

VARIANTE ALLA S.S. 1 "VIA AURELIA"  
Viabilità di accesso all'hub portuale di La Spezia  
Lavori di costruzione della variante alla S.S. 1 Via Aurelia - 3°Lotto  
2° Stralcio Funzionale B dallo Svincolo di Buon Viaggio allo Svincolo di San Venerio  
**COMPLETAMENTO**

PRECEDENTI LIVELLI DI PROGETTAZIONE DELL'APPALTO INTEGRATO ORIGINALE

PD n°1861 del 09/07/03 aggiornato al 10/12/08 - Delibera CIPE n°60 del 02/04/08

PE n° 103 del 14/07/2011 - D.A. CDG-103321-P del 20/07/11

PVT n°112 del 21/01/16 aggiornata al 28/10/16 - D.A. CDG-92950-P del 21/02/17

Progetto Esecutivo Cantierabile Opere da Completare

**PROGETTO ESECUTIVO**

COD. GE266

**PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI**

PROGETTISTA:

*Dott. Ing. Antonio Scalamandrè*  
*Ordine Ing. di Frosinone n. 1063*

IL GEOLOGO

*Dott. Geol. Flavio Capozucca*  
*Ordine Geol. del Lazio n. 1599*

COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

*Geom. Emiliano Paiella*

VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

*Dott. Ing. Fabrizio Cardone*

PROTOCOLLO

DATA

**OPERE D'ARTE MINORI**  
**VIADOTTO S.VENIERO**  
**MURO IN T.R. IN DX RAMPA T (MU33)**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

CODICE PROGETTO

NOME FILE

V01OM05STRRE01A

REVISIONE

SCALA

PROGETTO

LIV. PROG.

DPGE0266 E 20

CODICE  
ELAB.

V01OM05STRRE01

A

--

D

C

B

A

Emissione

Luglio 2020

Ing.

Ing.

Ing.

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

Variante alla S.S.1 "Via Aurelia" Viabilità di accesso all'hub di La Spezia  
Lavori di costruzione della variante alla S.S.1 Aurelia – 3° Lotto  
2° Stralcio funzionale B dallo Svincolo di Buon Viaggio allo Svincolo di S. Venerio  
Completamento – PE  
Muro in terra rinforzata in destra rampa T (MU33) – Relazione di calcolo

---

I

## INDICE

1. INTRODUZIONE

1

## **1. INTRODUZIONE**

Il presente documento, facente parte del completamento del Progetto Esecutivo "Variante alla SS n. 1 Aurelia (Aurelia bis) - Viabilità di accesso all'hub portuale di La Spezia", riguarda le verifiche del muro in terra rinforzata previsto in destra alla rampa T dello svincolo di San Venerio.

Nella fattispecie, non essendo intervenute modifiche nel progetto delle opere in oggetto, nel seguito si ripropone integralmente la relazione di calcolo del Progetto Esecutivo.

## RELAZIONE DI CALCOLO

N° PROGETTO: <b>C287.A</b>			ELABORATO: <b>V03OM05STRRE01_A</b>		
<i>revisione</i>	<i>data</i>	<i>descrizione</i>	<i>redatto</i>	<i>controllato</i>	<i>approvato</i>
0	Marzo 2011	EMISSIONE	Olmedo	Franco	Fimiani
1					
2					
3					
4					

## INDICE

1.	TECNOLOGIA E CALCOLO DELLA TERRA RINFORZATA .....	1
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
3.	MATERIALI IMPIEGATI.....	5
4.	PROCEDIMENTO E TEORIA DI CALCOLO .....	7
5.	DESCRIZIONE E CALCOLO DELLE OPERE IN PROGETTO.....	10
6.	REQUISITI RICHIESTI PER IL RILEVATO .....	12
7.	COMPATTAZIONE .....	13
8.	IPOTESI DI CALCOLO.....	15

### ALLEGATI:

- ALLEGATO A – Elaborati di calcolo
- ALLEGATO B – Elaborati di calcolo
- ALLEGATO C – Elaborati di calcolo
- ALLEGATO D – Elaborati di calcolo

## **1. TECNOLOGIA E CALCOLO DELLA TERRA RINFORZATA**

Nel campo delle geotecnica è definita come opera in terra rinforzata o pendio rinforzato, una struttura atta al contenimento o alla stabilizzazione di una scarpata costituita, essa stessa, da terreno e da elementi di rinforzo di forma e materiale opportuno, capaci di assorbire sforzi di trazione. Tali elementi vengono di solito disposti lungo piani di posa orizzontali durante il riempimento e la compattazione del rilevato di terra, che avviene per strati successivi.

Così facendo, il regime di sollecitazioni che s'instaura nel rilevato strutturale con l'aumentare dei carichi, sono tali da mobilitare la resistenza a trazione del rinforzo in virtù della propria aderenza per attrito con il terreno.

Il terreno che costituisce il rilevato strutturale, invece, offrirà il suo contributo di resistenza alla compressione per effetto dei carichi verticali.

Nella progettazione di queste strutture è pertanto necessario individuare correttamente i meccanismi di rottura potenziali nel terreno al fine di valutare il contributo di stabilità offerto dalla presenza dei rinforzi.

Un corretto dimensionamento di una struttura in terra rinforzata implica pertanto una scelta corretta della lunghezza e della spaziatura verticale dei rinforzi necessarie a garantire la stabilità, noti che siano i parametri geotecnici del rilevato strutturale (angolo d'attrito, peso specifico) e le caratteristiche meccaniche dei rinforzi (carico rottura, coeff. aderenza terreno).

I meccanismi di scivolamento schematizzati nel calcolo saranno in generale diversi secondo le caratteristiche dei rinforzi e soprattutto della geometria e della stratigrafia della scarpata.

Sono definiti muri di sostegno 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, ture, terra rinforzata, muri cellulari).

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

$$Ed < Rd$$

Ed = azioni o effetto delle azioni di progetto

Rd = azioni o effetto delle azioni resistenti del sistema geotecnico

In entrambi i termini:

le azioni si moltiplicano per il coefficienti  $\gamma_f$

i parametri geotecnici si dividono per i coefficienti  $\gamma_m$

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

Le verifiche da effettuare sono:

SLU di tipo geotecnica (GEO) e di Equilibrio di corpo rigido (EQU)

stabilità globale del complesso dell'opera di sostegno-terreno;

scorrimento sul piano di posa;

collasso del carico limite dell'insieme fondazione-terreno;

ribaltamento

SLU di tipo strutturale (STR)

raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nella redazione della presente nota si è fatto riferimento alla seguente normativa italiana.

- *Legge n.64 del 02/02/1974 – “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”*
- *Nuove Norme tecniche sulle Costruzioni Approvate con D.Min. 14/01/2008*
- *Circolare al D.M. del 14/01/2008*
- *DM N 6792 del 05/11/2001 – Nuovo Codice della strada - Ministero delle infrastrutture e dei trasporti (S.O. n. 5 alla Gazzetta Ufficiale 4 gennaio 2002, n. 3)*
- *Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008*
- *D.M. 16.01.1996 “Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi”.*
- *Circolare 156 del 04.07.1996 “Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi”.*
- *D.M. 16.01.1996 “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”.*
- *Eurocodice 1 “Basi di calcolo ed azioni sulle strutture - Parte 1: Basi di calcolo”, ottobre 1996.*
- *Eurocodice 7 “Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali”, aprile 1997.*
- *Eurocodice 8 “Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture – Parte 1-1: Regole generali - azioni sismiche e requisiti generali per le strutture”, ottobre 1997.*
- *Eurocodice 8 “Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”, febbraio 1998.*
- *Ordinanza 3274 del 20/03/03 del Consiglio dei ministri – Allegato 1 – “Criteri per l'individuazione delle zone sismiche – Individuazione, formazione e aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone”*



- *Ordinanza 3274 del 20/03/03 del Consiglio dei ministri – Allegato 4 – “Norme Tecniche per il progetto sismico delle opere di fondazione e sostegno dei terreni”*
- *Ordinanza n.3316 - Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20.03.03.*

### 3. MATERIALI IMPIEGATI

#### **Terra rinforzata in rete metallica a doppia torsione con paramento rinverdibile**

Elementi di armatura planari orizzontali, costituiti da rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10 in accordo con le UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato di ferro, conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri, avente carico di rottura compreso fra 350 e 500 N/mm<sup>2</sup> e allungamento minimo pari al 10%, avente un diametro pari a 2.20/2.70 mm , galvanizzato con lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%) – Cerio - Lantanio conforme alla EN 10244 – Classe A con un quantitativo non inferiore a 245 gr/mq. L'adesione della galvanizzazione al filo dovrà essere tale da garantire che avvolgendo il filo sei volte attorno ad un mandrino avente diametro 4 volte maggiore, il rivestimento non si crepa e non si sfalda sfregandolo con le dita. La galvanizzazione inoltre dovrà superare un test di invecchiamento accelerato in ambiente contenente anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) secondo la normativa UNI ISO EN 6988 (KESTERNICH TEST) per un minimo di 28 cicli. Oltre a tale trattamento il filo sarà ricoperto da un rivestimento di materiale plastico di colore grigio che dovrà avere uno spessore nominale non inferiore a 0,5 mm, portando il diametro esterno ad almeno 3,20/3.7 mm. Ogni singolo elemento è provvisto di barrette di rinforzo in lega eutettica Zinco - Alluminio (5%) – Cerio - Lantanio e plasticate di diametro 3,40 mm interno e 4,40 mm esterno, inserite all'interno della doppia torsione delle maglie, nella parte di rete che è risvoltata in corrispondenza del paramento. Il paramento in

vista sarà provvisto inoltre di un elemento di irrigidimento interno assemblato in fase di produzione in stabilimento, costituito da un pannello di rete elettrosaldato con maglia 15X15 cm e diametro 8 mm e da un geocomposito antierosivo in fibra naturale o sintetica.

#### 4. PROCEDIMENTO E TEORIA DI CALCOLO

L'esame delle condizioni di stabilità dei rilevati viene condotto utilizzando gli usuali metodi dell'equilibrio limite. La valutazione dei fattori di sicurezza alla stabilità viene condotta mediante un programma di calcolo denominato MacStarWin cui la ricerca delle superfici critiche viene svolta attraverso la generazione automatica di un elevato numero di superfici di potenziale scivolamento. In particolare in questa sede si fa riferimento al metodo di BISHOP modificato che prevede l'utilizzo di superfici di scorrimento circolari.

Per tutti i dettagli teorici si rimanda al manuale di calcolo allegato

Il contributo dei teli di rinforzo viene introdotto nel calcolo solo se essi intersecano la superficie di scivolamento. La resistenza a trazione nei rinforzi può mobilizzarsi per l'aderenza tra il rinforzo stesso ed i materiali (terreno o altri rinforzi) che si trovano sopra e/o sotto.

Tale contributo viene simulato con una forza stabilizzante diretta verso l'interno del rilevato applicata nel punto di contatto tra superficie di scorrimento e rinforzo stesso. Il modulo di tale forza è determinata scegliendo il minore tra il valore della resistenza a rottura del rinforzo ed il valore della resistenza allo sfilamento del rinforzo nel tratto di ancoraggio o nel tratto interno alla porzione di terreno instabile.

Per tenere conto dell'effetto dei rinforzi è stato implementato un modello di comportamento rigido. Nel modello rigido si ipotizza che un qualsiasi rinforzo, che attraversi la superficie di potenziale

scorrimento analizzata, fornisca la forza di rottura del rinforzo penalizzata del relativo coefficiente di sicurezza, indipendentemente dai valori di rigidezza dei rinforzi stessi. Per ciascun rinforzo devono essere verificate le seguenti condizioni:

deve essere garantito un ancoraggio minimo;

deve essere garantito lo sfilamento nella zona di ancoraggio;

deve essere garantito lo sfilamento all'interno della porzione di terreno instabile.

