

CONVEGNO

INGEGNERIA NATURALISTICA DISSESTO IDROGEOLOGICO RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE

Firenze-19 ottobre 2018

Aula Magna Università – Piazza S.Marco, 4

Nuove sfide per l'Ingegneria Naturalistica

Federico Preti

Università degli Studi di Firenze,
GESAAF, via San Bonaventura 13 - 50145 Firenze, Italy,

federico.preti@unifi.it

<http://www.gesaaf.unifi.it/vp-147-federico-preti.html>



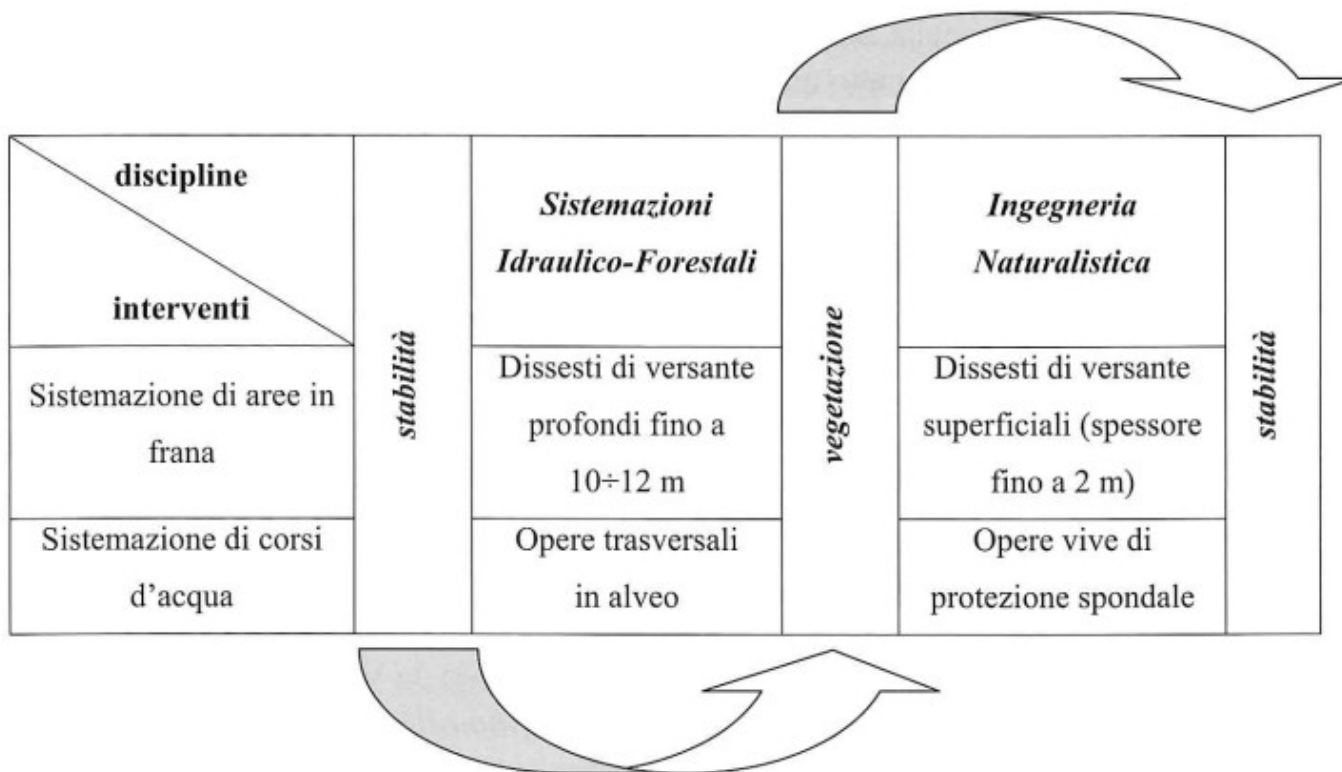
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

GESAAF
DIPARTIMENTO DI GESTIONE
DEI SISTEMI AGRARI,
ALIMENTARI E FORESTALI

SISTEMAZIONI IDRAULICO-FORESTALI E INGEGNERIA NATURALISTICA

Interventi con opere realizzate utilizzando piante vive come materiale da costruzione e altri materiali reperibili in loco (Schiechtl, 1987 in Regione Toscana, 2000), in genere per la realizzazione di sistemazioni a difesa del territorio

**LA VEGETAZIONE INDUCE STABILITÀ E
LA STABILITÀ PRODUCE VEGETAZIONE.**



Pomezzana landslide monitoring after dramatic 1996 Versilia (Tuscany) event



1998



2000



2003



2012



2016

Soil bioengineering works → **Thessaloniki** → **Beijing** → **Vancouver** → **Sydney**
→ **Glasgow** → **Madrid**

Last years:

Monitoring and modeling soil and river bioengineering techniques
(i.e. live **cribwalls**, **gridwalls**, **palisades**, etc.)

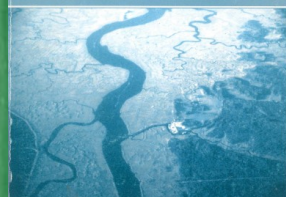
Today:

Very simple original and cheap solutions: **prefabricated and folding structures**
made of logs jointed with threaded rods

GREEN INFRASTRUCTURE - NATURE BASED SOLUTIONS

**REGIONALIZZAZIONE
DELLE PORTATE DI
PIENA IN TOSCANA**

*Manuale per l'analisi
dei fenomeni alluvionali*



COLLANA FIUMI E TERRITORIO

1998



Giunta Regionale

2000

**PRINCIPI E LINEE GUIDA
PER L'INGEGNERIA
NATURALISTICA**

*Volume 1
Processi territoriali
e criteri metodologici*



COLLANA FIUMI E TERRITORIO



Giunta Regionale

2001

**PRINCIPI E LINEE GUIDA
PER L'INGEGNERIA
NATURALISTICA**

*Volume 2
Sviluppo e applicazioni
in Toscana*

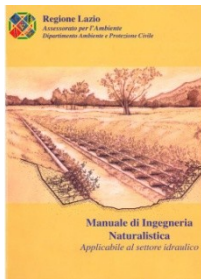


COLLANA FIUMI E TERRITORIO

Altri MANUALI E LINEE GUIDA SUI TEMI INGEGNERIA NATURALISTICA E AMBIENTE E PAESAGGIO

INGEGNERIA NATURALISTICA

1



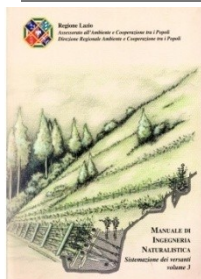
- 2002 MANUALE DI INGEGNERIA NATURALISTICA APPLICABILE AL SETTORE IDRAULICO - Regione Lazio - pagg. 421

2



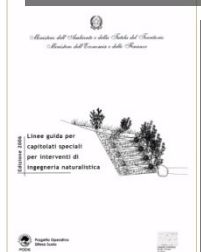
- 2003 MANUALE DI INGEGNERIA NATURALISTICA APPLICABILE AI SETTORI DELLE STRADE, CAVE, DISCARICHE E COSTE SABBIOSE - Regione Lazio - pagg. 591

3

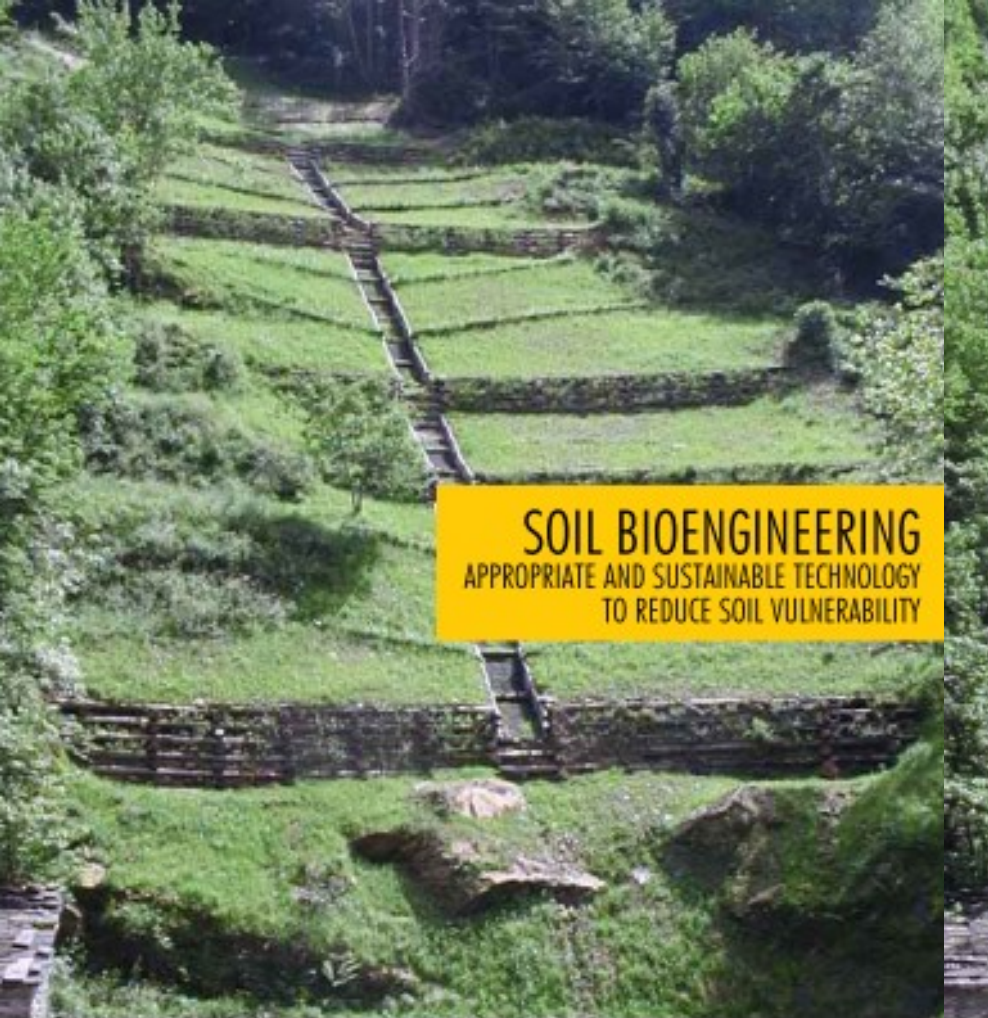


- 2006 MANUALE DI INGEGNERIA NATURALISTICA SISTEMAZIONE DEI VERSANTI Regione Lazio - Assessorato all'Ambiente e Cooperazione tra i popoli Direzione Regionale Ambiente e Cooperazione tra i popoli - pagg. 866

4



- 2006 LINEE GUIDA PER CAPITOLATI SPECIALI PER INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA - PODIS - pagg. 133



SOIL BIOENGINEERING
APPROPRIATE AND SUSTAINABLE TECHNOLOGY
TO REDUCE SOIL VULNERABILITY

IDEASS ITALIA

Innovation for Development and South-South Cooperation

ALESSANDRO PETRONE
FEDERICO PRETI

INGENIERÍA NATURALÍSTICA EN CENTROAMÉRICA



Proyecto:

“Estimación de Vulnerabilidades y Reducción del Riesgo de Desastres
a Nivel Municipal en el Ecuador”.

