

Il Protocollo Operativo per l'applicazione delle tecniche di bioremediation nelle aree agricole del SIN “Brescia-Caffaro”

Dott. Agr. Simone Anelli
ERSAF - via F. Baracca, 33 - 25128 Brescia

Brescia, 13 giugno 2019

Il Protocollo Operativo



**Attività finalizzate alla messa in sicurezza
di emergenza e alla progettazione della bonifica
dei terreni delle aree agricole
nel S.I.N. BRESCIA – CAFFARO**



RELAZIONE FINALE — FEBBRAIO 2019



**Attività finalizzate alla messa in sicurezza
di emergenza e alla progettazione della bonifica
dei terreni delle aree agricole
nel S.I.N. BRESCIA – CAFFARO**



**PROTOCOLLO OPERATIVO PER LA PROGETTAZIONE DI INTERVENTI DI
BONIFICA DEI TERRENI NELLE AREE AGRICOLE CON TECNICHE DI
BIOREMEDIATION – FEBBRAIO 2019**



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Linee guida scientifiche per la bonifica
biologica delle zone agricole del SIN Brescia-
Caffaro

Antonio Di Guardo
Elisa Terzaghi
Elisabetta Zanardini
Cristiana Morosini

Università degli Studi dell'Insubria
Dipartimento di Scienza ed Alta Tecnologia
(DSAT)
Como

Giuseppe Raspa

Sapienza Università di Roma
Dipartimento di Ingegneria Chimica Materiali Ambiente
Roma

Sara Borin
Francesca Mapelli
Lorenzo Vergani

Università degli Studi di Milano
Dipartimento di Scienze per gli Alimenti, la
Nutrizione e l'Ambiente (DeFENS)
Milano

9 dicembre 2018



Perché il Protocollo Operativo?

Uno dei **prodotti richiesti dall'AdP** del 2009 era la «Progettazione degli interventi di bonifica dei terreni delle aree agricole oggetto di misure di messa in sicurezza di emergenza di cui alla Fase 1»

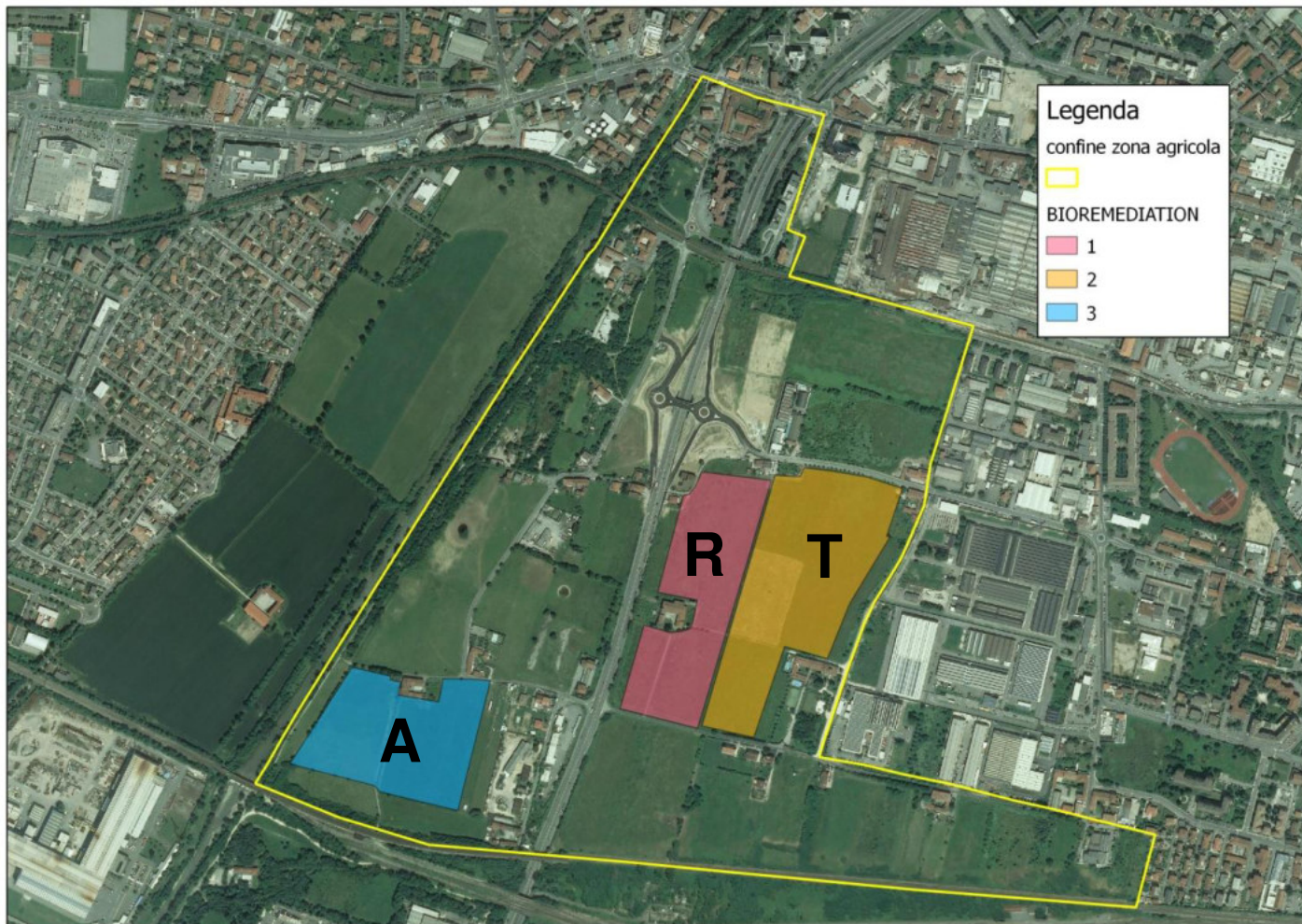
Diverse **criticità amministrative e tecniche** impediscono la predisposizione di un vero e proprio Progetto di Bonifica