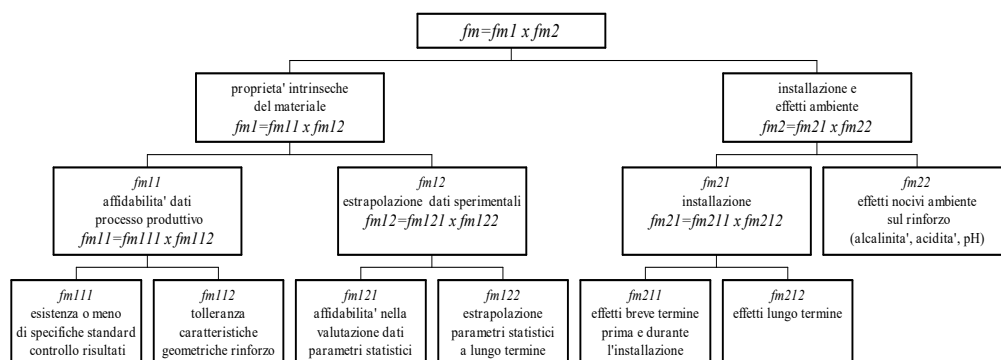
Nel primo caso una lunghezza di ancoraggio inferiore al minimo stabilito comporta l'annullamento completo della trazione nel rinforzo. Nel secondo e terzo caso la trazione nel rinforzo viene limitata al minore dei due valori di sfilamento.

Ai fini del calcolo strutturale si è tenuto conto che si tratta di un'opera permanente per cui si è fatto riferimento alle prestazioni a lungo termine dei materiali metallici e geosintetici; a tale proposito il parametro più complicato da individuare è la resistenza di lavoro, per la quale le diverse normative possono indicare metodologie differenti per la definizione. Mancando in Italia uno specifico riferimento normativo, la stima della resistenza di lavoro degli elementi di rinforzo è stata determinata facendo riferimento allo schema illustrato di seguito in **Figura 1** che la normativa inglese BS8006 prescrive per i rinforzi in genere.

La resistenza di lavoro è designata  $T_d$  ed è tale che:

$$T_d = T_b / f_m$$

$F_m = 1.44$  è il fattore di sicurezza complessivo che consente di passare dalla resistenza a trazione nominale  $T_b$  a quella di lavoro.  $T_b$  è calcolato per una data deformazione massima ammissibile durante la vita di progetto; per le opere in terra rinforzata le deformazioni massime ammissibili nei rinforzi sono dell'ordine del 5.5-6.5 %. Ciò significa che per la rete metallica a doppia torsione, non subendo gli effetti del creep ed avendo una resistenza a rottura pari a 50,11 kN/m con deformazioni inferiori al 5%, tale resistenza può essere assunta come resistenza a trazione nominale.



**Figura 1 – Definizione del fattore di sicurezza per il calcolo della resistenza di lavoro.**

## 1 – Resistenza nominale, $T_B$

Per il valore di  $T_B$ , 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:

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

## 2 - Fattore di sicurezza del materiale, $f_m$

Il fattore  $f_m$  è calcolato su un numero di sotto-fattori:

$$f_m = f_{m11} \times f_{m12} \times f_{m21} \times f_{m22}$$

dove:

$f_{m11}$  è un fattore riferito al processo manifatturiero

$f_{m12}$  è un fattore riferito all'estrapolazione dei dati

$f_{m21}$  è un fattore riferito al danneggiamento causato ai prodotti durante il processo dell'installazione

$f_{m22}$  è un fattore riferito agli effetti dell'ambiente sui prodotti.

## 5. DESCRIZIONE E CALCOLO DELLE OPERE IN PROGETTO

Le opere in progetto sono di sottoscarpa al corpo stradale dello svincolo San Venerio e hanno un'altezza variabile fino a circa 9 m.

La procedura che si è seguita è la creazione di una serie di VERIFICHE, con le seguenti combinazioni:

- **Verifiche statiche: Approccio 1**

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

Approccio 1: Stabilità globale Combinazione (M2+A2+R2)

Scorrimento e carico limite fondazione Combinazione (M1+A1+R3)

Ribaltamento Combinazione (EQU+M2)

Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali (Stabilità interna). Per le verifiche degli elementi strutturali il coefficiente  $\gamma_r$  non deve essere tenuto in conto e quindi  $FS > 1$

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

- **Verifiche sismiche: Approccio 1**

Stabilità Globale  $FS > 1.1$ ; Scorrimento  $FS > 1,0$  e Portanza della fondazione  $FS > 1,0$   
Ribaltamento  $FS > 1$

Approccio 1: Stabilità globale Combinazione (M2+R2 - +kh/+kv)

Scorrimento e carico limite fondazione Combinazione (M1+R3 - +kh/-kv)

Ribaltamento Combinazione (EQU+M2)

Cioè le verifiche sismiche si devono eseguire applicando i soli fattori riduttivi dei parametri geotecnici (M2) e Verificando coefficienti di sicurezza di stabilità globale (R2) pari a 1,0, ribaltamento pari a 1, capacità portante pari a 1,0 e scorrimento pari a 1,0.

Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali (Stabilità interna). Per le verifiche degli elementi strutturali il coefficiente  $\gamma_r$  non deve essere tenuto in conto e quindi  $FS > 1$

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



## 6. REQUISITI RICHIESTI PER IL RILEVATO

Il terreno di riempimento che costituisce il rilevato strutturale dell'opera, potrà provenire sia da scavi precedentemente eseguiti sia da cave di prestito e facendo riferimento alle classificazioni riportate alle Norme UNI 10006 dovrà appartenere ai A1-a, A1-b, A3, A2-4, A2-5 con esclusione di pezzature superiori a 150mm.

Il materiale con dimensioni superiori a 100 mm è ammesso con percentuale inferiore al 15% del totale. In ogni caso saranno esclusi elementi di diametro maggiore o uguale a 250mm (Fig.14) , e i materiali che, da prove opportune, presentino angoli d'attrito minori di quelli previsti in progetto.

Il peso di volume del terreno di riempimento, in opera compattato, dovrà essere superiore a 18-19 kN/m<sup>3</sup>.

Tale materiale sarà compattato fino a raggiungere il 95% della densità secca AASHTO (ASTM D1557).

## 7. COMPATTAZIONE

Per tale operazione devono essere sottoposte alla preventiva approvazione del Committente, il tipo, le caratteristiche dei mezzi di compattazione, nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza). In ogni modo, deve ritenersi esclusa la possibilità di compattazione con pale meccaniche. Nel caso in cui lo sviluppo planimetrico dei manufatti è modesto e gli spazi di lavoro disponibili sono esigui, si useranno mezzi di compattazione leggeri, quali piastre vibranti e costipatori vibranti azionati a mano. Ogni strato sarà messo in opera con un grado di compattazione pari al 95% del valore fornito dalle prove Proctor (ASTM D 1557). La compattazione dovrà essere condotta con metodologia atta ad ottenere un addensamento uniforme. A tale scopo, i mezzi dovranno operare con sistematicità lungo direzioni parallele, garantendo una sovrapposizione fra ciascuna passata e quella adiacente pari al 10% del mezzo costipante. La compattazione a tergo delle opere eseguite dovrà essere tale da escludere una riduzione dell'addensamento e nello stesso tempo il danneggiamento delle opere stesse. In particolare, si dovrà fare in modo che i compattatori operino ad una distanza non inferiore a m 0.50 dal paramento

esterno. Durante la costruzione si dovrà provvedere ad una manutenzione per rimediare eventuali danni causati dalle attività di cantiere oltre a quelli dovuti ad eventi meteorologici.

## 8. IPOTESI DI CALCOLO

Il dimensionamento delle strutture in progetto è stato eseguito con riferimento a quanto riportato nelle seguenti tabelle ed eventualmente integrato e dettagliato nel proseguo del paragrafo. Per le altezze delle sezioni di calcolo si rimanda ai relativi tabulati ed agli eventuali disegni acclusi alla presente nota oltre che alle tavole di progetto.

<b>DATI GEOTECNICI</b>	<b>TERRA RINFORZATA</b>	$\gamma_1 = 19 \text{ KN/mc}$	$\varphi_1 = 32^\circ$	$c'_1 = 0 \text{ KPa}$
	<b>RILEVATO A TERGO</b>	$\gamma_2 = 19 \text{ KN/mc}$	$\varphi_2 = 32^\circ$	$c'_2 = 0 \text{ KPa}$
	<b>FONDAZIONE 1</b>	$\gamma_3 = 19 \text{ KN/mc}$	$\varphi_3 = 28^\circ$	$c'_3 = 0 \text{ KPa}$
<b>CARICHI ACCIDENTALI ESTERNI</b>	<b>STATICO</b>	20 kPa		
	<b>SISMICO</b>	$K_v = 0,055 - K_h = 0,028$		

La veridicità dei dati geotecnici in fase esecutiva deve essere verificata attraverso prove di laboratorio e di cantiere. Sarà compito della DD.LL. verificare che i materiali posti in opera corrispondono a quelli di progetto, al fine di assicurare, nella costruzione dei rilevati, i coefficienti di sicurezza previsti.

**ALLEGATO A**  
**ELABORATI DI CALCOLO**

### MacStARS W – Rel. 3.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls  
Officine Maccaferri S.p.A. - Via Kennedy 10 - 40069 Zola Predosa (Bologna)  
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

Officine Maccaferri S.P.A.

Progetto..:

Sezione...:

Località...:

Pratica....:

File.....: sez\_tmw\_sis

Data.....:

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M.  
14/01/2008

Verifiche nei confronti dello SLU

### CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

<b>Terreno : S1</b>	Descrizione :
Classe coesione.....	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....: 0.00
Classe d'attrito.....	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....	[°].....: 32.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....	: 0.00
Classe di peso.....	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ].....: 19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ].....: 19.00
Modulo elastico.....	[kN/m <sup>2</sup> ].....: 0.00
Coefficiente di Poisson.....	: 0.30

**Terreno : S2**

Descrizione :

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....: 28.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 19.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 19.00  
  
 Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**PROFILI STRATIGRAFICI**

**Strato: PC**

Descrizione:

Terreno : S2

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	0.00	20.00	0.00				

**BLOCCHI RINFORZATI**

**Blocco : TMV1**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 5.00 Altezza.....= 3.04  
 Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 5.00 Ordinata.....= -0.75  
 Inclinazione paramento.....[°].....: 20.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia  
 Rilevato strutturale.....: S1  
 Terreno di riempimento a tergo.....: S1  
 Terreno di copertura.....: S1  
 Terreno di fondazione.....: S1

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.7P - 0.76  
 Lunghezza.....[m].....= 5.00  
 Interasse.....[m].....= 0.76  
 Risolto.....[m].....= 0.65

**Blocco : TMV2**

Dati principali [m] : Larghezza = 4.00 Altezza = 3.04  
 Arretramento [m] = 0.00 da TMV1  
 Inclinazione paramento [°] : 20.00

Rilevato strutturale - materiale tipo : Sabbia  
 Rilevato strutturale : S1  
 Terreno di riempimento a tergo : S1  
 Terreno di copertura : S1  
 Terreno di fondazione : S1

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.7P - 0.76  
 Lunghezza [m] = 4.00  
 Interasse [m] = 0.76  
 Risvolto [m] = 0.65

**CARICHI**

**Pressione : CS**

Descrizione :

Classe : Permanente - favorevole  
 Intensità [kN/m<sup>2</sup>] = 10.00 Inclinazione [°] = 0.00  
 Ascissa [m] : Da = 10.00 To = 20.00

**Sisma :**

Classe : Sisma  
 Accelerazione [m/s<sup>2</sup>] : Orizzontale = 0.55 Verticale = 0.27