MANUAL DE INGENIERIA NATURALISTICA



Ecuador-Quito-Administración Zonal Eloy Alfaro-Av. Maldonado



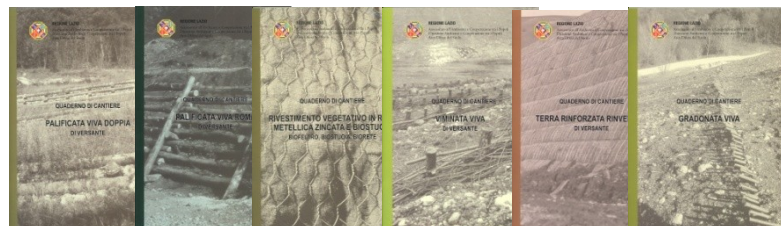
Ecuador-Quito-Administración Zonal Quitumbe-San Luis de Chillogallo

5



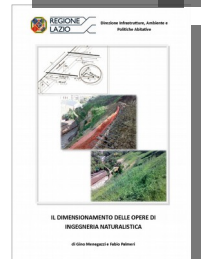
➤ **2006 MANUALE DI INDIRIZZO DELLE SCELTE PROGETTUALI PER INTERVENTI DI DIFESA DEL SUOLO CON TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA** - Podis, Pagg. 389

6



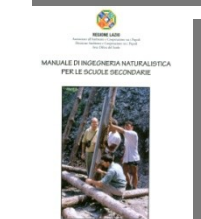
➤ **2006 QUADERNI DI CANTIERE - Regione Lazio**

7



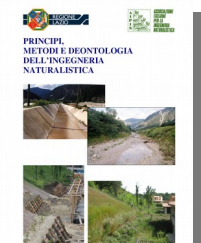
➤ **2007 MANUALE DI DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA** Regione Lazio, Direzione infrastrutture, Ambiente e Politiche Abitative, pagg. 528

8



➤ **2008 MANUALE DI INGEGNERIA NATURALISTICA PER LE SCUOLE SECONDARIE** - Regione Lazio, pagg. 224

9



➤ **2012 PRINCIPI METODI E DEONTOLOGIA DELL'INGEGNERIA NATURALISTICA** - Regione Lazio, pagg. 199

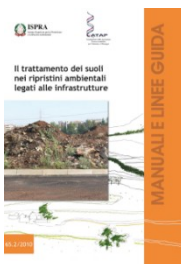
AMBIENTE E PAESAGGIO – LINEE GUIDA ISPRA - CATAP

10



➤ ISPRA, 2010 “INTERAZIONE FRA INFRASTRUTTURE LINEARI E PATRIMONIO GEOLOGICO” – pagg. 41

11



➤ ISPRA, 2010” LINEE GUIDA PER IL TRATTAMENTO DEI SUOLI NEI RIPRISTINI AMBIENTALI LEGATI ALLE INFRASTRUTTURE” - pagg. 37

12



➤ ISPRA, 2010 Analisi e progettazione botanica per gli interventi di mitigazione degli impatti delle infrastrutture lineari - pagg. 57

13



➤ ISPRA, 2010 “MITIGAZIONI A VERDE CON TECNICHE DI RIVEGETAZIONE E INGEGNERIA NATURALISTICA NEL SETTORE DELLE STRADE” - pagg. 71

AMBIENTE E PAESAGGIO – LINEE GUIDA ISPRA - CATAP

14



➤ ISPRA, 2010 “L’INSERIMENTO PAESAGGISTICO DELLE INFRASTRUTTURE STRADALI: STRUMENTI METODOLOGICI E BUONE PRATICHE DI PROGETTO” - pagg. 109

15



➤ ISPRA, 2012 “GLOSSARIO DINAMICO PER L’AMBIENTE ED IL PAESAGGIO”. Revisione marzo 2012 - pagg. 171

16



➤ ISPRA, 2012 “INTERVENTI DI RIVEGETAZIONE E INGEGNERIA NATURALISTICA NEL SETTORE DELLE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO ELETTRICO” - pagg. 68

17



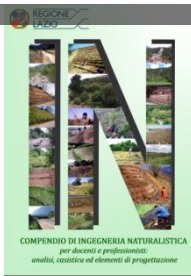
➤ ISPRA, 2012 “VERDE PENSILE: PRESTAZIONI DI SISTEMA E VALORE ECOLOGICO” - pagg. 44

18



➤ ISPRA , 2015 – Linee Guida “Interventi di mitigazione a verde e con tecniche di Ingegneria naturalistica nel settore delle condotte interrato” pagg. 72

NUOVE PUBBLICAZIONI



Regione Lazio, 2015 - “Compendio di Ingegneria Naturalistica per docenti e professionisti: analisi, casistica ed elementi di progettazione” pagg. 427



ISPRA CATAP , 2015– Linee Guida “Interventi di mitigazione a verde e con tecniche di Ingegneria naturalistica nel settore delle condotte interrate” pagg. 72



EFIB, 2015 - “Direttiva EU Plurilingue sull’Ingegneria Naturalistica” pagg. 160

AIPIN, 2018 - “Linee guida per capitolati speciali per interventi di Ingegneria Naturalistica pagg.160

In preparazione

Una trentina di volumi dal 2000



Università degli Studi di Firenze

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
AGRICOLA E FORESTALE



AGENZIA REGIONALE PER LA
PROTEZIONE AMBIENTALE DELLA
TOSCANA



MASTER DIAMANTE

Difesa Interdisciplinare
dell'Ambiente e MANutenzione
del Territorio

in collaborazione
con:



IV Edizione
Anno accademico
2008/09
Quarta circolare



2000

REGIONE TOSCANA

Settore Tutela e
Valorizzazione Delle
Risorse Ambientali

VEGETAZIONE RIPARIALE

Volume 1

e per corsi d'acqua naturali e canali di bonifica



2009/10

Nuova edizione in programma

2019/20

COLLANA FIUMI E TERRITORIO

**L'opera pubblica più
importante per l'Italia
è la manutenzione
del territorio.
(Napolitano)**



Università degli Studi di Firenze

CORSO DI AGGIORNAMENTO
PROFESSIONALE

INGEGNERIA NATURALISTICA E MANUTENZIONE DEL TERRITORIO

A.A. 2010/2011

ISTITUZIONE ED OBIETTIVI FORMATIVI:

È istituito presso l'Università degli Studi di Firenze, per l'anno accademico 2010/2011, il Corso di aggiornamento professionale in "Ingegneria naturalistica e manutenzione del territorio" con Decreto n. 47070 (660) e Decreto n. 53120 (844) 2010.

Il Corso è diretto dal Prof. ing. Federico Preti.

Il Corso intende fornire agli studenti gli elementi conoscitivi e gli approfondimenti necessari per l'applicazione delle Sistemazioni Idraulico-Forestali anche con tecniche di Ingegneria Naturalistica e/o nell'ambito della riqualificazione del territorio.



OGGETTO: PROG. N. 09/16 “RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITÀ IDRAULICA CON OPERE DI CONSOLIDAMENTO E SISTEMAZIONE DEL FOSSO GARDONE IN LOCALITÀ IMPOSTO NEL COMUNE DI PRATOVECCHIO STIA (AR).” - CUP ARTEA: 716264

CUP: C44H17000630002 - CIG. (SIMOG): 715908362E

ENTE APPALTANTE: CONSORZIO 2 ALTO VALDARNO con sede in Arezzo (AR) via Ernesto Rossi, 2/L



Foto 9 a – Località Imposto: dal guado 1:
vista dell'area di cantiere a fine lavori (stato antecedente in Foto n. 1)



Foto 10 a – Palificata e grata vive con talee a fine lavori,
prima dell'inserimento di piante radicate
(stato antecedente in Foto n. 2 e 3)



Foto 14 b – scogliera di protezione durante una piena
(stato antecedente in Foto n. 7 e 8)



Foto 10 c –Palificate e grata viva durante una visita con Studenti dell'Università di Firenze



Foto 19 b – palificata per protezione al piede della strada: attecchimento delle talee (stato antecedente in Foto n. 6)

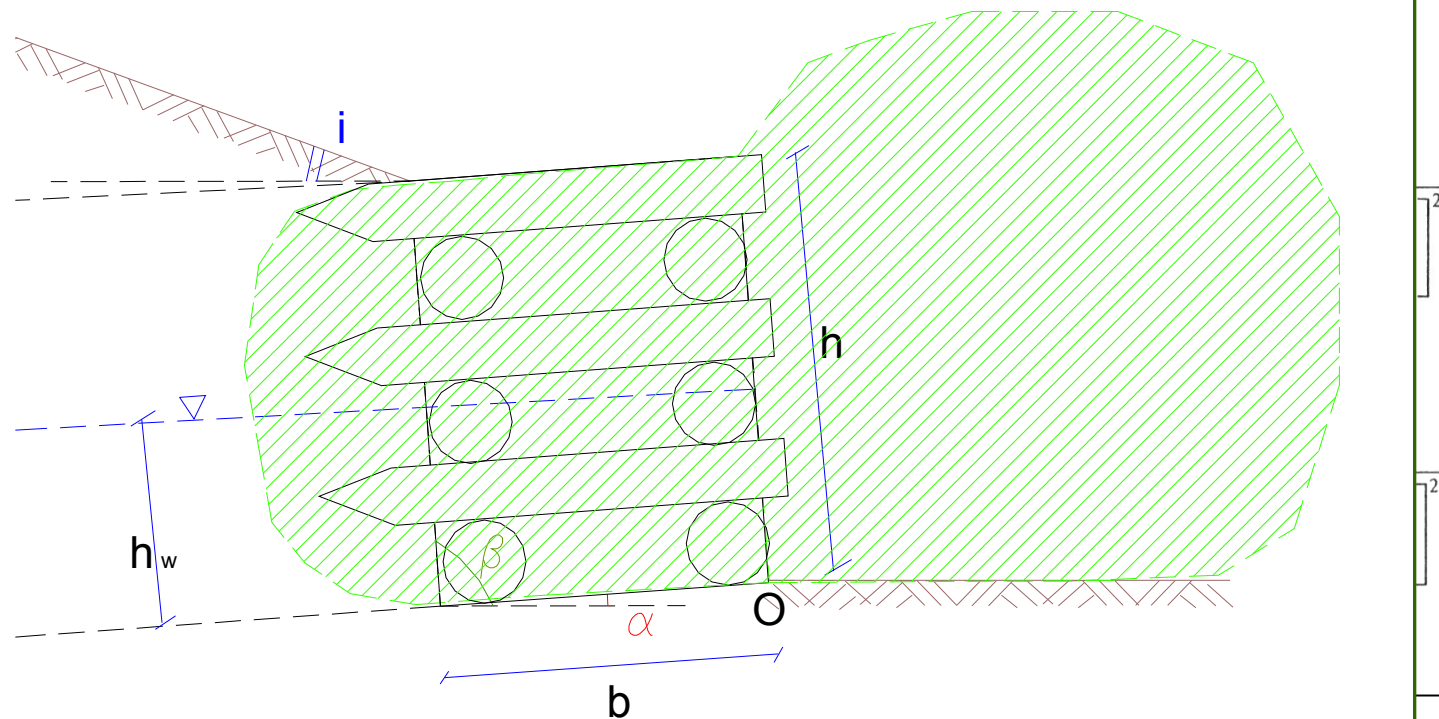


Foto 19 a – palificata per protezione al piede della strada: particolare del drenaggio sotto-strada in funzione



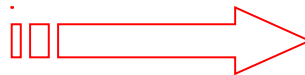
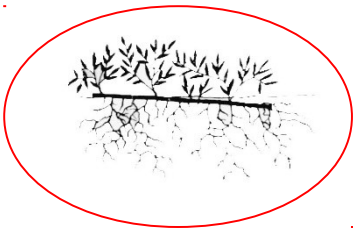
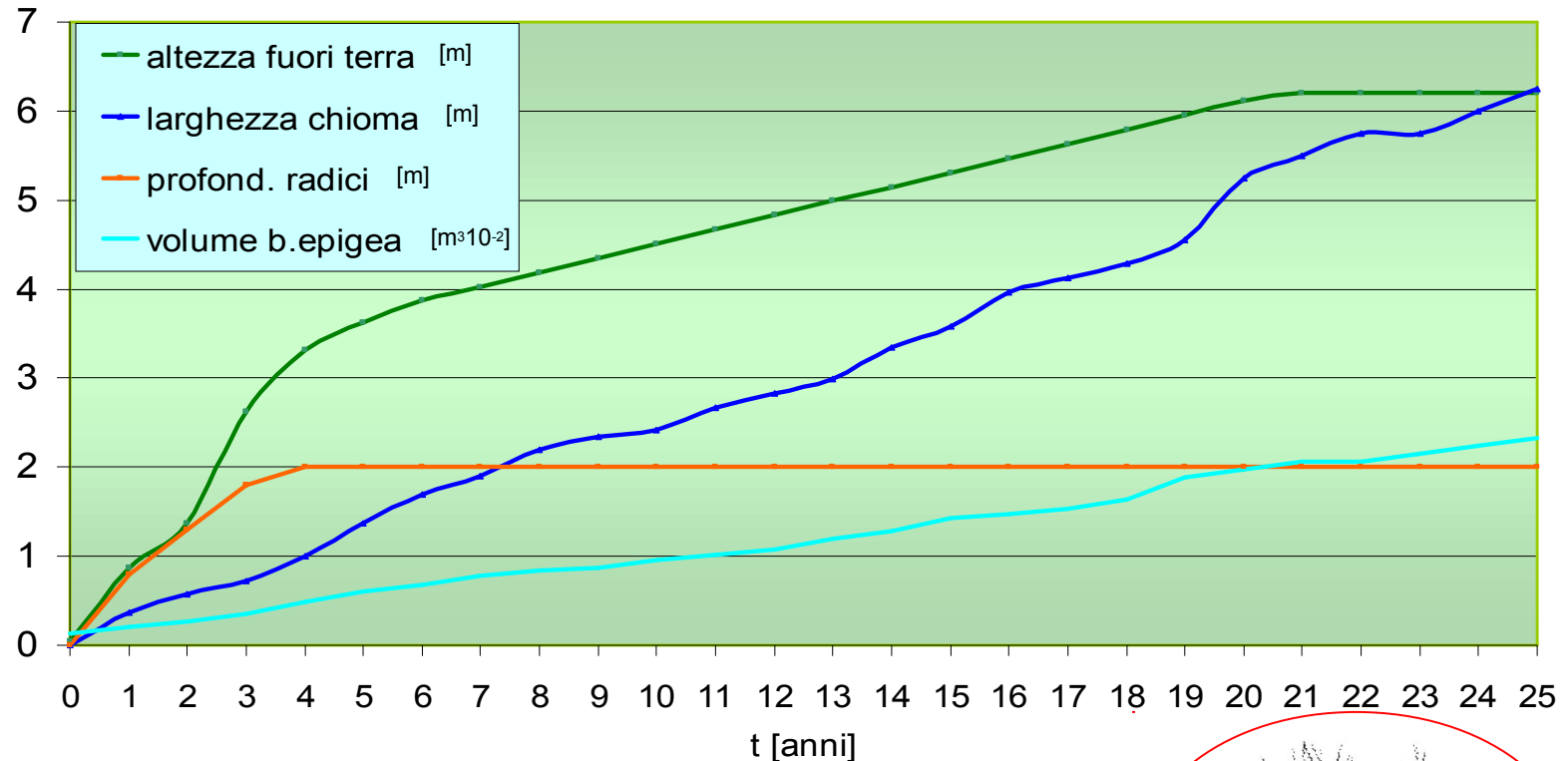
Foto 19 c – briglia di monte e palificata viva
(stato antecedente in Foto n. 6)

