

PROTEZIONE SUPERFICIALE DEI VERSANTI CON TECNICHE DI INERBIMENTO

Dott. For. Tiziana VERRASCINA

PRATI ARMATI SRL



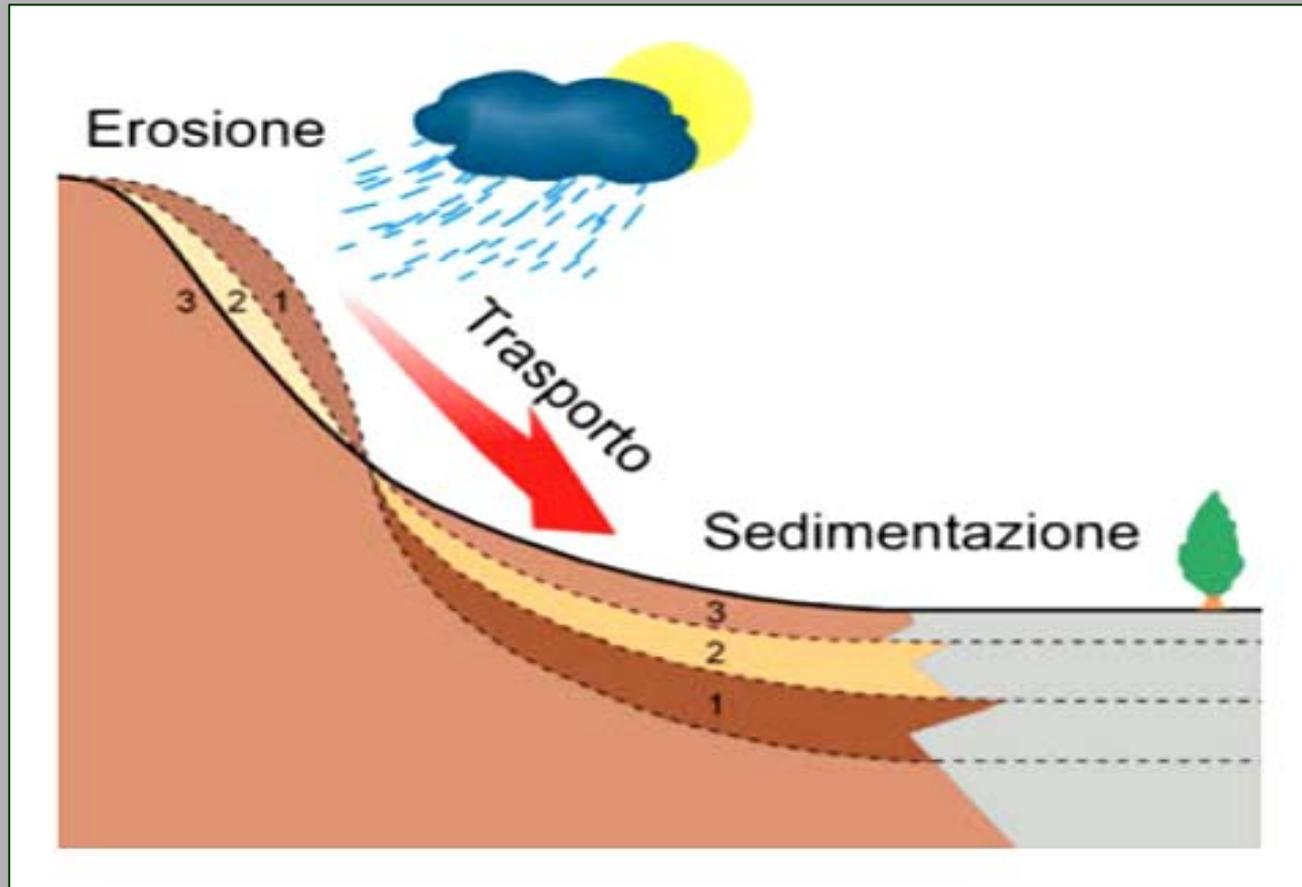
XXIV CONVEGNO NAZIONALE DI GEOTECNICA Napoli, 22 - 24 giugno 2011

In Italia, circa il 77% del territorio (cfr. De Rosa, 2003 e APAT) è a rischio di erosione accelerata, anche a causa della mancanza di misure conservative del suolo.



EROSIONE - Autostrada A1 MI-NA, zona Fabro (TR)

Nel nostro clima ed ambiente la pioggia è il principale agente erosivo (EROSIONE IDRICA).



IL PROBLEMA EROSIVO

L'Equazione Universale per il calcolo della Perdita di Suolo (Universal Soil Loss Equation, USLE - Wischmeier e Smith) consente una quantificazione dell'erosione misurata come perdita specifica di suolo

$$A = R \times K \times LS \times P \times C \quad \text{dove:}$$

FATTORE	DESCRIZIONE	UNITA' DI MISURA	NOTE
A	perdita specifica di suolo (erosione)	$\frac{t}{ha \text{ anno}}$	
R	fattore climatico relativo a intensità e durata delle precipitazioni	$\frac{MJ \text{ mm}}{ha \text{ h anno}}$	varia tra 50-600
K	fattore pedologico, esprime l'erodibilità del suolo	$\frac{t \text{ h}}{MJ \text{ mm}}$	varia tra 0,05-0,7
LS	fattori topografici: lunghezza e pendenza scarpata	adimensionale	varia tra 1-40
P	fattore relativo all'adozione di tecniche conservative del suolo	adimensionale	varia tra 1-0,5
C	fattore relativo alla copertura vegetale	adimensionale	varia tra 0,003-1 in funzione di tipo e densità della vegetazione

Per ridurre gli effetti dell'erosione il
sistema più rapido, meno costoso e più efficiente
è quello di
ricostituire rapidamente la copertura vegetale
in modo tale da far tendere il fattore **C** a zero.

