AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DELLA SARDEGNA

ARPAS

PROGETTO PILOTA DI LOTTA ALLA DESERTIFICAZIONE
NELLE CINQUE REGIONI ITALIANE MAGGIORMENTE A RISCHIO
LA REGIONE SARDEGNA

Rivegetazione e bonifica di siti contaminati da attività estrattive con applicazioni di zeoliti naturali e biofertilizzanti su specie vegetali resistenti in condizioni geopedologiche e ambientali estreme

Bacchetta G., Cao A., Carucci A., Casti M., Fercia M.L., Lonis R. e Mulè P.

Aula Magna Palazzo Bellavista
Monteponi - Iglesias
3 Dicembre 2009

Soggetti attuatori

Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna ARPAS

Dipartimento Specialistico Regionale Geologico
Servizio Geologia di base ed applicata

Università degli Studi di Cagliari

DIGITA - Dipartimento di Geoingegneria e Tecnologie Ambientali.
CCB - Centro Conservazione Biodiversità, Dipartimento di Scienze Botaniche

Obiettivi della sperimentazione

- **Fitorisanamento con l'utilizzo di specie vegetali autoctone, piantumate in terreni con scarse caratteristiche agronomiche e un'elevata concentrazione di metalli pesanti (prevalentemente Pb e Zn).**

- **Test sull'utilizzo degli ammendanti applicati al suolo contaminato singolarmente o in combinazione allo scopo di:**

  - **alleviare gli effetti di tossicità dei metalli pesanti, riducendone la biodisponibilità;**

  - **favorire il processo di rivegetazione.**

Tecnologie di fitorisanamento

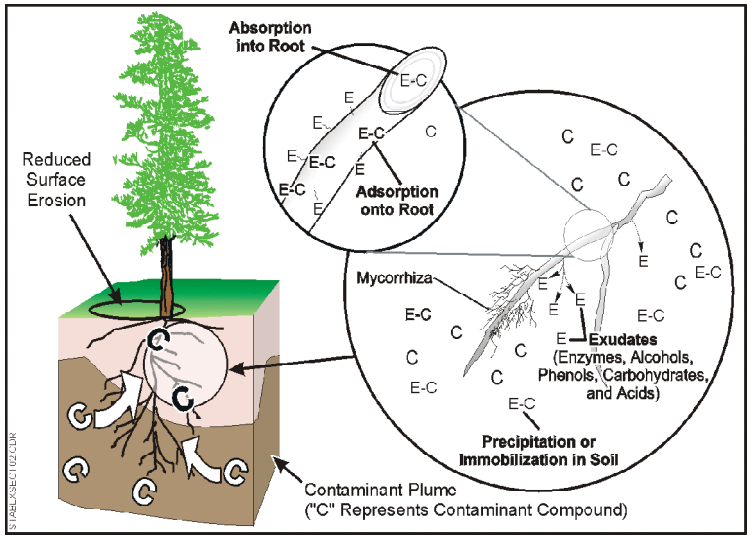
Le tecniche di fitorisanamento (o phytoremediation) si basano sulla capacità delle piante di rimuovere, immobilizzare o trasformare i composti inorganici ed organici presenti nei suoli, nelle acque e nei sedimenti.
Si possono distinguere fondamentalmente sei categorie di tecnologie:

- **Fitostimolazione**
- **Fitodegradazione**
- **Fitovolatilizzazione**
- **Rizofiltrazione**

Fitoestrazione
Fitostabilizzazione

Fitostabilizzazione

La fitostabilizzazione è un processo con cui alcune specie di piante (metallo-tolleranti), capaci di tollerare elevate concentrazioni di sostanze tossiche, producono composti chimici in grado di immobilizzare i contaminanti all'interfaccia tra radice e suolo, limitandone la dispersione, per mezzo di meccanismi quali:



- **Assorbimento**
- **Adsorbimento**
- **Precipitazione.**

Gli ammendanti

Vengono addizionati al terreno per ottimizzare il processo di fitostabilizzazione, migliorano le proprietà chimico-fisiche e biologiche del terreno e favoriscono il processo di immobilizzazione.
Si distinguono principalmente in

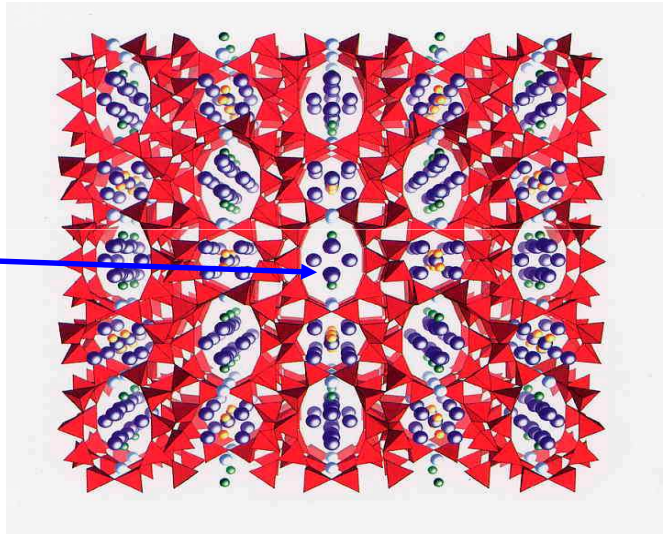
- concimi organici
- concimi organo-minerali
- **ammendanti minerali**
- **ammendanti organici naturali**

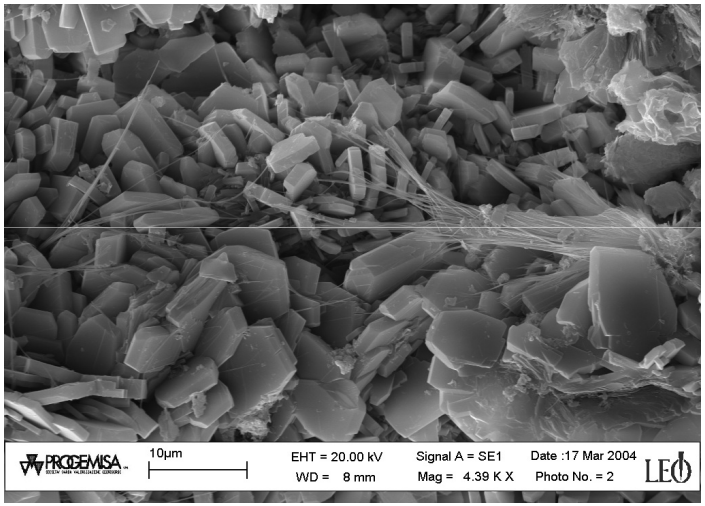
Gli ammendanti minerali

Zeoliti: minerali con struttura tetraedrica ad elevata capacità di scambio cationico (1.5-3 meq/g).

