

- *Terre Rinforzate in ambito idraulico e stradale; aspetti applicativi del programma di calcolo MACSTARS con il D.Min. 14/01/2008*
- *Esempi di calcolo*

GIANLUCA UGUCCIONI

PANORAMA NORMATIVO INTERNAZIONALE

Paesi dotati di Normativa nazionale

- *Francia (Norme Francaise NP94-220-0 emanata nel giugno 1998)*

Paesi dotati di Raccomandazioni redatte da Enti di Regolamentazione Nazionali

- *Inghilterra (BS8006:1995)*
- *Stati Uniti (AASHTO del 1996 rielaborate 1999)*

*In Italia l'argomento non è oggetto di Norme o Raccomandazioni specifiche
Questo riguarda sia il vecchio DM 11/03/88 che il recente Testo Unitario pubblicato
sulla GU del 23/09/2005 e il successivo D.M. 14/01/2008 ("Norme tecniche per le
costruzioni")*

*Per quanto riguarda gli EUROCODICI è già stata redatta una Norma (UNI EN
14475:2006) limitata ai soli aspetti costruttivi*

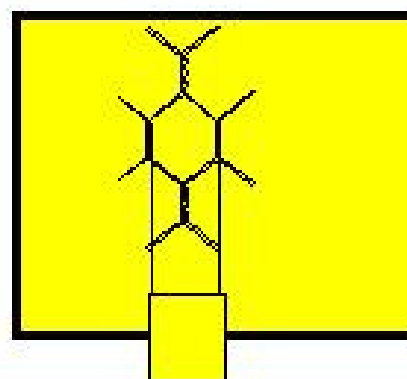
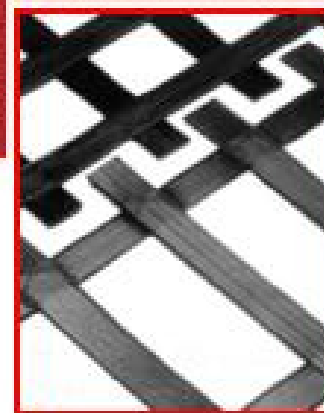
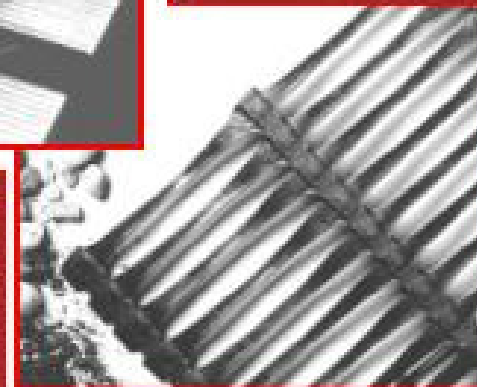
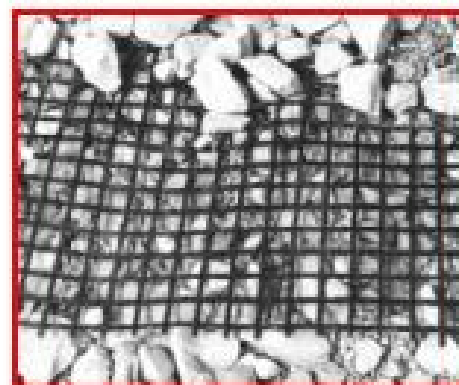
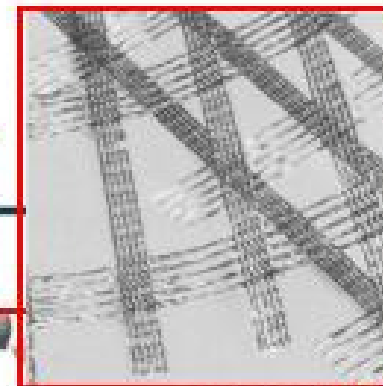
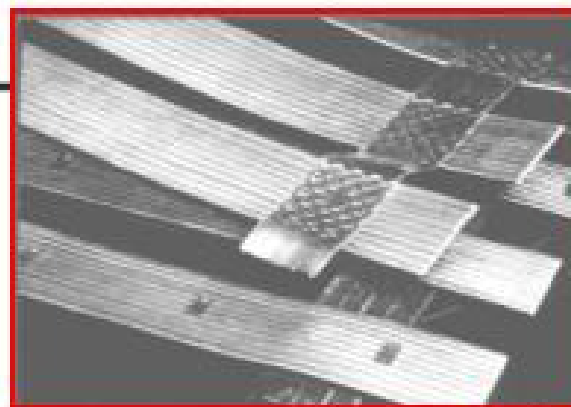
I due documenti (BS8006 e UNI EN 14475), pur con qualche attenzione, sono da considerarsi, almeno in parte, complementari e di estremo interesse ed utilità;

La UNI EN14475 non fornisce indicazioni progettuali per le quali si può fare riferimento alla BS8006. La UNI-EN 14475 ha comunque carattere di prevalenza sulla BS8006;

Manca ancora una norma di riferimento sulla progettazione di opere in Terre Rinforzate per cui rimane ancora molta confusione tra quelle che sono le prestazioni di resistenza ammissibili e le resistenze al livello deformativo di progetto..... Il progettista deve prestare molta attenzione a questo aspetto.

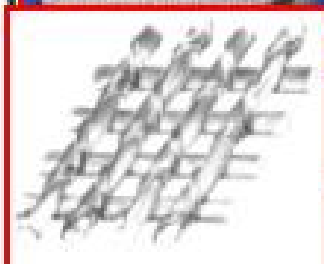
Geotessili
ERRI

Geogriglie



Reti metalliche
A doppia torsione

Geocompositi



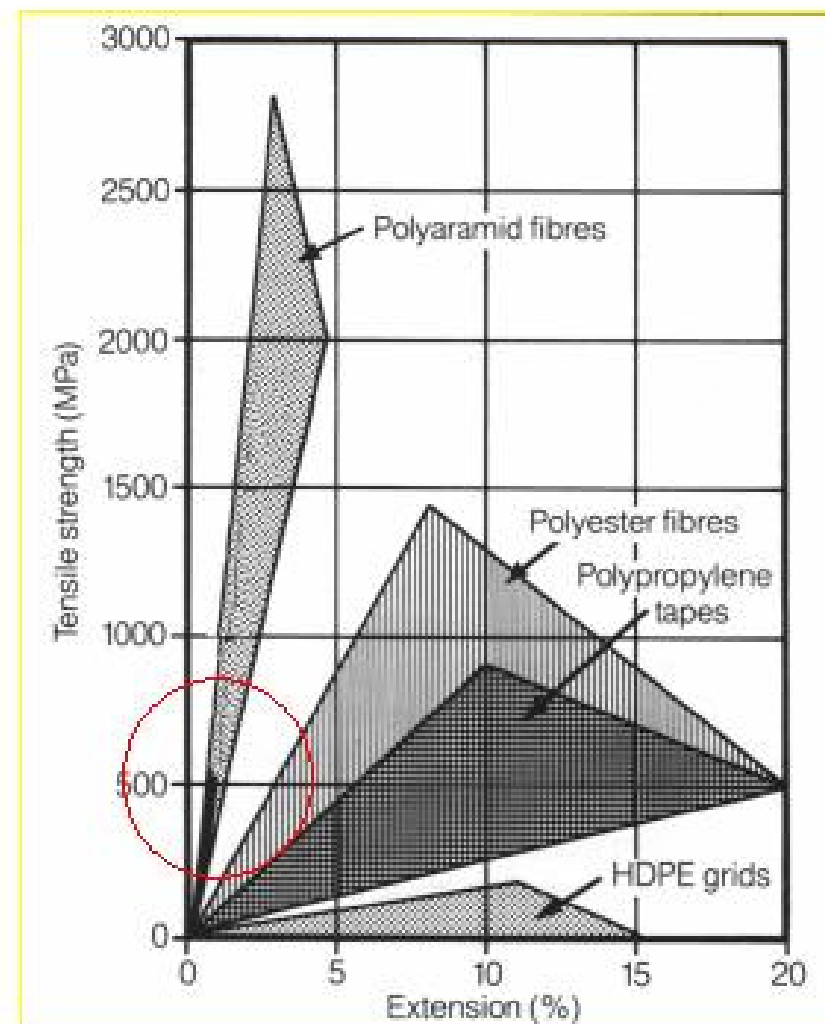
***Per valutare le prestazioni di un "rinforzo"
le seguenti informazioni devono essere disponibili:***

- **Resistenza meccanica:**
 - caratteristiche a breve termine
 - caratteristiche a lungo termine
- **Danneggiamento durante l'installazione**
- **Resistenza agli agenti chimico-ambientali**

MACCAFERRI

- Molte differenti tipologie di polimero sono idonee per applicazioni di rinforzo ma con diverse i livelli di prestazione
- Solo pochi polimeri sono idonei per produrre materiali di rinforzo con resistenze superiori ai 200 kN/m
- Anche la stessa tipologia di polimero può avere livelli prestazionali differenti in funzione della sua qualità

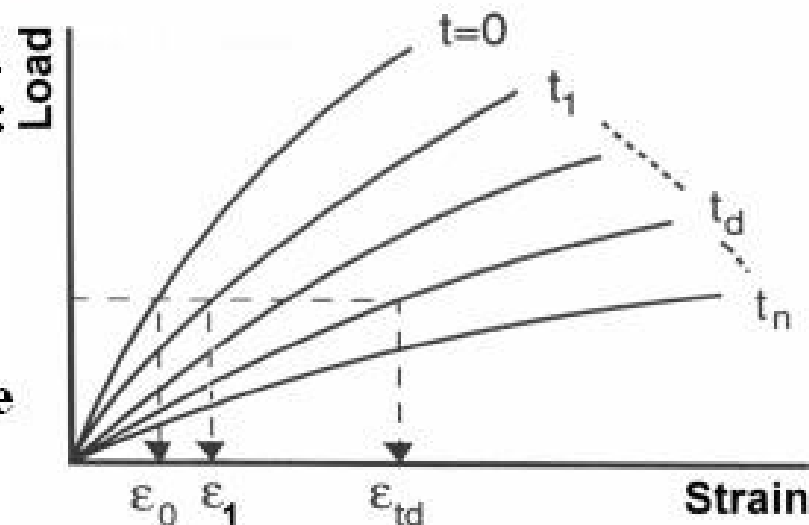
**Resistenza meccanica:
Caratteristiche a breve termine**



MACCAFERRI

La resistenza meccanica diminuisce col tempo
per cui la “resistenza di progetto” dipende da:

- tipologia del polimero
- temperatura dell'ambiente
- vita di progetto dell'opera
- deformazione massima accettabile da parte della struttura da realizzare



**Resistenza meccanica:
Caratteristiche a lungo termine
"CREEP"**

Materia prima del polimero di rinforzo	Temperatura di vetrificazione	Temperatura di fusione
	°C	°C
POLIESTERE	tra 90 e 110	260
POLIPROPILENE	-20	tra 170 e 180
POLITILENE ALTA DENSITA'	tra -120 e -90	130



UN ESEMPIO PER CAPIRE QUANTITATIVAMENTE QUALI SONO GLI EFFETTI DEL CREEP

I materiali sono posti in trazione al 60% del loro carico di rottura nominale e lasciati sotto carico per un anno. Alla lunghezza iniziale di 5 m si aggiunge per ognuno l'allungamento immediato dovuto al carico e quello differito dovuto al fenomeno di creep



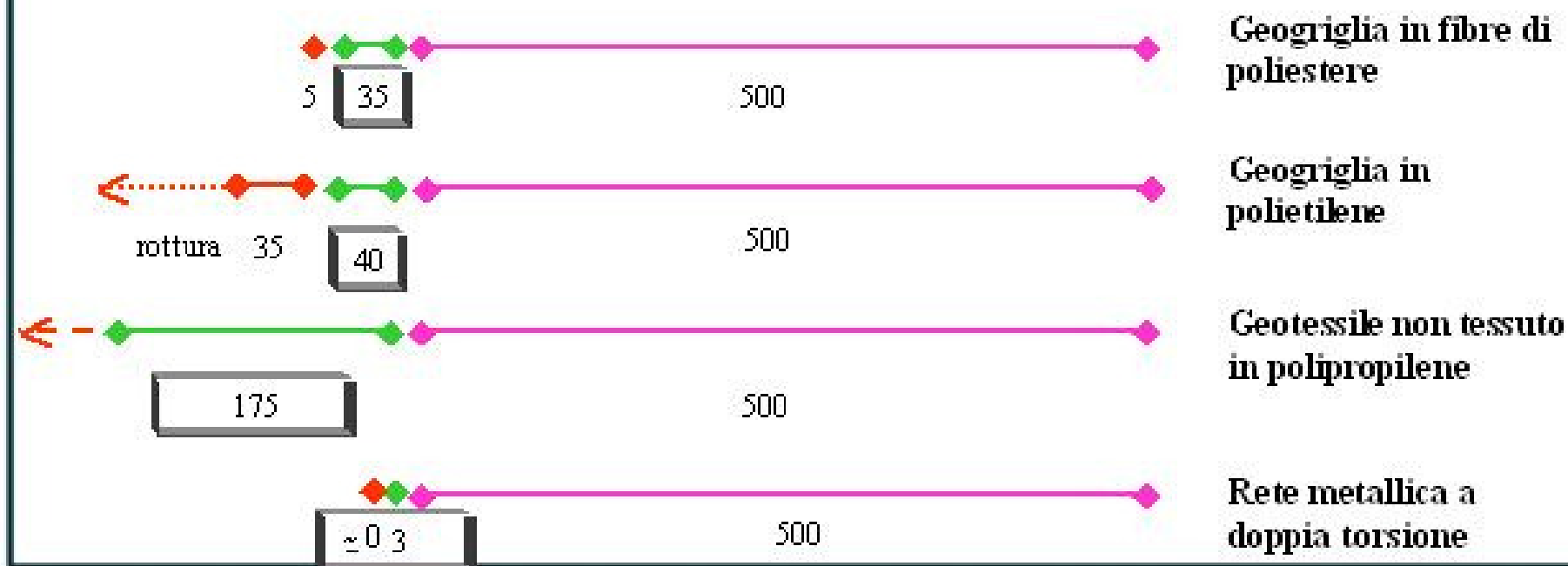
Lunghezza iniziale = 5 00 cm



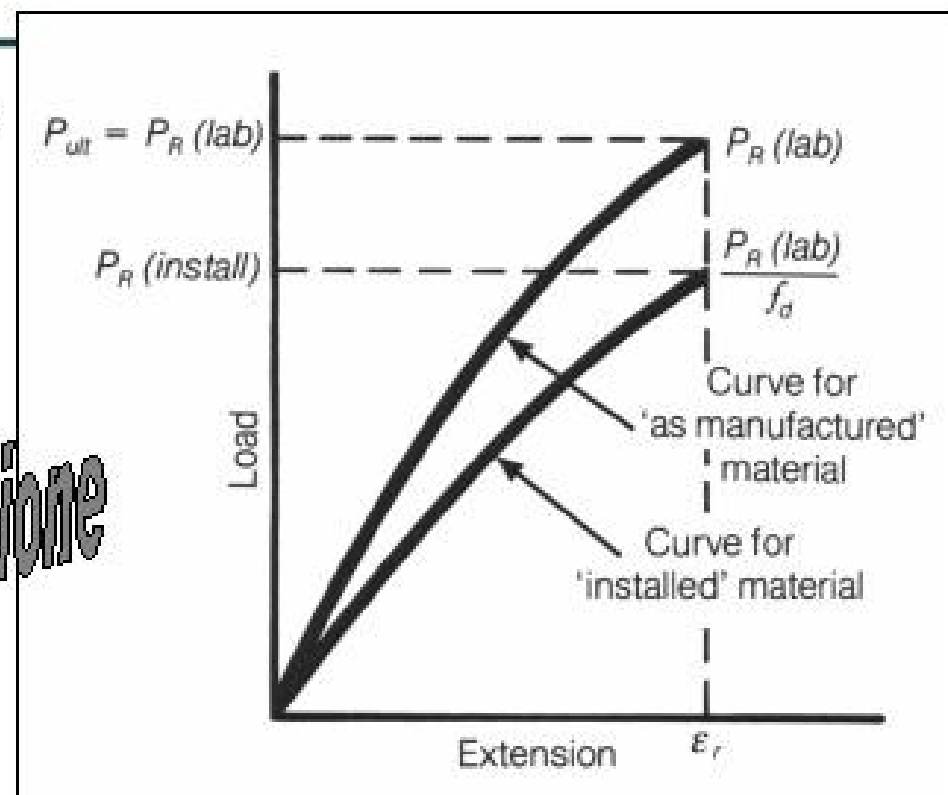
Allungamento a fine lavori (cm)



Allungamento dopo un anno (cm)



La tipologia del materiale riempimento, le diverse modalità di messa in opera e di compattazione dello stesso possono danneggiare il rinforzo e causarne una perdita di resistenza meccanica



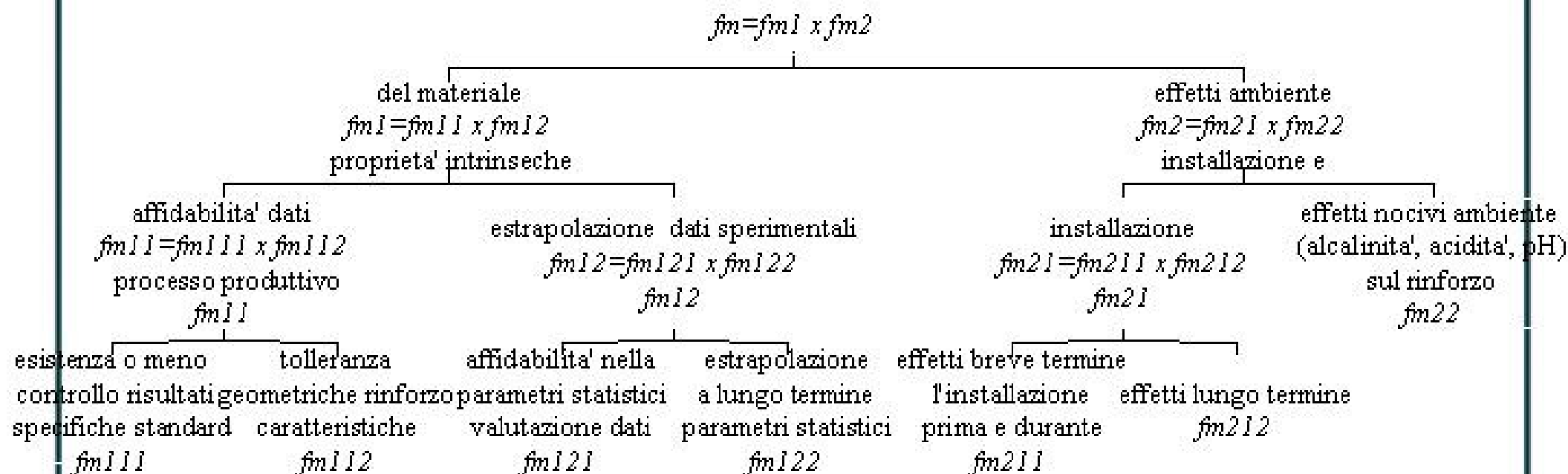
L'entità del danneggiamento del materiale di rinforzo dipende da:

- la tipologia di rinforzo,,
- la dimensione e la forma del materiale da riempimento posto a contatto con il rinforzo,
- l'intensità della compattazione.

Valutazione fattori parziali di sicurezza

BS 8006:1995 : $T_{progetto} = T_{creep} / f_m$

$T_{creep} = T_{nominale} / f_{creep}$



La forza necessaria per lo sfilamento del rinforzo dal rilevato F_{po} è data dalla relazione:

$$F_{po} = 2 \sigma_v L W \mu \operatorname{tg} \Phi$$

Φ = Angolo d'attrito del materiale del rilevato

μ = Coefficiente di interazione tra il materiale del rilevato ed il rinforzo

L = Lunghezza di immersione della geogriglia nel rilevato

W = Larghezza della geogriglia

σ_v = Pressione verticale

La forza F_{po} viene determinata sperimentalmente per ogni tipo di materiale di riempimento (ghiaia, sabbia, limo ed argilla)

dalla conoscenza delle altre grandezze è possibile ricavare μ .

Per il Terramesh si hanno i seguenti valori di μ

Terramesh		Clay	Silt	Sand	Gravel
	μ	0.3	0.5	0.65	0.9

COEFFICIENTE DI SICUREZZA ALLO SFILAMENTO

Il coefficiente di sicurezza allo sfilamento è pari ad 1 per tuttiprodotto in rete metallica a doppia torsione

RESISTENZA NOMINALE E COEFFICIENTI DI SICUREZZA A ROTTURA

I valori attribuiti ai rinforzi, sono stati assunti pari a quelli calcolati ai sensi della BS8006 per una durata di 60 anni, scegliendo la situazione più gravosa tra "Retaining Walls" e "Reinforced Slopes":

Terramesh 8x10/2.7 mm

RESISTENZA NOMINALE A ROTTURA: $T_r = 50.11 \text{ kN/m}$

COEFFICIENTE DI SICUREZZA $f_m = 1.30$ (per argille, limi, sabbie)
 $f_m = 1.44$ (per ghiaie)

FATTORE DI SICUREZZA DEL TERRAMESH 8X10/2.7 PVC

La procedura per determinare le proprietà del rinforzo da considerare nel calcolo sono descritte in Annex A di BS 8006.

I fattori parziali sono attribuiti a ciascuna forza potenziale che riduce le influenze per produrre

un di fattore totale di materiali f_m . Questo è applicato alla resistenza nominale del rinforzo, TB :

$$TD = TB / f_m$$

Dove TD è la resistenza a trazione di esercizio.

Resistenza nominale, TB

Per il valore di TB , resistenza nominale del rinforzo, ci si è basati sulle prove di trazione eseguite al CTC, Denver - Stati Uniti in accordo all'ASTM A-975, ed è stato trovato il seguente valore medio:

$$TB = 50.11 \text{ kN/m}$$

La tavola seguente riassume i fattori parziali del Terramesh adottati da Macstars 2000

f_{m11}	1.081	Resistenza caratteristica
f_{m12}	1.04	Tolleranze sulla sezione trasversale
f_{m121}	1.00	Certificazione ISO 9002
f_{m122}	1.05	100 anni di dati disponibili
f_{m211}	1.00	Nessun effetto a breve termine per danneggiamento
f_{m212}	1.05 - 1.165	Valore massimo per riempimenti granulari
f_{m22}	1.05	Nessuna degradazione del rivestimento di PVC
f_m totale	1.30 - 1.44	

Dove:

f_{m111}	controllo qualità
f_{m112}	tolleranze nella produzione
f_{m121}	affidabilità dei dati disponibili
f_{m122}	affidabilità dell'estrapolazione alla vita utile
f_{m211}	effetti a breve termine del danneggiamento
f_{m212}	effetti a lungo termine del danneggiamento
f_{m22}	degradazione chimica, biologica e di UV

In definitiva la resistenza a lungo termine (LTDS) del Terramesh calcolata secondo la BS 8006 - Annexe A è uguale a:

$$T_D = T_B / f_m = 50.11 / 1.30 = 38.5 \text{ kN/m LTDS (in argilla, limo, sabbia)}$$

$$T_D = T_B / f_m = 50.11 / 1.44 = 34.8 \text{ kN/m LTDS (nella ghiaia)}$$

Opere di sostegno
Norme Tecniche Costruzioni '08

CRITERI PROGETTUALI

Con la pubblicazione del cosiddetto “Decreto Abruzzo” (legge 24 giugno 2009, n. 77) è giunto al termine il periodo transitorio che, ormai da anni, per effetto di varie proroghe, consentiva, nella progettazione strutturale, di seguire ancora le vecchie norme tecniche, e cioè i DD.MM. del '96 e precedenti.