Evoluzione temporale delle condizioni di stabilità per le palificate vive



Evoluzione temporale delle condizioni di stabilità per le palificate vive

Sviluppo delle piante: considerando talee di *Salix purpurea* (da uno studio in una stazione detritica povera del Tirolo, quota 700 m slm. Schiechl, 1991)



Stabilità palificata viva

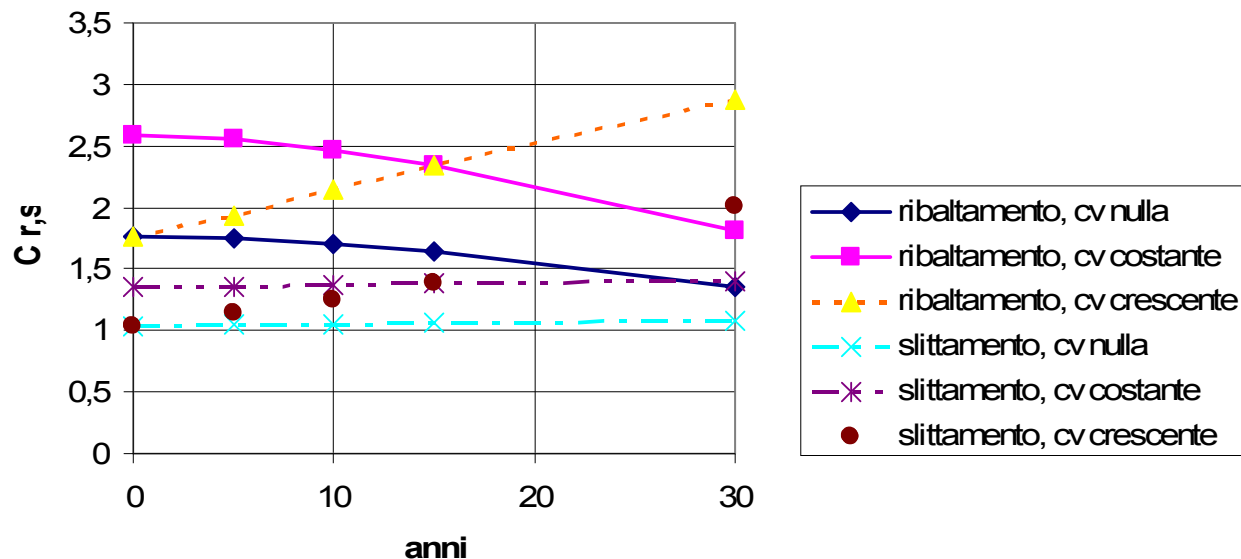
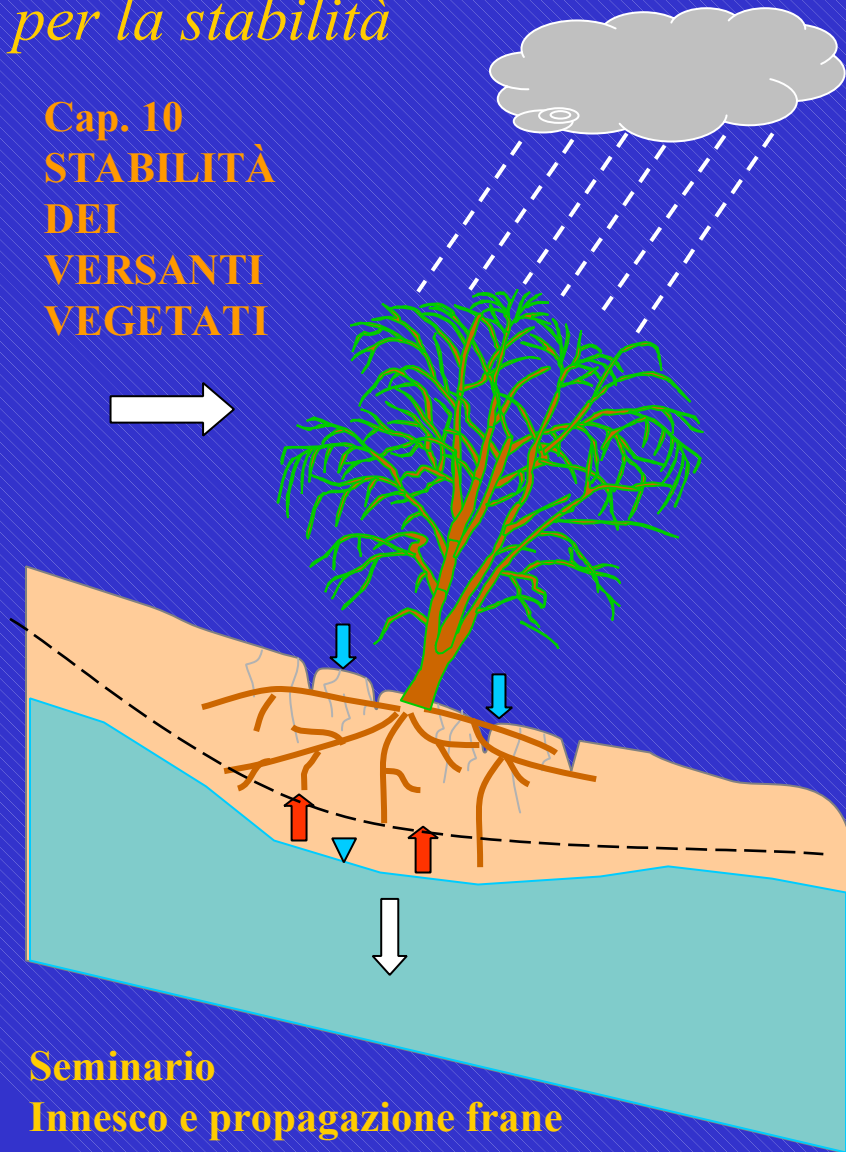


Fig. 16 c) - Fattore di sicurezza al ribaltamento (Cr) ed allo slittamento (Cs) per una palificata viva considerando l'effetto della coesione radicale: i valori di coesione sono, nulla, costante pari a 300 kg/m² o crescente linearmente da 0 a 600 kg/m²; altezza dell'opera pari a 2,25 m, terreno saturo, 4 talee/ m² e volume e sporgenza della biomassa epigea da Fig. 14 a).

Effetti della vegetazione sulla stabilità di un pendio: il simbolo + indica un effetto positivo, mentre il simbolo – un effetto negativo per la stabilità

**Cap. 10
STABILITÀ
DEI
VERSANTI
VEGETATI**



EFFETTI IDROLOGICI

- Intercettazione (+ +)
- Traspirazione - suzione (+ +)
- Aumento di permeabilità del suolo (-)

EFFETTI MECCANICI

- Rinforzo ad opera delle radici per coesione "radicale" (+ + +) e "chiodatura" (+ +)
- Sovraccarico dovuto al peso (-/+)
- Trasmissione delle forze dinamiche causate dal vento (--)

Modello PM: parametri

List of Symbols

dc= crown diameter

dbh=diameter at breast height

ds= stem diameter (collar)

b= average rooting depth

Ar(z)=root area at z depth

Ar₀=root area at depth=0

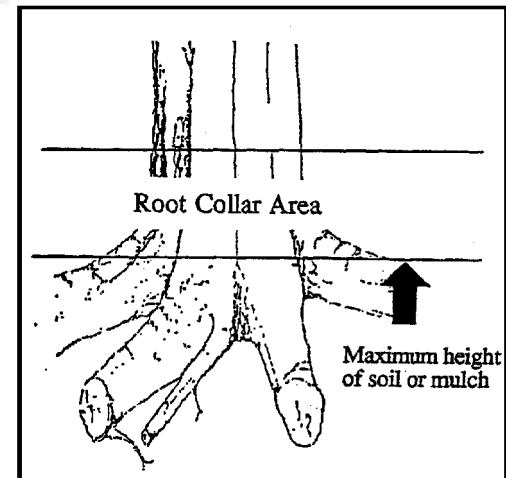
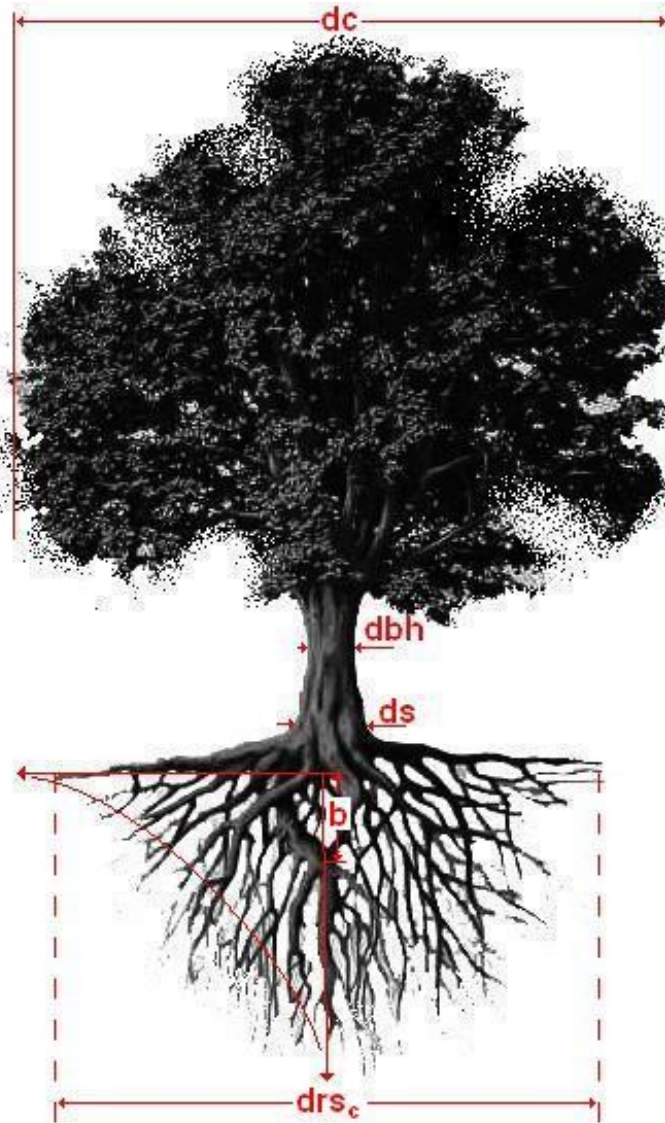
Ab_c or **Ar_c**= collar basimetric area or root collar area

Ars(z)= rooted soil area at z depth

Ars_c= cylindrical rooted soil area = $\pi/4 \cdot drs_c$

Rr= root network radius

r(z)= root density



$$Ar(z) = Ar_0 e^{-\frac{1}{b}z}$$

Risultati:

Profilo radicale $Ar(z)$

modello PM

Confronto tra area delle radici $Ar(z)$ misurata (cerchi rossi con $R^2=0,854$) e modellata

b = profondità di radicazione media

$$b = \frac{\alpha}{AWC(1 - 1/DI)}$$

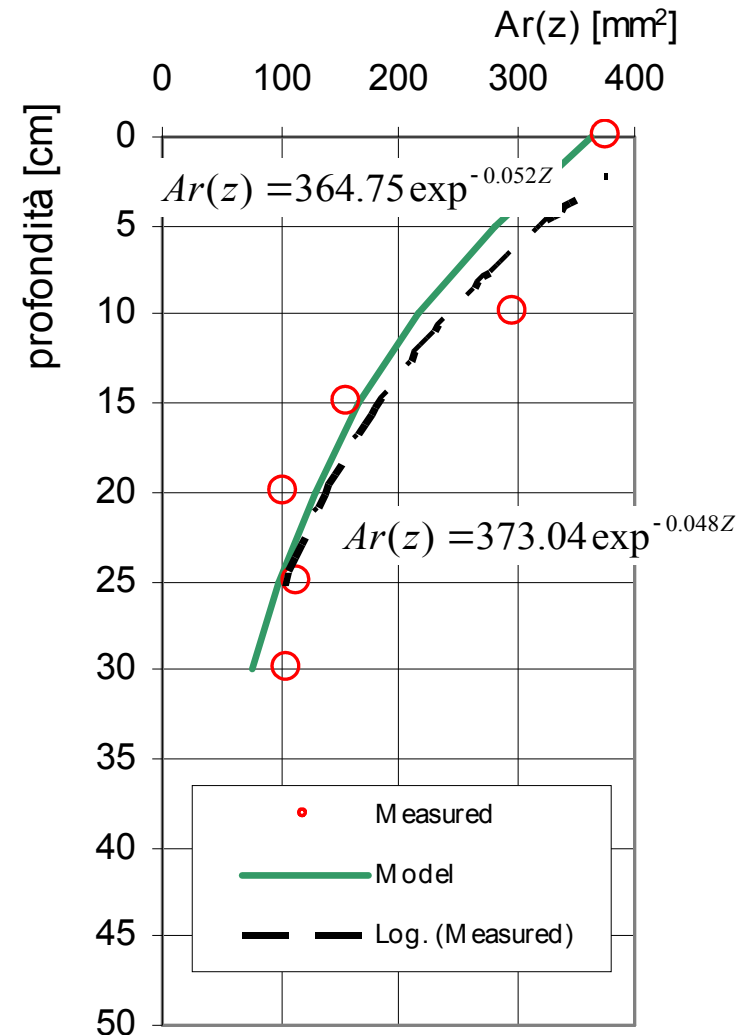
α = intensità media degli eventi di pioggia [mm/evento]
in fase di crescita vegetativa