Se il fattore **C** tende a zero,
la perdita specifica di suolo (e quindi l'erosione)
tende a zero.

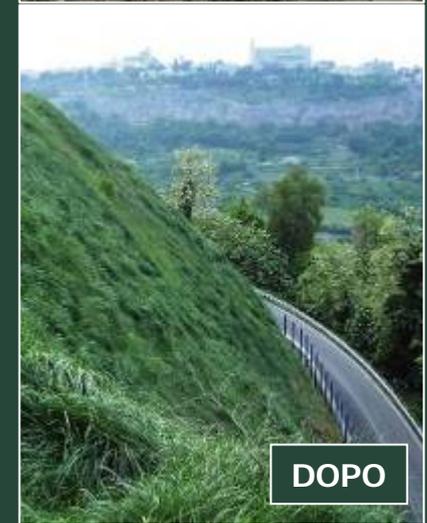
Nel corso degli anni sono state sviluppate diverse tecniche di protezione del suolo e di rinaturalizzazione.

Fra queste emerge un'innovativa tecnologia naturale che impiega esclusivamente piante erbacee perenni a radicazione profonda: la tecnologia dei PRATI ARMATI®.



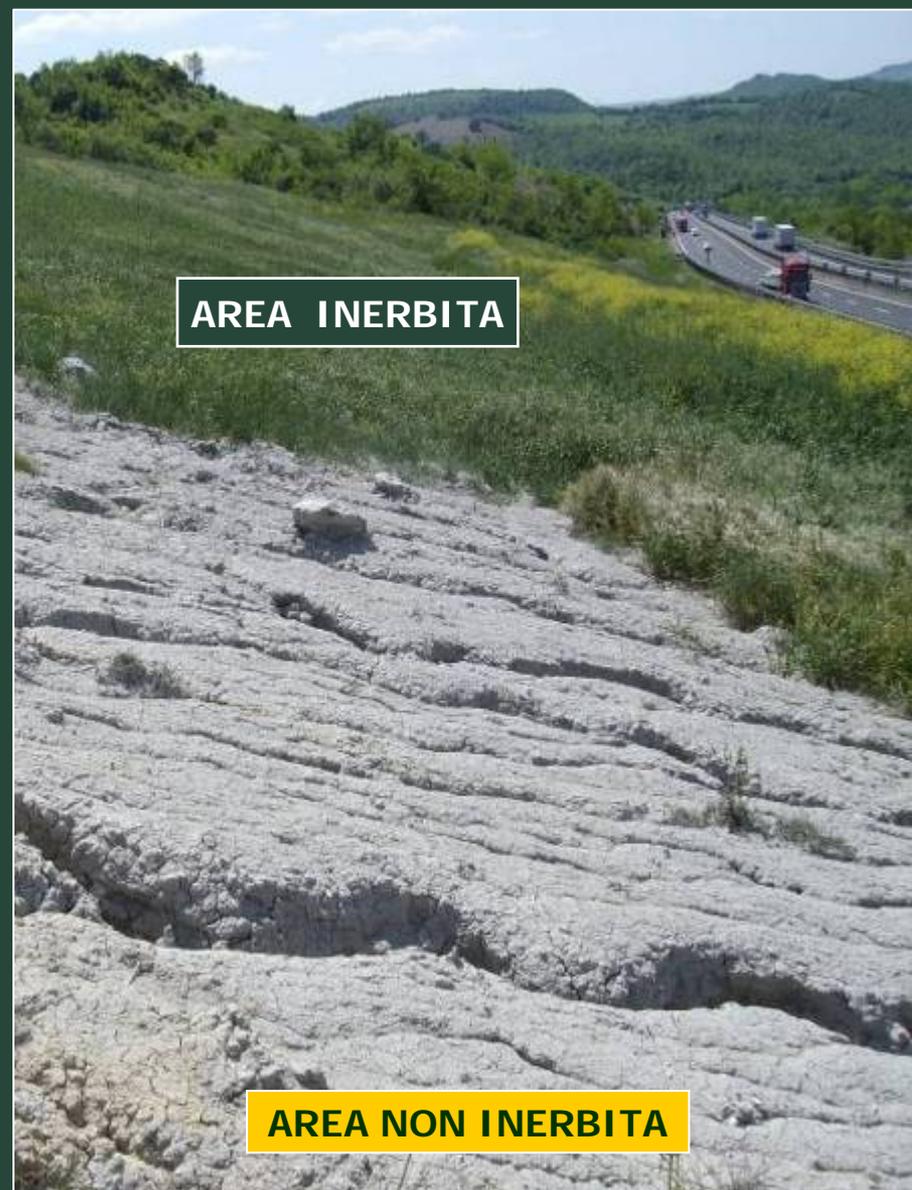
Particolare dell'apparato radicale

Le applicazioni sono svariate:
blocco dell'erosione e
rinaturalizzazione di versanti,
scarpate stradali, autostradali e
ferroviarie, protezione di sponde
di fiumi e torrenti, recupero e
rinaturalizzazione di zone
degradate quali cave, miniere e
discariche.



Orvieto (Terni)

La vegetazione generalmente riduce l'erosione idrica e influisce (anche se marginalmente) sull'equilibrio di un pendio e quindi sulla sua suscettibilità al collasso, tramite effetti "diretti" ed "indiretti".



