

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE

Opera di sostegno BD - km 34+684.98 al km 34+755.03

Relazione di calcolo muro di sostegno

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

NR 1 J 0 1 D 2 9 CL RI 0 0 0 5 0 0 8 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	F. Serrau	Ott.2018	M.Monda	Ott.2018	T. Paoletti	Ott.2018	F. Arguini Direzione Tecnica Infrastrutture Centro Via Roma, 145 00187 Roma n. 15342 15/10/2019 ITALENERGIA S.p.A.
B	Revisione	F. Serrau <i>F. Serrau</i>	Magg.2020	M.Monda <i>MM</i>	Magg.2020	T. Paoletti <i>TP</i>	Magg.2020	

INDICE

1	PREMESSA	4
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	6
2.1	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	6
2.2	ELABORATI DI PROGETTO DI RIFERIMENTO	7
3	UNITÀ DI MISURA	8
4	MATERIALI	9
4.1	CALCESTRUZZO PER SOTTOFONDAZIONI.....	9
4.2	CALCESTRUZZO PER OPERE INTERRATE O CONTRO TERRA	9
4.3	ACCIAIO IN BARRE PER GETTI E RETI ELETTROSALDATE	10
5	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	11
6	CARATTERIZZAZIONE SISMICA	12
7	METODO DI CALCOLO	18
7.1	CONDIZIONI DI SPINTA SUL MURO IN CONDIZIONI STATICHE	18
7.2	CONDIZIONI DI SPINTA SUL MURO IN CONDIZIONI SISMICHE.....	20
7.3	VERIFICHE GEOTECNICHE.....	22
7.4	VERIFICHE STRUTTURALI.....	23
8	GEOMETRIA DEL MURO	24
8.1	CARATTERISTICHE DEI TERRENI	24
8.1.1	<i>Terreno spingente</i>	24
8.1.2	<i>Terreno di fondazione</i>	25
8.2	DATI DI PROGETTO	25
8.3	ANALISI DEI CARICHI.....	28
8.3.1	<i>Sovraccarico permanente</i>	28
8.3.2	<i>Parapetto</i>	28
8.3.3	<i>Sovraccarico treni</i>	29

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	3 di 203

8.3.4	<i>Sisma</i>	32
8.4	COMBINAZIONI DI CARICO	32
8.5	VERIFICHE	39
8.5.1	<i>Verifiche geotecniche</i>	39
8.5.2	<i>Verifiche strutturali - Stato Limite Ultimo – Stato Limite di Esercizio</i>	40
8.5.3	<i>Verifica dei cedimenti</i>	51
8.5.4	<i>Verifica degli spostamenti in condizione sismica</i>	56
9	INCIDENZA ARMATURA.....	58
10	ALLEGATI	60

1 PREMESSA

Il progetto di raddoppio della tratta Cesano – Vigna di Valle, sulla linea ferroviaria Roma – Viterbo, costituisce la prima fase funzionale del più esteso intervento di raddoppio tra Cesano e Bracciano, previsto dal recente Accordo Quadro tra Regione Lazio e RFI del 22/02/2018.

La presente relazione riporta il dimensionamento e le verifiche dei muri contro terra previsti tra le progressive km 34+684.980 e km 34+755.03.

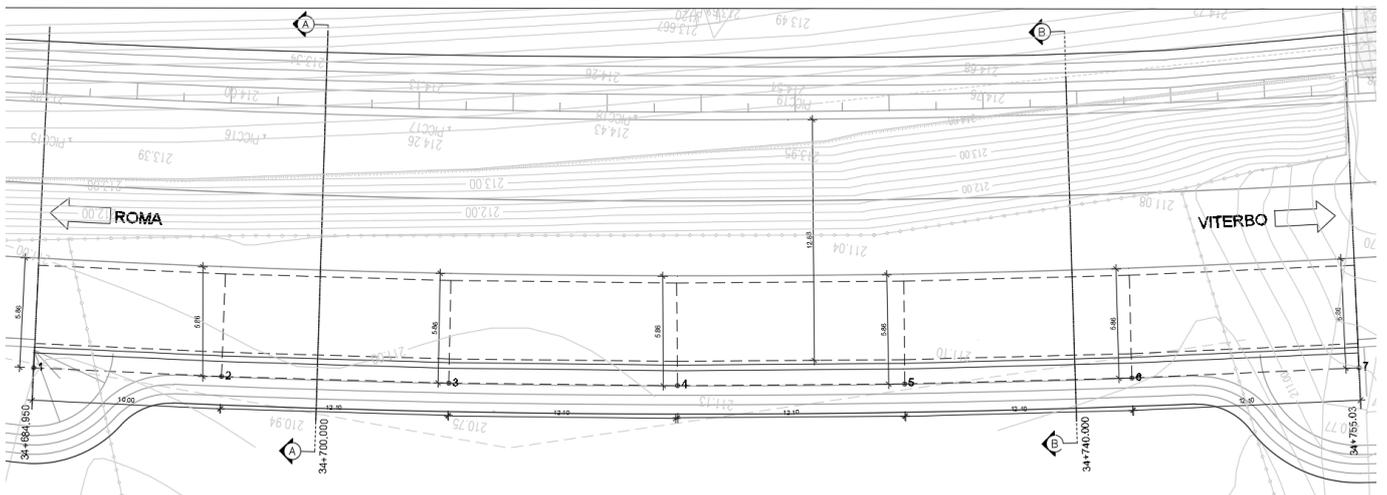


Figura 1-1: Planimetria di inquadramento

In particolare, è stato analizzato un tratto di 70,5 m attraverso uno sezione rappresentata nella figura seguente:

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	5 di 203

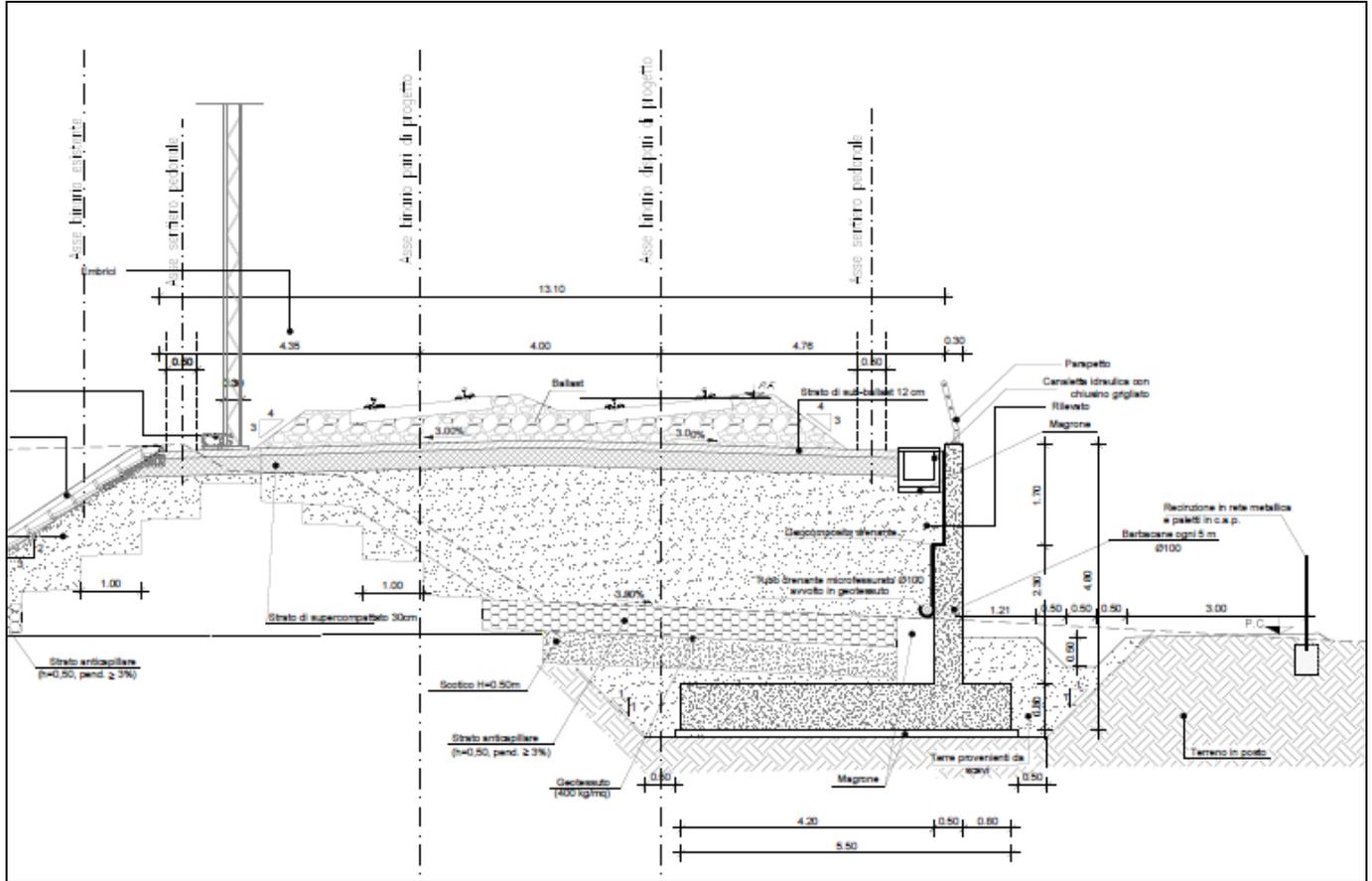


Figura 1-2: Sezione trasversale tipo

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE – PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	6 di 203

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 Normative di riferimento

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le prescrizioni contenute nelle seguenti normative:

- [1] D.M. 17.01.2018 Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”;
- [2] Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l’Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008;
- [3] RFI DTC SI CS MA IFS 001 B del 22-12-17: “Manuale di Progettazione delle Opere Civili” (MdP 2018) Parte II - Sezione 3: Corpo stradale;
- [4] RFI DTC SI CS MA IFS 001 B del 22-12-17: “Manuale di Progettazione delle Opere Civili” (MdP 2018) Parte II - Sezione 2: Ponti e strutture;
- [5] UNI EN 206-1:2016. “Calcestruzzo – Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità”;
- [6] UNI 11104-2016: Calcestruzzo,” Classi di esposizione per calcestruzzo strutturale, in funzione delle condizioni ambientali”;
- [7] UNI EN 1992-1-1:2015. “Eurocodice 2: Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”;
- [8] UNI EN 1997-1:2013 – “Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali”;
- [9] UNI EN 1998-5:2005 – “Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”.

