

Contenuti e considerazioni sul Piano Operativo di Bonifica  
sito industriale Caffaro  
Brescia 22 febbraio 2020

**MOVIMENTO DI LOTTA PER LA SALUTE ONLUS**



**Medicina  
Democratica**

Via dei Carracci, 2 - Tel. 02 4984678 - 20149 MILANO

[www.medicinademocratica.org](http://www.medicinademocratica.org)

[segreteria@medicinademocratica.org](mailto:segreteria@medicinademocratica.org)

# Caffaro, da inferno industriale a Eden urbano ?

Destinazioni :

Commerciale/artigianale  
– Nord Ovest

Parco pubblico (nord via Morosini)

Commerciale/artigianale  
/servizi (zona sud via Morosini)



# Stato dell'arte

- Caratterizzazione : 2000-2005
- Attivo MISE (sbarramento idraulico falda)
- Studio integrativo fine 2018
- Analisi di rischio per individuare CSC/CSR
- Superamento CSC (esteso per As, Hg, Cu, «sporadico» per PCB, PCDD, Fitofarmaci)
- Gas interstiziali : presenze significative di solventi clorurati
- Non considerato rischio per falda sotterranea



# Stato dell'arte – Suolo sottosuolo

- A) 0 – 1,5 m (riporto)
  - B) - 1,5 – 3 m (limo)
  - C) - 3 -10 m (ghiaia)
  - D) - 10 – 40 m (sabbia)
  - (con strati argillosi tra 23 e 27 metri)
  - Oltre 50 metri, conglomerato cementato
- Il livello B per la minore permeabilità viene considerato come quello fondamentale per la migrazione (superato quello i contaminanti migrano agevolmente)
  - Sottosuolo in corrispondenza degli impianti attivi ?

# Stato dell'arte – falda acquifera (Arpa 2017)

- Superamenti CSC (per uno o più pozzi) Tetracloroetilene, cloroformio, Cromo VI, PCB
- Evidenza di apporti anche da monte di contaminanti (tetracloroetilene, Cromo VI)
- In termini verticali contaminazione diffusa fino a – 40 mt poi riduzione di un ordine di grandezza
- Presenza di 7 pozzi industriali, 10 piezometri di monitoraggio interni e 5 piezometri di monitoraggio esterni
- Falde intercomunicanti
- Tendenza all'innalzamento della falda dal 2014 (fino a 10 m)

# Particolarità superamenti falda

## **SORGENTI PRIMARIE**

- Arsenico, Piombo e Rame – zona sud orientale
- Mercurio – 5 sorgenti primarie
- PCB, PCN, PCT – 5 sorgenti primarie
- HCH, Lindano, DDD, DDT e DDE – area nord occidentale
- PCDD-PCDF – ubiquitarie (sorgenti ??)

## **SORGENTI SECONDARIE**

- 4 sorgenti terreno insaturo superficiale (0-1 m)
- 4 sorgenti terreno insaturo profondo (> 1 m)
- 1 sorgente per le acque di falda = tutta l'area (cautelativamente)

# Obiettivi da analisi di rischio

- Gli obiettivi variano in relazione a:
  - Destinazione area
  - Per il suolo, livello superficiale (0-1 m) e profondo (> - )
  - Per la falda in relazione al valore del contaminante a monte del sito
- «l'obiettivo del progetto di bonifica è quello di trattare le sorgenti di contaminazione profonda (presenza di PCB a circa 28 metri di profondità) al fine di alleggerire l'impatto sulla falda che migrando contribuisce a diffondere il carico inquinante»
- «le CSR proposte soddisfano i criteri di cumulazione dei rischi da suolo superficiale, profondo e falda»

# Obiettivi – suolo/sottosuolo – il PCB (PCN e PCT)

CSC 5 mg/kg (ind.) 0,06 mg/kg (verde)

- Area via Milano – commerciale
- SS1 cmax 77,6      CSR 5
- SP1 cmax 23      CSR 5
- SS2/SP2 cmax 546      CSR 5
- Area a futuro parco
- SS3 cmax 4.248      CSR 0,06
- SP3 cmax 170,23      CSR 0,06
- Area Sud via Morosini
- SS4 cmax 623,1      CSR 5



# Obiettivi – suolo/sottosuolo – PCDD/F teq CSC 0,1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (ind.) 0,01 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (verde)

- Area via Milano – commerciale

- SS1 cmax 3,3      CSR 0,1
- SP1 cmax 1,67      CSR 1,67
- SS2 cmax 3      CSR 0,1
- SP2 cmax 3      CSR 0,74

- Area a futuro parco

- SS3 cmax 35,3      CSR 0,01
- SP3 cmax 18      CSR 290 (?!)