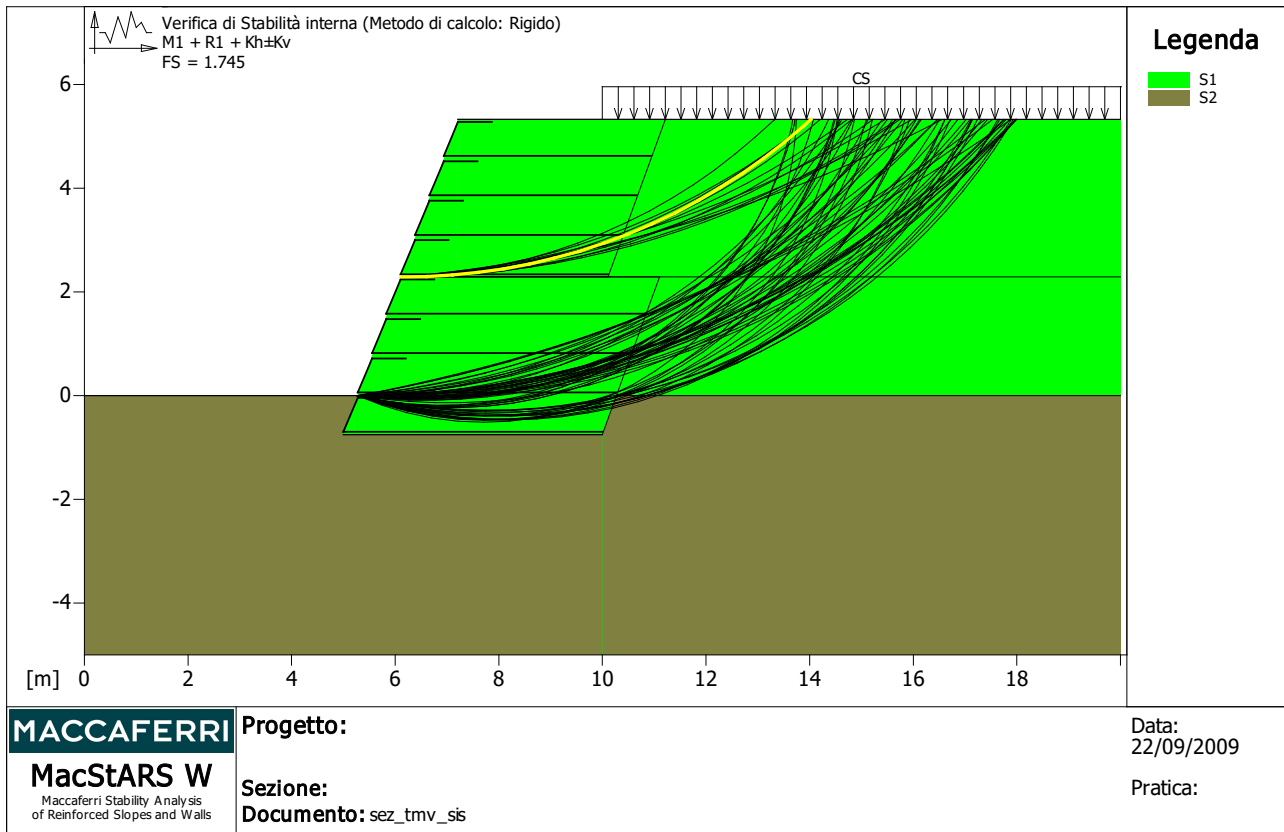
**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.7P - 0.76  
 Carico di rottura Nominale [kN/m] : 50.11  
 Rapporto di Scorrimento plastico : 2.00  
 Coefficiente di Scorrimento elastico [m<sup>3</sup>/kN] : 1.10e-04  
 Rigidezza estensionale [kN/m] : 500.00  
 Lunghezza minima di ancoraggio [m] : 0.15  
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia) : 1.44  
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out : 1.00  
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia) : 1.30  
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out : 1.00  
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo) : 1.30  
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out : 1.00  
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla) : 1.30  
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out : 1.00



Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo	:	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....	:	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....	:	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....	:	0.30

**VERIFICHE**



**Verifica di stabilità interna :**

Combinazione di carico : M1 + R1 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

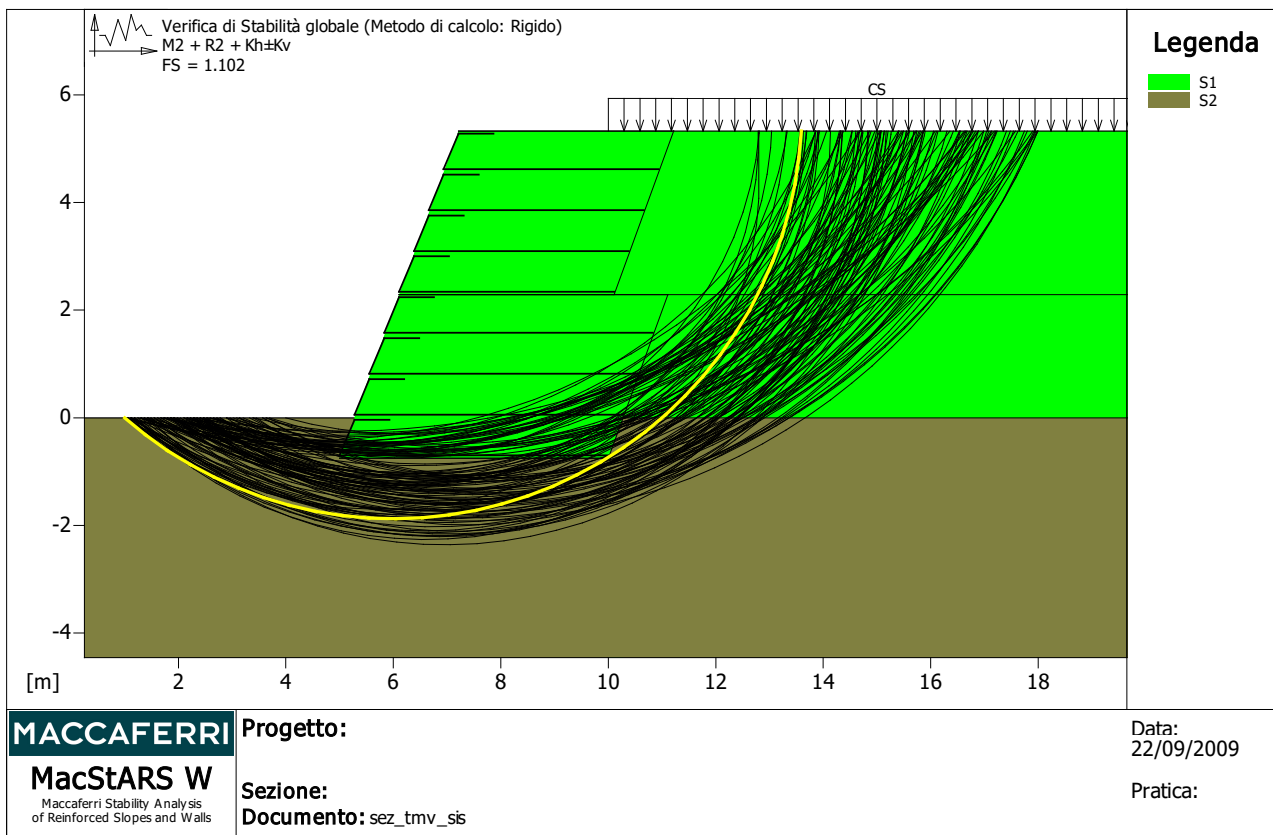
Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.745

**Intervallo di ricerca delle superfici**

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto	Secondo punto
TMV1	11.00	18.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:	1	
Numero totale superfici di prova.....:	500	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:	0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:	0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:	0.00	

Fattore	Classe
1.00	Permanente - favorevole
1.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata

1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. Parziale R – Stabilità



**Verifica di stabilità globale :**

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

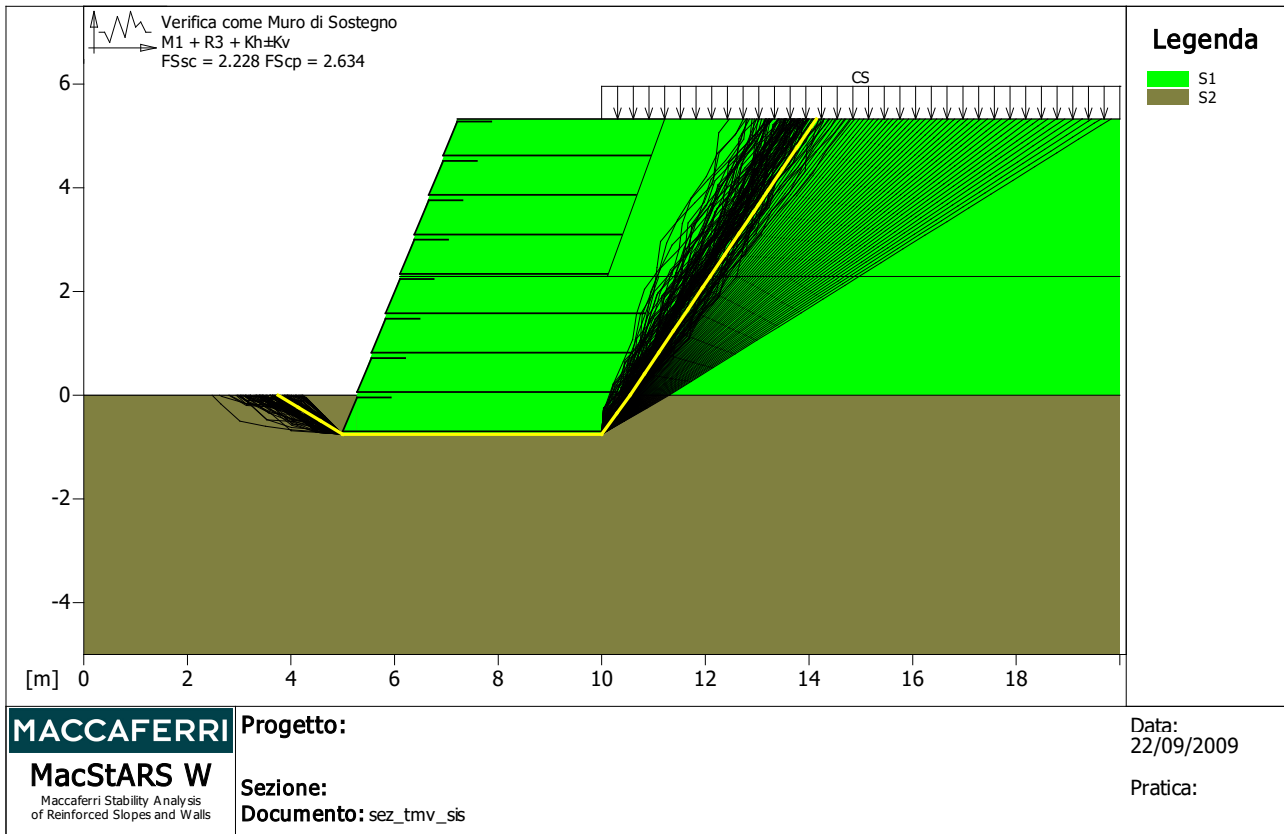
Coefficiente di sicurezza minimo calcolato..... : 1.102

**Intervallo di ricerca delle superfici**

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
1.00	4.00	11.00	18.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		50	
Numero totale superfici di prova.....:		500	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.00	Permanente - favorevole
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace

1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : M1 + R3 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : TMV1

Forza Stabilizzante..... [kN/m]..... : 291.04

Forza Instabilizzante..... [kN/m]..... : 118.74

Classe scorrimento..... : Coeff. parziale R - Scorrimento

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento..... : 2.228

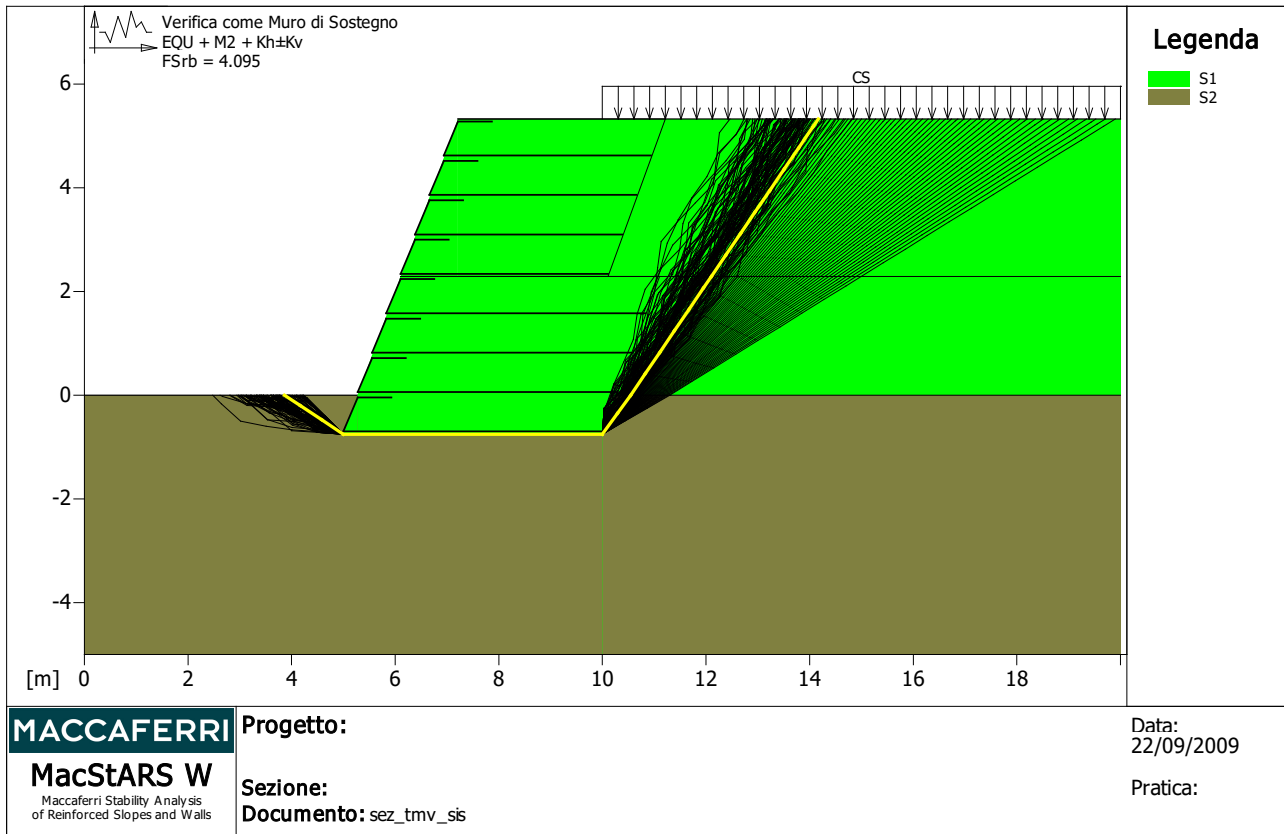
Pressione Ammissibile..... [kN/m<sup>2</sup>]..... : 413.08

