

S.S. 42 "DEL TONALE E DELLA MENDOLA"
VARIANTE EST DI EDOLO

PROGETTO DEFINITIVO



VISTO: IL RESPONSABILE
DEL PROCEDIMENTO

RESPONSABILE
DELL'INTEGRAZIONE DELLE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

PROGETTISTA SPECIALISTA

IL COORDINATORE DELLA
SICUREZZA IN FASE DI
PROGETTAZIONE

Ing. Giancarlo LUONGO

Ing. Alessandro RODINO

Ing. Alessandro RODINO

Dott. Domenico TRIMBOLI

MURI IN C.A.
SPALLA DX PONTE - MURO ANDATORE NORD 2
RELAZIONE DI CALCOLO

CODICE PROGETTO

NOME FILE

T02VI01STRRE08_B

REVISIONE

SCALA:

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

COMI21 D 1810

CODICE ELAB. T02VI01STRRE08

B

-

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
C					
B	REVISIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA ANAS E PER RICHIESTA MODIFICA TRACCIATO	Agosto 2021	M. Barale	A. Rodino	A. Rodino
A	EMISSIONE	Maggio 2021	M. Barale	A. Rodino	A. Rodino

INDICE	pag.
1. INTRODUZIONE	1
2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO	2
3. INQUADRAMENTO GENERALE	3
4. OPERA IN PROGETTO	5
5. PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO	8
6. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	10
7. AZIONI DI CALCOLO	13
7.1 Carichi permanenti	13
7.2 Sovraccarichi stradali	13
7.3 Spinta delle terre	13
7.4 Azioni sismiche	14
8. CALCOLO RESISTENZE DEI PALI DI FONDAZIONE	15
8.1 Portata laterale palo L=12.0 m	15
8.2 Portata laterale palo L=15.0 m	17
8.3 Portata alla base	18
8.4 Resistenza per carichi trasversali	19
9. VERIFICHE A SCORRIMENTO, RIBALTAMENTO E CAPACITÀ PORTANTE.....	21
9.1 Metodo di calcolo	23
9.2 Risultati e verifiche	29
10. STABILITA' GLOBALE DELL'INSIEME TERRENO-OPERA	38
10.1 Metodo di calcolo	39
10.2 Risultati e verifiche	42
11. VERIFICHE STRUTTURALI	50
11.1 Verifiche a presso-flessione	59
11.2 Verifiche a taglio	61
11.3 Pali di fondazione	62
12. CONCLUSIONI	65

ALLEGATI:

1.A	SEZIONE TIPO A – VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE
1.B	SEZIONE TIPO H – VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE
1.C	SEZIONE TIPO L – VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE
1.D	SEZIONE TIPO M – VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE
2.A	SEZIONE TIPO A – VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE
2.B	SEZIONE TIPO H – VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE
2.C	SEZIONE TIPO L – VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE
2.D	SEZIONE TIPO M – VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE

1. Introduzione

La presente relazione viene redatta nell'ambito del progetto dei "Lavori di Ammodernamento della SS. 42 del Tonale e della Mendola. Variante est di Edolo – LOTTO II".

Nella presente relazione vengono espone le principali analisi di calcolo e verifiche geotecniche e strutturali relative al **Muro Andatore Nord 2** della spalla in sponda DX del ponte sul Fiume Oglio in progetto.

2. Normative di riferimento

- Legge 5 novembre 1971, n. 1086 "Norme tecniche per la disciplina delle opere in 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. Infrastrutture Trasporti 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni»";
- Circ. Min. Infrastr. Trasp. 21 gennaio 2019, n. 7 "Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al D.M. 17/01/2018";
- Regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9/03/2011 "Condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione";
- UNI EN 1992-1-1:2005 "Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici";
- UNI EN 1998-1:2005 "Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici";

3. Inquadramento Generale

Ai fini delle analisi e delle verifiche riportate nella presente relazione, nel seguito si evidenziano le principali caratteristiche di Ubicazione e Classificazione dell'opera necessarie per la più corretta definizione delle azioni di calcolo, in accordo a quanto previsto dal D.M.17/01/2018.

L'opera di sostegno in progetto risulta essere in diretta continuità con la spalla in sponda destra del fiume Oglio, a proseguimento dei muri di risvolto della spalla stessa.

Il nuovo ponte in oggetto è ubicato a monte dell'abitato di Edolo e consente alla nuova variante stradale in progetto di scavalcare il letto del Fiume Oglio per connettersi, tramite una intersezione in rotatoria, alla attuale sede stradale della SS n. 42 "*del Tonale e della Mendola*".



Vista Satellitare

Per l'opera in oggetto si definiscono i seguenti parametri di classificazione:

- Latitudine: 46.1877
- Longitudine: 10.3404
- Elevazione: 750 m s.l.m.
- Zona sismica: 3 (Ai sensi della DGR 11/07/2014 n. X/2129);

- Tipo di costruzione: 2 (costruzioni con livelli di prestazione ordinari);
- Vita nominale: $V_N \geq 50$ anni
- Classe d'uso: IV
- Coefficiente d'uso: $C_u = 2,0$
- Periodo di riferimento per le azioni sismiche: $V_R = V_N \cdot C_u = 100$ anni

Anche per il muro andatore in oggetto si adottano le stesse caratteristiche di classificazione del ponte.

A tali coordinate, in relazione alla classe d'uso ed alla vita nominale assunte per l'opera in progetto, si associa il seguente valore della accelerazione sismica di riferimento:

$$a_g = 0.0717 \text{ g}$$

La risposta sismica locale deve poi essere corretta in relazione alla "Categoria del Suolo" e alle "Condizioni Topografiche" proprie del sito di costruzione mediante i relativi coefficienti di amplificazione.

Per il tratto di tracciato interessato dall'opera in oggetto, per la presenza delle alluvioni, il terreno viene classificato come appartenente alla categoria "B", alla quale corrisponde un coefficiente di amplificazione stratigrafica pari a:

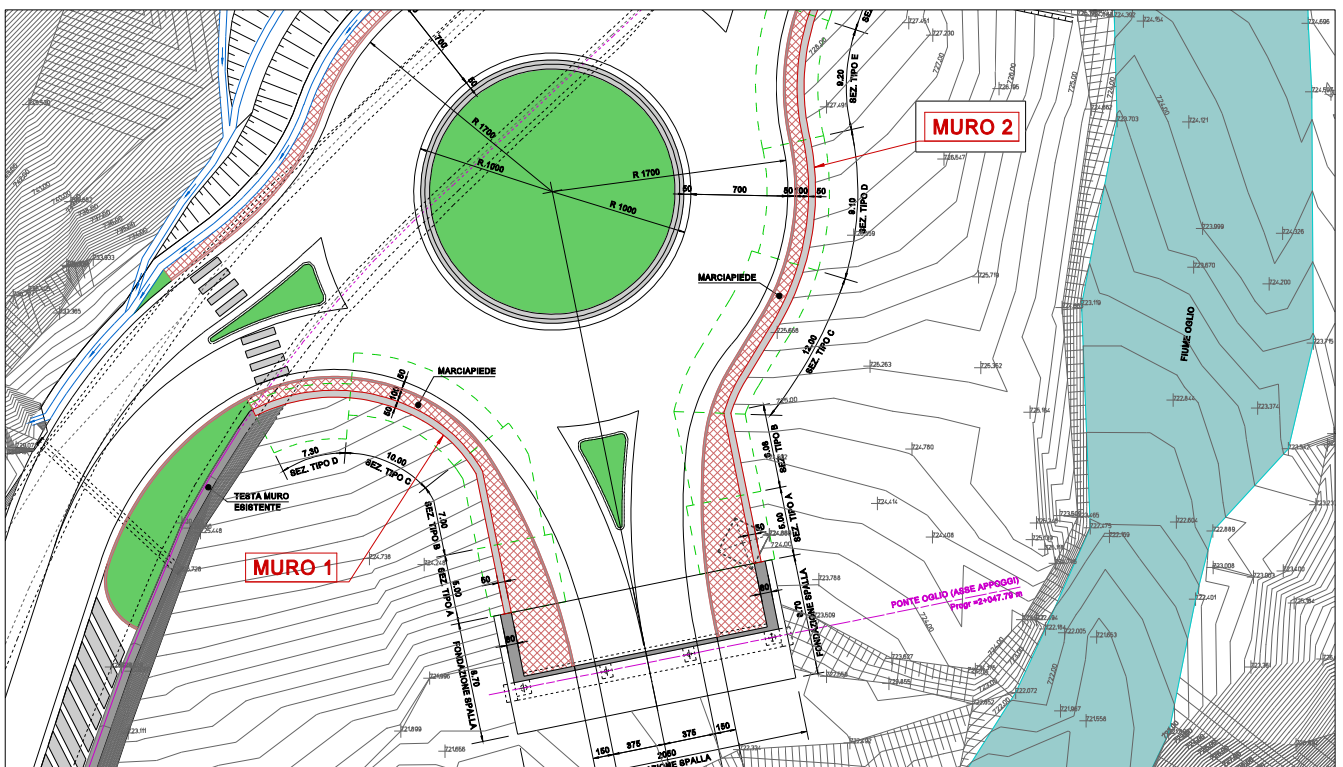
$$S_S = 1.20.$$

Relativamente alla categoria topografica si assume un coefficiente di amplificazione topografica pari a:

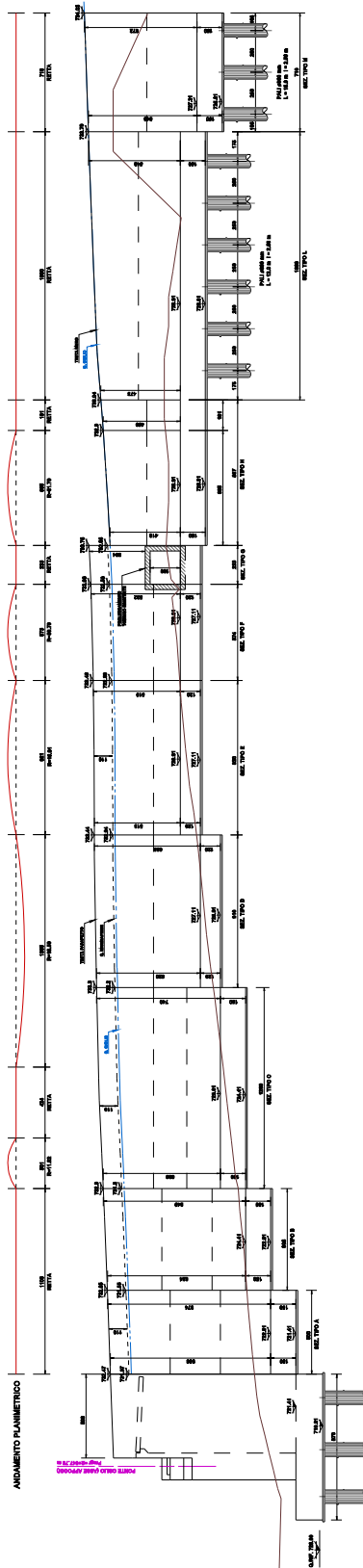
$$S_T = 1.00.$$

4. Opera in progetto

L'opera di sostegno oggetto della presente relazione è prevista a contenimento del rilevato stradale costituente la nuova rotatoria di svincolo prevista per la connessione di fine lotto con l'attuale sede stradale della S.S. n. 42 e si sviluppa per una lunghezza complessiva pari a circa 81.20 m.



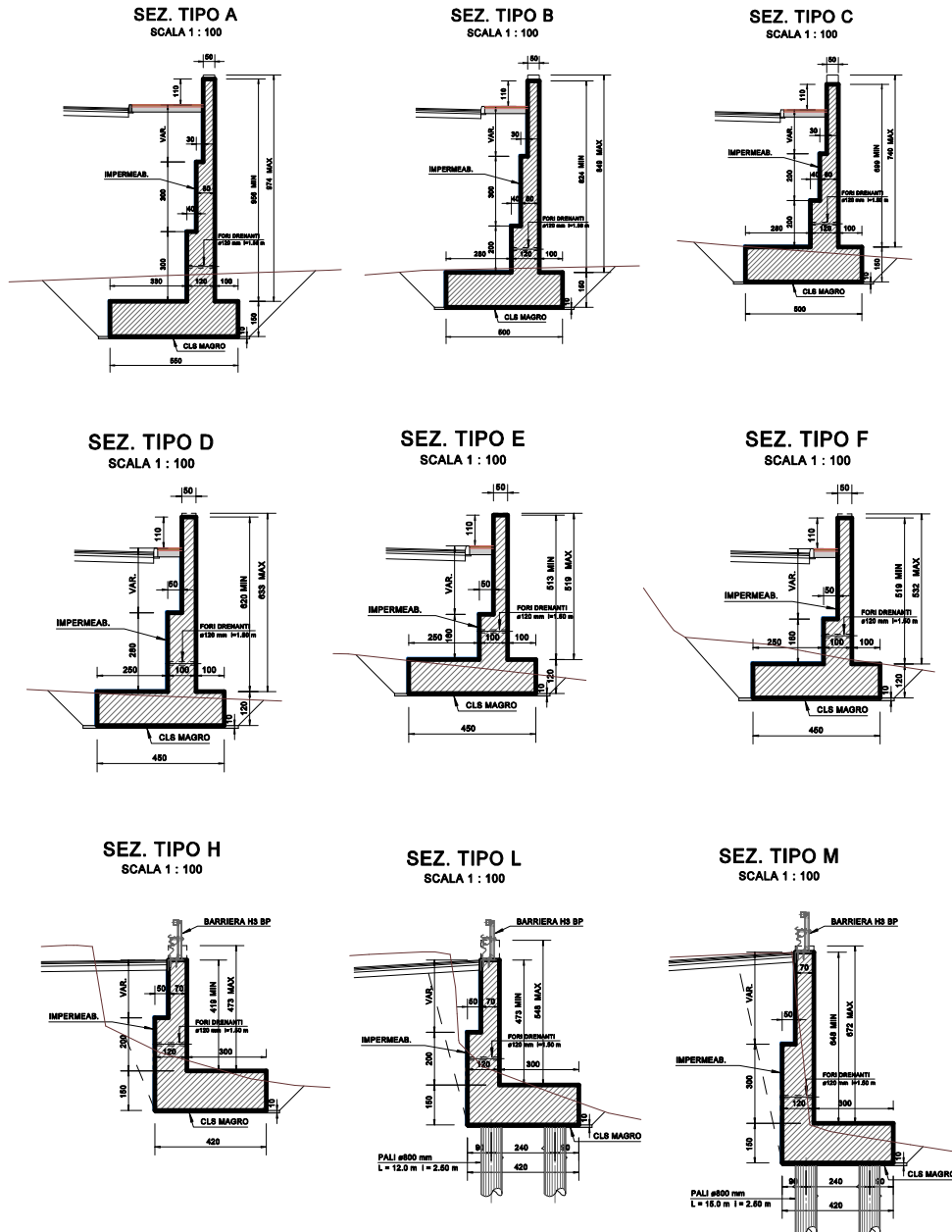
Stralcio planimetria di progetto



Prospetto generale

In relazione alla morfologia del sito di costruzione della struttura, questa presenta diverse altezze delle elevazioni con fondazioni impostate a quote diverse come rappresentato nel prospetto generale precedentemente riportato.

Le immagini seguenti rappresentano le sezioni trasversali tipologiche rappresentative.



Per maggiori dettagli in merito si rimanda alla visione degli elaborati grafici di progetto.

Dal momento che le sezioni dalla "tipo A" fino alla "tipo F" sono caratterizzate dalla stessa tipologia di carpenteria e di fondazione, per brevità di esposizione nella presente relazione si espongono soltanto i risultati relativi alla sezione "tipo A" che risulta essere quella più rappresentativa in quanto maggiormente sollecitata.

5. Parametri geotecnici di calcolo

Nella tabella che segue sono sintetizzati i valori caratteristici dei principali parametri geotecnici riferiti ai terreni interessati dalle opere in progetto, utilizzati nelle elaborazioni e verifiche, giudicati sufficientemente cautelativi.

PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI

Strato	γ [kN/m ³]	ϕ_k [°]	c_k [kPa]	E_k [MPa]
(A) Ghiaia e sabbia in matrice sabbiosa	19.5	40	0.00	60
(B) Rilevato stradale	20.0	38	0.00	50
(D) Substrato roccioso	27.0	56	340.00	8.000

γ = densità naturale

ϕ_k = angolo di resistenza al taglio

c_k = coesione

E_k = modulo elastico

Per la definizione dei parametri geotecnici da attribuire al nuovo rilevato stradale si è fatto riferimento a valori di letteratura comunemente assunti per rilevati di nuova costruzione realizzati con materiali aridi con buon grado di compattazione.

Relativamente all'angolo di attrito si possono citare ad esempio le correlazioni di Schmermann 1978, riportate nel diagramma seguente.

Sabbia fine uniforme $\Rightarrow \phi = 28 + 0,14D_r$,

Sabbia media uniforme o fine ben gradata $\Rightarrow \phi = 31,5 + 0,10D_r$,

Sabbia grossa uniforme o media ben gradata $\Rightarrow \phi = 34,5 + 0,10D_r$,

Ghiaietto uniforme o sabbie e ghiaie poco limose $\Rightarrow \phi = 38 + 0,08D_r$,

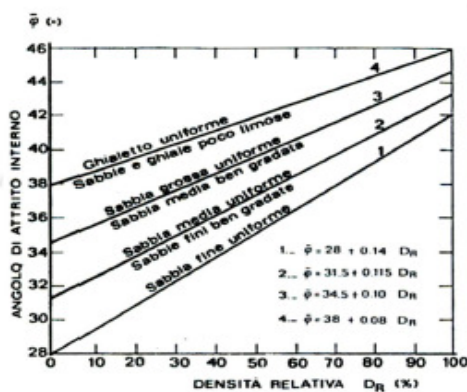


Figura 1. 6 Correlazione di Schmermann [3]

Per una densità relativa cautelativa del rilevato pari al 80% risulta essere $\phi = 44^\circ$

Altra fonte è rappresentata, ad esempio, dal “Corso di Principi di Infrastrutture Viarie” della Università del Sannio – BN che riassume i valori sottostanti per materiale sciolto e compattato, variabili nell’ordine di $45 \div 50^\circ$.

Tabella 5.1 – Differenze misurate tra gli angoli di attrito di vari materiali prima e dopo il costipamento

Materiale	sciolto	compatto
Sabbia a granuli arrotondati, uniforme	27°	34°
Sabbia a spigoli vivi, ben graduata	33°	45°
Ghiaia sabbiosa	35°	50°
Sabbia limosa	$27^\circ \div 33^\circ$	$30^\circ \div 35^\circ$
Limo inorganico	$27^\circ \div 30^\circ$	$30^\circ \div 35^\circ$

La tabella seguente riporta infine valori comuni per il modulo elastico.

Terreno	E_t (daN/cm ²)
argilla molto molle	$3.5 \div 21$
argilla molle	$17.5 \div 42$
argilla di media consistenza	$42 \div 84$
argilla compatta	$70 \div 175$
argilla limosa	$280 \div 420$
limo sabbioso	$70 \div 210$
sabbia sciolta	$105 \div 245$
sabbia densa media	$490 \div 840$
sabbia densa e ghiaia	$980 \div 1960$

Si evidenzia che i parametri geotecnici sopra riportati sono quelli caratteristici, nella terminologia corrente adottata dalla normativa; i valori di calcolo sono definiti, caso per caso, in funzione delle verifiche effettuate e dell'Approccio prescelto, applicando a tali valori i corrispondenti coefficienti parziali di sicurezza " γ_M ".

6. Caratteristiche dei materiali

Calcestruzzo Fondazioni C28/35

Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	= 35,00	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck}$	= 28,00	N/mm ²
Resistenza media cilindrica a compressione	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	= 36,00	N/mm ²
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.30 f_{ck}^{2/3}$	= 2,77	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk} = 0.7 f_{ctm}$	= 1,94	N/mm ²
Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	α_{cc}	= 0,85	
Coefficiente parziale di sicurezza del calcestruzzo	γ_C	= 1,50	
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C$	= 15,87	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C$	= 1,29	N/mm ²
Modulo Elastico	$E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	= 32310	N/mm ²

Classe di esposizione:	XC2
Diametro massimo dell'aggregato:	35 mm
Copriferro minimo:	50 mm
Contenuto minimo di cemento:	320 kg/mc
Massimo rapporto A/C:	0.55
Classe di consistenza:	S3

Calcestruzzo Elevazioni C28/35

Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	= 35,00	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck}$	= 28,00	N/mm ²
Resistenza media cilindrica a compressione	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	= 36,00	N/mm ²
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.30 f_{ck}^{2/3}$	= 2,77	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk} = 0.7 f_{ctm}$	= 1,94	N/mm ²
Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	α_{cc}	= 0,85	
Coefficiente parziale di sicurezza del calcestruzzo	γ_C	= 1,50	
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C$	= 15,87	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C$	= 1,29	N/mm ²
Modulo Elastico	$E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$	= 32310	N/mm ²

Classe di esposizione:	XF2
Diametro massimo dell'aggregato:	35 mm
Copriferro minimo:	50 mm
Contenuto minimo di cemento:	340 kg/mc
Massimo rapporto A/C:	0.50
Classe di consistenza:	S4

Calcestruzzo Pali di fondazione C25/30

Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	= 30.00 N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck}$	= 25.00 N/mm ²
Resistenza media cilindrica a compressione	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	= 33.00 N/mm ²
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.30 f_{ck}^{2/3}$	= 2.56 N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk} = 0.7 f_{ctm}$	= 1.80 N/mm ²
Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	α_{cc}	= 0.85
Coefficiente parziale di sicurezza del calcestruzzo	γ_C	= 1.50
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C$	= 14.17 N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_C$	= 1.20 N/mm ²
Modulo Elastico	$E_{cm} = 22000 (f_{cm} / 10)^{0.3}$	= 31480 N/mm ²

Classe di esposizione:	XC2
Diametro massimo dell'aggregato:	35 mm
Copriferro minimo:	75 mm
Contenuto minimo di cemento:	300 kg/mc
Massimo rapporto A/C:	0.60
Classe di consistenza:	S3

Nelle verifiche si farà riferimento ad un diagramma tensione-deformazione di tipo "parabola-rettangolo (a)" (§ 4.1.2.1.2.2).

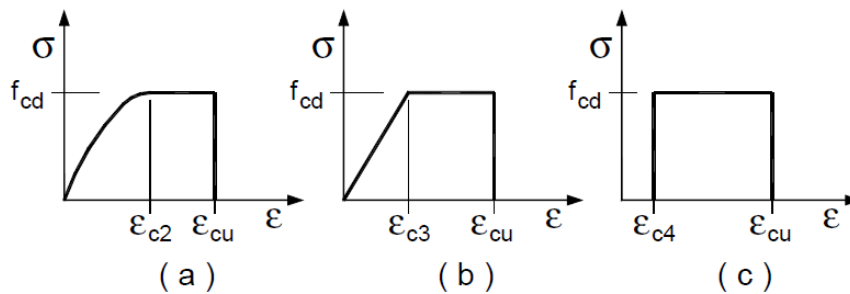


Figura 4.1.1 – Modelli σ - ϵ per il calcestruzzo

con: $\epsilon_{c2} = 0.20\%$; $\epsilon_{cu} = 0.35\%$

Acciaio da c.a. tipo B450C

Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	=	450	N/mm ²
Tensione caratteristica di rottura	f_{tk}	=	540	N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio	γ_s	=	1.15	-
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s$	=	391.30	N/mm ²
Modulo Elastico	E_s	=	210000	N/mm ²

Nelle verifiche si farà riferimento ad un diagramma tensione-deformazione di tipo "elastico perfettamente plastico (b)" (§ 4.1.2.1.2.3).

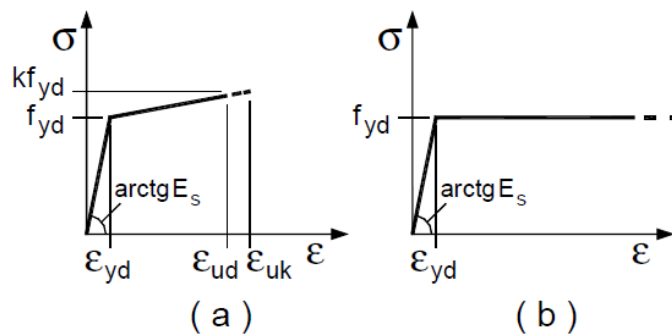


Figura 4.1.2- Modelli σ - ϵ per l'acciaio

con: $\epsilon_{yd} = 0.187\%$; $\epsilon_{ud} = 1.00\%$

7. Azioni di calcolo

Per l'opera in oggetto, le principali azioni da prendere in considerazione sono le seguenti:

- Carichi permanenti;
- Sovraccarichi sulla sede stradale;
- Spinta delle terre;
- Azioni sismiche.

7.1 Carichi permanenti

I carichi permanenti sono quelli dovuti al peso proprio della struttura e sono determinati in relazione alla geometria dell'opera adottando un p.s. del calcestruzzo pari a 25.0 kN/m³.

7.2 Sovraccarichi stradali

Nelle verifiche di stabilità dell'opera di sostegno é prassi consolidata considerare agente sulla superficie stradale un sovraccarico di esercizio cautelativo pari a 20.0 kPa.

Nelle condizioni sismiche, in accordo a quanto previsto per i ponti stradali (Tab. 5.1.VI), non si considera presente il sovraccarico sulla sede stradale ($\psi_2 = 0.00$).

7.3 Spinta delle terre

La spinta del terreno presente a tergo della struttura va considerata come carico permanente di tipo strutturale in quanto il terreno laterale interagendo con l'opera contribuisce, con le sue caratteristiche di peso, resistenza e rigidezza, al comportamento strutturale dell'opera (§6.2.3.1.1).

La valutazione delle spinte viene effettuata in riferimento al coefficiente di spinta attiva valutato mediante le formulazioni di Mononobe-Okabe, valide nell'ipotesi di superficie di scivolamento piana:

$$K = \frac{\sin^2(\psi + \phi' - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi \sin(\psi - \theta - \delta) \left[1 + \frac{\sin(\phi' + \delta) \sin(\phi' - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \sin(\psi + \beta)} \right]^2} \quad \text{per } \beta \leq \phi' - \theta$$

$$K = \frac{\sin^2(\psi + \phi' - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi \sin(\psi - \theta - \delta)} \quad \text{per } \beta > \phi' - \theta$$

dove:

ϕ' = angolo di attrito del terreno;

δ = angolo di attrito al contatto;

ψ = inclinazione paramento di monte;

β = inclinazione della superficie;

$\theta = \arctan k_h$;

k_h = coeff. accelerazione sismica orizzontale;

k_v = coeff. accelerazione sismica verticale (nelle analisi statiche è posto $k_h = k_v = 0$).

7.4 Azioni sismiche

Le azioni sismiche sono rappresentate mediante forze statiche equivalenti pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

Per le verifiche di stabilità di opere di sostegno, i valori dei coefficienti sismici di accelerazione orizzontale e verticale possono essere valutati mediante le seguenti espressioni:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{\max}}{g} \quad [7.11.6]$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h \quad [7.11.7]$$

dove:

β_m = coefficiente funzione della categoria del sottosuolo e della a_g

a_{\max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito

$$a_{\max} = S \cdot a_g = (S_S \cdot S_T) \cdot a_g \quad [7.11.8]$$

S_T, S_S = coefficienti che comprendono l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T);

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito é pari a (NTC18 - §7.11.6.2.1):

$$\beta_m = 0.38$$

Le componenti sismiche di accelerazione orizzontale e verticale sono pertanto:

$$k_h = 0.38 \cdot a_g/g \cdot S_T \cdot S_S = 0.38 \cdot 0.0717 \cdot 1.0 \cdot 1.2 = 0.033$$

$$k_v = \pm 0.50 k_h = \pm 0.50 \cdot 0.033 = \pm 0.016$$

Nelle sole verifiche a ribaltamento in condizioni sismiche tale coefficiente viene incrementato del 50%:

$$k_h = 0.38 \cdot a_g/g \cdot S_T \cdot S_S \cdot 1,5 = 0.38 \cdot 0.0717 \cdot 1.0 \cdot 1.2 \cdot 1,5 = 0.049$$

$$k_v = \pm 0.50 k_h = \pm 0.50 \cdot 0.049 = \pm 0.025$$

8. Calcolo resistenze dei pali di fondazione

Come evidenziato in precedenza, per le sezioni di muro tipo "L" ed "M", si prevede il ricorso a pali di fondazione in c.a. $\varnothing 800$ mm.

In particolare:

Sez. Tipo "L": Pali L = 12.0 m

Sez. Tipo "M": Pali L = 15.0 m

Per i predetti pali si prevede inoltre una gabbia di armatura costituita da n.22 \varnothing 22 longitudinali ed una spirale $\varnothing 12$ mm /passo 20 cm.

8.1 Portata laterale palo L=12.0 m

La valutazione della resistenza laterale $Q_{L,d}$ viene effettuata a partire dal valore caratteristico $Q_{L,k}$ calcolato tramite la determinazione della tensione di aderenza palo-terreno " $\tau_{a,k}$ " in funzione dello stato tensionale geostatico presente alle varie profondità utilizzando i parametri geotecnici caratteristici del terreno, mediante la seguente relazione:

$$\tau_{a,k} = c'_k + \sigma_{n,k} \cdot \tan \phi'_k$$

dove:

c'_k = coesione efficace del terreno;

ϕ'_k = angolo di attrito al contatto con la superficie laterale del palo;

$\sigma_{n,k} = k_s \sigma_v$ = tensione normale all'asse dei pali;

$k_s = (1.1 \div 1.2) k_o$ coefficiente per pali gettati in pressione;

σ_v = tensione geostatica verticale alle varie profondità;

z (m)	γ (kN/mc)	ϕ (°)	c (kPa)	σ_v (kPa)	u (kPa)	σ'_v (kPa)	k_o	k_s	σ_h (kPa)	τ_a (kPa)	ΔRa (kN)	Rak (kN)
0,00	19,50	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36	0,39	0,00	0,00		
1,00	19,50	40,00	0,00	19,50	10,00	9,50	0,36	0,39	3,73	3,13	3,94	3,94
2,00	19,50	40,00	0,00	39,00	20,00	19,00	0,36	0,39	7,47	6,26	11,81	15,74
3,00	19,50	40,00	0,00	58,50	30,00	28,50	0,36	0,39	11,20	9,40	19,68	35,42
4,00	19,50	40,00	0,00	78,00	40,00	38,00	0,36	0,39	14,93	12,53	27,55	62,98
5,00	19,50	40,00	0,00	97,50	50,00	47,50	0,36	0,39	18,66	15,66	35,42	98,40
6,00	19,50	40,00	0,00	117,00	60,00	57,00	0,36	0,39	22,40	18,79	43,30	141,70
7,00	19,50	40,00	0,00	136,50	70,00	66,50	0,36	0,39	26,13	21,93	51,17	192,87
8,00	19,50	40,00	0,00	156,00	80,00	76,00	0,36	0,39	29,86	25,06	59,04	251,91
9,00	19,50	40,00	0,00	175,50	90,00	85,50	0,36	0,39	33,60	28,19	66,91	318,82
10,00	19,50	40,00	0,00	195,00	100,00	95,00	0,36	0,39	37,33	31,32	74,79	393,61
11,00	27,00	56,00	150,00	222,00	110,00	112,00	0,17	0,19	21,06	181,23	267,10	660,71
12,00	27,00	56,00	150,00	249,00	120,00	129,00	0,17	0,19	24,26	185,97	461,43	1122,14

Come da tabella sopra riportata risulta: $Q_{L,k} = 1122.14 \text{ kN} \approx 1120 \text{ kN}$

Il valore caratteristico della resistenza è quindi ottenuto applicando al valore calcolato un opportuno fattore di correlazione (ξ), assunto cautelativamente pari a 1.70, come sotto riportato (§ 6.4.3.1.1):

Tab. 6.4.IV - Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

Portata laterale: $Q_{L,k} = Q_{L,cal} / \xi = 1120 / 1.70 = 658.82 \text{ kN/m}$

Alle resistenze caratteristiche determinate si applicano i coefficienti parziali γ_{R3} di norma riportati nella tabella seguente:

Tab. 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

Resistenza	Simbolo	Pali infissi	Pali trivellati	Pali ad elica continua
	γ_R	(R3)	(R3)	(R3)
Base	γ_b	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,15	1,15	1,15
Totale (*)	γ	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,25	1,25	1,25

* da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Pertanto:

Portata in compressione: $Q_{L,dc} = 658.82 / 1.15 = 572.89 \text{ kN/m}$

Portata in trazione: $Q_{L,dt} = 658.82 / 1.25 = 527.06 \text{ kN/m}$

8.2 Portata laterale palo L=15.0 m

La valutazione della resistenza laterale $Q_{L,d}$ viene effettuata a partire dal valore caratteristico $Q_{L,k}$ calcolato tramite la determinazione della tensione di aderenza palo-terreno " $\tau_{a,k}$ " in funzione dello stato tensionale geostatico presente alle varie profondità utilizzando i parametri geotecnici caratteristici del terreno, mediante la seguente relazione:

$$\tau_{a,k} = c'_k + \sigma_{n,k} \cdot \tan\phi'_k$$

dove:

c'_k = coesione efficace del terreno;

ϕ'_k = angolo di attrito al contatto con la superficie laterale del palo;

$\sigma_{n,k} = k_s \sigma_v$ = tensione normale all'asse dei pali;

$k_s = (1.1 \div 1.2) k_o$ coefficiente per pali gettati in pressione;

σ_v = tensione geostatica verticale alle varie profondità;

z (m)	γ (kN/mc)	ϕ (°)	c (kPa)	σ_v (kPa)	u (kPa)	σ'_v (kPa)	k_o	k_s	σ_h (kPa)	τ_a (kPa)	ΔPa (kN)	Rak (kN)
0,00	19,50	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36	0,39	0,00	0,00		
1,00	19,50	40,00	0,00	19,50	10,00	9,50	0,36	0,39	3,73	3,13	3,94	3,94
2,00	19,50	40,00	0,00	39,00	20,00	19,00	0,36	0,39	7,47	6,26	11,81	15,74
3,00	19,50	40,00	0,00	58,50	30,00	28,50	0,36	0,39	11,20	9,40	19,68	35,42
4,00	19,50	40,00	0,00	78,00	40,00	38,00	0,36	0,39	14,93	12,53	27,55	62,98
5,00	19,50	40,00	0,00	97,50	50,00	47,50	0,36	0,39	18,66	15,66	35,42	98,40
6,00	19,50	40,00	0,00	117,00	60,00	57,00	0,36	0,39	22,40	18,79	43,30	141,70
7,00	19,50	40,00	0,00	136,50	70,00	66,50	0,36	0,39	26,13	21,93	51,17	192,87
8,00	19,50	40,00	0,00	156,00	80,00	76,00	0,36	0,39	29,86	25,06	59,04	251,91
9,00	19,50	40,00	0,00	175,50	90,00	85,50	0,36	0,39	33,60	28,19	66,91	318,82
10,00	19,50	40,00	0,00	195,00	100,00	95,00	0,36	0,39	37,33	31,32	74,79	393,61
11,00	27,00	56,00	150,00	222,00	110,00	112,00	0,17	0,19	21,06	181,23	267,10	660,71
12,00	27,00	56,00	150,00	249,00	120,00	129,00	0,17	0,19	24,26	185,97	461,43	1122,14
13,00	27,00	56,00	150,00	276,00	130,00	146,00	0,17	0,19	27,46	190,71	473,34	1595,48
14,00	27,00	56,00	150,00	303,00	140,00	163,00	0,17	0,19	30,65	195,45	485,25	2080,73
15,00	27,00	56,00	150,00	330,00	150,00	180,00	0,17	0,19	33,85	200,19	497,16	2577,89

Come da tabella sopra riportata risulta: $Q_{L,k} = 2577.89 \text{ kN} \approx 2570 \text{ kN}$

Il valore caratteristico della resistenza è quindi ottenuto applicando al valore calcolato un opportuno fattore di correlazione (ξ), assunto cautelativamente pari a 1.70, come sotto riportato (§ 6.4.3.1.1):

Tab. 6.4.IV - Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

Portata laterale: $Q_{L,k} = Q_{L,cal} / \xi = 2570 / 1.70 = 1511.77 \text{ kN/m}$

Alle resistenze caratteristiche determinate si applicano i coefficienti parziali γ_{R3} di norma riportati nella tabella seguente:

Tab. 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

Resistenza	Simbolo	Pali infissi	Pali trivellati	Pali ad elica continua
	γ_R	(R3)	(R3)	(R3)
Base	γ_b	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,15	1,15	1,15
Totale (*)	γ	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,25	1,25	1,25

* da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Pertanto:

Portata in compressione: $Q_{L,dc} = 1511.77 / 1.15 = 1314.60$ kN/m

Portata in trazione: $Q_{L,dt} = 1511.77 / 1.25 = 1209.42$ kN/m

8.3 Portata alla base

Per la valutazione del carico limite alla base del singolo palo, tenendo conto che questo dovrebbe risultare immerso nel substrato roccioso, si è fatto riferimento ad un valore cautelativo della resistenza a compressione della roccia $C_o = 10.00$ MPa, ottenendo:

$$Q_P = C_o \cdot A_P = 5000 \text{ kN}$$

Il valore caratteristico della resistenza è quindi ottenuto applicando al valore calcolato un opportuno fattore di correlazione (ξ), assunto cautelativamente pari a 1.70, come sotto riportato (§ 6.4.3.1.1):

Tab. 6.4.IV - Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

$$Q_{B,k} = Q_{B,cal} / \xi = 5000 / 1.70 = 2941.18 \text{ kN/m}$$

Alle resistenze caratteristiche determinate si applicano i coefficienti parziali γ_{R3} di norma riportati nella tabella seguente:

Tab. 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

Resistenza	Simbolo	Pali infissi	Pali trivellati	Pali ad elica continua
	γ_R	(R3)	(R3)	(R3)
Base	γ_b	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,15	1,15	1,15
Totale (*)	γ	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,25	1,25	1,25

* da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

$$Q_{B,d} = 2941.18 / 1.35 = 2178.65 \text{ kN/m}$$

8.4 Resistenza per carichi trasversali

La capacità portante per carichi trasversali viene valutata mediante le note espressioni di Broms (1964) seguenti:

Palo corto:
$$H = 1.5 k_p \gamma d^3 \left(\frac{L}{d} \right)^2$$

Palo intermedio:
$$H = \frac{1}{2} k_p \gamma d^3 \left(\frac{L}{d} \right)^2 + \frac{M_y}{L}$$

Palo lungo:
$$H = k_p \gamma d^3 \sqrt[3]{\left(3.676 \frac{M_y}{k_p \gamma d^4} \right)^2}$$

dove:

- H Carico limite orizzontale
- L Lunghezza del palo
- d Diametro del palo
- M_y Momento di plasticizzazione della sezione
- γ Peso per unità di volume del terreno
- k_p Coefficiente di spinta passiva del terreno

Nel caso specifico dei pali in oggetto, essendo $L \gg D$ (palo lungo), si valutano:

$$\begin{aligned}
 d &= 0.80 \text{ m} \\
 M_y &= 896 \text{ kNm} \\
 \gamma &= 19.50 \text{ kN/m}^3 \\
 k_p &= 12.00 \\
 H &= 1266 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Il valore caratteristico della resistenza è quindi ottenuto applicando al valore calcolato un opportuno fattore di correlazione (ξ), assunto cautelativamente pari a 1.70, come sotto riportato (§ 6.4.3.1.1):

$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\xi_3}, \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

Tab. 6.4.IV - Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

$$R_{H,k} = R_{H,cal} / \xi = 1266 / 1.70 = 744.70 \text{ kN}$$

Il valore di progetto $R_{H,d}$ della resistenza si ottiene infine a partire dal predetto valore caratteristico $R_{H,k}$ applicandovi un coefficiente parziale $\gamma_T = 1.30$, in accordo alla tabella seguente.

Tab. 6.4.VI - Coefficiente parziale γ_T per le verifiche agli stati limite ultimi di pali soggetti a carichi trasversali

Coefficiente parziale (R3)
$\gamma_T = 1,3$

$$R_{H,d} = R_{H,k} / \gamma_T = 744.70 / 1.30 = 572.85 \text{ kN} \cong 570 \text{ kN}$$

9. Verifiche a scorrimento, ribaltamento e capacità portante

Nel seguito sono riportati i risultati delle verifiche a scorrimento sul piano fondazione, a ribaltamento e a collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno.

Le suddette verifiche sono eseguite secondo l'approccio di verifica 2, secondo la combinazione A1+M1+R3 (§ 6.5.3.1.1).

Non si é considerata alcuna resistenza passiva attribuibile al terreno antistante la fondazione del muro.

Le verifiche consistono nel verificare, in tutti i casi, il soddisfacimento della seguente espressione:

$$E_d \leq R_d$$

dove:

E_d = Valore dell'azione di calcolo agente;

R_d = Valore della corrispondente Resistenza di calcolo.

Nelle *verifiche a scorrimento*:

E_d = azione tagliante complessiva sul piano di fondazione;

R_d = valore della resistenza a scorrimento disponibile sul piano di fondazione.

Nelle *verifiche a ribaltamento*:

E_d = momento ribaltante (M_{RIB}) rispetto all'estremo di valle della fondazione;

R_d = momento stabilizzante (M_{STAB}) rispetto allo stesso punto.

Nelle *verifiche di capacità portante*:

E_d = componente verticale della risultante di carico agente sul piano di fondazione;

R_d = capacità portante limite del complesso fondazione – terreno.

Le tabelle seguenti riassumono i coefficienti parziali di riferimento (6.2.I, 6.2.II) utilizzati nelle analisi.

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(4)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽⁴⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1}

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coazione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_Y	γ_Y	1,0	1,0

I valori della resistenza *di progetto* " R_d " si determinano mediante l'applicazione di un coefficiente di sicurezza " γ_R " desunto dalle specifiche tabelle per le opere di sostegno.

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R$$

Tab. 6.5.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di muri di sostegno

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$
Ribaltamento	$\gamma_R = 1,15$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,4$

Condizioni Statiche

Tab. 7.11.III - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche degli stati limite (SLV) dei muri di sostegno.

Verifica	Coefficiente parziale γ_R
Carico limite	1.2
Scorrimento	1.0
Ribaltamento	1.0
Resistenza del terreno a valle	1.2

Condizioni Sismiche

9.1 Metodo di calcolo

Le elaborazioni numeriche riportate nel presente capitolo sono effettuate mediante l'ausilio del codice di calcolo MB Muro Rev. 3.03.

Il programma in oggetto è specificatamente progettato per eseguire le verifiche di stabilità delle opere di sostegno rigide, sia in condizioni statiche che sismiche, secondo quanto prescritto dal D.M. 17.01.2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni" (NTC 18).

L'affidabilità del codice di calcolo è documentata dalla validazione fornita in dotazione al software ed è supportata, in fase di output, da una dettagliata ed esauriente rappresentazione dei risultati ottenuti dal calcolo, che ne consente un rapido controllo.

Sono visualizzabili nel dettaglio tutti i calcoli effettuati, corredati delle relative espressioni utilizzate. Trattandosi in particolare di calcoli che comportano semplici operazioni, quali somme e moltiplicazioni, tutti i dettagli del calcolo possono essere agevolmente verificati e riprodotti mediante calcolo "a mano" o mediante l'uso di semplici fogli di calcolo elettronico.

Il software inoltre è dotato di strumenti di controllo dei dati di input, che vanno dalla verifica delle caratteristiche geometriche al controllo della congruenza dei dati impostati, volti a verificare ed evidenziare, in fase di input e di elaborazione, eventuali valori non coerenti dei dati, il cui utilizzo potrebbe compromettere la corretta elaborazione dei risultati.

Altra particolare facilitazione è rappresentata dalla visualizzazione grafica, in tempo reale, della geometria, delle azioni di calcolo applicate nelle varie combinazioni di carico, e dei risultati specifici per ciascuna combinazione. Tutte caratteristiche che consentono di avere sempre costantemente sotto controllo l'evoluzione dell'analisi, dall'inserimento dei dati al calcolo e visualizzazione dei risultati.

Assegnati la geometria dell'opera, le caratteristiche geotecniche e il profilo degli strati di terreno presenti a tergo ed in fondazione alla stessa, gli eventuali carichi esterni aggiuntivi ed i parametri sismici del sito, il codice di calcolo determina l'entità delle pressioni e delle relative spinte trasmesse alla struttura dal terreno e dal sisma (ai fini della verifica delle condizioni di stabilità sia nei confronti di eventuali scorrimenti dell'opera sul piano di fondazione, sia per eventuali ribaltamenti della stessa), nonché le risultanti sul piano di fondazione (ai fini della verifica di capacità portante).

Le spinte del terreno vengono calcolate, sia nelle condizioni statiche che sismiche, con riferimento al coefficiente di spinta attiva determinato in accordo alle formulazioni di Mononobe-Okabe, precedentemente richiamate.

Nelle Condizioni Statiche é prevista l'applicazione dei coefficienti parziali delle colonna A1 sulle azioni, i coefficienti parziali della colonna M1 sui parametri geotecnici ed i coefficienti globali " γ_R " indicati nella colonna R3.

Le spinte del terreno sull'opera sono calcolate utilizzando i parametri geotecnici caratteristici (γ_{M1}); come previsto dalla norma (§6.2.4.1.1) tali spinte sono da intendersi come carichi permanenti di tipo strutturale sfavorevoli, pertanto il relativo coefficiente di combinazione (γ_F) è pari a 1.3 (A1).

Nelle Condizioni Sismiche la combinazione delle azioni prevede l'applicazione delle azioni sismiche in concomitanza con le spinte del terreno e i carichi permanenti non incrementati ($\gamma_G=1.0$) e con le eventuali azioni variabili moltiplicate per il relativo coefficiente di partecipazione sismica (ψ_2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad [2.5.5]$$

Come previsto dalla normativa (§7.11.1), i valori dei parametri geotecnici di calcolo sono gli stessi utilizzati per le verifiche in condizioni statiche (colonna M1).

Nelle **verifiche a scorrimento** l'azione " E_d " è rappresentata dal valore della azione di scorrimento di calcolo " V_{sd} " agente sul piano di fondazione, mentre " R_d " viene calcolata come:

$$R_d = \frac{N_{sd} \cdot \operatorname{tg}(\delta_d) + c_{a,d} \cdot B}{\gamma_R}$$

dove:

- N_{sd} = valore dell'azione verticale agente sul piano di fondazione;
- δ_d = angolo di attrito di calcolo all'interfaccia fondazione-terreno;
- $c_{a,d}$ = coesione di aderenza all'interfaccia fondazione-terreno;
- B = Larghezza della fondazione.

Nelle **verifiche a ribaltamento**, l'azione " E_d " è rappresentata dal valore del *momento ribaltante* " M_{rib} " calcolato rispetto all'estremo di valle della fondazione, che è il punto attorno al quale avviene il ribaltamento, mentre " R_d " è rappresentato dal valore del momento stabilizzante rispetto allo stesso punto.

$$E_d = M_{RIB} \qquad R_d = \frac{M_{STAB}}{\gamma_R}$$

Nella determinazione del momento ribaltante rientrano in generale le spinte del terreno, dell'eventuale acqua di falda e le azioni sismiche orizzontali applicate alle masse strutturali dell'opera e alle masse di terreno eventualmente gravanti sull'opera.

Il momento stabilizzante è invece determinato, in generale, dai pesi propri del muro, delle eventuali masse di terreno presenti su di esso e dalle componenti sismiche verticali applicate a questi (è da evidenziare che, nel caso di sisma rivolto verso l'alto, le componenti sismiche verticali determinano un "alleggerimento" delle masse in gioco; tali azioni sono quindi considerate come riduzione del momento stabilizzante e non come incremento del momento ribaltante).

Nelle **verifiche di capacità portante**, l'azione " E_d " è rappresentata dal valore della azione verticale di calcolo " N_{sd} " agente sul piano di fondazione, mentre la resistenza " R_d " viene calcolata come:

$$R_d = \frac{(q_{lim} \cdot B)}{\gamma_R}$$

dove:

B = larghezza dell'area effettiva di carico sul piano di fondazione rispetto alla quale la risultante verticale sul piano di fondazione è centrata;

q_{lim} = pressione unitaria limite che determina la rottura del terreno di fondazione

Per *Pressione Unitaria Limite* (q_{lim}) si intende la massima pressione (kPa) applicabile sul piano di fondazione prima che si instaurino fenomeni di collasso per superamento della resistenza al taglio del terreno di fondazione stesso.

In condizioni statiche la valutazione della pressione limite viene effettuata mediante la nota espressione di **Brinch-Hansen** (1970) che costituisce un'estensione dell'equazione di *Buisman* (1935) e *Terzaghi* (1943), ottenuta per sovrapposizione di soluzioni relative a casi particolari.

$$q_{lim} = \frac{1}{2} \gamma' B N_{\gamma} s_{\gamma} i_{\gamma} b_{\gamma} g_{\gamma} + c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q' N_q s_q d_q i_q b_q g_q$$

nella quale:

- γ = Peso specifico naturale "efficace" del terreno immediatamente al di sotto del piano di fondazione;
- B = Larghezza dell'area effettiva di carico sul piano di fondazione;
- c' = Coesione attribuibile al terreno di fondazione;
- q' = Sovraccarico di terreno eventualmente presente ai lati della fondazione;
- $N_\gamma N_c N_q$ = fattori di capacità portante dipendenti dall'angolo di attrito del terreno;
- $s_\gamma s_c s_q$ = fattori di forma della fondazione;
- $i_\gamma i_c i_q$ = Fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del carico;
- $b_\gamma b_c b_q$ = Fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano di fondazione;
- $g_\gamma g_c g_q$ = Fattori correttivi che tengono conto dell'inclinazione del piano campagna;
- $d_c d_q$ = Fattori dipendenti dalla profondità del piano di posa della fondazione.

La larghezza "B" effettiva equivalente di carico da considerare è quella rispetto alla quale la risultante di carico risulta essere centrata; se "B_R" è la larghezza reale della fondazione ed "e" è l'eccentricità del carico, essa risulta pari a:

$$B = B_R - 2e$$

I fattori di capacità portante " N_γ , N_c , N_q " sono dati in funzione dell'angolo di attrito interno del terreno presente al di sotto del piano di fondazione:

$$N_q = e^{(\pi \tan \phi')} \tan^2 \left(45 + \frac{\phi'}{2} \right) \quad \text{Meyerhof (1951)}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot g \phi' \quad \text{Meyerhof (1951)}$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi' \quad \text{Vésic (1975)}$$

I coefficienti " s_γ , s_c , s_q " consentono di ottenere la soluzione nel caso di fondazioni a pianta rettangolare di larghezza "B" ed estensione "L"; essi sono valutati mediante le seguenti espressioni:

$$s_\gamma = 1 + 0.1 (B/L) (1 + \sin \phi') / (1 - \sin \phi')$$

$$s_q = s_\gamma$$

$$s_c = 1 + 0.2 (B/L) (1 + \sin \phi') / (1 - \sin \phi')$$

Il coefficiente " d_q " permette di tenere conto dell'approfondimento relativo "D" del piano di posa della fondazione rispetto al piano campagna:

- per valori di approfondimento $D \leq B$, esso viene determinato come:

$$d_q = 1 + 2 (D/B) \operatorname{tg} \phi' (1 - \sin \phi')^2$$

- per valori di approfondimento $D > B$:

$$d_q = 1 + 2 \operatorname{tg} \phi' (1 - \sin \phi')^2 \tan^{-1}(D/B)$$

Il valore di " d_c " può essere ricavato secondo *Vesic* (1973) come:

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \operatorname{tg} \phi')$$

A favore di sicurezza, nei calcoli svolti si trascurano tali contributi adottando valori dei suddetti coefficienti correttivi pari all'unità.

I coefficienti " i_γ , i_c , i_q " tengono conto dell'effetto dell'inclinazione della risultante di carico presente sul piano di fondazione; per la loro valutazione sono utilizzate le seguenti espressioni (*Vesic*, 1970):

$$i_\gamma = [1 - H/(N+B \cdot L \cdot c' \cdot \cot \phi')]^{(m+1)}$$

$$i_q = [1 - H/(N+B \cdot L \cdot c' \cdot \cot \phi')]^{(m)}$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q)/(N_c \cdot \tan \phi')$$

dove: $m = (2+B/L)/(1+B/L)$;

B, L sono le dimensioni in pianta della fondazione;

N = componente verticale di carico;

H = componente orizzontale di carico.

Non essendo previsti piani di fondazione inclinati, i coefficienti " b_γ , b_c , b_q " vengono in questo caso assunti pari all'unità; analoghe considerazioni si possono effettuare anche per i coefficienti " g_γ , g_c , g_q ".

Nelle condizioni sismiche la determinazione della capacità portante del terreno di fondazione é ancora effettuata mediante l'utilizzo della espressione di Brinch-Hansen, applicando a ciascuno dei termini componenti il relativo fattore riduttivo "z" atto a tenere conto degli effetti inerziali (Paolucci e Pecker - 1997):

$$q_{lim} = \frac{1}{2} \gamma' B N_{\gamma} s_{\gamma} i_{\gamma} b_{\gamma} g_{\gamma} z_{\gamma} + c' N_c s_c d_c i_c b_c g_c z_c + q' N_q s_q d_q i_q b_q g_q z_q$$

dove: $z_q = z_{\gamma} = \left(1 - \frac{k_h}{\text{tg}\varphi}\right)^{0,35}$ $z_c = 1 - 0,32k_h$ $k_h = \frac{S \cdot a_g}{g}$

Nelle suddette espressioni "S·a_g" è l'accelerazione massima attesa al sito e comprende gli effetti di amplificazione stratigrafica (S_s) e topografica (S_T), mentre "a_g" è l'accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido.

9.2 Risultati e verifiche

Nelle pagine seguenti, in riferimento alle sezioni tipo rappresentative del muro in oggetto, si riportano le schede di sintesi dei risultati delle verifiche effettuate per tutte le combinazioni di carico di norma (In calce alla presente relazione sono allegate le schede di dettaglio relative).

Nei calcoli non si é considerata la resistenza passiva del terreno di valle posto in affiancamento alla fondazione.

Dal momento che le sezioni dalla "tipo A" fino alla "tipo F" sono caratterizzate dalla stessa tipologia di carpenteria e di fondazione, per brevità di esposizione nella presente relazione si espongono soltanto i risultati relativi alla sezione "tipo A" che risulta essere quella più rappresentativa in quanto maggiormente sollecitata.

Da evidenziare inoltre che, per le sezioni tipo "L" ed "M", per le quali sono previsti pali di fondazione in c.a. $\varnothing 800$ mm, le spinte del terreno sono cautelativamente calcolate in condizioni ko.

Il codice di calcolo utilizzato prevede la possibilità di eseguire le verifiche per le seguenti combinazioni di carico:

1	Statica	(A1 +M1+R3)	
2	Statica	(A2 +M2+R2)	
3	Statica	(EQU+M1+R3)	(*)Non pertinente per NTC18
4	Sisma Su	(M1+R3)	
5	Sisma Giu	(M1+R3)	
6	Sisma Su	(M2+R2)	(*)Non pertinente per NTC18
7	Sisma Giu	(M2+R2)	(*)Non pertinente per NTC18
8	Sisma Su	RIB (M1+R3)	
9	Sisma Giu	RIB (M1+R3)	

In relazione alla normativa adottata (NTC18) non sono eseguite le verifiche per le combinazioni 3, 6 e 7 che sono combinazioni previste dalla precedente normativa (NTC08).

E' inoltre da evidenziare che:

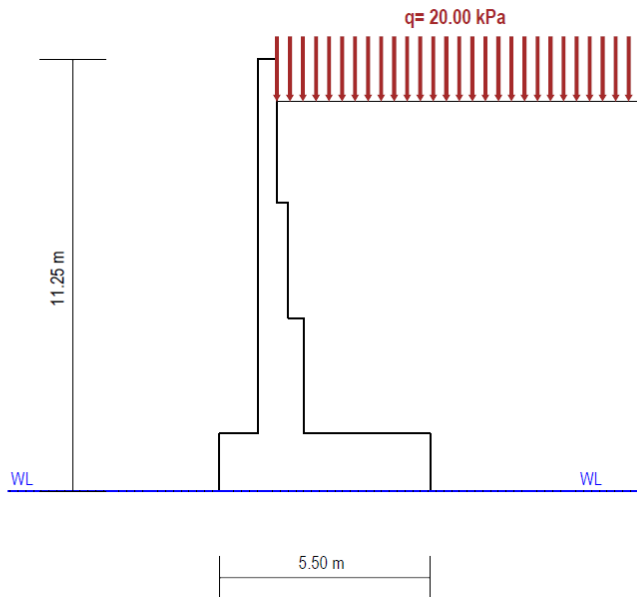
- la combinazione n. 2 (A2+M2+R2) riguarda la sola verifica di stabilità globale dell'insieme opera/terreno (NTC18 - §6.5.3.1.1);
- le combinazioni n. 8 e 9, sismiche RIB (M1+R3), riguardano la sola verifica a ribaltamento eseguita con le azioni sismiche maggiorate del 50%, come imposto dalla normativa (NTC18 - §7.11.6.2.1);
- per diretta conseguenza le combinazioni 4 e 5 sismiche (M1+R3) riguardano invece le sole verifiche a scorrimento e di capacità portante con l'azione sismica di progetto non maggiorata.

