

IDROSEMINA NATURALISTICA

Gianluigi Pirrera¹, Giuliano Sauli¹, Roberta Calvo², Filippo Amato¹ & Francesco D'Asaro²

(1) Associazione Italiana per l'Ingegneria Naturalistica (AIPIN); (2) Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali - Università degli Studi di Palermo

ASPETTI CHIAVE

- L'idrosemina è una tecnica usuale nel recupero di cave e di discariche di rifiuti solidi urbani grazie alla sua capacità di costituire un inerbimento rapido ed una fitta copertura vegetale protettiva e consolidante.
- Nel caso studio del recupero della discarica RSU di Termini Imerese l'idrosemina è stata condotta secondo un approccio naturalistico che ha condizionato la scelta della miscela delle sementi partendo dal contesto vegetazionale dell'area e dalle caratteristiche di resistenza delle radici.
- Importante la caratterizzazione morfologica, tensionale e di crescita degli apparati radicali delle piante guida inserite nella miscela per assicurare e prevedere il grado di consolidamento dei versanti che si vuole raggiungere.

1 INTRODUZIONE E CASO STUDIO

Le applicazioni di idrosemina generalmente tendono a ricostituire un adeguato livello di copertura vegetale, per migliorare l'efficacia contro fenomeni erosivi e di instabilità dei versanti, ma spesso trascurano l'aspetto naturalistico. Si utilizzano cioè miscele di specie erbacee che spesso pongono scarsa attenzione all'ecologia del sito di intervento. All'approccio tecnico occorre quindi affiancare quello naturalistico, che, dal contesto vegetazionale, scarta le specie alloctone e condiziona la scelta delle specie erbacee da utilizzare.

Il caso studio della discarica di Termini Imerese (Palermo), prevedeva un ricoprimento vegetale di 7,4 ha mediante idrosemina direttamente sul terreno di ricoprimento finale con rifiuti spesso a vista. L'analisi floristica e vegetazionale (prateria ad *Ampelodesmos*), che ha rilevato oltre 60 specie prevalentemente erbacee, ha determinato la scelta di una miscela con 13 specie che ha privilegiato le graminacee perenni (*Ampelodesmos m.*, *Oryzopsis m.*, *Cynodon d.*, *Festuca*) e le leguminose (*Hedysarum c.*, *Lotus c.*, *Medicago s.*) oltre a trifogli e *Foeniculum v.*. Prevedendo il capitolato fissate caratteristiche di velocità di accrescimento radicale e di sforzo medio a rottura delle singole radici, alla miscela naturalistica sono state aggiunte altre graminacee perenni (*Brachipodium r.*, *Lolium*, *Lygeum s.*), altri trifogli e *Artemisia a.*, portando la miscela naturalistica finale a 21 specie con alto valore biotecnico. Si sono utilizzati semi da fiorume, fertilizzanti biostimolatori, mulch in fibra di legno o cellulosa e collanti organici e sintetici; l'area è stata fertilizzata con stallatico equino. L'idrosemina è stata eseguita con un primo doppio passaggio (marzo), un successivo hydromulching con semi (giugno) ed un intervento di manutenzione con altro fiorume (ottobre).

Il caso studio presentato, con le indagini di laboratorio ed i monitoraggi conseguenti, è stato l'occasione per valutare la validità della metodologia naturalistica applicata all'idrosemina in un sito particolarmente problematico.

2 ANALISI MORFO TENSIONALE DELLE RADICI

Per tre specie di riferimento della idrosemina naturalistica, le graminacee perenni *Ampelodesmos mauritanicum*, *Oryzopsis miliacea L.* e la leguminosa *Hedysarum coronarium L. (Sulla)*, è stata condotta una indagine morfologica e tensionale dell'apparato radicale (vedi tab 1). Il prelievo indisturbato dei campioni nell'area dell'ex discarica è stato eseguito a mezzo scavo manuale con ausilio di mezzi meccanici per le piante di dimensioni maggiori. L'estrazione è stata eseguita operando con scavi a campione intorno alla pianta per arrecare il minor danno possibile alle radici individuandone al contempo l'estensione e quindi l'area radicata. A. I blocchi suolo-radici sono stati liberati dal terreno per scuotimento e lavaggio a pressione avendo cura di lasciare integro l'apparato radicale. In laboratorio è stato eseguito un lavaggio di finitura ed un controllo dell'integrità del campione, prima dei rilievi morfologici. Il protocollo seguito ha previsto, subito dopo i rilievi morfologici, la conservazione dell'apparato integro in camera isolata termicamente e l'esecuzione delle prove di trazione entro il terzo giorno dal prelievo.

