

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA  
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

**TRATTA A.V./A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI  
PROGETTO ESECUTIVO**

**Deviazione Strada Interporto Rivalta Scrivia - Tratto 0**

**Muro in terra armata in Sx e DX alla Pk 49+247  
Relazione di calcolo Sistema Macres**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI	
Consorzio <b>Cociv</b> Ing.P.P.Marcheselli		

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
A 3 0 1	0 X	E	C V	C L	I V 1 5 0 0	0 0 5	A

Progettazione:								
Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima Emissione	K. Germani 	08/01/2019	A. Nastasi 	08/01/2019	A. Mancarella 	08/01/2019	 Consorzio Collegamenti Integrati Veloci Dott. Ing. Aldo Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R
A01								
A02								

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-005-A00.DOC  Relazione di calcolo Sistema Macres</p> <p style="text-align: right;">Foglio 2 di 107</p>

## INDICE

1	PREMESSA .....	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
2.1	Leggi ed Ordinanze .....	4
2.2	Decreti .....	4
2.3	Circolari .....	4
2.4	Eurocodici .....	4
2.5	Norme UNI ISO .....	5
2.6	Ulteriori normative e specifiche .....	5
3	LE OPERE .....	5
4	MATERIALI COSTITUENTI IL SISTEMA MACRES .....	5
5	REQUISITI RICHIESTI PER IL RILEVATO STRUTTURALE .....	6
6	ISTRUZIONI OPERATIVE PER LA REALIZZAZIONE DEL RILEVATO STRUTTURALE .....	8
6.1	Stesa del materiale .....	8
6.2	Compattazione .....	8
6.3	Condizioni climatiche .....	8
6.4	Rilevati di prova .....	9
6.5	Prove di controllo .....	9
7	CONDIZIONI DI CARICO VERIFICATE .....	10
8	COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI .....	11
9	IPOTESI DI CALCOLO .....	12
9.1	Rinforzi .....	12
9.2	Caratteristiche geotecniche e parametri di progetto .....	12
9.3	Carichi e sovraccarichi .....	13
9.4	Azioni sismiche .....	13
10	METODO DI CALCOLO .....	14
10.1	MacRes 2.03 Beta .....	14
11	MACSTARS W 4.0 .....	19
11.1	Sezioni oggetto di verifica .....	19
11.2	Esito delle Verifiche .....	19

11.2.1	Coefficienti di sovradimensionamento – Valori minimi ottenuti .....	19
11.2.2	Pressione di riferimento per il calcolo dei cedimenti in fondazione e Pressione massima	19
12	MACRES - TABULATI DI CALCOLO.....	20
12.1	Muro H=3,94 m .....	21
12.2	Muro H=6,16 m .....	25
12.3	Muro H=8,89 m .....	29
12.4	Muro H=10,65 m .....	35
12.5	Muro H=12,45 m .....	39
13	MACSTARS W – TABULATI DI CALCOLO SISMICO .....	43
13.1	Muro H=3,94 m .....	43
13.2	Muro H=6,16 m .....	50
13.3	Muro H=8,89 m .....	57
13.4	Muro H=10,65 m .....	64
13.5	Muro H=12,45 m .....	71
14	MACSTARS W – TABULATI DI CALCOLO STATICO .....	78
14.1	Muro H=3,94 m .....	78
14.2	Muro H=6,16 m .....	84
14.3	Muro H=8,89 m .....	90
14.4	Muro H=10,65 m .....	96
14.5	Muro H=12,45 m .....	102

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-005-A00.DOC  Relazione di calcolo Sistema Macres</p> <p style="text-align: right;">Foglio 4 di 107</p>

## 1 PREMESSA

La presente relazione riporta il dimensionamento e le verifiche relativamente all'opera di sostegno in terra rinforzata a paramento verticale in pannelli in calcestruzzo delle rampe IR1M e IR1L (Cavalcaferrovia IV15 alla Pk 49+247), previste realizzate mediante il Sistema Macres.

Il principio di funzionamento del Sistema Macres si basa sull'attrito tra i rinforzi lineari, ed il rilevato di riempimento. Risulta quindi fattore importante per il dimensionamento, il materiale di riempimento del massiccio in terra armata e le sue caratteristiche fisiche (angolo d'attrito, coesione e peso specifico).

La lunghezza, la sezione ed il numero dei rinforzi nel rilevato vengono calcolati in funzione della spinta dei terreni e dei sovraccarichi eventualmente presenti sul massiccio e a monte dello stesso: i rinforzi infatti sono dimensionati in base agli sforzi di trazione trasmessi loro dal terreno per effetto dell'aderenza.

La presente relazione è composta di due sezioni:

- La prima illustra le ipotesi di calcolo con riferimento sia alla stabilità esterna che al dimensionamento interno;
- La seconda comprende l'output del calcolatore con le verifiche del numero e della lunghezza dei rinforzi per le sezioni più significative.

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I calcoli sono stati eseguiti nel rispetto della seguente normativa italiana:

### 2.1 Leggi ed Ordinanze

- L. 05.11.1971, n. 1086, "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- L. 02.02.1974, n. 64, "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- O.P.C.M. 20.03.2003 n. 3274, "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"

### 2.2 Decreti

- D.M. 17.01.2018, "Norme Tecniche per le Costruzioni".
- D.M. 05.11.2001, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".

### 2.3 Circolari

- Circolare 02.02.2009 n. 617/C.S.LL.PP., "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008".

### 2.4 Eurocodici

- UNI EN 1997-1 (Eurocodice 7 – Parte 1), "Progettazione geotecnica - Regole generali".
- UNI EN 1998-1 (Eurocodice 8 – Parte 1), "Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici".
- UNI EN 1998-2 (Eurocodice 8 – Parte 5), "Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Fondazioni, strutture di contenimento e aspetti geotecnici".

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-005-A00.DOC Relazione di calcolo Sistema Macres
	Foglio 5 di 107

## 2.5 Norme UNI ISO

- UNI EN 206-1:2006, “Calcestruzzo – Specificazione, prestazione e conformità”.
- UNI 11104:2016, “Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l’applicazione della EN 206-1”.
- UNI EN 14475, “Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Terra rinforzata”.
- UNI 10006, “Costruzione e manutenzione delle strade - Tecniche di impiego delle terre”.
- UNI EN 13242, “Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l’impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade”.
- UNI EN 13285, “Miscele non legate – Specifiche”.
- UNI EN ISO 14688-1, “Indagini e prove geotecniche - Identificazione e classificazione dei terreni - Identificazione e descrizione”.

## 2.6 Ulteriori normative e specifiche

- NF P 94-270 - “Ouvrages de soutènement: remblais renforcés et massifs en sol cloué”.
- BS 8006 – 2010.

## 3 LE OPERE

La presente relazione riguarda il dimensionamento interno ed esterno per la realizzazione di muri di sostegno con Sistema Macres nell’ambito del progetto esecutivo relativo alle rampe IR1M e IR1L che si sviluppano alla Pk 49+247 della tratta A.V./A.C. Milano-Genova – Terzo Valico dei Giovi. Più in dettaglio, oggetto della relazione sono le seguenti opere:

- Muro in terra armata in Dx e Sx alla Pk 49+247;

## 4 MATERIALI COSTITUENTI IL SISTEMA MACRES

Nella stesura della presente relazione è stato previsto l’impiego dei seguenti materiali:

### Rinforzi non metallici del terreno

- Strutture bidimensionali costituite da un’anima in poliestere ad alta resistenza a rottura,
- racchiusa in una guaina di polietilene. I rinforzi PARAWEB sono approvati da BBA (Road and Bridges Agreement) con certificato No. 12/H191.
- I rinforzi utilizzati sono PARAWEB 2D30 e 2D40 (le cui caratteristiche tecniche sono riportate nella scheda tecnica allegata).

### Pannelli in calcestruzzo armato o non armato

- Pannelli con marchiatura CE secondo quanto previsto nell’Allegato ZA della norma EN15258:08.
- Calcestruzzo tipo C32/40, classe di esposizione XF1 con resistenza caratteristica a compressione  $\geq 40 \text{ N/mm}^2$ ;
- Armatura pannelli in calcestruzzo armato (ove presente) in acciaio tipo B450C.

### Cordolo di livellamento non armato

Calcestruzzo tipo  $R_{ck} 15$  con resistenza caratteristica a compressione  $> 15 \text{ N/mm}^2$ .

## 5 REQUISITI RICHIESTI PER IL RILEVATO STRUTTURALE

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 ASTM D 3282 o UNI 10006 dovrà appartenere ai A1-a, A1-b, A3, A2-4, A2-5 con esclusione di pezzature superiori a 250mm. Il materiale con dimensioni superiori a 100 mm è ammesso con percentuale inferiore al 15% del totale.

In ogni caso dovranno essere rispettate le seguenti condizioni:

- a) Il materiale da rilevato sarà idoneo quando la percentuale passante al setaccio da 75 micron (0,075 mm.), secondo l'analisi granulometrica, è inferiore del 15%.
- b) Qualora non fosse verificata la precedente condizione a), il materiale da rilevato sarà comunque considerato idoneo quando:
  - la percentuale del campione esaminato per sedimentazione passante al vaglio di 15 micron (0,015 mm.), è inferiore al 10%;
  - la percentuale sulle prove realizzate per sedimentazione rimane compresa tra il 10% e 20% e l'angolo di attrito interno, misurato con prove di taglio su campioni saturi, è superiore a 25°.

In ogni caso saranno esclusi elementi di diametro maggiore o uguale a 250mm, 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 quanto indicato nella presente relazione al capitolo "ipotesi di calcolo". Tale materiale dovrà essere compattato fino a raggiungere il 95% della densità secca AASHTO (ASTM D1557).

Il valore della resistività del materiale da rilevato, saturato dopo un'ora di contatto terra-acqua alla temperatura di 20°C, dovrà essere superiore a 1.000 Ohm\*cm. per opere a secco e 3.000 Ohm\*cm. per opere inondabili.

Il valore di attività degli ioni (pH) misurato sull'acqua del campione di terra saturato, dovrà essere compreso tra 5 e 10.

Il contenuto in cloruri e solfati dovrà essere determinato soltanto per quei materiali la cui resistività sia compresa tra i 1.000 e i 5.000 Ohm cm. e in questo caso non dovrà eccedere i seguenti valori:

Riferimento	Opere a secco	Opere in acqua dolce	Metodo di Prova di
[Cl-]	200 mg/kg	100 mg/kg	UNI EN 1744-1
[SO4==]	200 mg/l	100 mg/l	EN 196-2
[NH4+]	15 mg/l	15 mg/l	ISO 7150-1 o 7150-2
[Mg++]	300 mg/l	300 mg/l	ISO 7980

Per la determinazione dell'idoneità del materiale da porre in opera nella porzione rinforzata del rilevato si effettueranno preventivamente le seguenti prove:

- analisi granulometrica con relativa classificazione CNR-UNI 10006;
- determinazione del contenuto naturale d'acqua;
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332;
- prova Proctor per la determinazione del grado di umidità ottimale - AASHTO mod. T180.
- prova di compattazione AASHTO;

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-005-A00.DOC  <b>Relazione di calcolo Sistema Macres</b></p>	<p>Foglio  7 di 107</p>

- determinazione del valore della resistività e del pH per ogni campione della stessa provenienza.

Materiali non conformi alle specifiche potranno essere usati solo su autorizzazione scritta del progettista ed approvate dalla DD.LL.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-005-A00.DOC Relazione di calcolo Sistema Macres

## 6 ISTRUZIONI OPERATIVE PER LA REALIZZAZIONE DEL RILEVATO STRUTTURALE

Il materiale verrà posto in opera per strati di altezza pari a circa 375 mm.

La posa del rilevato seguirà immediatamente il montaggio di ciascuna fila di pannelli; in corrispondenza di ogni strato di rinforzo il materiale sarà steso e compattato prima della posa e del fissaggio delle stesse.

### 6.1 Stesa del materiale

La stesa del materiale dovrà essere eseguita sistematicamente per strati di spessore costante e con modalità e attrezzature atte ad evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua.

Durante le fasi di lavoro, e ad opera ultimata, si dovrà garantire il rapido deflusso delle acque meteoriche conferendo sagomature aventi pendenza trasversale non inferiore al 4%, perpendicolare al paramento e a scendere verso la coda dei rinforzi.

Lo spessore allo stato sciolto di ogni singolo strato di rilevato non dovrà risultare superiore a 40 cm. La stesa avverrà sempre parallelamente al paramento esterno.

### 6.2 Compattazione

Il grado di compattazione sarà  $\geq 95\%$  del valore fornito dalla prova AASHTO mod. T 180. La compattazione potrà aver luogo soltanto dopo aver accertato che il contenuto d'acqua delle terre sia prossimo ( $\pm 1,5\%$  ca.) a quello ottimale determinato mediante la prova AASHTO mod. T 180.

Se tale contenuto dovesse risultare superiore, il materiale dovrà essere essiccato per aerazione. Se inferiore l'aumento sarà conseguito per umidificazione e con modalità tali da garantire una distribuzione uniforme dell'acqua entro l'intero spessore dello strato.

Tipo, caratteristiche e numero dei mezzi di compattazione, e anche le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza), dovranno essere tali da garantire le caratteristiche del rilevato Strutturale di cui al capitolo 6.

La compattazione a tergo del paramento dovrà essere tale da escludere una riduzione nell'addensamento.

In particolare, si dovrà evitare che grossi rulli vibranti operino entro una distanza  $\leq 1,5$  m. dai paramenti della terra armata.

A questa distanza si useranno mezzi di compattazione leggeri quali piastre vibranti, piccoli rulli vibranti, badando a garantire i valori di densità richiesti, operando, se necessario, su strati di spessore ridotto.

Qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta sul terreno già steso, si dovrà provvedere al ripristino delle zone danneggiate.

### 6.3 Condizioni climatiche

La costruzione dei rilevati in presenza di gelo o di pioggia persistenti non sarà consentita in linea generale, tranne per quei materiali meno suscettibili all'azione del gelo e delle acque meteoriche (es. ghiaia). Nella esecuzione di rilevati con terre ad elevato contenuto della frazione coesiva dovranno essere tenuti a disposizione anche dei rulli gommati che permettano la chiusura della superficie dell'ultimo strato in caso di pioggia.



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-005-A00.DOC Relazione di calcolo Sistema Macres
	Foglio 9 di 107

## 6.4 Rilevati di prova

Quando prescritto dalla Direzione Lavori, l'Impresa procederà alla esecuzione dei rilevati di prova.

In particolare, si potrà fare ricorso ai rilevati di prova per verificare l'idoneità di materiali diversi da quelli specificati nei precedenti capitoli.

Il rilevato di prova consentirà di individuare le caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali messi in opera, le caratteristiche dei mezzi di compattazione (tipo, peso, energie vibranti) e le modalità esecutive più idonee (numero di passate, velocità del rullo, spessore degli strati, ecc.), le procedure di lavoro e di controllo cui attenersi nel corso della formazione dei rilevati.

## 6.5 Prove di controllo

Prima che venga messo in opera uno strato di terreno nel rilevato rinforzato, quello precedente dovrà essere sottoposto alle prove di controllo e possedere i requisiti di costipamento richiesti.

La frequenza delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e potrà essere aumentata, in considerazione della maggiore o minore omogeneità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione.

Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative in relazione alle caratteristiche dei terreni utilizzati.

La serie di prove sui primi 5000 mc. Potrà essere effettuata una sola volta a condizione che i materiali mantengano caratteristiche omogenee e siano costanti le modalità di compattazione.

### FREQUENZA MINIMA DELLE PROVE RILEVATI RINFORZATI DA RINFORZI LINEARI

TIPO DI PROVA	PRIMI 5000 mc Ripetere la prova ogni (m3)	SUCCESSIVI mc Ripetere la prova ogni (m3)
Classif. CNR - UNI 10006	2000	5000
Resistività	5000 <sup>a</sup>	5000
pH	2000 <sup>a</sup>	5000
Contenuto in cloruri e solfati per valori di resistività tra 1000/5000 Ohm.cm	5000 <sup>a</sup>	5000
Costip. AASHTO Mod. CNR	2000	5000
Densità in sito CNR 22	250	1000
Carico su piastra CNR 9 - 70317	1000	5000
Controllo umidità	b	b

NOTE:

a – Prove da effettuare solo nel caso di utilizzo di rinforzi in acciaio

b - Frequenti e rapportate alle condizioni meteorologiche locali ed alle caratteristiche di omogeneità dei materiali costituenti il rilevato

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-005-A00.DOC Relazione di calcolo Sistema Macres	Foglio 10 di 107

## 7 CONDIZIONI DI CARICO VERIFICATE

Il dimensionamento della struttura è stato condotto sulla base dei dati forniti dal cliente secondo gli Stati Limite Ultimi (SLU - SLV) sia in condizioni statiche che in condizioni sismiche.

In accordo con le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018 - capitolo 6 – sono stati applicati coefficienti parziali ai carichi, ai parametri geotecnici ed alle resistenze (come definiti nel capitolo successivo).

Per quanto riguarda la stabilità globale si è utilizzato l'Approccio 1 Combinazione 2: A2+M2+R2 (NTC2018 par. 6.5.3.1.1 Muri di sostegno).

Per quanto riguarda le verifiche agli SLU di tipo geotecnico (**GEO**) cioè per le Verifiche Esterne a Scorrimento della Fondazione, verifica di Capacità Portante della Fondazione e verifica a Ribaltamento della Struttura si è utilizzato l'Approccio 2: A1+M1+R3 (NTC2018 par. 6.5.3.1.1 Muri di sostegno).

Per quanto riguarda le verifiche agli SLU di tipo strutturale (**STR**), per le Verifiche di Resistenza degli elementi strutturali sia nel caso di Rottura dei Rinforzi che di Sfilamento dei Rinforzi si è utilizzato l'Approccio 2: A1+M1+R3 (NTC2018 par. 6.5.3.1.1 Muri di sostegno).

In accordo con le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018 - capitolo 7.11 – sono state condotte anche le verifiche in condizioni sismiche applicando i coefficienti parziali dei parametri geotecnici ed alle resistenze (come definiti nel capitolo successivo), mentre i coefficienti parziali dei carichi sono stati posti pari ad 1.

Inoltre, al fine di considerare le disposizioni di carico più dannose, sono state considerate le seguenti *Condizioni di Carico (in accordo con la normativa BS8006:2016)*:

- **Condizione di carico A:** (caso A) Vengono considerati sfavorevoli tutti i carichi  $G_w$  (applicazione del valore massimo di progetto),  $G_p$ ,  $Q_w$  e  $Q_p$ .  
Tale condizione risulta dimensionante ai fini della Verifica Esterna per la valutazione dei carichi massimi in fondazione e per la Verifica Interna alla rottura dei rinforzi.
- **Condizione di carico B:** (caso B) Vengono considerati favorevoli il peso proprio della struttura  $G_w$  (applicazione del Valore minimo di Progetto) ed i carichi Variabili applicati al di sopra della struttura stessa  $Q_w$ . Vengono considerati Sfavorevoli i carichi permanenti a tergo della struttura (spinta del terreno)  $G_p$  ed il corrispondente effetto dei carichi variabili che non gravano sulla struttura ma che sono a tergo della stessa  $Q_p$ .  
Tale condizione risulta dimensionante ai fini della Verifica Esterna a Scorrimento.
- **Condizione di carico C:** (caso C) Vengono considerati pari all'unità i coefficienti di parziali dei carichi Permanenti  $G_w$ ,  $G_p$  e considera nulli i coefficienti parziali dei carichi Variabili  $Q_w$  e  $Q_p$ .  
Tale condizione risulta dimensionante nell'analisi dei Cedimenti in fondazione a Lungo termine.  
In favore di sicurezza e data la non prevedibilità del grado di compattazione effettivamente raggiunto in opera, si impone inoltre una variabilità di + o – il 10% al valore della densità del massiccio, assumendo il valore minimo nelle condizioni di carico in cui tale valore sia favorevole alla stabilità, ed il valore massimo nelle condizioni in cui tale valore sia sfavorevole.
- **Condizioni di carico sismiche 1s e 2s:** (Caso 1s a caso 2s) Le verifiche sismiche sono condotte secondo le stesse condizioni di carico A (1s) e B (2s) ed imponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni.

## 8 COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI

Il progetto strutturale e geotecnico delle opere in esame sarà condotto in conformità alle indicazioni del D.M. 17/01/2018 (rif. Cap. 6 e Cap. 7).

Nell'ambito delle verifiche allo Stato Limite Ultimo si sono adottati i seguenti coefficienti parziali:

Coefficienti PARZIALI DEI PARAMETRI DI RESISTENZA $\gamma_R$				
$R_d = R_k / \gamma_R$	R2	R2(*)	R3	R3(*)
Stabilità	1,10	1,20	1,00	1,20
Scorrimento - Slittamento per attrito	1,00	1,00	1,10	1,00
Ribaltamento	1,00	1,00	1,15	1,00
Capacità portante della Fondazione - Punzonamento	1,00	1,00	1,40	1,20

Coefficienti PARZIALI DEI PARAMETRI GEOTECNICI $\gamma_M$				
	M1	M1(*)	M2	M2(*)
Peso unità di volume ( $\gamma_\gamma$ )	1,00	1,00	1,00	1,00
Angolo di attrito $\tan\phi'_k$ ( $\gamma_\phi$ )	1,00	1,00	1,25	1,00
Coesione efficace $c'_k$ ( $\gamma_c$ )	1,00	1,00	1,25	1,00
Resistenza non drenata $c_{uk}$ ( $\gamma_{cu}$ )	1,00	1,00	1,40	1,00

Coefficienti PARZIALI DELLE AZIONI $\gamma_F$					
		A1	A1(*)	A2	A2(*)
<u>PERMANENTI:</u> (Pesi, spinte geostatiche del terreno; sovraccarichi permanenti) ( $\gamma_{G1}$ )	Favorevole	1,00	1,00	1,00	1,00
	Sfavorevole	1,30	1,00	1,00	1,00
<u>VARIABILI:</u> (sovraccarichi variabili; sisma; spinte)	Favorevole	0,00	1,00	0,00	1,00

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-005-A00.DOC <b>Relazione di calcolo Sistema Macres</b>		Foglio 12 di 107

relative indotte) ( $\gamma_{ai}$ )	Sfavorevole	<b>1,50</b>	<b>1,00</b>	<b>1,30</b>	<b>1,00</b>
--	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

(Rif. D.M. 17/01/2018 Tab. 6.2.I, Tab. 6.2.II, Par. 7.11.6.2.2 e Par. 7.11.4)

Nota:

Coefficienti parziali dei carichi e delle spinte (i carichi permanenti non strutturali sono assimilati ai sovraccarichi permanenti in quanto compiutamente definiti).