$DI = T_p / \lambda \alpha$ Budyko Dryness index in fase di crescita vegetativa

λ_0 = frequenza media degli eventi di pioggia [n. eventi/giorno]

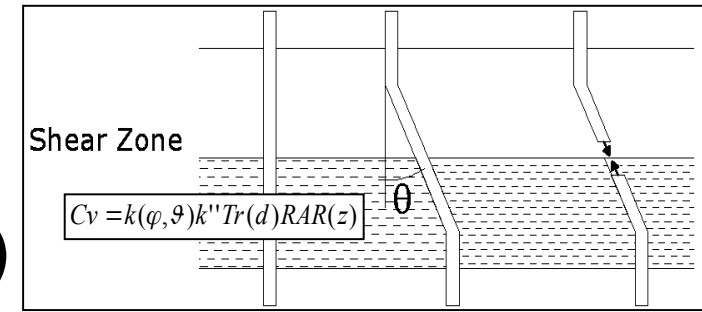
T_p = frazione di evapotraspirazione potenziale [mm/giorno]

AWC = acqua disponibile [mm]



Preti, F., Dani A., Laio F., Root profile assessment by means of hydrological, pedological and above-ground vegetation information for bio-engineering purposes. *Ecol. Eng.* (2009), doi:10.1016/j.ecoleng.2009.07.010

Risultati: modello Fiber Bundle Model (FBM)



sovrastima WM

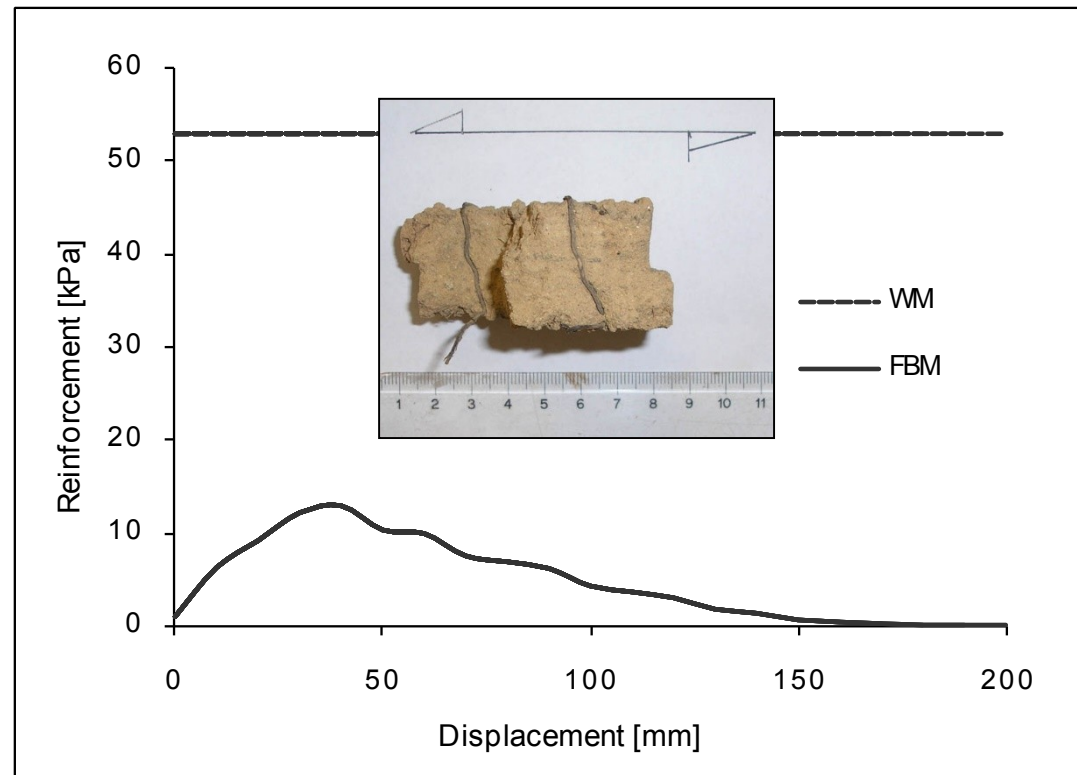
$$C_v(z) = K \sum_{j=1}^n Tr_j(R.A.R._j) = k' k'' \sum_{j=1}^n Tr_j \left(\frac{Ar(z)_j}{Ars(z)} \right)$$

Curva deformazione – sforzo
per un fascio di radici.

Differenza fra WM e FBM.

$k'' = C_{vWM} / \max(C_{vFBM})$

*Schwarz, M., Preti F., Giadrossich F.,
Lehmann P., Or D., (2009),
Quantifying the role of vegetation in
slope stability: A case study in Tuscany
(Italy). Ecol. Eng. (2009), doi:10.1016/
j.ecoleng.2009.06.014*



Misure in
corso:

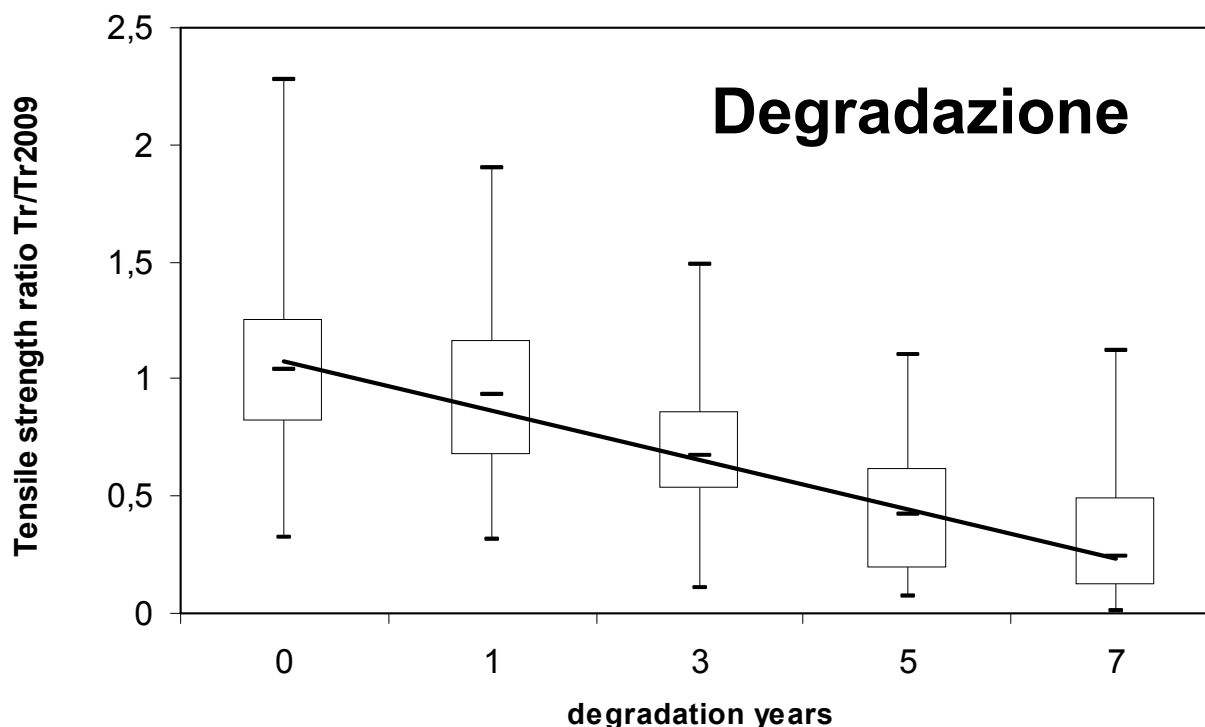
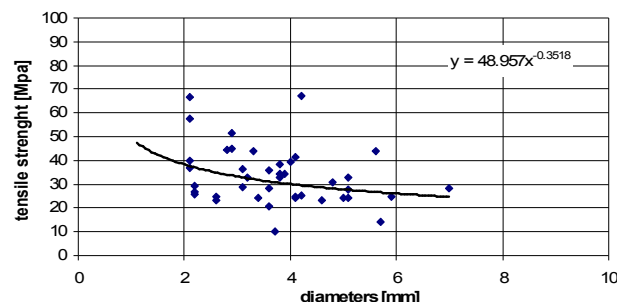
Mirto

Oleandro

Sardegna

Resistenza a trazione

$$Tr = Tr_1 d^{-\beta}$$



N = 276

**campioni
di
apparati
radicali**

**d = 1,9-9,5
mm**

L > 4 cm

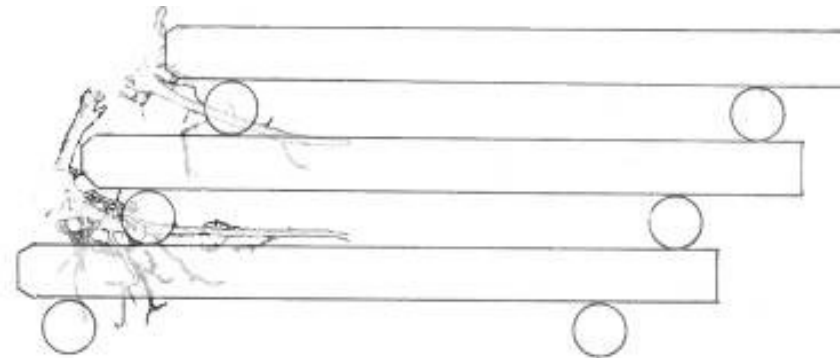
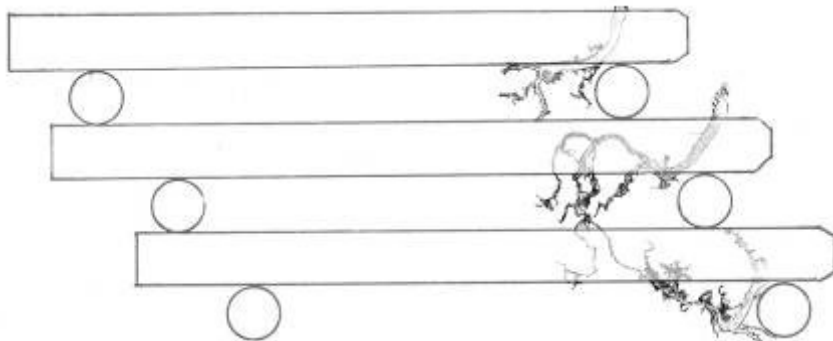
Fig. 3 Box-plot of tensile strength ratio [Y-axis, Tr values divided by $Tr(2009)$] over degradation time [X-axis: **0= 2009, 1=2008, 3=2006, 5=2004 and 7=2002**] for all samples. The plotted values are: minimum and maximum, first quartile, third quartile, median. Regression line $y = -0,1168x + 1,0322$ $R^2 = 0,9958$



bank crib wall at Molino di Lierna, Poppi (AR),
with initial 10 willow cuttings per square meter
and to date alder natural renewal



slope crib wall at Desiata, Seravezza (LU),
with similar willow cuttings original density



STIMA DEL RINFORZO RADICALE ANCHE NELLE OPERE

Coesione radicale

Densità delle radici e distribuzione
all'interno del suolo

Rapporto di Area
Radicata

R.A.R.