- Area Sud via Morosini

- SS4 cmax 6,18      CSR 0,1
- SP4 cmax 0,18      CSR 0,25

Lotto completamento

Via Milano



Lotti funzionali

3 lotti 3 fasi

Lotto via Milano

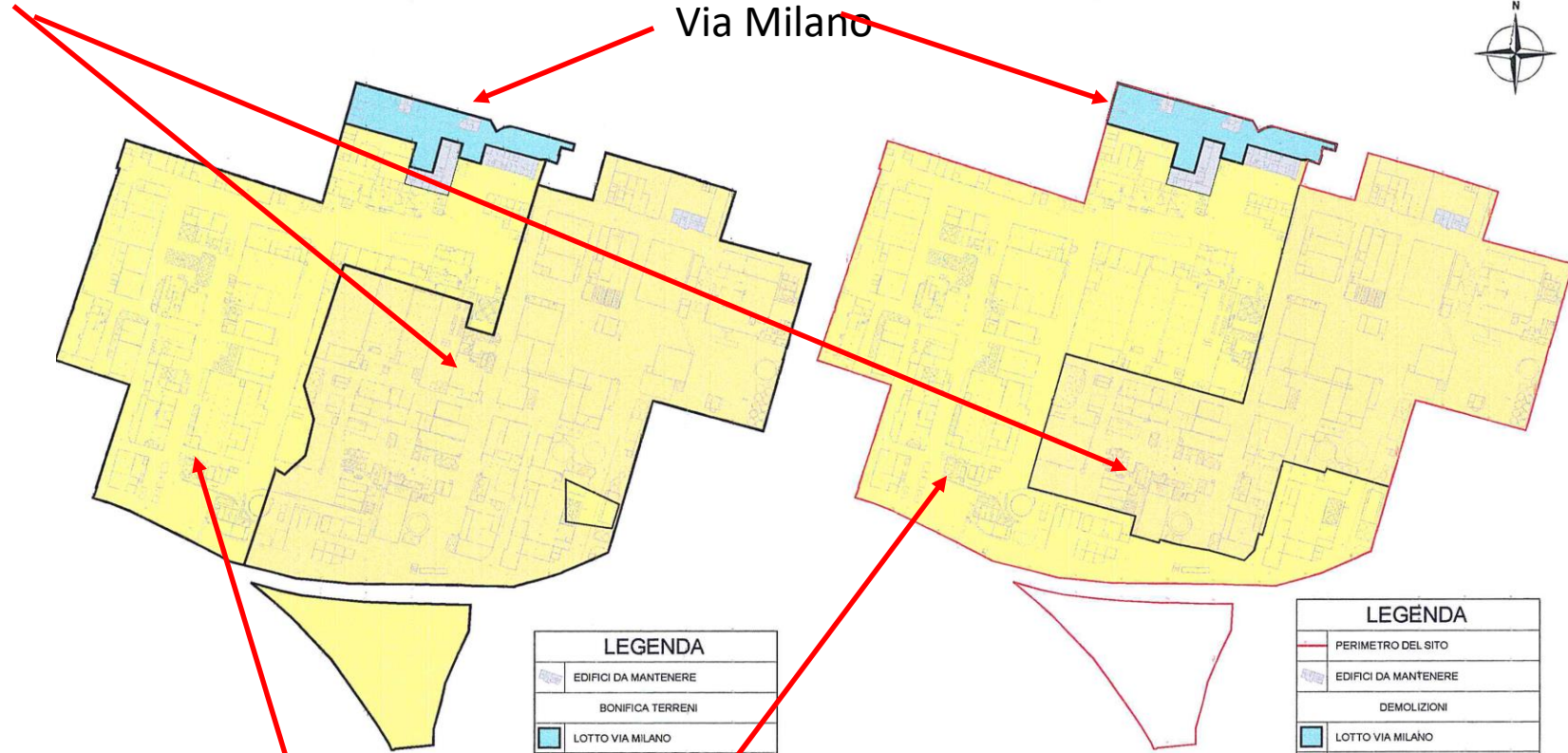
Lotto Funzionale

Lotto Completamento

demolizioni

Interventi di bonifica

Interventi di messa in sicurezza permanente



LEGENDA	
	EDIFICI DA MANTENERE
BONIFICA TERRENI	
	LOTTO VIA MILANO
	LOTTO FUNZIONALE
	LOTTO DI COMPLETAMENTO

LEGENDA	
	PERIMETRO DEL SITO
	EDIFICI DA MANTENERE
DEMOLIZIONI	
	LOTTO VIA MILANO
	LOTTO FUNZIONALE
	LOTTO DI COMPLETAMENTO

Lotto funzionale



SCALA GRAFICA



REV	DESCRIZIONE	16/04/2019	G.F.	C.M.	C.V.
0					

**AECOM**

Caffaro  
Stabilimento di Brescia  
Progetto Operativo di bonifica e di Messa in Sicurezza Permanente

TAVOLA 03: FASI ATTUATIVE DI BONIFICA E DEMOLIZIONE

CODICE	ATTO/MESSA	PAZI	SCALA	NT/DESS/IND	PROG	DA
01W03	00587625	1:1	1:2.500	TAVOLA 03	1	1

È VENDIBILE LA PRESSIONE DI QUESTO DOCUMENTO SENZA PERMESSA AUTORIZZAZIONE SCRITTA AECOM S.p.A.

# Tecnologie – soil washing

- COS'E'
- Trattamento del terreno (scavo) mediante impianto di lavaggio (solubilizzazione contaminanti)
- Dove : 0 – 6 metri
- Lavaggio on site e riutilizzo in sito (se CSC/CSR) = 59.400 mc
- + 54.700 di «materiale da cava certificato»
- Pro : Permette di trattare grandi quantità anche con elevate contaminazioni
- Contro : Trattamento liquidi di lavaggio e relativi fanghi; problemi in caso di frazioni fini
- Dove : aree verso via Milano
- Totale 121.230 mc
- NB IL 51 % A INCAPSULAMENTO



# Impianto soil washing (15-20 t/h)

- Stazione di lavaggio e trattamento frazioni fini, medie grossolane
- Stazione di trattamento acque di lavaggio
- Stazione trattamento frazioni fini