SEZIONE TIPO A

SINTESI DEI RISULTATI

***** V E R I F I C H E *****					
SCORRIMENTO					
		Az. (Ed)	Res. (Rd)	fs	chk
NC Descrizione		[kN]	[kN]	[-]	
1 Statica (A1 +M1+R3)		322.06	542.56	1.68	ok
4 Sisma Su (M1+R3)		248.77	562.84	2.26	ok
5 Sisma Giu (M1+R3)		255.33	581.36	2.28	ok
8 Sisma Su RIB (M1+R3)		--	--	--	--
9 Sisma Giu RIB (M1+R3)		--	--	--	--
RIBALTAMENTO					
		Az. (Ed)	Res. (Rd)	fs	chk
NC Descrizione		[kNm]	[kNm]	[-]	
1 Statica (A1 +M1+R3)		351.51	2755.11	7.84	ok
4 Sisma Su (M1+R3)		--	--	--	--
5 Sisma Giu (M1+R3)		--	--	--	--
8 Sisma Su RIB (M1+R3)		418.97	3090.91	7.38	ok
9 Sisma Giu RIB (M1+R3)		426.60	3245.85	7.61	ok
CAPACITA' PORTANTE					
		Az. (Ed)	Res. (Rd)	fs	chk
NC Descrizione		[kN]	[kN]	[-]	
1 Statica (A1 +M1+R3)		1187.68	3233.77	2.72	ok
4 Sisma Su (M1+R3)		1120.06	4855.37	4.33	ok
5 Sisma Giu (M1+R3)		1156.91	4903.93	4.24	ok
8 Sisma Su RIB (M1+R3)		--	--	--	--
9 Sisma Giu RIB (M1+R3)		--	--	--	--

MB Muro Rev 3.03

PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO A
GEOMETRIA E DATI GENERALI DI INPUT
STRATI DI MONTE
STRATO N.1
 G = 20.00 kNm³
 $\phi' = 38.00^\circ$
 $c' = 0.00$ kNm²

STRATO FONDAZIONE

 G = 19.50 kNm³
 $\phi' = 40.00^\circ$
 $c' = 0.00$ kNm²
TABELLA DI SINTESI DELLE VERIFICHE

SCORRIMENTO					CAPACITA' PORTANTE				
	Az. (Ed)	Res. (Rd)	fs	chk		Az. (Ed)	Res. (Rd)	fs	chk
NC Descrizione	[kN]	[kN]	[-]		NC Descrizione	[kN]	[kN]	[-]	
1 Statica (A1 +M1+R3)	322.06	542.56	1.68	ok	1 Statica (A1 +M1+R3)	1187.68	3233.77	2.72	ok
4 Sisma Su (M1+R3)	248.77	562.84	2.26	ok	4 Sisma Su (M1+R3)	1120.06	4855.37	4.33	ok
5 Sisma Giu (M1+R3)	255.33	581.36	2.28	ok	5 Sisma Giu (M1+R3)	1156.91	4903.93	4.24	ok
8 Sisma Su RIB (M1+R3)	--	--	--	--	8 Sisma Su RIB (M1+R3)	--	--	--	--
9 Sisma Giu RIB (M1+R3)	--	--	--	--	9 Sisma Giu RIB (M1+R3)	--	--	--	--

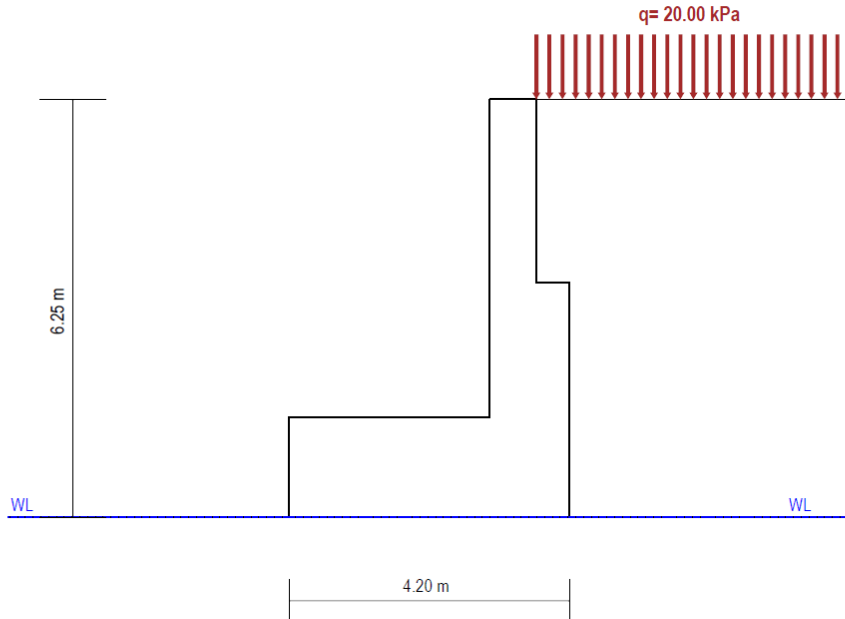
RIBALTAMENTO				
	Az. (Ed)	Res. (Rd)	fs	chk
NC Descrizione	[kNm]	[kNm]	[-]	
1 Statica (A1 +M1+R3)	351.51	2755.11	7.84	ok
4 Sisma Su (M1+R3)	--	--	--	--
5 Sisma Giu (M1+R3)	--	--	--	--
8 Sisma Su RIB (M1+R3)	418.97	3090.91	7.38	ok
9 Sisma Giu RIB (M1+R3)	426.60	3245.85	7.61	ok

SEZIONE TIPO H

SINTESI DEI RISULTATI

**** V E R I F I C H E ****					
SCORRIMENTO					
		Az. (Ed)	Res. (Rd)	fs	chk
NC Descrizione		[kN]	[kN]	[-]	
1 Statica (A1 +M1+R3)		136.23	163.39	1.20	ok
4 Sisma Su (M1+R3)		91.08	164.29	1.80	ok
5 Sisma Giu (M1+R3)		93.56	169.69	1.81	ok
8 Sisma Su RIB (M1+R3)		--	--	--	--
9 Sisma Giu RIB (M1+R3)		--	--	--	--
RIBALTAMENTO					
		Az. (Ed)	Res. (Rd)	fs	chk
NC Descrizione		[kNm]	[kNm]	[-]	
1 Statica (A1 +M1+R3)		51.05	710.08	13.91	ok
4 Sisma Su (M1+R3)		--	--	--	--
5 Sisma Giu (M1+R3)		--	--	--	--
8 Sisma Su RIB (M1+R3)		39.13	796.63	20.36	ok
9 Sisma Giu RIB (M1+R3)		39.48	836.56	21.19	ok
CAPACITA' PORTANTE					
		Az. (Ed)	Res. (Rd)	fs	chk
NC Descrizione		[kN]	[kN]	[-]	
1 Statica (A1 +M1+R3)		357.65	1494.61	4.18	ok
4 Sisma Su (M1+R3)		326.95	2097.80	6.42	ok
5 Sisma Giu (M1+R3)		337.68	2104.33	6.23	ok
8 Sisma Su RIB (M1+R3)		--	--	--	--
9 Sisma Giu RIB (M1+R3)		--	--	--	--

MB Muro Rev 3.03

PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO H
GEOMETRIA E DATI GENERALI DI INPUT
STRATI DI MONTE
STRATO N.1
 G = 20.00 kNm³
 $\phi' = 38.00^\circ$
 $c' = 0.00$ kNm²

STRATO FONDAZIONE

 G = 19.50 kNm³
 $\phi' = 40.00^\circ$
 $c' = 0.00$ kNm²
TABELLA DI SINTESI DELLE VERIFICHE

SCORRIMENTO					CAPACITA' PORTANTE				
	Az. (Ed)	Res. (Rd)	fs	chk		Az. (Ed)	Res. (Rd)	fs	chk
NC Descrizione	[kN]	[kN]	[-]		NC Descrizione	[kN]	[kN]	[-]	
1 Statica (A1 +M1+R3)	136.23	163.39	1.20	ok	1 Statica (A1 +M1+R3)	357.65	1494.61	4.18	ok
4 Sisma Su (M1+R3)	91.08	164.29	1.80	ok	4 Sisma Su (M1+R3)	326.95	2097.80	6.42	ok
5 Sisma Giu (M1+R3)	93.56	169.69	1.81	ok	5 Sisma Giu (M1+R3)	337.68	2104.33	6.23	ok
8 Sisma Su RIB (M1+R3)	--	--	--	--	8 Sisma Su RIB (M1+R3)	--	--	--	--
9 Sisma Giu RIB (M1+R3)	--	--	--	--	9 Sisma Giu RIB (M1+R3)	--	--	--	--

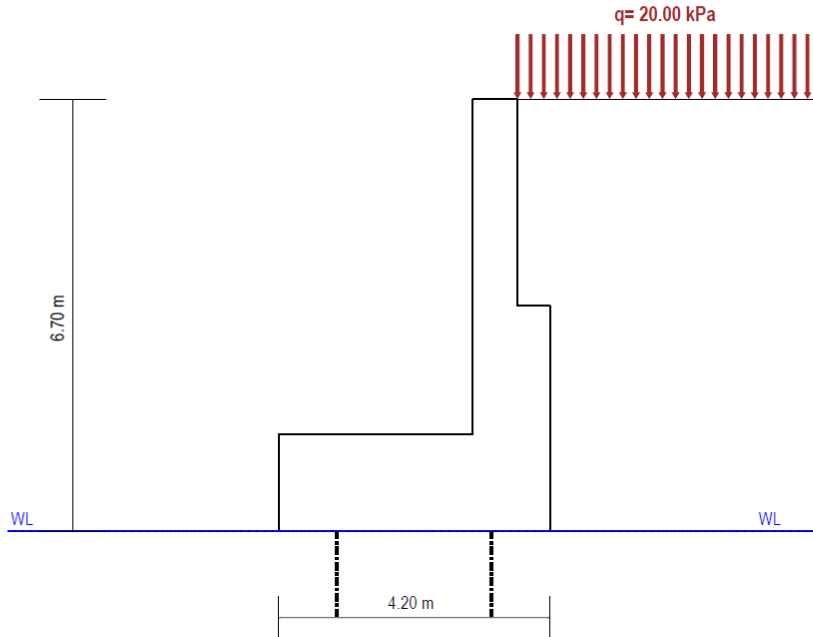
RIBALTAMENTO				
	Az. (Ed)	Res. (Rd)	fs	chk
NC Descrizione	[kNm]	[kNm]	[-]	
1 Statica (A1 +M1+R3)	51.05	710.08	13.91	ok
4 Sisma Su (M1+R3)	--	--	--	--
5 Sisma Giu (M1+R3)	--	--	--	--
8 Sisma Su RIB (M1+R3)	39.13	796.63	20.36	ok
9 Sisma Giu RIB (M1+R3)	39.48	836.56	21.19	ok

SEZIONE TIPO L

SINTESI DEI RISULTATI

**** V E R I F I C H E ****					
SCORRIMENTO (VERIFICA PALI)					
		Az. (Ed)	Res. (Rd)	fs	chk
NC Descrizione		[kN]	[kN]	[-]	
1 Statica (A1 +M1+R3)		301.54	458.28	1.52	ok
4 Sisma Su (M1+R3)		272.69	458.28	1.68	ok
5 Sisma Giu (M1+R3)		279.33	458.28	1.64	ok
RIBALTAMENTO					
		Az. (Ed)	Res. (Rd)	fs	chk
NC Descrizione		[kNm]	[kNm]	[-]	
1 Statica (A1 +M1+R3)		759.70	1192.82	1.57	ok
4 Sisma Su (M1+R3)		694.51	1195.82	1.72	ok
5 Sisma Giu (M1+R3)		716.75	1297.98	1.81	ok
CAPACITA' PORTANTE (PALI VALLE)					
		Az. (Ed)	Res. (Rd)	fs	chk
NC Descrizione		[kN]	[kN]	[-]	
1 Statica (A1 +M1+R3)		944.90	2751.54	2.91	ok
4 Sisma Su (M1+R3)		870.38	2751.54	3.16	ok
5 Sisma Giu (M1+R3)		906.76	2751.54	3.03	ok
CAPACITA' PORTANTE (PALI MONTE)					
		Az. (Ed)	Res. (Rd)	fs	chk
NC Descrizione		[kN]	[kN]	[-]	
1 Statica (A1 +M1+R3)		-181.15	527.06	2.91	ok
4 Sisma Su (M1+R3)		-139.47	527.06	3.78	ok
5 Sisma Giu (M1+R3)		-110.17	527.06	4.78	ok

MB Muro Rev 3.03

PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO L
GEOMETRIA E DATI GENERALI DI INPUT
STRATI DI MONTE
STRATO N.1
 G = 20.00 kNm³
 $\phi' = 38.00^\circ$
 $c' = 0.00$ kNm²

STRATO FONDAZIONE

 G = 19.50 kNm³
 $\phi' = 40.00^\circ$
 $c' = 0.00$ kNm²
TABELLA DI SINTESI DELLE VERIFICHE

SCORRIMENTO (VERIFICA PALI)					CAPACITA' PORTANTE (PALI VALLE)				
	Az. (Ed)	Res. (Rd)	fs	chk		Az. (Ed)	Res. (Rd)	fs	chk
NC Descrizione	[kN]	[kN]	[-]		NC Descrizione	[kN]	[kN]	[-]	
1 Statica (A1 +M1+R3)	301.54	458.28	1.52	ok	1 Statica (A1 +M1+R3)	944.90	2751.54	2.91	ok
4 Sisma Su (M1+R3)	272.69	458.28	1.68	ok	4 Sisma Su (M1+R3)	870.38	2751.54	3.16	ok
5 Sisma Giu (M1+R3)	279.33	458.28	1.64	ok	5 Sisma Giu (M1+R3)	906.76	2751.54	3.03	ok

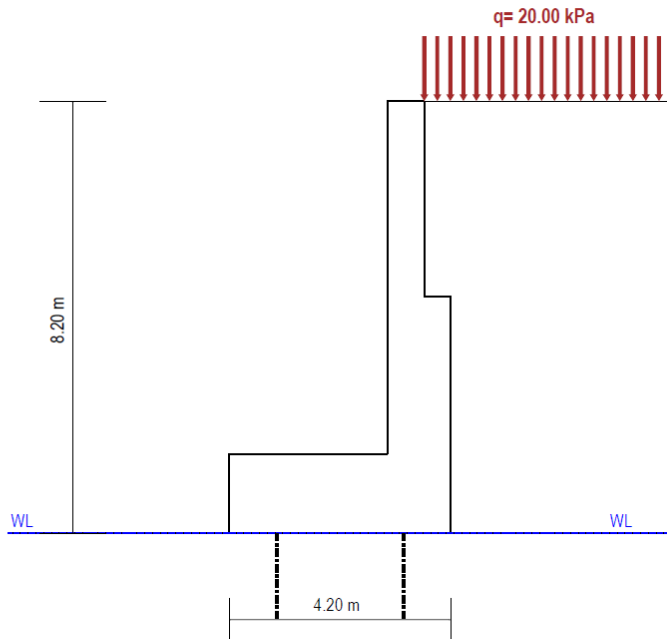
RIBALTAMENTO					CAPACITA' PORTANTE (PALI MONTE)				
	Az. (Ed)	Res. (Rd)	fs	chk		Az. (Ed)	Res. (Rd)	fs	chk
NC Descrizione	[kNm]	[kNm]	[-]		NC Descrizione	[kN]	[kN]	[-]	
1 Statica (A1 +M1+R3)	759.70	1192.82	1.57	ok	1 Statica (A1 +M1+R3)	-181.15	527.06	2.91	ok
4 Sisma Su (M1+R3)	694.51	1195.82	1.72	ok	4 Sisma Su (M1+R3)	-139.47	527.06	3.78	ok
5 Sisma Giu (M1+R3)	716.75	1297.98	1.81	ok	5 Sisma Giu (M1+R3)	-110.17	527.06	4.78	ok

SEZIONE TIPO M

SINTESI DEI RISULTATI

**** V E R I F I C H E ****					
SCORRIMENTO (VERIFICA PALI)					
		Az. (Ed)	Res. (Rd)	fs	chk
NC Descrizione		[kN]	[kN]	[-]	
1 Statica (A1 +M1+R3)		430.51	458.28	1.06	ok
4 Sisma Su (M1+R3)		399.14	458.28	1.15	ok
5 Sisma Giu (M1+R3)		409.09	458.28	1.12	ok
RIBALTAMENTO					
		Az. (Ed)	Res. (Rd)	fs	chk
NC Descrizione		[kNm]	[kNm]	[-]	
1 Statica (A1 +M1+R3)		1305.93	1576.41	1.21	ok
4 Sisma Su (M1+R3)		1249.10	1559.22	1.25	ok
5 Sisma Giu (M1+R3)		1289.88	1666.47	1.29	ok
CAPACITA' PORTANTE (PALI VALLE)					
		Az. (Ed)	Res. (Rd)	fs	chk
NC Descrizione		[kN]	[kN]	[-]	
1 Statica (A1 +M1+R3)		1500.67	3493.23	2.33	ok
4 Sisma Su (M1+R3)		1435.44	3493.23	2.43	ok
5 Sisma Giu (M1+R3)		1489.99	3493.23	2.34	ok
CAPACITA' PORTANTE (PALI MONTE)					
		Az. (Ed)	Res. (Rd)	fs	chk
NC Descrizione		[kN]	[kN]	[-]	
1 Statica (A1 +M1+R3)		-627.54	1209.42	1.93	ok
4 Sisma Su (M1+R3)		-599.86	1209.42	2.02	ok
5 Sisma Giu (M1+R3)		-579.32	1209.42	2.09	ok

MB Muro Rev 3.03

PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO M
GEOMETRIA E DATI GENERALI DI INPUT
STRATI DI MONTE
STRATO N.1
 G = 20.00 kNm³
 $\phi' = 38.00^\circ$
 $c' = 0.00$ kNm²

STRATO FONDAZIONE

 G = 19.50 kNm³
 $\phi' = 40.00^\circ$
 $c' = 0.00$ kNm²
TABELLA DI SINTESI DELLE VERIFICHE

SCORRIMENTO (VERIFICA PALI)					CAPACITA' PORTANTE (PALI VALLE)				
	Az. (Ed)	Res. (Rd)	fs	chk		Az. (Ed)	Res. (Rd)	fs	chk
NC Descrizione	[kN]	[kN]	[-]		NC Descrizione	[kN]	[kN]	[-]	
1 Statica (A1 +M1+R3)	430.51	458.28	1.06	ok	1 Statica (A1 +M1+R3)	1500.67	3493.23	2.33	ok
4 Sisma Su (M1+R3)	399.14	458.28	1.15	ok	4 Sisma Su (M1+R3)	1435.44	3493.23	2.43	ok
5 Sisma Giu (M1+R3)	409.09	458.28	1.12	ok	5 Sisma Giu (M1+R3)	1489.99	3493.23	2.34	ok
RIBALTAMENTO					CAPACITA' PORTANTE (PALI MONTE)				
	Az. (Ed)	Res. (Rd)	fs	chk		Az. (Ed)	Res. (Rd)	fs	chk
NC Descrizione	[kNm]	[kNm]	[-]		NC Descrizione	[kN]	[kN]	[-]	
1 Statica (A1 +M1+R3)	1305.93	1576.41	1.21	ok	1 Statica (A1 +M1+R3)	-627.54	1209.42	1.93	ok
4 Sisma Su (M1+R3)	1249.10	1559.22	1.25	ok	4 Sisma Su (M1+R3)	-599.86	1209.42	2.02	ok
5 Sisma Giu (M1+R3)	1289.88	1666.47	1.29	ok	5 Sisma Giu (M1+R3)	-579.32	1209.42	2.09	ok

10. Stabilità globale dell'insieme terreno-opera

Le verifiche in oggetto sono effettuate considerando lo Stato Limite Ultimo di tipo "GEO" in riferimento all' *Approccio 1 - Combinazione 2 (A2+M2+R2)*, applicando i coefficienti parziali sulle azioni della colonna (A2), i coefficienti parziali sui parametri geotecnici della colonna (M2), già evidenziati in precedenza, mentre i coefficienti parziali " γ_R " sono quelli indicati nella tabella 6.8.I (colonna R2) seguente (§6.5.3.1.1).

Tab. 6.8.I - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

COEFFICIENTE	R2
γ_R	1,1

Nelle condizioni sismiche, le sollecitazioni da applicare alle masse in gioco sono valutate, analogamente a quanto fatto per le verifiche di stabilità locale, calcolando i coefficienti sismici del caso, come (§7.11.3.2.5):

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{\max}}{g} \quad k_v = \pm 0,5 \cdot k_h$$

dove:

a_{\max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità;

β_s = coefficiente funzione della categoria del suolo e della a_g (Tab. 7.11.I)

Tab. 7.11.I – Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0,2 < a_g (g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g (g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g (g) \leq 0,1$	0,20	0,20

L'accelerazione massima viene valutata con la seguente relazione:

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_T \cdot a_g$$

dove:

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_T);

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Risulta: $k_h = 0.20 \cdot 0.0717 \cdot 1.20 \cdot 1.00 = 0.017$

$K_v = \pm 0.5 \cdot 0.017 = 0.009$

10.1 Metodo di calcolo

La stabilità globale dell'insieme terreno-opera viene analizzata con il Metodo dell'Equilibrio Limite, con riferimento a superfici di scivolamento circolari coinvolgenti l'intera opera di sostegno ed il terreno circostante.

Il metodo consiste nel calcolo delle forze agenti lungo una superficie di scorrimento predefinita e delle resistenze disponibili lungo la stessa superficie.

La condizione di equilibrio limite è verificata quando le forze agenti uguagliano quelle resistenti (stato di moto "incipiente"); in questo caso lo stato tensionale medio lungo la superficie di scorrimento giace sull'involuppo di rottura del terreno ed il versante si trova sul punto di collasso.

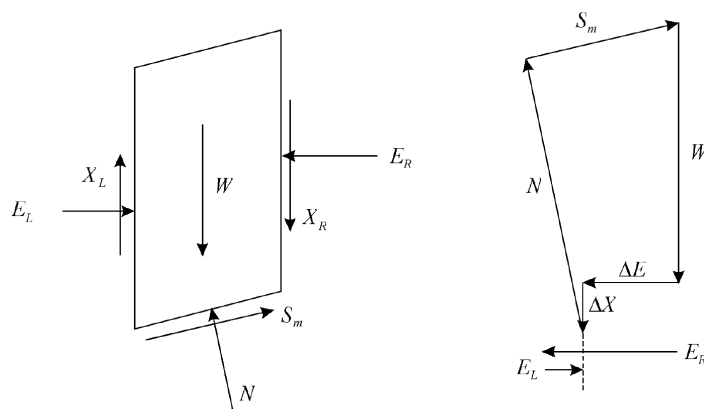
Affinché la massa scivolante sia in condizioni di stabilità, la resistenza mobilitata in condizioni di equilibrio statico deve essere minore di quella disponibile e ciò viene espresso convenzionalmente tramite un fattore di sicurezza "Fs" definito come:

$$F_s = \frac{\text{Resistenza Disponibile}}{\text{Resistenza Mobilitata}}$$

Vengono pertanto analizzate le condizioni di stabilità per svariate "potenziali" superfici di scivolamento calcolando, per ognuna di esse, il relativo fattore di sicurezza.

Il fattore di sicurezza risultante sarà quello corrispondente alla superficie di scorrimento più critica, ossia, quella caratterizzata dal minimo fattore di sicurezza.

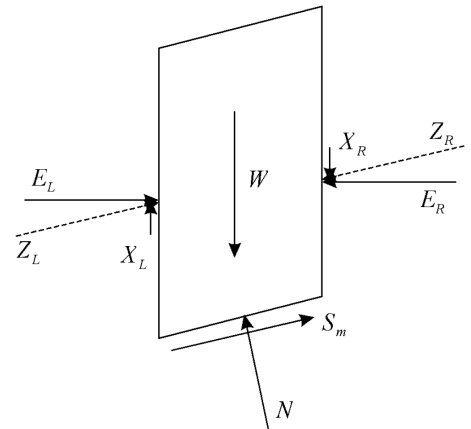
I metodi di analisi, generalmente noti come "metodi delle strisce", ricorrono alla suddivisione della massa scivolante (definita dalla superficie di scivolamento considerata e dalla superficie del versante) in una serie di "conci" verticali, per ognuno dei quali sono analizzate le condizioni di equilibrio delle forze che agiscono su di esso (cfr. figura seguente).



I vari metodi di analisi che si basano sul metodo delle strisce si differenziano tra di loro essenzialmente per le diverse assunzioni semplificative adottate nella rappresentazione delle forze di interconcio:

Il **Metodo di Fellenius** adotta le seguenti assunzioni:

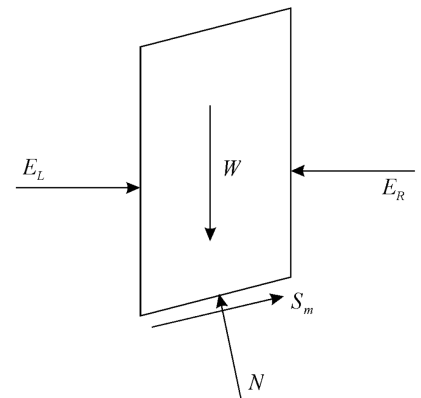
- la risultante delle forze di interconcio è parallela alla base del concio, $X/E = \tan \alpha$;
- la risultante normale alla base del concio "N" viene calcolata mediante le equazioni di equilibrio delle forze normali alla base;
- il fattore di sicurezza globale viene calcolato mediante l'equazione di equilibrio dei momenti rispetto al centro della curva di scivolamento circolare.



Il principale vantaggio del metodo di Fellenius è quello di consentire il calcolo del fattore di sicurezza mediante una semplice equazione lineare senza iterazioni.

Il **Metodo di Bishop semplificato** si basa sulle seguenti assunzioni:

- le forze di interconcio sono orizzontali, $X_R = X_L = 0$;
- la risultante normale alla base del concio "N" viene calcolata mediante le equazioni di equilibrio delle forze verticali;
- il fattore di sicurezza globale viene calcolato mediante l'equazione di equilibrio dei momenti rispetto al centro della curva di scivolamento circolare.

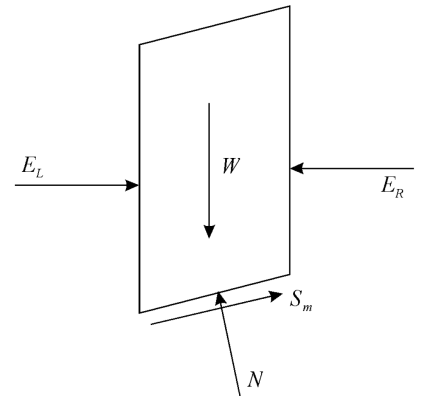


In questo caso, a differenza del metodo di Fellenius, il fattore di sicurezza globale viene determinato per successive iterazioni. Il calcolo consiste nel determinare il fattore di sicurezza F_s partendo da un valore iniziale di tentativo e ripetendo il calcolo con il valore ottenuto fino a raggiungere il valore finale a convergenza con la precisione desiderata.

Il **Metodo di Janbu semplificato** si basa sulle seguenti assunzioni:

- le forze di interconco sono orizzontali, $X_R = X_L = 0$;
- la risultante normale alla base del conco "N" viene calcolata mediante le equazioni di equilibrio delle forze verticali;
- il fattore di sicurezza viene calcolato mediante l'equilibrio globale delle forze orizzontali.

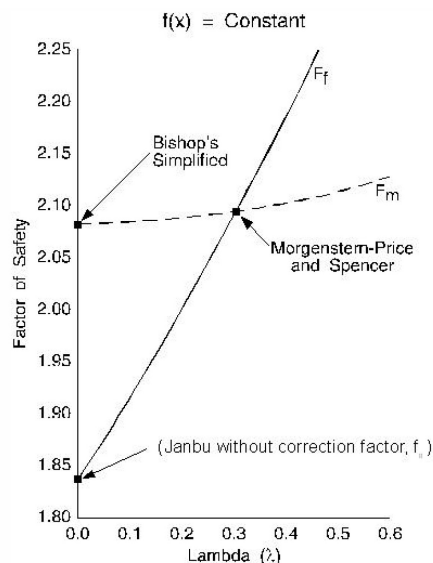
Anche in questo caso, come per il metodo di Bishop, il fattore di sicurezza viene determinato per successive iterazioni.



Tra i suddetti metodi di calcolo, il metodo di Bishop è certamente preferibile in quanto fornisce valori del fattore di sicurezza più realistici, come illustrato nella figura che segue, ove si rappresentano gli andamenti qualitativi del fattore di sicurezza ottenuti con i vari metodi di calcolo.

Come si può notare, al variare del rapporto " λ ", che rappresenta l'inclinazione assunta per le reazioni agenti all'interfaccia tra i vari conchi (rapporto tra la componente di taglio e quella normale) i fattori di sicurezza calcolati con il metodo di Bishop sono decisamente più prossimi al valore reale determinato con il metodo completo della stabilità globale di Morgenstein-Price.

E' da ricordare che il fattore di sicurezza calcolato con il metodo di Bishop deriva dall'equilibrio alla rotazione dei momenti mentre quello calcolato con il metodo di Janbu deriva dall'equilibrio alla traslazione delle forze orizzontali (il metodo di Morgenstein-Price determina il fattore di sicurezza corrispondente al soddisfacimento di entrambe le equazioni di equilibrio).



10.2 Risultati e verifiche

Nelle pagine seguenti, in riferimento alle predette sezioni tipo rappresentative, si riportano le schede di sintesi delle verifiche effettuate per tutte le combinazioni di norma (In calce alla presente relazione sono allegate le schede di dettaglio relative).

Sono presentati i valori dei coefficienti di sicurezza ottenuti con il metodo di calcolo di Bishop, per ciascuna delle combinazioni di carico (statica, sisma verso l'alto e sisma verso il basso).

Tutti i valori dei fattori di sicurezza ottenuti sono risultati sempre superiori a quanto richiesto dalla norma ($\gamma_R = 1.1$).

SEZIONE TIPO A

SINTESI DEI RISULTATI

***** VERIFICHE STABILITA' GLOBALE *****					
=====					
BISHOP		Az. (Ed)	Res. (Rd)	fs	chk
NC Descrizione		[kN*m]	[kN*m]	[-]	

2 Statica (A2 +M2+R2)		11158.73	17636.47	1.581	ok
4 Sisma Su (M1+R3)		9571.21	19172.80	2.003	ok
5 Sisma Giu (M1+R3)		9733.83	19507.24	2.004	ok

MB Muro Rev 3.03

PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO A
SINTESI RISULTATI DEL CALCOLO (Metodo di BISHOP)

(Superfici con Fs min)

Comb. n.2: Statica (A2+M2+R2)

Comb. n.4: Sisma Su (M1+R3)

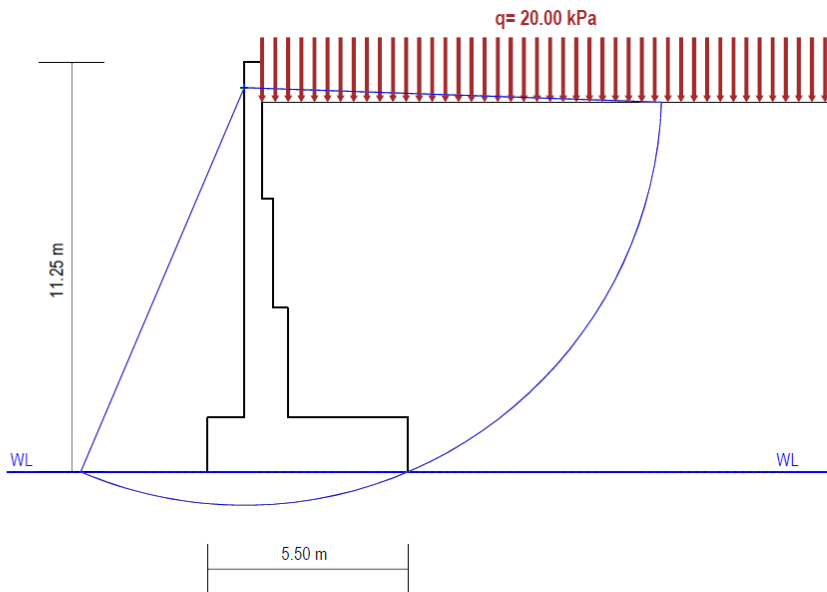
Comb. n.5: Sisma Giu (M1+R3)

STRATI DI MONTE

STRATO N.1

 G = 20.00 kN/m³

φ' = 38.00 °

 c' = 0.00 kN/m²

STRATO FONDAZIONE

 G = 19.50 kN/m³

φ' = 40.00 °

 c' = 0.00 kN/m²
TABELLA DI SINTESI DELLE VERIFICHE (Metodo di BISHOP)
CARATTERISTICHE DELLE SUPERFICI DI SCIVOLAMENTO e RELATIVI FATTORI DI SICUREZZA
Legenda:

i, j = indici numerazione centri

Xc, Yc = Coordinate del centro

Fs (C2) = Fattore di Sicurezza per Combinazione 2: Statica (A2 +M2+R2)

Fs (C4) = Fattore di Sicurezza per Combinazione 4: Sisma Su (M1+R3)

Fs (C5) = Fattore di Sicurezza per Combinazione 5: Sisma Giu (M1+R3)

Centro i j	Xc [m]	Yc [m]	Raggio [m]	Fs (C2) [-]	Fs (C4) [-]	Fs (C5) [-]
01 01	1.01	10.55	11.47	1.581	2.003	2.004
01 02	1.01	10.75	11.65	1.583	2.006	2.007
01 03	1.01	10.95	11.83	1.585	2.009	2.010
01 04	1.01	11.15	12.02	1.588	2.013	2.014
01 05	1.01	11.35	12.21	1.591	2.017	2.018
01 06	1.01	11.55	12.39	1.594	2.021	2.022
01 07	1.01	11.75	12.58	1.597	2.026	2.027
01 08	1.01	11.95	12.77	1.601	2.030	2.031
01 09	1.01	12.15	12.95	1.605	2.035	2.036
01 10	1.01	12.35	13.14	1.609	2.040	2.041
01 11	1.01	12.55	13.33	1.613	2.046	2.047
01 12	1.01	12.75	13.52	1.617	2.051	2.052
01 13	1.01	12.95	13.71	1.622	2.057	2.058

Fs min			1.581	2.003	2.004
Verifiche:			ok!	ok!	ok!

Coeff. parz. R = 1.10 (NTC18-Tab.6.8.I)

SEZIONE TIPO H

SINTESI DEI RISULTATI

**** VERIFICHE STABILITA' GLOBALE ****					
BISHOP		Az. (Ed)	Res. (Rd)	fs	chk
NC Descrizione		[kN*m]	[kN*m]	[-]	
2 Statica (A2 +M2+R2)		2834.99	3589.76	1.266	ok
4 Sisma Su (M1+R3)		2277.54	3821.45	1.678	ok
5 Sisma Giu (M1+R3)		2316.26	3887.92	1.679	ok

MB Muro Rev 3.03

PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO H

SINTESI RISULTATI DEL CALCOLO (Metodo di BISHOP)

(Superfici con Fs min)

Comb. n.2: Statica (A2+M2+R2)

Comb. n.4: Sisma Su (M1+R3)

Comb. n.5: Sisma Giu (M1+R3)

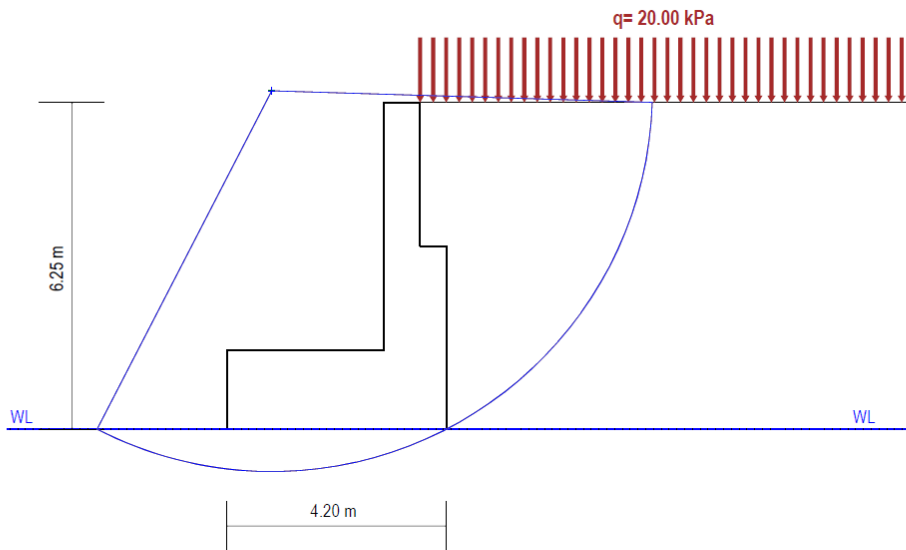
STRATI DI MONTE

STRATO N.1

G = 20.00 kN/m³

ϕ^i = 38.00 °

c^i = 0.00 kN/m²



STRATO FONDAZIONE

G = 19.50 kN/m³

ϕ^i = 40.00 °

c^i = 0.00 kN/m²

TABELLA DI SINTESI DELLE VERIFICHE (Metodo di BISHOP)

CARATTERISTICHE DELLE SUPERFICI DI SCIVOLAMENTO e RELATIVI FATTORI DI SICUREZZA

Legenda:

i, j = indici numerazione centri

Xc, Yc = Coordinate del centro

Fs (C2) = Fattore di Sicurezza per Combinazione 2: Statica (A2 +M2+R2)

Fs (C4) = Fattore di Sicurezza per Combinazione 4: Sisma Su (M1+R3)

Fs (C5) = Fattore di Sicurezza per Combinazione 5: Sisma Giu (M1+R3)

Centro i j	Xc [m]	Yc [m]	Raggio [m]	Fs (C2) [-]	Fs (C4) [-]	Fs (C5) [-]
01 01	0.86	6.47	7.28	1.266	1.678	1.679
01 02	0.86	6.67	7.46	1.269	1.682	1.683
01 03	0.86	6.87	7.64	1.271	1.686	1.687
01 04	0.86	7.07	7.82	1.275	1.692	1.693
01 05	0.86	7.27	8.00	1.280	1.699	1.700
01 06	0.86	7.47	8.18	1.285	1.706	1.707
01 07	0.86	7.67	8.37	1.291	1.715	1.715
01 08	0.86	7.87	8.55	1.297	1.723	1.724
01 09	0.86	8.07	8.73	1.304	1.733	1.733
01 10	0.86	8.27	8.92	1.311	1.742	1.742
01 11	0.86	8.47	9.10	1.318	1.752	1.752
01 12	0.86	8.67	9.29	1.326	1.762	1.763
01 13	0.86	8.87	9.48	1.334	1.772	1.773

Fs min 1.266 1.678 1.679
Verifiche: ok! ok! ok!

Coef. parz. R = 1.10 (NTC18-Tab.6.8.I)

SEZIONE TIPO L

SINTESI DEI RISULTATI

**** VERIFICHE STABILITA' GLOBALE ****					
BISHOP		Az. (Ed)	Res. (Rd)	fs	chk
NC Descrizione		[kN*m]	[kN*m]	[-]	
2 Statica (A2 +M2+R2)		3232.69	5644.73	1.746	ok
4 Sisma Su (M1+R3)		2871.80	8082.01	2.814	ok
5 Sisma Giu (M1+R3)		2920.53	8135.96	2.786	ok

MB Muro Rev 3.03

PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO L

SINTESI RISULTATI DEL CALCOLO (Metodo di BISHOP)

(Superfici con Fs min)

Comb. n.2: Statica (A2 +M2+R2)

Comb. n.4: Sisma Su (M1+R3)

Comb. n.5: Sisma Giu (M1+R3)

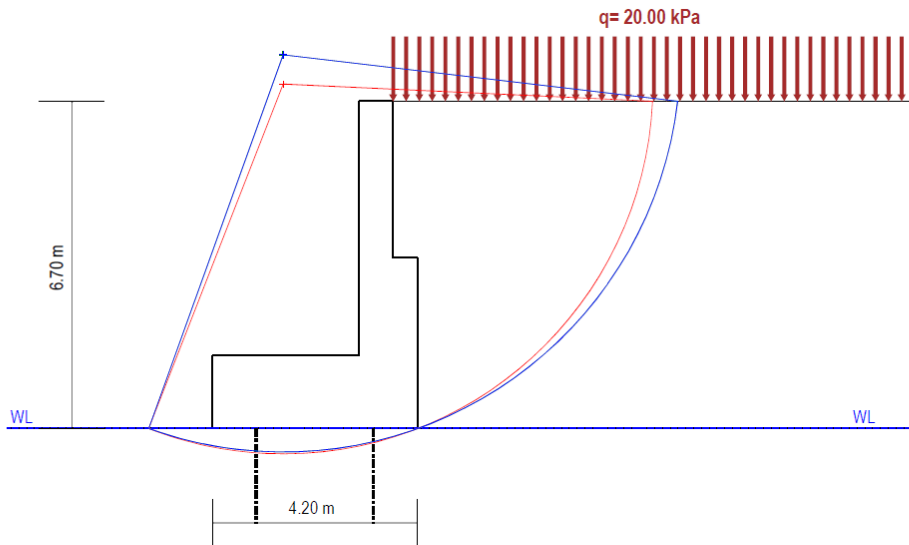
STRATI DI MONTE

STRATO N.1

G = 20.00 kN/m³

ϕ' = 38.00 °

c' = 0.00 kN/m²



STRATO FONDAZIONE

G = 19.50 kN/m³

ϕ' = 40.00 °

c' = 0.00 kN/m²

TABELLA DI SINTESI DELLE VERIFICHE (Metodo di BISHOP)

CARATTERISTICHE DELLE SUPERFICI DI SCIVOLAMENTO e RELATIVI FATTORI DI SICUREZZA

Legenda:

i, j = indici numerazione centri

Xc, Yc = Coordinate del centro

Fs (C2) = Fattore di Sicurezza per Combinazione 2: Statica (A2 +M2+R2)

Fs (C4) = Fattore di Sicurezza per Combinazione 4: Sisma Su (M1+R3)

Fs (C5) = Fattore di Sicurezza per Combinazione 5: Sisma Giu (M1+R3)

Centro i j	Xc [m]	Yc [m]	Raggio [m]	Fs (C2) [-]	Fs (C4) [-]	Fs (C5) [-]
01 01	1.45	6.85	7.38	1.748	2.823	2.794
01 02	1.45	7.05	7.57	1.746	2.817	2.787
01 03	1.45	7.25	7.75	1.747	2.816	2.787
01 04	1.45	7.45	7.94	1.748	2.816	2.787
01 05	1.45	7.65	8.13	1.750	2.814	2.786
01 06	1.45	7.85	8.32	1.753	2.816	2.788
01 07	1.45	8.05	8.51	1.756	2.819	2.791
01 08	1.45	8.25	8.70	1.759	2.821	2.793
01 09	1.45	8.45	8.89	1.764	2.825	2.797
01 10	1.45	8.65	9.08	1.768	2.829	2.802
01 11	1.45	8.85	9.27	1.773	2.833	2.806
01 12	1.45	9.05	9.46	1.778	2.838	2.811
01 13	1.45	9.25	9.65	1.784	2.844	2.817

Fs min 1.746 2.814 2.786
Verifiche: ok! ok! ok!

Coef. parz. R = 1.10 (NTC18-Tab.6.8.I)

SEZIONE TIPO M

SINTESI DEI RISULTATI

**** VERIFICHE STABILITA' GLOBALE ****					
BISHOP		Az. (Ed)	Res. (Rd)	fs	chk
NC Descrizione		[kN*m]	[kN*m]	[-]	
2 Statica (A2 +M2+R2)		5184.50	7985.50	1.540	ok
4 Sisma Su (M1+R3)		4296.38	10134.26	2.359	ok
5 Sisma Giu (M1+R3)		4369.56	10213.28	2.337	ok

MB Muro Rev 3.03

PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO M
SINTESI RISULTATI DEL CALCOLO (Metodo di BISHOP)

(Superfici con Fs min)

Comb. n.2: Statica (A2+M2+R2)

Comb. n.4: Sisma Su (M1+R3)

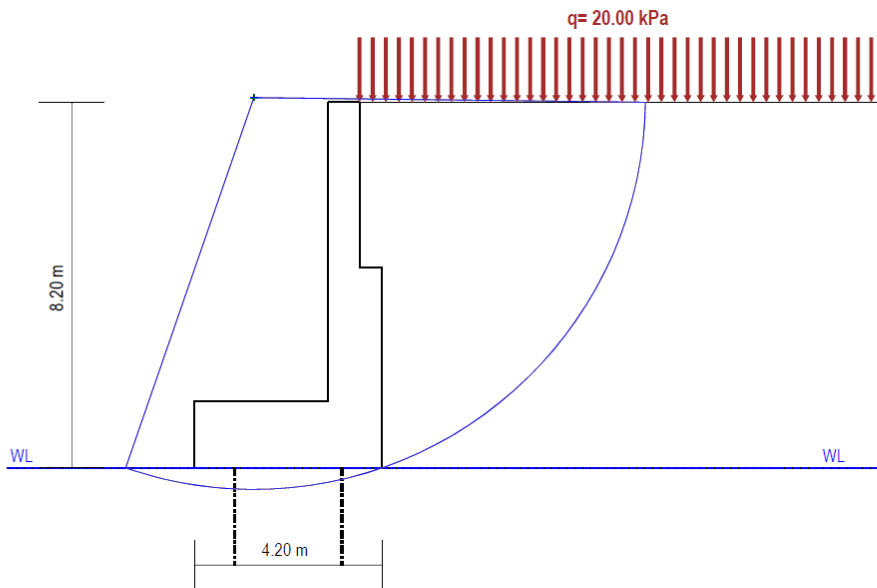
Comb. n.5: Sisma Giu (M1+R3)

STRATI DI MONTE

STRATO N.1

 G = 20.00 kN/m³

φ' = 38.00 °

 c' = 0.00 kN/m²

STRATO FONDAZIONE

 G = 19.50 kN/m³

φ' = 40.00 °

 c' = 0.00 kN/m²
TABELLA DI SINTESI DELLE VERIFICHE (Metodo di BISHOP)
CARATTERISTICHE DELLE SUPERFICI DI SCIVOLAMENTO e RELATIVI FATTORI DI SICUREZZA
Legenda:

i, j = indici numerazione centri

Xc, Yc = Coordinate del centro

Fs (C2) = Fattore di Sicurezza per Combinazione 2: Statica (A2 +M2+R2)

Fs (C4) = Fattore di Sicurezza per Combinazione 4: Sisma Su (M1+R3)

Fs (C5) = Fattore di Sicurezza per Combinazione 5: Sisma Giu (M1+R3)

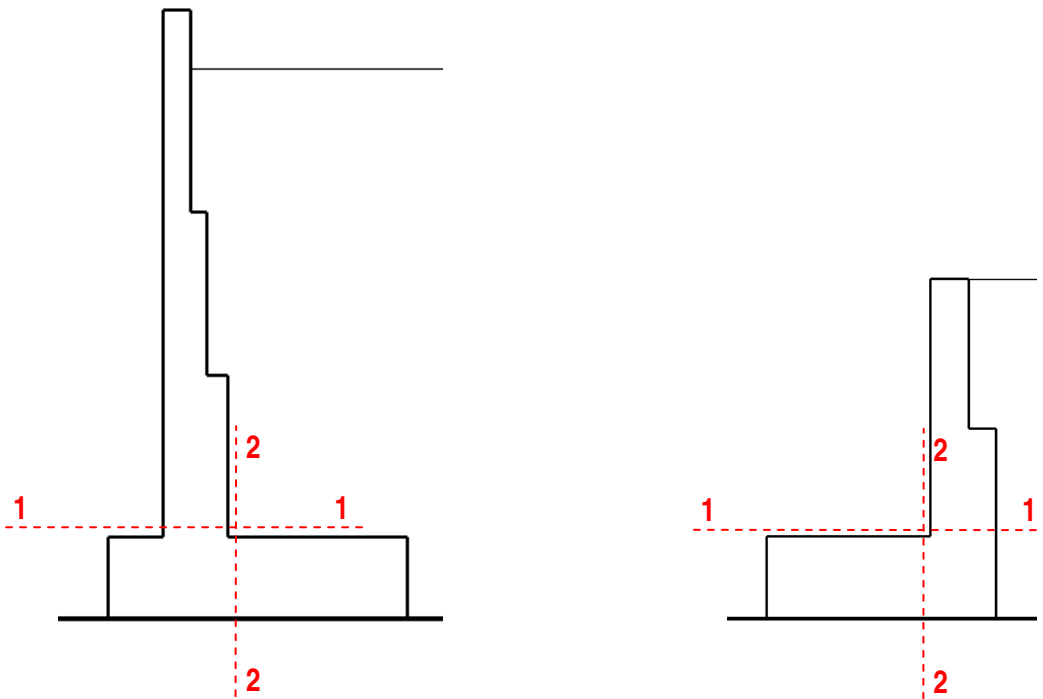
Centro i j	Xc [m]	Yc [m]	Raggio [m]	Fs (C2) [-]	Fs (C4) [-]	Fs (C5) [-]
01 02	1.33	8.30	8.78	1.540	2.359	2.337
01 03	1.33	8.50	8.97	1.542	2.359	2.338
01 04	1.33	8.70	9.16	1.544	2.359	2.338
01 05	1.33	8.90	9.35	1.548	2.361	2.340
01 06	1.33	9.10	9.54	1.551	2.363	2.343
01 07	1.33	9.30	9.73	1.555	2.365	2.345
01 08	1.33	9.50	9.92	1.559	2.369	2.349
01 09	1.33	9.70	10.12	1.563	2.373	2.353
01 10	1.33	9.90	10.31	1.568	2.377	2.357
01 11	1.33	10.10	10.50	1.573	2.382	2.362
01 12	1.33	10.30	10.69	1.578	2.387	2.367
01 13	1.33	10.50	10.89	1.583	2.392	2.372
01 14	1.33	10.70	11.08	1.589	2.397	2.378

Fs min	1.540	2.359	2.337
Verifiche:	ok!	ok!	ok!

Coeff. parz. R = 1.10 (NTC18-Tab.6.8.I)

11. Verifiche strutturali

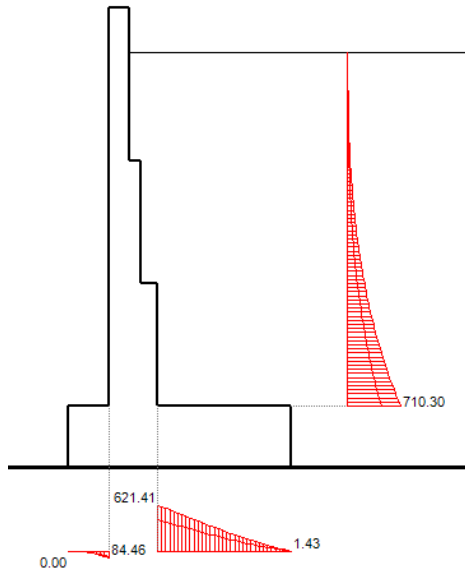
Nel presente capitolo sono riportate le verifiche agli Stati Limite Ultimi di tipo Strutturale (STR) relative alle sezioni in c.a. maggiormente sollecitate dell'opera oggetto di verifica, come rappresentato nella figura seguente, effettuate sulla base delle caratteristiche di sollecitazione determinate secondo l'Approccio 2 – Combinazione 1 (A1+M1+R3) (§ 6.5.3.1.1).



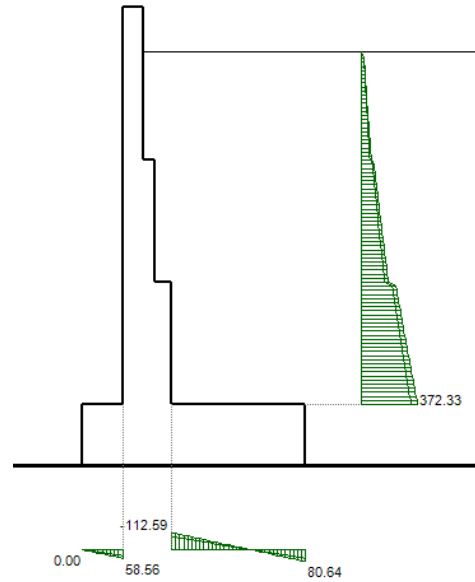
Sezioni strutturali maggiormente sollecitate

Nelle pagine che seguono, per le sezioni tipo maggiormente rappresentative, si riportano gli involuipi delle caratteristiche di sollecitazione MNT risultanti lungo l'elevazione e lungo la fondazione con evidenziati i massimi valori di sollecitazione tra tutti quelli relativi alle varie combinazioni di carico (STR: Statica, Sisma Sù e Sisma Giù).

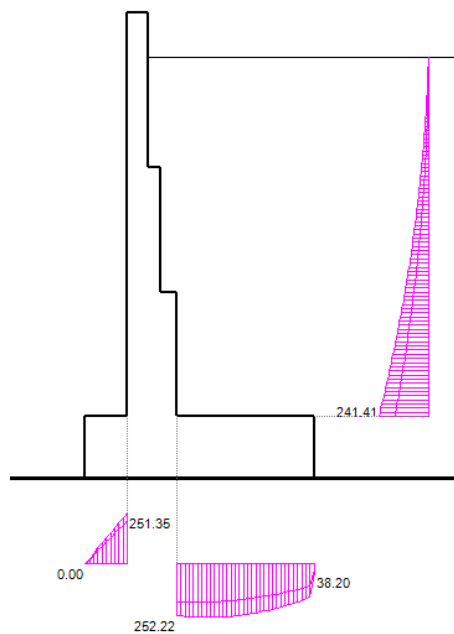
SEZIONE TIPO A



Involuppo Momenti Flettenti



Involuppo Forze Normali



Involuppo Forze di Taglio

Sezione 1-1:

Legenda:

Comb_1 = Statica (A1 +M1+R3)
Comb_4 = Sisma Su (M1+R3)
Comb_5 = Sisma Giu (M1+R3)

INVILUPPO DEI MOMENTI FLETTENTI

y [m]	Hsez [m]	Comb_1 [kNm]	Comb_4 [kNm]	Comb_5 [kNm]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1.50	1.20	710.30	447.77	459.46	447.77	710.30

INVILUPPO DELLE FORZE NORMALI

y [m]	Hsez [m]	Comb_1 [kN]	Comb_4 [kN]	Comb_5 [kN]	Nmin [kN]	Nmax [kN]
1.50	1.20	372.33	327.67	337.49	327.67	372.33

INVILUPPO DELLE FORZE DI TAGLIO

y [m]	Hsez [m]	Comb_1 [kN]	Comb_4 [kN]	Comb_5 [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]
1.50	1.20	241.41	163.07	167.46	163.07	241.41

Sezione 2-2:

Legenda:

Comb_1 = Statica (A1 +M1+R1)
Comb_4 = Sisma Su (M1+R1)
Comb_5 = Sisma Giu (M1+R1)

INVILUPPO DEI MOMENTI FLETTENTI

x [m]	Hsez [m]	Comb_1 [kNm]	Comb_4 [kNm]	Comb_5 [kNm]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
2.20	1.50	621.41	425.34	434.79	425.34	621.41

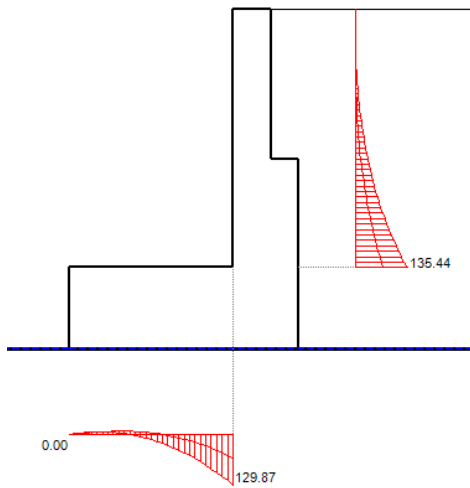
INVILUPPO DELLE FORZE NORMALI

x [m]	Hsez [m]	Comb_1 [kN]	Comb_4 [kN]	Comb_5 [kN]	Nmin [kN]	Nmax [kN]
2.20	1.50	-112.59	-84.74	-86.71	-112.59	-84.74

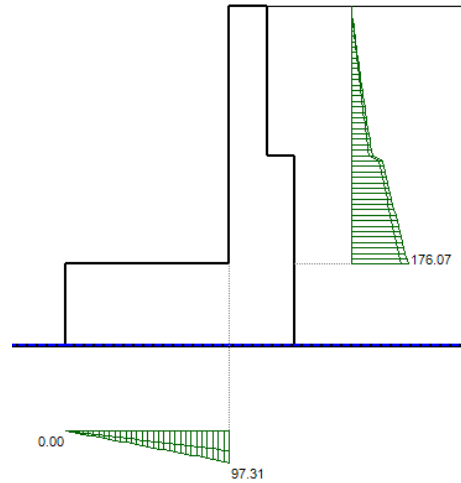
INVILUPPO DELLE FORZE DI TAGLIO

x [m]	Hsez [m]	Comb_1 [kN]	Comb_4 [kN]	Comb_5 [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]
2.20	1.50	252.22	186.06	190.18	186.06	252.22

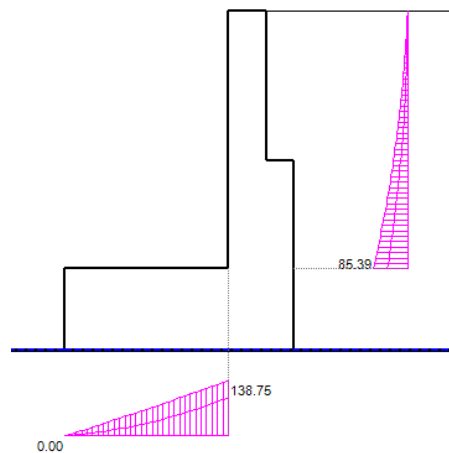
SEZIONE TIPO H



Inviluppo Momenti Flettenti



Inviluppo Forze Normali



Inviluppo Forze di Taglio

Sezione 1-1:

Legenda:
 Comb_1 = Statica (A1 +M1+R3)
 Comb_4 = Sisma Su (M1+R3)
 Comb_5 = Sisma Giu (M1+R3)

INVILUPPO DEI MOMENTI FLETTENTI

y [m]	Hsez [m]	Comb_1 [kNm]	Comb_4 [kNm]	Comb_5 [kNm]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1.50	1.20	135.44	72.70	74.49	72.70	135.44

INVILUPPO DELLE FORZE NORMALI

y [m]	Hsez [m]	Comb_1 [kN]	Comb_4 [kN]	Comb_5 [kN]	Nmin [kN]	Nmax [kN]
1.50	1.20	176.07	155.77	160.47	155.77	176.07

INVILUPPO DELLE FORZE DI TAGLIO

y [m]	Hsez [m]	Comb_1 [kN]	Comb_4 [kN]	Comb_5 [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]
1.50	1.20	85.39	50.91	52.24	50.91	85.39

Sezione 2-2:

Legenda:
 Comb_1 = Statica (A1 +M1+R1)
 Comb_4 = Sisma Su (M1+R1)
 Comb_5 = Sisma Giu (M1+R1)

INVILUPPO DEI MOMENTI FLETTENTI

x [m]	Hsez [m]	Comb_1 [kNm]	Comb_4 [kNm]	Comb_5 [kNm]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
3.00	1.50	129.87	63.49	64.95	63.49	129.87

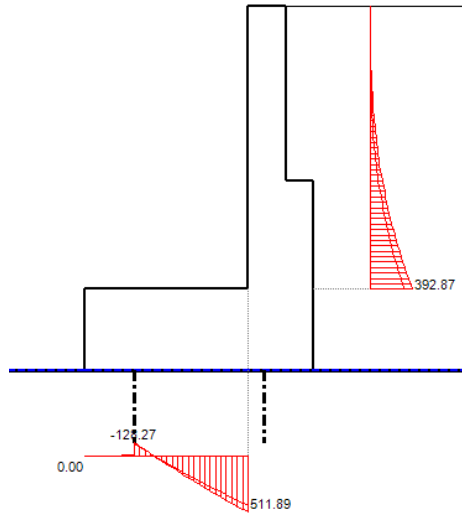
INVILUPPO DELLE FORZE NORMALI

x [m]	Hsez [m]	Comb_1 [kN]	Comb_4 [kN]	Comb_5 [kN]	Nmin [kN]	Nmax [kN]
3.00	1.50	97.31	60.83	62.47	60.83	97.31

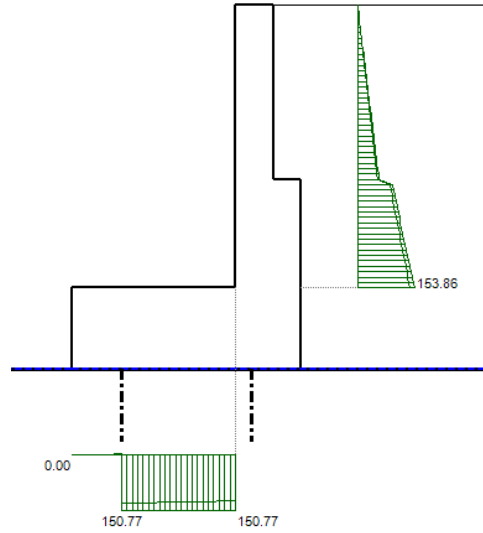
INVILUPPO DELLE FORZE DI TAGLIO

x [m]	Hsez [m]	Comb_1 [kN]	Comb_4 [kN]	Comb_5 [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]
3.00	1.50	138.75	96.44	99.09	96.44	138.75

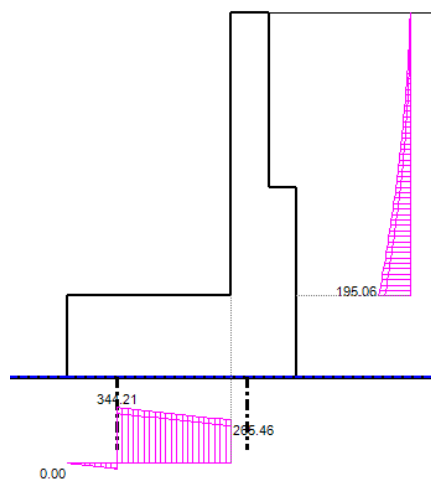
SEZIONE TIPO L



Inviluppo Momenti Flettenti



Inviluppo Forze Normali



Inviluppo Forze di Taglio

Sezione 1-1:

Legenda:

Comb_1 = Statica (A1 +M1+R3)
 Comb_4 = Sisma Su (M1+R3)
 Comb_5 = Sisma Giu (M1+R3)

INVILUPPO DEI MOMENTI FLETTENTI

y [m]	Hsez [m]	Comb_1 [kNm]	Comb_4 [kNm]	Comb_5 [kNm]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1.50	1.20	392.87	319.62	328.66	319.62	392.87

INVILUPPO DELLE FORZE NORMALI

y [m]	Hsez [m]	Comb_1 [kN]	Comb_4 [kN]	Comb_5 [kN]	Nmin [kN]	Nmax [kN]
1.50	1.20	148.00	142.14	153.86	142.14	153.86

INVILUPPO DELLE FORZE DI TAGLIO

y [m]	Hsez [m]	Comb_1 [kN]	Comb_4 [kN]	Comb_5 [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]
1.50	1.20	195.06	156.78	160.17	156.78	195.06

Sezione 2-2:

Legenda:

Comb_1 = Statica (A1 +M1+R1)
 Comb_4 = Sisma Su (M1+R1)
 Comb_5 = Sisma Giu (M1+R1)

INVILUPPO DEI MOMENTI FLETTENTI

x [m]	Hsez [m]	Comb_1 [kNm]	Comb_4 [kNm]	Comb_5 [kNm]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
3.00	1.50	511.89	449.43	460.67	449.43	511.89

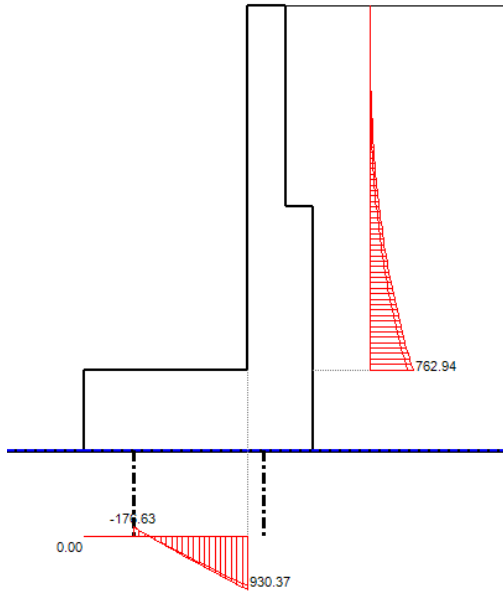
INVILUPPO DELLE FORZE NORMALI

x [m]	Hsez [m]	Comb_1 [kN]	Comb_4 [kN]	Comb_5 [kN]	Nmin [kN]	Nmax [kN]
3.00	1.50	150.77	123.60	126.41	123.60	150.77

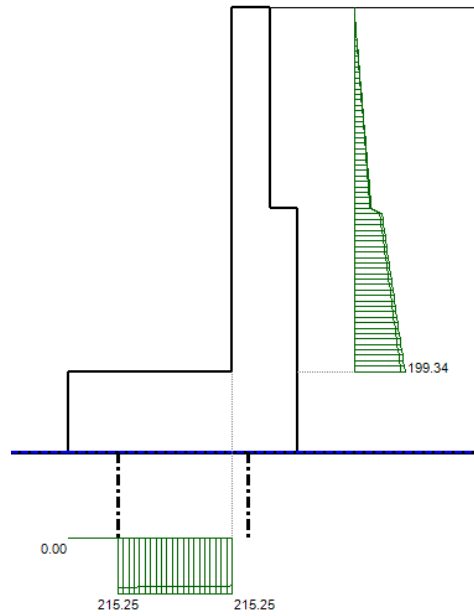
INVILUPPO DELLE FORZE DI TAGLIO

x [m]	Hsez [m]	Comb_1 [kN]	Comb_4 [kN]	Comb_5 [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]
3.00	1.50	265.46	230.47	234.28	230.47	265.46

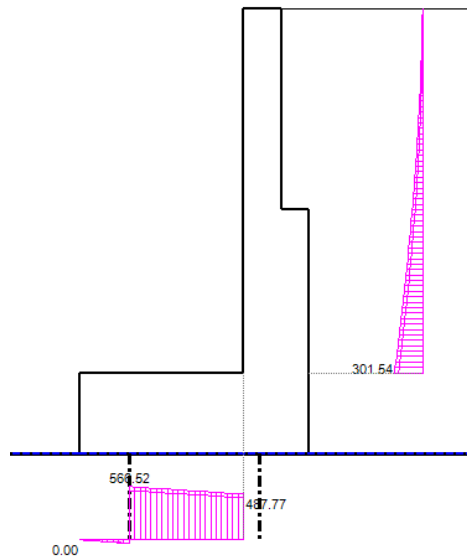
SEZIONE TIPO M



Inviluppo Momenti Flettenti



Inviluppo Forze Normali



Inviluppo Forze di Taglio

Sezione 1-1:

Legenda:
 Comb_1 = Statica (A1 +M1+R3)
 Comb_4 = Sisma Su (M1+R3)
 Comb_5 = Sisma Giu (M1+R3)

INVILUPPO DEI MOMENTI FLETTENTI

y [m]	Hsez [m]	Comb_1 [kNm]	Comb_4 [kNm]	Comb_5 [kNm]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1.50	1.20	762.94	666.97	686.09	666.97	762.94

INVILUPPO DELLE FORZE NORMALI

y [m]	Hsez [m]	Comb_1 [kN]	Comb_4 [kN]	Comb_5 [kN]	Nmin [kN]	Nmax [kN]
1.50	1.20	191.75	184.16	199.34	184.16	199.34

INVILUPPO DELLE FORZE DI TAGLIO

y [m]	Hsez [m]	Comb_1 [kN]	Comb_4 [kN]	Comb_5 [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]
1.50	1.20	301.54	256.01	261.64	256.01	301.54

Sezione 2-2:

Legenda:
 Comb_1 = Statica (A1 +M1+R1)
 Comb_4 = Sisma Su (M1+R1)
 Comb_5 = Sisma Giu (M1+R1)

INVILUPPO DEI MOMENTI FLETTENTI

x [m]	Hsez [m]	Comb_1 [kNm]	Comb_4 [kNm]	Comb_5 [kNm]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
3.00	1.50	930.37	862.21	885.28	862.21	930.37

INVILUPPO DELLE FORZE NORMALI

x [m]	Hsez [m]	Comb_1 [kN]	Comb_4 [kN]	Comb_5 [kN]	Nmin [kN]	Nmax [kN]
3.00	1.50	215.25	185.28	189.50	185.28	215.25

INVILUPPO DELLE FORZE DI TAGLIO

x [m]	Hsez [m]	Comb_1 [kN]	Comb_4 [kN]	Comb_5 [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]
3.00	1.50	487.77	449.06	459.01	449.06	487.77

11.1 Verifiche a presso-flessione

Nella tabella che segue sono riassunti i valori delle massime caratteristiche di sollecitazione agenti nelle predette sezioni di verifica, le caratteristiche di armatura ipotizzate per la presente fase progettuale sulla base dei quantitativi minimi di norma, e le corrispondenti resistenze.

I valori del momento resistente " M_{Rd} " sono determinati mediante il diagramma di interazione M-N in funzione delle caratteristiche meccaniche dei materiali costituenti, elencate sotto, con riferimento al diagramma "parabola-rettangolo" per il calcestruzzo (nel calcolo del momento resistente, a favore di sicurezza, si è considerato il valore minimo della sollecitazione assiale di compressione in quanto tale componente determina un aumento della resistenza).