Il Protocollo Operativo, sulla base dei risultati della sperimentazione in vaso e in campo, definisce le **linee guida** per la caratterizzazione e la progettazione di interventi di bonifica con tecniche di bioremediation per i terreni delle aree agricole del SIN Caffaro

Inquadramento: perimetro aree agricole



Tre aree investigate: A, R e T



Obiettivi del Protocollo Operativo

SENSO GENERALE

Illustrare il **percorso metodologico** seguito per la **selezione di una tecnologia di *bioremediation* applicabile** alle aree agricole del SIN Caffaro

AREE A-R-T

Presentare una proposta operativa per la realizzazione di una **Prova pilota**, nelle aree già oggetto di caratterizzazione specifica da parte di ERSAF, finalizzata all'**applicazione in campo** delle tecnologie testate nella sperimentazione in serra

AREE AGRICOLE DEL SIN

Definire le **linee guida** per la caratterizzazione e la progettazione di interventi di bonifica con tecniche di bioremediation per i terreni delle aree agricole del SIN Caffaro

Struttura del Protocollo Operativo

1

Il biorimedia:

- ✓ Perché?
- ✓ Vantaggi
- ✓ Quale tecnologia fra le diverse possibili?

2

Criticità amministrative e tecniche

3

Definire le **linee guida** per la caratterizzazione e la progettazione di interventi di bonifica con tecniche di bioremediation per i terreni delle aree agricole del SIN Caffaro

Perché il biorimedia?

Centinaia di ettari da bonificare

Mix di contaminanti

Conservazione della risorsa suolo

Tecnologie alternative (chimico-fisiche, termiche, etc.) presentano diversi **limiti** applicate nel contesto delle aree agricole del SIN Caffaro in quanto:

- I. Prese singolarmente sono **efficaci ognuna per una singola classe di composti** (organici, metalli, etc.)
- II. Risultano **economicamente non sostenibili**, considerate l'estensione e i livelli della contaminazione
- III. Risultano **ambientalmente non sostenibili** per l'elevata richiesta di energia/materie prime necessarie al loro funzionamento

Perché il biorimedio?

L'obiettivo di qualsiasi azione di messa in sicurezza e bonifica di aree agricole è quello di preservare la risorsa suolo in tutta la sua interezza, pertanto sarà fondamentale restringere gli interventi di rimozione, trasporto, scavo e lavaggio unicamente ai casi in cui altre strategie in situ ed a minore impatto risultino insufficienti.

(Decreto 1° marzo 2019 n. 46, allegato 4)

Procedimento di bonifica - criticità

Manca ad oggi **un Piano di Caratterizzazione** approvato!
Anche se sono già disponibili numerosi dati raccolti da enti pubblici (ARPA, ERSAF) che potrebbero essere valutati, riuniti in forma organica e dunque utilizzati

Individuare gli obiettivi di bonifica mediante una
Analisi di Rischio e/o elaborare
una **Valutazione di Rischio** specifica per le aree agricole
(in accordo con il recente decreto ministeriale sulle aree agricole)