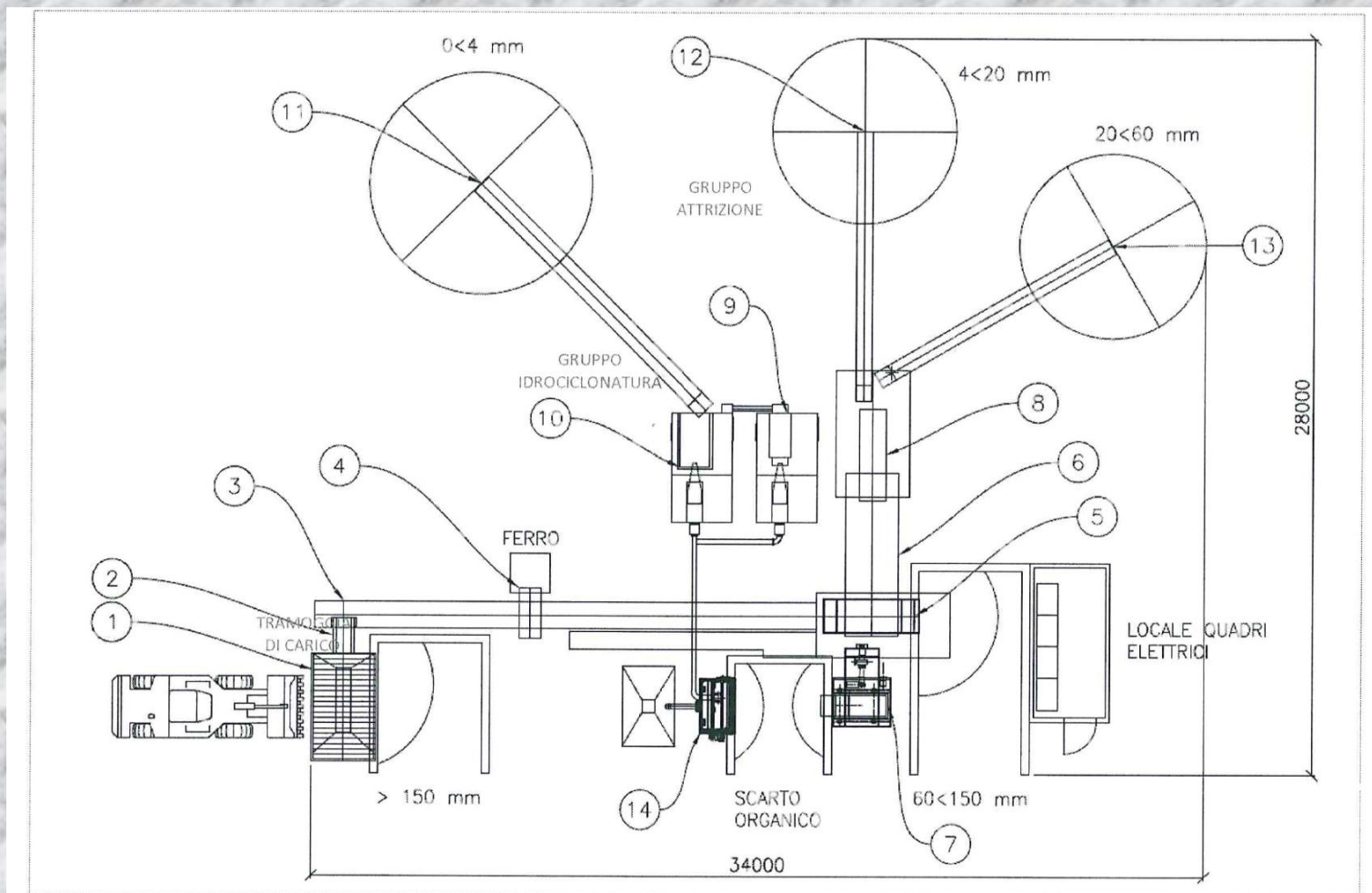


Figura 54: Layout indicative impianto di lavaggio terreni

# Tecnologie – incapsulamento/capping

- Cos'è :
- Impermeabilizzazione superficiale per evitare che i terreni possano essere lisciviati dalle acque meteoriche (messa in sicurezza permanente)
- Strati complessi incluso drenante
- Confinamento terreni contaminati: ulteriore barriera di fondo (sandwich)
- Pro/Contro : non si rimuove il terreno/contaminante
- Relativamente poco costoso
- Occorre analisi di rischio
- 30 % da soil washing
- 80 % da soil replacement
- Totale 71.830 mc