Grandezza	Ampelodesmos	Oryzopsis	Hedysarum
Diametro/Profondità della zolla di prelievo [m]	1,90/2,15	0,65/0,80	0,23/0,45
Altezza/Ampiezza epigea della pianta[m]	2,55/2,35	1,64/0,75	0,54/0,50
Lungh. max radici non rettificata [m]	2,15	1,45	0,40
Diametro del colletto [cm]	27,8	25,8	2,8
Range dei diametri delle radici rilevate [mm]	0,10–2,80	0,03-0,97	0,03-20,00
Diametro medio radici [mm]	0,85	0,35	2,32
N° radici (totale campione/test trazione)	1041/30	211/35	137/17
max/min Tr radici [MPa]	85,91/19,57	173,08/11,53	31,42/3,07
media Tr radici [MPa]	49,65	46,54	10,89
CV Tr radici	0,30	0,62	0,66

Tabella 1. Caratteristiche del prelievo delle specie e dati di sintesi del rilievo diametrale e delle prove di trazione a rottura.

I test di trazione del campione di radici sono stati svolti presso il “Laboratorio di prova sui materiali” del Dipartimento DICAM (Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e dei Materiali) dell’Università di Palermo con strumentazione Zwick/Roell mod. Z5 con cella di carico da 200 N. Sono stati sottoposti a prova tratti di radici di lunghezza standard pari a 15 cm con diametro quasi uniforme, privi di nodi o anomalie della crescita. Il diametro associato alla prova, D_m [mm], è stato assunto pari alla media di tre misure prese agli estremi ed al centro del campione radicale. Assunta una velocità di prova di 5 mm/minuto, i valori di resistenza a trazione T_r , espressi in Mpa, sono stati ottenuti sotto l’ipotesi di sezione circolare della radice, con l’espressione $T_r = F_{max} / (\pi D_m^2 / 4)$, dove F_{max} [N] è il carico massimo, a rottura. Sono state prese in considerazione solo le prove che hanno prodotto curve forza/allungamento continue sempre crescenti senza segni di cedimento dei vincoli di ammassamento e rottura nel tratto intermedio.

I campioni di *Ampelodesmos mauritanicum* e *Oryzopsis miliacea L.*, come tutte le monocotiledoni, sono caratterizzati da un apparato radicale omorrhizico fascicolato cioè costituito da fitti assi poco ramificati che partendo dalla base dei culmi, a maturità, raggiungono dimensioni poco variabili. In questo caso la caratterizzazione morfologica, di tipo monodimensionale (lungo l’asse della profondità), è consistita nella determinazione della legge di distribuzione dei diametri e del numero di radici a diverse distanze z dal colletto. Sempre in relazione alla particolare conformazione dell’apparato radicale, il rilievo dei diametri D è stato eseguito direttamente su campioni di radici a fissata distanza dal colletto mentre la numerosità N è stata valutata indirettamente dalla misura del volume di porzioni dell’apparato radicale. I valori medi dei diametri, $D_m(z)$, hanno mostrato una tendenza a diminuire linearmente con la distanza z dal colletto mentre poco variabile con la distanza è invece risultato il coefficiente di variazione CV dei campioni osservati. Da queste evidenze e dalla legge di distribuzione dei diametri, condizionata alla distanza dal colletto, è stato costruito il modello morfologico $\{D(z), N(D|z)\}$ che ha permesso di stimare le aree $A_r(z)$ delle sezioni delle radici a fissata profondità e quindi il Rapporto di Area Radicata, $RAR = A_r(z) / A$, nell’ipotesi di area radicata cilindrica di diametro pari a quello della zolla estratta.