(\*) condizioni sismiche: nel caso di verifiche sismiche i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici vengono posti pari all'unità (Rif. 7.11.6.2.2 del D.M. 17/01/2018).

## 9 IPOTESI DI CALCOLO

### 9.1 Rinforzi

Nella verifica interna a rottura dei rinforzi il calcolo viene eseguito considerando una resistenza a rottura diminuita per tenere in conto del rilassamento nel tempo (creep) delle fibre in poliestere, della riduzione generata dal danneggiamento in fase di installazione e della riduzione dovuta all'esposizione agli agenti atmosferici. La resistenza a trazione di ciascun rinforzo ne viene proporzionalmente ridotta come da tabella seguente in accordo con il certificato BBA:

		ParaWeb 2D30	ParaWeb 2D40
Larghezza	mm	83 $\pm$ 2	84 $\pm$ 2
Trazione a rottura (UTS)	kN/m	30.16	40.20
Creep		1.38	1.38
Resistenza a trazione di progetto a 120 anni (terreno tipo 1 – sabbia ghiaia)	kN/m	18.88	25.16
Coefficiente di interazione $\alpha$	-	0.8	0.8

### 9.2 Caratteristiche geotecniche e parametri di progetto

Nei calcoli di stabilità e resistenza si sono assunte le seguenti caratteristiche fisiche dei terreni:

#### Rilevato strutturale (R.E.)

- Peso specifico: 18,00-20,00 kN/m<sup>3</sup>
- Angolo di attrito interno: 37,00°
- Coesione: 0,00 kPa

#### Rilevato dietro il massiccio armato (R.E.)

- Peso specifico: 19,00 kN/m<sup>3</sup>
- Angolo di attrito interno: 37,00°
- Coesione: 0,00 kPa

#### Terreno di fondazione (LS)

- Peso specifico: 19,00 kN/m<sup>3</sup>
- Angolo di attrito interno: 28,00°
- Coesione: 0,00 kPa

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-005-A00.DOC Relazione di calcolo Sistema Macres	Foglio 13 di 107

### 9.3 Carichi e sovraccarichi

Si è considerato agente sul rilevato strutturale (MASSICCIO) un sovraccarico accidentale pari a 20 kPa. Per le verifiche sismiche il sovraccarico accidentale dovuto al transito di mezzi viene moltiplicato per il fattore  $\Psi_{2j}=0.2$  in accordo con D.M. 17/01/2018 cap. 5.1.3.12 (4Kpa in condizioni sismiche).

### 9.4 Azioni sismiche

Il calcolo viene inoltre eseguito tenendo conto delle azioni sismiche dell'area oggetto del progetto secondo con quanto prescritto da D.M. 17/01/2018 per cui:

- Accelerazione orizzontale massima attesa su suolo rigido:  **$a_g/g = 0,18$**
- Coefficiente di sottosuolo:  **$S = S_s \times S_t = 1,5$**
- Coefficiente di riduzione:  **$\beta_m = 0,38$  (valore riferito allo stato limite ultimo SLV)**
- Coefficiente sismico orizzontale  $k_h$ :  **$a_d/g = S \times a_g/g \times \beta_m = 1,5 \times 0,18 \times 0,38 = 0,102$**
- Coefficiente sismico verticale  $k_v$ :  **$k_h / 2 = 0,102 / 2 = 0,051$**

## 10 METODO DI CALCOLO

Per le verifiche ed i dimensionamenti delle strutture sono stati utilizzati programmi di calcolo sviluppati in Officine Maccaferri S.p.A.; MacRes 2.03 Beta e MacStARS W Rel 4.0.

### 10.1 MacRes 2.03 Beta

MACRES 2.0 è un foglio di calcolo impiegato per il dimensionamento dei muri in terra armata a paramento verticale.

Di seguito viene esposto sinteticamente il metodo di calcolo richiamando le formule matematiche principali che il programma di calcolo utilizza.

Gli output di calcolo relativi alle sezioni trasversali esaminate dell'opera in oggetto sono riportati nel successivo capitolo 13.

SEZIONE (nome)

Caratteristiche dei terreni:

MASSICCIO IN T.A. (terreno 1): Sono indicati la densità massima e minima ( $\gamma_1$ ) e l'angolo di attrito interno ( $\phi_1$ ).

TERRENO A TERGO DELLA STRUTTURA (terreno 2): Sono indicati la densità ( $\gamma_2$ ) e l'angolo di attrito interno ( $\phi_2$ ).

TERRENO DI FONDAZIONE (terreno 3): Sono indicati l'angolo di attrito interno ( $\phi_3$ ) e la coesione ( $C_3$ ).

SPINTE DELLE TERRE

Il diagramma della spinta delle terre applicata a tergo del muro dipende dalla geometria del terrapieno soprastante e dal sovraccarico.

La spinta delle terre è inclinata sull'orizzontale di un angolo  $\delta$ , definita nella Norma AFNOR NF P 94-270 secondo la seguente formula:

$$\delta = 0.8(1 - 0.7 \frac{L'}{H})\Phi_1 + [\beta_e - 0.8(1 - 0.7 \frac{L'}{H})\Phi_1] \sqrt{\frac{X}{H}} \quad [2]$$

in cui:

$$L' = \frac{S}{H} = \frac{W}{\gamma_1 H} \quad [3];$$

$$\beta_e = \frac{3\beta + \Phi_2}{4} \quad [4]$$

$$X = \frac{K_{2y}}{K_{2x} - K_{2y}} D \tan \beta \quad [5]$$

I coefficienti di spinta in condizioni statiche,  $K_{2x}$  e  $K_{2y}$ , sono anch'essi computati secondo quanto prescritto dalle Norme AFNOR NF P 94-270.

$$K_{2x} = \frac{(\cos^2 \Phi_2 / \cos \delta)}{[1 + \sqrt{\frac{\sin(\Phi_2 + \delta) \sin(\Phi_2 - \beta)}{\cos \delta \cos \beta}}]^2} \quad [6]$$

$$K_{2y} = \frac{(\cos^2 \Phi_2 / \cos \delta)}{[1 + \sqrt{\frac{\sin(\Phi_2 + \delta) \sin(\Phi_2 - \omega)}{\cos \delta \cos \omega}}]^2} \quad [7]$$

La spinta dovuta al terrapieno è calcolata come:

$$P = \frac{1}{2} K_{2x} \gamma_2 X^2 + K_{2x} \gamma_2 XY + \frac{1}{2} K_{2y} \gamma_2 Y^2 \quad [8]$$

Nel caso di calcolo in zona sismica, due ulteriori coefficienti di spinta in condizioni dinamiche,  $K_{aex}$  e  $K_{aey}$ , compaiono nei calcoli. Tali coefficienti sono calcolati seguendo le formule proposte da Mononobe-Okabe:

$$K_{aex} = \left[ \frac{(\cos \Phi_2 - \zeta)}{\cos \zeta \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin \Phi_2 \sin(\Phi_2 - \zeta - \beta)}{\cos \zeta \cos \beta}} \right]^2} \right]^2 \quad [9]$$

$$K_{aey} = \left[ \frac{(\cos \Phi_2 - \zeta)}{\cos \zeta \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin \Phi_2 \sin(\Phi_2 - \zeta - \omega)}{\cos \zeta \cos \omega}} \right]^2} \right]^2 \quad [10]$$

in cui  $\zeta = \arctan(0.5 \times a_c/g)$  (per  $\zeta = 0 \rightarrow K_{aex} = K_{0x}$  e  $K_{aey} = K_{0y}$ )

Le azioni sismiche dinamiche (o pseudo dinamiche) dovute al terrapieno sono dunque:

- incremento dinamico della spinta dovuta al terrapieno  $E_{ae}$
- Sforzi d'inerzia globale  $E_i = E_{im}$  (massiccio) +  $E_{ir}$  (terreno sopra il massiccio)
- Variazioni dinamiche dei pesi propri  $dW = dW_m$  (massiccio) +  $dW_r$  (terreno sopra il massiccio)

Ad ognuna delle combinazioni di carico studiate nel caso sismico corrispondono due sottocasi:

- +dW : accelerazione verticale diretta verso il basso
- dW : accelerazione verticale diretta verso l'alto.

### STABILITA' ESTERNA

I calcoli sono eseguiti sulla larghezza di 1 metro.

### STATO LIMITE DI STABILITA' ESTERNA

Stabilità esterna - Punzonamento

Per ogni combinazione di carico considerata, il programma calcola:

- $R_v$  ed  $R_h$ , Risultanti delle forze verticali ed orizzontali (in kN/m),
- $M_s$  ed  $M_r$ , Momento stabilizzante e momento ribaltante (in kNm/m),
- $q_{ref.}$ , pressione di riferimento di Meyerhof esercitata sulla base (in kPa),
- 2.x, larghezza su cui si applica la pressione pari a due volte l'eccentricità.

La verifica a punzonamento è soddisfatta se:

$$q_{ref.} \leq \frac{q_{fu}}{\gamma_{mq}}$$

in cui  $q_{fu}$  è il valore della pressione limite ultima che tiene conto delle caratteristiche del terreno di fondazione e dell'inclinazione della risultante delle forze, la cui tangente ha il valore  $R_h/R_v$ .

Viene inoltre eseguita la verifica sulla condizione di interrimento minimo della fondazione che confronta l'interrimento reale previsto dal progetto con quanto richiesto dalla normativa AFNOR NFP 94-270 ed indica se tale verifica è soddisfatta.

Stabilità esterna – Slittamento e Ribaltamento

Per ogni combinazione di carico considerata (la combinazione 3 non viene considerata poiché viene utilizzata solo per la valutazione dei cedimenti), il programma calcola il



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-005-A00.DOC Relazione di calcolo Sistema Macres
	Foglio 16 di 107

Fattore di sovradimensionamento nei confronti dello slittamento sul piano di fondazione,  $\Gamma$ , dato da:

$$\Gamma = \frac{R_v \times \frac{\tan \phi}{\gamma_{m\phi}} + \frac{c}{\gamma_{mc}} \times L}{R_h}$$

in cui  $\phi$  e  $c$  sono alternativamente l'angolo di attrito interno e la coesione del materiale costituente il massiccio in terra rinforzata (per garantirsi contro lo slittamento all'interno della struttura) o del terreno costituente la fondazione (per garantirsi contro lo slittamento all'interno di quest'ultimo). I valori riportati dal tabulato sono già divisi per il fattore di sicurezza  $\gamma_R$ .

Il programma calcola anche per ogni combinazione di carico considerata, i valori minimi dell'angolo di attrito interno e della coesione al contatto tra terreno costituente la fondazione e massiccio in Terra Armata (entrambi considerati o puramente attritivi o puramente coesivi).

Il Fattore di sovradimensionamento nei confronti del ribaltamento, viene dato poiché garantisce comunque che le deformazioni saranno limitate. I valori riportati dal tabulato sono già divisi per l'opportuno fattore di sicurezza  $\gamma_R$  ovvero è sufficiente che siano uguali a 1 perché la sicurezza al ribaltamento sia verificata con un fattore di sicurezza pari a al fattore di sicurezza utilizzato.

#### STABILITÀ INTERNA

A pagina 4 e 5 del tabulato sono riportate informazioni e dati relativi alle verifiche della tensione e dell'aderenza delle armature (stabilità interna) nella sezione. La larghezza di calcolo dipende dalla tipologia del paramento.

#### STATO LIMITE DI STABILITÀ INTERNA

Stabilità interna – Rottura dei rinforzi (fattori di sovradimensionamento)

Il programma, per ogni livello di rinforzo e per ogni condizione di carico, calcola la tensione massima  $T_{max}$  agente, e la tensione all'attacco tra rinforzo e paramento  $T_o$ , ottenuta come percentuale di  $T_{max}$  in funzione della flessibilità del paramento stesso, e le confronta con le trazioni che provocano, nelle stesse sezioni, la rottura del rinforzo, ottenendo i fattori di sovradimensionamento dei rinforzi nei confronti della rottura.

La tabella presenta i risultati del calcolo. Le relative colonne danno, per ogni livello di rinforzo:

Colonna 1 : il numero di riferimento del livello di rinforzo considerato.

Colonna 2 : la combinazione di carico considerata.

Colonna 3: la sua profondità  $z$  (in m) rispetto alla testa del muro.

Colonna 4: la lunghezza dei rinforzi al livello considerato

Colonna 5 :  $s_v$ , la distanza verticale tra livelli di rinforzi adiacenti

Colonna 6 : il valore di  $k$ , coefficiente di spinta, calcolato secondo il seguente diagramma (Annex E paragrafo E.2.3.3 della Norma AFNOR NF P 94-270)



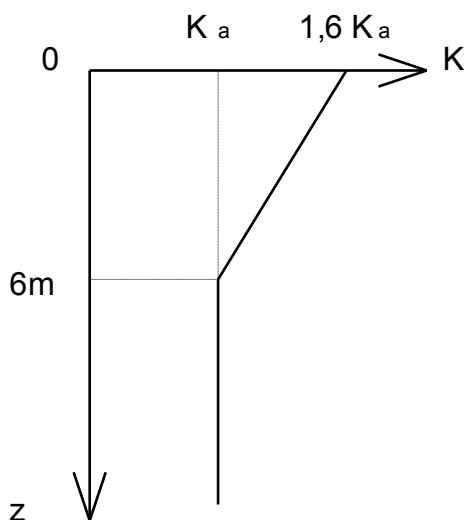


FIG. 1

Colonna 7 : il tipo di rinforzo

Colonna 8:  $N^\circ$ , il numero di rinforzi presenti al livello considerato, nella larghezza di calcolo.

poi, per ogni strato e per ogni condizione di carico:

Colonna 9:  $\sigma_{vi}$

Colonna 10 :  $\sigma_{hi}$ , la tensione orizzontale  $\sigma_{hi} = K_{\sigma_v}$

in cui :

$K$  è dato in Colonna 4, e

$\sigma_v$  è la tensione verticale alla profondità del livello considerato dovuta ai pesi soprastanti ed al momento ribaltante, calcolata secondo Meyerhof.

Colonna 11 :  $T_{max}$  (in kN), valore della trazione massima in un rinforzo dello strato.

Colonna 12:  $T_o$  (in kN), valore della trazione all' attacco col paramento in un rinforzo dello strato.

Colonna 13:  $T_r/T_m$ , valore del rapporto tra la trazione di rottura  $T_r$  nella sez. corrente del rinforzo, già divisa per il fattore di sicurezza minimo  $\gamma_{mt}$ , e  $T_m = T_{max}$ . I valori riportati dal tabulato sono quindi già divisi per  $\gamma_{mt}$ , ovvero è sufficiente che essi siano uguali a 1 perché la sicurezza alla rottura sia verificata con un fattore di sicurezza pari a  $\gamma_{mt}$ .

Colonna 14:  $T_{ro}/T_o$ , valore del rapporto tra la trazione di rottura  $T_{ro}$  nella sez. all'attacco del rinforzo, divisa per il fattore di sicurezza minimo  $\gamma_{mt}$ , e  $T_o$ . I valori riportati dal tabulato sono quindi già divisi per  $\gamma_{mt}$ , ovvero è sufficiente che essi siano uguali a 1 perché la sicurezza alla rottura sia verificata con un fattore di sicurezza pari a  $\gamma_{mt}$ .

Slittamento dei rinforzi (fattori di sovradimensionamento)

Il programma, per ogni livello di rinforzi e per ogni condizione di carico, calcola la tensione massima  $T_{max}$  agente, e la resistenza massima  $T_f$  che l' attrito tra rinforzo e terreno circostante può mobilitare, e le confronta tra di loro.

La tabella presenta i risultati del calcolo. Le successive colonne danno, per ogni livello di rinforzo:

Colonna 1 : il numero di riferimento del livello di rinforzo considerato.

Colonna 2 : la combinazione di carico considerata.

Colonna 3: la sua profondità  $z$  (in m) rispetto alla testa del muro.

Colonna 4: la lunghezza dei rinforzi al livello considerato

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-005-A00.DOC <b>Relazione di calcolo Sistema Macres</b>	Foglio 18 di 107

Colonna 5 :  $L_a$  (in m), lunghezza di aderenza

Colonna 6 :  $\mu^*$  , coefficiente di attrito apparente tra terreno e armature

Colonna 7 : la profondità  $H_a$  (in m), rispetto alla testa del muro, degli strati di rinforzo

Colonna 8 : tipo di rinforzo (determina il valore di  $f^*$ )

Colonna 9 : numero di rinforzi nella larghezza di calcolo, per lo strato considerato.

Poi, per ogni strato e per ogni condizione di carico:

Colonna 11 :  $T_{max}$  (in kN), valore della trazione massima in un rinforzo dello strato

Colonna 13 :  $T_f$  (in kN), valore della resistenza d'attrito per un rinforzo dello strato, divisa per il fattore di sicurezza minimo  $\gamma_{mf}$ . Nel calcolo di  $T_r$  la sezione e' inoltre gia' stata ridotta degli spessori sacrificati alla corrosione.

Colonna 14 :  $T_f/T_m$ , valore del rapporto tra la resistenza d'attrito  $T_f$  nel rinforzo, e  $T_{max}$ . I valori riportati dal tabulato sono quindi gia' divisi per  $\gamma_{mf}$ , ovvero e' sufficiente che siano uguali a 1 perche' la sicurezza alla rottura sia verificata con un fattore di sicurezza pari a  $\gamma_{mf}$ .

## 11 MACSTARS W 4.0

Le analisi di stabilità globale sono condotte utilizzando il programma MACSTARS W 4.0 sviluppato da Officine Macaferri s.p.A. che utilizza il modello di analisi di stabilità su superfici circolari di Bishop.

### 11.1 Sezioni oggetto di verifica

Le Sezioni verificate secondo la combinazione più gravosa per il dimensionamento, di cui nel seguito si riportano i tabulati di calcolo, sono:

- 1)  $H_{\text{muro}}=12,45$  m
- 2)  $H_{\text{muro}}=10,65$  m
- 3)  $H_{\text{muro}}=8,89$  m
- 4)  $H_{\text{muro}}=6,16$  m
- 5)  $H_{\text{muro}}=3,94$  m

Per le verifiche al ribaltamento invece si rimanda al punto 11.2.1 e ai tabulati di calcolo relativi al programma MacRes 2.03 Beta. Come si evince, la verifica a ribaltamento non risulta determinante al fine del dimensionamento delle opere oggetto della presente relazione, presentando valori molto più alti come fattori di sovradimensionamento rispetto a quelli ottenuti per le verifiche di scorrimento che risultano invece le reali dimensionanti.

### 11.2 Esito delle Verifiche

#### 11.2.1 Coefficienti di sovradimensionamento – Valori minimi ottenuti

Nella verifica di stabilità esterna ed interna si definiscono i cosiddetti coefficienti di sovradimensionamento, cioè i rapporti fra le capacità di resistenza della struttura e le azioni agenti sulla struttura stessa. Poiché nel calcolo si introducono sia coefficienti di sicurezza parziali che fattori di amplificazione dei carichi, è sufficiente che i fattori di sovradimensionamento siano maggiori od uguali a 1,00 per garantire la sicurezza nei confronti del criterio considerato. I valori minimi ottenuti nella struttura in oggetto sono riassunti nella Tabella successiva:

	Coefficienti di sovradimensionamento – Valori minimi ottenuti					
	Stabilità esterna				Stabilità interna	
	Capacità Portante	Scorrimento	Ribaltamento	Globale	Rottura Rinforzi	Aderenza Rinforzi
	2.34	1.29	2.33	1.12	1.30	1.50
<b>Sezione</b>	$H=12,45m$	$H=3,94m$	$H=12,45m$	$H=3,94m$	$H=12,45m$	$H=12,45m$
<b>Cond. di carico</b>	A	1S/2S	1S	-	A	2S
<b>Cond. da verificare</b>	$\geq 1,00$	$\geq 1,00$	$\geq 1,00$	$\geq 1,00$	$\geq 1,00$	$\geq 1,00$

*Coefficienti di sovradimensionamento minimi*

#### 11.2.2 Pressione di riferimento per il calcolo dei cedimenti in fondazione e Pressione massima

La combinazione di carichi considerata nella condizione di carico C (caso C) delle verifiche permette la valutazione dei cedimenti della fondazione attraverso la determinazione della pressione sulla fondazione che vale nella sezione più gravosa verificata ( $H_{\text{muro}}=12,45m$ ), circa

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-005-A00.DOC  Relazione di calcolo Sistema Macres</p>	<p>Foglio  20 di  107</p>

565kPa.