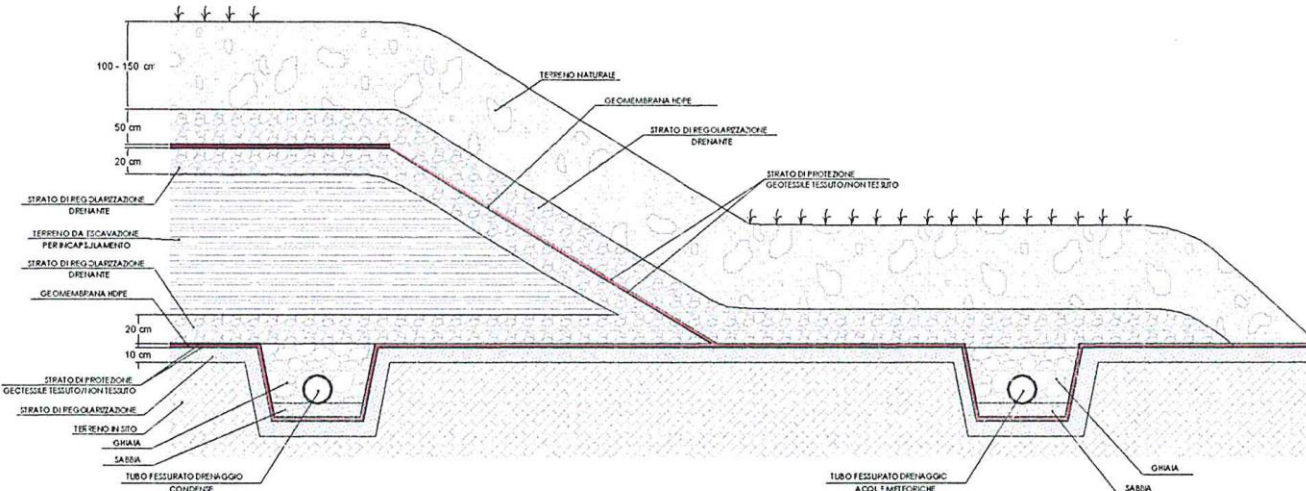


# Schemi impermeabilizzazione (capping)

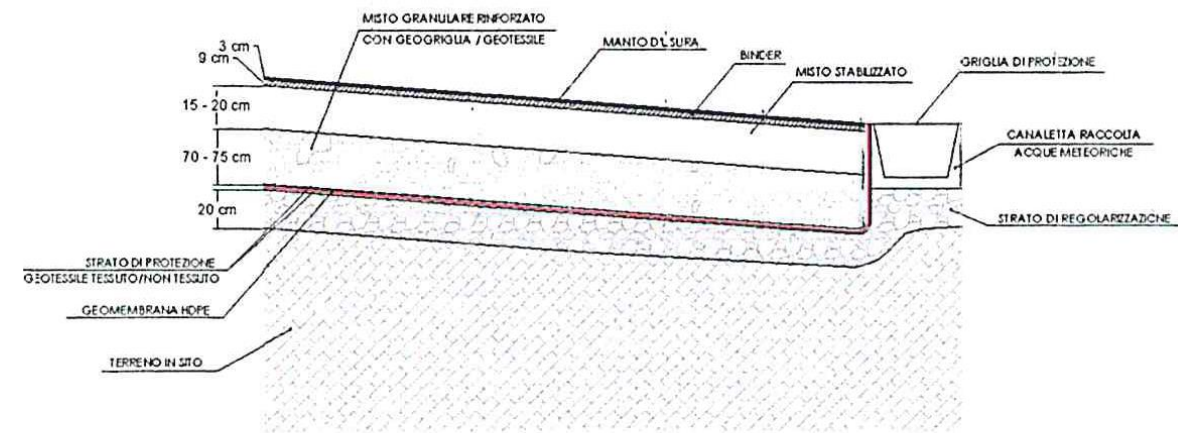
## Doppio

## Semplice

AREA CAPPING DOPPIA IMPERMEABILIZZAZIONE  
SEZIONE TRINCEA PERIMETRALE DI DRENAGGIO



AREA CAPPING SINGOLA IMPERMEABILIZZAZIONE  
SEZIONE CANALETTA PERIMETRALE DI DRENAGGIO



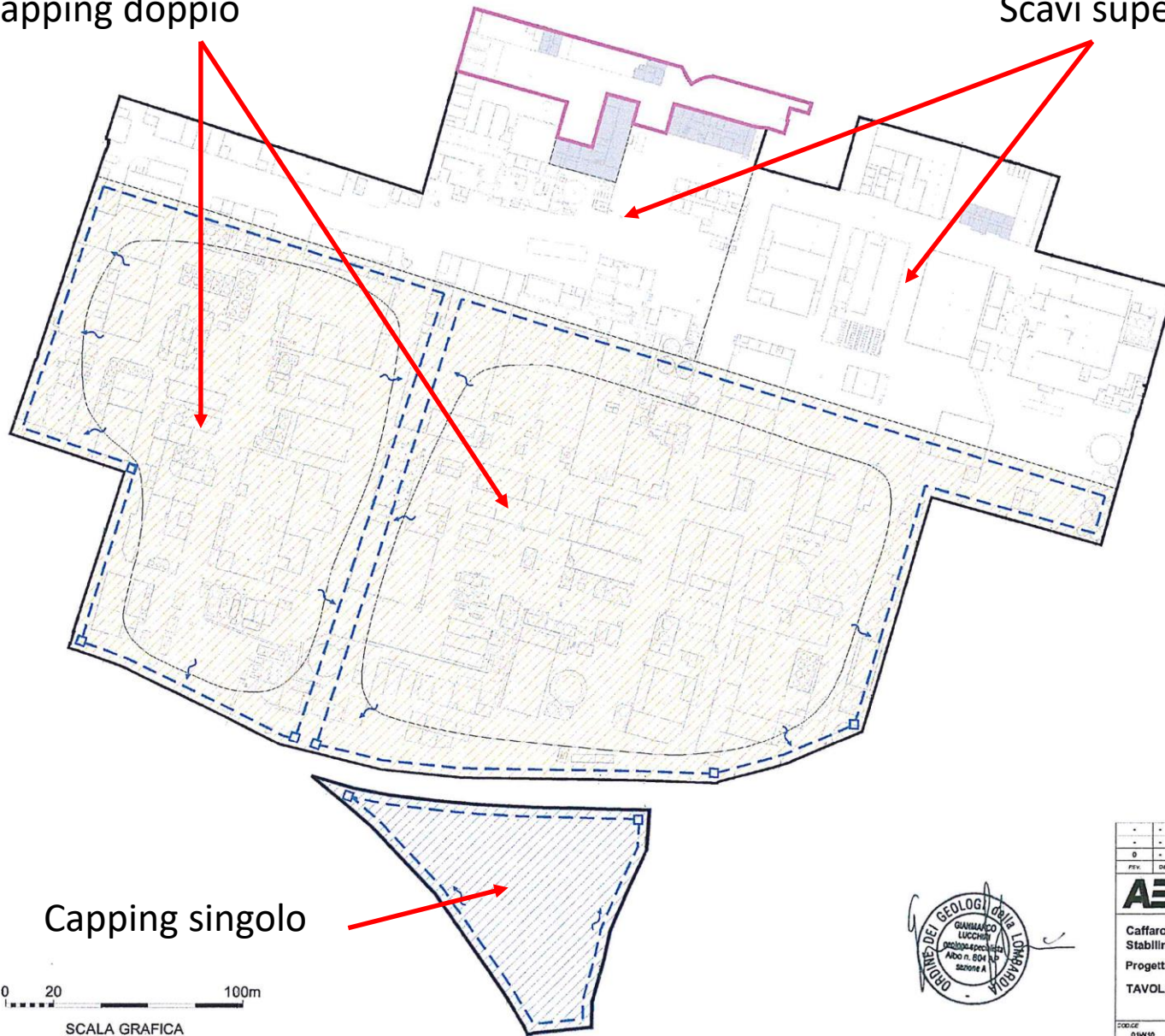
AREE DA  
IMPERMEABILIZZARE  
- CAPPING

NB nel capping  
doppio  
confluiscono i  
terreni  
incapsulati, i  
fanghi dal  
trattamento di  
soil washing