L'intensa erosione nell'area non inerbita

EFFETTI INDIRECTI:

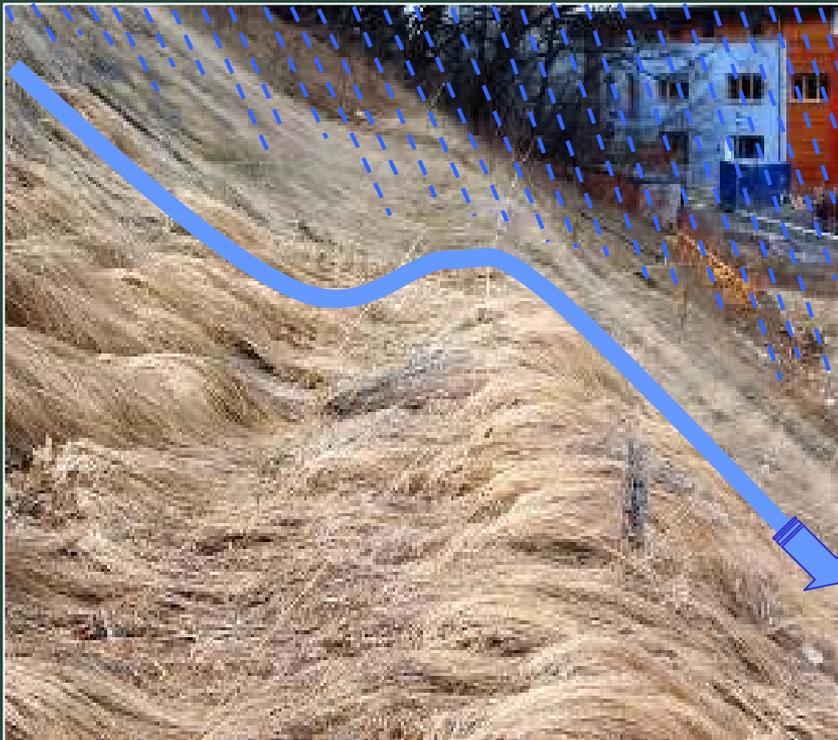
1. diminuzione dell'infiltrazione;
2. aumento della suzione radicale e successiva traspirazione delle piante;
3. diminuzione del grado di saturazione del terreno dovuta alla traspirazione;
4. diminuzione della pressione "interstiziale" (dell'acqua).

EFFETTI DIRETTI (su corpi di piccolo spessore):

conferimento al terreno di resistenza meccanica attraverso gli apparati radicali.

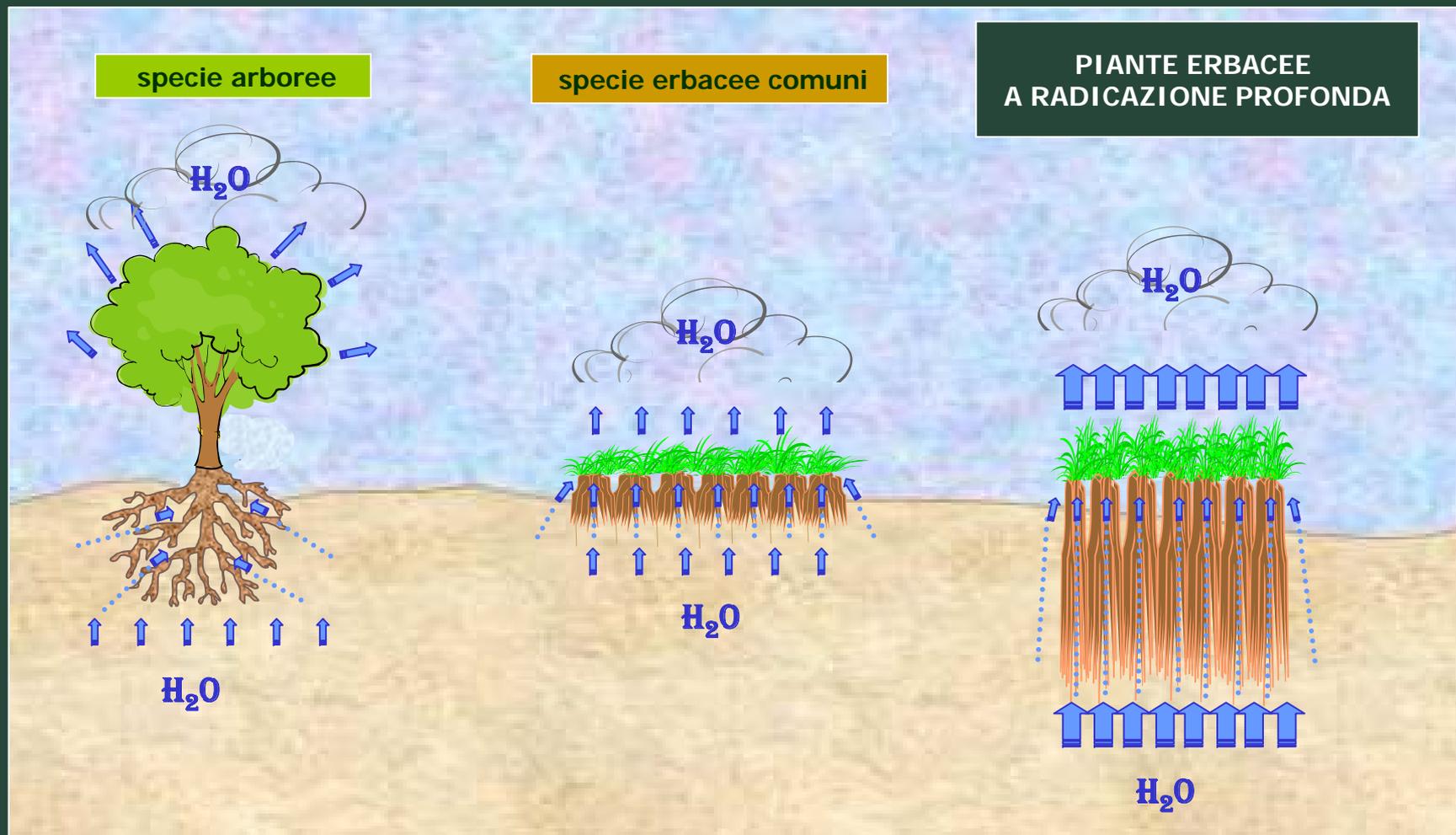
DIMINUZIONE DELL'INFILTRAZIONE

La coltre vegetale - sia verde, sia disseccata - si comporta come i tetti delle capanne, realizzati con foglie, che consentono lo scorrimento dell'acqua al di sopra della coltre vegetale allettata, che soprattutto in caso di precipitazioni intense, impermeabilizzano la zona sottostante.