## 12 MACRES - TABULATI DI CALCOLO

## 12.1 Muro H=3,94 m

### MACCAFERRI MacRES Design Software (Version 2.0)

#### PROJECT DETAILS

Project Name	Macres COCIV
Project Number	8873
Revision	
Date	23/01/2019
Client	
Analysis Details	Analysis using NTC 2018 A1_M1_R3 Reinforcement type Polymeric and Panel Type MacFas Square

#### Load Factors Associated with Wall as per NTC 2018 A1\_M1\_R3

Effect	Load Combination				
	A	B	C	Seismic (Internal)	Seismic (External)
Soil Weight (Structure), YF1q (w)	1,30	1,00	1,00	1,00	1,00
Mass of the backfill on the top of reinforced soil wall (Soil Surcharge on top), YF1q (w)	1,30	1,00	1,00	1,00	1,00
Soil Thrust behind structure, YF1q (p)	1,30	1,30	1,00	1,00	1,00
Surcharge on top, YF1q (w)	1,50	0,00	0,00	1,00	1,00
Surcharge thrust (behind structure), YF1q (p)	1,50	1,50	0,00	1,00	1,00
Density of reinforced soil fill, Y1	20,00	18,00	20,00	18,00	20,00

#### Factors as per NTC 2018 A1\_M1\_R3

For soil:-		ULS
To be applied to $\tan \delta'$	$f_{sa}$	1,00
To be applied to $c'$	$f_{ca}$	1,00
To be applied to $c_u$	$f_{ca}$	1,00
Partial factor for soil reinf interaction :-		
Pullout resistance to reinf	$f_p$	1,00
Partial factor of safety		
Foundation bearing capacity to be applied to $q_{da}$	$f_{sa}$	1,40
Sliding along base of structure or any horizontal surface where there is soil to soil contact	$f_s$	1,10

#### Input Data

##### Reinforcement Details

Reinforcement	Type					
Reinforcement Grade	Paraweb 2D 30					
Width of Reinforcement, b	83					
Short Term Design Strength, kN	30,16					
Long Term Design Strength, kN	18,98					
Material Factor, $f_m$	1,16					
Creep	1,38					

##### Geometrical Details

Height of wall	3,94
Coping Height	0,14
Given Coping height	0,21
Panel Height	3,73
Depth of embedment	0,53
Mechanical height	3,94
Angle of Crest Slope	34,00
Distance from the face	1,80
Embankment Height	3,50

##### Geotechnical Details

Soil Type	$\phi'$ (Deg)	$c'$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\gamma$ Max (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma$ Min (kN/m <sup>3</sup> )
Reinforced soil fill (f)	37,00	0,00	20,00	18,00
Backfill soil (b)	37,00	0,00	19,00	19,00
Foundation soil (f)	28,00	0,00	19,00	19,00
Service		Service Life (years)	120	
Water Level in front of wall	0	Seismic Details		
Water Level in the back of wall	0	Horizontal seismic coefficient kh	0,102	
Average Water Level	0	Vertical seismic coefficient kv	0,051	
		Reduction factor of Live Loads	0,20	

#### Loading Details

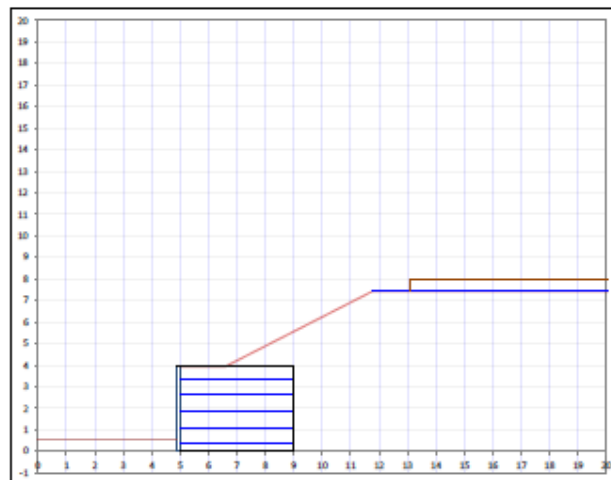
1	Vertical Loading Detail						
	St. No.	Loading	Value in kN/m <sup>2</sup>	Value in kN/m	Width of Strip (m)	Distance from the face of panel (m)	CG of Strip from edge (m)
	1	Strip Loading	20,00	396,00	17,80	8,10	17,00
	2	Strip Loading	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	3	Strip Loading	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	4	DL	0,00	NA	NA	NA	NA
	5	LL	0,00	NA	NA	NA	NA



**MACCAFERRI MacRES Design Software (Version 2.0)**

2		Horizontal Loading Detail	
		Parameter	Value
		Horizontal Load Intensity (kN/m)	0,00
		Contact Width of footing (m)	0,00
		Distance of footing from face of wall (m)	0,00
		Height of Load from Top of Coping (m)/From top of panel if without coping	0,00
		CG of load	0,00

**CROSS SECTION**



**EXTERNAL STABILITY**

Earth Pressure			
Inclination of Earth Pressure (Degree)		24,67	
Earth Pressure Coefficients			
Static	$K_a$	0,462	Dynamic
	$K_p$	0,219	
		$K_{a2}$	0,745
		$K_{p2}$	0,307

External Stability Check									
Load Case	Rv (kN)	Rh (kN)	Resisting Moment (kN m)	Overtuning Moment (kN m)	Eccentricity (m)	FOS Bearing	FOS Sliding	FOS Overtuning	Gwf (kPa)
Load Case A	522,39	174,76	1247,98	104,66	0,03	4,15	1,44	6,76	132,88
Load Case B	387,95	174,76	963,53	103,68	0,02	5,68	1,07	6,26	97,82
Load Case C	411,89	91,75	993,06	118,37	0,06	5,17	1,07	8,39	105,81
Load Case 15 + dW	389,88	161,26	942,19	318,74	0,47	4,97	1,29	2,96	127,49
Load Case 15 - dW	359,94	161,26	942,19	318,74	0,51	5,14	1,29	2,76	120,79
Load Case 25 + dW	424,17	161,26	942,19	318,74	0,46	4,85	1,29	3,06	137,38
Load Case 25 - dW	390,89	161,26	942,19	318,74	0,50	4,82	1,29	2,87	129,87







## 12.2 Muro H=6,16 m

### MACCAFERRI MacRES Design Software (Version 2.0)

#### PROJECT DETAILS

Project Name	Macres COCIV
Project Number	8873
Revision	
Date	23/01/2019
Client	
Analysis Details	Analysis using NTC 2018 A1_M1_R3 Reinforcement type Polymeric and Panel Type MacFas Square

#### Load Factors Associated with Wall as per NTC 2018 A1\_M1\_R3

Effect	Load Combination				
	A	B	C	Seismic (Internal)	Seismic (External)
Soil Weight (Structure), YF1q (w)	1,30	1,00	1,00	1,00	1,00
Mass of the backfill on the top of reinforced soil wall (Soil Surcharge on top), YF1q (w)	1,30	1,00	1,00	1,00	1,00
Soil Thrust behind structure, YF1q (p)	1,30	1,30	1,00	1,00	1,00
Surcharge on top, YF1q (w)	1,50	0,00	0,00	1,00	1,00
Surcharge thrust (behind structure), YF1q (p)	1,50	1,50	0,00	1,00	1,00
Density of reinforced soil fill, Y1	20,00	18,00	20,00	18,00	20,00

#### Factors as per NTC 2018 A1\_M1\_R3

For soil:-		ULS
To be applied to tan $\phi'$	$f_{tan}$	1,00
To be applied to $c'$	$f_{c'}$	1,00
To be applied to $c_u$	$f_{c_u}$	1,00
Partial factor for soil reinf interaction :-		
Pullout resistance to reinf	$f_p$	1,00
Partial factor of safety		
Foundation bearing capacity to be applied to $q_{ult}$	$f_{q_{ult}}$	1,40
Sliding along base of structure or any horizontal surface where there is soil to soil contact	$f_s$	1,10

#### Input Data

##### Reinforcement Details

Reinforcement	Type					
Reinforcement Grade	Paraweb 2D 30					
Width of Reinforcement, b	83					
Short Term Design Strength, kN	30,16					
Long Term Design Strength, kN	18,98					
Material Factor, $f_m$	1,16					
Creep	1,38					

##### Geometrical Details

Height of wall	6,16
Coping Height	0,14
Given Coping Height	0,16
Panel Height	5,98
Depth of embedment	0,80
Mechanical height	6,32
Angle of Crest Slope	34,00
Distance from the face	1,80
Embankment Height	3,50

##### Geotechnical Details

Soil Type	$\phi'$ (Deg)	$c'$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\gamma$ Max (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma$ Min (kN/m <sup>3</sup> )
Reinforced soil fill (a)	37,00	0,00	20,00	18,00
Backfill soil (b)	37,00	0,00	19,00	19,00
Foundation soil (f)	28,00	0,00	19,00	19,00
Service		Service Life (years)	120	
Water Level in front of wall	0	Seismic Details		
Water Level in the back of wall	0	Horizontal seismic coefficient kh	0,102	
Average Water Level	0	Vertical seismic coefficient kv	0,051	
		Reduction factor of Live Loads	0,20	

#### Loading Details

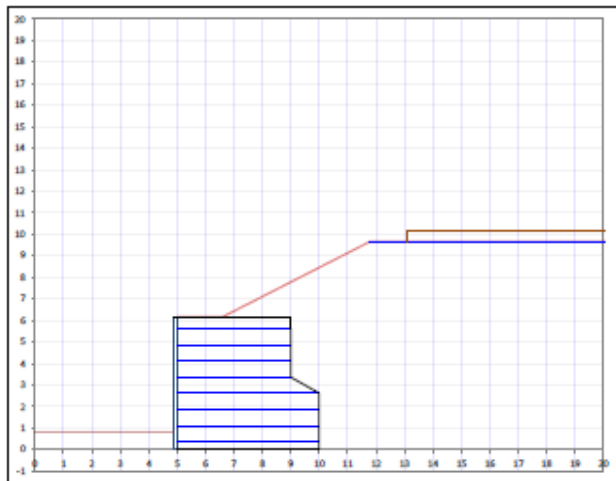
1	Vertical Loading Detail						
	St. No.	Loading	Value in kN/m <sup>2</sup>	Value in kN/m	Width of Strip (m)	Distance from the face of panel (m)	CG of Strip from edge (m)
	1	Strip Loading	20,00	396,00	17,80	8,10	17,00
	2	Strip Loading	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	3	Strip Loading	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	4	DL	0,00	NA	NA	NA	NA
	5	LL	0,00	NA	NA	NA	NA



**MACCAFERRI MacRES Design Software (Version 2.0)**

2 Horizontal Loading Detail		
Parameter	Value	
Horizontal Load Intensity (kN/m)	0,00	
Contact Width of footing (m)	0,00	
Distance of footing from face of wall (m)	0,00	
Height of Load from Top of Coping (m)/From top of panel if without coping	0,00	
CG of load	0,00	

**CROSS SECTION**



**EXTERNAL STABILITY**

Earth Pressure				
Inclination of Earth Pressure (Degree)			24,67	
Earth Pressure Coefficients				
Static	$K_a$	0,469	Dynamic	
	$K_p$	0,220		
	$K_{a,d}$	0,745	$K_{p,d}$	0,307

External Stability Check									
Load Case	Rv (kN)	Rh (kN)	Resisting Moment (kN m)	Overturning Moment (kN m)	Eccentricity (m)	FOS Bearing	FOS Sliding	FOS Overturning	Qref (kPa)
Load Case A	1006,96	285,86	2385,14	534,40	0,16	3,20	1,70	5,53	215,27
Load Case B	744,20	285,86	2270,69	431,01	0,10	4,55	1,26	5,27	154,91
Load Case C	793,31	164,48	2360,43	331,88	0,03	4,50	1,26	7,09	160,27
Load Case 1S + dW	746,03	280,44	2222,32	840,66	0,72	3,74	1,42	2,64	210,47
Load Case 1S - dW	695,03	280,44	2222,32	840,66	0,78	3,62	1,42	2,48	201,62
Load Case 2S + dW	814,30	280,44	2222,32	840,66	0,70	3,52	1,42	2,75	225,91
Load Case 2S - dW	759,41	280,44	2222,32	840,66	0,75	3,60	1,42	2,58	218,09





## 12.3 Muro H=8,89 m

### MACCAFERRI MacRES Design Software (Version 2.0)

#### PROJECT DETAILS

Project Name	Macres COCIV
Project Number	8873
Revision	
Date	23/01/2019
Client	
Analysis Details	Analysis using NTC 2018 A1_M1_R3 Reinforcement type Polymeric and Panel Type MacRes Square

#### Load Factors Associated with Wall as per NTC 2018 A1\_M1\_R3

Effect	Load Combination				
	A	B	C	Seismic (Internal)	Seismic (External)
Soil Weight (Structure), YF1q (w)	1,30	1,00	1,00	1,00	1,00
Mass of the backfill on the top of reinforced soil wall (Soil Surcharge on top), YF1q (w)	1,30	1,00	1,00	1,00	1,00
Soil Thrust behind structure, YF1q (p)	1,30	1,30	1,00	1,00	1,00
Surcharge on top, YF1q (w)	1,50	0,00	0,00	1,00	1,00
Surcharge thrust (behind structure), YF1q (p)	1,50	1,50	0,00	1,00	1,00
Density of reinforced soil fill, Y1	20,00	18,00	20,00	18,00	20,00

#### Factors as per NTC 2018 A1\_M1\_R3

For soil:-		ULS
To be applied to tan $\phi'$	$f_{cs}$	1,00
To be applied to $c'$	$f_{cs}$	1,00
To be applied to $c_u$	$f_{cs}$	1,00
Partial factor for soil reinf interaction :-		
Pullout resistance to reinf	$f_p$	1,00
Partial factor of safety		
Foundation bearing capacity to be applied to $q_{uA}$	$f_{cs}$	1,40
Sliding along base of structure or any horizontal surface where there is soil to soil contact	$f_s$	1,10

#### Input Data

##### Reinforcement Details

Reinforcement	Type	Type				
Reinforcement Grade	Paraweb 2D 30	Paraweb 2D 40				
Width of Reinforcement, b	83	84				
Short Term Design Strength, kN	30,16	40,2				
Long Term Design Strength, kN	18,88	25,15				
Material Factor, $f_m$	1,15	1,15				
Creep	1,38	1,38				

##### Geometrical Details

Height of wall	8,89
Coping Height	0,14
Given Coping height	0,29
Panel Height	8,61
Depth of embedment	0,00
Mechanical height	9,72
Angle of Crest Slope	34,00
Distance from the face	1,80
Embankment Height	3,50

##### Geotechnical Details

Soil Type	$\phi'$ (Deg)	$c'$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\gamma$ Max (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma$ Min (kN/m <sup>3</sup> )
Reinforced soil fill (f)	37,00	0,00	20,00	18,00
Backfill soil (b)	37,00	0,00	19,00	19,00
Foundation soil (f)	28,00	0,00	19,00	19,00
Service		Service Life (years)	120	
Water Level in front of wall	0	Seismic Details		
Water Level in the back of wall	0	Horizontal seismic coefficient kh	0,102	
Average Water Level	0	Vertical seismic coefficient kv	0,051	
		Reduction factor of Live Loads	0,20	

#### Loading Details

1	Vertical Loading Detail						
	St. No.	Loading	Value in kN/m <sup>2</sup>	Value in kN/m	Width of Strip (m)	Distance from the face of panel (m)	CG of Strip from edge (m)
	1	Strip Loading	20,00	396,00	17,80	8,10	17,00
	2	Strip Loading	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	3	Strip Loading	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	4	DL	0,00	NA	NA	NA	NA
	5	LL	0,00	NA	NA	NA	NA

GENERAL CONTRACTOR



Consorzio Collegamenti Integrati Veloci

ALTA SORVEGLIANZA



A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-005-A00.DOC  
Relazione di calcolo Sistema Macres

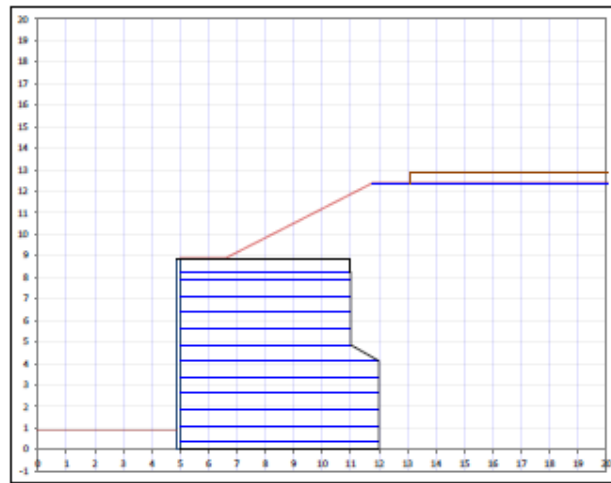
Foglio  
30 di  
107



**MACCAFERRI MacRES Design Software (Version 2.0)**

2 Horizontal Loading Detail		
Parameter	Value	
Horizontal Load Intensity (kN/m)	0,00	
Contact Width of footing (m)	0,00	
Distance of footing from face of wall (m)	0,00	
Height of Load from Top of Coping (m)/From top of panel if without coping	0,00	
CG of load	0,00	

**CROSS SECTION**



**EXTERNAL STABILITY**

Earth Pressure			
Inclination of Earth Pressure (Degree)			24,67
Earth Pressure Coefficients			
Static	$K_a$	0,468	Dynamic
	$K_p$	0,218	
	$K_{a,d}$	0,745	
	$K_{p,d}$	0,307	

External Stability Check									
Load Case	Rv (kN)	Rh (kN)	Resisting Moment (kN m)	Overturning Moment (kN m)	Eccentricity (m)	FOS Bearing	FOS Sliding	FOS Overturning	Q <sub>eff</sub> (kPa)
Load Case A	2044,80	467,25	6210,03	1732,39	0,43	2,83	2,12	4,56	333,15
Load Case B	1500,26	467,25	6289,00	1421,15	0,33	3,81	1,86	4,43	236,29
Load Case C	1606,10	288,36	6967,56	1093,19	0,17	3,88	1,86	6,01	241,15
Load Case 1S + dW	1517,26	495,62	6200,18	2485,19	1,12	3,16	1,83	2,49	318,96
Load Case 1S - dW	1438,11	495,62	6200,18	2485,19	1,21	3,19	1,83	2,34	307,24
Load Case 2S + dW	1690,27	495,62	6200,18	2485,19	1,06	2,99	1,83	2,60	341,02
Load Case 2S - dW	1528,99	495,62	6200,18	2485,19	1,17	3,03	1,83	2,43	327,96



A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-005-A00.DOC  
 Relazione di calcolo Sistema Macres

INTERNAL STABILITY CHECK - RUPTURE													
Layer	Case	Depth (m)	Length (m)	Sv	k	Strip Type	No. of Tie points	Chi (kPa)	Chi (kPa)	Tmax (kN)	To (kN)	Tc/Tm	To/Tm
1	A	0,05	5,00	0,84	0,36	1	4	82,80	22,69	9,97	8,90	1,89	2,12
	B							40,81	14,75	6,82	6,13	2,77	3,08
	C							46,49	15,00	7,46	6,67	2,53	2,83
	15							41,30	14,92	7,52	6,17	3,46	4,22
	25							45,95	15,60	8,12	6,62	3,21	3,93
2	A	1,03	5,00	0,56	0,36	1	4	70,79	24,91	7,06	6,29	2,67	3,00
	B							46,49	15,36	4,85	4,34	3,89	4,35
	C							53,02	15,66	5,34	4,75	3,54	3,97
	15							47,25	15,63	5,57	4,39	4,68	5,94
	25							52,54	15,49	6,03	4,72	4,32	5,52
3	A	1,76	5,00	0,75	0,33	1	4	86,00	29,33	10,46	9,23	1,80	2,05
	B							58,42	19,47	7,18	6,36	2,63	2,97
	C							86,64	22,21	7,95	7,01	2,37	2,69
	15							59,59	19,06	7,97	6,48	3,27	4,04
	25							66,23	22,07	8,67	6,98	3,01	3,73
4	A	2,83	5,00	0,75	0,31	1	4	105,86	33,24	11,36	9,96	1,86	1,90
	B							70,49	22,17	7,79	6,85	2,42	2,76
	C							80,42	25,30	8,86	7,80	2,16	2,48
	15							72,04	22,66	8,63	6,97	3,02	3,74
	25							80,05	25,18	9,41	7,57	2,77	3,44
5	A	3,28	5,00	0,75	0,30	1	4	123,31	36,48	12,09	10,55	1,96	1,79
	B							85,54	25,31	8,52	7,48	2,22	2,53
	C							94,12	27,85	9,24	8,06	2,04	2,34
	15							84,39	24,97	9,16	7,37	2,85	3,53
	25							93,77	27,74	10,02	8,04	2,60	3,24
6	A	4,03	5,00	0,75	0,28	1	4	141,79	39,30	12,71	11,05	1,49	1,71
	B							104,36	28,92	9,41	8,19	2,01	2,31
	C							111,33	30,86	9,95	8,65	1,90	2,18
	15							100,66	27,90	9,67	7,94	2,64	3,28
	25							111,67	30,95	10,81	8,67	2,41	3,00
7	A	4,76	7,00	0,75	0,26	1	4	156,03	40,33	12,83	11,13	1,47	1,70
	B							113,79	29,41	9,42	8,16	2,00	2,31
	C							122,15	31,57	10,03	8,69	1,88	2,17
	15							110,41	28,54	10,14	7,97	2,57	3,27
	25							122,53	31,67	11,13	8,72	2,34	2,99
8	A	5,50	7,00	0,75	0,26	1	4	181,45	45,11	14,07	12,17	1,34	1,56
	B							132,69	33,03	10,36	9,11	1,62	2,07
	C							141,77	35,24	10,96	9,65	1,72	1,96
	15							128,08	31,84	11,05	8,57	2,36	3,04
	25							142,16	35,34	12,15	9,52	2,14	2,74
9	A	6,28	7,00	0,75	0,26	1	4	209,26	52,02	15,98	14,03	1,18	1,36
	B							154,34	38,37	11,82	10,73	1,60	1,76
	C							163,26	40,58	12,45	11,29	1,52	1,67
	15							147,44	36,65	12,44	9,97	2,09	2,61
	25							163,67	40,69	13,70	10,95	1,80	2,38
10	A	7,03	7,00	0,75	0,25	2	4	238,84	59,37	18,00	16,27	1,40	1,55
	B							177,50	44,12	13,41	12,56	1,86	2,00
	C							186,07	46,26	14,01	13,12	1,80	1,92
	15							168,00	41,76	13,03	11,63	2,49	3,01
	25							186,51	46,36	14,36	12,69	2,26	2,74
11	A	7,76	7,00	0,75	0,25	2	4	270,37	67,21	20,17	18,75	1,26	1,34
	B							202,68	50,38	15,14	14,63	1,66	1,72
	C							210,42	52,31	15,68	15,15	1,60	1,66
	15							189,94	47,22	15,51	13,26	2,24	2,52
	25							210,88	52,42	17,12	14,61	2,03	2,38
12	A	8,50	7,00	0,74	0,25	2	5	304,17	75,61	17,76	16,98	1,42	1,48
	B							230,22	57,23	13,45	13,41	1,67	1,68
	C							236,51	58,79	13,80	13,75	1,62	1,63
	15							213,45	53,06	13,86	11,98	2,51	2,90
	25							237,00	58,91	15,31	13,22	2,27	2,63





