

Seminario di studi
TERRITORI IN METAMORFOSI

La rigenerazione sostenibile dei territori urbano-industriali: conoscenza, strategie e pratiche.
Il dipolo Siracusa-Augusta

BONIFICA, RIGENERAZIONE, NUOVE ATTIVITÀ PRODUTTIVE

Dalla fytoremediation all'ecoplastica

Giovanni Milazzo

La contaminazione del suolo dai metalli pesanti è, per la maggior parte, legata alla produzione industriale che immette nell'ambiente, unitamente a questi metalli, numerose altre specie di sostanze tossiche come acidi, solventi ed altro. Elevate fasi di inquinamento hanno spesso conseguenze catastrofiche su interi ecosistemi, creando bio-accumolo, difficile da eliminare.



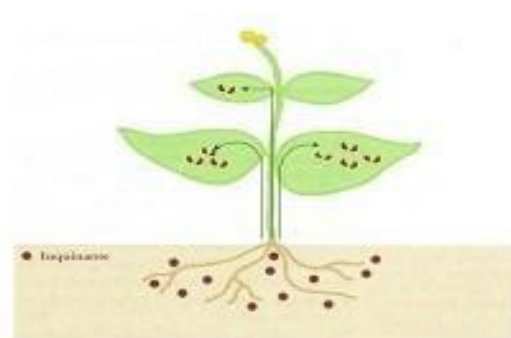
L'inquinamento dei suoli dovuto all'accumulo dei metalli pesanti è un problema di entità globale che comporta la trasformazione di aree agricole non più vocate ad attività agricola e dannose per l'intero ecosistema.

In particolare la concentrazione di cadmio e piombo è cresciuta esponenzialmente negli ultimi anni in seguito ad attività industriali ed antropiche. Piante tolleranti a metalli pesanti, come la canapa possono essere utilizzate per valorizzare siti non idonei alla produzione alimentare, fornendo sia un potenziale beneficio nel riutilizzo di queste aree, sia una produzione da parte della pianta volta a molteplici utilizzi.

La fitoestrazione consiste nel favorire il trasferimento di contaminanti inorganici dal suolo ad organi facilmente raccogliibili con le ordinarie tecniche agronomiche quali fusti, culmi e foglie ed in alcuni casi anche la parte ipogea (come rappresentato nella fig). Così facendo si concentrano gli inquinanti in una biomassa facilmente gestibile e smaltibile ad intervalli regolari corrispondenti alla frequenza delle raccolte.

Le specie più idonee per la fitoestrazione devono presentare le seguenti caratteristiche.:

- 1 tolleranza ad alte concentrazioni di metalli,
- 2 accumulo nei tessuti che saranno prelevati con le raccolte,
- 3 rapido tasso di crescita,
- 4 elevata produzione di biomassa,
- 5 apparato radicale ben sviluppato,
- 6 facilità di gestione colturale,
- 7 proprietà geneticamente stabili,
- 8 eventuale interesse economico della biomassa,



Rappresentazione della tecnica di Fitoestrazione

Nel risanamento di suoli agrari, va considerata la possibilità di utilizzare colture da biomassa per il duplice obiettivo di risanare un suolo e produrre energia rinnovabile, o utilizzare in altro modo la biomassa; con la prospettiva di ritornare all'ordinario utilizzo per produzioni di interesse alimentare una volta che le concentrazioni dei contaminati siano scese al di sotto delle soglie di rischio.

E' ormai conosciuta da tempo anche l'elevata capacità fitoestrattiva di specie erbacee a ciclo annuale appartenenti alla famiglia delle Brassicacee che sono in grado di accumulare nella parte epigea quantità di metallo nettamente superiori a quelle normalmente presenti nelle colture. Può essere anche utilizzata la Canna comune (*Arundo donax* L), che è in grado di produrre elevate quantità di biomassa concentrando in modo preferenziale l'accumulo di metalli nelle radici che a fine ciclo possono essere rimosse e smaltite in discarica.

Negli ultimi anni con l'avvento dell'ingegneria genetica, vari studi, stanno esaminando l'efficienza della fitoestrazione nel caso in cui vengano trasferiti i geni responsabili dell'iperaccumulo, in specie caratterizzate da una maggiore produzione di biomassa.