Pressione massima agente..... [kN/m<sup>2</sup>]..... : 112.02

Classe pressione..... : Coeff. parziale R - Capacità portante

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante..... : 2.634

Fattore	Classe
1.00	Permanente - favorevole
1.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.40	Coeff. parziale R - Capacità portante



**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : EQU + M2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : TMV1

Momento Stabilizzante.....[kN\*m/m]..... : 1959.30

Momento Instabilizzante.....[kN\*m/m]..... : 478.46

Classe momento.....: Coeff. parziale R - Ribaltamento

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento..... : 4.095

Fattore	Classe
1.00	Permanente - favorevole
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento

**ALLEGATO B**  
**ELABORATI DI CALCOLO**



**MacStARS W – Rel. 3.0**

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls  
Officine Maccaferri S.p.A. - Via Kennedy 10 - 40069 Zola Predosa (Bologna)  
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

Officine Maccaferri S.P.A.

Progetto\_:

Sezione\_:

Località\_:

Pratica\_:

File\_.....: sez\_tmv\_stat

Data\_.....:

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M.  
14/01/2008

Verifiche nei confronti dello SLU

## CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

**Terreno : S1**                      Descrizione :

Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace	
Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	: 0.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio	
Angolo d'attrito.....	[°]	: 32.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....		: 0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole	
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	: 19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	: 19.00
Modulo elastico.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	: 0.00
Coefficiente di Poisson.....		: 0.30

**Terreno : S2**                      Descrizione :

Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace	
Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	: 0.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio	
Angolo d'attrito.....	[°]	: 28.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....		: 0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole	
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	: 19.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	: 19.00
Modulo elastico.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	: 0.00
Coefficiente di Poisson.....		: 0.30

**Terreno : S3**                      Descrizione :

Classe coesione.....	: Coeff. Parziale - Coesione efficace	
Coesione.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	: 0.00
Classe d'attrito.....	: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio	
Angolo d'attrito.....	[°]	: 32.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....		: 0.00
Classe di peso.....	: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole	
Peso specifico sopra falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	: 22.00
Peso specifico in falda.....	[kN/m <sup>3</sup> ]	: 22.00
Modulo elastico.....	[kN/m <sup>2</sup> ]	: 0.00
Coefficiente di Poisson.....		: 0.30

**Terreno : S4**                      Descrizione :

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 10.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 32.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 24.00

Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 24.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**PROFILI STRATIGRAFICI**

**Strato: PC**                      Descrizione:

Terreno : S2

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	0.00	20.00	0.00				

**BLOCCHI RINFORZATI**

**Blocco : TMV1**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 5.00      Altezza.....= 3.04

Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 5.00      Ordinata.....= -0.75

Inclinazione paramento.....[°].....: 20.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia

Rilevato strutturale.....: S1

Terreno di riempimento a tergo.....: S1

Terreno di copertura.....: S1

Terreno di fondazione.....: S1

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.7P - 0.76

Lunghezza.....[m].....= 5.00

Interasse.....[m].....= 0.76

Risolto.....[m].....= 0.65

**Blocco : TMV2**

Dati principali [m]: Larghezza = 4.00 Altezza = 3.04  
 Arretramento [m] = 0.00 da TMV1  
 Inclinazione paramento [°]: 20.00

Rilevato strutturale - materiale tipo : Sabbia  
 Rilevato strutturale : S1  
 Terreno di riempimento a tergo : S1  
 Terreno di copertura : S1  
 Terreno di fondazione : S1

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.7P - 0.76  
 Lunghezza [m] = 4.00  
 Interasse [m] = 0.76  
 Risvolto [m] = 0.65

**CARICHI**

**Pressione : CS**

Descrizione :

Classe : Permanente - favorevole  
 Intensità [kN/m²] = 20.00 Inclinazione [°] = 0.00  
 Ascissa [m] : Da = 10.00 To = 20.00

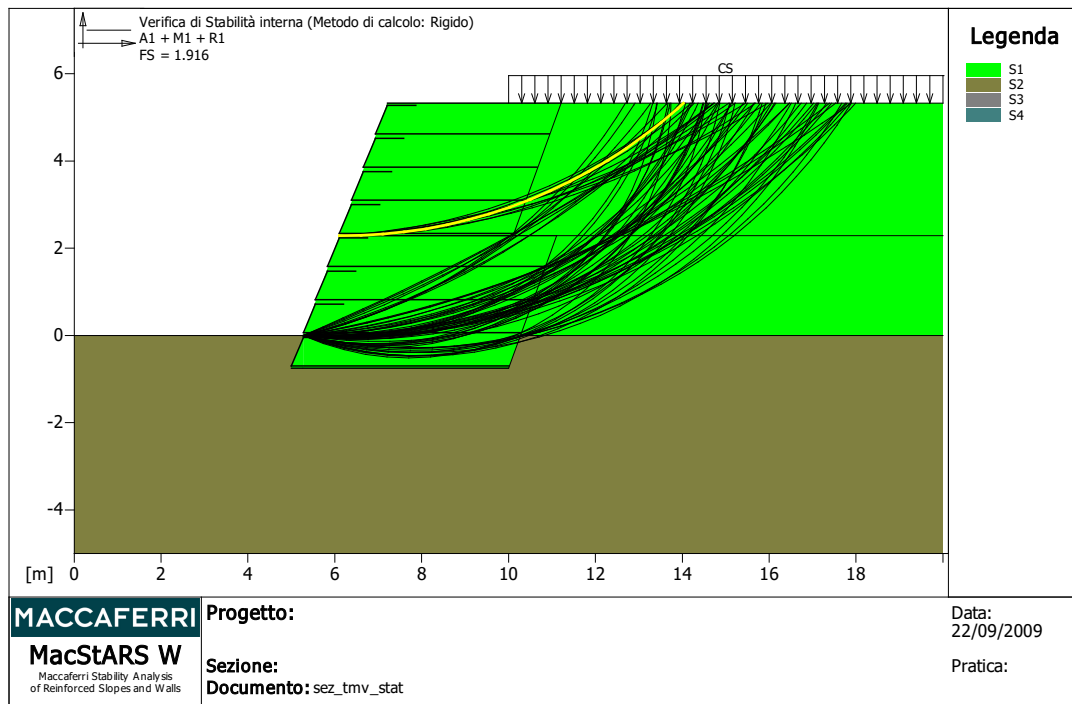
**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.7P - 0.76

Carico di rottura Nominale [kN/m] : 50.11  
 Rapporto di Scorrimento plastico : 2.00  
 Coefficiente di Scorrimento elastico [m³/kN] : 1.10e-04  
 Rigidezza estensionale [kN/m] : 500.00  
 Lunghezza minima di ancoraggio [m] : 0.15  
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia) : 1.44  
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out : 1.00  
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia) : 1.30  
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out : 1.00  
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo) : 1.30  
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00  
 Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla) : 1.30  
 Coefficiente di sicurezza al Pull-out : 1.00

Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo	:	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....	:	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....	:	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....	:	0.30

**VERIFICHE**



**Verifica di stabilità interna :**

Combinazione di carico : A1 + M1 + R1

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

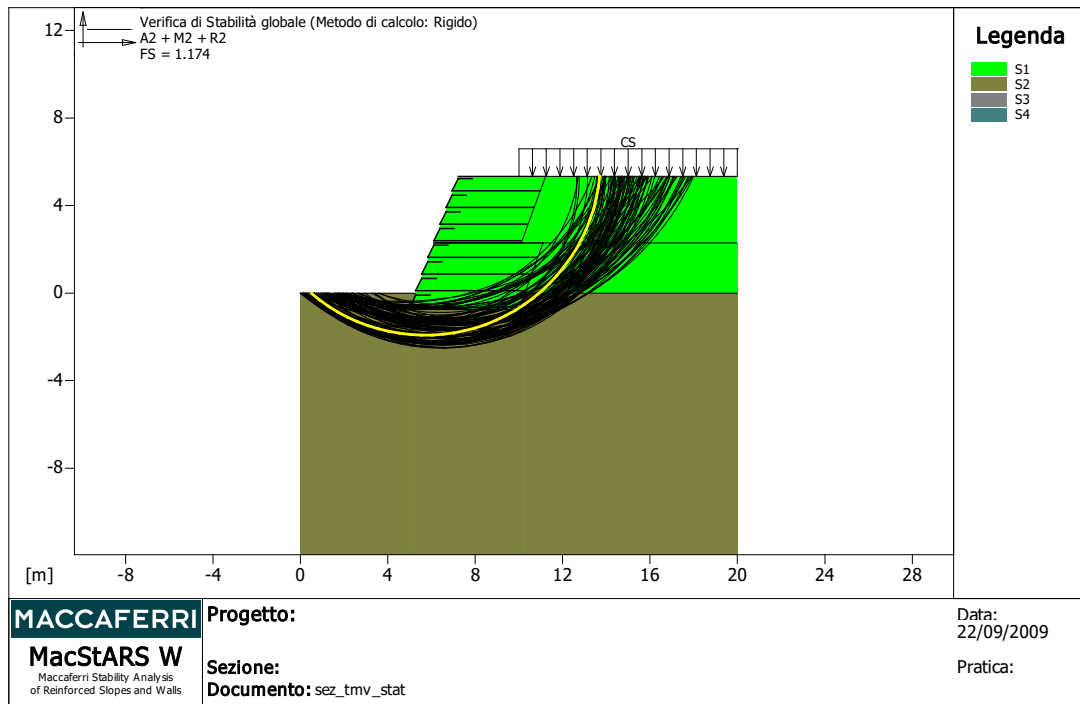
Coefficiente di sicurezza minimo calcolato.....: 1.916

**Intervallo di ricerca delle superfici**

Blocco TMV1	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto 11.00	Secondo punto 18.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 1  
 Numero totale superfici di prova.....: 500  
 Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....: 0.50  
 Angolo limite orario..... [°].....: 0.00  
 Angolo limite antiorario..... [°].....: 0.00

<b>Fattore</b>	<b>Classe</b>
1.00	Permanente - favorevole
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. Parziale R - Stabilità