A partire dal 1 luglio 2009 le norme tecniche per le costruzioni sono quelle contenute nel D.M. Min. Infr. del 14 gennaio 2008 “*Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*”.

L'innovazione che queste nuove norme introducono sono piuttosto importanti anche se, in linea generale, erano già state anticipate da precedenti documenti normative che, di fatto non hanno trovato significativa applicazione (il riferimento esplicito è alla OPCM 3274/2003 e al D.M. Min. Infr. 14 settembre 2005).

Le nuove norme segnano un passaggio culturale importante: l'abbandono del metodo di verifica alle tensioni ammissibili a favore di un nuovo approccio, il cosiddetto Metodo (di verifica) semiprobabilistico agli Stati Limite.

L'innovazione interessa più marcatamente l'ambito squisitamente strutturale, e cioè quello degli edifici (sia civili che industriali) e delle opere infrastrutturali dove, effettivamente, l'approccio e la modalità di verifica cambia sensibilmente; in ambito geotecnico, e nello specifico delle opere di sostegno a gravità, è richiesto egualmente un differente approccio ma è pur vero che anche le vecchie normative già imponevano verifiche con riferimento a meccanismi di equilibrio limite.

Tuttavia, anche per la progettazione di semplici muri di sostegno, l'innovazione è evidente e richiede grandi sforzi da parte dei tecnici poiché anche in questo ambito vi è stato un rinnovamento dei criteri di approccio con riflessi impliciti anche per quel che concerne gli strumenti progettuali di cui dotarsi e con i quali prendere confidenza.

L'ormai superato criterio di progetto (e verifica) di muri di sostegno a gravità (*cfr.* D.M. Min. LL.PP. 11 marzo 1988) prevedeva essenzialmente di esaminare il comportamento nei confronti dei possibili meccanismi di collasso (sia locali che globali) assicurando che rispetto ad essi, anche sotto la condizione limite di carico, si rimanesse a debita distanza. La "distanza" era misurata attraverso dei Fattori di Sicurezza, ovvero, caso per caso, rapporti fra le componenti stabilizzanti e quelle destabilizzanti rispetto al cinematismo di riferimento.

In linea di principio il nuovo approccio non è molto diverso.

I cinematismi critici che possono portare ad uno stato limite ultimo sono sempre gli stessi: scorrimento, ribaltamento, superamento della portanza del terreno di fondazione, instabilità globale del versanti. Tuttavia, la condizione limite di carico non è più quella del vecchio approccio, che prevedeva di metter in conto simultaneamente tutti i possibili carichi agenti; con il nuovo approccio si prende in esame una combinazione degli stessi, taluni dei quali pensati agenti soltanto in aliquota.

L'ulteriore novità è nelle modalità di verifica: definito il *pattern* di forze agenti sul modello statico, detti carichi saranno amplificati o ridotti attraverso dei moltiplicatori, a seconda che forniscano contributi stabilizzanti oppure destabilizzanti.

Analogamente, anche ai fini della determinazione delle capacità resistenti ultime, vengono introdotti moltiplicatori riduttivi per le proprietà meccaniche dei materiali.

La verifica si intenderà soddisfatta quando l'azione resistente (ultima) risulta maggiore (o uguale) a quella sollecitante di progetto calcolata secondo le amplificazioni dei carichi di cui prima. In altri termini, la verifica richiede che il rapporto fra l'azione ultima resistente ed l'azione sollecitante risulti maggiore o uguale a 1.

- Sono definite opere di sostegno i muri o altre strutture miste ad essi assimilabili:
- - **muri**, per i quali la funzione di sostegno è affidata al peso proprio del muro e a quello del terreno direttamente agente su di esso (ad esempio muri a gravità, muri a mensola, muri a contrafforti);
- - **strutture miste**, che esplicano la funzione di sostegno anche per effetto di trattamenti di miglioramento e per la presenza di particolari elementi di rinforzo e collegamento (ad esempio terra rinforzata, muri cellulari).

La verifica di tali opere richiede essenzialmente di prendere in considerazione i meccanismi di Stato Limite Ultimo (SLU).

Tali meccanismi sono esplicitamente richiamati ed indicati dalle norme stesse:

SLU di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU)

- Stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno
- Scorrimento sul piano di posa
- Collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno
- Ribaltamento

SLU di tipo strutturale (STR)

Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali

Le verifiche di equilibrio limite ultimo richiedono il rispetto della condizione:

$$E_d \leq R_d$$

E_d = azioni o effetto delle azioni di progetto

R_d = azioni o effetto delle azioni resistenti del sistema geotecnico

In entrambi i termini:

Le **AZIONI** si moltiplicano per il coefficienti γ_f

I **PARAMETRI GEOTECNICI** si dividono per i coefficienti γ_m

in più la **RESISTENZA GLOBALE** si divide per i coefficienti γ_r (che sono in pratica coefficienti di sicurezza globale: $R/E > \gamma_r$)

Al fine della determinazione dei valori da confrontare per la verifica SLU, i carichi vengono amplificati attraverso dei coefficienti moltiplicativi indicati gf che, possono avere valori differenti a seconda dei casi. Vengono proposte tre classi, denominate EQU, A1 e A2 di cui si riportano di seguito i valori.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_f	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

Analogamente sulle proprietà geotecniche agiscono dei fattori γ_M , questa volta riduttivi giacché divisori. Anche per essi vengono proposte due classi denominate M1 e M2 di cui si riportano di seguito i rispettivi valori

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente all'angolo di resistenza al taglio	$\tan\varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

Le verifiche devono essere effettuate impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3).

I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi

Nel primo approccio progettuale (Approccio 1) sono previste due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti

Nel secondo approccio progettuale (Approccio 2) è prevista un'unica combinazione di gruppi di coefficienti, da adottare sia nelle verifiche strutturali sia nelle verifiche geotecniche.

Infine viene introdotto un nuovo coefficiente riduttivo (che tanto assomiglia ai vecchi coefficienti di sicurezza) indicato come γ_R .

Anche per questo nuovo tipo di moltiplicare (in verità divisore) esistono più classi (ben tre, indicate R1, R2 ed R3) potendo per altro assumere valori ulteriormente differenti a seconda della verifica di riferimento come indicato nel prospetto che segue.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$
Scomiamento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$

Con tali coefficienti si procede alle verifiche allo stato limite ultimo secondo le seguenti combinazioni

VERIFICA	COMBINAZIONE
Stabilita' complesso muro/terreno	$A2+M2+R2$
Scorrimento	$A1+M1+R1$ $A2+M2+R2$ <i>Oppure</i> $A1+M1+R3$
Ribaltamento	$EQU+M2+R1$
Collasso per carico limite in fondazione	$A1+M1+R1$ $A2+M2+R2$ <i>Oppure</i> $A1+M1+R3$

Verifiche statiche: Approccio 1

- Stabilità Globale $FS > 1.1$; Scorrimento e Portanza della fondazione $FS > 1$

Approccio 1: Combinazione 2 ($M2+A2+R2$)

- Scorrimento e Portanza della fondazione $FS > 1$

Approccio 1: Combinazione 1 ($M1+A1+R1$) *(secondo la circolare interpretativa del NNTC 2008 questa verifica potrebbe anche non essere fatta)*

- Ribaltamento $FS > 1$

Combinazione di carico ($M2+EQU+R1$)

- Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali (Es. Scorrimento Interno tra gabbione e gabbione). Per le verifiche degli elementi strutturali il coefficiente g_R non deve essere tenuto in conto e quindi $FS > 1$

Approccio 1: Combinazione 1 ($M1+A1+R1$)

- *Stabilità interna TR Approccio 1: Combinazione 2 ($M2+A2+R2$)*

Verifiche sismiche: Approccio 1

Stabilità Globale $FS > 1.0$; Scorrimento $FS > 1.0$ e Portanza della fondazione $FS > 1.0$ Ribaltamento $FS > 1$

Approccio 1: Combinazione 2 ($M2+R1 - +kh/+kv$)
 Combinazione 2 ($M2+R1 - +kh/-kv$)

Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali (Scorrimento Interno tra gabbione e gabbione).

Per le verifiche degli elementi strutturali il coefficiente g_R non deve essere tenuto in conto e quindi $FS > 1$

Approccio 1: Combinazione 1 di carico ($M1+R1 - +kh/-kv$)

Verifiche interne TR Approccio 1: Combinazione 2 ($M2+R2 - +kh/+kv$)
Combinazione 2 ($M2+R2 - +kh/-kv$)

In pratica le verifiche sismiche si devono eseguire applicando i soli fattori riduttivi dei parametri geotecnici ($M2$) e Verificando coefficienti di sicurezza di stabilità globale ($R1$) pari a 1.0, ribaltamento pari a 1, capacità portante pari a 1.0 e scorrimento pari a 1.0.

MAC.STA.R.S. W

E' il primo software concepito per la progettazione di strutture in terra rinforzata e Gabbioni ed analisi di stabilità dei pendii, che oltre a compiere analisi in condizioni di equilibrio limite con metodo rigido, implementa il metodo degli spostamenti.

CARATTERISTICHE DI MAC.STA.R.S W

- stratigrafie qualunque
- presenza d'acqua
- accelerazioni sismiche
- sovraccarichi
- tiranti
- rinforzi di ogni tipo e rigidezza
- stabilità interna
- stato tensionale indotto nei rinforzi
- verifica di stabilità come opera di sostegno
- stabilità globale
- cedimenti del terreno di fondazione

CONSULENTI

Prof. Ghionna (Politecnico di Torino)
Studio Geotecnico Italiano
Prof. Bathrust (Canada)

MACCAFERRI

Combinazione di carico

Lista Combinazioni

- A1 + M1 + R1
- A1 + M1 + R3
- A2 + M2 + R2**
- EQU + M2 + Kh±Kv
- EQU + M2 + R1
- M1+R1+ Kh±Kv
- M2+R2+ Kh±Kv
- M2+R3+ Kh±Kv

Configurazione carichi distribuiti

Sigla: P1

OK

descrizione:

Nuovo

Elimina

Rinomina

Annulla

?

Intensità [KPa]

20

Inclinazione [°]

-10

Estensione [m]:

Da:

20.1

A:

21.9

Classe Moltiplicatore

Permanente - favorevole

Permanente - sfavorevole

Permanente non strutturale - favorevole

Permanente non strutturale - sfavorevole

Variable - favorevole

Variable - sfavorevole

Configurazione terreno

Sigla: T1

OK

descrizione:

Terreno di Base

Nuovo

Elimina

Rinomina

Annulla

?

Parametri elastici per calcolo cedimenti

Colore

Coesione [KPa]:

20

Angolo d'attrito [°]

24

Ru

0

Classe Moltiplicatore per attrito

Coef. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Peso specifico [KN/m³]

Saturo

19

Secco

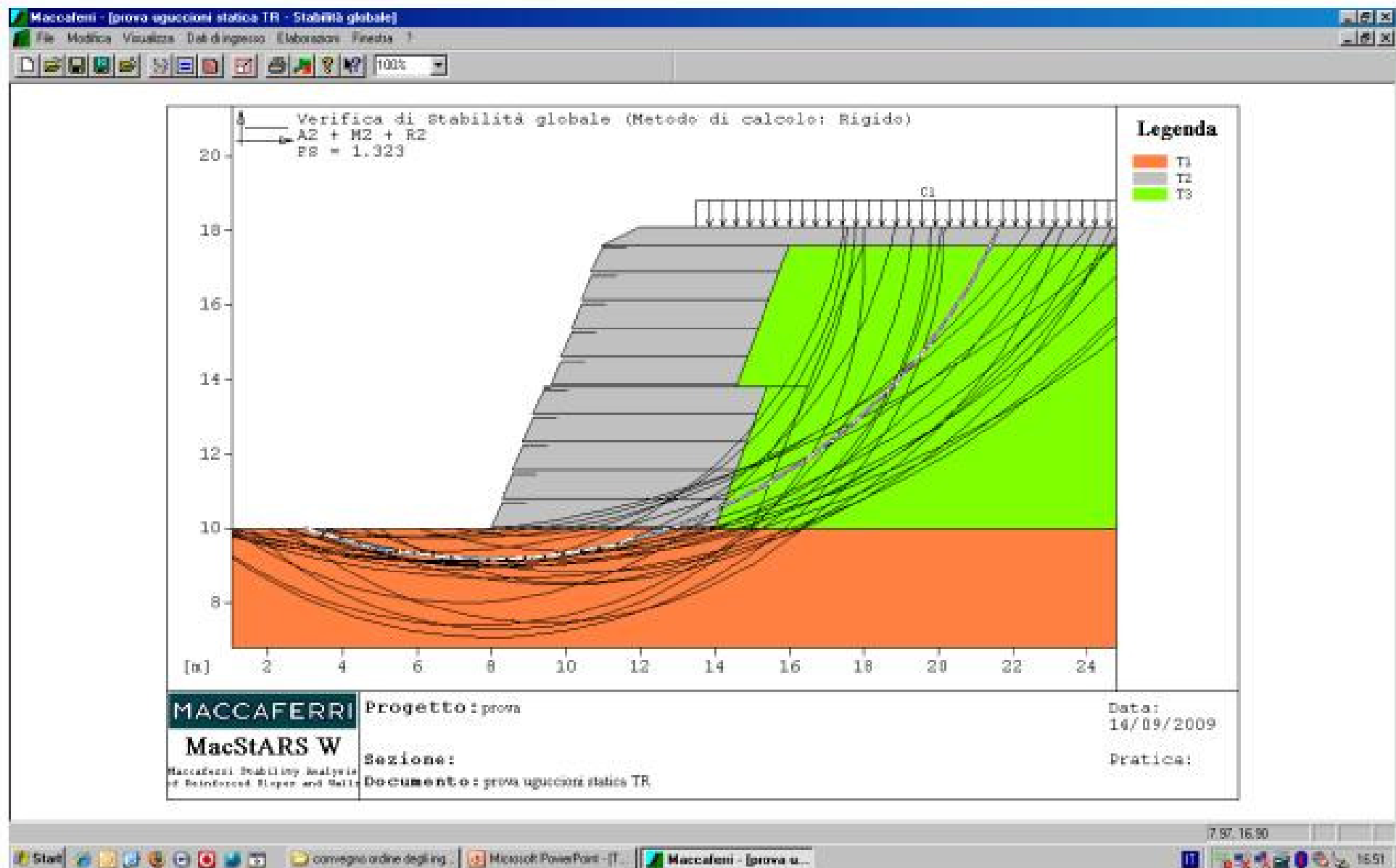
18

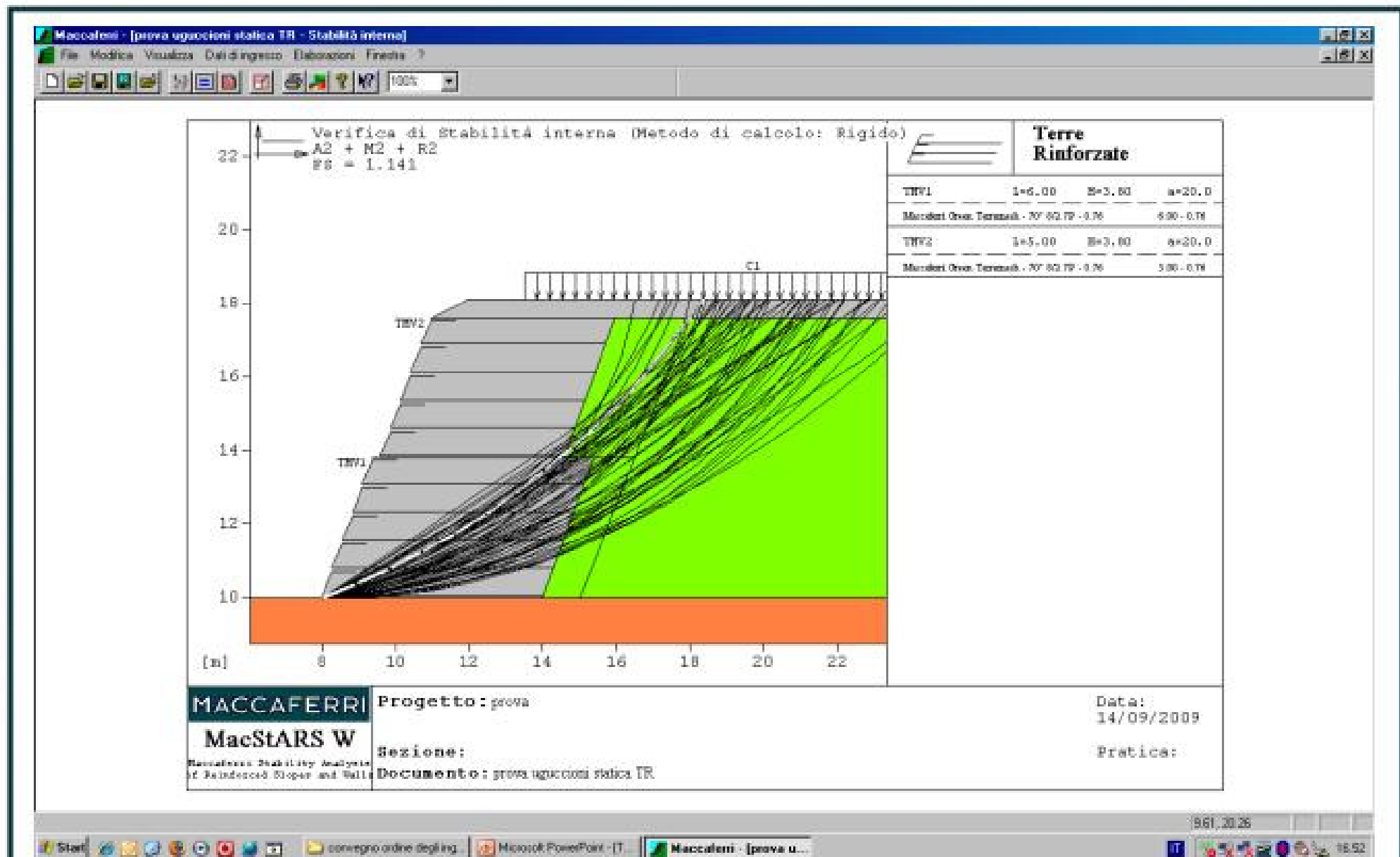
Classe Moltiplicatore

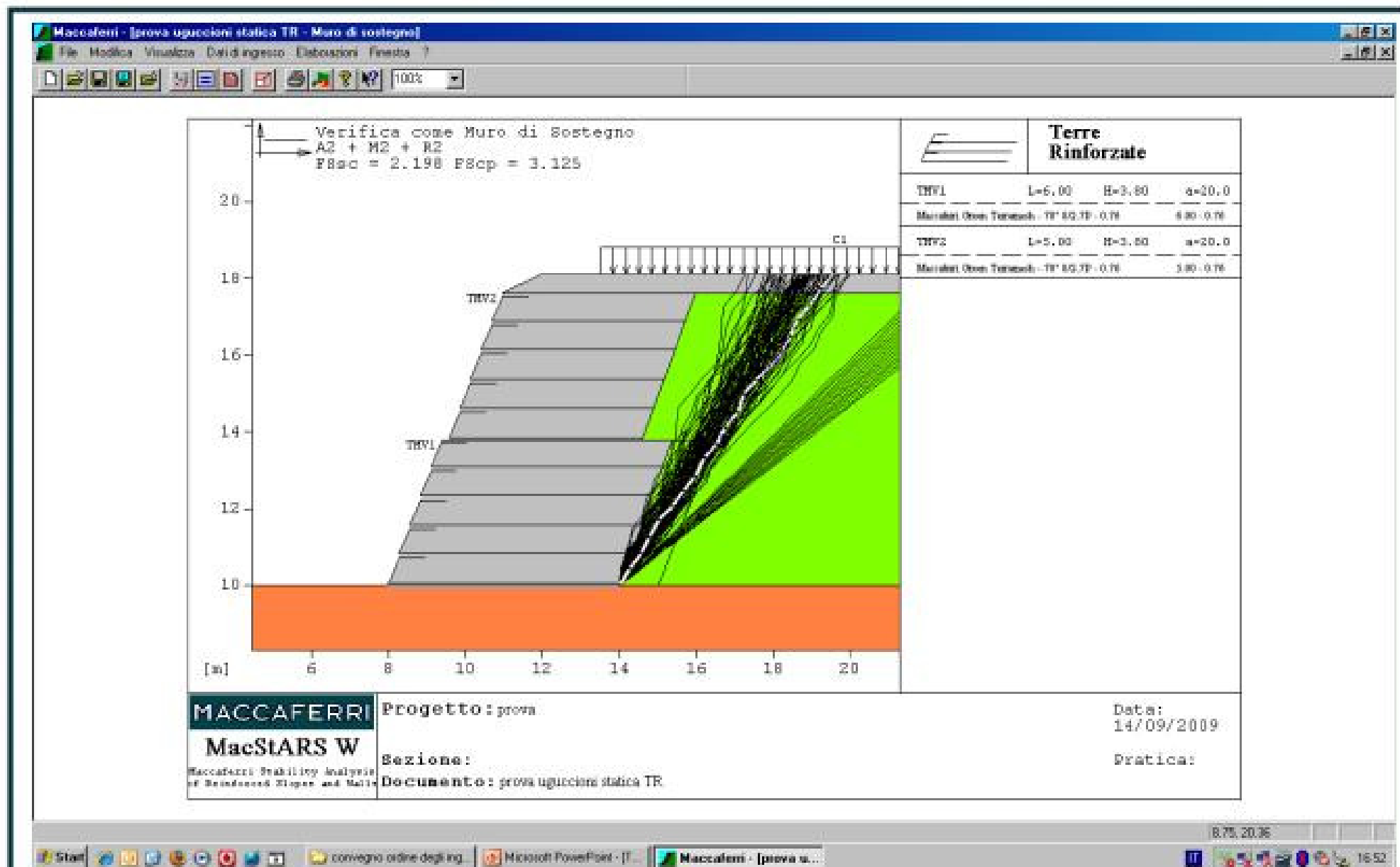
Coef. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole

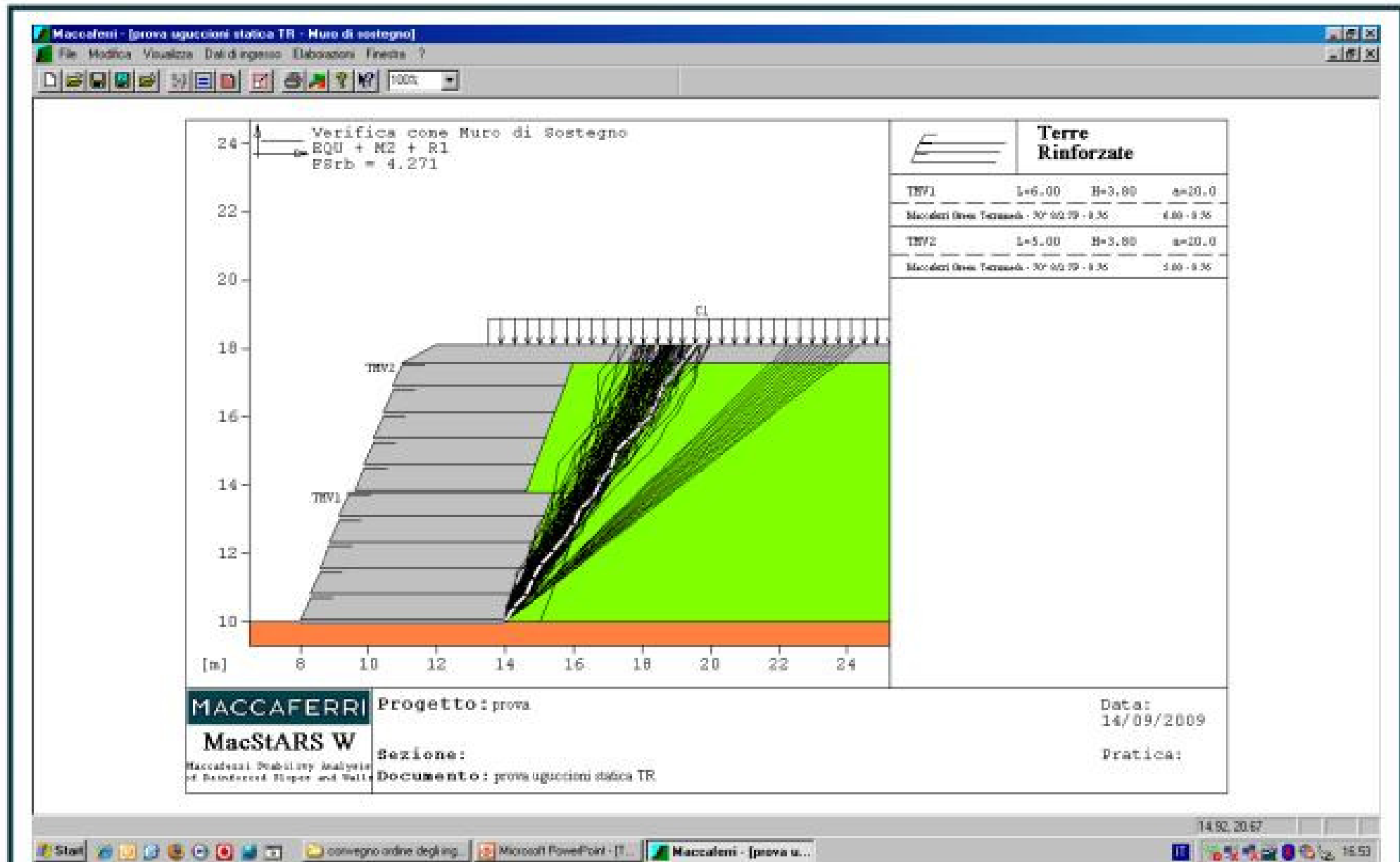
Coef. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

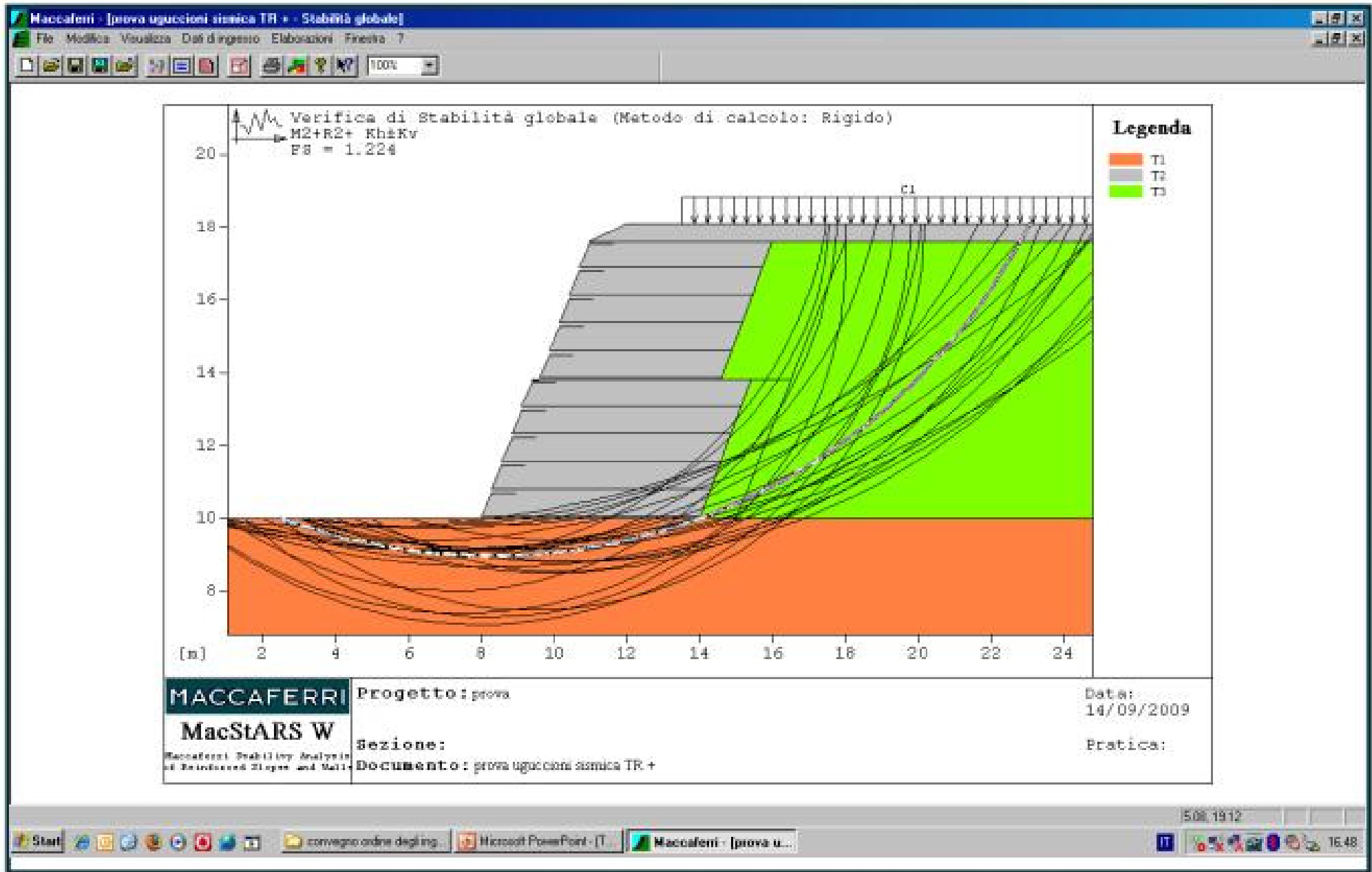
Coef. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole

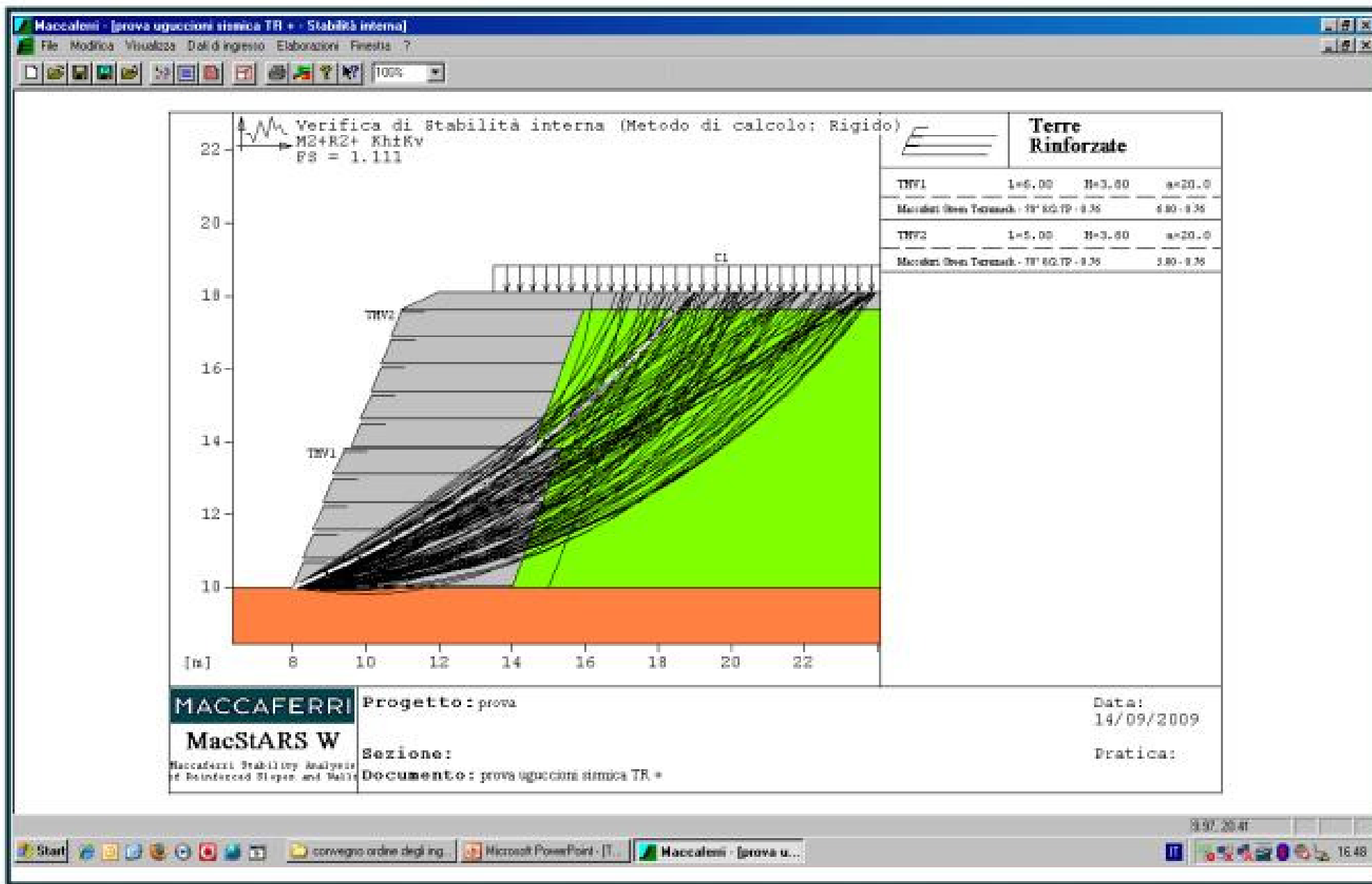


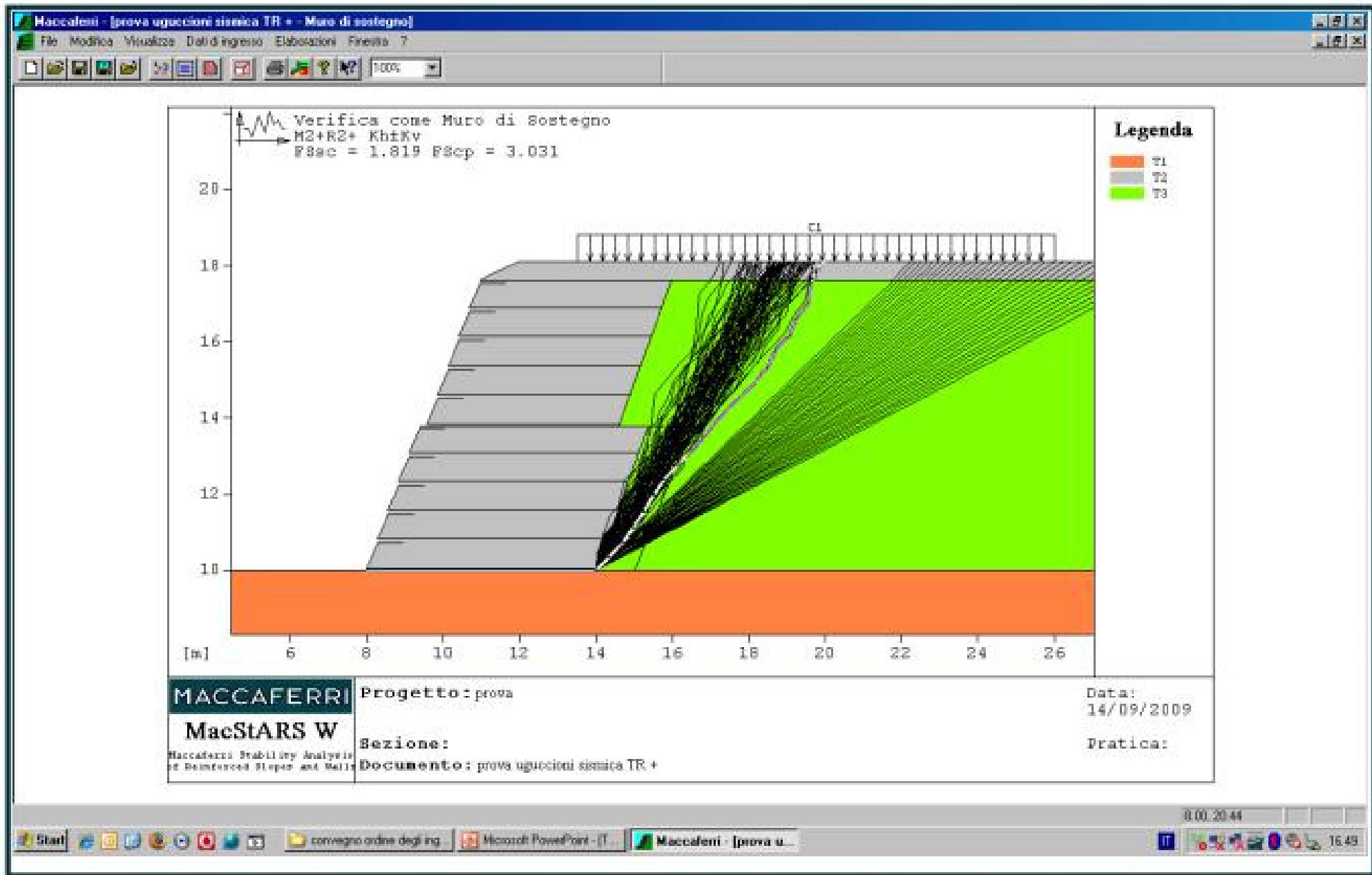


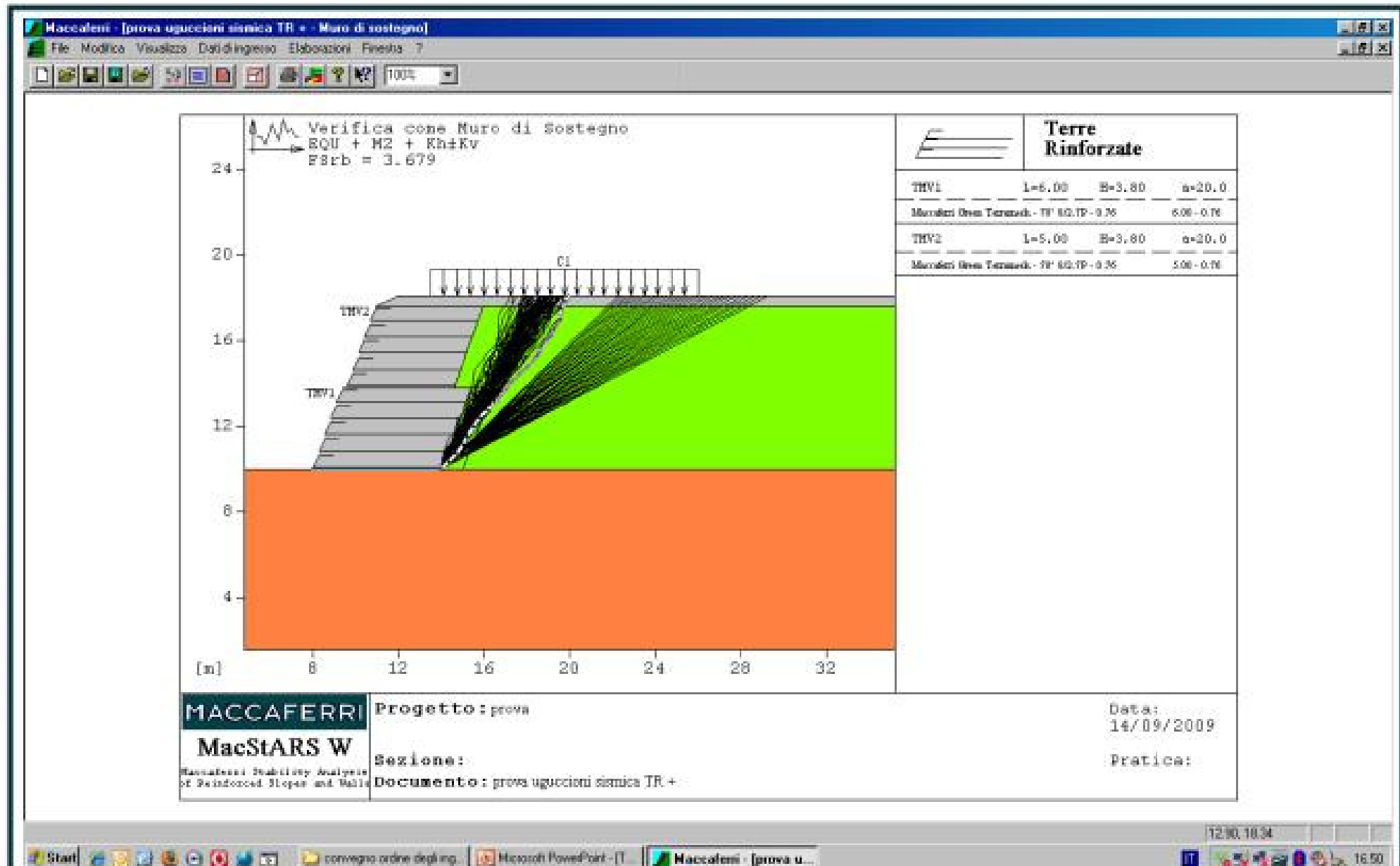








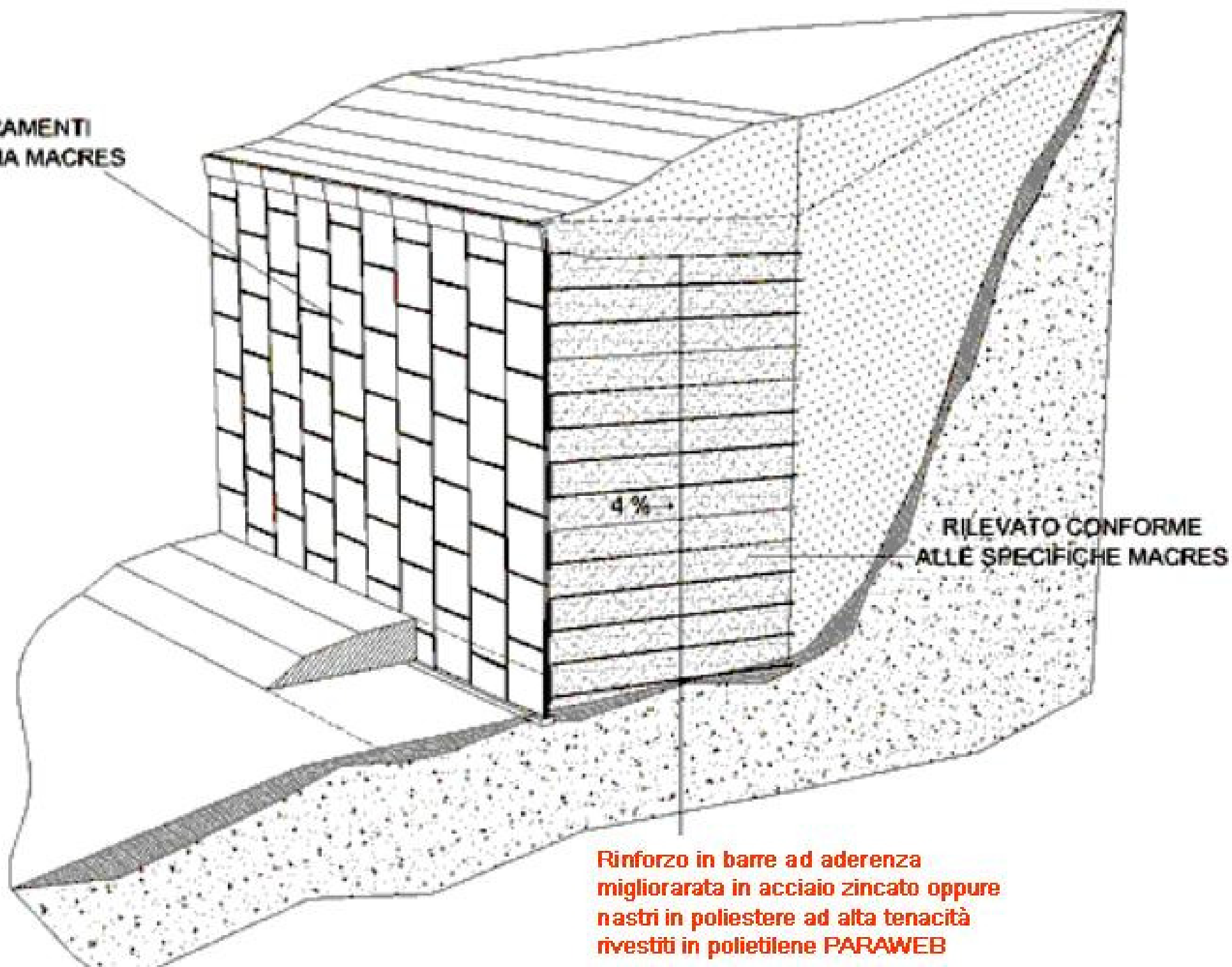




Esempi di utilizzo delle Terre Rinforzate

- In campo stradale e ferroviario come opere di sostegno
- In campo idraulico come sistemazioni longitudinali
- In campo Paramassi come rilevati paramassi
- In campo acustico come barriere antirumore
- In campi particolari come barriere antisvio
- In campo architettonico