GENERAL CONTRACTOR



Consorzio Collegamenti Integrati Veloci

ALTA SORVEGLIANZA



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-005-A00.DOC  
Relazione di calcolo Sistema Macres

Foglio  
34 di  
107

## 12.4 Muro H=10,65 m

### MACCAFERRI MacRES Design Software (Version 2.0)

#### PROJECT DETAILS

Project Name	Macres COCIV
Project Number	8873
Revision	
Date	23/01/2019
Client	
Analysis Details	Analysis using NTC 2018 A1_M1_R3 Reinforcement type Polymeric and Panel Type MacRes Square

#### Load Factors Associated with Wall as per NTC 2018 A1\_M1\_R3

Effect	Load Combination				
	A	B	C	Seismic (Internal)	Seismic (External)
Soil Weight (Structure), YF1q (w)	1,30	1,00	1,00	1,00	1,00
Mass of the backfill on the top of reinforced soil wall (Soil Surcharge on top), YF1q (w)	1,30	1,00	1,00	1,00	1,00
Soil Thrust behind structure, YF1q (p)	1,30	1,30	1,00	1,00	1,00
Surcharge on top, YF1q (w)	1,50	0,00	0,00	1,00	1,00
Surcharge thrust (behind structure), YF1q (p)	1,50	1,50	0,00	1,00	1,00
Density of reinforced soil fill, Y1	20,00	18,00	20,00	18,00	20,00

#### Factors as per NTC 2018 A1\_M1\_R3

For soil:-		ULS
To be applied to tan $\phi'$	$f_{cs}$	1,00
To be applied to $c'$	$f_{cs}$	1,00
To be applied to $c_u$	$f_{cs}$	1,00
Partial factor for soil reinf interaction :-		
Pullout resistance to reinf	$f_p$	1,00
Partial factor of safety		
Foundation bearing capacity to be applied to $q_{ult}$	$f_{cs}$	1,40
Sliding along base of structure or any horizontal surface where there is soil to soil contact	$f_s$	1,10

#### Input Data

##### Reinforcement Details

Reinforcement	Type	Type				
Reinforcement Grade	Paraweb 2D 30	Paraweb 2D 40				
Width of Reinforcement, b	83	84				
Short Term Design Strength, kN	30,16	40,2				
Long Term Design Strength, kN	18,88	25,15				
Material Factor, $f_m$	1,15	1,15				
Creep	1,38	1,38				

##### Geometrical Details

Height of wall	10,65
Coping Height	0,14
Given Coping Height	0,17
Panel Height	10,46
Depth of embedment	0,70
Mechanical height	11,95
Angle of Crest Slope	34,00
Distance from the face	1,80
Embankment Height	3,50

##### Geotechnical Details

Soil Type	$\phi'$ (Deg)	$c'$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\gamma$ Max (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma$ Min (kN/m <sup>3</sup> )
Reinforced soil fill (f)	37,00	0,00	20,00	18,00
Backfill soil (b)	37,00	0,00	19,00	19,00
Foundation soil (f)	28,00	0,00	19,00	19,00
Service		Service Life	(years)	120
Water Level in front of wall	0	Seismic Details		
Water Level in the back of wall	0	Horizontal seismic coefficient kh		0,102
Average Water Level	0	Vertical seismic coefficient kv		0,051
		Reduction factor of Live Loads		0,20

#### Loading Details

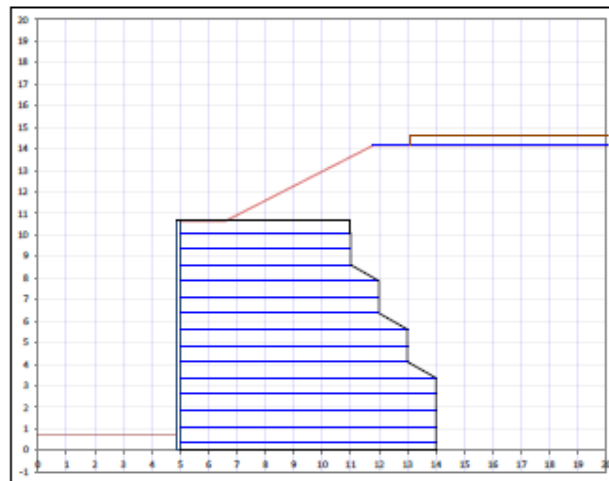
1	Vertical Loading Detail						
	St. No.	Loading	Value in kN/m <sup>2</sup>	Value in kN/m	Width of Strip (m)	Distance from the face of panel (m)	CG of Strip from edge (m)
	1	Strip Loading	20,00	396,00	17,80	8,10	17,00
	2	Strip Loading	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	3	Strip Loading	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	4	DL	0,00	NA	NA	NA	NA
	5	LL	0,00	NA	NA	NA	NA

MACCAFERRI

MacRES Design Software (Version 2.0)

2	Horizontal Loading Detail	
	Parameter	Value
	Horizontal Load Intensity (kN/m)	0,00
	Contact Width of footing (m)	0,00
	Distance of footing from face of wall (m)	0,00
	Height of Load from Top of Coping (m), From top of panel if without coping	0,00
	CG of load	0,00

## CROSS SECTION



## EXTERNAL STABILITY

Earth Pressure			
Inclination of Earth Pressure (Degree)			24,67
Earth Pressure Coefficients			
Static	$K_a$	0,489	Dynamic
	$K_p$	0,220	
	$K_{a,d}$	0,745	$K_{p,d}$
		0,307	

External Stability Check									
Load Case	Rv (kN)	Rh (kN)	Resisting Moment (kN m)	Overturning Moment (kN m)	Eccentricity (m)	FOS Bearing	FOS Sliding	FOS Overturning	Qref (kPa)
Load Case A	3119,27	597,85	19862,16	2626,53	0,33	2,91	2,52	6,04	373,70
Load Case B	2289,80	597,85	12060,42	2154,64	0,24	4,13	1,85	5,81	266,46
Load Case C	2496,93	378,71	12716,18	1657,42	0,09	4,06	1,85	7,87	279,52
Load Case 1S + dW	2217,33	659,77	11957,97	3690,62	1,06	3,78	1,87	3,08	339,23
Load Case 1S - dW	2162,22	659,77	11957,97	3690,62	1,16	3,88	1,87	2,90	323,90
Load Case 2S + dW	2620,63	659,77	11957,97	3690,62	1,06	3,53	1,87	3,21	365,51
Load Case 2S - dW	2546,28	659,77	11957,97	3690,62	1,13	3,64	1,87	3,01	346,31



INTERNAL STABILITY CHECK - RUPTURE													
Layer	Case	Depth (m)	Length (m)	Sv	k	Strip Type	No. of Tie points	C <sub>ul</sub> (kPa)	C <sub>cl</sub> (kPa)	T <sub>max</sub> (kN)	T <sub>o</sub> (kN)	T <sub>o</sub> /T <sub>m</sub>	T <sub>o</sub> /T <sub>m</sub>
1	A	0,54	6,00	0,91	0,36	1	4	62,24	21,03	10,92	9,40	1,79	2,01
	B							40,87	14,29	7,21	6,48	2,62	2,91
	C							45,78	15,13	7,84	7,01	2,41	2,69
	15							40,61	14,31	7,74	6,48	3,36	4,02
	25							45,19	15,02	8,35	6,95	3,12	3,75
2	A	1,29	6,00	0,75	0,33	1	4	78,62	25,23	9,85	8,55	1,96	2,21
	B							52,25	17,43	8,65	5,92	2,94	3,19
	C							55,14	19,73	7,30	6,47	2,89	2,92
	15							52,78	17,61	7,25	5,96	3,59	4,37
	25							56,68	19,96	7,67	6,43	3,31	4,05
3	A	2,04	6,00	0,75	0,31	1	4	96,36	30,35	10,60	9,32	1,78	2,03
	B							64,53	20,32	7,31	6,45	2,98	2,93
	C							73,11	23,02	8,07	7,09	2,34	2,66
	15							65,42	20,60	7,96	6,52	3,27	4,00
	25							72,71	22,90	8,67	7,06	3,01	3,69
4	A	2,79	7,00	0,75	0,30	1	4	113,76	33,70	11,35	9,93	1,85	1,90
	B							77,02	22,81	7,86	6,90	2,40	2,74
	C							86,59	25,85	8,65	7,57	2,18	2,49
	15							77,96	22,97	8,70	6,93	3,00	3,76
	25							86,18	25,83	9,50	7,54	2,74	3,45
5	A	3,54	7,00	0,75	0,28	1	4	132,90	36,77	12,04	10,48	1,57	1,80
	B							89,85	24,94	8,32	7,28	2,27	2,60
	C							101,09	28,06	9,19	8,01	2,05	2,36
	15							90,63	25,15	9,19	7,32	2,83	3,56
	25							100,70	27,96	10,07	7,96	2,59	3,26
6	A	4,29	7,00	0,75	0,25	1	4	151,06	39,10	12,52	10,87	1,51	1,74
	B							106,23	27,50	8,91	7,75	2,12	2,44
	C							115,43	29,88	9,58	8,32	1,97	2,27
	15							103,63	26,67	9,57	7,60	2,72	3,43
	25							115,22	29,62	10,50	8,30	2,48	3,14
7	A	5,04	8,00	0,75	0,25	1	4	164,48	40,89	12,92	11,19	1,45	1,69
	B							118,64	29,49	9,36	8,14	2,01	2,32
	C							128,51	31,95	10,07	8,73	1,87	2,16
	15							116,14	28,67	10,27	7,99	2,54	3,26
	25							128,91	32,04	11,28	8,75	2,31	2,98
8	A	5,79	8,00	0,75	0,25	1	4	189,51	47,11	14,62	12,63	1,29	1,49
	B							137,28	34,13	10,65	9,21	1,77	2,05
	C							147,81	36,74	11,39	9,84	1,66	1,92
	15							133,52	33,19	11,47	8,99	2,27	2,90
	25							148,22	36,85	12,62	9,86	2,06	2,64
9	A	6,54	8,00	0,75	0,25	1	4	215,68	53,61	16,41	14,15	1,15	1,33
	B							157,00	39,03	12,00	10,45	1,57	1,81
	C							167,97	41,76	12,77	11,11	1,48	1,70
	15							151,88	37,70	12,78	9,82	2,04	2,65
	25							169,40	41,96	14,06	11,03	1,85	2,36
10	A	7,29	9,00	0,75	0,25	2	4	239,42	57,03	17,33	14,98	1,45	1,68
	B							166,58	41,40	12,64	11,31	1,99	2,23
	C							178,48	44,37	13,47	12,04	1,87	2,09
	15							161,14	40,06	13,69	10,61	2,54	3,27
	25							178,92	44,48	15,10	11,67	2,30	2,98
11	A	8,04	9,00	0,75	0,25	2	4	286,19	63,66	19,16	16,95	1,31	1,48
	B							186,85	46,45	14,03	12,88	1,79	1,95
	C							199,11	49,50	14,88	13,67	1,69	1,84
	15							179,72	44,67	15,04	11,98	2,31	2,90
	25							199,96	49,61	16,59	13,20	2,09	2,63
12	A	8,79	9,00	0,75	0,25	2	4	284,13	70,63	21,08	18,11	1,19	1,32
	B							208,29	51,79	15,90	14,62	1,62	1,72
	C							220,64	54,85	16,36	15,43	1,54	1,63
	15							199,11	49,50	15,44	13,47	2,11	2,58
	25							221,11	54,96	16,15	14,85	1,91	2,34
13	A	9,54	9,00	0,75	0,25	2	5	313,36	77,90	18,47	17,14	1,36	1,47
	B							231,00	57,42	13,65	13,21	1,84	1,90
	C							243,18	60,45	14,23	13,67	1,76	1,81
	15							219,41	54,54	14,66	12,07	2,37	2,88
	25							243,66	60,57	15,20	13,32	2,14	2,61
14	A	10,29	9,00	0,74	0,25	2	5	344,05	85,52	19,90	18,90	1,26	1,33
	B							265,15	63,43	14,78	14,68	1,70	1,71
	C							286,84	66,33	15,43	15,32	1,63	1,64
	15							240,72	59,84	15,71	13,29	2,21	2,61
	25							267,33	65,45	17,37	14,66	2,00	2,37



## 12.5 Muro H=12,45 m

MACCAFERRI	MacRES Design Software (Version 2.0)
------------	--------------------------------------

### PROJECT DETAILS

Project Name	Macres COCIV
Project Number	8873
Revision	
Date	23/01/2019
Client	
Analysis Details	Analysis using NTC 2018 A1_M1_R3 Reinforcement type Polymeric and Panel Type MacPlex Square

Effect	Load Combination				
	A	B	C	Seismic (Internal)	Seismic (External)
Soil Weight (Structure), YF1q (w)	1,30	1,00	1,00	1,00	1,00
Mass of the backfill on the top of reinforced soil wall (Soil Surcharge on top), YF1q (w)	1,30	1,00	1,00	1,00	1,00
Soil Thrust behind structure, YF1q (p)	1,30	1,30	1,00	1,00	1,00
Surcharge on top, YF1q (w)	1,50	0,00	0,00	1,00	1,00
Surcharge thrust (behind structure), YF1q (p)	1,50	1,50	0,00	1,00	1,00
Density of reinforced soil fill, Y1	20,00	18,00	20,00	18,00	20,00

Factors as per NTC 2018 A1_M1_R3		
For soil:-		ULS
To be applied to tan $\phi'$	$f_{ta}$	1,00
To be applied to $c'$	$f_{ca}$	1,00
To be applied to $c_u$	$f_{cu}$	1,00
Partial factor for soil reinf interaction :-		
Pullout resistance to reinf	$f_p$	1,00
Partial factor of safety		
Foundation bearing capacity to be applied to $q_{uR}$	$f_{ba}$	1,40
Sliding along base of structure or any horizontal surface where there is soil to soil contact	$f_s$	1,10

### Input Data

Reinforcement Details					
Reinforcement	Type	Type			
Reinforcement Grade	Paraweb 2D 30	Paraweb 2D 40			
Width of Reinforcement, b	83	84			
Short Term Design Strength, kN	30,16	40,2			
Long Term Design Strength, kN	19,98	25,15			
Material Factor, $f_m$	1,15	1,15			
Creep	1,38	1,38			

Geometrical Details	
Height of wall	12,45
Coping Height	0,14
Given Coping height	0,26
Panel Height	12,17
Depth of embedment	0,80
Mechanical height	14,18
Angle of Crest Slope	34,00
Distance from the face	1,80
Embankment Height	3,50

Geotechnical Details				
Soil Type	$\phi'$ (Deg)	$c'$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\gamma$ Max (kN/m <sup>3</sup> )	$\gamma$ Min (kN/m <sup>3</sup> )
Reinforced soil fill (a)	37,00	0,00	20,00	18,00
Backfill soil (b)	37,00	0,00	19,00	19,00
Foundation soil (f)	28,00	0,00	19,00	19,00
Service			Service Life (years)	120
Water Level in front of wall	0	Seismic Details		
Water Level in the back of wall	0	Horizontal seismic coefficient kh		0,102
Average Water Level	0	Vertical seismic coefficient kv		0,051
		Reduction factor of Live Loads		0,20

### Loading Details

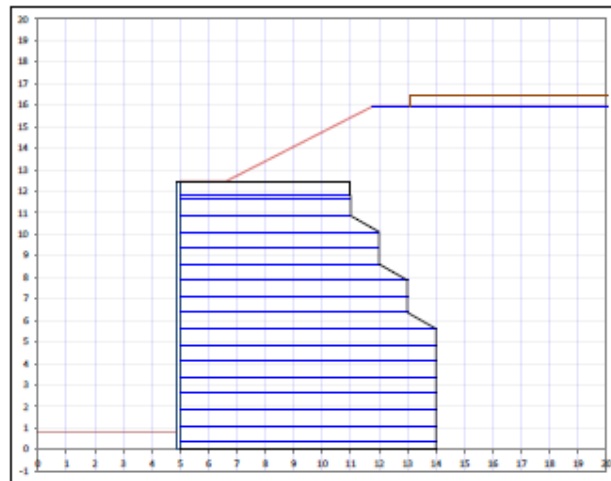
Vertical Loading Detail							
1	St. No.	Loading	Value in kN/m <sup>2</sup>	Value in kN/m	Width of Strip (m)	Distance from the face of panel (m)	CG of Strip from edge (m)
	1	Strip Loading	20,00	396,00	17,80	8,10	17,00
	2	Strip Loading	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	3	Strip Loading	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	4	DL	0,00	NA	NA	NA	NA
	5	LL	0,00	NA	NA	NA	NA



**MACCAFERRI MacRES Design Software (Version 2.0)**

2 Horizontal Loading Detail		
Parameter	Value	
Horizontal Load Intensity (kN/m)	0,00	
Contact Width of footing (m)	0,00	
Distance of footing from face of wall (m)	0,00	
Height of Load from Top of Coping (m)/From top of panel if without coping	0,00	
CG of load	0,00	

**CROSS SECTION**



**EXTERNAL STABILITY**

Earth Pressure			
Inclination of Earth Pressure (Degree)			24,67
Earth Pressure Coefficients			
Static	$K_a$	0,468	Dynamic
	$K_p$	0,220	
	$K_{a,d}$	0,745	
	$K_{p,d}$	0,307	

External Stability Check									
Load Case	Rv (kN)	Rh (kN)	Resisting Moment (kN m)	Overtuning Moment (kN m)	Eccentricity (m)	FOS Bearing	FOS Sliding	FOS Overtuning	q <sub>eff</sub> (kPa)
Load Case A	3636,83	745,84	18381,85	3782,84	0,52	2,34	2,34	4,86	453,90
Load Case B	2647,74	745,84	13698,52	3115,97	0,46	3,28	1,72	4,49	327,77
Load Case C	2643,51	462,23	14654,40	2399,21	0,26	3,38	1,72	6,11	335,33
Load Case 1S + dW	2677,36	828,01	13630,50	8886,41	1,49	2,66	1,72	2,48	444,31
Load Case 1S - dW	2489,88	828,01	13630,50	8886,41	1,80	2,67	1,72	2,33	429,12
Load Case 2S + dW	2515,37	828,01	13630,50	8886,41	1,43	2,52	1,72	2,59	475,26
Load Case 2S - dW	2706,70	828,01	13630,50	8886,41	1,54	2,54	1,72	2,42	467,73