CALCESTRUZZO:

R_{ck} = 35 N/mm²
 f_{ck} = 28 N/mm²
 Γ_{cc} = 1.50
 α_{cc} = 0.85
 $f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \Gamma_{cc} = 15.87$ N/mm²

ACCIAIO DA C.A.:

f_{yk} = 450 N/mm²
 Γ_{s} = 1.15
 $f_{yd} = f_{yk} / \Gamma_{s} = 391.30$ N/mm²

VERIFICHE DI RESISTENZA A PRESSO-FLESSIONE

Sez. Tipo	Sez. di verifica	H (cm)	As (cm ²)	A's (cm ²)	N_{Ed} (kN)	M_{Ed} (kNm)	M_{Rd} (kNm)	Verifica $M_{Rd} \geq M_{Ed}?$
A	1-1	1.20	19.00 (ø22/20)	19.00 (ø22/20)	327.67	710.30	999.16	ok
	2-2	1.50	26.55 (ø26/20)	26.55 (ø26/20)	-112.59	621.41	1425.44	ok
H	1-1	1.20	19.00 (ø22/20)	19.00 (ø22/20)	155.77	135.44	903.87	ok
	2-2	1.50	26.55 (ø26/20)	26.55 (ø26/20)	60.83	129.87	1537.24	ok
L	1-1	1.20	19.00 (ø22/20)	19.00 (ø22/20)	142.14	392.87	896.27	ok
	2-2	1.50	26.55 (ø26/20)	26.55 (ø26/20)	123.60	511.89	1577.34	ok
M	1-1	1.20	19.00 (ø22/20)	19.00 (ø22/20)	184.16	762.94	919.70	ok
	2-2	1.50	42.25 (ø26/20+ø20/20)	26.55 (ø26/20)	185.28	930.37	2425.74	ok

Tutte le verifiche risultano ampiamente soddisfatte.

I valori relativamente elevati delle resistenze a flessione sono in particolare dovuti al fatto che le armature sono state definite anche nel rispetto dei minimi di norma.

In particolare secondo quanto prescritto dall'Eurocodice 2 – Parte 1-1 (§9.6.1 - §9.3 - §9.2.1.1):

$$A_{s,min} = 0,26 f_{ctm}/f_{yk} b_t d$$

dove: b_t = larghezza della sezione;
 d = altezza utile della sezione;
 f_{ctm} = valore medio della resistenza a trazione del calcestruzzo;
 f_{yk} = valore caratteristico della resistenza a trazione dell'acciaio.

In base a tale requisito, nella tabella che segue sono riportati i valori di armatura minima di norma per ciascuna delle sezioni di verifica suddette e le relative armature previste in progetto.

Tabella verifica armature minime di norma:

Sez. Tipo	Sez. di verifica	Altezza sez. H (cm)	Armatura Minima (cm ²)	Armatura di progetto As (cm ²)
A	1-1	1.20	18.38	19.00 (ø22/20)
	2-2	1.50	23.18	26.55 (ø26/20)
H	1-1	1.20	18.38	19.00 (ø22/20)
	2-2	1.50	23.18	26.55 (ø26/20)
L	1-1	1.20	18.38	19.00 (ø22/20)
	2-2	1.50	23.18	26.55 (ø26/20)
M	1-1	1.20	18.38	19.00 (ø22/20)
	2-2	1.50	23.18	26.55 (ø26/20)

11.2 Verifiche a taglio

I valori del taglio resistente " V_{Rd} " sono determinati, nell'ipotesi di sezione non armata a taglio, calcolando la resistenza offerta dal solo contributo del calcestruzzo e dell'armatura longitudinale presente al lembo compresso.

$$k = 1 + (200/d)^{1/2}$$

$$S_{cp} = N_{ed} / A_c$$

$$VRd_1 = ((0.18 * k * (100 * \rho_l * f_{ck})^{1/3}) / \gamma_c + 0.15 * S_{cp}) * b_w * d$$

$$VRd_2 = (0.035 * (k^{3/2}) * (f_{ck}^{1/2}) + 0.15 * S_{cp}) * b_w * d$$

$$VRd = \text{Max} (VRd_1; VRd_2)$$

VERIFICHE DI RESISTENZA A TAGLIO

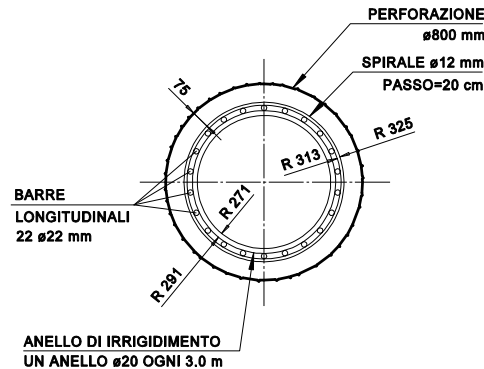
Sez. Tipo	Sez. di verifica	H (cm)	As (cm ²)	A's (cm ²)	N_{Ed} (kN)	V_{Ed} (kN)	V_{Rd} (kN)	Verifica $V_{Rd} \geq V_{Ed}$?
A	1-1	1.20	19.00 (ø22/20)	19.00 (ø22/20)	327.67	241.41	406.37	ok
	2-2	1.50	26.55 (ø26/20)	26.55 (ø26/20)	-112.59	252.22	431.28	ok
H	1-1	1.20	19.00 (ø22/20)	19.00 (ø22/20)	155.77	85.39	381.66	ok
	2-2	1.50	26.55 (ø26/20)	26.55 (ø26/20)	60.83	138.75	440.10	ok
L	1-1	1.20	19.00 (ø22/20)	19.00 (ø22/20)	142.14	195.06	379.70	ok
	2-2	1.50	26.55 (ø26/20)	26.55 (ø26/20)	123.60	265.46	449.20	ok
M	1-1	1.20	19.00 (ø22/20)	19.00 (ø22/20)	184.16	301.54	385.74	ok
	2-2	1.50	42.25 (ø26/20+ø20/20)	26.55 (ø26/20)	185.28	487.77	507.24	ok

Tutte le verifiche risultano ampiamente soddisfatte.

11.3 Pali di fondazione

Come evidenziato in precedenza, per le sezioni di muro tipo "L" ed "M", si prevede il ricorso a pali di fondazione in c.a. $\varnothing 800$ mm.

Per i predetti pali si prevede una gabbia di armatura costituita da n.22 $\varnothing 22$ longitudinali ed una spirale $\varnothing 12$ mm /passo 20 cm.



Sezione tipo palo $\varnothing 800$ mm

A tale sezione corrisponde, come già calcolato nel precedente capitolo della valutazione delle resistenze dei pali, un valore del momento resistente minimo pari a $M_{Rd} = 896$ kNm (cfr. figura a lato).

Tale sollecitazione, come detto, è quella a cui si associa la massima resistenza trasversale dei pali valutata pari a:

$$H_{max} = 1266 \text{ kN}$$

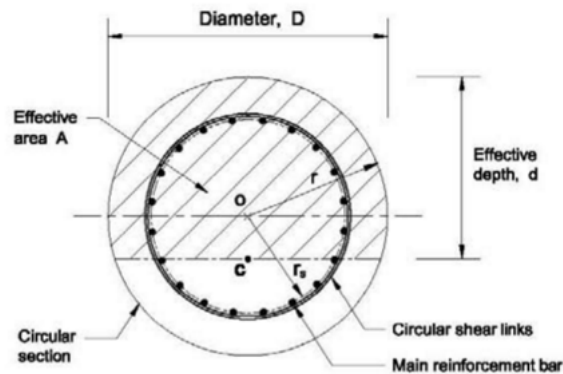
Dal momento che, come risulta dalle analisi svolte, la massima sollecitazione di taglio in testa ai pali è pari a: $T_{max} = 538.13$ kN, ben inferiore ad H_{max} , ne consegue che anche il corrispondente momento di incastro è inferiore a quello resistente del palo e quindi la verifica a pressio-flessione è implicitamente soddisfatta.

N°	As [mm²]	x [mm]	y [mm]
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	0
6	0	0	0

Materiali	B450C	C25/30
ϵ_{su}	67.5 ‰	2 ‰
f_{yd}	391.3 N/mm²	3.5
E_s	200.000 N/mm²	14.17
E_s/E_c	15	
ϵ_{syd}	1.957 ‰	9.75
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	0.6
		τ_{c1} 1.829

Per quanto riguarda la resistenza a taglio, questa viene valutata secondo il "metodo della sezione rettangolare equivalente": la sezione circolare viene approssimata mediante una sezione rettangolare equivalente come rappresentato in figura.

$r = 400 \text{ mm}$	raggio della sezione circolare
$A_{\text{tot}} = \pi r^2 = 502.655 \text{ mm}^2$	area totale della sezione circolare
$b = r \sqrt{2} = 565 \text{ mm}$	larghezza equivalente
$h = A_{\text{tot}}/b = 888 \text{ mm}$	altezza equivalente
$d = r \sqrt{2} = 565 \text{ mm}$	altezza utile equivalente



Per l'assorbimento di tale sollecitazione, oltre all'armatura base costituita da una spirale $\phi 12\text{mm}$ /passo 20 cm, é prevista, nei primi metri di palo, una spirale aggiuntiva:

- Sez. Tipo "L" -: Spirale aggiuntiva $\phi 12 \text{ mm}$ con passo $s=20 \text{ cm}$
- Sez. Tipo "M" -: Spirale aggiuntiva $\phi 14 \text{ mm}$ con passo $s=20 \text{ cm}$

Per le due tipologie di armatura le rispettive resistenze a taglio sono le seguenti:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin \alpha$$

Sezione tipo "L":

d	$=$	565 mm
A_{sw}	$=$	452 mm^2 ($2\phi 12 + 2\phi 12$)
s	$=$	200 mm
f_{yd}	$=$	391.30 N/mm^2

Resistenza:	$V_{Rsd} = 521.40 \text{ kN}$
Massima sollecitazione di taglio:	$V_{Ed} = 376.93 \text{ kN}$
Verifica:	$V_{Ed} < V_{Rsd} \rightarrow \text{ok!}$

Sezione tipo "M":

d = 565 mm
 $A_{sw} = 534 \text{ mm}^2$ (2 ϕ 12 + 2 ϕ 14)
s = 200 mm
 $f_{yd} = 391.30 \text{ N/mm}^2$

Resistenza: $V_{Rsd} = 615.46 \text{ kN}$
Massima sollecitazione di taglio: $V_{Ed} = 538.13 \text{ kN}$
Verifica: $V_{Ed} < V_{Rsd} \rightarrow \text{ok!}$

12. Conclusioni

La presente relazione é stata redatta nell'ambito del progetto dei "Lavori di Ammodernamento della SS. 42 del Tonale e della Mendola. Variante est di Edolo – LOTTO II".

Nella presente relazione si sono espone le principali analisi di calcolo e verifiche strutturali relative al Muro Andatore Nord 2 della spalla in sponda DX del ponte sul Fiume Oglio.

Tutte le verifiche effettuate, riportate e non nella presente relazione, sono risultate positive.

ALLEGATO N. 1.A
SEZIONE TIPO A
VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE

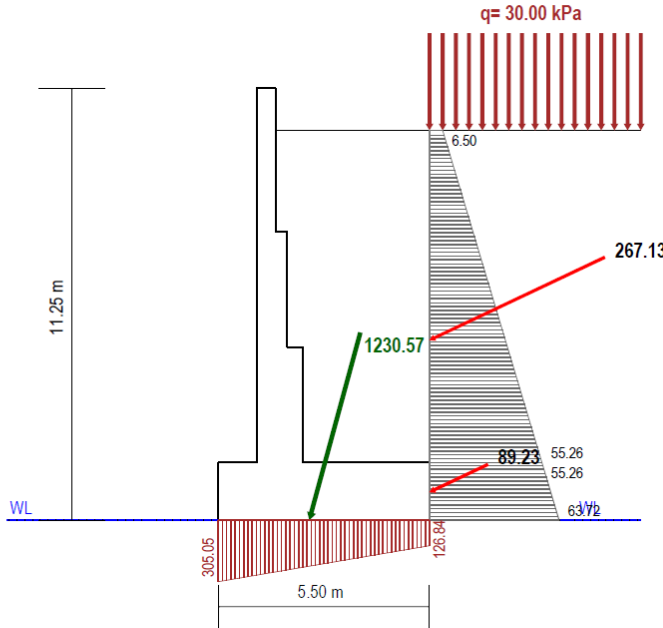
MB Muro Rev 3.03

PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO A

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1:
Statica (A1+M1+R3)

STRATI DI MONTE

STRATO N.1
G = 20.00 kNm3
 $\phi' = 38.00^\circ$
 $c' = 0.00$ kNm2



STRATO FONDAZIONE

G = 19.50 kNm3
 $\phi' = 40.00^\circ$
 $c' = 0.00$ kNm2

RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Azione Orizzontale:	Hed	322.06 kN
Carico verticale:	Ned	1187.68 kN
Resistenza attrito:	$Ra = Ned * tg(\phi_a)$	596.82 kN
Base Fondazione:	B	5.50 m
Resistenza coesione:	$Rc = ca * B$	0.00 kN
Resistenza Totale:	$Rtot = Ra + Rc$	596.82 kN
Coeff. parziale:	G_R	1.10
Resistenza di Calcolo:	$Hrd = Rtot / G_R$	542.56 kN
Verifica:	Hrd / Hed	1.68 ---> ok!

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

Azione verticale	Ned	1187.68 kN
Azione orizzontale	Hed	322.06 kN
Sovraccarico laterale	q	0.00 kPa
Eccentricita'	$e = B/2 - (Mstab - Mrib) / Ned$	0.38 m
Base efficace	$Beff = B - 2 e $	4.74 m
Fattore cap. port.	$Nq = \exp(\pi * tg\phi) * tg^2(\pi/4 + \phi/2)$	64.20
Fattore cap. port.	$Nc = (Nq - 1) * cot\phi$	75.31
Fattore cap. port.	$Ng = 2 * (Nq + 1) * tg\phi$	109.41
coeff. inclin. carico	$iq = [1 - Hed / (Ned + Beff * c * cot\phi)]^3$	0.39
coeff. inclin. carico	$iq = [1 - Hed / (Ned + Beff * c * cot\phi)]^2$	0.53
coeff. inclin. carico	$ic = iq - [(1 - iq) / (Nc * tg\phi)]$	0.52
Inclin. P.C. (>=0)		
coeff. inclin. p.c.	gg	1.00
coeff. inclin. p.c.	gg	1.00
coeff. inclin. p.c.	gc	1.00
coeff. sismico	$kh = Ss * St * ag / g$	0.00
coeff. sismico	$zc = 1 - 0.32 * kh$	1.00
coeff. sismico	$zq = (1 - kh / tg\phi) ^ 0.35$	1.00
coeff. sismico	$zg = zq$	1.00
pressione limite (1)	$qlim1 = 0.5 * G' * Beff * Ng * ig * gg * zg$	954.42 kN/m2
pressione limite (2)	$qlim2 = c * Nc * ic * gc * zc$	0.00 kN/m2
pressione limite (3)	$qlim3 = q * Nq * iq * gg * zg$	0.00 kN/m2
pressione lim. Tot.	$qlim = qlim1 + qlim2 + qlim3$	954.42 kN/m2
Resistenza totale	$Qlim = qlim * Beff$	4527.27 kN
Coeff. parziale	G_R	1.40
Resistenza Calcolo	$Nrd = Qlim / G_R$	3233.77 kN
Verifica	Nrd / Ned	2.72 ---> ok!

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Momento Stabilizzante:	Mstab	3168.38 kNm
Coeff. parziale:	G_R	1.15
Resistenza a Ribaltamento:	$Mrd = Mstab / G_R$	2755.11 kNm
Momento Ribaltante:	Med	351.51 kNm
Verifica:	Mrd / Med	7.84 ---> ok!

***** TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE *****
 (MONONOBE - OKABE)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
 sig_V = Tensione verticale efficace
 ka = coefficiente di spinta attiva
 sig_a = Tensione attiva efficace
 $sig_a = sig_V * ka - 2 c Radq(ka)$
 ** = Tratto parete sotto falda

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

Tratto n.	z [m]	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]
1	0.00	203.00	0.217	44.01	199.69	0.235	46.86	206.31	0.234	48.29
	1.50	173.00	0.217	37.50	170.18	0.235	39.93	175.82	0.234	41.15
2	1.50	173.00	0.217	37.50	170.18	0.235	39.93	175.82	0.234	41.15
	10.15	0.00	0.217	0.00	0.00	0.235	0.00	0.00	0.234	0.00

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

Tratto n.	z [m]	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]
1	0.00	20.00	0.217	4.34	19.67	0.235	4.62	20.33	0.234	4.76
	1.50	20.00	0.217	4.34	19.67	0.235	4.62	20.33	0.234	4.76
2	1.50	20.00	0.217	4.34	19.67	0.235	4.62	20.33	0.234	4.76
	10.15	20.00	0.217	4.34	19.67	0.235	4.62	20.33	0.234	4.76

***** PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE *****
Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
 sig_T = Componente di tensione efficace del Terreno
 Gamma_G1 = Coeff. di combinazione
 $sig_Td = sig_T * Gamma_G1$ = Tensione di Calcolo del Terreno

 sig_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico
 Gamma_Q = Coeff. di combinazione
 $sig_Qd = sig_Q * Gamma_Q$ = Tensione di Calcolo per Sovracc.

 $Sig_eff = sig_Td + sig_Qd$ = Tensione Risultante efficace

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:
 Spinta del terreno: $Gamma_G1 = 1.30$ (Perm. Strutt. Sfav.)
 Spinta del sovracc.: $Gamma_Q = 1.50$ (Variabile Sfav.)

Tratto n.	z [m]	Sig_T [kPa]	Gamma_G1 [-]	Sig_Td [kPa]	Sig_Q [kPa]	Gamma_Q [-]	Sig_Qd [kPa]	Sig_eff [kPa]
1	0.00	44.01	1.30	57.21	4.34	1.50	6.50	63.72
	1.50	37.50	1.30	48.76	4.34	1.50	6.50	55.26
2	1.50	37.50	1.30	48.76	4.34	1.50	6.50	55.26
	10.15	0.00	1.30	0.00	4.34	1.50	6.50	6.50

*** SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
 Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)
 Delta = Angolo di attrito al contatto
 Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)
 F_T = Valore complessivo di Spinta
 F_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)
 F_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)
 x_P, y_P = Coordinate x, y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

Tratto n.	da z [m]	a z [m]	Csi [°]	Delta [°]	Alpha [°]	F_T [kN]	F_x [kN]	F_y [kN]	x_P [m]	y_P [m]
1	0.00	1.50	90.00	25.35	25.35	89.23	80.64	38.20	5.50	0.73
2	1.50	10.15	90.00	25.35	25.35	267.13	241.41	114.35	5.50	4.69

*** DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE ***

Legenda:

F = valore dell'azione
 Coef = coefficiente di combinazione dell'azione
 F_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione
 F_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione
 x, y = coordinate punto di applicazione dell'azione
 Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)
 Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3*st + 1.5*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione
 Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante
 Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

Azione	Tipo Azione	F [kN]	Coef [-]	F_Vd [kN]	F_Hd [kN]	x [m]	y [m]	Mrib [kNm]	Mstab [kNm]	
Materiali Muro: Mat. n.01	Perm. Strutt.	Fav	403.13	1.00	403.13	0.00	2.12	3.04	0.00	853.78
Terr. su muro: Area n.01	Perm. Strutt.	Fav	198.00	1.00	198.00	0.00	3.85	3.00	0.00	762.30
Terr. su muro: Area n.02	Perm. Strutt.	Fav	222.00	1.00	222.00	0.00	3.65	6.00	0.00	810.30
Terr. su muro: Area n.03	Perm. Strutt.	Fav	212.00	1.00	212.00	0.00	3.50	8.83	0.00	742.00
Sovracc. su muro:	Variabile	Fav	80.00	0.00	0.00	0.00	3.50	10.15	0.00	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.01	Perm. Strutt.	Sfav	89.23	1.00	38.20	80.64	5.50	0.73	-151.04	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.02	Perm. Strutt.	Sfav	267.13	1.00	114.35	241.41	5.50	4.69	502.55	0.00
RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE:					1187.68	322.06			351.51	3168.38

*** V E R I F I C H E ***

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

Gamma	19.50	[kN/m3]	p.s. naturale
Gamma'	9.50	[kN/m3]	p.s. efficace (condizioni Non Drenate)
ϕ	40.00	[°]	attrito di calcolo
c	0.00	[kN/m2]	coesione di calcolo

Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

cf	0.67	[-]	aliquota attrito
cc	0.67	[-]	aliquota coesione
ϕ_a	26.68	[°]	attrito al contatto
ca	0.00	[kN/m2]	coesione di aderenza

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Azione Orizzontale:	Hed	322.06 kN
Carico verticale:	Ned	1187.68 kN
Resistenza attrito:	$R_a = Ned * tg(\phi_a)$	596.82 kN
Base Fondazione:	B	5.50 m
Resistenza coesione:	$R_c = ca * B$	0.00 kN
Resistenza Totale:	$R_{tot} = R_a + R_c$	596.82 kN
Coeffic. parziale:	G_R	1.10 (NTC18 - Tab. 6.5.I)
Resistenza di Calcolo:	$H_{rd} = R_{tot} / G_R$	542.56 kN
Verifica:	H_{rd} / Hed	1.68 ---> ok!

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Momento Stabilizzante:	Mstab	3168.38 kNm
Coeffic. parziale:	G_R	1.15 (NTC18 - Tab. 6.5.I)
Resistenza a Ribaltamento:	$M_{rd} = M_{stab} / G_R$	2755.11 kNm
Momento Ribaltante:	Med	351.51 kNm
Verifica:	M_{rd} / Med	7.84 ---> ok!

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

Azione verticale	Ned	1187.68 kN
Azione orizzontale	Hed	322.06 kN
Sovraccarico laterale	q	0.00 kPa
Eccentricita'	$e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$	0.38 m
Base efficace	$B_{eff} = B - 2 e $	4.74 m
Fattore cap. port.	$N_q = \exp(Pi * tg\phi) * tg^2(Pi/4 + \phi/2)$	64.20
Fattore cap. port.	$N_c = (N_q - 1) * cot\phi$	75.31
Fattore cap. port.	$N_g = 2 * (N_q + 1) * tg\phi$	109.41
coeff. inclin. carico	$i_g = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * cot\phi)]^3$	0.39
coeff. inclin. carico	$i_q = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * cot\phi)]^2$	0.53
coeff. inclin. carico	$i_c = i_q - [(1 - i_q) / (N_c * tg\phi)]$	0.52
Inclin. P.C. (>=0)		
coeff. inclin. p.c.	gq	1.00
coeff. inclin. p.c.	gg	1.00
coeff. inclin. p.c.	gc	1.00
coeff. sismico	$k_h = S_s * S_t * a_g / g$	0.0000
coeff. sismico	$z_c = 1 - 0.32 * k_h$	1.00
coeff. sismico	$z_q = (1 - k_h / tg\phi)^{0.35}$	1.00
coeff. sismico	$z_g = z_q$	1.00
pressione limite (1)	$q_{lim1} = 0.5 * G' * B_{eff} * N_g * i_g * g_g * z_g$	954.42 kN/m2
pressione limite (2)	$q_{lim2} = c * N_c * i_c * g_c * z_c$	0.00 kN/m2
pressione limite (3)	$q_{lim3} = q * N_q * i_q * g_q * z_q$	0.00 kN/m2
pressione lim. Tot.	$q_{lim} = q_{lim1} + q_{lim2} + q_{lim3}$	954.42 kN/m2
Resistenza totale	$Q_{lim} = q_{lim} * B_{eff}$	4527.27 kN
Coeffic. parziale	G_R	1.40 (NTC18 - Tab. 6.5.I)
Resistenza Calcolo	$N_{rd} = Q_{lim} / G_R$	3233.77 kN
Verifica	N_{rd} / Ned	2.72 ---> ok!

CALCOLO TENSIONI SUL PIANO DI FONDAZIONE:

Azione verticale	Ned	1187.68 kN
Eccentricita'	$e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$	0.38 m
Momento	$M = Ned * e $	449.24 kNm
Base Fondazione	B	5.50 m
$ e \leq B/6$ (base interamente compressa):		
Tensione Max	$s_{max} = Ned/B + 6 M / (B^2)$	305.05 kPa
Tensione min	$s_{min} = Ned/B - 6 M / (B^2)$	126.84 kPa

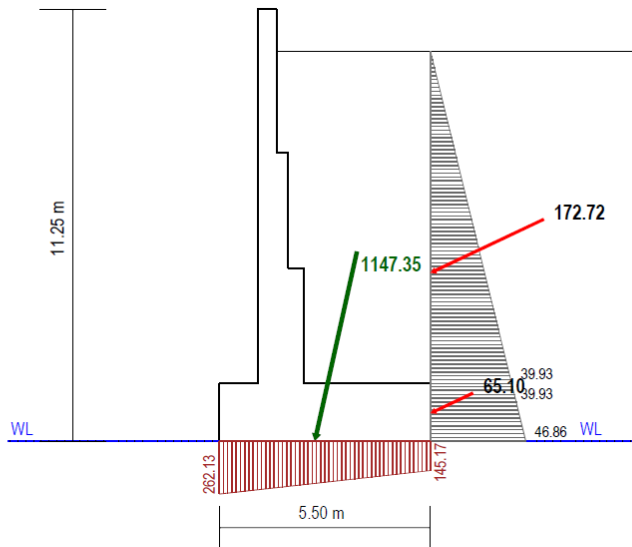
MB Muro Rev 3.03

PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO A

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4:
Sisma Su (M1+R3)

STRATI DI MONTE

STRATO N.1
G = 20.00 kNm3
 $\phi' = 38.00^\circ$
 $c' = 0.00$ kNm2



STRATO FONDAZIONE

G = 19.50 kNm3
 $\phi' = 40.00^\circ$
 $c' = 0.00$ kNm2

RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Azione Orizzontale:	Hed	248.77 kN
Carico verticale:	Ned	1120.06 kN
Resistenza attrito:	$Ra = Ned * tg(\phi_a)$	562.84 kN
Base Fondazione:	B	5.50 m
Resistenza coesione:	$Rc = ca * B$	0.00 kN
Resistenza Totale:	$Rtot = Ra + Rc$	562.84 kN
Coeff. parziale:	G_R	1.00
Resistenza di Calcolo:	$Hrd = Rtot / G_R$	562.84 kN
Verifica:	Hrd / Hed	2.26 ---> ok!

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

Azione verticale	Ned	1120.06 kN
Azione orizzontale	Hed	248.77 kN
Sovraccarico laterale	q	0.00 kPa
Eccentricita'	$e = B/2 - (Mstab - Mrib) / Ned$	0.26 m
Base efficace	$B_{eff} = B - 2 e $	4.97 m
Fattore cap. port.	$Nq = \exp(\pi * tg\phi) * tg^2(\pi/4 + \phi/2)$	64.20
Fattore cap. port.	$Nc = (Nq - 1) * cot\phi$	75.31
Fattore cap. port.	$Ng = 2 * (Nq + 1) * tg\phi$	109.41
coeff. inclin. carico	$iq = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * cot\phi)]^3$	0.47
coeff. inclin. carico	$iq = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * cot\phi)]^2$	0.61
coeff. inclin. carico	$ic = iq - [(1 - iq) / (Nc * tg\phi)]$	0.60
Inclin. P.C. (>=0)		
coeff. inclin. p.c.	gg	1.00
coeff. inclin. p.c.	gg	1.00
coeff. inclin. p.c.	gc	1.00
coeff. sismico	$kh = Ss * St * ag / g$	0.09
coeff. sismico	$zc = 1 - 0.32 * kh$	0.97
coeff. sismico	$zq = (1 - kh / tg\phi) ^ 0.35$	0.96
coeff. sismico	$zg = zq$	0.96
pressione limite (1)	$qlim1 = 0.5 * G' * B_{eff} * Ng * ig * gg * zg$	1171.49 kN/m2
pressione limite (2)	$qlim2 = c * Nc * ic * gc * zc$	0.00 kN/m2
pressione limite (3)	$qlim3 = q * Nq * iq * gg * zq$	0.00 kN/m2
pressione lim. Tot.	$qlim = qlim1 + qlim2 + qlim3$	1171.49 kN/m2
Resistenza totale	$Qlim = qlim * B_{eff}$	5826.44 kN
Coeff. parziale	G_R	1.20
Resistenza Calcolo	$Nrd = Qlim / G_R$	4855.37 kN
Verifica	Nrd / Ned	4.33 ---> ok!

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Per la presente combinazione di carico (sismica) la verifica a ribaltamento non è significativa. Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB' per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap. 7.11.6.2.1)

*** TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE ***
(MONONOBE - OKABE)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
sig_V = Tensione verticale efficace
ka = coefficiente di spinta attiva
sig_a = Tensione attiva efficace
sig_a = sig_V * ka - 2 c Radq(ka)
** = Tratto parete sotto falda

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

=====

Tratto n.	z [m]	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]
1	0.00	203.00	0.217	44.01	199.69	0.235	46.86	206.31	0.234	48.29
	1.50	173.00	0.217	37.50	170.18	0.235	39.93	175.82	0.234	41.15
2	1.50	173.00	0.217	37.50	170.18	0.235	39.93	175.82	0.234	41.15
	10.15	0.00	0.217	0.00	0.00	0.235	0.00	0.00	0.234	0.00

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

=====

Tratto n.	z [m]	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]
1	0.00	20.00	0.217	4.34	19.67	0.235	4.62	20.33	0.234	4.76
	1.50	20.00	0.217	4.34	19.67	0.235	4.62	20.33	0.234	4.76
2	1.50	20.00	0.217	4.34	19.67	0.235	4.62	20.33	0.234	4.76
	10.15	20.00	0.217	4.34	19.67	0.235	4.62	20.33	0.234	4.76

=====

*** PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***

=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
sig_T = Componente di tensione efficace del Terreno
Gamma_G1 = Coeff. di combinazione
sig_Td = sig_T * Gamma_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno

sig_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico
Gamma_Q = Coeff. di combinazione
sig_Qd = sig_Q * Gamma_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.

Sig_eff = sig_Td + sig_Qd = Tensione Risultante efficace

=====

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

=====

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:
Spinta del terreno: Gamma_G1 = 1.00 (Perm. Strutt. Sfav.)
Spinta del sovracc.: Gamma_Q = 0.00 (Variabile Sfav.)

Tratto n.	z [m]	Sig_T [kPa]	Gamma_G1 [-]	Sig_Td [kPa]	Sig_Q [kPa]	Gamma_Q [-]	Sig_Qd [kPa]	Sig_eff [kPa]
1	0.00	46.86	1.00	46.86	4.62	0.00	0.00	46.86
	1.50	39.93	1.00	39.93	4.62	0.00	0.00	39.93
2	1.50	39.93	1.00	39.93	4.62	0.00	0.00	39.93
	10.15	0.00	1.00	0.00	4.62	0.00	0.00	0.00

=====
*** SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)
Delta = Angolo di attrito al contatto
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)
F_T = Valore complessivo di Spinta
F_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)
F_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)
x_P,y_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

Tratto n.	da z [m]	a z [m]	Csi [°]	Delta [°]	Alpha [°]	F_T [kN]	F_x [kN]	F_y [kN]	x_P [m]	y_P [m]
1	0.00	1.50	90.00	25.35	25.35	65.10	58.83	27.87	5.50	0.73
2	1.50	10.15	90.00	25.35	25.35	172.72	156.09	73.94	5.50	4.38

=====
*** DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE ***
=====

Legenda:

F = valore dell'azione
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione
F_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione
F_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3*st + 1.5*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

Azione	Tipo Azione	F [kN]	Coef [-]	F_Vd [kN]	F_Hd [kN]	x [m]	y [m]	Mrib [kNm]	Mstab [kNm]	
Materiali Muro: Mat. n.01	Perm. Strutt.	Fav	403.13	1.00	403.13	0.00	2.12	3.04	0.00	853.78
-sisma vertic.			-6.57	1.00	-6.57	0.00	2.12	3.04	0.00	-13.92
-sisma orizz.			13.18	1.00	0.00	13.18	2.12	3.04	40.03	0.00
Terr. su muro: Area n.01	Perm. Strutt.	Fav	198.00	1.00	198.00	0.00	3.85	3.00	0.00	762.30
-sisma vertic.			-3.23	1.00	-3.23	0.00	3.85	3.00	0.00	-12.43
-sisma orizz.			6.47	1.00	0.00	6.47	3.85	3.00	19.42	0.00
Terr. su muro: Area n.02	Perm. Strutt.	Fav	222.00	1.00	222.00	0.00	3.65	6.00	0.00	810.30
-sisma vertic.			-3.62	1.00	-3.62	0.00	3.65	6.00	0.00	-13.21
-sisma orizz.			7.26	1.00	0.00	7.26	3.65	6.00	43.56	0.00
Terr. su muro: Area n.03	Perm. Strutt.	Fav	212.00	1.00	212.00	0.00	3.50	8.83	0.00	742.00
-sisma vertic.			-3.46	1.00	-3.46	0.00	3.50	8.83	0.00	-12.09
-sisma orizz.			6.93	1.00	0.00	6.93	3.50	8.83	61.18	0.00
Sovracc. su muro:	Variabile	Fav	80.00	0.00	0.00	0.00	3.50	10.15	0.00	0.00
-sisma vertic. su Sovracc			-1.30	0.00	0.00	0.00	3.50	10.15	0.00	0.00
-sisma orizz. su Sovracc			2.62	0.00	0.00	0.00	3.50	10.15	0.00	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.01	Perm. Strutt.	Sfav	65.10	1.00	27.87	58.83	5.50	0.73	-110.32	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.02	Perm. Strutt.	Sfav	172.72	1.00	73.94	156.09	5.50	4.38	277.54	0.00
RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE:					1120.06	248.77			331.42	3116.74

*** V E R I F I C H E ***

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

Gamma	19.50	[kN/m3]	p.s. naturale
Gamma'	9.50	[kN/m3]	p.s. efficace (condizioni Non Drenate)
ϕ	40.00	[°]	attrito di calcolo
c	0.00	[kN/m2]	coesione di calcolo

Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

cf	0.67	[-]	aliquota attrito
cc	0.67	[-]	aliquota coesione
ϕ_a	26.68	[°]	attrito al contatto
ca	0.00	[kN/m2]	coesione di aderenza

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Azione Orizzontale:	Hed	248.77 kN
Carico verticale:	Ned	1120.06 kN
Resistenza attrito:	$R_a = Ned * tg(\phi_a)$	562.84 kN
Base Fondazione:	B	5.50 m
Resistenza coesione:	$R_c = ca * B$	0.00 kN
Resistenza Totale:	$R_{tot} = R_a + R_c$	562.84 kN
Coeffic. parziale:	G_R	1.00 (NTC18 - Tab.7.11.III)
Resistenza di Calcolo:	$H_{rd} = R_{tot} / G_R$	562.84 kN
Verifica:	Hrd/Hed	2.26 ---> ok!

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Per la presente combinazione di carico (sismica) la verifica a ribaltamento non é significativa
 Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB'
 per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap.7.11.6.2.1)

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

Azione verticale	Ned	1120.06 kN
Azione orizzontale	Hed	248.77 kN
Sovraccarico laterale	q	0.00 kPa
Eccentricita'	$e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$	0.26 m
Base efficace	$B_{eff} = B - 2 e $	4.97 m
Fattore cap. port.	$N_q = \exp(\pi * tg\phi) * tg^2(\pi/4 + \phi/2)$	64.20
Fattore cap. port.	$N_c = (N_q - 1) * \cot\phi$	75.31
Fattore cap. port.	$N_g = 2 * (N_q + 1) * tg\phi$	109.41
coeff. inclin. carico	$i_g = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * \cot\phi)]^2$	0.47
coeff. inclin. carico	$i_q = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * \cot\phi)]^2$	0.61
coeff. inclin. carico	$i_c = i_q - [(1 - i_q) / (N_c * tg\phi)]$	0.60
Inclin. P.C. (>=0)		
coeff. inclin. p.c.	gg	1.00
coeff. inclin. p.c.	gg	1.00
coeff. inclin. p.c.	gc	1.00
coeff. sismico	$k_h = S_s * S_t * a_g / g$	0.0860
coeff. sismico	$z_c = 1 - 0.32 * k_h$	0.97
coeff. sismico	$z_q = (1 - k_h / tg\phi)^{0.35}$	0.96
coeff. sismico	$z_g = z_q$	0.96
pressione limite (1)	$q_{lim1} = 0.5 * G' * B_{eff} * N_g * i_g * gg * z_g$	1171.49 kN/m2
pressione limite (2)	$q_{lim2} = c * N_c * i_c * gc * z_c$	0.00 kN/m2
pressione limite (3)	$q_{lim3} = q * N_q * i_q * gg * z_q$	0.00 kN/m2
pressione lim. Tot.	$q_{lim} = q_{lim1} + q_{lim2} + q_{lim3}$	1171.49 kN/m2
Resistenza totale	$Q_{lim} = q_{lim} * B_{eff}$	5826.44 kN
Coeffic. parziale	G_R	1.20 (NTC18 - Tab.7.11.III)
Resistenza Calcolo	$N_{rd} = Q_{lim} / G_R$	4855.37 kN
Verifica	N_{rd} / Ned	4.33 ---> ok!

CALCOLO TENSIONI SUL PIANO DI FONDAZIONE:

Azione verticale	Ned	1120.06 kN
Eccentricita'	$e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$	0.26 m
Momento	$M = Ned * e $	294.83 kNm
Base Fondazione	B	5.50 m
e <= B/6 (base interamente compressa):		
Tensione Max	$s_{max} = Ned/B + 6 M / (B^2)$	262.13 kPa
Tensione min	$s_{min} = Ned/B - 6 M / (B^2)$	145.17 kPa

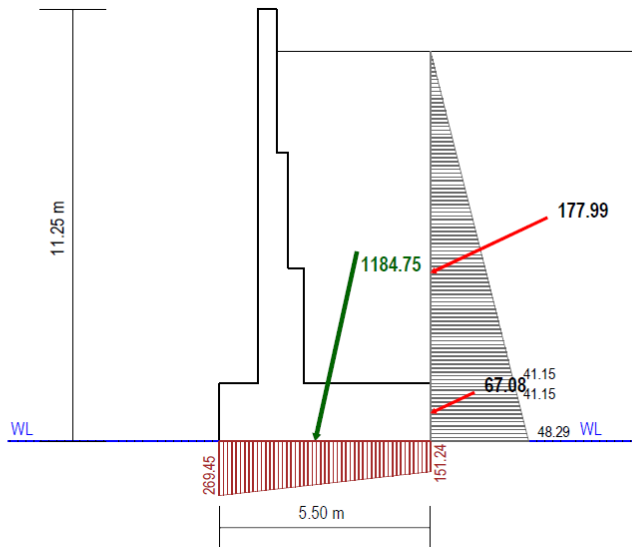
MB Muro Rev 3.03

PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO A

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5:
Sisma Giu (M1+R3)

STRATI DI MONTE

STRATO N.1
G = 20.00 kNm3
 $\phi' = 38.00^\circ$
 $c' = 0.00$ kNm2



STRATO FONDAZIONE

G = 19.50 kNm3
 $\phi' = 40.00^\circ$
 $c' = 0.00$ kNm2

RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Azione Orizzontale:	Hed	255.33 kN
Carico verticale:	Ned	1156.91 kN
Resistenza attrito:	$Ra = Ned * tg(\phi_a)$	581.36 kN
Base Fondazione:	B	5.50 m
Resistenza coesione:	$Rc = ca * B$	0.00 kN
Resistenza Totale:	$Rtot = Ra + Rc$	581.36 kN
Coeffic. parziale:	G_R	1.00
Resistenza di Calcolo:	$Hrd = Rtot / G_R$	581.36 kN
Verifica:	Hrd / Hed	2.28 ---> ok!

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

Azione verticale	Ned	1156.91 kN
Azione orizzontale	Hed	255.33 kN
Sovraccarico laterale	q	0.00 kPa
Eccentricita'	$e = B/2 - (Mstab - Mrib) / Ned$	0.26 m
Base efficace	$B_{eff} = B - 2 e $	4.98 m
Fattore cap. port.	$Nq = \exp(\pi * tg\phi) * tg^2(\pi/4 + \phi/2)$	64.20
Fattore cap. port.	$Nc = (Nq - 1) * cot\phi$	75.31
Fattore cap. port.	$Ng = 2 * (Nq + 1) * tg\phi$	109.41
coeff. inclin. carico	$iq = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * cot\phi)]^3$	0.47
coeff. inclin. carico	$iq = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * cot\phi)]^2$	0.61
coeff. inclin. carico	$ic = iq - [(1 - iq) / (Nc * tg\phi)]$	0.60
Inclin. P.C. (>=0)		
coeff. inclin. p.c.	gg	1.00
coeff. inclin. p.c.	gg	1.00
coeff. inclin. p.c.	gc	1.00
coeff. sismico	$kh = Ss * St * ag / g$	0.09
coeff. sismico	$zc = 1 - 0.32 * kh$	0.97
coeff. sismico	$zq = (1 - kh / tg\phi) * 0.35$	0.96
coeff. sismico	$zg = zq$	0.96
pressione limite (1)	$qlim1 = 0.5 * G' * B_{eff} * Ng * ig * gg * zg$	1180.52 kN/m2
pressione limite (2)	$qlim2 = c * Nc * ic * gc * zc$	0.00 kN/m2
pressione limite (3)	$qlim3 = q * Nq * iq * gg * zq$	0.00 kN/m2
pressione lim. Tot.	$qlim = qlim1 + qlim2 + qlim3$	1180.52 kN/m2
Resistenza totale	$Qlim = qlim * B_{eff}$	5884.72 kN
Coeffic. parziale	G_R	1.20
Resistenza Calcolo	$Nrd = Qlim / G_R$	4903.93 kN
Verifica	Nrd / Ned	4.24 ---> ok!

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Per la presente combinazione di carico (sismica) la verifica a ribaltamento non è significativa. Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB' per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap. 7.11.6.2.1)

*** TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE ***
 (MONONOBE - OKABE)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
 sig_V = Tensione verticale efficace
 ka = coefficiente di spinta attiva
 sig_a = Tensione attiva efficace
 $sig_a = sig_V * ka - 2 c Radq(ka)$
 ** = Tratto parete sotto falda

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

Tratto n.	z [m]	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]
1	0.00	203.00	0.217	44.01	199.69	0.235	46.86	206.31	0.234	48.29
	1.50	173.00	0.217	37.50	170.18	0.235	39.93	175.82	0.234	41.15
2	1.50	173.00	0.217	37.50	170.18	0.235	39.93	175.82	0.234	41.15
	10.15	0.00	0.217	0.00	0.00	0.235	0.00	0.00	0.234	0.00

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

Tratto n.	z [m]	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]
1	0.00	20.00	0.217	4.34	19.67	0.235	4.62	20.33	0.234	4.76
	1.50	20.00	0.217	4.34	19.67	0.235	4.62	20.33	0.234	4.76
2	1.50	20.00	0.217	4.34	19.67	0.235	4.62	20.33	0.234	4.76
	10.15	20.00	0.217	4.34	19.67	0.235	4.62	20.33	0.234	4.76

*** PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
 sig_T = Componente di tensione efficace del Terreno
 Gamma_G1 = Coeff. di combinazione
 $sig_Td = sig_T * Gamma_G1$ = Tensione di Calcolo del Terreno
 sig_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico
 Gamma_Q = Coeff. di combinazione
 $sig_Qd = sig_Q * Gamma_Q$ = Tensione di Calcolo per Sovracc.
 Sig_eff = $sig_Td + sig_Qd$ = Tensione Risultante efficace

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:
 Spinta del terreno: $Gamma_G1 = 1.00$ (Perm. Strutt. Sfav.)
 Spinta del sovracc.: $Gamma_Q = 0.00$ (Variabile Sfav.)

Tratto n.	z [m]	Sig_T [kPa]	Gamma_G1 [-]	Sig_Td [kPa]	Sig_Q [kPa]	Gamma_Q [-]	Sig_Qd [kPa]	Sig_eff [kPa]
1	0.00	48.29	1.00	48.29	4.76	0.00	0.00	48.29
	1.50	41.15	1.00	41.15	4.76	0.00	0.00	41.15
2	1.50	41.15	1.00	41.15	4.76	0.00	0.00	41.15
	10.15	0.00	1.00	0.00	4.76	0.00	0.00	0.00

=====
*** SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)
Delta = Angolo di attrito al contatto
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)
F_T = Valore complessivo di Spinta
F_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)
F_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)
x_P,y_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

Tratto n.	da z [m]	a z [m]	Csi [°]	Delta [°]	Alpha [°]	F_T [kN]	F_x [kN]	F_y [kN]	x_P [m]	y_P [m]
1	0.00	1.50	90.00	25.35	25.35	67.08	60.63	28.72	5.50	0.73
2	1.50	10.15	90.00	25.35	25.35	177.99	160.86	76.19	5.50	4.38

=====
*** DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE ***
=====

Legenda:

F = valore dell'azione
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione
F_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione
F_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3*st + 1.5*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

Azione	Tipo Azione	F [kN]	Coef [-]	F_Vd [kN]	F_Hd [kN]	x [m]	y [m]	Mrib [kNm]	Mstab [kNm]	
Materiali Muro: Mat. n.01	Perm. Strutt.	Fav	403.13	1.00	403.13	0.00	2.12	3.04	0.00	853.78
-sisma vertic.			6.57	1.00	6.57	0.00	2.12	3.04	0.00	13.92
-sisma orizz.			13.18	1.00	0.00	13.18	2.12	3.04	40.03	0.00
Terr. su muro: Area n.01	Perm. Strutt.	Fav	198.00	1.00	198.00	0.00	3.85	3.00	0.00	762.30
-sisma vertic.			3.23	1.00	3.23	0.00	3.85	3.00	0.00	12.43
-sisma orizz.			6.47	1.00	0.00	6.47	3.85	3.00	19.42	0.00
Terr. su muro: Area n.02	Perm. Strutt.	Fav	222.00	1.00	222.00	0.00	3.65	6.00	0.00	810.30
-sisma vertic.			3.62	1.00	3.62	0.00	3.65	6.00	0.00	13.21
-sisma orizz.			7.26	1.00	0.00	7.26	3.65	6.00	43.56	0.00
Terr. su muro: Area n.03	Perm. Strutt.	Fav	212.00	1.00	212.00	0.00	3.50	8.83	0.00	742.00
-sisma vertic.			3.46	1.00	3.46	0.00	3.50	8.83	0.00	12.09
-sisma orizz.			6.93	1.00	0.00	6.93	3.50	8.83	61.18	0.00
Sovracc. su muro:	Variabile	Fav	80.00	0.00	0.00	0.00	3.50	10.15	0.00	0.00
-sisma vertic. su Sovracc			1.30	0.00	0.00	0.00	3.50	10.15	0.00	0.00
-sisma orizz. su Sovracc			2.62	0.00	0.00	0.00	3.50	10.15	0.00	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.01	Perm. Strutt.	Sfav	67.08	1.00	28.72	60.63	5.50	0.73	-113.68	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.02	Perm. Strutt.	Sfav	177.99	1.00	76.19	160.86	5.50	4.38	286.02	0.00
RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE:					1156.91	255.33			336.52	3220.03

*** V E R I F I C H E ***

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

Gamma	19.50	[kN/m3]	p.s. naturale
Gamma'	9.50	[kN/m3]	p.s. efficace (condizioni Non Drenate)
ϕ	40.00	[°]	attrito di calcolo
c	0.00	[kN/m2]	coesione di calcolo

Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

cf	0.67	[-]	aliquota attrito
cc	0.67	[-]	aliquota coesione
ϕ_a	26.68	[°]	attrito al contatto
ca	0.00	[kN/m2]	coesione di aderenza

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Azione Orizzontale:	Hed	255.33 kN
Carico verticale:	Ned	1156.91 kN
Resistenza attrito:	Ra = Ned*tg(ϕ_a)	581.36 kN
Base Fondazione:	B	5.50 m
Resistenza coesione:	Rc = ca * B	0.00 kN
Resistenza Totale:	Rtot = Ra + Rc	581.36 kN
Coeffic. parziale:	G_R	1.00 (NTC18 - Tab.7.11.III)
Resistenza di Calcolo:	Hrd = Rtot/G_R	581.36 kN
Verifica:	Hrd/Hed	2.28 ---> ok!

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Per la presente combinazione di carico (sismica) la verifica a ribaltamento non é significativa
 Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB'
 per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap.7.11.6.2.1)

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

Azione verticale	Ned	1156.91 kN
Azione orizzontale	Hed	255.33 kN
Sovraccarico laterale	q	0.00 kPa
Eccentricita'	e = B/2 - (Mstab-Mrib)/Ned	0.26 m
Base efficace	Beff = B - 2 e	4.98 m
Fattore cap. port.	Nq=exp(Pi*tg ϕ)*tg2(Pi/4+ ϕ /2)	64.20
Fattore cap. port.	Nc=(Nq-1)*cot ϕ	75.31
Fattore cap. port.	Nq=2*(Nq+1)*tg ϕ	109.41
coeff.inclin.carico	iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c*cot ϕ)]^3	0.47
coeff.inclin.carico	iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c*cot ϕ)]^2	0.61
coeff.inclin.carico	ic=iq-[1-iq]/(Nc*tg ϕ)	0.60
Inclin. P.C.(>=0)		
coeff.inclin.p.c.	gg	1.00
coeff.inclin.p.c.	gg	1.00
coeff.inclin.p.c.	gc	1.00
coeff. sismico	kh=Ss*St*ag/g	0.0860
coeff. sismico	zc=1-0.32*kh	0.97
coeff. sismico	zq=(1-kh/tg ϕ)^0.35	0.96
coeff. sismico	zq=zq	0.96
pressione limite (1)	qlim1=0.5*G'*Beff*Nq*ig*gg*zg	1180.52 kN/m2
pressione limite (2)	qlim2=c*Nc*ic*gc*zc	0.00 kN/m2
pressione limite (3)	qlim3=q*Nq*iq*gg*zq	0.00 kN/m2
pressione lim. Tot.	qlim = qlim1 + qlim2 + qlim3	1180.52 kN/m2
Resistenza totale	Qlim = qlim * Beff	5884.72 kN
Coeffic. parziale	G_R	1.20 (NTC18 - Tab.7.11.III)
Resistenza Calcolo	Nrd = Qlim / G_R	4903.93 kN
Verifica	Nrd/Ned	4.24 ---> ok!

CALCOLO TENSIONI SUL PIANO DI FONDAZIONE:

Azione verticale	Ned	1156.91 kN
Eccentricita'	e = B/2 - (Mstab-Mrib)/Ned	0.26 m
Momento	M = Ned * e	297.99 kNm
Base Fondazione	B	5.50 m
e <= B/6 (base interamente compressa):		
Tensione Max	s_max = Ned/B + 6 M /(B^2)	269.45 kPa
Tensione min	s_min = Ned/B - 6 M /(B^2)	151.24 kPa

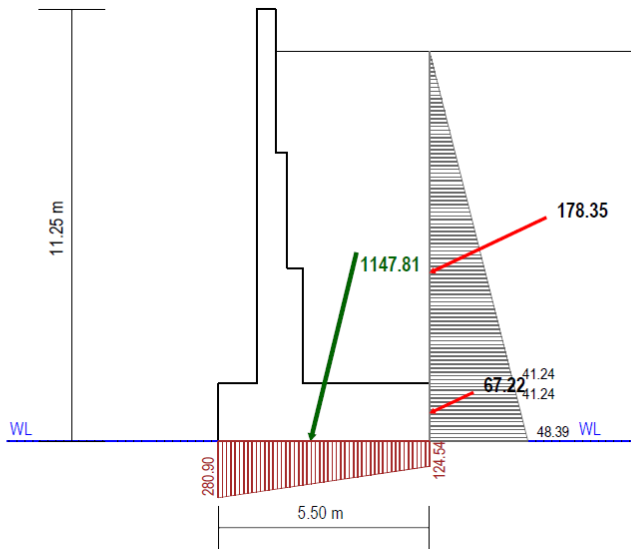
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO A**

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 8:
Sisma Su RIB (M1+R3)**

STRATI DI MONTE

STRATO N.1
G = 20.00 kNm³
φ' = 38.00 °
c' = 0.00 kNm²



STRATO FONDAZIONE

G = 19.50 kNm³
φ' = 40.00 °
c' = 0.00 kNm²

RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Per la presente combinazione di carico è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

Per la presente combinazione di carico è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Momento Stabilizzante:	Mstab	3090.91 kNm
Coeffic. parziale:	G R	1.00
Resistenza a Ribaltamento:	Mrd = Mstab/G_R	3090.91 kNm
Momento Ribaltante:	Med	418.97 kNm
Verifica:	Mrd/Med	7.38 ---> ok!

*** TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE ***
PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
sig_V = Tensione verticale efficace
ka = coefficiente di spinta attiva
sig_a = Tensione attiva efficace
sig_a = sig_V * ka - 2 c Radq(ka)
** = Tratto parete sotto falda

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

Tratto n.	z [m]	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]
1	0.00	203.00	0.217	44.01	198.04	0.244	48.39	207.96	0.243	50.53
	1.50	173.00	0.217	37.50	168.77	0.244	41.24	177.23	0.243	43.06
2	1.50	173.00	0.217	37.50	168.77	0.244	41.24	177.23	0.243	43.06
	10.15	0.00	0.217	0.00	0.00	0.244	0.00	0.00	0.243	0.00

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

Tratto n.	z [m]	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]
1	0.00	20.00	0.217	4.34	19.51	0.244	4.77	20.49	0.243	4.98
	1.50	20.00	0.217	4.34	19.51	0.244	4.77	20.49	0.243	4.98
2	1.50	20.00	0.217	4.34	19.51	0.244	4.77	20.49	0.243	4.98
	10.15	20.00	0.217	4.34	19.51	0.244	4.77	20.49	0.243	4.98

*** PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***
PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
sig_T = Componente di tensione efficace del Terreno
Gamma_G1 = Coeff. di combinazione
sig_Td = sig_T * Gamma_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno

sig_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico
Gamma_Q = Coeff. di combinazione
sig_Qd = sig_Q * Gamma_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.

Sig_eff = sig_Td + sig_Qd = Tensione Risultante efficace

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:
Spinta del terreno: Gamma_G1 = 1.00 (Perm. Strutt. Sfav.)
Spinta del sovracc.: Gamma_Q = 0.00 (Variabile Sfav.)

Tratto n.	z [m]	Sig_T [kPa]	Gamma_G1 [-]	Sig_Td [kPa]	Sig_Q [kPa]	Gamma_Q [-]	Sig_Qd [kPa]	Sig_eff [kPa]
1	0.00	48.39	1.00	48.39	4.77	0.00	0.00	48.39
	1.50	41.24	1.00	41.24	4.77	0.00	0.00	41.24
2	1.50	41.24	1.00	41.24	4.77	0.00	0.00	41.24
	10.15	0.00	1.00	0.00	4.77	0.00	0.00	0.00

=====
*** SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)
Delta = Angolo di attrito al contatto
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)
F_T = Valore complessivo di Spinta
F_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)
F_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)
x_P,y_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

Tratto n.	da z [m]	a z [m]	Csi [°]	Delta [°]	Alpha [°]	F_T [kN]	F_x [kN]	F_y [kN]	x_P [m]	y_P [m]
1	0.00	1.50	90.00	25.35	25.35	67.22	60.75	28.78	5.50	0.73
2	1.50	10.15	90.00	25.35	25.35	178.35	161.19	76.35	5.50	4.38

=====
*** DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE ***
=====

Legenda:

F = valore dell'azione
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione
F_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione
F_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3*st + 1.5*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

Azione	Tipo Azione	F [kN]	Coef [-]	F_Vd [kN]	F_Hd [kN]	x [m]	y [m]	Mrib [kNm]	Mstab [kNm]	
Materiali Muro: Mat. n.01	Perm. Strutt.	Fav	403.13	1.00	403.13	0.00	2.12	3.04	0.00	853.78
-sisma vertic.			-9.86	1.00	-9.86	0.00	2.12	3.04	0.00	-20.87
-sisma orizz.			19.77	1.00	0.00	19.77	2.12	3.04	60.04	0.00
Terr. su muro: Area n.01	Perm. Strutt.	Fav	198.00	1.00	198.00	0.00	3.85	3.00	0.00	762.30
-sisma vertic.			-4.84	1.00	-4.84	0.00	3.85	3.00	0.00	-18.64
-sisma orizz.			9.71	1.00	0.00	9.71	3.85	3.00	29.14	0.00
Terr. su muro: Area n.02	Perm. Strutt.	Fav	222.00	1.00	222.00	0.00	3.65	6.00	0.00	810.30
-sisma vertic.			-5.43	1.00	-5.43	0.00	3.65	6.00	0.00	-19.81
-sisma orizz.			10.89	1.00	0.00	10.89	3.65	6.00	65.33	0.00
Terr. su muro: Area n.03	Perm. Strutt.	Fav	212.00	1.00	212.00	0.00	3.50	8.83	0.00	742.00
-sisma vertic.			-5.18	1.00	-5.18	0.00	3.50	8.83	0.00	-18.14
-sisma orizz.			10.40	1.00	0.00	10.40	3.50	8.83	91.77	0.00
Sovracc. su muro:	Variabile	Fav	80.00	0.00	0.00	0.00	3.50	10.15	0.00	0.00
-sisma vertic. su Sovracc			-1.96	0.00	0.00	0.00	3.50	10.15	0.00	0.00
-sisma orizz. su Sovracc			3.92	0.00	0.00	0.00	3.50	10.15	0.00	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.01	Perm. Strutt.	Sfav	67.22	1.00	28.78	60.75	5.50	0.73	-113.92	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.02	Perm. Strutt.	Sfav	178.35	1.00	76.35	161.19	5.50	4.38	286.60	0.00
RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE:					1114.94	272.71			418.97	3090.91

=====
=====
*** V E R I F I C H E ***
=====
=====

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

Gamma	19.50	[kN/m3]	p.s. naturale
Gamma'	9.50	[kN/m3]	p.s. efficace (condizioni Non Drenate)
φ	40.00	[°]	attrito di calcolo
c	0.00	[kN/m2]	coesione di calcolo

Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

cf	0.67	[-]	aliquota attrito
cc	0.67	[-]	aliquota coesione
φ_a	26.68	[°]	attrito al contatto
ca	0.00	[kN/m2]	coesione di aderenza

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Per la presente combinazione di carico
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Momento Stabilizzante:	Mstab	3090.91 kNm
Coeffic. parziale:	G_R	1.00 (NTC18 - Tab.7.11.III)
Resistenza a Ribaltamento:	Mrd = Mstab/G_R	3090.91 kNm
Momento Ribaltante:	Med	418.97 kNm
Verifica:	Mrd/Med	7.38 ---> ok!

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

Per la presente combinazione di carico
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

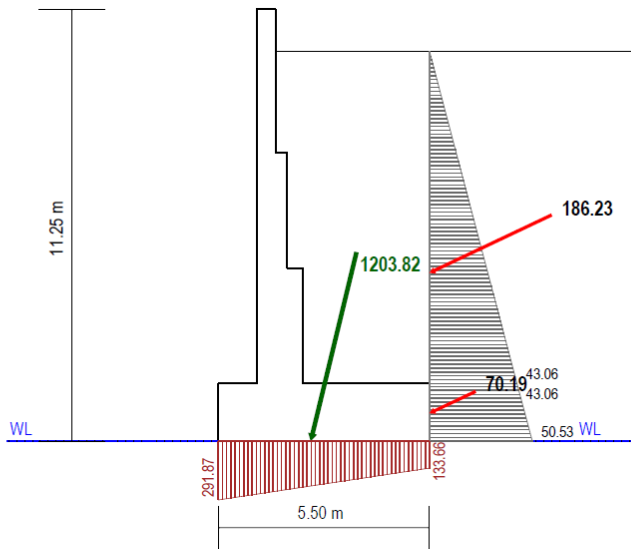
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO A**

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 9:
Sisma Giu RIB (M1+R3)**

STRATI DI MONTE

STRATO N.1
G = 20.00 kNm3
 $\phi' = 38.00^\circ$
 $c' = 0.00$ kNm2



STRATO FONDAZIONE

G = 19.50 kNm3
 $\phi' = 40.00^\circ$
 $c' = 0.00$ kNm2

RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Per la presente combinazione di carico è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

Per la presente combinazione di carico è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Momento Stabilizzante:	Mstab	3245.85 kNm
Coeffic. parziale:	G_R	1.00
Resistenza a Ribaltamento:	Mrd = Mstab/G_R	3245.85 kNm
Momento Ribaltante:	Med	426.60 kNm
Verifica:	Mrd/Med	7.61 ---> ok!

*** TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE ***
 PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
 sig_V = Tensione verticale efficace
 ka = coefficiente di spinta attiva
 sig_a = Tensione attiva efficace
 $sig_a = sig_V * ka - 2 c Radq(ka)$
 ** = Tratto parete sotto falda

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

Tratto n.	z [m]	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]
1	0.00	203.00	0.217	44.01	198.04	0.244	48.39	207.96	0.243	50.53
	1.50	173.00	0.217	37.50	168.77	0.244	41.24	177.23	0.243	43.06
2	1.50	173.00	0.217	37.50	168.77	0.244	41.24	177.23	0.243	43.06
	10.15	0.00	0.217	0.00	0.00	0.244	0.00	0.00	0.243	0.00

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

Tratto n.	z [m]	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]
1	0.00	20.00	0.217	4.34	19.51	0.244	4.77	20.49	0.243	4.98
	1.50	20.00	0.217	4.34	19.51	0.244	4.77	20.49	0.243	4.98
2	1.50	20.00	0.217	4.34	19.51	0.244	4.77	20.49	0.243	4.98
	10.15	20.00	0.217	4.34	19.51	0.244	4.77	20.49	0.243	4.98

 *** PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***
 PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
 sig_T = Componente di tensione efficace del Terreno
 Gamma_G1 = Coeff. di combinazione
 sig_Td = $sig_T * Gamma_G1$ = Tensione di Calcolo del Terreno

 sig_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico
 Gamma_Q = Coeff. di combinazione
 sig_Qd = $sig_Q * Gamma_Q$ = Tensione di Calcolo per Sovracc.

 Sig_eff = $sig_Td + sig_Qd$ = Tensione Risultante efficace

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:
 Spinta del terreno: $Gamma_G1 = 1.00$ (Perm. Strutt. Sfav.)
 Spinta del sovracc.: $Gamma_Q = 0.00$ (Variabile Sfav.)