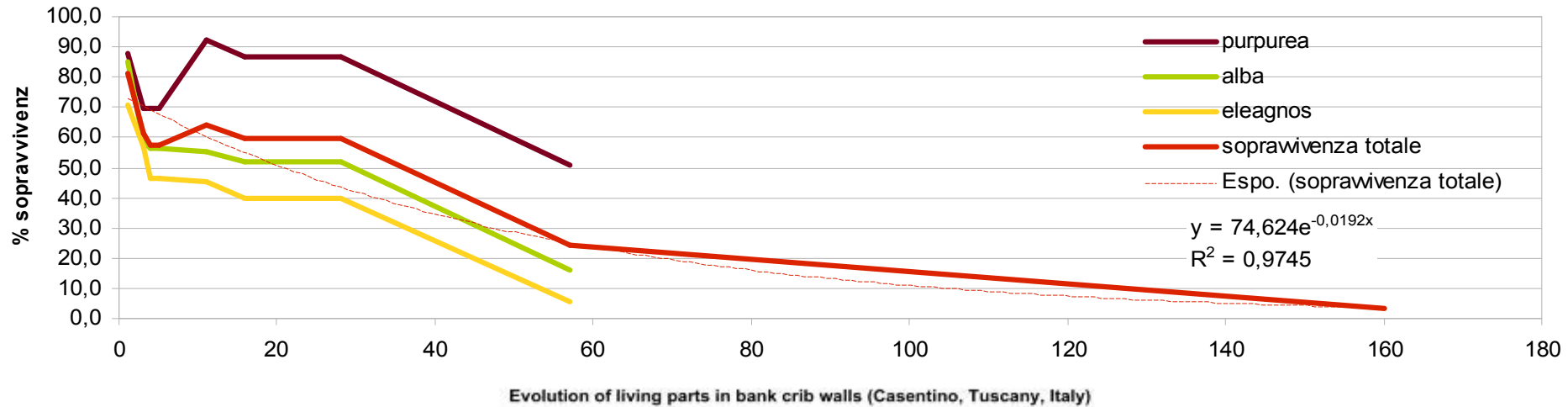
Rapporto tra la somma delle aree delle radici e
l'area di terreno totale esplorata,
considerato su un piano posto ad una determinata
profondità

Metodo Dani *et al* (2007)

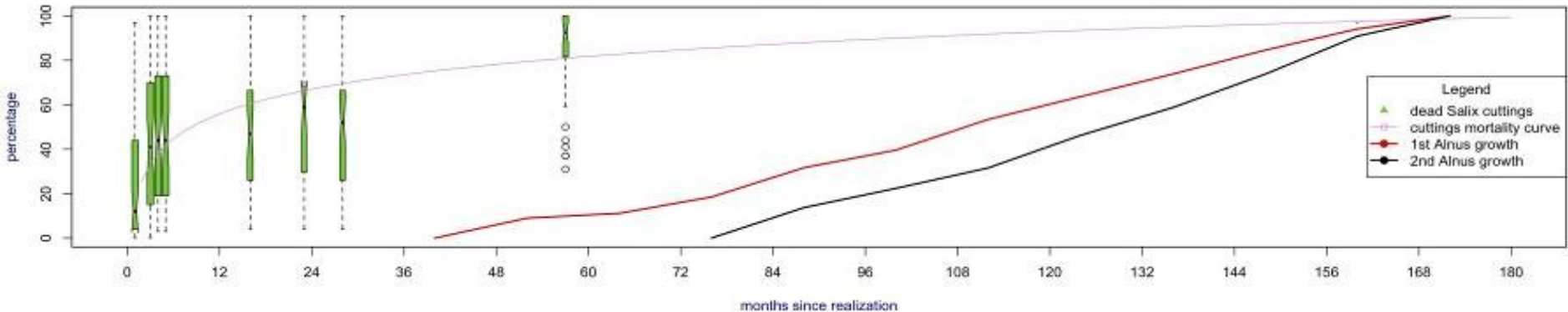


Attecchimento e sopravvivenza

sopravvivenza delle talee
modulo R4 (1998)



Evolution of living parts in bank crib walls (Casentino, Tuscany, Italy)



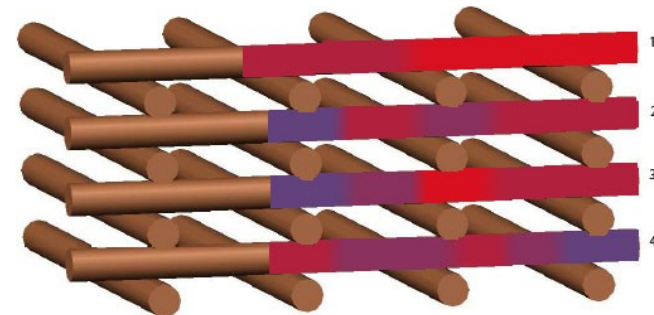
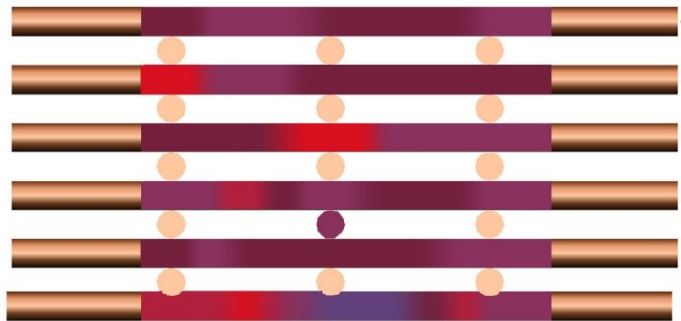
La progressiva riduzione di piante vive di salice è da associare alla presenza di una popolazione spontanea di **ontano** che avrebbe aduggiato il salice (eliofilo).

L'ultimo dato (circa 3%) è del rilievo di giugno 2011:
la vegetazione spontanea è presente, **anche all'esterno dell'opera**.

Durabilità degli elementi lignei



opere Azzano2 (A2) e Terrinca 2 (T2)



CLASSI RM	SCALA CROMATICA	SOLLECITAZIONE CORRISPONDENTE (N/mm²)
0-5	Red	12,5-25
5-10	Red	25-37,5
10-15	Red	37,5-50
15-20	Red	50-62,5
20-25	Red	62,5-75
25-30	Blue	75-87,5

RM (15 anni)

=

c.a 90 %

✓

F. Preti, M. Togni, A. Dani, F. Perugini, 2011, Il potere del tempo - La durabilità degli elementi lignei delle palificate, ACER, ISSN1828-4434, 6/2010, pp. 33-37

Innovazioni in ingegneria naturalistica

di ENRICO GUASTINI, FRANCO BRUCALASSI, LEONARDO MAZZANTI, FEDERICO PRETI

Un recente brevetto si inserisce nell'ambito dell'ingegneria naturalistica, proponendo strutture prefabbricate e pieghevoli che potrebbero agevolare le operazioni di trasporto e messa in opera, rendendo più accessibili le operazioni di stabilizzazione di versante.

L'Università degli Studi di Firenze ha iniziato una sperimentazione mirata a verificare l'applicabilità

costruite direttamente in loco e di conseguenza adeguate alle caratteristiche locali. Questa importante capacità di adattamento rende

INNOVAZIONE

Si tratta di intelaiature in cui la paleria è collegata da barre filettate verticali passanti



Foto 3 - Le strutture possono essere posizionate in maniera da assecondare la curvatura del versante sistemato.

Bibliografia

CORNELINI, P., PRETI, F., 2005 - **Elementi di geotecnica applicata all'I.N.: aspetti generali, criteri di dimensionamento e verifiche di stabilità.** In Manuale di I.N. della Regione Lazio, vol. 2, cap. 10.

MENEGAZZI G., PALMERI F., 2013 - **Dimensionamento delle opere di ingegneria naturalistica - aspetti innovativi e verifiche preliminari.** Assessorato per l'Ambiente Dipartimento Ambiente e Protezione Civile, Regione Lazio.

GUASTINI E., PRETI F., 2013 - **Monitoring of live and woody elements,** EGU General Assembly 2013. Wien, Geophysical Research Abstracts Vol. 15, EGU2013-12472.

Normativa di riferimento

ISO 898, 2009 - **Classi di resistenza per elementi di collegamento.** International Organization for Standardization.

UNI 11035, 2010 - **Legno strutturale - Classificazione a vista dei legnami secondo la resistenza meccanica.** Ente Nazionale Italiano di Unificazione.

UNI EN 384, 2004 - **Legno strutturale - Determinazione dei valori caratteristici delle proprietà meccaniche e della massa volumica.** Ente Nazionale Italiano di Unificazione.



“Wooden Gabions” => Carriage optimization

In situ unfolding and filling

Less time consuming and cheaper

Cuttings or rooted plants can be inserted even easier than for traditional soil bioengineering

Realization not during vegetation growing season





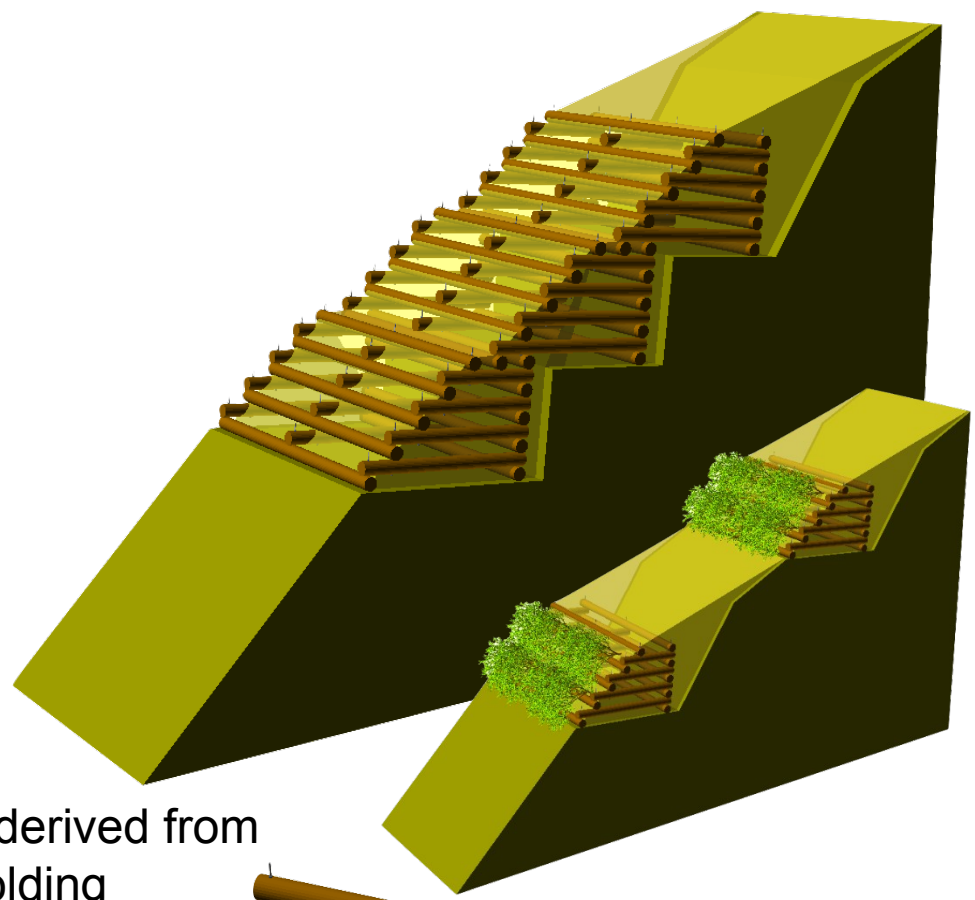
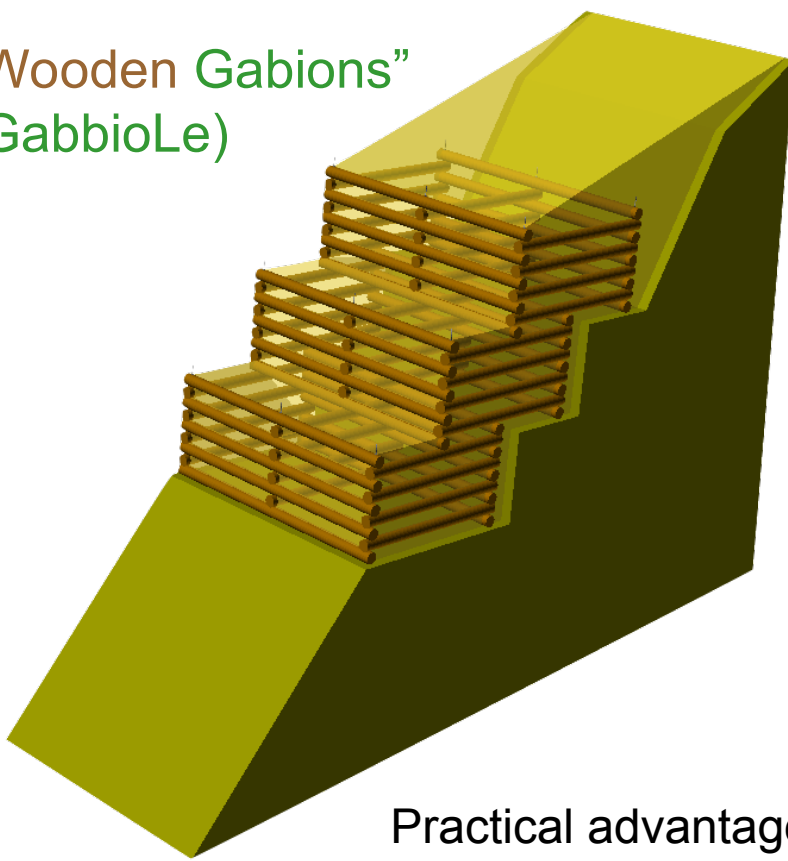
River
bioengineering