Tetraedri di SiO_4 con parziale sostituzione del Si^{4+} con Al^{3+}.

Canali extracristallini aperti





Zeoliti di tipo clinoptilolitico al Microscopio Elettronico (SEM)

rocce con contenuto in zeoliti superiore al 50%-60%

↓

applicazioni industriali in campo ambientale

Premessa

Le rocce contenenti zeoliti in generale e Clinoptilolite in particolare presentano ampie applicazioni in campo ambientale

- depurazione delle acque
- ammendante nei suoli
- depurazione di gas
- catalizzatori in processi chimici
- lettiere per allevamenti animali
- additivi industriali: detersivi, mangimi, farmaci, ecc.

In Sardegna sono presenti depositi di Clinoptilolite di interesse giacimentologico individuati dalla Progemisa S.p.A. con le Ricerche di Base Minerarie (legge 752/82)

Alcune applicazioni tecnologiche della Clinoptilolite sarda sono state valutate con due progetti finanziati dall'Unione Europea:

FESR: depurazione delle acque

PON: applicazioni in agricoltura

Gli ammendanti organici naturali

Il **compost** è un **ammendante organico** capace di modificare e di migliorare le proprietà e le caratteristiche chimiche, fisiche, biologiche e meccaniche del terreno

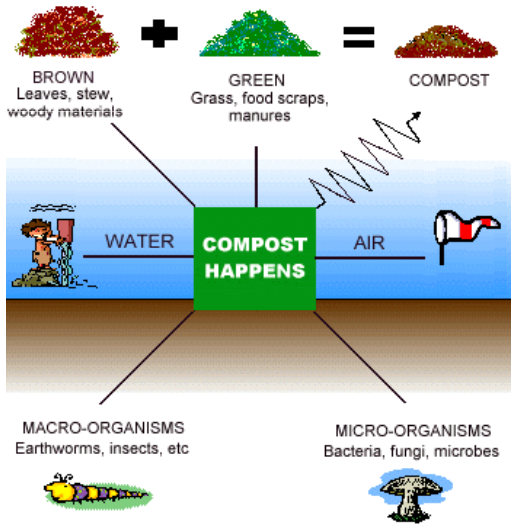
è il risultato della decomposizione e dell'umificazione di

- residui di potatura,
- scarti alimentari,
- letame,
- fanghi di depurazione

→ umidità
macro e microrganismi
presenza di ossigeno

↓

Compost



utilizzato per il progetto:

derivato dalla lavorazione di materiali di origine vegetale quali sfalci e potatura di arbusti.

Individuazione del sito

Bacino fanghi della miniera di **Campo Pisano**

Elevate concentrazioni di Zn e Pb

Area con copertura vegetale rada o assente

Caratterizzazione del suolo

C.S.C [cmol/kg^{-1}]	pH		N [%]	C [%]	Totale [mg/kg]		H_2O [mg/kg]		KNO_3 [mg/kg]		EDTA [mg/kg]	
	H_2O	KCl			Pb	Zn	Pb	Zn	Pb	Zn	Pb	Zn
0	7,3	7,2	0,01	6,28	3250	12000	DL	776	DL	50	612	3504

Elevate concentrazioni di piombo e zinco

Scelta delle specie vegetali

Scrophularia canina
subsp. *bicolor*

Suffrutice endemico della Sardegna, Corsica e dei territori sud-tirrenici, che predilige i substrati ghiaiosi e ciottolosi, incoerenti o parzialmente consolidati.

Pistacia lentiscus

Specie arbustiva sempreverde, con areale esteso a tutto il bacino del Mediterraneo, che si rinviene dal livello del mare alla media montagna su ogni tipologia di substrato.

Organizzazione delle parcelle

Il sito prescelto è stato suddiviso in 10 aree di superficie di 30 m^2 ciascuna

	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B
Tipo di suolo	Tal quale		Zeolite		Zeolite + fertilizzante		Zeolite + Compost		Compost	
Quantitativo di ammendante	Nessun ammendante		10% in peso		10% zeolite 850 g di NH_4NO_3		10% in peso		10% in peso	
Tipo di pianta	*P*	*S*	*P*	*S*	*P*	*S*	*P*	*S*	*P*	*S*
Numero di piante	80	120	80	120	*80*	*120*	*80*	*120*	*80*	*120*

Monitoraggio

Dal primo mese si è eseguito un monitoraggio settimanale, che, successivamente, è passato a cadenza mensile su:

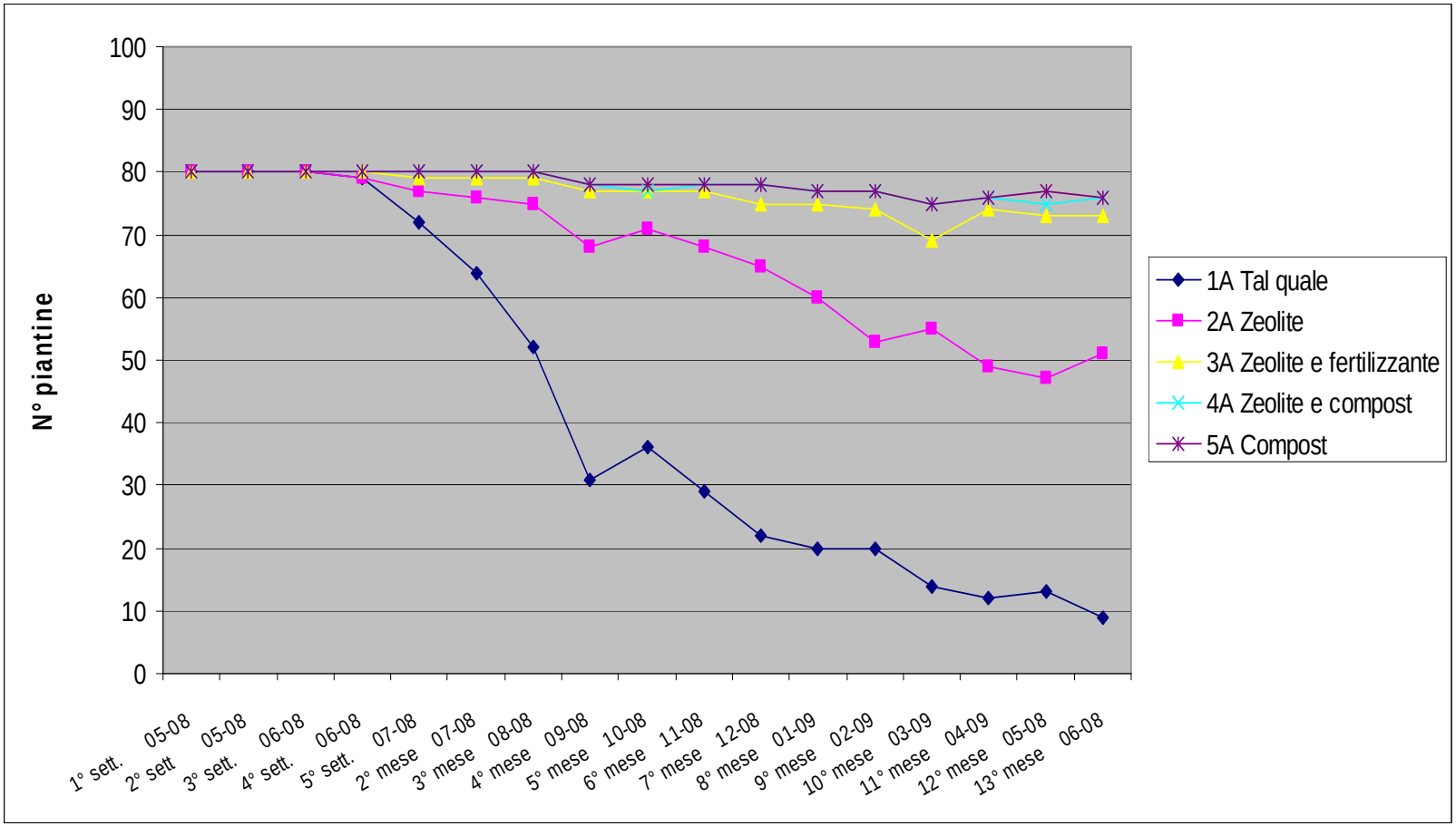
- Stato di salute delle piante
- Stadio fenologico di ***S. bicolor*** (fioritura, fruttificazione, maturazione e dispersione dei semi)
- Presenza di nuove plantule spontanee sviluppatesi all'interno delle parcelle sperimentali con conteggio e classificazione

Campionatura

Ogni mese sono state campionate le foglie

Ogni tre mesi sono stati campionati:
- suoli
- radici
- fusti

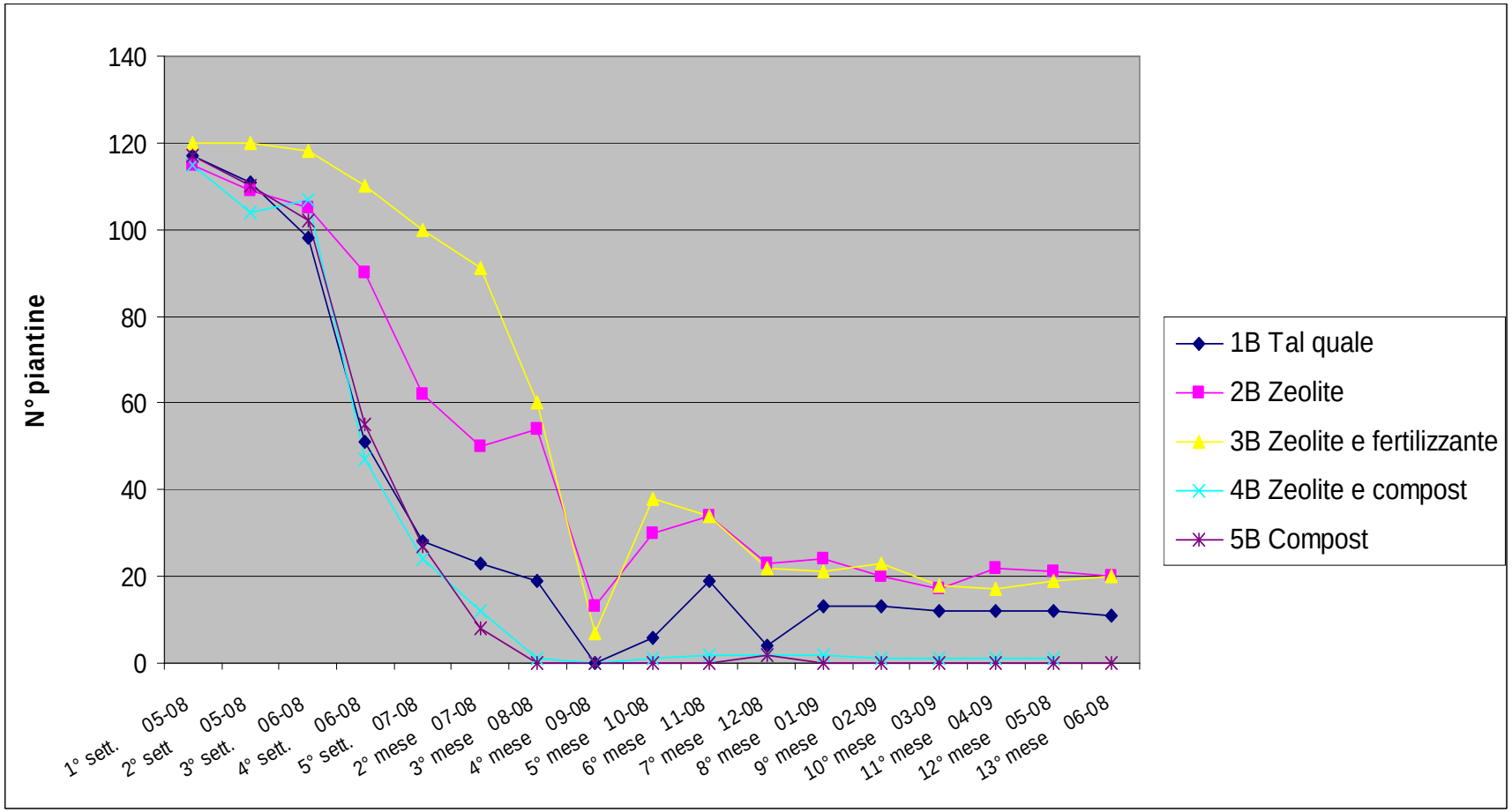
Valutazione della sopravvivenza di *Pistacia lentiscus*



