MASSIMO FAGNANO
Università di Napoli Federico II - Dip. di Agraria/CIRAM

Il ruolo dell'agronomo nel risanamento dei suoli contaminati.

D.Lgs. 152/06, Art.240 Definizioni.

…….

d) **sito potenzialmente contaminato**: un sito nel quale uno o più valori di concentrazione delle sostanze inquinanti rilevati nelle matrici ambientali risultino superiori ai valori di concentrazione soglia di contaminazione (CS>CSC delle tabelle),…..;

e) **sito contaminato**: un sito nel quale i valori delle concentrazioni soglia di rischio (CSR), determinati sulla base dei risultati del piano di caratterizzazione, risultano superati (CS>CSR);

f) **sito non contaminato**: un sito nel quale la contaminazione rilevata nelle matrice ambientali risulti inferiore ai valori di concentrazione soglia di contaminazione (CSC) oppure, se superiore, risulti comunque inferiore ai valori di concentrazione soglia di rischio (CSR) determinate a seguito dell'analisi di rischio sanitario e ambientale sito specifica (CSR>CS>CSC);

…….

o) **messa in sicurezza** permanente: l'insieme degli interventi atti a isolare in modo definitivo le fonti inquinanti rispetto alle matrici ambientali circostanti e a garantire un elevato e definitivo livello di sicurezza per le persone e per l'ambiente. In tali casi devono essere previsti piani di monitoraggio e controllo e limitazioni d'uso rispetto alle previsioni degli strumenti urbanistici;

p) **bonifica**: l'insieme degli interventi atti ad eliminare le fonti di inquinamento e le sostanze inquinanti o a ridurre le concentrazioni delle stesse presenti nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque sotterranee ad un livello uguale o inferiore ai valori delle concentrazioni soglia di rischio (CSR);

q) **ripristino ambientale**: gli interventi di riqualificazione ambientale e paesaggistica, anche costituenti complemento degli interventi di bonifica o messa in sicurezza permanente, che consentono di recuperare il sito alla effettiva e definitiva fruibilità per la destinazione d'uso conforme agli strumenti urbanistici;

Il DL 46/2019 finalmente affronta le problematiche specifiche dei suoli agricoli contaminati che chiamano in causa gli agronomi

SERIE GENERALE

Spediz. abb. post. - art. 1, comma 1
Legge 27-02-2004, n. 46 - Filiale di Roma

Anno 160° - Numero 132

GAZZETTA UFFICIALE

DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA Roma - Venerdì, 7 giugno 2019 SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI NON FESTIVI

Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare

DECRETO 1° marzo 2019, n. **46**.

Regolamento relativo agli interventi di bonifica, di ripristino ambientale e di messa in sicurezza, d'emergenza, operativa e permanente, delle aree destinate alla produzione agricola e all'allevamento, ai sensi dell'articolo 241 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152. (19G00052) . . . *Pag.* 1

I ruoli che l'agronomo può svolgere, secondo la normativa vigente, sono:

1) CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE e MONITORAGGIO (per l'analisi dei rischi sanitari e ambientali PRE e POST-interventi)

- Misure indirette geofisiche e geochimiche
- Analisi rischi di accumulo EPT nei prodotti agricoli (es. analizzando specie ortive da foglia (es. rucola, cicoria, lattuga, spinacio) coltivate sugli hot spot più contaminati)

→ IDENTIFICARE GLI **EVENTUALI RISCHI**, LE **CSR**, LE **VIE DI ESPOSIZIONE** E QUINDI **LE MISURE DA ADOTTARE**

SE CS<CSR (non è necessaria la bonifica)

2) RIPRISTINO AMBIENTALE

- migliorare qualità del paesaggio, servizi ecosistemici dei suoli

SE CS>CSR (ma la bonifica non è possibile)

3) MESSA IN SICUREZZA

- interruzione percorsi di esposizione= fitostabilizzazione

SE CS>CSR (ma la bonifica è possibile)

4) BONIFICA

- Riduzione CS< CSR mediante:

4.1. Fitoestrazione EPT biodisponibili

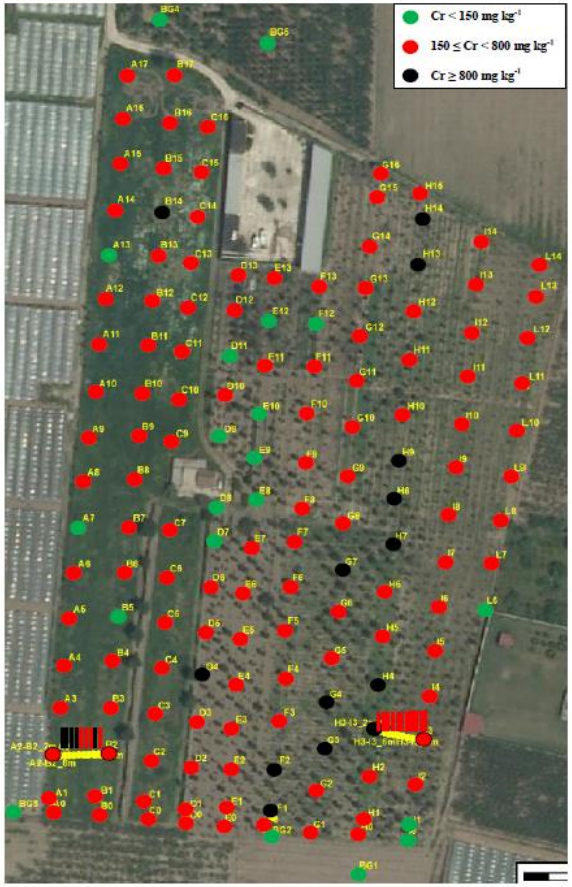
4.2. Rizodegradazione, stimolo biodegradazione contaminanti organici,

4.3 Biorisanamento: uso della microflora per accelerare la biodegradazione dei contaminanti organici

Giugliano-San Giuseppiello (6 ha):
Cromo, Zinco e idrocarburi >> CSC

Max values

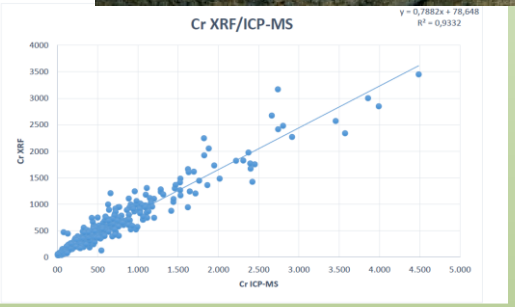
Cr = 1705 mg/kg, Zn = 609 mg/kg



Contaminazione da cromo (Cr) nello **strato 0-20cm** dell'area di San Giuseppiello.

