

**REMTECH EXPO**

**REMTECH**

**UN APPROCCIO INNOVATIVO INTEGRATO  
PER LA BONIFICA SOSTENIBILE**

*CLAUDIO CARUSI, MARES*

**REMTECH NATIONAL SCHOOL,  
LA SOSTENIBILITA' DELLE BONIFICHE**

**18 settembre 2019**

*RemTech Expo 2019 (18, 19, 20 Settembre) FerraraFiere*

[www.remtechexpo.com](http://www.remtechexpo.com)

# Un approccio innovativo integrato per la bonifica sostenibile

## AGENDA

*Parte 1 – Le tecnologie di bonifica oggi e la sostenibilità degli interventi*

*Parte 2 – Prima della bonifica: la caratterizzazione in alta definizione*

*Parte 3 – Nuove tecnologie per la bonifica sostenibile: EKOGRID™*

*Parte 4 – Conclusioni*

## PARTE 1

### LE TECNOLOGIE DI BONIFICA OGGI E LA SOSTENIBILITA' AMBIENTALE DEGLI INTERVENTI



# PARTE 1. Le tecnologie di bonifica oggi e la sostenibilità ambientale degli interventi

## La «sostenibilità» di un intervento di bonifica

L'analisi di sostenibilità deve considerare l'insieme degli indicatori che afferiscono alla sfera ambientale, sociale ed economica (SuRF Italy, 2014)



Area of protection	Impact category	Scientific unit for the indicator	Reliability of the calculation methods	Confidence in the inventory data
Consumption of resources	Total energy	MJ	+++	+++
Air pollution	Global warming potential	g eq. CO <sub>2</sub>	+++	+++
	Acidification potential	g eq. SO <sub>2</sub>	++	++
	Photochemical oxidation	g eq ethylene	+	+
Water pollution	Eutrophication potential	g eq. PO <sub>4</sub>	+	+
	Water pollution (critical volume)	m <sup>3</sup>	+++	++
Waste	Municipal waste	kg	+++	+++
	Hazardous waste	kg	+(+)	+(+)

Source: BIO Intelligence Service, 2005

Il *Life Cycle Assessment (LCA)* valuta il complesso delle interazioni positive e negative tra un processo generico e l'ambiente, dall'inizio alla fine, e le annesse conseguenze (UNI EN ISO 14040:2006 e UNI EN ISO 14044:2006). L'LCA può costituire la base per la definizione di un criterio quantitativo di scelta dell'intervento di bonifica a maggiore sostenibilità, su base sito-specifica.

# PARTE 1. Le tecnologie di bonifica oggi e la sostenibilità ambientale degli interventi

## Tipologie di interventi di bonifica in Europa

Joint Research Centre (JRC)  
 Technical Reports (European Commission):  
*Status of local soil contamination in Europe, 2018*



Table 7. Total remediated surface and area treated with different remediation techniques.

Country	Total area remediated (ha)	Area remediated off-site (million tonnes)	Area remediated on-site (million tonnes)	Area remediated in situ (ha)
Denmark	—	2.5	—	—
Estonia	53	—	—	3.5
Finland	—	1.5 <sup>(1)</sup>	—	1 015 <sup>(2)</sup>
France	14 500	1.1	—	—
Hungary	97 <sup>(3)</sup>	1.0	1.5	8.8
Luxembourg	—	0.2	—	—
Portugal	27.21	0.7	—	—
Switzerland	600	2	0.1	70

(<sup>1</sup>) area remediated per year; (<sup>2</sup>) number of sites under *in situ* remediation; (<sup>3</sup>) RS per year (-) data not provided

### Informazioni disponibili (8 Stati Membri)

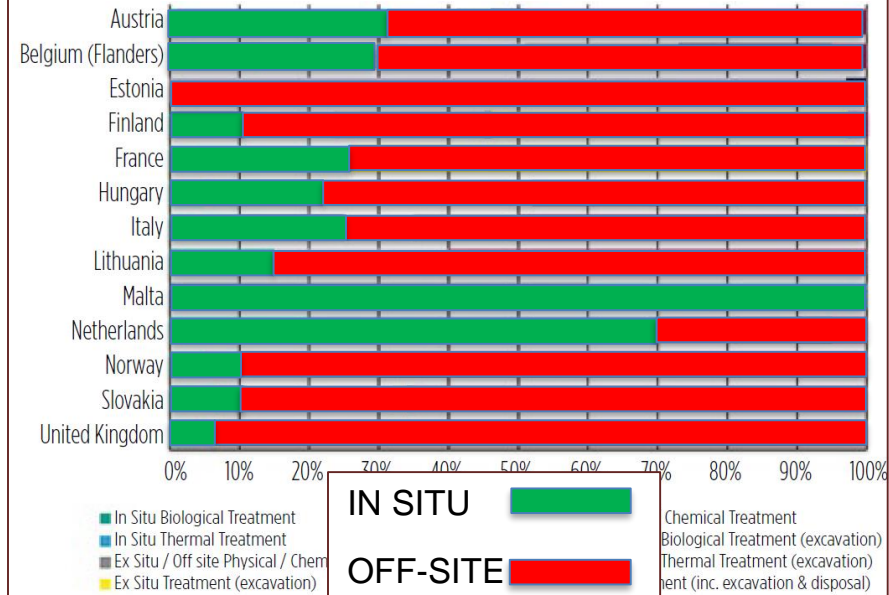
- Estonia:** 3,5/53 ettari (7%) bonificati con tecnologie in situ
- Ungheria:** 972.000 ton di terreno bonificato off-site tra il 2011 e il 2016
- Portogallo:** 647.000 ton di terreno bonificato off-site
- Danimarca:** 2,5 milioni di ton di terreno bonificato off-site
- Finlandia:** 1-1,5 milioni di ton di terreno conferiti a discarica ogni anno
- Francia:** 650 siti bonificati off-site (1.132 milioni di ton su 150 di tali siti)
- Svizzera:** 70/600 ettari (12%) bonificati in situ
- Brussels-Capital:** 75% dei siti bonificati off-site