La Canapa o Cannabis (si distinguono le tre specie *C. sativa*, *C. indica* e *C. Ruderalis*), è una pianta erbacea a ciclo annuale la cui altezza varia tra 1,5 e 2 metri, presenta una lunga radice a fittone, che in terreni sciolti può arrivare alla profondità di 150 cm.

A seconda della varietà, delle condizioni pedoclimatiche, nonché della densità di semina, il fusto è formato da una corteccia esterna di colore verde, costituita da fibre unite da pectine, e da una parte interna biancastra detta canapulo costituito da circa il 77 % di cellulosa e da circa il 19 % di lignina, di colore bianco.

La fibra, rappresenta all'incirca il 25 - 30% del fusto, per l'82% si compone di cellulosa e per il 6% di lignina.



Il progressivo declino della coltivazione della canapa in Europa durante il XX secolo fu da attribuire alla diffusione progressiva delle fibre sintetiche, e al Marijuana Tax Act (1937) che vietava l'uso della pianta; probabilmente perchè ostacolava lo sviluppo delle fibre sintetiche e i derivati del petrolio a causa dello sviluppo del decorticatore, macchinario che riduceva notevolmente il costo di lavorazione della canapa.

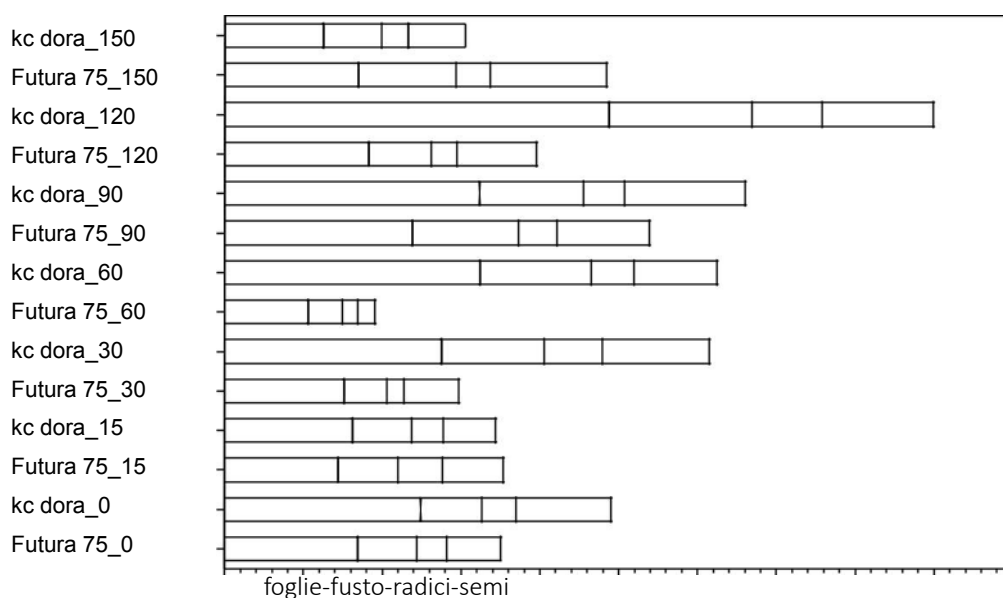
Fu considerata una droga, e da allora chiamata Marijuana (yellow journalism), per differenziarla dalla "cugina" canapa.

La canapa è un potente estrattore di metalli pesanti.

L'università di Catania, ha recentemente approfondito lo studio di due varietà di Cannabis Sativa: la KC Dora, una varietà dell'est Europa, e la Futura 75, una varietà francese.

Dalla sperimentazione condotte possono essere tratte le seguenti considerazioni conclusive:

- La Canapa (*Cannabis sativa*) ben si adatta a tollerare la coltivazione in presenza di metalli pesanti nel suolo (Piombo e Cadmio);
- La pianta sembra ben tollerare soprattutto la presenza di cadmio che, nella varietà KC Dora, sembrerebbe stimolare la produzione fino ad una concentrazione di 120 ppm.
- In entrambe le varietà studiate la maggiore quantità di cadmio viene rilevate nelle foglie.
- Le due varietà di Canapa poste a confronto (Futura 75 e Kc Dora) mostrano differenze di comportamento in presenza delle stesse concentrazioni di cadmio nei vasi.
- Futura 75 mostra una maggiore tolleranza in presenza di concentrazioni di cadmio elevate (Cd150) mentre Kc Dora nelle stesse condizioni mostra una maggiore suscettibilità.
- Futura 75 mostra una capacità di accumulo maggiore in presenza di concentrazioni minori di cadmio (Cd60) mentre Kc Dora presenta una capacità di accumulo maggiore in corrispondenza di concentrazioni più elevate di cadmio (Cd150).
- Tra le due varietà studiate KC Dora sembra essere più idonea alla fitoestrazione in quanto trasferisce più cadmio nella parte aerea non lasciandolo immobilizzato nelle radici come invece fa Futura 75.