DIMINUZIONE DEL GRADO DI SATURAZIONE DEL TERRENO

La vegetazione assorbe l'acqua dal suolo trasferendola all'atmosfera, determinando una riduzione della saturazione dei terreni e della pressione interstiziale: migliorano così alcuni parametri geomeccanici dei terreni quali la coesione.

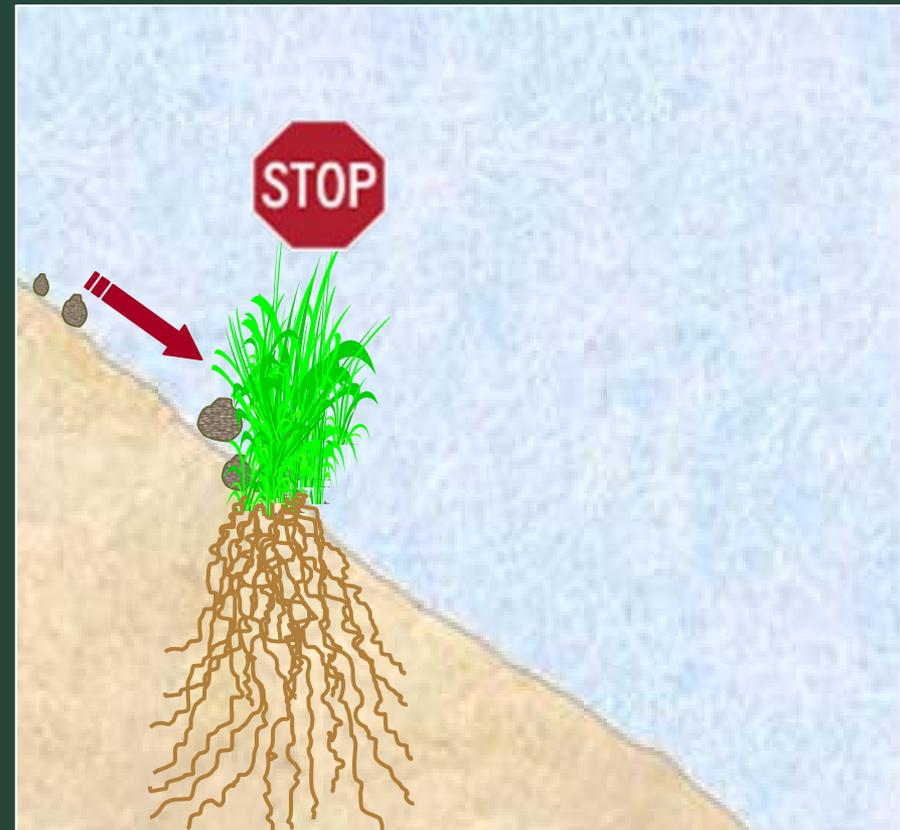


Perdite
di carico
dovute alla
coltre vegetale
che rallenta
il flusso
dell'acqua



Oxford, Mississippi. In a recent trial, plant hedge held back water almost as if it were a dam. This test was conducted in a flume (61 cm wide) and the water (flowing at 28 liters per second) was ponded to a depth of 30 cm behind the hedge. This result was all the more remarkable because the hedge was young and less than 15 cm thick. (Sedimentation Laboratory, Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture)

La fitta e robusta coltre epigea trattiene le particelle del terreno, evitando l'erosione.



AUMENTO DELLA RESISTENZA MECCANICA DEL TERRENO

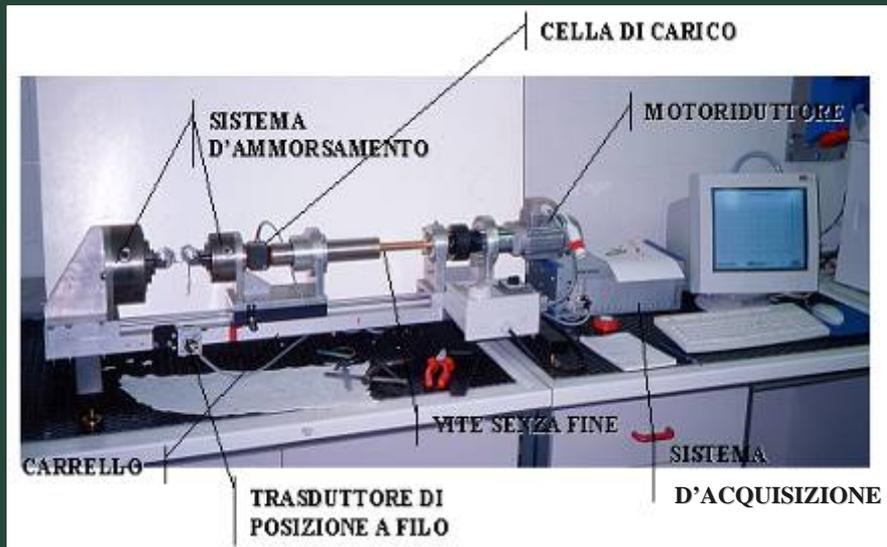
Un apparato radicale fitto e con buone proprietà meccaniche, arma il terreno e ne aumenta la resistenza al taglio.