OCCORRONO NUOVI **STRUMENTI TECNICI** ATTI A RENDERE GLI INTERVENTI DI BONIFICA EFFICACI E SOSTENIBILI



Van Liedekerke *et al.*, 2014

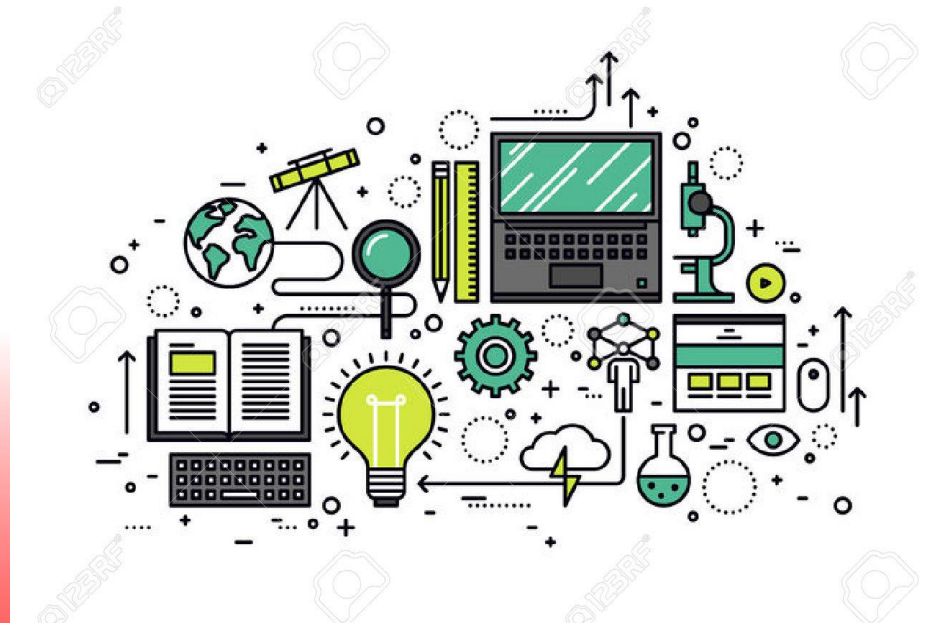


E per domani?

- **sono censiti** circa **650.000** siti in cui sono avvenute/avvengono attività inquinanti nell'EU-28
- tra questi, **più di 240.000** (cioè il **37%**) sono in corso di caratterizzazione o non sono stati ancora caratterizzati
- ad oggi, risultano bonificati solo **65.500** siti
- **si stimano 2,8 milioni di siti** in cui sono avvenute/avvengono attività inquinanti nell'EU-28

## PARTE 2

### PRIMA DELLA BONIFICA: LA CARATTERIZZAZIONE IN ALTA DEFINIZIONE



## PARTE 2. Prima della bonifica: la caratterizzazione in alta definizione

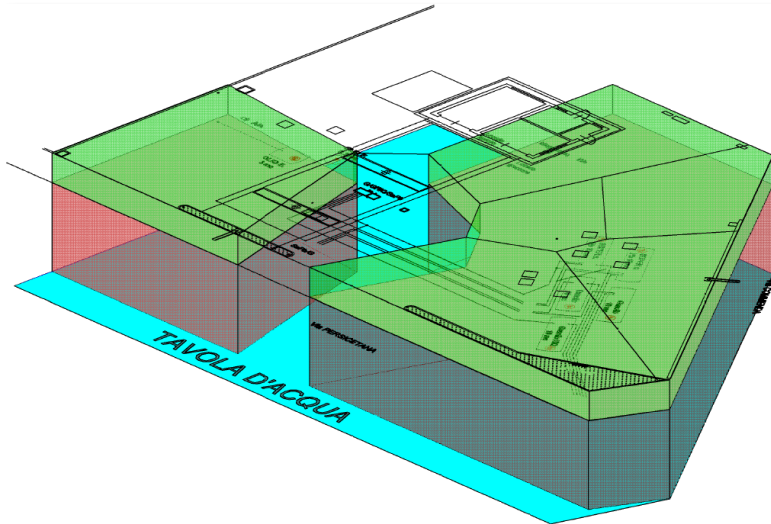
### Dove bonificare?

LE ATTUALI TECNOLOGIE D'INDAGINE AD ALTA DEFINIZIONE CONSENTONO DI INDIVIDUARE I **FOCOLAI** DI CONTAMINAZIONE ED EFFETTUARE **INTERVENTI MIRATI**, OSSIA NEI VOLUMI IN CUI EFFETTIVAMENTE UTILE E NECESSARIO

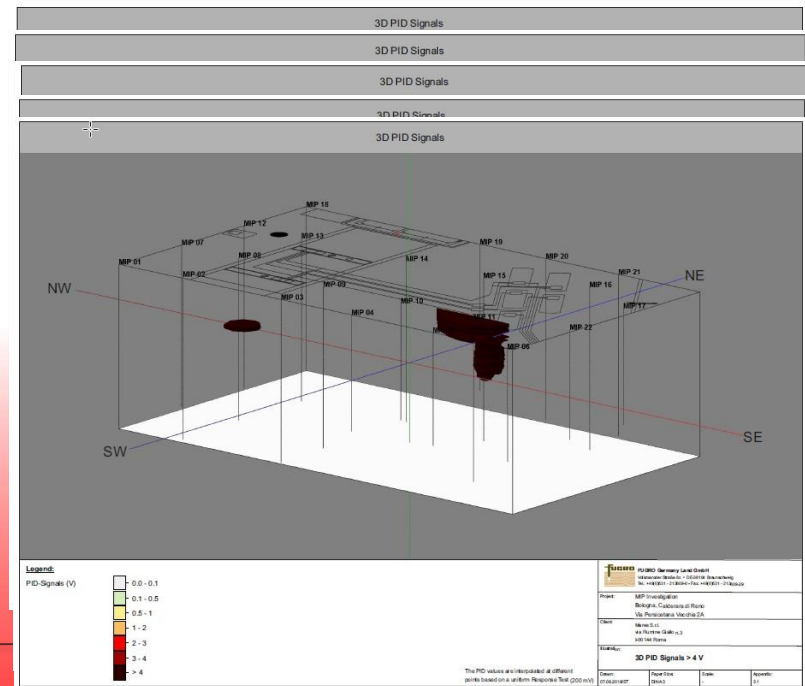
Es.: tecnologia **Membrane Interface Probe** (MIP)

Con un numero adeguato di punti, grazie alle elaborazioni geostatistiche si ottiene una immagine ad altissima definizione del volume di sottosuolo in cui si distribuisce **il grosso della massa** del contaminante.