2.2 Elaborati di progetto di riferimento

	Muro di sostegno lato BD dal km 34+684.98 al km 34+755.03																						
E160	Opera di sostegno BD - km 34+684.98 – 34+755.03 - Planimetria di tracciamento, profilo e sezioni 1	Varie	N	R	1	J	0	0	D	2	9	P	Z	R	I	0	0	0	5	0	1	5	B
E160	Opera di sostegno BD - km 34+684.98 – 34+755.03 - Planimetria di tracciamento, profilo e sezioni 2	Varie	N	R	1	J	0	0	D	2	9	P	Z	R	I	0	0	0	5	0	1	6	B
E160	Opera di sostegno BD - km 34+684.98 – 34+755.03 – Scavi - Pianta e sezioni 2	Varie	N	R	1	J	0	0	D	2	9	P	Z	R	I	0	0	0	5	0	1	7	B
E160	Opera di sostegno BD - km 34+684.98 – 34+755.03 - Relazione di calcolo	-	N	R	1	J	0	0	D	2	9	C	L	R	I	0	0	0	5	0	0	8	B

3 UNITÀ DI MISURA

Nei calcoli si farà uso delle seguenti unità di misura:

- per i carichi: kN/m^2 , kN/m , kN
- per i momenti: kNm
- per i tagli e sforzi normali: kN
- per le tensioni: N/mm^2
- per le accelerazioni: m/s^2

4 MATERIALI

4.1 Calcestruzzo per sottofondazioni

Per la realizzazione delle opere di sottofondazione impiegato un calcestruzzo con classe di resistenza **C12/15** e classe di esposizione **X0**.

4.2 Calcestruzzo per opere interrate o contro terra

Per la realizzazione delle opere interrate o contro terra verrà impiegato un calcestruzzo con classe di resistenza **C30/37** e classe di esposizione **XC3** con le seguenti caratteristiche:

- Classe di resistenza: C30/37
- Classe di esposizione: XC3
- Rapporto massimo acqua/cemento: 0,55
- Copriferro netto minimo: 40 mm
- Peso per unità di volume: $\gamma = 25,00 \text{ kN/m}^3$
- Resistenza caratteristica cubica: $R_{ck} = 37,00 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza caratteristica cilindrica: $f_{ck} = 30,71 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza cilindrica media: $f_{cm} = 38,71 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo a compressione: $f_{cd} = 17,40 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza media a trazione semplice (assiale): $f_{ctm} = 2,90 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza caratteristica a trazione semplice (frattile 5%): $f_{ctk} = 2,03 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo a trazione semplice: $f_{ctd} = 1,35 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico medio: $E_{cm} = 32836,57 \text{ N/mm}^2$
- Coefficiente parziale di sicurezza: $\gamma_c = 1,50$
- Deformazione al raggiungimento della massima tensione: $\epsilon_{c2} = 2,00 \text{ ‰}$
- Deformazione ultima: $\epsilon_{cu} = 3,50 \text{ ‰}$
- Coefficiente di dilatazione termica: $\alpha = 10 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

4.3 Acciaio in barre per getti e reti elettrosaldate

Per la realizzazione delle armature lente delle opere in cemento armato verrà fatto uso di acciaio tipo **B450C** con le seguenti caratteristiche meccaniche:

- Resistenza nominale di snervamento: $f_{yk} = 450,00 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza nominale di rottura: $F_{tk} = 540,00 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico: $E_s = 210.000,00 \text{ N/mm}^2$
- Coefficiente parziale di sicurezza: $\gamma_c = 1,15$
- Resistenza di calcolo: $f_{yd} = 391,30 \text{ N/mm}^2$

5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

La stratigrafia e i parametri da utilizzare per la verifica del muro sono i seguenti:

- Modello geotecnico n° 6, dalla pk 34+600 alla pk 36+050

Strato	Profondità da (m da p.c.)	Profondità a (m da p.c.)	Descrizione	Peso di volume γ [kN/m ³]	Tipo di terreno	Angolo di resistenza al taglio ϕ' (°)	C' (kPa)	Modulo elastico Eop (MPa)
1	0.00	10.00	Sabbia limosa /limo sabbioso	16.00	GG	30.00	0.00	20.00
2	10.00	18.00	Depositi vulcanici - Sabbia con ghiaia limosa	17.00	GG	32.00	0.00	55.00
3	18.00	21.00	Limo sabbioso debolmente argilloso	15.00	GF	25.00	10.00	15.00
4	21.00	30.00	Roccia basaltica	26.00	R	39.00	0.00	5000.00
Falda: non presente								
Categoria di suolo E								

La falda non è presente.

Per il calcolo dei cedimenti si fa riferimento al parametro $E_{s,med}$ che rappresenta il modulo di carico vergine del terreno ottenuto mediando i valori minimi e massimi del modulo elastico per la zona omogenea in oggetto:

$$E_{s,med} = 20 \text{ MPa}$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE – PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA NR1J	LOTTO 00 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0005008	REV. B

6 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Per la definizione dell'azione sismica sono necessarie delle valutazioni preliminari relative alle seguenti caratteristiche proprie della costruzione :

- Vita Nominale (V_N);
- Classe d'uso (C_u);
- Periodo di Riferimento (V_R).

Con riferimento invece alla tabella 2.5.1.1.2-1 (RFI DTC SI GE MA IFS 001 A del 22-12-17: “Manuale di Progettazione delle Opere Civili”, Parte II - Sezione 2) i muri oggetto di studio rientrano nelle "ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITA' $V < 250$ km/h" e pertanto si considera una vita nominale paria a $V_N = 75$ anni e una **classe d'uso II**, con associato coefficiente $C_u = 1.0$.

Il periodo di riferimento per l'azione sismica si valuta mediante la seguente espressione:

$$V_R = V_N \cdot C_u$$

Pertanto il periodo di riferimento per la struttura in esame risulta di **75 anni**.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g , nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente, con riferimento a prefissata probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R .

La normativa definisce le forme spettrali, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g – Accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 – Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_{C^*} - Periodo d'inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Nei confronti delle azioni sismiche si definiscono due stati limite di esercizio e due ultimi, che sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso.

L'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X ed Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra loro indipendenti.

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore dell'accelerazione orizzontale massima a_g su sito di riferimento rigido orizzontale. Sia la forma spettrale che il valore di a_g variano al variare della probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} . Lo spettro di risposta elastico orizzontale è descritto dalle seguenti espressioni:

$$0 \leq T \leq T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_c}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_c \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Agli stati limite ultimi le capacità dissipative delle strutture possono essere considerate attraverso una riduzione delle forze elastiche, tenendo conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovraresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni.

In tal caso lo spettro di progetto da utilizzare, sia per le componenti orizzontali, sia per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} .

L'accelerazione di picco assunta riferimento è $PGA = 0.074$.

L'amplificazione locale è valutata assumendo come sito di riferimento **Anguillara Sabazia**

Ne consegue che lo spettro di riferimento può essere assunto come nel seguito esposto.

Amplificazione stratigrafica:

La categoria di sottosuolo risulta essere la E per l'intero intervento. In base ad NTC per il caso in esame e $VR = 75$ anni, $S_s = 1.6$. Le linee guida regionali non comportano ulteriori amplificazioni. Analoghe considerazioni valgono anche per il coefficiente topografico, che per il sito in esame vale $St = 1$.

Di conseguenza si adottano S_s ed St ricavati con le formule/tabelle delle NTC.