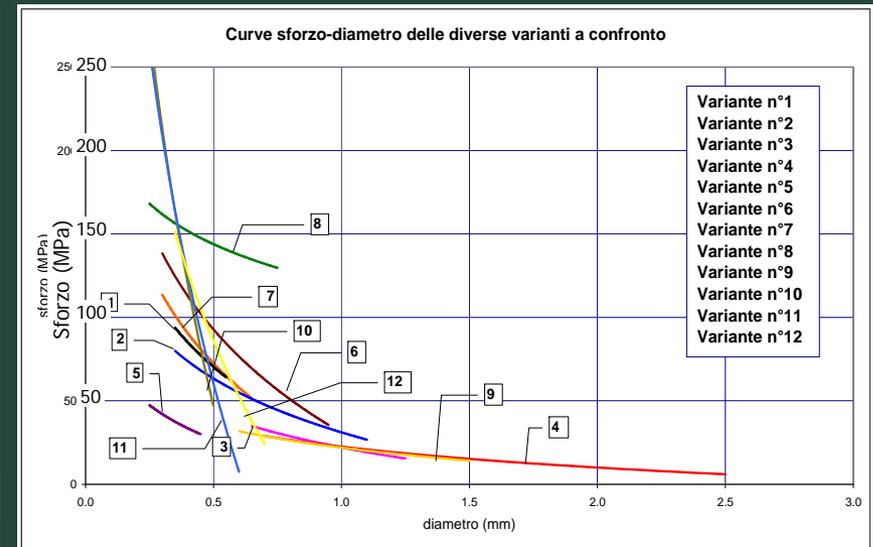
Particolare delle radici

PROVE DI TRAZIONE

Per valutare la resistenza meccanica delle radici sono state effettuate prove di trazione presso il Dipartimento di Ingegneria Agraria dell'Università degli Studi di Milano.



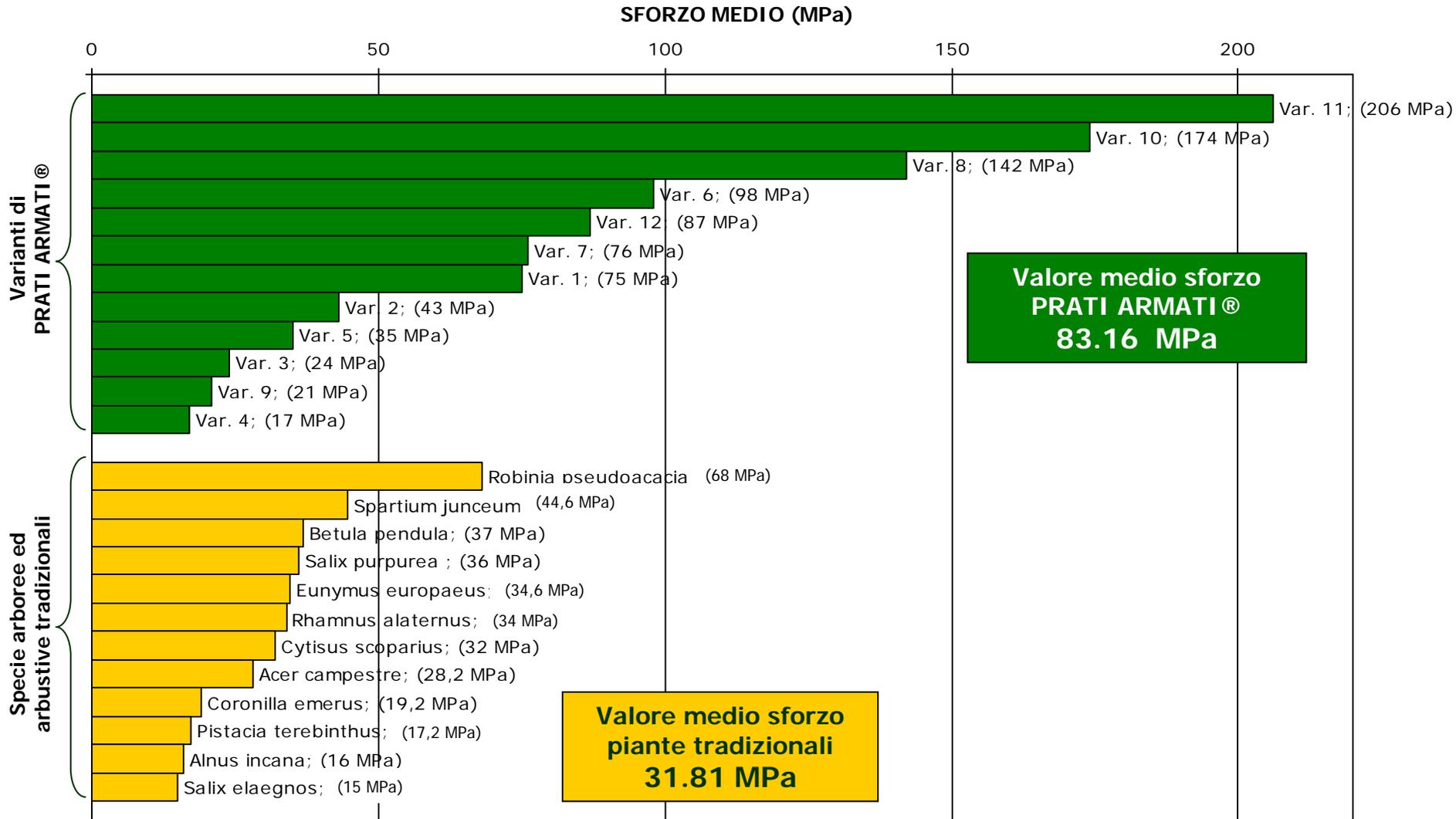
La strumentazione utilizzata per le prove di trazione



