

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



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

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA AV/AC VERONA - PADOVA

SUB TRATTA VERONA – VICENZA

1° SUB LOTTO VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

RELAZIONE

CAVALCAFERROVIA – IV06 CAVALCA FERROVIA AL km 18+914 – IV06A IMPALCATO

RELAZIONE DI CALCOLO TERRA ARMATA

GENERAL CONTRACTOR		ITALFERR S.p.A.		SCALA:
ATI bonifica Progettista integratore	Consorzio IRICAV DUE Il Direttore			-
Franco Persio Bocchetto Dottore in Ingegneria Civile iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma al n° 8664 – Sez. A settore Civile ed Ambientale				

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I N 0 D	0 0	D	I 2	C L	I V 0 6 A 0	0 0 4	B

ATI bonifica	VISTO ATI BONIFICA	
	Firma	Data

Progettazione

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato
A	EMISSIONE	S.Grimaldi	Mag 2015	S.Grimaldi	Mag 2015	P.Polidori	Mag 2015	Alberto Checchi iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma al n° 12414 – Sez. A settore Civile ed Ambientale
B	REVISIONE PER ISTRUTTORIA	S.Grimaldi	Lug 2015	S.Grimaldi	Lug 2015	P.Polidori	Lug 2015	

File: IN0D00DI2CLIV06A0004B_00A.DOC	CUP: J41E91000000009	n. Elab.:
	CIG: 3320049F17	

Sommario

1	PREMESSA.....	2
2	DESCRIZIONE DELL'OPERA	3
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI	5
4.1	CALCESTRUZZO.....	5
5	REQUISITI RICHIESTI PER IL RILEVATO STRUTTURALE.....	7
6	COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI	8
7	IPOTESI DI CALCOLO	11
7.1	RINFORZI.....	11
7.2	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE E PARAMETRI DI PROGETTO.....	11
7.3	CARICHI E SOVRACCARICHI	12
7.4	AZIONI SISMICHE	12
8	METODO DI CALCOLO.....	14
8.1	MACRES 2.0	14
8.2	MACSTARS W 4.0	19
9	SEZIONI OGGETTO DI VERIFICA.....	19
10	ESITO DELLE VERIFICHE	21
10.1	COEFFICIENTI DI SOVRADIMENSIONAMENTO – VALORI MINIMI OTTENUTI	21
10.2	PRESSIONE DI RIFERIMENTO PER IL CALCOLO DEI CEDIMENTI IN FONDAZIONE E PRESSIONE MASSIMA.....	21
10.3	ESCLUSIONI.....	22
11	TABULATI DI CALCOLO	23

1 PREMESSA

La presente relazione di calcolo afferisce alle strutture in terra armata in continuità con il cavalcaferrovia sito al km 18+914,05, nell'ambito della progettazione definitiva della linea AC Verona-Padova.

Le strutture sono progettate coerentemente con quanto previsto dalla normativa vigente, Norme Tecniche delle Costruzioni 2008.

Si riportano di seguito gli stralci planimetrici in cui si segnalano i muri oggetto della presente relazione.

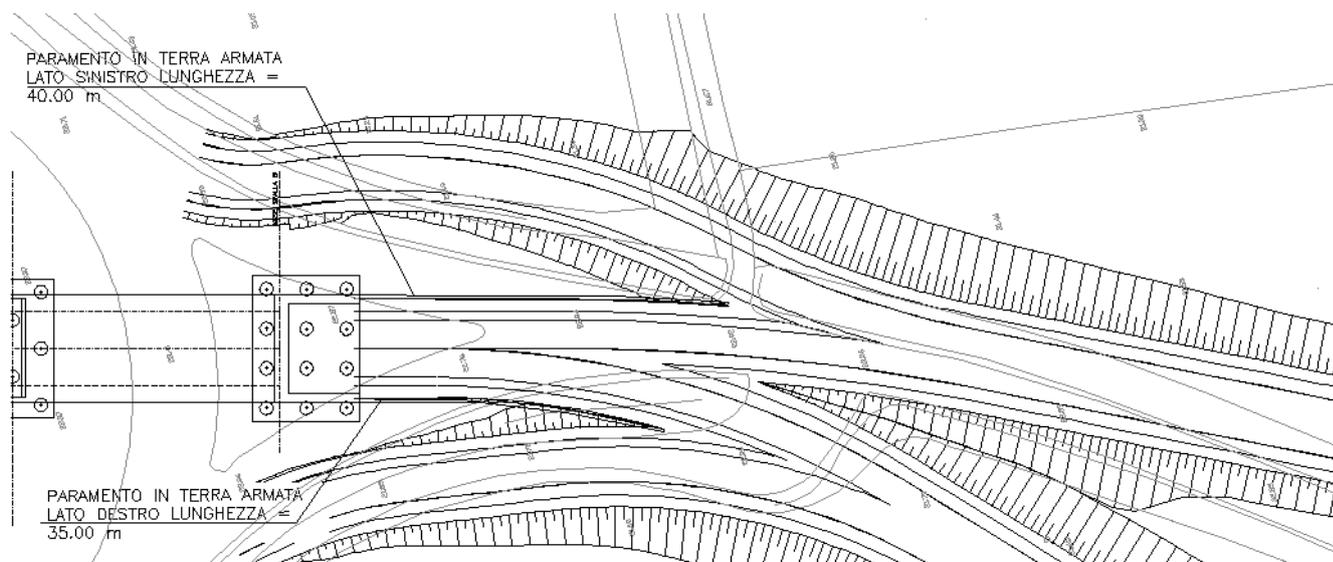


Figura 1: Stralci planimetrici: Terra armata

2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il principio di funzionamento del sistema 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.

Si riportano di seguito le sezioni relative ai paramenti sopra descritti.

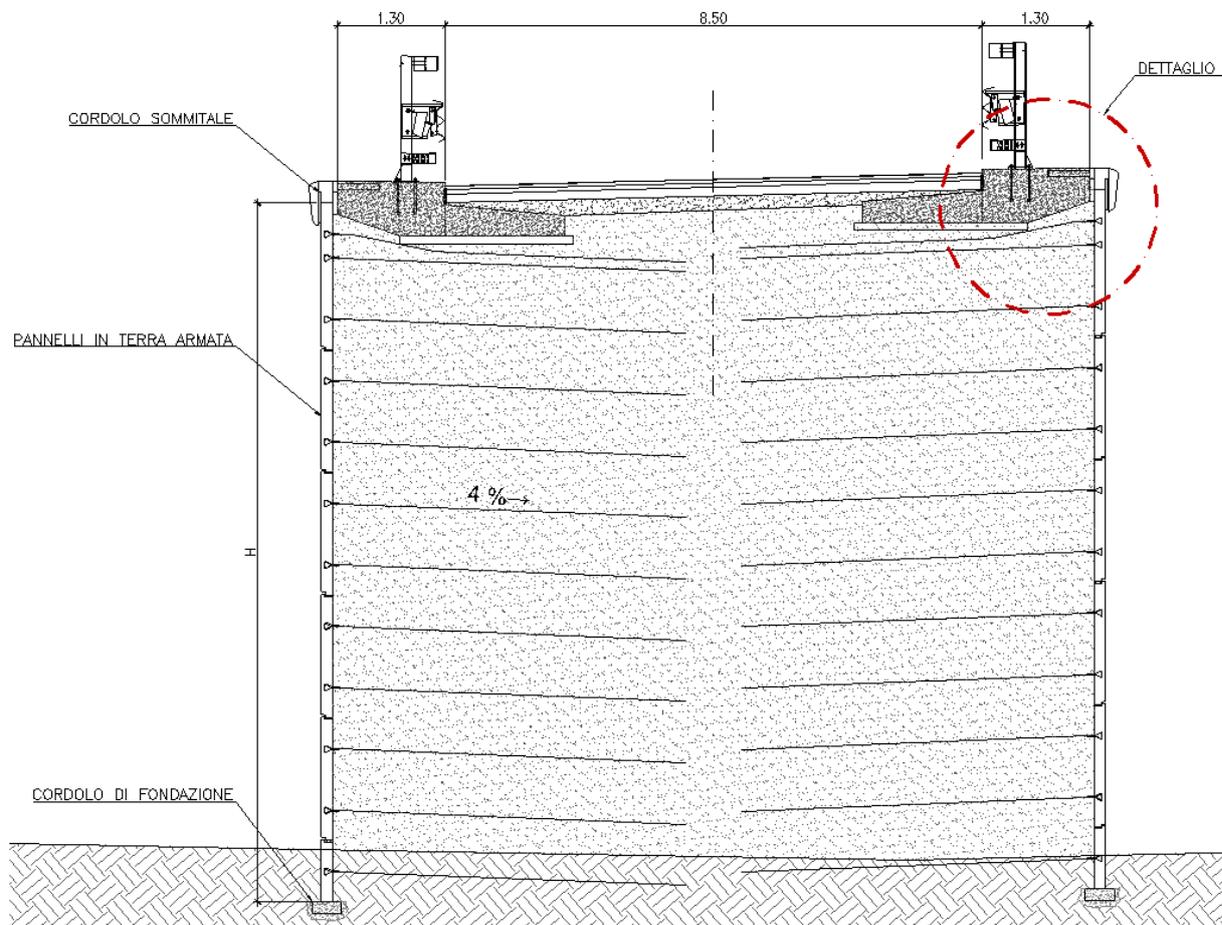


Figura 2: Sezione tipo

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: RELAZIONE DI CALCOLO TERRA ARMATA	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.	. Pag 4 di 47
	INOD 00 DI2 CL IV 06A0004B	

3 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Si riporta nel seguito l'elenco delle normative di riferimento.