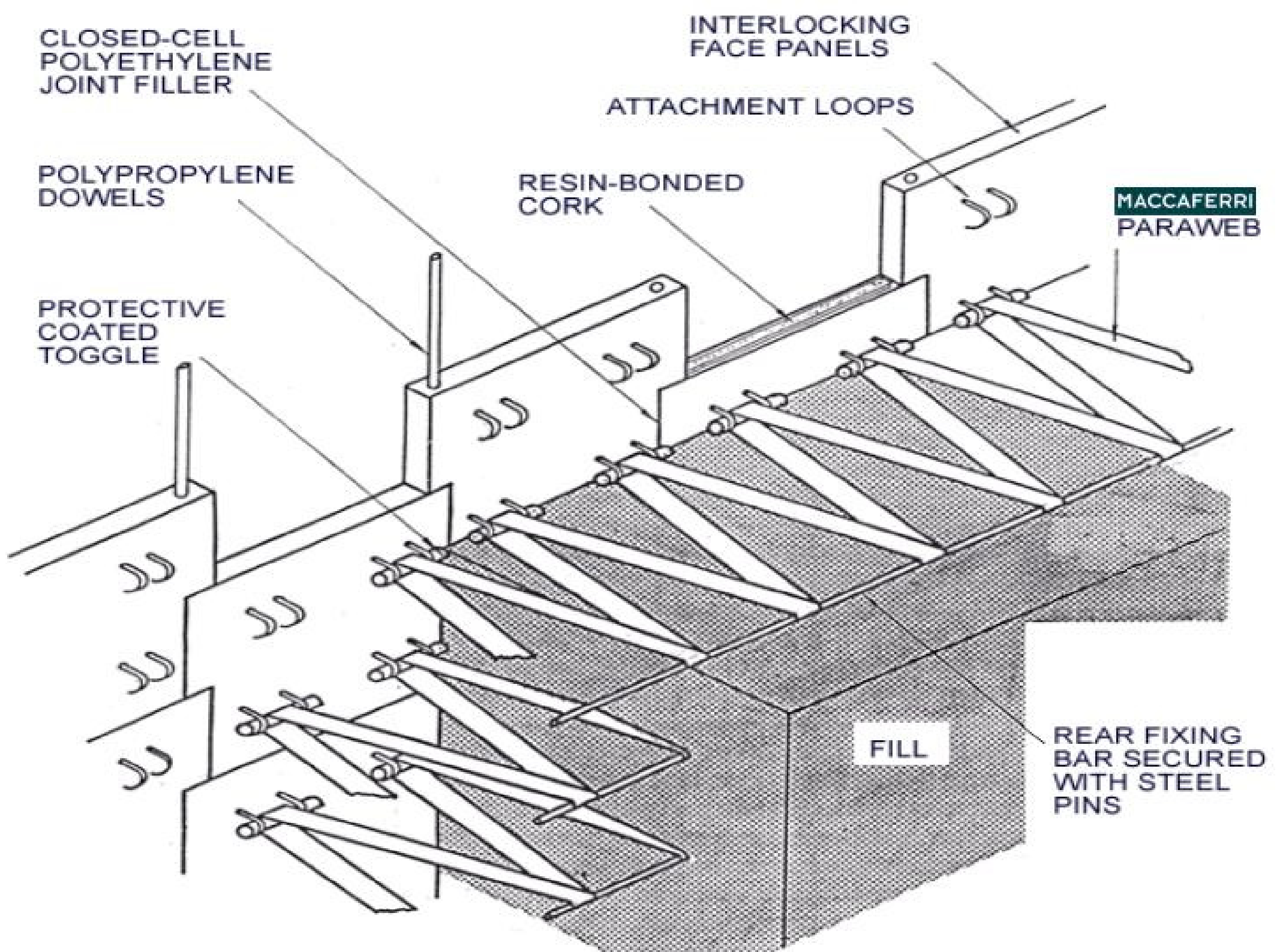
PARAMENTI
SISTEMA MACRES

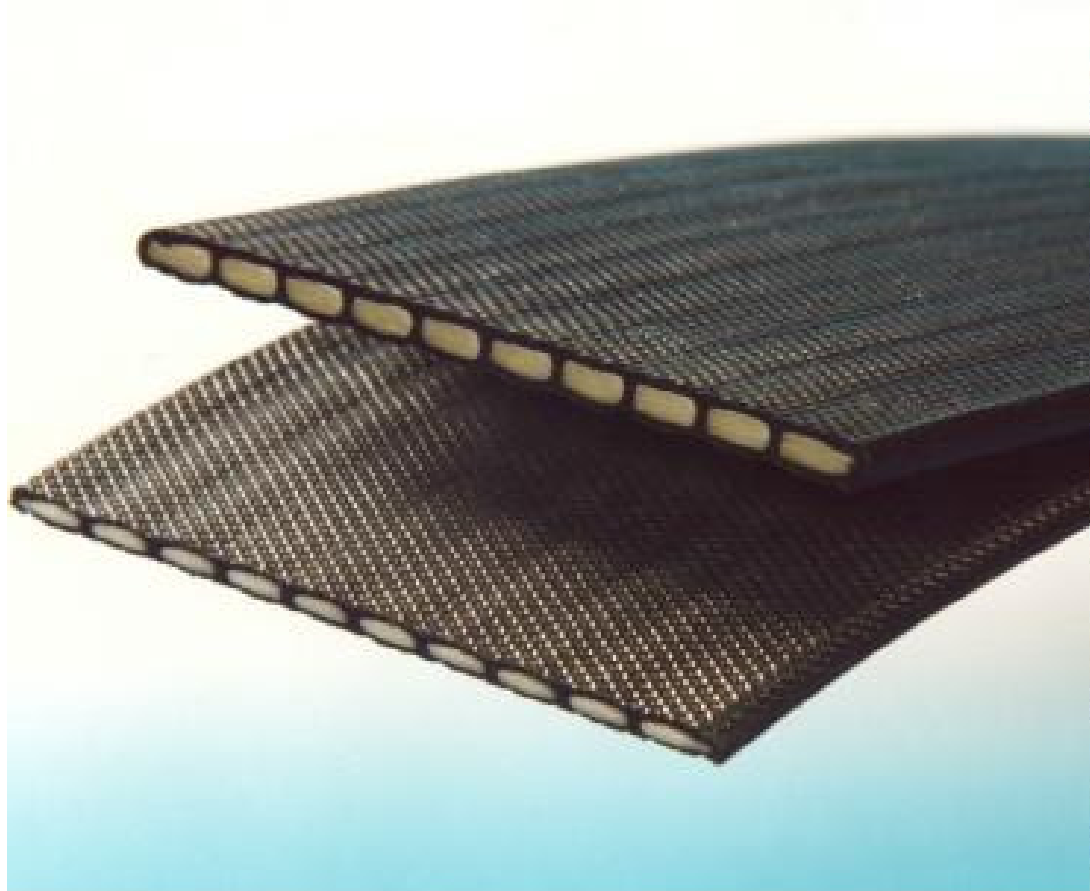


RILEVATO CONFORME
ALLE SPECIFICHE MACRES

Rinforzo in barre ad aderenza
migliorata in acciaio zincato oppure
nastri in poliestere ad alta tenacità
rivestiti in polietilene PARAWEB







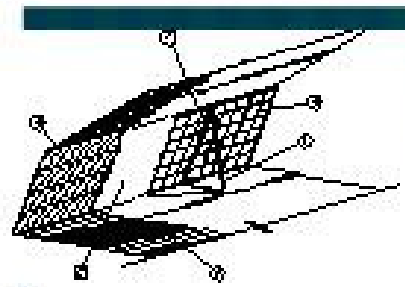




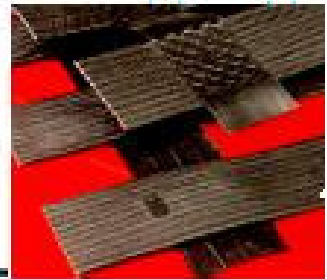
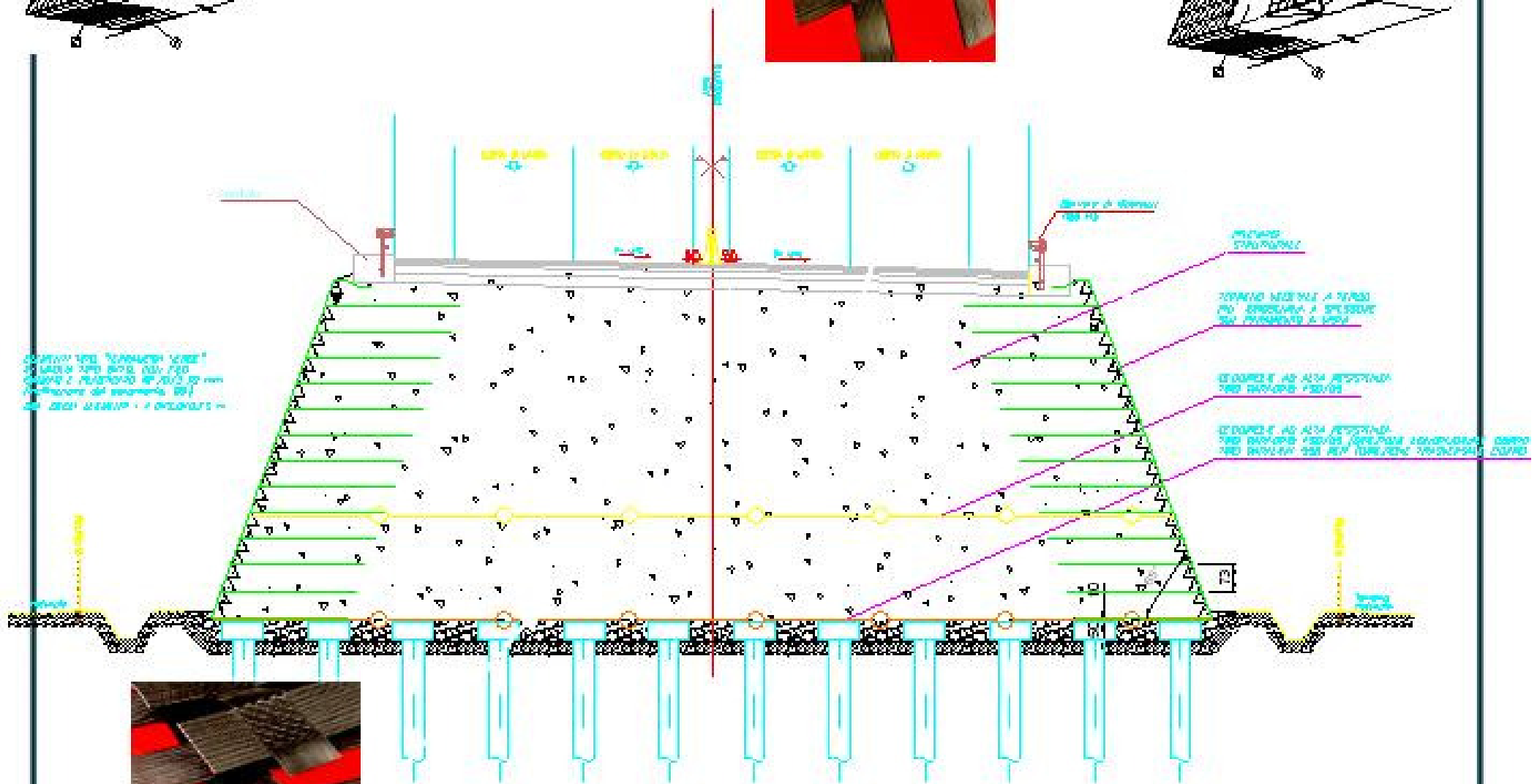
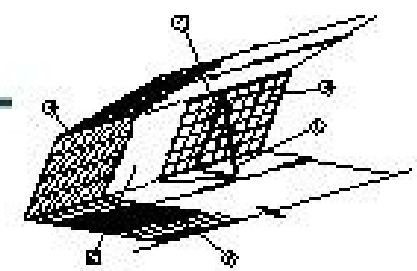








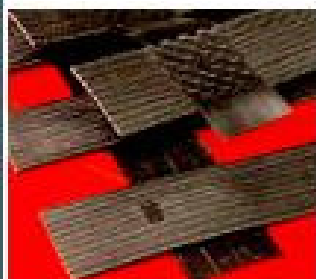
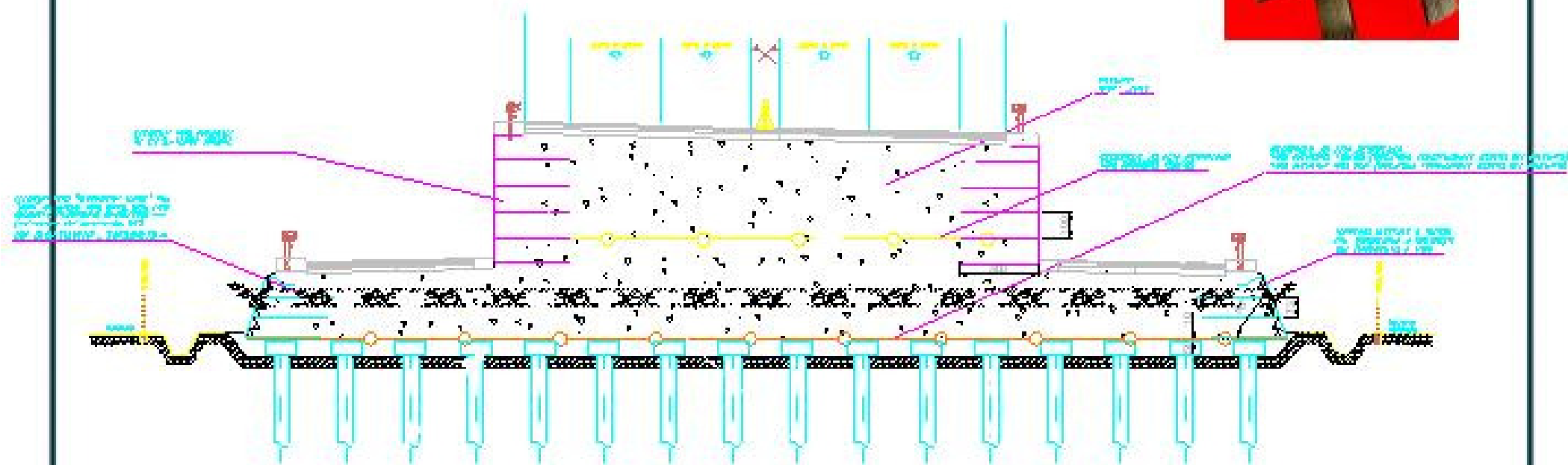
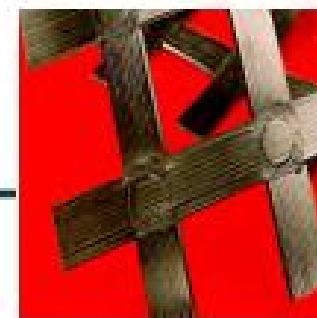
FERRI



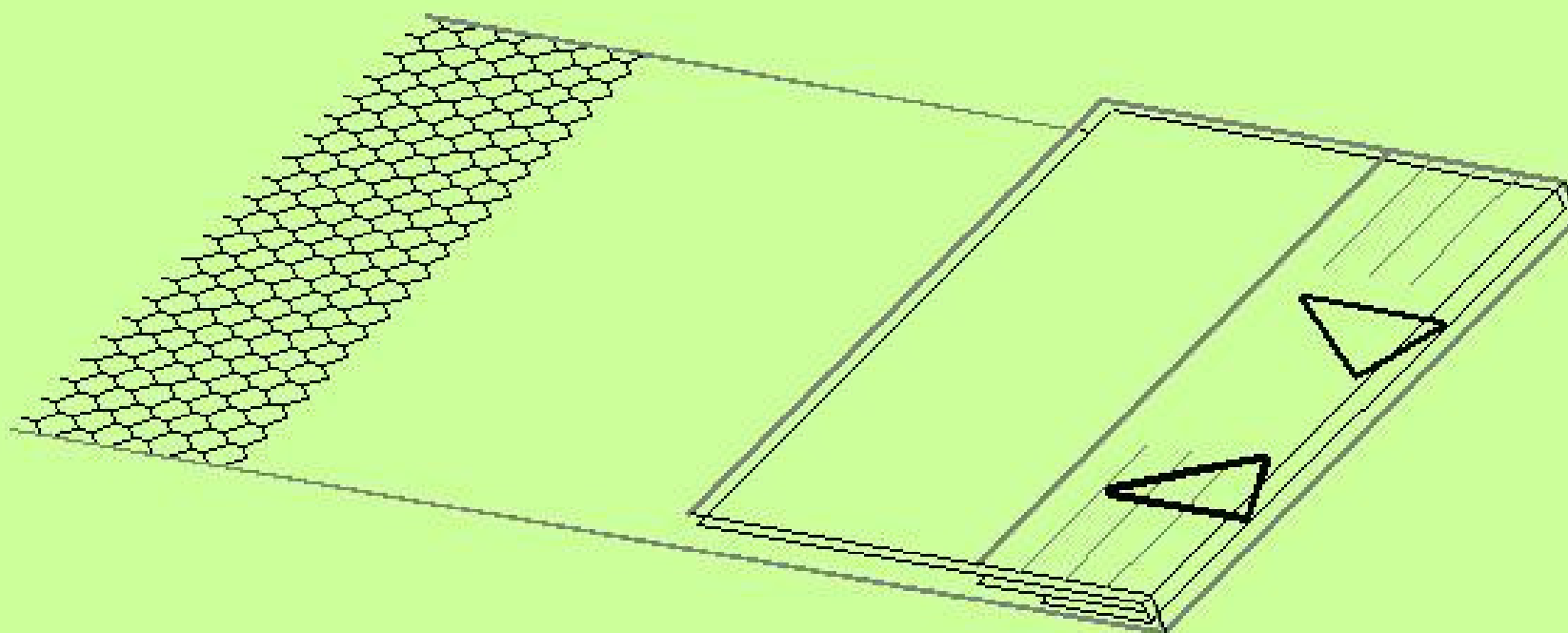
case history: FORLI
 Serravallo and the others

MACCAFERRI

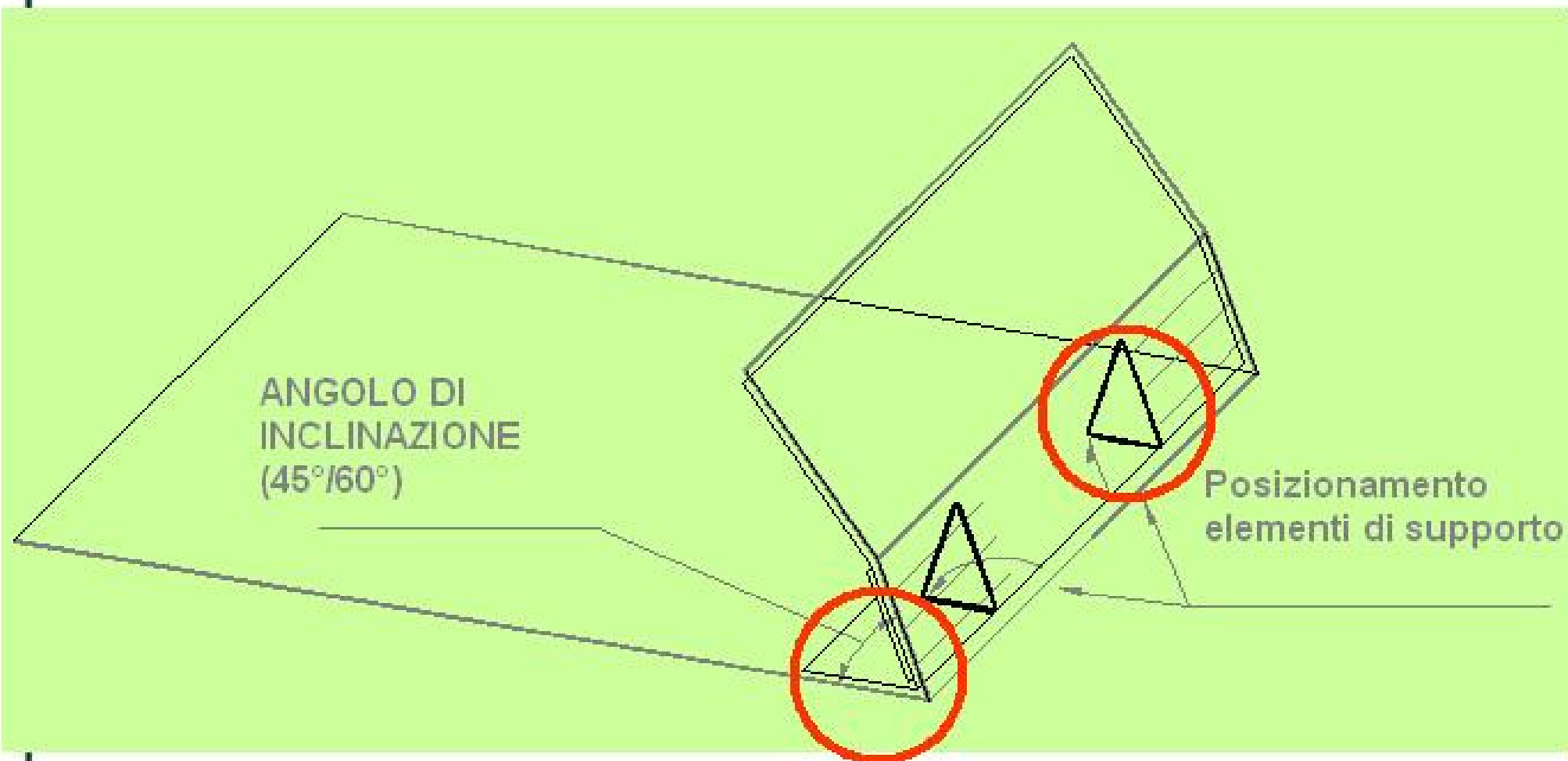
case history FORLI
sezione tipo dell'intercavo