**Verifica di stabilità globale :**

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

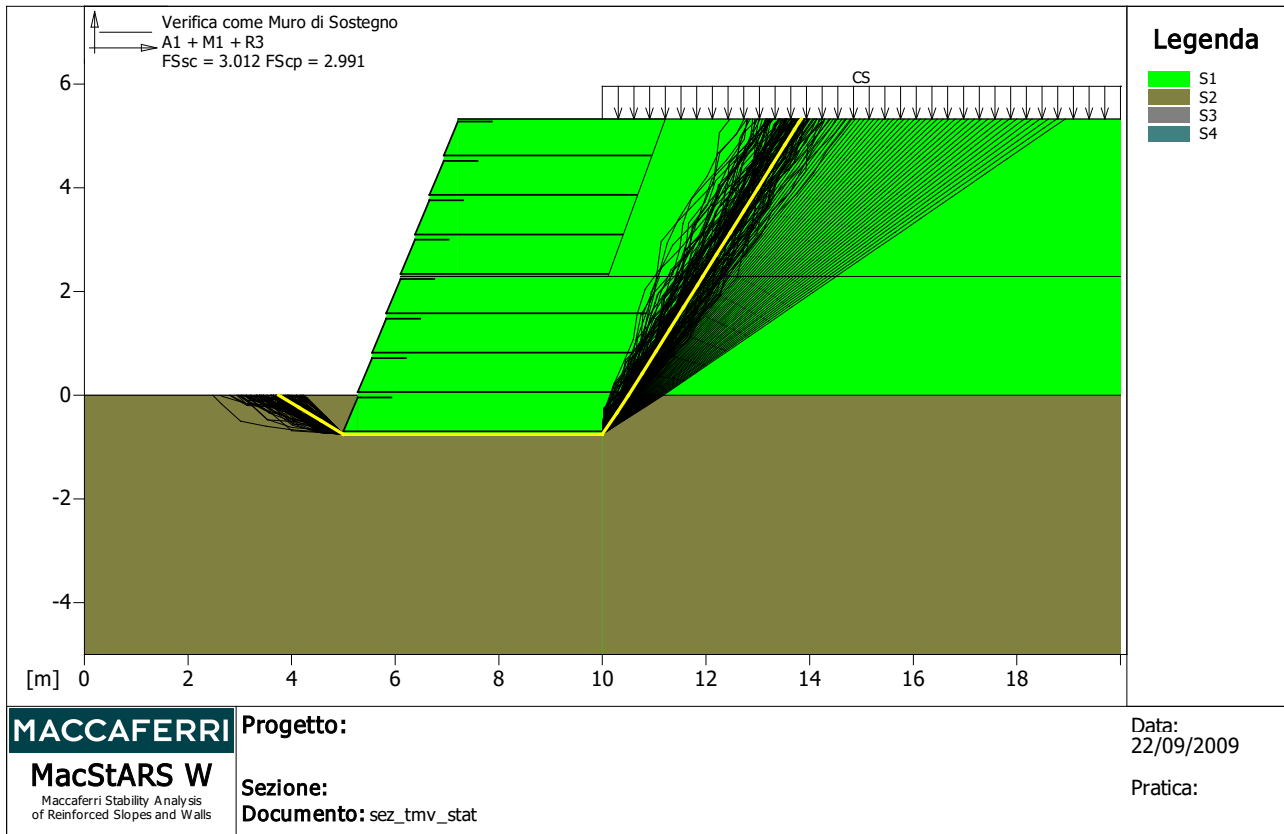
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato..... : 1.174

**Intervallo di ricerca delle superfici**

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
0.00	4.00	11.00	18.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		50	
Numero totale superfici di prova.....:		500	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.00	Permanente - favorevole
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3

Stabilità verificata sul blocco : TMV1

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 305.69

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 92.25

Classe scorrimento.....: Coeff. parziale R - Scorrimento

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 3.012

Pressione Ammissibile.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 487.66

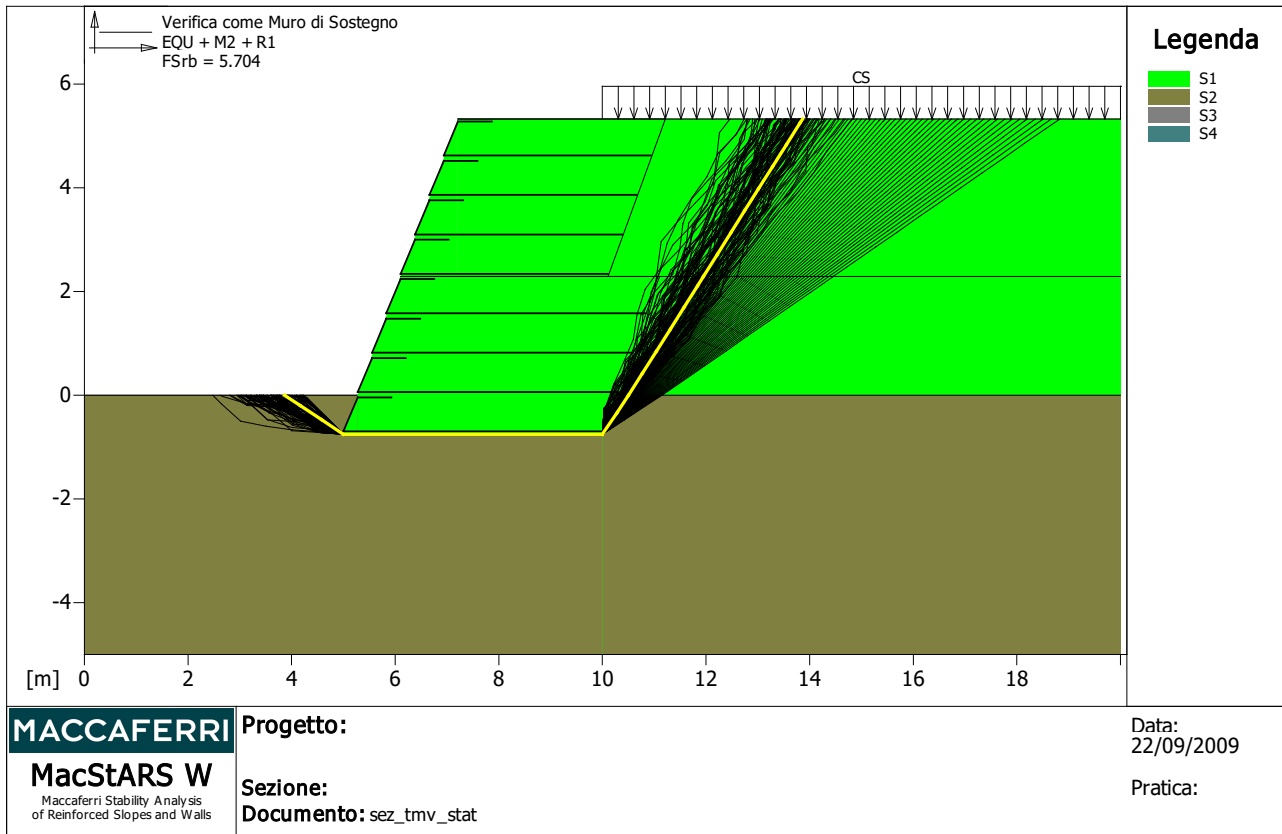
Pressione massima agente.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 116.46

Classe pressione.....: Coeff. parziale R - Capacità portante

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 2.991

Fattore	Classe
1.00	Permanente - favorevole
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.40	Coeff. parziale R - Capacità portante





**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : EQU + M2 + R1

Stabilità verificata sul blocco : TMV1

Momento Stabilizzante.....[kN\*m/m]..... : 1824.50

Momento Instabilizzante.....[kN\*m/m]..... : 319.90

Classe momento.....: Coeff. parziale R - Ribaltamento

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento.....: 5.704

Fattore	Classe
0.90	Permanente - favorevole
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
0.90	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento

**ALLEGATO C**  
**ELABORATI DI CALCOLO**

### MacStARS W – Rel. 3.0

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls  
Officine Maccaferri S.p.A. - Via Kennedy 10 - 40069 Zola Predosa (Bologna)  
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

Officine Maccaferri S.P.A.

Progetto..:

Sezione...:

Località...:

Pratica....:

File.....: sez\_tmv\_9m

Data.....:

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M.  
14/01/2008

Verifiche nei confronti dello SLU

### CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

<b>Terreno : S1</b>	Descrizione :
Classe coesione.....:	Coeff. Parziale - Coesione efficace
Coesione.....[kN/m <sup>2</sup> ].....:	0.00
Classe d'attrito.....:	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
Angolo d'attrito.....[°].....:	35.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....:	0.00
Classe di peso.....:	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
Peso specifico sopra falda.....[kN/m <sup>3</sup> ].....:	19.00
Peso specifico in falda.....[kN/m <sup>3</sup> ].....:	19.00
Modulo elastico.....[kN/m <sup>2</sup> ].....:	0.00
Coefficiente di Poisson.....:	0.30

**Terreno : S2**                      Descrizione :

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace	
Coesione.....[kN/m <sup>2</sup> ].....:	0.00
Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio	
Angolo d'attrito.....[°].....:	28.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....:	0.00
Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole	
Peso specifico sopra falda.....[kN/m <sup>3</sup> ].....:	20.00
Peso specifico in falda.....[kN/m <sup>3</sup> ].....:	20.00
Modulo elastico.....[kN/m <sup>2</sup> ].....:	0.00
Coefficiente di Poisson.....:	0.30

**Terreno : S3**                      Descrizione :

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace	
Coesione.....[kN/m <sup>2</sup> ].....:	0.00
Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio	
Angolo d'attrito.....[°].....:	32.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....:	0.00
Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole	
Peso specifico sopra falda.....[kN/m <sup>3</sup> ].....:	22.00
Peso specifico in falda.....[kN/m <sup>3</sup> ].....:	22.00
Modulo elastico.....[kN/m <sup>2</sup> ].....:	0.00
Coefficiente di Poisson.....:	0.30

**Terreno : S4**                      Descrizione :

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace	
Coesione.....[kN/m <sup>2</sup> ].....:	10.00
Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio	
Angolo d'attrito.....[°].....:	32.00
Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....:	0.00
Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole	
Peso specifico sopra falda.....[kN/m <sup>3</sup> ].....:	24.00
Peso specifico in falda.....[kN/m <sup>3</sup> ].....:	24.00
Modulo elastico.....[kN/m <sup>2</sup> ].....:	0.00
Coefficiente di Poisson.....:	0.30

**PROFILI STRATIGRAFICI**

**Strato: PC**

Descrizione:

Terreno : S2

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	0.00	20.00	0.00				

**BLOCCHI RINFORZATI**

**Blocco : TMV1**

Dati principali.....[m].....: Larghezza = 7.00 Altezza..... = 3.04  
 Coordinate Origine...[m].....: Ascissa..... = 5.00 Ordinata..... = -0.90  
 Inclinazione paramento.....[°].....: 20.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia  
 Rilevato strutturale.....: S1  
 Terreno di riempimento a tergo.....: S1  
 Terreno di copertura.....: S1  
 Terreno di fondazione.....: S1

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.7P - 0.76  
 Lunghezza.....[m]..... = 7.00  
 Interasse.....[m]..... = 0.76  
 Risvolto.....[m]..... = 0.65

**Blocco : TMV2**

Dati principali.....[m].....: Larghezza..... = 6.00 Altezza..... = 1.52  
 Arretramento.....[m]..... = 0.00 da TMV1  
 Inclinazione paramento.....[°].....: 20.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia  
 Rilevato strutturale.....: S1  
 Terreno di riempimento a tergo.....: S1  
 Terreno di copertura.....: S1  
 Terreno di fondazione.....: S1

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.7P - 0.76  
 Lunghezza.....[m]..... = 6.00  
 Interasse.....[m]..... = 0.76  
 Risvolto.....[m]..... = 0.65

**Blocco : TMV3**

Dati principali [m]: Larghezza = 5.00 Altezza = 1.52  
 Arretramento [m] = 0.00 da TMV2  
 Inclinazione paramento [°]: 20.00

Rilevato strutturale - materiale tipo : Sabbia  
 Rilevato strutturale : S1  
 Terreno di riempimento a tergo : S1  
 Terreno di copertura : S1  
 Terreno di fondazione : S1

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.7P - 0.76  
 Lunghezza [m] = 5.00  
 Interasse [m] = 0.76  
 Risvolto [m] = 0.65

**Blocco : TMV4**

Dati principali [m]: Larghezza = 4.00 Altezza = 3.04  
 Arretramento [m] = 0.00 da TMV3  
 Inclinazione paramento [°]: 20.00

Rilevato strutturale - materiale tipo : Sabbia  
 Rilevato strutturale : S1  
 Terreno di riempimento a tergo : S1  
 Terreno di copertura : S1  
 Terreno di fondazione : S1

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.7P - 0.76  
 Lunghezza [m] = 4.00  
 Interasse [m] = 0.76  
 Risvolto [m] = 0.65

**CARICHI**

**Pressione : CS**

Descrizione :