Per complessivi  
61.830 mc

Capping doppio

Scavi superficiali



0 20 100m

SCALA GRAFICA

LEGENDA	
	PERIMETRO DEL SITO
	EDIFICI DA MANTENERE
	AREA CAPPING SINGOLA IMPERMEABILIZZAZIONE
	AREA CAPPING DOPPIA IMPERMEABILIZZAZIONE
	LOTTO VIA MILANO
	RETE DRENAGGIO ACQUE METEORICHE
	POZZETTO DRENAGGIO ACQUE METEORICHE



REV.	DESCRIZIONE	DATA	DIS.	CONTR.	APP.
0		16/04/2019	G.F.	C.M.U.	C.V.

**AECOM**

Via Viva, 27  
20133 Milano  
Tel. +39 02 420611  
Fax. +39 02 420621

Caffaro  
Stabilimento di Brescia  
Progetto Operativo di bonifica e di Messa in Sicurezza Permanente  
**TAVOLA 10: AREA CAPPING, RETI DI RENAGGIO E RETE DI COLLETTAMENTO ACQUE**

CODICE	N° CANTIERI	PROF.	SCALA	N° DISEGNO	Foglio	di
01W10	6557025	1:1	1:1.800	TAVOLA 10	1	1

È vietata la riproduzione di questo documento senza preventiva autorizzazione scritta AECOM ITALIA

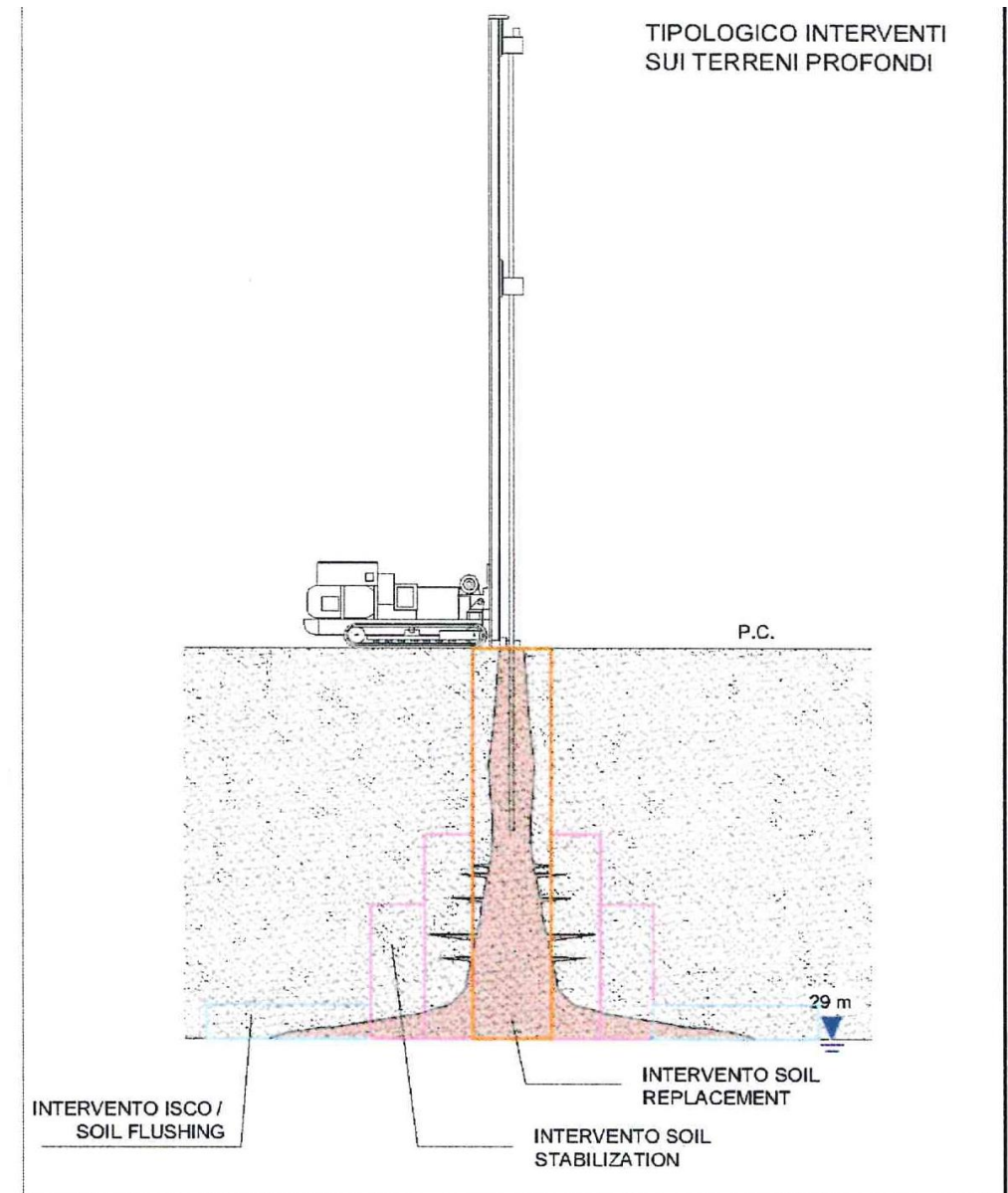


# Tecnologie – Soil replacement

- Cos'è: sostituzione del terreno contaminato con terreno pulito
- Si applica in corrispondenza di sorgenti puntuali in particolare per profondità di scavo elevate
- Contro : necessita di impianti di smaltimento per le terre scavate
- Dove : interventi localizzati in corrispondenza nuclei di sorgenti secondarie fino a – 20 -30 m (contaminazione verticale)
- In particolare per Mercurio e Cromo VI