Check dams

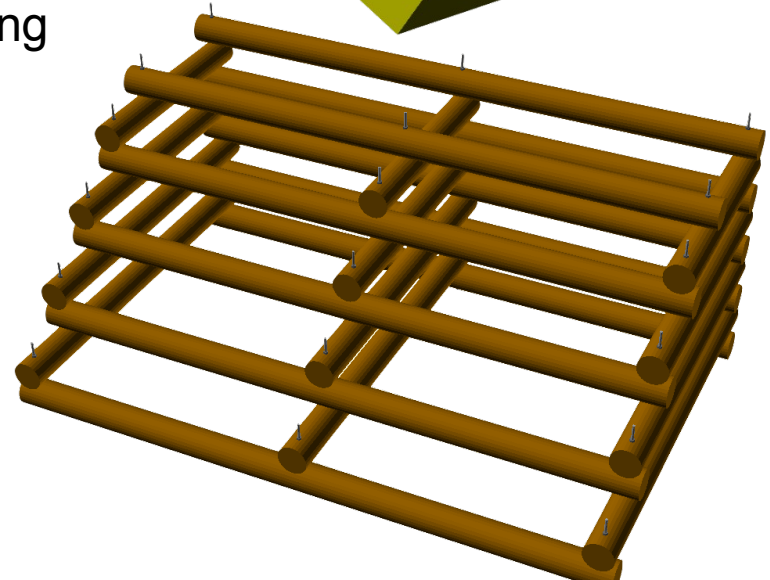
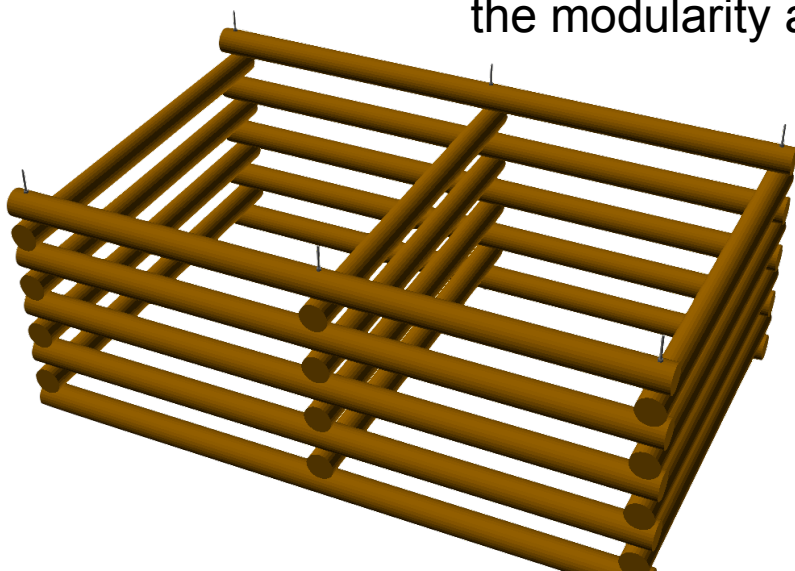
In-situ experiments are ongoing to test the application in comparison with traditional structures. and **stress tests** on logs and joints and the stability of the individual modules according to the European and Italian **regulations**



"Wooden Gabions" (GabbioLe)



Practical advantage derived from
the modularity and folding



- “angolo di attrito opera-terreno” è posto in 15° [fonte: Regione Lazio]

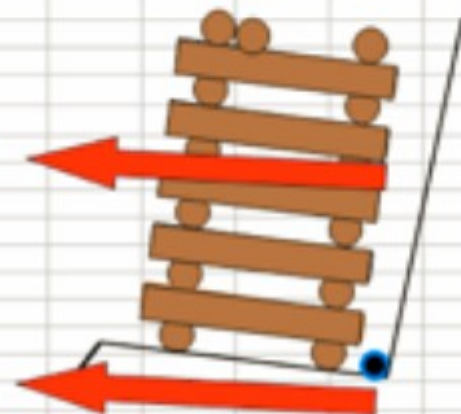
- 7. stabilità pendio** – in questo foglio viene eseguita un’analisi di stabilità di un pendio con il metodo del pendio indefinito; come per gli altri fogli, sono segnati in rosso i valori che sono modificabili a seconda delle esigenze: “altezza strato di terreno” e “altezza strato con pressione idrica”
- 8. resistenza scivolamento** – in questo foglio viene calcolata la resistenza a scivolamento della singola struttura

verifica secondo D.M. 100/200

INPUT			
ANGOLO DI ATTRITO SUOLO	ϕ	33	
PESO COMPLESSIVO DI UN METRO DI SVILUPPO DI PALI	$P_{complessiva}$	4000	kg
SPINTA ATTIVA	S_a	2050	kg
OUTPUT			
ANGOLO DI ATTRITO SUOLO	ϕ	0.57536	RADIANTI
COEFFICIENTE DI ATTRITO TRA BASE DELLA PALIFICAZIONE	f	0.64341	N.B.
VERIFICA A SCIVOLAMENTO	FS_{sciv}	1.47	N.B.
	$FS_{ammessibile}$	1.3	N.B.

Verificata

$f = \frac{f \cdot P}{S_a} = 0,65$



verifica secondo D.M. 9/10/2008

BASE DELLA PALIFICATA	B	1.85	m	INPUT
ALTEZZA DELLA PALIFICATA	H	1.8	m	
PERICOLO COMPLESSIVO DI SINGOLO DALL'OPPO (PALIFICATA)	$P_{complesivo}$	4600	N	dati da foglio analisi carichi
OPPORTUNITA'	S_{00}	2050	N	dati da foglio analisi carichi

MOMENTO STABILIZZANTE	$M_{stabilizzante}$	2001	Nm	OUTPUT
MOMENTO DEBALTANTE	$M_{debalante}$	5234.05	Nm	
VERIFICA DEBALTAMENTO	$F3_{debalante}$	0.32	Nm	
	$F3_{stabilizzante}$	0.50	Nm	verificato

$$M_{debalante} = P_{complesivo} \cdot \frac{B}{2}$$

$$M_{stabilizzante} = S_{00} \cdot \frac{1}{3} \cdot H$$

$$\frac{M_{stabilizzante}}{M_{debalante}}$$


10.resistenza schiacciamento – in questo foglio viene calcolata la resistenza a schiacciamento della singola struttura

verifica secondo D.M. 9/10/2008

PERICOLO COMPLESSIVO DI SINGOLO DALL'OPPO (PALIFICATA)	$P_{complesivo}$	4600	N	dati da foglio analisi carichi
MOMENTO DEBALTANTE	$M_{debalante}$	5234.05	Nm	dati da foglio resistenza e ribaltamento
BASE DELLA PALIFICATA	B	1.85	m	
CARICO SOLLICITANTE	S_{00}	2050	N	

$$a = \frac{B}{2} = \frac{1.85}{2} = 0.925$$

$$a = 0.925$$

DEBALTAMENTO	a	0.925	m	OUTPUT
--------------	---	-------	---	--------

Il centro di sollecitazione è interno al terzo medio di rotta, in quanto:

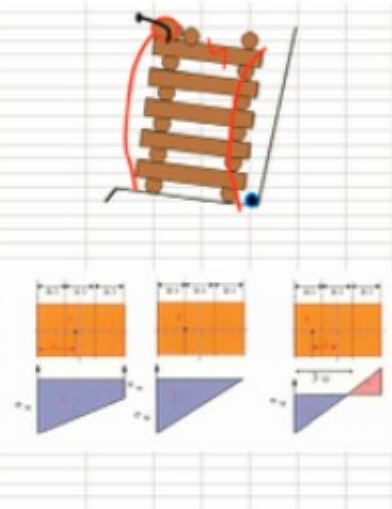
$$3a = 2.775 > 1.85(0.35 - 0.25) = 0.175 \text{ m}$$

$$3a = 2.775 > 0.5(0.35 - 0.25) = 0.05 \text{ m}$$

Quindi:

$$a' = 0.925 \cdot \frac{P}{1000 \cdot B} = 0.5 \text{ m}$$

TENSIONE DI SCHIACCIAMENTO	σ_{sch}	0.22	N/mm ²	OUTPUT
VERIFICA DEBALTAMENTO	$F3_{sch}$	5.240000	Nm	
	$F3_{stabilizzante}$	2	Nm	verificato

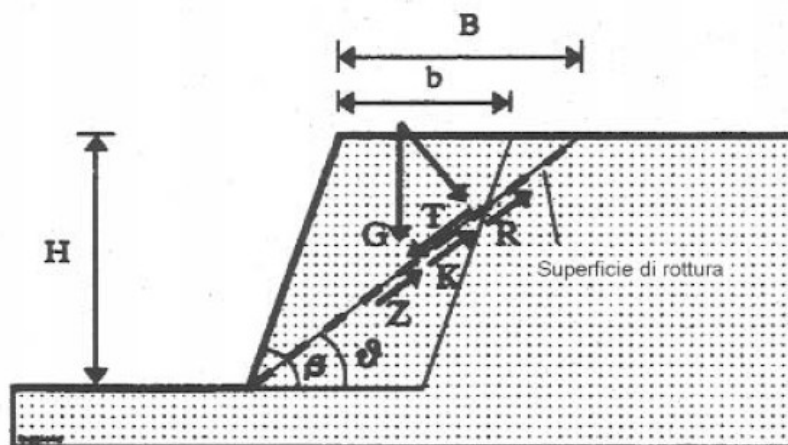


Il foglio di calcolo non è da considerare come un documento esaustivo, completo e definitivo; si tratta di un work in progress nel quale verranno via via aggiunti calcoli di dettaglio utili per progettazioni più complesse (stiamo lavorando a un ulteriore foglio per la verifica automatica di sistemazioni che comprendano non il singolo modulo – o fila di moduli – ma anche la possibilità di posizionare i moduli parzialmente sovrapposti).

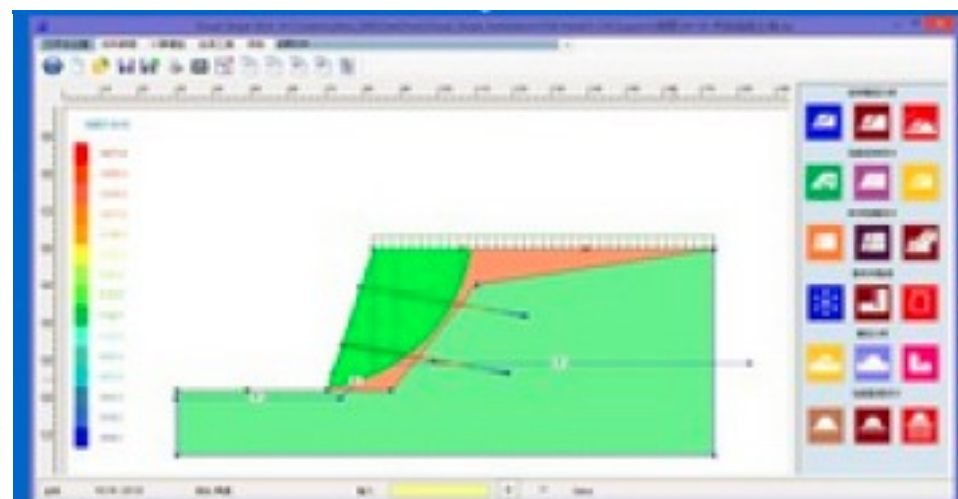
Nel caso venissero riscontrati errori o si volessero suggerire miglioramenti o implementazioni, si prega di contattarmi tramite e-mail.



Percorso logico per la verifica di stabilità di opere di ingegneria naturalistica



Componenti di calcolo di un corpo in rottura (SCHUPPENER, 1994)



Soil Nailing Design

Intervento di ripristino: Shoulder PFB



- **Nel breve periodo:** la struttura assicura la ricostruzione del profilo. Il legname (più leggero del terreno: minore destabilizzazione) evita l'erosione superficiale e trattiene il suolo ricreando le condizioni per lo sviluppo di vegetazione.

- Opera in legname VIVA
- **Posa in opera dall'alto**
- Ripristina il profilo del terreno come era prima del movimento franoso, quindi non altera la condizione originaria
- L'instabilità era dovuta alla concentrazione delle acque di scorrimento superficiale (erosione e infiltrazione).