Classe : Permanente - favorevole  
 Intensità [kN/m<sup>2</sup>] = 10.00 Inclinazione [°] = 0.00  
 Ascissa [m] : Da = 10.00 To = 20.00

**Sisma :**

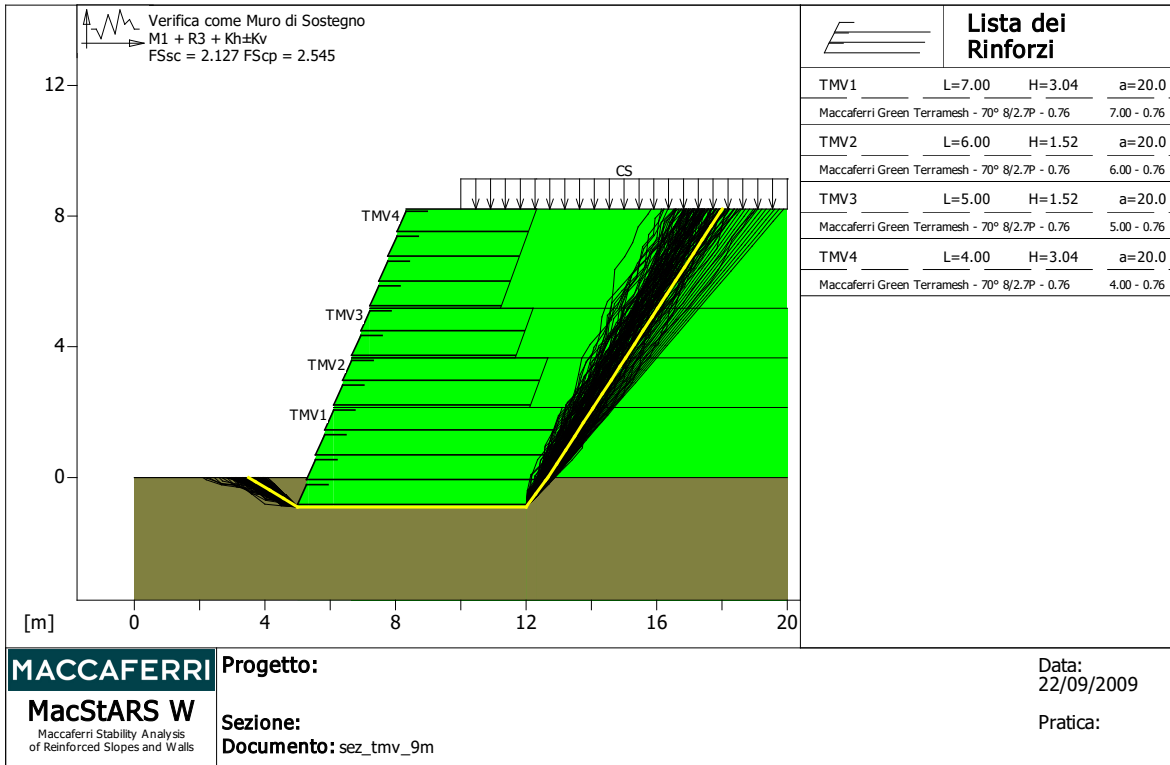
Classe : Sisma  
 Accelerazione [m/s<sup>2</sup>] : Orizzontale = 0.55 Verticale = 0.27

## PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.7P - 0.76

Carico di rottura Nominale.....[kN/m].....	:	50.11
Rapporto di Scorrimento plastico.....	:	2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....[m <sup>3</sup> /kN].....	:	1.10e-04
Rigidezza estensionale.....[kN/m].....	:	500.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....[m].....	:	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....	:	1.44
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....	:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....	:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....	:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....	:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....	:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo.....	:	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....	:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....	:	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....	:	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....	:	0.30

**VERIFICHE**



**MACCAFERRI**  
**MacStARS W**  
 Maccaferri Stability Analysis  
 of Reinforced Slopes and Walls

**Progetto:**  
**Sezione:**  
**Documento:** sez\_tmv\_9m

**Data:**  
 22/09/2009  
**Pratica:**

**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : M1 + R3 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : TMV1

Forza Stabilizzante.....[kN/m]..... : 579.06

Forza Instabilizzante.....[kN/m]..... : 247.49

Classe scorrimento..... : Coeff. parziale R - Scorrimento

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento..... : 2.127

Pressione Ammissibile.....[kN/m²]..... : 568.38

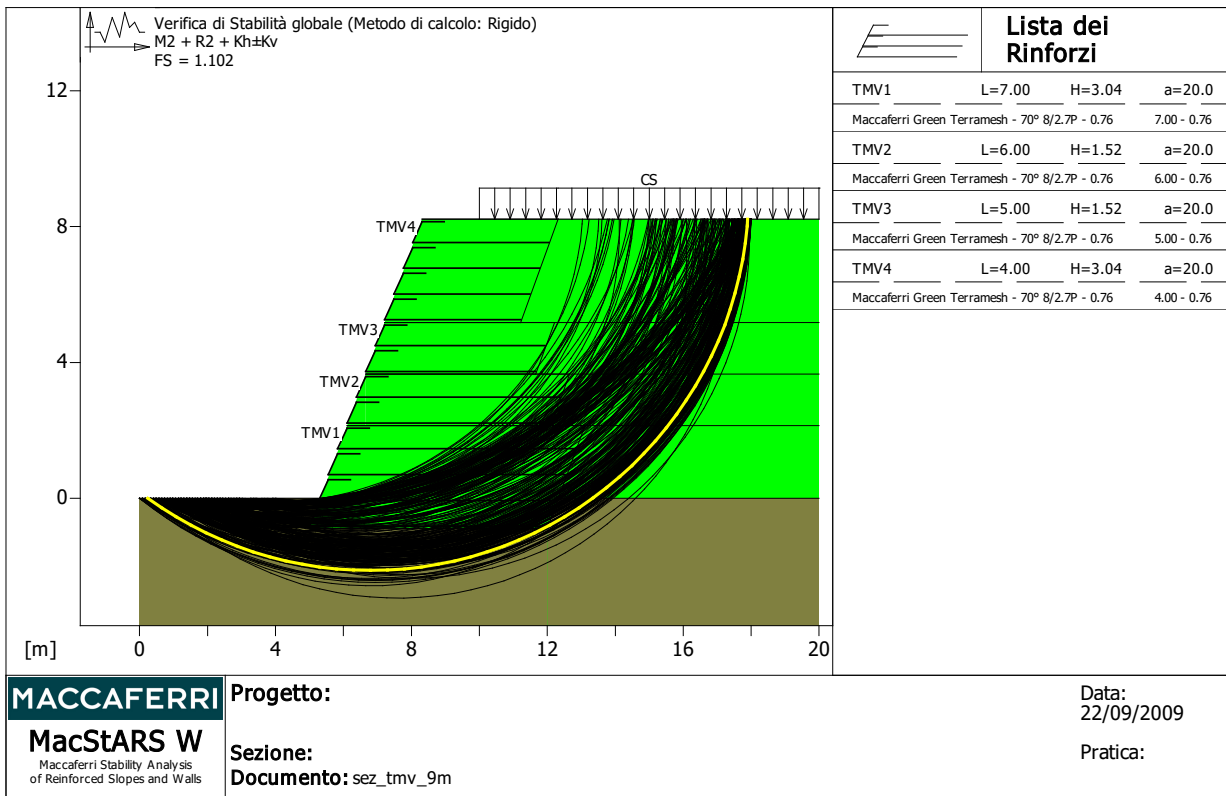
Pressione massima agente.....[kN/m²]..... : 159.55

Classe pressione..... : Coeff. parziale R - Capacità portante

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante..... : 2.545

Fattore	Classe
1.00	Permanente - favorevole
1.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.40	Coeff. parziale R - Capacità portante





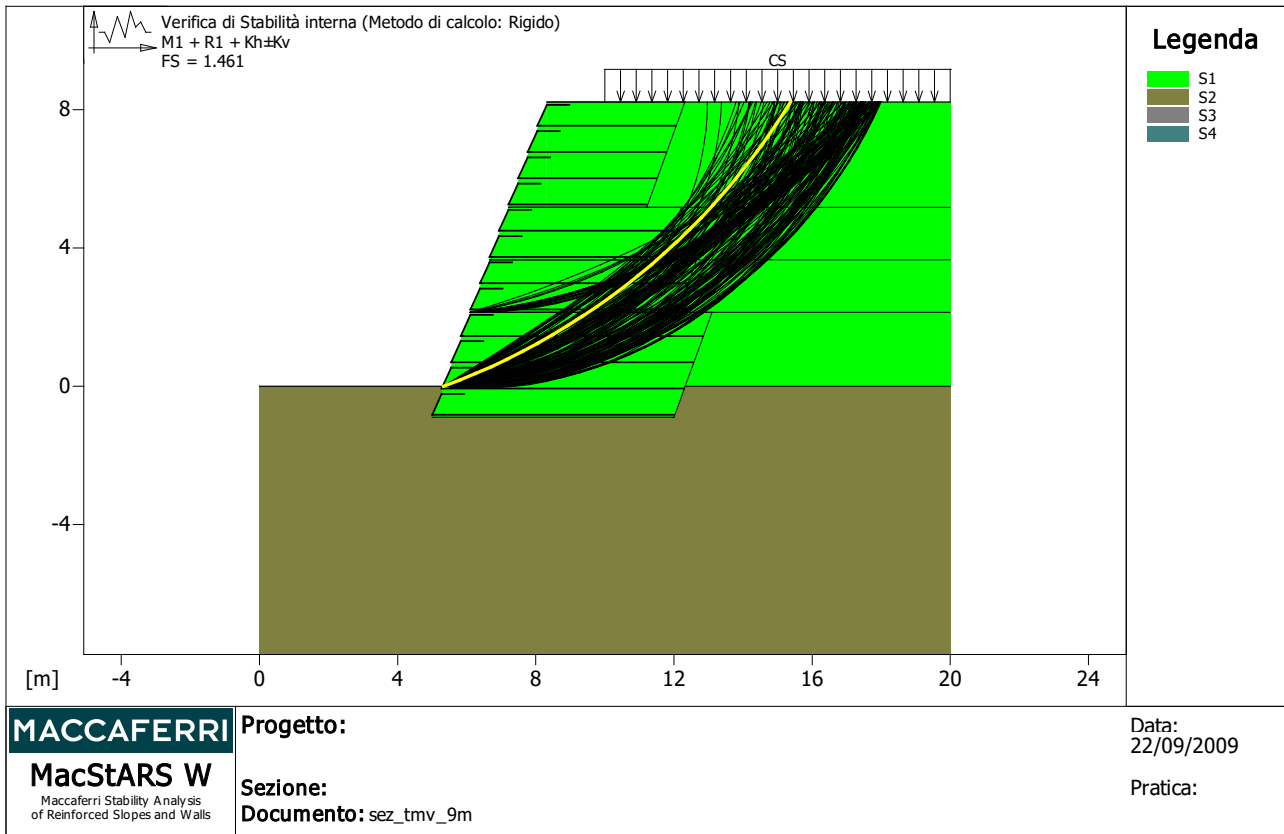
**Verifica di stabilità globale :**

Combinazione di carico : M2 + R2 + Kh±Kv  
 Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido  
 Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop  
 Coefficiente di sicurezza minimo calcolato..... : 1.102

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
0.00	4.00	11.00	18.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		50	
Numero totale superfici di prova.....:		500	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.00	Permanente - favorevole
1.00	Sisma
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



**Verifica di stabilità interna :**

Combinazione di carico : M1 + R1 + Kh±Kv  
Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido  
Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop  
Coefficiente di sicurezza minimo calcolato..... : 1.461