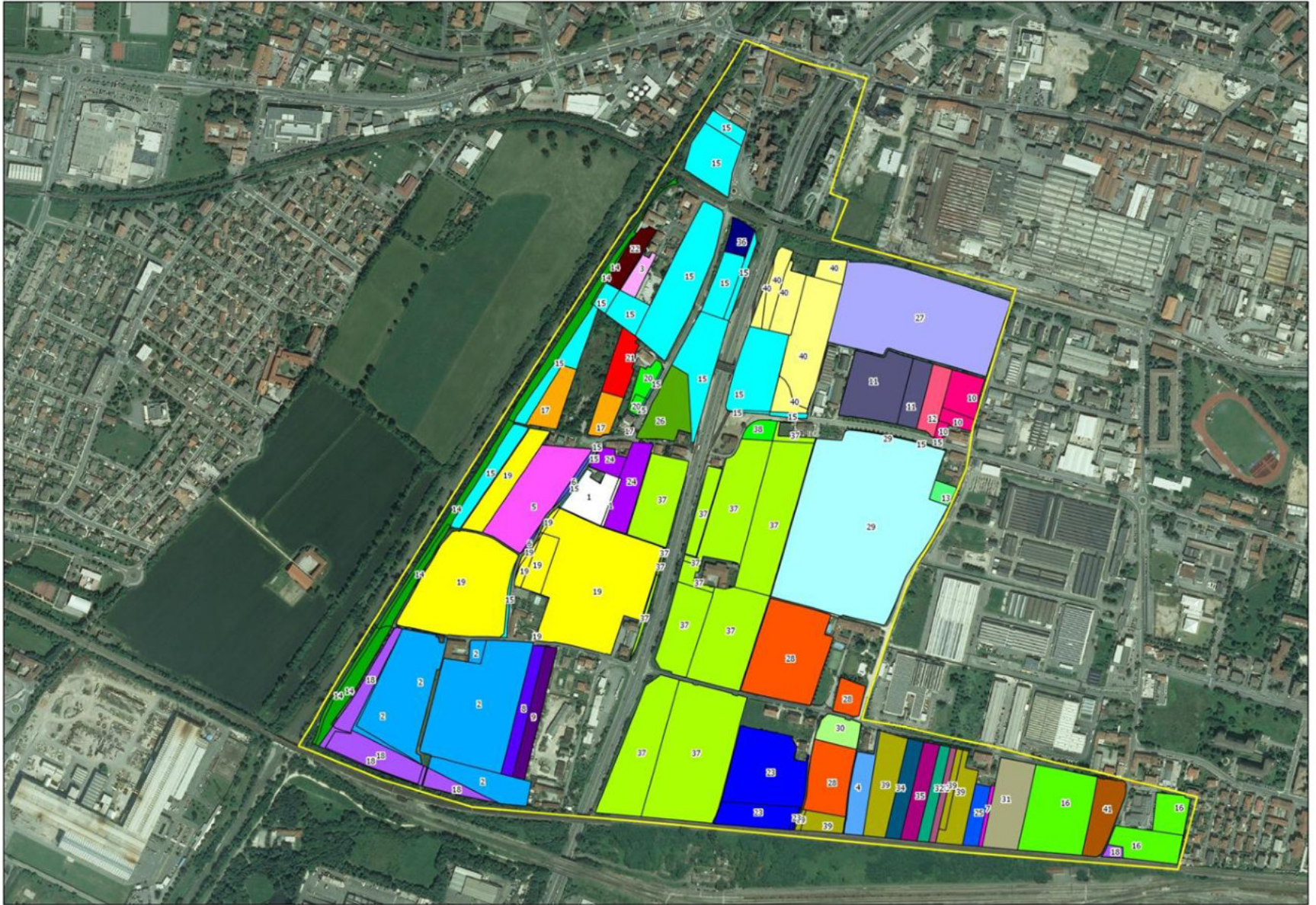
Definire gli **obiettivi di bonifica: CSR o CSC**

Definizione univoca della titolarità del procedimento:
chi deve/può eseguire gli interventi di bonifica?

Problemi:

- ✓ **Soggetto responsabile non rintracciabile**
- ✓ **Proprietari incolpevoli**
- ✓ **Frazionamento delle proprietà**
- ✓ **Intervento sostitutivo da parte della pubblica amministrazione → onere reale ai sensi dell'art. 253 del d.lgs 152/2006**

Aree agricole del SIN Caffaro: frammentazione proprietà



Applicazione in campo delle tesi/coltivazioni che dalla sperimentazione in vaso sono risultate **più efficaci** nella degradazione dei contaminanti:

1. Festuca arundinacea + cucurbita pepo spp
2. Medicago sativa
3. Festuca arundinacea + compost
4. Festuca arundinacea

Obiettivo: accelerare i processi di natural attenuation

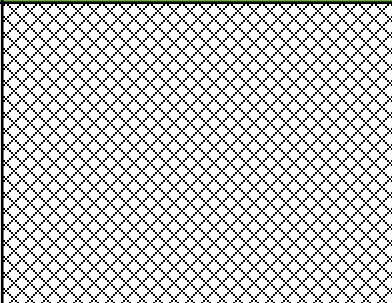
Applicazione full scale degli interventi di bonifica

La tecnologia è applicabile a tutte le aree agricole del SIN,
superficie netta 64,2 ha