Range di conc.	N. camp.	% sul totale	Conc. media	Dev. std.
Cr < 150	15	8,8 %	116,7	28,1
150 ≤ Cr < 800	136	80,0 %	440,8	166,4
Cr ≥ 800	19	11,2 %	1110,9	357,9
Tot strato 0-20	170	100 %	487,1	305,8

150 = soglia di contaminazione da cromo totale per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale (D.Lgs. 152/06).
800 = soglia di contaminazione da cromo totale per siti ad uso commerciale e industriale (D.Lgs. 152/06).



Correlazi
Cromo &
Cromo & Idroc

Metodi veloci ed economici (i.e. XRF) possono fornire una mappatura preliminare di grande dettaglio per orientare i successivi campionamenti diretti (bonifica di precisione)

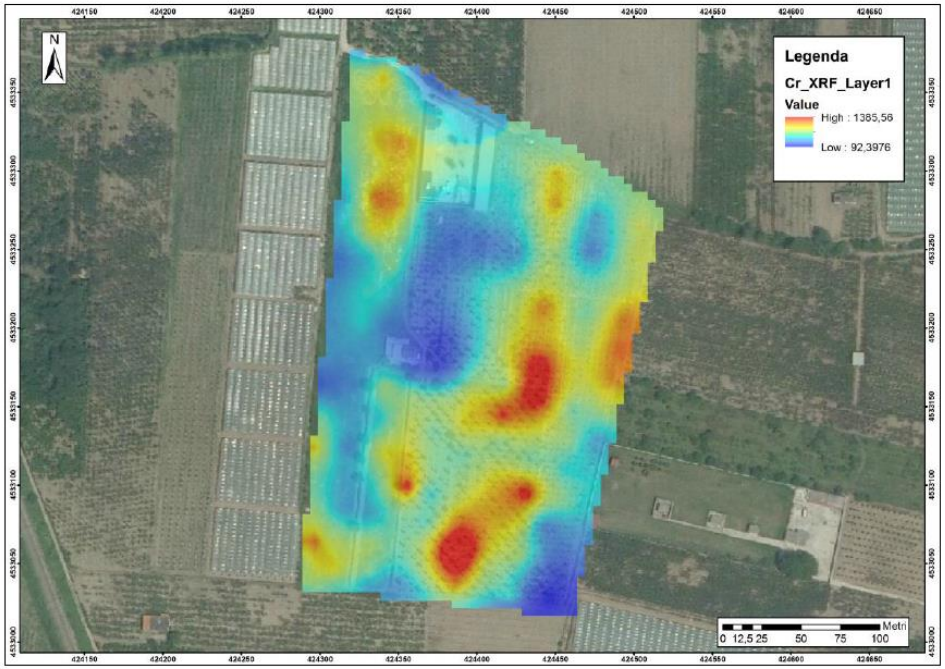


Figura 23- Mappa del Cromo ottenuto tramite misure XRF relativa al primo layer campionato (0-20 cm)

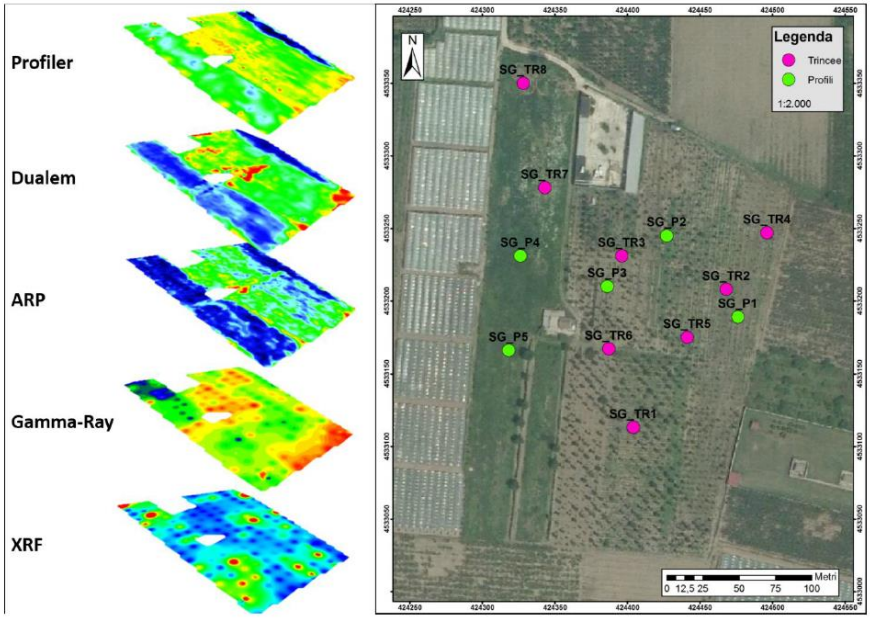


Figura 36 – Ubicazione profili e trincee

Vedi:

cap. 5 manuale Ecoremed

Langella et al 2018, IJA13:6-15

DL46 dell' 1/3/19 - all.1

L'interpolazione di tutte le misure geofisiche ha consentito anche di identificare le anomalie da indagare con scavi di trincee e profili