Legge 5-1-1971 n° 1086: “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica”;

Legge. 2 febbraio 1974, n. 64.: “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;

D.M. 14 gennaio 2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni;

Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008;

UNI EN 206-1-2001: Calcestruzzo. “Specificazione, prestazione, produzione e conformità”;

UNI ENV 1992-2: Progettazione delle strutture di calcestruzzo. Parte 2. Ponti di calcestruzzo;

“Specifica per la progettazione e l'esecuzione di cavalcavia e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria” - RFI DTC INC PO SP IFS 002 A;

“Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie” - RFI DTC INC CS SP IFS 001 A;

“Specifica per il progetto, la produzione, il controllo della produzione e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti degli impalcati ferroviari e dei cavalcavia” - RFI DTC INC PO SP IFS 005 A.

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: RELAZIONE DI CALCOLO TERRA ARMATA	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.	. Pag 5 di 47
	IN0D 00 DI2 CL IV 06A0004B	

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

Di seguito si riportano le caratteristiche dei materiali impiegati:

4.1 CALCESTRUZZO

Per le strutture in fondazione si adotta un calcestruzzo con le caratteristiche riportate di seguito:

Classe d'esposizione: XC2

C25/30: $f_{ck} \geq 25$ MPa $R_{ck} \geq 30$ MPa

Classe minima di consistenza: S4

In accordo con le norme vigenti, risulta per il materiale in esame:

Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	R_{ck}	30	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica a 28 giorni	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	24,90	N/mm ²
Valore medio della resistenza cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	32,90	N/mm ²
Resistenza di calcolo breve durata	$f_{cd} \text{ (Breve durata)} = f_{ck} / 1.5$	16,60	N/mm ²
Resistenza di calcolo lunga durata	$f_{cd} \text{ (Lunqo durata)} = 0.85 f_{cd}$	14,11	N/mm ²
Resistenza media a trazione assiale	$f_{ctm} = 0.3 (f_{ck})^{2/3}$ [Rck<50/60]	2,56	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk 0,05} = 0.7 f_{ctm}$	1,79	N/mm ²
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctfm} = 1.2 f_{ctm}$	3,07	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / 1.5$	1,19	N/mm ²
Modulo di Young	$E = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	31447	N/mm ²

- *Rinforzi metallici del terreno*

In acciaio conforme alle Norme Europee EN 10025, tipo S355JO

Caratteristiche geometriche:

Larghezza 50 mm

Spessore 4 mm

Lunghezza da tabulati di calcolo

- *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 Rck 15 con resistenza caratteristica a compressione $> 15 \text{ N/mm}^2$

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: RELAZIONE DI CALCOLO TERRA ARMATA	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.	Pag 7 di 47
	IN0D 00 DI2 CL IV 06A0004B	

5 REQUISITI RICHIESTI PER IL RILEVATO STRUTTURALE

Per la realizzazione del rilevato rinforzato devono essere impiegate terre appartenenti ai gruppi A1-a, A1-b, A3, A2-4 della classifica CNR. - UNI 10006/1963 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:
 - o la percentuale del campione esaminato per sedimentazione passante al vaglio di 15 micron (0,015 mm.), è inferiore al 10%;
 - o 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 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:

	<i>Opere a secco</i>	<i>Opere in acqua dolce</i>	<i>Metodo di Prova di</i>
<i>Riferimento</i>			

[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;
- 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..

6 COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI

Il progetto strutturale e geotecnico delle opere in esame sarà condotto in conformità alle indicazioni del NTC D.M. 14/01/2008 (rif. Cap. 6).

Nell'ambito delle verifiche allo stato limite ultimo si sono adottati i seguenti coefficienti parziali:

Coefficienti PARZIALI DEI PARAMETRI DI RESISTENZA γ_R			
$R_d = R_k / \gamma_R$	R1	R2	
<u>Stabilità Esterna</u>			

Scorrimento - Slittamento per attrito $\gamma_{m\phi} = \gamma_R$ scorrimento	1,10	1,00
Ribaltamento $\gamma_{overt} = \gamma_R$ ribaltamento	1,00	1,00
Capacità portante della Fondazione - Punzonamento $\gamma_{mq} = \gamma_R$ punzonamento	1,40	1,00
<u>Stabilità Interna</u>		
Rottura dei rinforzi ($\gamma_{mt} = \gamma_{Rt}$)	1,00	1,00
Aderenza dei rinforzi ($\gamma_{mf} = \gamma_{Rf}$)	1,00	1,00

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

Nota:

Coefficienti parziali dei parametri geotecnici da applicare nel calcolo di stabilità interna ed esterna. (*) i coefficienti vengono introdotti a monte del calcolo riducendo i valori di input dei parametri geotecnici. In particolare per tutti gli angoli di attrito dei terreni si assume un angolo di calcolo $\phi_c = \arctan(\tan\phi' / \gamma_{\phi'})$

Coefficienti PARZIALI AZIONI $\gamma_F = \gamma_F$		FASE STATICA SLU		
		A1	A2	EQU
<u>PERMANENTE:</u> (Pesi, spinte geostatiche del terreno; sovraccarichi permanenti) ($\gamma_G = \gamma_{F1G}$)	Sfavorevole	1,30	1,00	1,10
	Favorevole	1,00	1,00	0,90
<u>VARIABILE:</u> (sovraccarichi variabili; sisma; spinte relative indotte) ($\gamma_Q = \gamma_{F1q}$)	Sfavorevole	1,50	1,30	1,50
	Favorevole	0,00	0,00	0,00

Nota:

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

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: RELAZIONE DI CALCOLO TERRA ARMATA	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.	. Pag 11 di 47
	IN0D 00 DI2 CL IV 06A0004B	

7 IPOTESI DI CALCOLO

- Vita nominale dell'opera V_n : 150 anni

7.1 RINFORZI

Nella verifica interna a rottura dei rinforzi il calcolo viene eseguito considerando uno spessore ridotto rispetto a quello iniziale per tener conto della corrosione nel tempo. Tale riduzione, detta "spessore di sacrificio dei rinforzi", è fissata dalla AFNOR 94-270 in funzione della tipologia di opera e della vita di servizio; la resistenza a trazione di ciascun rinforzo ne viene proporzionalmente ridotta.

7.2 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE E PARAMETRI DI PROGETTO

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

Rilevato strutturale

Peso specifico:	20 kN/m ³
Angolo di attrito interno:	35 deg.
Coesione:	0 KPa

Rilevato dietro il massiccio armato

Peso specifico:	20 kN/m ³
Angolo di attrito interno:	35 deg.
Coesione:	0 KPa

Terreno di fondazione

Peso specifico:	20 kN/m ³
Angolo di attrito interno:	28 deg.
Coesione:	0 KPa

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: RELAZIONE DI CALCOLO TERRA ARMATA	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.	. Pag 12 di 47
	INOD 00 DI2 CL IV 06A0004B	

7.3 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. 14/01/2008 cap. 3.2.4.

7.4 AZIONI SISMICHE

Il calcolo viene inoltre eseguito tenendo conto delle azioni sismiche dell'area oggetto del progetto secondo con quanto prescritto da D.M. 14/01/2008 per cui:

- Accelerazione max. di progetto a_{max_g}/g : 0.234
- Fattore F_0 di amplificazione dello spettro: 2.434
- Fattore S_s 1.359
- Coefficiente di riduzione: $\beta_m = 0.31$ (per la determinazione del valore si veda la tabella 10.1)
- Coefficiente sismico orizzontale k_h : $ad/g=S \times ag/g \times \beta_m = 0,099$

Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

	Categoria di sottosuolo	
	A	B,C,D,E
	β_m	β_m
$0,2 < a_g/g \leq 0,4$	0,31	0,31
$0,1 < a_g/g \leq 0,2$	0,29	0,24
$a_g/g \leq 0,1$	0,20	0,18

Per tener conto dell'amplificazione dell'azione sismica in funzione dell'altezza del muro, il programma di calcolo incrementa globalmente il coefficiente sismico orizzontale (accelerazione sismica di calcolo) che, secondo la teoria di Seed e Whitman, diventa pari a:

Coefficiente sismico orizzontale di calcolo $k_{hc} = a_c/g = a_d/g (1,45 - a_d/g)$

Coefficiente sismico verticale di calcolo $k_{vc} = k_{hc}/2$

Riassumendo i valori assunti nel calcolo

CLASSIFICAZIONE DELL'OPERA	CLASSE TEMPORALE	OPERA PERMANENTE		
	CLASSE SICUREZZA	DI	OPERA ORDINARIA	
	DURATA SERVIZIO	DI	100 ANNI	
	AMBIENTE ESERCIZIO	DI	A SECCO	
CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI STRUTTURALI	TIPO PARAMENTO	DI	PANNELLI IN CALCESTRUZZO	
	TIPO RINFORZO	DI	HA 50x4	
CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	MATERIALE RILEVATO	DA	$\gamma_1 = 20 \text{ kN/m}^3$	$\varphi_1 = 35^\circ$ $c'_1 = 0 \text{ kPa}$
	RILEVATO TERGO	A	$\gamma_2 = 20 \text{ kN/m}^3$	$\varphi_2 = 35^\circ$ $c'_2 = 0 \text{ kPa}$
	FONDAZIONE		$\gamma_3 = 20 \text{ kN/m}^3$	$\varphi_3 = 28^\circ$ $c'_3 = 0 \text{ kPa}$
CARICHI ACCIDENTALI ESTERNI	STATICO	Tipo stradale con $q=20\text{kPa}$		
	SISMICO	$kh=0,099$		

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: RELAZIONE DI CALCOLO TERRA ARMATA	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.	. Pag 14 di 47
	INOD 00 DI2 CL IV 06A0004B	

8 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 2.0 e MacStars W rel 4.0

8.1 MACRES 2.0

MACRES 2.0 è un foglio 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 (γ_1) e l'angolo di attrito interno (ϕ_1).