Tratto n.	z [m]	Sig_T [kPa]	Gamma_G1 [-]	Sig_Td [kPa]	Sig_Q [kPa]	Gamma_Q [-]	Sig_Qd [kPa]	Sig_eff [kPa]
1	0.00	50.53	1.00	50.53	4.98	0.00	0.00	50.53
	1.50	43.06	1.00	43.06	4.98	0.00	0.00	43.06
2	1.50	43.06	1.00	43.06	4.98	0.00	0.00	43.06
	10.15	0.00	1.00	0.00	4.98	0.00	0.00	0.00

=====
*** SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)
Delta = Angolo di attrito al contatto
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)
F_T = Valore complessivo di Spinta
F_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)
F_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)
x_P,y_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)

Tratto n.	da z [m]	a z [m]	Csi [°]	Delta [°]	Alpha [°]	F_T [kN]	F_x [kN]	F_y [kN]	x_P [m]	y_P [m]
1	0.00	1.50	90.00	25.35	25.35	70.19	63.43	30.05	5.50	0.73
2	1.50	10.15	90.00	25.35	25.35	186.23	168.31	79.72	5.50	4.38

=====
*** DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE ***
=====

Legenda:

F = valore dell'azione
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione
F_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione
F_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3*st + 1.5*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)

Azione	Tipo Azione	F [kN]	Coef [-]	F_Vd [kN]	F_Hd [kN]	x [m]	y [m]	Mrib [kNm]	Mstab [kNm]	
Materiali Muro: Mat. n.01	Perm. Strutt.	Fav	403.13	1.00	403.13	0.00	2.12	3.04	0.00	853.78
-sisma vertic.			9.86	1.00	9.86	0.00	2.12	3.04	0.00	20.87
-sisma orizz.			19.77	1.00	0.00	19.77	2.12	3.04	60.04	0.00
Terr. su muro: Area n.01	Perm. Strutt.	Fav	198.00	1.00	198.00	0.00	3.85	3.00	0.00	762.30
-sisma vertic.			4.84	1.00	4.84	0.00	3.85	3.00	0.00	18.64
-sisma orizz.			9.71	1.00	0.00	9.71	3.85	3.00	29.14	0.00
Terr. su muro: Area n.02	Perm. Strutt.	Fav	222.00	1.00	222.00	0.00	3.65	6.00	0.00	810.30
-sisma vertic.			5.43	1.00	5.43	0.00	3.65	6.00	0.00	19.81
-sisma orizz.			10.89	1.00	0.00	10.89	3.65	6.00	65.33	0.00
Terr. su muro: Area n.03	Perm. Strutt.	Fav	212.00	1.00	212.00	0.00	3.50	8.83	0.00	742.00
-sisma vertic.			5.18	1.00	5.18	0.00	3.50	8.83	0.00	18.14
-sisma orizz.			10.40	1.00	0.00	10.40	3.50	8.83	91.77	0.00
Sovracc. su muro:	Variabile	Fav	80.00	0.00	0.00	0.00	3.50	10.15	0.00	0.00
-sisma vertic. su Sovracc			1.96	0.00	0.00	0.00	3.50	10.15	0.00	0.00
-sisma orizz. su Sovracc			3.92	0.00	0.00	0.00	3.50	10.15	0.00	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.01	Perm. Strutt.	Sfav	70.19	1.00	30.05	63.43	5.50	0.73	-118.95	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.02	Perm. Strutt.	Sfav	186.23	1.00	79.72	168.31	5.50	4.38	299.26	0.00
RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE:					1170.20	282.51			426.60	3245.85

=====
=====
*** V E R I F I C H E ***
=====
=====

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)
=====

Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

Gamma	19.50	[kN/m3]	p.s. naturale
Gamma'	9.50	[kN/m3]	p.s. efficace (condizioni Non Drenate)
φ	40.00	[°]	attrito di calcolo
c	0.00	[kN/m2]	coesione di calcolo

Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

cf	0.67	[-]	aliquota attrito
cc	0.67	[-]	aliquota coesione
φ_a	26.68	[°]	attrito al contatto
ca	0.00	[kN/m2]	coesione di aderenza

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Per la presente combinazione di carico
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

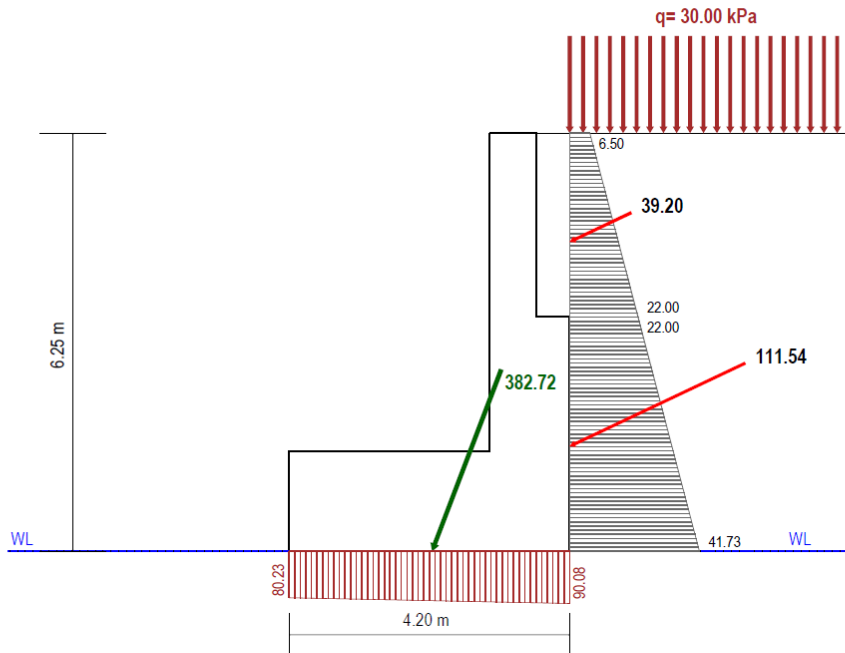
Momento Stabilizzante:	Mstab	3245.85 kNm
Coeffic. parziale:	G_R	1.00 (NTC18 - Tab.7.11.III)
Resistenza a Ribaltamento:	Mrd = Mstab/G_R	3245.85 kNm
Momento Ribaltante:	Med	426.60 kNm
Verifica:	Mrd/Med	7.61 ----> ok!

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

Per la presente combinazione di carico
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

ALLEGATO N. 1.B
SEZIONE TIPO H
VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE

MB Muro Rev 3.03

PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO H
COMBINAZIONE DI CARICO N. 1:
Statica (A1+M1+R3)
STRATI DI MONTE
STRATO N.1
 G = 20.00 kNm³
 $\phi' = 38.00^\circ$
 $c' = 0.00$ kNm²

STRATO FONDAZIONE

 G = 19.50 kNm³
 $\phi' = 40.00^\circ$
 $c' = 0.00$ kNm²
RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE
VERIFICA A SCORRIMENTO:

Azione Orizzontale:	Hed	136.23 kN
Carico verticale:	Ned	357.65 kN
Resistenza attrito:	$Ra = Ned \cdot tg(\phi_a)$	179.72 kN
Base Fondazione:	B	4.20 m
Resistenza coesione:	$Rc = ca \cdot B$	0.00 kN
Resistenza Totale:	$Rtot = Ra + Rc$	179.72 kN
Coeffic. parziale:	G_R	1.10
Resistenza di Calcolo:	$Hrd = Rtot / G_R$	163.39 kN
Verifica:	Hrd / Hed	1.20 ---> ok!

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Momento Stabilizzante:	Mstab	816.59 kNm
Coeffic. parziale:	G_R	1.15
Resistenza a Ribaltamento:	$Mrd = Mstab / G_R$	710.08 kNm
Momento Ribaltante:	Med	51.05 kNm
Verifica:	Mrd / Med	13.91 ---> ok!

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

Azione verticale	Ned	357.65 kN
Azione orizzontale	Hed	136.23 kN
Sovraccarico laterale	q	0.00 kPa
Eccentricita'	$e = B/2 - (Mstab - Mrib) / Ned$	-0.04 m
Base efficace	$B_{eff} = B - 2 e $	4.12 m
Fattore cap. port.	$Nq = \exp(\pi \cdot tg\phi) \cdot tg^2(\pi/4 + \phi/2)$	64.20
Fattore cap. port.	$Nc = (Nq - 1) \cdot cot\phi$	75.31
Fattore cap. port.	$Ng = 2 \cdot (Nq + 1) \cdot tg\phi$	109.41
coeff. inclin. carico	$iq = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} \cdot c' \cdot cot\phi)]^3$	0.24
coeff. inclin. carico	$iq = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} \cdot c' \cdot cot\phi)]^2$	0.38
coeff. inclin. carico	$ic = iq - [(1 - iq) / (Nc \cdot tg\phi)]$	0.37
Inclin. P.C. (>=0)		
coeff. inclin. p.c.	gg	1.00
coeff. inclin. p.c.	gg	1.00
coeff. inclin. p.c.	gc	1.00
coeff. sismico	$kh = Ss \cdot St \cdot ag / g$	0.00
coeff. sismico	$zc = 1 - 0.32 \cdot kh$	1.00
coeff. sismico	$zq = (1 - kh / tg\phi) \cdot 0.35$	1.00
coeff. sismico	$zg = zq$	1.00
pressione limite (1)	$qlim1 = 0.5 \cdot G' \cdot B_{eff} \cdot Ng \cdot ig \cdot gg \cdot zg$	507.99 kN/m ²
pressione limite (2)	$qlim2 = c' \cdot Nc \cdot ic \cdot gc \cdot zc$	0.00 kN/m ²
pressione limite (3)	$qlim3 = q \cdot Nq \cdot iq \cdot gg \cdot zg$	0.00 kN/m ²
pressione lim. Tot.	$qlim = qlim1 + qlim2 + qlim3$	507.99 kN/m ²
Resistenza totale	$Qlim = qlim \cdot B_{eff}$	2092.45 kN
Coeffic. parziale	G_R	1.40
Resistenza Calcolo	$Nrd = Qlim / G_R$	1494.61 kN
Verifica	Nrd / Ned	4.18 ---> ok!

***** TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE *****
 (MONONOBE - OKABE)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
 sig_V = Tensione verticale efficace
 ka = coefficiente di spinta attiva
 sig_a = Tensione attiva efficace
 $sig_a = sig_V * ka - 2 c Radq(ka)$
 ** = Tratto parete sotto falda

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

Tratto n.	z [m]	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]
1	0.00	125.00	0.217	27.10	122.96	0.235	28.85	127.04	0.234	29.74
	3.50	55.00	0.217	11.92	54.10	0.235	12.70	55.90	0.234	13.08
2	3.50	55.00	0.217	11.92	54.10	0.235	12.70	55.90	0.234	13.08
	6.25	0.00	0.217	0.00	0.00	0.235	0.00	0.00	0.234	0.00

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

Tratto n.	z [m]	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]
1	0.00	20.00	0.217	4.34	19.67	0.235	4.62	20.33	0.234	4.76
	3.50	20.00	0.217	4.34	19.67	0.235	4.62	20.33	0.234	4.76
2	3.50	20.00	0.217	4.34	19.67	0.235	4.62	20.33	0.234	4.76
	6.25	20.00	0.217	4.34	19.67	0.235	4.62	20.33	0.234	4.76

***** PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE *****
Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
 sig_T = Componente di tensione efficace del Terreno
 Gamma_G1 = Coeff. di combinazione
 sig_Td = $sig_T * Gamma_G1$ = Tensione di Calcolo del Terreno
 sig_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico
 Gamma_Q = Coeff. di combinazione
 sig_Qd = $sig_Q * Gamma_Q$ = Tensione di Calcolo per Sovracc.
 Sig_eff = $sig_Td + sig_Qd$ = Tensione Risultante efficace

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:
 Spinta del terreno: $Gamma_G1 = 1.30$ (Perm. Strutt. Sfav.)
 Spinta del sovracc.: $Gamma_Q = 1.50$ (Variabile Sfav.)

Tratto n.	z [m]	Sig_T [kPa]	Gamma_G1 [-]	Sig_Td [kPa]	Sig_Q [kPa]	Gamma_Q [-]	Sig_Qd [kPa]	Sig_eff [kPa]
1	0.00	27.10	1.30	35.23	4.34	1.50	6.50	41.73
	3.50	11.92	1.30	15.50	4.34	1.50	6.50	22.00
2	3.50	11.92	1.30	15.50	4.34	1.50	6.50	22.00
	6.25	0.00	1.30	0.00	4.34	1.50	6.50	6.50

=====
*** SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)
Delta = Angolo di attrito al contatto
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)
F_T = Valore complessivo di Spinta
F_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)
F_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)
x_P,y_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

Tratto n.	da z [m]	a z [m]	Csi [°]	Delta [°]	Alpha [°]	F_T [kN]	F_x [kN]	F_y [kN]	x_P [m]	y_P [m]
1	0.00	3.50	90.00	25.35	25.35	111.54	100.80	47.75	4.20	1.57
2	3.50	6.25	90.00	25.35	25.35	39.20	35.43	16.78	4.20	4.63

=====
*** DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE ***
=====

Legenda:

F = valore dell'azione
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione
F_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione
F_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3*st + 1.5*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

Azione	Tipo Azione	F [kN]	Coef [-]	F_Vd [kN]	F_Hd [kN]	x [m]	y [m]	Mrib [kNm]	Mstab [kNm]	
Materiali Muro: Mat. n.01	Perm. Strutt.	Fav	265.63	1.00	265.63	0.00	2.67	1.89	0.00	707.97
Terr. su muro: Area n.01	Perm. Strutt.	Fav	27.50	1.00	27.50	0.00	3.95	4.88	0.00	108.62
Sovracc. su muro:	Variabile	Fav	10.00	0.00	0.00	0.00	3.95	6.25	0.00	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.01	Perm. Strutt.	Sfav	111.54	1.00	47.75	100.80	4.20	1.57	-42.34	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.02	Perm. Strutt.	Sfav	39.20	1.00	16.78	35.43	4.20	4.63	93.39	0.00
RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE:					357.65	136.23			51.05	816.59

*** V E R I F I C H E ***

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

Gamma	19.50	[kN/m3]	p.s. naturale
Gamma'	9.50	[kN/m3]	p.s. efficace (condizioni Non Drenate)
ϕ	40.00	[°]	attrito di calcolo
c	0.00	[kN/m2]	coesione di calcolo

Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

cf	0.67	[-]	aliquota attrito
cc	0.67	[-]	aliquota coesione
ϕ_a	26.68	[°]	attrito al contatto
ca	0.00	[kN/m2]	coesione di aderenza

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Azione Orizzontale:	Hed	136.23 kN
Carico verticale:	Ned	357.65 kN
Resistenza attrito:	$R_a = Ned * tg(\phi_a)$	179.72 kN
Base Fondazione:	B	4.20 m
Resistenza coesione:	$R_c = ca * B$	0.00 kN
Resistenza Totale:	$R_{tot} = R_a + R_c$	179.72 kN
Coeffic. parziale:	G_R	1.10 (NTC18 - Tab.6.5.I)
Resistenza di Calcolo:	$H_{rd} = R_{tot} / G_R$	163.39 kN
Verifica:	Hrd/Hed	1.20 ---> ok!

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Momento Stabilizzante:	Mstab	816.59 kNm
Coeffic. parziale:	G_R	1.15 (NTC18 - Tab.6.5.I)
Resistenza a Ribaltamento:	$M_{rd} = M_{stab} / G_R$	710.08 kNm
Momento Ribaltante:	Med	51.05 kNm
Verifica:	Mrd/Med	13.91 ---> ok!

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

Azione verticale	Ned	357.65 kN
Azione orizzontale	Hed	136.23 kN
Sovraccarico laterale	q	0.00 kPa
Eccentricita'	$e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$	-0.04 m
Base efficace	$B_{eff} = B - 2 e $	4.12 m
Fattore cap. port.	$N_q = \exp(Pi * tg\phi) * tg^2(Pi/4 + \phi/2)$	64.20
Fattore cap. port.	$N_c = (N_q - 1) * cot\phi$	75.31
Fattore cap. port.	$N_g = 2 * (N_q + 1) * tg\phi$	109.41
coeff. inclin. carico	$i_g = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * cot\phi)]^{\wedge}3$	0.24
coeff. inclin. carico	$i_q = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * cot\phi)]^{\wedge}2$	0.38
coeff. inclin. carico	$i_c = i_q - [(1 - i_q) / (N_c * tg\phi)]$	0.37
Inclin. P.C. (>=0)		
coeff. inclin. p.c.	gq	1.00
coeff. inclin. p.c.	gg	1.00
coeff. inclin. p.c.	gc	1.00
coeff. sismico	$kh = S_s * S_t * a_g / g$	0.0000
coeff. sismico	$zc = 1 - 0.32 * kh$	1.00
coeff. sismico	$zq = (1 - kh / tg\phi)^{\wedge}0.35$	1.00
coeff. sismico	zq = zq	1.00
pressione limite (1)	$q_{lim1} = 0.5 * G' * B_{eff} * N_g * i_g * g_g * z_g$	507.99 kN/m2
pressione limite (2)	$q_{lim2} = c * N_c * i_c * g_c * z_c$	0.00 kN/m2
pressione limite (3)	$q_{lim3} = q * N_q * i_q * g_q * z_q$	0.00 kN/m2
pressione lim. Tot.	$q_{lim} = q_{lim1} + q_{lim2} + q_{lim3}$	507.99 kN/m2
Resistenza totale	$Q_{lim} = q_{lim} * B_{eff}$	2092.45 kN
Coeffic. parziale	G_R	1.40 (NTC18 - Tab.6.5.I)
Resistenza Calcolo	$N_{rd} = Q_{lim} / G_R$	1494.61 kN
Verifica	Nrd/Ned	4.18 ---> ok!

CALCOLO TENSIONI SUL PIANO DI FONDAZIONE:

Azione verticale	Ned	357.65 kN
Eccentricita'	$e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$	-0.04 m
Momento	$M = Ned * e $	14.47 kNm
Base Fondazione	B	4.20 m
$ e \leq B/6$ (base interamente compressa):		
Tensione Max	$s_{max} = Ned/B + 6 M / (B^{\wedge}2)$	90.08 kPa
Tensione min	$s_{min} = Ned/B - 6 M / (B^{\wedge}2)$	80.23 kPa

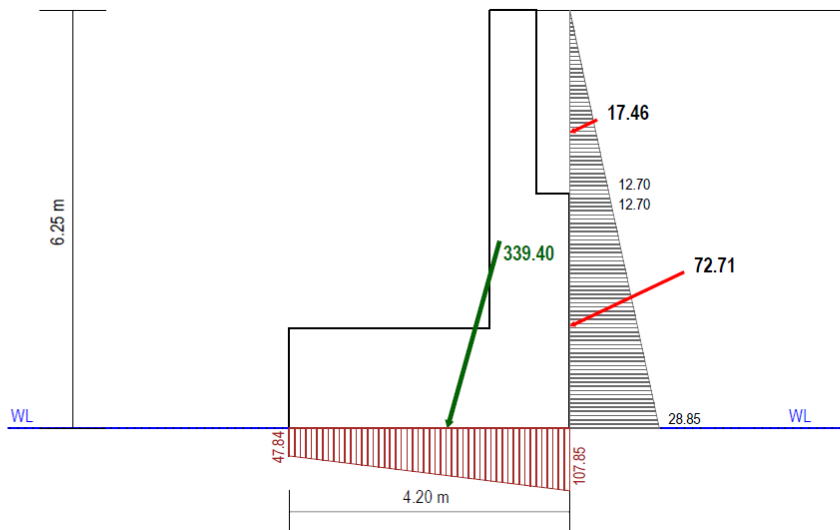
MB Muro Rev 3.03

PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO H

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4:
Sisma Su (M1+R3)

STRATI DI MONTE

STRATO N.1
G = 20.00 kNm³
φ' = 38.00 °
c' = 0.00 kNm²



STRATO FONDAZIONE

G = 19.50 kNm³
φ' = 40.00 °
c' = 0.00 kNm²

RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Azione Orizzontale:	Hed	91.08 kN
Carico verticale:	Ned	326.95 kN
Resistenza attrito:	Ra = Ned*tg(φa)	164.29 kN
Base Fondazione:	B	4.20 m
Resistenza coesione:	Rc = ca * B	0.00 kN
Resistenza Totale:	Rtot = Ra + Rc	164.29 kN
Coeffic. parziale:	G_R	1.00
Resistenza di Calcolo:	Hrd = Rtot/G_R	164.29 kN
Verifica:	Hrd/Hed	1.80 ---> ok!

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

Azione verticale	Ned	326.95 kN
Azione orizzontale	Hed	91.08 kN
Sovraccarico laterale	q	0.00 kPa
Eccentricita'	e = B/2 - (Mstab-Mrib)/Ned	-0.27 m
Base efficace	Beff = B - 2 e	3.66 m
Fattore cap. port.	Nq=exp(Pi*tgφ)*tg2(Pi/4+φ/2)	64.20
Fattore cap. port.	Nc=(Nq-1)*cotφ	75.31
Fattore cap. port.	Ng=2*(Nq+1)*tgφ	109.41
coeff.inclin.carico	iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c*cotφ)]^3	0.38
coeff.inclin.carico	iq=[1-Hed/(Ned+Beff*c*cotφ)]^2	0.52
coeff.inclin.carico	ic=iq - [(1-iq)/(Nc*tgφ)]	0.51
Inclin. P.C. (>=0)		
coeff.inclin. p.c.	gg	1.00
coeff.inclin. p.c.	gg	1.00
coeff.inclin. p.c.	gc	1.00
coeff. sismico	kh=Ss*St*ag/g	0.09
coeff. sismico	zc=1-0.32*kh	0.97
coeff. sismico	xq=(1-kh/tgφ)^0.35	0.96
coeff. sismico	xg=xq	0.96
pressione limite (1)	qlim1=0.5*G'*Beff*Ng*ig*gg*xg	687.74 kN/m2
pressione limite (2)	qlim2=c*Nc*ic*gc*zc	0.00 kN/m2
pressione limite (3)	qlim3=q*Nq*ig*gg*xq	0.00 kN/m2
pressione lim. Tot.	qlim = qlim1 + qlim2 + qlim3	687.74 kN/m2
Resistenza totale	Qlim = qlim * Beff	2517.36 kN
Coeffic. parziale	G_R	1.20
Resistenza Calcolo	Nrd = Qlim / G_R	2097.80 kN
Verifica	Nrd/Ned	6.42 ---> ok!

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Per la presente combinazione di carico (sismica) la verifica a ribaltamento non è significativa. Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB' per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap.7.11.6.2.1)

*** TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE ***
(MONONOBE - OKABE)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
sig_V = Tensione verticale efficace
ka = coefficiente di spinta attiva
sig_a = Tensione attiva efficace
sig_a = sig_V * ka - 2 c Radq(ka)
** = Tratto parete sotto falda

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

=====

Tratto n.	z [m]	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]
1	0.00	125.00	0.217	27.10	122.96	0.235	28.85	127.04	0.234	29.74
	3.50	55.00	0.217	11.92	54.10	0.235	12.70	55.90	0.234	13.08
2	3.50	55.00	0.217	11.92	54.10	0.235	12.70	55.90	0.234	13.08
	6.25	0.00	0.217	0.00	0.00	0.235	0.00	0.00	0.234	0.00

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

=====

Tratto n.	z [m]	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]
1	0.00	20.00	0.217	4.34	19.67	0.235	4.62	20.33	0.234	4.76
	3.50	20.00	0.217	4.34	19.67	0.235	4.62	20.33	0.234	4.76
2	3.50	20.00	0.217	4.34	19.67	0.235	4.62	20.33	0.234	4.76
	6.25	20.00	0.217	4.34	19.67	0.235	4.62	20.33	0.234	4.76

=====

*** PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***

=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
sig_T = Componente di tensione efficace del Terreno
Gamma_G1 = Coeff. di combinazione
sig_Td = sig_T * Gamma_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno

sig_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico
Gamma_Q = Coeff. di combinazione
sig_Qd = sig_Q * Gamma_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.

Sig_eff = sig_Td + sig_Qd = Tensione Risultante efficace

=====

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

=====

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:
Spinta del terreno: Gamma_G1 = 1.00 (Perm. Strutt. Sfav.)
Spinta del sovracc.: Gamma_Q = 0.00 (Variabile Sfav.)

Tratto n.	z [m]	Sig_T [kPa]	Gamma_G1 [-]	Sig_Td [kPa]	Sig_Q [kPa]	Gamma_Q [-]	Sig_Qd [kPa]	Sig_eff [kPa]
1	0.00	28.85	1.00	28.85	4.62	0.00	0.00	28.85
	3.50	12.70	1.00	12.70	4.62	0.00	0.00	12.70
2	3.50	12.70	1.00	12.70	4.62	0.00	0.00	12.70
	6.25	0.00	1.00	0.00	4.62	0.00	0.00	0.00

=====
*** SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)
Delta = Angolo di attrito al contatto
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)
F_T = Valore complessivo di Spinta
F_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)
F_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)
x_P,y_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

Tratto n.	da z [m]	a z [m]	Csi [°]	Delta [°]	Alpha [°]	F_T [kN]	F_x [kN]	F_y [kN]	x_P [m]	y_P [m]
1	0.00	3.50	90.00	25.35	25.35	72.71	65.71	31.13	4.20	1.52
2	3.50	6.25	90.00	25.35	25.35	17.46	15.78	7.47	4.20	4.42

=====
*** DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE ***
=====

Legenda:

F = valore dell'azione
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione
F_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione
F_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3*st + 1.5*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

Azione	Tipo Azione	F [kN]	Coef [-]	F_Vd [kN]	F_Hd [kN]	x [m]	y [m]	Mrib [kNm]	Mstab [kNm]	
Materiali Muro: Mat. n.01	Perm. Strutt.	Fav	265.63	1.00	265.63	0.00	2.67	1.89	0.00	707.97
-sisma vertic.			-4.33	1.00	-4.33	0.00	2.67	1.89	0.00	-11.54
-sisma orizz.			8.69	1.00	0.00	8.69	2.67	1.89	16.44	0.00
Terr. su muro: Area n.01	Perm. Strutt.	Fav	27.50	1.00	27.50	0.00	3.95	4.88	0.00	108.62
-sisma vertic.			-0.45	1.00	-0.45	0.00	3.95	4.88	0.00	-1.77
-sisma orizz.			0.90	1.00	0.00	0.90	3.95	4.88	4.38	0.00
Sovracc. su muro:	Variabile	Fav	10.00	0.00	0.00	0.00	3.95	6.25	0.00	0.00
-sisma vertic. su Sovracc			-0.16	0.00	0.00	0.00	3.95	6.25	0.00	0.00
-sisma orizz. su Sovracc			0.33	0.00	0.00	0.00	3.95	6.25	0.00	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.01	Perm. Strutt.	Sfav	72.71	1.00	31.13	65.71	4.20	1.52	-30.64	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.02	Perm. Strutt.	Sfav	17.46	1.00	7.47	15.78	4.20	4.42	38.29	0.00
RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE:					326.95	91.08			28.47	803.28

*** V E R I F I C H E ***

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

Gamma	19.50	[kN/m3]	p.s. naturale
Gamma'	9.50	[kN/m3]	p.s. efficace (condizioni Non Drenate)
ϕ	40.00	[°]	attrito di calcolo
c	0.00	[kN/m2]	coesione di calcolo

Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

cf	0.67	[-]	aliquota attrito
cc	0.67	[-]	aliquota coesione
ϕ_a	26.68	[°]	attrito al contatto
ca	0.00	[kN/m2]	coesione di aderenza

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Azione Orizzontale:	Hed	91.08 kN
Carico verticale:	Ned	326.95 kN
Resistenza attrito:	$R_a = Ned * tg(\phi_a)$	164.29 kN
Base Fondazione:	B	4.20 m
Resistenza coesione:	$R_c = ca * B$	0.00 kN
Resistenza Totale:	$R_{tot} = R_a + R_c$	164.29 kN
Coeffic. parziale:	G_R	1.00 (NTC18 - Tab.7.11.III)
Resistenza di Calcolo:	$H_{rd} = R_{tot} / G_R$	164.29 kN
Verifica:	Hrd/Hed	1.80 ---> ok!

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Per la presente combinazione di carico (sismica) la verifica a ribaltamento non é significativa
 Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB'
 per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap.7.11.6.2.1)

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

Azione verticale	Ned	326.95 kN
Azione orizzontale	Hed	91.08 kN
Sovraccarico laterale	q	0.00 kPa
Eccentricita'	$e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$	-0.27 m
Base efficace	$B_{eff} = B - 2 e $	3.66 m
Fattore cap. port.	$N_q = \exp(\pi * tg\phi) * tg^2(\pi/4 + \phi/2)$	64.20
Fattore cap. port.	$N_c = (N_q - 1) * \cot\phi$	75.31
Fattore cap. port.	$N_g = 2 * (N_q + 1) * tg\phi$	109.41
coeff. inclin. carico	$i_g = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * \cot\phi)]^2$	0.38
coeff. inclin. carico	$i_q = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * \cot\phi)]^2$	0.52
coeff. inclin. carico	$i_c = i_q - [(1 - i_q) / (N_c * tg\phi)]$	0.51
Inclin. P.C. (>=0)		
coeff. inclin. p.c.	gq	1.00
coeff. inclin. p.c.	gg	1.00
coeff. inclin. p.c.	gc	1.00
coeff. sismico	$k_h = S_s * S_t * a_g / g$	0.0860
coeff. sismico	$z_c = 1 - 0.32 * k_h$	0.97
coeff. sismico	$z_q = (1 - k_h / tg\phi)^{0.35}$	0.96
coeff. sismico	$z_g = z_q$	0.96
pressione limite (1)	$q_{lim1} = 0.5 * G' * B_{eff} * N_g * i_g * g * z_g$	687.74 kN/m2
pressione limite (2)	$q_{lim2} = c * N_c * i_c * g * z_c$	0.00 kN/m2
pressione limite (3)	$q_{lim3} = q * N_q * i_q * g * z_q$	0.00 kN/m2
pressione lim. Tot.	$q_{lim} = q_{lim1} + q_{lim2} + q_{lim3}$	687.74 kN/m2
Resistenza totale	$Q_{lim} = q_{lim} * B_{eff}$	2517.36 kN
Coeffic. parziale	G_R	1.20 (NTC18 - Tab.7.11.III)
Resistenza Calcolo	$N_{rd} = Q_{lim} / G_R$	2097.80 kN
Verifica	N_{rd} / Ned	6.42 ---> ok!

CALCOLO TENSIONI SUL PIANO DI FONDAZIONE:

Azione verticale	Ned	326.95 kN
Eccentricita'	$e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$	-0.27 m
Momento	$M = Ned * e $	88.22 kNm
Base Fondazione	B	4.20 m
e <= B/6 (base interamente compressa):		
Tensione Max	$s_{max} = Ned/B + 6 M / (B^2)$	107.85 kPa
Tensione min	$s_{min} = Ned/B - 6 M / (B^2)$	47.84 kPa

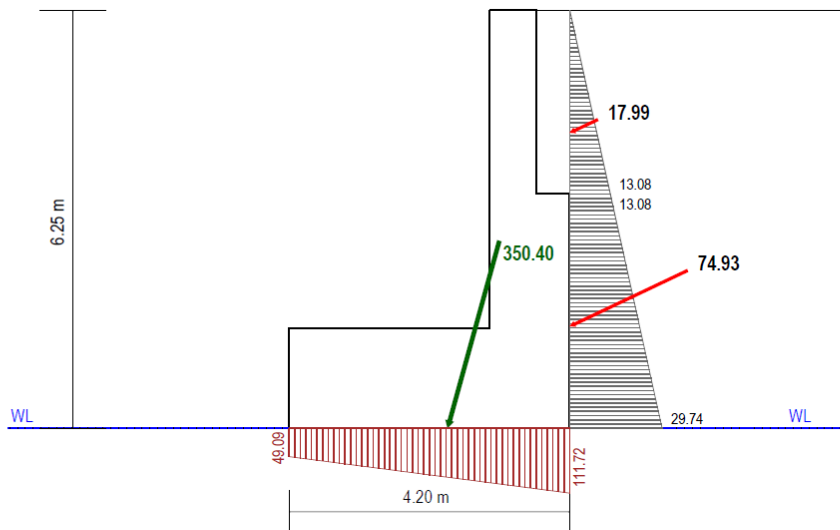
MB Muro Rev 3.03

PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO H

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5:
Sisma Giu (M1+R3)

STRATI DI MONTE

STRATO N.1
G = 20.00 kNm3
 $\phi' = 38.00^\circ$
 $c' = 0.00$ kNm2



STRATO FONDAZIONE

G = 19.50 kNm3
 $\phi' = 40.00^\circ$
 $c' = 0.00$ kNm2

RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Azione Orizzontale:	Hed	93.56 kN
Carico verticale:	Ned	337.68 kN
Resistenza attrito:	$Ra = Ned * tg(\phi_a)$	169.69 kN
Base Fondazione:	B	4.20 m
Resistenza coesione:	$Rc = ca * B$	0.00 kN
Resistenza Totale:	$Rtot = Ra + Rc$	169.69 kN
Coeffic. parziale:	G_R	1.00
Resistenza di Calcolo:	$Hrd = Rtot / G_R$	169.69 kN
Verifica:	Hrd / Hed	1.81 ---> ok!

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Per la presente combinazione di carico (sismica) la verifica a ribaltamento non è significativa
Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB' per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap.7.11.6.2.1)

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

Azione verticale	Ned	337.68 kN
Azione orizzontale	Hed	93.56 kN
Sovraccarico laterale	q	0.00 kPa
Eccentricita'	$e = B/2 - (Mstab - Mrib) / Ned$	-0.27 m
Base efficace	$B_{eff} = B - 2 e $	3.65 m
Fattore cap. port.	$Nq = \exp(\pi * tg\phi) * tg^2(\pi/4 + \phi/2)$	64.20
Fattore cap. port.	$Nc = (Nq - 1) * cot\phi$	75.31
Fattore cap. port.	$Ng = 2 * (Nq - 1) * tg\phi$	109.41
coeff. inclin. carico	$iq = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * cot\phi)]^3$	0.38
coeff. inclin. carico	$iq = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * cot\phi)]^2$	0.52
coeff. inclin. carico	$ic = iq - [(1 - iq) / (Nc * tg\phi)]$	0.52
Inclin. P.C. (>=0)		
coeff. inclin. p.c.	gg	1.00
coeff. inclin. p.c.	gg	1.00
coeff. inclin. p.c.	gc	1.00
coeff. sismico	$kh = Ss * St * ag / g$	0.09
coeff. sismico	$zc = 1 - 0.32 * kh$	0.97
coeff. sismico	$zq = (1 - kh / tg\phi) * 0.35$	0.96
coeff. sismico	$zg = zq$	0.96
pressione limite (1)	$qlim1 = 0.5 * G' * B_{eff} * Ng * ig * gg * zg$	690.94 kN/m2
pressione limite (2)	$qlim2 = c * Nc * ic * gc * zc$	0.00 kN/m2
pressione limite (3)	$qlim3 = q * Nq * iq * gg * zg$	0.00 kN/m2
pressione lim. Tot.	$qlim = qlim1 + qlim2 + qlim3$	690.94 kN/m2
Resistenza totale	$Qlim = qlim * B_{eff}$	2525.20 kN
Coeffic. parziale	G_R	1.20
Resistenza Calcolo	$Nrd = Qlim / G_R$	2104.33 kN
Verifica	Nrd / Ned	6.23 ---> ok!

*** TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE ***
(MONONOBE - OKABE)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
sig_V = Tensione verticale efficace
ka = coefficiente di spinta attiva
sig_a = Tensione attiva efficace
sig_a = sig_V * ka - 2 c Radq(ka)
** = Tratto parete sotto falda

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

=====

Tratto n.	z [m]	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]
1	0.00	125.00	0.217	27.10	122.96	0.235	28.85	127.04	0.234	29.74
	3.50	55.00	0.217	11.92	54.10	0.235	12.70	55.90	0.234	13.08
2	3.50	55.00	0.217	11.92	54.10	0.235	12.70	55.90	0.234	13.08
	6.25	0.00	0.217	0.00	0.00	0.235	0.00	0.00	0.234	0.00

=====

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

=====

Tratto n.	z [m]	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]
1	0.00	20.00	0.217	4.34	19.67	0.235	4.62	20.33	0.234	4.76
	3.50	20.00	0.217	4.34	19.67	0.235	4.62	20.33	0.234	4.76
2	3.50	20.00	0.217	4.34	19.67	0.235	4.62	20.33	0.234	4.76
	6.25	20.00	0.217	4.34	19.67	0.235	4.62	20.33	0.234	4.76

=====

*** PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***

=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
sig_T = Componente di tensione efficace del Terreno
Gamma_G1 = Coeff. di combinazione
sig_Td = sig_T * Gamma_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno

sig_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico
Gamma_Q = Coeff. di combinazione
sig_Qd = sig_Q * Gamma_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.

Sig_eff = sig_Td + sig_Qd = Tensione Risultante efficace

=====

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

=====

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:
Spinta del terreno: Gamma_G1 = 1.00 (Perm. Strutt. Sfav.)
Spinta del sovracc.: Gamma_Q = 0.00 (Variabile Sfav.)

Tratto n.	z [m]	Sig_T [kPa]	Gamma_G1 [-]	Sig_Td [kPa]	Sig_Q [kPa]	Gamma_Q [-]	Sig_Qd [kPa]	Sig_eff [kPa]
1	0.00	29.74	1.00	29.74	4.76	0.00	0.00	29.74
	3.50	13.08	1.00	13.08	4.76	0.00	0.00	13.08
2	3.50	13.08	1.00	13.08	4.76	0.00	0.00	13.08
	6.25	0.00	1.00	0.00	4.76	0.00	0.00	0.00

=====
*** SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)
Delta = Angolo di attrito al contatto
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)
F_T = Valore complessivo di Spinta
F_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)
F_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)
x_P,y_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

Tratto n.	da z [m]	a z [m]	Csi [°]	Delta [°]	Alpha [°]	F_T [kN]	F_x [kN]	F_y [kN]	x_P [m]	y_P [m]
1	0.00	3.50	90.00	25.35	25.35	74.93	67.72	32.08	4.20	1.52
2	3.50	6.25	90.00	25.35	25.35	17.99	16.26	7.70	4.20	4.42

=====
*** DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE ***
=====

Legenda:

F = valore dell'azione
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione
F_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione
F_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3*st + 1.5*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

Azione	Tipo Azione	F [kN]	Coef [-]	F_Vd [kN]	F_Hd [kN]	x [m]	y [m]	Mrib [kNm]	Mstab [kNm]	
Materiali Muro: Mat. n.01	Perm. Strutt.	Fav	265.63	1.00	265.63	0.00	2.67	1.89	0.00	707.97
-sisma vertic.			4.33	1.00	4.33	0.00	2.67	1.89	0.00	11.54
-sisma orizz.			8.69	1.00	0.00	8.69	2.67	1.89	16.44	0.00
Terr. su muro: Area n.01	Perm. Strutt.	Fav	27.50	1.00	27.50	0.00	3.95	4.88	0.00	108.62
-sisma vertic.			0.45	1.00	0.45	0.00	3.95	4.88	0.00	1.77
-sisma orizz.			0.90	1.00	0.00	0.90	3.95	4.88	4.38	0.00
Sovracc. su muro:	Variabile	Fav	10.00	0.00	0.00	0.00	3.95	6.25	0.00	0.00
-sisma vertic. su Sovracc			0.16	0.00	0.00	0.00	3.95	6.25	0.00	0.00
-sisma orizz. su Sovracc			0.33	0.00	0.00	0.00	3.95	6.25	0.00	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.01	Perm. Strutt.	Sfav	74.93	1.00	32.08	67.72	4.20	1.52	-31.58	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.02	Perm. Strutt.	Sfav	17.99	1.00	7.70	16.26	4.20	4.42	39.46	0.00
RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE:					337.68	93.56			28.71	829.90

*** V E R I F I C H E ***

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

Gamma	19.50	[kN/m3]	p.s. naturale
Gamma'	9.50	[kN/m3]	p.s. efficace (condizioni Non Drenate)
ϕ	40.00	[°]	attrito di calcolo
c	0.00	[kN/m2]	coesione di calcolo

Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

cf	0.67	[-]	aliquota attrito
cc	0.67	[-]	aliquota coesione
ϕ_a	26.68	[°]	attrito al contatto
ca	0.00	[kN/m2]	coesione di aderenza

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Azione Orizzontale:	Hed	93.56 kN
Carico verticale:	Ned	337.68 kN
Resistenza attrito:	$R_a = Ned * tg(\phi_a)$	169.69 kN
Base Fondazione:	B	4.20 m
Resistenza coesione:	$R_c = ca * B$	0.00 kN
Resistenza Totale:	$R_{tot} = R_a + R_c$	169.69 kN
Coeffic. parziale:	G_R	1.00 (NTC18 - Tab.7.11.III)
Resistenza di Calcolo:	$Hrd = R_{tot} / G_R$	169.69 kN
Verifica:	Hrd/Hed	1.81 ---> ok!

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Per la presente combinazione di carico (sismica) la verifica a ribaltamento non é significativa
 Riferirsi alle combinazioni n. 8 e 9 'Sisma RIB'
 per le quali le azioni sismiche sono maggiorate (Cap.7.11.6.2.1)

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

Azione verticale	Ned	337.68 kN
Azione orizzontale	Hed	93.56 kN
Sovraccarico laterale	q	0.00 kPa
Eccentricita'	$e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$	-0.27 m
Base efficace	$B_{eff} = B - 2 e $	3.65 m
Fattore cap. port.	$N_q = \exp(\pi * tg\phi) * tg^2(\pi/4 + \phi/2)$	64.20
Fattore cap. port.	$N_c = (N_q - 1) * \cot\phi$	75.31
Fattore cap. port.	$N_g = 2 * (N_q + 1) * tg\phi$	109.41
coeff. inclin. carico	$i_g = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * \cot\phi)]^2$	0.38
coeff. inclin. carico	$i_q = [1 - Hed / (Ned + B_{eff} * c * \cot\phi)]^2$	0.52
coeff. inclin. carico	$i_c = i_q - [(1 - i_q) / (N_c * tg\phi)]$	0.52
Inclin. P.C. (>=0)		
coeff. inclin. p.c.	gq	1.00
coeff. inclin. p.c.	gg	1.00
coeff. inclin. p.c.	gc	1.00
coeff. sismico	$k_h = S_s * S_t * a_g / g$	0.0860
coeff. sismico	$z_c = 1 - 0.32 * k_h$	0.97
coeff. sismico	$z_q = (1 - k_h / tg\phi)^{0.35}$	0.96
coeff. sismico	$z_g = z_q$	0.96
pressione limite (1)	$q_{lim1} = 0.5 * G' * B_{eff} * N_g * i_g * g * z_g$	690.94 kN/m2
pressione limite (2)	$q_{lim2} = c * N_c * i_c * g * z_c$	0.00 kN/m2
pressione limite (3)	$q_{lim3} = q * N_q * i_q * g * z_q$	0.00 kN/m2
pressione lim. Tot.	$q_{lim} = q_{lim1} + q_{lim2} + q_{lim3}$	690.94 kN/m2
Resistenza totale	$Q_{lim} = q_{lim} * B_{eff}$	2525.20 kN
Coeffic. parziale	G_R	1.20 (NTC18 - Tab.7.11.III)
Resistenza Calcolo	$Nrd = Q_{lim} / G_R$	2104.33 kN
Verifica	Nrd/Ned	6.23 ---> ok!

CALCOLO TENSIONI SUL PIANO DI FONDAZIONE:

Azione verticale	Ned	337.68 kN
Eccentricita'	$e = B/2 - (M_{stab} - M_{rib}) / Ned$	-0.27 m
Momento	$M = Ned * e $	92.07 kNm
Base Fondazione	B	4.20 m
e <= B/6 (base interamente compressa):		
Tensione Max	$s_{max} = Ned/B + 6 M / (B^2)$	111.72 kPa
Tensione min	$s_{min} = Ned/B - 6 M / (B^2)$	49.09 kPa

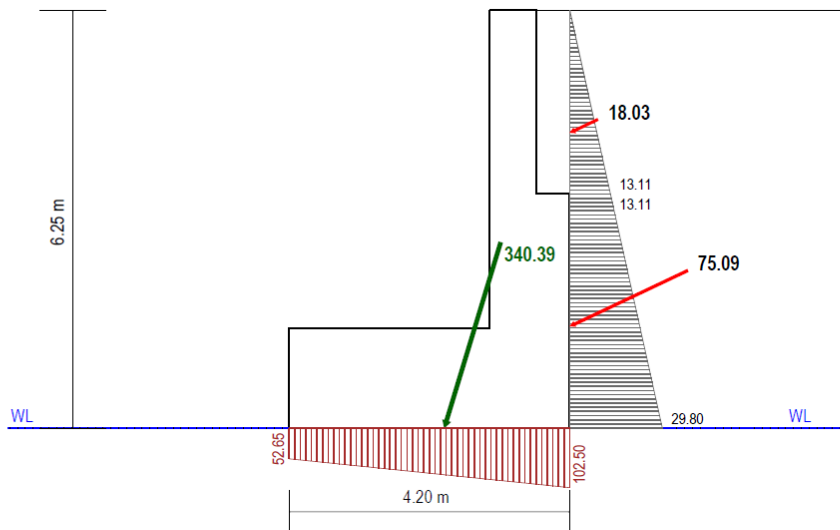
MB Muro Rev 3.03

PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO H

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8:
Sisma Su RIB (M1+R3)

STRATI DI MONTE

STRATO N.1
G = 20.00 kNm³
φ' = 38.00 °
c' = 0.00 kNm²



STRATO FONDAZIONE

G = 19.50 kNm³
φ' = 40.00 °
c' = 0.00 kNm²

RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Per la presente combinazione di carico
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

Per la presente combinazione di carico
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Momento Stabilizzante:	Mstab	796.63 kNm
Coeffic. parziale:	G R	1.00
Resistenza a Ribaltamento:	Mrd = Mstab/G_R	796.63 kNm
Momento Ribaltante:	Med	39.13 kNm
Verifica:	Mrd/Med	20.36 ---> ok!

*** TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE ***
PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
sig_V = Tensione verticale efficace
ka = coefficiente di spinta attiva
sig_a = Tensione attiva efficace
sig_a = sig_V * ka - 2 c Radq(ka)
** = Tratto parete sotto falda

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

Tratto n.	z [m]	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]
1	0.00	125.00	0.217	27.10	121.94	0.244	29.80	128.06	0.243	31.11
	3.50	55.00	0.217	11.92	53.66	0.244	13.11	56.34	0.243	13.69
2	3.50	55.00	0.217	11.92	53.66	0.244	13.11	56.34	0.243	13.69
	6.25	0.00	0.217	0.00	0.00	0.244	0.00	0.00	0.243	0.00

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

Tratto n.	z [m]	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]
1	0.00	20.00	0.217	4.34	19.51	0.244	4.77	20.49	0.243	4.98
	3.50	20.00	0.217	4.34	19.51	0.244	4.77	20.49	0.243	4.98
2	3.50	20.00	0.217	4.34	19.51	0.244	4.77	20.49	0.243	4.98
	6.25	20.00	0.217	4.34	19.51	0.244	4.77	20.49	0.243	4.98

*** PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***
PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
sig_T = Componente di tensione efficace del Terreno
Gamma_G1 = Coeff. di combinazione
sig_Td = sig_T * Gamma_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno

sig_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico
Gamma_Q = Coeff. di combinazione
sig_Qd = sig_Q * Gamma_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.

Sig_eff = sig_Td + sig_Qd = Tensione Risultante efficace

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:
Spinta del terreno: Gamma_G1 = 1.00 (Perm. Strutt. Sfav.)
Spinta del sovracc.: Gamma_Q = 0.00 (Variabile Sfav.)

Tratto n.	z [m]	Sig_T [kPa]	Gamma_G1 [-]	Sig_Td [kPa]	Sig_Q [kPa]	Gamma_Q [-]	Sig_Qd [kPa]	Sig_eff [kPa]
1	0.00	29.80	1.00	29.80	4.77	0.00	0.00	29.80
	3.50	13.11	1.00	13.11	4.77	0.00	0.00	13.11
2	3.50	13.11	1.00	13.11	4.77	0.00	0.00	13.11
	6.25	0.00	1.00	0.00	4.77	0.00	0.00	0.00

=====
*** SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)
Delta = Angolo di attrito al contatto
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)
F_T = Valore complessivo di Spinta
F_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)
F_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)
x_P,y_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

Tratto n.	da z [m]	a z [m]	Csi [°]	Delta [°]	Alpha [°]	F_T [kN]	F_x [kN]	F_y [kN]	x_P [m]	y_P [m]
1	0.00	3.50	90.00	25.35	25.35	75.09	67.86	32.14	4.20	1.52
2	3.50	6.25	90.00	25.35	25.35	18.03	16.29	7.72	4.20	4.42

=====
*** DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE ***
=====

Legenda:

F = valore dell'azione
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione
F_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione
F_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3*st + 1.5*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

Azione	Tipo Azione	F [kN]	Coef [-]	F_Vd [kN]	F_Hd [kN]	x [m]	y [m]	Mrib [kNm]	Mstab [kNm]	
Materiali Muro: Mat. n.01	Perm. Strutt.	Fav	265.63	1.00	265.63	0.00	2.67	1.89	0.00	707.97
-sisma vertic.			-6.49	1.00	-6.49	0.00	2.67	1.89	0.00	-17.31
-sisma orizz.			13.03	1.00	0.00	13.03	2.67	1.89	24.66	0.00
Terr. su muro: Area n.01	Perm. Strutt.	Fav	27.50	1.00	27.50	0.00	3.95	4.88	0.00	108.62
-sisma vertic.			-0.67	1.00	-0.67	0.00	3.95	4.88	0.00	-2.66
-sisma orizz.			1.35	1.00	0.00	1.35	3.95	4.88	6.58	0.00
Sovracc. su muro:	Variabile	Fav	10.00	0.00	0.00	0.00	3.95	6.25	0.00	0.00
-sisma vertic. su Sovracc			-0.24	0.00	0.00	0.00	3.95	6.25	0.00	0.00
-sisma orizz. su Sovracc			0.49	0.00	0.00	0.00	3.95	6.25	0.00	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.01	Perm. Strutt.	Sfav	75.09	1.00	32.14	67.86	4.20	1.52	-31.64	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.02	Perm. Strutt.	Sfav	18.03	1.00	7.72	16.29	4.20	4.42	39.54	0.00
RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE:					325.82	98.53			39.13	796.63

=====
=====
*** V E R I F I C H E ***
=====
=====

COMBINAZIONE DI CARICO N. 8: Sisma Su RIB (M1+R3)

Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

Gamma	19.50	[kN/m3]	p.s. naturale
Gamma'	9.50	[kN/m3]	p.s. efficace (condizioni Non Drenate)
φ	40.00	[°]	attrito di calcolo
c	0.00	[kN/m2]	coesione di calcolo

Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

cf	0.67	[-]	aliquota attrito
cc	0.67	[-]	aliquota coesione
φ_a	26.68	[°]	attrito al contatto
ca	0.00	[kN/m2]	coesione di aderenza

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Per la presente combinazione di carico
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

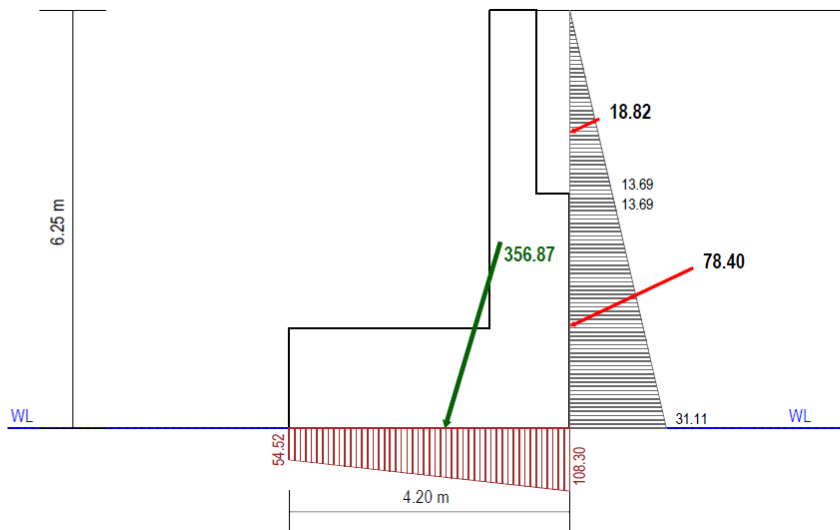
VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Momento Stabilizzante:	Mstab	796.63 kNm
Coeffic. parziale:	G_R	1.00 (NTC18 - Tab.7.11.III)
Resistenza a Ribaltamento:	Mrd = Mstab/G_R	796.63 kNm
Momento Ribaltante:	Med	39.13 kNm
Verifica:	Mrd/Med	20.36 ----> ok!

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

Per la presente combinazione di carico
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

MB Muro Rev 3.03

PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO H
COMBINAZIONE DI CARICO N. 9:
Sisma Giu RIB (M1+R3)
STRATI DI MONTE
STRATO N.1
 G = 20.00 kNm³
 $\phi' = 38.00^\circ$
 $c' = 0.00$ kNm²

STRATO FONDAZIONE

 G = 19.50 kNm³
 $\phi' = 40.00^\circ$
 $c' = 0.00$ kNm²
RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE
VERIFICA A SCORRIMENTO:

 Per la presente combinazione di carico
 è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

 Per la presente combinazione di carico
 è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Momento Stabilizzante:	Mstab	836.56 kNm
Coeffic. parziale:	G R	1.00
Resistenza a Ribaltamento:	Mrd = Mstab/G_R	836.56 kNm
Momento Ribaltante:	Med	39.48 kNm
Verifica:	Mrd/Med	21.19 ---> ok!

*** TENSIONI ATTIVE EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE ***
 PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
 sig_V = Tensione verticale efficace
 ka = coefficiente di spinta attiva
 sig_a = Tensione attiva efficace
 $sig_a = sig_V * ka - 2 c Radq(ka)$
 ** = Tratto parete sotto falda

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

Tratto n.	z [m]	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]
1	0.00	125.00	0.217	27.10	121.94	0.244	29.80	128.06	0.243	31.11
	3.50	55.00	0.217	11.92	53.66	0.244	13.11	56.34	0.243	13.69
2	3.50	55.00	0.217	11.92	53.66	0.244	13.11	56.34	0.243	13.69
	6.25	0.00	0.217	0.00	0.00	0.244	0.00	0.00	0.243	0.00

TENSIONI EFFICACI ATTIVE - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

Tratto n.	z [m]	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]	sig_V [kPa]	ka [-]	sig_a [kPa]
1	0.00	20.00	0.217	4.34	19.51	0.244	4.77	20.49	0.243	4.98
	3.50	20.00	0.217	4.34	19.51	0.244	4.77	20.49	0.243	4.98
2	3.50	20.00	0.217	4.34	19.51	0.244	4.77	20.49	0.243	4.98
	6.25	20.00	0.217	4.34	19.51	0.244	4.77	20.49	0.243	4.98

*** PRESSIONI ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***
 PER LE SOLE VERIFICHE A RIBALTAMENTO IN CONDIZIONI SISMICHE (NTC18 - 7.11.6.2.1)

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
 sig_T = Componente di tensione efficace del Terreno
 Gamma_G1 = Coeff. di combinazione
 sig_Td = sig_T * Gamma_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno

 sig_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico
 Gamma_Q = Coeff. di combinazione
 sig_Qd = sig_Q * Gamma_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.

 Sig_eff = sig_Td + sig_Qd = Tensione Risultante efficace

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:
 Spinta del terreno: Gamma_G1 = 1.00 (Perm. Strutt. Sfav.)
 Spinta del sovracc.: Gamma_Q = 0.00 (Variabile Sfav.)

Tratto n.	z [m]	Sig_T [kPa]	Gamma_G1 [-]	Sig_Td [kPa]	Sig_Q [kPa]	Gamma_Q [-]	Sig_Qd [kPa]	Sig_eff [kPa]
1	0.00	31.11	1.00	31.11	4.98	0.00	0.00	31.11
	3.50	13.69	1.00	13.69	4.98	0.00	0.00	13.69
2	3.50	13.69	1.00	13.69	4.98	0.00	0.00	13.69
	6.25	0.00	1.00	0.00	4.98	0.00	0.00	0.00

*** SPINTE ATTIVE EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
 Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)
 Delta = Angolo di attrito al contatto
 Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)
 F_T = Valore complessivo di Spinta
 F_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)
 F_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)
 x_P, y_P = Coordinate x, y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)

Tratto n.	da z [m]	a z [m]	Csi [°]	Delta [°]	Alpha [°]	F_T [kN]	F_x [kN]	F_y [kN]	x_P [m]	y_P [m]
1	0.00	3.50	90.00	25.35	25.35	78.40	70.86	33.56	4.20	1.52
2	3.50	6.25	90.00	25.35	25.35	18.82	17.01	8.06	4.20	4.42

*** DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE ***

Legenda:

F = valore dell'azione
 Coef = coefficiente di combinazione dell'azione
 F_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione
 F_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione
 x, y = coordinate punto di applicazione dell'azione
 Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)
 Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. $1.3 \cdot st + 1.5 \cdot sq$)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione
 Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante
 Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)

Azione	Tipo Azione	F [kN]	Coef [-]	F_Vd [kN]	F_Hd [kN]	x [m]	y [m]	Mrib [kNm]	Mstab [kNm]	
Materiali Muro: Mat. n.01	Perm. Strutt.	Fav	265.63	1.00	265.63	0.00	2.67	1.89	0.00	707.97
-sisma vertic.			6.49	1.00	6.49	0.00	2.67	1.89	0.00	17.31
-sisma orizz.			13.03	1.00	0.00	13.03	2.67	1.89	24.66	0.00
Terr. su muro: Area n.01	Perm. Strutt.	Fav	27.50	1.00	27.50	0.00	3.95	4.88	0.00	108.62
-sisma vertic.			0.67	1.00	0.67	0.00	3.95	4.88	0.00	2.66
-sisma orizz.			1.35	1.00	0.00	1.35	3.95	4.88	6.58	0.00
Sovracc. su muro:	Variabile	Fav	10.00	0.00	0.00	0.00	3.95	6.25	0.00	0.00
-sisma vertic. su Sovracc			0.24	0.00	0.00	0.00	3.95	6.25	0.00	0.00
-sisma orizz. su Sovracc			0.49	0.00	0.00	0.00	3.95	6.25	0.00	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.01	Perm. Strutt.	Sfav	78.40	1.00	33.56	70.86	4.20	1.52	-33.04	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.02	Perm. Strutt.	Sfav	18.82	1.00	8.06	17.01	4.20	4.42	41.29	0.00
RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE:					341.91	102.24			39.48	836.56

=====
=====
*** V E R I F I C H E ***
=====
=====

COMBINAZIONE DI CARICO N. 9: Sisma Giu RIB (M1+R3)
=====

Terreno di fondazione - Parametri geotecnici di calcolo:

Gamma	19.50	[kN/m3]	p.s. naturale
Gamma'	9.50	[kN/m3]	p.s. efficace (condizioni Non Drenate)
φ	40.00	[°]	attrito di calcolo
c	0.00	[kN/m2]	coesione di calcolo

Terreno di fondazione - coeff. e Parametri di aderenza:

cf	0.67	[-]	aliquota attrito
cc	0.67	[-]	aliquota coesione
φ_a	26.68	[°]	attrito al contatto
ca	0.00	[kN/m2]	coesione di aderenza

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Per la presente combinazione di carico
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Momento Stabilizzante:	Mstab	836.56 kNm
Coeffic. parziale:	G_R	1.00 (NTC18 - Tab.7.11.III)
Resistenza a Ribaltamento:	Mrd = Mstab/G_R	836.56 kNm
Momento Ribaltante:	Med	39.48 kNm
Verifica:	Mrd/Med	21.19 ----> ok!

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONE:

Per la presente combinazione di carico
è prevista la sola verifica a ribaltamento (NTC18 - 6.5.3.1.1)

ALLEGATO N. 1.C
SEZIONE TIPO L
VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE

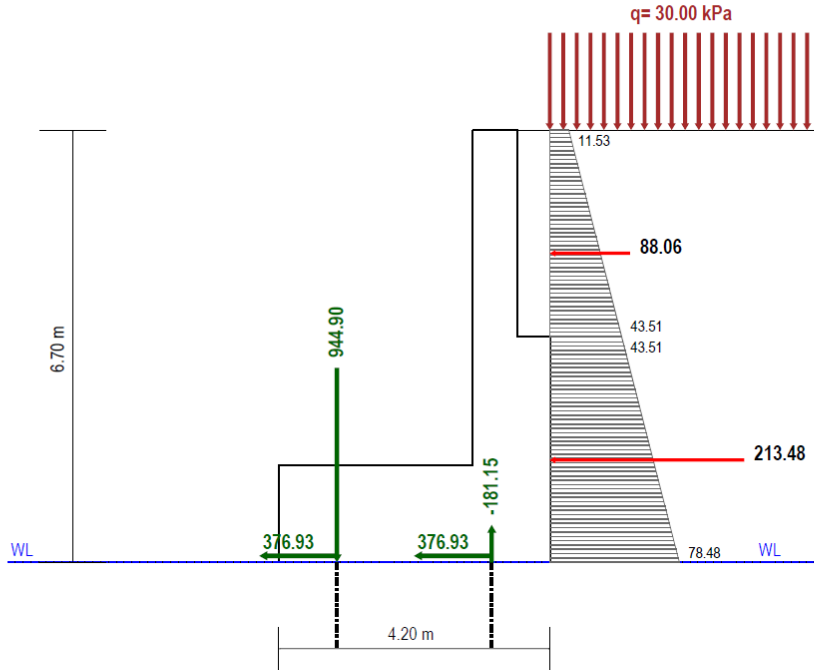
MB Muro Rev 3.03

PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO L

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1:
Statica (A1+M1+R3)

STRATI DI MONTE

STRATO N.1
G = 20.00 kN/m³
φ' = 38.00 °
c' = 0.00 kN/m²



STRATO FONDAZIONE

G = 19.50 kN/m³
φ' = 40.00 °
c' = 0.00 kN/m²

RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Azione totale su piano fondazione:	Hed	301.54 kN
Resist. Trasv. dei Pali:	Rtr,d	458.28 kN
Resist. Trasv. Totale:	Rtrd	458.28 kN
Verifica:	Rtrd/Hed	1.52 ---> ok!

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

	VALLE	MONTE
Calcolo Resistenza a Ribaltamento dei Pali:		
Resistenza pali (Compr./Traz.):	Rd	1100.62
Azione sui pali (+Compr./-Traz.):	Ep	377.96
Resist. Residua:	Rr = Rp - Ep	722.66
Momento Resist. Residuo	Mr = Rr * dp	1734.37
Momento Residuo Pali:	MRp = MIN[Mr]	332.07
Verifica:		
Momento Stabilizzante:	Mstab	860.75 kNm
Mom. Resist. Aggiuntivo (Pali):	MRp	332.07 kNm
Momento Resistente Totale:	Mrd	1192.82 kNm
Momento Ribaltante:	Med	759.70 kNm
verifica:	Mrd/Med	1.57 ---> ok!

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE PALI DI FONDAZIONE:

Azione totale verticale:	Ned	305.50 kN
Momento Stabilizzante:	Mstab	860.75 kNm
Momento Ribaltante:	Mrib	759.70 kNm
Posizione Ned da estremo valle:	x,ed = (Mstab - Mrib) / Ned	0.33 m
Posizione Pali Valle:	x,v	0.90 m
Posizione Pali Monte:	x,m	3.30 m
Distanza tra i pali:	dp = (x,m - x,v)	2.40 m
Risult. sui Pali Valle:	Np,v = Ned * (x,m - x,ed) / dp	377.96 kN -> Compr.
Risult. sui Pali Monte:	Np,m = Ned - Np,v	-72.46 kN -> Traz.
Azione sui pali di Valle:	Ed,v = Np,v * iv	944.90 kN
Azione sui pali di Monte:	Ed,m = Np,m * im	-181.15 kN
Resist. totale Pali di valle:	Rp,v = Rb,d + Rlc,d	2751.54 kN
Resist. totale Pali di monte:	Rp,m = Rlt,d	527.06 kN
Verifica pali di Valle:	Rp,v / Ed,v	2.91 ---> ok!
Verifica pali di Monte:	Rp,m / Ed,m	2.91 ---> ok!

*** TENSIONI A RIPOSO EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE ***

SPOSTAMENTI IMPEDITI - SPINTE Ko

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
 sig_V = Tensione verticale efficace
 ko = coefficiente di spinta 'a riposo'
 sig_H = Tensione orizzontale efficace
 kH = coefficiente accelerazione sismica orizzontale
 D_sig_H = Incremento sismico di Tensione efficace
 ** = Tratto parete sotto falda

TENSIONI EFFICACI A RIPOSO - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

Tratto n.	z [m]	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V [kPa]	ko [-]	sig_H [kPa]	sig_V [kPa]	kH [-]	D_sig_H [kPa]	sig_V [kPa]	kH [-]	D_sig_H [kPa]
1	0.00	134.00	0.384	51.50	128.24	0.0860	11.03	139.76	0.0860	12.02
	3.50	64.00	0.384	24.60	61.25	0.0860	11.03	66.75	0.0860	12.02
2	3.50	64.00	0.384	24.60	61.25	0.0860	11.03	66.75	0.0860	12.02
	6.70	0.00	0.384	0.00	0.00	0.0860	11.03	0.00	0.0860	12.02

TENSIONI EFFICACI A RIPOSO - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

Tratto n.	z [m]	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V [kPa]	ko [-]	sig_H [kPa]	sig_V [kPa]	kH [-]	D_sig_H [kPa]	sig_V [kPa]	kH [-]	D_sig_H [kPa]
1	0.00	20.00	0.384	7.69	19.14	0.0860	1.65	20.86	0.0860	1.79
	3.50	20.00	0.384	7.69	19.14	0.0860	1.65	20.86	0.0860	1.79
2	3.50	20.00	0.384	7.69	19.14	0.0860	1.65	20.86	0.0860	1.79
	6.70	20.00	0.384	7.69	19.14	0.0860	1.65	20.86	0.0860	1.79

*** PRESSIONI A RIPOSO Ko EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
 sig_T = Componente di tensione efficace del Terreno
 Gamma_G1 = Coeff. di combinazione
 sig_Td = sig_T * Gamma_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno

 sig_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico
 Gamma_Q = Coeff. di combinazione
 sig_Qd = sig_Q * Gamma_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.