Lo spettro di risposta elastico allo SLV (VR = 75 anni, TR = 712 anni) sarà caratterizzato dai seguenti valori:

$$a_g/g = 0.074$$

$$F_0 = 2.941$$

$$S = S_s \times S_t = 1.60$$

$$\eta = 1.0$$

$$T_B = 0.205 \text{ s}$$

$$T_C = 0.614 \text{ s}$$

$$T_D = 1.898 \text{ s}$$

In particolare, il valore dello spettro di risposta vale (VR=75 anni):

$$S_e(T=0) = a_g/g \times S = \mathbf{0.1184}$$

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:

LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE:

PROVINCIA:

COMUNE:

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta >

Variabilità dei parametri >

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri >

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta



Interpolazione:

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

Nodi del reticolo intorno al sito



FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info
 Coefficiente d'uso della costruzione - C_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

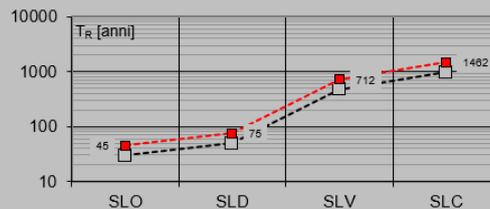
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="45"/>
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="75"/>
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="712"/>
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="1462"/>

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- o-- Strategia per costruzioni ordinarie
- ... Strategia scelta

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo info

$S_S =$ $C_c =$ info

Categoria topografica info

$h/H =$ $S_T =$ info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%) $\eta =$ info

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_s Regol. in altezza info

Compon. verticale

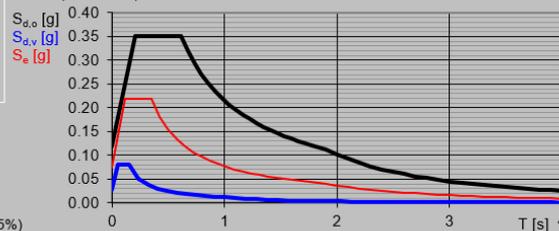
Spettro di progetto

Fattore q_v $\eta =$ info

Elaborazioni

- Grafici spettri di risposta
- Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



- Spettro di progetto - componente orizzontale
- Spettro di progetto - componente verticale
- Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.074 g
F_o	2.941
T_c	0.351 s
S_s	1.800
C_c	1.747
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.600
η	1.000
T_B	0.205 s
T_C	0.614 s
T_D	1.898 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.119
$T_B \leftarrow$	0.205	0.350
$T_C \leftarrow$	0.614	0.350
	0.675	0.319
	0.736	0.292
	0.797	0.270
	0.859	0.250
	0.920	0.234
	0.981	0.219
	1.042	0.208
	1.103	0.195
	1.164	0.185
	1.225	0.178
	1.286	0.167
	1.348	0.160
	1.409	0.153
	1.470	0.146
	1.531	0.140
	1.592	0.135
	1.653	0.130
	1.714	0.125
	1.775	0.121
	1.837	0.117
$T_D \leftarrow$	1.898	0.113
	1.998	0.102
	2.098	0.093
	2.198	0.084
	2.298	0.077
	2.398	0.071
	2.498	0.065
	2.599	0.060
	2.699	0.056
	2.799	0.052
	2.899	0.049
	2.999	0.045
	3.099	0.042
	3.199	0.040
	3.299	0.037
	3.399	0.035
	3.499	0.033
	3.600	0.031
	3.700	0.030
	3.800	0.028
	3.900	0.027
	4.000	0.028

In base alle accelerazioni massime attese sul sito in esame si valutano, alla luce dei parametri valutati sopra nella condizione di S.L.V., i coefficienti di intensità sismica da utilizzarsi nelle analisi pseudo statiche per i muri flessibili a L, con le espressioni che seguono:

$$k_h = \beta_m \frac{a_{max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

Essendo:

$$a_{max} = S_s \cdot S_t \cdot a_g$$

Nella precedente espressione, il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito è pari a:

$$\beta_m = 0.38 \text{ nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV)}$$

$$\beta_m = 0.47 \text{ nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD)}.$$

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

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

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE – PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA NR1J	LOTTO 00 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0005008	REV. B

7 METODO DI CALCOLO

L'analisi strutturale del muro di sostegno è stata condotta attraverso modelli di calcolo a mensola con incastro nella platea di fondazione (analisi del paramento) e con incastro nel paramento (analisi della fondazione lato valle e lato monte). Vista la geometria dell'opera a prevalente sviluppo longitudinale e le condizioni al contorno, le analisi e verifiche sono state effettuate prendendo in considerazione una porzione di muro corrispondente ad una larghezza unitaria, considerando a favore di sicurezza l'altezza massima del singolo muro (se trattasi di muri ad altezza costante) o l'altezza pari a 2/3 di quella massima (se trattasi di muri ad altezza variabile); cautelativamente si considera inoltre il minimo ricoprimento sul dente.

Si riporta di seguito una breve sintesi della procedura proposta per il calcolo delle spinte orizzontali agenti sulla parete dell'opera di sostegno e delle azioni verticali agenti sulla suola di fondazione.

7.1 Condizioni di spinta sul muro in condizioni statiche

Considerato un terrapieno con peso per unità di volume γ , sovraccarico uniforme su terrapieno q , condizioni drenate ed assenza di falda, si assume in genere la distribuzione di pressioni riportata nella Figura 7-2. Alla generica quota z dal piano campagna risulta:

$$\sigma_a = \gamma k_a z + q k_a - 2c' \sqrt{k_a}$$

$$\sigma_p = \gamma k_p z + q k_p - 2c' \sqrt{k_p}$$

Il problema si riconduce quindi al calcolo dei coefficienti di spinta attiva k_a o passiva k_p .

Con riferimento allo schema di Figura 7-1, in condizioni statiche il coefficiente di spinta attiva e quello di spinta passiva sono valutati attraverso le espressioni di Muller-Breslau (1924):

$$k_a = \frac{\text{sen}^2(\psi + \varphi)}{\text{sen}^2 \psi \cdot \text{sen}(\psi - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi + \delta) \cdot \text{sen}(\varphi - \varepsilon)}{\text{sen}(\psi - \delta) \cdot \text{sen}(\psi + \varepsilon)}} \right]^2}$$

$$k_p = \frac{\text{sen}^2(\psi - \varphi)}{\text{sen}^2 \psi \cdot \text{sen}(\psi + \delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi + \delta) \cdot \text{sen}(\varphi + \varepsilon)}{\text{sen}(\psi + \delta) \cdot \text{sen}(\psi + \varepsilon)}} \right]^2}$$

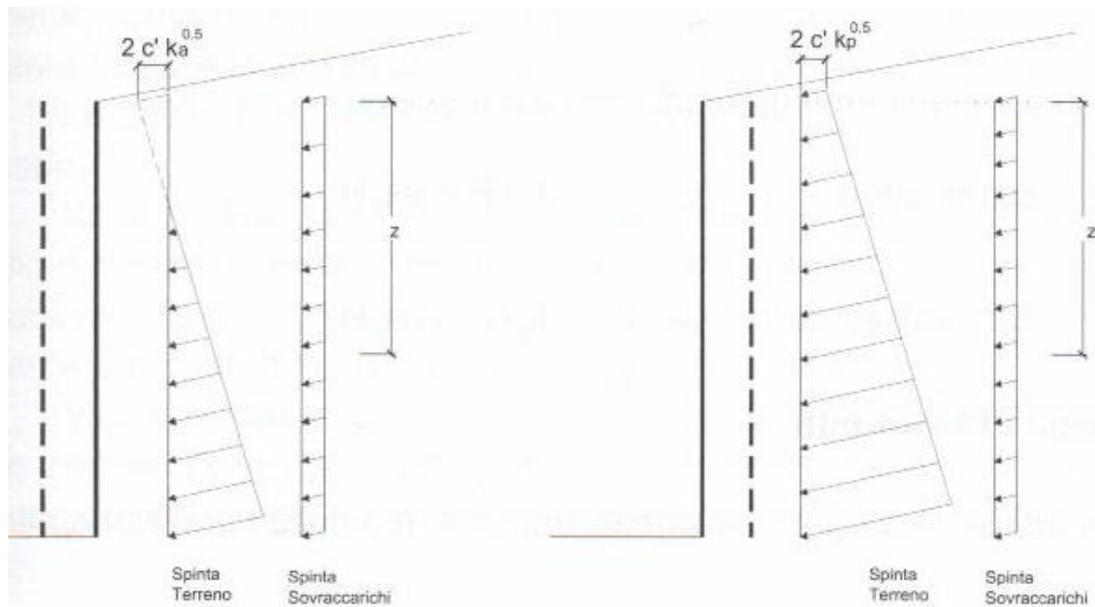


Figura 7-1: Spinte orizzontali in condizioni statiche

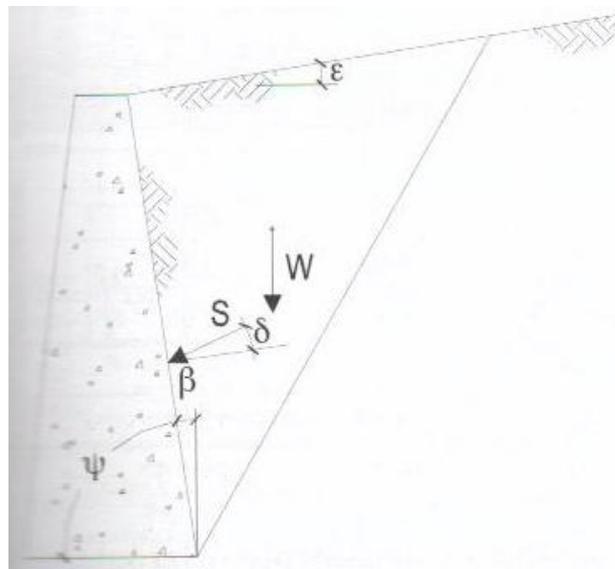


Figura 7-2: Parametri geometrici per la valutazione dei coefficienti di spinta

Il coefficiente di spinta passiva ove necessario può essere valutato con l'espressione di Caquot-Kerisel (1948) attraverso la quale si tiene in conto l'effetto sulla spinta della creazione in rottura passiva di superfici di scorrimento non piane. Non considerare tale effetto significherebbe sovrastimare considerevolmente la pressione passiva.