### METODO DI CARATTERIZZAZIONE TRADIZIONALE



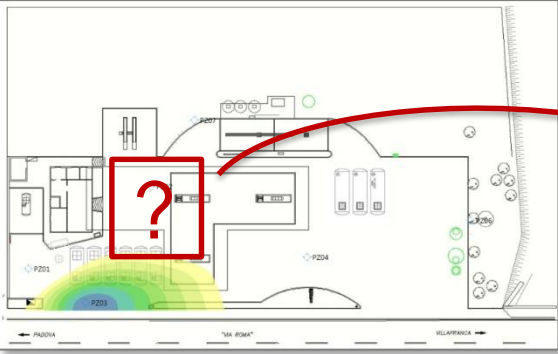
### MIP



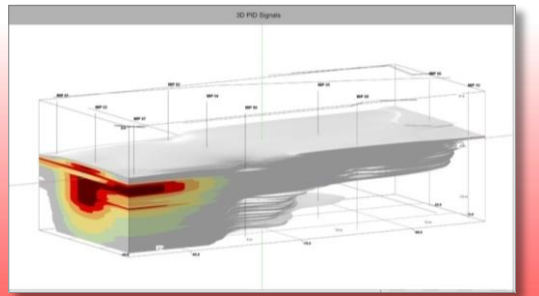
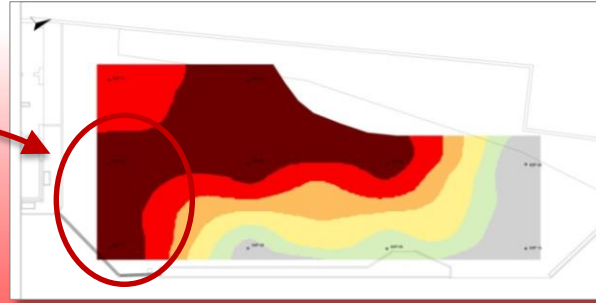
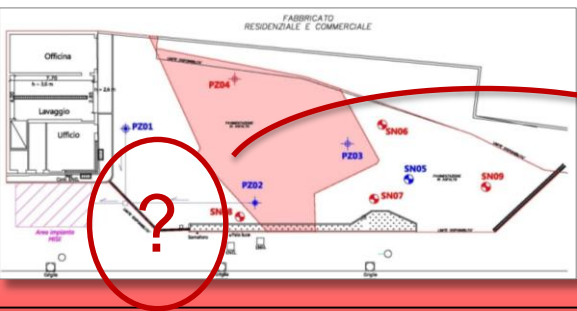
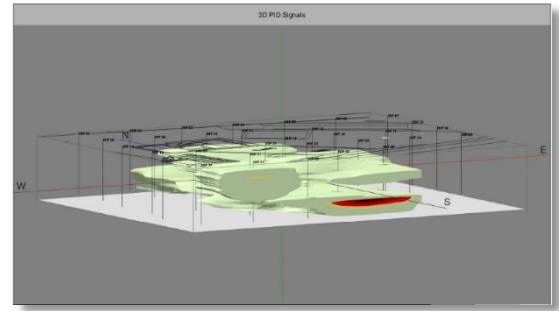
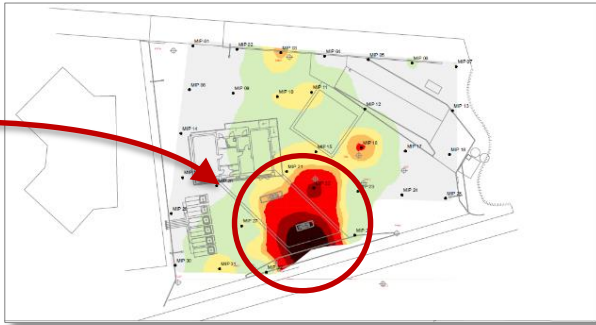
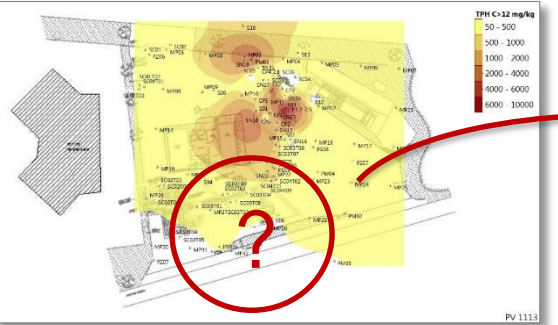
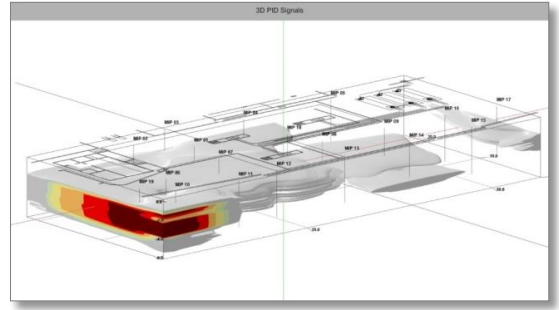
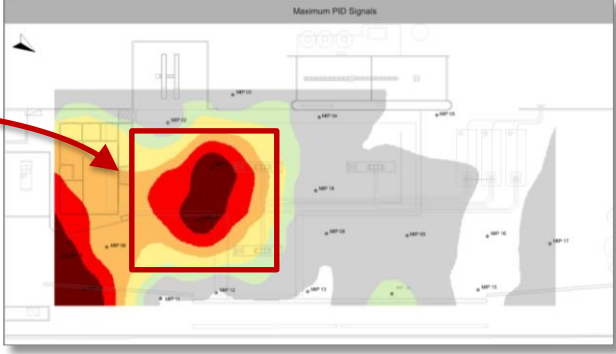
# PARTE 2. Prima della bonifica: la caratterizzazione in alta definizione