Curve sforzo-diametro di alcune specie erbacee a radicazione profonda

PROVE DI TRAZIONE

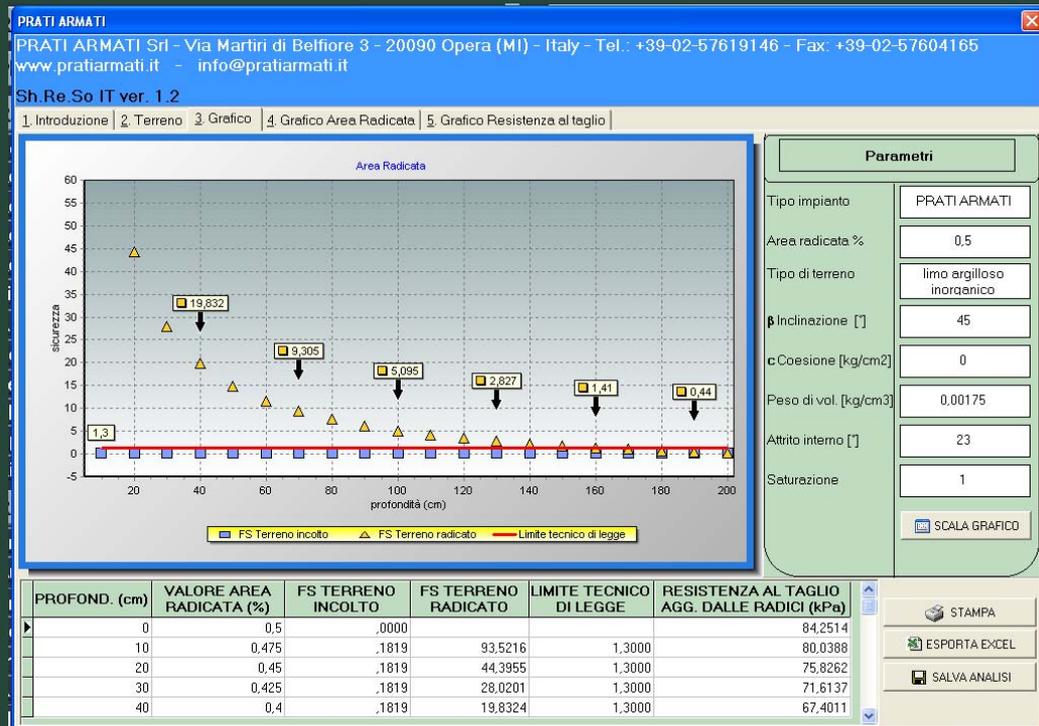
Le prove effettuate hanno accertato l'elevato valore di resistenza a trazione delle radici, con valori di sforzo medio a rottura fino a 206 MPa (kg/mm²) e in media valori quasi tripli rispetto alle piante tradizionali



PRATI ARMATI srl, in collaborazione con l'Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Ingegneria Agraria, ha sviluppato un software che consente di calcolare, per pendii stabili dal punto di vista geotecnico ($F_s > 1$) l'incremento della resistenza al taglio e del fattore di sicurezza dovuti all'azione dei PRATI ARMATI®.

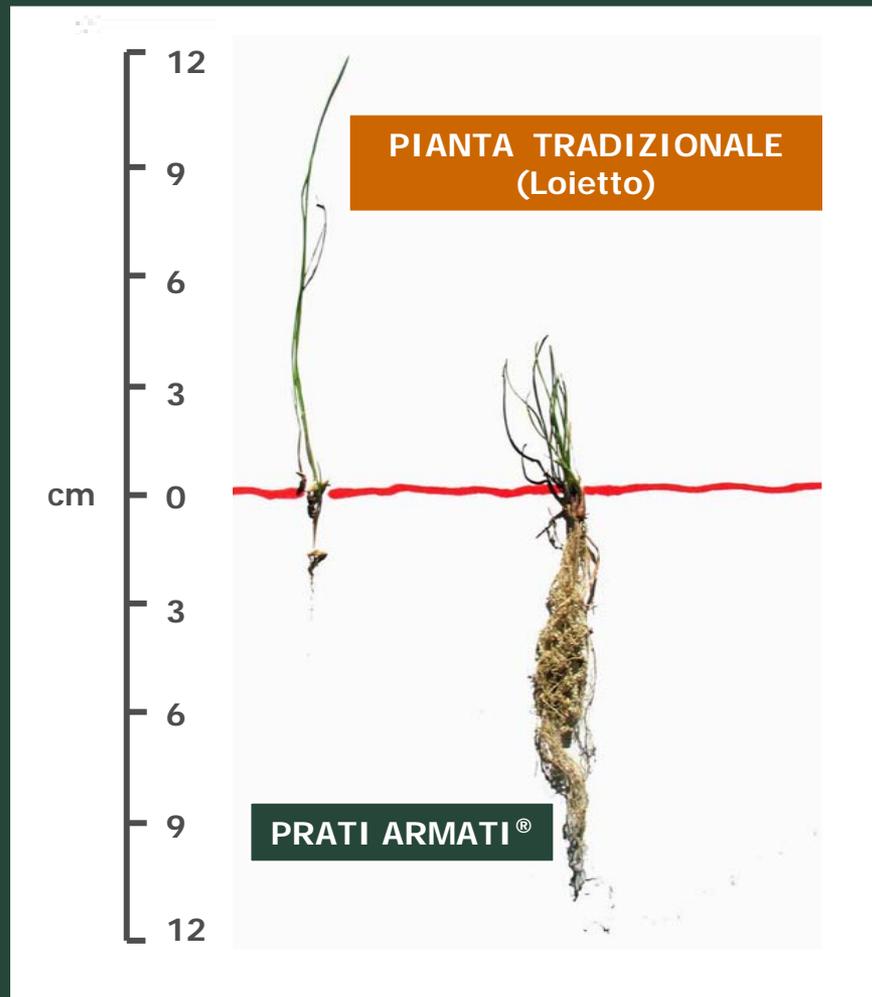
Tale software si può scaricare gratuitamente dal sito web www.pratiarmati.it