TERRENO A TERGO DELLA STRUTTURA (terreno 2) : Sono indicati la densità (γ_2) e l'angolo di attrito interno (ϕ_2).

TERRENO DI FONDAZIONE (terreno 3) : Sono indicati l'angolo di attrito interno (ϕ_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 δ , 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 Norma AFNOR NF P 94-270.

$$K_{2x} = \frac{(\cos^2 \Phi_2 / \cos \delta)}{[1 + \sqrt{\frac{\sin(\Phi_2 + \delta) \sin(\Phi_2 - \beta)}{\cos \delta \cos \beta}}]^2} \quad K_{2y} = \frac{(\cos^2 \Phi_2 / \cos \delta)}{[1 + \sqrt{\frac{\sin(\Phi_2 + \delta) \sin(\Phi_2 - \omega)}{\cos \delta \cos \omega}}]^2} \quad [6] \quad [7]$$

La spinta dovuta al terrapieno e' 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:.

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

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

in cui $\zeta = \arctan(0.5 \times a/g)$ (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

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: RELAZIONE DI CALCOLO TERRA ARMATA	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.	. Pag 16 di 47
	INOD 00 DI2 CL IV 06A0004B	

- -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_r/R_v .

Viene inoltre eseguita la verifica sulla condizione di interramento minimo della fondazione che confronta l'interramento reale previsto dal progetto con quanto richiesto dalle 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 Fattore di sovradimensionamento nei confronti dello slittamento sul piano di fondazione, Γ , dato da :

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

in cui ϕ 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 γ_R .

Il programma calcola anche per ogni combinazione di carico considerata, i valori minimi dell'

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: RELAZIONE DI CALCOLO TERRA ARMATA	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.	. Pag 17 di 47
	IN0D 00 DI2 CL IV 06A0004B	

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 poichè garantisce comunque che le deformazioni saranno limitate. I valori riportati dal tabulato sono già divisi per l'opportuno fattore di sicurezza γ_R ovvero è sufficiente che siano uguali a 1 perchè 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)

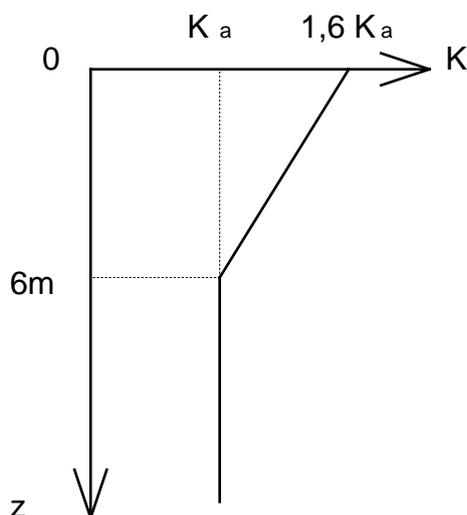


FIG. 1

. Colonna 7 : il tipo di rinforzo

Colonna 8: N° , il numero di rinforzi presenti al livello considerato, nella larghezza di calcolo.
poi, per ogni strato e per ogni condizione di carico:

Colonna 9: σ_{vi}

Colonna 10 : σ_{hi} , la tensione orizzontale $\sigma_{hi} = K_{\sigma v}$

in cui :

K è dato in Colonna 4, e

σ_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 γ_{mt} , e $T_m = T_{max}$. I valori riportati dal tabulato sono quindi già divisi per γ_{mt} , ovvero e' sufficiente che essi siano uguali a 1 perche' la sicurezza alla rottura sia verificata con un fattore di sicurezza pari a γ_{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 γ_{mt} , e T_o . I valori riportati dal tabulato sono quindi già divisi per γ_{mt} , ovvero e' sufficiente che essi siano uguali a 1 perche' la sicurezza alla rottura sia verificata con un fattore di sicurezza pari a γ_{mt} .

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: RELAZIONE DI CALCOLO TERRA ARMATA	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.	. Pag 19 di 47
	INOD 00 DI2 CL IV 06A0004B	

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 puo' 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

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

Colonna 6 : μ^* , 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 γ_{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 γ_{mf} , ovvero e' sufficiente che siano uguali a 1 perche' la sicurezza alla rottura sia verificata con un fattore di sicurezza pari a γ_{mf} .

8.2 MACSTARS W 4.0

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

9 SEZIONI OGGETTO DI VERIFICA

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: RELAZIONE DI CALCOLO TERRA ARMATA	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.	. Pag 20 di 47
	IN0D 00 DI2 CL IV 06A0004B	

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

1) $H_{\text{muro}}=15,35 \text{ m}$

Per le verifiche al ribaltamento invece si rimanda al punto 12, non potendo allegare un output di calcolo, dove è stato indicato il valore minimo ottenuto confrontando i risultati delle singole sezioni verificate. 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.

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: RELAZIONE DI CALCOLO TERRA ARMATA	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. IN0D 00 DI2 CL IV 06A0004B	. Pag 21 di 47

10 ESITO DELLE VERIFICHE

10.1 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	Rottura Rinforzi	Aderenza Rinforzi
	1,06	1,20	2,46	1,07	1,21
Sezioni	<i>H=15,35m</i>	<i>H=15,35m</i>	<i>H=15,35m</i>	<i>H=15,35m</i>	<i>H=15,35m</i>
Cond. di Carico	<i>A2_M2_R2 Caso 1s-dW</i>	<i>A2_M2_R2 Caso 1s-dW</i>	<i>EQU_M2 Caso A</i>	<i>A2_M2_R2 Caso A</i>	<i>A2_M2_R2 Caso A</i>
Cond. da verificare	$\geq 1,00$	$\geq 1,00$	$\geq 1,00$	$\geq 1,00$	$\geq 1,00$

Coefficienti di sovradimensionamento minimi

10.2 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

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: RELAZIONE DI CALCOLO TERRA ARMATA	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.	. Pag 22 di 47
	IN0D 00 DI2 CL IV 06A0004B	

permette la valutazione dei cedimenti della fondazione attraverso la determinazione della pressione sulla fondazione che vale nella sezione più gravosa verificata ($H_{tot}=4,09m$), circa **439 kPa**.

La pressione massima di riferimento nella medesima sezione vale circa **508 kPa**.

10.3 ESCLUSIONI

La Società Officine Maccaferri S.p.A. si limita a fornire gli elementi (come le R_h e R_v risultanti orizzontale e verticale, la pressione massima q_{max} alla base del muro ed altro) necessari al calcolo dei cedimenti che dovranno essere eseguite dagli organismi competenti come il Progettista Generale e/o lo Studio Geotecnico competente, con l'ausilio dei risultati delle indagini geotecniche.



ATI bonifica

Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:
RELAZIONE DI CALCOLO TERRA ARMATA

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.

IN0D 00 DI2 CL IV 06A0004B

. Pag
23 di 47

11 TABULATI DI CALCOLO



ATI bonifica

Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:

RELAZIONE DI CALCOLO TERRA ARMATA

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.

IN0D 00 DI2 CL IV 06A0004B

. Pag
24 di 47

REPORT VERIFICA MURO H=15,35m

Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:
RELAZIONE DI CALCOLO TERRA ARMATA

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.

INOD 00 DI2 CL IV 06A0004B

. Pag
25 di 47

MACCAFERRI

MacRES Design Software (Version 2.0)

PROJECT DETAILS

Project Name	AV VICENZA
Project Number	OM9159
Revision	1
Date	14/04/15
Client	
Analysis Details	Analysis using NTC2008 A1_M1_R1 Reinforcement type Metallic and Panel Type MacRea Square

Load Factors Associated with Wall as per NTC2008 A1_M1_R1

Effect	Load Combination				
	A	B	C	Seismic (Internal)	Seismic (External)
Soil Weight (Structure), YF1G (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 , YF1G (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	20.00	20.00	20.00	20.00

Factors as per NTC2008 A1_M1_R1

For soil:-		ULS
To be applied to $\tan \phi_s$	f_{ms}	1.00
To be applied to c'	f_{ms}	1.00
To be applied to c_u	f_{ms}	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_{us}	f_{ms}	1.00
Sliding along base of structure or any horizontal surface where there is soil to soil contact	f_s	1.00

Input Data

Reinforcement Details

Reinforcement	Type 1				
Reinforcement Grade	Øx4Z				
Width of Reinforcement, b	50				
Grade of Steel	>470				
Long Term Design Strength, kN	49.32				
Material	S355JO				
LTDS at Connection (kN/m)	36.42				
Rupture Factor(Internal stability)	1.00				

Geometrical Details

Height of wall	15.32
Coping Height	0.15
Given Coping height	0.34
Panel Height	14.98
Depth of embedment	1.00
Mechanical height	15.62
Angle of Crest Slope	0.00
Distance from the face	0.00
Embankment Height	0.00

Geotechnical Details

Soil Type	ϕ (Deg)	c' (kN/m ²)	γ Max (kN/m ³)	γ Min (kN/m ³)	
Reinforced soil fill (r)	35.00	0.00	20.00	20.00	
Backfill soil (b)	35.00	0.00	20.00	20.00	
Foundation soil (f)	28.00	0.00	20.00	20.00	
		Service Life (years)	100		
Seismic Details					
				Max horizontal acceleration	0.135
				Reduction factor of Live Loads	0.20