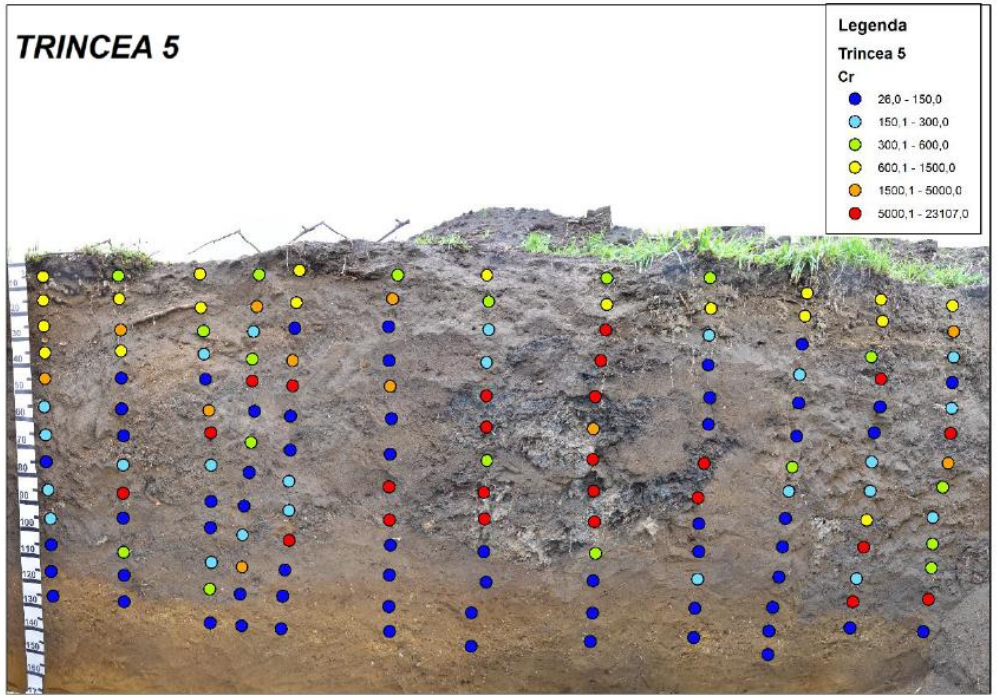


Figura 52 – Misure XRF su mosaico della Trincea 5

Per i suoli agricoli si deve analizzare:

- non il contenuto totale di metalli, ma la biodisponibilità

(**NH_4NO_3 1 M**, prontamente biodisponibile (DIN 19730, 1997); **EDTA 0,05 M** pH 7, potenzialmente biodisponibile (EUR19774,EN/2001)

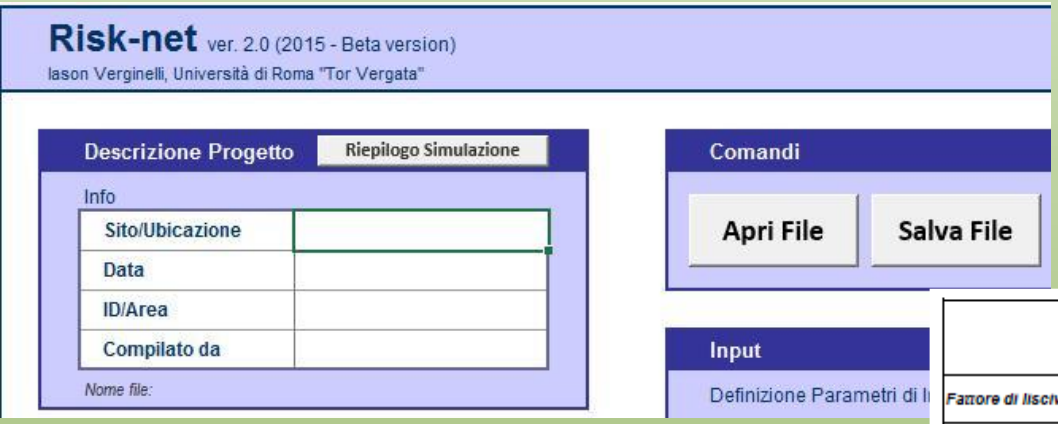
Vedi: cap. 6 manuale Ecoremed;
Rocco et al. IJA 2018, 13:16-22
DL 46 dell'1/3/19 All. 3

- e l'assorbimento da parte di specie accumulatrici (es. rucola) coltivate nei punti più contaminati

vedi: cap. 14 del manuale Ecoremed,
Duri et al., 2018, IJA 2018, 13:45-52;
DL 46 dell'1/3/19 All. 3

Una volta acquisiti dati realistici e di precisione sulla distribuzione dei contaminanti, per definire un sito «contaminato» bisogna effettuare l'analisi dei rischi diretti

http://www.reconnet.net/Software.htm
http://www.isprambiente.gov.it/it/moduli-e-software



APAT
Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici

Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati

	RBCA Tool Kit ver. 1.2	BP-RISC ver. 4.0 (livello 1)	ROME ver. 2.1	GIUDITTA ver.3.0
Fattore di lisciviazione (LF)	ALTA	MEDIA	MEDIA	ALTA
Fattore di attenuazione laterale in falda (DAF)	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
Fattore di volatilizzazione di vapori outdoor da suolo superficiale (VF_{ss})	MEDIA	MEDIA	MEDIO/BASSA	MEDIA
Fattore di volatilizzazione di vapori outdoor da suolo profondo (VF_{samb})	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIA
Fattore di volatilizzazione di vapori outdoor da falda (VF_{wamb})	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA
Fattore di emissione di particolato outdoor da suolo superficiale (PEF)	ALTA	ALTA	MEDIA	ALTA
Fattore di emissione di particolato indoor da suolo superficiale (PEF_{in})	-	-	MEDIA	MEDIA
Fattore di dispersione in atmosfera (ADF)	ALTA	ALTA	-	-
Fattore di volatilizzazione di vapori indoor da suolo (VF_{sesp})	MEDIO/BASSA	MEDIA	ALTA	MEDIA
Fattore di volatilizzazione di vapori indoor da falda (VF_{wesp})	MEDIA	ALTA	ALTA	MEDIA
Fattore di diluizione da falda ad acque superficiali - fiume (RDF)	ALTA	ALTA	ALTA	-
Attinenza qualitativa complessiva	MEDIA	ALTA	MEDIA	MEDIA

NB. Le CSR per i lavoratori agricoli sono molto alte (Pb ≈6000 ppm; Cd≈400 ppm) e impossibili da superare nei suoli agricoli.