Come potete vedere dal grafico soprastante, le due varietà di canapa studiate, in alcuni casi hanno avuto un importante aumento di produzione di biomassa, in altri di semi.

Sarebbe tuttavia interessante studiare più genotipi, al fine di valutare il loro potenziale fitoestrattivo e la combinazione di genetica e concentrazione di metalli per generare la massima produttività del terreno per la produzione di biomassa, nell'ottica di una loro coltivazione in suoli inquinati da metalli pesanti.

La canapa trova applicazioni anche come filler nei materiali compositi, per produrre tappetini isolanti e pannelli interni per automobili (si ricorda l'Hemp Body Car, il prototipo di auto costruito da Henry Ford nel 1941 in bioplastica derivata dalla canapa e alimentata con etanolo di canapa). Al 2015 esistevano già una decina di documenti noti relativi a materiali termoplastici "caricati" con fibre di canapa, ma nessuno di questi utilizzava il canapulo.

Allorchè con il mio socio Antonio Caruso, decidiamo di presentare il 3 Aprile 2015 la domanda di brevetto "Materiale composito comprendente almeno una resina termoplastica e canapulo" (**CA2981445A1**). L'innovazione fu data dall'utilizzo di particelle di canapulo di forma più omogenea, piuttosto che fibrille micronizzate a partire da fibra di canapa.



Micrografia SEM canapulo



Micrografia SEM taglio

Le particelle di canapulo oltre ad avere una morfologia idonea ad essere utilizzate come filler nei materiali termoplastici, ed ancor di più nei materiali termoplastici per la stampa 3D; sono chimicamente più reattivi della fibra lignino-cellulosica (taglio).

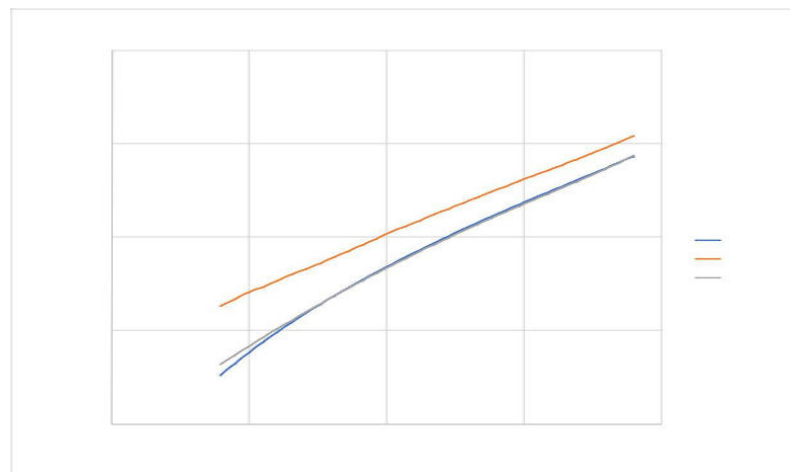
Riporto a seguire due grafici che ci mostrano come variano le caratteristiche meccaniche se in una stessa matrice termoplastica aggiungiamo taglio piuttosto che canapulo.

