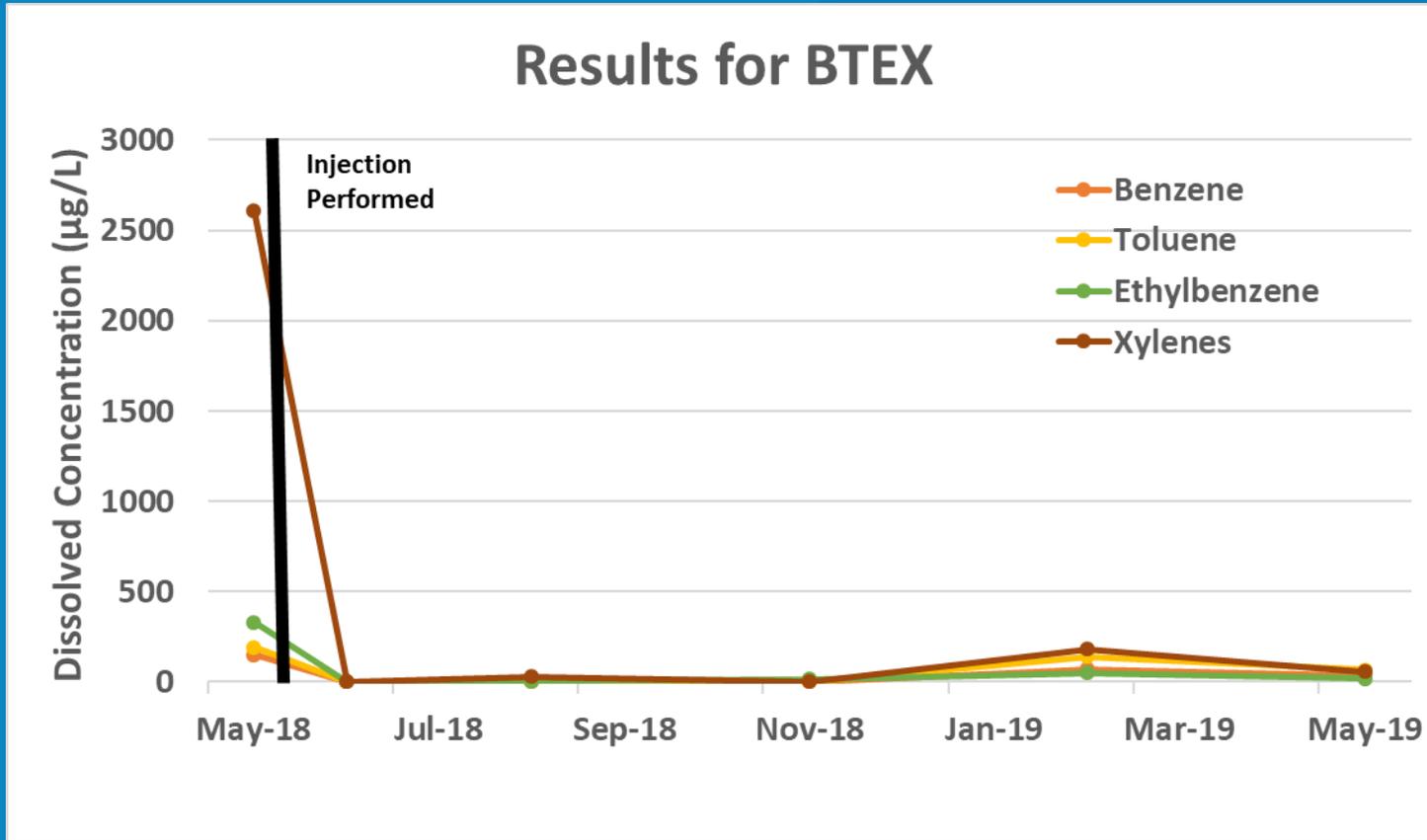
# Sito 2: South Bend, IN



Analyte	May-18	Jun-18	Aug-18	Nov-18	Feb-19	May-19
TPH-GRO (µg/L)	33,800	ND	ND	ND	1,170	506
TPH-DRO (µg/L)	17,800	3,600	4,200	250	596	538



# Sito 2: South Bend, IN



## Note:

- Cliente ipotizzava rebound. Beta test al centro del plume e ricarica da monte
- Risultati comunque eccellenti, riduzione ad oggi 94,5%
- Full Scale iniziato dalle aree a monte

Analyte	May-18	Jun-18	Aug-18	Nov-18	Feb-19	May-19
Benzene	149	ND	ND	ND	69.9	36.8
Toluene	191	ND	5.7	ND	139	68.2
Ethylbenzene	330	ND	5.6	14	49.1	19.2
Xylenes	2,610	ND	30	ND	181	56.6



# Sito 2: South Bend, IN

# RISULTATI

## Monitoraggio aggiuntivo:

- Linee di evidenza biodegradazione
  1. Andamento elettro-accettori
    - Atteso consumo nitrati più veloce di solfati
    - Leggero incremento a Maggio dovuto a iniezioni a monte
  2. Prodotti di reazione
    - Osservata produzione supportata di metano (da biodegradazione idrocarburi) che continua dopo consumo nitrati e solfati
    - Attribuita a biodegradazione sintrofica