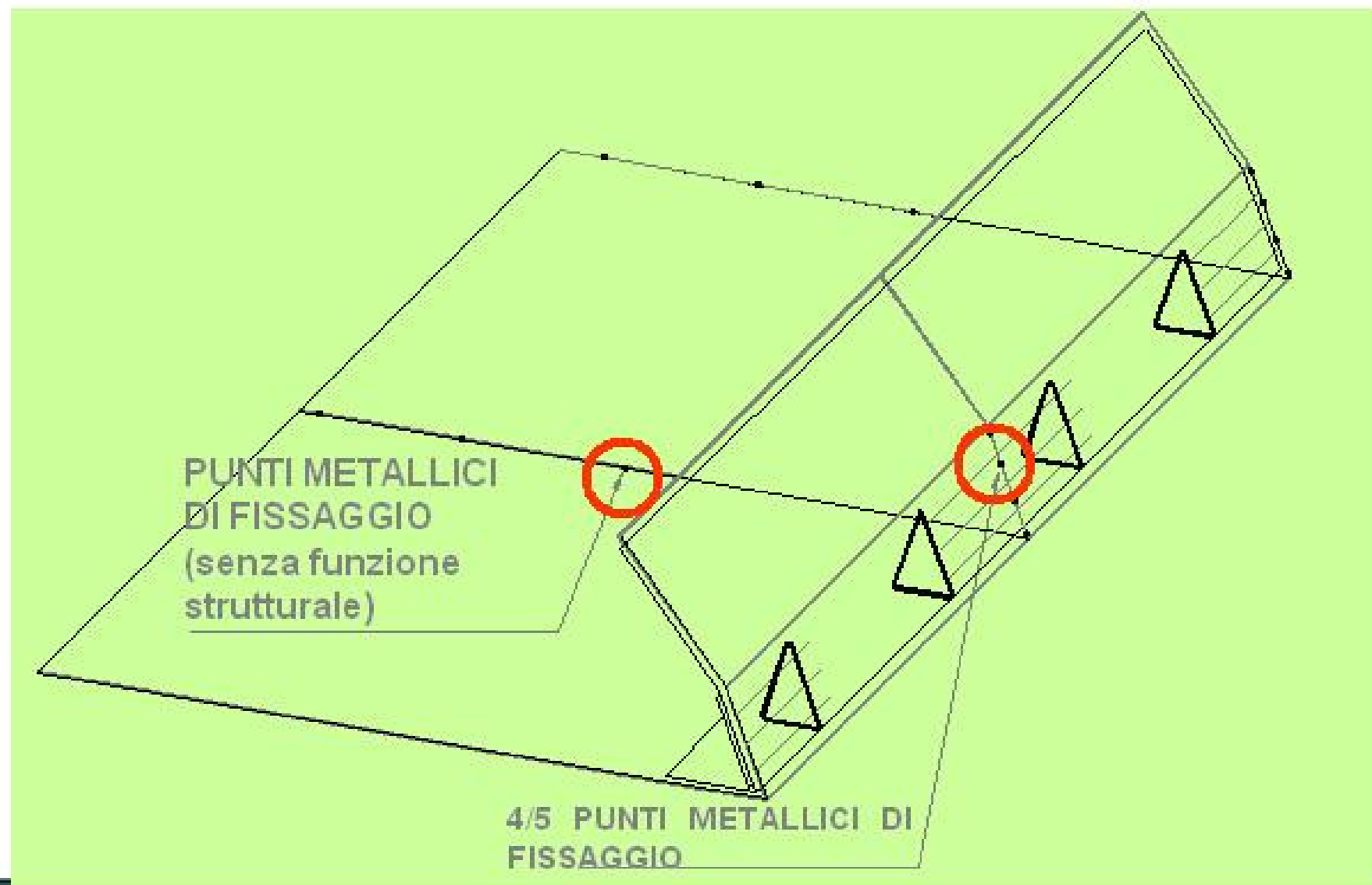
1-POSA DEL SINGOLO ELEMENTO



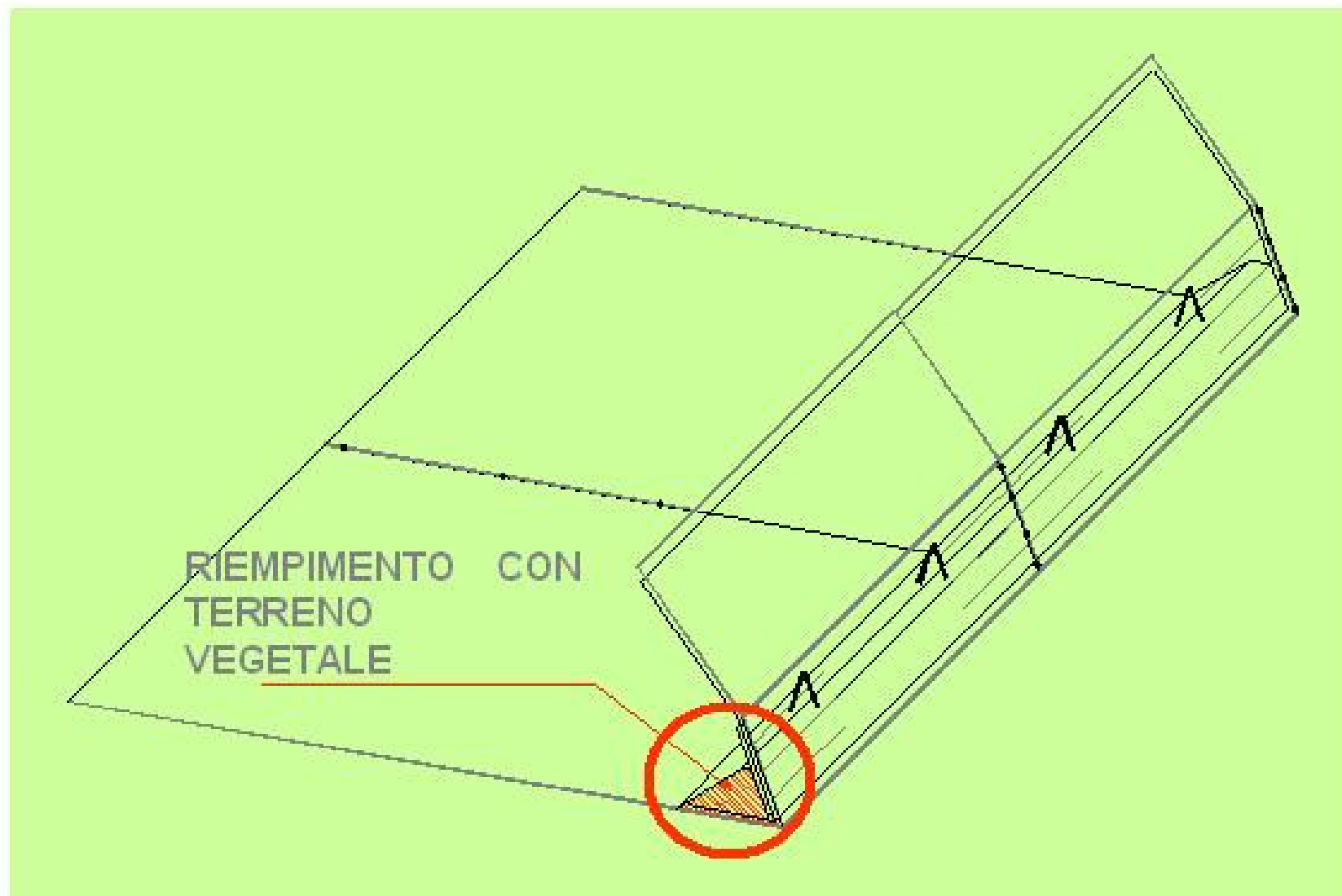
2- MESSA IN SAGOMA



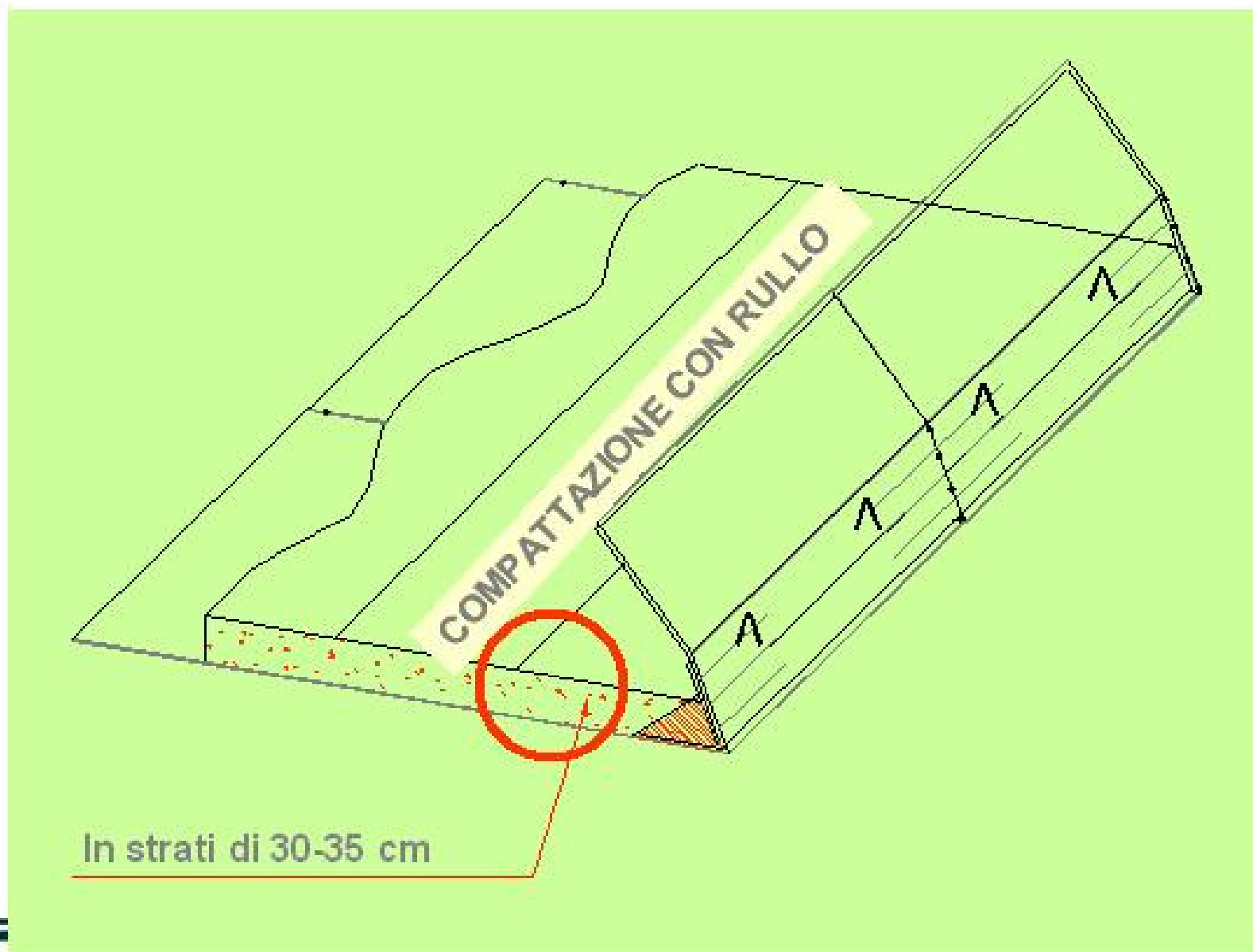
3- COLLEGAMENTO CON PUNTI METALLICI AGLI ELEMENTI ADIACENTI



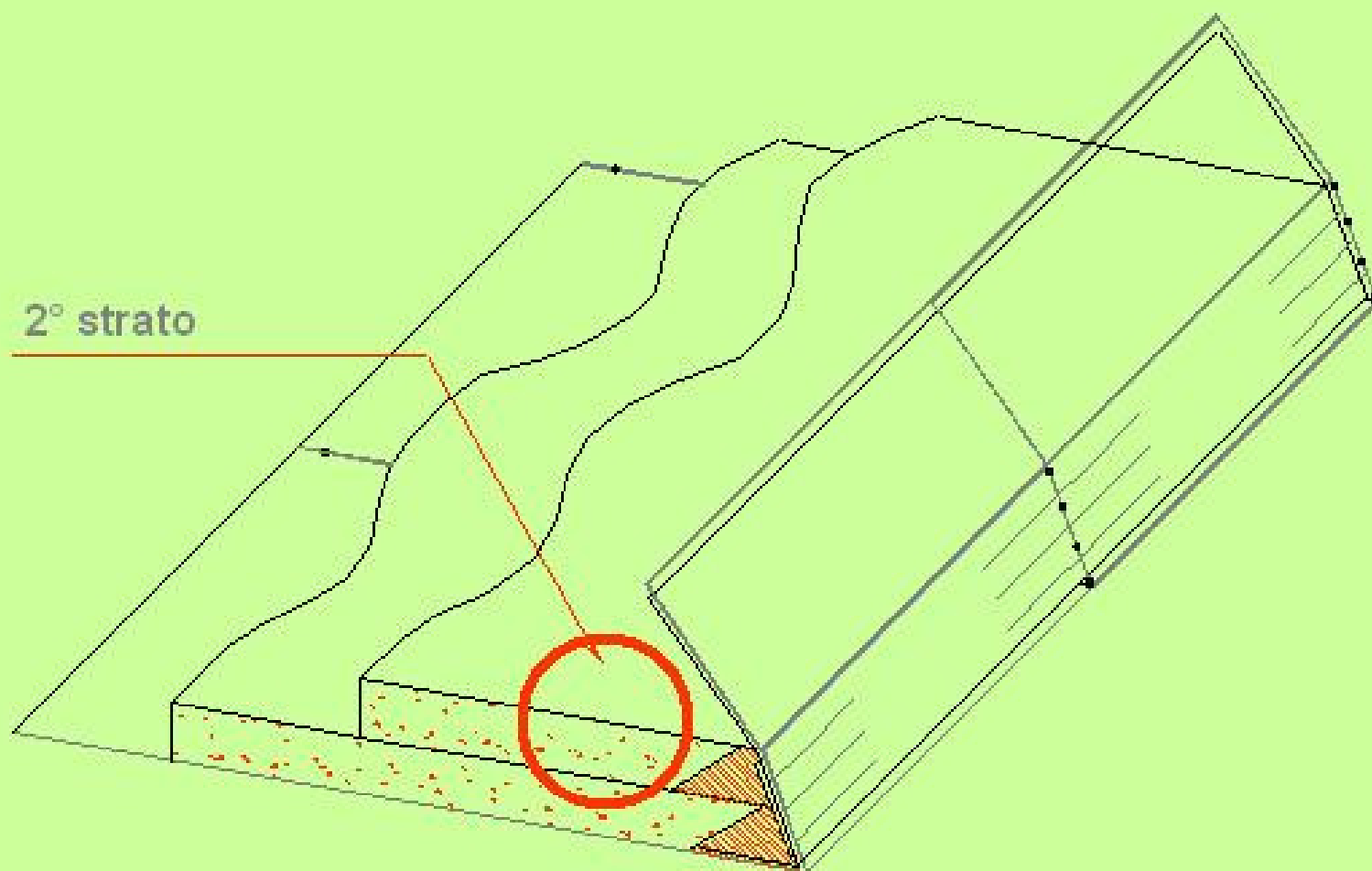
4- RIEMPIMENTO CON TERRENO VEGETALE



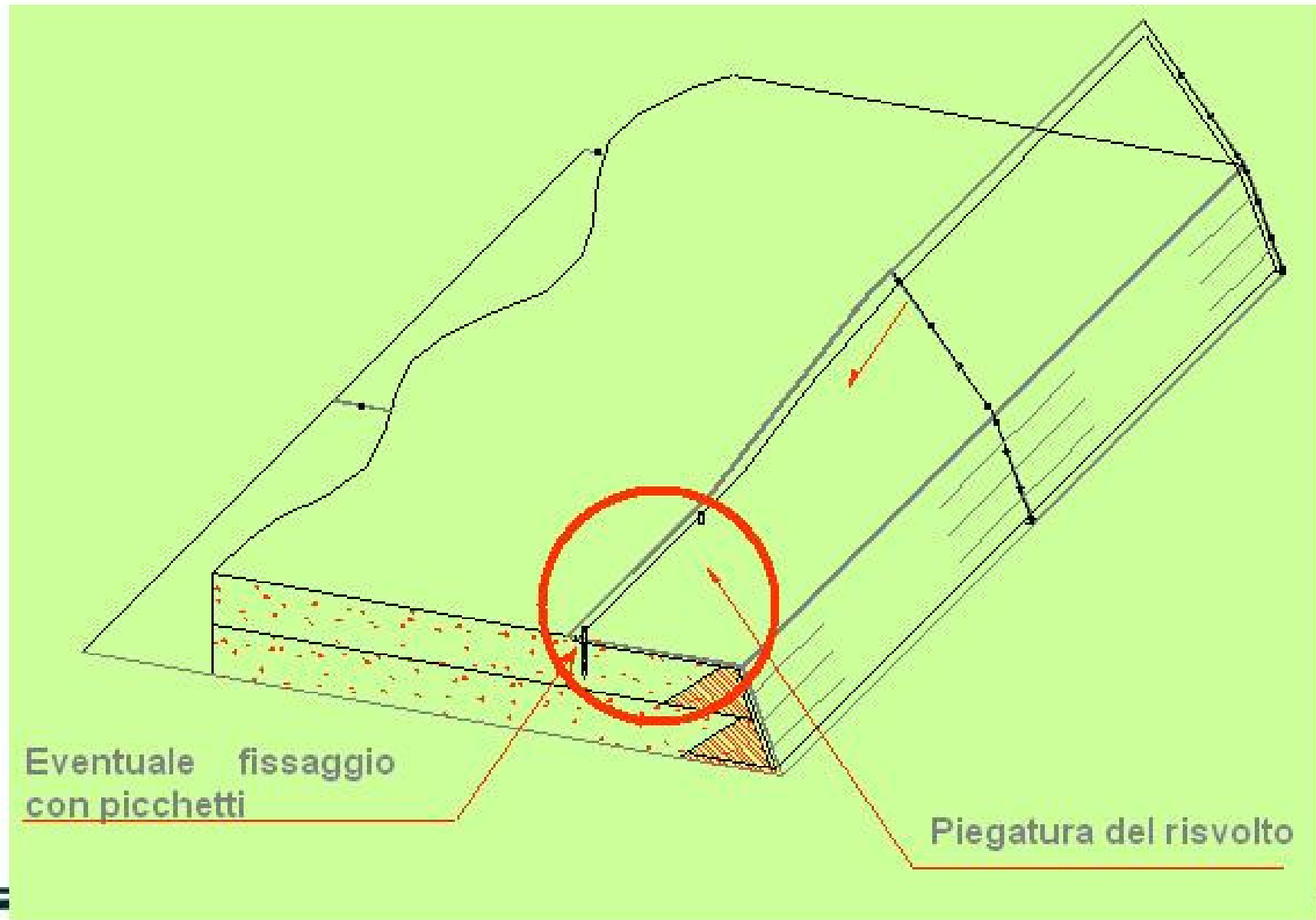
5- RIEMPIMENTO E COMPATTAZIONE DEL PRIMO STRATO



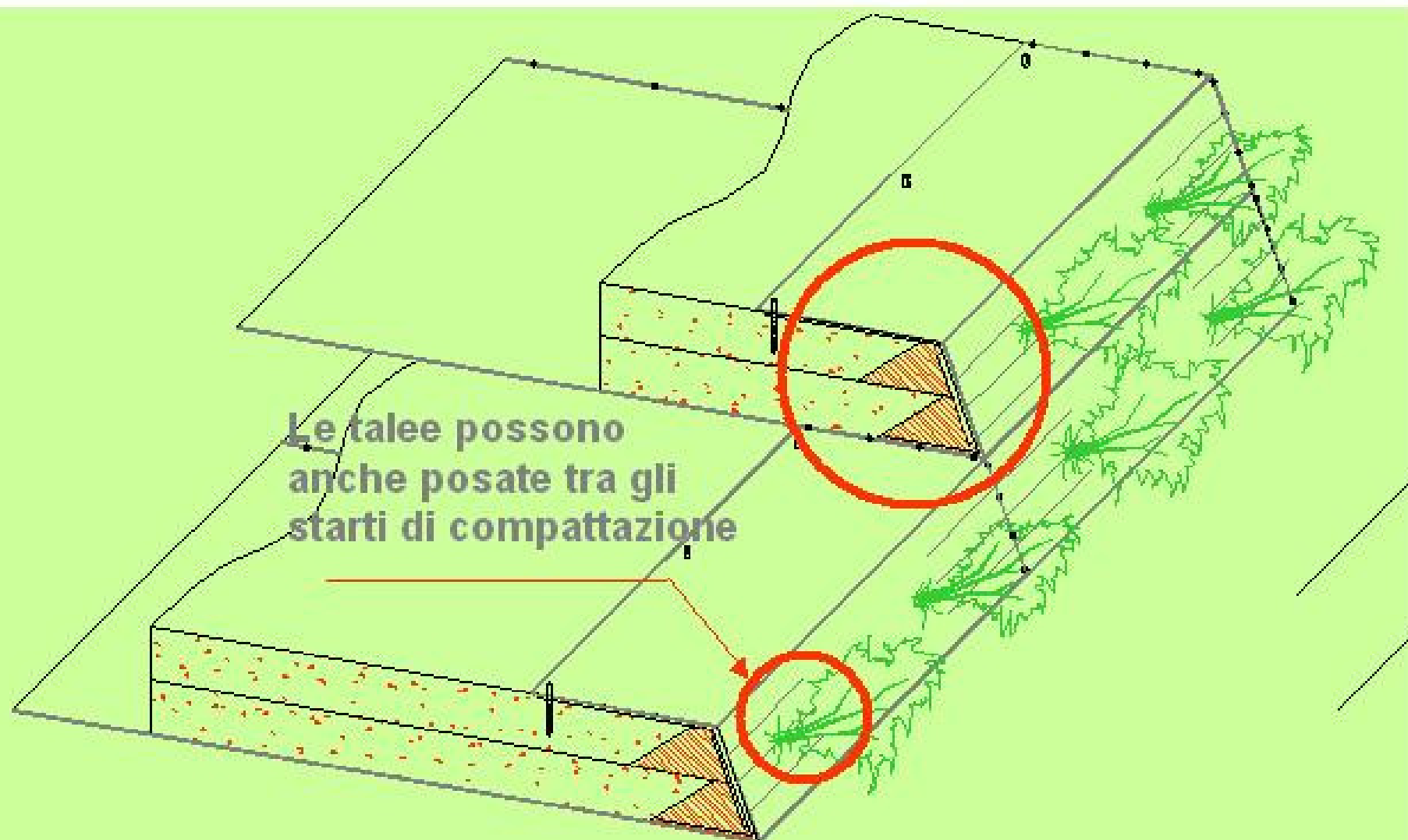
6- RIEMPIMENTO E COMPATTAZIONE DEL SECONDO STRATO