Loading Details

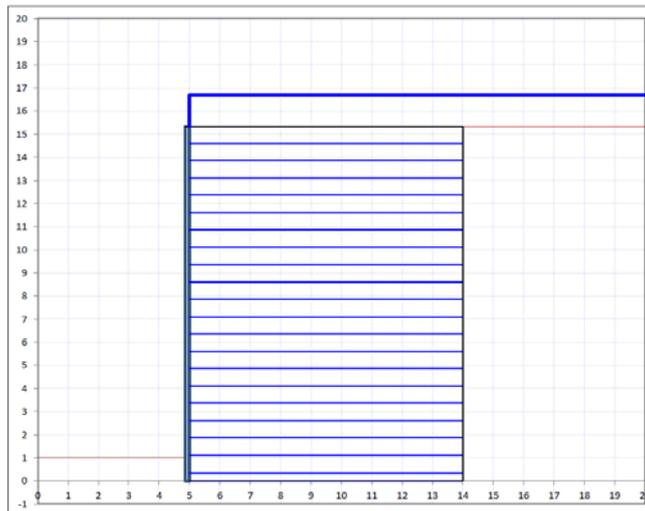
1	Vertical Loading Detail						
Sr. No.	Loading	Value in kN/m ²	Value in kN/m	Width of Strip (m)	Distance from the face of panel (m)	CG of Strip from edge (m)	
1	Strip Loading	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	Strip Loading	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
3	Strip Loading	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
4	DL	0.00	NA	NA	NA	NA	
5	LL	20.00	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 (Degrees)			16.49
Earth Pressure Coefficients			
Static	K_{2a}	0.247	Dynamic
	K_{2v}	0.247	
	K_{2av}	0.308	
	K_{2sv}	0.308	

External Stability Check								
Load Case	Rv (kN)	Rh (kN)	Resisting Moment (kN m)	Overtuning Moment (kN m)	Eccentricity (e)	FOS Bearing	FOS Sliding	Gref (kPa)
Load Case A	4217.58	896.86	20250.59	4908.65	0.93	2.52	2.53	591.09
Load Case B	3992.67	896.86	15064.03	4908.65	1.28	2.97	1.85	478.03
Load Case C	3033.37	586.39	14613.46	3066.17	0.76	3.80	2.75	405.88
Load Case 1S + dW	3164.45	879.40	15212.48	5452.33	1.49	2.48	1.91	524.90
Load Case 1S - dW	2975.41	879.40	14348.59	5452.33	1.58	2.49	1.80	509.50
Load Case 2S + dW	3164.45	879.40	15212.48	5452.33	1.49	2.48	1.91	524.90
Load Case 2S - dW	2975.41	879.40	14348.59	5452.33	1.58	2.49	1.80	509.50

APPROXIMATE QUANTITY

No. of Connections per sq. m. = 2.67		
Reinforcement Type	Linear m. per Sq. m.	Cost per sqm
50x4Z	26.44	€ -

Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:

RELAZIONE DI CALCOLO TERRA ARMATA

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO

REV.

INOD 00 DI2 CL IV 06A0004B

Pag
27 di 47

INTERNAL STABILITY CHECK - RUPTURE													
Layer	Case	Depth (m)	Length (m)	Sv	k	Strip Type	No. of Tie points	Cvi (kPa)	Chi (kPa)	Tmax (kN)	To (kN)	Tr/Tm	Tro/Tm
1	A	0.71	9.00	1.08	0.40	1	8	60.16	24.09	9.76	8.29	5.06	4.39
	B							22.52	9.02	3.65	3.10	13.51	11.73
	1S							26.60	10.65	6.41	3.67	7.70	9.93
	2S							26.60	10.65	6.41	3.67	7.70	9.93
2	A	1.46	9.00	0.75	0.38	1	4	80.52	30.68	17.26	14.67	2.98	2.48
	B							38.24	14.57	8.19	6.96	6.02	5.23
	1S							42.28	16.11	11.22	7.70	4.40	4.73
	2S							42.28	16.11	11.22	7.70	4.40	4.73
3	A	2.21	9.00	0.75	0.36	1	4	100.82	36.45	20.50	17.43	2.41	2.09
	B							53.89	19.48	10.96	9.32	4.50	3.91
	1S							57.93	20.94	13.99	10.01	3.52	3.64
	2S							57.93	20.94	13.99	10.01	3.52	3.64
4	A	2.96	9.00	0.75	0.34	1	4	120.96	41.38	23.28	19.78	2.12	1.84
	B							69.40	23.74	13.35	11.35	3.69	3.21
	1S							73.47	25.14	16.41	12.02	3.01	3.03
	2S							73.47	25.14	16.41	12.02	3.01	3.03
5	A	3.71	9.00	0.75	0.32	1	4	140.89	45.46	25.57	21.74	1.93	1.68
	B							85.05	27.44	15.44	13.12	3.20	2.78
	1S							88.86	28.67	18.46	13.71	2.67	2.66
	2S							88.86	28.67	18.46	13.71	2.67	2.66
6	A	4.46	9.00	0.75	0.30	1	4	160.58	48.69	27.39	23.28	1.80	1.56
	B							101.85	30.88	17.37	14.77	2.84	2.47
	1S							104.22	31.61	20.17	15.11	2.45	2.41
	2S							104.22	31.61	20.17	15.11	2.45	2.41
7	A	5.21	9.00	0.75	0.28	1	4	181.42	51.49	28.96	24.62	1.70	1.48
	B							118.99	33.77	19.00	16.15	2.60	2.26
	1S							120.79	34.28	21.73	16.39	2.27	2.22
	2S							120.79	34.28	21.73	16.39	2.27	2.22
8	A	5.96	9.00	0.75	0.27	1	4	203.58	55.17	31.03	26.38	1.59	1.38
	B							136.70	37.04	20.84	17.71	2.37	2.06
	1S							137.78	37.34	23.51	17.85	2.10	2.04
	2S							137.78	37.34	23.51	17.85	2.10	2.04
9	A	6.71	9.00	0.75	0.27	1	4	226.83	61.47	34.58	29.39	1.43	1.24
	B							155.53	42.15	23.71	20.15	2.08	1.81
	1S							155.57	42.16	26.28	20.16	1.88	1.81
	2S							155.57	42.16	26.28	20.16	1.88	1.81
10	A	7.46	9.00	0.75	0.27	1	4	250.91	67.99	38.25	32.51	1.29	1.12
	B							175.25	47.49	26.71	22.71	1.85	1.60
	1S							174.00	47.15	29.15	22.54	1.69	1.62
	2S							174.00	47.15	29.15	22.54	1.69	1.62
11	A	8.21	9.00	0.75	0.27	1	5	275.95	74.78	33.65	28.60	1.47	1.27
	B							195.97	53.11	23.90	20.31	2.06	1.79
	1S							193.15	52.34	26.23	20.02	1.88	1.82
	2S							193.15	52.34	26.23	20.02	1.88	1.82
12	A	8.96	9.00	0.75	0.27	1	6	302.04	81.85	30.69	26.09	1.61	1.40
	B							217.85	59.03	22.14	18.82	2.23	1.94
	1S							213.11	57.75	24.39	18.41	2.02	1.98
	2S							213.11	57.75	24.39	18.41	2.02	1.98
13	A	9.71	9.00	0.75	0.27	1	6	329.33	89.25	33.47	28.71	1.47	1.27
	B							241.03	65.32	24.49	21.26	2.01	1.71
	1S							233.98	63.41	26.67	20.40	1.85	1.79
	2S							233.98	63.41	26.67	20.40	1.85	1.79
14	A	10.46	9.00	0.75	0.27	1	6	357.96	97.00	36.38	31.87	1.36	1.14
	B							265.70	72.00	27.00	23.94	1.83	1.52
	1S							255.86	69.34	29.07	22.78	1.70	1.60
	2S							255.86	69.34	29.07	22.78	1.70	1.60
15	A	11.21	9.00	0.75	0.27	1	7	388.08	105.17	33.80	30.22	1.46	1.21
	B							292.07	79.15	25.44	23.04	1.94	1.58
	1S							278.88	75.57	27.54	21.72	1.79	1.68
	2S							278.88	75.57	27.54	21.72	1.79	1.68
16	A	11.96	9.00	0.75	0.27	1	8	419.88	113.78	32.00	29.19	1.54	1.25
	B							287.88	78.01	24.42	22.57	2.02	1.61
	1S							303.19	82.16	26.53	21.07	1.86	1.73
	2S							303.19	82.16	26.53	21.07	1.86	1.73
17	A	12.71	9.00	0.75	0.27	1	8	453.56	122.91	34.57	32.15	1.43	1.13
	B							350.91	95.09	26.74	25.22	1.84	1.44
	1S							328.94	89.14	28.67	23.32	1.72	1.56
	2S							328.94	89.14	28.67	23.32	1.72	1.56
18	A	13.46	9.00	0.75	0.27	1	9	489.35	132.61	33.15	31.43	1.49	1.16
	B							384.01	104.06	26.02	25.02	1.90	1.46
	1S							356.30	96.55	27.91	22.88	1.77	1.59
	2S							356.30	96.55	27.91	22.88	1.77	1.59
19	A	14.21	9.00	0.75	0.27	1	10	527.52	142.95	32.16	31.07	1.53	1.17
	B							420.07	113.84	25.61	25.12	1.93	1.45
	1S							385.50	104.47	27.45	22.71	1.80	1.60
	2S							385.50	104.47	27.45	22.71	1.80	1.60
20	A	14.96	9.00	0.74	0.27	1	11	568.39	154.03	31.09	30.59	1.59	1.19
	B							459.59	124.54	25.14	25.12	1.96	1.45
	1S							416.75	112.94	26.92	22.43	1.83	1.62
	2S							416.75	112.94	26.92	22.43	1.83	1.62

Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:

RELAZIONE DI CALCOLO TERRA ARMATA

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.