La distribuzione delle pressioni è da prassi considerata triangolare, mentre quella dei sovraccarichi è considerata costante con la profondità (rettangolare), per cui il punto di applicazione della spinta delle terre è posto a 1/3 dell'altezza del muro, mentre quella dei sovraccarichi è da considerarsi a metà dell'altezza del muro.

Si assume sulla superficie ideale passante per l'estremo di monte del muro $\delta = 0$ (pari alla pendenza del terreno di monte) come indicato nel manuale RFI Parte II – Sezione 3 Corpo stradale capitolo 3.10.3.3.

7.2 Condizioni di spinta sul muro in condizioni sismiche

L'analisi delle spinte sull'opera di sostegno in condizioni sismiche è eseguita attraverso metodi pseudo-statici. Nell'ipotesi di muro libero di muoversi in testa il metodo più appropriato è quello di Mononobe-Okabe il quale rappresenta un'estensione del criterio di Coulomb in cui il cuneo di rottura si muove come un corpo rigido soggetto ad accelerazioni verticali ed orizzontali. Tali accelerazioni sono espresse in funzione di opportuni coefficienti di intensità sismica k_v e k_h , menzionati anche dalle norme vigenti. Nel metodo considerato le condizioni di equilibrio limite sono espresse ancora da coefficienti di spinta attiva e passiva definiti a partire dalla geometria del sistema e dalle condizioni sismiche di calcolo.

Con riferimento allo schema di Figura 7-3, considerando un terreno in assenza di falda, si definisce:

$$\theta = \arctan \frac{k_h}{1 \pm k_v}$$

ed i coefficienti di spinta sono definiti da:

per $\varepsilon \leq \phi' - \theta$

$$k_a = \frac{\text{sen}^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \cdot \text{sen}^2 \psi \cdot \text{sen}(\psi - \delta - \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) \cdot \text{sen}(\phi - \varepsilon - \theta)}{\text{sen}(\psi - \delta - \theta) \cdot \text{sen}(\psi + \varepsilon)}} \right]^2}$$

per $\varepsilon \geq \phi' - \theta$

$$k_a = \frac{\text{sen}^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \cdot \text{sen}^2 \psi \cdot \text{sen}(\psi - \delta - \theta)}$$

$$k_p = \frac{\text{sen}^2(\psi + \varphi - \Theta)}{\cos \Theta \cdot \text{sen}^2 \psi \cdot \text{sen}(\psi + \Theta) \left[1 - \sqrt{\frac{\text{sen} \varphi \cdot \text{sen}(\varphi + \varepsilon - \Theta)}{\text{sen}(\psi + \Theta) \cdot \text{sen}(\psi + \varepsilon)}} \right]^2}$$

La spinta del terreno in condizioni sismiche vale perciò:

$$S_a = \frac{1}{2} \gamma (1 \pm k_v) k_a H^2$$

$$S_p = \frac{1}{2} \gamma (1 \pm k_v) k_p H^2$$

con inclinazione del piano di rottura valutabile attraverso l'espressione:

$$\alpha = \phi - \theta + \arctan \left[\sqrt{\frac{P \cdot (P + Q) \cdot (1 + Q \cdot R) - P}{1 + R \cdot (P + Q)}} \right]$$

essendo:

$$P = \tan(\phi - \theta - \varepsilon)$$

$$Q = \cotan(\phi - \theta - \beta)$$

$$R = \tan(\theta + \beta + \delta)$$

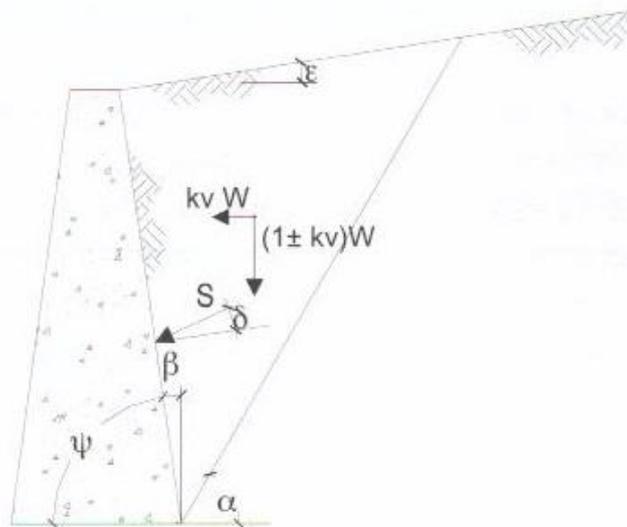


Figura 7-3: Azioni sismiche pseudo-statiche

Nel caso di terreno con presenza di falda e permeabilità inferiore a 5×10^{-4} m/sec si trascurano gli effetti idrodinamici dell'acqua maggiorando l'angolo θ secondo l'espressione:

$$\theta = \arctan \left(\frac{\gamma_{sat}}{\gamma_{sat} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \pm k_v} \right)$$

e la spinta agente sulla parete si definisce solo a mezzo di effetti statici:

$$S_a = \frac{1}{2} \gamma' (1 + k_v) k_a H^2 + \frac{1}{2} \gamma_w H^2$$

Nel caso di valori maggiori di permeabilità va considerato anche l'effetto dinamico valutabile con l'espressione:

$$E_{wd} = \frac{7}{2} k_h \gamma_w H^2$$

azione applicata ad un'altezza pari ad 0.4H dalla base del muro.

7.3 Verifiche geotecniche

Sono state condotte, in accordo con la normativa vigente, le seguenti verifiche globali di carattere geotecnico:

- verifica al ribaltamento, eseguita con riferimento allo spigolo anteriore della platea di fondazione, confrontando il momento stabilizzante M_s dovuto alle forze verticali con il momento ribaltante M_r provocato dalle forze orizzontali;
- verifica allo scorrimento, eseguita controllando che la somma delle forze orizzontali sia sufficientemente minore della forza di attrito che si può esplicare per effetto dei carichi verticali N al contatto tra platea di fondazione e terreno. Il coefficiente di attrito f è assunto pari a: $f = tg(\delta) = tg(\phi)$ e si trascura il contributo stabilizzante dovuto alla spinta passiva del terreno anteriore;
- verifica al carico limite dell'insieme fondazione-terreno utilizzando l'espressione della portanza unitaria limite secondo la teoria di Hansen;
- verifica di stabilità globale usando la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

7.4 Verifiche strutturali

Sono state condotte, infine, le verifiche locali degli elementi che costituiscono l'opera di sostegno, valutando in corrispondenza delle sezioni caratteristiche le sollecitazioni esterne e i corrispondenti stati tensionali. Le azioni sul paramento sono valutate considerando quest'ultimo incastrato nella soletta di fondazione. Le azioni sulla soletta di fondo (monte e valle) sono valutate col metodo del trapezio delle tensioni considerando questa incastrata al paramento.

8 GEOMETRIA DEL MURO

Si riportano di seguito le caratteristiche geometriche del muro.