## Le aree sorgente di contaminazione

INDAGINI TRADIZIONALI



MIP





## PARTE 3

### *NUOVE TECNOLOGIE PER LA BONIFICA SOSTENIBILE: EKOGRID™*



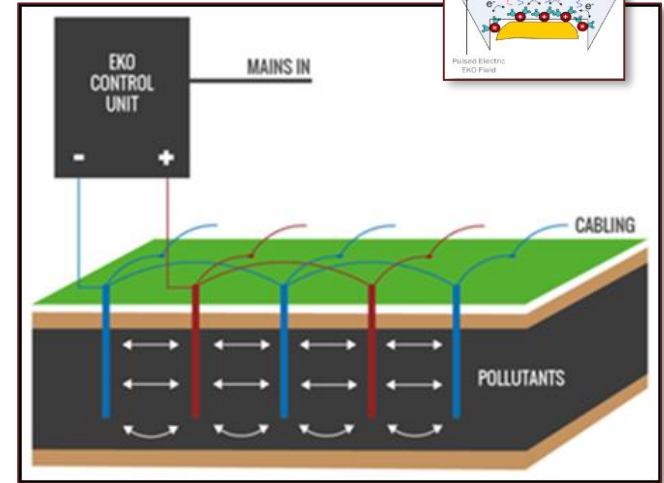
# PARTE 3. Nuove tecnologie per la bonifica sostenibile: EKOGRID™

## Descrizione della tecnologia innovativa



Tecnologia di proprietà dell'Azienda finlandese  
Eko Harden Oy

- **Applicazione di un campo elettrico pulsante a basso voltaggio (5-20 V)** nel sottosuolo contaminato (saturato ed insaturo)
- **Produzione di ossigeno e radicali liberi** per elettrolisi dell'acqua e ossidazione chimica dei contaminanti
- **Desorbimento dei contaminanti** dal terreno, con aumento della biodisponibilità degli inquinanti senza iniezione di sostanze chimiche surfattanti
- **Biodegradazione aerobica** dei contaminanti organici



### Modalità esecutive di intervento:

- ✓ Infissione nel terreno di **elettrodi metallici** secondo una maglia quadrata di 5 mt
- ✓ Somministrazione di **corrente a bassa tensione** nel sottosuolo secondo un regime governato da una

### Ekogrid™ vs indicatori ambientali di sostenibilità:

~~Produzione di rifiuti~~

~~Pompaggi di acque sotterranee e Scarichi industriali~~

~~Emissioni in atmosfera~~

~~Consumi energetici significativi~~

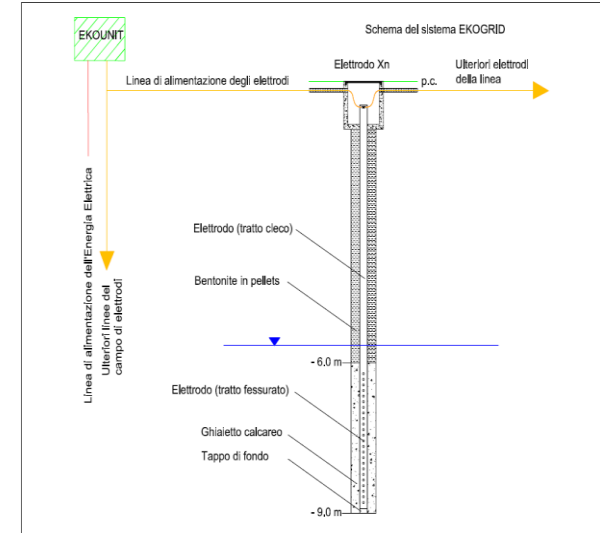
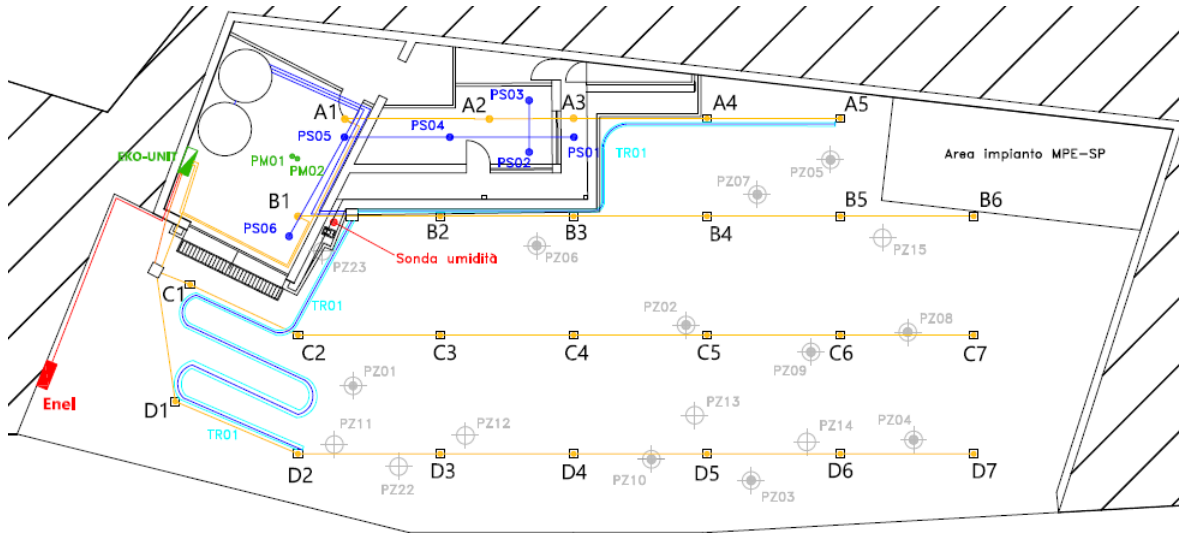
~~Consumo di materie~~

~~Consumo di suolo~~



# PARTE 3. Nuove tecnologie per la bonifica sostenibile: EKOGRID™

## Prima applicazione in Italia: il sito



Impianto di distribuzione carburanti dismesso

25 elettrodi

1 centralina (EKO-UNIT)