Parcella con zeolite e compost alla fine della sperimentazione

Pistacia lentiscus

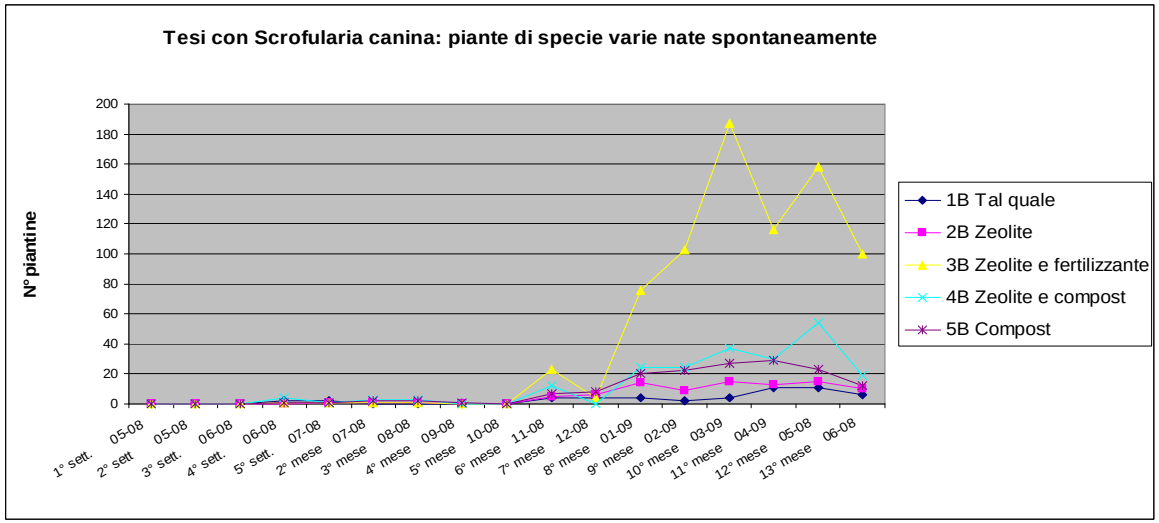
Valutazione della sopravvivenza di *Scrophularia bicolor*

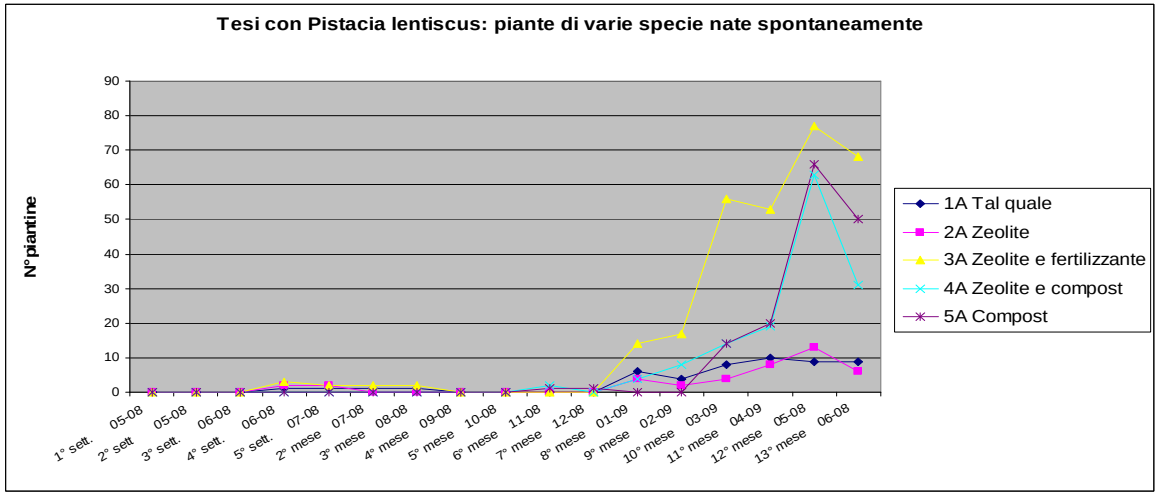


Parcella con zeolite e fertilizzante alla fine della sperimentazione

Scrophularia canina subsp*. bicolor*

Valutazione della crescita di plantule nate spontaneamente





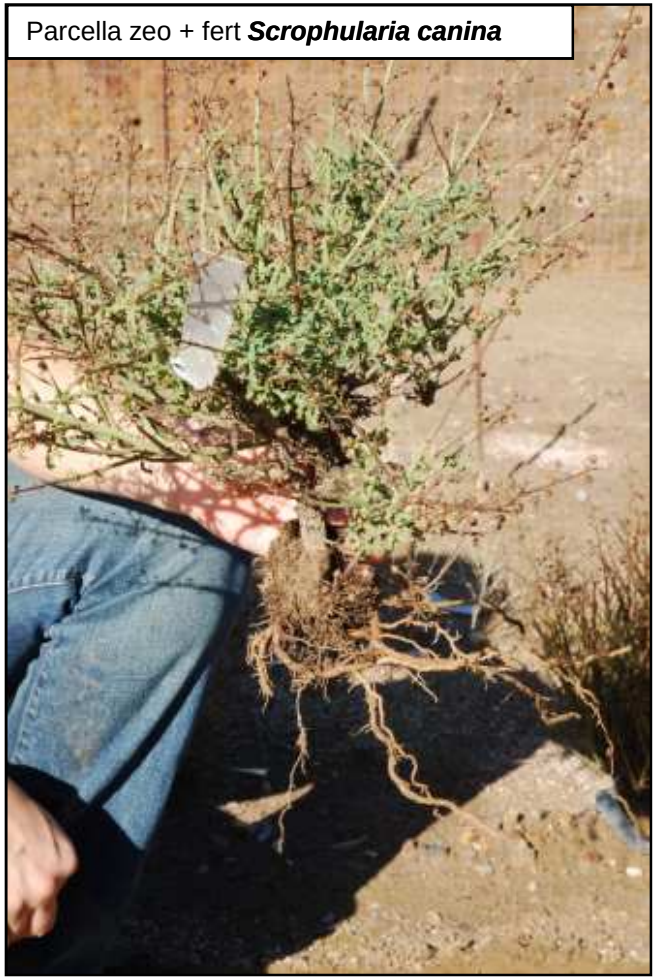
Parcella con zeolite e fertilizzante alla fine della sperimentazione