I rischi indiretti per i consumatori possono essere valutati usando l'Hazard Quotient (HQ) (ISS, 2015; USEPA, 1989), basato su:

- **Contenuto di EPT nelle colture alimentari**
- **la dose di alimenti delle diete standard**
- **parametri tossicologici degli EPT**

$$HQ = ADD/RfD$$

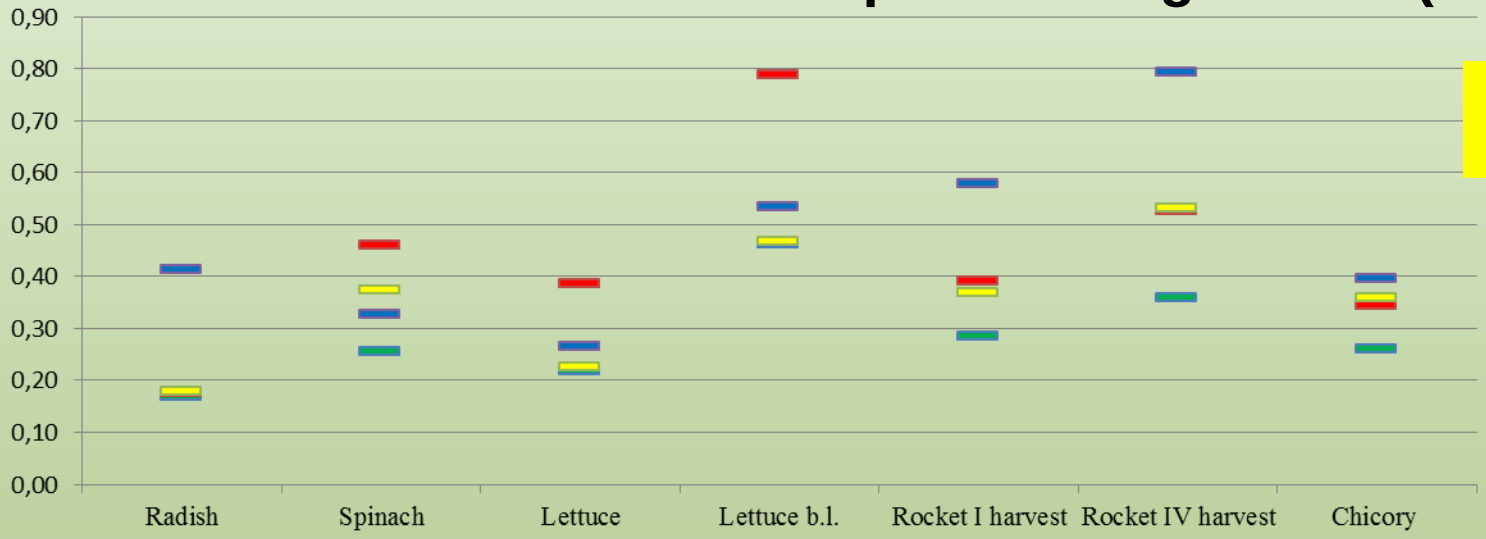
ADD assunzione media giornaliera dell'EPT (**mg kg^{-1} day^{-1}**)
RfD esposizione orale giornaliera che non determina apprezzabili rischi di effetti dannosi alla salute lungo l'arco di vita **(mg kg^{-1} day^{-1}) = data base INAIL, EFSA**

$$ADD = [(C \times IR) \times EF \times ED]/(BW \times AT_{ADD})$$

C concentrazione EPT negli alimenti (**mg g^{-1}**) **= cfr. analisi prodotti**
IR dose standard di un alimento per gruppi di età (**g day^{-1}**) **= cfr. data base EFSA**
EF numero di giorni in cui una persona mangia un certo alimento **(day $year^{-1}$) = 350 giorni/anno**
ED numero di anni in cui una persona mangia un certo alimento **(years) = 70 anni**
BW peso corporeo (**kg**) **= gen. 60 kg**
AT_{ADD} giorni totali di esposizione (**days**) **= 350 giorni/anno x 70 anni = 24.500 giorni**

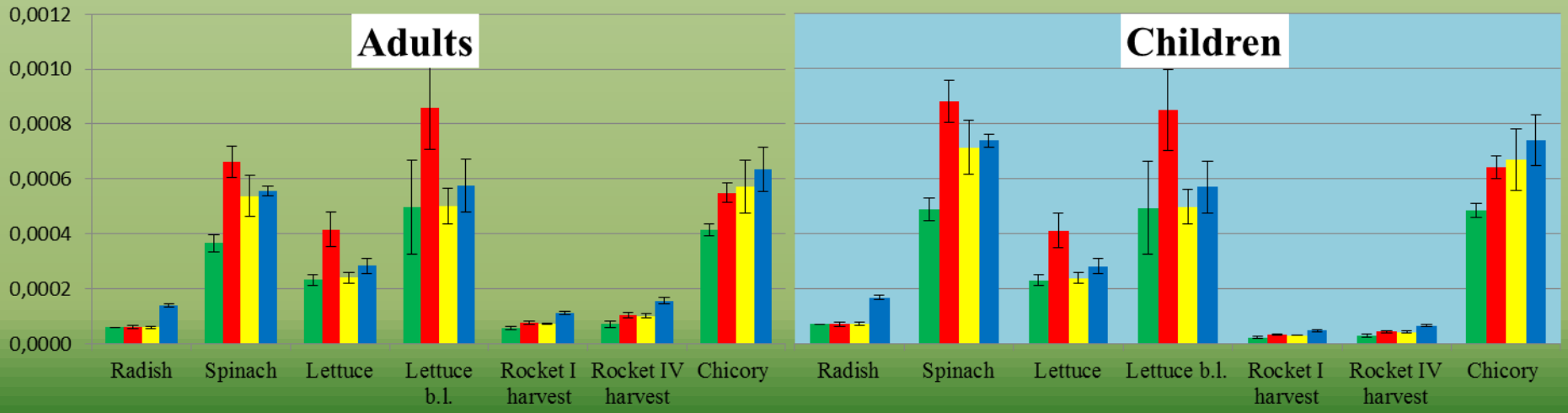
Se HQ è maggiore di 1 ci potrebbe essere un rischio potenziale per la salute umana

Cr concentrations in edible parts of vegetables (mg kg^{-1} f.w.)