Contaminazione nei terreni da idrocarburi C>12 e C<12

Contaminazione nelle acque sotterranee da MTBE e ETBE

# PARTE 3. Nuove tecnologie per la bonifica sostenibile: EKOGRID™



Prima applicazione in Italia: i risultati dopo 12 mesi

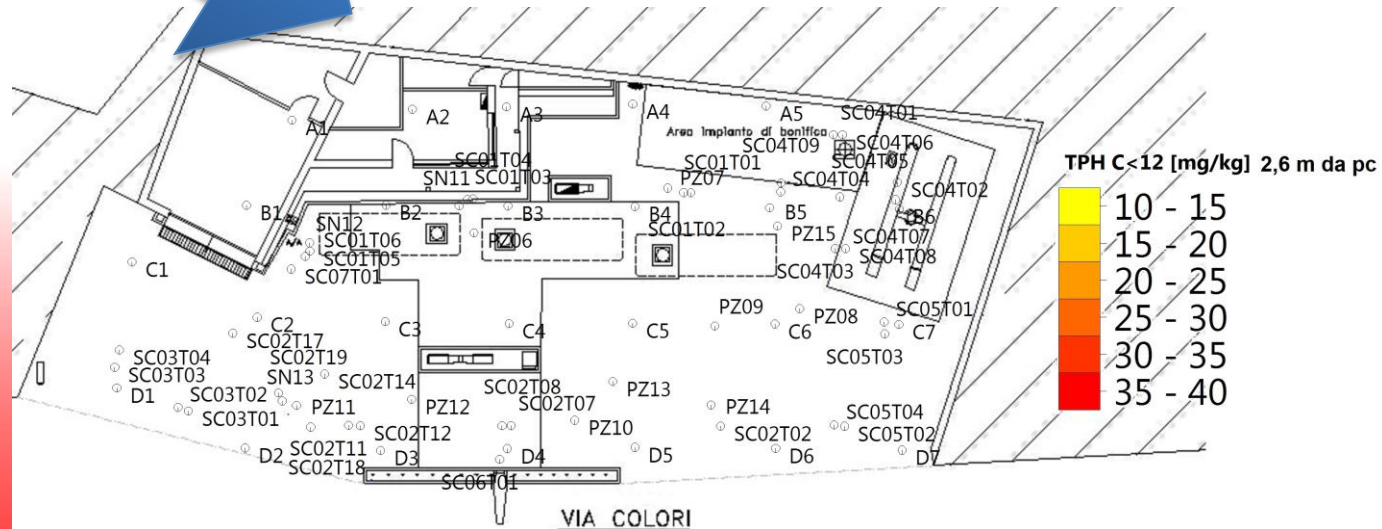
## TERRENI: Idrocarburi leggeri C ≤ 12

Prima dell'avvio del sistema EKOGRID™



luglio 2019

**Idrocarburi C ≤ 12  
conformi alla CSC  
residenziale**



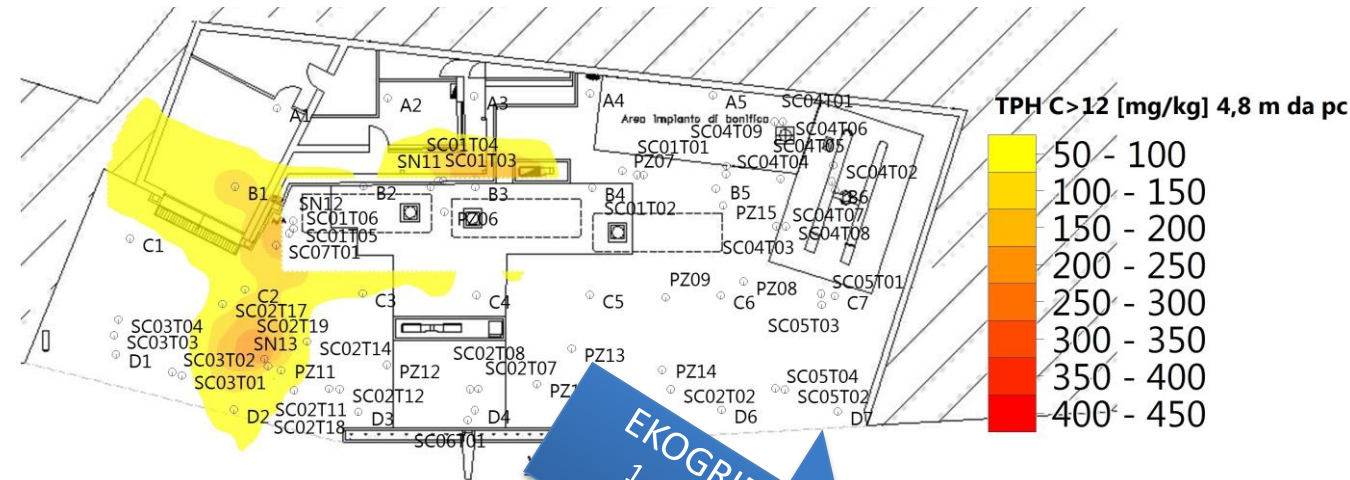
# PARTE 3. Nuove tecnologie per la bonifica sostenibile: EKOGRID™



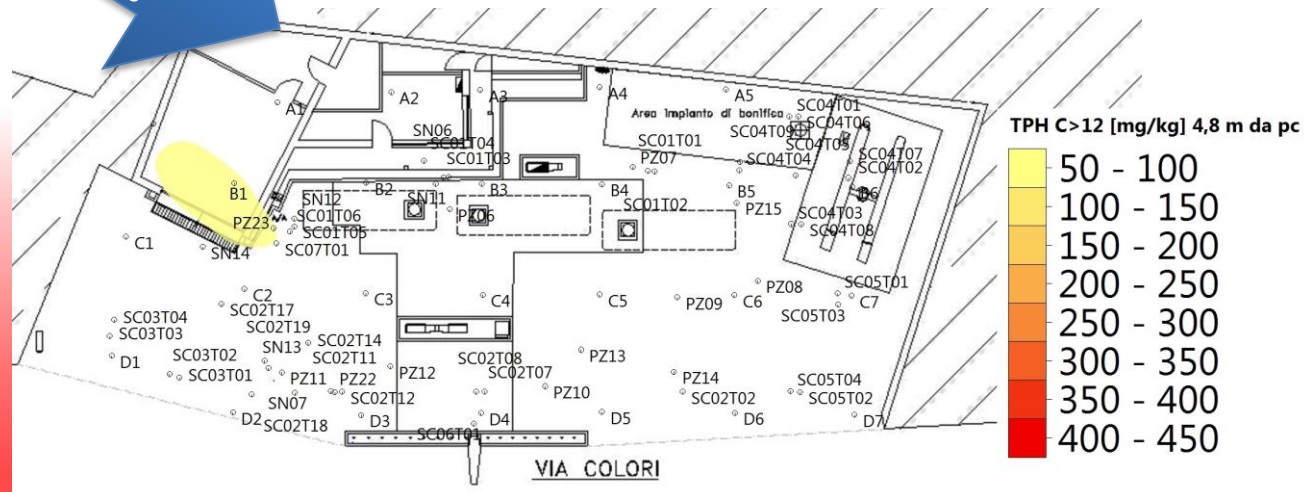
Prima applicazione in Italia: i risultati dopo 12 mesi