INTERNAL STABILITY CHECK - RUPTURE													
Layer	Case	Depth (m)	Length (m)	Sv	k	Strip Type	No. of Tie points	C <sub>ul</sub> (kPa)	C <sub>cl</sub> (kPa)	T <sub>max</sub> (kN)	T <sub>o</sub> (kN)	T <sub>o</sub> /T <sub>m</sub>	T <sub>o</sub> /T <sub>m</sub>
1	A	0,64	6,00	0,74	0,34	1	4	86,28	22,46	8,59	7,86	2,20	2,47
	B							43,73	14,62	5,93	5,31	3,16	3,56
	C							46,96	15,59	6,42	5,73	2,94	3,30
	15							43,49	14,74	6,34	5,29	4,11	4,52
	25							46,39	15,40	6,65	5,66	3,80	4,58
2	A	0,83	6,00	0,47	0,33	1	4	70,33	23,50	5,61	4,98	3,37	3,79
	B							46,66	15,59	3,87	3,48	4,67	5,45
	C							52,33	17,49	4,21	3,74	4,49	5,04
	15							46,66	15,56	4,31	3,46	6,04	7,54
	25							51,79	17,31	4,67	3,72	5,56	7,01
3	A	1,59	6,00	0,75	0,32	1	4	87,74	27,88	9,90	8,74	1,91	2,16
	B							58,91	18,56	6,86	6,07	2,75	3,11
	C							66,24	20,90	7,51	6,53	2,51	2,85
	15							59,19	18,67	7,35	6,09	3,54	4,28
	25							65,80	20,76	7,99	6,59	3,26	3,95
4	A	2,34	7,00	0,75	0,30	1	4	106,00	31,46	10,77	9,44	1,75	2,00
	B							72,03	21,36	7,49	6,59	2,52	2,87
	C							80,52	23,90	8,20	7,19	2,30	2,63
	15							72,07	21,39	8,19	6,59	3,18	3,56
	25							80,09	23,77	8,94	7,16	2,91	3,64
5	A	3,00	7,00	0,75	0,28	1	4	125,02	34,77	11,51	10,04	1,64	1,88
	B							85,12	23,67	7,99	6,99	2,36	2,70
	C							96,26	25,49	8,78	7,67	2,15	2,46
	15							85,36	23,74	8,74	7,01	2,86	3,72
	25							94,85	25,36	9,56	7,64	2,73	3,41
6	A	3,84	7,00	0,75	0,26	1	4	143,86	37,31	12,05	10,48	1,57	1,80
	B							96,02	25,42	8,35	7,28	2,26	2,59
	C							109,82	28,49	9,21	8,01	2,06	2,36
	15							96,49	25,54	9,14	7,31	2,85	3,57
	25							108,43	28,36	10,02	7,99	2,60	3,26
7	A	4,59	8,00	0,75	0,25	1	4	154,61	38,43	12,26	10,63	1,54	1,78
	B							109,82	27,30	8,79	7,64	2,15	2,47
	C							119,48	29,70	9,47	8,21	1,99	2,30
	15							107,96	26,86	9,65	7,53	2,70	3,46
	25							119,86	29,80	10,59	8,23	2,46	3,16
8	A	5,34	8,00	0,75	0,25	1	4	177,17	44,04	13,79	11,93	1,37	1,58
	B							127,84	31,78	10,01	8,67	1,89	2,18
	C							138,26	34,37	10,74	9,29	1,76	2,03
	15							124,92	31,06	10,82	8,50	2,41	3,07
	25							138,67	34,47	11,89	9,32	2,19	2,80
9	A	6,09	8,00	0,75	0,25	1	4	202,56	50,36	15,52	13,39	1,22	1,41
	B							146,83	36,50	11,31	9,77	1,67	1,93
	C							157,67	39,24	12,08	10,42	1,56	1,81
	15							142,57	35,44	12,06	9,51	2,16	2,74
	25							158,27	39,34	13,26	10,45	1,86	2,49
10	A	6,84	9,00	0,75	0,25	2	4	217,52	54,07	16,52	14,24	1,52	1,77
	B							157,28	39,10	12,01	10,36	2,10	2,43
	C							169,29	42,08	12,86	11,07	1,96	2,27
	15							152,86	38,00	12,98	10,09	2,67	3,44
	25							169,71	42,19	14,31	11,10	2,43	3,13
11	A	7,59	9,00	0,75	0,25	2	4	243,59	60,56	18,30	16,75	1,37	1,60
	B							176,66	43,97	13,35	11,60	1,89	2,17
	C							189,37	47,07	14,22	12,35	1,77	2,04
	15							170,94	42,49	14,30	10,85	2,43	3,20
	25							189,81	47,18	15,77	12,26	2,20	2,63
12	A	8,34	9,00	0,75	0,25	2	4	270,74	67,30	20,17	17,33	1,26	1,46
	B							197,52	49,10	14,76	13,13	1,70	1,92
	C							210,30	52,28	15,66	13,92	1,61	1,81
	15							189,78	47,18	15,66	12,17	2,22	2,85
	25							210,74	52,39	17,29	13,48	2,01	2,58
13	A	9,09	9,00	0,75	0,25	2	4	299,09	74,35	22,11	19,30	1,14	1,30
	B							219,34	54,52	16,26	14,80	1,66	1,70
	C							232,15	57,71	17,16	15,61	1,47	1,61
	15							209,46	52,07	17,09	13,60	2,03	2,56
	25							232,61	57,62	18,88	15,00	1,84	2,32
14	A	9,84	9,00	0,75	0,25	2	5	328,78	81,73	19,33	17,21	1,30	1,46
	B							242,47	60,27	14,28	13,31	1,76	1,89
	C							265,04	63,40	14,99	13,96	1,66	1,80
	15							230,08	57,19	15,19	12,11	2,29	2,67
	25							268,51	63,52	16,79	13,37	2,07	2,40
15	A	10,59	9,00	0,75	0,25	2	5	359,26	89,48	21,04	19,13	1,20	1,32
	B							267,09	66,39	15,64	14,91	1,61	1,89
	C							279,07	69,37	16,31	15,55	1,54	1,62
	15							261,72	62,57	16,46	13,44	2,11	2,58
	25							279,56	69,49	18,20	14,85	1,91	2,34
16	A	11,34	9,00	0,75	0,25	2	6	392,77	97,64	19,06	17,67	1,32	1,42
	B							304,37	75,66	14,24	13,89	1,77	1,91
	C							304,37	75,66	14,76	14,39	1,71	1,75
	15							274,52	68,24	15,12	12,40	2,30	2,80
	25							304,89	75,79	16,73	13,71	2,06	2,53



INTERNAL STABILITY CHECK - ADHERENCE												
Layer	Case	Depth (m)	Length (m)	Effective Length (m)	$\mu^*$	Strip Type	No. of Reinforcements	Width of min. (mm)	$\sigma_v$ (kPa)	$T_{max}$ (kN)	TT (kN)	TBTmax
1	A	0,64	6,00	2,14	0,90	1	8	83	41,83	8,59	13,36	1,56
	B								28,82	5,93	9,25	1,56
	C								32,02	6,42	10,28	1,80
	15								28,82	6,34	9,25	1,46
	25								32,02	6,86	10,28	1,50
2	A	0,63	6,00	2,17	0,89	1	8	83	46,75	5,61	14,97	2,67
	B								32,39	3,67	10,37	2,68
	C								35,99	4,21	11,52	2,74
	15								32,39	4,31	10,37	2,40
	25								35,99	4,67	11,52	2,47
3	A	1,59	6,00	2,30	0,83	1	8	83	66,98	9,90	21,08	2,13
	B								46,37	6,86	14,60	2,13
	C								51,52	7,51	16,22	2,16
	15								46,37	7,36	14,60	1,99
	25								51,52	7,89	16,22	2,03
4	A	2,34	7,00	3,42	0,76	1	8	83	118,79	10,77	51,50	4,78
	B								82,24	7,49	36,88	4,76
	C								91,38	8,20	39,62	4,83
	15								82,24	8,19	36,88	4,36
	25								91,38	8,94	39,62	4,43
5	A	3,09	7,00	3,96	0,70	1	8	83	137,18	11,51	56,63	4,92
	B								94,97	7,89	39,20	4,91
	C								106,52	8,78	43,56	4,96
	15								94,97	8,74	39,20	4,49
	25								106,52	9,56	43,56	4,56
6	A	3,94	7,00	3,67	0,64	1	8	83	155,98	12,06	60,59	5,03
	B								107,71	8,36	41,95	5,02
	C								119,67	9,21	46,61	5,06
	15								107,71	9,14	41,95	4,59
	25								119,67	10,02	46,61	4,65
7	A	4,59	8,00	4,80	0,60	1	8	83	181,52	12,26	67,16	7,11
	B								126,67	8,79	40,34	6,86
	C								139,63	9,47	47,05	7,08
	15								126,67	9,66	40,34	6,29
	25								139,63	10,59	47,05	6,33
8	A	5,34	8,00	4,92	0,60	1	8	83	199,96	13,79	66,51	7,15
	B								138,43	10,01	46,20	6,81
	C								163,81	10,74	51,78	7,06
	15								138,43	10,62	46,20	6,30
	25								163,81	11,69	51,78	6,37
9	A	6,09	8,00	5,06	0,60	1	8	83	218,36	15,52	110,32	7,11
	B								151,18	11,31	56,38	6,76
	C								167,98	12,06	64,86	7,03
	15								151,18	12,06	56,38	6,34
	25								167,98	13,26	64,86	6,40
10	A	6,94	9,00	6,19	0,60	2	8	84	241,82	16,52	151,66	9,18
	B								167,41	12,01	104,09	8,74
	C								186,01	12,86	116,66	9,08
	15								167,41	12,96	104,09	8,09
	25								186,01	14,31	116,66	8,15
11	A	7,59	9,00	6,57	0,60	2	8	84	268,28	18,30	171,79	9,39
	B								178,81	13,36	118,93	8,91
	C								198,68	14,22	132,15	9,29
	15								178,81	14,30	118,93	8,32
	25								198,68	15,77	132,15	8,38
12	A	8,34	9,00	6,94	0,60	2	8	84	274,72	20,17	193,16	9,58
	B								190,19	14,76	133,73	9,06
	C								211,32	15,66	148,59	9,49
	15								190,19	15,66	133,73	8,54
	25								211,32	17,29	148,59	8,59
13	A	9,09	9,00	7,32	0,60	2	8	84	291,14	22,11	215,76	9,76
	B								201,96	16,26	149,37	9,19
	C								223,96	17,16	165,97	9,67
	15								201,96	17,09	149,37	8,74
	25								223,96	18,86	165,97	8,79
14	A	9,94	9,00	7,89	0,60	2	10	84	312,96	19,33	243,51	12,60
	B								216,39	14,28	168,58	11,80
	C								240,43	14,99	187,31	12,50
	15								216,39	15,19	168,58	11,10
	25								240,43	16,79	187,31	11,16
15	A	10,59	9,00	8,07	0,60	2	10	84	329,42	21,04	269,15	12,79
	B								228,06	15,64	186,34	11,91
	C								263,40	16,31	207,04	12,69
	15								228,06	16,46	186,34	11,32
	25								263,40	18,20	207,04	11,38
16	A	11,34	9,00	8,44	0,60	2	12	84	346,51	19,06	286,28	15,56
	B								239,89	14,24	205,11	14,40
	C								266,54	14,76	227,91	15,44
	15								239,89	15,12	205,11	13,57
	25								266,54	16,73	227,91	13,62

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Censorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-005-A00.DOC  Relazione di calcolo Sistema Macres</p> <p style="text-align: right;">Foglio 43 di 107</p>

## 13 MACSTARS W – TABULATI DI CALCOLO SISMICO

### 13.1 Muro H=3,94 m

# MacStARS W – Rel. 4.0

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

Proposta : Muro IV15

Sezione ..:

Località ..: Tortona

Pratica.....: 8873

File.....: H=3.94m\_rev00

Data.....: 25/01/2019

Verifiche condotte in accordo alla normativa : NTC 2018  
\_Verifiche di sicurezza (SLU)

## SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI.....	44
PROFILI STRATIGRAFICI .....	45
BLOCCHI RINFORZATI .....	45
Blocco : MAC_1 .....	45
CARICHI .....	46
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI .....	46
VERIFICHE .....	48
Verifica di stabilità globale : .....	48

### CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

#### Terreno : GA

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 ..... [°] ..... : 34.00  
 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 : GS

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 ..... [°] ..... : 38.00  
 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 : LS

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 : RE

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.....[°] : 37.00  
 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: GA

Descrizione:

Terreno : GA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	5.50	100.00	5.50				

#### Strato: GS

Descrizione:

Terreno : GS

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	18.00	100.00	18.00				

#### Strato: PC

Descrizione:

Terreno : LS

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	20.00	100.00	20.00				

### BLOCCHI RINFORZATI

#### Blocco : MAC\_1

Dati principali.....[m] : Larghezza..... = 4.00 Altezza..... = 3.75  
 Coordinate Origine.....[m] : Ascissa..... = 20.00 Ordinata..... = 19.13  
 Inclinazione paramento.....[°] : 0.00

Rilevato strutturale - materiale tipo..... : Ghiaia  
 Rilevato strutturale..... : RE  
 Terreno di riempimento a tergo..... : RE  
 Terreno di copertura..... : RE  
 Terreno di fondazione..... : LS

Parametri per il calcolo della capacità portante com Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof  
 Affondamento fondazione.....[m] : 0.00

Inclinazione pendio a valle ..... [°] : 0.00

**Rinforzi :**

Linear Composites - ParaWeb - 30 2D\_4conn/3m

Lunghezza ..... [m] = 4.00

Muro Segmentato ..... [m] : Altezza ..... = 0.75      Larghezza = 0.14

Angolo d'attrito muro tra e rinforzo ..... [°] = 0.00

**Profilo di ricopertura:**

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
1.60	0.01	6.85	3.50	100.00	3.60		

**CARICHI****Pressione : CS**      Descrizione :

Classe : Variabile - sfavorevole

 Intensità ..... [kN/m<sup>2</sup>] = 4.00      Inclinazione ..... [°] = 0.00

Ascissa ..... [m] : Da = 28.00 To = 45.00

**Sisma :**

Classe : Sisma

 Accelerazione ..... [m/s<sup>2</sup>] : Orizzontale = 1.00      Verticale = 0.50
**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

Linear Composites - ParaWeb - 30 2D\_4conn/3m

Carico di rottura Nominale Tr ..... [kN/m] : 80.43

Rapporto di Scorrimento plastico ..... : 0.00

 Coefficiente di Scorrimento elastico ..... [m<sup>3</sup>/kN] : 1.10e-04

Rigidezza estensionale ..... [kN/m] : 251.00

Lunghezza minima di ancoraggio ..... [m] : 0.15

Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo ..... : 0.16

Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia ..... : 0.90

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA

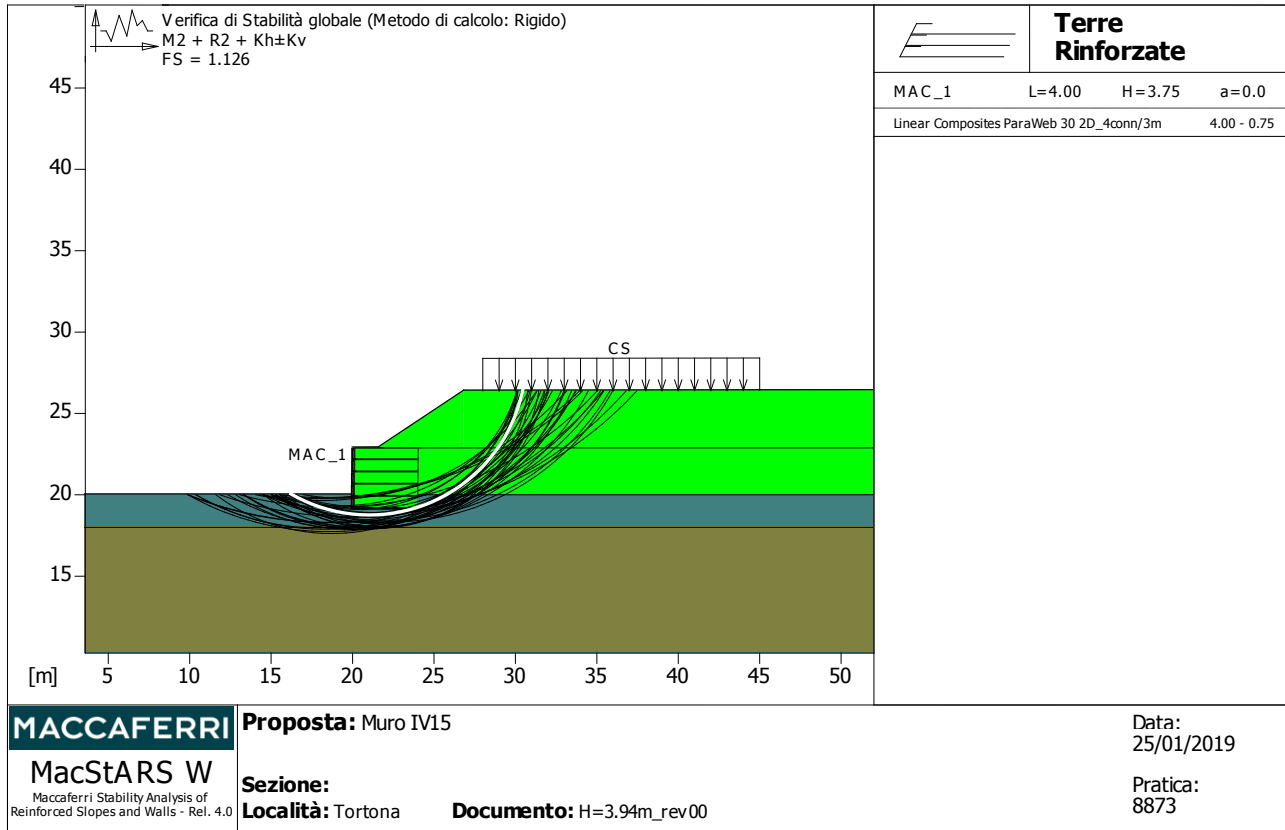


A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-005-A00.DOC  
Relazione di calcolo Sistema Macres

Foglio  
47 di  
107

Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia..... : 0.70  
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo..... : 0.70  
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla..... : 0.70

### VERIFICHE



#### 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 ..... : 1.126

#### Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]

Segmento di arrivo, ascisse [m]

Primo punto

Secondo punto

Primo punto

Secondo punto

5.00

17.00

30.00

45.00

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

Variabile - sfavorevole

1.00

Sisma

1.00

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





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

-----

-----

**Officine Maccaferri non è responsabile dei disegni e dei calcoli trasmessi al Cliente sulla base dei dati forniti dal medesimo, né è responsabile del progetto e delle verifiche sui luoghi che dovessero successivamente realizzarsi senza specifico incarico.**

**Il presente elaborato è stato realizzato sulla base dei prodotti di Officine Maccaferri ai soli fini dell'elaborazione dell'offerta. Pertanto Officine Maccaferri non è responsabile in caso di un uso dell'elaborato con prodotti diversi da quelli di Officine Maccaferri o, comunque, non controllato da parte di Officine Maccaferri stessa.**

-----

-----

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-005-A00.DOC Relazione di calcolo Sistema Macres
	Foglio 50 di 107

### 13.2 Muro H=6,16 m

## MacStARS W – Rel. 4.0

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

Proposta : Muro IV15

Sezione :

Località : Tortona

Pratica : 8873

File : H=6.16m\_rev00

Data : 25/01/2019

Verifiche condotte in accordo alla normativa : NTC 2018  
 \_Verifiche di sicurezza (SLU)

### SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI.....	51
PROFILI STRATIGRAFICI .....	52
BLOCCHI RINFORZATI .....	52
Blocco : MAC_1 .....	52
CARICHI .....	53
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI .....	53
VERIFICHE .....	55
Verifica di stabilità globale : .....	55

### CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

#### Terreno : GA

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 ..... [°] ..... : 34.00  
 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 : GS

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 ..... [°] ..... : 38.00  
 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 : LS

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 : RE

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.....[°] : 37.00  
 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: GA

Descrizione:

Terreno : GA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	5.50	100.00	5.50				

#### Strato: GS

Descrizione:

Terreno : GS

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	18.00	100.00	18.00				

#### Strato: PC

Descrizione:

Terreno : LS

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	20.00	100.00	20.00				

### BLOCCHI RINFORZATI

#### Blocco : MAC\_1

Dati principali.....[m] : Larghezza..... = 5.00 Altezza..... = 6.00  
 Coordinate Origine.....[m] : Ascissa..... = 20.00 Ordinata..... = 19.13  
 Inclinazione paramento.....[°] : 0.00

Rilevato strutturale - materiale tipo..... : Ghiaia  
 Rilevato strutturale..... : RE  
 Terreno di riempimento a tergo..... : RE  
 Terreno di copertura..... : RE  
 Terreno di fondazione..... : LS

Parametri per il calcolo della capacità portante com Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof  
 Affondamento fondazione.....[m] : 0.00

Inclinazione pendio a valle .....[°] : 0.00

**Rinforzi :**

Linear Composites - ParaWeb - 30 2D\_5conn/3m

Lunghezza .....[m] = 5.00

Muro Segmentato .....[m] : Altezza ..... = 0.75      Larghezza = 0.14

Angolo d'attrito muro tra e rinforzo .....[°] = 0.00

**Profilo di ricopertura:**

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
1.60	0.01	6.85	3.50	100.00	3.60		

**CARICHI****Pressione : CS**

Descrizione :

Classe : Variabile - sfavorevole

 Intensità .....[kN/m<sup>2</sup>] = 4.00      Inclinazione .....[°] = 0.00

Ascissa .....[m] : Da = 28.00 To = 45.00

**Sisma :**

Classe : Sisma

 Accelerazione .....[m/s<sup>2</sup>] : Orizzontale = 1.00      Verticale = 0.50
**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