Piante nate spontaneamente

Vista d'insieme delle parcelle all'inizio ed alla fine della sperimentazione

Confronto degli sviluppi delle differenti piante nelle varie parcelle alla conclusione della sperimentazione

Parcella zeo + fert ***Scrophularia canina***



Parcella sola zeolite ***Scrophularia canina***

Confronto degli sviluppi delle differenti piante nelle varie parcelle alla conclusione della sperimentazione

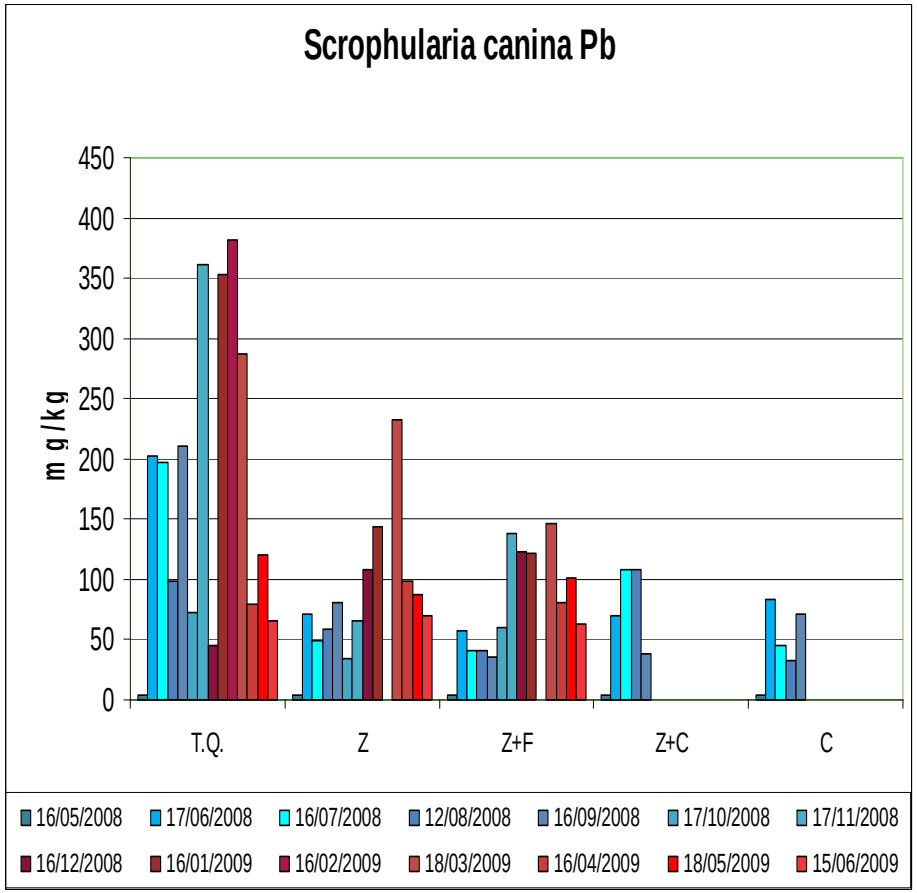
Parcella tal quale ***Pistacia lentiscus***

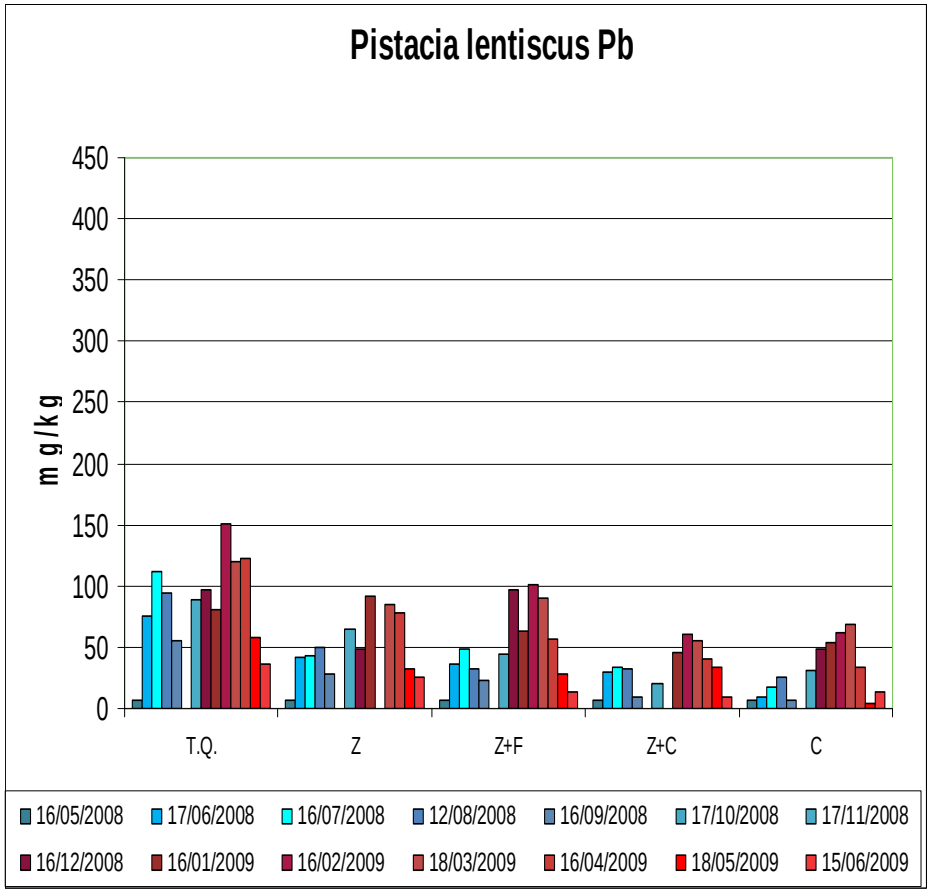
Parcella sola zeolite ***Pistacia lentiscus***