# Tecnologie – Stabilizzazione in sito (Jet Grouting)

- Cos'è : si introduce nel terreno reagenti (es cemento) per diminuire la mobilità
- Mediante macchine perforatrici
- Dove : interventi localizzati in corrispondenza nuclei di sorgenti secondarie fino a – 20 -30 m (contaminazione non estesa verticalmente) – PCB – metalli
- Pro, confinamento inquinanti persistenti
- Contro : la contaminazione rimane in sito



# Tecnologie – Soil Flushing – Ossidazione in sito (ISCO)

- Cos'è (ISCO) applicazione al suolo di reagenti chimici per degradare i contaminanti in sostanze meno tossiche (es. CrVI – CrIII)
- Ossidazione con Ozono
- Cos'è (Soil Flushing) iniezione di fluido di lavaggio in profondità poi recuperato a valle (arsenico)
- Contro : difficoltà a distribuzione efficace zona di trattamento e reattività in caso di ossidanti
- Potenziale sviluppo di sostanze indesiderate
- Dove : zone di frangia profonda soggetti a fluttuazione della falda con contaminanti organici (PCB)





23 + 29 m SOIL FLUSHING

20 + 29 m SOIL STABILIZATION

0 + 29 m SOIL REPLACEMENT



INTERVEN  
SOIL

0 + 29 m SOIL REPLACEMENT

20 + 29 m SOIL STABILIZATION

23 + 29 m ISCO

0 + 29 m SOIL REPLACEMENT

20 + 29 m SOIL STABILIZATION

23 + 29 m ISCO

0 + 29 m SOIL REPLACEMENT

20 + 29 m SOIL STABILIZATION

23 + 29 m SOIL FLUSHING



# Interventi sulla falda

Tre fasi

- 1) Da Pump & Treat attuale (1.500 mc/h) a pump & Treat «ridotto» (800 mc/h)
- 2) Riduzione a «plume control» (800 mc/h) pozzo 7 bis con finestratura solo 30-40 m; source control (pozzi 8,9 finestratura fino a 60 m + pozzo P4)
- 3) Source control (4 pozzi finestratura 30-40 m) e strategia di monitoraggio (120 mc/h)

Trattamento a CIS (roggia Fiumicella) con limiti dlgs 152/06

Es PCB 0,02 microg/l

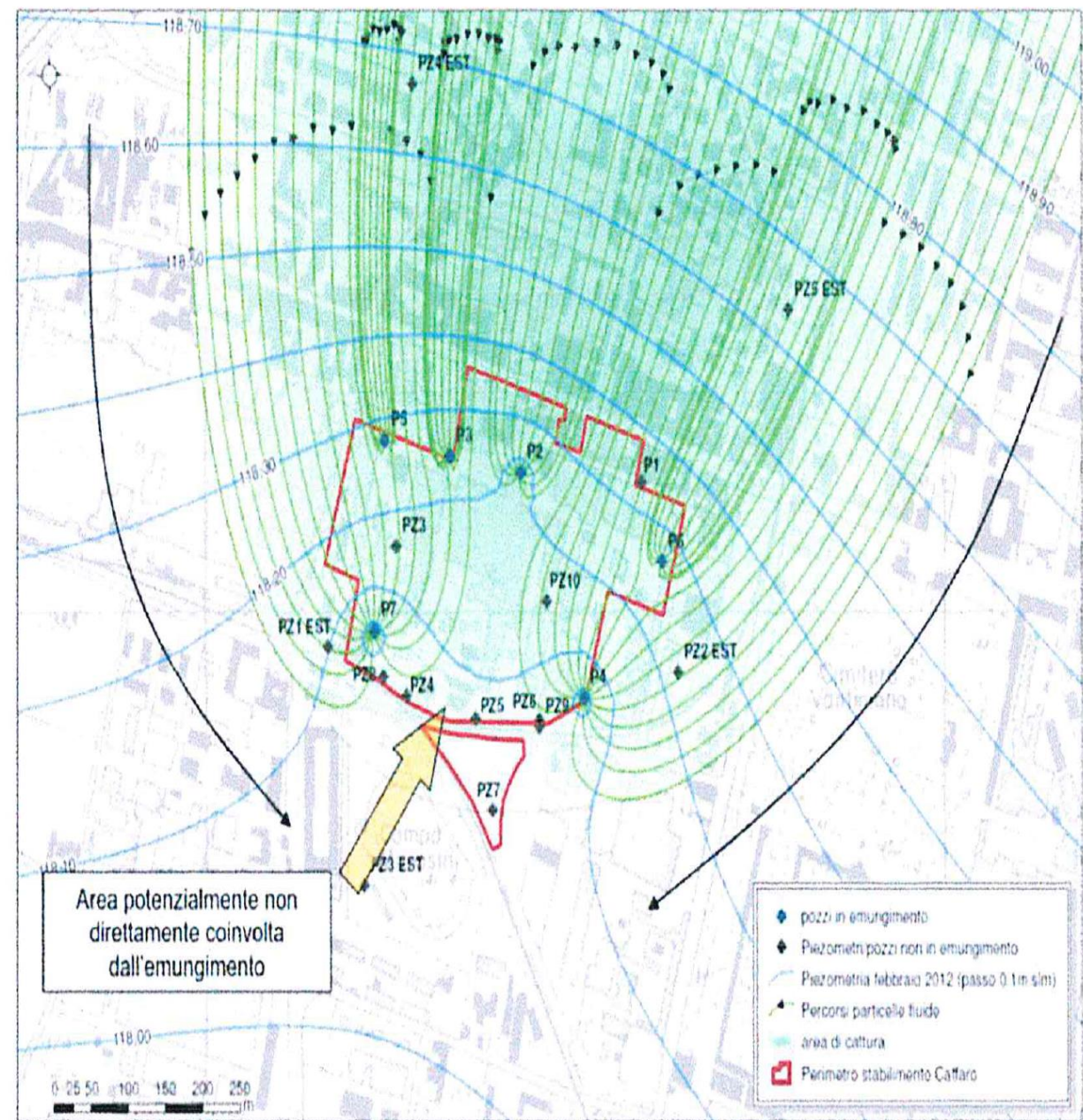


Figura 13: Ricostruzione delle aree di cattura in condizioni di falda alta - *Valutazione dell'efficacia dello sbarramento idraulico della falda presso il sito Caffaro Brescia.*, Environ, Ottobre 2014