 DS_T = Incremento Sismico di tensione del Terreno
 DS_Q = Incremento Sismico di tensione per Sovraccarico

 Sig_eff = sig_Td + sig_Qd + DS_T + DS_Q = Tensione Risultante efficace

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:

Spinta del terreno: Gamma_G1 = 1.30 (Perm. Strutt. Sfav.)

Spinta del sovracc.: Gamma_Q = 1.50 (Variabile Sfav.)

Tratto n.	z [m]	Sig_T [kPa]	Gamma_G1 [-]	Sig_Td [kPa]	Sig_Q [kPa]	Gamma_Q [-]	Sig_Qd [kPa]	Sig_eff [kPa]
1	0.00	51.50	1.30	66.95	7.69	1.50	11.53	78.48
	3.50	24.60	1.30	31.98	7.69	1.50	11.53	43.51
2	3.50	24.60	1.30	31.98	7.69	1.50	11.53	43.51
	6.70	0.00	1.30	0.00	7.69	1.50	11.53	11.53

=====
*** SPINTE A RIPOSO Ko EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)
Delta = Angolo di attrito al contatto
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)
F_T = Valore complessivo di Spinta
F_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)
F_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)
x_P,y_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

Tratto n.	da z [m]	a z [m]	Csi [°]	Delta [°]	Alpha [°]	F_T [kN]	F_x [kN]	F_y [kN]	x_P [m]	y_P [m]
1	0.00	3.50	90.00	0.00	0.00	213.48	213.48	0.00	4.20	1.58
2	3.50	6.70	90.00	0.00	0.00	88.06	88.06	0.00	4.20	4.79

=====
*** DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE ***
=====

Legenda:

F = valore dell'azione
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione
F_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione
F_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3*st + 1.5*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

Azione	Tipo Azione	F [kN]	Coef [-]	F_Vd [kN]	F_Hd [kN]	x [m]	y [m]	Mrib [kNm]	Mstab [kNm]	
Materiali Muro: Mat. n.01	Perm. Strutt.	Fav	273.50	1.00	273.50	0.00	2.69	2.02	0.00	734.35
Terr. su muro: Area n.01	Perm. Strutt.	Fav	32.00	1.00	32.00	0.00	3.95	5.10	0.00	126.40
Sovracc. su muro:	Variabile	Fav	10.00	0.00	0.00	0.00	3.95	6.70	0.00	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.01	Perm. Strutt.	Sfav	213.48	1.00	0.00	213.48	4.20	1.58	337.89	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.02	Perm. Strutt.	Sfav	88.06	1.00	0.00	88.06	4.20	4.79	421.82	0.00
RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE:					305.50	301.54		759.70	860.75	

*** V E R I F I C H E ***

Caratteristiche di Capacità Portante dei Pali di Fondazione:

 Tipologia Pali: TRIVELLATI
 Coeff. di Correlazione: $x = 1.70$ (NTC18 - Tab.6.4.IV)

		VALLE	MONTE
Portata alla Base (analitica):	$R_{b,cal}$	= 5000.00	5000.00 kN
Portata Laterale (analitica):	$R_{l,cal}$	= 1120.00	1120.00 kN
Portata Trasversale (analitica):	$R_{tr,cal}$	= 1266.00	1266.00 kN
Resist. Caratteristica alla Base:	$R_{b,k} = R_{b,cal}/x$	= 2941.18	2941.18 kN
Resist. Caratteristica Laterale:	$R_{l,k} = R_{l,cal}/x$	= 658.82	658.82 kN
Resist. Caratteristica Trasv.:	$R_{tr,k} = R_{tr,cal}/x$	= 744.71	744.71 kN
interasse pali di valle:	$iv =$	2.50 m	
interasse pali di monte:	$im =$	2.50 m	

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Azione totale su piano fondazione:	Hed	301.54 kN
Resist. Trasv. Caratt. Pali Valle:	RTV,k	744.71 kN
Resist. Trasv. Caratt. Pali Monte:	RTM,k	744.71 kN
Coeff. Parz. (NTC18-Tab.6.4.VI):	$gR,TR (R3)$	1.30
Resist. Trasv. Calcolo Pali Valle:	$RTV,d=RTV,k/gR,TR$	572.85 kN
Resist. Trasv. Calcolo Pali Monte:	$RTM,d=RTM,k/gR,TR$	572.85 kN
Resist. Trasv. Totale (dei Pali):	$Rtr,d=(RTV,d/iv)+(RTM,d/im)$	458.28 kN/m
Verifica	$Rtrd/Hed$	1.52 ---> ok!

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Calcolo Resistenza a Ribaltamento offerta dai Pali:

		VALLE	MONTE
Resist. Caratteristica alla Base:	$R_{b,k}$	2941.18	2941.18 kN
Coeff. Parz. (NTC18-Tab.6.4.II):	$gR,B (R3)$	1.35	
Resist. di Calcolo alla Base:	$R_{bd} = R_{b,k}/gR,B$	2178.65	2178.65 kN
Resist. Caratteristica Laterale:	$R_{l,k}$	658.82	658.82 kN
Coeff. Parz. Compr. (NTC18-Tab.6.4.II):	$gR,C (R3)$	1.15	
Coeff. Parz. Traz. (NTC18-Tab.6.4.II):	$gR,T (R3)$	1.25	
Resist. Laterale in compressione:	$R_{lcd} = R_{l,k}/gR,C$	572.89	572.89 kN
Resist. Laterale in trazione:	$R_{ltd} = R_{l,k}/gR,T$	527.06	527.06 kN
Resist. a Compr. Singolo Palo:	$R_{dC} = R_{bd}+R_{lcd}$	2751.54	2751.54 kN
Resist. a Traz. Singolo Palo:	$R_{dT} = R_{ltd}$	527.06	527.06 kN
Resist. Compr. pali di VALLE:	$R_{d,v} = R_{dC}/iv$	1100.62	kN/m
Resist. Traz. pali di MONTE:	$R_{d,m} = R_{dT}/im$	210.82	kN/m
Azione totale verticale:	Ned	305.50	kN
Momento Stabilizzante:	Mstab	860.75	kNm
Momento Ribaltante:	Mrib	759.70	kNm
Posizione Ned da estremo valle:	$x,ed=(Mstab-Mrib)/Ned$	0.33	m
Posizione Pali Valle:	x,v	0.90	m
Posizione Pali Monte:	x,m	3.30	m
Distanza tra i pali:	$dp = (x,m - x,v)$	2.40	m
Azione sui Pali Valle:	$Np,v = Ned*(x,m-x,ed)/dp$	377.96	kN/m --> Compressione
Azione sui Pali Monte:	$Np,m = Ned - Np,v$	-72.46	kN/m --> Trazione
Resist. Residua Pali di Valle:	$Rr,v = R_{d,v}-Np,v$	722.66	kN/m
Resist. Residua Pali di Monte:	$Rr,m = R_{d,m}-Np,m$	138.36	kN/m
Mom.Residuo Compr. pali di VALLE:	$Mr1 = Rr,v*dp$	1734.37	kNm
Mom.Residuo Traz. pali di MONTE:	$Mr2 = Rr,m*dp$	332.07	kNm
Momento Residuo Pali:	$MRp=MIN[Mr1;Mr2]$	332.07	kNm
Verifica:			
Momento Stabilizzante:	Mstab	860.75	kNm
Mom. Resist. Aggiuntivo (Pali):	MRp	332.07	kNm
Momento Stabilizzante Totale:	Mrd	1192.82	kNm
Momento Ribaltante:	Med	759.70	kNm
verifica:	Mrd/Med	1.57	---> ok!

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE PALI DI FONDAZIONE:

Risult. sui Pali Valle:	$N_{p,v}$	377.96 kN/m --> Compress.
Risult. sui Pali Monte:	$N_{p,m}$	-72.46 kN/m --> Trazione
Azione sui pali di Valle:	$Ed,v = N_{p,v} * iv$	944.90 kN
Azione sui pali di Monte:	$Ed,m = N_{p,m} * im$	-181.15 kN
Resist. totale Pali di valle:	$R_{p,v} = R_{bd} + R_{lcd}$	2751.54 kN
Resist. totale Pali di monte:	$R_{p,m} = R_{ltd}$	527.06 kN
Verifica pali di Valle:	$R_{p,v} / Ed,v$	2.91 ----> ok!
Verifica pali di Monte:	$R_{p,m} / Ed,m$	2.91 ----> ok!

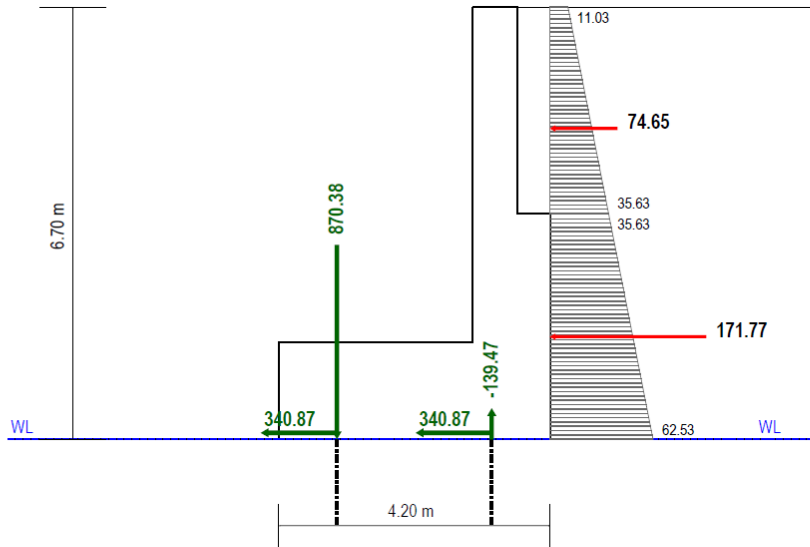
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO L**

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 4:
Sisma Su (M1+R3)**

STRATI DI MONTE

STRATO N.1
G = 20.00 kNm³
e' = 38.00 °
c' = 0.00 kNm²



STRATO FONDAZIONE

G = 19.50 kNm³
e' = 40.00 °
c' = 0.00 kNm²

RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Azione totale su piano fondazione:	Hed	272.69 kN
Resist. Trasv. dei Pali:	Rtr,d	458.28 kN
Resist. Trasv. Totale:	Rtrd	458.28 kN
Verifica:	Rtrd/Hed	1.68 ---> ok!

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

	VALLE	MONTE
Calcolo Resistenza a Ribaltamento dei Pali:		
Resistenza pali (Compr./Traz.):	Rd	1100.62
Azione sui pali (+Compr./-Traz.):	Ep	348.15
Resist. Residua:	Rr = Rp - Ep	752.46
Momento Resist. Residuo	Mr = Rr * dp	1805.91
Momento Residuo Pali:	MRp = MIN[Mr]	372.08
Verifica:		
Momento Stabilizzante:	Mstab	823.74 kNm
Mom. Resist. Aggiuntivo (Pali):	MRp	372.08 kNm
Momento Resistente Totale:	Mrd	1195.82 kNm
Momento Ribaltante:	Med	694.51 kNm
verifica:	Mrd/Med	1.72 ---> ok!

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE PALI DI FONDAZIONE:

Azione totale verticale:	Ned	292.36 kN
Momento Stabilizzante:	Mstab	823.74 kNm
Momento Ribaltante:	Mrib	694.51 kNm
Posizione Ned da estremo valle:	x,ed = (Mstab - Mrib) / Ned	0.44 m
Posizione Pali Valle:	x,v	0.90 m
Posizione Pali Monte:	x,m	3.30 m
Distanza tra i pali:	dp = (x,m - x,v)	2.40 m
Risult. sui Pali Valle:	Np,v = Ned * (x,m - x,ed) / dp	348.15 kN -> Compr.
Risult. sui Pali Monte:	Np,m = Ned - Np,v	-55.79 kN -> Traz.
Azione sui pali di Valle:	Ed,v = Np,v * iv	870.38 kN
Azione sui pali di Monte:	Ed,m = Np,m * im	-139.47 kN
Resist. totale Pali di valle:	Rp,v = Rb,d + Rlc,d	2751.54 kN
Resist. totale Pali di monte:	Rp,m = Rlt,d	527.06 kN
Verifica pali di Valle:	Rp,v / Ed,v	3.16 ---> ok!
Verifica pali di Monte:	Rp,m / Ed,m	3.78 ---> ok!

*** TENSIONI A RIPOSO EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE ***

SPOSTAMENTI IMPEDITI - SPINTE Ko

Legenda:

- z = Quota a partire dal piano fondazione
- sig_V = Tensione verticale efficace
- ko = coefficiente di spinta 'a riposo'
- sig_H = Tensione orizzontale efficace
- kH = coefficiente accelerazione sismica orizzontale
- D_sig_H = Incremento sismico di Tensione efficace
- ** = Tratto parete sotto falda

TENSIONI EFFICACI A RIPOSO - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

Tratto n.	z [m]	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V [kPa]	ko [-]	sig_H [kPa]	sig_V [kPa]	kH [-]	D_sig_H [kPa]	sig_V [kPa]	kH [-]	D_sig_H [kPa]
1	0.00	134.00	0.384	51.50	128.24	0.0860	11.03	139.76	0.0860	12.02
	3.50	64.00	0.384	24.60	61.25	0.0860	11.03	66.75	0.0860	12.02
2	3.50	64.00	0.384	24.60	61.25	0.0860	11.03	66.75	0.0860	12.02
	6.70	0.00	0.384	0.00	0.00	0.0860	11.03	0.00	0.0860	12.02

TENSIONI EFFICACI A RIPOSO - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

Tratto n.	z [m]	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V [kPa]	ko [-]	sig_H [kPa]	sig_V [kPa]	kH [-]	D_sig_H [kPa]	sig_V [kPa]	kH [-]	D_sig_H [kPa]
1	0.00	20.00	0.384	7.69	19.14	0.0860	1.65	20.86	0.0860	1.79
	3.50	20.00	0.384	7.69	19.14	0.0860	1.65	20.86	0.0860	1.79
2	3.50	20.00	0.384	7.69	19.14	0.0860	1.65	20.86	0.0860	1.79
	6.70	20.00	0.384	7.69	19.14	0.0860	1.65	20.86	0.0860	1.79

*** PRESSIONI A RIPOSO Ko EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***

Legenda:

- z = Quota a partire dal piano fondazione
- sig_T = Componente di tensione efficace del Terreno
- Gamma_G1 = Coeff. di combinazione
- sig_Td = sig_T * Gamma_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno
- sig_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico
- Gamma_Q = Coeff. di combinazione
- sig_Qd = sig_Q * Gamma_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.
- DS_T = Incremento Sismico di tensione del Terreno
- DS_Q = Incremento Sismico di tensione per Sovraccarico
- Sig_eff = sig_Td + sig_Qd + DS_T + DS_Q = Tensione Risultante efficace

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:
Spinta del terreno: Gamma_G1 = 1.00 (Perm. Strutt. Sfav.)
Spinta del sovracc.: Gamma_Q = 0.00 (Variabile Sfav.)

Tratto n.	z [m]	Sig_T [kPa]	Gamma_G1 [-]	Sig_Td [kPa]	Sig_Q [kPa]	Gamma_Q [-]	Sig_Qd [kPa]	DS_T [kPa]	DS_Q [kPa]	Sig_eff [kPa]
1	0.00	51.50	1.00	51.50	7.69	0.00	0.00	11.03	0.00	62.53
	3.50	24.60	1.00	24.60	7.69	0.00	0.00	11.03	0.00	35.63
2	3.50	24.60	1.00	24.60	7.69	0.00	0.00	11.03	0.00	35.63
	6.70	0.00	1.00	0.00	7.69	0.00	0.00	11.03	0.00	11.03

*** SPINTE A RIPOSO Ko EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
 Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)
 Delta = Angolo di attrito al contatto
 Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)
 F_T = Valore complessivo di Spinta
 F_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)
 F_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)
 x_P, y_P = Coordinate x, y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

Tratto n.	da z [m]	a z [m]	Csi [°]	Delta [°]	Alpha [°]	F_T [kN]	F_x [kN]	F_y [kN]	x_P [m]	y_P [m]
1	0.00	3.50	90.00	0.00	0.00	171.77	171.77	0.00	4.20	1.59
2	3.50	6.70	90.00	0.00	0.00	74.65	74.65	0.00	4.20	4.82

*** DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE ***

Legenda:

F = valore dell'azione
 Coef = coefficiente di combinazione dell'azione
 F_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione
 F_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione
 x, y = coordinate punto di applicazione dell'azione
 Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)
 Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. $1.3 \cdot st + 1.5 \cdot sq$)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione
 Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante
 Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

Azione	Tipo Azione	F [kN]	Coef [-]	F_Vd [kN]	F_Hd [kN]	x [m]	y [m]	Mrib [kNm]	Mstab [kNm]	
Materiali Muro: Mat. n.01	Perm. Strutt.	Fav	273.50	1.00	273.50	0.00	2.69	2.02	0.00	734.35
-sisma vertic.			-11.76	1.00	-11.76	0.00	2.69	2.02	0.00	-31.58
-sisma orizz.			23.52	1.00	0.00	23.52	2.69	2.02	47.62	0.00
Terr. su muro: Area n.01	Perm. Strutt.	Fav	32.00	1.00	32.00	0.00	3.95	5.10	0.00	126.40
-sisma vertic.			-1.38	1.00	-1.38	0.00	3.95	5.10	0.00	-5.44
-sisma orizz.			2.75	1.00	0.00	2.75	3.95	5.10	14.04	0.00
Sovracc. su muro:	Variabile	Fav	10.00	0.00	0.00	0.00	3.95	6.70	0.00	0.00
-sisma vertic. su Sovracc			-0.43	0.00	0.00	0.00	3.95	6.70	0.00	0.00
-sisma orizz. su Sovracc			0.86	0.00	0.00	0.00	3.95	6.70	0.00	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.01	Perm. Strutt.	Sfav	171.77	1.00	0.00	171.77	4.20	1.59	273.14	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.02	Perm. Strutt.	Sfav	74.65	1.00	0.00	74.65	4.20	4.82	359.71	0.00
RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE:					292.36	272.69			694.51	823.74

*** V E R I F I C H E ***

Caratteristiche di Capacità Portante dei Pali di Fondazione:

 Tipologia Pali: TRIVELLATI
 Coeff. di Correlazione: $x = 1.70$ (NTC18 - Tab.6.4.IV)

		VALLE	MONTE
Portata alla Base (analitica):	Rb, cal	= 5000.00	5000.00 kN
Portata Laterale (analitica):	Rl, cal	= 1120.00	1120.00 kN
Portata Trasversale (analitica):	Rtr, cal	= 1266.00	1266.00 kN
Resist. Caratteristica alla Base:	$Rb, k = Rb, cal/x$	= 2941.18	2941.18 kN
Resist. Caratteristica Laterale:	$Rl, k = Rl, cal/x$	= 658.82	658.82 kN
Resist. Caratteristica Trasv.:	$Rtr, k = Rtr, cal/x$	= 744.71	744.71 kN
interasse pali di valle:	$iv =$	2.50 m	
interasse pali di monte:	$im =$	2.50 m	

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Azione totale su piano fondazione:	Hed	272.69 kN
Resist. Trasv. Caratt. Pali Valle:	RTV, k	744.71 kN
Resist. Trasv. Caratt. Pali Monte:	RTM, k	744.71 kN
Coeff. Parz. (NTC18-Tab.6.4.VI):	$gR, TR (R3)$	1.30
Resist. Trasv. Calcolo Pali Valle:	$RTV, d=RTV, k/gR, TR$	572.85 kN
Resist. Trasv. Calcolo Pali Monte:	$RTM, d=RTM, k/gR, TR$	572.85 kN
Resist. Trasv. Totale (dei Pali):	$Rtr, d=(RTV, d/iv)+(RTM, d/im)$	458.28 kN/m
Verifica	$Rtrd/Hed$	1.68 ---> ok!

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Calcolo Resistenza a Ribaltamento offerta dai Pali:

		VALLE	MONTE
Resist. Caratteristica alla Base:	Rb, k	2941.18	2941.18 kN
Coeff. Parz. (NTC18-Tab.6.4.II):	$gR, B (R3)$	1.35	
Resist. di Calcolo alla Base:	$Rbd = Rb, k/gR, B$	2178.65	2178.65 kN
Resist. Caratteristica Laterale:	Rl, k	658.82	658.82 kN
Coeff. Parz. Compr. (NTC18-Tab.6.4.II):	$gR, C (R3)$	1.15	
Coeff. Parz. Traz. (NTC18-Tab.6.4.II):	$gR, T (R3)$	1.25	
Resist. Laterale in compressione:	$Rlcd = Rl, k/gR, C$	572.89	572.89 kN
Resist. Laterale in trazione:	$Rltd = Rl, k/gR, T$	527.06	527.06 kN
Resist. a Compr. Singolo Palo:	$RdC = Rbd+Rlcd$	2751.54	2751.54 kN
Resist. a Traz. Singolo Palo:	$RdT = Rltd$	527.06	527.06 kN
Resist. Compr. pali di VALLE:	$Rd, v = RdC/iv$	1100.62	kN/m
Resist. Traz. pali di MONTE:	$Rd, m = RdT/im$	210.82	kN/m
Azione totale verticale:	Ned	292.36	kN
Momento Stabilizzante:	Mstab	823.74	kNm
Momento Ribaltante:	Mrib	694.51	kNm
Posizione Ned da estremo valle:	$x, ed=(Mstab-Mrib)/Ned$	0.44	m
Posizione Pali Valle:	x, v	0.90	m
Posizione Pali Monte:	x, m	3.30	m
Distanza tra i pali:	$dp = (x, m - x, v)$	2.40	m
Azione sui Pali Valle:	$Np, v = Ned*(x, m-x, ed)/dp$	348.15	kN/m --> Compressione
Azione sui Pali Monte:	$Np, m = Ned - Np, v$	-55.79	kN/m --> Trazione
Resist. Residua Pali di Valle:	$Rr, v = Rd, v-Np, v$	752.46	kN/m
Resist. Residua Pali di Monte:	$Rr, m = Rd, m-Np, m$	155.03	kN/m
Mom. Residuo Compr. pali di VALLE:	$Mr1 = Rr, v*dp$	1805.91	kNm
Mom. Residuo Traz. pali di MONTE:	$Mr2 = Rr, m*dp$	372.08	kNm
Momento Residuo Pali:	$MRp=MIN[Mr1;Mr2]$	372.08	kNm
Verifica:			
Momento Stabilizzante:	Mstab	823.74	kNm
Mom. Resist. Aggiuntivo (Pali):	MRp	372.08	kNm
Momento Stabilizzante Totale:	Mrd	1195.82	kNm
Momento Ribaltante:	Med	694.51	kNm
verifica:	Mrd/Med	1.72	---> ok!

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE PALI DI FONDAZIONE:

Risult. sui Pali Valle:	$N_{p,v}$	348.15 kN/m --> Compress.
Risult. sui Pali Monte:	$N_{p,m}$	-55.79 kN/m --> Trazione
Azione sui pali di Valle:	$Ed,v = N_{p,v} * iv$	870.38 kN
Azione sui pali di Monte:	$Ed,m = N_{p,m} * im$	-139.47 kN
Resist. totale Pali di valle:	$R_{p,v} = R_{bd} + R_{lcd}$	2751.54 kN
Resist. totale Pali di monte:	$R_{p,m} = R_{ltd}$	527.06 kN
Verifica pali di Valle:	$R_{p,v} / Ed,v$	3.16 ---> ok!
Verifica pali di Monte:	$R_{p,m} / Ed,m$	3.78 ---> ok!

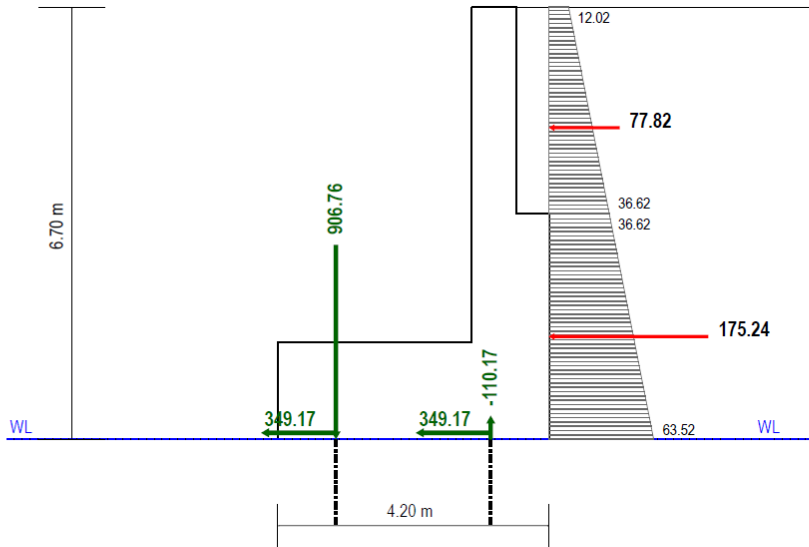
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO L**

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 5:
Sisma Giu (M1+R3)**

STRATI DI MONTE

STRATO N.1
G = 20.00 kN/m³
α' = 38.00 °
c' = 0.00 kN/m²



STRATO FONDAZIONE

G = 19.50 kN/m³
α' = 40.00 °
c' = 0.00 kN/m²

RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Azione totale su piano fondazione:	Hed	279.33 kN
Resist. Trasv. dei Pali:	Rtr,d	458.28 kN
Resist. Trasv. Totale:	Rtrd	458.28 kN
Verifica:	Rtrd/Hed	1.64 ---> ok!

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

	VALLE	MONTE
Calcolo Resistenza a Ribaltamento dei Pali:		
Resistenza pali (Compr./Traz.):	Rd	1100.62
Azione sui pali (+Compr./-Traz.):	Ep	362.70
Resist. Residua:	Rr = Rp - Ep	737.91
Momento Resist. Residuo	Mr = Rr * dp	1770.99
Momento Residuo Pali:	MRp = MIN[Mr]	400.21
Verifica:		
Momento Stabilizzante:	Mstab	897.76 kNm
Mom. Resist. Aggiuntivo (Pali):	MRp	400.21 kNm
Momento Resistente Totale:	Mrd	1297.98 kNm
Momento Ribaltante:	Med	716.75 kNm
verifica:	Mrd/Med	1.81 ---> ok!

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE PALI DI FONDAZIONE:

Azione totale verticale:	Ned	318.64 kN
Momento Stabilizzante:	Mstab	897.76 kNm
Momento Ribaltante:	Mrib	716.75 kNm
Posizione Ned da estremo valle:	x,ed = (Mstab - Mrib) / Ned	0.57 m
Posizione Pali Valle:	x,v	0.90 m
Posizione Pali Monte:	x,m	3.30 m
Distanza tra i pali:	dp = (x,m - x,v)	2.40 m
Risult. sui Pali Valle:	Np,v = Ned * (x,m - x,ed) / dp	362.70 kN -> Compr.
Risult. sui Pali Monte:	Np,m = Ned - Np,v	-44.07 kN -> Traz.
Azione sui pali di Valle:	Ed,v = Np,v * iv	906.76 kN
Azione sui pali di Monte:	Ed,m = Np,m * im	-110.17 kN
Resist. totale Pali di valle:	Rp,v = Rb,d + Rlc,d	2751.54 kN
Resist. totale Pali di monte:	Rp,m = Rlt,d	527.06 kN
Verifica pali di Valle:	Rp,v / Ed,v	3.03 ---> ok!
Verifica pali di Monte:	Rp,m / Ed,m	4.78 ---> ok!

*** TENSIONI A RIPOSO EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE ***

SPOSTAMENTI IMPEDITI - SPINTE Ko

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
 sig_V = Tensione verticale efficace
 ko = coefficiente di spinta 'a riposo'
 sig_H = Tensione orizzontale efficace
 kH = coefficiente accelerazione sismica orizzontale
 D_sig_H = Incremento sismico di Tensione efficace
 ** = Tratto parete sotto falda

TENSIONI EFFICACI A RIPOSO - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

Tratto n.	z [m]	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V [kPa]	ko [-]	sig_H [kPa]	sig_V [kPa]	kH [-]	D_sig_H [kPa]	sig_V [kPa]	kH [-]	D_sig_H [kPa]
1	0.00	134.00	0.384	51.50	128.24	0.0860	11.03	139.76	0.0860	12.02
	3.50	64.00	0.384	24.60	61.25	0.0860	11.03	66.75	0.0860	12.02
2	3.50	64.00	0.384	24.60	61.25	0.0860	11.03	66.75	0.0860	12.02
	6.70	0.00	0.384	0.00	0.00	0.0860	11.03	0.00	0.0860	12.02

TENSIONI EFFICACI A RIPOSO - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

Tratto n.	z [m]	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V [kPa]	ko [-]	sig_H [kPa]	sig_V [kPa]	kH [-]	D_sig_H [kPa]	sig_V [kPa]	kH [-]	D_sig_H [kPa]
1	0.00	20.00	0.384	7.69	19.14	0.0860	1.65	20.86	0.0860	1.79
	3.50	20.00	0.384	7.69	19.14	0.0860	1.65	20.86	0.0860	1.79
2	3.50	20.00	0.384	7.69	19.14	0.0860	1.65	20.86	0.0860	1.79
	6.70	20.00	0.384	7.69	19.14	0.0860	1.65	20.86	0.0860	1.79

*** PRESSIONI A RIPOSO Ko EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
 sig_T = Componente di tensione efficace del Terreno
 Gamma_G1 = Coeff. di combinazione
 sig_Td = sig_T * Gamma_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno

 sig_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico
 Gamma_Q = Coeff. di combinazione
 sig_Qd = sig_Q * Gamma_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.

 DS_T = Incremento Sismico di tensione del Terreno
 DS_Q = Incremento Sismico di tensione per Sovraccarico

 Sig_eff = sig_Td + sig_Qd + DS_T + DS_Q = Tensione Risultante efficace

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:

Spinta del terreno: Gamma_G1 = 1.00 (Perm. Strutt. Sfav.)

Spinta del sovracc.: Gamma_Q = 0.00 (Variabile Sfav.)

Tratto n.	z [m]	Sig_T [kPa]	Gamma_G1 [-]	Sig_Td [kPa]	Sig_Q [kPa]	Gamma_Q [-]	Sig_Qd [kPa]	DS_T [kPa]	DS_Q [kPa]	Sig_eff [kPa]
1	0.00	51.50	1.00	51.50	7.69	0.00	0.00	12.02	0.00	63.52
	3.50	24.60	1.00	24.60	7.69	0.00	0.00	12.02	0.00	36.62
2	3.50	24.60	1.00	24.60	7.69	0.00	0.00	12.02	0.00	36.62
	6.70	0.00	1.00	0.00	7.69	0.00	0.00	12.02	0.00	12.02

=====
*** SPINTE A RIPOSO Ko EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)
Delta = Angolo di attrito al contatto
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)
F_T = Valore complessivo di Spinta
F_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)
F_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)
x_P,y_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

Tratto n.	da z [m]	a z [m]	Csi [°]	Delta [°]	Alpha [°]	F_T [kN]	F_x [kN]	F_y [kN]	x_P [m]	y_P [m]
1	0.00	3.50	90.00	0.00	0.00	175.24	175.24	0.00	4.20	1.59
2	3.50	6.70	90.00	0.00	0.00	77.82	77.82	0.00	4.20	4.83

=====
*** DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE ***
=====

Legenda:

F = valore dell'azione
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione
F_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione
F_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3*st + 1.5*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

Azione	Tipo Azione	F [kN]	Coef [-]	F_Vd [kN]	F_Hd [kN]	x [m]	y [m]	Mrib [kNm]	Mstab [kNm]	
Materiali Muro: Mat. n.01	Perm. Strutt.	Fav	273.50	1.00	273.50	0.00	2.69	2.02	0.00	734.35
-sisma vertic.			11.76	1.00	11.76	0.00	2.69	2.02	0.00	31.58
-sisma orizz.			23.52	1.00	0.00	23.52	2.69	2.02	47.62	0.00
Terr. su muro: Area n.01	Perm. Strutt.	Fav	32.00	1.00	32.00	0.00	3.95	5.10	0.00	126.40
-sisma vertic.			1.38	1.00	1.38	0.00	3.95	5.10	0.00	5.44
-sisma orizz.			2.75	1.00	0.00	2.75	3.95	5.10	14.04	0.00
Sovracc. su muro:	Variabile	Fav	10.00	0.00	0.00	0.00	3.95	6.70	0.00	0.00
-sisma vertic. su Sovracc			0.43	0.00	0.00	0.00	3.95	6.70	0.00	0.00
-sisma orizz. su Sovracc			0.86	0.00	0.00	0.00	3.95	6.70	0.00	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.01	Perm. Strutt.	Sfav	175.24	1.00	0.00	175.24	4.20	1.59	279.21	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.02	Perm. Strutt.	Sfav	77.82	1.00	0.00	77.82	4.20	4.83	375.89	0.00
RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE:					318.64	279.33		716.75	897.76	

*** V E R I F I C H E ***

Caratteristiche di Capacità Portante dei Pali di Fondazione:

 Tipologia Pali: TRIVELLATI
 Coeff. di Correlazione: $x = 1.70$ (NTC18 - Tab.6.4.IV)

		VALLE	MONTE
Portata alla Base (analitica):	$R_{b,cal}$	= 5000.00	5000.00 kN
Portata Laterale (analitica):	$R_{l,cal}$	= 1120.00	1120.00 kN
Portata Trasversale (analitica):	$R_{tr,cal}$	= 1266.00	1266.00 kN
Resist. Caratteristica alla Base:	$R_{b,k} = R_{b,cal}/x$	= 2941.18	2941.18 kN
Resist. Caratteristica Laterale:	$R_{l,k} = R_{l,cal}/x$	= 658.82	658.82 kN
Resist. Caratteristica Trasnv.:	$R_{tr,k} = R_{tr,cal}/x$	= 744.71	744.71 kN
interasse pali di valle:	$iv =$	2.50 m	
interasse pali di monte:	$im =$	2.50 m	

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Azione totale su piano fondazione:	Hed	279.33 kN
Resist. Trasn. Caratt. Pali Valle:	RTV,k	744.71 kN
Resist. Trasn. Caratt. Pali Monte:	RTM,k	744.71 kN
Coeff. Parz. (NTC18-Tab.6.4.VI):	$gR,TR (R3)$	1.30
Resist. Trasn. Calcolo Pali Valle:	$RTV,d=RTV,k/gR,TR$	572.85 kN
Resist. Trasn. Calcolo Pali Monte:	$RTM,d=RTM,k/gR,TR$	572.85 kN
Resist. Trasn. Totale (dei Pali):	$R_{tr,d}=(RTV,d/iv)+(RTM,d/im)$	458.28 kN/m
Verifica	R_{trd}/Hed	1.64 ---> ok!

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Calcolo Resistenza a Ribaltamento offerta dai Pali:

		VALLE	MONTE
Resist. Caratteristica alla Base:	$R_{b,k}$	2941.18	2941.18 kN
Coeff. Parz. (NTC18-Tab.6.4.II):	$gR,B (R3)$	1.35	
Resist. di Calcolo alla Base:	$R_{bd} = R_{b,k}/gR,B$	2178.65	2178.65 kN
Resist. Caratteristica Laterale:	$R_{l,k}$	658.82	658.82 kN
Coeff. Parz. Compr. (NTC18-Tab.6.4.II):	$gR,C (R3)$	1.15	
Coeff. Parz. Traz. (NTC18-Tab.6.4.II):	$gR,T (R3)$	1.25	
Resist. Laterale in compressione:	$R_{lcd} = R_{l,k}/gR,C$	572.89	572.89 kN
Resist. Laterale in trazione:	$R_{ltd} = R_{l,k}/gR,T$	527.06	527.06 kN
Resist. a Compr. Singolo Palo:	$R_{dC} = R_{bd}+R_{lcd}$	2751.54	2751.54 kN
Resist. a Traz. Singolo Palo:	$R_{dT} = R_{ltd}$	527.06	527.06 kN
Resist. Compr. pali di VALLE:	$R_{d,v} = R_{dC}/iv$	1100.62	kN/m
Resist. Traz. pali di MONTE:	$R_{d,m} = R_{dT}/im$	210.82	kN/m
Azione totale verticale:	Ned	318.64	kN
Momento Stabilizzante:	Mstab	897.76	kNm
Momento Ribaltante:	Mrib	716.75	kNm
Posizione Ned da estremo valle:	$x,ed=(Mstab-Mrib)/Ned$	0.57	m
Posizione Pali Valle:	x,v	0.90	m
Posizione Pali Monte:	x,m	3.30	m
Distanza tra i pali:	$dp = (x,m - x,v)$	2.40	m
Azione sui Pali Valle:	$N_{p,v} = Ned*(x,m-x,ed)/dp$	362.70	kN/m --> Compressione
Azione sui Pali Monte:	$N_{p,m} = Ned - N_{p,v}$	-44.07	kN/m --> Trazione
Resist. Residua Pali di Valle:	$R_{r,v} = R_{d,v}-N_{p,v}$	737.91	kN/m
Resist. Residua Pali di Monte:	$R_{r,m} = R_{d,m}-N_{p,m}$	166.76	kN/m
Mom. Residuo Compr. pali di VALLE:	$Mr1 = R_{r,v}*dp$	1770.99	kNm
Mom. Residuo Traz. pali di MONTE:	$Mr2 = R_{r,m}*dp$	400.21	kNm
Momento Residuo Pali:	$MRp=MIN[Mr1;Mr2]$	400.21	kNm
Verifica:			
Momento Stabilizzante:	Mstab	897.76	kNm
Mom. Resist. Aggiuntivo (Pali):	MRp	400.21	kNm
Momento Stabilizzante Totale:	Mrd	1297.98	kNm
Momento Ribaltante:	Med	716.75	kNm
verifica:	Mrd/Med	1.81	---> ok!

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE PALI DI FONDAZIONE:

Risult. sui Pali Valle:	$N_{p,v}$	362.70 kN/m --> Compress.
Risult. sui Pali Monte:	$N_{p,m}$	-44.07 kN/m --> Trazione
Azione sui pali di Valle:	$Ed,v = N_{p,v} * iv$	906.76 kN
Azione sui pali di Monte:	$Ed,m = N_{p,m} * im$	-110.17 kN
Resist. totale Pali di valle:	$R_{p,v} = R_{bd} + R_{lcd}$	2751.54 kN
Resist. totale Pali di monte:	$R_{p,m} = R_{ltd}$	527.06 kN
Verifica pali di Valle:	$R_{p,v} / Ed,v$	3.03 ----> ok!
Verifica pali di Monte:	$R_{p,m} / Ed,m$	4.78 ----> ok!

ALLEGATO N. 1.D
SEZIONE TIPO M
VERIFICHE DI STABILITA' LOCALE

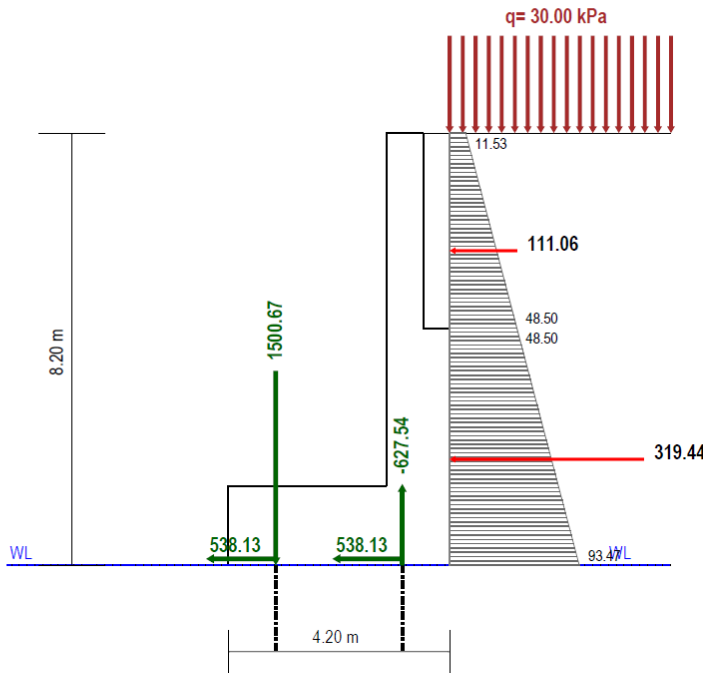
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO M**

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 1:
Statica (A1+M1+R3)**

STRATI DI MONTE

STRATO N.1
G = 20.00 kN/m³
φ' = 38.00 °
c' = 0.00 kN/m²



STRATO FONDAZIONE

G = 19.50 kN/m³
φ' = 40.00 °
c' = 0.00 kN/m²

RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Azione totale su piano fondazione:	Hed	430.51 kN
Resist. Trasv. dei Pali:	Rtr,d	458.28 kN
Resist. Trasv. Totale:	Rtrd	458.28 kN
Verifica:	Rtrd/Hed	1.06 ---> ok!

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

	VALLE	MONTE
Calcolo Resistenza a Ribaltamento dei Pali:		
Resistenza pali (Compr./Traz.):	Rd	1397.29 / 483.77 kN / m
Azione sui pali (+Compr./-Traz.):	Ep	600.27 / -251.02 kN / m
Resist. Residua:	Rr = Rp - Ep	797.03 / 232.75 kN / m
Momento Resist. Residuo	Mr = Rr * dp	1912.87 / 558.60 kNm/m
Momento Residuo Pali:	MRp = MIN[Mr]	558.60 kNm/m
Verifica:		
Momento Stabilizzante:	Mstab	1017.81 kNm
Mom. Resist. Aggiuntivo (Pali):	MRp	558.60 kNm
Momento Resistente Totale:	Mrd	1576.41 kNm
Momento Ribaltante:	Med	1305.93 kNm
verifica:	Mrd/Med	1.21 ---> ok!

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE PALI DI FONDAZIONE:

Azione totale verticale:	Ned	349.25 kN
Momento Stabilizzante:	Mstab	1017.81 kNm
Momento Ribaltante:	Mrib	1305.93 kNm
Posizione Ned da estremo valle:	x,ed = (Mstab - Mrib) / Ned	-0.82 m
Posizione Pali Valle:	x,v	0.90 m
Posizione Pali Monte:	x,m	3.30 m
Distanza tra i pali:	dp = (x,m - x,v)	2.40 m
Risult. sui Pali Valle:	Np,v = Ned * (x,m - x,ed) / dp	600.27 kN -> Compr.
Risult. sui Pali Monte:	Np,m = Ned - Np,v	-251.02 kN -> Traz.
Azione sui pali di Valle:	Ed,v = Np,v * iv	1500.67 kN
Azione sui pali di Monte:	Ed,m = Np,m * im	-627.54 kN
Resist. totale Pali di valle:	Rp,v = Rb,d + Rlc,d	3493.23 kN
Resist. totale Pali di monte:	Rp,m = Rlt,d	1209.42 kN
Verifica pali di Valle:	Rp,v / Ed,v	2.33 ---> ok!
Verifica pali di Monte:	Rp,m / Ed,m	1.93 ---> ok!

*** TENSIONI A RIPOSO EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE ***

SPOSTAMENTI IMPEDITI - SPINTE Ko

Legenda:

- z = Quota a partire dal piano fondazione
- sig_V = Tensione verticale efficace
- ko = coefficiente di spinta 'a riposo'
- sig_H = Tensione orizzontale efficace
- kH = coefficiente accelerazione sismica orizzontale
- D_sig_H = Incremento sismico di Tensione efficace
- ** = Tratto parete sotto falda

TENSIONI EFFICACI A RIPOSO - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

Tratto n.	z [m]	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V [kPa]	ko [-]	sig_H [kPa]	sig_V [kPa]	kH [-]	D_sig_H [kPa]	sig_V [kPa]	kH [-]	D_sig_H [kPa]
1	0.00	164.00	0.384	63.03	156.95	0.0860	13.50	171.05	0.0860	14.71
	4.50	74.00	0.384	28.44	70.82	0.0860	13.50	77.18	0.0860	14.71
2	4.50	74.00	0.384	28.44	70.82	0.0860	13.50	77.18	0.0860	14.71
	8.20	0.00	0.384	0.00	0.00	0.0860	13.50	0.00	0.0860	14.71

TENSIONI EFFICACI A RIPOSO - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

Tratto n.	z [m]	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V [kPa]	ko [-]	sig_H [kPa]	sig_V [kPa]	kH [-]	D_sig_H [kPa]	sig_V [kPa]	kH [-]	D_sig_H [kPa]
1	0.00	20.00	0.384	7.69	19.14	0.0860	1.65	20.86	0.0860	1.79
	4.50	20.00	0.384	7.69	19.14	0.0860	1.65	20.86	0.0860	1.79
2	4.50	20.00	0.384	7.69	19.14	0.0860	1.65	20.86	0.0860	1.79
	8.20	20.00	0.384	7.69	19.14	0.0860	1.65	20.86	0.0860	1.79

*** PRESSIONI A RIPOSO Ko EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***

Legenda:

- z = Quota a partire dal piano fondazione
- sig_T = Componente di tensione efficace del Terreno
- Gamma_G1 = Coeff. di combinazione
- sig_Td = sig_T * Gamma_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno
- sig_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico
- Gamma_Q = Coeff. di combinazione
- sig_Qd = sig_Q * Gamma_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.
- DS_T = Incremento Sismico di tensione del Terreno
- DS_Q = Incremento Sismico di tensione per Sovraccarico
- Sig_eff = sig_Td + sig_Qd + DS_T + DS_Q = Tensione Risultante efficace

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:

Spinta del terreno: Gamma_G1 = 1.30 (Perm. Strutt. Sfav.)

Spinta del sovracc.: Gamma_Q = 1.50 (Variabile Sfav.)

Tratto n.	z [m]	Sig_T [kPa]	Gamma_G1 [-]	Sig_Td [kPa]	Sig_Q [kPa]	Gamma_Q [-]	Sig_Qd [kPa]	Sig_eff [kPa]
1	0.00	63.03	1.30	81.94	7.69	1.50	11.53	93.47
	4.50	28.44	1.30	36.97	7.69	1.50	11.53	48.50
2	4.50	28.44	1.30	36.97	7.69	1.50	11.53	48.50
	8.20	0.00	1.30	0.00	7.69	1.50	11.53	11.53

=====
*** SPINTE A RIPOSO Ko EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)
Delta = Angolo di attrito al contatto
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)
F_T = Valore complessivo di Spinta
F_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)
F_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)
x_P,y_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

Tratto n.	da z [m]	a z [m]	Csi [°]	Delta [°]	Alpha [°]	F_T [kN]	F_x [kN]	F_y [kN]	x_P [m]	y_P [m]
1	0.00	4.50	90.00	0.00	0.00	319.44	319.44	0.00	4.20	2.01
2	4.50	8.20	90.00	0.00	0.00	111.06	111.06	0.00	4.20	5.97

=====
*** DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE ***
=====

Legenda:

F = valore dell'azione
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione
F_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione
F_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3*st + 1.5*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

Azione	Tipo Azione	F [kN]	Coef [-]	F_Vd [kN]	F_Hd [kN]	x [m]	y [m]	Mrib [kNm]	Mstab [kNm]	
Materiali Muro: Mat. n.01	Perm. Strutt.	Fav	312.25	1.00	312.25	0.00	2.79	2.56	0.00	871.66
Terr. su muro: Area n.01	Perm. Strutt.	Fav	37.00	1.00	37.00	0.00	3.95	6.35	0.00	146.15
Sovracc. su muro:	Variabile	Fav	10.00	0.00	0.00	0.00	3.95	8.20	0.00	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.01	Perm. Strutt.	Sfav	319.44	1.00	0.00	319.44	4.20	2.01	642.86	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.02	Perm. Strutt.	Sfav	111.06	1.00	0.00	111.06	4.20	5.97	663.06	0.00
RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE:					349.25	430.51			1305.93	1017.81

*** V E R I F I C H E ***

Caratteristiche di Capacità Portante dei Pali di Fondazione:

 Tipologia Pali: TRIVELLATI
 Coeff. di Correlazione: $x = 1.70$ (NTC18 - Tab.6.4.IV)

		VALLE	MONTE
Portata alla Base (analitica):	$R_{b,cal}$	= 5000.00	5000.00 kN
Portata Laterale (analitica):	$R_{l,cal}$	= 2570.00	2570.00 kN
Portata Trasversale (analitica):	$R_{tr,cal}$	= 1266.00	1266.00 kN
Resist. Caratteristica alla Base:	$R_{b,k} = R_{b,cal}/x$	= 2941.18	2941.18 kN
Resist. Caratteristica Laterale:	$R_{l,k} = R_{l,cal}/x$	= 1511.77	1511.77 kN
Resist. Caratteristica Trasv.:	$R_{tr,k} = R_{tr,cal}/x$	= 744.71	744.71 kN
interasse pali di valle:	$iv =$	2.50 m	
interasse pali di monte:	$im =$	2.50 m	

COMBINAZIONE DI CARICO N. 1: Statica (A1 +M1+R3)

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Azione totale su piano fondazione:	Hed	430.51 kN
Resist. Trasv. Caratt. Pali Valle:	RTV,k	744.71 kN
Resist. Trasv. Caratt. Pali Monte:	RTM,k	744.71 kN
Coeff. Parz. (NTC18-Tab.6.4.VI):	$gR,TR (R3)$	1.30
Resist. Trasv. Calcolo Pali Valle:	$RTV,d=RTV,k/gR,TR$	572.85 kN
Resist. Trasv. Calcolo Pali Monte:	$RTM,d=RTM,k/gR,TR$	572.85 kN
Resist. Trasv. Totale (dei Pali):	$R_{tr,d}=(RTV,d/iv)+(RTM,d/im)$	458.28 kN/m
Verifica	R_{trd}/Hed	1.06 ---> ok!

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Calcolo Resistenza a Ribaltamento offerta dai Pali:

		VALLE	MONTE
Resist. Caratteristica alla Base:	$R_{b,k}$	2941.18	2941.18 kN
Coeff. Parz. (NTC18-Tab.6.4.II):	$gR,B (R3)$	1.35	
Resist. di Calcolo alla Base:	$R_{bd} = R_{b,k}/gR,B$	2178.65	2178.65 kN
Resist. Caratteristica Laterale:	$R_{l,k}$	1511.77	1511.77 kN
Coeff. Parz. Compr. (NTC18-Tab.6.4.II):	$gR,C (R3)$	1.15	
Coeff. Parz. Traz. (NTC18-Tab.6.4.II):	$gR,T (R3)$	1.25	
Resist. Laterale in compressione:	$R_{lcd} = R_{l,k}/gR,C$	1314.58	1314.58 kN
Resist. Laterale in trazione:	$R_{ltd} = R_{l,k}/gR,T$	1209.42	1209.42 kN
Resist. a Compr. Singolo Palo:	$R_{dC} = R_{bd}+R_{lcd}$	3493.23	3493.23 kN
Resist. a Traz. Singolo Palo:	$R_{dT} = R_{ltd}$	1209.42	1209.42 kN
Resist. Compr. pali di VALLE:	$R_{d,v} = R_{dC}/iv$	1397.29	kN/m
Resist. Traz. pali di MONTE:	$R_{d,m} = R_{dT}/im$	483.77	kN/m
Azione totale verticale:	Ned	349.25	kN
Momento Stabilizzante:	Mstab	1017.81	kNm
Momento Ribaltante:	Mrib	1305.93	kNm
Posizione Ned da estremo valle:	$x,ed=(Mstab-Mrib)/Ned$	-0.82	m
Posizione Pali Valle:	x,v	0.90	m
Posizione Pali Monte:	x,m	3.30	m
Distanza tra i pali:	$dp = (x,m - x,v)$	2.40	m
Azione sui Pali Valle:	$N_{p,v} = Ned*(x,m-x,ed)/dp$	600.27	kN/m --> Compressione
Azione sui Pali Monte:	$N_{p,m} = Ned - N_{p,v}$	-251.02	kN/m --> Trazione
Resist. Residua Pali di Valle:	$R_{r,v} = R_{d,v}-N_{p,v}$	797.03	kN/m
Resist. Residua Pali di Monte:	$R_{r,m} = R_{d,m}-N_{p,m}$	232.75	kN/m
Mom. Residuo Compr. pali di VALLE:	$Mr1 = R_{r,v}*dp$	1912.87	kNm
Mom. Residuo Traz. pali di MONTE:	$Mr2 = R_{r,m}*dp$	558.60	kNm
Momento Residuo Pali:	$MRp=MIN[Mr1;Mr2]$	558.60	kNm
Verifica:			
Momento Stabilizzante:	Mstab	1017.81	kNm
Mom. Resist. Aggiuntivo (Pali):	MRp	558.60	kNm
Momento Stabilizzante Totale:	Mrd	1576.41	kNm
Momento Ribaltante:	Med	1305.93	kNm
verifica:	Mrd/Med	1.21	---> ok!

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE PALI DI FONDAZIONE:

Risult. sui Pali Valle:	$N_{p,v}$	600.27 kN/m --> Compress.
Risult. sui Pali Monte:	$N_{p,m}$	-251.02 kN/m --> Trazione
Azione sui pali di Valle:	$Ed,v = N_{p,v} * iv$	1500.67 kN
Azione sui pali di Monte:	$Ed,m = N_{p,m} * im$	-627.54 kN
Resist. totale Pali di valle:	$R_{p,v} = R_{bd} + R_{lcd}$	3493.23 kN
Resist. totale Pali di monte:	$R_{p,m} = R_{ltd}$	1209.42 kN
Verifica pali di Valle:	$R_{p,v} / Ed,v$	2.33 ---> ok!
Verifica pali di Monte:	$R_{p,m} / Ed,m$	1.93 ---> ok!

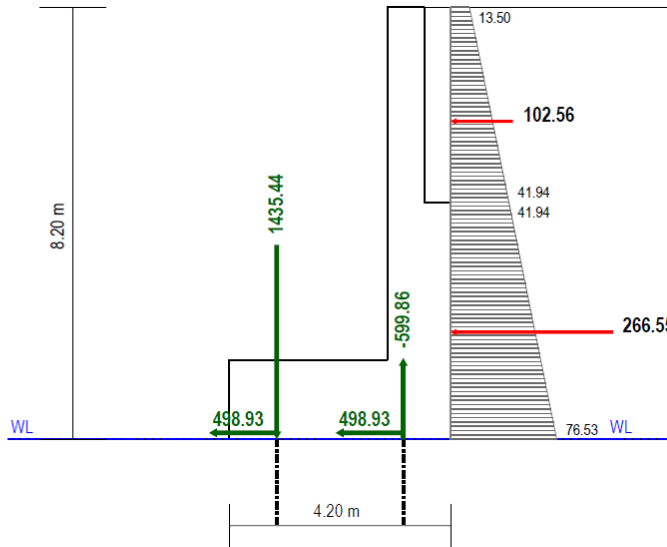
MB Muro Rev 3.03

**PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO M**

**COMBINAZIONE DI CARICO N. 4:
Sisma Su (M1+R3)**

STRATI DI MONTE

STRATO N.1
G = 20.00 kNm³
e' = 38.00 °
c' = 0.00 kNm²



STRATO FONDAZIONE

G = 19.50 kNm³
e' = 40.00 °
c' = 0.00 kNm²

RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Azione totale su piano fondazione:	Hed	399.14 kN
Resist. Trasv. dei Pali:	Rtr,d	458.28 kN
Resist. Trasv. Totale:	Rtrd	458.28 kN
Verifica:	Rtrd/Hed	1.15 ---> ok!

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

	VALLE	MONTE
Calcolo Resistenza a Ribaltamento dei Pali:		
Resistenza pali (Compr./Traz.):	Rd	1397.29 483.77 kN /m
Azione sui pali (+Compr./-Traz.):	Ep	574.18 -239.94 kN /m
Resist. Residua:	Rr = Rp - Ep	823.12 243.82 kN /m
Momento Resist. Residuo	Mr = Rr * dp	1975.48 585.17 kNm/m
Momento Residuo Pali:	MRp = MIN[Mr]	585.17 kNm/m
Verifica:		
Momento Stabilizzante:	Mstab	974.05 kNm
Mom. Resist. Aggiuntivo (Pali):	MRp	585.17 kNm
Momento Resistente Totale:	Mrd	1559.22 kNm
Momento Ribaltante:	Med	1249.10 kNm
verifica:	Mrd/Med	1.25 ---> ok!

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE PALI DI FONDAZIONE:

Azione totale verticale:	Ned	334.23 kN
Momento Stabilizzante:	Mstab	974.05 kNm
Momento Ribaltante:	Mrib	1249.10 kNm
Posizione Ned da estremo valle: x,ed = (Mstab - Mrib) / Ned		-0.82 m
Posizione Pali Valle:	x,v	0.90 m
Posizione Pali Monte:	x,m	3.30 m
Distanza tra i pali:	dp = (x,m - x,v)	2.40 m
Risult. sui Pali Valle:	Np,v = Ned * (x,m - x,ed) / dp	574.18 kN -> Compr.
Risult. sui Pali Monte:	Np,m = Ned - Np,v	-239.94 kN -> Traz.
Azione sui pali di Valle:	Ed,v = Np,v * iv	1435.44 kN
Azione sui pali di Monte:	Ed,m = Np,m * im	-599.86 kN
Resist. totale Pali di valle:	Rp,v = Rb,d + Rlc,d	3493.23 kN
Resist. totale Pali di monte:	Rp,m = Rlt,d	1209.42 kN
Verifica pali di Valle:	Rp,v / Ed,v	2.43 ---> ok!
Verifica pali di Monte:	Rp,m / Ed,m	2.02 ---> ok!

*** TENSIONI A RIPOSO EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE ***

SPOSTAMENTI IMPEDITI - SPINTE Ko

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
sig_V = Tensione verticale efficace
ko = coefficiente di spinta 'a riposo'
sig_H = Tensione orizzontale efficace
kH = coefficiente accelerazione sismica orizzontale
D_sig_H = Incremento sismico di Tensione efficace
** = Tratto parete sotto falda

TENSIONI EFFICACI A RIPOSO - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

Tratto n.	z [m]	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V [kPa]	ko [-]	sig_H [kPa]	sig_V [kPa]	kH [-]	D_sig_H [kPa]	sig_V [kPa]	kH [-]	D_sig_H [kPa]
1	0.00	164.00	0.384	63.03	156.95	0.0860	13.50	171.05	0.0860	14.71
	4.50	74.00	0.384	28.44	70.82	0.0860	13.50	77.18	0.0860	14.71
2	4.50	74.00	0.384	28.44	70.82	0.0860	13.50	77.18	0.0860	14.71
	8.20	0.00	0.384	0.00	0.00	0.0860	13.50	0.00	0.0860	14.71

TENSIONI EFFICACI A RIPOSO - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

Tratto n.	z [m]	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V [kPa]	ko [-]	sig_H [kPa]	sig_V [kPa]	kH [-]	D_sig_H [kPa]	sig_V [kPa]	kH [-]	D_sig_H [kPa]
1	0.00	20.00	0.384	7.69	19.14	0.0860	1.65	20.86	0.0860	1.79
	4.50	20.00	0.384	7.69	19.14	0.0860	1.65	20.86	0.0860	1.79
2	4.50	20.00	0.384	7.69	19.14	0.0860	1.65	20.86	0.0860	1.79
	8.20	20.00	0.384	7.69	19.14	0.0860	1.65	20.86	0.0860	1.79

*** PRESSIONI A RIPOSO Ko EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
sig_T = Componente di tensione efficace del Terreno
Gamma_G1 = Coeff. di combinazione
sig_Td = sig_T * Gamma_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno

sig_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico
Gamma_Q = Coeff. di combinazione
sig_Qd = sig_Q * Gamma_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.

DS_T = Incremento Sismico di tensione del Terreno
DS_Q = Incremento Sismico di tensione per Sovraccarico

Sig_eff = sig_Td + sig_Qd + DS_T + DS_Q = Tensione Risultante efficace

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:

Spinta del terreno: Gamma_G1 = 1.00 (Perm. Strutt. Sfav.)

Spinta del sovracc.: Gamma_Q = 0.00 (Variabile Sfav.)

Tratto n.	z [m]	Sig_T [kPa]	Gamma_G1 [-]	Sig_Td [kPa]	Sig_Q [kPa]	Gamma_Q [-]	Sig_Qd [kPa]	DS_T [kPa]	DS_Q [kPa]	Sig_eff [kPa]
1	0.00	63.03	1.00	63.03	7.69	0.00	0.00	13.50	0.00	76.53
	4.50	28.44	1.00	28.44	7.69	0.00	0.00	13.50	0.00	41.94
2	4.50	28.44	1.00	28.44	7.69	0.00	0.00	13.50	0.00	41.94
	8.20	0.00	1.00	0.00	7.69	0.00	0.00	13.50	0.00	13.50

=====
*** SPINTE A RIPOSO Ko EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)
Delta = Angolo di attrito al contatto
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)
F_T = Valore complessivo di Spinta
F_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)
F_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)
x_P,y_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

Tratto n.	da z [m]	a z [m]	Csi [°]	Delta [°]	Alpha [°]	F_T [kN]	F_x [kN]	F_y [kN]	x_P [m]	y_P [m]
1	0.00	4.50	90.00	0.00	0.00	266.55	266.55	0.00	4.20	2.03
2	4.50	8.20	90.00	0.00	0.00	102.56	102.56	0.00	4.20	6.03

=====
*** DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE ***
=====

Legenda:

F = valore dell'azione
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione
F_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione
F_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3*st + 1.5*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

Azione	Tipo Azione	F [kN]	Coef [-]	F_Vd [kN]	F_Hd [kN]	x [m]	y [m]	Mrib [kNm]	Mstab [kNm]	
Materiali Muro: Mat. n.01	Perm. Strutt.	Fav	312.25	1.00	312.25	0.00	2.79	2.56	0.00	871.66
-sisma vertic.			-13.43	1.00	-13.43	0.00	2.79	2.56	0.00	-37.48
-sisma orizz.			26.85	1.00	0.00	26.85	2.79	2.56	68.74	0.00
Terr. su muro: Area n.01	Perm. Strutt.	Fav	37.00	1.00	37.00	0.00	3.95	6.35	0.00	146.15
-sisma vertic.			-1.59	1.00	-1.59	0.00	3.95	6.35	0.00	-6.28
-sisma orizz.			3.18	1.00	0.00	3.18	3.95	6.35	20.21	0.00
Sovracc. su muro:	Variabile	Fav	10.00	0.00	0.00	0.00	3.95	8.20	0.00	0.00
-sisma vertic. su Sovracc			-0.43	0.00	0.00	0.00	3.95	8.20	0.00	0.00
-sisma orizz. su Sovracc			0.86	0.00	0.00	0.00	3.95	8.20	0.00	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.01	Perm. Strutt.	Sfav	266.55	1.00	0.00	266.55	4.20	2.03	541.37	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.02	Perm. Strutt.	Sfav	102.56	1.00	0.00	102.56	4.20	6.03	618.79	0.00
RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE:					334.23	399.14		1249.10	974.05	

*** V E R I F I C H E ***

Caratteristiche di Capacità Portante dei Pali di Fondazione:

 Tipologia Pali: TRIVELLATI
 Coeff. di Correlazione: $x = 1.70$ (NTC18 - Tab.6.4.IV)

		VALLE	MONTE
Portata alla Base (analitica):	Rb, cal	= 5000.00	5000.00 kN
Portata Laterale (analitica):	Rl, cal	= 2570.00	2570.00 kN
Portata Trasversale (analitica):	Rtr, cal	= 1266.00	1266.00 kN
Resist. Caratteristica alla Base:	$Rb, k = Rb, cal/x$	= 2941.18	2941.18 kN
Resist. Caratteristica Laterale:	$Rl, k = Rl, cal/x$	= 1511.77	1511.77 kN
Resist. Caratteristica Trasnv.:	$Rtr, k = Rtr, cal/x$	= 744.71	744.71 kN
interasse pali di valle:	$iv =$	2.50 m	
interasse pali di monte:	$im =$	2.50 m	

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Azione totale su piano fondazione:	Hed	399.14 kN
Resist. Trasn. Caratt. Pali Valle:	RTV, k	744.71 kN
Resist. Trasn. Caratt. Pali Monte:	RTM, k	744.71 kN
Coeff. Parz. (NTC18-Tab.6.4.VI):	$gR, TR (R3)$	1.30
Resist. Trasn. Calcolo Pali Valle:	$RTV, d=RTV, k/gR, TR$	572.85 kN
Resist. Trasn. Calcolo Pali Monte:	$RTM, d=RTM, k/gR, TR$	572.85 kN
Resist. Trasn. Totale (dei Pali):	$Rtr, d=(RTV, d/iv)+(RTM, d/im)$	458.28 kN/m
Verifica	$Rtrd/Hed$	1.15 ---> ok!