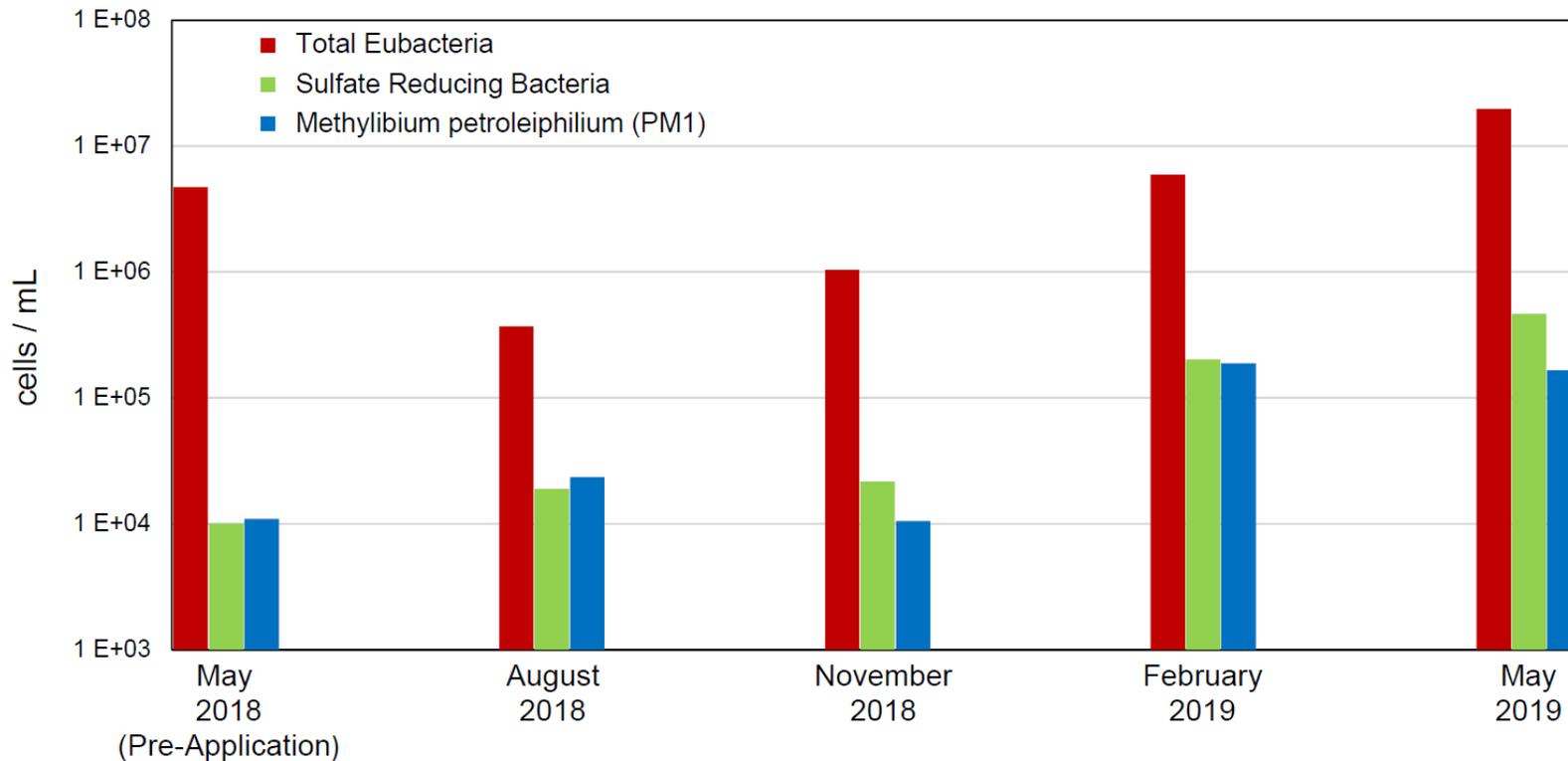


# Sito 2: South Bend, IN      RISULTATI



- Analisi microbiologiche:
  - Concentrazioni idrocarburi ridotte >94,5%
- Dati QuantArray® Petro: Degradori principali idrocarburi abbondanti
  - Popolazioni diversificate e in ottime condizioni
  - Supporto della biodegradazione anche su contaminante adsorbito al carbone attivo
- Dati mRNA (Microbial Insights) indicano popolazioni principali sono attive e fiorenti

Site Microbial Activity



# Conclusioni

- PetroFix efficace per bonifica idrocarburi
- Dati geochimici e microbiologici supportano i principi di trattamento
- Trattamento/contenimento sul lungo termine possibile con poca o senza manutenzione



**WE'RE HERE TO HELP YOU**  
**FIND THE RIGHT SOLUTION FOR YOUR SITE**



**Ing. Marcello Carboni**  
**Regional Manager, Europe**  
mcarboni@regenesi.com  
**+39 335 5867213**