Linear Composites - ParaWeb - 30 2D\_5conn/3m

Carico di rottura Nominale Tr .....[kN/m] : 100.53

Rapporto di Scorrimento plastico ..... : 0.00

 Coefficiente di Scorrimento elastico .....[m<sup>3</sup>/kN] : 1.10e-04

Rigidezza estensionale .....[kN/m] : 251.00

Lunghezza minima di ancoraggio .....[m] : 0.15

Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

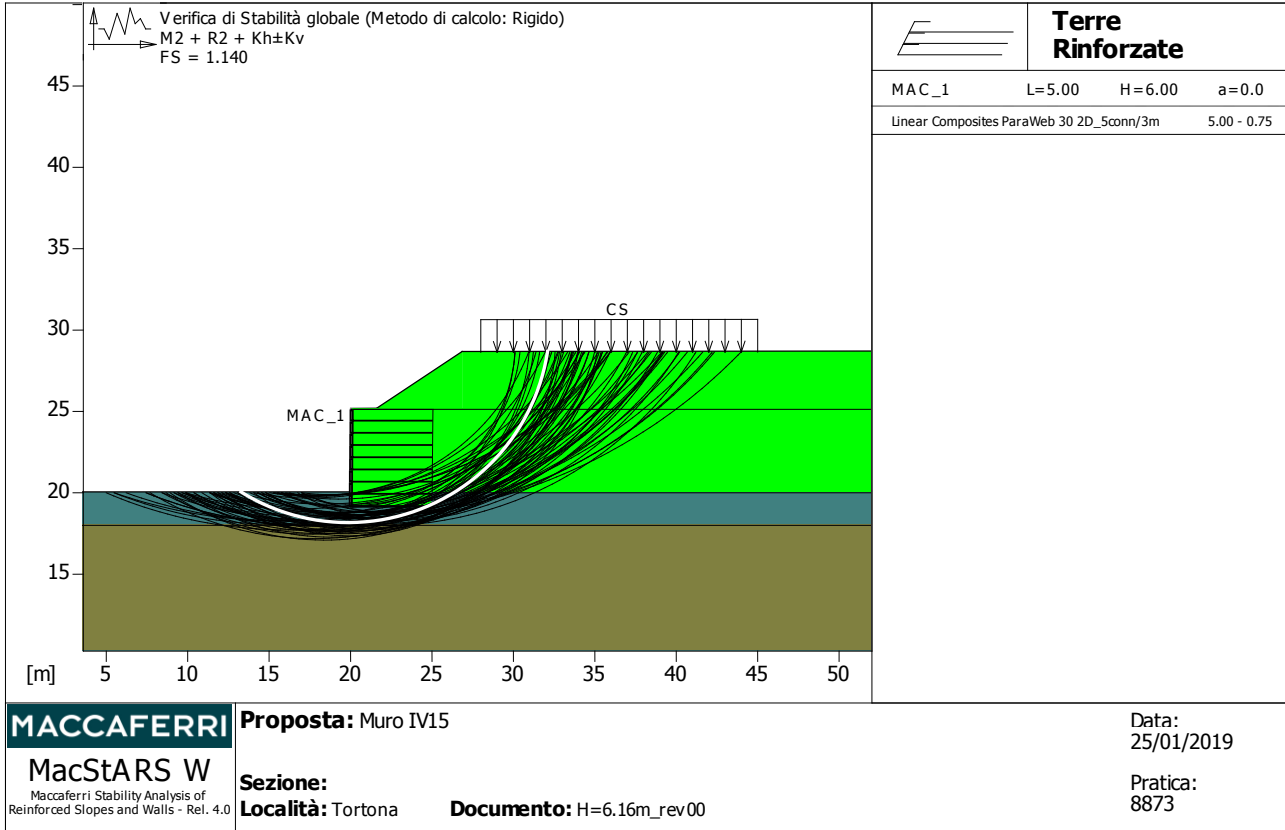
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo ..... : 0.16

Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia ..... : 0.90

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-005-A00.DOC <b>Relazione di calcolo Sistema Macres</b>	Foglio 54 di 107

Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia..... : 0.70  
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo..... : 0.70  
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla..... : 0.70

**VERIFICHE**



**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..... : 1.140

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
5.00	17.00	30.00	45.00
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	



## Blocco : MAC\_1

## Linear Composites - ParaWeb - 30 2D\_5conn/3m

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.000	100.5	39.9	39.9	2.52	1.00

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.20	Coeff. Parziale R - Stabilità

-----  
 -----  
**Officine Maccaferri non è responsabile dei disegni e dei calcoli trasmessi al Cliente sulla base dei dati forniti dal medesimo, né è responsabile del progetto e delle verifiche sui luoghi che dovessero successivamente realizzarsi senza specifico incarico.**

**Il presente elaborato è stato realizzato sulla base dei prodotti di Officine Maccaferri ai soli fini dell'elaborazione dell'offerta. Pertanto Officine Maccaferri non è responsabile in caso di un uso dell'elaborato con prodotti diversi da quelli di Officine Maccaferri o, comunque, non controllato da parte di Officine Maccaferri stessa.**

-----  
 -----



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-005-A00.DOC Relazione di calcolo Sistema Macres	Foglio 57 di 107

### 13.3 Muro H=8,89 m

## MacStARS W – Rel. 4.0

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

Proposta : Muro IV15

Sezione :

Località : Tortona

Pratica : 8873

File : H=8.89m\_rev00

Data : 25/01/2019

Verifiche condotte in accordo alla normativa : NTC 2018  
 \_Verifiche di sicurezza (SLU)

### SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI.....	58
PROFILI STRATIGRAFICI .....	59
BLOCCHI RINFORZATI .....	59
Blocco : MAC_1 .....	59
CARICHI .....	60
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI .....	60
VERIFICHE .....	62
Verifica di stabilità globale : .....	62

### CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

**Terreno : GA**                      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 ..... [°] ..... : 34.00  
 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 : GS**                      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 ..... [°] ..... : 38.00  
 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 : LS**                      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 : RE**                      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.....[°] : 37.00  
 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: GA

Descrizione:

Terreno : GA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	5.50	100.00	5.50				

#### Strato: GS

Descrizione:

Terreno : GS

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	18.00	100.00	18.00				

#### Strato: PC

Descrizione:

Terreno : LS

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	20.00	100.00	20.00				

### BLOCCHI RINFORZATI

#### Blocco : MAC\_1

Dati principali.....[m] : Larghezza..... = 7.00 Altezza..... = 9.00  
 Coordinate Origine.....[m] : Ascissa..... = 20.00 Ordinata..... = 19.13  
 Inclinazione paramento.....[°] : 0.00

Rilevato strutturale - materiale tipo..... : Ghiaia  
 Rilevato strutturale..... : RE  
 Terreno di riempimento a tergo..... : RE  
 Terreno di copertura..... : RE  
 Terreno di fondazione..... : LS

Parametri per il calcolo della capacità portante com Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof  
 Affondamento fondazione.....[m] : 0.00

Inclinazione pendio a valle ..... [°] : 0.00

**Rinforzi :**

Linear Composites - ParaWeb - 40 2D\_5conn/3m

Lunghezza ..... [m] = 7.00

Muro Segmentato ..... [m] : Altezza ..... = 0.75      Larghezza = 0.14

Angolo d'attrito muro tra e rinforzo ..... [°] = 0.00

**Profilo di ricopertura:**

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
1.60	0.01	6.85	3.50	100.00	3.60		

**CARICHI****Pressione : CS**      Descrizione :

Classe : Variabile - sfavorevole

 Intensità ..... [kN/m<sup>2</sup>] = 4.00      Inclinazione ..... [°] = 0.00

Ascissa ..... [m] : Da = 28.00 To = 45.00

**Sisma :**

Classe : Sisma

 Accelerazione ..... [m/s<sup>2</sup>] : Orizzontale = 1.00      Verticale = 0.50
**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

Linear Composites - ParaWeb - 40 2D\_5conn/3m

Carico di rottura Nominale Tr ..... [kN/m] : 134.00

Rapporto di Scorrimento plastico ..... : 0.00

 Coefficiente di Scorrimento elastico ..... [m<sup>3</sup>/kN] : 1.10e-04

Rigidezza estensionale ..... [kN/m] : 335.00

Lunghezza minima di ancoraggio ..... [m] : 0.15

Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

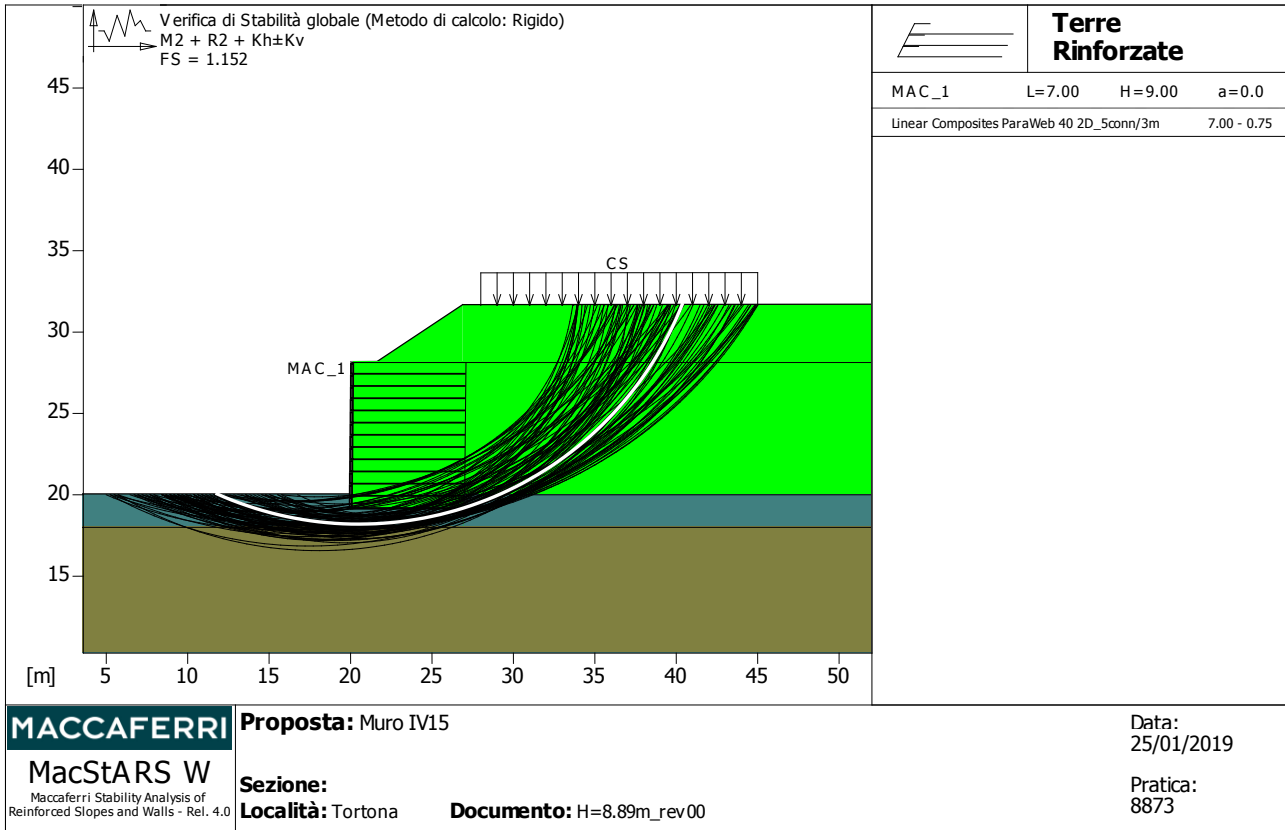
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo ..... : 0.16

Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia ..... : 0.90

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-005-A00.DOC <b>Relazione di calcolo Sistema Macres</b>	Foglio 61 di 107

Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia..... : 0.70  
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo..... : 0.70  
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla..... : 0.70

**VERIFICHE**



**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 ..... : 1.152

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
5.00	17.00	30.00	45.00
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	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio



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

-----  
 -----  
**Officine Maccaferri non è responsabile dei disegni e dei calcoli trasmessi al Cliente sulla base dei dati forniti dal medesimo, né è responsabile del progetto e delle verifiche sui luoghi che dovessero successivamente realizzarsi senza specifico incarico.**

**Il presente elaborato è stato realizzato sulla base dei prodotti di Officine Maccaferri ai soli fini dell'elaborazione dell'offerta. Pertanto Officine Maccaferri non è responsabile in caso di un uso dell'elaborato con prodotti diversi da quelli di Officine Maccaferri o, comunque, non controllato da parte di Officine Maccaferri stessa.**

-----  
 -----

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-005-A00.DOC Relazione di calcolo Sistema Macres
	Foglio 64 di 107

### 13.4 Muro H=10,65 m

## MacStARS W – Rel. 4.0

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

Proposta : Muro IV15

Sezione :

Località : Tortona

Pratica : 8873

File : H=10.65m\_rev00

Data : 25/01/2019

Verifiche condotte in accordo alla normativa : NTC 2018  
 \_Verifiche di sicurezza (SLU)

### SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI.....	65
PROFILI STRATIGRAFICI .....	66
BLOCCHI RINFORZATI .....	66
Blocco : MAC_1 .....	66
CARICHI .....	67
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI .....	67
VERIFICHE .....	69
Verifica di stabilità globale : .....	69



### CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

**Terreno : GA**                      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 ..... [°] ..... : 34.00

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 : GS**                      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 ..... [°] ..... : 38.00

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 : LS**                      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 : RE**                      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.....[°] : 37.00  
 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: GA

Descrizione:

Terreno : GA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	5.50	100.00	5.50				

#### Strato: GS

Descrizione:

Terreno : GS

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	18.00	100.00	18.00				

#### Strato: PC

Descrizione:

Terreno : LS

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	20.00	100.00	20.00				

### BLOCCHI RINFORZATI

#### Blocco : MAC\_1

Dati principali.....[m] : Larghezza..... = 9.00 Altezza..... = 10.50  
 Coordinate Origine.....[m] : Ascissa..... = 20.00 Ordinata..... = 19.13  
 Inclinazione paramento.....[°] : 0.00

Rilevato strutturale - materiale tipo..... : Ghiaia  
 Rilevato strutturale..... : RE  
 Terreno di riempimento a tergo..... : RE  
 Terreno di copertura..... : RE  
 Terreno di fondazione..... : LS

Parametri per il calcolo della capacità portante con Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof  
 Affondamento fondazione.....[m] : 0.00

Inclinazione pendio a valle ..... [°] : 0.00

**Rinforzi :**

Linear Composites - ParaWeb - 40 2D\_5conn/3m

Lunghezza ..... [m] = 9.00

Muro Segmentato ..... [m] : Altezza ..... = 0.75      Larghezza = 0.14

Angolo d'attrito muro tra e rinforzo ..... [°] = 0.00

**Profilo di ricopertura:**

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
1.60	0.01	6.85	3.50	100.00	3.60		

**CARICHI****Pressione : CS**      Descrizione :

Classe : Variabile - sfavorevole

 Intensità ..... [kN/m<sup>2</sup>] = 4.00      Inclinazione ..... [°] = 0.00

Ascissa ..... [m] : Da = 28.00 To = 45.00

**Sisma :**

Classe : Sisma

 Accelerazione ..... [m/s<sup>2</sup>] : Orizzontale = 1.00      Verticale = 0.50
**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

Linear Composites - ParaWeb - 40 2D\_5conn/3m

Carico di rottura Nominale Tr ..... [kN/m] : 134.00

Rapporto di Scorrimento plastico ..... : 0.00

 Coefficiente di Scorrimento elastico ..... [m<sup>3</sup>/kN] : 1.10e-04

Rigidezza estensionale ..... [kN/m] : 335.00

Lunghezza minima di ancoraggio ..... [m] : 0.15

Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

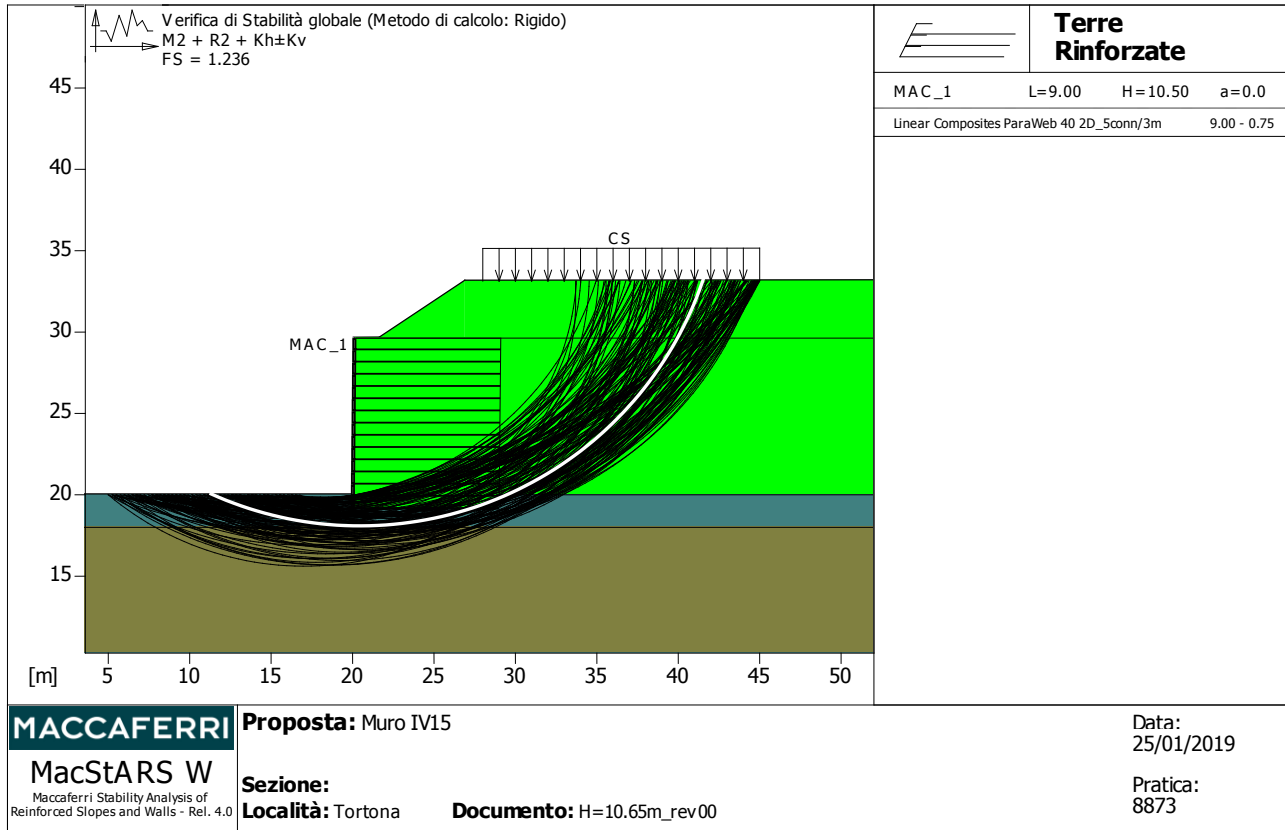
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo ..... : 0.16

Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia ..... : 0.90

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-005-A00.DOC <b>Relazione di calcolo Sistema Macres</b>	Foglio 68 di 107

Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia..... : 0.70  
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo..... : 0.70  
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla..... : 0.70

### VERIFICHE



#### 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 : 1.236

#### Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]

Segmento di arrivo, ascisse [m]

Primo punto                      Secondo punto

Primo punto

Secondo punto

5.00

17.00

30.00

45.00

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



## Blocco : MAC\_1

## Linear Composites - ParaWeb - 40 2D\_5conn/3m

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.000	134.0	582.7	80.2	1.67	7.27

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.20	Coeff. Parziale R - Stabilità

-----  
 -----  
**Officine Maccaferri non è responsabile dei disegni e dei calcoli trasmessi al Cliente sulla base dei dati forniti dal medesimo, né è responsabile del progetto e delle verifiche sui luoghi che dovessero successivamente realizzarsi senza specifico incarico.**

**Il presente elaborato è stato realizzato sulla base dei prodotti di Officine Maccaferri ai soli fini dell'elaborazione dell'offerta. Pertanto Officine Maccaferri non è responsabile in caso di un uso dell'elaborato con prodotti diversi da quelli di Officine Maccaferri o, comunque, non controllato da parte di Officine Maccaferri stessa.**

-----  
 -----

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-005-A00.DOC Relazione di calcolo Sistema Macres
	Foglio 71 di 107

### 13.5 Muro H=12,45 m

## MacStARS W – Rel. 4.0

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

Proposta : Muro IV15

Sezione :

Località : Tortona

Pratica : 8873

File : H=12.45m\_rev00

Data : 25/01/2019

Verifiche condotte in accordo alla normativa : NTC 2018  
 \_Verifiche di sicurezza (SLU)

### SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI.....	72
PROFILI STRATIGRAFICI .....	73
BLOCCHI RINFORZATI .....	73
Blocco : MAC_1 .....	73
CARICHI .....	74
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI .....	74
VERIFICHE .....	76
Verifica di stabilità globale : .....	76

### CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

**Terreno : GA**                      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 ..... [°] ..... : 34.00  
 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 : GS**                      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 ..... [°] ..... : 38.00  
 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 : LS**                      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 : RE**                      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.....[°] : 37.00  
 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: GA

Descrizione:

Terreno : GA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	5.50	100.00	5.50				

#### Strato: GS

Descrizione:

Terreno : GS

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	18.00	100.00	18.00				

#### Strato: PC

Descrizione:

Terreno : LS

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	20.00	100.00	20.00				

### BLOCCHI RINFORZATI

#### Blocco : MAC\_1

Dati principali.....[m] : Larghezza..... = 9.00 Altezza..... = 12.00  
 Coordinate Origine.....[m] : Ascissa..... = 20.00 Ordinata..... = 19.13  
 Inclinazione paramento.....[°] : 0.00

Rilevato strutturale - materiale tipo..... : Ghiaia  
 Rilevato strutturale..... : RE  
 Terreno di riempimento a tergo..... : RE  
 Terreno di copertura..... : RE  
 Terreno di fondazione..... : LS

Parametri per il calcolo della capacità portante con Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof  
 Affondamento fondazione.....[m] : 0.00

Inclinazione pendio a valle ..... [°] : 0.00

**Rinforzi :**

Linear Composites - ParaWeb - 40 2D\_6conn/3m

Lunghezza ..... [m] = 9.00

Muro Segmentato ..... [m] : Altezza ..... = 0.75      Larghezza = 0.14

Angolo d'attrito muro tra e rinforzo ..... [°] = 0.00

**Profilo di ricopertura:**

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
1.60	0.01	6.85	3.50	100.00	3.60		

**CARICHI****Pressione : CS**      Descrizione :

Classe : Variabile - sfavorevole

 Intensità ..... [kN/m<sup>2</sup>] = 4.00      Inclinazione ..... [°] = 0.00

Ascissa ..... [m] : Da = 28.00 To = 45.00

**Sisma :**

Classe : Sisma

 Accelerazione ..... [m/s<sup>2</sup>] : Orizzontale = 1.00      Verticale = 0.50
**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