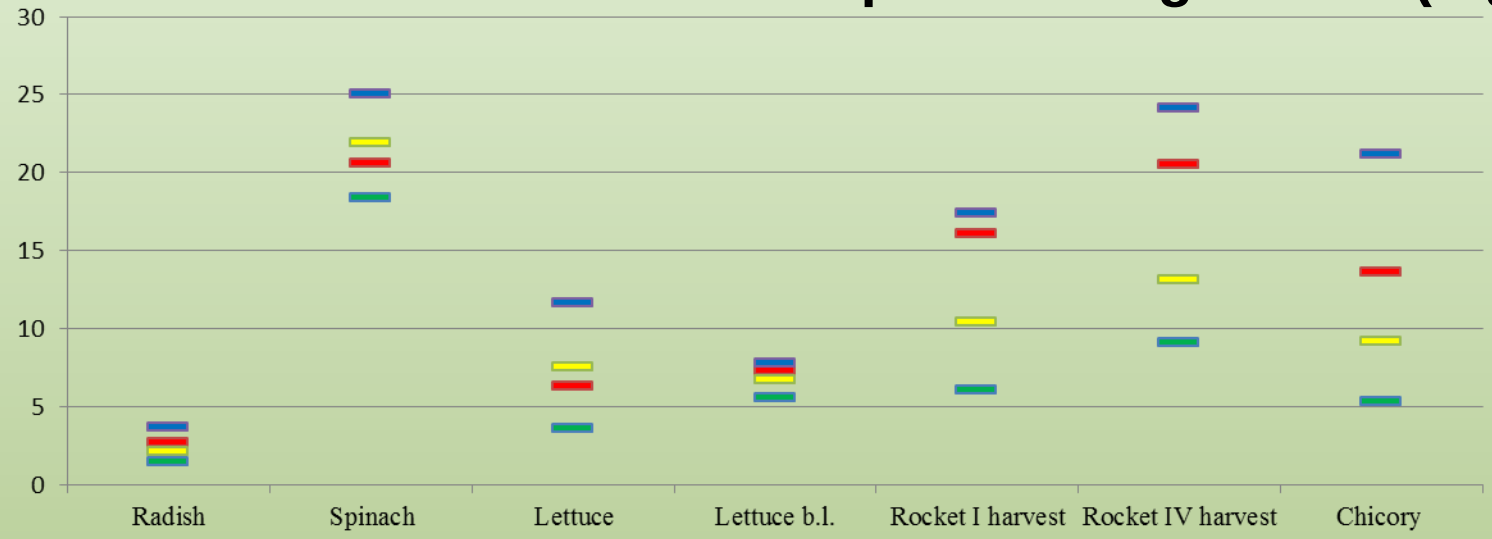
Chromium

HQ for adults and children (<<< 1)

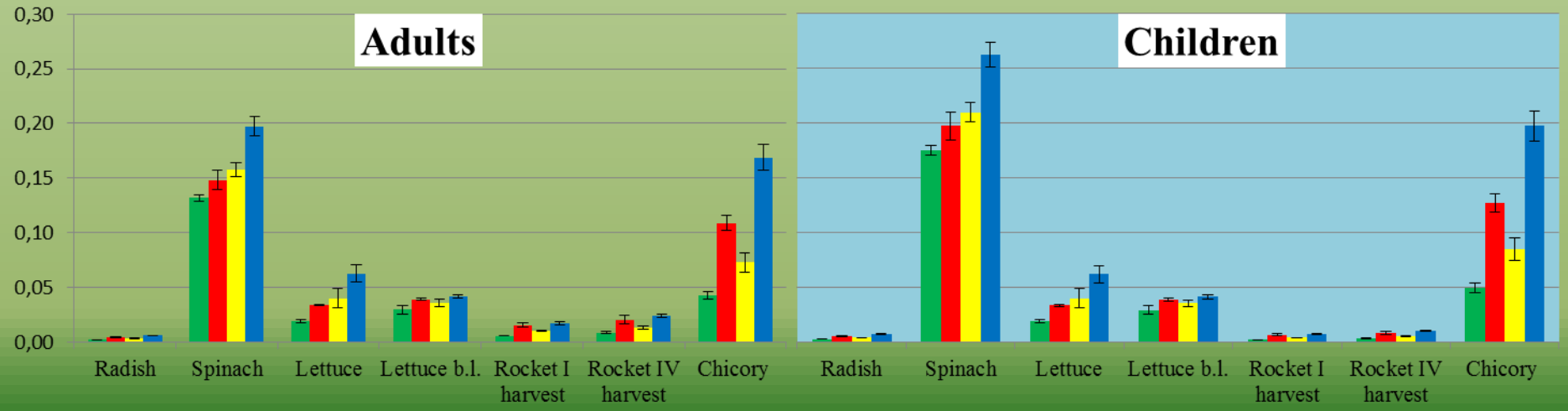


Zn concentrations in edible parts of vegetables (mg kg^{-1} f.w.)