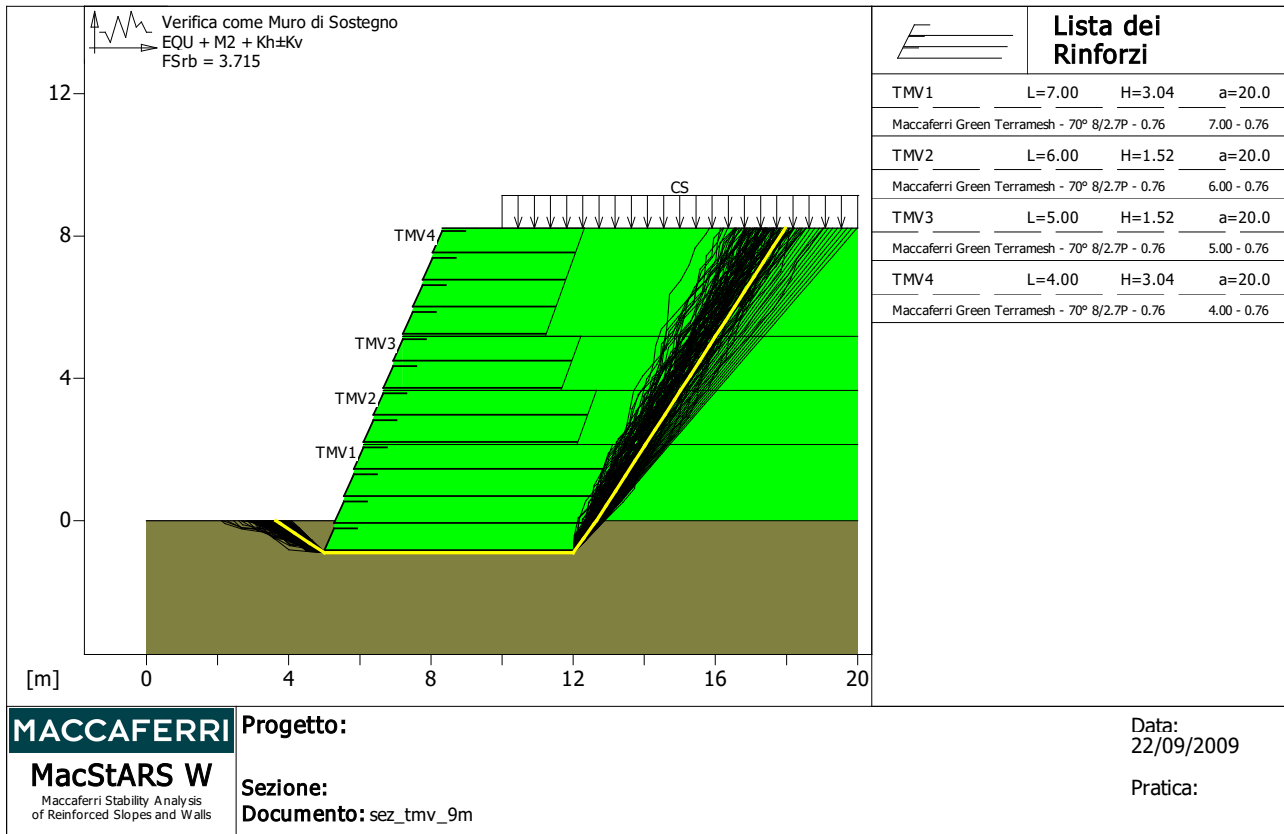
Blocco	Intervallo di ricerca delle superfici	
	Primo punto	Secondo punto
TMV1	11.00	18.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza..... : 1		
Numero totale superfici di prova..... : 500		
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m]..... : 0.50		
Angolo limite orario..... [°]..... : 0.00		
Angolo limite antiorario..... [°]..... : 0.00		

Blocco : TMV1  
Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.7P - 0.76  
Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
1.52	0.768
2.28	0.768

Blocco : TMV2  
Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.7P - 0.76  
Rapporto forza/resistenza nei rinforzi  
Y [m] Fmax  
0.00 0.768  
0.76 0.768

Fattore	Classe
1.00	Permanente - favorevole
1.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. Parziale R – Stabilità



**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : EQU + M2 + Kh±Kv

Stabilità verificata sul blocco : TMV1

Momento Stabilizzante ..... [kN\*m/m] : 5326.20

Momento Instabilizzante ..... [kN\*m/m] : 1433.80

Classe momento ..... : Coeff. parziale R - Ribaltamento

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento ..... : 3.715

Fattore	Classe	
1.00	Permanente - favorevole	
1.00	Sisma	
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio	
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace	
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata	
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole	
1.00	Fs Rottura Rinforzi	
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi	
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento	

**ALLEGATO D**  
ELABORATI DI CALCOLO

**MacStARS W – Rel. 3.0**

Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls  
Officine Maccaferri S.p.A. - Via Kennedy 10 - 40069 Zola Predosa (Bologna)  
Tel. 051.6436000 - Fax 051.236507

Officine Maccaferri S.P.A.

Progetto..:

Sezione...:

Località...:

Pratica.....:

File.....: sez\_tmv\_9m\_stat

Data.....:

Verifiche condotte in accordo alla normativa : Norme tecniche per le costruzioni D.M.  
14/01/2008

Verifiche nei confronti dello SLU

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

**Terreno : S1**                      Descrizione :

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 19.00

Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 19.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**Terreno : S2**                      Descrizione :

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 28.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 20.00

Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 20.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**Terreno : S3**                      Descrizione :

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace

Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00

Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio

Angolo d'attrito.....[°].....: 32.00

Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00

Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole

Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 22.00

Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 22.00

Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**Terreno : S4**

Descrizione :

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace  
 Coesione.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 10.00  
 Classe d'attrito.....: Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio  
 Angolo d'attrito.....[°].....: 32.00  
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00  
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole  
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 24.00  
 Peso specifico in falda.....[kN/m<sup>3</sup>].....: 24.00  
  
 Modulo elastico.....[kN/m<sup>2</sup>].....: 0.00  
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

**PROFILI STRATIGRAFICI**

**Strato: PC**

Descrizione:

Terreno : S2

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	0.00	20.00	0.00				

**BLOCCHI RINFORZATI**

**Blocco : TMV1**

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 7.00 Altezza.....= 3.04  
 Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 5.00 Ordinata.....= -0.90  
 Inclinazione paramento.....[°].....: 20.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Sabbia  
 Rilevato strutturale.....: S1  
 Terreno di riempimento a tergo.....: S1  
 Terreno di copertura.....: S1  
 Terreno di fondazione.....: S1

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.7P - 0.76  
 Lunghezza.....[m].....= 7.00  
 Interasse.....[m].....= 0.76  
 Risolto.....[m].....= 0.65



**Blocco : TMV2**

Dati principali [m]: Larghezza = 6.00 Altezza = 1.52  
 Arretramento [m] = 0.00 da TMV1  
 Inclinazione paramento [°]: 20.00

Rilevato strutturale - materiale tipo : Sabbia  
 Rilevato strutturale : S1  
 Terreno di riempimento a tergo : S1  
 Terreno di copertura : S1  
 Terreno di fondazione : S1

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.7P - 0.76  
 Lunghezza [m] = 6.00  
 Interasse [m] = 0.76  
 Risvolto [m] = 0.65

**Blocco : TMV3**

Dati principali [m]: Larghezza = 5.00 Altezza = 1.52  
 Arretramento [m] = 0.00 da TMV2  
 Inclinazione paramento [°]: 20.00

Rilevato strutturale - materiale tipo : Sabbia  
 Rilevato strutturale : S1  
 Terreno di riempimento a tergo : S1  
 Terreno di copertura : S1  
 Terreno di fondazione : S1

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.7P - 0.76  
 Lunghezza [m] = 5.00  
 Interasse [m] = 0.76  
 Risvolto [m] = 0.65

**Blocco : TMV4**

Dati principali [m]: Larghezza = 4.00 Altezza = 3.04  
 Arretramento [m] = 0.00 da TMV3  
 Inclinazione paramento [°]: 20.00

Rilevato strutturale - materiale tipo : Sabbia  
 Rilevato strutturale : S1  
 Terreno di riempimento a tergo : S1  
 Terreno di copertura : S1  
 Terreno di fondazione : S1

**Rinforzi :**

Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.7P - 0.76

Lunghezza.....[m].....= 4.00

Interasse.....[m].....= 0.76

Risolto.....[m].....= 0.65

**CARICHI**

**Pressione : CS**

Descrizione :

Classe : Permanente - favorevole

Intensità.....[kN/m<sup>2</sup>]...= 20.00    Inclinazione.....[°]...= 0.00

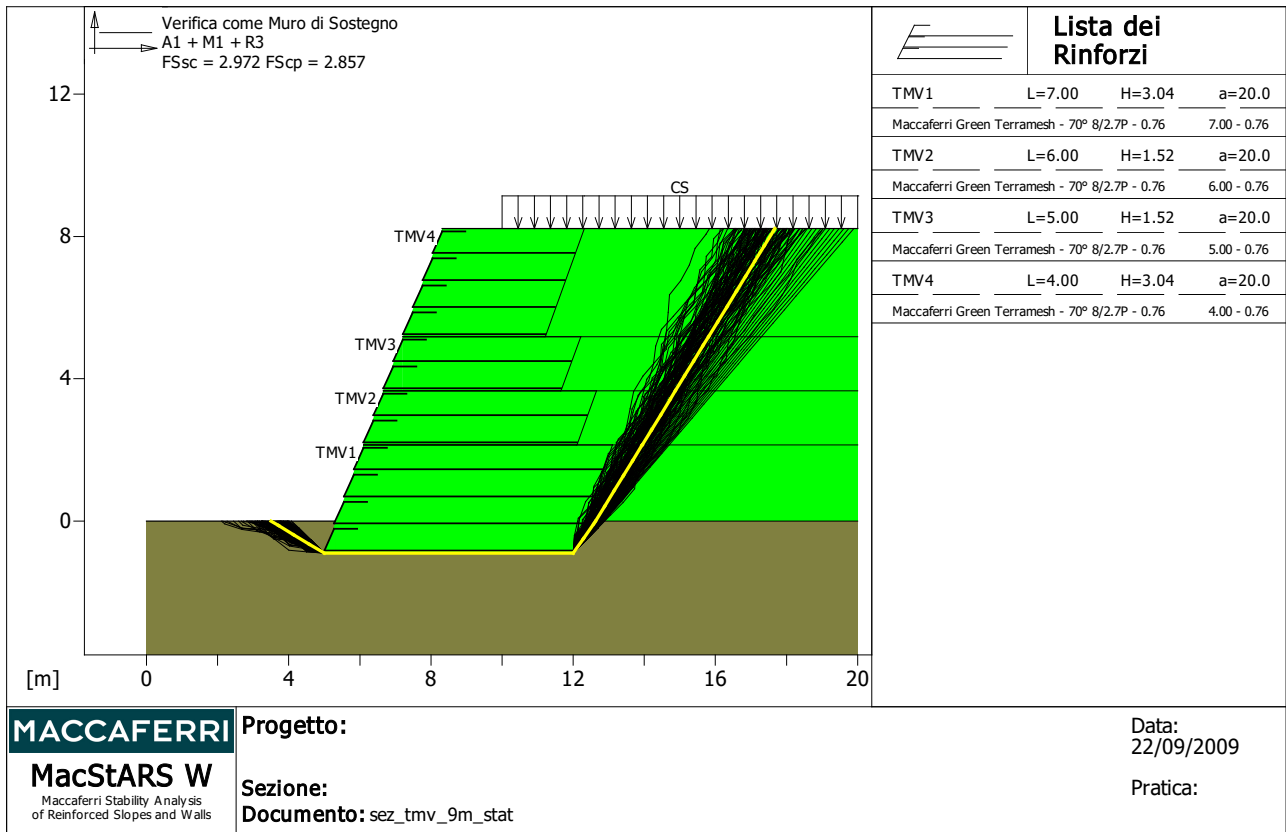
Ascissa.....[m] : Da = 10.00 To = 20.00

**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.7P - 0.76

Carico di rottura Nominale.....[kN/m].....:	50.11
Rapporto di Scorrimento plastico.....:	2.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....[m <sup>3</sup> /kN].....:	1.10e-04
Rigidità estensionale.....[kN/m].....:	500.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....[m].....:	0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....:	1.44
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....:	1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....:	1.30
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....:	1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo.....:	0.30
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....:	0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....:	0.65
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....:	0.50
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....:	0.30