Linear Composites - ParaWeb - 40 2D\_6conn/3m

Carico di rottura Nominale Tr ..... [kN/m] : 160.80

Rapporto di Scorrimento plastico ..... : 0.00

 Coefficiente di Scorrimento elastico ..... [m<sup>3</sup>/kN] : 1.10e-04

Rigidezza estensionale ..... [kN/m] : 335.00

Lunghezza minima di ancoraggio ..... [m] : 0.15

Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

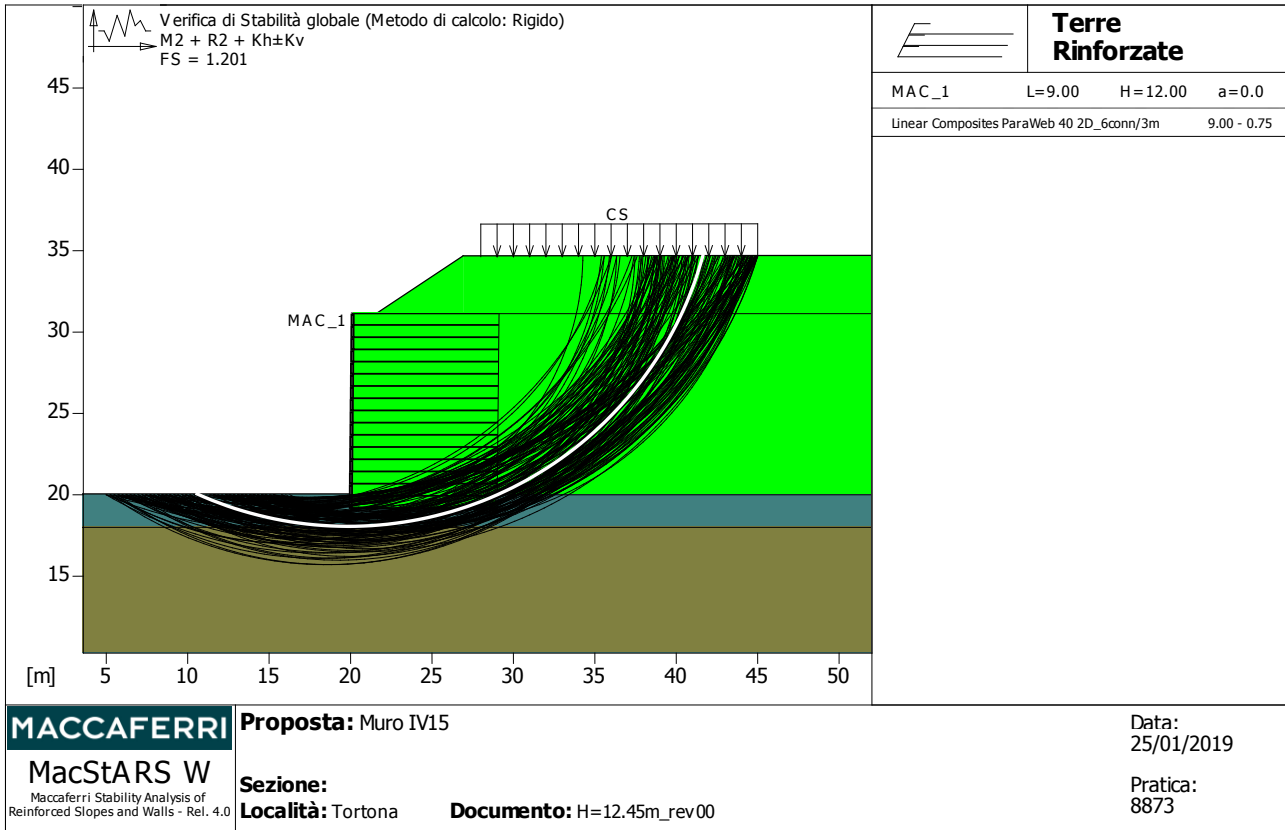
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo ..... : 0.16

Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia ..... : 0.90

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-005-A00.DOC <b>Relazione di calcolo Sistema Macres</b>	Foglio 75 di 107

Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia..... : 0.70  
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo..... : 0.70  
 Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla..... : 0.70

**VERIFICHE**



**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..... : 1.201

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
5.00	17.00	30.00	45.00
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	



## Blocco : MAC\_1

## Linear Composites - ParaWeb - 40 2D\_6conn/3m

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.000	160.8	829.2	96.3	1.67	8.61

Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole
1.00	Sisma
1.00	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.00	Coeff. Parziale - Coesione efficace
1.00	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Fs Rottura Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi
1.20	Coeff. Parziale R - Stabilità

-----  
 -----  
**Officine Maccaferri non è responsabile dei disegni e dei calcoli trasmessi al Cliente sulla base dei dati forniti dal medesimo, né è responsabile del progetto e delle verifiche sui luoghi che dovessero successivamente realizzarsi senza specifico incarico.**

**Il presente elaborato è stato realizzato sulla base dei prodotti di Officine Maccaferri ai soli fini dell'elaborazione dell'offerta. Pertanto Officine Maccaferri non è responsabile in caso di un uso dell'elaborato con prodotti diversi da quelli di Officine Maccaferri o, comunque, non controllato da parte di Officine Maccaferri stessa.**

-----  
 -----

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Censorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-005-A00.DOC Relazione di calcolo Sistema Macres</p> <p>Foglio 78 di 107</p>

## 14 MACSTARS W – TABULATI DI CALCOLO STATICO

### 14.1 Muro H=3,94 m

## MacStARS W – Rel. 4.0

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

Proposta : Muro IV15

Sezione ..:

Località ..: Tortona

Pratica.....: 8873

File.....: stat H=3.94m\_rev00

Data.....: 25/01/2019

Verifiche condotte in accordo alla normativa : NTC 2018  
 \_Verifiche di sicurezza (SLU)

### SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI.....	79
PROFILI STRATIGRAFICI .....	80
BLOCCHI RINFORZATI .....	80
Blocco : MAC_1 .....	80
CARICHI .....	81
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI .....	81
VERIFICHE .....	82
Verifica di stabilità globale : .....	82

### CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

#### Terreno : GA

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 ..... [°] ..... : 34.00  
 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 : GS

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 ..... [°] ..... : 38.00  
 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 : LS

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 : RE

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.....[°] : 37.00  
 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: GA

Descrizione:

Terreno : GA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	5.50	100.00	5.50				

#### Strato: GS

Descrizione:

Terreno : GS

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	18.00	100.00	18.00				

#### Strato: PC

Descrizione:

Terreno : LS

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	20.00	100.00	20.00				

### BLOCCHI RINFORZATI

#### Blocco : MAC\_1

Dati principali.....[m] : Larghezza..... = 4.00 Altezza..... = 3.75  
 Coordinate Origine.....[m] : Ascissa..... = 20.00 Ordinata..... = 19.13  
 Inclinazione paramento.....[°] : 0.00

Rilevato strutturale - materiale tipo..... : Ghiaia  
 Rilevato strutturale..... : RE  
 Terreno di riempimento a tergo..... : RE  
 Terreno di copertura..... : RE  
 Terreno di fondazione..... : LS

Parametri per il calcolo della capacità portante con Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof  
 Affondamento fondazione.....[m] : 0.00



Inclinazione pendio a valle ..... [°] : 0.00

**Rinforzi :**

Linear Composites - ParaWeb - 30 2D\_4conn/3m

Lunghezza ..... [m] = 4.00

Muro Segmentato ..... [m] : Altezza ..... = 0.75      Larghezza = 0.14

Angolo d'attrito muro tra e rinforzo ..... [°] = 0.00

**Profilo di ricopertura:**

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
1.60	0.01	6.85	3.50	100.00	3.60		

**CARICHI**
**Pressione : CS**      Descrizione :

Classe : Variabile - sfavorevole

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

Ascissa ..... [m] : Da = 28.00 To = 45.00

**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

Linear Composites - ParaWeb - 30 2D\_4conn/3m

Carico di rottura Nominale Tr ..... [kN/m] : 80.43

Rapporto di Scorrimento plastico ..... : 0.00

 Coefficiente di Scorrimento elastico ..... [m<sup>3</sup>/kN] : 1.10e-04

Rigidezza estensionale ..... [kN/m] : 251.00

Lunghezza minima di ancoraggio ..... [m] : 0.15

Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo ..... : 0.16

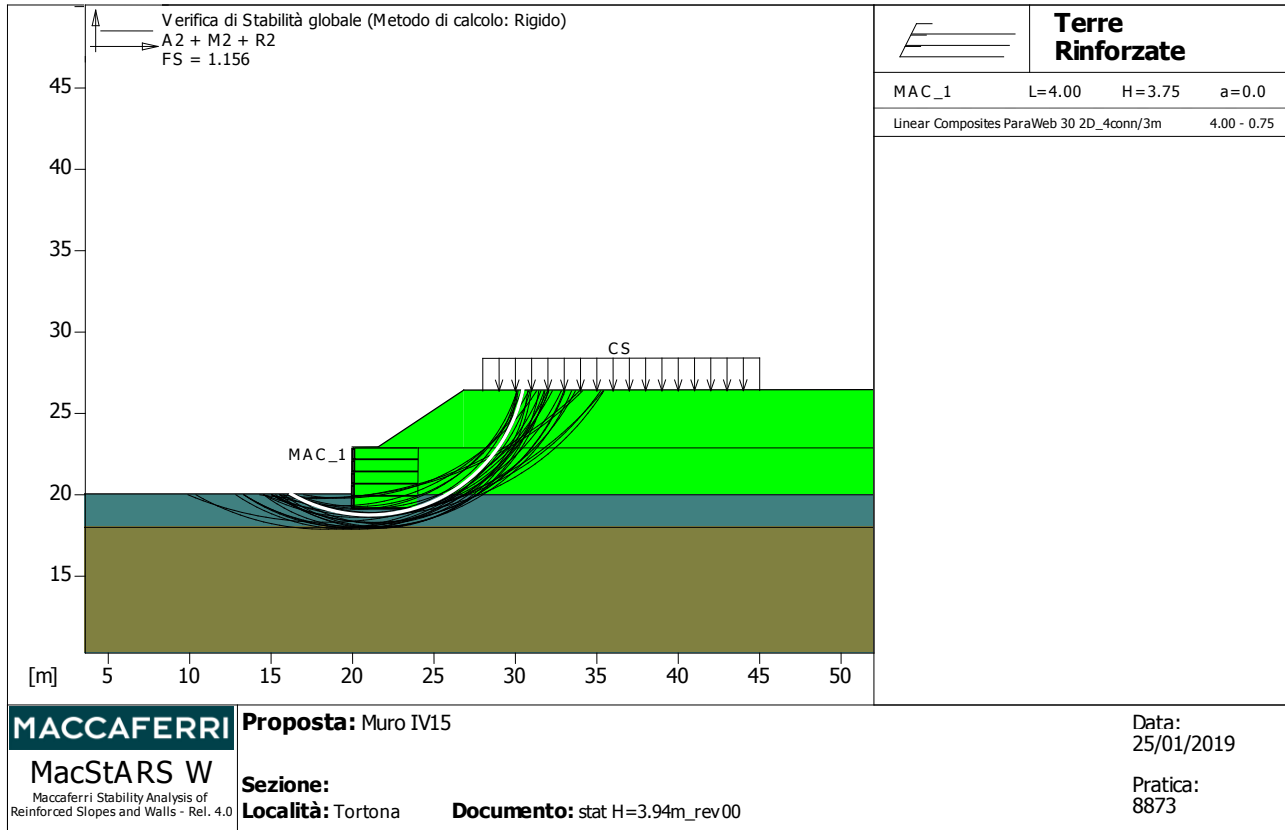
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia ..... : 0.90

Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia ..... : 0.70

Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo ..... : 0.70

Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla ..... : 0.70

### VERIFICHE



#### 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 : 1.156

#### Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
5.00	17.00	30.00	45.00
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
1.30	Variabile - sfavorevole
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-005-A00.DOC Relazione di calcolo Sistema Macres	Foglio 83 di 107

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

-----

-----

***Officine Maccaferri non è responsabile dei disegni e dei calcoli trasmessi al Cliente sulla base dei dati forniti dal medesimo, né è responsabile del progetto e delle verifiche sui luoghi che dovessero successivamente realizzarsi senza specifico incarico.***

***Il presente elaborato è stato realizzato sulla base dei prodotti di Officine Maccaferri ai soli fini dell'elaborazione dell'offerta. Pertanto Officine Maccaferri non è responsabile in caso di un uso dell'elaborato con prodotti diversi da quelli di Officine Maccaferri o, comunque, non controllato da parte di Officine Maccaferri stessa.***

-----

-----

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-005-A00.DOC Relazione di calcolo Sistema Macres	Foglio 84 di 107

## 14.2 Muro H=6,16 m

# MacStARS W – Rel. 4.0

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

Proposta : Muro IV15

Sezione :

Località : Tortona

Pratica : 8873

File : stat H=6.16m\_rev00

Data : 25/01/2019

Verifiche condotte in accordo alla normativa : NTC 2018  
 \_Verifiche di sicurezza (SLU)

## SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI.....	85
PROFILI STRATIGRAFICI .....	86
BLOCCHI RINFORZATI .....	86
Blocco : MAC_1 .....	86
CARICHI .....	87
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI .....	87
VERIFICHE .....	88
Verifica di stabilità globale : .....	88

### CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

#### Terreno : GA

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 ..... [°] ..... : 34.00  
 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 : GS

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 ..... [°] ..... : 38.00  
 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 : LS

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 : RE

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.....[°] : 37.00  
 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: GA

Descrizione:

Terreno : GA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	5.50	100.00	5.50				

#### Strato: GS

Descrizione:

Terreno : GS

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	18.00	100.00	18.00				

#### Strato: PC

Descrizione:

Terreno : LS

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	20.00	100.00	20.00				

### BLOCCHI RINFORZATI

#### Blocco : MAC\_1

Dati principali.....[m] : Larghezza..... = 5.00 Altezza..... = 6.00  
 Coordinate Origine.....[m] : Ascissa..... = 20.00 Ordinata..... = 19.13  
 Inclinazione paramento.....[°] : 0.00

Rilevato strutturale - materiale tipo..... : Ghiaia  
 Rilevato strutturale..... : RE  
 Terreno di riempimento a tergo..... : RE  
 Terreno di copertura..... : RE  
 Terreno di fondazione..... : LS

Parametri per il calcolo della capacità portante con Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof  
 Affondamento fondazione.....[m] : 0.00

Inclinazione pendio a valle ..... [°] : 0.00

**Rinforzi :**

Linear Composites - ParaWeb - 30 2D\_5conn/3m

Lunghezza ..... [m] = 5.00

Muro Segmentato ..... [m] : Altezza ..... = 0.75      Larghezza = 0.14

Angolo d'attrito muro tra e rinforzo ..... [°] = 0.00

**Profilo di ricopertura:**

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
1.60	0.01	6.85	3.50	100.00	3.60		

**CARICHI**
**Pressione : CS**      Descrizione :

Classe : Variabile - sfavorevole

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

Ascissa ..... [m] : Da = 28.00 To = 45.00

**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

Linear Composites - ParaWeb - 30 2D\_5conn/3m

Carico di rottura Nominale Tr ..... [kN/m] : 100.53

Rapporto di Scorrimento plastico ..... : 0.00

 Coefficiente di Scorrimento elastico ..... [m<sup>3</sup>/kN] : 1.10e-04

Rigidezza estensionale ..... [kN/m] : 251.00

Lunghezza minima di ancoraggio ..... [m] : 0.15

Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo ..... : 0.16

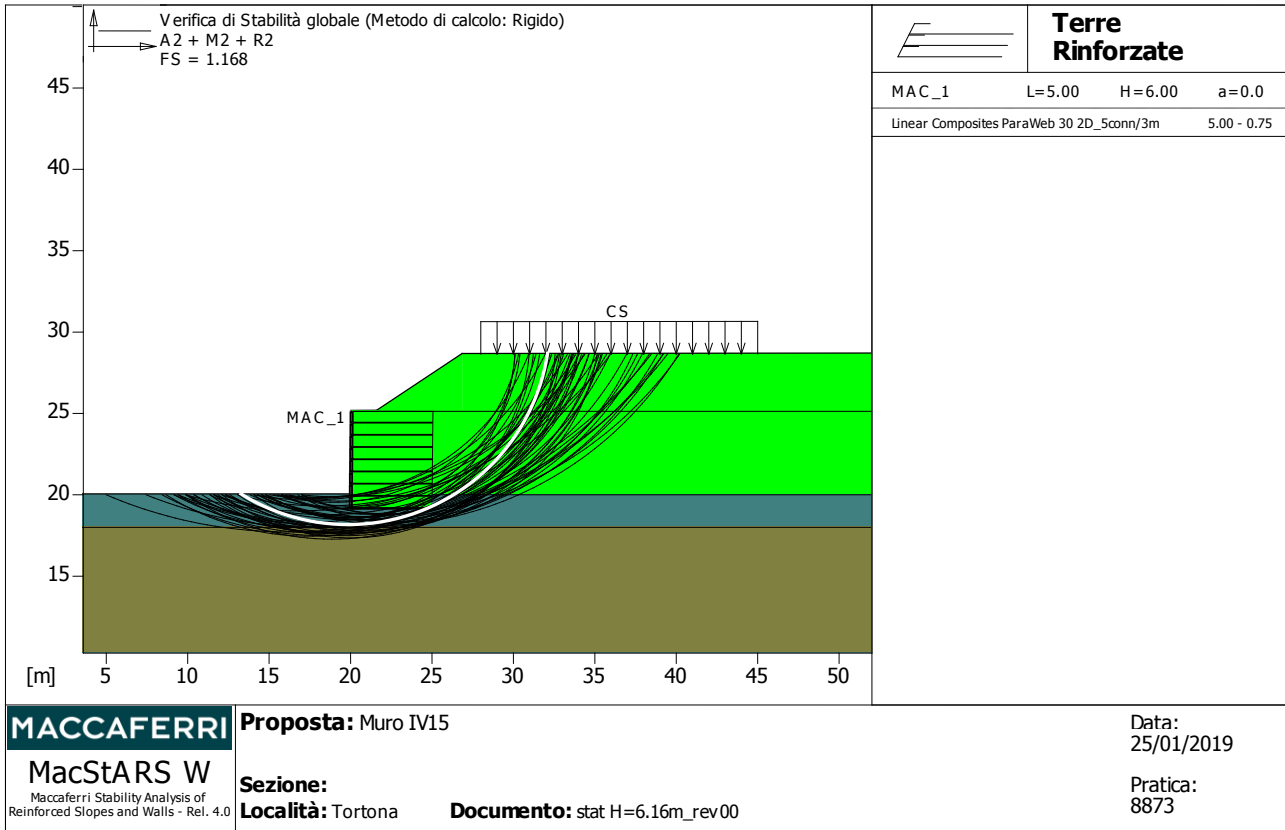
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia ..... : 0.90

Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia ..... : 0.70

Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo ..... : 0.70

Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla ..... : 0.70

**VERIFICHE**



**MACCAFERRI**  
MacStARS W  
Maccaferri Stability Analysis of  
Reinforced Slopes and Walls - Rel. 4.0

**Proposta:** Muro IV15  
**Sezione:**  
**Località:** Tortona  
**Documento:** stat H=6.16m\_rev00

Data:  
25/01/2019  
Pratica:  
8873

**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..... : 1.168

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
5.00	17.00	30.00	45.00
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	





## Blocco : MAC\_1

## Linear Composites - ParaWeb - 30 2D\_5conn/3m

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.000	100.5	39.9	39.9	2.52	1.00

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
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

-----  
 -----  
**Officine Maccaferri non è responsabile dei disegni e dei calcoli trasmessi al Cliente sulla base dei dati forniti dal medesimo, né è responsabile del progetto e delle verifiche sui luoghi che dovessero successivamente realizzarsi senza specifico incarico.**

**Il presente elaborato è stato realizzato sulla base dei prodotti di Officine Maccaferri ai soli fini dell'elaborazione dell'offerta. Pertanto Officine Maccaferri non è responsabile in caso di un uso dell'elaborato con prodotti diversi da quelli di Officine Maccaferri o, comunque, non controllato da parte di Officine Maccaferri stessa.**

-----  
 -----

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-005-A00.DOC Relazione di calcolo Sistema Macres
	Foglio 90 di 107

### 14.3 Muro H=8,89 m

## MacStARS W – Rel. 4.0

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

Proposta : Muro IV15

Sezione :

Località : Tortona

Pratica : 8873

File : stat H=8.89m\_rev00

Data : 25/01/2019

Verifiche condotte in accordo alla normativa : NTC 2018  
 \_Verifiche di sicurezza (SLU)

### SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI.....	91
PROFILI STRATIGRAFICI .....	92
BLOCCHI RINFORZATI .....	92
Blocco : MAC_1 .....	92
CARICHI .....	93
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI .....	93
VERIFICHE .....	94
Verifica di stabilità globale : .....	94

### CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

#### Terreno : GA

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 ..... [°] ..... : 34.00  
 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 : GS

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 ..... [°] ..... : 38.00  
 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 : LS

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 : RE

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.....[°] : 37.00  
 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: GA

Descrizione:

Terreno : GA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	5.50	100.00	5.50				

#### Strato: GS

Descrizione:

Terreno : GS

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	18.00	100.00	18.00				

#### Strato: PC

Descrizione:

Terreno : LS

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	20.00	100.00	20.00				

### BLOCCHI RINFORZATI

#### Blocco : MAC\_1

Dati principali.....[m] : Larghezza..... = 7.00 Altezza..... = 9.00  
 Coordinate Origine.....[m] : Ascissa..... = 20.00 Ordinata..... = 19.13  
 Inclinazione paramento.....[°] : 0.00