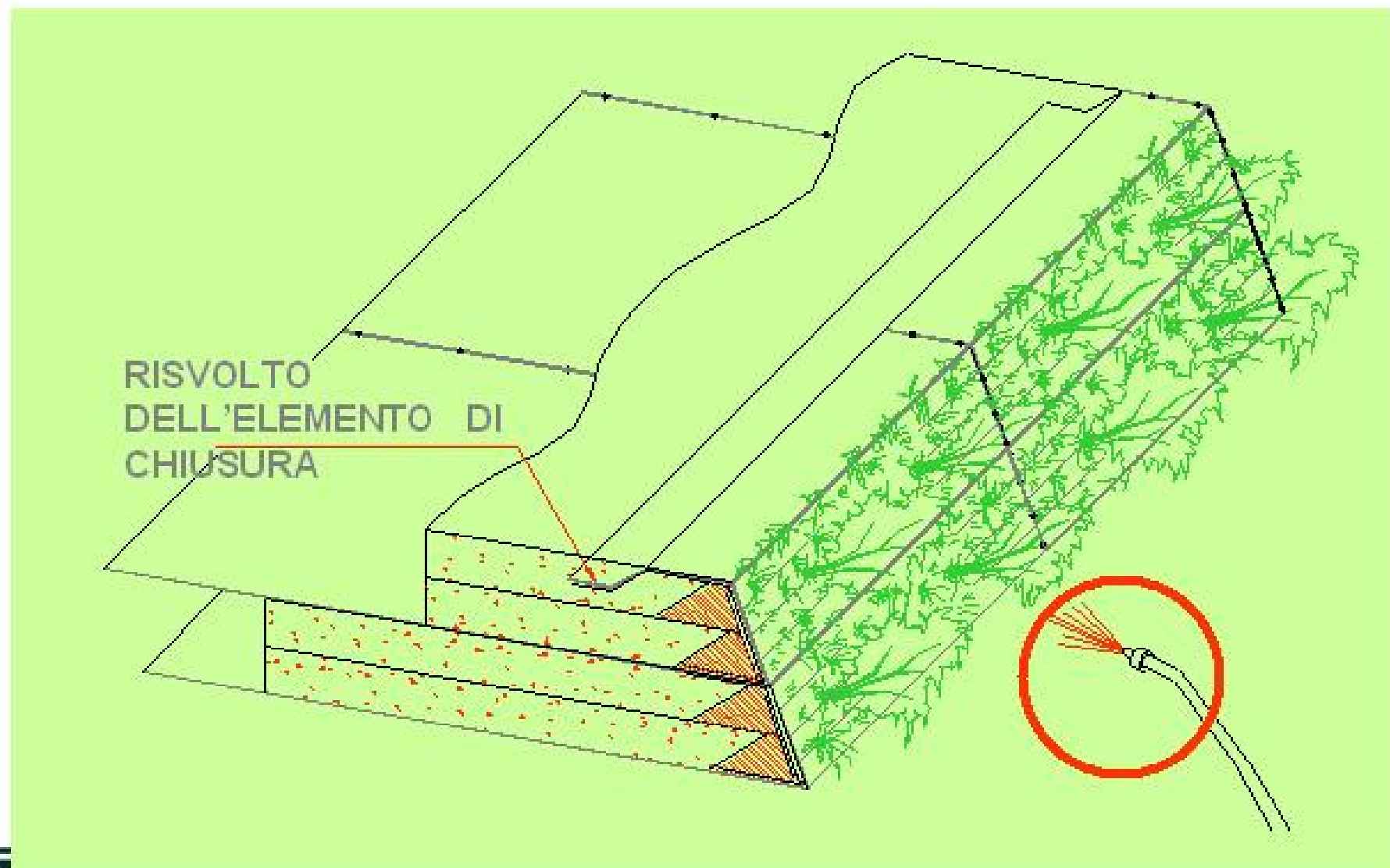
7- PIEGATURA E FISSAGGIO DEL RISVOLTO



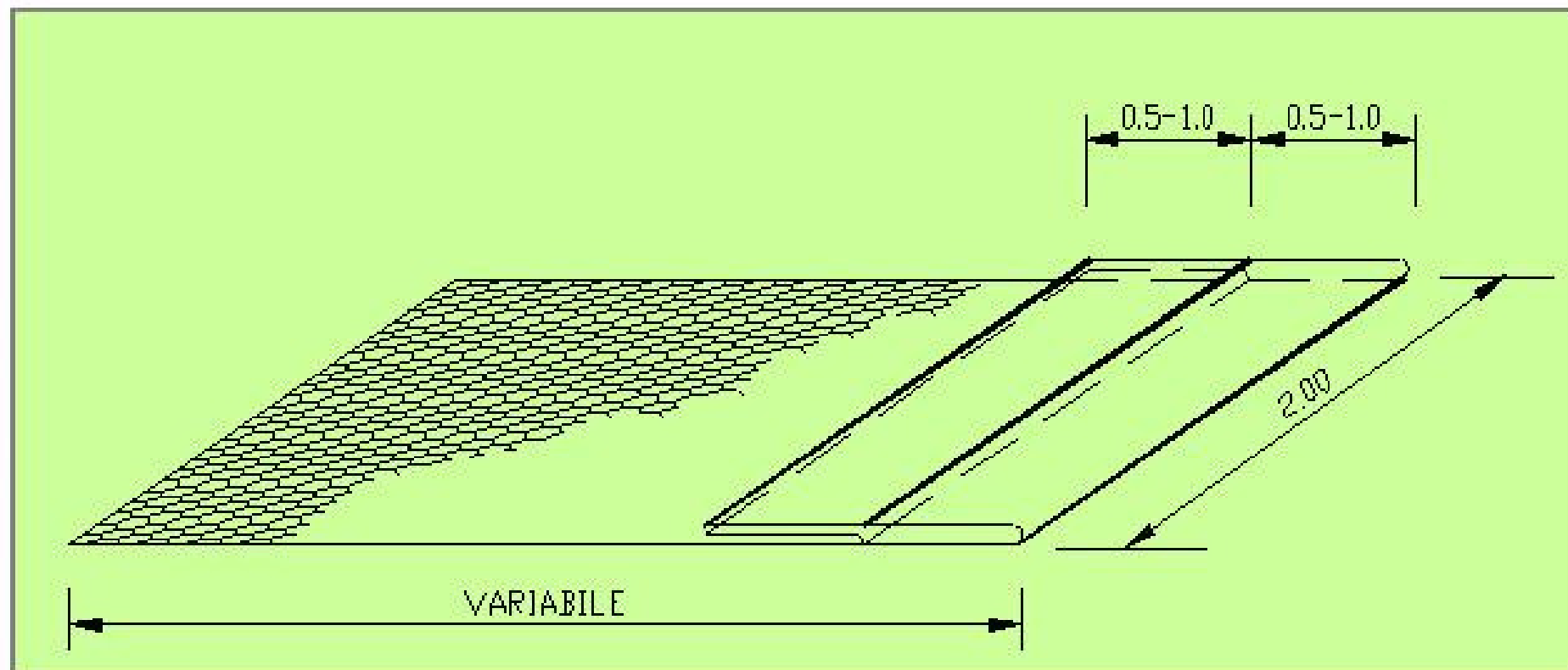
8- INSTALLAZIONE DEGLI ELEMENTI SUPERIORI ED EVENTUALE INSERIMENTO DI TALEE



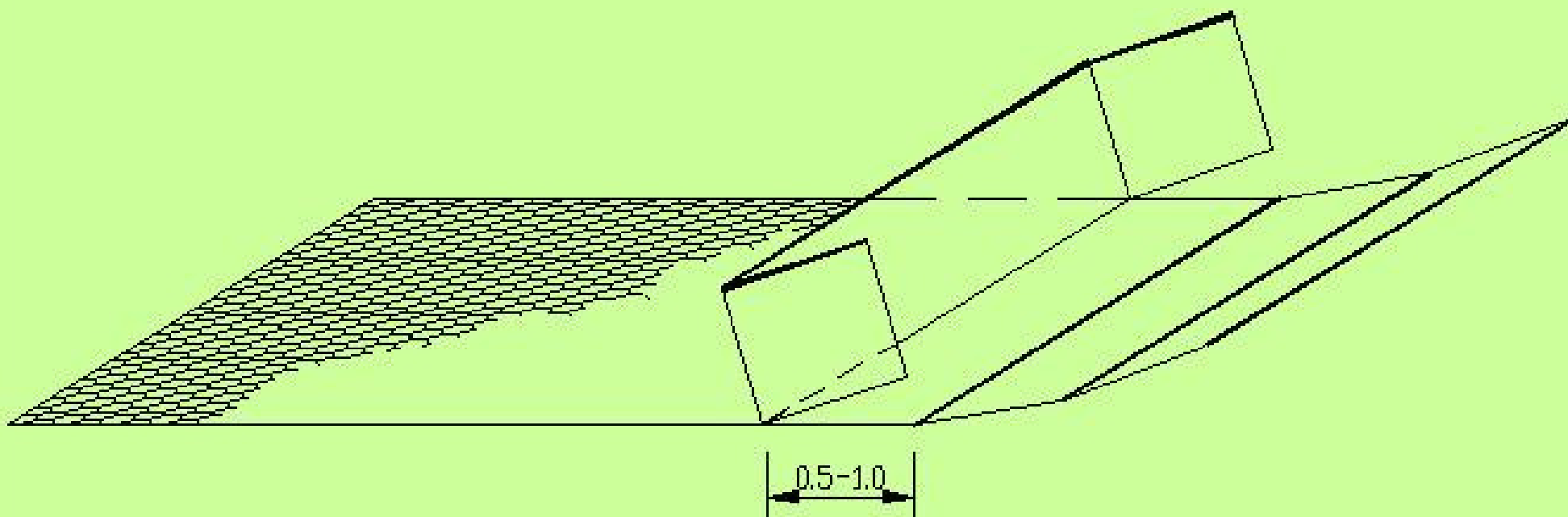
9- IDROSEMINA A SPESSORE CON ADEGUATA MISCELA DI SEMENTI



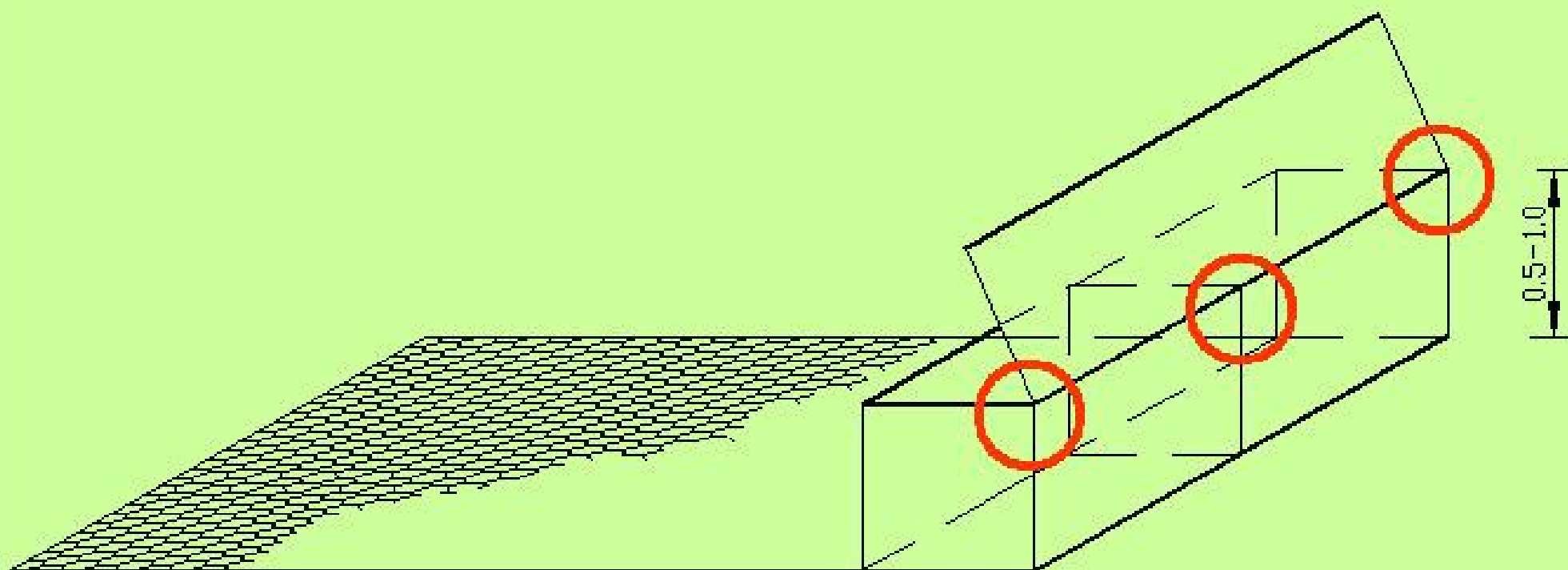
1- IL SINGOLO ELEMENTO PIEGATO E PRONTO PER L'ASSEMBLAGGIO



2- POSIZIONAMENTO DELL'ELEMENTO, E APERTURA LUNGO LE LINEE DI PIEGA



3- FISSAGGIO DEI DIAFRAMMI CON PUNTI METALLICI

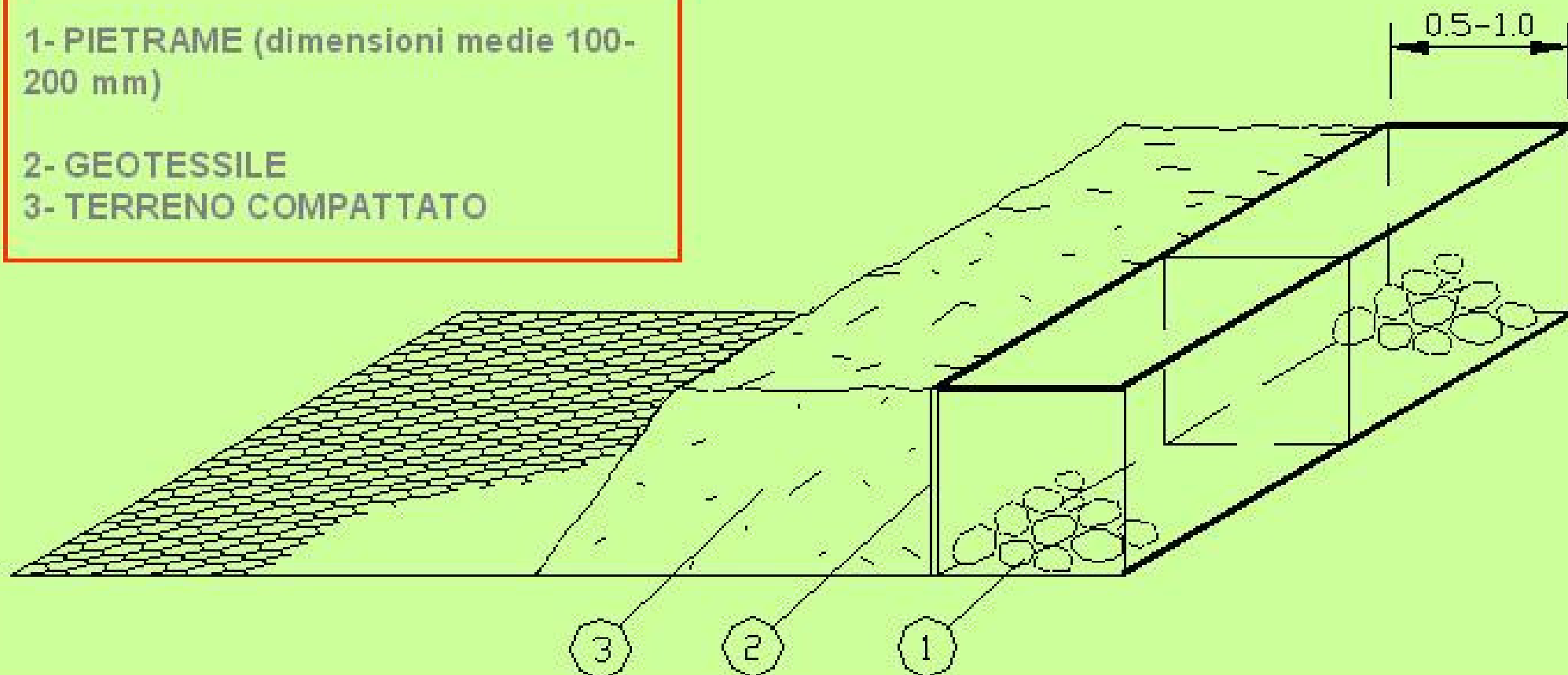


4- RIEMPIMENTO DEL PARAMENTO IN GABBIONI, CHIUSURA E FISSAGGIO DEL COPERCHIO, POSIZIONAMENTO DEL GEOTESSILE E RIEMPIMENTO

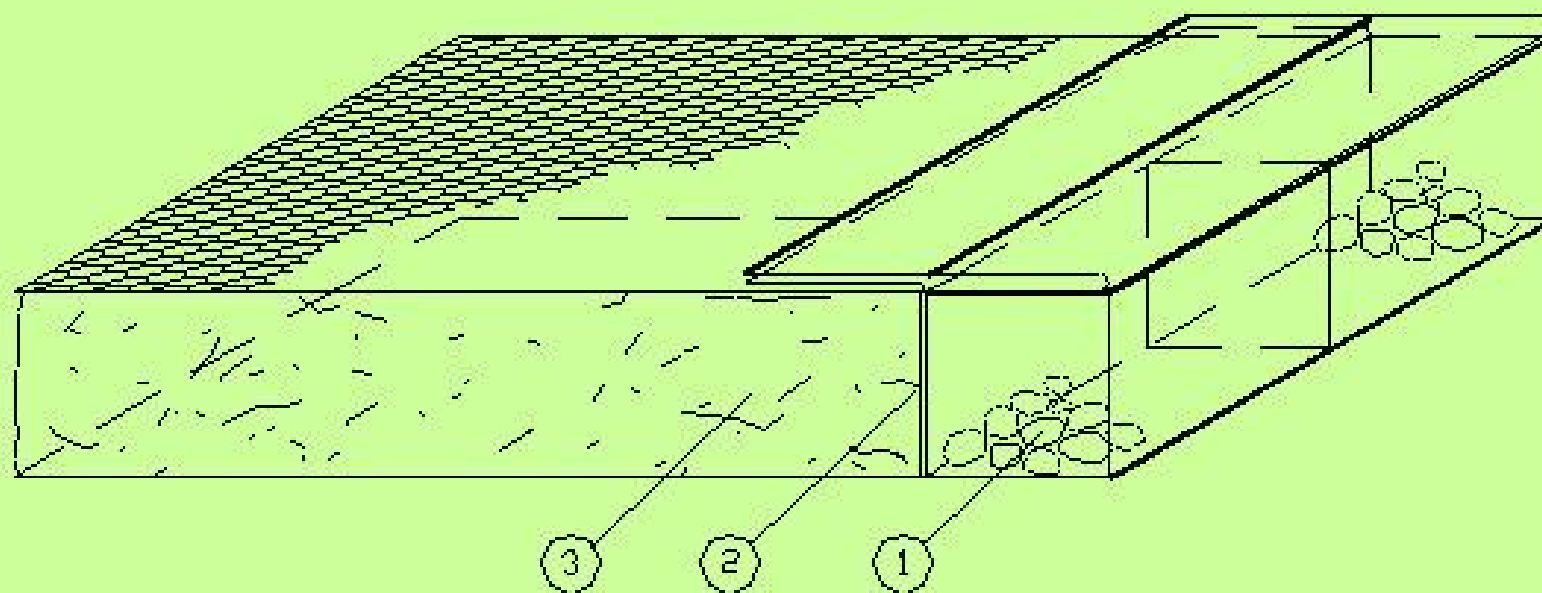
1- PIETRE (dimensioni medie 100-200 mm)

2- GEOTESSILE

3- TERRENO COMPATTATO

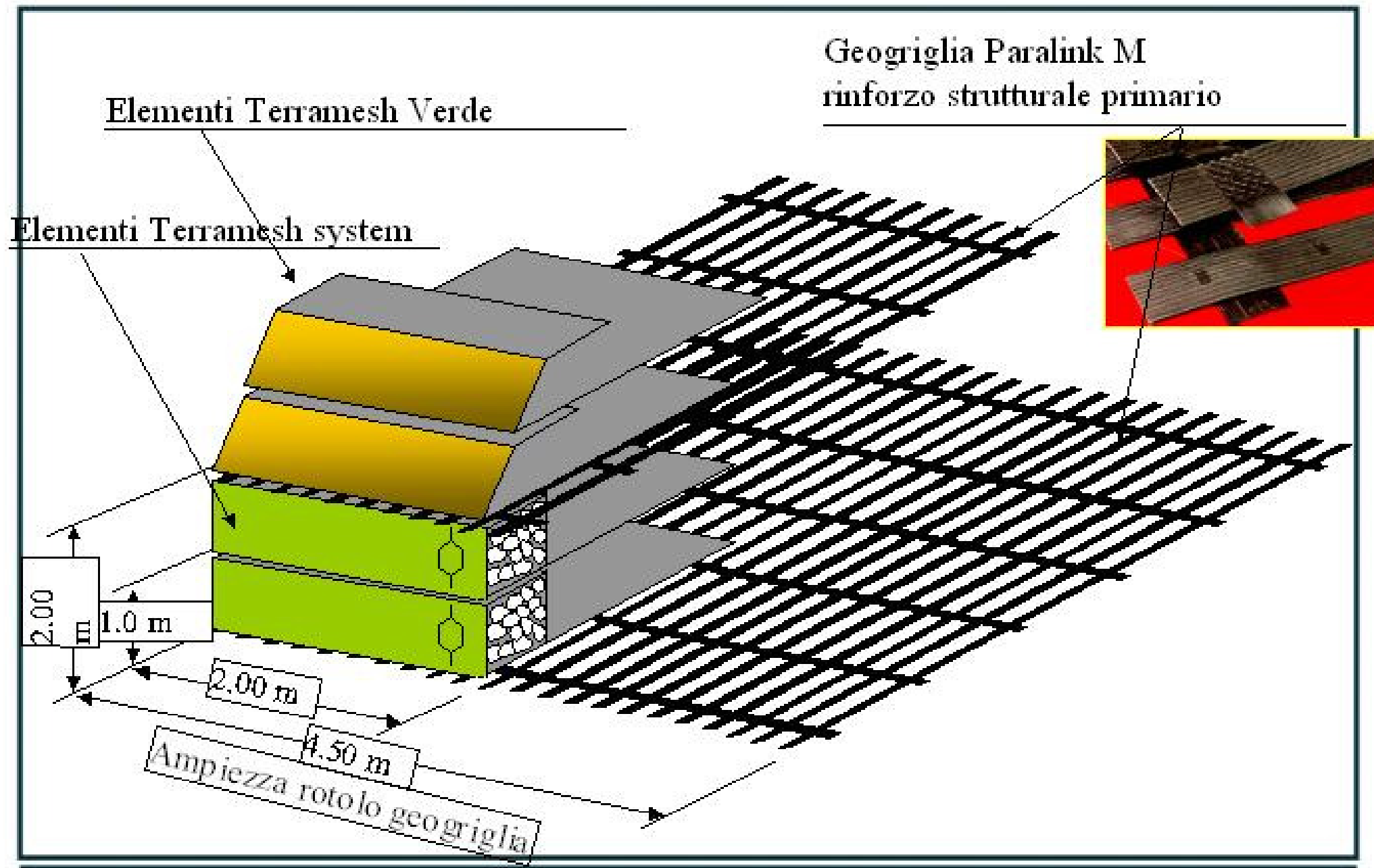


5- POSIZIONAMENTO DELL'ELEMENTO SUCCESSIVO



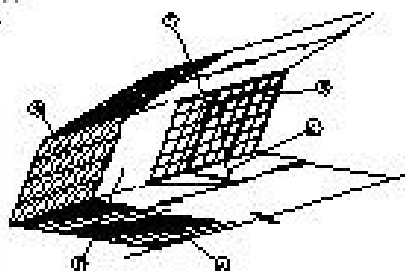
Sequenza filmata della posa in opera del Terramesh verde tipo terra



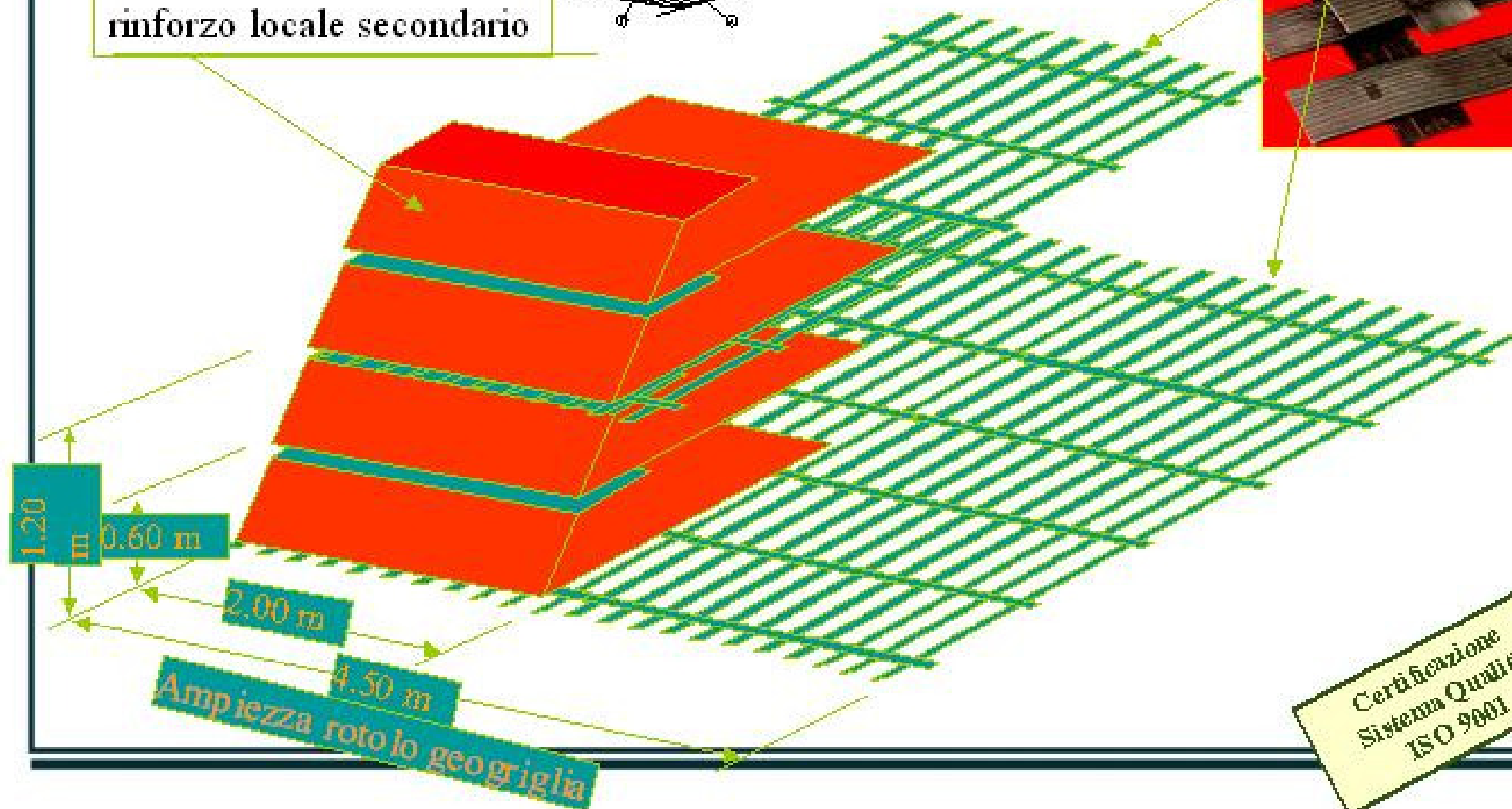


Il sistema "PARAMESH"

Terramesh verde
elemento frontale e
rinforzo locale secondario



Geogriglia (Paralink 300M)
rinforzo strutturale primario



Certificazione
Sistema Qualità
ISO 9001

INDICAZIONI PER IL RINVERDIMENTO

- E' necessario aggiungere uno strato di terreno vegetale a ridosso del paramento per ottenere il rinverdimento (30-50 cm minimo)
- L'idrosemina va eseguita nel periodo climatico adatto (umido) e si devono usare miscele di sementi adatte alla stazione:

RIVOLGETEVI A DEGLI SPECIALISTI!!!