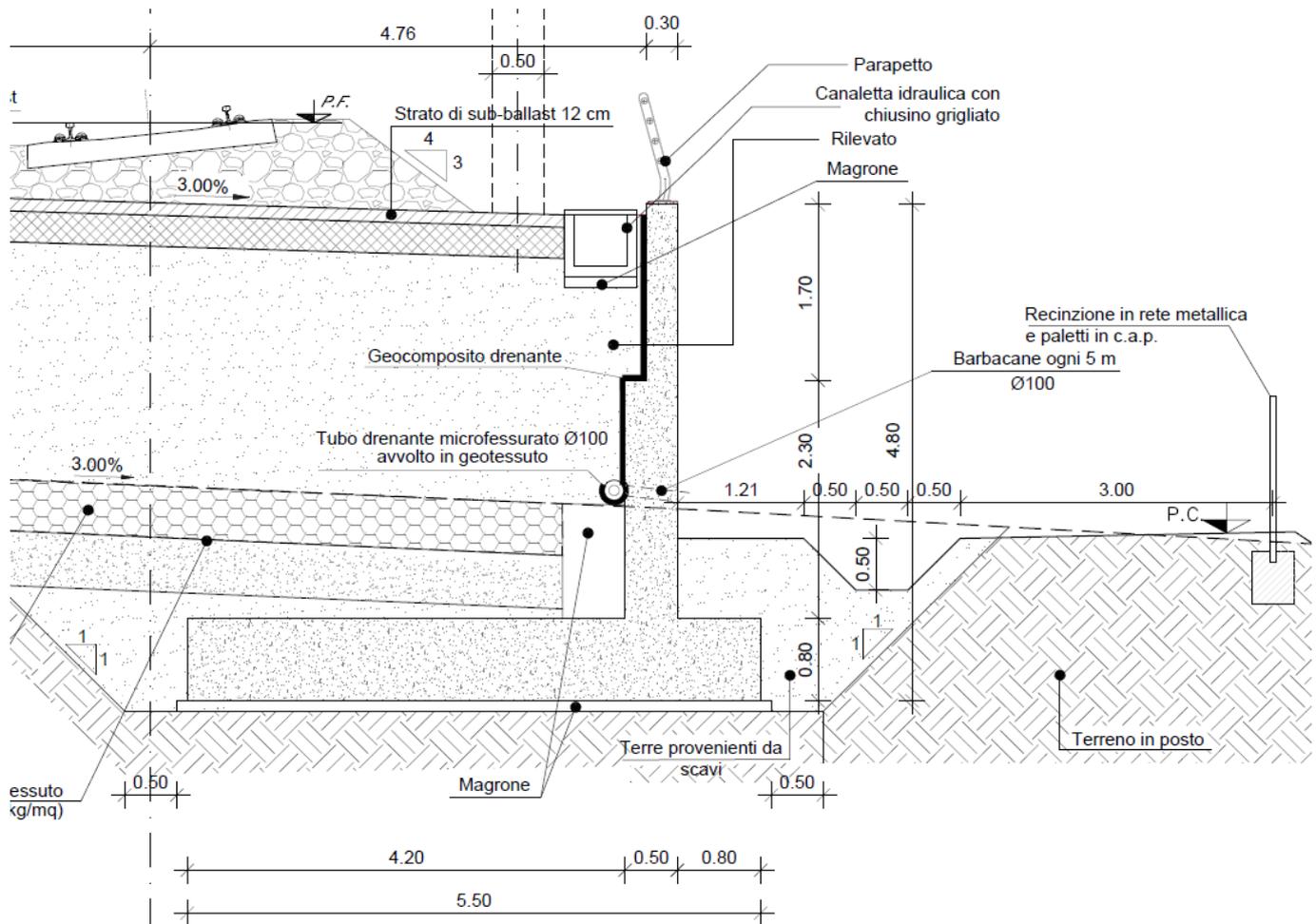


Figura 8-1: Sezione di riferimento muro

8.1 Caratteristiche dei terreni

8.1.1 Terreno spingente

Per il terreno spingente sono stati considerati i seguenti parametri geotecnici:

- Peso per unità di volume $\rightarrow \gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di attrito $\rightarrow \phi = 38,00^\circ$

- Angolo di attrito sulla superficie ideale a monte del muro $\rightarrow \delta_k = 0^\circ$
- Coesione efficace $\rightarrow c = 0,00 \text{ kN/m}^2$

8.1.2 Terreno di fondazione

Per il terreno di fondazione sono stati considerati i seguenti parametri geotecnici:

STRATO 1 (0 - 10m):

- Peso per unità di volume $\rightarrow \gamma = 16,00 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di attrito $\rightarrow \phi = 30,00^\circ$
- Coesione efficace $\rightarrow c = 0,00 \text{ kN/m}^2$

STRATO 2 (10 - 18m):

- Peso per unità di volume $\rightarrow \gamma = 17,00 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di attrito $\rightarrow \phi = 32,00^\circ$
- Coesione efficace $\rightarrow c = 0,00 \text{ kN/m}^2$

8.2 Dati di progetto

Per verificare l'adeguatezza della geometria del muro è stato verificato il muro sito alla progressiva km 34+755 in quanto rappresentante il caso più sfavorevole.

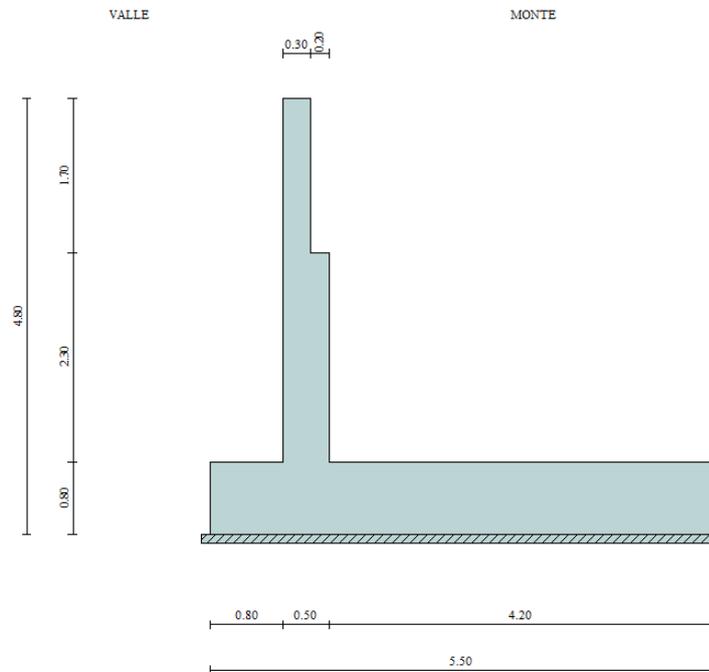


Figura 8-2: Sezione muro di calcolo

Geometria muro e fondazione

Descrizione

Muro a gradoni in c.a.

Descrizione dei gradoni

Simbologia adottata

Nr. numero d'ordine del gradone (a partire dall'alto)

Bs base superiore del gradone espressa in [m]

Bi base inferiore del gradone espressa in [m]

Hg altezza del gradone espressa in [m]

α_e inclinazione esterna del gradone espressa in [°]

α_i inclinazione interna del gradone espressa in [°]

Nr.	Bs	Bi	Hg	α_e	α_i
1	0.30	0.30	1.70	0.00	0.00
2	0.50	0.50	2.30	0.00	0.00
Altezza del paramento					4,00 [m]

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	27 di 203

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0.80 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	4.20 [m]
Lunghezza totale fondazione	5.50 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.80 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]

Materiali utilizzati per la struttura

Calcestruzzo

Peso specifico	24.517 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C30/37
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	37000000 [Pa]
Modulo elastico E	32836570000 [Pa]

Acciaio

Tipo	B450C
Tensione di snervamento σ_{fa}	449936256 [Pa]

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	0.02	-0.10	-78.69
2	1.36	-0.10	0.00
3	2.76	0.80	32.74
4	20.00	0.80	0.00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0.00	[%]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0.20	[m]

8.3 Analisi dei carichi

8.3.1 Sovraccarico permanente

Nelle analisi svolte si considera un riempimento a tergo del muro composto da terreno di riempimento per il quale si assumono i seguenti parametri geotecnici caratteristici in condizioni drenate, relativi a nuovi rilevati ferroviari:

$\gamma_k = 20,00 \text{ kN/m}^3$ peso dell'unità di volume;
 $\varphi_k = 38^\circ$ angolo di resistenza al taglio;
 $c_k = 0$ coesione;

Per il ballast, dello spessore di 0,8m, si è invece considerato peso dell'unità di volume $\gamma_k = 18 \text{ kN/m}^3$.

8.3.2 Parapetto

Il parapetto è modellato come un carico lineare di 1 kN/m.

Nota: Poichè il software di analisi Max14 non permette l'inserimento di più di un coefficiente γ (1,35) per i carichi permanenti, per l'imposizione dei carichi di parapetto ferroviario si è adottato un valore che tiene conto del diverso valore del coefficiente γ (1,50) da utilizzare nelle combinazioni di progetto. Il valore del carico applicato è $1.5/1.35 \times 1 = 1.11 \text{ kN/m}$.

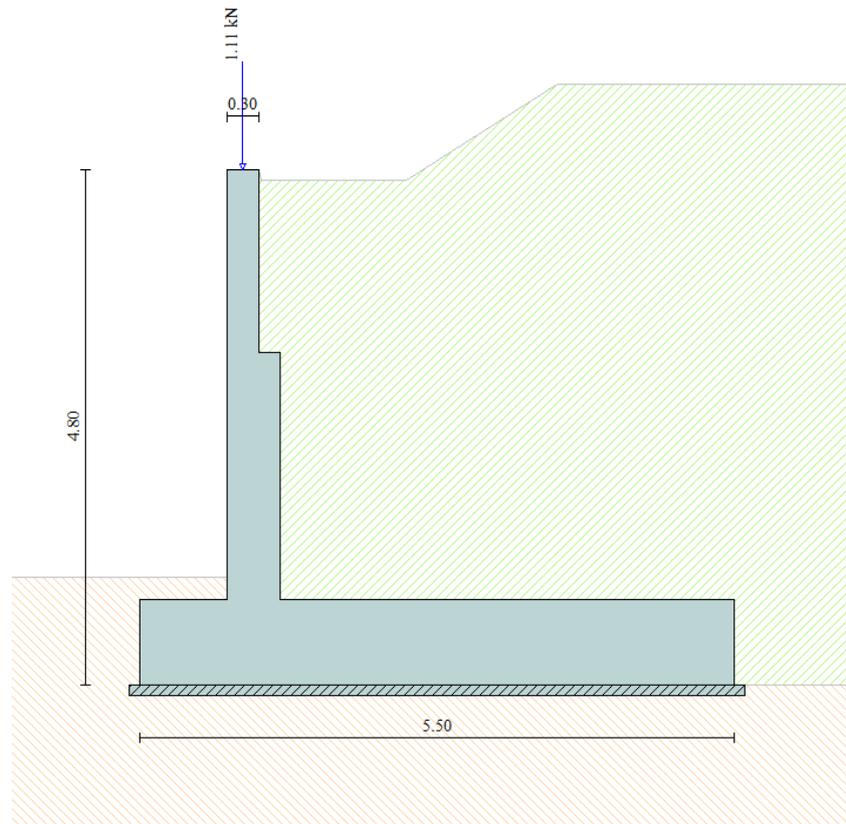


Figura 8-3 – Applicazione dei carichi: Peso parapetto

8.3.3 Sovraccarico treni

I carichi verticali sono definiti per mezzo di modelli di carico, in particolare sono forniti due treni di carico distinti: il primo rappresentativo del traffico normale LM71, il secondo rappresentativo del traffico pesante SW2.