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Calcolo Resistenza a Ribaltamento offerta dai Pali:

		VALLE	MONTE
Resist. Caratteristica alla Base:	Rb, k	2941.18	2941.18 kN
Coeff. Parz. (NTC18-Tab.6.4.II):	$gR, B (R3)$	1.35	
Resist. di Calcolo alla Base:	$Rbd = Rb, k/gR, B$	2178.65	2178.65 kN
Resist. Caratteristica Laterale:	Rl, k	1511.77	1511.77 kN
Coeff. Parz. Compr. (NTC18-Tab.6.4.II):	$gR, C (R3)$	1.15	
Coeff. Parz. Traz. (NTC18-Tab.6.4.II):	$gR, T (R3)$	1.25	
Resist. Laterale in compressione:	$Rlcd = Rl, k/gR, C$	1314.58	1314.58 kN
Resist. Laterale in trazione:	$Rltd = Rl, k/gR, T$	1209.42	1209.42 kN
Resist. a Compr. Singolo Palo:	$RdC = Rbd+Rlcd$	3493.23	3493.23 kN
Resist. a Traz. Singolo Palo:	$RdT = Rltd$	1209.42	1209.42 kN
Resist. Compr. pali di VALLE:	$Rd, v = RdC/iv$	1397.29	kN/m
Resist. Traz. pali di MONTE:	$Rd, m = RdT/im$	483.77	kN/m
Azione totale verticale:	Ned	334.23	kN
Momento Stabilizzante:	Mstab	974.05	kNm
Momento Ribaltante:	Mrib	1249.10	kNm
Posizione Ned da estremo valle:	$x, ed=(Mstab-Mrib)/Ned$	-0.82	m
Posizione Pali Valle:	x, v	0.90	m
Posizione Pali Monte:	x, m	3.30	m
Distanza tra i pali:	$dp = (x, m - x, v)$	2.40	m
Azione sui Pali Valle:	$Np, v = Ned*(x, m-x, ed)/dp$	574.18	kN/m --> Compressione
Azione sui Pali Monte:	$Np, m = Ned - Np, v$	-239.94	kN/m --> Trazione
Resist. Residua Pali di Valle:	$Rr, v = Rd, v-Np, v$	823.12	kN/m
Resist. Residua Pali di Monte:	$Rr, m = Rd, m-Np, m$	243.82	kN/m
Mom. Residuo Compr. pali di VALLE:	$Mr1 = Rr, v*dp$	1975.48	kNm
Mom. Residuo Traz. pali di MONTE:	$Mr2 = Rr, m*dp$	585.17	kNm
Momento Residuo Pali:	$MRp=MIN[Mr1;Mr2]$	585.17	kNm
Verifica:			
Momento Stabilizzante:	Mstab	974.05	kNm
Mom. Resist. Aggiuntivo (Pali):	MRp	585.17	kNm
Momento Stabilizzante Totale:	Mrd	1559.22	kNm
Momento Ribaltante:	Med	1249.10	kNm
verifica:	Mrd/Med	1.25	---> ok!

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE PALI DI FONDAZIONE:

Risult. sui Pali Valle:	$N_{p,v}$	574.18 kN/m --> Compress.
Risult. sui Pali Monte:	$N_{p,m}$	-239.94 kN/m --> Trazione
Azione sui pali di Valle:	$Ed,v = N_{p,v} * iv$	1435.44 kN
Azione sui pali di Monte:	$Ed,m = N_{p,m} * im$	-599.86 kN
Resist. totale Pali di valle:	$R_{p,v} = R_{bd} + R_{lcd}$	3493.23 kN
Resist. totale Pali di monte:	$R_{p,m} = R_{ltd}$	1209.42 kN
Verifica pali di Valle:	$R_{p,v} / Ed,v$	2.43 ---> ok!
Verifica pali di Monte:	$R_{p,m} / Ed,m$	2.02 ---> ok!

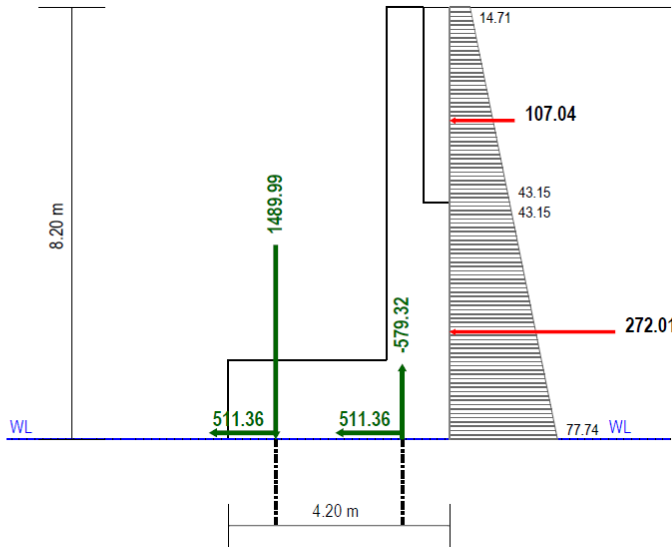
MB Muro Rev 3.03

PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO M

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5:
Sisma Giu (M1+R3)

STRATI DI MONTE

STRATO N.1
G = 20.00 kNm3
 $\phi' = 38.00^\circ$
 $c' = 0.00$ kNm2



STRATO FONDAZIONE

G = 19.50 kNm3
 $\phi' = 40.00^\circ$
 $c' = 0.00$ kNm2

RISULTATI DEL CALCOLO e VERIFICHE

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Azione totale su piano fondazione:	Hed	409.09 kN
Resist. Trasv. dei Pali:	Rtr,d	458.28 kN
Resist. Trasv. Totale:	Rtrd	458.28 kN
Verifica:	Rtrd/Hed	1.12 ---> ok!

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

	VALLE	MONTE
Calcolo Resistenza a Ribaltamento dei Pali:		
Resistenza pali (Compr./Traz.):	Rd	1397.29 483.77 kN /m
Azione sui pali (+Compr./-Traz.):	Ep	596.00 -231.73 kN /m
Resist. Residua:	Rr = Rp - Ep	801.30 252.04 kN /m
Momento Resist. Residuo	Mr = Rr * dp	1923.12 604.89 kNm/m
Momento Residuo Pali:	MRp = MIN[Mr]	604.89 kNm/m
Verifica:		
Momento Stabilizzante:	Mstab	1061.58 kNm
Mom. Resist. Aggiuntivo (Pali):	MRp	604.89 kNm
Momento Resistente Totale:	Mrd	1666.47 kNm
Momento Ribaltante:	Med	1289.88 kNm
verifica:	Mrd/Med	1.29 ---> ok!

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE PALI DI FONDAZIONE:

Azione totale verticale:	Ned	364.27 kN
Momento Stabilizzante:	Mstab	1061.58 kNm
Momento Ribaltante:	Mrib	1289.88 kNm
Posizione Ned da estremo valle:	$x, ed = (Mstab - Mrib) / Ned$	-0.63 m
Posizione Pali Valle:	x,v	0.90 m
Posizione Pali Monte:	x,m	3.30 m
Distanza tra i pali:	dp = (x,m - x,v)	2.40 m
Risult. sui Pali Valle:	$Np,v = Ned * (x,m - x,ed) / dp$	596.00 kN -> Compr.
Risult. sui Pali Monte:	$Np,m = Ned - Np,v$	-231.73 kN -> Traz.
Azione sui pali di Valle:	$Ed,v = Np,v * iv$	1489.99 kN
Azione sui pali di Monte:	$Ed,m = Np,m * im$	-579.32 kN
Resist. totale Pali di valle:	$Rp,v = Rb,d + Rlc,d$	3493.23 kN
Resist. totale Pali di monte:	$Rp,m = Rlt,d$	1209.42 kN
Verifica pali di Valle:	$Rp,v / Ed,v$	2.34 ---> ok!
Verifica pali di Monte:	$Rp,m / Ed,m$	2.09 ---> ok!

*** TENSIONI A RIPOSO EFFICACI LUNGO L'ELEVAZIONE ***

SPOSTAMENTI IMPEDITI - SPINTE Ko

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
 sig_V = Tensione verticale efficace
 ko = coefficiente di spinta 'a riposo'
 sig_H = Tensione orizzontale efficace
 kH = coefficiente accelerazione sismica orizzontale
 D_sig_H = Incremento sismico di Tensione efficace
 ** = Tratto parete sotto falda

TENSIONI EFFICACI A RIPOSO - SOLO TERRENO - (Coeff. parziali M1)

Tratto n.	z [m]	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V [kPa]	ko [-]	sig_H [kPa]	sig_V [kPa]	kH [-]	D_sig_H [kPa]	sig_V [kPa]	kH [-]	D_sig_H [kPa]
1	0.00	164.00	0.384	63.03	156.95	0.0860	13.50	171.05	0.0860	14.71
	4.50	74.00	0.384	28.44	70.82	0.0860	13.50	77.18	0.0860	14.71
2	4.50	74.00	0.384	28.44	70.82	0.0860	13.50	77.18	0.0860	14.71
	8.20	0.00	0.384	0.00	0.00	0.0860	13.50	0.00	0.0860	14.71

TENSIONI EFFICACI A RIPOSO - PER SOVRACCARICO - (Coeff. parziali M1)

Tratto n.	z [m]	Statiche			Sisma Up			Sisma Dw		
		sig_V [kPa]	ko [-]	sig_H [kPa]	sig_V [kPa]	kH [-]	D_sig_H [kPa]	sig_V [kPa]	kH [-]	D_sig_H [kPa]
1	0.00	20.00	0.384	7.69	19.14	0.0860	1.65	20.86	0.0860	1.79
	4.50	20.00	0.384	7.69	19.14	0.0860	1.65	20.86	0.0860	1.79
2	4.50	20.00	0.384	7.69	19.14	0.0860	1.65	20.86	0.0860	1.79
	8.20	20.00	0.384	7.69	19.14	0.0860	1.65	20.86	0.0860	1.79

*** PRESSIONI A RIPOSO Ko EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
 sig_T = Componente di tensione efficace del Terreno
 Gamma_G1 = Coeff. di combinazione
 sig_Td = sig_T * Gamma_G1 = Tensione di Calcolo del Terreno

 sig_Q = Componente di tensione efficace per Sovraccarico
 Gamma_Q = Coeff. di combinazione
 sig_Qd = sig_Q * Gamma_Q = Tensione di Calcolo per Sovracc.

 DS_T = Incremento Sismico di tensione del Terreno
 DS_Q = Incremento Sismico di tensione per Sovraccarico

 Sig_eff = sig_Td + sig_Qd + DS_T + DS_Q = Tensione Risultante efficace

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

Coefficienti parziali di combinazione delle azioni:

Spinta del terreno: Gamma_G1 = 1.00 (Perm. Strutt. Sfav.)

Spinta del sovracc.: Gamma_Q = 0.00 (Variabile Sfav.)

Tratto n.	z [m]	Sig_T [kPa]	Gamma_G1 [-]	Sig_Td [kPa]	Sig_Q [kPa]	Gamma_Q [-]	Sig_Qd [kPa]	DS_T [kPa]	DS_Q [kPa]	Sig_eff [kPa]
1	0.00	63.03	1.00	63.03	7.69	0.00	0.00	14.71	0.00	77.74
	4.50	28.44	1.00	28.44	7.69	0.00	0.00	14.71	0.00	43.15
2	4.50	28.44	1.00	28.44	7.69	0.00	0.00	14.71	0.00	43.15
	8.20	0.00	1.00	0.00	7.69	0.00	0.00	14.71	0.00	14.71

=====
*** SPINTE A RIPOSO Ko EFFICACI DI CALCOLO LUNGO L'ELEVAZIONE ***
=====

Legenda:

z = Quota a partire dal piano fondazione
Csi = Angolo inclinazione paramento (orario rispetto all'orizzontale)
Delta = Angolo di attrito al contatto
Alpha = Angolo inclinazione Spinta (antiorario rispetto all'orizzontale)
F_T = Valore complessivo di Spinta
F_x = Componente orizzontale di spinta (>0 verso sinistra - ribaltante)
F_y = Componente verticale di spinta (>0 verso il basso - stabilizz.)
x_P,y_P = Coordinate x,y punto di applicazione

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

Tratto n.	da z [m]	a z [m]	Csi [°]	Delta [°]	Alpha [°]	F_T [kN]	F_x [kN]	F_y [kN]	x_P [m]	y_P [m]
1	0.00	4.50	90.00	0.00	0.00	272.01	272.01	0.00	4.20	2.04
2	4.50	8.20	90.00	0.00	0.00	107.04	107.04	0.00	4.20	6.05

=====
*** DETTAGLIO CALCOLO RISULTANTE SUL PIANO DI FONDAZIONE ***
=====

Legenda:

F = valore dell'azione
Coef = coefficiente di combinazione dell'azione
F_Vd = Componente Verticale di calcolo dell'azione
F_Hd = Componente Orizzont. di calcolo dell'azione
x,y = coordinate punto di applicazione dell'azione
Mrib = Momento ribaltante (rispetto estremo di valle fondazione)
Mstab = Momento Stabilizzante

N.B. Le spinte del terreno sono già quelle di combinazione con quelle dell'eventuale sovraccarico (es. 1.3*st + 1.5*sq)

N.B. Le spinte idrostatiche sono già quelle di combinazione
Le componenti verticali di spinta del terreno e dell'acqua sono legate a quelle orizzontali e, se rivolte verso il basso, riducono il momento ribaltante anzichè aumentare lo stabilizzante
Eventuali forze e coppie esterne aggiuntive sono considerate Sfavorevoli se ribaltanti

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

Azione	Tipo Azione	F [kN]	Coef [-]	F_Vd [kN]	F_Hd [kN]	x [m]	y [m]	Mrib [kNm]	Mstab [kNm]	
Materiali Muro: Mat. n.01	Perm. Strutt.	Fav	312.25	1.00	312.25	0.00	2.79	2.56	0.00	871.66
-sisma vertic.			13.43	1.00	13.43	0.00	2.79	2.56	0.00	37.48
-sisma orizz.			26.85	1.00	0.00	26.85	2.79	2.56	68.74	0.00
Terr. su muro: Area n.01	Perm. Strutt.	Fav	37.00	1.00	37.00	0.00	3.95	6.35	0.00	146.15
-sisma vertic.			1.59	1.00	1.59	0.00	3.95	6.35	0.00	6.28
-sisma orizz.			3.18	1.00	0.00	3.18	3.95	6.35	20.21	0.00
Sovracc. su muro:	Variabile	Fav	10.00	0.00	0.00	0.00	3.95	8.20	0.00	0.00
-sisma vertic. su Sovracc			0.43	0.00	0.00	0.00	3.95	8.20	0.00	0.00
-sisma orizz. su Sovracc			0.86	0.00	0.00	0.00	3.95	8.20	0.00	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.01	Perm. Strutt.	Sfav	272.01	1.00	0.00	272.01	4.20	2.04	553.65	0.00
Sp.Terr.Monte:Tratto n.02	Perm. Strutt.	Sfav	107.04	1.00	0.00	107.04	4.20	6.05	647.29	0.00
RISULTANTE SUL PIANO FONDAZIONE:					364.27	409.09		1289.88	1061.58	

*** V E R I F I C H E ***

Caratteristiche di Capacità Portante dei Pali di Fondazione:

 Tipologia Pali: TRIVELLATI
 Coeff. di Correlazione: $x = 1.70$ (NTC18 - Tab.6.4.IV)

		VALLE	MONTE
Portata alla Base (analitica):	Rb, cal	= 5000.00	5000.00 kN
Portata Laterale (analitica):	Rl, cal	= 2570.00	2570.00 kN
Portata Trasversale (analitica):	Rtr, cal	= 1266.00	1266.00 kN
Resist. Caratteristica alla Base:	$Rb, k = Rb, cal/x$	= 2941.18	2941.18 kN
Resist. Caratteristica Laterale:	$Rl, k = Rl, cal/x$	= 1511.77	1511.77 kN
Resist. Caratteristica Trasnv.:	$Rtr, k = Rtr, cal/x$	= 744.71	744.71 kN
interasse pali di valle:	$iv =$	2.50 m	
interasse pali di monte:	$im =$	2.50 m	

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

VERIFICA A SCORRIMENTO:

Azione totale su piano fondazione:	Hed	409.09 kN
Resist. Trasn. Caratt. Pali Valle:	RTV, k	744.71 kN
Resist. Trasn. Caratt. Pali Monte:	RTM, k	744.71 kN
Coeff. Parz. (NTC18-Tab.6.4.VI):	$gR, TR (R3)$	1.30
Resist. Trasn. Calcolo Pali Valle:	$RTV, d=RTV, k/gR, TR$	572.85 kN
Resist. Trasn. Calcolo Pali Monte:	$RTM, d=RTM, k/gR, TR$	572.85 kN
Resist. Trasn. Totale (dei Pali):	$Rtr, d=(RTV, d/iv)+(RTM, d/im)$	458.28 kN/m
Verifica	$Rtrd/Hed$	1.12 ---> ok!

VERIFICA A RIBALTAMENTO:

Calcolo Resistenza a Ribaltamento offerta dai Pali:

		VALLE	MONTE
Resist. Caratteristica alla Base:	Rb, k	2941.18	2941.18 kN
Coeff. Parz. (NTC18-Tab.6.4.II):	$gR, B (R3)$	1.35	
Resist. di Calcolo alla Base:	$Rbd = Rb, k/gR, B$	2178.65	2178.65 kN
Resist. Caratteristica Laterale:	Rl, k	1511.77	1511.77 kN
Coeff. Parz. Compr. (NTC18-Tab.6.4.II):	$gR, C (R3)$	1.15	
Coeff. Parz. Traz. (NTC18-Tab.6.4.II):	$gR, T (R3)$	1.25	
Resist. Laterale in compressione:	$Rlcd = Rl, k/gR, C$	1314.58	1314.58 kN
Resist. Laterale in trazione:	$Rltd = Rl, k/gR, T$	1209.42	1209.42 kN
Resist. a Compr. Singolo Palo:	$RdC = Rbd+Rlcd$	3493.23	3493.23 kN
Resist. a Traz. Singolo Palo:	$RdT = Rltd$	1209.42	1209.42 kN
Resist. Compr. pali di VALLE:	$Rd, v = RdC/iv$	1397.29	kN/m
Resist. Traz. pali di MONTE:	$Rd, m = RdT/im$	483.77	kN/m
Azione totale verticale:	Ned	364.27	kN
Momento Stabilizzante:	Mstab	1061.58	kNm
Momento Ribaltante:	Mrib	1289.88	kNm
Posizione Ned da estremo valle:	$x, ed=(Mstab-Mrib)/Ned$	-0.63	m
Posizione Pali Valle:	x, v	0.90	m
Posizione Pali Monte:	x, m	3.30	m
Distanza tra i pali:	$dp = (x, m - x, v)$	2.40	m
Azione sui Pali Valle:	$Np, v = Ned*(x, m-x, ed)/dp$	596.00	kN/m --> Compressione
Azione sui Pali Monte:	$Np, m = Ned - Np, v$	-231.73	kN/m --> Trazione
Resist. Residua Pali di Valle:	$Rr, v = Rd, v-Np, v$	801.30	kN/m
Resist. Residua Pali di Monte:	$Rr, m = Rd, m-Np, m$	252.04	kN/m
Mom. Residuo Compr. pali di VALLE:	$Mr1 = Rr, v*dp$	1923.12	kNm
Mom. Residuo Traz. pali di MONTE:	$Mr2 = Rr, m*dp$	604.89	kNm
Momento Residuo Pali:	$MRp=MIN[Mr1;Mr2]$	604.89	kNm
Verifica:			
Momento Stabilizzante:	Mstab	1061.58	kNm
Mom. Resist. Aggiuntivo (Pali):	MRp	604.89	kNm
Momento Stabilizzante Totale:	Mrd	1666.47	kNm
Momento Ribaltante:	Med	1289.88	kNm
verifica:	Mrd/Med	1.29	---> ok!

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE PALI DI FONDAZIONE:

Risult. sui Pali Valle:	$N_{p,v}$	596.00 kN/m --> Compress.
Risult. sui Pali Monte:	$N_{p,m}$	-231.73 kN/m --> Trazione
Azione sui pali di Valle:	$Ed,v = N_{p,v} * iv$	1489.99 kN
Azione sui pali di Monte:	$Ed,m = N_{p,m} * im$	-579.32 kN
Resist. totale Pali di valle:	$R_{p,v} = R_{bd} + R_{lcd}$	3493.23 kN
Resist. totale Pali di monte:	$R_{p,m} = R_{ltd}$	1209.42 kN
Verifica pali di Valle:	$R_{p,v} / Ed,v$	2.34 ---> ok!
Verifica pali di Monte:	$R_{p,m} / Ed,m$	2.09 ---> ok!

ALLEGATO N. 2.A
SEZIONE TIPO A
VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE

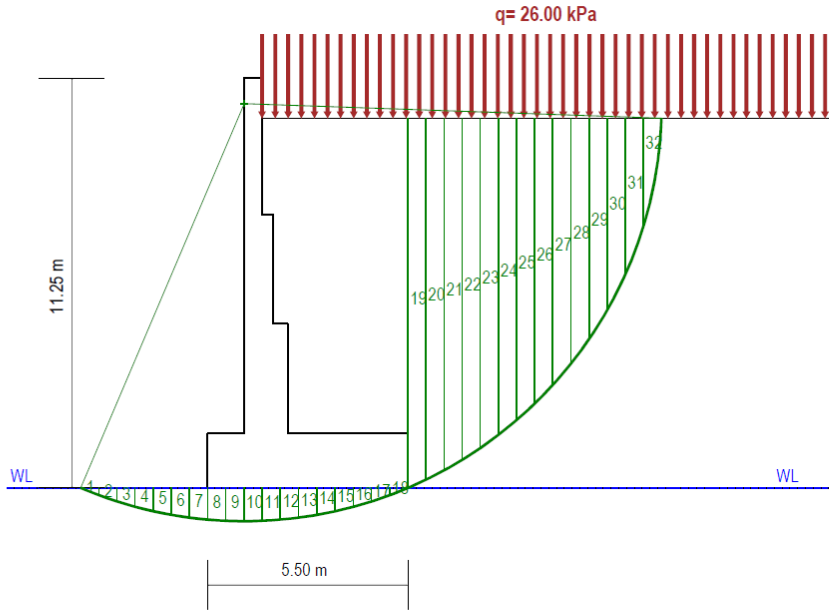
MB Muro Rev 3.03

PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO A

COMBINAZIONE DI CARICO N. 2:
Statica (A2+M2+R2)
Bishop: $F_s \text{ min} = 1.581$

STRATI DI MONTE

STRATO N.1
G = 20.00 kNm³
 $\phi' = 32.01^\circ$
 $c' = 0.00 \text{ kNm}^2$



STRATO FONDAZIONE

G = 19.50 kNm³
 $\phi' = 33.87^\circ$
 $c' = 0.00 \text{ kNm}^2$

DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di BISHOP)

MOMENTO RIBALTANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):

PESI PROPRI DEI CONCI	7332.01
SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE	1444.85
P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO	2381.87
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:	M_Rib = 11158.73 kNm

MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):

ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL.	17636.47
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE	0.00
RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO	0.00
MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:	M_Stab = 17636.47 kNm

VERIFICA:

Azione:	M_rib	11158.73
Resistenza:	M_stab	17636.47
Coeffic. parziale:	R	1.10 (NTC18 - Tab. 6.8.I)
Verifica:	$F_s = M_{Stab} / M_{Rib}$	1.581 ---> ok!

**** VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE ****

METODO DI BISHOP:

COMBINAZIONE DI CARICO N. 2: Statica (A2 +M2+R2)

SINTESI ITERAZIONI DI CALCOLO PER LA SUPERFICIE CON Fs minimo

Iterazione n. 01: Fs = 1.445
Iterazione n. 02: Fs = 1.556
Iterazione n. 03: Fs = 1.576
Iterazione n. 04: Fs = 1.580
Iterazione n. 05: Fs = 1.580
Iterazione n. 06: Fs = 1.581
Fs a convergenza: Fs = 1.581

Superficie di scivolamento con Fsmin

DETTAGLIO CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE

PESI PROPRI DEI CONCI DI SUDDIVISIONE DELLA MASSA SCIVOLANTE

Legenda:

TR = Tratto di suddivisione verticale del concio
xg = Ascissa baricentro tratto
yg = Ordin. baricentro tratto
kv = Coeff. sism. verticale
kh = Coeff. sism. orizzontale
Fv = Componente verticale
Fh = Componente orizzontale
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
Mrrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
Mrrib = Fv*dx + Fh*dy

Concio n.	TR n.	Xg [m]	Yg [m]	Peso [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrrib [kNm]
001	01	-3.23	-0.05	0.96	0.0000	0.0000	0.96	-4.24	0.00	10.60	-4.07
002	01	-2.73	-0.14	2.75	0.0000	0.0000	2.75	-3.74	0.00	10.69	-10.31
003	01	-2.24	-0.22	4.30	0.0000	0.0000	4.30	-3.25	0.00	10.77	-13.95
004	01	-1.74	-0.29	5.60	0.0000	0.0000	5.60	-2.75	0.00	10.84	-15.41
005	01	-1.24	-0.34	6.68	0.0000	0.0000	6.68	-2.25	0.00	10.89	-15.06
006	01	-0.75	-0.39	7.54	0.0000	0.0000	7.54	-1.76	0.00	10.94	-13.24
007	01	-0.25	-0.42	8.18	0.0000	0.0000	8.18	-1.26	0.00	10.97	-10.29
008	01	0.25	-0.44	8.66	0.0000	0.0000	8.66	-0.76	0.00	10.99	-6.58
009	01	0.75	-0.46	8.87	0.0000	0.0000	8.87	-0.26	0.00	11.01	-2.31
010	01	1.25	-0.46	8.88	0.0000	0.0000	8.88	0.24	0.00	11.01	2.13
011	01	1.75	-0.44	8.67	0.0000	0.0000	8.67	0.74	0.00	10.99	6.41
012	01	2.25	-0.42	8.25	0.0000	0.0000	8.25	1.24	0.00	10.97	10.22
013	01	2.75	-0.39	7.61	0.0000	0.0000	7.61	1.74	0.00	10.94	13.23
014	01	3.25	-0.35	6.75	0.0000	0.0000	6.75	2.24	0.00	10.90	15.11
015	01	3.75	-0.29	5.66	0.0000	0.0000	5.66	2.74	0.00	10.84	15.51
016	01	4.25	-0.22	4.34	0.0000	0.0000	4.34	3.24	0.00	10.77	14.07
017	01	4.75	-0.14	2.78	0.0000	0.0000	2.78	3.74	0.00	10.69	10.41
018	01	5.25	-0.05	0.97	0.0000	0.0000	0.97	4.24	0.00	10.60	4.11
019	01	5.75	5.13	99.92	0.0000	0.0000	99.92	4.74	0.00	5.42	473.52
020	01	6.25	5.25	97.52	0.0000	0.0000	97.52	5.24	0.00	5.30	510.70
021	01	6.74	5.39	94.82	0.0000	0.0000	94.82	5.73	0.00	5.16	543.74
022	01	7.24	5.54	91.78	0.0000	0.0000	91.78	6.23	0.00	5.01	572.01
023	01	7.74	5.71	88.38	0.0000	0.0000	88.38	6.73	0.00	4.84	594.80
024	01	8.24	5.90	84.57	0.0000	0.0000	84.57	7.23	0.00	4.65	611.25
025	01	8.74	6.12	80.30	0.0000	0.0000	80.30	7.73	0.00	4.43	620.32
026	01	9.23	6.36	75.48	0.0000	0.0000	75.48	8.22	0.00	4.19	620.71
027	01	9.73	6.63	70.02	0.0000	0.0000	70.02	8.72	0.00	3.92	610.67
028	01	10.23	6.95	63.76	0.0000	0.0000	63.76	9.22	0.00	3.60	587.78
029	01	10.73	7.32	56.43	0.0000	0.0000	56.43	9.72	0.00	3.23	548.35
030	01	11.22	7.76	47.58	0.0000	0.0000	47.58	10.21	0.00	2.79	486.02
031	01	11.72	8.34	36.10	0.0000	0.0000	36.10	10.71	0.00	2.21	386.75
032	01	12.22	9.41	14.76	0.0000	0.0000	14.76	11.21	0.00	1.14	165.42

SOMMA:

7332.01

SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE

Legenda:

DX = larghezza del concio
Q = q*DX sovraccarico complessivo
kv = Coeff. sism. verticale
kh = Coeff. sism. orizzontale
Fv = Componente verticale
Fh = Componente orizzontale
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
Mrib = Fv*dx + Fh*dy

Concio n.	DX [m]	Q [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrib [kNm]
019	0.50	12.94	0.0000	0.0000	12.94	4.74	0.00	0.40	61.33
020	0.50	12.94	0.0000	0.0000	12.94	5.24	0.00	0.40	67.77
021	0.50	12.94	0.0000	0.0000	12.94	5.73	0.00	0.40	74.21
022	0.50	12.94	0.0000	0.0000	12.94	6.23	0.00	0.40	80.66
023	0.50	12.94	0.0000	0.0000	12.94	6.73	0.00	0.40	87.10
024	0.50	12.94	0.0000	0.0000	12.94	7.23	0.00	0.40	93.54
025	0.50	12.94	0.0000	0.0000	12.94	7.73	0.00	0.40	99.98
026	0.50	12.94	0.0000	0.0000	12.94	8.22	0.00	0.40	106.42
027	0.50	12.94	0.0000	0.0000	12.94	8.72	0.00	0.40	112.87
028	0.50	12.94	0.0000	0.0000	12.94	9.22	0.00	0.40	119.31
029	0.50	12.94	0.0000	0.0000	12.94	9.72	0.00	0.40	125.75
030	0.50	12.94	0.0000	0.0000	12.94	10.21	0.00	0.40	132.19
031	0.50	12.94	0.0000	0.0000	12.94	10.71	0.00	0.40	138.64
032	0.50	12.94	0.0000	0.0000	12.94	11.21	0.00	0.40	145.08

SOMMA:

1444.85

PESI PROPRI MURO, TERRENO SU MURO ED EVENTUALE SOVRACCARICO SU MURO

Legenda:

F = Valore dell'azione
kv = Coeff. sism. verticale
kh = Coeff. sism. orizzontale
Fv = Componente verticale
Fh = Componente orizzontale
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
Mrib = Fv*dx + Fh*dy

Componente	F [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrib [kNm]
Muro: Mat. n.01	403.13	0.0000	0.0000	403.13	1.11	0.00	7.51	446.62
Terr. su muro: Area n.01	198.00	0.0000	0.0000	198.00	2.84	0.00	7.55	562.32
Terr. su muro: Area n.02	222.00	0.0000	0.0000	222.00	2.64	0.00	4.55	586.08
Terr. su muro: Area n.03	212.00	0.0000	0.0000	212.00	2.49	0.00	1.73	527.88
Sovracc. su muro:	104.00	0.0000	0.0000	104.00	2.49	0.00	0.40	258.96

SOMMA:

2381.87

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:

PESI PROPRI DEI CONCI	7332.01
SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE	1444.85
P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO	2381.87
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00

MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:

11158.73 [kNm]

CALCOLO MOMENTO RESISTENTE
CARICO AGENTE SUI CONCI SOTTO FONDAZIONE MURO

Componente di carico	Valore	+- kv	Azione
Muro: Mat. n.01	403.13	0.0000	403.13
Terr. su muro: Area n.01	198.00	0.0000	198.00
Terr. su muro: Area n.02	222.00	0.0000	222.00
Terr. su muro: Area n.03	212.00	0.0000	212.00
Sovracc. su muro:	104.00	0.0000	104.00
Azione totale:			1139.13 kN
Larghezza Fondazione:			5.50 m
Carico distribuito:			207.11 kN/m2

RESISTENZE PER ATTRITO E COESIONE LUNGO LA SUPERFICIE DI SCIVOLAMENTO

 (N.B. Dettaglio risultati di calcolo relativi a $F_s \text{ min} = 1.581$)

Legenda:

- R = Raggio curva circolare di scivolamento
- Dx = Larghezza del concio
- DL = Lunghezza Base inclinata del concio
- Alpha = Inclinazione Base concio
- Phi = Angolo di attrito alla Base
- Coe = Coesione alla Base
- W = Peso del concio (di combinazione)
- Q = Carico aggiuntivo soprastante (di combinazione)
- N = Risultante Normale alla Base del concio
- U = (u*DL) Sottospinta idrostatica
- Fs = Fattore di sicurezza minimo a convergenza ($F_s \text{ min} = 1.581$)

$$M_{\alpha} = \cos(\alpha) * \left(1 + \frac{\tan(\Phi) * \text{tg}(\text{Alpha})}{F_s} \right)$$

$$N = \left[(W + Q) - \frac{DL * \sin(\text{Alpha})}{F_s} * (coe - u * \tan(\Phi)) \right] / M_{\alpha}$$

Mstab = Momento (Resistenza) Stabilizzante rispetto al centro della curva

$$M_{\text{Stab}} = [(N - u * DL) * \tan(\Phi) + Coe * DL] * R$$

Concio n.	Dx [m]	DL [m]	Alpha [°]	Phi [°]	Coe [kN/m2]	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	U [kN]	Mstab [kNm]
001	0.50	0.54	-21.72	33.87	0.00	0.96	0.00	1.14	0.53	4.66
002	0.50	0.53	-19.07	33.87	0.00	2.75	0.00	3.16	1.49	12.80
003	0.50	0.52	-16.46	33.87	0.00	4.30	0.00	4.79	2.30	19.21
004	0.50	0.51	-13.88	33.87	0.00	5.60	0.00	6.10	2.96	24.18
005	0.50	0.51	-11.33	33.87	0.00	6.68	0.00	7.12	3.50	27.93
006	0.50	0.50	-8.81	33.87	0.00	7.54	0.00	7.89	3.91	30.62
007	0.50	0.50	-6.30	33.87	0.00	8.18	0.00	8.43	4.22	32.37
008	0.50	0.50	-3.80	33.87	0.00	8.66	103.56	115.60	4.45	855.48
009	0.50	0.50	-1.30	33.87	0.00	8.87	103.56	113.51	4.55	838.61
010	0.50	0.50	1.20	33.87	0.00	8.88	103.56	111.51	4.55	823.19
011	0.50	0.50	3.70	33.87	0.00	8.67	103.56	109.57	4.45	809.05
012	0.50	0.50	6.21	33.87	0.00	8.25	103.56	107.68	4.25	796.06
013	0.50	0.51	8.73	33.87	0.00	7.61	103.56	105.82	3.95	784.10
014	0.50	0.51	11.27	33.87	0.00	6.75	103.56	103.97	3.53	773.08
015	0.50	0.51	13.83	33.87	0.00	5.66	103.56	102.11	2.99	762.93
016	0.50	0.52	16.42	33.87	0.00	4.34	103.56	100.23	2.32	753.58
017	0.50	0.53	19.04	33.87	0.00	2.78	103.56	98.30	1.51	745.00
018	0.50	0.54	21.71	33.87	0.00	0.97	103.56	96.31	0.54	737.15
019	0.50	0.55	24.42	32.01	0.00	99.92	12.94	105.08	0.00	753.07
020	0.50	0.56	27.18	32.01	0.00	97.52	12.94	103.22	0.00	739.70
021	0.50	0.57	30.02	32.01	0.00	94.82	12.94	101.31	0.00	726.01
022	0.50	0.59	32.94	32.01	0.00	91.78	12.94	99.33	0.00	711.85
023	0.50	0.61	35.96	32.01	0.00	88.38	12.94	97.27	0.00	697.06
024	0.50	0.64	39.10	32.01	0.00	84.57	12.94	95.09	0.00	681.44
025	0.50	0.67	42.38	32.01	0.00	80.30	12.94	92.75	0.00	664.69
026	0.50	0.71	45.85	32.01	0.00	75.48	12.94	90.20	0.00	646.42
027	0.50	0.77	49.56	32.01	0.00	70.02	12.94	87.36	0.00	626.06
028	0.50	0.84	53.57	32.01	0.00	63.76	12.94	84.10	0.00	602.67
029	0.50	0.94	58.01	32.01	0.00	56.43	12.94	80.19	0.00	574.66
030	0.50	1.10	63.11	32.01	0.00	47.58	12.94	75.19	0.00	538.81
031	0.50	1.41	69.40	32.01	0.00	36.10	12.94	67.93	0.00	486.78
032	0.50	3.01	80.47	32.01	0.00	14.76	12.94	49.85	0.00	357.25

SOMMA:

17636.47

CALCOLO MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:

ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL.	17636.47
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00

MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:	17636.47 [kNm]
FATTORE DI SICUREZZA: $F_s = \text{MSTAB}/\text{MRIB} =$	1.581
Verifica: Coeff. parz. (NTC18-Tab.6.8.I) [Gamma_R=1.10]	ok

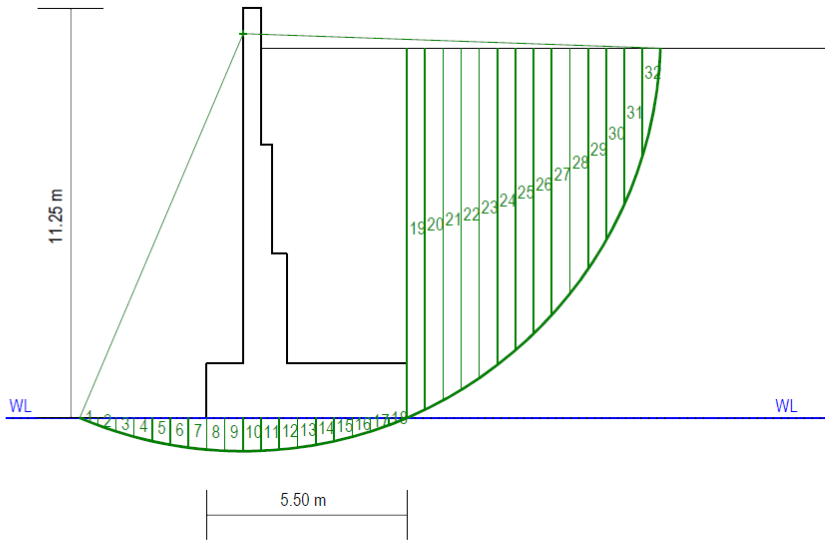
MB Muro Rev 3.03

PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO A

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4:
Sisma Su (M1+R3)
Bishop: Fs min = 2.003

STRATI DI MONTE

STRATO N.1
G = 20.00 kNm3
 $\phi' = 38.00^\circ$
 $c' = 0.00$ kNm2



STRATO FONDAZIONE

G = 19.50 kNm3
 $\phi' = 40.00^\circ$
 $c' = 0.00$ kNm2

DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di BISHOP)

MOMENTO RIBALTANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):

PESI PROPRI DEI CONCI	7365.09
SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE	0.00
P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO	2206.12
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:	M_Rib = 9571.21 kNm

MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):

ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL.	19172.80
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE	0.00
RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO	0.00
MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:	M_Stab = 19172.80 kNm

VERIFICA:

Azione:	M_rib	9571.21
Resistenza:	M_stab	19172.80
Coeffic. parziale:	R	1.10 (NTC18 - Tab.6.8.I)
Verifica:	Fs = M_Stab / M_Rib	2.003 ---> ok!

**** VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE ****

METODO DI BISHOP:

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

SINTESI ITERAZIONI DI CALCOLO PER LA SUPERFICIE CON Fs minimo

Iterazione n. 01: Fs = 1.749
Iterazione n. 02: Fs = 1.958
Iterazione n. 03: Fs = 1.996
Iterazione n. 04: Fs = 2.002
Iterazione n. 05: Fs = 2.003
Iterazione n. 06: Fs = 2.003
Fs a convergenza: Fs = 2.003

Superficie di scivolamento con Fsmin

DETTAGLIO CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE

PESI PROPRI DEI CONCI DI SUDDIVISIONE DELLA MASSA SCIVOLANTE

Legenda:

TR = Tratto di suddivisione verticale del concio
xg = Ascissa baricentro tratto
yg = Ordin. baricentro tratto
kv = Coeff. sism. verticale
kh = Coeff. sism. orizzontale
Fv = Componente verticale
Fh = Componente orizzontale
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
Mrrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
Mrrib = Fv*dx + Fh*dy

Concio n.	TR n.	Xg [m]	Yg [m]	Peso [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrrib [kNm]
001	01	-3.23	-0.05	0.96	-0.0086	0.0172	0.95	-4.24	0.02	10.60	-3.86
002	01	-2.73	-0.14	2.75	-0.0086	0.0172	2.73	-3.74	0.05	10.69	-9.71
003	01	-2.24	-0.22	4.30	-0.0086	0.0172	4.26	-3.25	0.07	10.77	-13.04
004	01	-1.74	-0.29	5.60	-0.0086	0.0172	5.56	-2.75	0.10	10.84	-14.23
005	01	-1.24	-0.34	6.68	-0.0086	0.0172	6.63	-2.25	0.11	10.89	-13.67
006	01	-0.75	-0.39	7.54	-0.0086	0.0172	7.47	-1.76	0.13	10.94	-11.70
007	01	-0.25	-0.42	8.18	-0.0086	0.0172	8.11	-1.26	0.14	10.97	-8.66
008	01	0.25	-0.44	8.66	-0.0086	0.0172	8.58	-0.76	0.15	10.99	-4.88
009	01	0.75	-0.46	8.87	-0.0086	0.0172	8.80	-0.26	0.15	11.01	-0.61
010	01	1.25	-0.46	8.88	-0.0086	0.0172	8.80	0.24	0.15	11.01	3.79
011	01	1.75	-0.44	8.67	-0.0086	0.0172	8.59	0.74	0.15	10.99	8.00
012	01	2.25	-0.42	8.25	-0.0086	0.0172	8.17	1.24	0.14	10.97	11.69
013	01	2.75	-0.39	7.61	-0.0086	0.0172	7.54	1.74	0.13	10.94	14.55
014	01	3.25	-0.35	6.75	-0.0086	0.0172	6.69	2.24	0.12	10.90	16.25
015	01	3.75	-0.29	5.66	-0.0086	0.0172	5.61	2.74	0.10	10.84	16.43
016	01	4.25	-0.22	4.34	-0.0086	0.0172	4.30	3.24	0.07	10.77	14.75
017	01	4.75	-0.14	2.78	-0.0086	0.0172	2.76	3.74	0.05	10.69	10.83
018	01	5.25	-0.05	0.97	-0.0086	0.0172	0.96	4.24	0.02	10.60	4.26
019	01	5.75	5.13	99.92	-0.0086	0.0172	99.06	4.74	1.72	5.42	478.76
020	01	6.25	5.25	97.52	-0.0086	0.0172	96.69	5.24	1.68	5.30	515.19
021	01	6.74	5.39	94.82	-0.0086	0.0172	94.00	5.73	1.63	5.16	547.48
022	01	7.24	5.54	91.78	-0.0086	0.0172	90.99	6.23	1.58	5.01	575.00
023	01	7.74	5.71	88.38	-0.0086	0.0172	87.62	6.73	1.52	4.84	597.04
024	01	8.24	5.90	84.57	-0.0086	0.0172	83.84	7.23	1.45	4.65	612.75
025	01	8.74	6.12	80.30	-0.0086	0.0172	79.60	7.73	1.38	4.43	621.11
026	01	9.23	6.36	75.48	-0.0086	0.0172	74.83	8.22	1.30	4.19	620.81
027	01	9.73	6.63	70.02	-0.0086	0.0172	69.42	8.72	1.20	3.92	610.13
028	01	10.23	6.95	63.76	-0.0086	0.0172	63.21	9.22	1.10	3.60	586.67
029	01	10.73	7.32	56.43	-0.0086	0.0172	55.95	9.72	0.97	3.23	546.78
030	01	11.22	7.76	47.58	-0.0086	0.0172	47.17	10.21	0.82	2.79	484.12
031	01	11.72	8.34	36.10	-0.0086	0.0172	35.79	10.71	0.62	2.21	384.80
032	01	12.22	9.41	14.76	-0.0086	0.0172	14.63	11.21	0.25	1.14	164.28

SOMMA:

7365.09

SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE

Legenda:

DX = larghezza del concio
Q = q*DX sovraccarico complessivo
kv = Coeff. sism. verticale
kh = Coeff. sism. orizzontale
Fv = Componente verticale
Fh = Componente orizzontale
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
Mrib = Fv*dx + Fh*dy

Concio n.	DX [m]	Q [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrib [kNm]
019	0.50	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	4.74	0.00	0.40	0.00
020	0.50	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	5.24	0.00	0.40	0.00
021	0.50	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	5.73	0.00	0.40	0.00
022	0.50	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	6.23	0.00	0.40	0.00
023	0.50	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	6.73	0.00	0.40	0.00
024	0.50	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	7.23	0.00	0.40	0.00
025	0.50	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	7.73	0.00	0.40	0.00
026	0.50	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	8.22	0.00	0.40	0.00
027	0.50	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	8.72	0.00	0.40	0.00
028	0.50	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	9.22	0.00	0.40	0.00
029	0.50	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	9.72	0.00	0.40	0.00
030	0.50	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	10.21	0.00	0.40	0.00
031	0.50	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	10.71	0.00	0.40	0.00
032	0.50	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	11.21	0.00	0.40	0.00

SOMMA: 0.00

PESI PROPRI MURO, TERRENO SU MURO ED EVENTUALE SOVRACCARICO SU MURO

Legenda:

F = Valore dell'azione
kv = Coeff. sism. verticale
kh = Coeff. sism. orizzontale
Fv = Componente verticale
Fh = Componente orizzontale
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
Mrib = Fv*dx + Fh*dy

Componente		F [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrib [kNm]
Muro:	Mat. n.01	403.13	-0.0086	0.0172	399.66	1.11	6.93	7.51	494.88
Terr. su muro:	Area n.01	198.00	-0.0086	0.0172	196.30	2.84	3.41	7.55	583.20
Terr. su muro:	Area n.02	222.00	-0.0086	0.0172	220.09	2.64	3.82	4.55	598.41
Terr. su muro:	Area n.03	212.00	-0.0086	0.0172	210.18	2.49	3.65	1.73	529.63
Sovracc. su muro:		0.00	-0.0086	0.0172	0.00	2.49	0.00	0.40	0.00

SOMMA: 2206.12

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:

PESI PROPRI DEI CONCI	7365.09
SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE	0.00
P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO	2206.12
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:	9571.21 [kNm]

CALCOLO MOMENTO RESISTENTE

CARICO AGENTE SUI CONCI SOTTO FONDAZIONE MURO

Componente di carico	Valore	+ - kv	Azione
Muro: Mat. n.01	403.13	-0.0086	399.66
Terr. su muro: Area n.01	198.00	-0.0086	196.30
Terr. su muro: Area n.02	222.00	-0.0086	220.09
Terr. su muro: Area n.03	212.00	-0.0086	210.18
Sovracc. su muro:	0.00	-0.0086	0.00
Azione totale:			1026.22 kN
Larghezza Fondazione:			5.50 m
Carico distribuito:			186.59 kN/m2

RESISTENZE PER ATTRITO E COESIONE LUNGO LA SUPERFICIE DI SCIVOLAMENTO

(N.B. Dettaglio risultati di calcolo relativi a Fs min = 2.003)

Legenda:

- R = Raggio curva circolare di scivolamento
- Dx = Larghezza del concio
- DL = Lunghezza Base inclinata del concio
- Alpha = Inclinazione Base concio
- Phi = Angolo di attrito alla Base
- Coe = Coesione alla Base
- W = Peso del concio (di combinazione)
- Q = Carico aggiuntivo soprastante (di combinazione)
- N = Risultante Normale alla Base del concio
- U = (u*DL) Sottospinta idrostatica
- Fs = Fattore di sicurezza minimo a convergenza (Fs min = 2.003)

$$M_{\alpha} = \cos(\alpha) * \left(1 + \frac{\tan(\Phi) * \operatorname{tg}(\text{Alpha})}{F_s} \right)$$

$$N = \left[(W + Q) - \frac{DL * \sin(\text{Alpha})}{F_s} * (coe - u * \tan(\Phi)) \right] / M_{\alpha}$$

Mstab = Momento (Resistenza) Stabilizzante rispetto al centro della curva

$$M_{\text{Stab}} = [(N - u*DL)*\tan(\Phi) + Coe*DL] * R$$

Concio n.	Dx [m]	DL [m]	Alpha [°]	Phi [°]	Coe [kN/m2]	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	U [kN]	Mstab [kNm]
001	0.50	0.54	-21.72	40.00	0.00	0.95	0.00	1.12	0.53	5.76
002	0.50	0.53	-19.07	40.00	0.00	2.73	0.00	3.13	1.48	15.82
003	0.50	0.52	-16.46	40.00	0.00	4.26	0.00	4.75	2.28	23.76
004	0.50	0.51	-13.88	40.00	0.00	5.56	0.00	6.05	2.93	29.92
005	0.50	0.51	-11.33	40.00	0.00	6.63	0.00	7.06	3.47	34.57
006	0.50	0.50	-8.81	40.00	0.00	7.47	0.00	7.82	3.88	37.91
007	0.50	0.50	-6.30	40.00	0.00	8.11	0.00	8.35	4.18	40.09
008	0.50	0.50	-3.80	40.00	0.00	8.58	93.29	104.90	4.41	966.76
009	0.50	0.50	-1.30	40.00	0.00	8.80	93.29	103.05	4.51	948.04
010	0.50	0.50	1.20	40.00	0.00	8.80	93.29	101.27	4.51	930.85
011	0.50	0.50	3.70	40.00	0.00	8.59	93.29	99.52	4.42	915.01
012	0.50	0.50	6.21	40.00	0.00	8.17	93.29	97.80	4.22	900.36
013	0.50	0.51	8.73	40.00	0.00	7.54	93.29	96.09	3.91	886.80
014	0.50	0.51	11.27	40.00	0.00	6.69	93.29	94.36	3.50	874.21
015	0.50	0.51	13.83	40.00	0.00	5.61	93.29	92.61	2.96	862.51
016	0.50	0.52	16.42	40.00	0.00	4.30	93.29	90.82	2.30	851.64
017	0.50	0.53	19.04	40.00	0.00	2.76	93.29	88.97	1.50	841.54
018	0.50	0.54	21.71	40.00	0.00	0.96	93.29	87.03	0.53	832.16
019	0.50	0.55	24.42	38.00	0.00	99.06	0.00	92.43	0.00	827.98
020	0.50	0.56	27.18	38.00	0.00	96.69	0.00	90.55	0.00	811.18
021	0.50	0.57	30.02	38.00	0.00	94.00	0.00	88.60	0.00	793.70
022	0.50	0.59	32.94	38.00	0.00	90.99	0.00	86.55	0.00	775.34
023	0.50	0.61	35.96	38.00	0.00	87.62	0.00	84.38	0.00	755.84
024	0.50	0.64	39.10	38.00	0.00	83.84	0.00	82.04	0.00	734.87
025	0.50	0.67	42.38	38.00	0.00	79.60	0.00	79.48	0.00	712.00
026	0.50	0.71	45.85	38.00	0.00	74.83	0.00	76.65	0.00	686.59
027	0.50	0.77	49.56	38.00	0.00	69.42	0.00	73.42	0.00	657.71
028	0.50	0.84	53.57	38.00	0.00	63.21	0.00	69.64	0.00	623.86
029	0.50	0.94	58.01	38.00	0.00	55.95	0.00	65.02	0.00	582.43
030	0.50	1.10	63.11	38.00	0.00	47.17	0.00	58.96	0.00	528.15
031	0.50	1.41	69.40	38.00	0.00	35.79	0.00	49.93	0.00	447.25
032	0.50	3.01	80.47	38.00	0.00	14.63	0.00	26.59	0.00	238.18

SOMMA:

19172.80

CALCOLO MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:

ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL.	19172.80
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00

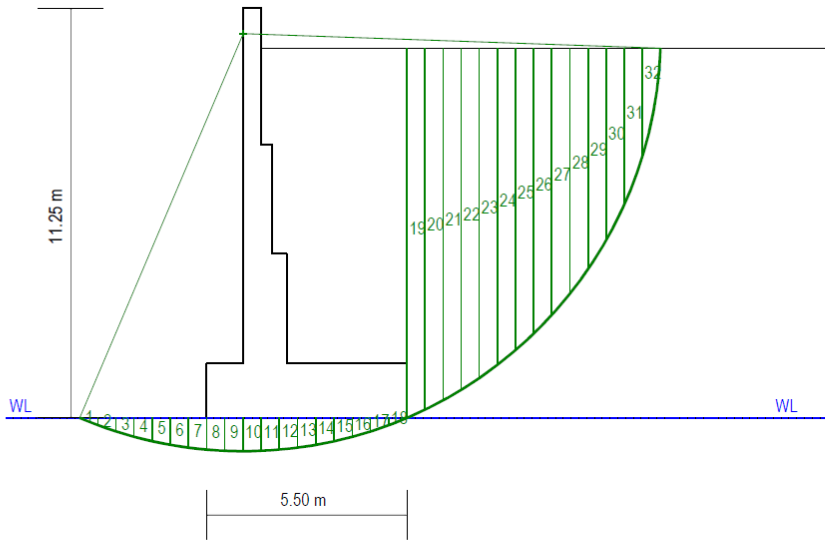
MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:	19172.80 [kNm]
FATTORE DI SICUREZZA: $F_s = \text{MSTAB}/\text{MRIB} =$	2.003
Verifica: Coeff. parz. (NTC18-Tab.6.8.I) [$\text{Gamma}_R=1.10$]	ok

MB Muro Rev 3.03

PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO A

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5:
Sisma Giu (M1+R3)
Bishop: Fs min = 2.004

STRATI DI MONTE
STRATO N.1
G = 20.00 kNm3
 $\phi' = 38.00^\circ$
 $c' = 0.00$ kNm2



STRATO FONDAZIONE
G = 19.50 kNm3
 $\phi' = 40.00^\circ$
 $c' = 0.00$ kNm2

DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di BISHOP)

MOMENTO RIBALTANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):

PESI PROPRI DEI CONCI	7491.20
SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE	0.00
P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO	2242.63
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:	M_Rib = 9733.84 kNm

MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):

ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL.	19507.24
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE	0.00
RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO	0.00
MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:	M_Stab = 19507.24 kNm

VERIFICA:

Azione:	M_rib	9733.84
Resistenza:	M_stab	19507.24
Coeffic. parziale:	R	1.10 (NTC18 - Tab.6.8.I)
Verifica:	Fs = M_Stab / M_Rib	2.004 ---> ok!

**** VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE ****

METODO DI BISHOP:

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

SINTESI ITERAZIONI DI CALCOLO PER LA SUPERFICIE CON Fs minimo

Iterazione n. 01: Fs = 1.750
Iterazione n. 02: Fs = 1.959
Iterazione n. 03: Fs = 1.997
Iterazione n. 04: Fs = 2.003
Iterazione n. 05: Fs = 2.004
Iterazione n. 06: Fs = 2.004

Fs a convergenza: Fs = 2.004

Superficie di scivolamento con Fsmin

DETTAGLIO CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE

PESI PROPRI DEI CONCI DI SUDDIVISIONE DELLA MASSA SCIVOLANTE

Legenda:

TR = Tratto di suddivisione verticale del concio
xg = Ascissa baricentro tratto
yg = Ordin. baricentro tratto
kv = Coeff. sism. verticale
kh = Coeff. sism. orizzontale
Fv = Componente verticale
Fh = Componente orizzontale
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
Mrrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
Mrrib = Fv*dx + Fh*dy

Concio n.	TR n.	Xg [m]	Yg [m]	Peso [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrrib [kNm]
001	01	-3.23	-0.05	0.96	0.0086	0.0172	0.97	-4.24	0.02	10.60	-3.93
002	01	-2.73	-0.14	2.75	0.0086	0.0172	2.78	-3.74	0.05	10.69	-9.89
003	01	-2.24	-0.22	4.30	0.0086	0.0172	4.33	-3.25	0.07	10.77	-13.28
004	01	-1.74	-0.29	5.60	0.0086	0.0172	5.65	-2.75	0.10	10.84	-14.50
005	01	-1.24	-0.34	6.68	0.0086	0.0172	6.74	-2.25	0.11	10.89	-13.93
006	01	-0.75	-0.39	7.54	0.0086	0.0172	7.60	-1.76	0.13	10.94	-11.93
007	01	-0.25	-0.42	8.18	0.0086	0.0172	8.25	-1.26	0.14	10.97	-8.84
008	01	0.25	-0.44	8.66	0.0086	0.0172	8.73	-0.76	0.15	10.99	-5.00
009	01	0.75	-0.46	8.87	0.0086	0.0172	8.95	-0.26	0.15	11.01	-0.65
010	01	1.25	-0.46	8.88	0.0086	0.0172	8.95	0.24	0.15	11.01	3.83
011	01	1.75	-0.44	8.67	0.0086	0.0172	8.74	0.74	0.15	10.99	8.11
012	01	2.25	-0.42	8.25	0.0086	0.0172	8.32	1.24	0.14	10.97	11.87
013	01	2.75	-0.39	7.61	0.0086	0.0172	7.67	1.74	0.13	10.94	14.78
014	01	3.25	-0.35	6.75	0.0086	0.0172	6.80	2.24	0.12	10.90	16.51
015	01	3.75	-0.29	5.66	0.0086	0.0172	5.71	2.74	0.10	10.84	16.70
016	01	4.25	-0.22	4.34	0.0086	0.0172	4.38	3.24	0.07	10.77	14.99
017	01	4.75	-0.14	2.78	0.0086	0.0172	2.81	3.74	0.05	10.69	11.01
018	01	5.25	-0.05	0.97	0.0086	0.0172	0.98	4.24	0.02	10.60	4.33
019	01	5.75	5.13	99.92	0.0086	0.0172	100.78	4.74	1.72	5.42	486.90
020	01	6.25	5.25	97.52	0.0086	0.0172	98.36	5.24	1.68	5.30	523.98
021	01	6.74	5.39	94.82	0.0086	0.0172	95.64	5.73	1.63	5.16	556.83
022	01	7.24	5.54	91.78	0.0086	0.0172	92.57	6.23	1.58	5.01	584.84
023	01	7.74	5.71	88.38	0.0086	0.0172	89.14	6.73	1.52	4.84	607.27
024	01	8.24	5.90	84.57	0.0086	0.0172	85.30	7.23	1.45	4.65	623.26
025	01	8.74	6.12	80.30	0.0086	0.0172	80.99	7.73	1.38	4.43	631.78
026	01	9.23	6.36	75.48	0.0086	0.0172	76.13	8.22	1.30	4.19	631.48
027	01	9.73	6.63	70.02	0.0086	0.0172	70.62	8.72	1.20	3.92	620.64
028	01	10.23	6.95	63.76	0.0086	0.0172	64.31	9.22	1.10	3.60	596.78
029	01	10.73	7.32	56.43	0.0086	0.0172	56.92	9.72	0.97	3.23	556.21
030	01	11.22	7.76	47.58	0.0086	0.0172	47.99	10.21	0.82	2.79	492.48
031	01	11.72	8.34	36.10	0.0086	0.0172	36.41	10.71	0.62	2.21	391.45
032	01	12.22	9.41	14.76	0.0086	0.0172	14.88	11.21	0.25	1.14	167.13

SOMMA:

7491.20

SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE
Legenda:

DX = larghezza del concio
 Q = q*DX sovraccarico complessivo
 kv = Coeff. sism. verticale
 kh = Coeff. sism. orizzontale
 Fv = Componente verticale
 Fh = Componente orizzontale
 dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
 dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
 Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
 Mrib = Fv*dx + Fh*dy

Concio n.	DX [m]	Q [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrib [kNm]
019	0.50	0.00	0.0086	0.0172	0.00	4.74	0.00	0.40	0.00
020	0.50	0.00	0.0086	0.0172	0.00	5.24	0.00	0.40	0.00
021	0.50	0.00	0.0086	0.0172	0.00	5.73	0.00	0.40	0.00
022	0.50	0.00	0.0086	0.0172	0.00	6.23	0.00	0.40	0.00
023	0.50	0.00	0.0086	0.0172	0.00	6.73	0.00	0.40	0.00
024	0.50	0.00	0.0086	0.0172	0.00	7.23	0.00	0.40	0.00
025	0.50	0.00	0.0086	0.0172	0.00	7.73	0.00	0.40	0.00
026	0.50	0.00	0.0086	0.0172	0.00	8.22	0.00	0.40	0.00
027	0.50	0.00	0.0086	0.0172	0.00	8.72	0.00	0.40	0.00
028	0.50	0.00	0.0086	0.0172	0.00	9.22	0.00	0.40	0.00
029	0.50	0.00	0.0086	0.0172	0.00	9.72	0.00	0.40	0.00
030	0.50	0.00	0.0086	0.0172	0.00	10.21	0.00	0.40	0.00
031	0.50	0.00	0.0086	0.0172	0.00	10.71	0.00	0.40	0.00
032	0.50	0.00	0.0086	0.0172	0.00	11.21	0.00	0.40	0.00

SOMMA: 0.00

PESI PROPRI MURO, TERRENO SU MURO ED EVENTUALE SOVRACCARICO SU MURO
Legenda:

F = Valore dell'azione
 kv = Coeff. sism. verticale
 kh = Coeff. sism. orizzontale
 Fv = Componente verticale
 Fh = Componente orizzontale
 dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
 dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
 Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
 Mrib = Fv*dx + Fh*dy

Componente		F [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrib [kNm]
Muro:	Mat. n.01	403.13	0.0086	0.0172	406.59	1.11	6.93	7.51	502.56
Terr. su muro:	Area n.01	198.00	0.0086	0.0172	199.70	2.84	3.41	7.55	592.87
Terr. su muro:	Area n.02	222.00	0.0086	0.0172	223.91	2.64	3.82	4.55	608.49
Terr. su muro:	Area n.03	212.00	0.0086	0.0172	213.82	2.49	3.65	1.73	538.71
Sovracc. su muro:		0.00	0.0086	0.0172	0.00	2.49	0.00	0.40	0.00

SOMMA: 2242.63

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:

PESI PROPRI DEI CONCI	7491.20
SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE	0.00
P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO	2242.63
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:	9733.84 [kNm]

CALCOLO MOMENTO RESISTENTE
CARICO AGENTE SUI CONCI SOTTO FONDAZIONE MURO

Componente di carico	Valore	+ - kv	Azione
Muro: Mat. n.01	403.13	+0.0086	406.59
Terr. su muro: Area n.01	198.00	+0.0086	199.70
Terr. su muro: Area n.02	222.00	+0.0086	223.91
Terr. su muro: Area n.03	212.00	+0.0086	213.82
Sovracc. su muro:	0.00	+0.0086	0.00
Azione totale:			1044.03 kN
Larghezza Fondazione:			5.50 m
Carico distribuito:			189.82 kN/m2

RESISTENZE PER ATTRITO E COESIONE LUNGO LA SUPERFICIE DI SCIVOLAMENTO

 (N.B. Dettaglio risultati di calcolo relativi a $F_s \text{ min} = 2.004$)

Legenda:

- R = Raggio curva circolare di scivolamento
- Dx = Larghezza del concio
- DL = Lunghezza Base inclinata del concio
- Alpha = Inclinazione Base concio
- Phi = Angolo di attrito alla Base
- Coe = Coesione alla Base
- W = Peso del concio (di combinazione)
- Q = Carico aggiuntivo soprastante (di combinazione)
- N = Risultante Normale alla Base del concio
- U = (u*DL) Sottospinta idrostatica
- Fs = Fattore di sicurezza minimo a convergenza ($F_s \text{ min} = 2.004$)

$$M_{\alpha} = \cos(\alpha) * \left(1 + \frac{\tan(\Phi) * \text{tg}(\text{Alpha})}{F_s} \right)$$

$$N = \left[(W + Q) - \frac{DL * \sin(\text{Alpha})}{F_s} * (coe - u * \tan(\Phi)) \right] / M_{\alpha}$$

Mstab = Momento (Resistenza) Stabilizzante rispetto al centro della curva

$$M_{\text{Stab}} = [(N - u * DL) * \tan(\Phi) + Coe * DL] * R$$

Concio n.	Dx [m]	DL [m]	Alpha [°]	Phi [°]	Coe [kN/m2]	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	U [kN]	Mstab [kNm]
001	0.50	0.54	-21.72	40.00	0.00	0.97	0.00	1.14	0.53	5.86
002	0.50	0.53	-19.07	40.00	0.00	2.78	0.00	3.18	1.51	16.10
003	0.50	0.52	-16.46	40.00	0.00	4.33	0.00	4.83	2.32	24.17
004	0.50	0.51	-13.88	40.00	0.00	5.65	0.00	6.15	2.99	30.44
005	0.50	0.51	-11.33	40.00	0.00	6.74	0.00	7.18	3.53	35.17
006	0.50	0.50	-8.81	40.00	0.00	7.60	0.00	7.95	3.95	38.57
007	0.50	0.50	-6.30	40.00	0.00	8.25	0.00	8.50	4.26	40.79
008	0.50	0.50	-3.80	40.00	0.00	8.73	94.91	106.71	4.49	983.51
009	0.50	0.50	-1.30	40.00	0.00	8.95	94.91	104.84	4.59	964.48
010	0.50	0.50	1.20	40.00	0.00	8.95	94.91	103.02	4.59	947.01
011	0.50	0.50	3.70	40.00	0.00	8.74	94.91	101.25	4.49	930.90
012	0.50	0.50	6.21	40.00	0.00	8.32	94.91	99.50	4.29	916.01
013	0.50	0.51	8.73	40.00	0.00	7.67	94.91	97.76	3.98	902.21
014	0.50	0.51	11.27	40.00	0.00	6.80	94.91	96.00	3.56	889.41
015	0.50	0.51	13.83	40.00	0.00	5.71	94.91	94.23	3.02	877.52
016	0.50	0.52	16.42	40.00	0.00	4.38	94.91	92.40	2.34	866.47
017	0.50	0.53	19.04	40.00	0.00	2.81	94.91	90.52	1.52	856.20
018	0.50	0.54	21.71	40.00	0.00	0.98	94.91	88.54	0.54	846.67
019	0.50	0.55	24.42	38.00	0.00	100.78	0.00	94.04	0.00	842.41
020	0.50	0.56	27.18	38.00	0.00	98.36	0.00	92.13	0.00	825.33
021	0.50	0.57	30.02	38.00	0.00	95.64	0.00	90.15	0.00	807.56
022	0.50	0.59	32.94	38.00	0.00	92.57	0.00	88.06	0.00	788.88
023	0.50	0.61	35.96	38.00	0.00	89.14	0.00	85.85	0.00	769.05
024	0.50	0.64	39.10	38.00	0.00	85.30	0.00	83.47	0.00	747.73
025	0.50	0.67	42.38	38.00	0.00	80.99	0.00	80.87	0.00	724.46
026	0.50	0.71	45.85	38.00	0.00	76.13	0.00	77.99	0.00	698.62
027	0.50	0.77	49.56	38.00	0.00	70.62	0.00	74.71	0.00	669.24
028	0.50	0.84	53.57	38.00	0.00	64.31	0.00	70.87	0.00	634.81
029	0.50	0.94	58.01	38.00	0.00	56.92	0.00	66.16	0.00	592.67
030	0.50	1.10	63.11	38.00	0.00	47.99	0.00	60.00	0.00	537.45
031	0.50	1.41	69.40	38.00	0.00	36.41	0.00	50.81	0.00	455.14
032	0.50	3.01	80.47	38.00	0.00	14.88	0.00	27.06	0.00	242.41

SOMMA:

19507.24

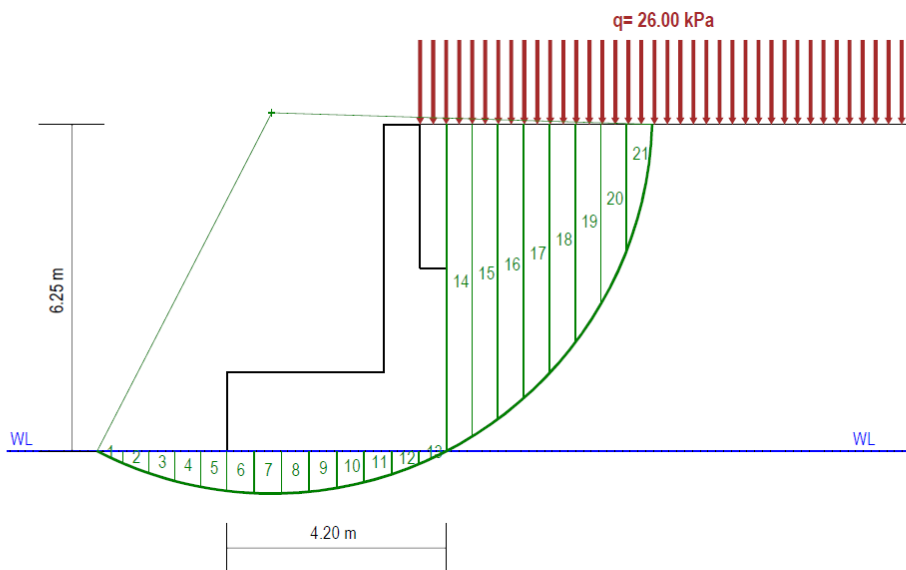
CALCOLO MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:

ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL.	19507.24
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00

MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:	19507.24 [kNm]
FATTORE DI SICUREZZA: $F_s = \frac{M_{STAB}}{M_{RIB}} =$	2.004
Verifica: Coeff. parz. (NTC18-Tab.6.8.I) [$\Gamma_{R=1.10}$]	ok

ALLEGATO N. 2.B
SEZIONE TIPO H
VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE

MB Muro Rev 3.03

PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO H
COMBINAZIONE DI CARICO N. 2:
Statica (A2+M2+R2)
 Bishop: $F_s \text{ min} = 1.266$
STRATI DI MONTE
STRATO N.1
 $G = 20.00 \text{ kNm}^3$
 $\phi' = 32.01^\circ$
 $c' = 0.00 \text{ kNm}^2$

STRATO FONDAZIONE
 $G = 19.50 \text{ kNm}^3$
 $\phi' = 33.87^\circ$
 $c' = 0.00 \text{ kNm}^2$
DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di BISHOP)
MOMENTO RIBALTANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):

PESI PROPRI DEI CONCI	1686.75
SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE	543.56
P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO	604.68
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:	M_Rib = 2834.99 kNm

MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):

ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL.	3589.76
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE	0.00
RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO	0.00
MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:	M_Stab = 3589.76 kNm

VERIFICA:

Azione:	M_rib	2834.99
Resistenza:	M_stab	3589.76
Coeffic. parziale:	R	1.10 (NTC18 - Tab.6.8.I)
Verifica:	$F_s = M_{Stab} / M_{Rib}$	1.266 ---> ok!

**** VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE ****

METODO DI BISHOP:

COMBINAZIONE DI CARICO N. 2: Statica (A2 +M2+R2)

SINTESI ITERAZIONI DI CALCOLO PER LA SUPERFICIE CON Fs minimo

Iterazione n. 01: Fs = 1.196
Iterazione n. 02: Fs = 1.250
Iterazione n. 03: Fs = 1.262
Iterazione n. 04: Fs = 1.265
Iterazione n. 05: Fs = 1.266
Iterazione n. 06: Fs = 1.266

Fs a convergenza: Fs = 1.266

Superficie di scivolamento con Fsmin

DETTAGLIO CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE

PESI PROPRI DEI CONCI DI SUDDIVISIONE DELLA MASSA SCIVOLANTE

Legenda:

TR = Tratto di suddivisione verticale del concio
xg = Ascissa baricentro tratto
yg = Ordin. baricentro tratto
kv = Coeff. sism. verticale
kh = Coeff. sism. orizzontale
Fv = Componente verticale
Fh = Componente orizzontale
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
Mrrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
Mrrib = Fv*dx + Fh*dy

Concio n.	TR n.	Xg [m]	Yg [m]	Peso [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrrib [kNm]
001	01	-2.23	-0.06	1.13	0.0000	0.0000	1.13	-3.09	0.00	6.53	-3.48
002	01	-1.74	-0.16	3.17	0.0000	0.0000	3.17	-2.60	0.00	6.63	-8.22
003	01	-1.24	-0.25	4.81	0.0000	0.0000	4.81	-2.10	0.00	6.72	-10.10
004	01	-0.74	-0.31	6.07	0.0000	0.0000	6.07	-1.60	0.00	6.78	-9.74
005	01	-0.25	-0.36	6.98	0.0000	0.0000	6.98	-1.11	0.00	6.83	-7.74
006	01	0.26	-0.39	8.00	0.0000	0.0000	8.00	-0.60	0.00	6.86	-4.78
007	01	0.79	-0.40	8.25	0.0000	0.0000	8.25	-0.07	0.00	6.87	-0.60
008	01	1.31	-0.40	8.11	0.0000	0.0000	8.11	0.45	0.00	6.87	3.67
009	01	1.84	-0.37	7.58	0.0000	0.0000	7.58	0.98	0.00	6.84	7.41
010	01	2.36	-0.32	6.65	0.0000	0.0000	6.65	1.50	0.00	6.79	9.99
011	01	2.89	-0.26	5.30	0.0000	0.0000	5.30	2.03	0.00	6.73	10.75
012	01	3.41	-0.17	3.52	0.0000	0.0000	3.52	2.55	0.00	6.64	8.97
013	01	3.94	-0.06	1.25	0.0000	0.0000	1.25	3.08	0.00	6.53	3.86
014	01	4.45	3.19	60.16	0.0000	0.0000	60.16	3.59	0.00	3.28	215.73
015	01	4.94	3.35	57.14	0.0000	0.0000	57.14	4.08	0.00	3.12	233.06
016	01	5.43	3.53	53.55	0.0000	0.0000	53.55	4.57	0.00	2.94	244.74
017	01	5.92	3.75	49.24	0.0000	0.0000	49.24	5.06	0.00	2.72	249.30
018	01	6.42	4.01	44.02	0.0000	0.0000	44.02	5.56	0.00	2.46	244.55
019	01	6.91	4.34	37.52	0.0000	0.0000	37.52	6.05	0.00	2.13	226.89
020	01	7.40	4.78	28.86	0.0000	0.0000	28.86	6.54	0.00	1.69	188.70
021	01	7.89	5.64	11.91	0.0000	0.0000	11.91	7.03	0.00	0.83	83.77

SOMMA:

1686.75

SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE

Legenda:

DX = larghezza del concio
Q = q*DX sovraccarico complessivo
kv = Coeff. sism. verticale
kh = Coeff. sism. orizzontale
Fv = Componente verticale
Fh = Componente orizzontale
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
Mrib = Fv*dx + Fh*dy

Concilio n.	DX [m]	Q [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrib [kNm]
014	0.49	12.80	0.0000	0.0000	12.80	3.59	0.00	0.22	45.90
015	0.49	12.80	0.0000	0.0000	12.80	4.08	0.00	0.22	52.20
016	0.49	12.80	0.0000	0.0000	12.80	4.57	0.00	0.22	58.50
017	0.49	12.80	0.0000	0.0000	12.80	5.06	0.00	0.22	64.80
018	0.49	12.80	0.0000	0.0000	12.80	5.56	0.00	0.22	71.10
019	0.49	12.80	0.0000	0.0000	12.80	6.05	0.00	0.22	77.39
020	0.49	12.80	0.0000	0.0000	12.80	6.54	0.00	0.22	83.69
021	0.49	12.80	0.0000	0.0000	12.80	7.03	0.00	0.22	89.99

SOMMA: 543.56

PESI PROPRI MURO, TERRENO SU MURO ED EVENTUALE SOVRACCARICO SU MURO

Legenda:

F = Valore dell'azione
kv = Coeff. sism. verticale
kh = Coeff. sism. orizzontale
Fv = Componente verticale
Fh = Componente orizzontale
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
Mrib = Fv*dx + Fh*dy

Componente		F [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrib [kNm]
Muro:	Mat. n.01	265.63	0.0000	0.0000	265.63	1.81	0.00	4.58	479.53
Terr. su muro:	Area n.01	27.50	0.0000	0.0000	27.50	3.09	0.00	1.60	84.97
Sovracc. su muro:		13.00	0.0000	0.0000	13.00	3.09	0.00	0.22	40.17

SOMMA: 604.68

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:

PESI PROPRI DEI CONCI	1686.75
SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE	543.56
P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO	604.68
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:	2834.99 [kNm]

CALCOLO MOMENTO RESISTENTE
CARICO AGENTE SUI CONCI SOTTO FONDAZIONE MURO

Componente di carico	Valore	+ - kv	Azione
Muro: Mat. n.01	265.63	0.0000	265.63
Terr. su muro: Area n.01	27.50	0.0000	27.50
Sovracc. su muro:	13.00	0.0000	13.00
Azione totale:			306.13 kN
Larghezza Fondazione:			4.20 m
Carico distribuito:			72.89 kN/m2

RESISTENZE PER ATTRITO E COESIONE LUNGO LA SUPERFICIE DI SCIVOLAMENTO

(N.B. Dettaglio risultati di calcolo relativi a Fs min = 1.266)

Legenda:

- R = Raggio curva circolare di scivolamento
- Dx = Larghezza del concio
- DL = Lunghezza Base inclinata del concio
- Alpha = Inclinazione Base concio
- Phi = Angolo di attrito alla Base
- Coe = Coesione alla Base
- W = Peso del concio (di combinazione)
- Q = Carico aggiuntivo soprastante (di combinazione)
- N = Risultante Normale alla Base del concio
- U = (u*DL) Sottospinta idrostatica
- Fs = Fattore di sicurezza minimo a convergenza (Fs min = 1.266)

$$M_alpha = \cos(\alpha) * (1 + \frac{\tan(\Phi) * \operatorname{tg}(\alpha)}{F_s})$$

$$N = [(W + Q) - \frac{DL * \sin(\alpha)}{F_s} * (coe - u * \tan(\Phi))] / M_alpha$$

Mstab = Momento (Resistenza) Stabilizzante rispetto al centro della curva

$$M_Stab = [(N - u*DL) * \tan(\Phi) + Coe*DL] * R$$

Concio n.	Dx [m]	DL [m]	Alpha [°]	Phi [°]	Coe [kN/m2]	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	U [kN]	Mstab [kNm]
001	0.50	0.55	-25.15	33.87	0.00	1.13	0.00	1.44	0.64	3.94
002	0.50	0.53	-20.90	33.87	0.00	3.17	0.00	3.81	1.74	10.13
003	0.50	0.52	-16.77	33.87	0.00	4.81	0.00	5.49	2.57	14.23
004	0.50	0.51	-12.73	33.87	0.00	6.07	0.00	6.64	3.19	16.84
005	0.50	0.50	-8.76	33.87	0.00	6.98	0.00	7.37	3.62	18.32
006	0.53	0.53	-4.71	33.87	0.00	8.00	38.27	48.36	4.12	216.24
007	0.53	0.53	-0.57	33.87	0.00	8.25	38.27	46.75	4.23	207.79
008	0.53	0.53	3.57	33.87	0.00	8.11	38.27	45.12	4.17	200.14
009	0.53	0.53	7.72	33.87	0.00	7.58	38.27	43.43	3.92	193.08
010	0.53	0.54	11.92	33.87	0.00	6.65	38.27	41.64	3.48	186.47
011	0.52	0.55	16.18	33.87	0.00	5.30	38.27	39.69	2.83	180.18
012	0.52	0.56	20.54	33.87	0.00	3.52	38.27	37.54	1.93	174.09
013	0.53	0.58	25.02	33.87	0.00	1.25	38.27	35.10	0.71	168.10
014	0.49	0.57	29.53	32.01	0.00	60.16	12.80	65.52	0.00	298.20
015	0.49	0.59	34.10	32.01	0.00	57.14	12.80	63.31	0.00	288.10
016	0.49	0.63	38.93	32.01	0.00	53.55	12.80	60.97	0.00	277.48
017	0.49	0.69	44.11	32.01	0.00	49.24	12.80	58.44	0.00	265.96
018	0.49	0.76	49.82	32.01	0.00	44.02	12.80	55.58	0.00	252.93
019	0.49	0.89	56.31	32.01	0.00	37.52	12.80	52.12	0.00	237.19
020	0.49	1.13	64.27	32.01	0.00	28.86	12.80	47.40	0.00	215.71
021	0.49	2.47	78.50	32.01	0.00	11.91	12.80	36.18	0.00	164.64

SOMMA:

3589.76

CALCOLO MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:

 ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL. 3589.76
 FORZE E COPPIE ESTERNE 0.00

MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE: 3589.76 [kNm]

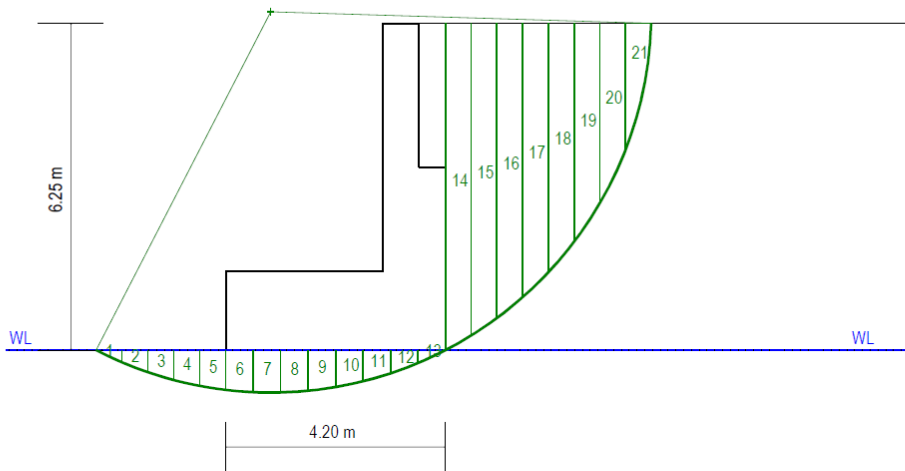
 FATTORE DI SICUREZZA: Fs = MSTAB/MRIB = 1.266
 Verifica: Coeff. parz. (NTC18-Tab.6.8.I) [Gamma_R=1.10] ok

MB Muro Rev 3.03

PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO H

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4:
Sisma Su (M1+R3)
Bishop: Fs min = 1.678

STRATI DI MONTE
STRATO N.1
G = 20.00 kNm³
φ' = 38.00 °
c' = 0.00 kNm²



STRATO FONDAZIONE
G = 19.50 kNm³
φ' = 40.00 °
c' = 0.00 kNm²

DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di BISHOP)

MOMENTO RIBALTANTE TOTALE (Rispetto al centro curva) :

PESI PROPRI DEI CONCI	1696.22
SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE	0.00
P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO	581.32
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:	M_Rib = 2277.54 kNm

MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE (Rispetto al centro curva) :

ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL.	3821.45
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE	0.00
RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO	0.00
MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:	M_Stab = 3821.45 kNm

VERIFICA:

Azione:	M_rib	2277.54
Resistenza:	M_stab	3821.45
Coeffic. parziale:	R	1.10 (NTC18 - Tab.6.8.I)
Verifica:	Fs = M_Stab / M_Rib	1.678 ---> ok!

**** VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE ****

METODO DI BISHOP:

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

SINTESI ITERAZIONI DI CALCOLO PER LA SUPERFICIE CON Fs minimo

Iterazione n. 01: Fs = 1.494
Iterazione n. 02: Fs = 1.639
Iterazione n. 03: Fs = 1.670
Iterazione n. 04: Fs = 1.676
Iterazione n. 05: Fs = 1.677
Iterazione n. 06: Fs = 1.678

Fs a convergenza: Fs = 1.678

Superficie di scivolamento con Fsmin

DETTAGLIO CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE

PESI PROPRI DEI CONCI DI SUDDIVISIONE DELLA MASSA SCIVOLANTE

Legenda:

TR = Tratto di suddivisione verticale del concio
xg = Ascissa baricentro tratto
yg = Ordin. baricentro tratto
kv = Coeff. sism. verticale
kh = Coeff. sism. orizzontale
Fv = Componente verticale
Fh = Componente orizzontale
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
Mrrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
Mrrib = Fv*dx + Fh*dy

Concio n.	TR n.	Xg [m]	Yg [m]	Peso [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrrib [kNm]
001	01	-2.23	-0.06	1.13	-0.0086	0.0172	1.12	-3.09	0.02	6.53	-3.33
002	01	-1.74	-0.16	3.17	-0.0086	0.0172	3.14	-2.60	0.05	6.63	-7.79
003	01	-1.24	-0.25	4.81	-0.0086	0.0172	4.77	-2.10	0.08	6.72	-9.45
004	01	-0.74	-0.31	6.07	-0.0086	0.0172	6.02	-1.60	0.10	6.78	-8.95
005	01	-0.25	-0.36	6.98	-0.0086	0.0172	6.92	-1.11	0.12	6.83	-6.85
006	01	0.26	-0.39	8.00	-0.0086	0.0172	7.94	-0.60	0.14	6.86	-3.80
007	01	0.79	-0.40	8.25	-0.0086	0.0172	8.18	-0.07	0.14	6.87	0.38
008	01	1.31	-0.40	8.11	-0.0086	0.0172	8.04	0.45	0.14	6.87	4.60
009	01	1.84	-0.37	7.58	-0.0086	0.0172	7.52	0.98	0.13	6.84	8.24
010	01	2.36	-0.32	6.65	-0.0086	0.0172	6.59	1.50	0.11	6.79	10.68
011	01	2.89	-0.26	5.30	-0.0086	0.0172	5.26	2.03	0.09	6.73	11.27
012	01	3.41	-0.17	3.52	-0.0086	0.0172	3.49	2.55	0.06	6.64	9.30
013	01	3.94	-0.06	1.25	-0.0086	0.0172	1.24	3.08	0.02	6.53	3.97
014	01	4.45	3.19	60.16	-0.0086	0.0172	59.64	3.59	1.03	3.28	217.27
015	01	4.94	3.35	57.14	-0.0086	0.0172	56.65	4.08	0.98	3.12	234.12
016	01	5.43	3.53	53.55	-0.0086	0.0172	53.09	4.57	0.92	2.94	245.35
017	01	5.92	3.75	49.24	-0.0086	0.0172	48.82	5.06	0.85	2.72	249.46
018	01	6.42	4.01	44.02	-0.0086	0.0172	43.64	5.56	0.76	2.46	244.31
019	01	6.91	4.34	37.52	-0.0086	0.0172	37.20	6.05	0.65	2.13	226.31
020	01	7.40	4.78	28.86	-0.0086	0.0172	28.61	6.54	0.50	1.69	187.92
021	01	7.89	5.64	11.91	-0.0086	0.0172	11.81	7.03	0.20	0.83	83.22

SOMMA:

1696.22

SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE

Legenda:

DX = larghezza del concio
Q = q*DX sovraccarico complessivo
kv = Coeff. sism. verticale
kh = Coeff. sism. orizzontale
Fv = Componente verticale
Fh = Componente orizzontale
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
Mrib = Fv*dx + Fh*dy

Concilio n.	DX [m]	Q [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrib [kNm]
014	0.49	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	3.59	0.00	0.22	0.00
015	0.49	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	4.08	0.00	0.22	0.00
016	0.49	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	4.57	0.00	0.22	0.00
017	0.49	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	5.06	0.00	0.22	0.00
018	0.49	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	5.56	0.00	0.22	0.00
019	0.49	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	6.05	0.00	0.22	0.00
020	0.49	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	6.54	0.00	0.22	0.00
021	0.49	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	7.03	0.00	0.22	0.00

SOMMA: 0.00

PESI PROPRI MURO, TERRENO SU MURO ED EVENTUALE SOVRACCARICO SU MURO

Legenda:

F = Valore dell'azione
kv = Coeff. sism. verticale
kh = Coeff. sism. orizzontale
Fv = Componente verticale
Fh = Componente orizzontale
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
Mrib = Fv*dx + Fh*dy

Componente		F [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrib [kNm]
Muro:	Mat. n.01	265.63	-0.0086	0.0172	263.34	1.81	4.57	4.58	496.32
Terr. su muro:	Area n.01	27.50	-0.0086	0.0172	27.26	3.09	0.47	1.60	85.00
Sovracc. su muro:		0.00	-0.0086	0.0172	0.00	3.09	0.00	0.22	0.00

SOMMA: 581.32

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:

PESI PROPRI DEI CONCI	1696.22
SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE	0.00
P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO	581.32
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:	2277.54 [kNm]

CALCOLO MOMENTO RESISTENTE
CARICO AGENTE SUI CONCI SOTTO FONDAZIONE MURO

Componente di carico	Valore	+ - kv	Azione
Muro: Mat. n.01	265.63	-0.0086	263.34
Terr. su muro: Area n.01	27.50	-0.0086	27.26
Sovracc. su muro:	0.00	-0.0086	0.00
Azione totale:			290.60 kN
Larghezza Fondazione:			4.20 m
Carico distribuito:			69.19 kN/m2

RESISTENZE PER ATTRITO E COESIONE LUNGO LA SUPERFICIE DI SCIVOLAMENTO

(N.B. Dettaglio risultati di calcolo relativi a Fs min = 1.678)

Legenda:

- R = Raggio curva circolare di scivolamento
- Dx = Larghezza del concio
- DL = Lunghezza Base inclinata del concio
- Alpha = Inclinazione Base concio
- Phi = Angolo di attrito alla Base
- Coe = Coesione alla Base
- W = Peso del concio (di combinazione)
- Q = Carico aggiuntivo soprastante (di combinazione)
- N = Risultante Normale alla Base del concio
- U = (u*DL) Sottospinta idrostatica
- Fs = Fattore di sicurezza minimo a convergenza (Fs min = 1.678)

$$M_alpha = \cos(\alpha) * (1 + \frac{\tan(\Phi) * \operatorname{tg}(\alpha)}{F_s})$$

$$N = [(W + Q) - \frac{DL * \sin(\alpha)}{F_s} * (coe - u * \tan(\Phi))] / M_alpha$$

Mstab = Momento (Resistenza) Stabilizzante rispetto al centro della curva

$$M_Stab = [(N - u*DL) * \tan(\Phi) + Coe*DL] * R$$

Concio n.	Dx [m]	DL [m]	Alpha [°]	Phi [°]	Coe [kN/m2]	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	U [kN]	Mstab [kNm]
001	0.50	0.55	-25.15	40.00	0.00	1.12	0.00	1.42	0.63	4.80
002	0.50	0.53	-20.90	40.00	0.00	3.14	0.00	3.75	1.72	12.37
003	0.50	0.52	-16.77	40.00	0.00	4.77	0.00	5.41	2.55	17.44
004	0.50	0.51	-12.73	40.00	0.00	6.02	0.00	6.55	3.17	20.71
005	0.50	0.50	-8.76	40.00	0.00	6.92	0.00	7.29	3.59	22.59
006	0.53	0.53	-4.71	40.00	0.00	7.94	36.33	46.14	4.08	256.98
007	0.53	0.53	-0.57	40.00	0.00	8.18	36.33	44.71	4.20	247.54
008	0.53	0.53	3.57	40.00	0.00	8.04	36.33	43.24	4.13	238.91
009	0.53	0.53	7.72	40.00	0.00	7.52	36.33	41.68	3.89	230.89
010	0.53	0.54	11.92	40.00	0.00	6.59	36.33	40.01	3.45	223.32
011	0.52	0.55	16.18	40.00	0.00	5.26	36.33	38.17	2.81	216.04
012	0.52	0.56	20.54	40.00	0.00	3.49	36.33	36.11	1.91	208.94
013	0.53	0.58	25.02	40.00	0.00	1.24	36.33	33.75	0.70	201.89
014	0.49	0.57	29.53	38.00	0.00	59.64	0.00	54.24	0.00	308.56
015	0.49	0.59	34.10	38.00	0.00	56.65	0.00	52.02	0.00	295.93
016	0.49	0.63	38.93	38.00	0.00	53.09	0.00	49.59	0.00	282.12
017	0.49	0.69	44.11	38.00	0.00	48.82	0.00	46.85	0.00	266.52
018	0.49	0.76	49.82	38.00	0.00	43.64	0.00	43.61	0.00	248.06
019	0.49	0.89	56.31	38.00	0.00	37.20	0.00	39.49	0.00	224.63
020	0.49	1.13	64.27	38.00	0.00	28.61	0.00	33.52	0.00	190.69
021	0.49	2.47	78.50	38.00	0.00	11.81	0.00	18.02	0.00	102.51

SOMMA: 3821.45

CALCOLO MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:

ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL.	3821.45
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00

MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE: 3821.45 [kNm]

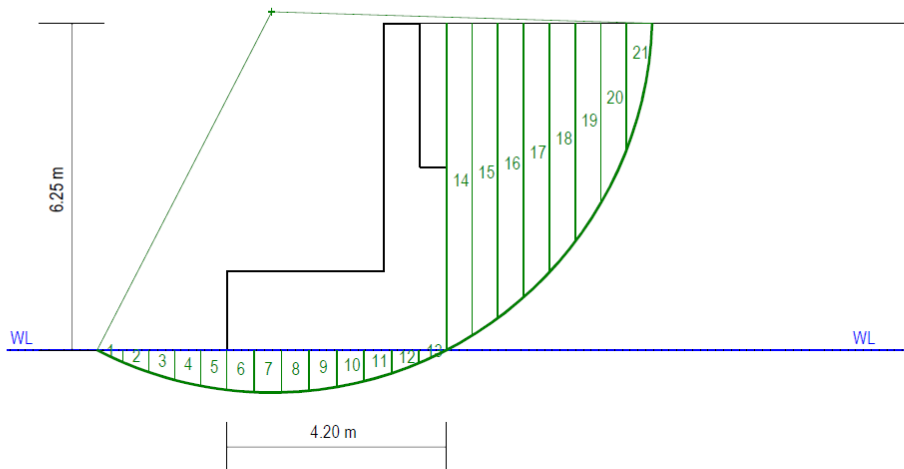
 FATTORE DI SICUREZZA: Fs = MSTAB/MRIB = 1.678
 Verifica: Coeff. parz. (NTC18-Tab.6.8.I) [Gamma_R=1.10] ok

MB Muro Rev 3.03

PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO H

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5:
Sisma Giu (M1+R3)
Bishop: $F_s \text{ min} = 1.679$

STRATI DI MONTE
STRATO N.1
 $G = 20.00 \text{ kNm}^3$
 $\phi' = 38.00^\circ$
 $c' = 0.00 \text{ kNm}^2$



STRATO FONDAZIONE
 $G = 19.50 \text{ kNm}^3$
 $\phi' = 40.00^\circ$
 $c' = 0.00 \text{ kNm}^2$

DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di BISHOP)

MOMENTO RIBALTANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):

PESI PROPRI DEI CONCI	1725.24
SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE	0.00
P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO	591.03
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:	M_Rib = 2316.26 kNm

MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):

ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL.	3887.92
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE	0.00
RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO	0.00
MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:	M_Stab = 3887.92 kNm

VERIFICA:

Azione:	M_rib	2316.26
Resistenza:	M_stab	3887.92
Coeffic. parziale:	R	1.10 (NTC18 - Tab.6.8.I)
Verifica:	$F_s = M_{Stab} / M_{Rib}$	1.679 ---> ok!

**** VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE ****

METODO DI BISHOP:

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

SINTESI ITERAZIONI DI CALCOLO PER LA SUPERFICIE CON Fs minimo

Iterazione n. 01: Fs = 1.495
Iterazione n. 02: Fs = 1.639
Iterazione n. 03: Fs = 1.671
Iterazione n. 04: Fs = 1.677
Iterazione n. 05: Fs = 1.678
Iterazione n. 06: Fs = 1.678

Fs a convergenza: Fs = 1.678

Superficie di scivolamento con Fsmin

DETTAGLIO CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE

PESI PROPRI DEI CONCI DI SUDDIVISIONE DELLA MASSA SCIVOLANTE

Legenda:

TR = Tratto di suddivisione verticale del concio
xg = Ascissa baricentro tratto
yg = Ordin. baricentro tratto
kv = Coeff. sism. verticale
kh = Coeff. sism. orizzontale
Fv = Componente verticale
Fh = Componente orizzontale
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
Mrrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
Mrrib = Fv*dx + Fh*dy

Concio n.	TR n.	Xg [m]	Yg [m]	Peso [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrrib [kNm]
001	01	-2.23	-0.06	1.13	0.0086	0.0172	1.14	-3.09	0.02	6.53	-3.39
002	01	-1.74	-0.16	3.17	0.0086	0.0172	3.20	-2.60	0.05	6.63	-7.93
003	01	-1.24	-0.25	4.81	0.0086	0.0172	4.85	-2.10	0.08	6.72	-9.63
004	01	-0.74	-0.31	6.07	0.0086	0.0172	6.12	-1.60	0.10	6.78	-9.12
005	01	-0.25	-0.36	6.98	0.0086	0.0172	7.04	-1.11	0.12	6.83	-6.98
006	01	0.26	-0.39	8.00	0.0086	0.0172	8.07	-0.60	0.14	6.86	-3.88
007	01	0.79	-0.40	8.25	0.0086	0.0172	8.32	-0.07	0.14	6.87	0.37
008	01	1.31	-0.40	8.11	0.0086	0.0172	8.18	0.45	0.14	6.87	4.66
009	01	1.84	-0.37	7.58	0.0086	0.0172	7.65	0.98	0.13	6.84	8.37
010	01	2.36	-0.32	6.65	0.0086	0.0172	6.71	1.50	0.11	6.79	10.85
011	01	2.89	-0.26	5.30	0.0086	0.0172	5.35	2.03	0.09	6.73	11.46
012	01	3.41	-0.17	3.52	0.0086	0.0172	3.55	2.55	0.06	6.64	9.45
013	01	3.94	-0.06	1.25	0.0086	0.0172	1.27	3.08	0.02	6.53	4.03
014	01	4.45	3.19	60.16	0.0086	0.0172	60.67	3.59	1.03	3.28	220.98
015	01	4.94	3.35	57.14	0.0086	0.0172	57.64	4.08	0.98	3.12	238.13
016	01	5.43	3.53	53.55	0.0086	0.0172	54.01	4.57	0.92	2.94	249.56
017	01	5.92	3.75	49.24	0.0086	0.0172	49.66	5.06	0.85	2.72	253.75
018	01	6.42	4.01	44.02	0.0086	0.0172	44.40	5.56	0.76	2.46	248.51
019	01	6.91	4.34	37.52	0.0086	0.0172	37.84	6.05	0.65	2.13	230.21
020	01	7.40	4.78	28.86	0.0086	0.0172	29.10	6.54	0.50	1.69	191.16
021	01	7.89	5.64	11.91	0.0086	0.0172	12.02	7.03	0.20	0.83	84.66

SOMMA:

1725.24

SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE

Legenda:

DX = larghezza del concio
Q = q*DX sovraccarico complessivo
kv = Coeff. sism. verticale
kh = Coeff. sism. orizzontale
Fv = Componente verticale
Fh = Componente orizzontale
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
Mrib = Fv*dx + Fh*dy

Concilio n.	DX [m]	Q [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrib [kNm]
014	0.49	0.00	0.0086	0.0172	0.00	3.59	0.00	0.22	0.00
015	0.49	0.00	0.0086	0.0172	0.00	4.08	0.00	0.22	0.00
016	0.49	0.00	0.0086	0.0172	0.00	4.57	0.00	0.22	0.00
017	0.49	0.00	0.0086	0.0172	0.00	5.06	0.00	0.22	0.00
018	0.49	0.00	0.0086	0.0172	0.00	5.56	0.00	0.22	0.00
019	0.49	0.00	0.0086	0.0172	0.00	6.05	0.00	0.22	0.00
020	0.49	0.00	0.0086	0.0172	0.00	6.54	0.00	0.22	0.00
021	0.49	0.00	0.0086	0.0172	0.00	7.03	0.00	0.22	0.00

SOMMA: 0.00

PESI PROPRI MURO, TERRENO SU MURO ED EVENTUALE SOVRACCARICO SU MURO

Legenda:

F = Valore dell'azione
kv = Coeff. sism. verticale
kh = Coeff. sism. orizzontale
Fv = Componente verticale
Fh = Componente orizzontale
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
Mrib = Fv*dx + Fh*dy

Componente		F [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrib [kNm]
Muro:	Mat. n.01	265.63	0.0086	0.0172	267.91	1.81	4.57	4.58	504.57
Terr. su muro:	Area n.01	27.50	0.0086	0.0172	27.74	3.09	0.47	1.60	86.46
Sovracc. su muro:		0.00	0.0086	0.0172	0.00	3.09	0.00	0.22	0.00

SOMMA: 591.03

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:

PESI PROPRI DEI CONCI	1725.24
SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE	0.00
P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO	591.03
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:	2316.26 [kNm]

CALCOLO MOMENTO RESISTENTE
CARICO AGENTE SUI CONCI SOTTO FONDAZIONE MURO

Componente di carico	Valore	+ - kv	Azione
Muro: Mat. n.01	265.63	+0.0086	267.91
Terr. su muro: Area n.01	27.50	+0.0086	27.74
Sovracc. su muro:	0.00	+0.0086	0.00
Azione totale:			295.65 kN
Larghezza Fondazione:			4.20 m
Carico distribuito:			70.39 kN/m2

RESISTENZE PER ATTRITO E COESIONE LUNGO LA SUPERFICIE DI SCIVOLAMENTO

 (N.B. Dettaglio risultati di calcolo relativi a $F_s \text{ min} = 1.679$)

Legenda:

- R = Raggio curva circolare di scivolamento
- Dx = Larghezza del concio
- DL = Lunghezza Base inclinata del concio
- Alpha = Inclinazione Base concio
- Phi = Angolo di attrito alla Base
- Coe = Coesione alla Base
- W = Peso del concio (di combinazione)
- Q = Carico aggiuntivo soprastante (di combinazione)
- N = Risultante Normale alla Base del concio
- U = (u*DL) Sottospinta idrostatica
- Fs = Fattore di sicurezza minimo a convergenza ($F_s \text{ min} = 1.679$)

$$M_{\alpha} = \cos(\alpha) * \left(1 + \frac{\tan(\Phi) * \text{tg}(\text{Alpha})}{F_s} \right)$$

$$N = \left[(W + Q) - \frac{DL * \sin(\text{Alpha})}{F_s} * (coe - u * \tan(\Phi)) \right] / M_{\alpha}$$

Mstab = Momento (Resistenza) Stabilizzante rispetto al centro della curva

$$M_{\text{Stab}} = [(N - u*DL) * \tan(\Phi) + Coe*DL] * R$$

Concio n.	Dx [m]	DL [m]	Alpha [°]	Phi [°]	Coe [kN/m2]	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	U [kN]	Mstab [kNm]
001	0.50	0.55	-25.15	40.00	0.00	1.14	0.00	1.44	0.64	4.88
002	0.50	0.53	-20.90	40.00	0.00	3.20	0.00	3.81	1.75	12.58
003	0.50	0.52	-16.77	40.00	0.00	4.85	0.00	5.50	2.60	17.75
004	0.50	0.51	-12.73	40.00	0.00	6.12	0.00	6.67	3.22	21.07
005	0.50	0.50	-8.76	40.00	0.00	7.04	0.00	7.42	3.65	22.98
006	0.53	0.53	-4.71	40.00	0.00	8.07	36.96	46.94	4.15	261.43
007	0.53	0.53	-0.57	40.00	0.00	8.32	36.96	45.49	4.27	251.83
008	0.53	0.53	3.57	40.00	0.00	8.18	36.96	43.99	4.20	243.06
009	0.53	0.53	7.72	40.00	0.00	7.65	36.96	42.40	3.96	234.90
010	0.53	0.54	11.92	40.00	0.00	6.71	36.96	40.70	3.51	227.20
011	0.52	0.55	16.18	40.00	0.00	5.35	36.96	38.83	2.86	219.80
012	0.52	0.56	20.54	40.00	0.00	3.55	36.96	36.74	1.94	212.58
013	0.53	0.58	25.02	40.00	0.00	1.27	36.96	34.34	0.72	205.41
014	0.49	0.57	29.53	38.00	0.00	60.67	0.00	55.18	0.00	313.93
015	0.49	0.59	34.10	38.00	0.00	57.64	0.00	52.93	0.00	301.08
016	0.49	0.63	38.93	38.00	0.00	54.01	0.00	50.46	0.00	287.03
017	0.49	0.69	44.11	38.00	0.00	49.66	0.00	47.67	0.00	271.16
018	0.49	0.76	49.82	38.00	0.00	44.40	0.00	44.37	0.00	252.39
019	0.49	0.89	56.31	38.00	0.00	37.84	0.00	40.18	0.00	228.55
020	0.49	1.13	64.27	38.00	0.00	29.10	0.00	34.11	0.00	194.02
021	0.49	2.47	78.50	38.00	0.00	12.02	0.00	18.33	0.00	104.30

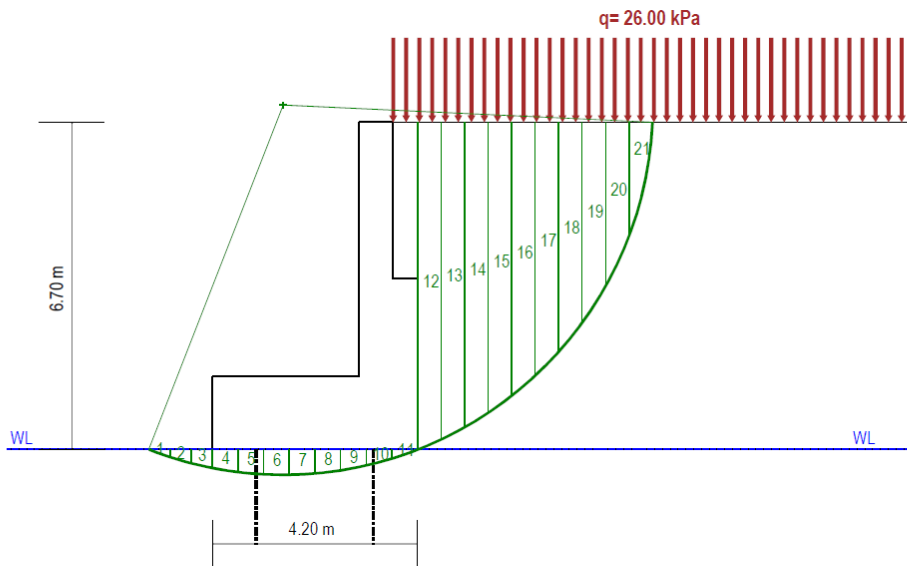
SOMMA: 3887.92

CALCOLO MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:

ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL.	3887.92
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:	3887.92 [kNm]
FATTORE DI SICUREZZA: $F_s = \text{MSTAB}/\text{MRIB} =$	1.679
Verifica: Coeff. parz. (NTC18-Tab.6.8.I) [$\Gamma_R = 1.10$]	ok

ALLEGATO N. 2.C
SEZIONE TIPO L
VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE

MB Muro Rev 3.03

PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO L
COMBINAZIONE DI CARICO N. 2:
Statica (A2+M2+R2)
 Bishop: $F_s \text{ min} = 1.746$
STRATI DI MONTE
STRATO N.1
 $G = 20.00 \text{ kNm}^3$
 $\phi' = 32.01^\circ$
 $c' = 0.00 \text{ kNm}^2$

STRATO FONDAZIONE
 $G = 19.50 \text{ kNm}^3$
 $\phi' = 33.87^\circ$
 $c' = 0.00 \text{ kNm}^2$
DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di BISHOP)
MOMENTO RIBALTANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):

PESI PROPRI DEI CONCI	2137.88
SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE	644.54
P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO	450.27
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:	M_Rib = 3232.69 kNm

MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):

ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL.	3019.63
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE	2625.10
RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO	0.00
MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:	M_Stab = 5644.73 kNm

VERIFICA:

Azione:	M_rib	3232.69
Resistenza:	M_stab	5644.73
Coeffic. parziale:	R	1.10 (NTC18 - Tab. 6.8.I)
Verifica:	$F_s = M_{Stab} / M_{Rib}$	1.746 ---> ok!

**** VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE ****

METODO DI BISHOP:

COMBINAZIONE DI CARICO N. 2: Statica (A2 +M2+R2)

SINTESI ITERAZIONI DI CALCOLO PER LA SUPERFICIE CON Fs minimo

Iterazione n. 01: Fs = 1.598
Iterazione n. 02: Fs = 1.724
Iterazione n. 03: Fs = 1.743
Iterazione n. 04: Fs = 1.746
Iterazione n. 05: Fs = 1.746
Fs a convergenza: Fs = 1.746

Superficie di scivolamento con Fsmin

DETTAGLIO CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE

PESI PROPRI DEI CONCI DI SUDDIVISIONE DELLA MASSA SCIVOLANTE

Legenda:

TR = Tratto di suddivisione verticale del concio
xg = Ascissa baricentro tratto
yg = Ordin. baricentro tratto
kv = Coeff. sism. verticale
kh = Coeff. sism. orizzontale
Fv = Componente verticale
Fh = Componente orizzontale
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
Mrrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
Mrrib = Fv*dx + Fh*dy

Concio n.	TR n.	Xg [m]	Yg [m]	Peso [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrrib [kNm]
001	01	-1.08	-0.04	0.65	0.0000	0.0000	0.65	-2.53	0.00	7.09	-1.65
002	01	-0.65	-0.11	1.83	0.0000	0.0000	1.83	-2.10	0.00	7.16	-3.84
003	01	-0.22	-0.16	2.77	0.0000	0.0000	2.77	-1.67	0.00	7.21	-4.62
004	01	0.26	-0.21	4.29	0.0000	0.0000	4.29	-1.19	0.00	7.26	-5.09
005	01	0.79	-0.24	4.95	0.0000	0.0000	4.95	-0.66	0.00	7.29	-3.28
006	01	1.31	-0.26	5.24	0.0000	0.0000	5.24	-0.14	0.00	7.31	-0.72
007	01	1.84	-0.25	5.15	0.0000	0.0000	5.15	0.39	0.00	7.30	1.99
008	01	2.36	-0.23	4.68	0.0000	0.0000	4.68	0.91	0.00	7.28	4.27
009	01	2.89	-0.19	3.84	0.0000	0.0000	3.84	1.44	0.00	7.24	5.52
010	01	3.41	-0.13	2.59	0.0000	0.0000	2.59	1.96	0.00	7.18	5.09
011	01	3.94	-0.05	0.94	0.0000	0.0000	0.94	2.49	0.00	7.10	2.33
012	01	4.44	3.40	63.45	0.0000	0.0000	63.45	2.99	0.00	3.65	189.74
013	01	4.92	3.52	61.26	0.0000	0.0000	61.26	3.47	0.00	3.53	212.65
014	01	5.40	3.65	58.64	0.0000	0.0000	58.64	3.95	0.00	3.40	231.78
015	01	5.88	3.81	55.55	0.0000	0.0000	55.55	4.43	0.00	3.24	246.28
016	01	6.36	4.00	51.90	0.0000	0.0000	51.90	4.91	0.00	3.05	255.05
017	01	6.85	4.23	47.57	0.0000	0.0000	47.57	5.40	0.00	2.82	256.63
018	01	7.33	4.50	42.35	0.0000	0.0000	42.35	5.88	0.00	2.55	248.85
019	01	7.81	4.83	35.89	0.0000	0.0000	35.89	6.36	0.00	2.22	228.14
020	01	8.29	5.28	27.33	0.0000	0.0000	27.33	6.84	0.00	1.77	186.88
021	01	8.77	6.12	11.19	0.0000	0.0000	11.19	7.32	0.00	0.93	81.88

SOMMA:

2137.88

SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE

Legenda:

DX = larghezza del concio
Q = q*DX sovraccarico complessivo
kv = Coeff. sism. verticale
kh = Coeff. sism. orizzontale
Fv = Componente verticale
Fh = Componente orizzontale
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
Mrib = Fv*dx + Fh*dy

Concilio n.	DX [m]	Q [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrib [kNm]
012	0.48	12.50	0.0000	0.0000	12.50	2.99	0.00	0.35	37.39
013	0.48	12.50	0.0000	0.0000	12.50	3.47	0.00	0.35	43.41
014	0.48	12.50	0.0000	0.0000	12.50	3.95	0.00	0.35	49.42
015	0.48	12.50	0.0000	0.0000	12.50	4.43	0.00	0.35	55.43
016	0.48	12.50	0.0000	0.0000	12.50	4.91	0.00	0.35	61.45
017	0.48	12.50	0.0000	0.0000	12.50	5.40	0.00	0.35	67.46
018	0.48	12.50	0.0000	0.0000	12.50	5.88	0.00	0.35	73.47
019	0.48	12.50	0.0000	0.0000	12.50	6.36	0.00	0.35	79.49
020	0.48	12.50	0.0000	0.0000	12.50	6.84	0.00	0.35	85.50
021	0.48	12.50	0.0000	0.0000	12.50	7.32	0.00	0.35	91.51

SOMMA: 644.54

PESI PROPRI MURO, TERRENO SU MURO ED EVENTUALE SOVRACCARICO SU MURO

Legenda:

F = Valore dell'azione
kv = Coeff. sism. verticale
kh = Coeff. sism. orizzontale
Fv = Componente verticale
Fh = Componente orizzontale
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
Mrib = Fv*dx + Fh*dy

Componente	F [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrib [kNm]
Muro: Mat. n.01	273.50	0.0000	0.0000	273.50	1.24	0.00	5.03	337.77
Terr. su muro: Area n.01	32.00	0.0000	0.0000	32.00	2.50	0.00	1.95	80.00
Sovracc. su muro:	13.00	0.0000	0.0000	13.00	2.50	0.00	0.35	32.50

SOMMA: 450.27

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:

PESI PROPRI DEI CONCI	2137.88
SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE	644.54
P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO	450.27
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:	3232.69 [kNm]

CALCOLO MOMENTO RESISTENTE
CARICO AGENTE SUI CONCI SOTTO FONDAZIONE MURO

Componente di carico	Valore	+ - kv	Azione
Muro: Mat. n.01	273.50	0.0000	273.50
Terr. su muro: Area n.01	32.00	0.0000	32.00
Sovracc. su muro:	13.00	0.0000	13.00
Azione totale:			318.50 kN
Larghezza Fondazione:			4.20 m
Carico distribuito:			0.00 kN/m2 (**) Trasferito ai pali di fondazione

RESISTENZE PER ATTRITO E COESIONE LUNGO LA SUPERFICIE DI SCIVOLAMENTO

 (N.B. Dettaglio risultati di calcolo relativi a $F_s \text{ min} = 1.746$)

Legenda:

- R = Raggio curva circolare di scivolamento
- Dx = Larghezza del concio
- DL = Lunghezza Base inclinata del concio
- Alpha = Inclinazione Base concio
- Phi = Angolo di attrito alla Base
- Coe = Coesione alla Base
- W = Peso del concio (di combinazione)
- Q = Carico aggiuntivo soprastante (di combinazione)
- N = Risultante Normale alla Base del concio
- U = (u*DL) Sottospinta idrostatica
- Fs = Fattore di sicurezza minimo a convergenza ($F_s \text{ min} = 1.746$)

$$M_{\alpha} = \cos(\alpha) * \left(1 + \frac{\tan(\Phi) * \operatorname{tg}(\alpha)}{F_s} \right)$$

$$N = \left[(W + Q) - \frac{DL * \sin(\alpha)}{F_s} * (coe - u * \tan(\Phi)) \right] / M_{\alpha}$$

Mstab = Momento (Resistenza) Stabilizzante rispetto al centro della curva

$$M_{\text{Stab}} = [(N - u * DL) * \tan(\Phi) + Coe * DL] * R$$

Concio n.	Dx [m]	DL [m]	Alpha [°]	Phi [°]	Coe [kN/m2]	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	U [kN]	Mstab [kNm]
001	0.43	0.46	-19.57	33.87	0.00	0.65	0.00	0.74	0.35	1.98
002	0.43	0.45	-16.12	33.87	0.00	1.83	0.00	2.02	0.98	5.31
003	0.43	0.44	-12.73	33.87	0.00	2.77	0.00	2.97	1.46	7.71
004	0.52	0.53	-9.03	33.87	0.00	4.29	0.00	4.48	2.23	11.45
005	0.52	0.53	-5.03	33.87	0.00	4.95	0.00	5.06	2.55	12.73
006	0.53	0.53	-1.04	33.87	0.00	5.24	0.00	5.26	2.69	13.05
007	0.52	0.53	2.94	33.87	0.00	5.15	0.00	5.11	2.64	12.51
008	0.52	0.53	6.93	33.87	0.00	4.68	0.00	4.62	2.42	11.15
009	0.53	0.53	10.96	33.87	0.00	3.84	0.00	3.78	2.00	9.00
010	0.52	0.54	15.04	33.87	0.00	2.59	0.00	2.56	1.38	6.03
011	0.52	0.56	19.20	33.87	0.00	0.94	0.00	0.93	0.51	2.16
012	0.48	0.52	23.29	32.01	0.00	63.45	12.50	71.65	0.00	338.90
013	0.48	0.54	27.32	32.01	0.00	61.26	12.50	70.07	0.00	331.41
014	0.48	0.56	31.51	32.01	0.00	58.64	12.50	68.44	0.00	323.70
015	0.48	0.59	35.89	32.01	0.00	55.55	12.50	66.73	0.00	315.60
016	0.48	0.63	40.54	32.01	0.00	51.90	12.50	64.89	0.00	306.90
017	0.48	0.69	45.53	32.01	0.00	47.57	12.50	62.84	0.00	297.23
018	0.48	0.76	51.03	32.01	0.00	42.35	12.50	60.47	0.00	286.00
019	0.48	0.89	57.30	32.01	0.00	35.89	12.50	57.51	0.00	272.02
020	0.48	1.14	64.98	32.01	0.00	27.33	12.50	53.31	0.00	252.14
021	0.48	2.38	78.32	32.01	0.00	11.19	12.50	42.85	0.00	202.65

SOMMA:

3019.63

RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE

Tipologia Pali: TRIVELLATI
 Coeff. di Correlazione: x = 1.70 (NTC18 - Tab.6.4.IV)
 Coeff. Parz. (R3) gR,TR = 1.60 (NTC18-Tab.6.4.VI)
 Portata Trasversale (analitica): Rtr,cal = 1266.00 kN
 Resist. Caratteristica Trasv.: Rtr,k = Rtr_cal/x = 744.71 kN
 Resist. Trasv. di Calcolo: Rtr,d = Rtr,k/gR,TR = 465.44 kN
 interasse pali di valle: iv = 2.50 m
 interasse pali di monte: im = 2.50 m
 resistenza a metro di muro: Rp,d = Rtr,d*(1/iv + 1/im) = 372.36 kN
 braccio di leva (y centro curva): dy = 7.05 m
 Momento Stabilizzante: Mstab = Rp,d * dy = 2625.10 kNm

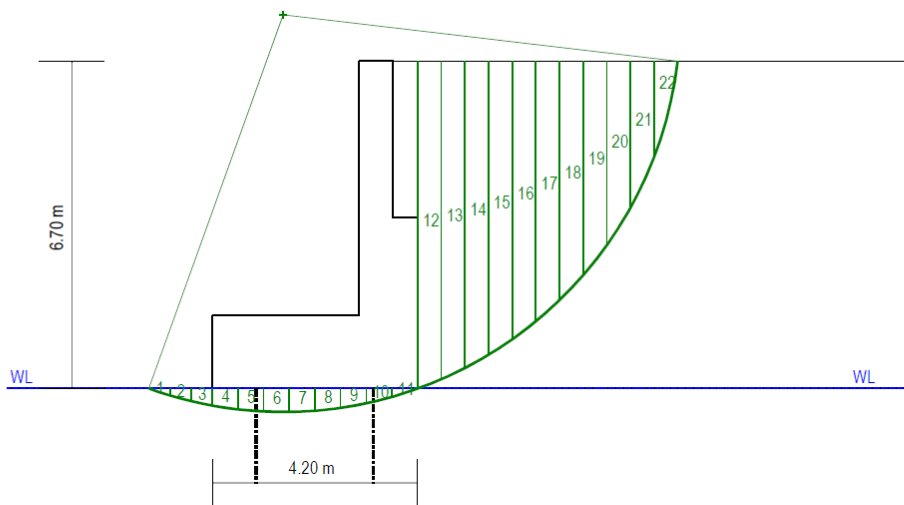
CALCOLO MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:

ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL.	3019.63
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE	2625.10

MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:	5644.73 [kNm]
FATTORE DI SICUREZZA: $F_s = \frac{M_{STAB}}{M_{RIB}} = 1.746$	
Verifica: Coeff. parz. (NTC18-Tab.6.8.I) [Gamma_R=1.10] ok	

MB Muro Rev 3.03

PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO L
COMBINAZIONE DI CARICO N. 4:
Sisma Su (M1+R3)
 Bishop: F_s min = 2.814

STRATI DI MONTE
STRATO N.1
 $G = 20.00 \text{ kNm}^3$
 $\phi' = 38.00^\circ$
 $c' = 0.00 \text{ kNm}^2$

STRATO FONDAZIONE
 $G = 19.50 \text{ kNm}^3$
 $\phi' = 40.00^\circ$
 $c' = 0.00 \text{ kNm}^2$
DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di BISHOP)
MOMENTO RIBALTANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):

PESI PROPRI DEI CONCI	2429.75
SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE	0.00
P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO	442.05
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:	M_Rib = 2871.80 kNm

MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):

ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL.	3524.38
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE	4557.63
RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO	0.00
MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:	M_Stab = 8082.01 kNm

VERIFICA:

Azione:	M_rib	2871.80
Resistenza:	M_stab	8082.01
Coeffic. parziale:	R	1.10 (NTC18 - Tab.6.8.I)
Verifica:	$F_s = M_{Stab} / M_{Rib}$	2.814 ---> ok!

**** VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE ****

METODO DI BISHOP:

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

SINTESI ITERAZIONI DI CALCOLO PER LA SUPERFICIE CON Fs minimo

Iterazione n. 01: Fs = 2.508
Iterazione n. 02: Fs = 2.786
Iterazione n. 03: Fs = 2.812
Iterazione n. 04: Fs = 2.814
Iterazione n. 05: Fs = 2.814
Fs a convergenza: Fs = 2.814

Superficie di scivolamento con Fsmin

DETTAGLIO CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE

PESI PROPRI DEI CONCI DI SUDDIVISIONE DELLA MASSA SCIVOLANTE

Legenda:

TR = Tratto di suddivisione verticale del concio
xg = Ascissa baricentro tratto
yg = Ordin. baricentro tratto
kv = Coeff. sism. verticale
kh = Coeff. sism. orizzontale
Fv = Componente verticale
Fh = Componente orizzontale
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
Mrrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
Mrrib = Fv*dx + Fh*dy

Concio n.	TR n.	Xg [m]	Yg [m]	Peso [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrrib [kNm]
001	01	-1.08	-0.04	0.60	-0.0086	0.0172	0.60	-2.53	0.01	7.69	-1.43
002	01	-0.65	-0.10	1.69	-0.0086	0.0172	1.68	-2.10	0.03	7.75	-3.30
003	01	-0.22	-0.15	2.56	-0.0086	0.0172	2.54	-1.67	0.04	7.80	-3.89
004	01	0.26	-0.19	3.97	-0.0086	0.0172	3.93	-1.19	0.07	7.84	-4.14
005	01	0.79	-0.22	4.59	-0.0086	0.0172	4.55	-0.66	0.08	7.87	-2.39
006	01	1.31	-0.24	4.85	-0.0086	0.0172	4.81	-0.14	0.08	7.89	0.00
007	01	1.84	-0.23	4.77	-0.0086	0.0172	4.73	0.39	0.08	7.88	2.48
008	01	2.36	-0.21	4.34	-0.0086	0.0172	4.30	0.91	0.07	7.86	4.51
009	01	2.89	-0.17	3.55	-0.0086	0.0172	3.52	1.44	0.06	7.82	5.54
010	01	3.41	-0.12	2.40	-0.0086	0.0172	2.38	1.96	0.04	7.77	4.98
011	01	3.94	-0.04	0.86	-0.0086	0.0172	0.86	2.49	0.01	7.69	2.25
012	01	4.44	3.40	63.92	-0.0086	0.0172	63.37	2.99	1.10	4.25	194.29
013	01	4.93	3.50	61.89	-0.0086	0.0172	61.35	3.48	1.06	4.15	217.68
014	01	5.41	3.63	59.47	-0.0086	0.0172	58.96	3.96	1.02	4.02	237.59
015	01	5.89	3.77	56.63	-0.0086	0.0172	56.15	4.44	0.97	3.88	253.28
016	01	6.38	3.95	53.32	-0.0086	0.0172	52.86	4.93	0.92	3.70	263.87
017	01	6.86	4.15	49.44	-0.0086	0.0172	49.01	5.41	0.85	3.50	268.21
018	01	7.35	4.38	44.87	-0.0086	0.0172	44.49	5.90	0.77	3.27	264.80
019	01	7.83	4.66	39.42	-0.0086	0.0172	39.09	6.38	0.68	2.99	251.38
020	01	8.31	5.01	32.74	-0.0086	0.0172	32.46	6.86	0.56	2.64	224.26
021	01	8.80	5.46	24.01	-0.0086	0.0172	23.81	7.35	0.41	2.19	175.82
022	01	9.28	6.21	9.50	-0.0086	0.0172	9.42	7.83	0.16	1.44	73.98

SOMMA:

2429.75

SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE

Legenda:

DX = larghezza del concio
Q = q*DX sovraccarico complessivo
kv = Coeff. sism. verticale
kh = Coeff. sism. orizzontale
Fv = Componente verticale
Fh = Componente orizzontale
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
Mrib = Fv*dx + Fh*dy

Concilio n.	DX [m]	Q [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrib [kNm]
012	0.48	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	2.99	0.00	0.95	0.00
013	0.48	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	3.48	0.00	0.95	0.00
014	0.48	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	3.96	0.00	0.95	0.00
015	0.48	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	4.44	0.00	0.95	0.00
016	0.48	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	4.93	0.00	0.95	0.00
017	0.48	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	5.41	0.00	0.95	0.00
018	0.48	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	5.90	0.00	0.95	0.00
019	0.48	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	6.38	0.00	0.95	0.00
020	0.48	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	6.86	0.00	0.95	0.00
021	0.48	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	7.35	0.00	0.95	0.00
022	0.48	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	7.83	0.00	0.95	0.00

SOMMA: 0.00

PESI PROPRI MURO, TERRENO SU MURO ED EVENTUALE SOVRACCARICO SU MURO

Legenda:

F = Valore dell'azione
kv = Coeff. sism. verticale
kh = Coeff. sism. orizzontale
Fv = Componente verticale
Fh = Componente orizzontale
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
Mrib = Fv*dx + Fh*dy

Componente		F [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrib [kNm]
Muro:	Mat. n.01	273.50	-0.0086	0.0172	271.15	1.24	4.70	5.63	361.33
Terr. su muro:	Area n.01	32.00	-0.0086	0.0172	31.72	2.50	0.55	2.55	80.72
Sovracc. su muro:		0.00	-0.0086	0.0172	0.00	2.50	0.00	0.95	0.00

SOMMA: 442.05

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:

PESI PROPRI DEI CONCI	2429.75
SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE	0.00
P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO	442.05
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:	2871.80 [kNm]

CALCOLO MOMENTO RESISTENTE
CARICO AGENTE SUI CONCI SOTTO FONDAZIONE MURO

Componente di carico	Valore	+ - kv	Azione
Muro: Mat. n.01	273.50	-0.0086	271.15
Terr. su muro: Area n.01	32.00	-0.0086	31.72
Sovracc. su muro:	0.00	-0.0086	0.00
Azione totale:			302.87 kN
Larghezza Fondazione:			4.20 m
Carico distribuito:			0.00 kN/m2 (**) Trasferito ai pali di fondazione

RESISTENZE PER ATTRITO E COESIONE LUNGO LA SUPERFICIE DI SCIVOLAMENTO

(N.B. Dettaglio risultati di calcolo relativi a Fs min = 2.814)

Legenda:

- R = Raggio curva circolare di scivolamento
- Dx = Larghezza del concio
- DL = Lunghezza Base inclinata del concio
- Alpha = Inclinazione Base concio
- Phi = Angolo di attrito alla Base
- Coe = Coesione alla Base
- W = Peso del concio (di combinazione)
- Q = Carico aggiuntivo soprastante (di combinazione)
- N = Risultante Normale alla Base del concio
- U = (u*DL) Sottospinta idrostatica
- Fs = Fattore di sicurezza minimo a convergenza (Fs min = 2.814)

$$M_{\alpha} = \cos(\alpha) * (1 + \frac{\tan(\Phi) * \operatorname{tg}(\alpha)}{F_s})$$

$$N = [(W + Q) - \frac{DL * \sin(\alpha)}{F_s} * (coe - u * \tan(\Phi))] / M_{\alpha}$$

Mstab = Momento (Resistenza) Stabilizzante rispetto al centro della curva

$$M_{Stab} = [(N - u * DL) * \tan(\Phi) + Coe * DL] * R$$

Concio n.	Dx [m]	DL [m]	Alpha [°]	Phi [°]	Coe [kN/m2]	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	U [kN]	Mstab [kNm]
001	0.43	0.46	-18.16	40.00	0.00	0.60	0.00	0.66	0.32	2.31
002	0.43	0.45	-14.98	40.00	0.00	1.68	0.00	1.81	0.89	6.27
003	0.43	0.44	-11.84	40.00	0.00	2.54	0.00	2.68	1.33	9.21
004	0.52	0.53	-8.40	40.00	0.00	3.93	0.00	4.07	2.04	13.83
005	0.52	0.53	-4.68	40.00	0.00	4.55	0.00	4.62	2.34	15.54
006	0.52	0.53	-0.97	40.00	0.00	4.81	0.00	4.82	2.47	16.07
007	0.52	0.53	2.73	40.00	0.00	4.73	0.00	4.70	2.43	15.51
008	0.52	0.53	6.45	40.00	0.00	4.30	0.00	4.26	2.22	13.91
009	0.52	0.53	10.19	40.00	0.00	3.52	0.00	3.49	1.83	11.28
010	0.52	0.54	13.98	40.00	0.00	2.38	0.00	2.37	1.26	7.58
011	0.52	0.55	17.83	40.00	0.00	0.86	0.00	0.86	0.46	2.73
012	0.48	0.52	21.61	38.00	0.00	63.37	0.00	61.41	0.00	390.04
013	0.48	0.54	25.33	38.00	0.00	61.35	0.00	60.00	0.00	381.06
014	0.48	0.55	29.17	38.00	0.00	58.96	0.00	58.46	0.00	371.32
015	0.48	0.58	33.16	38.00	0.00	56.15	0.00	56.77	0.00	360.57
016	0.48	0.61	37.34	38.00	0.00	52.86	0.00	54.87	0.00	348.46
017	0.48	0.65	41.78	38.00	0.00	49.01	0.00	52.66	0.00	334.46
018	0.48	0.70	46.55	38.00	0.00	44.49	0.00	50.02	0.00	317.71
019	0.48	0.78	51.78	38.00	0.00	39.09	0.00	46.71	0.00	296.68
020	0.48	0.91	57.74	38.00	0.00	32.46	0.00	42.23	0.00	268.24
021	0.48	1.14	64.97	38.00	0.00	23.81	0.00	35.29	0.00	224.12
022	0.48	2.02	76.15	38.00	0.00	9.42	0.00	18.50	0.00	117.50

SOMMA:

3524.38

RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE

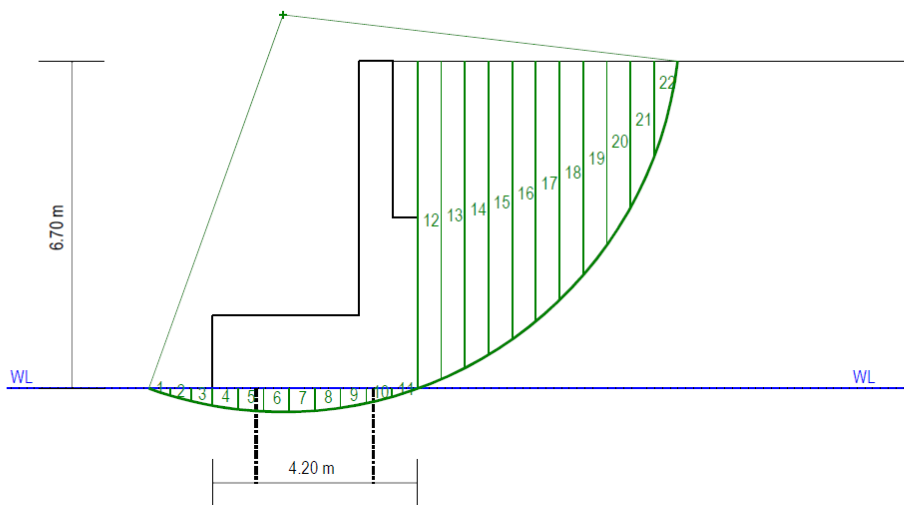
Tipologia Pali: TRIVELLATI
 Coeff. di Correlazione: x = 1.70 (NTC18 - Tab.6.4.IV)
 Coeff. Parz. (R3) gR,TR = 1.00 (NTC18-Tab.6.4.VI)
 Portata Trasversale (analitica): Rtr,cal = 1266.00 kN
 Resist. Caratteristica Trasv.: Rtr,k = Rtr_cal/x = 744.71 kN
 Resist. Trasv. di Calcolo: Rtr,d = Rtr,k/gR,TR = 744.71 kN
 interasse pali di valle: iv = 2.50 m
 interasse pali di monte: im = 2.50 m
 resistenza a metro di muro: Rp,d = Rtr,d*(1/iv + 1/im) = 595.77 kN
 braccio di leva (y centro curva): dy = 7.65 m
 Momento Stabilizzante: Mstab = Rp,d * dy = 4557.63 kNm

CALCOLO MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:

ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL.	3524.38
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE	4557.63

MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:	8082.01 [kNm]
FATTORE DI SICUREZZA: $F_s = \frac{M_{STAB}}{M_{RIB}} = 2.814$	
Verifica: Coeff. parz. (NTC18-Tab.6.8.I) [Gamma_R=1.10] ok	

MB Muro Rev 3.03

PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO L
COMBINAZIONE DI CARICO N. 5:
Sisma Giu (M1+R3)
 Bishop: $F_s \text{ min} = 2.786$
STRATI DI MONTE
STRATO N.1
 $G = 20.00 \text{ kNm}^3$
 $\phi' = 38.00^\circ$
 $c' = 0.00 \text{ kNm}^2$

STRATO FONDAZIONE
 $G = 19.50 \text{ kNm}^3$
 $\phi' = 40.00^\circ$
 $c' = 0.00 \text{ kNm}^2$
DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di BISHOP)
MOMENTO RIBALTANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):

PESI PROPRI DEI CONCI	2471.30
SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE	0.00
P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO	449.23
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:	M_Rib = 2920.53 kNm

MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):

ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL.	3578.34
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE	4557.63
RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO	0.00
MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:	M_Stab = 8135.96 kNm

VERIFICA:

Azione:	M_rib	2920.53
Resistenza:	M_stab	8135.96
Coeffic. parziale:	R	1.10 (NTC18 - Tab.6.8.I)
Verifica:	$F_s = M_{Stab} / M_{Rib}$	2.786 ---> ok!

**** VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE ****

METODO DI BISHOP:

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

SINTESI ITERAZIONI DI CALCOLO PER LA SUPERFICIE CON Fs minimo

Iterazione n. 01: Fs = 2.482
Iterazione n. 02: Fs = 2.757
Iterazione n. 03: Fs = 2.783
Iterazione n. 04: Fs = 2.786
Iterazione n. 05: Fs = 2.786
Fs a convergenza: Fs = 2.786

Superficie di scivolamento con Fsmin

DETTAGLIO CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE

PESI PROPRI DEI CONCI DI SUDDIVISIONE DELLA MASSA SCIVOLANTE

Legenda:

TR = Tratto di suddivisione verticale del concio
xg = Ascissa baricentro tratto
yg = Ordin. baricentro tratto
kv = Coeff. sism. verticale
kh = Coeff. sism. orizzontale
Fv = Componente verticale
Fh = Componente orizzontale
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
Mrib = Fv*dx + Fh*dy

Concio n.	TR n.	Xg [m]	Yg [m]	Peso [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrib [kNm]
001	01	-1.08	-0.04	0.60	0.0086	0.0172	0.61	-2.53	0.01	7.69	-1.46
002	01	-0.65	-0.10	1.69	0.0086	0.0172	1.71	-2.10	0.03	7.75	-3.36
003	01	-0.22	-0.15	2.56	0.0086	0.0172	2.59	-1.67	0.04	7.80	-3.97
004	01	0.26	-0.19	3.97	0.0086	0.0172	4.00	-1.19	0.07	7.84	-4.22
005	01	0.79	-0.22	4.59	0.0086	0.0172	4.63	-0.66	0.08	7.87	-2.44
006	01	1.31	-0.24	4.85	0.0086	0.0172	4.89	-0.14	0.08	7.89	-0.01
007	01	1.84	-0.23	4.77	0.0086	0.0172	4.81	0.39	0.08	7.88	2.51
008	01	2.36	-0.21	4.34	0.0086	0.0172	4.37	0.91	0.07	7.86	4.58
009	01	2.89	-0.17	3.55	0.0086	0.0172	3.58	1.44	0.06	7.82	5.62
010	01	3.41	-0.12	2.40	0.0086	0.0172	2.42	1.96	0.04	7.77	5.07
011	01	3.94	-0.04	0.86	0.0086	0.0172	0.87	2.49	0.01	7.69	2.28
012	01	4.44	3.40	63.92	0.0086	0.0172	64.47	2.99	1.10	4.25	197.58
013	01	4.93	3.50	61.89	0.0086	0.0172	62.42	3.48	1.06	4.15	221.38
014	01	5.41	3.63	59.47	0.0086	0.0172	59.98	3.96	1.02	4.02	241.64
015	01	5.89	3.77	56.63	0.0086	0.0172	57.12	4.44	0.97	3.88	257.61
016	01	6.38	3.95	53.32	0.0086	0.0172	53.77	4.93	0.92	3.70	268.39
017	01	6.86	4.15	49.44	0.0086	0.0172	49.86	5.41	0.85	3.50	272.82
018	01	7.35	4.38	44.87	0.0086	0.0172	45.26	5.90	0.77	3.27	269.35
019	01	7.83	4.66	39.42	0.0086	0.0172	39.76	6.38	0.68	2.99	255.70
020	01	8.31	5.01	32.74	0.0086	0.0172	33.02	6.86	0.56	2.64	228.13
021	01	8.80	5.46	24.01	0.0086	0.0172	24.22	7.35	0.41	2.19	178.85
022	01	9.28	6.21	9.50	0.0086	0.0172	9.58	7.83	0.16	1.44	75.26
SOMMA:											2471.30

SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE

Legenda:

DX = larghezza del concio
Q = q*DX sovraccarico complessivo
kv = Coeff. sism. verticale
kh = Coeff. sism. orizzontale
Fv = Componente verticale
Fh = Componente orizzontale
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
Mrib = Fv*dx + Fh*dy

Concilio n.	DX [m]	Q [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrib [kNm]
012	0.48	0.00	0.0086	0.0172	0.00	2.99	0.00	0.95	0.00
013	0.48	0.00	0.0086	0.0172	0.00	3.48	0.00	0.95	0.00
014	0.48	0.00	0.0086	0.0172	0.00	3.96	0.00	0.95	0.00
015	0.48	0.00	0.0086	0.0172	0.00	4.44	0.00	0.95	0.00
016	0.48	0.00	0.0086	0.0172	0.00	4.93	0.00	0.95	0.00
017	0.48	0.00	0.0086	0.0172	0.00	5.41	0.00	0.95	0.00
018	0.48	0.00	0.0086	0.0172	0.00	5.90	0.00	0.95	0.00
019	0.48	0.00	0.0086	0.0172	0.00	6.38	0.00	0.95	0.00
020	0.48	0.00	0.0086	0.0172	0.00	6.86	0.00	0.95	0.00
021	0.48	0.00	0.0086	0.0172	0.00	7.35	0.00	0.95	0.00
022	0.48	0.00	0.0086	0.0172	0.00	7.83	0.00	0.95	0.00

SOMMA: 0.00

PESI PROPRI MURO, TERRENO SU MURO ED EVENTUALE SOVRACCARICO SU MURO

Legenda:

F = Valore dell'azione
kv = Coeff. sism. verticale
kh = Coeff. sism. orizzontale
Fv = Componente verticale
Fh = Componente orizzontale
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
Mrib = Fv*dx + Fh*dy

Componente		F [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrib [kNm]
Muro:	Mat. n.01	273.50	0.0086	0.0172	275.85	1.24	4.70	5.63	367.14
Terr. su muro:	Area n.01	32.00	0.0086	0.0172	32.28	2.50	0.55	2.55	82.09
Sovracc. su muro:		0.00	0.0086	0.0172	0.00	2.50	0.00	0.95	0.00

SOMMA: 449.23

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:

PESI PROPRI DEI CONCI	2471.30
SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE	0.00
P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO	449.23
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:	2920.53 [kNm]

CALCOLO MOMENTO RESISTENTE
CARICO AGENTE SUI CONCI SOTTO FONDAZIONE MURO

Componente di carico	Valore	+ - kv	Azione
Muro:	Mat. n.01	273.50 +0.0086	275.85
Terr. su muro:	Area n.01	32.00 +0.0086	32.28
Sovracc. su muro:		0.00 +0.0086	0.00
Azione totale:			308.13 kN
Larghezza Fondazione:			4.20 m
Carico distribuito:			0.00 kN/m2 (**) Trasferito ai pali di fondazione

RESISTENZE PER ATTRITO E COESIONE LUNGO LA SUPERFICIE DI SCIVOLAMENTO

(N.B. Dettaglio risultati di calcolo relativi a Fs min = 2.786)

Legenda:

- R = Raggio curva circolare di scivolamento
- Dx = Larghezza del concio
- DL = Lunghezza Base inclinata del concio
- Alpha = Inclinazione Base concio
- Phi = Angolo di attrito alla Base
- Coe = Coesione alla Base
- W = Peso del concio (di combinazione)
- Q = Carico aggiuntivo soprastante (di combinazione)
- N = Risultante Normale alla Base del concio
- U = (u*DL) Sottospinta idrostatica
- Fs = Fattore di sicurezza minimo a convergenza (Fs min = 2.786)

$$M_{\alpha} = \cos(\alpha) * \left(1 + \frac{\tan(\Phi) * \operatorname{tg}(\alpha)}{F_s} \right)$$

$$N = \left[(W + Q) - \frac{DL * \sin(\alpha)}{F_s} * (coe - u * \tan(\Phi)) \right] / M_{\alpha}$$

Mstab = Momento (Resistenza) Stabilizzante rispetto al centro della curva

$$M_{\text{Stab}} = [(N - u * DL) * \tan(\Phi) + Coe * DL] * R$$

Concilio n.	Dx [m]	DL [m]	Alpha [°]	Phi [°]	Coe [kN/m2]	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	U [kN]	Mstab [kNm]
001	0.43	0.46	-18.16	40.00	0.00	0.61	0.00	0.67	0.33	2.35
002	0.43	0.45	-14.98	40.00	0.00	1.71	0.00	1.84	0.91	6.38
003	0.43	0.44	-11.84	40.00	0.00	2.59	0.00	2.73	1.36	9.37
004	0.52	0.53	-8.40	40.00	0.00	4.00	0.00	4.14	2.08	14.07
005	0.52	0.53	-4.68	40.00	0.00	4.63	0.00	4.70	2.38	15.81
006	0.52	0.53	-0.97	40.00	0.00	4.89	0.00	4.91	2.51	16.35
007	0.52	0.53	2.73	40.00	0.00	4.81	0.00	4.78	2.47	15.77
008	0.52	0.53	6.45	40.00	0.00	4.37	0.00	4.33	2.26	14.15
009	0.52	0.53	10.19	40.00	0.00	3.58	0.00	3.55	1.87	11.47
010	0.52	0.54	13.98	40.00	0.00	2.42	0.00	2.41	1.28	7.70
011	0.52	0.55	17.83	40.00	0.00	0.87	0.00	0.88	0.47	2.77
012	0.48	0.52	21.61	38.00	0.00	64.47	0.00	62.41	0.00	396.40
013	0.48	0.54	25.33	38.00	0.00	62.42	0.00	60.97	0.00	387.21
014	0.48	0.55	29.17	38.00	0.00	59.98	0.00	59.40	0.00	377.24
015	0.48	0.58	33.16	38.00	0.00	57.12	0.00	57.67	0.00	366.25
016	0.48	0.61	37.34	38.00	0.00	53.77	0.00	55.72	0.00	353.88
017	0.48	0.65	41.78	38.00	0.00	49.86	0.00	53.47	0.00	339.58
018	0.48	0.70	46.55	38.00	0.00	45.26	0.00	50.77	0.00	322.48
019	0.48	0.78	51.78	38.00	0.00	39.76	0.00	47.40	0.00	301.02
020	0.48	0.91	57.74	38.00	0.00	33.02	0.00	42.83	0.00	272.04
021	0.48	1.14	64.97	38.00	0.00	24.22	0.00	35.76	0.00	227.14
022	0.48	2.02	76.15	38.00	0.00	9.58	0.00	18.72	0.00	118.90

SOMMA:

3578.34

RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE

Tipologia Pali: TRIVELLATI
 Coeff. di Correlazione: x = 1.70 (NTC18 - Tab.6.4.IV)
 Coeff. Parz. (R3) gR,TR = 1.00 (NTC18-Tab.6.4.VI)
 Portata Trasversale (analitica): Rtr,cal = 1266.00 kN
 Resist. Caratteristica Trasv.: Rtr,k = Rtr_cal/x = 744.71 kN
 Resist. Trasv. di Calcolo: Rtr,d = Rtr,k/gR,TR = 744.71 kN
 interasse pali di valle: iv = 2.50 m
 interasse pali di monte: im = 2.50 m
 resistenza a metro di muro: Rp,d = Rtr,d*(1/iv + 1/im) = 595.77 kN
 braccio di leva (y centro curva): dy = 7.65 m
 Momento Stabilizzante: Mstab = Rp,d * dy = 4557.63 kNm

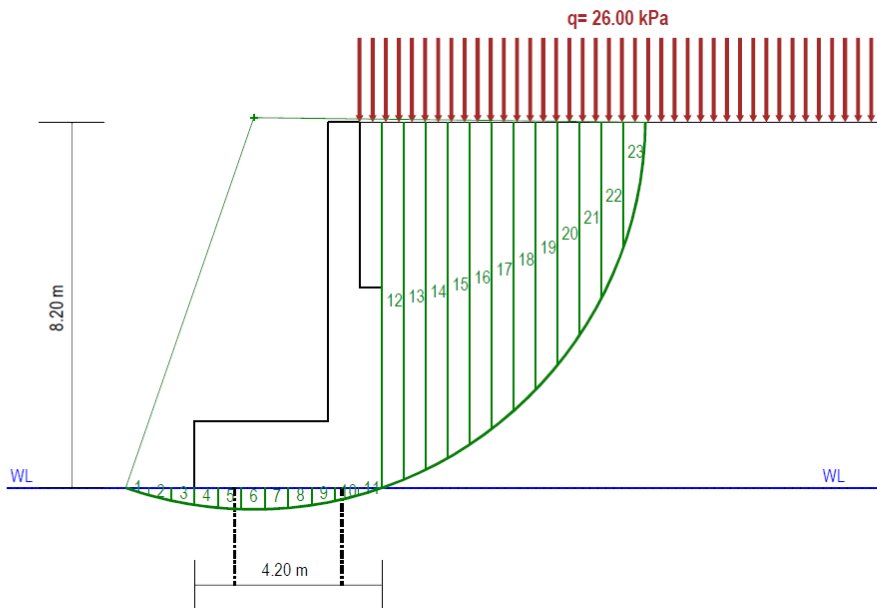
CALCOLO MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:

ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL.	3578.34
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE	4557.63

MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:	8135.96 [kNm]
FATTORE DI SICUREZZA: $F_s = \frac{M_{STAB}}{M_{RIB}} = 2.786$	
Verifica: Coeff. parz. (NTC18-Tab.6.8.I) [Gamma_R=1.10] ok	

ALLEGATO N. 2.D
SEZIONE TIPO M
VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE

MB Muro Rev 3.03

PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO M
COMBINAZIONE DI CARICO N. 2:
Statica (A2+M2+R2)
 Bishop: $F_s \text{ min} = 1.540$
STRATI DI MONTE
STRATO N.1
 $G = 20.00 \text{ kNm}^3$
 $\phi' = 32.01^\circ$
 $c' = 0.00 \text{ kNm}^2$

STRATO FONDAZIONE
 $G = 19.50 \text{ kNm}^3$
 $\phi' = 33.87^\circ$
 $c' = 0.00 \text{ kNm}^2$
DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di BISHOP)
MOMENTO RIBALTANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):

PESI PROPRI DEI CONCI	3701.69
SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE	895.44
P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO	587.37
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:	M_Rib = 5184.50 kNm

MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):

ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL.	4894.96
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE	3090.55
RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO	0.00
MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:	M_Stab = 7985.50 kNm

VERIFICA:

Azione:	M_rib	5184.50
Resistenza:	M_stab	7985.50
Coeffic. parziale:	R	1.10 (NTC18 - Tab. 6.8.I)
Verifica:	$F_s = M_{Stab} / M_{Rib}$	1.540 ---> ok!

**** VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE ****

METODO DI BISHOP:

COMBINAZIONE DI CARICO N. 2: Statica (A2 +M2+R2)

SINTESI ITERAZIONI DI CALCOLO PER LA SUPERFICIE CON Fs minimo

Iterazione n. 01: Fs = 1.421
Iterazione n. 02: Fs = 1.519
Iterazione n. 03: Fs = 1.537
Iterazione n. 04: Fs = 1.540
Iterazione n. 05: Fs = 1.540
Iterazione n. 06: Fs = 1.540

Fs a convergenza: Fs = 1.540

Superficie di scivolamento con Fsmin

DETTAGLIO CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE

PESI PROPRI DEI CONCI DI SUDDIVISIONE DELLA MASSA SCIVOLANTE

Legenda:

TR = Tratto di suddivisione verticale del concio
xg = Ascissa baricentro tratto
yg = Ordin. baricentro tratto
kv = Coeff. sism. verticale
kh = Coeff. sism. orizzontale
Fv = Componente verticale
Fh = Componente orizzontale
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
Mrrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
Mrrib = Fv*dx + Fh*dy

Concio n.	TR n.	Xg [m]	Yg [m]	Peso [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrrib [kNm]
001	01	-1.28	-0.04	0.80	0.0000	0.0000	0.80	-2.61	0.00	8.34	-2.09
002	01	-0.77	-0.11	2.24	0.0000	0.0000	2.24	-2.10	0.00	8.41	-4.69
003	01	-0.26	-0.17	3.34	0.0000	0.0000	3.34	-1.59	0.00	8.47	-5.30
004	01	0.26	-0.21	4.23	0.0000	0.0000	4.23	-1.07	0.00	8.51	-4.51
005	01	0.79	-0.23	4.72	0.0000	0.0000	4.72	-0.54	0.00	8.53	-2.56
006	01	1.31	-0.24	4.90	0.0000	0.0000	4.90	-0.02	0.00	8.54	-0.09
007	01	1.84	-0.23	4.75	0.0000	0.0000	4.75	0.51	0.00	8.53	2.41
008	01	2.36	-0.21	4.27	0.0000	0.0000	4.27	1.03	0.00	8.51	4.41
009	01	2.89	-0.17	3.47	0.0000	0.0000	3.47	1.56	0.00	8.47	5.40
010	01	3.41	-0.11	2.33	0.0000	0.0000	2.33	2.08	0.00	8.41	4.85
011	01	3.94	-0.04	0.84	0.0000	0.0000	0.84	2.61	0.00	8.34	2.18
012	01	4.45	4.15	79.87	0.0000	0.0000	79.87	3.12	0.00	4.15	248.90
013	01	4.94	4.25	77.85	0.0000	0.0000	77.85	3.61	0.00	4.05	280.97
014	01	5.43	4.37	75.48	0.0000	0.0000	75.48	4.10	0.00	3.93	309.58
015	01	5.92	4.51	72.70	0.0000	0.0000	72.70	4.59	0.00	3.79	334.02
016	01	6.42	4.67	69.49	0.0000	0.0000	69.49	5.09	0.00	3.63	353.47
017	01	6.91	4.86	65.76	0.0000	0.0000	65.76	5.58	0.00	3.44	366.92
018	01	7.40	5.08	61.44	0.0000	0.0000	61.44	6.07	0.00	3.22	373.06
019	01	7.89	5.34	56.37	0.0000	0.0000	56.37	6.56	0.00	2.96	370.09
020	01	8.39	5.64	50.35	0.0000	0.0000	50.35	7.06	0.00	2.66	355.35
021	01	8.88	6.02	42.96	0.0000	0.0000	42.96	7.55	0.00	2.28	324.31
022	01	9.37	6.51	33.23	0.0000	0.0000	33.23	8.04	0.00	1.79	267.22
023	01	9.87	7.50	13.80	0.0000	0.0000	13.80	8.54	0.00	0.80	117.80

SOMMA:

3701.69

SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE

Legenda:

DX = larghezza del concio
Q = q*DX sovraccarico complessivo
kv = Coeff. sism. verticale
kh = Coeff. sism. orizzontale
Fv = Componente verticale
Fh = Componente orizzontale
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
Mrib = Fv*dx + Fh*dy

Concilio n.	DX [m]	Q [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrib [kNm]
012	0.49	12.81	0.0000	0.0000	12.81	3.12	0.00	0.10	39.92
013	0.49	12.81	0.0000	0.0000	12.81	3.61	0.00	0.10	46.23
014	0.49	12.81	0.0000	0.0000	12.81	4.10	0.00	0.10	52.54
015	0.49	12.81	0.0000	0.0000	12.81	4.59	0.00	0.10	58.85
016	0.49	12.81	0.0000	0.0000	12.81	5.09	0.00	0.10	65.16
017	0.49	12.81	0.0000	0.0000	12.81	5.58	0.00	0.10	71.47
018	0.49	12.81	0.0000	0.0000	12.81	6.07	0.00	0.10	77.77
019	0.49	12.81	0.0000	0.0000	12.81	6.56	0.00	0.10	84.08
020	0.49	12.81	0.0000	0.0000	12.81	7.06	0.00	0.10	90.39
021	0.49	12.81	0.0000	0.0000	12.81	7.55	0.00	0.10	96.70
022	0.49	12.81	0.0000	0.0000	12.81	8.04	0.00	0.10	103.01
023	0.49	12.81	0.0000	0.0000	12.81	8.54	0.00	0.10	109.32

SOMMA: 895.44

PESI PROPRI MURO, TERRENO SU MURO ED EVENTUALE SOVRACCARICO SU MURO

Legenda:

F = Valore dell'azione
kv = Coeff. sism. verticale
kh = Coeff. sism. orizzontale
Fv = Componente verticale
Fh = Componente orizzontale
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
Mrib = Fv*dx + Fh*dy

Componente		F [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrib [kNm]
Muro:	Mat. n.01	312.25	0.0000	0.0000	312.25	1.46	0.00	5.74	456.37
Terr. su muro:	Area n.01	37.00	0.0000	0.0000	37.00	2.62	0.00	1.95	96.94
Sovracc. su muro:		13.00	0.0000	0.0000	13.00	2.62	0.00	0.10	34.06

SOMMA: 587.37

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:

PESI PROPRI DEI CONCI	3701.69
SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE	895.44
P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO	587.37
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00

MOMENTO RIBALTANTE TOTALE: 5184.50 [kNm]

CALCOLO MOMENTO RESISTENTE
CARICO AGENTE SUI CONCI SOTTO FONDAZIONE MURO

Componente di carico	Mat. n.	Valore	+ - kv	Azione
Muro:	Mat. n.01	312.25	0.0000	312.25
Terr. su muro:	Area n.01	37.00	0.0000	37.00
Sovracc. su muro:		13.00	0.0000	13.00
Azione totale:				362.25 kN
Larghezza Fondazione:				4.20 m
Carico distribuito:				0.00 kN/m2 (**) Trasferito ai pali di fondazione

RESISTENZE PER ATTRITO E COESIONE LUNGO LA SUPERFICIE DI SCIVOLAMENTO

 (N.B. Dettaglio risultati di calcolo relativi a $F_s \text{ min} = 1.540$)

Legenda:

- R = Raggio curva circolare di scivolamento
- Dx = Larghezza del concio
- DL = Lunghezza Base inclinata del concio
- Alpha = Inclinazione Base concio
- Phi = Angolo di attrito alla Base
- Coe = Coesione alla Base
- W = Peso del concio (di combinazione)
- Q = Carico aggiuntivo soprastante (di combinazione)
- N = Risultante Normale alla Base del concio
- U = (u*DL) Sottospinta idrostatica
- Fs = Fattore di sicurezza minimo a convergenza ($F_s \text{ min} = 1.540$)

$$M_alpha = \cos(\alpha) * (1 + \frac{\tan(\Phi) * \text{tg}(\text{Alpha})}{F_s})$$

$$N = [(W + Q) - \frac{DL * \sin(\text{Alpha})}{F_s} * (coe - u * \tan(\Phi))] / M_alpha$$

Mstab = Momento (Resistenza) Stabilizzante rispetto al centro della curva

$$M_Stab = [(N - u*DL) * \tan(\Phi) + Coe*DL] * R$$

Concio n.	Dx [m]	DL [m]	Alpha [°]	Phi [°]	Coe [kN/m2]	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	U [kN]	Mstab [kNm]
001	0.51	0.54	-17.32	33.87	0.00	0.80	0.00	0.90	0.43	2.79
002	0.51	0.53	-13.84	33.87	0.00	2.24	0.00	2.44	1.18	7.41
003	0.51	0.52	-10.41	33.87	0.00	3.34	0.00	3.54	1.74	10.60
004	0.52	0.53	-6.98	33.87	0.00	4.23	0.00	4.38	2.18	12.93
005	0.52	0.53	-3.54	33.87	0.00	4.72	0.00	4.80	2.43	13.97
006	0.53	0.53	-0.11	33.87	0.00	4.90	0.00	4.90	2.51	14.07
007	0.52	0.53	3.31	33.87	0.00	4.75	0.00	4.70	2.44	13.32
008	0.52	0.53	6.75	33.87	0.00	4.27	0.00	4.20	2.21	11.75
009	0.53	0.53	10.22	33.87	0.00	3.47	0.00	3.40	1.81	9.39
010	0.52	0.54	13.72	33.87	0.00	2.33	0.00	2.28	1.23	6.22
011	0.52	0.55	17.28	33.87	0.00	0.84	0.00	0.82	0.45	2.21
012	0.49	0.53	20.79	32.01	0.00	79.87	12.81	85.90	0.00	471.51
013	0.49	0.54	24.28	32.01	0.00	77.85	12.81	84.07	0.00	461.47
014	0.49	0.56	27.86	32.01	0.00	75.48	12.81	82.22	0.00	451.33
015	0.49	0.58	31.56	32.01	0.00	72.70	12.81	80.33	0.00	440.95
016	0.49	0.60	35.42	32.01	0.00	69.49	12.81	78.37	0.00	430.17
017	0.49	0.64	39.47	32.01	0.00	65.76	12.81	76.29	0.00	418.76
018	0.49	0.68	43.78	32.01	0.00	61.44	12.81	74.04	0.00	406.42
019	0.49	0.74	48.43	32.01	0.00	56.37	12.81	71.54	0.00	392.67
020	0.49	0.83	53.56	32.01	0.00	50.35	12.81	68.62	0.00	376.66
021	0.49	0.97	59.43	32.01	0.00	42.96	12.81	64.99	0.00	356.75
022	0.49	1.24	66.65	32.01	0.00	33.23	12.81	59.87	0.00	328.62
023	0.49	2.84	80.03	32.01	0.00	13.80	12.81	46.45	0.00	254.98

SOMMA:

4894.96

RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE

Tipologia Pali:	TRIVELLATI
Coeff. di Correlazione:	x = 1.70 (NTC18 - Tab.6.4.IV)
Coeff. Parz. (R3)	gR,TR = 1.60 (NTC18-Tab.6.4.VI)
Portata Trasversale (analitica):	Rtr,cal = 1266.00 kN
Resist. Caratteristica Trasv.:	Rtr,k = Rtr,cal/x = 744.71 kN
Resist. Trasv. di Calcolo:	Rtr,d = Rtr,k/gR,TR = 465.44 kN
interasse pali di valle:	iv = 2.50 m
interasse pali di monte:	im = 2.50 m
resistenza a metro di muro:	Rp,d = Rtr,d*(1/iv + 1/im) = 372.36 kN
braccio di leva (y centro curva):	dy = 8.30 m
Momento Stabilizzante:	Mstab = Rp,d * dy = 3090.55 kNm

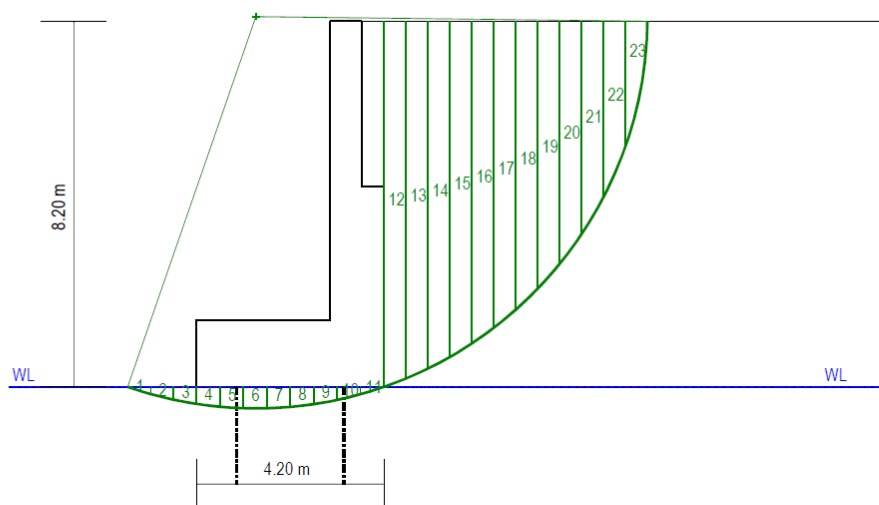
CALCOLO MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:

ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL.	4894.96
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE	3090.55
MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:	7985.50 [kNm]
FATTORE DI SICUREZZA: $F_s = \frac{M_{STAB}}{M_{RIB}} =$	1.540
Verifica: Coeff. parz. (NTC18-Tab.6.8.I) [$\Gamma_{R=1.10}$]	ok

MB Muro Rev 3.03

PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO M
COMBINAZIONE DI CARICO N. 4:
Sisma Su (M1+R3)

 Bishop: F_s min = 2.359

STRATI DI MONTE
STRATO N.1
 $G = 20.00 \text{ kNm}^3$
 $\phi' = 38.00^\circ$
 $c' = 0.00 \text{ kNm}^2$

STRATO FONDAZIONE
 $G = 19.50 \text{ kNm}^3$
 $\phi' = 40.00^\circ$
 $c' = 0.00 \text{ kNm}^2$
DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di BISHOP)
MOMENTO RIBALTANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):

PESI PROPRI DEI CONCI	3715.75
SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE	0.00
P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO	580.62
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
MOMENTO RIBALTANTE TOTALE: M_Rib = 4296.37 kNm	

MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):

ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL.	5189.39
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE	4944.88
RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO	0.00
MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE: M_Stab = 10134.26 kNm	

VERIFICA:

Azione:	M_rib	4296.37
Resistenza:	M_stab	10134.26
Coeffic. parziale:	R	1.10 (NTC18 - Tab. 6.8.I)
Verifica:	$F_s = M_Stab / M_Rib$	2.359 ---> ok!

**** VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE ****

METODO DI BISHOP:

COMBINAZIONE DI CARICO N. 4: Sisma Su (M1+R3)

SINTESI ITERAZIONI DI CALCOLO PER LA SUPERFICIE CON Fs minimo

Iterazione n. 01: Fs = 2.083
Iterazione n. 02: Fs = 2.323
Iterazione n. 03: Fs = 2.355
Iterazione n. 04: Fs = 2.358
Iterazione n. 05: Fs = 2.359
Fs a convergenza: Fs = 2.359

Superficie di scivolamento con Fsmin

DETTAGLIO CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE

PESI PROPRI DEI CONCI DI SUDDIVISIONE DELLA MASSA SCIVOLANTE

Legenda:

TR = Tratto di suddivisione verticale del concio
xg = Ascissa baricentro tratto
yg = Ordin. baricentro tratto
kv = Coeff. sism. verticale
kh = Coeff. sism. orizzontale
Fv = Componente verticale
Fh = Componente orizzontale
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
Mrib = Fv*dx + Fh*dy

Concio n.	TR n.	Xg [m]	Yg [m]	Peso [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrib [kNm]
001	01	-1.28	-0.04	0.80	-0.0086	0.0172	0.79	-2.61	0.01	8.34	-1.96
002	01	-0.77	-0.11	2.24	-0.0086	0.0172	2.22	-2.10	0.04	8.41	-4.33
003	01	-0.26	-0.17	3.34	-0.0086	0.0172	3.31	-1.59	0.06	8.47	-4.77
004	01	0.26	-0.21	4.23	-0.0086	0.0172	4.19	-1.07	0.07	8.51	-3.86
005	01	0.79	-0.23	4.72	-0.0086	0.0172	4.68	-0.54	0.08	8.53	-1.85
006	01	1.31	-0.24	4.90	-0.0086	0.0172	4.85	-0.02	0.08	8.54	0.63
007	01	1.84	-0.23	4.75	-0.0086	0.0172	4.71	0.51	0.08	8.53	3.08
008	01	2.36	-0.21	4.27	-0.0086	0.0172	4.24	1.03	0.07	8.51	5.00
009	01	2.89	-0.17	3.47	-0.0086	0.0172	3.44	1.56	0.06	8.47	5.86
010	01	3.41	-0.11	2.33	-0.0086	0.0172	2.31	2.08	0.04	8.41	5.14
011	01	3.94	-0.04	0.84	-0.0086	0.0172	0.83	2.61	0.01	8.34	2.28
012	01	4.45	4.15	79.87	-0.0086	0.0172	79.18	3.12	1.37	4.15	252.47
013	01	4.94	4.25	77.85	-0.0086	0.0172	77.18	3.61	1.34	4.05	283.98
014	01	5.43	4.37	75.48	-0.0086	0.0172	74.83	4.10	1.30	3.93	312.02
015	01	5.92	4.51	72.70	-0.0086	0.0172	72.08	4.59	1.25	3.79	335.88
016	01	6.42	4.67	69.49	-0.0086	0.0172	68.89	5.09	1.20	3.63	354.76
017	01	6.91	4.86	65.76	-0.0086	0.0172	65.20	5.58	1.13	3.44	367.65
018	01	7.40	5.08	61.44	-0.0086	0.0172	60.91	6.07	1.06	3.22	373.25
019	01	7.89	5.34	56.37	-0.0086	0.0172	55.89	6.56	0.97	2.96	369.78
020	01	8.39	5.64	50.35	-0.0086	0.0172	49.92	7.06	0.87	2.66	354.59
021	01	8.88	6.02	42.96	-0.0086	0.0172	42.59	7.55	0.74	2.28	323.21
022	01	9.37	6.51	33.23	-0.0086	0.0172	32.94	8.04	0.57	1.79	265.94
023	01	9.87	7.50	13.80	-0.0086	0.0172	13.68	8.54	0.24	0.80	116.98

SOMMA:

3715.75

SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE

Legenda:

DX = larghezza del concio
Q = q*DX sovraccarico complessivo
kv = Coeff. sism. verticale
kh = Coeff. sism. orizzontale
Fv = Componente verticale
Fh = Componente orizzontale
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
Mrib = Fv*dx + Fh*dy

Concilio n.	DX [m]	Q [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrib [kNm]
012	0.49	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	3.12	0.00	0.10	0.00
013	0.49	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	3.61	0.00	0.10	0.00
014	0.49	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	4.10	0.00	0.10	0.00
015	0.49	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	4.59	0.00	0.10	0.00
016	0.49	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	5.09	0.00	0.10	0.00
017	0.49	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	5.58	0.00	0.10	0.00
018	0.49	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	6.07	0.00	0.10	0.00
019	0.49	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	6.56	0.00	0.10	0.00
020	0.49	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	7.06	0.00	0.10	0.00
021	0.49	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	7.55	0.00	0.10	0.00
022	0.49	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	8.04	0.00	0.10	0.00
023	0.49	0.00	-0.0086	0.0172	0.00	8.54	0.00	0.10	0.00

SOMMA:

0.00

PESI PROPRI MURO, TERRENO SU MURO ED EVENTUALE SOVRACCARICO SU MURO

Legenda:

F = Valore dell'azione
kv = Coeff. sism. verticale
kh = Coeff. sism. orizzontale
Fv = Componente verticale
Fh = Componente orizzontale
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
Mrib = Fv*dx + Fh*dy

Componente		F [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrib [kNm]
Muro:	Mat. n.01	312.25	-0.0086	0.0172	309.56	1.46	5.37	5.74	483.27
Terr. su muro:	Area n.01	37.00	-0.0086	0.0172	36.68	2.62	0.64	1.95	97.35
Sovracc. su muro:		0.00	-0.0086	0.0172	0.00	2.62	0.00	0.10	0.00

SOMMA:

580.62

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:

PESI PROPRI DEI CONCI	3715.75
SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE	0.00
P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO	580.62
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00

MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:

4296.37 [kNm]

CALCOLO MOMENTO RESISTENTE
CARICO AGENTE SUI CONCI SOTTO FONDAZIONE MURO

Componente di carico	Mat. n.	Valore	+ - kv	Azione
Muro:	Mat. n.01	312.25	-0.0086	309.56
Terr. su muro:	Area n.01	37.00	-0.0086	36.68
Sovracc. su muro:		0.00	-0.0086	0.00
Azione totale:				346.25 kN
Larghezza Fondazione:				4.20 m
Carico distribuito:				0.00 kN/m2 (**) Trasferito ai pali di fondazione

RESISTENZE PER ATTRITO E COESIONE LUNGO LA SUPERFICIE DI SCIVOLAMENTO

 (N.B. Dettaglio risultati di calcolo relativi a F_s min = 2.359)

Legenda:

- R = Raggio curva circolare di scivolamento
- Dx = Larghezza del concio
- DL = Lunghezza Base inclinata del concio
- Alpha = Inclinazione Base concio
- Phi = Angolo di attrito alla Base
- Coe = Coesione alla Base
- W = Peso del concio (di combinazione)
- Q = Carico aggiuntivo soprastante (di combinazione)
- N = Risultante Normale alla Base del concio
- U = (u*DL) Sottospinta idrostatica
- Fs = Fattore di sicurezza minimo a convergenza (F_s min = 2.359)

$$M_alpha = \cos(\alpha) * (1 + \frac{\tan(\Phi) * \operatorname{tg}(\alpha)}{F_s})$$

$$N = [(W + Q) - \frac{DL * \sin(\alpha)}{F_s} * (coe - u * \tan(\Phi))] / M_alpha$$

Mstab = Momento (Resistenza) Stabilizzante rispetto al centro della curva

$$M_Stab = [(N - u*DL) * \tan(\Phi) + Coe*DL] * R$$

Concio n.	Dx [m]	DL [m]	Alpha [°]	Phi [°]	Coe [kN/m2]	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	U [kN]	Mstab [kNm]
001	0.51	0.54	-17.32	40.00	0.00	0.79	0.00	0.88	0.43	3.36
002	0.51	0.53	-13.84	40.00	0.00	2.22	0.00	2.39	1.17	8.98
003	0.51	0.52	-10.41	40.00	0.00	3.31	0.00	3.48	1.73	12.93
004	0.52	0.53	-6.98	40.00	0.00	4.19	0.00	4.32	2.17	15.85
005	0.52	0.53	-3.54	40.00	0.00	4.68	0.00	4.74	2.41	17.23
006	0.53	0.53	-0.11	40.00	0.00	4.85	0.00	4.86	2.49	17.44
007	0.52	0.53	3.31	40.00	0.00	4.71	0.00	4.67	2.42	16.58
008	0.52	0.53	6.75	40.00	0.00	4.24	0.00	4.18	2.19	14.69
009	0.53	0.53	10.22	40.00	0.00	3.44	0.00	3.39	1.79	11.79
010	0.52	0.54	13.72	40.00	0.00	2.31	0.00	2.28	1.22	7.85
011	0.52	0.55	17.28	40.00	0.00	0.83	0.00	0.83	0.45	2.81
012	0.49	0.53	20.79	38.00	0.00	79.18	0.00	75.24	0.00	516.23
013	0.49	0.54	24.28	38.00	0.00	77.18	0.00	73.67	0.00	505.45
014	0.49	0.56	27.86	38.00	0.00	74.83	0.00	72.03	0.00	494.20
015	0.49	0.58	31.56	38.00	0.00	72.08	0.00	70.29	0.00	482.28
016	0.49	0.60	35.42	38.00	0.00	68.89	0.00	68.42	0.00	469.43
017	0.49	0.64	39.47	38.00	0.00	65.20	0.00	66.36	0.00	455.31
018	0.49	0.68	43.78	38.00	0.00	60.91	0.00	64.04	0.00	439.38
019	0.49	0.74	48.43	38.00	0.00	55.89	0.00	61.33	0.00	420.79
020	0.49	0.83	53.56	38.00	0.00	49.92	0.00	58.01	0.00	398.06
021	0.49	0.97	59.43	38.00	0.00	42.59	0.00	53.65	0.00	368.10
022	0.49	1.24	66.65	38.00	0.00	32.94	0.00	47.02	0.00	322.65
023	0.49	2.84	80.03	38.00	0.00	13.68	0.00	27.40	0.00	187.99

SOMMA:

5189.39

RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE

Tipologia Pali: TRIVELLATI
 Coeff. di Correlazione: x = 1.70 (NTC18 - Tab.6.4.IV)
 Coeff. Parz. (R3) gR,TR = 1.00 (NTC18-Tab.6.4.VI)
 Portata Trasversale (analitica): Rtr,cal = 1266.00 kN
 Resist. Caratteristica Trasv.: Rtr,k = Rtr,cal/x = 744.71 kN
 Resist. Trasv. di Calcolo: Rtr,d = Rtr,k/gR,TR = 744.71 kN

interasse pali di valle: iv = 2.50 m
 interasse pali di monte: im = 2.50 m

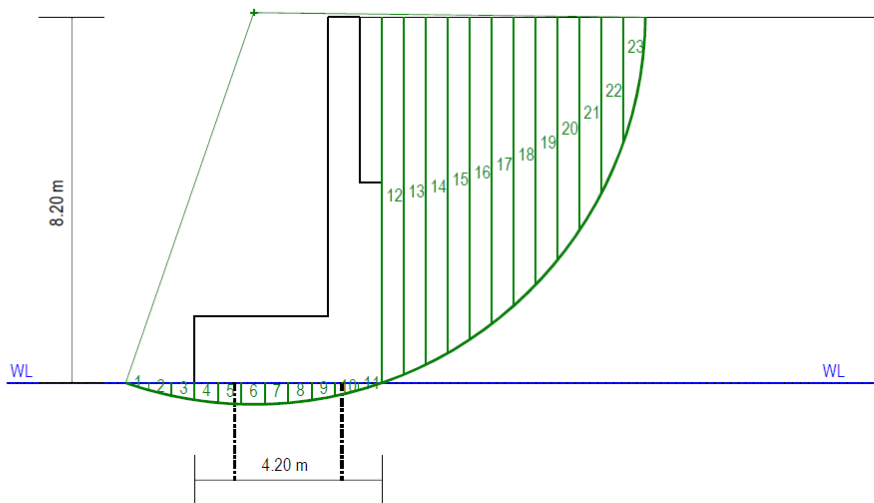
resistenza a metro di muro: Rp,d = Rtr,d*(1/iv + 1/im) = 595.77 kN
 braccio di leva (y centro curva): dy = 8.30 m

Momento Stabilizzante: Mstab = Rp,d * dy = 4944.88 kNm

CALCOLO MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:

ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL.	5189.39
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE	4944.88
MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:	10134.26 [kNm]
FATTORE DI SICUREZZA: $F_s = \frac{M_{STAB}}{M_{RIB}} =$	2.359
Verifica: Coeff. parz. (NTC18-Tab.6.8.I) [Gamma_R=1.10]	ok

MB Muro Rev 3.03

PONTE SUL FIUME OGLIO
MURO ANDATORE NORD 2
SEZIONE TIPO M
COMBINAZIONE DI CARICO N. 5:
Sisma Giu (M1+R3)
 Bishop: $F_s \text{ min} = 2.337$
STRATI DI MONTE
STRATO N.1
 $G = 20.00 \text{ kNm}^3$
 $\phi' = 38.00^\circ$
 $c' = 0.00 \text{ kNm}^2$

STRATO FONDAZIONE
 $G = 19.50 \text{ kNm}^3$
 $\phi' = 40.00^\circ$
 $c' = 0.00 \text{ kNm}^2$
DETTAGLI CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA (Metodo di BISHOP)
MOMENTO RIBALTANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):

PESI PROPRI DEI CONCI	3779.42
SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE	0.00
P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO	590.14
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:	M_Rib = 4369.56 kNm

MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE (Rispetto al centro curva):

ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL.	5268.41
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE	4944.88
RESISTENZA TIRANTI DI ANCORAGGIO	0.00
MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:	M_Stab = 10213.28 kNm

VERIFICA:

Azione:	M_rib	4369.56
Resistenza:	M_stab	10213.28
Coeffic. parziale:	R	1.10 (NTC18 - Tab.6.8.I)
Verifica:	$F_s = M_{Stab} / M_{Rib}$	2.337 ---> ok!

**** VERIFICHE DI STABILITA' GLOBALE ****

METODO DI BISHOP:

COMBINAZIONE DI CARICO N. 5: Sisma Giu (M1+R3)

SINTESI ITERAZIONI DI CALCOLO PER LA SUPERFICIE CON Fs minimo

Iterazione n. 01: Fs = 2.064
Iterazione n. 02: Fs = 2.302
Iterazione n. 03: Fs = 2.333
Iterazione n. 04: Fs = 2.337
Iterazione n. 05: Fs = 2.337
Fs a convergenza: Fs = 2.337

Superficie di scivolamento con Fsmin

DETTAGLIO CALCOLO FATTORE DI SICUREZZA

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE

PESI PROPRI DEI CONCI DI SUDDIVISIONE DELLA MASSA SCIVOLANTE

Legenda:

TR = Tratto di suddivisione verticale del concio
xg = Ascissa baricentro tratto
yg = Ordin. baricentro tratto
kv = Coeff. sism. verticale
kh = Coeff. sism. orizzontale
Fv = Componente verticale
Fh = Componente orizzontale
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
Mrrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
Mrrib = Fv*dx + Fh*dy

Concio n.	TR n.	Xg [m]	Yg [m]	Peso [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrrib [kNm]
001	01	-1.28	-0.04	0.80	0.0086	0.0172	0.81	-2.61	0.01	8.34	-2.00
002	01	-0.77	-0.11	2.24	0.0086	0.0172	2.25	-2.10	0.04	8.41	-4.41
003	01	-0.26	-0.17	3.34	0.0086	0.0172	3.37	-1.59	0.06	8.47	-4.86
004	01	0.26	-0.21	4.23	0.0086	0.0172	4.27	-1.07	0.07	8.51	-3.93
005	01	0.79	-0.23	4.72	0.0086	0.0172	4.76	-0.54	0.08	8.53	-1.89
006	01	1.31	-0.24	4.90	0.0086	0.0172	4.94	-0.02	0.08	8.54	0.63
007	01	1.84	-0.23	4.75	0.0086	0.0172	4.79	0.51	0.08	8.53	3.13
008	01	2.36	-0.21	4.27	0.0086	0.0172	4.31	1.03	0.07	8.51	5.07
009	01	2.89	-0.17	3.47	0.0086	0.0172	3.50	1.56	0.06	8.47	5.95
010	01	3.41	-0.11	2.33	0.0086	0.0172	2.35	2.08	0.04	8.41	5.23
011	01	3.94	-0.04	0.84	0.0086	0.0172	0.84	2.61	0.01	8.34	2.32
012	01	4.45	4.15	79.87	0.0086	0.0172	80.56	3.12	1.37	4.15	256.75
013	01	4.94	4.25	77.85	0.0086	0.0172	78.52	3.61	1.34	4.05	288.81
014	01	5.43	4.37	75.48	0.0086	0.0172	76.13	4.10	1.30	3.93	317.34
015	01	5.92	4.51	72.70	0.0086	0.0172	73.33	4.59	1.25	3.79	341.63
016	01	6.42	4.67	69.49	0.0086	0.0172	70.08	5.09	1.20	3.63	360.84
017	01	6.91	4.86	65.76	0.0086	0.0172	66.33	5.58	1.13	3.44	373.96
018	01	7.40	5.08	61.44	0.0086	0.0172	61.97	6.07	1.06	3.22	379.66
019	01	7.89	5.34	56.37	0.0086	0.0172	56.86	6.56	0.97	2.96	376.14
020	01	8.39	5.64	50.35	0.0086	0.0172	50.78	7.06	0.87	2.66	360.70
021	01	8.88	6.02	42.96	0.0086	0.0172	43.32	7.55	0.74	2.28	328.79
022	01	9.37	6.51	33.23	0.0086	0.0172	33.51	8.04	0.57	1.79	270.54
023	01	9.87	7.50	13.80	0.0086	0.0172	13.92	8.54	0.24	0.80	119.01

SOMMA:

3779.42

SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE

Legenda:

DX = larghezza del concio
Q = q*DX sovraccarico complessivo
kv = Coeff. sism. verticale
kh = Coeff. sism. orizzontale
Fv = Componente verticale
Fh = Componente orizzontale
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
Mrib = Fv*dx + Fh*dy

Concilio n.	DX [m]	Q [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrib [kNm]
012	0.49	0.00	0.0086	0.0172	0.00	3.12	0.00	0.10	0.00
013	0.49	0.00	0.0086	0.0172	0.00	3.61	0.00	0.10	0.00
014	0.49	0.00	0.0086	0.0172	0.00	4.10	0.00	0.10	0.00
015	0.49	0.00	0.0086	0.0172	0.00	4.59	0.00	0.10	0.00
016	0.49	0.00	0.0086	0.0172	0.00	5.09	0.00	0.10	0.00
017	0.49	0.00	0.0086	0.0172	0.00	5.58	0.00	0.10	0.00
018	0.49	0.00	0.0086	0.0172	0.00	6.07	0.00	0.10	0.00
019	0.49	0.00	0.0086	0.0172	0.00	6.56	0.00	0.10	0.00
020	0.49	0.00	0.0086	0.0172	0.00	7.06	0.00	0.10	0.00
021	0.49	0.00	0.0086	0.0172	0.00	7.55	0.00	0.10	0.00
022	0.49	0.00	0.0086	0.0172	0.00	8.04	0.00	0.10	0.00
023	0.49	0.00	0.0086	0.0172	0.00	8.54	0.00	0.10	0.00

SOMMA:

0.00

PESI PROPRI MURO, TERRENO SU MURO ED EVENTUALE SOVRACCARICO SU MURO

Legenda:

F = Valore dell'azione
kv = Coeff. sism. verticale
kh = Coeff. sism. orizzontale
Fv = Componente verticale
Fh = Componente orizzontale
dx = distanza orizz. di Fv dal centro curva
dy = distanza vertic. di Fh dal centro curva
Mrib = Momento (Azione) Ribaltante rispetto al centro della curva
Mrib = Fv*dx + Fh*dy

Componente		F [kN]	kv [-]	kh [-]	Fv [kN]	dx [m]	Fh [kN]	dy [m]	Mrib [kNm]
Muro:	Mat. n.01	312.25	0.0086	0.0172	314.94	1.46	5.37	5.74	491.12
Terr. su muro:	Area n.01	37.00	0.0086	0.0172	37.32	2.62	0.64	1.95	99.01
Sovracc. su muro:		0.00	0.0086	0.0172	0.00	2.62	0.00	0.10	0.00

SOMMA:

590.14

CALCOLO MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:

PESI PROPRI DEI CONCI	3779.42
SOVRACCARICO SULLA SUPERFICIE	0.00
P.P. MURO, TERRENO E SOVRACC. SU MURO	590.14
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00

MOMENTO RIBALTANTE TOTALE:

4369.56 [kNm]

CALCOLO MOMENTO RESISTENTE
CARICO AGENTE SUI CONCI SOTTO FONDAZIONE MURO

Componente di carico	Valore	+ - kv	Azione
Muro:	Mat. n.01	312.25 +0.0086	314.94
Terr. su muro:	Area n.01	37.00 +0.0086	37.32
Sovracc. su muro:		0.00 +0.0086	0.00
Azione totale:			352.25 kN
Larghezza Fondazione:			4.20 m
Carico distribuito:			0.00 kN/m2 (**) Trasferito ai pali di fondazione

RESISTENZE PER ATTRITO E COESIONE LUNGO LA SUPERFICIE DI SCIVOLAMENTO

 (N.B. Dettaglio risultati di calcolo relativi a F_s min = 2.337)

Legenda:

- R = Raggio curva circolare di scivolamento
- Dx = Larghezza del concio
- DL = Lunghezza Base inclinata del concio
- Alpha = Inclinazione Base concio
- Phi = Angolo di attrito alla Base
- Coe = Coesione alla Base
- W = Peso del concio (di combinazione)
- Q = Carico aggiuntivo soprastante (di combinazione)
- N = Risultante Normale alla Base del concio
- U = (u*DL) Sottospinta idrostatica
- Fs = Fattore di sicurezza minimo a convergenza (F_s min = 2.337)

$$M_alpha = \cos(\alpha) * (1 + \frac{\tan(\Phi) * \operatorname{tg}(\alpha)}{F_s})$$

$$N = [(W + Q) - \frac{DL * \sin(\alpha)}{F_s} * (coe - u * \tan(\Phi))] / M_alpha$$

Mstab = Momento (Resistenza) Stabilizzante rispetto al centro della curva

$$M_Stab = [(N - u*DL) * \tan(\Phi) + Coe*DL] * R$$

Concio n.	Dx [m]	DL [m]	Alpha [°]	Phi [°]	Coe [kN/m2]	W [kN]	Q [kN]	N [kN]	U [kN]	Mstab [kNm]
001	0.51	0.54	-17.32	40.00	0.00	0.81	0.00	0.90	0.43	3.42
002	0.51	0.53	-13.84	40.00	0.00	2.25	0.00	2.43	1.19	9.15
003	0.51	0.52	-10.41	40.00	0.00	3.37	0.00	3.54	1.76	13.17
004	0.52	0.53	-6.98	40.00	0.00	4.27	0.00	4.39	2.20	16.14
005	0.52	0.53	-3.54	40.00	0.00	4.76	0.00	4.83	2.45	17.53
006	0.53	0.53	-0.11	40.00	0.00	4.94	0.00	4.94	2.53	17.74
007	0.52	0.53	3.31	40.00	0.00	4.79	0.00	4.75	2.46	16.86
008	0.52	0.53	6.75	40.00	0.00	4.31	0.00	4.25	2.23	14.94
009	0.53	0.53	10.22	40.00	0.00	3.50	0.00	3.45	1.82	11.99
010	0.52	0.54	13.72	40.00	0.00	2.35	0.00	2.32	1.24	7.98
011	0.52	0.55	17.28	40.00	0.00	0.84	0.00	0.84	0.45	2.85
012	0.49	0.53	20.79	38.00	0.00	80.56	0.00	76.46	0.00	524.66
013	0.49	0.54	24.28	38.00	0.00	78.52	0.00	74.86	0.00	513.62
014	0.49	0.56	27.86	38.00	0.00	76.13	0.00	73.18	0.00	502.10
015	0.49	0.58	31.56	38.00	0.00	73.33	0.00	71.40	0.00	489.90
016	0.49	0.60	35.42	38.00	0.00	70.08	0.00	69.48	0.00	476.76
017	0.49	0.64	39.47	38.00	0.00	66.33	0.00	67.38	0.00	462.32
018	0.49	0.68	43.78	38.00	0.00	61.97	0.00	65.01	0.00	446.03
019	0.49	0.74	48.43	38.00	0.00	56.86	0.00	62.24	0.00	427.05
020	0.49	0.83	53.56	38.00	0.00	50.78	0.00	58.86	0.00	403.84
021	0.49	0.97	59.43	38.00	0.00	43.32	0.00	54.40	0.00	373.28
022	0.49	1.24	66.65	38.00	0.00	33.51	0.00	47.65	0.00	326.97
023	0.49	2.84	80.03	38.00	0.00	13.92	0.00	27.71	0.00	190.13

SOMMA:

5268.41

RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE

Tipologia Pali:	TRIVELLATI
Coeff. di Correlazione:	x = 1.70 (NTC18 - Tab.6.4.IV)
Coeff. Parz. (R3)	gR,TR = 1.00 (NTC18-Tab.6.4.VI)
Portata Trasversale (analitica):	Rtr,cal = 1266.00 kN
Resist. Caratteristica Trasv.:	Rtr,k = Rtr,cal/x = 744.71 kN
Resist. Trasv. di Calcolo:	Rtr,d = Rtr,k/gR,TR = 744.71 kN
interasse pali di valle:	iv = 2.50 m
interasse pali di monte:	im = 2.50 m
resistenza a metro di muro:	Rp,d = Rtr,d*(1/iv + 1/im) = 595.77 kN
braccio di leva (y centro curva):	dy = 8.30 m
Momento Stabilizzante:	Mstab = Rp,d * dy = 4944.88 kNm

CALCOLO MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:

ATTR. e COES. LUNGO LA SUP. DI SCIVOL.	5268.41
FORZE E COPPIE ESTERNE	0.00
RESISTENZA PALI DI FONDAZIONE	4944.88
MOMENTO STABILIZZANTE TOTALE:	10213.28 [kNm]
FATTORE DI SICUREZZA: $F_s = \frac{M_{STAB}}{M_{RIB}} =$	2.337
Verifica: Coeff. parz. (NTC18-Tab.6.8.I) [Gamma_R=1.10]	ok