Fase 2 plume control e  
source control 800 mc/h

Fase 3 source control 120 mc/h

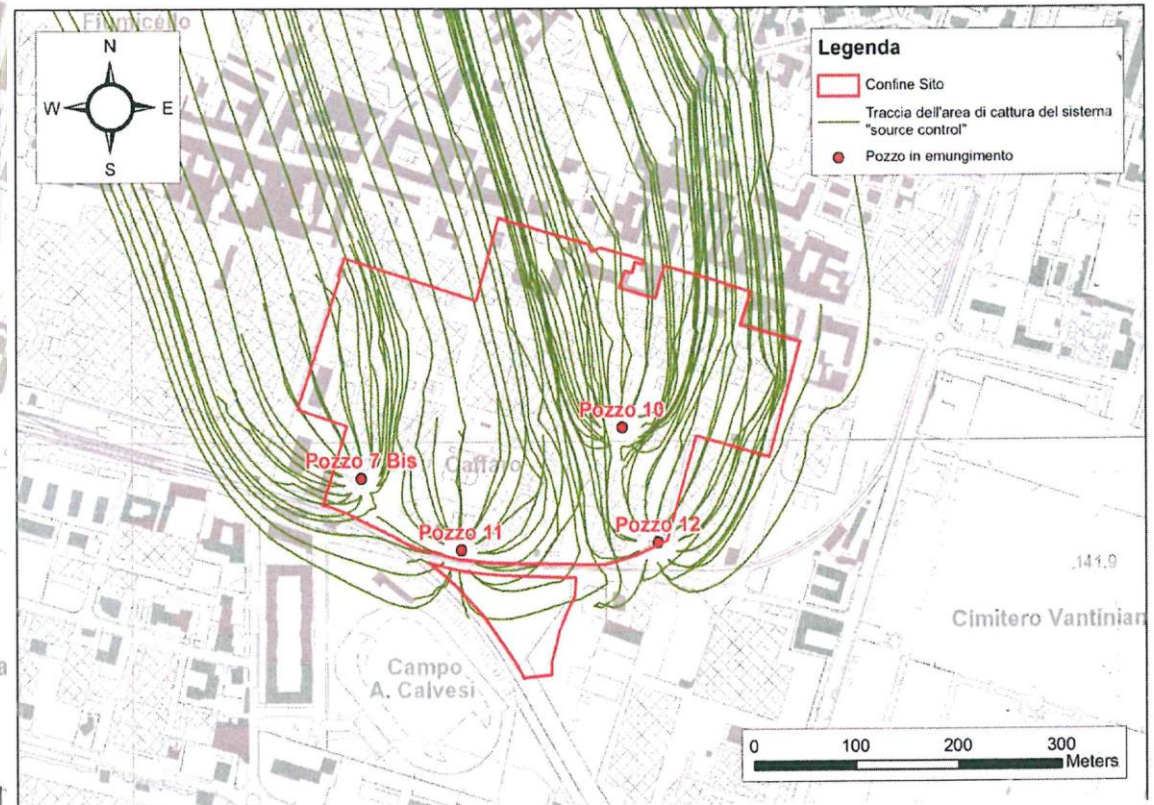
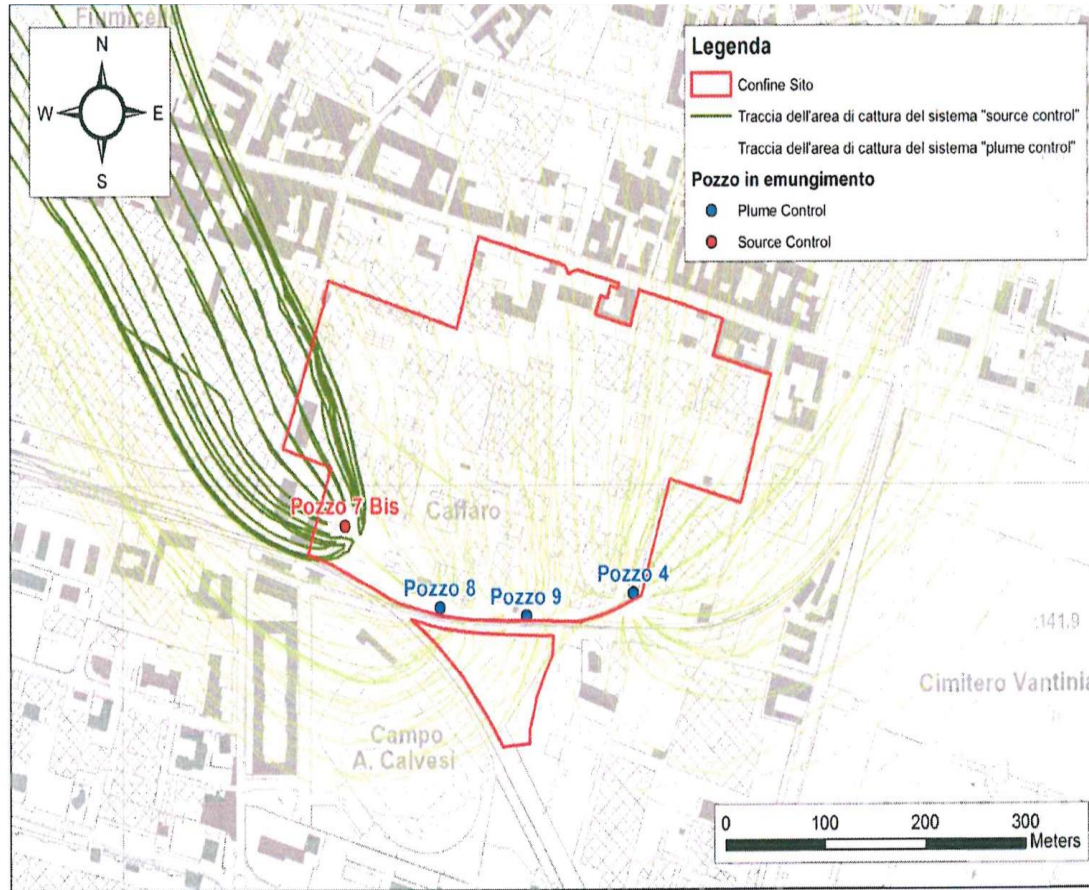