Parcella zeo + fert ***Pistacia lentiscus***

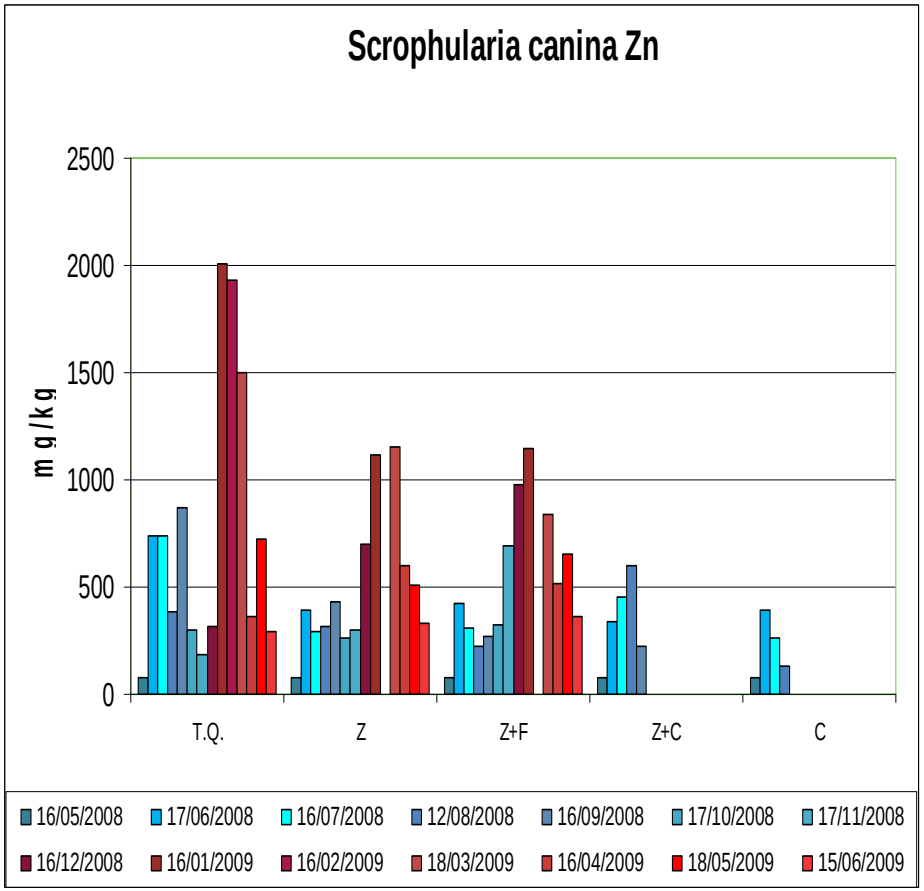
Parcella zeo + comp ***Pistacia lentiscus***