INOD 00 DI2 CL IV 06A0004B

. Pag
28 di 47

INTERNAL STABILITY CHECK - ADHERENCE													
Layer	Case	Depth (m)	Length (m)	Effective Length (m)	μ'	Strip Type	No. of Reinforcements	Width of rein. (mm)	Gv1 (kPa)	Tmax (kN)	Tf (kN)	Tf/Tmax	
1	A	0.71	9.00	4.48	1.37	1	8	50	28.08	9.76	17.19	1.76	
	B								21.60	3.65	13.22	3.62	
	1S								21.60	6.41	13.22	2.06	
	2S								21.60	6.41	13.22	2.06	
2	A	1.46	9.00	4.61	1.27	1	4	50	47.58	17.26	27.75	1.61	
	B								36.60	8.19	21.35	2.61	
	1S								36.60	11.22	21.35	1.90	
	2S								36.60	11.22	21.35	1.90	
3	A	2.21	9.00	4.73	1.17	1	4	50	67.08	20.50	37.01	1.81	
	B								51.60	10.96	28.47	2.60	
	1S								51.60	13.99	28.47	2.03	
	2S								51.60	13.99	28.47	2.03	
4	A	2.96	9.00	4.86	1.07	1	4	50	86.58	23.28	44.83	1.93	
	B								66.60	13.35	34.48	2.58	
	1S								66.60	16.41	34.48	2.10	
	2S								66.60	16.41	34.48	2.10	
5	A	3.71	9.00	4.98	0.97	1	4	50	106.08	25.57	51.05	2.00	
	B								81.60	15.44	39.27	2.54	
	1S								81.60	18.46	39.27	2.13	
	2S								81.60	18.46	39.27	2.13	
6	A	4.46	9.00	5.11	0.87	1	4	50	125.58	27.39	56.54	2.03	
	B								96.60	17.37	42.73	2.46	
	1S								96.60	20.17	42.73	2.12	
	2S								96.60	20.17	42.73	2.12	
7	A	5.21	9.00	5.23	0.77	1	4	50	145.08	28.96	58.15	2.01	
	B								111.60	19.00	44.73	2.35	
	1S								111.60	21.73	44.73	2.06	
	2S								111.60	21.73	44.73	2.06	
8	A	5.96	9.00	5.36	0.70	1	4	50	164.58	31.03	61.73	1.99	
	B								126.60	20.84	47.48	2.28	
	1S								126.60	23.51	47.48	2.02	
	2S								126.60	23.51	47.48	2.02	
9	A	6.71	9.00	5.48	0.70	1	4	50	184.08	34.58	70.65	2.04	
	B								141.60	23.71	54.35	2.29	
	1S								141.60	26.28	54.35	2.07	
	2S								141.60	26.28	54.35	2.07	
10	A	7.46	9.00	5.61	0.70	1	4	50	203.58	38.25	79.92	2.09	
	B								156.60	26.71	61.48	2.30	
	1S								156.60	29.15	61.48	2.11	
	2S								156.60	29.15	61.48	2.11	
11	A	8.21	9.00	5.73	0.70	1	5	50	223.08	33.65	89.53	2.66	
	B								171.60	23.90	68.87	2.88	
	1S								171.60	26.23	68.87	2.63	
	2S								171.60	26.23	68.87	2.63	
12	A	8.96	9.00	5.86	0.70	1	6	50	242.58	30.69	99.48	3.24	
	B								186.60	22.14	76.52	3.46	
	1S								186.60	24.39	76.52	3.14	
	2S								186.60	24.39	76.52	3.14	
13	A	9.71	9.00	6.19	0.70	1	6	50	262.08	33.47	113.64	3.40	
	B								201.60	24.49	87.41	3.57	
	1S								201.60	26.67	87.41	3.28	
	2S								201.60	26.67	87.41	3.28	
14	A	10.46	9.00	6.57	0.70	1	6	50	281.58	36.38	129.49	3.56	
	B								216.60	27.00	99.61	3.69	
	1S								216.60	29.07	99.61	3.43	
	2S								216.60	29.07	99.61	3.43	
15	A	11.21	9.00	6.94	0.70	1	7	50	301.08	33.80	146.36	4.33	
	B								231.60	25.44	112.59	4.43	
	1S								231.60	27.54	112.59	4.09	
	2S								231.60	27.54	112.59	4.09	
16	A	11.96	9.00	7.32	0.70	1	8	50	320.58	32.00	164.26	5.13	
	B								246.60	24.42	126.35	5.17	
	1S								246.60	26.53	126.35	4.76	
	2S								246.60	26.53	126.35	4.76	
17	A	12.71	9.00	7.69	0.70	1	8	50	340.08	34.57	183.18	5.30	
	B								261.60	26.74	140.91	5.27	
	1S								261.60	28.67	140.91	4.92	
	2S								261.60	28.67	140.91	4.92	
18	A	13.46	9.00	8.07	0.70	1	9	50	359.58	33.15	203.12	6.13	
	B								276.60	26.02	156.25	6.01	
	1S								276.60	27.91	156.25	5.60	
	2S								276.60	27.91	156.25	5.60	
19	A	14.21	9.00	8.44	0.70	1	10	50	379.08	32.16	224.09	6.97	
	B								291.60	25.61	172.38	6.73	
	1S								291.60	27.45	172.38	6.28	
	2S								291.60	27.45	172.38	6.28	
20	A	14.96	9.00	8.82	0.70	1	11	50	398.58	31.09	246.09	7.92	
	B								306.60	25.14	189.30	7.53	
	1S								306.60	26.92	189.30	7.03	
	2S								306.60	26.92	189.30	7.03	

Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:

RELAZIONE DI CALCOLO TERRA ARMATA

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.

IN0D 00 DI2 CL IV 06A0004B

Pag
29 di 47

MACCAFERRI

MacRES Design Software (Version 2.0)

PROJECT DETAILS

Project Name	AV VICENZA
Project Number	OM9159
Revision	1
Date	14/04/15
Client	
Analysis Details	Analysis using NTC2008 A2_M2_R2 Reinforcement type Metallic and Panel Type MacRes Square

Load Factors Associated with Wall as per NTC2008 A2_M2_R2

Effect	Load Combination				
	A	B	C	Seismic (Internal)	Seismic (External)
Soil Weight (Structure), YF1G (w)	1.00	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)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Soil Thrust behind structure, YF1G (p)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Surcharge on top, YF1q (w)	1.30	0.00	0.00	1.00	1.00
Surcharge thrust (behind structure), YF1q (p)	1.30	1.30	0.00	1.00	1.00
Density of reinforced soil fill, Y1	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00

Factors as per NTC2008 A2_M2_R2

For soil:-		ULS
To be applied to $\tan \phi'_s$	f_{ms}	1.25
To be applied to c'	f_{ms}	1.25
To be applied to c_u	f_{ms}	1.25
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_{uE}	f_{ms}	1.00
Sliding along base of structure or any horizontal surface where there is soil to soil contact	f_s	1.00

Input Data

Reinforcement Details

Reinforcement	Type 1					
Reinforcement Grade	50x4Z					
Width of Reinforcement, b	50					
Grade of Steel	>470					
Long Term Design Strength, kN	49.32					
Material	S355JO					
LTDS at Connection (kN/m)	36.42					
Rupture Factor (Internal stability)	1.00					

Geometrical Details

Height of wall	15.32
Coping Height	0.15
Given Coping height	0.34
Panel Height	14.99
Depth of embedment	1.00
Mechanical height	15.62
Angle of Crest Slope	0.00
Distance from the face	0.00
Embankment Height	0.00

Geotechnical Details

Soil Type	ϕ' (Deg)	c' (kN/m ²)	γ Max (kN/m ³)	γ Min (kN/m ³)
Reinforced soil fill (r)	35.00	0.00	20.00	20.00
Backfill soil (b)	35.00	0.00	20.00	20.00
Foundation soil (f)	28.00	0.00	20.00	20.00
		Service Life (years)	100	
		Seismic Details		
		Max horizontal acceleration	0.135	
		Reduction factor of Live Loads	0.20	

Loading Details

1	Vertical Loading Detail						
Sr. No.	Loading	Value in kN/m ²	Value in kN/m	Width of Strip (m)	Distance from the face of panel (m)	CG of Strip from edge (m)	
1	Strip Loading	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
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	20.00	NA	NA	NA	NA	

MACCAFERRI

MacRES Design Software (Version 2.0)

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 (Degrees)			13.78
Earth Pressure Coefficients			
Static	K_{ax}	0.312	Dynamic
	K_{ay}	0.312	
	K_{ax}	0.385	
	K_{ay}	0.385	

External Stability Check									
Load Case	Rv (kN)	Rh (kN)	Resisting Moment (kN m)	Overtuning Moment (kN m)	Eccentricity (e)	FOS Bearing	FOS Sliding		Oref (kPa)
Load Case A	3280.87	886.46	15789.56	4961.69	1.27	1.39	1.57		507.83
Load Case B	3043.23	886.46	14703.55	4961.69	1.37	1.42	1.46		485.96
Load Case C	3043.23	749.66	14703.55	3925.61	1.03	1.70	1.73		438.30
Load Case 1S + dW	3174.30	1058.41	15302.57	6445.20	1.78	1.07	1.28		583.44
Load Case 1S - dW	2985.27	1058.41	14438.68	6445.20	1.89	1.06	1.20		572.41
Load Case 2S + dW	3174.30	1058.41	15302.57	6445.20	1.78	1.07	1.28		583.44
Load Case 2S - dW	2985.27	1058.41	14438.68	6445.20	1.89	1.06	1.20		572.41

APPROXIMATE QUANTITY

No. of Connections per sq. m. = 2.67		
Reinforcement Type	Linear m. per Sq. m.	Cost per sqm
50x4Z	26.44	€ -

Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:

RELAZIONE DI CALCOLO TERRA ARMATA

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.