Figura 59: Area di cattura prodotta dal sistema di bonifica composto da 4 pozzi di tipo "source control" nell'intervallo di acquifero compreso tra 30 e 40 metri dal piano campagna

# Interventi connessi alla falda

- Soil Vapour Extraction (SVE)
- Rimozione di gas interstiziali (SOV) con appositi pozzi di insufflaggio aria e filtrazione con carboni attivi
- Eliminazione sorgenti secondarie di cloroformio e tetracloruro di carbonio
- Trattamento in reattore con solfato ferroso, soda per riduzione Cr VI
- Adsorbimento su carbone attivo (PCB)
- Carbone attivo modificato (Mercurio, Solventi)
- (tre stadi)

Obiettivi falda sotterranea, POC (punto di conformità) a confine di valle idrogeologico (\* valori > CSC a monte)

Contaminante	CSC microg/l	CSR microg/l
Arsenico	10	10
Cromo Totale	50	50
<b>Cromo VI (*)</b>	<b>5</b>	<b>34</b>
Mercurio	1	1
<b>Cloroformio (*)</b>	<b>0,15</b>	<b>5,8</b>
<b>1.1 Dicloroetilene (*)</b>	<b>0,05</b>	<b>0,39</b>
Tricloroetilene	1,5	1,5
Tetracloroetilene	1,1	4,95
1,2 Dicloropropano	0,15	0,15
<b>Tetracloruro di Carbonio (*)</b>	<b>0,15</b>	<b>0,15</b>
B esacloroesano	0,1	0,1
<b>PCB (*)</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>



# Tempi e costi

- Decommissioning – 10.000.000
- Lotto via Milano - 262.0000
- Lotto funzionale – 25.517.000
- Lotto complet. - 8.281.000
- Falda + monit. - 15.530.000
  
- Totale 59.950.000

- + altri 5 milioni da addendum + altre voci **70.000.000**

- **(se smaltimento esterno demolizioni: 82.000.000 )**

- Sei mesi
- Tre mesi
- Un anno e 6 mesi
- Un anno 2 mesi
- Raggiungimento obiettivi falda : 5-8 anni (fatto salvo apporti esterni)

# Incognite

- Emergenza di ulteriori problematiche a seguito delle demolizioni (sorgenti secondarie)
- Amianto (demolizioni) ?
- Individuazione di nuove sorgenti (profonde) durante gli interventi
- Efficacia dei trattamenti rispetto agli obiettivi
- Tenuta dei terreni stabilizzati e delle zone con capping
- Sviluppo di test «con diverse metodologie di prova o tecnologie di bonifica non considerate nella prima fase»
- Effetti variazioni estrazioni acque con pump & treat
- BIOREMEDIATION ? –

# Incognite

## Pacchetto autorizzazioni

- emissioni atmosfera per soil venting extraction (SOV) (Ministero)
- Autorizzazione impianto trattamento fanghi (Provincia)
- Comunicazione di attività inquinamento scarsamente rilevante per test e pilota(Provincia)
- Verifica di assoggettabilità a VIA (aspetto contestato) (Regione/Provincia)
- Autorizzazione trattamento macerie da demolizioni (Provincia)
- Autorizzazione vagliatura preliminare prima del soil washing (Provincia)
- Autorizzazione allo scarico in CIS da soil washing (Provincia)



# Dubbi

- Valutare effetti riduzione emungimenti (1.500-800 mc/h) (Ispra)
- Modello concettuale del sito non definito (Arpa)
- Impianti MISP (capping) da realizzare secondo le BAT del dlgs 36/2003 (discariche) – proponente d'accordo ma ritiene «che non si possa fare a Brescia una discarica per rifiuti speciali pericolosi»
- Individuare un «equivalente» alla corrispondente classe di discarica in relazione alla classificazione dei rifiuti (modifiche in addendum) **evitare che dal sandwich non escano lateralmente dei contaminanti**
- Individuazione CSR differenziata per ogni subarea a destinazione di uso omogenea anziché «cumulando tutti i rischi derivanti da tutte le sorgenti»
- Intervento capping superficiale per via Morosini non «coerente», si richiede il trattamento dei riporti di quest'area
- **Gestione dei terreni/materiali da demolizione con superamento CSC e/o limiti accettabilità per discariche per rifiuti pericolosi**

# Certezze ....

- Con il capping si interrompono tutti i percorsi di contaminazione della falda da PCB, rimuovere i terreni non ha costi sostenibili «stante le risorse disponibili»

Commissario « il progetto è fortemente condizionato dalle disponibilità finanziarie, le risorse attualmente disponibili per il SIN sono 35 milioni di euro, la cui allocazione andrà definita dall'Accordo di Programma. Ove fossero state disponibili maggiori risorse, si sarebbe potuta ipotizzare una bonifica al posto della messa in sicurezza permanente»

Conferenza dei Servizi 19.07.2019

«Addendum» discusso al tavolo tecnico 28.11.2019

# Caffaro, da inferno industriale a Eden urbano ?