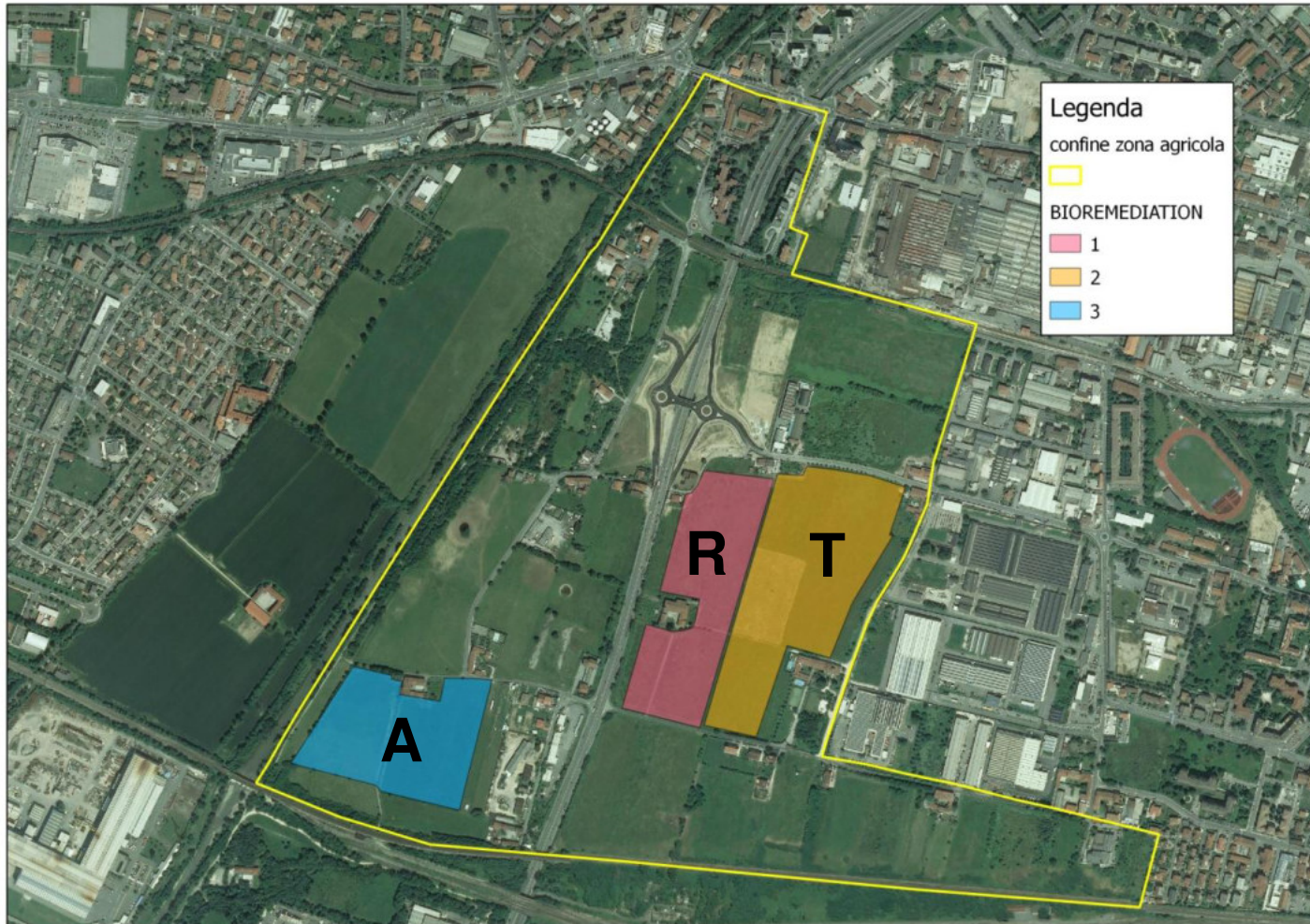
I **tempi** per raggiungere le CSC sono stimati in un intervallo
che va mediamente **dai 10 ai 60 anni**
(a seconda dei livelli di contaminazione)

Lo schema progettuale si sviluppa su **cicli quinquennali**,
il 1° configurato come **Prova pilota in campo** da attuarsi sulle
aree A-R-T già oggetto di caratterizzazione integrativa