- Una generica composizione di una idrosemina a spessore:

Acqua

Mix di specie erbacee (graminacee+leguminose)

Fertilizzanti (organici e chimici)

Materiale organico (torba, terriccio)

Mulch

Collante ecocompatibile

- In condizioni particolarmente difficili (esposizione, altezza, pendenza): 2 idrosemine
- Piante arbustive per talea o in vaso (consigliate): $> 1 /m^2$

PRODUTTIVITA' NELL'INSTALLAZIONE

Una squadra standard (4 uomini+caposquadra) può installare:

95 to 120 elementi/giorno

(200 to 250 m²/giorno)

per strutture lunghe con facilita' di accesso. Questa produttivita' e' circa il 50% più alta rispetto agli altri sistemi. La stima tiene conto di:

SCARICO

(dal camion)

STOCCAGGIO

(in modo da avere uno stock per 5-6 giorni di posa)

MONTAGGIO DEI PANNELLI

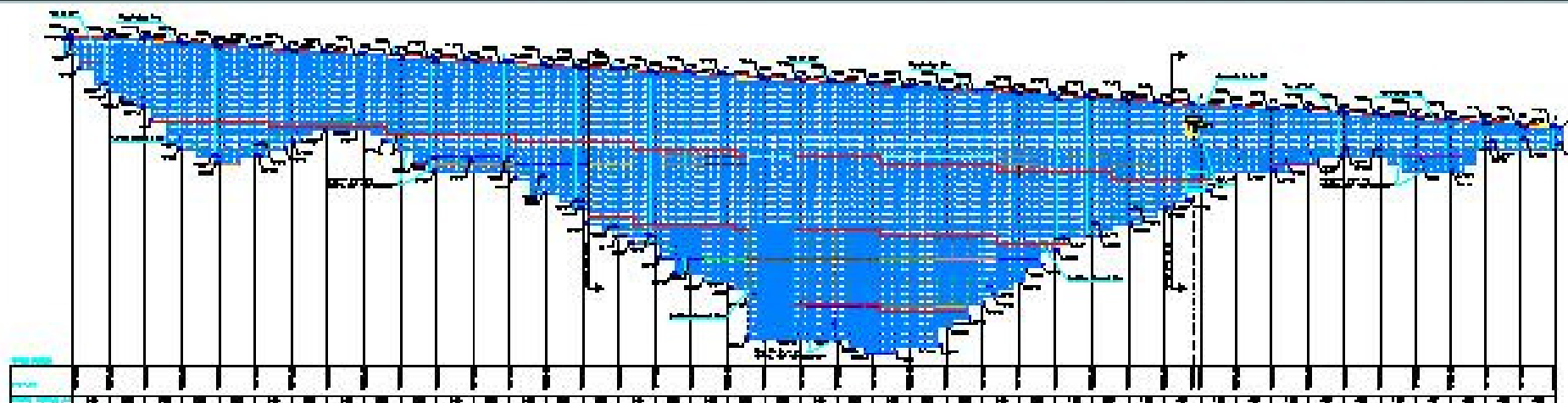
(senza rilevato strutturale)

Se prendiamo in considerazione anche la stesa e la compattazione del terreno del rilevato strutturale possiamo considerare una produttività in termini di mq di paramento realizzato:

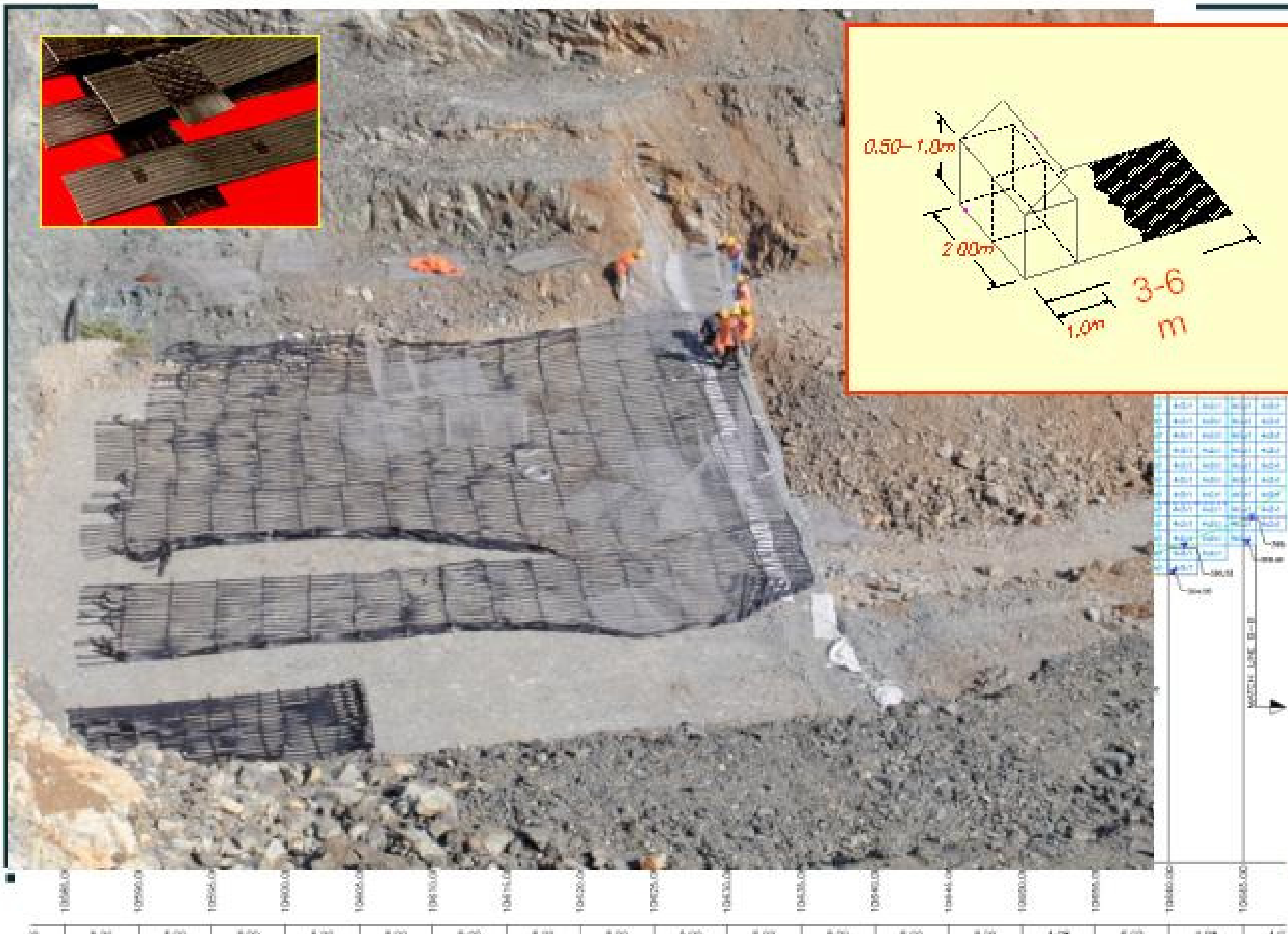
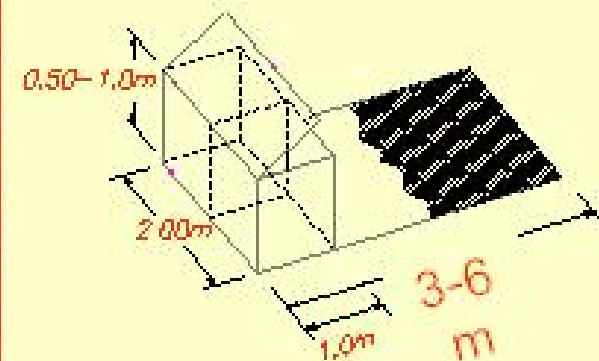
60 to 80 m²/giorno

SPECIFICHE PER I RILEVATI STRUTTURALI

- Il terreno di riempimento dovrebbe essere di natura granulare, drenante e con elevato angolo di attrito; tali caratteristiche non devono subire peggioramento nel tempo
- I terreni migliori sono quelli appartenenti alle classi UNI A-2-4 o A-2-5 elevate granulometrie si possono usare ($> 100 \text{ mm}$: 10-15 % max) ma si potrebbero avere difficoltà di compattazione
- Il rilevato strutturale deve essere realizzato in strati di 25-30 cm per una compattazione adeguata
- Generalmente ai fini della progettazione si deve prevedere in peso di volume del terreno compattato non inferiore ai 18 kN/m^3
- La compattazione a ridosso del paramento (1.0 m) dovrebbe essere fatta con piastra vibrante o rullo manuale



MACCAFERRI



MACCAFERRI

Autostrada Durazzo confine Kosovaro



MAJOR PROJECT: ALBANIA HIGHWAY



MAKING THE FIRST MOVE

At first glance, building a 61km long motorway in a European country might not sound like much. But Albania's first ever motorway scheme has many twists and turns. Over the next eight pages **Alexandra Wynne** reports from a scheme where the word "mountainous" is appropriate in more ways than one.

When you're building a motorway, you often find yourself in a bit of a bind. In the case of the Albania Highway, the bind is a bit more literal. The road is built in a mountainous area, and the terrain is very steep. This means that the road has to be built in a way that it can follow the contours of the land, rather than cutting straight through it. This is a challenge, but it's one that the Maccaferri team has met with flying colours.

Along the 61 km length of the highway, there are many steep slopes. In some places, the slopes are so steep that the road has to be built on a series of terraces. This is a technique that the Maccaferri team has used successfully in many other projects. The result is a road that is not only safe, but also beautiful. It follows the natural beauty of the landscape, rather than trying to impose a straight line on it.

SUMMIT FIRST MOTORWAY

Building a motorway in a mountainous area is a big challenge. The terrain is often very steep, and the weather can be very unpredictable. In the case of the Albania Highway, the Maccaferri team has used a variety of techniques to overcome these challenges. One of the most important is the use of retaining walls. These walls are built into the slopes of the mountain, and they help to hold the earth in place. This is a technique that the Maccaferri team has used successfully in many other projects. The result is a road that is not only safe, but also beautiful. It follows the natural beauty of the landscape, rather than trying to impose a straight line on it.



Terre Rinforzate

Tra i grandi progetti della Officina Maccaferri SpA, l'autostrada Durazzo-confine kosovaro: progettazione, fornitura e installazione di muri in terra rinforzata per una superficie totale di facciata di circa 35.000 m²

UNA TERRA RINFORZATA DI 40 M DI ALTEZZA SULLA NUOVA AUTOSTRADA D'ALBANIA

Gianluca Ugarcioni*
Stefano Mignani**

I principi ingegneristici che hanno ispirato la progettazione e l'esecuzione di una particolare terra rinforzata possono dimostrare che le opere costruite con tali tecnologie possono raggiungere intervalli dimensionali e posizioni estreme in un progetto complesso come questa nuova autostrada tra le montagne albanesi.

L'autostrada che collega Durazzo, il principale porto albanese sul mare Adriatico, al Kosovo è il maggiore progetto che sia mai stato finanziato in Albania. L'opera permetterà di raggiungere il confine in due ore invece che in sei di pericolose strade di montagna e sarà un importante stimolo per lo sviluppo di questa regione. I 64 km, da Fierëzë a Kallmet, sono stati appaltati dall'impresa internazionale Erika Sechtel che lo scorso giugno ha ultimato, dopo circa un anno di lavori, la maggior parte del progetto: compresa la totalità dei 70 metri di autostrada previsti per una lunghezza totale di 6,4 km. La Officina Maccaferri SpA è stata responsabile per la progettazione, la fornitura e l'installazione, quest'ultima attraverso il suo partner locale Albex (Tirana), di 30 metri in terra rinforzata per una superficie totale di facciata di circa 35.000 m². Questi metri sono stati progettati ed eseguiti utilizzando terra rinforzata costituita dalla combinazione di due prodotti Maccaferri, principalmente



Figura 1 - Uno scorcio della costruzione dell'autostrada d'Albania (metri 6-7)

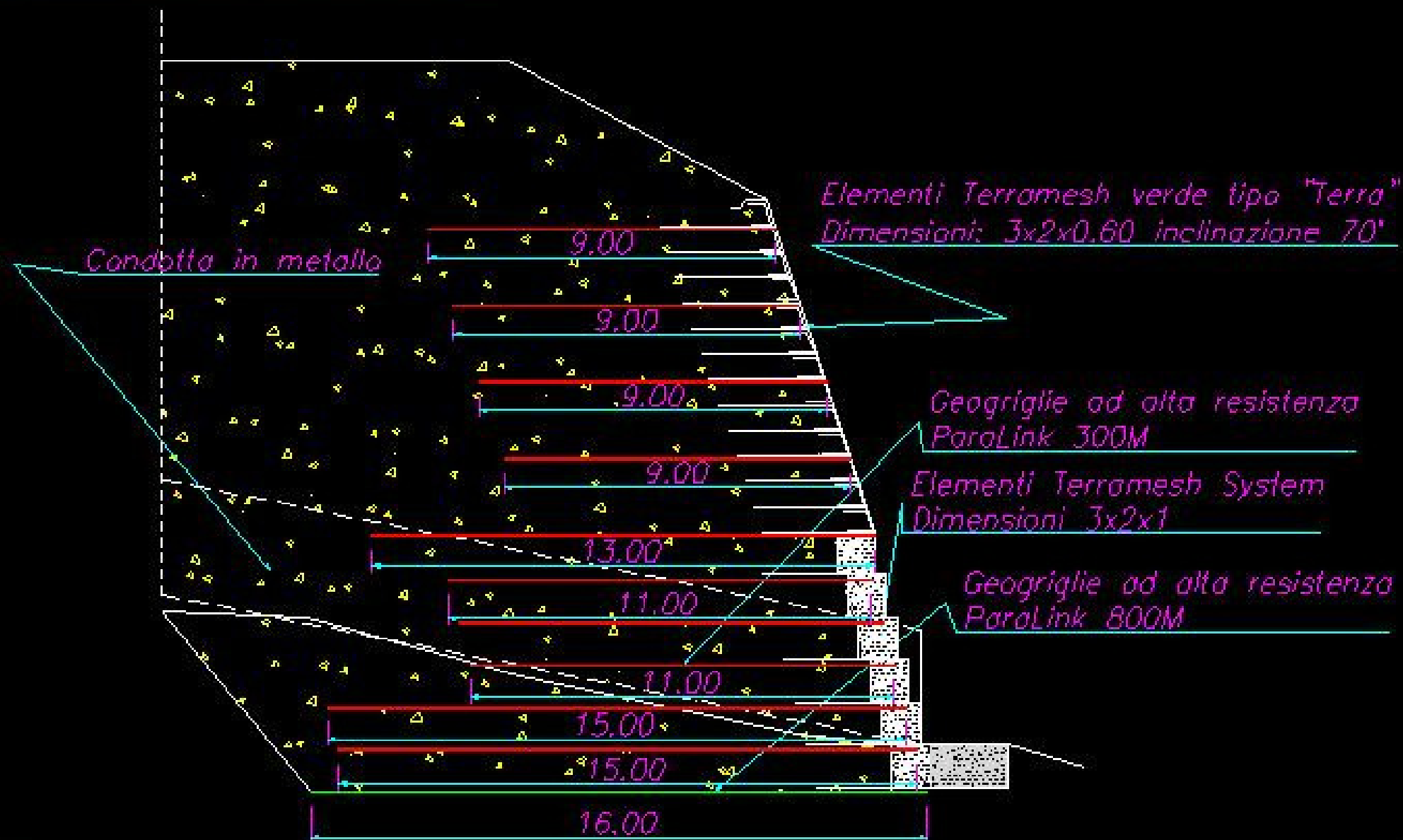
Teramash System, come rinforzo secondario, e costituito da elementi di armatura planari orizzontali, realizzati in rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale (tipo A1018 m) e fili metallici di diametro di 2,76 mm protetti con lega tipo Galvalume e un successivo rivestimento polimerico per garantire la massima durata prevista dal progetto. Il paramento è costituito, senza soluzione di continuità con il rinforzo di base, da un elemento accessorio di sezione 1x1 m, realizzato rivoltando frontalmente la rete metallica.



Figura 2a, 2b e 2c - Le fasi di costruzione dei 30 metri

Loreto Aprutino Abruzzo

MACCAFERRI



Sezione 8 (la più gravosa)



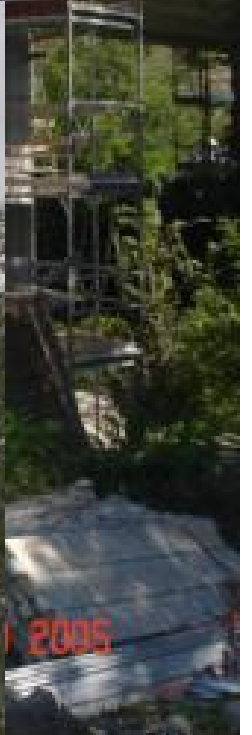
MACCAFERRI



MACCAFERRI



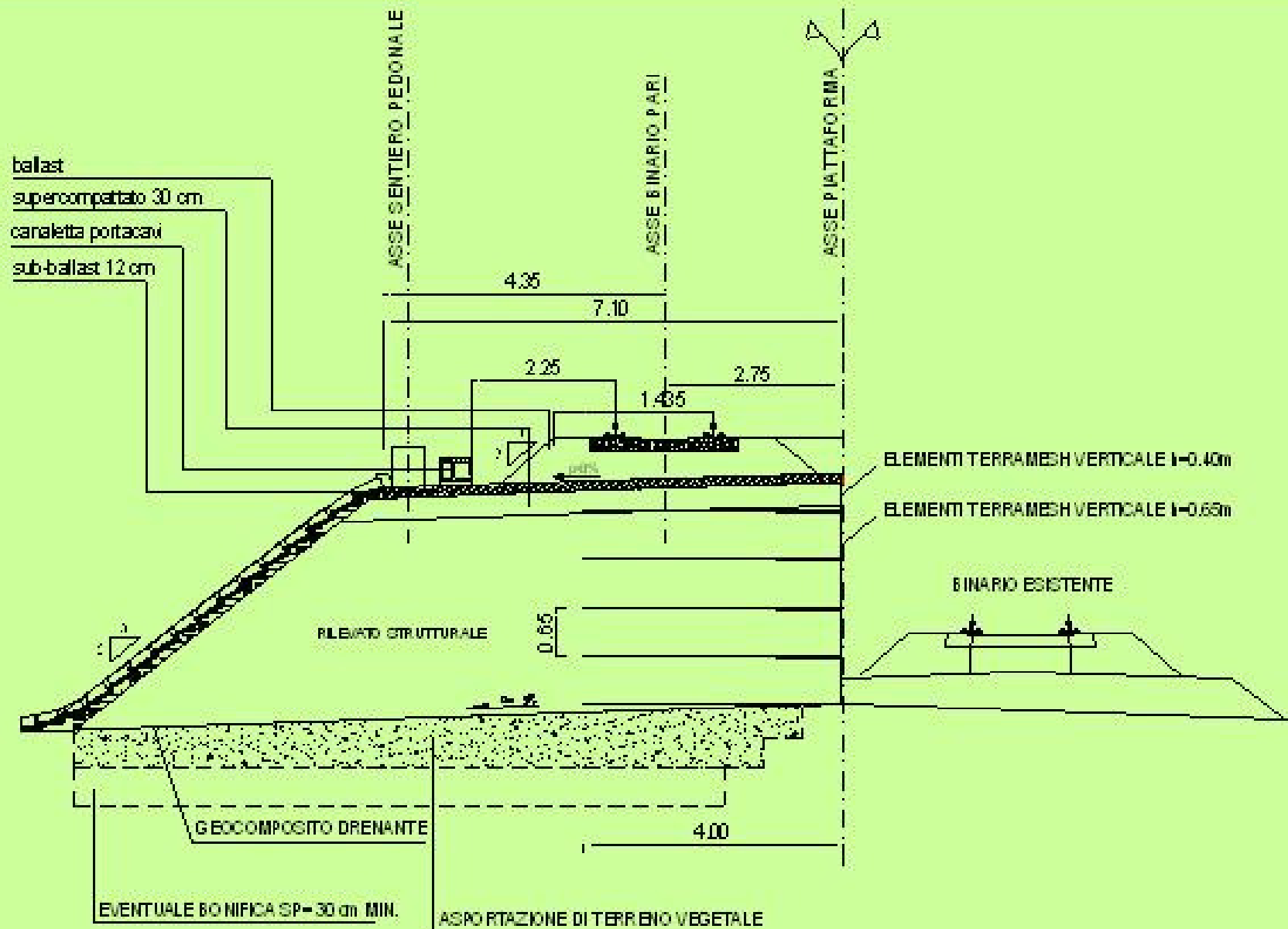




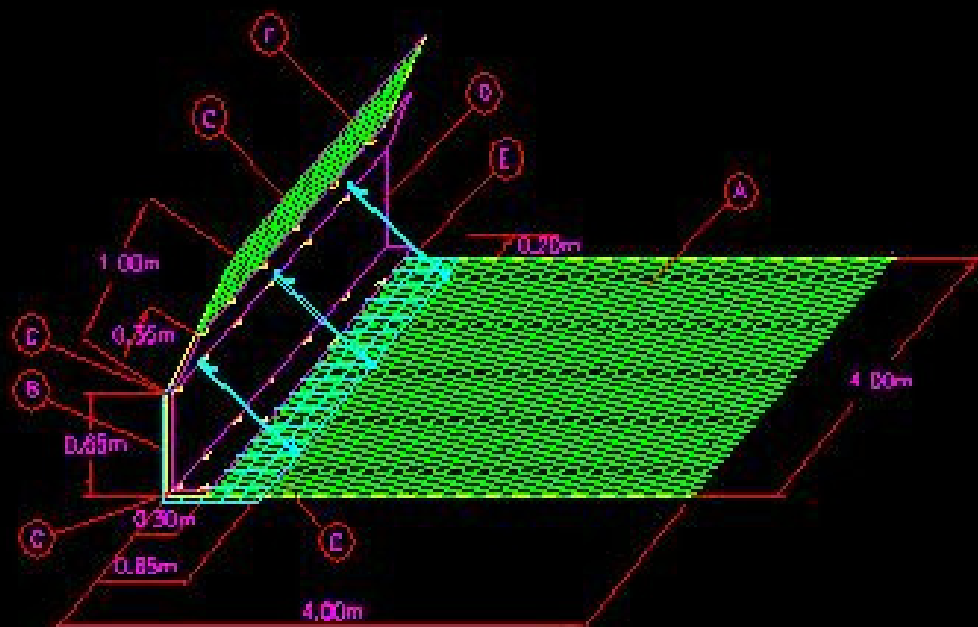


Monselice

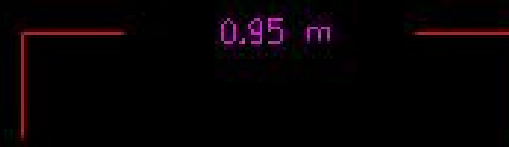




TERRAMESH VERTICALE (h=0.65m)