**VERIFICHE**



**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : A1 + M1 + R3

Stabilità verificata sul blocco : TMV1

Forza Stabilizzante.....[kN/m].....: 611.80

Forza Instabilizzante.....[kN/m].....: 187.12

Classe scorrimento.....: Coeff. parziale R - Scorrimento

Coefficiente di sicurezza allo scorrimento.....: 2.972

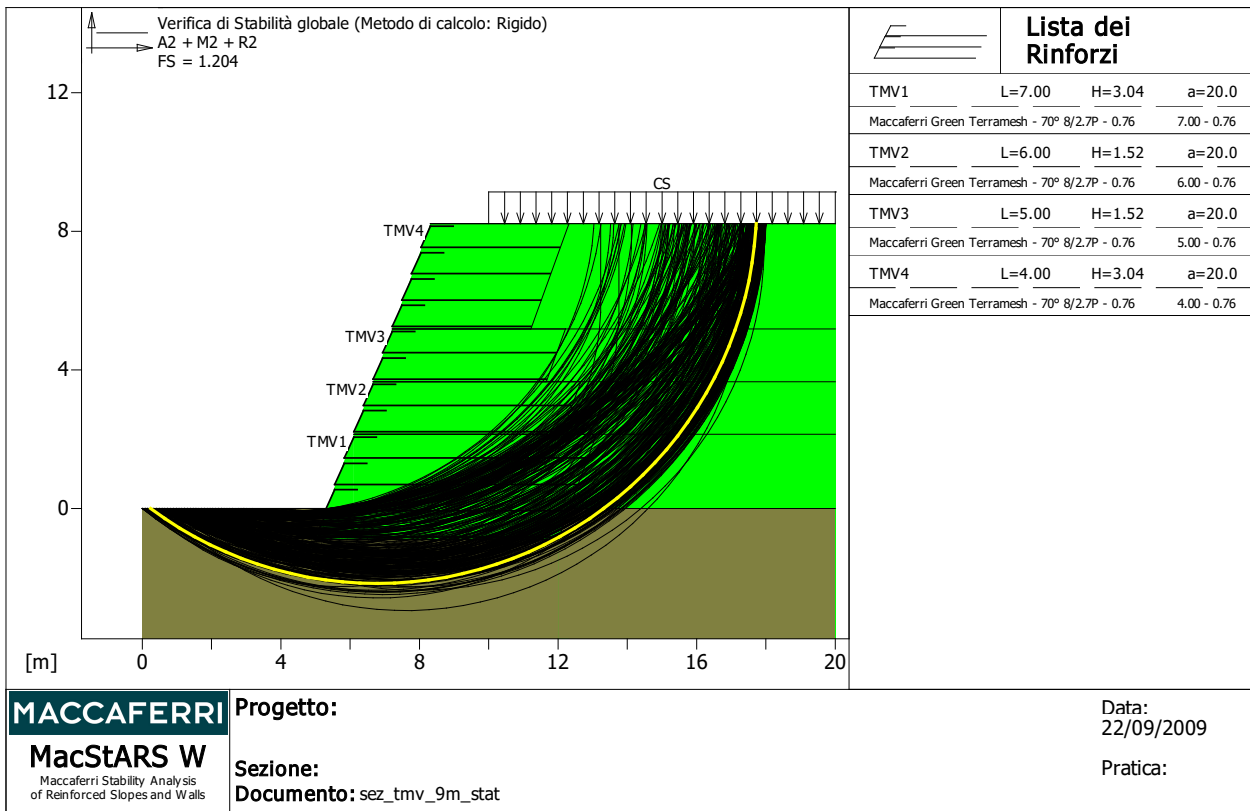
Pressione Ammissibile.....[kN/m²].....: 666.14

Pressione massima agente.....[kN/m²].....: 166.53

Classe pressione.....: Coeff. parziale R - Capacità portante

Coefficiente di sicurezza sulla capacità portante.....: 2.857

Fattore	Classe
1.00	Permanente - favorevole
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. parziale R - Scorrimento
1.40	Coeff. parziale R - Capacità portante



**Progetto:** Data: 22/09/2009  
**Sezione:** Pratica:  
**Documento:** sez\_tmrv\_9m\_stat

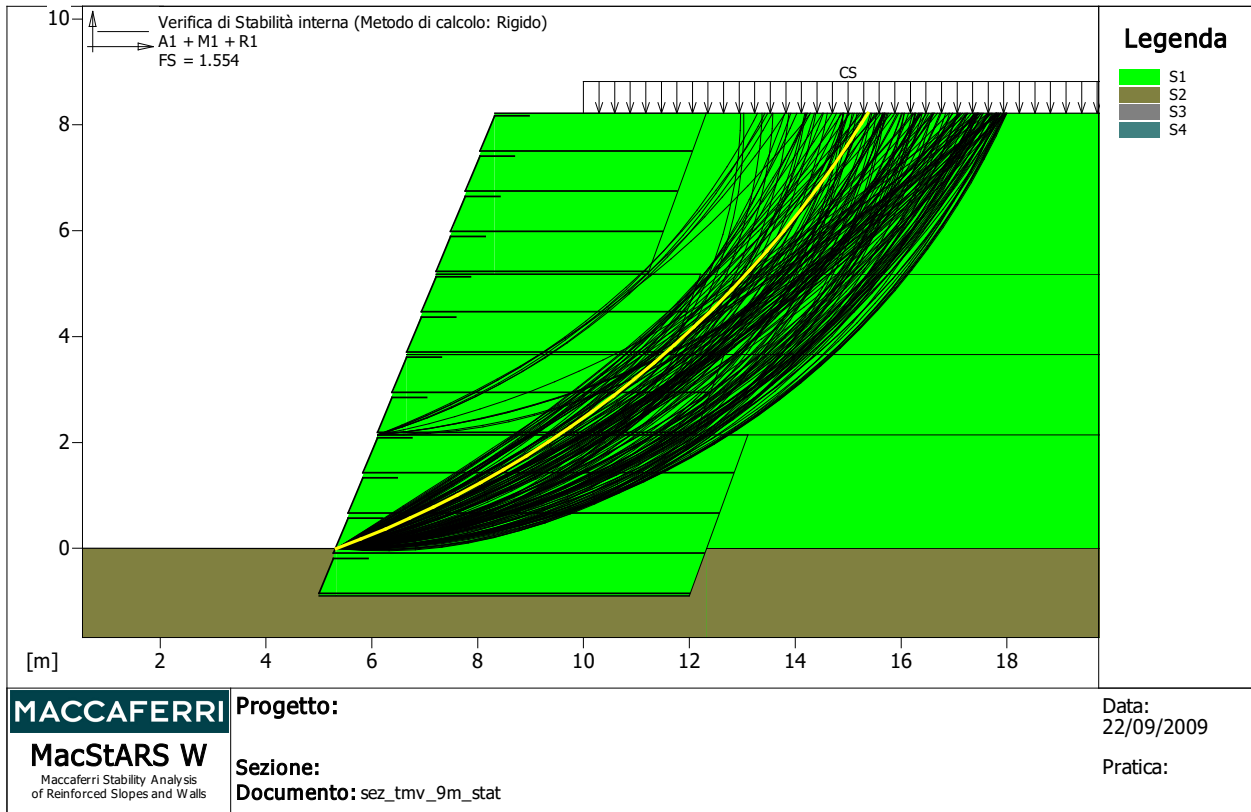
**Verifica di stabilità globale :**

Combinazione di carico : A2 + M2 + R2  
 Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido  
 Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop  
 Coefficiente di sicurezza minimo calcolato ..... : 1.204

**Intervallo di ricerca delle superfici**

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
0.00	4.00	11.00	18.00
Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....:		50	
Numero totale superfici di prova.....:		500	
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....:		0.50	
Angolo limite orario..... [°].....:		0.00	
Angolo limite antiorario..... [°].....:		0.00	

Fattore	Classe
1.00	Permanente - favorevole
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità



**Verifica di stabilità interna :**

Combinazione di carico : A1 + M1 + R1

Calcolo delle forze nei rinforzi col metodo rigido

Ricerca delle superfici critiche col metodo di Bishop

Coefficiente di sicurezza minimo calcolato..... : 1.554

Intervallo di ricerca delle superfici

Blocco	Segmento di arrivo, ascisse [m]	
	Primo punto	Secondo punto
TMV1	11.00	18.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....	:	1
Numero totale superfici di prova.....	:	500
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m]	:	0.50
Angolo limite orario..... [°]	:	0.00
Angolo limite antiorario..... [°]	:	0.00

Blocco : TMV1

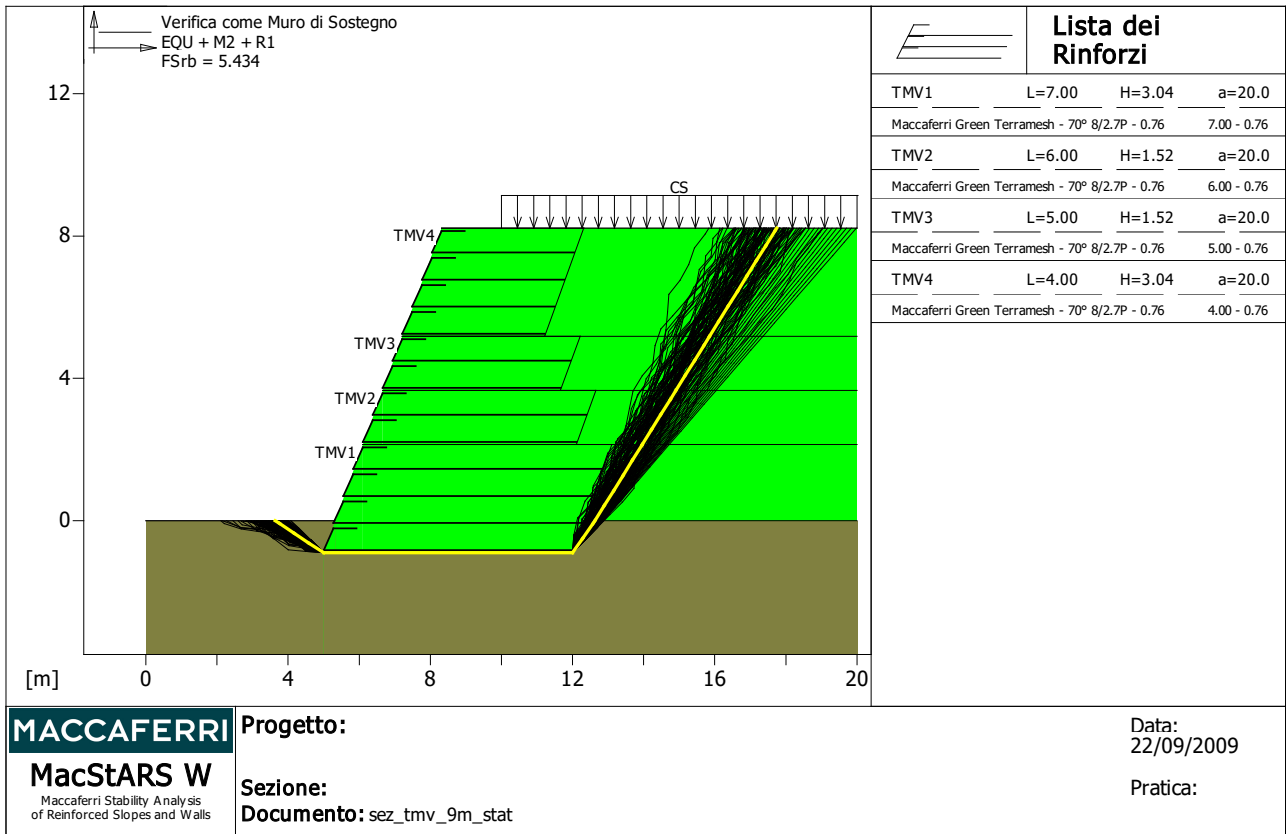
Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.7P - 0.76

Rapporto forza/resistenza nei rinforzi

Y [m]	Fmax
1.52	0.768
2.28	0.768

Blocco : TMV2  
Maccaferri - Green Terramesh - 70° - 8/2.7P - 0.76  
Rapporto forza/resistenza nei rinforzi  
Y [m] Fmax  
0.00 0.768  
0.76 0.768

Fattore	Classe
1.00	Permanente - favorevole
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. Parziale R - Stabilità



**Verifica come muro di sostegno :**

Combinazione di carico : EQU + M2 + R1

Stabilità verificata sul blocco : TMV1

Momento Stabilizzante ..... [kN\*m/m] : 4977.00

Momento Instabilizzante ..... [kN\*m/m] : 915.97

Classe momento ..... : Coeff. parziale R - Ribaltamento

Coefficiente di sicurezza al ribaltamento ..... : 5.434

Fattore	Classe
0.90	Permanente - favorevole
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.40	Coeff. Parziale - Resistenza non drenata
0.90	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.00	Coeff. parziale R - Ribaltamento