Sono attualmente in fase di studio e di implementazione, da parte della Università di Perugia, Facoltà di Ingegneria, ulteriori sviluppi del codice di calcolo per tener conto della riduzione della saturazione idrica dei terreni.



Esempio di output del codice per il calcolo dell'incremento della resistenza al taglio e del F_s

A parità di età, possiedono un apparato radicale molto più profondo di una comune pianta erbacea



VANTAGGI RISPETTO ALLE COMUNI PIANTE ERBACEE



Particolari delle radici

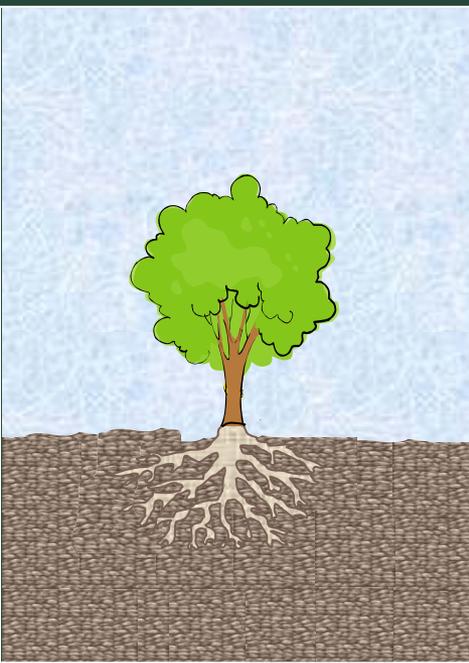
VANTAGGI RISPETTO ALLE COMUNI PIANTE ERBACEE

Le piante selezionate possono immagazzinare fino a 5 volte l'anidride carbonica (CO₂) assorbita dalle più comuni piante erbacee impiegate negli inerbimenti tradizionali, contribuendo così ai crediti stabiliti dal Protocollo di Kyoto.

TIPOLOGIE VEGETALI	TONNELLATE DI CO ₂ ASSORBITA PER ETTARO OGNI ANNO (t/ha/anno)
Foresta decidua temperata (piante C3)	20
Prateria temperata (piante C3)	8
Coltura <i>annuale</i> di mais (pianta C4):	41,5
Impianto antierosivo <i>perenne</i> di essenze erbacee a radicazione profonda (piante C4)	Fino a 40

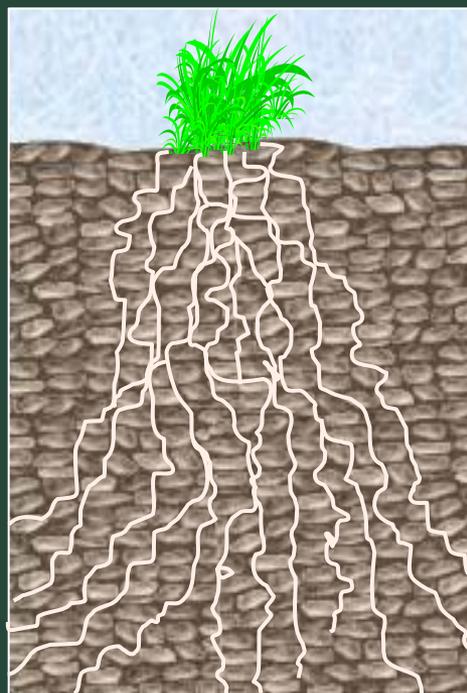
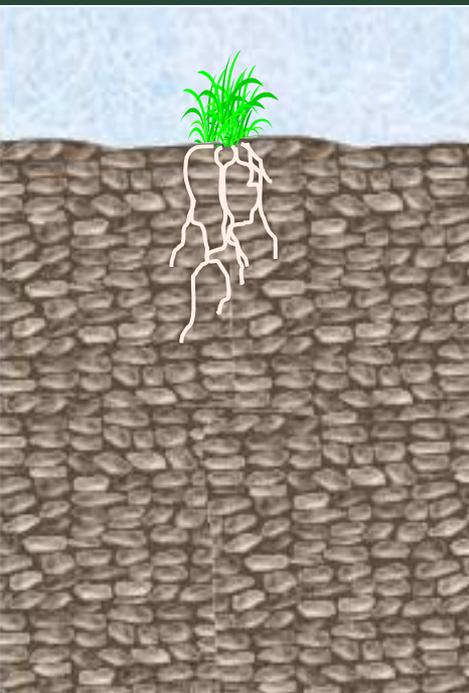
Capacità di assorbimento di CO₂ di diverse tipologie vegetali espressa in tonnellate per ettaro e per anno

**Le radici delle essenze arboree
si accrescono in profondità e in diametro
causando rigonfiamenti
e fratture nel terreno**