Zinc

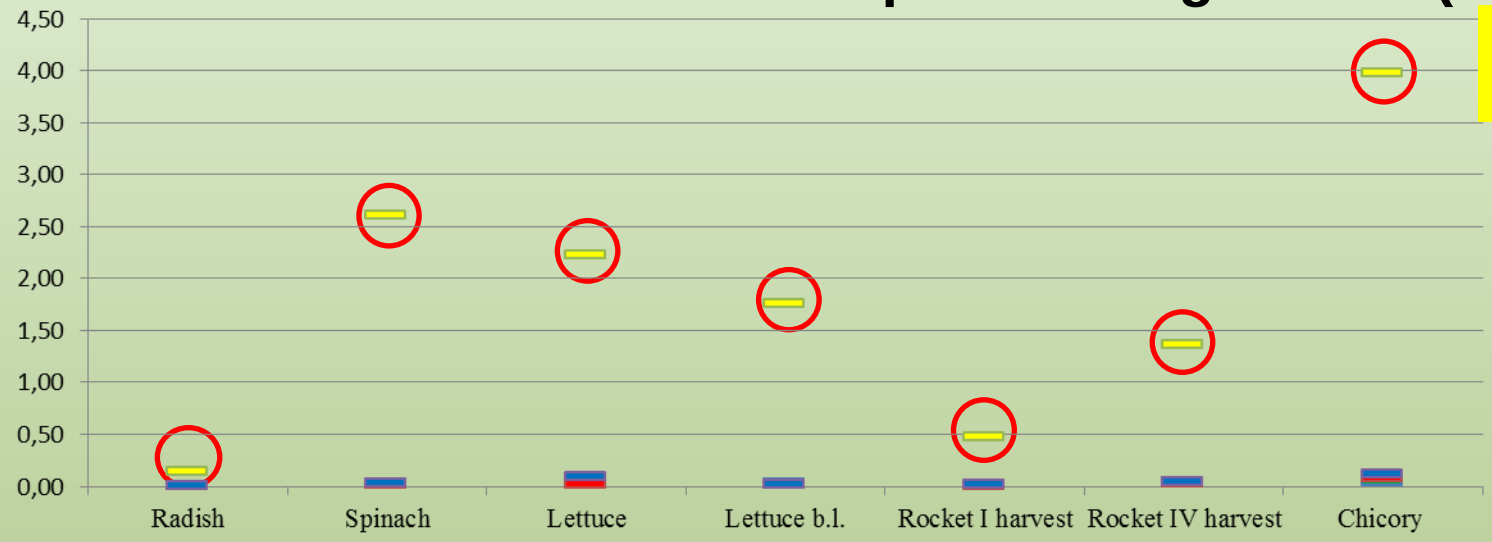


HQ for adults and children (<1)

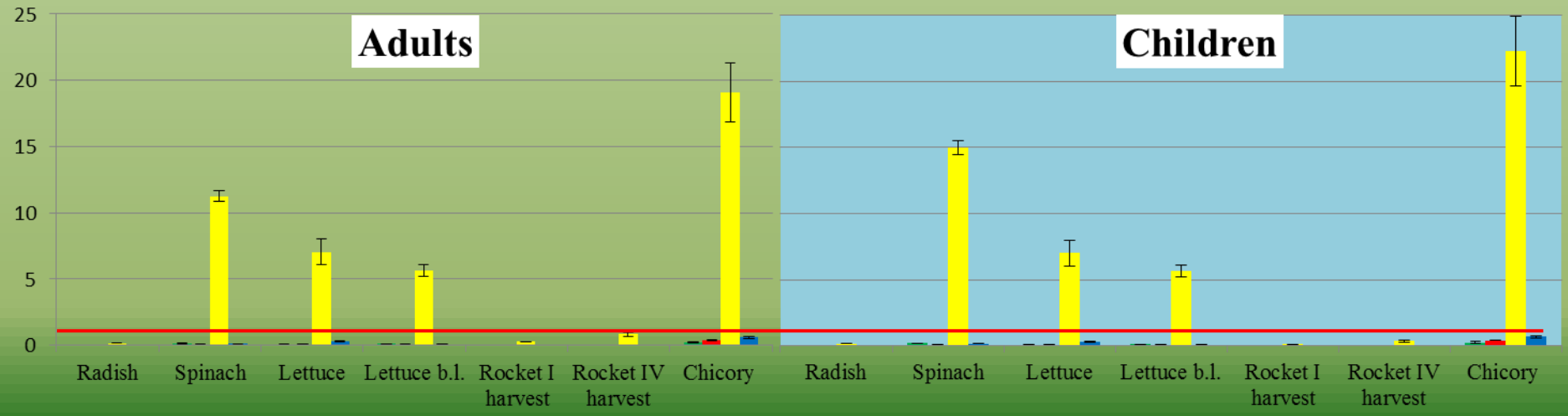


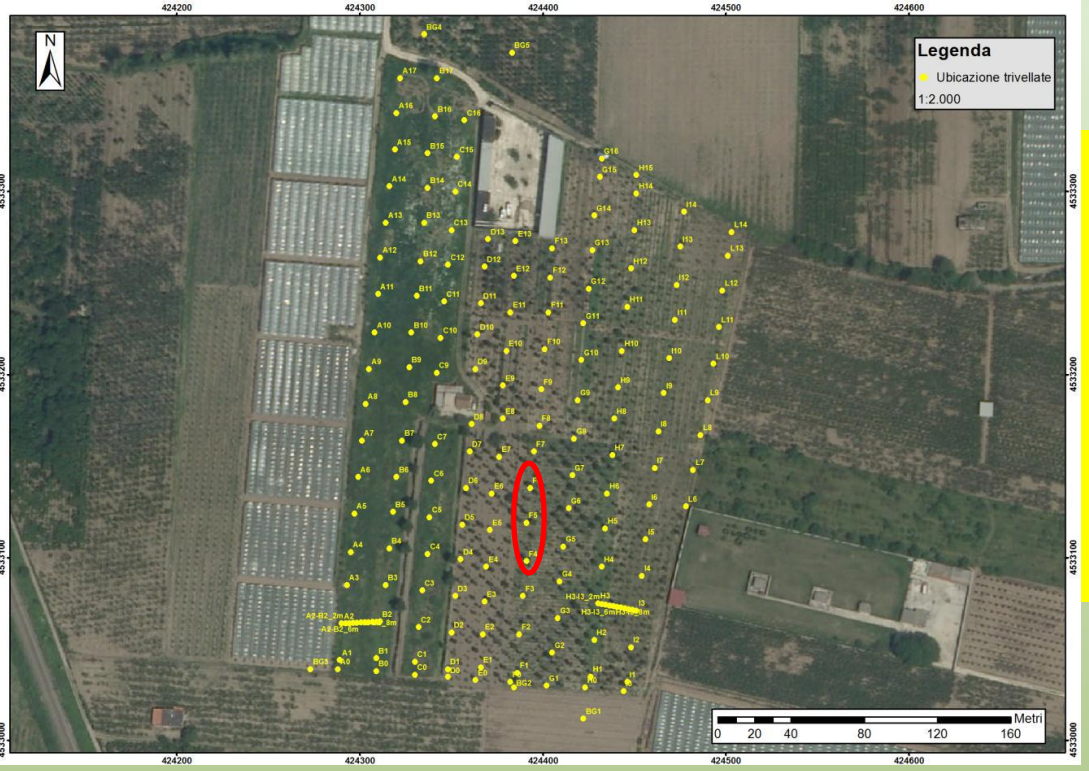
Cd concentrations in edible parts of vegetables (mg kg^{-1} f.w.)