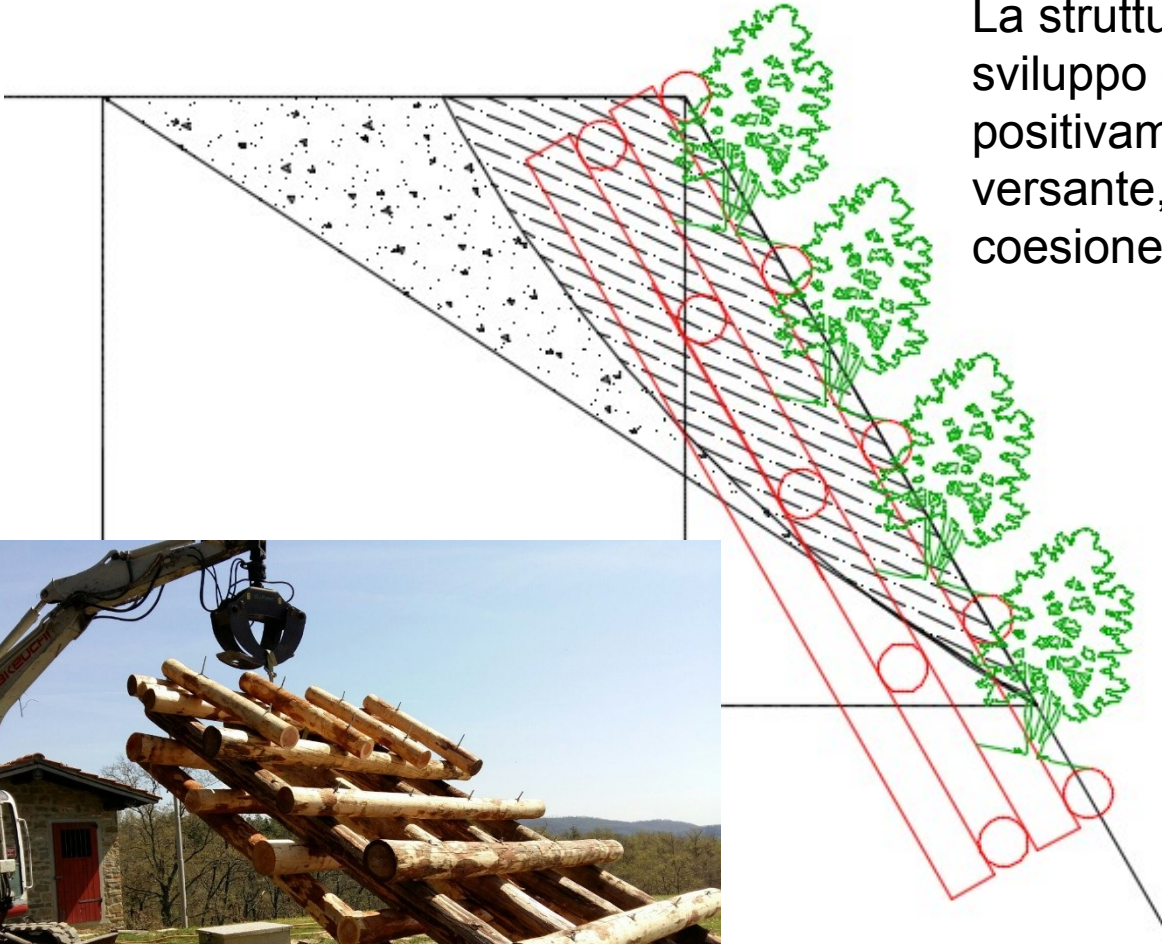
Il profilo al piede d'opera aiuta la posa della stessa

Evoluzione temporale

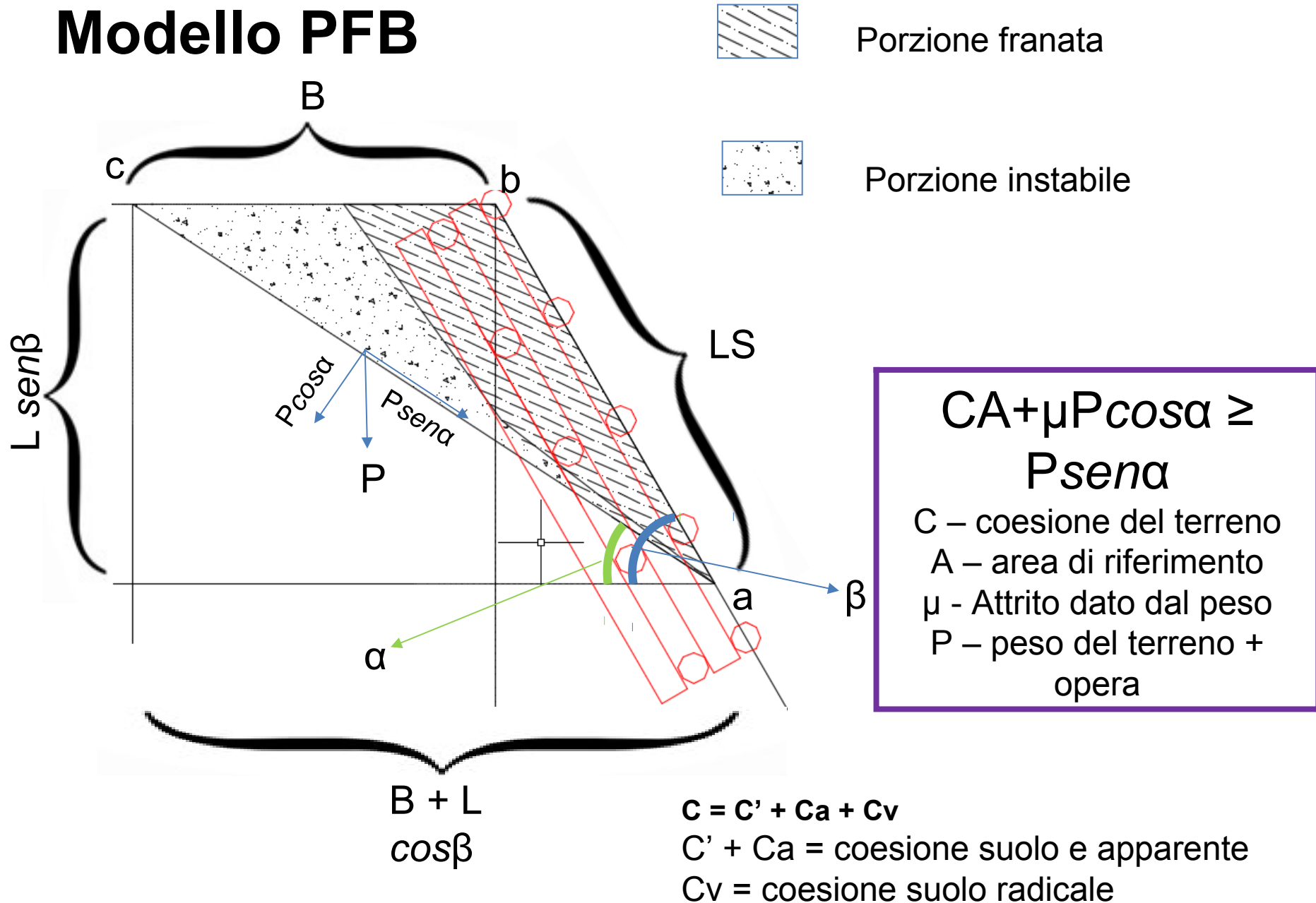
Nel lungo periodo: la struttura di legno si degrada, il legno perde le sue capacità meccaniche.

La struttura, però, ha permesso lo sviluppo di piante che influenzano positivamente i fenomeni idrologici del versante, e le cui radici aumentano la coesione del suolo.

Si ricrea il profilo analogo a quello originario, quindi se i deflussi sono correttamente regimati, non si riverificano frane. Le radici aumentano la sicurezza.



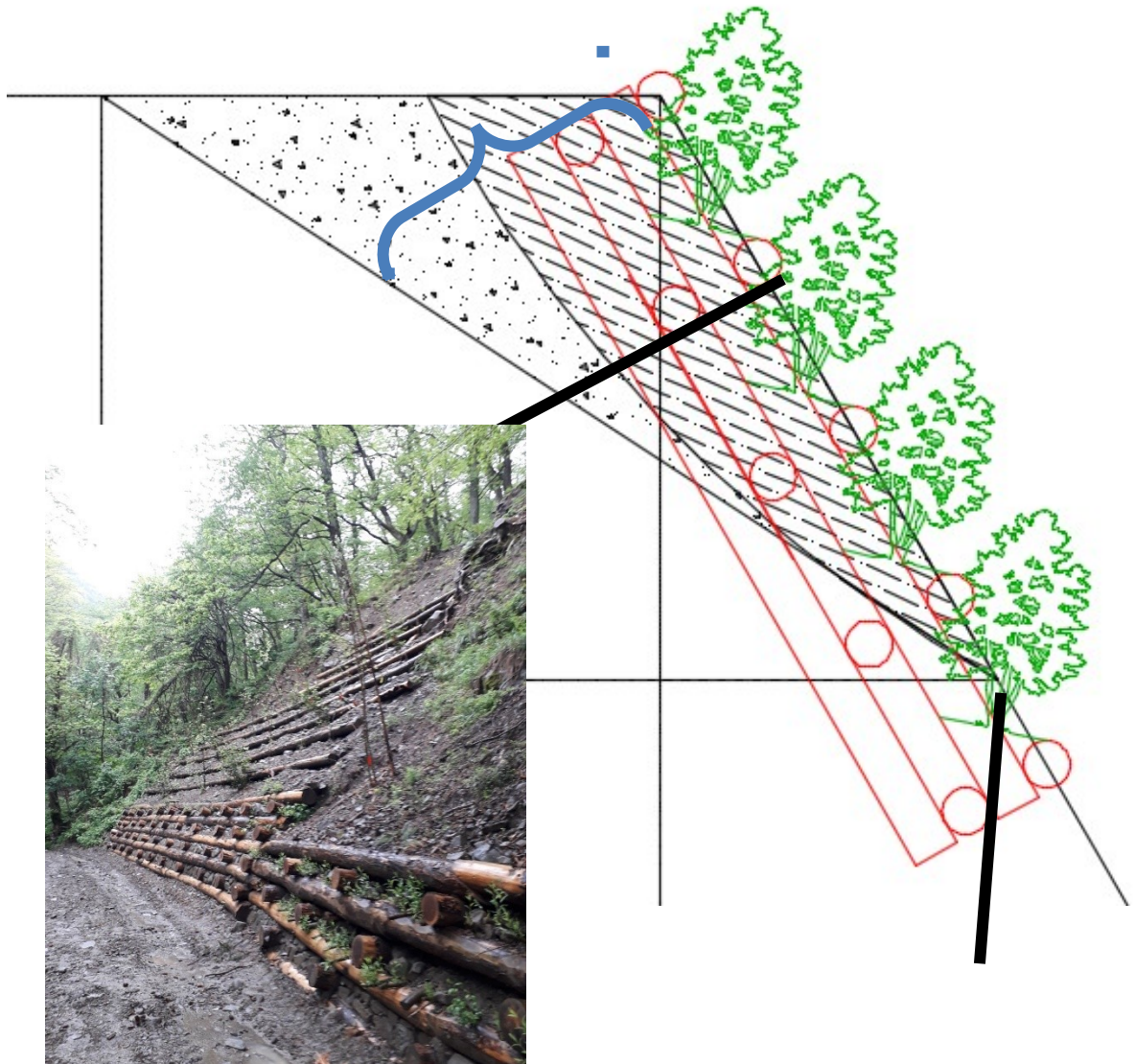
Modello PFB



Eventuale rinforzo ulteriore

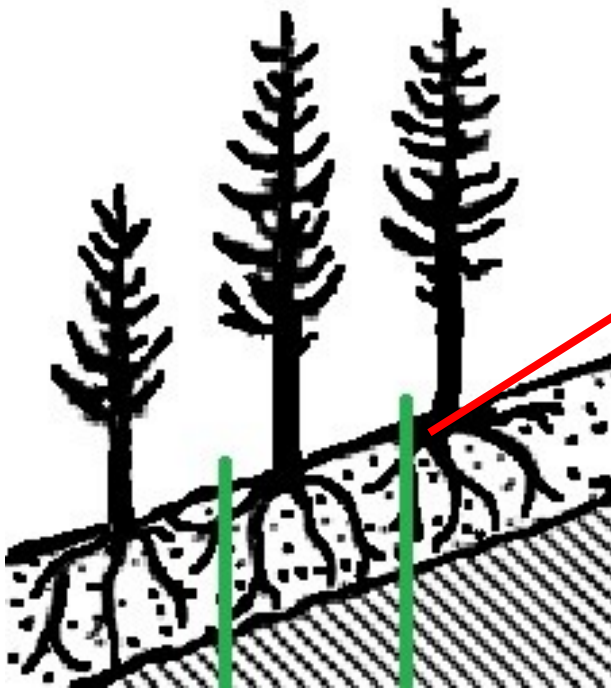
Porzione con distanza maggiore tra vegetazione e superficie di scorrimento (considerata nei calcoli a favore di sicurezza) – minore contenuto di radici.

- In questa zona potrebbe essere necessario l'inserimento di **piante radicate** o l'installazione di **picchetti** o **tiranti** (utili anche in fase di montaggio e in futuro per estendere l'effetto delle radici a distanza maggiore).