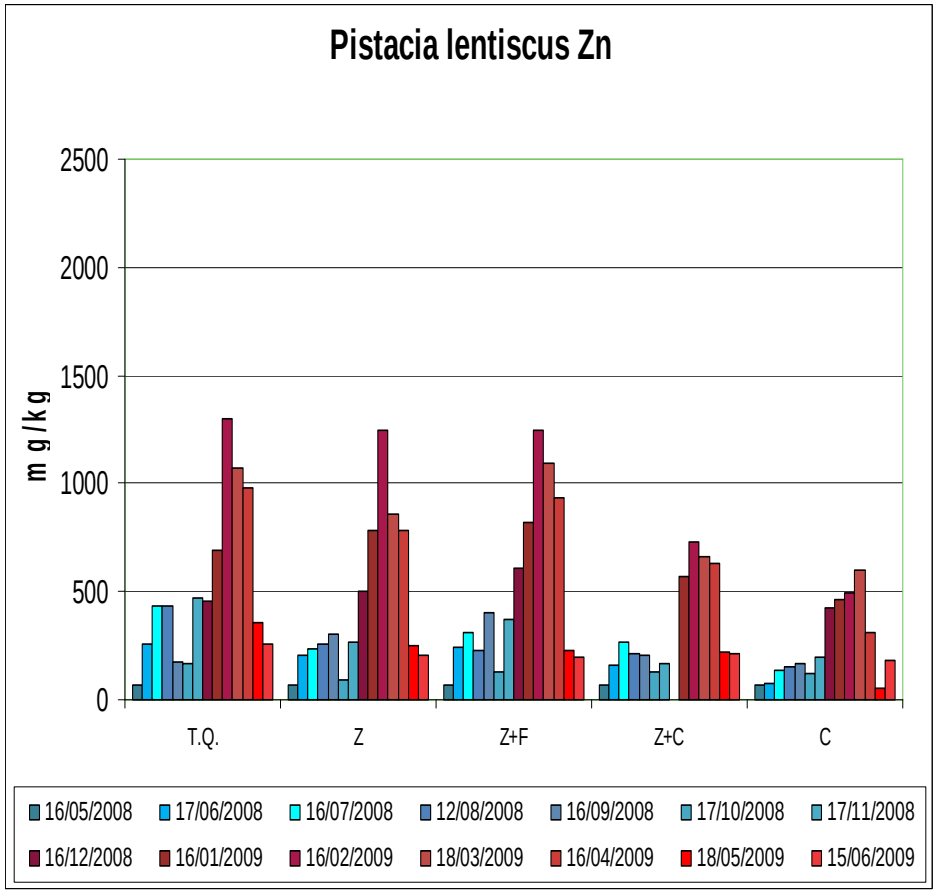
Accumulo di Pb (mg/kg) nelle foglie



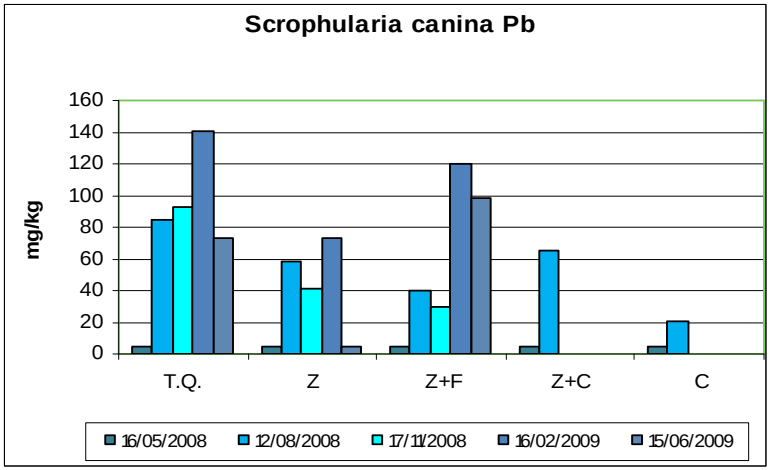


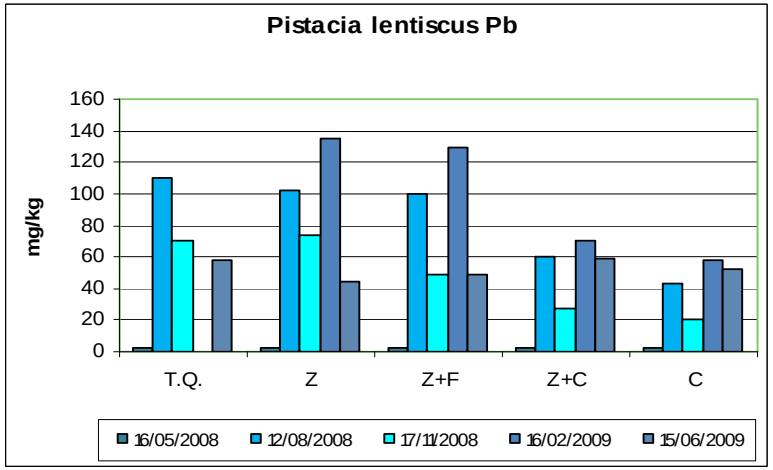
Accumulo di Zn (mg/kg) nelle foglie

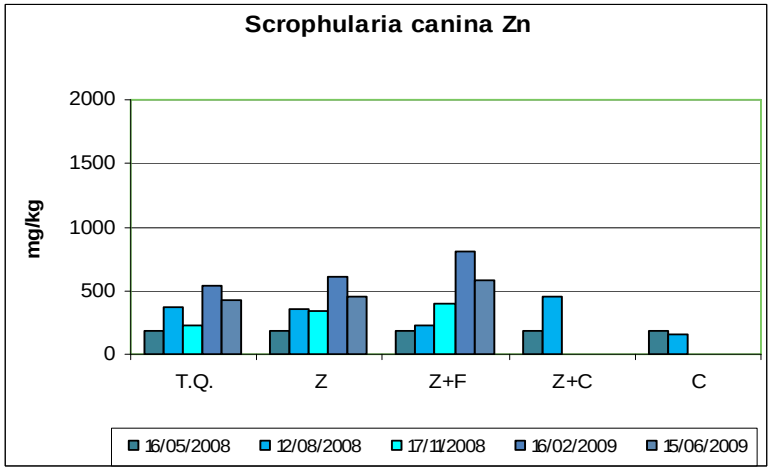


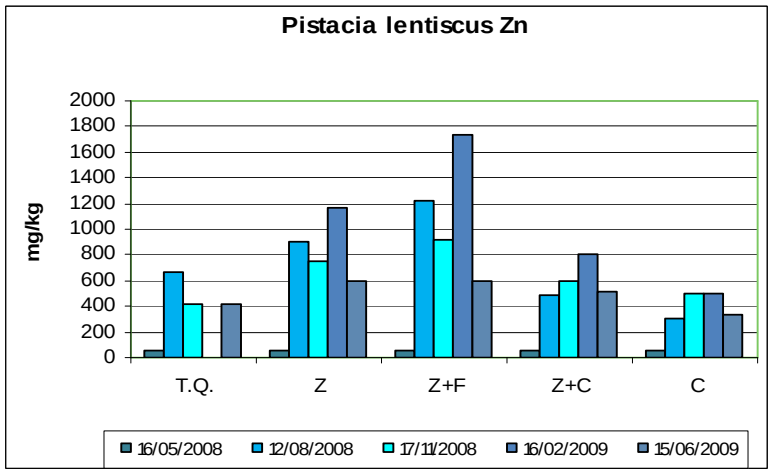


Accumulo di Pb e Zn (mg/kg) nelle radici

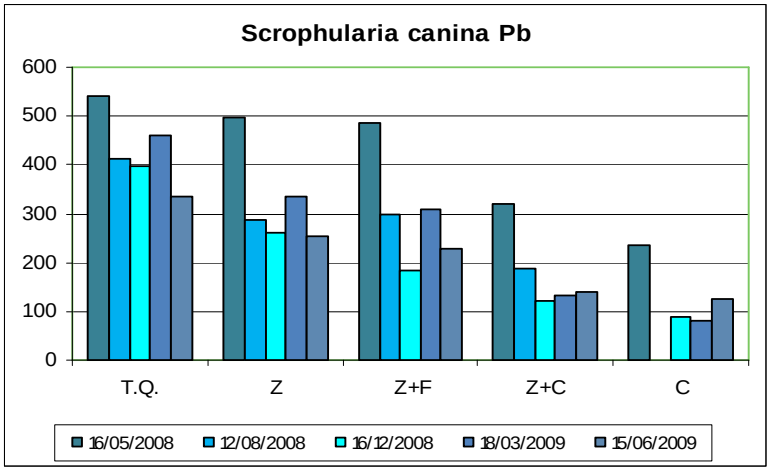


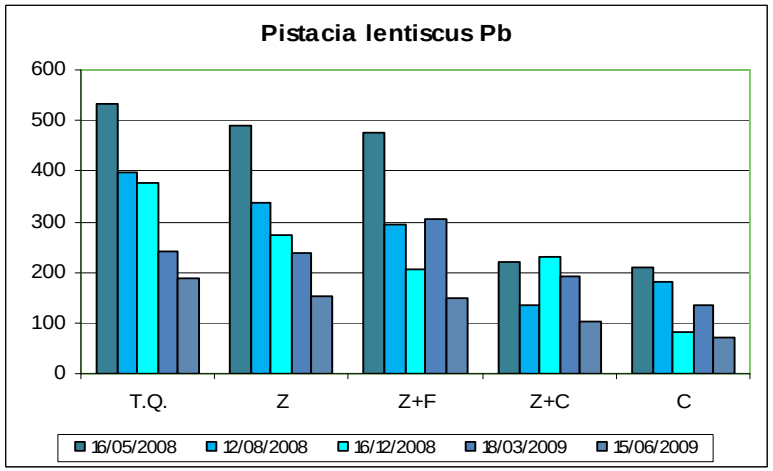


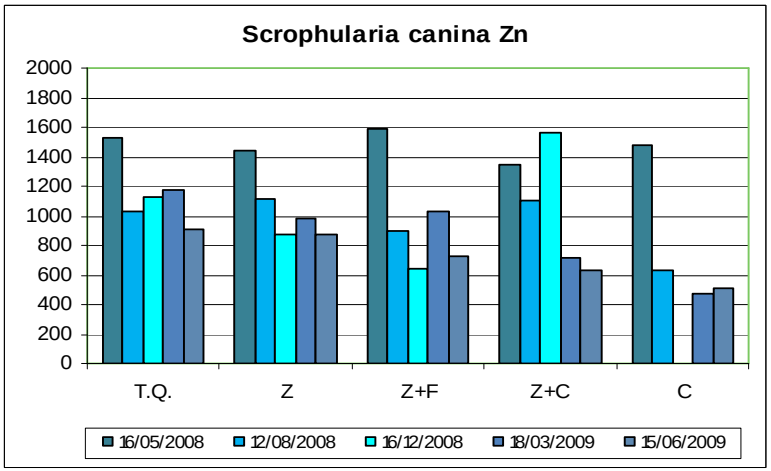


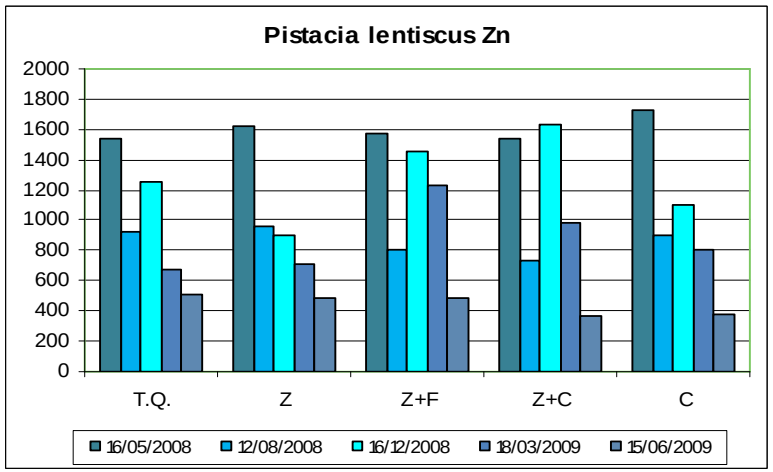


Biodisponibilità (mg/kg) di Pb e Zn nel terreno









Conclusioni

- **Le due specie vegetali hanno dimostrato un diverso comportamento: *S. bicolor* si è comportata da accumulatore mentre *P. lentiscus* da esclusore.**

- **L'effetto prodotto dagli ammendanti è stato in generale quello di ridurre la frazione biodisponibile e il coefficiente di traslocazione dei metalli (rapporto di concentrazione foglie/radici).**

- ***P. lentiscus* è la specie da considerare più adatta ai trattamenti di fitostabilizzazione e rivegetazione, sia per la resistenza ai metalli, che per la sua capacità di produrre elevata fitomassa e contribuire all'evoluzione dei substrati e della copertura vegetale.**

Conclusione