Schema di applicazione full scale degli interventi di bonifica

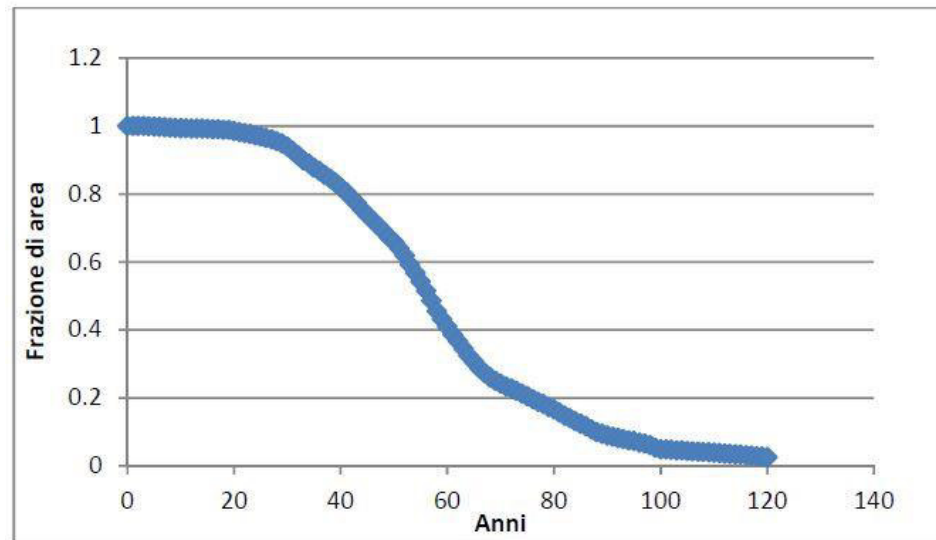
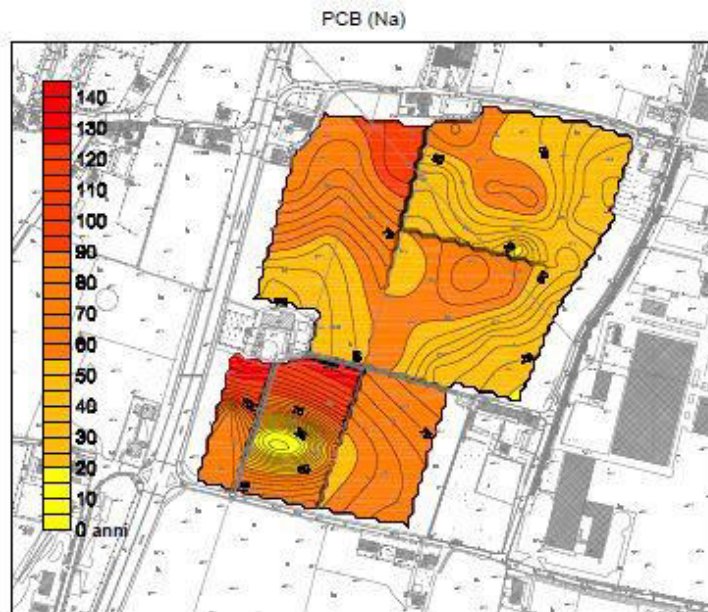
CICLI QUINQUENNALI	ANNO	A-R-T 17,6 ha	AREE AGRICOLE 36,3 ha	LAB PERMANENTE 1 ha
I CICLO	I	PROVA PILOTA		SPERIMENTAZIONE
	II			
	III			
	IV			
	V			
II CICLO	I	Applicazione della tecnica migliore	Caratterizzazione	
	II		Applicazione full scale della tecnica migliore	
	III			
	IV			
	V	Monitoraggio	Monitoraggio	
III CICLO - XII CICLO	I	Applicazione della tecnica migliore	Applicazione full scale della tecnica migliore	
	II			
	III			
	IV			
	V	Monitoraggio/Collaudò	Monitoraggio/Collaudò	

Tre aree investigate: A, R e T

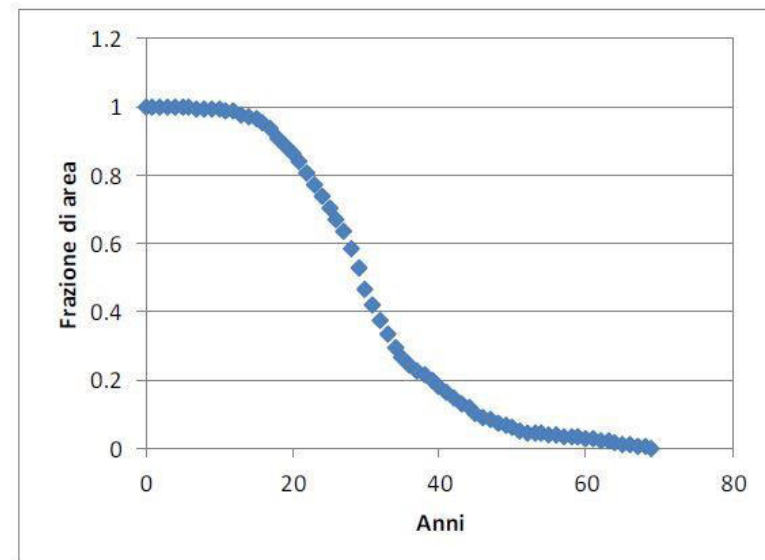
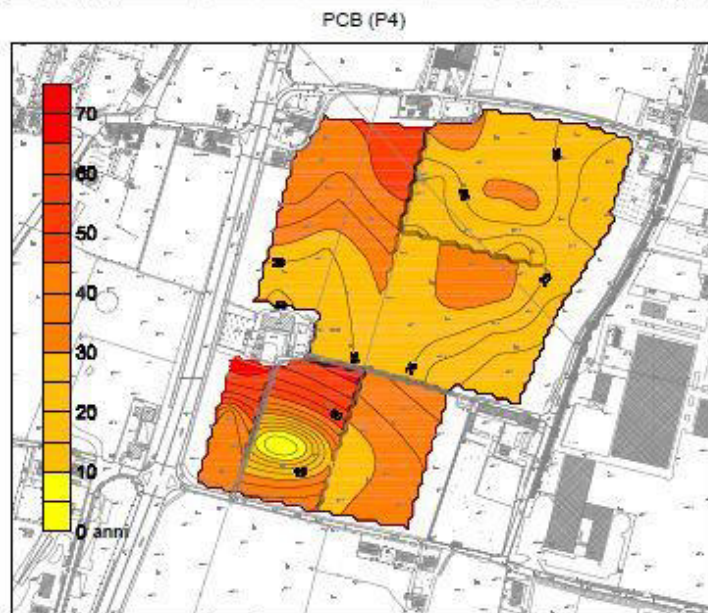