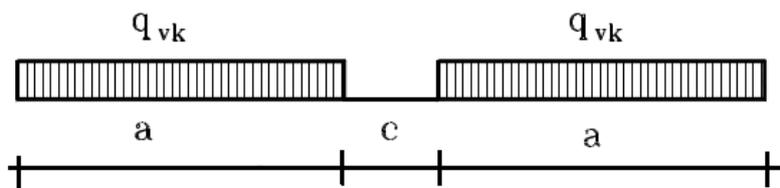
Coefficiente di adattamento α

I valori dei suddetti carichi relativi alla configurazione LM71 e SW2 dovranno essere moltiplicati per un coefficiente di adattamento, variabile in ragione della tipologia dell'Infrastruttura (ferrovia ordinaria, ferrovia leggera metropolitana), viene di seguito riportata la tabella con la variabilità del coefficiente in base al tipo di linea o categoria di linea.

Tipi di linea o categorie di linea STI	Valore minimo del fattore alfa (α)
IV	1.1
V	1.0
VI	1.1
VII-P	0.83
VII-F, VII-M	0.91

Per completezza di informazioni viene di seguito riportata la tabella attinente alla categorie di linea STI per il sottosistema Infrastruttura del sistema ferroviario convenzionale.

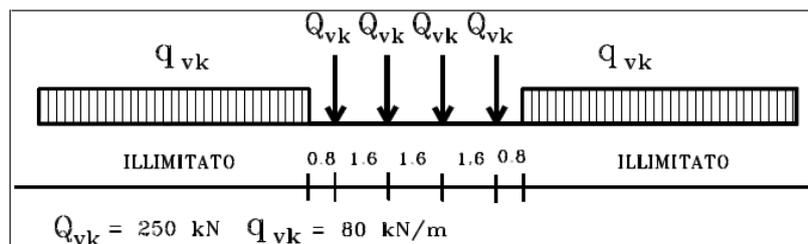
Treno di carico SW2



$$q_{\text{equivalente}} = 150/2.4 = 62.5 \text{ kN/m}^2$$

Categorie di linea STI		Tipo di traffico		
		Traffico passeggeri (P)	Traffico merci (F)	Traffico misto (M)
Tipo di linea	Nuova linea TEN fondamentale (IV)	IV-P	IV-F	IV-M
	Linea TEN fondamentale ristrutturata (V)	V-P	V-F	V-M
	Altra nuova linea TEN (VI)	VI-P	VI-F	VI-M
	Altra linea TEN ristrutturata (VII)	VII-P	VII-F	VII-M

Treno di carico LM71



E' stato applicato un carico distribuito equivalente dei 4 assi 250 kN ad interasse 1.60 m.

$$q_{\text{equivalente}} = 4 \times 250 / 6.40 = 156.25 \text{ kN/m.}$$

Il carico è opportunamente distribuito sulla larghezza della traversa, cioè 2,4m.

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	31 di 203

$$Q_{vk} = 4 \times 250 / (6.40 \times 2.4) = 65.10 \text{ kN/m}^2$$

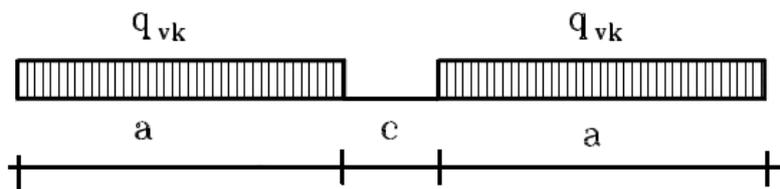
$$q = q_{\text{equivalente}} \times \alpha = 65.10 \times 1.10 = \mathbf{71.61 \text{ kN/m}^2}$$

$$q_{vk} = 80 / 2.4 = 33.33 \text{ kN/m}^2$$

$$q = q_{\text{equivalente}} \times \alpha = 33.33 \times 1.10 = \mathbf{36.67 \text{ kN/m}^2}$$

La diffusione attraverso lo spessore del ballast avviene in automatico, perché il ballast è effettivamente modellato.

Treno di carico SW2



$$q_{\text{equivalente}} = 150 / 2.4 = 62.5 \text{ kN/m}^2$$

$$q = q_{\text{equivalente}} \times \alpha = 62.5 \times 1.0 = \mathbf{62.50 \text{ kN/m}^2}$$

Ai fini del dimensionamento del muro di sostegno si considera il treno LM71 in quanto presenta un valore maggiore del carico verticale rispetto al treno SW/2.

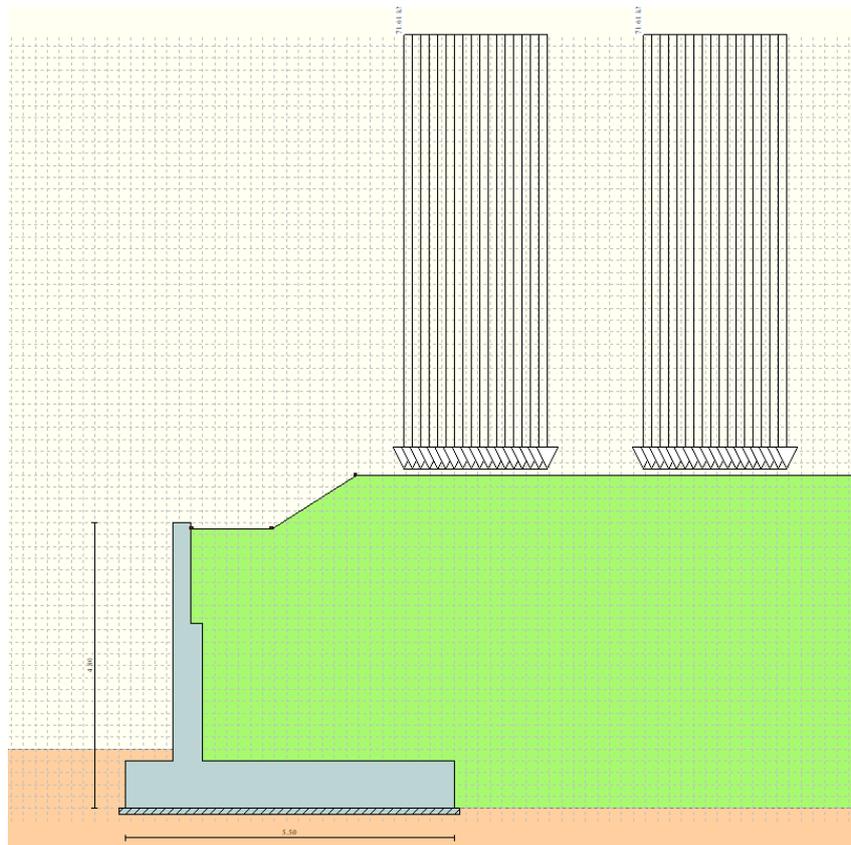


Figura 4 – Carico ferroviario

8.3.4 Sisma

Si rimanda al capitolo 6. Il software implementa automaticamente l'azione sismica come prescritta dal NTC 2018.

8.4 Combinazioni di carico

In accordo a quanto prescritto al §6.5.3.1.1 delle NTC2018, per il muro di sostegno sono state effettuate le verifiche con riferimento ai seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO):
 - scorrimento sul piano di posa (Approccio 2 – A1 + M1 + R3);
 - collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno (Approccio 2 – A1 + M1 + R3);
 - ribaltamento (Approccio 2 – A1 + M1 + R3); (il software la chiama EQU)
 - stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno (Combinazione – A2 + M2 + R2).
- SLU di tipo strutturale (STR)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE – PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA NR1J	LOTTO 00 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0005008	REV. B

- raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Si vedano le tabelle seguenti per i coefficienti A, M e R prescritti dal NTC 2018:

Tab. 5.2.V - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

Coefficiente			EQU ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁵⁾	1,00 ⁽⁶⁾	1,00
Ritiro, viscosità e cedimenti non imposti appositamente	favorevole	γ_{Ce}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevole	d	1,20	1,20	1,00

Tabella 8-1: Parametri per le verifiche

*) In condizioni sismiche i coefficienti parziali sui parametri geotecnici γ_m e sulle resistenze globali γ_R sono tutti unitari (vedasi MDP 2018, paragrafo §3.10.3.2.3).

Ai fini delle verifiche degli stati limite ultimi si definiscono le seguenti combinazioni:

$$\gamma_{G1} \cdot G1 + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$$

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio (tensioni) si definiscono le seguenti combinazioni:

Rara) $\rightarrow G1 + G2 + Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio (tensioni e fessurazione) si definiscono le seguenti combinazioni:

Frequente) $\rightarrow G1 + G2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

Quasi permanente) $\rightarrow G1 + G2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

Per la condizione sismica, la combinazione per gli stati limite ultimi da prendere in considerazione è:

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	34 di 203

Combinazione sismica $\rightarrow E+G_1+G_2+\sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

I valori di ψ_0 , ψ_1 , e ψ_2 per il carico variabile accidentale sono quelli prescritti dal Tab. 5.2.VI delle NTC 2018, pari rispettivamente a 0.8, 0.6 e 0 con $\psi_2 = 0.2$ per il sisma (5.2.2.8 delle NTC 2018).