PARTICOLARE TIRANTE



A = RETE METALLICA A DOPPIA TORSIONE A MAGLIA ESAGONALE TIPO 8x10, CON FILO CON GALVANIZZAZIONE "GALFAN" (LEGA ELETTRICA ZN-5%AL E TERRE RARE), RIVESTITO CON MATERIALE PLASTICO, ϕ 2.7/3.7 mm

B = TEGOLO DI RINFORZO E POSIZIONAMENTO IN RETE ELETTROSALDATA (maglia 150x150, 40x40mm, 10mm)

C = BARRETTA METALLICHE DI RINFORZO INSERITE NELLA RETE METALLICA PER L'AGGANCIO INFERIORE DEL TIRANTE, IN FILO CON GALVANIZZAZIONE "GALFAN" (LEGA ELETTRICA ZN-5%AL E TERRE RARE), RIVESTITO CON MATERIALE PLASTICO, ϕ 3.4/4.4 mm

D = FILTRO DEPRESSIE TIPO TERRAM 1000

E = TIRANTE DI RINFORZO (3/11) IN ACCIAIO ϕ 8 mm COLLEGATO A CERNIERA AGLI ELEMENTI IN RETE METALLICA ELETTROSALDATA

F = PUNTI METALLICI MECCANIZZATI IN ACCIAIO GALVANIZZATI CON GALFAN ϕ 3.00 mm





Fig 10. Schema delle caratteristiche dell'elemento del sistema Terramash

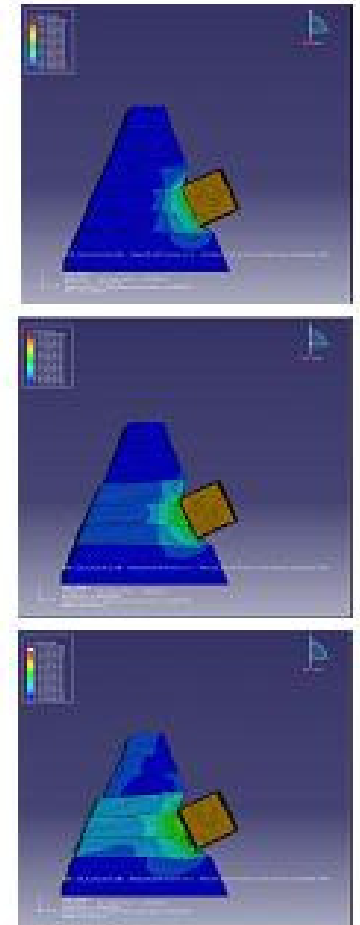


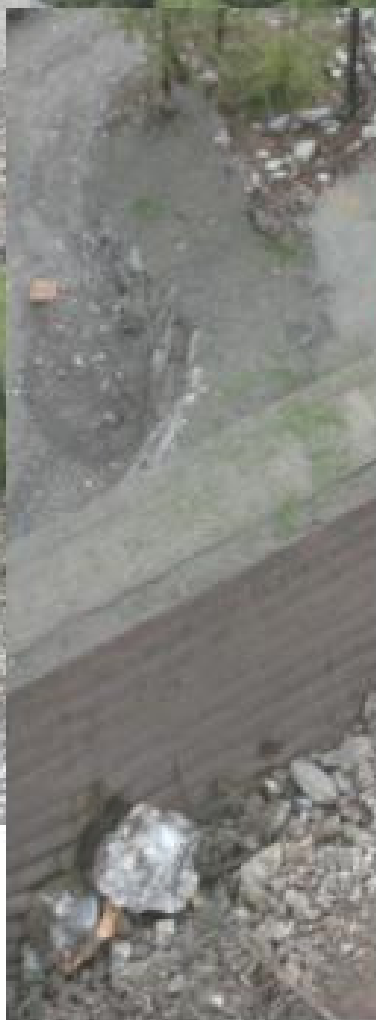
Fig 4. Simulazione degli spostamenti nel corpo del rilevato a seguito di impatto

MACCAFERRI



MACCAFERRI





Una terra rinforzata con il sistema ferrameuh verde tipo terra
di Officine Masetteri Snd

Abstract

Cardinalis Uguicobeni
*Stachys Stachys****

Dopo del passato affide a illustrare i personaggi progettati dal fumetto ispirare l'evoluzione di personaggi animati in serie televisive realizzate in presenza dell'artista. Il foglio per l'Abate è quello di un uomo che ha un'idea molto

La mattina del 5 giugno 2007 si è verificata una fase di crollo di grandi blocchi, anche 8-10 metri, che ha interessato la Strada Regionale nr 6 Cogne. Il crollo è avvenuto dal costone roccioso in sinistra idrografica presso la località Costa (Km 4,1) e i versanti rocciosi adiacenti del comune di Cogne.

Case 4 *un rinvenimento fortuito in terra arida, senza vita?*

La necessità di porre in sicurezza i centri abitati, le infrastrutture e gli asset, oltre a tutti gli altri rischi sottoposti a fenomeni di rischio, si può ormai far carico, la necessità di sviluppare tipologie di intervento, come questi finanziati con tecnologie volte a ottimizzare i costi di realizzazione e di manutenzione.

I flexiati paramontani sono costituiti da riempieri a sezione trapezoidale situati in zone sottopareggiate e protettive di addosso d'interfaccia. Nella maggior parte dei casi, il flexiati è realizzato in terra fibroelastica, il qual ottiene il vantaggio di mantenere la scoperta del riempimento sub-strutturato, con il conseguente risparmio di materiale per la realizzazione della riduzione degli spazi disponibili a maggior guadagno di carico di blocco di massa, estende l'investimento sulla scoperta, inoltre, i flexiati offrono maggiore resistenza al trapianto, garantendo un assorbimento di energia maggiore rispetto a una struttura isolante.

A largo del cliente può essere scattato (o bloccato) anche il credito verso il cliente e i suoi fornitori (blocco di circolante).

La tipologia più frequente di lavori pianificati vengono realizzati con macchine guidate in terra rinforzata cementata con rinforzi metallici a griglia e base vibrante con cuneiformi. Il sistema è molto flessibile.

Il comico di Fiorini di Lancia

A seguito dell'evento avvenuto il 5 Giugno 2007 e dopo le prime operazioni di disgreggio avvenute con l'utilizzo di esplosivi, la situazione di dissesto ha reso necessari altri interventi di messa in sicurezza.



L'Ufficio Tecnico del Servizio Sottoservizi Idraulico e Riscaldamento dell'Acqua in collaborazione con la Maccoletti SpA, ha appena redatto il progetto di realizzazione di due nuovi pozzi in terra anidride, rispettivamente di lunghezza 200 m, avente altezza fuori terra di circa 11,5 m, e di un secondo di lunghezza 100 m, avente altezza fuori terra di circa 11,5 m. Le opere sono situate nelle aree industriali comunali di Pinerolo (TO). La costruzione dei pozzi si è conclusa. In seguito, nei prossimi mesi, riprenderà l'attività di cantiere di ancora due strutture.

La popolazione di un rilevato paramani
in terra rinfrescata

Il dimensionamento di un rifrattore partenziale si articola in diverse fasi che devono assicurare il dimensionamento del fascio, l'ingombro del tubo e la riflessione e la stabilità del riflettore stesso.

Per quanto riguarda il trattamento del blocco di progetto, devono essere individuati i suoi vertici, le caratteristiche della frontiera portante e i parametri caratteristici del blocco all'interno. Infatti, in relazione alle caratteristiche della zona di cui è costituito il blocco, si può di solito individuare una o più irregolarità della superficie topografica, l'incidenza dei venti e con queste direzioni, altezza ed angolo.

Al momento, dell'ingetto il ticcio di stocca impugna una forza centofranchi che tende a gonfiare una camera d'aria.

Elasticità in Letteratura, numerose formulazioni empiriche (per esempio, G. FORTI) che postulano il ruolo di β (gradi) nella lettura di un romanzo: elastici plastici del materiale costituente il romanzo e di cui il romanzo diventa un'entità nel tempo. Il valore della forza elastica varia.



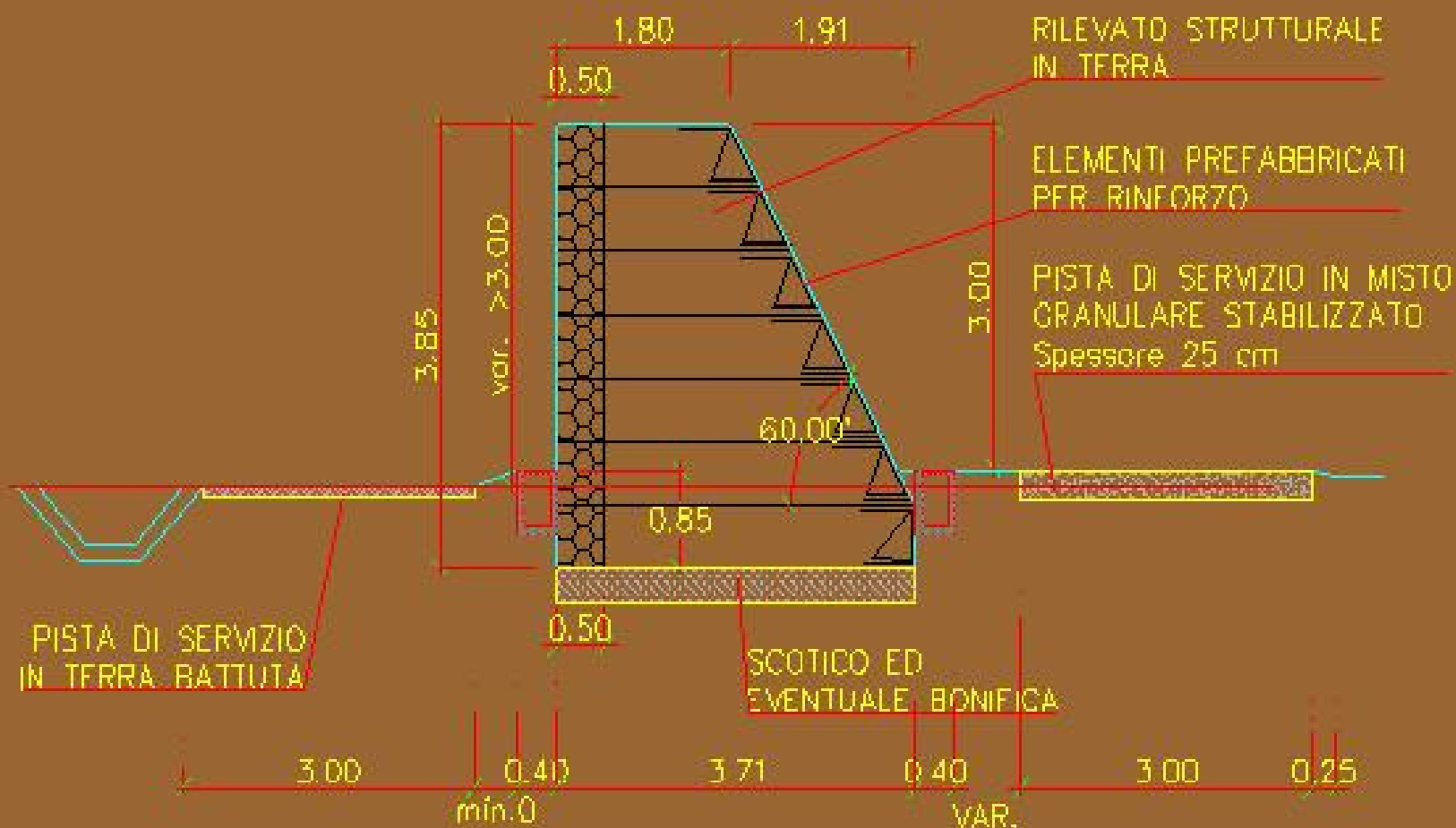
MACCAFERRI



Duna tipo E4/I ($h=3.85\text{m}$)

Caso speciale da utilizzare quando la pista AV si trova ad una quota tale da non garantire almeno 30 cm di infossamento della base duna

Scala 1:100



MACCAFERRI



MACCAFERRI



MACCAFERRI



MACCAFERRI

Imbocco di galleria Trieste

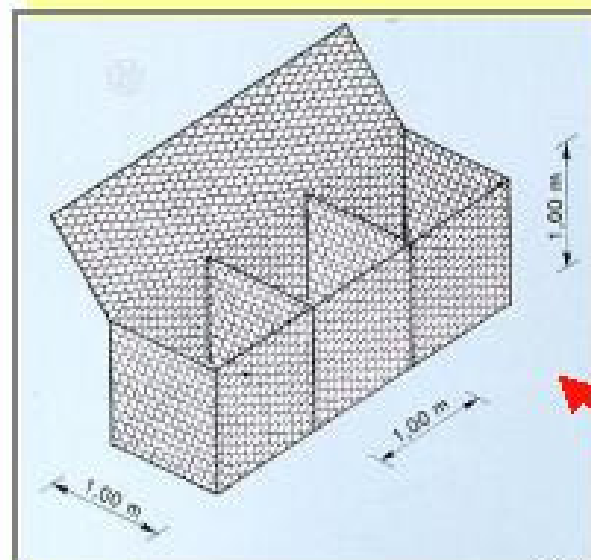


MACCAFERRI

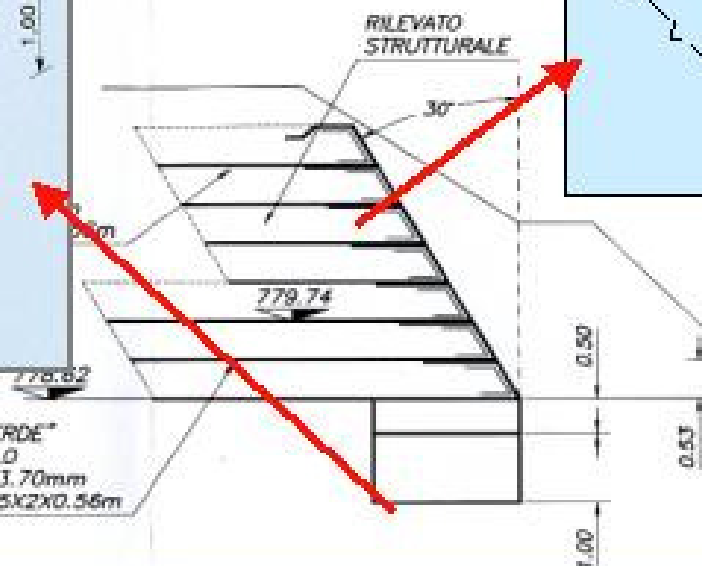
Padova



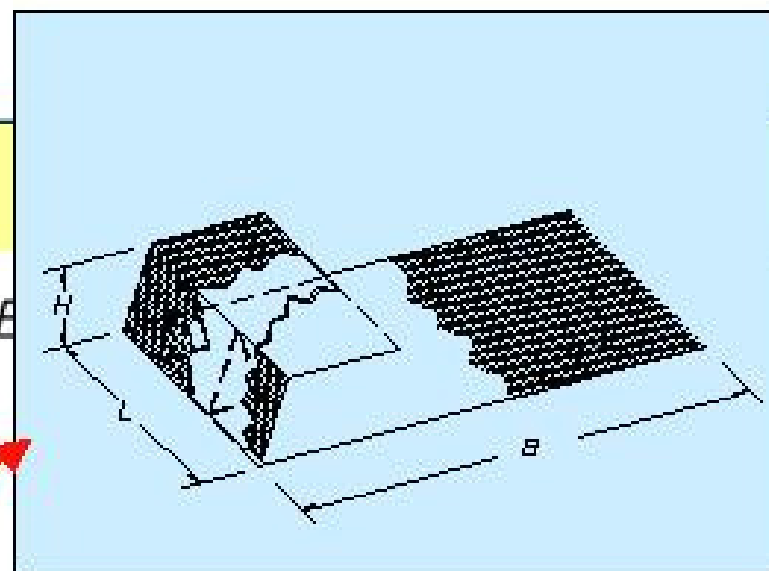
MACCAFERRI



ELEMENTI TIPO "TERRAMESH VERDE"
IN MAGLIA TIPO BX10, CON FILO
ZINCATO E PLASTICATO #2.70/3.70mm
DIMENSIONI DEGLI ELEMENTI : 5X2X0.56m



SE

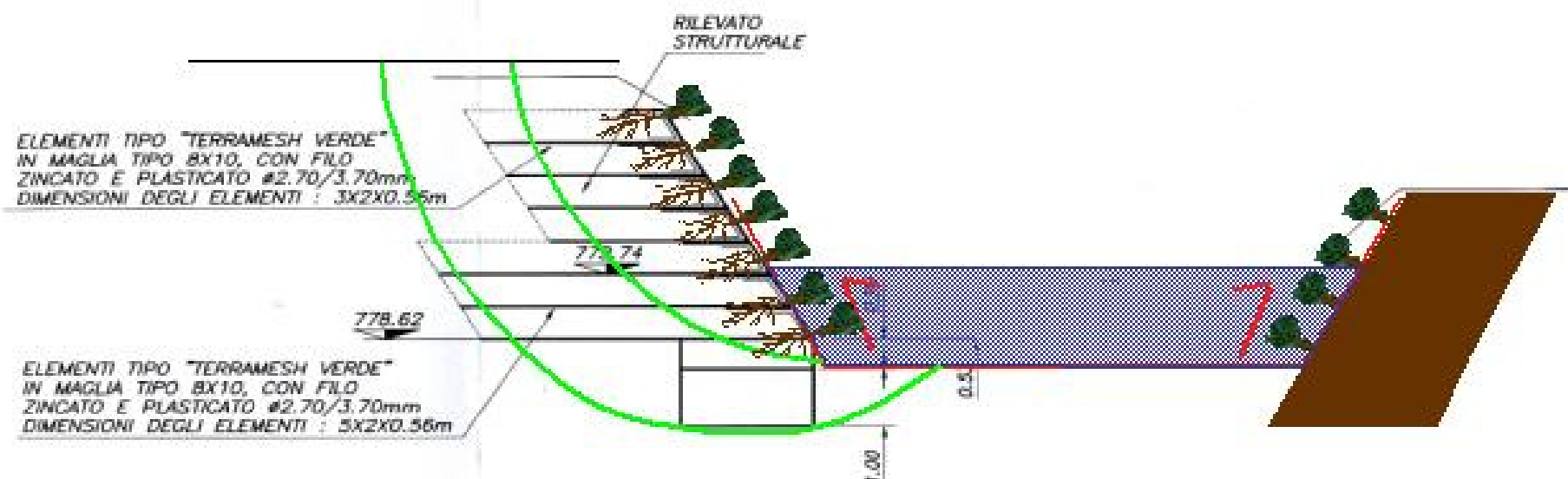


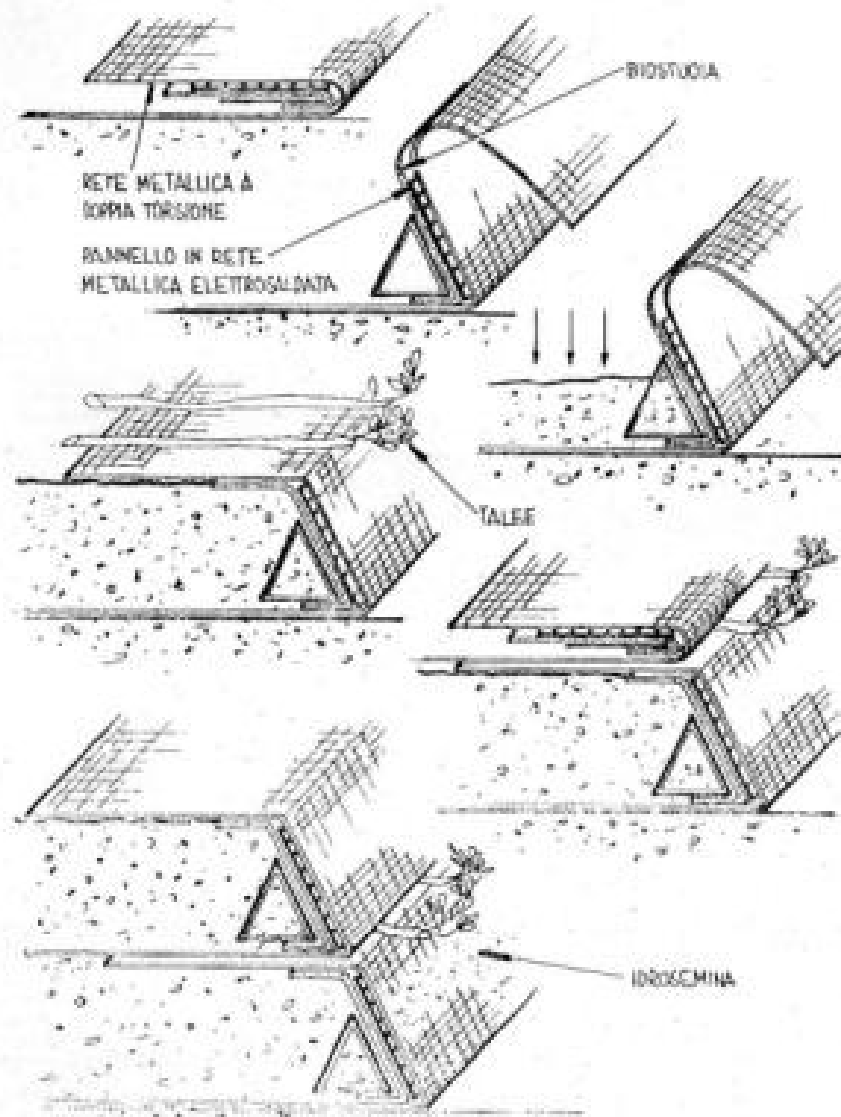
**IN ALTERNATIVA A TALE SOLUZIONE E' STATO
DECISO LO SMANTELLAMENTO DEL CALCESTRUZZO
E LA COSTRUZIONE DI UN OPERA DI SOSTEGNO IN
TERRA RINFORZATA SU UNA SPONDA ED UNA
PALIFICATA VIVA SULL'ALTRA**

IL DIMENSIONAMENTO HA RIGUARDATO:

1. **VERIFICA DELLA NUOVA SEZIONE DI DEFLUSSO RIDEFINITA PER GARANTIRE LO SMALTIMENTO DELLA PORTATA IN PRESENZA DI VEGETAZIONE**
2. **VERIFICA DI COMPATIBILITA' DELLE OPERE CON LE TENSIONI DI TRASCINAMENTO**
3. **VERIFICA DI STABILITA' INTERNA E GLOBALE DELL'OPERA IN TERRA RINFORZATA**

SEZ. B-B





IL RINVERDIMENTO

Oltre all'inerbimento si sono messe a dimora delle specie arbustive. Le piante arbustive di norma vanno posate durante la costruzione dell'opera; sono adatte sia talee che piante a radice nuda, quando non si interviene nei periodi di riposo vegetativo si possono usare piantine in fitocella.





Grazie per l'attenzione!