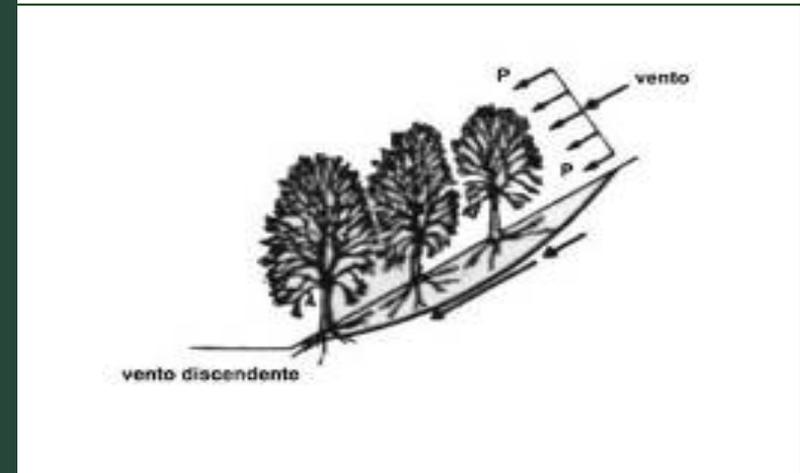
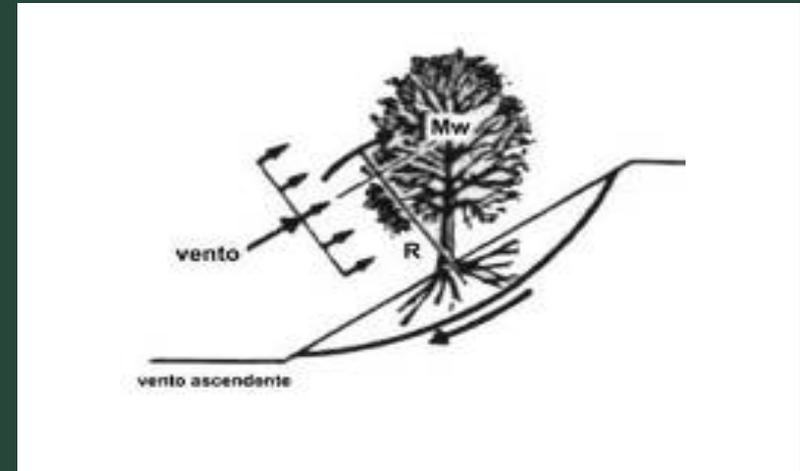
**Hanno radici profonde, resistenti, sottili e omogenee
che non creano rigonfiamenti nel terreno.**

**Il diametro delle radici inalterato senza quindi
provocare fratture e rigonfiamenti**



VANTAGGI RISPETTO ALLE ESSENZE ARBOREE

A differenza degli alberi, non sovraccaricano il terreno con il loro peso e non innescano fenomeni di instabilità dovuti a momenti flettenti per l'azione dei venti (il cosiddetto effetto vela).



Fenomeni di instabilità dovuti a momenti flettenti per l'azione dei venti

INTERVENTO CON PIANTE ERBACEE A RADICAZIONE PROFONDA SULLA FRANA DI OROPA (BI)

LOCALITA'	Oropa (BI)
TIPOLOGIA CANTIERE	Versante in frana
OBIETTIVI INTERVENTO	<ol style="list-style-type: none">1. Blocco dell'erosione su terreno e al piede di massi ciclopici;2. Regimentazione delle acque meteoriche mediante canalette inerbite con i PRATI ARMATI®;3. Rinaturalizzazione.
ESTENSIONE	40.000 mq
LITOTIPO	Detrito di versante eterometrico
DATA 1° INTERVENTO	Giugno 2007
NOTE	Area dei Sacri Monti del Piemonte, dichiarati nel 2003 patrimonio dell'umanità dell'UNESCO



LA FRANA OROPA (BI)



PRIMA

INTERVENTO CON PIANTE ERBACEE A RADICAZIONE PROFONDA SULLA FRANA DI OROPA (BI)



DOPO

INTERVENTO CON PIANTE ERBACEE A RADICAZIONE PROFONDA AUTOSTRADA CATANIA-SIRACUSA

LOCALITA'	Autostrada CT-SR località Lentini
TIPOLOGIA CANTIERE	Scarpata autostradale
OBIETTIVI INTERVENTO	<ol style="list-style-type: none">1. Blocco dell'erosione2. Rinaturalizzazione
ESTENSIONE	10.000 mq
LITOTIPO	<ol style="list-style-type: none">1. Argilliti2. Calcareniti Debolmente Cementate3. Conglomerati
DATA 1° INTERVENTO	Luglio 2008
NOTE	



AUTOSTRADA CT-SR



PRIMA

INTERVENTO CON PIANTE ERBACEE A RADICAZIONE PROFONDA SULL' AUTOSTRADA CT-SR



DOPO

LOCALITA'	Autostrada A1 Milano – Napoli, zona Fabro (TR)
TIPOLOGIA CANTIERE	Scarpate autostradali
OBIETTIVI INTERVENTO	1. Blocco dell'erosione; 2. Rinaturalizzazione.
ESTENSIONE	20.000 mq
LITOTIPO	Argille plioceniche sovracconsolidate di origine marina
DATA 1° INTERVENTO	Ottobre 2007
NOTE	Il cantiere è rimasto brullo da oltre 20 anni nonostante diversi tentativi falliti con tecniche classiche di I.N.



AUTOSTRADA A1 MILANO - NAPOLI



PRIMA

INTERVENTO CON PIANTE ERBACEE A RADICAZIONE PROFONDA SULL'AUTOSTRADA A1 MILANO - NAPOLI



DOPO



28 novembre 2009

Le canalette nell'area trattata sono perfettamente pulite anche dopo gli eccezionali eventi piovosi di fine novembre 2009

GRAZIE
PER L'ATTENZIONE