Nota: Poichè il software di analisi Max14 non permette l'inserimento di più di un coefficiente γ per i carichi permanenti, al peso del ballast verrà assegnato un valore pari a $1.50/1.35 = 1.11 \rightarrow 1.11 \times 18 \text{ kN/m}^3 = 20 \text{ kN/m}^3$.

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

<i>F/S</i>	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso Parapetto	SFAV	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso Parapetto	SFAV	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 3 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso Parapetto	SFAV	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso Parapetto	SFAV	1.35	1.00	1.35

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	35 di 203

Combinazione n° 5 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso Parapetto	SFAV	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso Parapetto	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi treni	SFAV	1.45	1.00	1.45

Combinazione n° 8 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso Parapetto	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi treni	SFAV	1.45	1.00	1.45

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso Parapetto	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi treni	SFAV	1.45	1.00	1.45

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	36 di 203

Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso Parapetto	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi treni	SFAV	1.45	1.00	1.45

Combinazione n° 11 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso Parapetto	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi treni	SFAV	1.45	1.00	1.45

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi treni	SFAV	1.25	1.00	1.25

Combinazione n° 13 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
--	-----	----------	--------	-----------------

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	37 di 203

Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 18 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 19 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 20 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 21 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	38 di 203

Combinazione n° 22 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 23 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 24 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 25 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Peso Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 26 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Peso Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi treni	SFAV	1.00	0.60	0.60

Combinazione n° 27 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	39 di 203

Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Peso Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi treni	SFAV	1.00	1.00	1.00

8.5 Verifiche

8.5.1 Verifiche geotecniche

Le verifiche geotecniche sono state condotte direttamente con il software MAX14 secondo i requisiti delle NTC2018.

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati:

Simbologia adottata

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
<i>CS_{SCO}</i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<i>CS_{RIB}</i>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<i>CS_{QLM}</i>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<i>CS_{STAB}</i>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS_{SCO}	CS_{RIB}	CS_{QLM}	CS_{STAB}
1	A1-M1 - [1]	--	3.02	--	5.31	--
2	A1-M1 - [1]	--	4.07	--	4.53	--
3	A1-M1 - [1]	--	3.77	--	4.61	--
4	A1-M1 - [1]	--	3.32	--	5.11	--
5	EQU - [1]	--	--	8.73	--	--
6	STAB - [1]	--	--	--	--	1.83
7	A1-M1 - [2]	--	2.08	--	2.49	--
8	A1-M1 - [2]	--	1.86	--	2.25	--
9	A1-M1 - [2]	--	1.72	--	2.20	--
10	A1-M1 - [2]	--	2.23	--	2.47	--
11	EQU - [2]	--	--	3.55	--	--
12	STAB - [2]	--	--	--	--	1.42
13	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	2.90	--	5.03	--
14	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	2.86	--	5.20	--
15	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	6.74	--	--
16	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	5.52	--	--
17	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	2.06
18	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	2.05
19	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	2.66	--	4.48	--
20	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	2.62	--	4.63	--

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	40 di 203

21	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	5.71	--	--
22	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	4.82	--	--
23	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.96
24	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.96
25	SLEQ - [1]	--	4.07	--	6.11	--
26	SLEF - [1]	--	2.85	--	4.60	--
27	SLER - [1]	--	2.30	--	3.51	--

8.5.2 Verifiche strutturali - Stato Limite Ultimo – Stato Limite di Esercizio

Le verifiche allo Stato Limite Ultimo sono condotte secondo i paragrafi 4.1.2.3.4 (per la resistenza flessionale) e 4.1.2.3.5 (per la resistenza nei confronti di sollecitazioni taglianti) delle NTC2018.

L'obiettivo in termini di resistenza a taglio è dimostrare che la sezione sostiene il valore dello sforzo di taglio agente (V_{Ed}) senza armature trasversali.

Per ottenere i valori di progetto è stato usato il software MAX14.

- *Flessione e taglio (nel muro)*

Le sollecitazioni massime ottenute da MAX14 sono:

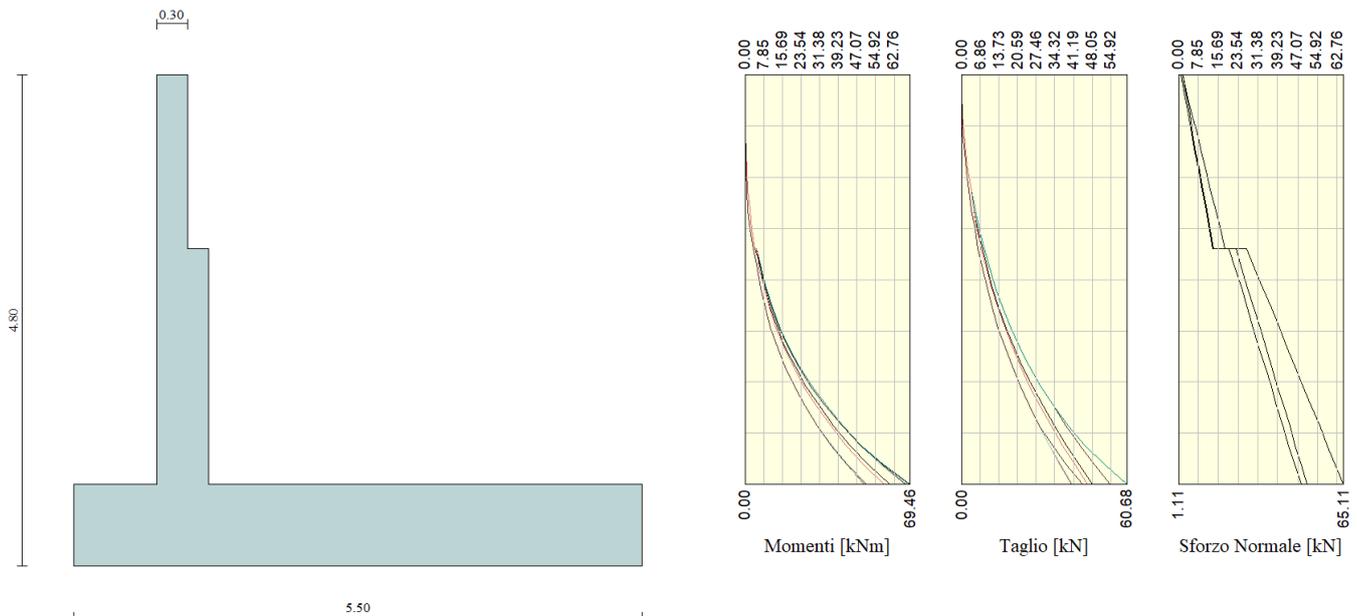


Figura 8-5 – Involuppo delle sollecitazioni nel muro (da MAX14)

Valore di progetto del momento flettente agente (parte superiore - 1.7m):

$$M_{Ed} = 4.44 \text{ kNm}$$

Valore di progetto del taglio agente (parte superiore -1.7m):

$$V_{Ed} = 8.26 \text{ kN}$$

Valore di progetto del momento flettente agente (parte inferiore - 4.10m):

$$M_{Ed} = 69.46 \text{ kNm}$$

Valore di progetto del taglio agente (parte inferiore - 4.10):

$$V_{Ed} = 60.68 \text{ kN}$$

- *Flessione e taglio (nella fondazione)*

Le sollecitazioni massime ottenute da MAX14 sono:

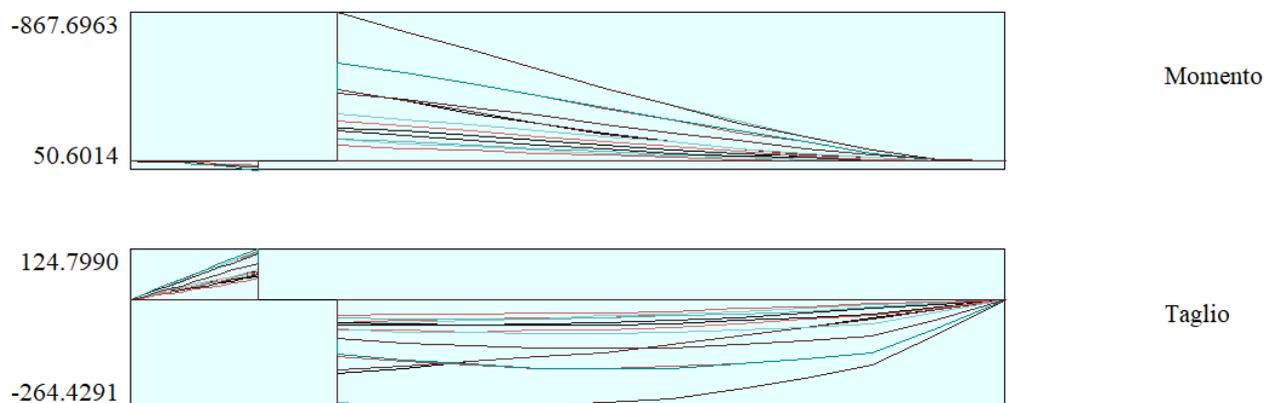


Figura 8-6 - Inviluppo di sollecitazioni nella fondazione (da MAX14)

Valore di progetto del momento flettente agente :

$$M_{Ed} = -867.69 \text{ kNm}$$

Valore di progetto del taglio agente:

$$V_{Ed} = -264.43 \text{ kN}$$

La resistenza delle sezioni muro e fondazione è stata determinata con il software RC-SEC, come mostrato di seguito.