## TERRENI: Idrocarburi pesanti C > 12

Prima dell'avvio del sistema EKOGRID™



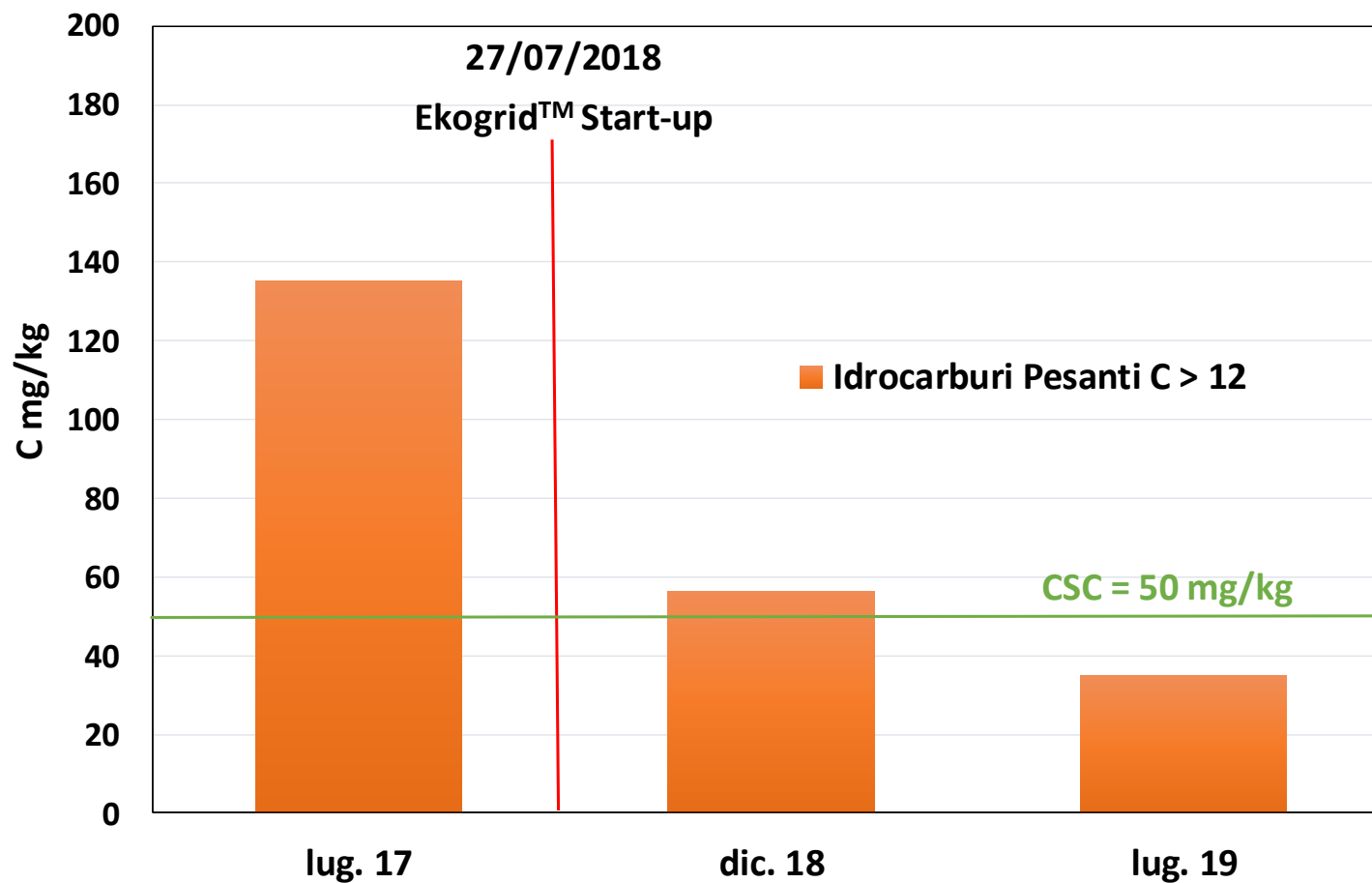
luglio 2019



Terreno non conforme alla CSC residenziale ridotto sia in volume che in concentrazione di picco

*Prima applicazione in Italia: i risultati dopo 12 mesi*

**TERRENI: Idrocarburi pesanti C > 12**  
**valori medi**



**Trend di decontaminazione nei terreni nei primi 12 mesi:**

- **Idrocarburi Leggeri C ≤ 12:** conformi alla CSC residenziale in ogni punto;
- **Idrocarburi Pesanti C > 12:** riduzione del 75 % (calcolata sulla media delle concentrazioni)

# PARTE 3. Nuove tecnologie per la bonifica sostenibile: EKOGRID™



MARES

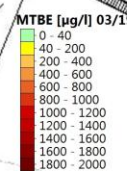
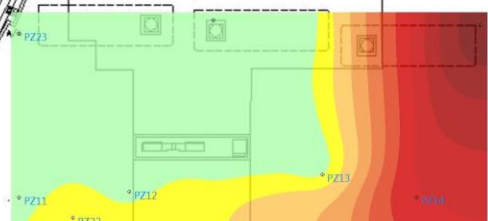
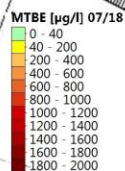
Prima applicazione in Italia: i risultati dopo 12 mesi