Azione B – Bioremediation: tempi di degradazione

ATTENUAZIONE
NATURALE



TESI N. 4
FESTUCA + ZUCCA



Prova Pilota in campo: area A

Avvicendamento di:

- I. **Medicago sativa** (erba medica): 2 anni
- II. **Cucurbita pepo spp** (zucca): 1 anno
- III. **Festuca arundinacea**: 2 anni



Un'area di circa 1 ettaro utilizzata come area di
sperimentazione continua, dove:

- **Approfondire** aspetti che non è stato possibile trattare nella sperimentazione in serra
- **Messa a punto della fitoestrazione dei metalli**
- Eseguire analisi mirate a verificare la **formazione di prodotti intermedi** dei processi di degradazione
- Consentire **altre sperimentazioni** da parte di altri soggetti qualificati al fine di **aumentare il know-how** sito specifico

Piano dei Monitoraggi

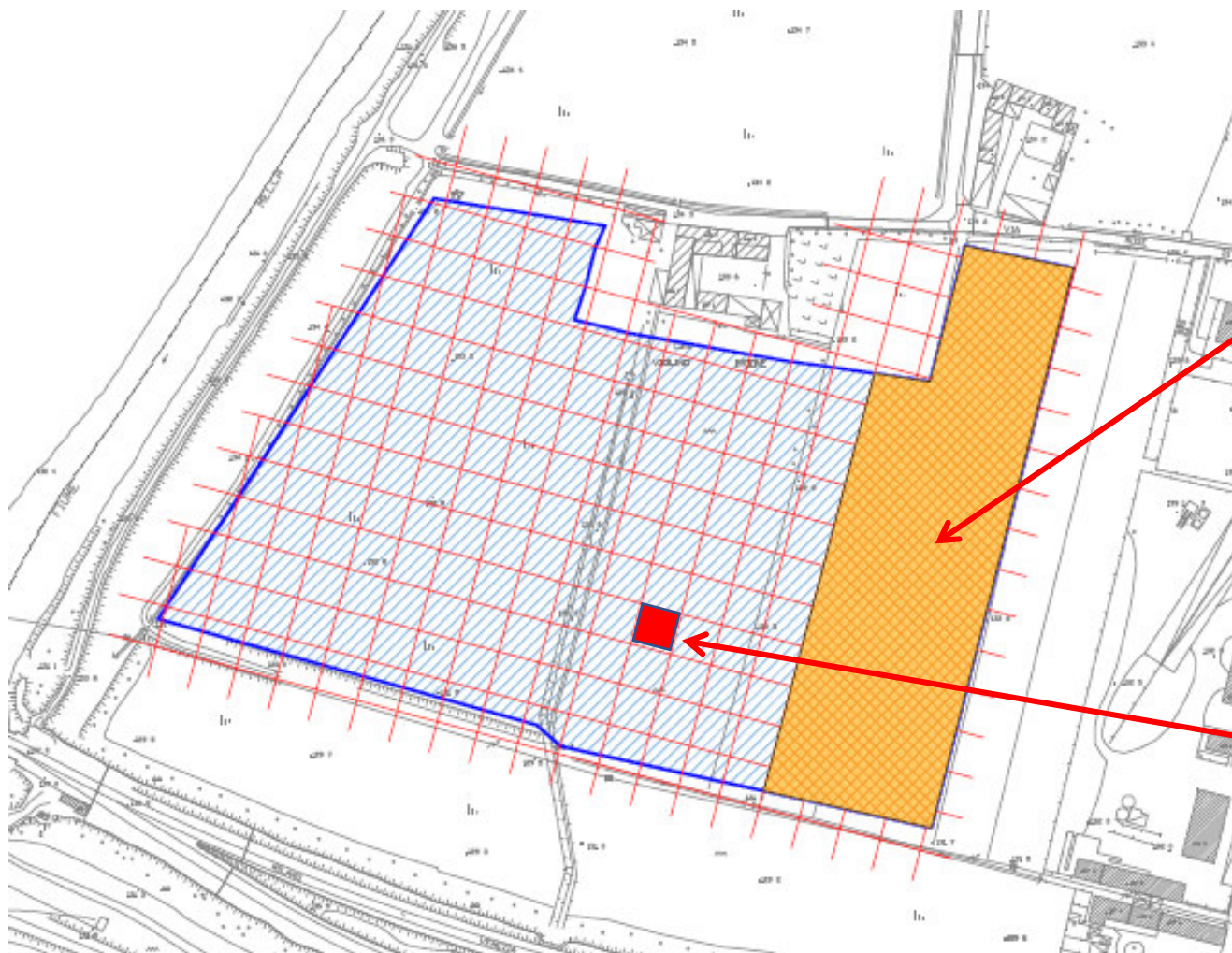
Individuazione di una griglia di monitoraggio da 15 x 15 m