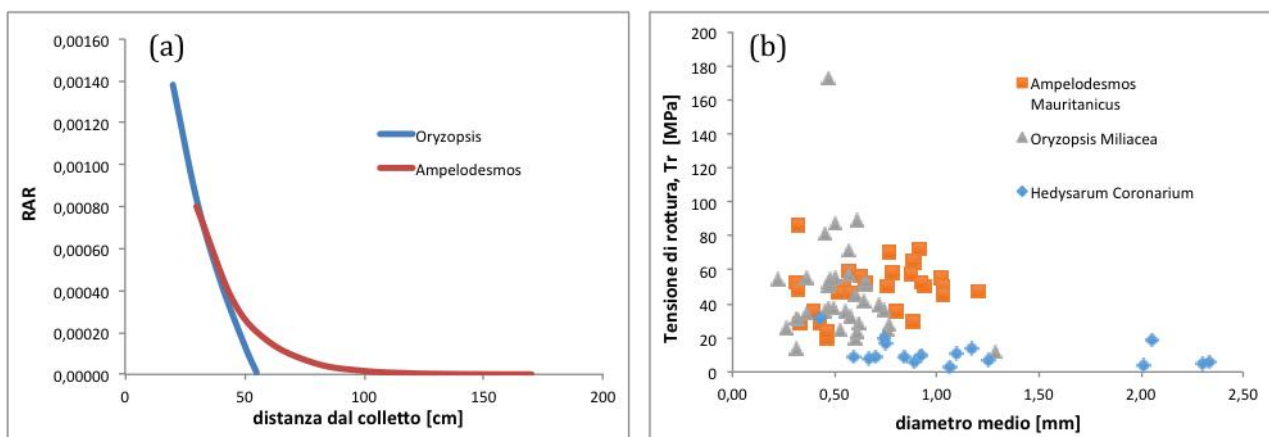


Figura 1. (a): andamento del Rapporto di Radicazione (RAR) con la distanza dal colletto di due specie analizzate; (b): valori sperimentali delle tensioni di rottura a trazione (T_r) delle radici in funzione del diametro, per le tre specie di riferimento.

Per le due specie indagate la funzione $RAR(z)$, riportata in figura 1a, mostra un andamento analogo in prossimità del colletto, poi condizionato dalla diversa profondità massima delle stesse specie.

I dati di sintesi delle prove a trazione per le tre specie sono riportati in tab. 1 mentre nel grafico di fig. 1b, sono mostrati gli andamenti sperimentali $Tr(D)$. Non si evince una chiara tendenza all'aumento della resistenza al diminuire del diametro mentre è evidente la loro elevata variabilità. Per *Ampelodesmos* e *Oryzopsis* tale comportamento può essere ragionevolmente imputato alla ridotta variabilità dei diametri in gioco. Rilevanti in ogni caso i valori misurati che superano i 60 MPa nel 16% dei casi.

3 PROVE DI ACCRESCIMENTO RADICALE

La ricerca mirata a determinare la velocità di crescita della graminacea perenne *Ampelodesmos mauritanicus* è stata eseguita in un ambiente controllato costituito da cilindri verticali (fitotubi) disposti sia all'aperto (20 cilindri presso i locali della Biocity srl a Palermo), che in serra (20 cilindri presso il Vivaio Savif a Caltanissetta). I fitotubi, di lunghezza pari a 2 m e diametro pari a 19 cm, sono stati realizzati con pannelli di plexiglass trasparente chiusi longitudinalmente posti sopra mastelli in plastica alti 60 cm. Per inibire la crescita di muffe i cilindri sono stati ricoperti con plastica nera. Per valutare l'influenza delle caratteristiche del substrato sulla velocità di crescita radicale, i fitotubi sono stati suddivisi in batterie riempiti con 2 tipologie di substrati: uno tecnogenico, fornito dalla ditta Harpo ed una mistura di lapillo vulcanico, terriccio e torba. Le prove sono state condotte sia a partire da plantule che da giovani cespi di circa 2 mesi. L'irrigazione è stata garantita mediante la realizzazione di un impianto composto da due linee con irrigatori a goccia per ogni cilindro, a profondità diverse.