INOD 00 DI2 CL IV 06A0004B

. Pag
31 di 47

INTERNAL STABILITY CHECK - RUPTURE													
Layer	Case	Depth (m)	Length (m)	Sv	k	Strip Type	No. of Tie points	Cv1 (kPa)	Cv1 (kPa)	Tmax (kN)	To (kN)	Tr/Tm	Tro/Tm
1	A	0.71	9.00	1.08	0.48	1	8	49.27	23.81	9.64	8.20	5.12	4.44
	B							22.44	10.84	4.39	3.73	11.23	9.76
	1S							26.59	12.85	7.30	4.42	6.76	8.24
	2S							26.59	12.85	7.30	4.42	6.76	8.24
2	A	1.46	9.00	0.75	0.46	1	4	64.84	29.97	16.86	14.33	2.93	2.54
	B							38.01	17.57	9.88	8.40	4.99	4.34
	1S							42.21	19.51	13.13	9.33	3.76	3.90
	2S							42.21	19.51	13.13	9.33	3.76	3.90
3	A	2.21	9.00	0.75	0.44	1	4	80.29	35.43	19.93	16.94	2.47	2.15
	B							53.47	23.59	13.27	11.29	3.72	3.23
	1S							57.75	25.48	16.55	12.18	2.98	2.99
	2S							57.75	25.48	16.55	12.18	2.98	2.99
4	A	2.96	9.00	0.75	0.42	1	4	95.56	40.16	22.59	19.20	2.18	1.90
	B							68.74	28.89	16.25	13.81	3.04	2.64
	1S							73.13	30.73	19.56	14.69	2.52	2.48
	2S							73.13	30.73	19.56	14.69	2.52	2.48
5	A	3.71	9.00	0.75	0.40	1	4	110.59	44.15	24.84	21.11	1.99	1.73
	B							85.12	33.99	19.12	16.25	2.58	2.24
	1S							88.60	35.37	22.23	16.91	2.22	2.15
	2S							88.60	35.37	22.23	16.91	2.22	2.15
6	A	4.46	9.00	0.75	0.38	1	4	127.16	48.10	27.06	23.00	1.82	1.58
	B							101.99	38.58	21.70	18.45	2.27	1.97
	1S							105.30	39.83	24.79	19.05	1.99	1.91
	2S							105.30	39.83	24.79	19.05	1.99	1.91
7	A	5.21	9.00	0.75	0.36	1	4	144.39	51.59	29.02	24.67	1.70	1.48
	B							119.25	42.60	23.97	20.37	2.06	1.79
	1S							122.38	43.73	27.04	20.91	1.82	1.74
	2S							122.38	43.73	27.04	20.91	1.82	1.74
8	A	5.96	9.00	0.75	0.34	1	4	162.21	55.71	31.34	26.64	1.57	1.37
	B							137.10	47.09	26.49	22.51	1.86	1.62
	1S							140.02	48.09	29.56	22.99	1.67	1.58
	2S							140.02	48.09	29.56	22.99	1.67	1.58
9	A	6.71	9.00	0.75	0.34	1	4	181.12	62.20	34.99	29.74	1.41	1.22
	B							156.06	53.60	30.15	25.63	1.64	1.42
	1S							158.70	54.50	33.22	26.06	1.48	1.40
	2S							158.70	54.50	33.22	26.06	1.48	1.40
10	A	7.46	9.00	0.75	0.34	1	4	200.93	69.01	38.82	33.00	1.27	1.10
	B							175.95	60.43	33.99	28.89	1.45	1.26
	1S							178.24	61.21	37.05	29.27	1.33	1.24
	2S							178.24	61.21	37.05	29.27	1.33	1.24
11	A	8.21	9.00	0.75	0.34	1	5	221.77	76.17	34.27	29.13	1.44	1.25
	B							196.89	67.62	30.43	25.86	1.62	1.41
	1S							198.76	68.26	33.40	26.11	1.48	1.39
	2S							198.76	68.26	33.40	26.11	1.48	1.39
12	A	8.96	9.00	0.75	0.34	1	6	243.77	83.72	31.40	26.69	1.57	1.36
	B							219.02	75.22	28.21	23.98	1.75	1.52
	1S							220.42	75.70	31.13	24.13	1.58	1.51
	2S							220.42	75.70	31.13	24.13	1.58	1.51
13	A	9.71	9.00	0.75	0.34	1	6	267.10	91.73	34.40	29.52	1.43	1.23
	B							242.53	83.29	31.24	27.11	1.58	1.34
	1S							243.35	83.58	34.24	26.89	1.44	1.35
	2S							243.35	83.58	34.24	26.89	1.44	1.35
14	A	10.46	9.00	0.75	0.34	1	6	291.94	100.27	37.60	32.94	1.31	1.11
	B							267.60	91.90	34.46	30.56	1.43	1.19
	1S							267.76	91.96	37.56	30.21	1.31	1.21
	2S							267.76	91.96	37.56	30.21	1.31	1.21
15	A	11.21	9.00	0.75	0.34	1	7	318.51	108.39	35.16	31.43	1.40	1.16
	B							294.47	101.13	32.51	29.43	1.52	1.24
	1S							293.84	100.92	35.68	29.00	1.38	1.26
	2S							293.84	100.92	35.68	29.00	1.38	1.26
16	A	11.96	9.00	0.75	0.34	1	8	347.06	119.19	33.52	30.57	1.47	1.19
	B							301.83	103.66	31.24	28.87	1.58	1.26
	1S							321.84	110.53	34.51	28.35	1.43	1.28
	2S							321.84	110.53	34.51	28.35	1.43	1.28
17	A	12.71	9.00	0.75	0.34	1	8	377.87	129.78	36.50	33.95	1.35	1.07
	B							354.71	121.82	34.26	32.31	1.44	1.13
	1S							352.05	120.91	37.60	31.63	1.31	1.15
	2S							352.05	120.91	37.60	31.63	1.31	1.15
18	A	13.46	9.00	0.75	0.34	1	9	411.30	141.26	35.31	33.48	1.40	1.09
	B							388.78	133.52	33.38	32.11	1.48	1.13
	1S							384.80	132.16	36.81	31.32	1.34	1.16
	2S							384.80	132.16	36.81	31.32	1.34	1.16
19	A	14.21	9.00	0.75	0.34	1	10	447.77	153.78	34.60	33.43	1.43	1.09
	B							426.06	146.33	32.92	32.28	1.50	1.13
	1S							420.51	144.42	36.44	31.39	1.35	1.16
	2S							420.51	144.42	36.44	31.39	1.35	1.16
20	A	14.96	9.00	0.74	0.34	1	11	487.76	167.52	33.81	33.27	1.46	1.09
	B							467.11	160.43	32.38	32.38	1.52	1.13
	1S							459.67	157.87	35.98	31.35	1.37	1.16
	2S							459.67	157.87	35.98	31.35	1.37	1.16

Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:

RELAZIONE DI CALCOLO TERRA ARMATA

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO

REV.