- **Nelle tesi a *S. bicolor* con zeolite e zeolite + fertilizzante le piante hanno prodotto semi vitali e nuove piante, cui si sono aggiunte ulteriori specie vegetali nate spontaneamente.**

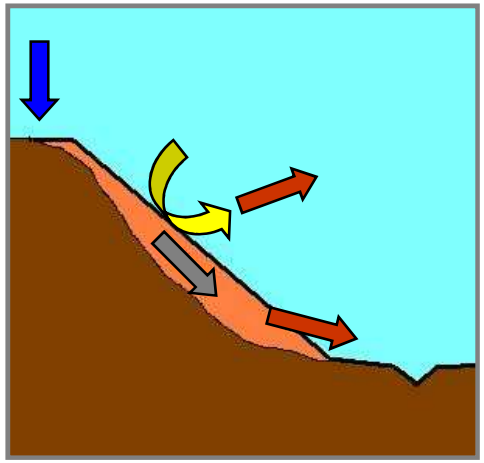
- **Le tesi sperimentali che hanno fornito i migliori risultati, sia per *P. lentiscus* che per *S. bicolor*, sono quelle con zeolite + fertilizzante e in parte con sola zeolite, cui si aggiunge un buon risultato nelle parcelle a zeolite + compost e solo compost per *P. lentiscus.***

- **La sperimentazione dimostra che un intervento con zeolite e fertilizzante e/o con compost potrebbe essere sufficiente per promuovere la rivegetazione di questa tipologia di aree degradate.**

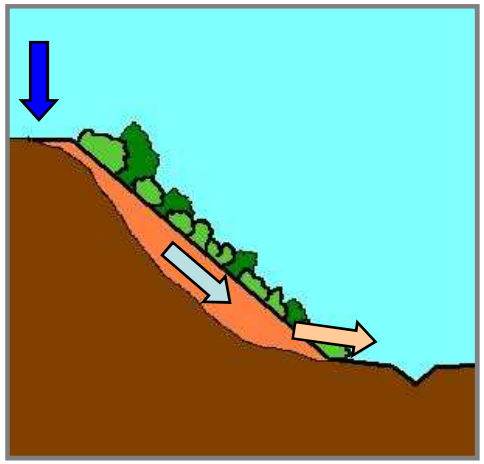
- **E' stato anche raggiunto l'obiettivo di una riduzione della concentrazione di metallo biodisponibile nel terreno.**

Applicabilità dei risultati

- Gli inquinanti possono disperdersi dai centri di pericolo per erosione superficiale a causa delle acque e del vento.



- I processi di fitostabilizzazione e di rivegetazione possono limitare la dispersione degli inquinanti e abbassare il livello di contaminazione.



- In alcuni casi sarebbe quindi possibile attuare interventi di rivegetazione delle discariche in alternativa alle opere, molto più costose, di rimozione e messa in sicurezza.