Il rilevamento della crescita è stato eseguito per apertura del fitotubo anche se sono state possibili alcune misurazioni visive, non distruttive (fig. 2a), grazie alla trasparenza del cilindro. Il risultato parziale ricavato dalle misure di 12 piante in fitotubo posto all'aperto, senza distinzione di substrato, mostra come 2 metri di profondità di radicazione siano stati raggiunti già in otto mesi (fig. 2 c).

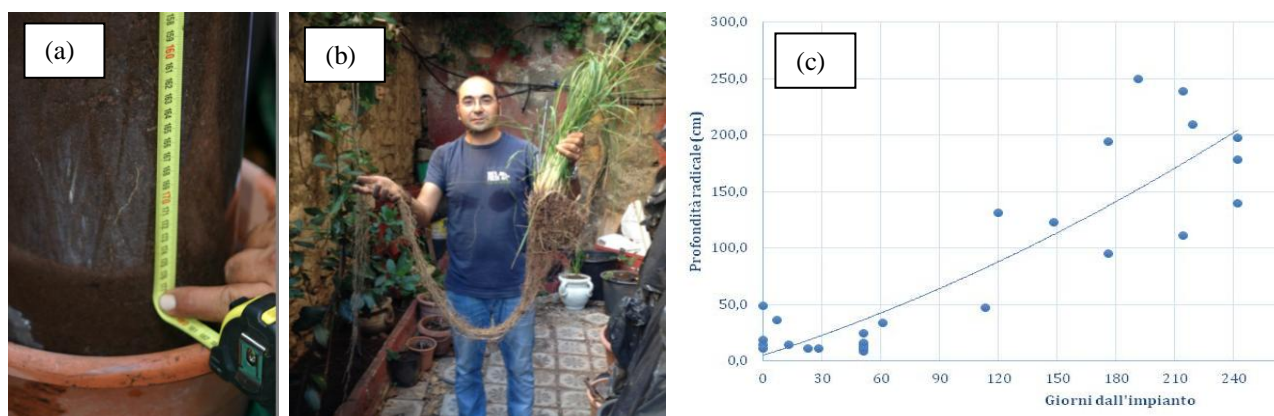


Figura 2. (a) Misura visiva non distruttiva su fitotubo, (b) Esemplare estratto dal fitotubo prima della misurazione, (c) Andamento della crescita della lunghezza rettificata dell'apparato radicale di 12 esemplari di *Ampelodesmos mauritanicus* in otto mesi in condizioni sperimentali all'aperto.

4 MONITORAGGIO FLORISTICO DEI RISULTATI

Le attività di cantiere hanno previsto la caratterizzazione botanica-ecologica dell'area al fine di individuare le specie vegetali presenti, eventuali emergenze ambientali legate a fenomeni di invasività tipiche degli ambienti ruderali e disturbati, quali sono le discariche e verificare l'efficacia degli interventi realizzati. Le aree di saggio sono state materializzate attraverso la disposizione di picchetti in ferro, formando parcelle quadrate di 4 m² suddivise in sub parcelle di lato pari ad un metro. Le attività di monitoraggio sono consistite in sei rilevamenti floristici (maggio 2015-marzo 2016). Sono stati censiti complessivi 68 taxa verificando la germinazione a soli due mesi dall'intervento di ben 10 delle 21 specie impiegate, divenute 13 a marzo 2016 (tab. 2). Le specie *Hedysarum c.*, *Medicago*, *Cynodon*, *Vicia s.*, *Artemisia* e *Oryzopsis*, hanno manifestato ottime attitudini all'impiego sia per quanto attiene la germinabilità che il grado di ricoprimento raggiunto; le altre specie hanno presentato minori o bassi valori di copertura.