INOD 00 DI2 CL IV 06A0004B

. Pag
32 di 47

INTERNAL STABILITY CHECK - ADHERENCE												
Layer	Case	Depth (m)	Length (m)	Effective Length (m)	μ'	Strip Type	No. of Reinforcements	Width of rein. (mm)	Cv1 (kPa)	Tmax (kN)	Tf (kN)	Tf/Tmax
1	A	0.71	9.00	4.48	1.34	1	8	50	21.60	9.64	13.00	1.35
	B								21.60	4.39	13.00	2.96
	1S								21.60	7.30	13.00	1.78
	2S								21.60	7.30	13.00	1.78
2	A	1.46	9.00	4.61	1.23	1	4	50	36.60	16.86	20.65	1.23
	B								36.60	9.88	20.65	2.09
	1S								36.60	13.13	20.65	1.57
	2S								36.60	13.13	20.65	1.57
3	A	2.21	9.00	4.73	1.11	1	4	50	51.60	19.93	27.04	1.36
	B								51.60	13.27	27.04	2.04
	1S								51.60	16.55	27.04	1.63
	2S								51.60	16.55	27.04	1.63
4	A	2.96	9.00	4.86	0.99	1	4	50	66.60	22.59	32.03	1.42
	B								66.60	16.25	32.03	1.97
	1S								66.60	19.56	32.03	1.64
	2S								66.60	19.56	32.03	1.64
5	A	3.71	9.00	4.98	0.87	1	4	50	81.60	24.84	35.47	1.43
	B								81.60	19.12	35.47	1.86
	1S								81.60	22.23	35.47	1.60
	2S								81.60	22.23	35.47	1.60
6	A	4.46	9.00	5.11	0.76	1	4	50	96.60	27.06	37.25	1.38
	B								96.60	21.70	37.25	1.72
	1S								96.60	24.79	37.25	1.50
	2S								96.60	24.79	37.25	1.50
7	A	5.21	9.00	5.23	0.64	1	4	50	111.60	29.02	37.23	1.28
	B								111.60	23.97	37.23	1.55
	1S								111.60	27.04	37.23	1.38
	2S								111.60	27.04	37.23	1.38
8	A	5.96	9.00	5.36	0.56	1	4	50	126.60	31.34	37.99	1.21
	B								126.60	26.49	37.99	1.43
	1S								126.60	29.56	37.99	1.29
	2S								126.60	29.56	37.99	1.29
9	A	6.71	9.00	5.48	0.56	1	4	50	141.60	34.99	43.48	1.24
	B								141.60	30.15	43.48	1.44
	1S								141.60	33.22	43.48	1.31
	2S								141.60	33.22	43.48	1.31
10	A	7.46	9.00	5.61	0.56	1	4	50	156.60	38.82	49.18	1.27
	B								156.60	33.99	49.18	1.45
	1S								156.60	37.05	49.18	1.33
	2S								156.60	37.05	49.18	1.33
11	A	8.21	9.00	5.73	0.56	1	5	50	171.60	34.27	55.09	1.61
	B								171.60	30.43	55.09	1.81
	1S								171.60	33.40	55.09	1.65
	2S								171.60	33.40	55.09	1.65
12	A	8.96	9.00	5.86	0.56	1	6	50	186.60	31.40	61.22	1.95
	B								186.60	28.21	61.22	2.17
	1S								186.60	31.13	61.22	1.97
	2S								186.60	31.13	61.22	1.97
13	A	9.71	9.00	6.19	0.56	1	6	50	201.60	34.40	69.93	2.03
	B								201.60	31.24	69.93	2.24
	1S								201.60	34.24	69.93	2.04
	2S								201.60	34.24	69.93	2.04
14	A	10.46	9.00	6.57	0.56	1	6	50	216.60	37.60	79.68	2.12
	B								216.60	34.46	79.68	2.31
	1S								216.60	37.56	79.68	2.12
	2S								216.60	37.56	79.68	2.12
15	A	11.21	9.00	6.94	0.56	1	7	50	231.60	35.16	90.07	2.56
	B								231.60	32.51	90.07	2.77
	1S								231.60	35.68	90.07	2.52
	2S								231.60	35.68	90.07	2.52
16	A	11.96	9.00	7.32	0.56	1	8	50	246.60	33.52	101.08	3.02
	B								246.60	31.24	101.08	3.24
	1S								246.60	34.51	101.08	2.93
	2S								246.60	34.51	101.08	2.93
17	A	12.71	9.00	7.69	0.56	1	8	50	261.60	36.50	112.73	3.09
	B								261.60	34.26	112.73	3.29
	1S								261.60	37.60	112.73	3.00
	2S								261.60	37.60	112.73	3.00
18	A	13.46	9.00	8.07	0.56	1	9	50	276.60	35.31	125.00	3.54
	B								276.60	33.38	125.00	3.74
	1S								276.60	36.81	125.00	3.40
	2S								276.60	36.81	125.00	3.40
19	A	14.21	9.00	8.44	0.56	1	10	50	291.60	34.60	137.90	3.99
	B								291.60	32.92	137.90	4.19
	1S								291.60	36.44	137.90	3.78
	2S								291.60	36.44	137.90	3.78
20	A	14.96	9.00	8.82	0.56	1	11	50	306.60	33.81	151.44	4.48
	B								306.60	32.38	151.44	4.68
	1S								306.60	35.98	151.44	4.21
	2S								306.60	35.98	151.44	4.21

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: RELAZIONE DI CALCOLO TERRA ARMATA	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.	. Pag 33 di 47
	IN0D 00 DI2 CL IV 06A0004B	

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

OM

Proposta....: AV VICENZA

Sezione.....: H=15,35m

Località.....: Vicenza

Pratica.....: OM9159

File.....: OM9159_Stabilità globale_Fase statica

Data.....: 14/04/2015

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

Verifiche nei confronti dello SLU

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : BACKFILL Descrizione : Materiale a tergo

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

Coesione.....[kN/m²].....: 0.00

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

Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00

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

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

Peso specifico sopra falda..... [kN/m³].....: 20.00

Peso specifico in falda..... [kN/m³].....: 20.00

Modulo elastico..... [kN/m²].....: 0.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.30

Terreno : FONDAZIONE Descrizione : materiale in fondazione

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

Coesione..... [kN/m²].....: 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/m³].....: 20.00

Peso specifico in falda..... [kN/m³].....: 20.00

Modulo elastico..... [kN/m²].....: 0.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.30

Terreno : R.E. Descrizione : Materiale da Rilevato

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

Coesione..... [kN/m²].....: 0.00

Angolo d'attrito..... [°].....: 35.00

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

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

Peso specifico sopra falda..... [kN/m³].....: 20.00

Peso specifico in falda..... [kN/m³].....: 20.00

Modulo elastico..... [kN/m²].....: 0.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.30

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: PC

Descrizione: Piano campagna

Terreno : FONDAZIONE

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	12.53	100.00	12.53				

Strato: SCA

Descrizione: SCARPATA

Terreno : BACKFILL

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
20.50	27.57	30.00	27.57	51.50	12.53		

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : MACRES

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 9.00 Altezza.....= 15.75

Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 20.00 Ordinata.....= 11.82

Inclinazione paramento.....[°].....: 0.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia

Rilevato strutturale.....: R.E.

Terreno di riempimento a tergo.....: BACKFILL

Terreno di copertura.....: R.E.

Terreno di fondazione.....: FONDAZIONE

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 - ParaLink - 100_Seismic

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

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

Angolo d'attrito muro tra e rinforzo.....[°].....= 36.00

CARICHI

Pressione : Q Descrizione : Sovraccarico

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m²]...= 20.00 Inclinazione.....[°]...= 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 20.10 To = 29.90

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Linear Composites - ParaLink - 100_Seismic

Carico di rottura Nominale Tr[kN/m].....: 100.00

Rapporto di Scorrimento plastico...:
0.00

Coefficiente di Scorrimento elastico.....[m³/kN].....: 1.10e-04

Rigidezza estensionale.....[kN/m].....: 830.00

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

(ghiaia).....: Coefficiente di sicurezza alla rottura
: 1.21

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

(sabbia).....: Coefficiente di sicurezza alla rottura
: 1.21

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

Linea AV/AC VERONA – PADOVA**1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO**Titolo:
RELAZIONE DI CALCOLO TERRA ARMATA

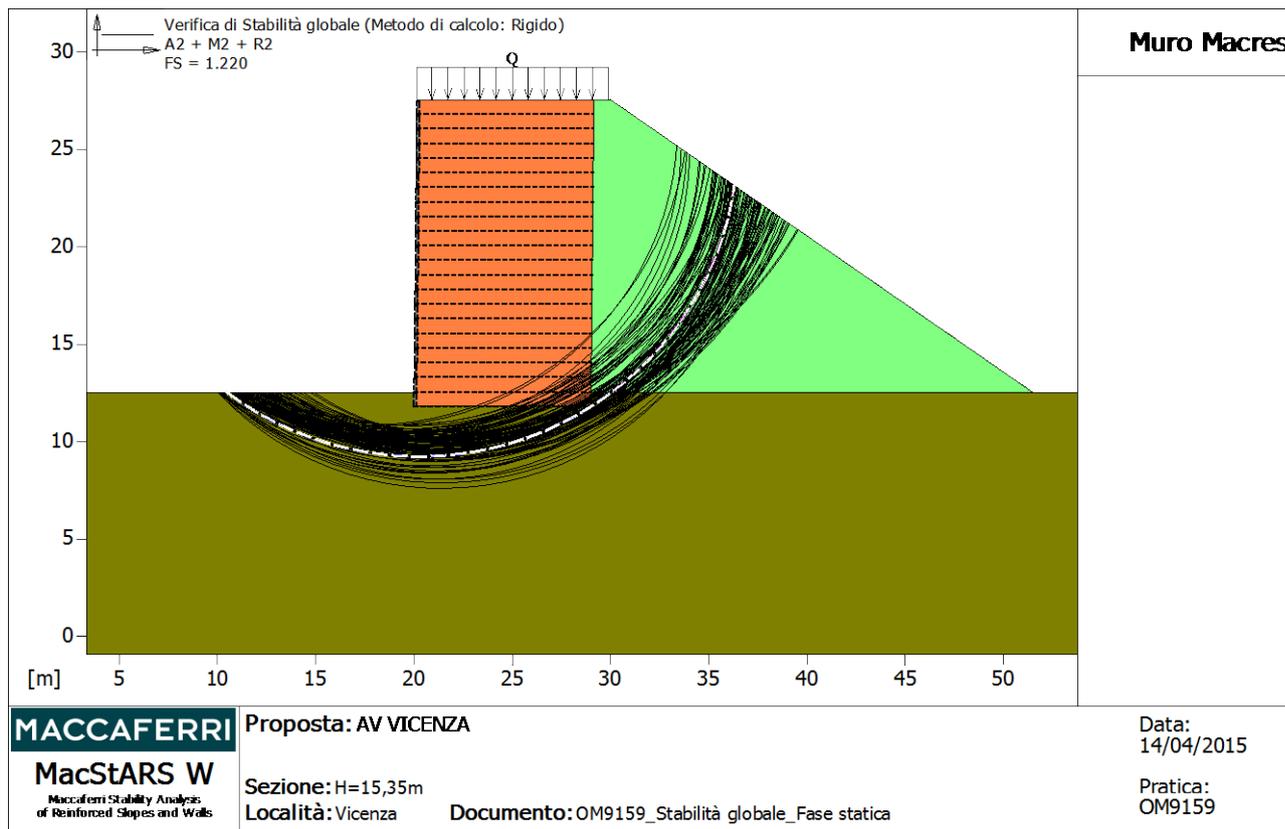
PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.