Sovrapposizione della griglia alle mappe di distribuzione dei contaminanti, con individuazione di 3 livelli caratteristici di concentrazione: alto, medio, basso

Per ogni area (A, R e T) e livello di contaminazione, individuazione casuale di n. 3 parcelle (maglie) di monitoraggio

Piano dei Monitoraggi

Area A



**Laboratorio
permanente**

**Maglia
15 x 15 m**

Linee guida per la caratterizzazione e la progettazione della bonifica delle aree agricole

Caratterizzazione con gli obiettivi di:

1. Definire la **profondità** dello strato contaminato
2. Definire una maglia di campionamento che consenta di individuare gli **hot-spot** e le aree a **più bassa contaminazione**

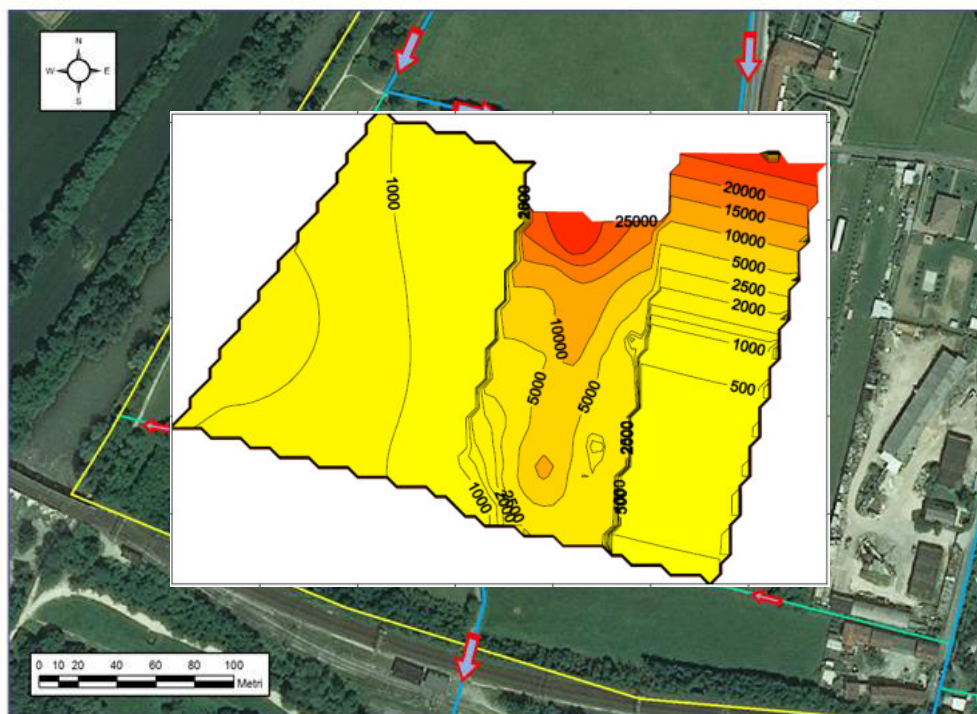
Indicazioni su modalità di esecuzione di alcune attività di caratterizzazione:

1. **Ricostruire la storia agricola** dell'appezzamento da indagare
2. Privilegiare **campioni compositi** piuttosto che elementari

Linee guida per la caratterizzazione e la progettazione della bonifica delle aree agricole

Indicazioni su modalità di esecuzione di alcune attività di caratterizzazione:

1. Ricostruire la storia agricola dell'appezzamento da indagare



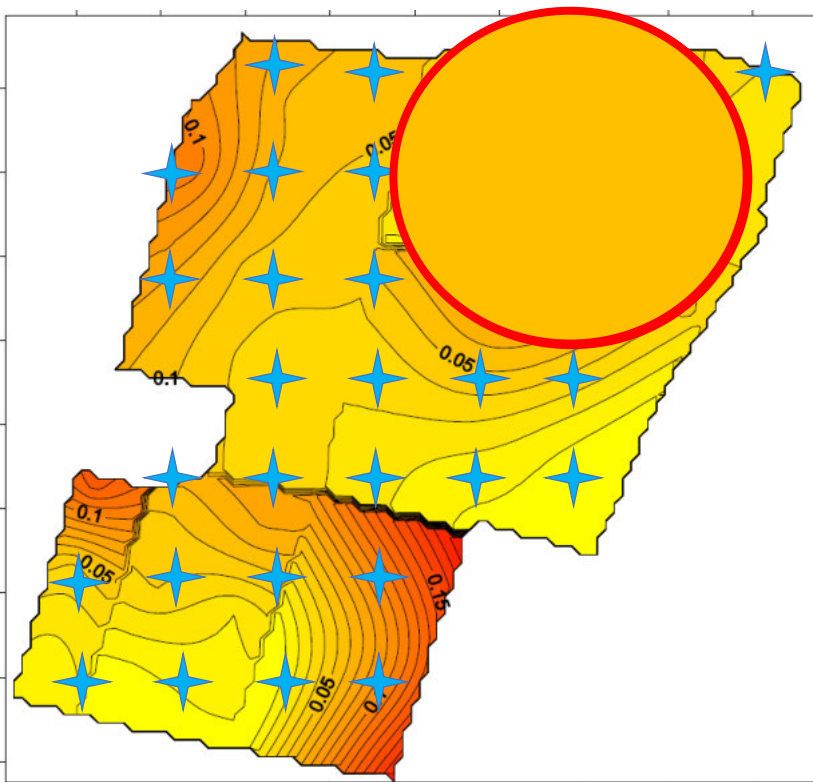
LEGENDA

- reticolo rogge
- reticolo canalette d'irrigazione
- reticolo canalette d'irrigazione in disuso
- ➔ direzione flusso acqua nelle rogge e nelle canalette d'irrigazione
- perimetro terreni omogenei
- ➔ direzione giacitura terreni
- ➔ origine e direzione flusso acque di irrigazione dalle canalette d'irrigazione ai campi

Linee guida per la caratterizzazione e la progettazione della bonifica delle aree agricole

Indicazioni su modalità di esecuzione di alcune attività di caratterizzazione:

2. Privilegiare campioni puntuali (a grande scala) ma compositi (a piccola scala)

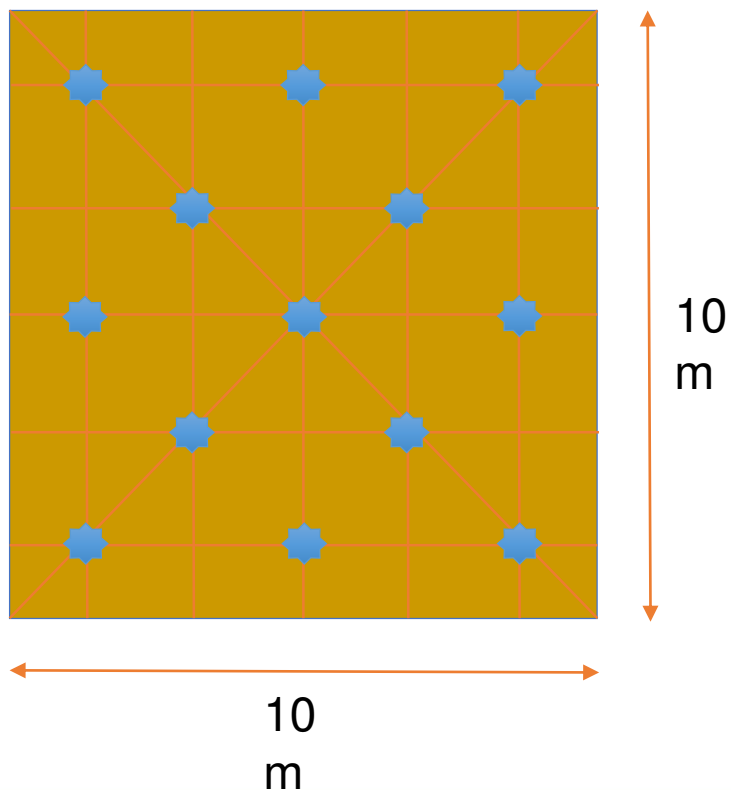


Un campione composito dà un valore MEDIO di concentrazione della sostanza ricercata ma non riesce a restituire l'informazione che ci sono aree meno contaminate e aree più contaminate (HOT SPOT)

Linee guida per la caratterizzazione e la progettazione della bonifica delle aree agricole

Indicazioni su modalità di esecuzione di alcune attività di caratterizzazione:

2. Privilegiare campioni puntuali (a grande scala) ma compositi (a piccola scala)



**13 sub-campioni
elementari**

**a formare 1 campione
composito
rappresentativo
di una parcella**

Ripartizione delle aree agricole del SIN

A	R	T	Laboratorio Permanente	Altre aree agricole SIN	Boschi
4,1 ha	5,5 ha	8,0 ha	1 ha	36,3 ha	9,3 ha
Totale area ART: 17,6 ha					
Totale area da bonificare: 54,9 ha					
Totale aree agricole interne al SIN: 64,2 ha					

Prospetto economico del costo degli interventi di bonifica

CICLI QUINQUENNALI	A-R-T 17,6 ha	AREE AGRICOLE 36,3 ha	LAB PERMANENTE 1 ha	TOTALE 54,9 ha
I CICLO	PROVA PILOTA		SPERIMENTAZIONE	1.100.000 €
	600.000 €		500.000 €	
II CICLO	FULL SCALE	CARATTERIZZAZIONE + FULL SCALE	SPERIMENTAZIONE	1.600.000 €
	350.000 €	750.000 €	500.000 €	
III CICLO - XII CICLO	FULL SCALE	FULL SCALE	SPERIMENTAZIONE	11.800.000 €
	3.500.000 €	7.000.000 €	1.300.000 €	
				14.500.000 €

Grazie per l'attenzione

simone.anelli@ersaf.lombardia.it

www.ersaf.lombardia.it

ERSAF

via Pola, 12 - 20124 Milano
tel. 02 67.404.676

ERSAF

via Francesco Baracca, 33 - 25128 Brescia
tel. 030 35.40.333