## ACQUE SOTTERRANEE: MTBE

luglio 2018

marzo 2019

EKOGRID™

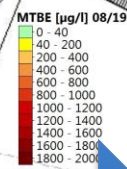
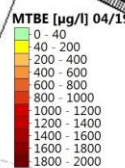


## APRILE 2019: INTERVENTO DI SUBIRRIGAZIONE CON NUTRIENTI, DOPO DI CHE

aprile 2019

agosto 2019

EKOGRID™



# PARTE 3. Nuove tecnologie per la bonifica sostenibile: EKOGRID™



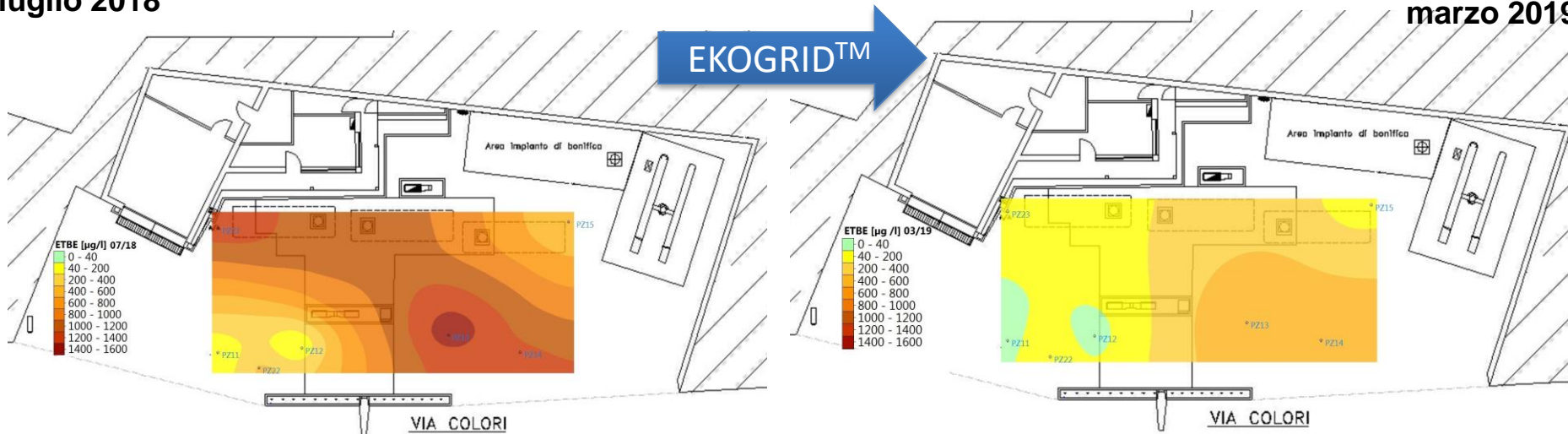
MARES

Prima applicazione in Italia: i risultati dopo 12 mesi

## ACQUE SOTTERRANEE: ETBE

luglio 2018

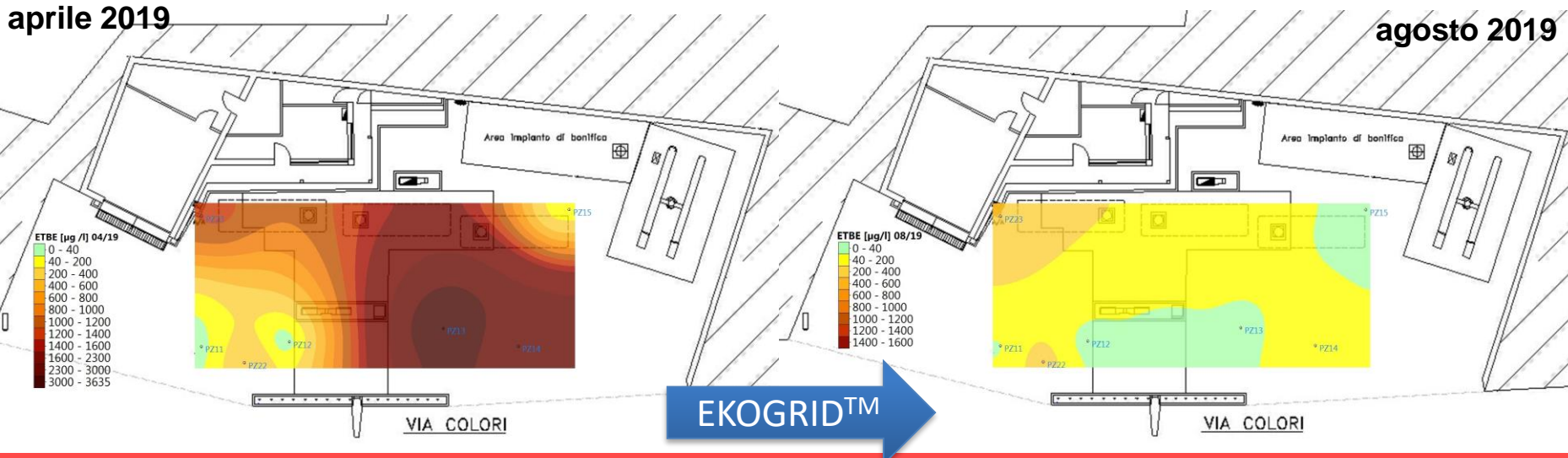
marzo 2019



## APRILE 2019: INTERVENTO DI SUBIRRIGAZIONE CON NUTRIENTI, DOPO DI CHE

aprile 2019

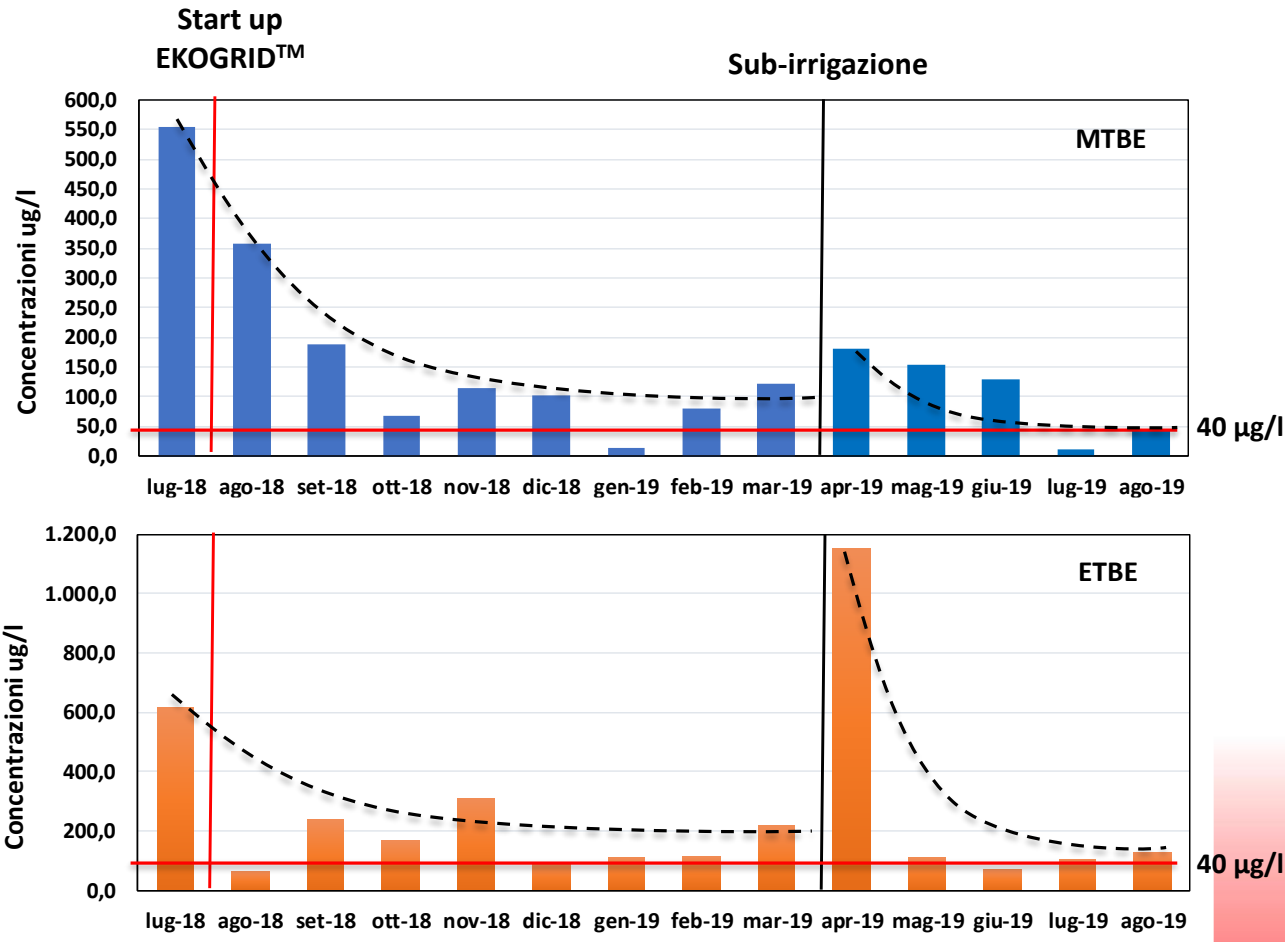
agosto 2019





Prima applicazione in Italia: i risultati dopo 12 mesi

**ACQUE SOTTERRANEE: MTBE E ETBE**  
**valori medi**



Gli interventi di **subirrigazione** vengono effettuati per:

- migliorare l'effetto elettrolitico nell'insaturo,
- facilitare il desorbimento dei contaminanti dal terreno e il passaggio nelle acque sotterranee

Abbattimento medio **MTBE** (lug. 18 – ago. 19) = 92.4 %