IN0D 00 DI2 CL IV 06A0004B

. Pag
37 di 47

	Coefficiente di sicurezza alla rottura
(limo).....	: 1.21
.....	Coefficiente di sicurezza al Pull-out
	: 1.00
(argilla).....	Coefficiente di sicurezza alla rottura
	: 1.21
.....	Coefficiente di sicurezza al Pull-out
	: 1.00
rinforzo	Coefficiente di interazione rinforzo-
	: 0.17
ghiaia.....	Coefficiente di sfilamento rinforzo-
	: 0.90
sabbia.....	Coefficiente di sfilamento rinforzo-
	: 0.90
limo.....	Coefficiente di sfilamento rinforzo-
	: 0.70
argilla.....	Coefficiente di sfilamento rinforzo-
	: 0.40

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.....: 1.220

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]

Segmento di arrivo, ascisse [m]

Primo punto

Secondo punto

Primo punto

Secondo punto

10.00

16.00

28.00

40.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 100

Numero totale superfici di prova.....: 1000
Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....: 1.00
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
1.00	Coeff. Parziale	- Peso dell'unità di volume - favorevole
1.00	Coeff. Parziale	- Peso dell'unità di volume - sfavorevole
1.00	Fs Rottura	Rinforzi
1.00	Fs Sfilamento	Rinforzi
1.10	Coeff. Parziale R	- Stabilità

 ATI bonifica	Linea AV/AC VERONA – PADOVA	
	1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO	
	Titolo: RELAZIONE DI CALCOLO TERRA ARMATA	
	PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.	. Pag 40 di 47
	IN0D 00 DI2 CL IV 06A0004B	

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

OM

Proposta....: AV VICENZA

Sezione.....: H=15,35m

Località.....: VICENZA

Pratica.....: OM9159

File.....: OM9159_Stabilità globale_Fase sismica

Data.....: 14/04/2015

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

Verifiche nei confronti dello SLU

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Terreno : BACKFILL Descrizione : Materiale a tergo

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

Coesione.....[kN/m²].....: 0.00

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

Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

Terreno : FONDAZIONE Descrizione : materiale in fondazione

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione.....[kN/m²].....: 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/m³].....: 20.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00
 Coefficiente di Poisson.....: 0.30

Terreno : R.E. Descrizione : Materiale da Rilevato

Classe coesione.....: Coeff. Parziale - Coesione efficace
 Coesione.....[kN/m²].....: 0.00
 Angolo d'attrito.....[°].....: 35.00
 Rapporto di pressione interstiziale (Ru).....: 0.00
 Classe di peso.....: Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - favorevole
 Peso specifico sopra falda.....[kN/m³].....: 20.00
 Peso specifico in falda.....[kN/m³].....: 20.00

Modulo elastico.....[kN/m²].....: 0.00

Coefficiente di Poisson.....: 0.30

PROFILI STRATIGRAFICI

Strato: PC

Descrizione: Piano campagna

Terreno : FONDAZIONE

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
0.00	12.53	100.00	12.53				

Strato: SCA

Descrizione: SCARPATA

Terreno : BACKFILL

X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
20.50	27.57	30.00	27.57	51.50	12.53		

BLOCCHI RINFORZATI

Blocco : MACRES

Dati principali.....[m].....: Larghezza.....= 9.00 Altezza.....= 15.75

Coordinate Origine.....[m].....: Ascissa.....= 20.00 Ordinata.....= 11.82

Inclinazione paramento.....[°].....: 0.00

Rilevato strutturale - materiale tipo.....: Ghiaia

Rilevato strutturale.....: R.E.

Terreno di riempimento a tergo.....: BACKFILL

Terreno di copertura.....: R.E.

Terreno di fondazione.....: FONDAZIONE

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 - ParaLink - 100_Seismic

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

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

Angolo d'attrito muro tra e rinforzo.....[°].....= 36.00

CARICHI

Pressione : Q Descrizione : Sovraccarico

Classe : Variabile - sfavorevole

Intensità.....[kN/m²]...= 4.00 Inclinazione.....[°]...= 0.00

Ascissa.....[m] : Da = 20.10 To = 29.90

Sisma :

Classe : Sisma

Accelerazione.....[m/s²].....: Orizzontale.....= 0.98 Verticale.....= 0.49

PROPRIETA' DEI RINFORZI UTILIZZATI

Linear Composites - ParaLink - 100_Seismic

Carico di rottura Nominale Tr[kN/m].....: 100.00

Rapporto di Scorrimento plastico..:

0.00

Coefficiente di Scorrimento elastico.....[m³/kN].....: 1.10e-04

Rigidezza estensionale.....[kN/m].....: 830.00

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

Coefficiente di sicurezza alla rottura

(ghiaia).....: 1.21

Coefficiente di sicurezza al Pull-out

Linea AV/AC VERONA – PADOVA

1° Sublotto: VERONA – MONTEBELLO VICENTINO

Titolo:
RELAZIONE DI CALCOLO TERRA ARMATA

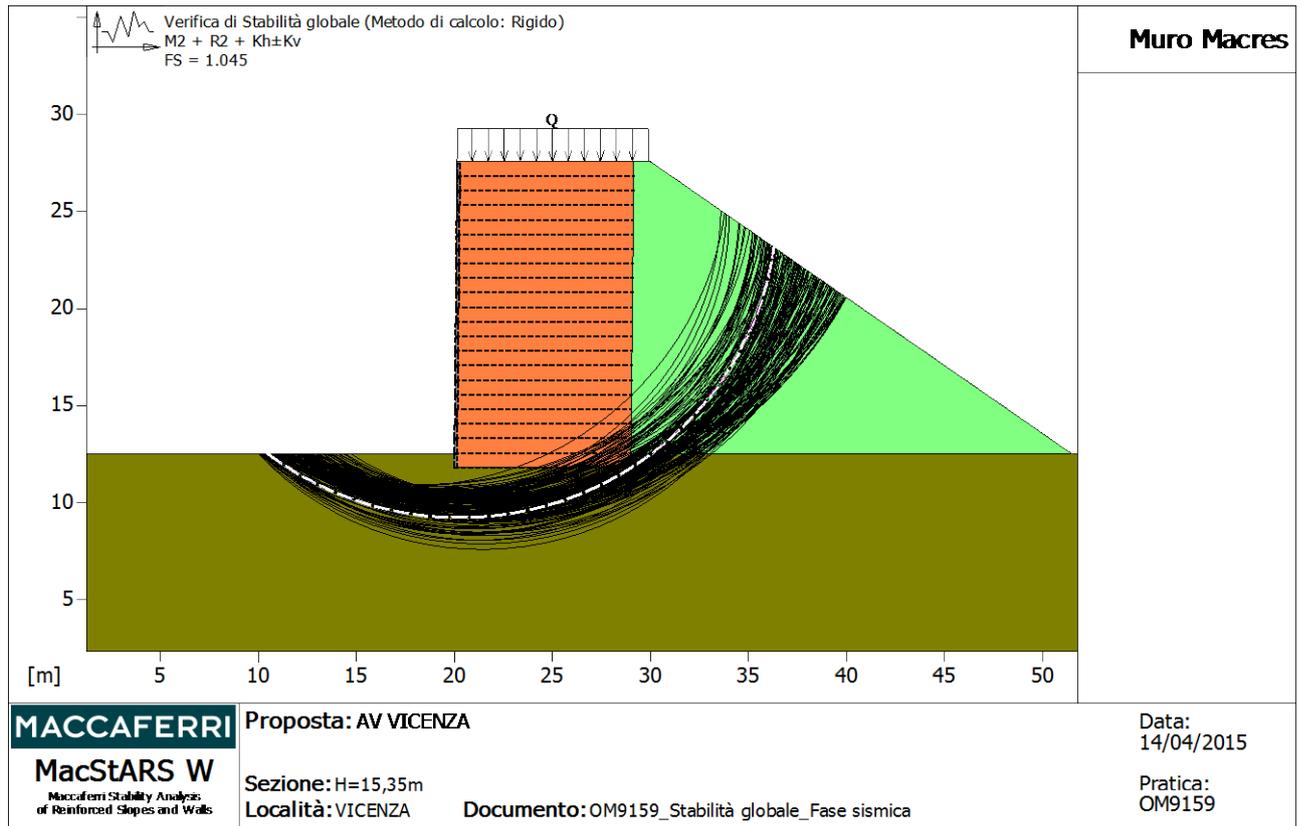
PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV.

IN0D 00 DI2 CL IV 06A0004B

. Pag
44 di 47

.....	:	1.00	
			Coefficiente di sicurezza alla rottura
(sabbia).....	:	1.21	
			Coefficiente di sicurezza al Pull-out
.....	:	1.00	
			Coefficiente di sicurezza alla rottura
(limo).....	:	1.21	
			Coefficiente di sicurezza al Pull-out
.....	:	1.00	
			Coefficiente di sicurezza alla rottura
(argilla).....	:	1.21	
			Coefficiente di sicurezza al Pull-out
.....	:	1.00	
			Coefficiente di interazione rinforzo-
rinforzo	:	0.17	
			Coefficiente di sfilamento rinforzo-
ghiaia.....	:	0.90	
			Coefficiente di sfilamento rinforzo-
sabbia.....	:	0.90	
			Coefficiente di sfilamento rinforzo-
limo.....	:	0.70	
			Coefficiente di sfilamento rinforzo-
argilla.....	:	0.40	

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.....: 1.045

Intervallo di ricerca delle superfici

Segmento di partenza, ascisse [m]

Segmento di arrivo, ascisse [m]

Primo punto

Secondo punto

Primo punto

Secondo punto

10.00

16.00

28.00

40.00

Numero punti avvio superfici sul segmento di partenza.....: 100

Numero totale superfici di prova.....: 1000
 Lunghezza segmenti delle superfici..... [m].....: 1.00
 Angolo limite orario.....[°].....: 0.00
 Angolo limite antiorario.....[°].....: 0.00

	Fattore	Classe
1.00	Variabile - sfavorevole	
1.00	Sisma	
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	Coeff. Parziale - Peso dell'unità di volume - sfavorevole	
1.00	Fs Rottura Rinforzi	
1.00	Fs Sfilamento Rinforzi	
1.10	Coeff. Parziale R - Stabilità	