Legenda:

curva blu: PE vergine

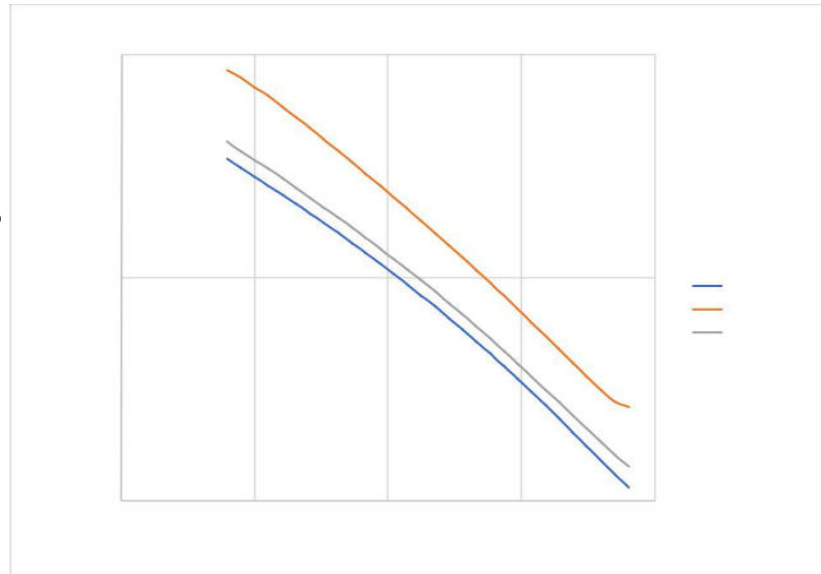
curva grigia: PE +20 parti di taglio

curva arancio: PE +20 parti di canapulo



Curve reologiche dei compositi con 20 parti di carica in PE: modulo elastico.

Legenda:
 curva blu: LDPE vergine
 curva grigia: LDPE +65 parti di tiglio
 curva arancio: LDPE +65 parti di canapulo



Curve reologiche dei compositi con 65 parti di carica in LDPE: modulo elastico.

Dai grafici è evidente che il canapulo ha un ruolo importante nelle tecnologie di sviluppo dei materiali compositi.

Riportiamo an seguire la tabella quantitativa.

In **Tabella 1** sono riportati i valori medi ottenuti per i compound di canapulo e tiglio con PE, in **Tabella 2** i valori medi per i compound con LDPE da ripasso. Nelle tabelle vengono indicati modulo tensile (E_T , MPa), sforzo a snervamento (s_M , MPa) e deformazione percentuale a snervamento (e_M)

Campione	E_T (MPa)	s_M (MPa)	e_M
<i>PE</i>	65,1	8,37	103,4
<i>PE100_Canapulo20</i>	119	7,63	45,9
<i>PE100_Canapulo65</i>	163	6,92	7,20
<i>PE100_Tiglio20</i>	101	7,23	47,1
<i>PE100_Tiglio65</i>	157	6,31	10,0

Tabella 1 Valori medi di interesse per le prove dinamo-meccaniche effettuate sui compound di PE.

Campione	E_T (MPa)	s_M (MPa)	e_M
<i>LDPE da ripasso</i>	113	17,5	150,5
<i>LDPE100_Canapulo20</i>	162	13,0	48,0
<i>LDPE100_Canapulo65</i>	264	11,8	7,30
<i>LDPE100_Tiglio20</i>	148	13,7	62,8
<i>LDPE100_Tiglio65</i>	195	9,84	10,6

Tabella 2 Valori medi di interesse per le prove dinamo-meccaniche effettuate sui compound di LDPE.

I risultati danno al canapulo un interessante valore industriale ed economico . Utilizzato come carica all'interno di matrici termoplastiche, non solo ne diminuisce il costo e il peso, ma migliora le proprietà meccaniche, al contrario delle segature di legno e della stessa fibra di canapa, che non cambiano di molto i valori.

I risultati ottenuti ci portano alle seguenti conclusioni:

Il territorio del dipolo Siracusa-Augusta è fortemente inquinato anche da metalli pesanti, cominciare a piantare colture che possono diminuirne le concentrazioni è un dovere morale per il territorio, l'ecosistema e noi stessi; tuttavia i risultati dell'Università di Catania che mostrano un incremento della produzione del fusto di canapa in corrispondenza di concentrazioni maggiori di impurità, possono stimolare il comparto industriale ad investire nella bonifica utilizzando colture come la canapa con una forte predisposizione all'industrializzazione.

Nel nostro caso,(Kanèsis) l'additivazione delle polveri di canapulo con impurità, alla matrice termoplastica, non causa alcun problema al prodotto finito, che può essere utilizzato per qualsiasi applicazione, escluso il contatto alimentare e la biocompatibilità.

Ci rimandiamo ad aggiornamenti tecnici sulla questione dopo ulteriori studi.