Abbattimento medio **ETBE** (lug. 18 – ago. 19) = 79.4 %

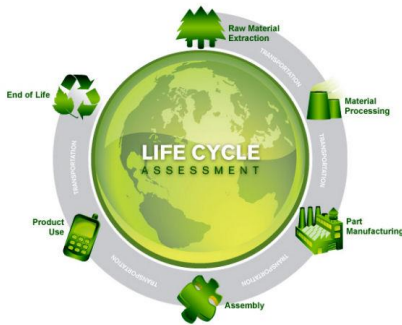
## **PARTE 4**

### *CONCLUSIONI*



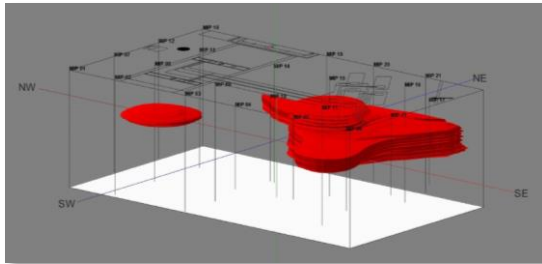
## PARTE 4. Conclusioni

### Un approccio nuovo verso la bonifica sostenibile



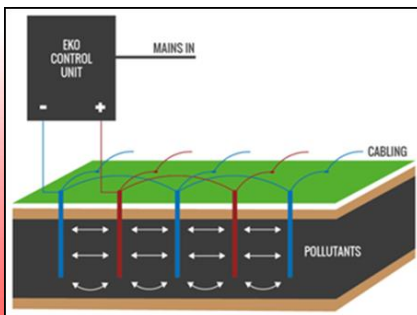
#### ANALISI DI SOSTENIBILITA'

Introdurre sistemi ufficiali di confronto e valutazione **oggettiva e quantitativa** sito-specifica di sostenibilità degli interventi di bonifica



#### TECNOLOGIE D'INDAGINE HRSC

Circoscrivere le **aree focolaio** e intervenire in maniera efficace ove effettivamente necessario



#### TECNOLOGIE DI BONIFICA

**Scegliere** il tipo di intervento *in situ* a maggior grado di sostenibilità tra quelli applicabili al caso specifico. Implementare il livello di conoscenza e di applicazione delle **Green Technologies**

GRAZIE PER L'ATTENZIONE,

dott. Claudio Carusi

**Mares S.r.l.**

Telefono 06 86961508

E-mail [claudiocarusi@maresitalia.it](mailto:claudiocarusi@maresitalia.it)