N	Classe	Famiglia	Taxa	A	B
1	Magnoliopsida	Apiaceae	<i>Foeniculum vulgare</i> Mill. subsp. <i>vulgare</i>	N	X
2	Magnoliopsida	Asteraceae	<i>Artemisia arborescens</i> (Vaill.) L.	N	X
3	Magnoliopsida	Leguminosae	<i>Lotus corniculatus</i> L.	N	X
4	Magnoliopsida	Leguminosae	<i>Medicago lupulina</i> (Guss.) Nyman	N	X
5	Magnoliopsida	Leguminosae	<i>Medicago sativa</i> L. subsp. <i>sativa</i>	N	X
6	Magnoliopsida	Leguminosae	<i>Hedysarum coronarium</i> (L.) Medik.	N	X
7	Magnoliopsida	Leguminosae	<i>Trifolium hybridum</i> Huds.	X	
8	Magnoliopsida	Leguminosae	<i>Trifolium pratense</i> L.	N	X
9	Magnoliopsida	Leguminosae	<i>Trifolium repens</i> L. (T.bianco)	X	X
10	Magnoliopsida	Leguminosae	<i>Vicia sativa</i> L. subsp. <i>sativa</i>	N	X
11	Liliopsida	Graminaceae	<i>Agropyron repens</i> (L.) P. Beauv.	X	
12	Liliopsida	Graminaceae	<i>Ampelodesmos mauritanicus</i> (Poir.) T. Durand & Schinz.	N	X
13	Liliopsida	Graminaceae	<i>Brachypodium rupestre</i> (Host) Roem. & Schult.	X	
14	Liliopsida	Graminaceae	<i>Bromopsis erecta</i> (Huds.) Fourr. (<i>Bromus erectus</i>)	X	
15	Liliopsida	Graminaceae	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	N	X
16	Liliopsida	Graminaceae	<i>Festuca ovina</i> L.	X	
17	Liliopsida	Graminaceae	<i>Lolium multiflorum</i> Lam. (Loietto italico)	X	
18	Liliopsida	Graminaceae	<i>Lolium perenne</i> L.	X	
19	Liliopsida	Graminaceae	<i>Lygeum spartum</i> L.	N	
20	Liliopsida	Graminaceae	<i>Piptatherum miliaceum</i> (L.) Coss. (<i>Oryzopsis miliaceum</i>)	N	X
21	Liliopsida	Graminaceae	<i>Schedonorus arund.</i> (Schreb.) Dumort. (<i>Festuca arundinaceae</i>)	N	X

Tabella 2. Composizione della miscela di idrosemina: in (A), la lettera N indica la specie pre esistente in discarica; in (B) indicati i risultati del monitoraggio .

Il monitoraggio ha permesso di individuare ulteriori 35 specie locali che trovano condizioni favorevoli nelle differenti nicchie presenti nell'area dei lavori: da specie legate alle pozze umide o stagni quali *Typha* e *Scirpoides*, alle abbondanti graminacee perenni legate ai terreni umidi e profondi (*Arundo c.*) o ai prati xerici (*Hyparrhenia*). A confermare le difficili condizioni ecologiche presenti in un ambiente disturbato di discarica vi è la consistente presenza di specie alloctone o ad elevato grado di invasività. Si tratta di specie ruderali, sinantropiche legate a substrati particolarmente difficili in cui trovano posto neofite invasive quali ad esempio *Ricinus*, *Boerhaavia*, *Pennisetum* e *Datura*.

5 CONCLUSIONI

I primi risultati confermano la validità dell'idrosemina naturalistica qui proposta, rilevando specificatamente la buona attitudine delle specie autoctone a creare un'efficiente copertura vegetale di un'area degradata, quale una discarica RSU con spessore di terreno estremamente esiguo. Peraltro, la copertura vegetale raggiunta è risultata soddisfacente anche in termini di biodiversità per il rilevante numero di specie attecchite. Ecologicamente la metodologia applicata è preferibile ad una idrosemina tradizionale che usa miscele commerciali, di semi non autoctoni e di provenienza non certa, in quanto permette la ricostituzione ambientale del sito migliorandone il grado di biodiversità. La validità dell'approccio è confermato anche dai buoni risultati biotecnici delle specie di riferimento sia in termini di velocità di accrescimento, che di densità radicale (RAR), che di contributo alla resistenza del terreno attraverso rilevanti valori di tensione di rottura.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Florineth F. Pflanzen statt Beton, Patzer Verlag, Berlin – Hannover, 2012
 Schiechtl H. M., Stern R. Ingegneria Naturalistica - Manuale delle opere in terra, Castaldi, Firenze, 1992