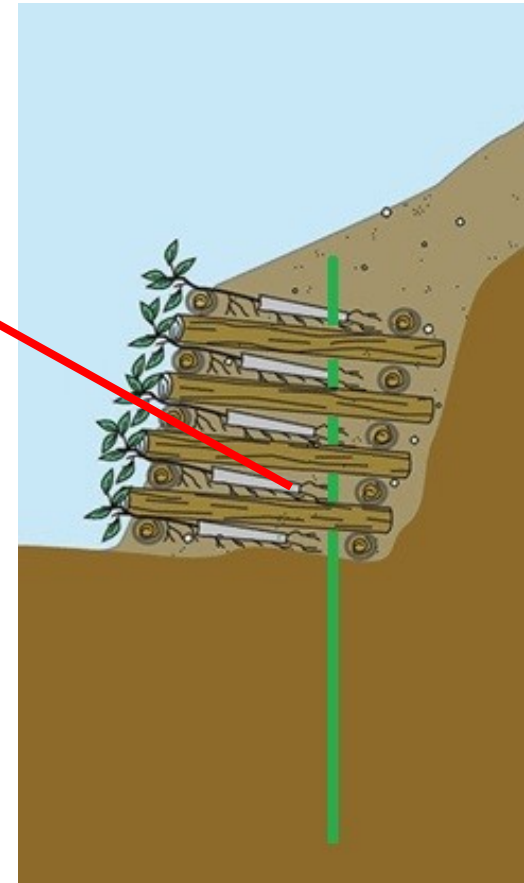
Possible model application

Design techniques of reinforcements of the bioengineering structure, also **prefabricated**



“T” Iron bar

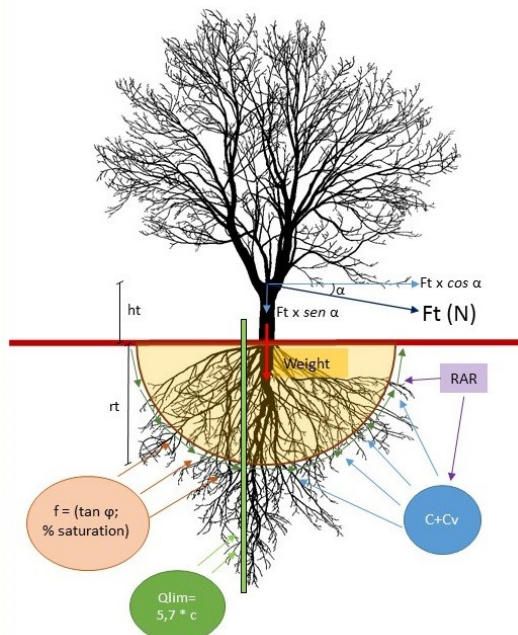
- High shear strength.
- Crossing the slip surface.
- High compression strength in rooted zone (at least 5-times the soil cohesion).
- Low expensive

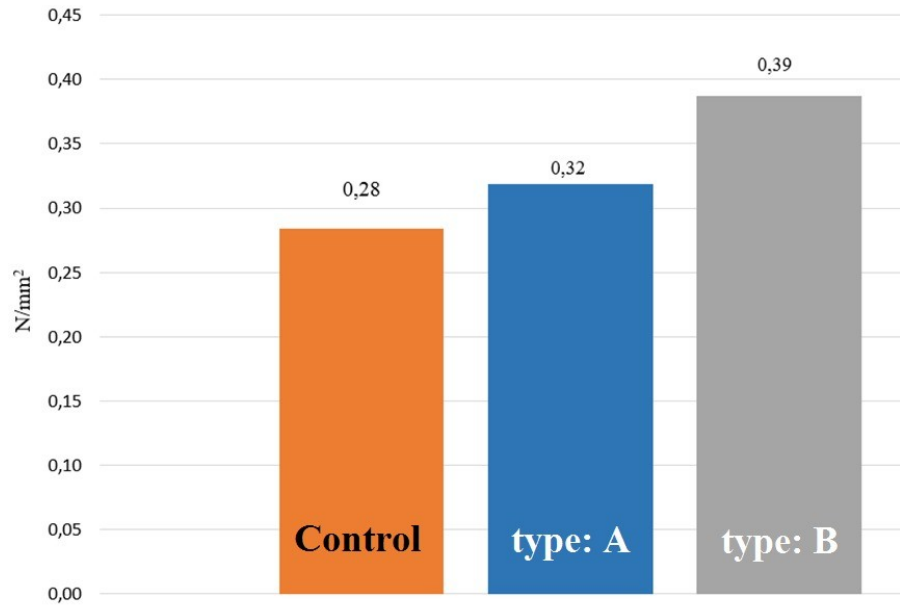


Glaeba model

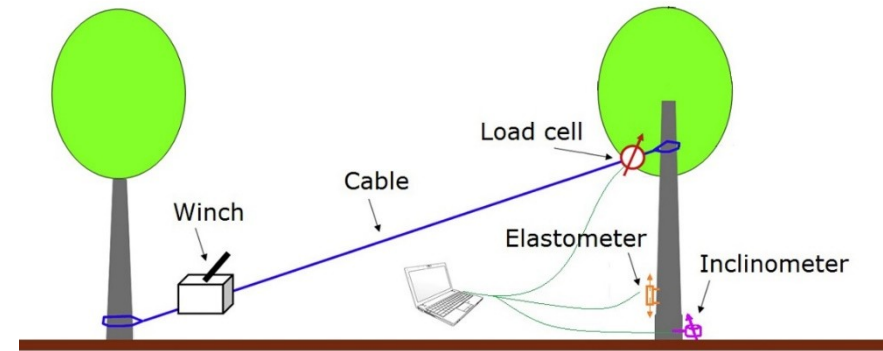
(Work in progress)

- Indirectly estimation of the mean rooting depth "b" in RAR equation, useful for slope stability analysis.
- Root anchorage design techniques for unstable plants





Average effort to tilt root plate to 2,5°
 Control: 3 spruces without anchorage, Type A: 3 spruces, Type B: 4 spruces. The effort is based on DBH.



Incremento di resistenza di circa il 30%:

Importanza in caso di degradazione del legno

Estensione dell'effetto a strati non esplorabili dagli apparati radicali

Modello di calcolo

per caratteristiche specifiche del sito con
dati misurabili da rilievo in campo

Variabili			Calcoli				
beta	gradi	30	alfa	gradi	9,90	gammaapparente	
Ls	m	4	VI	mc	0,096		
B	m	8	Vtro	mc	8,00	2040,00	
Bs	m	0,12	Vtrs	mc	7,90	2023,92	
fi ang. attrito int.	gradi -	9,90	Vtrf	mc	8,00	2040,00	Psenalfa
f coeff. attrito		0,09					2804,79
c' + ca	kPa	1	Lsenbeta	m	2,00		
cr	kPa	0	Lcosbeta	m	3,46	Fattrito	1402,39
gamma _s	kg/mc	2700	AC	mq	11,64		
gamma _m	kg/mc	700	PI	kg	67,2	Fcoesione	1163,73
gamma _w	kg/mc	1000	Ptro	kg	16320,00		
porosità	.	0,3	Ptrs	kg	16191,36	F taglio profilato	431,75
nlegno	.	0,2	Ptrf	kg	16320,00		
Sr	.	0,5	Ar	mq	11,64	F di non sfilamento	45,68
tau amm. ferro	N/mm ²	220				F antisfrangin (x70)	25
	kPa	220000					
numero profilati		1				FS	1,094039
diametro	mm	50					
	mq	0,0019625					
lprofilato	m	1					
F rottura profilato		431,75					
SI sfilamento	mq	0,0785					
T sfilamento	kg	7,85					
T/senalfa	kg	45,68					
coeff. antisfrangin		5					

Forze stabilizzanti $\geq P_{sen}$

con grado di saturazione alto, peggiora FS diminuisce: dobbiamo drenare il terreno e regimare le acque superficiali (consideriamo f_i inversamente proporzionale a S_r , ma non le pressioni neutre e non consideriamo a favore di sicurezza la coesione apparente che aumenta al diminuire di S_r , vedi cella C13.

FS Calcolato a favore di sicurezza.

- In 4 scenari: prima della costruzione, dopo la costruzione (alleggerimento), con piante cresciute e con legno degradato (come prima della costruzione)
- Prendendo la massima porzione di terreno instabile, e non la porzione franata (più piccola).
- Considerando l'attrito tra le 2 superfici di scorrimento pari all'angolo di riposo e ridotto proporzionalmente al grado di saturazione
- Il versante non frana, oltre il profilo cautelativo stabilito come di riposo, a maggior ragione per effetto delle radici (coesione alla profondità di scorrimento)
- I profili di ferro di rinforzo servono solo a sostituire l'effetto delle radici (nel caso in cui non si sviluppi vegetazione) = sono alternativi o a favore di sicurezza (e utili in fase di montaggio).

BIBLIOGRAFIA E CONTATTI:

File Modifica Visualizza Cronologia Segnalibri Strumenti Aiuto

(1354) webmail Unifi:: Posta x Evintech - Dipartimento - GE x +

https://www.gesaaf.unifi.it/vp-465-evintech.html

Cerca

Più visitati Come iniziare

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE

GESAAF
Dipartimento di
Gestione dei Sistemi Agrari,
Alimentari e Forestali

Trova persona, argomento...

albo ufficiale

entra in biblioteca

dipartimento didattica ricerca internazionalizzazione contatti

home page

Persone
Organizzazione
Bandi e avvisi
Normativa
Area Riservata
Convegni-Seminari-Corsi
Servizi online
Link utili
webmail unifi
Obiezione di coscienza alla sperimentazione animale
Amministrazione Trasparente

Home page > Dipartimento > Persone > Professori > Federico Preti > Evintech

Evintech

- Foglio di calcolo - spiegazione (.pdf)
- Evintech - schema di calcolo (.xls)
- Descrizione GabbioLE (.pdf)

servizi online

ultimo aggiornamento: 30-Ago-2017

news avvisi

GESAAF Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali - © Copyright 2012 Università degli Studi di Firenze - p.iva | cod.fiscale 01279680400
Redazione Web | Mappa del sito | Note legali e privacy | Amministrazione trasparente | Accessibilità | Monitoraggio | Area riservata personale
Piazzale delle Cascine, 18 - 50144 Firenze - Tel. 055 2755600
email direttore(AT)gesaaf.unifi.it - posta certificata gesaaf(AT)pec.unifi.it
Progetto e idea grafica: Area Comunicazione - piattaforma tecnologica: SIAF - cms: MaxDev | Login redazione

I cookie di questo sito servono al suo corretto funzionamento e non raccolgono alcuna tua informazione personale. Se navighi su di esso accetti la loro presenza. [Ho capito](#) [Note legali e privacy](#)

Workshop Unità di Ricerca Interazioni Acqua e Vegetazione (WaVe)

19/06/2017, ore 14:00, Aula Magna Scuola di Agraria, piazzale delle Cascine, Firenze

Stabilità dei versanti vegetati e stabilità delle piante *modera Preti F.*

- Catani F.: Caratterizzazione di proprietà meccaniche e idriche del regolite sui versanti: implicazioni per l'analisi di stabilità in tempo reale
- Ferrini F.: Valutazione di arbusti per il consolidamento delle scarpate
- Giambastiani Y.: Prove di trazione ed indagini geofisiche
- Guastini E.: Successione paranaturale a seguito di sistemazioni con tecniche di Ingegneria Naturalistica e durabilità delle opere
- Preti F.: Ecoidrologia e rinforzo radicale

Vegetazione ripariale: effetti sul rischio idraulico e sulla geomorfologia fluviale, ruolo ecologico *modera Errico A.*

- De Cicco P.: Modellazione numerica del trasporto dei detriti arborei nel Fiume Arno a Firenze
- Errico A.: Campagne di misura e analisi della resistenza al moto in canali di bonifica (piana di Viareggio)
- Francalanci S.: Uprooting della vegetazione ripariale: esperienze di campo e di laboratorio
- Preti F.: Criteri e modellistica in corsi d'acqua toscani (Greve, Ripopolino e Arno)
- Solari L.: La produzione di detriti arborei nella piena del 24-25 agosto 2015 nell'Ombrone Grossetano: un evento eccezionale?

Ciclo idrologico e vegetazione: effetti alle diverse scale spaziali *modera Penna D.*

- Castelli G.: Antropizzazione e microclima (Etiopia, Burundi e Toscana)
- Castelli F.: Remote sensing, evapotranspiration and hydrologic distributed modeling
- Orlandini S.: Le sistemazioni idraulico-agrarie: aspetti agronomici, micro-climatici ed ambientali
- Penna D.: Un nuovo bacino idrografico in Appennino per studi di idrologia forestale: perché?
- Preti F.: Effetto della copertura boscata sui deflussi di piena

Gestione della risorsa idrica e irrigazione *modera Ghinassi G.*

- Bindi M.: Un'iniziativa di ricerca comune
- Bresci E.: Remote Sensing per il monitoraggio di interventi di Water Harvesting
- Ghinassi G.: Valutazione dell'impronta di carbonio di sistemi irrigui in pressione tramite LCA
- Pacetti T.: Valutazione di Servizi ecosistemici per la gestione della risorsa idrica



**ASSOCIAZIONE
ITALIANA
PER LA
INGEGNERIA
NATURALISTICA**

Via del Monte 2, 34121 Trieste

Tel. 040 7600254

E-mail aipin@aipin.it [http:// www.aipin.it](http://www.aipin.it)

SCHEDA DI ISCRIZIONE

Il/La sottoscritto/a: _____

Chiede di aderire all'Associazione Italiana Per la Ingegneria Naturalistica di cui condivide lo Statuto e il regolamento, in qualità di socio.

Chiede inoltre di essere inserito nel repertorio soci con le seguenti diciture:

NOME: _____

COGNOME _____

LUOGO/DATA DI NASCITA _____

TITOLO DI STUDIO _____

PROFESSIONE _____

SETTORE/I PROFESSIONALE/I DI ATTIVITA' _____

Allegare curriculum professionale sintetico firmato con evidenziati corsi, convegni, attività svolte, inerenti l'ingegneria naturalistica (in assenza non verrà accettata l'iscrizione all'associazione)

VIA: _____

CAP: _____ CITTÀ' _____ PROV _____

Tel. e Fax: _____

e-mail: _____

SOCI PRESENTATORI* 1) _____

2) _____

***In caso non si conoscano soci presentatori rivolgersi alla Segreteria della Sezione di competenza o alla Segreteria Nazionale**

LUOGO E DATA _____ FIRMA _____

GRAZIE a voi per l'attenzione

e a:

Gianna Mazzoni, AIPIN Toscana

Alessandro Errico e Enrico Guastini, GESAAF UniFi

Yamuna Giambastiani, BlueBiloba srl spinoff accademico

Franco Brucalassi, info@evintechsrl.it



CONVEGNO

INGEGNERIA NATURALISTICA DISSESTO IDROGEOLOGICO RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE

Firenze-19 ottobre 2018

Aula Magna Università – Piazza S.Marco, 4