Cadmium



HQ for adults and children (>>1)





Cr, Zn, H-C>12

Non rappresentano un rischio per la salute e per l'ambiente: CS<CSR

Per quanto riguarda i rischi indiretti per i consumatori:

- le prove di coltivazione con specie ortive accumulatrici non hanno evidenziato rischi per Cr, Zn, As e Pb,

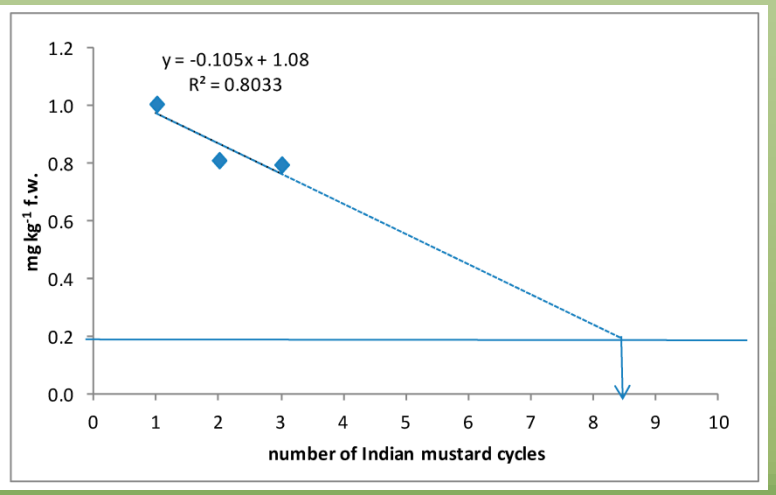
- hanno evidenziato rischi solo per il Cd in 1 hot spot (ca. 3000 m2).

BONIFICA

(estrazione ed allontanamento contaminanti minerali e biodegardazione di quelli organici)

Specie per la fitoestrazione	References
Populus spp. L (poplar)	Unterbrunner, 2007; .Capuana 2011
Eucalyptus spp. D.	Luo et al. 2016, Arriagada et al. 2010
Salix spp. L (willow)	Granel et al., 2002, Wang and Greger 2000
Arundo donax L (Giant reed)	Barbosa et al. 2015; Fiorentino et al. 2013
Brassica spp. L.	Clemente et al. 2005; Marchiol et al. 2004
Ricinus communis L. (castor bean)	Roychowdhury et al. 2019

Il pioppo e la senape indiana stanno continuando ad estrarre dal suolo la frazione biodisponibile del cadmio



RIPRISTINO AMBIENTALE

Ripristinare i servizi ecosistemici di aree degradate

TRENTOLA-DUCENTA (3000 m^2)

Cu e idrocarburi C>12

20% superficie CS<CSC<CSR:

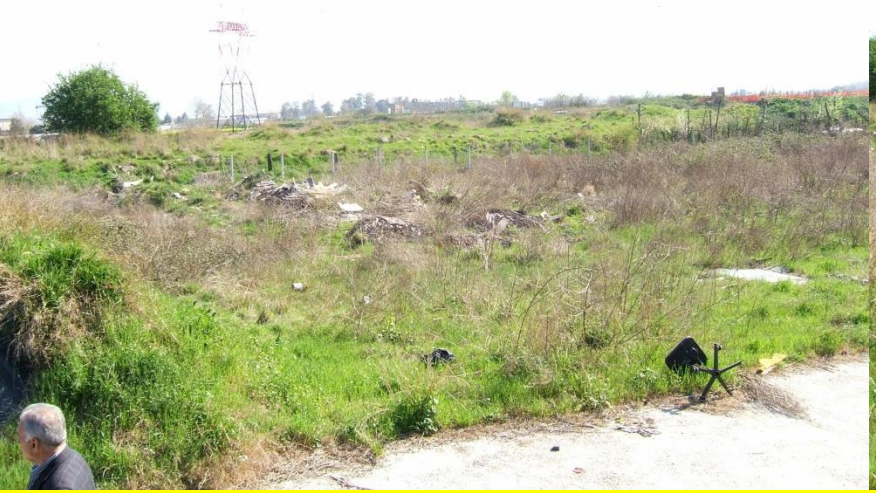
Degrado fisico (compattamento)

Un sito di sversamento di rifiuti abusivo, sporco ma non contaminato, è stato trasformato in un boschetto di pioppi

a3. TEVEROLA
Fondo comunale

Idrocarburi C>12
CS<CSR

Degrado fisico: compattamento, destrutturazione



Un sito di stoccaggio rifiuti, sporco e con un suolo compattato, è stato trasformato in un canneto

Funzioni della vegetazione per la protezione del *capping* delle discariche.

In area Mediterranea:

- la vegetazione spontanea secca d'estate: incendi

- a fine estate-autunno lo strato di suolo è soggetto ad erosione idrica: scopertura teli

Discarica dell'Inviolata, Roma

Nel mondo le discariche (dopo la MISE) vengono trasformate in parchi

E perché non si può fare ANCHE IN ITALIA ED IN CAMPANIA ?

Ripristino S.E. sociali e culturali

della vegetazione usata nel risanamento ambientale

- **NECESSITA' DI IRRIGAZIONE e CURA: il sito non viene abbandonato ma frequentato e curato dai giardinieri**

- **VALORE SIMBOLICO: il parco diventa un monumento (cit. Lorella Starita) a testimoniare e ricordare ai cittadini la trasformazione da simbolo di degrado e paura a simbolo di riscatto e rinascita [(ant. moniménto) dal lat. *monumentum*, der. di *monere* «ricordare».]**

- **USI CIVICI: i siti sono restituiti alla cittadinanza per attività sociali, culturali, educative, ricreative**

Parco Resit, Giugliano, Napoli

RE(S) - NATURAE - SIT
sabato 14 dicembre 2019 dalle ore 10 alle 13
PARCO RESIT – GIUGLIANO (NA)
Allestimento performativo a cura del
Liceo Artistico Statale di Napoli
primi risultati di un progetto di lavoro
site-specific
che si concluderà alla fine dell'anno scolastico.
curato dai docenti
Miranda Fortuna Luigi Pagano
Luisa Maglio Silvana Sferza
Angelo Montefusco Luigi Storoni
Michelangelo Riemma
con il coordinamento di
Lorella Starita
LICEO ARTISTICO NAPOLI

LA MAFIA UCCIDE
IL SILENZIO PURE

MESSA IN SICUREZZA

(impedire che i contaminanti possano muoversi dai suoli ad altri compartimenti ambientali: aria ed acqua)

Eco-Bat S.p.A

Caratterizzazione e fitostabilizzazione di un suolo industriale altamente inquinato da Piombo e Cadmio.