Rilevato strutturale - materiale tipo..... : Ghiaia  
 Rilevato strutturale..... : RE  
 Terreno di riempimento a tergo..... : RE  
 Terreno di copertura..... : RE  
 Terreno di fondazione..... : LS

Parametri per il calcolo della capacità portante com Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof  
 Affondamento fondazione.....[m] : 0.00

Inclinazione pendio a valle ..... [°] : 0.00

**Rinforzi :**

Linear Composites - ParaWeb - 40 2D\_5conn/3m

Lunghezza ..... [m] = 7.00

Muro Segmentato ..... [m] : Altezza ..... = 0.75      Larghezza = 0.14

Angolo d'attrito muro tra e rinforzo ..... [°] = 0.00

**Profilo di ricopertura:**

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
1.60	0.01	6.85	3.50	100.00	3.60		

**CARICHI**
**Pressione : CS**      Descrizione :

Classe : Variabile - sfavorevole

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

Ascissa ..... [m] : Da = 28.00 To = 45.00

**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

Linear Composites - ParaWeb - 40 2D\_5conn/3m

Carico di rottura Nominale Tr ..... [kN/m] : 134.00

Rapporto di Scorrimento plastico ..... : 0.00

 Coefficiente di Scorrimento elastico ..... [m<sup>3</sup>/kN] : 1.10e-04

Rigidezza estensionale ..... [kN/m] : 335.00

Lunghezza minima di ancoraggio ..... [m] : 0.15

Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo ..... : 0.16

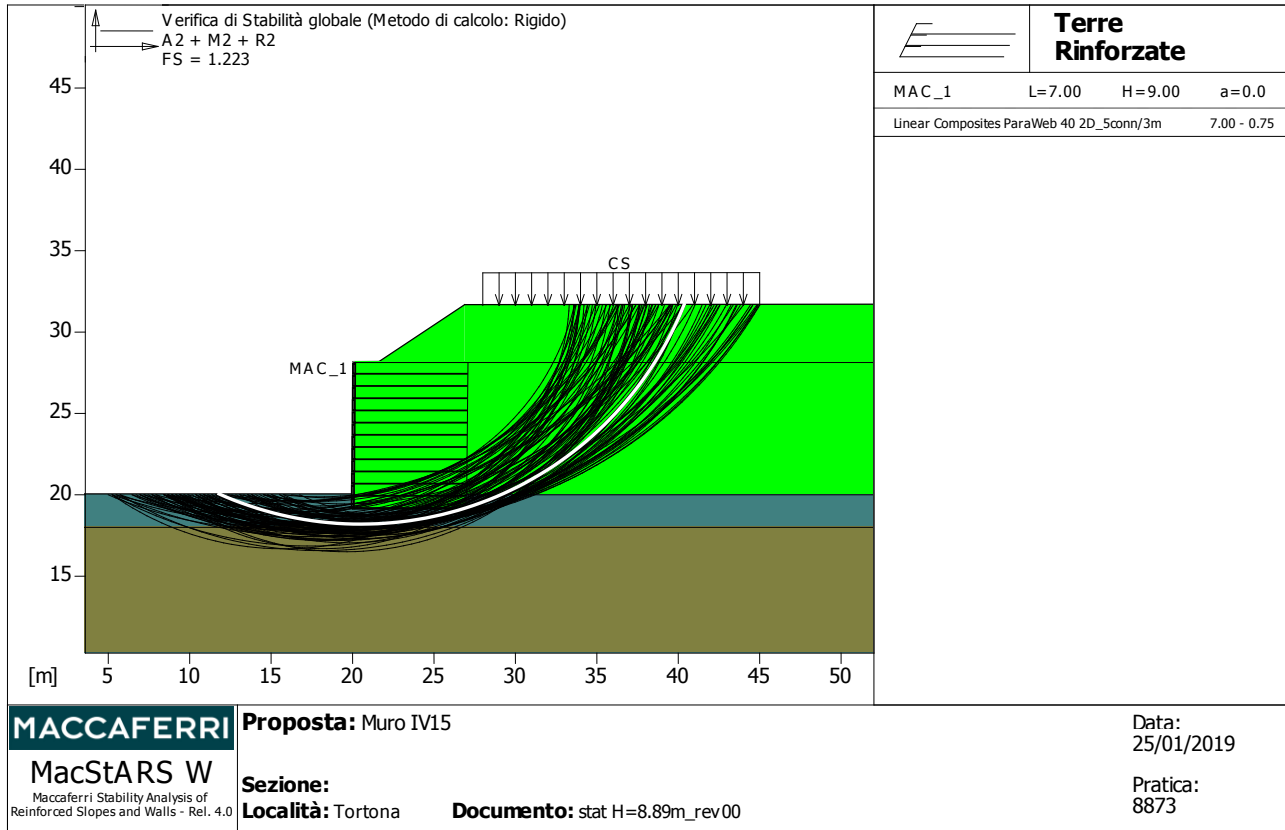
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia ..... : 0.90

Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia ..... : 0.70

Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo ..... : 0.70

Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla ..... : 0.70

### VERIFICHE



#### 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 ..... : 1.223

#### Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
5.00	17.00	30.00	45.00
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
1.30	Variabile - sfavorevole
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-005-A00.DOC Relazione di calcolo Sistema Macres	Foglio 95 di 107

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

-----

-----

***Officine Maccaferri non è responsabile dei disegni e dei calcoli trasmessi al Cliente sulla base dei dati forniti dal medesimo, né è responsabile del progetto e delle verifiche sui luoghi che dovessero successivamente realizzarsi senza specifico incarico.***

***Il presente elaborato è stato realizzato sulla base dei prodotti di Officine Maccaferri ai soli fini dell'elaborazione dell'offerta. Pertanto Officine Maccaferri non è responsabile in caso di un uso dell'elaborato con prodotti diversi da quelli di Officine Maccaferri o, comunque, non controllato da parte di Officine Maccaferri stessa.***

-----

-----

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-005-A00.DOC Relazione di calcolo Sistema Macres

Foglio  
96 di  
107

**14.4 Muro H=10,65 m**

**MacStARS W – Rel. 4.0**

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

Proposta : Muro IV15

Sezione :

Località : Tortona

Pratica : 8873

File : stat H=10.65m\_rev00

Data : 25/01/2019

Verifiche condotte in accordo alla normativa : NTC 2018  
 \_Verifiche di sicurezza (SLU)

**SOMMARIO**

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI.....97

PROFILI STRATIGRAFICI .....98

BLOCCHI RINFORZATI .....98

Blocco : MAC\_1 .....98

CARICHI .....99

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI .....99

VERIFICHE ..... 100

Verifica di stabilità globale : ..... 100



### CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

**Terreno : GA**                      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 ..... [°] ..... : 34.00

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 : GS**                      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 ..... [°] ..... : 38.00

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 : LS**                      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 : RE**                      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.....[°] : 37.00  
 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: GA

Descrizione:

Terreno : GA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	5.50	100.00	5.50				

#### Strato: GS

Descrizione:

Terreno : GS

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	18.00	100.00	18.00				

#### Strato: PC

Descrizione:

Terreno : LS

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	20.00	100.00	20.00				

### BLOCCHI RINFORZATI

#### Blocco : MAC\_1

Dati principali.....[m] : Larghezza..... = 9.00 Altezza..... = 10.50  
 Coordinate Origine.....[m] : Ascissa..... = 20.00 Ordinata..... = 19.13  
 Inclinazione paramento.....[°] : 0.00

Rilevato strutturale - materiale tipo..... : Ghiaia  
 Rilevato strutturale..... : RE  
 Terreno di riempimento a tergo..... : RE  
 Terreno di copertura..... : RE  
 Terreno di fondazione..... : LS

Parametri per il calcolo della capacità portante con Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof  
 Affondamento fondazione.....[m] : 0.00

Inclinazione pendio a valle ..... [°] : 0.00

**Rinforzi :**

Linear Composites - ParaWeb - 40 2D\_5conn/3m

Lunghezza ..... [m] = 9.00

Muro Segmentato ..... [m] : Altezza ..... = 0.75      Larghezza = 0.14

Angolo d'attrito muro tra e rinforzo ..... [°] = 0.00

**Profilo di ricopertura:**

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
1.60	0.01	6.85	3.50	100.00	3.60		

**CARICHI****Pressione : CS**

Descrizione :

Classe : Variabile - sfavorevole

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

Ascissa ..... [m] : Da = 28.00 To = 45.00

**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

Linear Composites - ParaWeb - 40 2D\_5conn/3m

Carico di rottura Nominale Tr ..... [kN/m] : 134.00

Rapporto di Scorrimento plastico ..... : 0.00

 Coefficiente di Scorrimento elastico ..... [m<sup>3</sup>/kN] : 1.10e-04

Rigidezza estensionale ..... [kN/m] : 335.00

Lunghezza minima di ancoraggio ..... [m] : 0.15

Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla) ..... : 1.67

Coefficiente di sicurezza al Pull-out ..... : 1.00

Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo ..... : 0.16

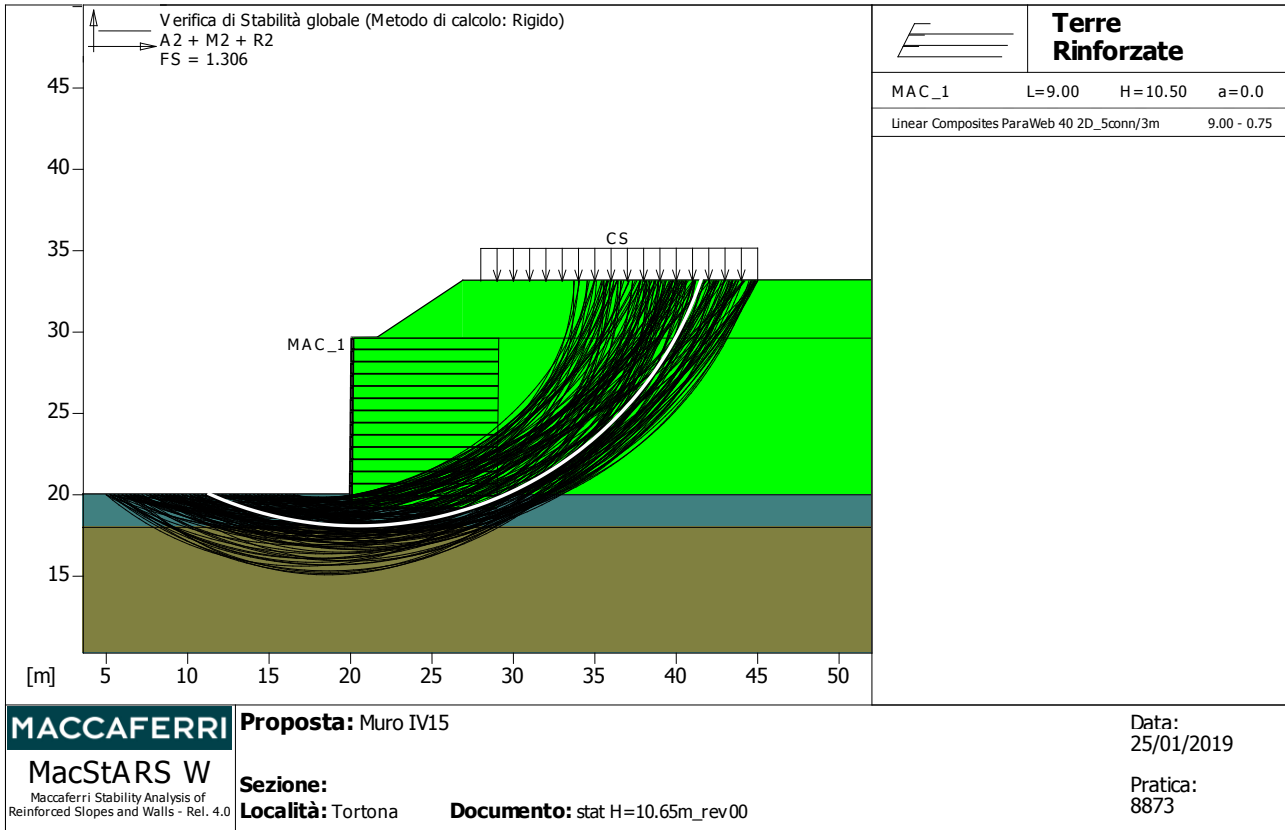
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia ..... : 0.90

Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia ..... : 0.70

Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo ..... : 0.70

Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla ..... : 0.70

**VERIFICHE**



**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 : 1.306

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
5.00	17.00	30.00	45.00
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	



## Blocco : MAC\_1

## Linear Composites - ParaWeb - 40 2D\_5conn/3m

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.000	134.0	612.6	80.2	1.67	7.64

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
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

-----  
 -----  
**Officine Maccaferri non è responsabile dei disegni e dei calcoli trasmessi al Cliente sulla base dei dati forniti dal medesimo, né è responsabile del progetto e delle verifiche sui luoghi che dovessero successivamente realizzarsi senza specifico incarico.**

**Il presente elaborato è stato realizzato sulla base dei prodotti di Officine Maccaferri ai soli fini dell'elaborazione dell'offerta. Pertanto Officine Maccaferri non è responsabile in caso di un uso dell'elaborato con prodotti diversi da quelli di Officine Maccaferri o, comunque, non controllato da parte di Officine Maccaferri stessa.**

-----  
 -----

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	A301-0X-D-CV-CL-IV15-00-005-A00.DOC Relazione di calcolo Sistema Macres	Foglio 102 di 107

## 14.5 Muro H=12,45 m

# MacStARS W – Rel. 4.0

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

Proposta : Muro IV15

Sezione :

Località : Tortona

Pratica : 8873

File : stat H=12.45m\_rev00

Data : 25/01/2019

Verifiche condotte in accordo alla normativa : NTC 2018  
 \_Verifiche di sicurezza (SLU)

## SOMMARIO

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI.....	103
PROFILI STRATIGRAFICI .....	104
BLOCCHI RINFORZATI .....	104
Blocco : MAC_1 .....	104
CARICHI .....	105
PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI .....	105
VERIFICHE .....	106
Verifica di stabilità globale : .....	106

**CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI**

**Terreno : GA**                      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.....[°].....: 34.00

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 : GS**                      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.....[°].....: 38.00

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 : LS**                      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 : RE**                      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.....[°].....: 37.00



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: GA

Descrizione:

Terreno : GA

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	5.50	100.00	5.50				

#### Strato: GS

Descrizione:

Terreno : GS

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	18.00	100.00	18.00				

#### Strato: PC

Descrizione:

Terreno : LS

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	20.00	100.00	20.00				

### BLOCCHI RINFORZATI

#### Blocco : MAC\_1

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 9.00 Altezza.....= 12.00  
 Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 20.00 Ordinata.....= 19.13  
 Inclinazione paramento.....[°].....: 0.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia  
 Rilevato strutturale.....: RE  
 Terreno di riempimento a tergo.....: RE  
 Terreno di copertura.....: RE  
 Terreno di fondazione.....: LS

Parametri per il calcolo della capacità portante com Brinch Hansen, Vesic o Meyerhof

Affondamento fondazione.....[m] : 0.00  
 Inclinazione pendio a valle.....[°] : 0.00



**Rinforzi :**

Linear Composites - ParaWeb - 40 2D\_6conn/3m

Lunghezza.....[m]..... = 9.00

Muro Segmentato.....[m].....: Altezza..... = 0.75      Larghezza.. = 0.14

Angolo d'attrito muro tra e rinforzo.....[°]..... = 0.00

**Profilo di ricopertura:**

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
1.60	0.01	6.85	3.50	100.00	3.60		

**CARICHI****Pressione : CS**      Descrizione :

Classe : Variabile - sfavorevole

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

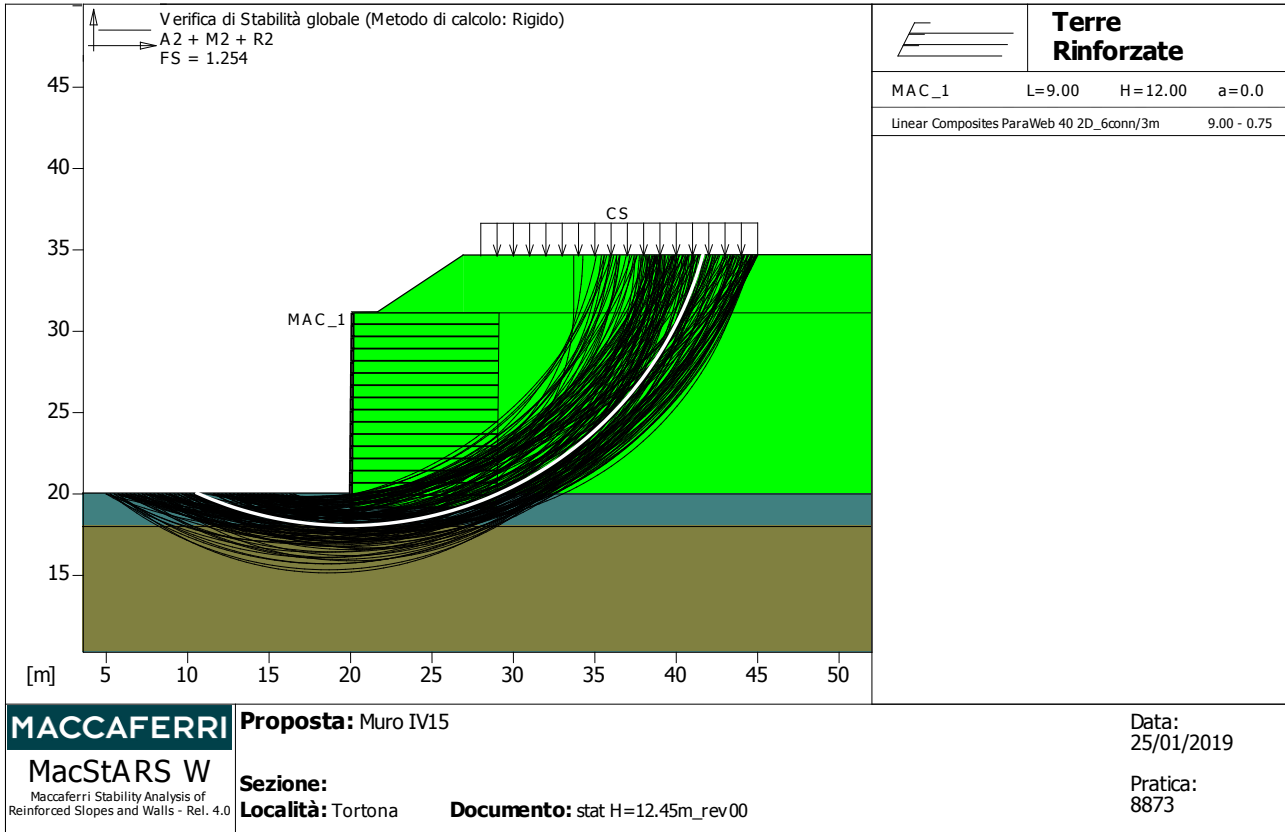
Ascissa.....[m] : Da = 28.00 To = 45.00

**PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI**

Linear Composites - ParaWeb - 40 2D\_6conn/3m

Carico di rottura Nominale Tr .....	[kN/m].....	: 160.80
Rapporto di Scorrimento plastico .....		: 0.00
Coefficiente di Scorrimento elastico.....	[m <sup>3</sup> /kN].....	: 1.10e-04
Rigidezza estensionale.....	[kN/m].....	: 335.00
Lunghezza minima di ancoraggio.....	[m].....	: 0.15
Coefficiente di sicurezza alla rottura (ghiaia).....		: 1.67
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		: 1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (sabbia).....		: 1.67
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		: 1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (limo).....		: 1.67
Coefficiente di sicurezza al Pull-out .....		: 1.00
Coefficiente di sicurezza alla rottura (argilla).....		: 1.67
Coefficiente di sicurezza al Pull-out.....		: 1.00
Coefficiente di interazione rinforzo-rinforzo .....		: 0.16
Coefficiente di sfilamento rinforzo-ghiaia.....		: 0.90
Coefficiente di sfilamento rinforzo-sabbia.....		: 0.70
Coefficiente di sfilamento rinforzo-limo.....		: 0.70
Coefficiente di sfilamento rinforzo-argilla.....		: 0.70

**VERIFICHE**



**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 ..... : 1.254

**Intervallo di ricerca delle superfici**

Segmento di partenza, ascisse [m]		Segmento di arrivo, ascisse [m]	
Primo punto	Secondo punto	Primo punto	Secondo punto
5.00	17.00	30.00	45.00
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	



Blocco : MAC\_1

Linear Composites - ParaWeb - 40 2D\_6conn/3m

Y	Tb	Tp	Td	Tb/Td	Tp/Td
[m]	rottura [kN/m]	sfilamento [kN/m]	agente [kN/m]	1/Fmax	
0.000	160.8	859.0	96.3	1.67	8.92

Fattore	Classe
1.30	Variabile - sfavorevole
1.25	Coeff. Parziale - tangente dell'angolo di resistenza a taglio
1.25	Coeff. Parziale - Coesione efficace
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

-----  
 -----  
**Officine Maccaferri non è responsabile dei disegni e dei calcoli trasmessi al Cliente sulla base dei dati forniti dal medesimo, né è responsabile del progetto e delle verifiche sui luoghi che dovessero successivamente realizzarsi senza specifico incarico.**

**Il presente elaborato è stato realizzato sulla base dei prodotti di Officine Maccaferri ai soli fini dell'elaborazione dell'offerta. Pertanto Officine Maccaferri non è responsabile in caso di un uso dell'elaborato con prodotti diversi da quelli di Officine Maccaferri o, comunque, non controllato da parte di Officine Maccaferri stessa.**

-----  
 -----