(l'analisi di rischio ha evidenziato un rischio inaccettabile di inalazione per il sollevamento di polveri contaminate).

(inizio lavori giugno 2015)

Oltre alla caratterizzazione di dettaglio, il sollevamento polveri sarà evitato mediante la stabilizzazione (fertilizzazione con compost) e la realizzazione di un pioppeto inerbito.

Il legname prodotto (presumibilmente contaminato) sarà riutilizzato nell'azienda stessa quale agente riducente nelle fornaci (in sostituzione del coke di petrolio) in cui fondono le batterie per riciclare il piombo.

Ottobre 2015

Ottobre 2015

luglio 2016

Il prato permanente è stato realizzato con un miscuglio di specie:

Microterme (F.rubra, L.Perenne) = rapida crescita

Macroterme (C.dactylon, P. vaginatum) rizomatose = copertura estiva

Un suolo industriale contaminato che rappresentava un rischio per la salute dei lavoratori e degli abitanti e del circondario è stato trasformato in un

BOSCO IN FABBRICA

SERIE GENERALE

Spediz. abb. post. - art. 1, comma 1
Legge 27-02-2004, n. 46 - Filiale di Roma

Anno 160° - Numero 132

GAZZETTA UFFICIALE

DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA **Roma - Venerdì, 7 giugno 2019** SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI NON FESTIVI

Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare

DECRETO 1° marzo 2019, n. **46**.

Regolamento relativo agli interventi di bonifica, di ripristino ambientale e di messa in sicurezza, d'emergenza, operativa e permanente, delle aree destinate alla produzione agricola e all'allevamento, ai sensi dell'articolo 241 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152. (19G00052) . . . *Pag.* 1

ALLEGATO *1*

2. Campionamento di suolo di aree non omogenee o di cui non si conosca l'omogeneità (secondo metodi ufficiali di analisi fisica del suolo, SISS 1997).

ALLEGATO *2*

Concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) per i suoli delle aree agricole

ALLEGATO *3*

Criteri generali per la valutazione di rischio

ALLEGATO *4*

1. Tipologia di interventi di messa in sicurezza e bonifica applicabili per le aree agricole.

Sono preferibili tecniche che consentano di mettere in sicurezza le aree potenzialmente inquinate evitando che le stesse siano utilizzate, impropriamente, per attività agricole o pastorali, che abbiano sbocchi sul mercato agroalimentare. A tale scopo sono da preferire specie arboree poliennali, se necessario in consociazione con specie erbacee iperaccumulatrici, in quanto la salvaguardia del paesaggio e della vocazione agricola di una zona restano uno degli obiettivi strategici nell'ambito della gestione e pianificazione del territorio, così come la protezione della salute dei cittadini, evitando la produzione abusiva di prodotti alimentari su suoli inquinati.

Ove possibile, pertanto, sarà data la preferenza ad interventi di bio-, fito-risanamento con piante poliennali, che presentano numerosi vantaggi rispetto ai trattamenti fisico-chimici:

messa in sicurezza effettiva (impedimento fisico all'uso improprio dei suoli inquinati);

economicità;

miglioramento del paesaggio;

miglioramento della fertilità dei suoli;

impedimento all'uso non agricolo dei suoli (nuove edificazioni).

Queste strutture ecologiche svolgono anche diverse altre funzioni ecosistemiche:

DI APPROVVIGIONAMENTO: produzione biomasse per energia e materiali rinnovabili

DI REGOLAZIONE: salute (protezione dai contaminanti**), clima (**sequestro C nel suolo**), acqua (**protezione delle falde dalla lisciviazione dei contaminanti**), erosione (**eolica**), biodiversità**

CULTURALI: valori educativi, estetici, ricreativi

SOCIO-ECONOMICI: redditi agricoli

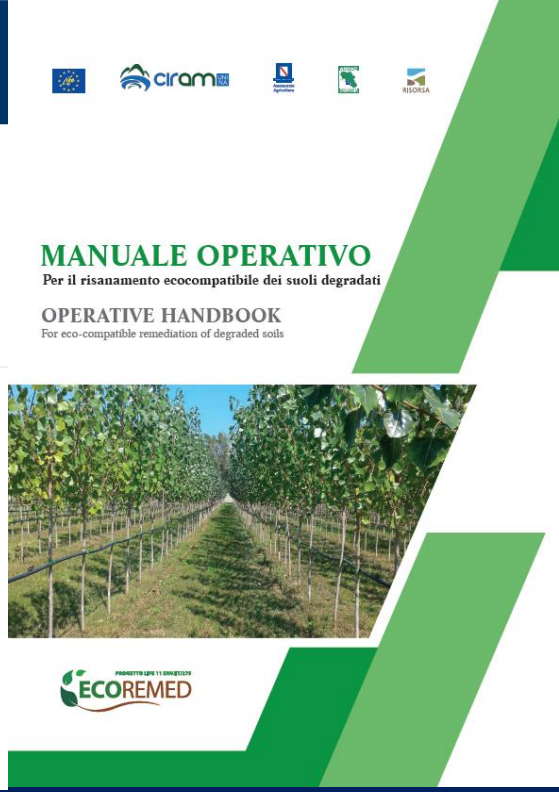
Una discarica dove i camorristi sversavano rifiuti industriali, un simbolo di degrado e illegalità….

…è stata trasformata in un laboratorio all'aperto dove istituzioni e studenti possono vedere come sia possibile curare gli ecosistemi feriti e creare un presidio di legalità dove c'era degrado

La CE ha apprezzato tutto il lavoro svolto e ci ha assegnato il premio come uno dei 9 Best of the Best LIFE project (tra i 400 conclusi nel 2016-17)

Ad agosto in MinAmb ha inserito il protocollo Ecoremed tra le Buone Pratiche per l'Ambiente

http://www.pdc.minambiente.it/it/progetti/ecoremed-sviluppo-di-protocolli-eco-compatibili-la-bonifica-dei-suoli-agricoli-contaminati



Per chi volesse approfondire, sia l'Handbook che il numero speciale di IJA sono scaricabili dalla home page del sito del progetto: www.ecoremed.it o dal materiale didattico del mio sito docente.

fagnano@unina.it