Le verifiche agli Stati Limite di Esercizio SLE (tensioni e fessurazione) sono state condotte secondo quanto riportato nel manuale RFI Parte II Sezione 2 – Ponti e strutture con particolare riferimento al paragrafo 2.5.8.3.2.1 e 2.5.1.8.3.2.4.

- Le fessure limite sono: - $w_k = 0,20 \text{ mm}$ per la combinazione rara;
- La massima tensione di compressione del calcestruzzo, deve rispettare la limitazione seguente:
 - $\sigma_{c,max} \leq 0,55 f_{ck}$ per combinazione caratteristica (rara)
 - $\sigma_{c,max} \leq 0,40 f_{ck}$ per combinazione quasi permanente.
- La tensione massima dell'acciaio per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	42 di 203

- $\sigma_{s,max} \leq 0,75 f_{yk}$ per combinazione caratteristica (rara)

Di seguito si riportano le sollecitazioni massime per gli SLE rara e SLE quasi permanente.

Sollecitazioni SLE Rara:

Muro

M = 3.29 kNm (per la parte superiore)

M = 51.13 kNm (per la parte inferiore)

Fondazione

M = -402.20 kNm

Sollecitazioni SLE Quasi-Permanente:

Muro

M = 3.29 kNm (per la parte superiore)

M = 50.10 kNm (per la parte inferiore)

Fondazione

M = 95.45 kNm

Le verifiche sono state condotte con il software RC-SEC.

Riassunto delle armature

• *Sezione superiore del muro*

Lato a monte $\Phi 12$ ogni 200mm

Lato a valle $\Phi 12$ ogni 200mm

**Armatura orizzontale
nei entrambi lati** $\Phi 10$ ogni 200mm

• *Sezione inferiore del muro*

Lato a monte $\Phi 24$ ogni 200mm

Lato a valle $\Phi 20$ ogni 200mm

**Armatura orizzontale
nei entrambi lati** $\Phi 12$ ogni 200mm

• *Sezione della fondazione*

Armatura superiore, dir. principale $\Phi 24$ ogni 100mm

Armatura superiore, dir. secondaria $\Phi 16$ ogni 200mm

Armatura inferiore, dir. principale $\Phi 24$ ogni 100mm

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	43 di 203

Armatura inferiore, dir. secondaria $\Phi 16$ ogni 200mm

Sezione superiore del muro

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	17.00	MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.900	MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.000	MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.500	MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta 1 * \beta 2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta 1 * \beta 2$:	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	360.00	MPa	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	30.0	cm
Barre inferiori:	5 Φ 12	(5.7 cm ²)
Barre superiori:	5 Φ 12	(5.7 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	4.6	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	4.6	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	10.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale			
MT	Momento torcente [kN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	4.44	8.26	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	44 di 203

con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	3.29

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	3.29 (47.05)

RISULTATI DEL CALCOLO

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]; deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	4.44	0.26	60.05	13.526	26.9	0.12	0.70	11.3 (4.3)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	30.0	-0.00177	25.4	-0.02561	4.6

VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct Taglio trazione resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d Altezza utile sezione [cm]
bw Larghezza minima sezione [cm]
Ro Rapporto geometrico di armatura longitudinale [< 0.02]
Scp Tensione media di compressione nella sezione [Mpa]

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	45 di 203

N°Comb Ver Ved Vwct d bw Ro Scp

1 S 8.26 136.49 25.4 100.0 0.0045 0.00

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a $5(c+\varnothing/2)$ e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.47	30.0	0.00	24.4	-24.9	25.4	8.1	812	5.7	22.7

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00015	0.00004	0.50	0.60	0.000075 (0.000075)	429	0.032 (990.00)	47.05

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.47	30.0	0.00	24.4	-24.9	25.4	8.1	812	5.7	22.7

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00015	0.00004	0.50	0.40	0.000075 (0.000075)	429	0.032 (0.20)	47.05

Sezione inferiore del muro

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto fcd:	17.00 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	46 di 203

Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0	MPa
Resis. media a trazione fctm:	2.900	MPa
Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.000	MPa
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.500	MPa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1^* \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1^* \beta_2$:	0.50	
	Comb.Rare - Sf Limite:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	50.0	cm
Barre inferiori:	5Ø24	(22.6 cm ²)
Barre superiori:	5Ø20	(15.7 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.2	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	10.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale			
MT	Momento torcente [kN m]			
N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	69.46	60.68	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx
1	0.00	51.13

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	
N°Comb.	N	Mx

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	47 di 203

1 0.00 50.10 (149.26)

RISULTATI DEL CALCOLO

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd,Mx rd) e (N,Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	69.46	0.08	372.84	5.368	44.4	0.12	0.70	22.6 (7.5)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	50.0	0.00037	45.0	-0.02456	5.2

VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
 Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
 Vwct Taglio trazione resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
 d Altezza utile sezione [cm]
 bw Larghezza minima sezione [cm]
 Ro Rapporto geometrico di armatura longitudinale [< 0.02]
 Scp Tensione media di compressione nella sezione [Mpa]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	60.68	221.89	44.8	100.0	0.0050	0.00

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	R10005008	B	48 di 203

Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a $5(c+\varnothing/2)$ e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.57	50.0	0.00	36.8	-56.1	45.0	12.3	1225	22.6	22.4

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00033	0.00012	0.50	0.60	0.000168 (0.000168)	357	0.060 (990.00)	149.26

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.54	50.0	0.00	36.8	-55.0	45.0	12.3	1225	22.6	22.4

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00032	0.00012	0.50	0.40	0.000165 (0.000165)	357	0.059 (0.20)	149.26

Fondazione

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto fcd:	17.00 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.900 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	18.000 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	13.500 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
	ACCIAIO -	Tipo:

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	49 di 203

Resist. caratt. a snervamento f_{yk} :	450.00	MPa
Resist. caratt. a rottura f_{tk} :	450.00	MPa
Resist. a snerv. di progetto f_{yd} :	391.30	MPa
Resist. ultima di progetto f_{td} :	391.30	MPa
Deform. ultima di progetto E_{pu} :	0.068	
Modulo Elastico E_f :	200000.0	MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	80.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	5.2	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	5.2	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione			
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale			
MT	Momento torcente [kN m]			

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	867.69	264.43	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	402.20

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione	

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	95.45 (428.49)

RISULTATI DEL CALCOLO

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	50 di 203

N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd,Mx rd) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]; deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	867.69	0.18	1254.15	1.445	73.0	0.09	0.70	45.2 (12.5)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	80.0	0.00089	74.8	-0.03399	5.2

VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver	S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [< 0.02]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [Mpa]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	264.43	357.83	74.8	100.0	0.0060	0.00

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a $5(c+\varnothing/2)$ e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	3.64	80.0	0.00	57.9	-130.5	74.8	13.0	1300	45.2	10.0

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	51 di 203

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00072	0.00027	0.50	0.60	0.000391 (0.000391)	253	0.099 (990.00)	428.49

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.87	80.0	0.00	57.8	-31.0	74.8	13.0	1300	45.2	10.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

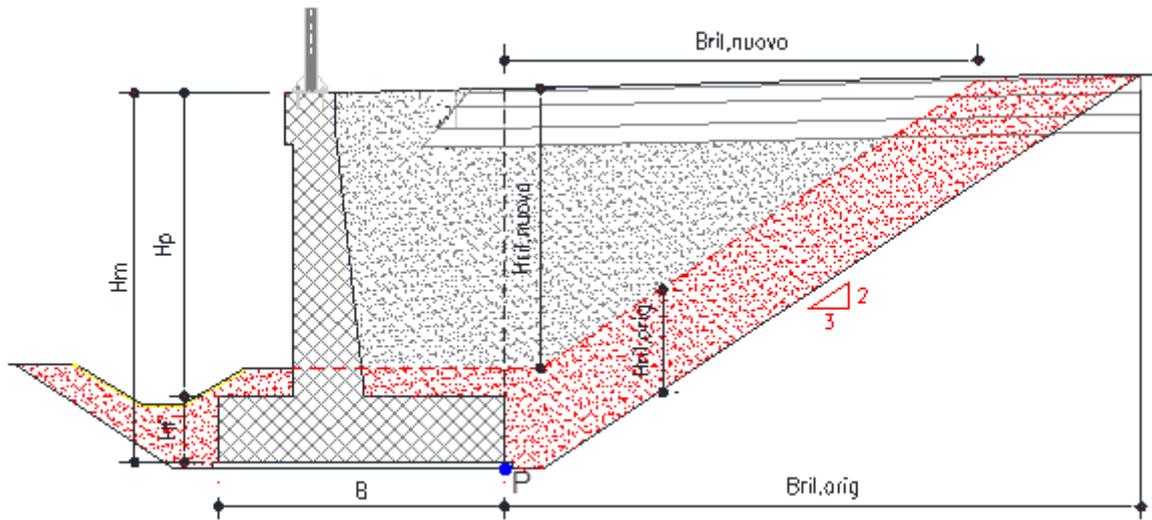
N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00017	0.00006	0.50	0.40	0.000093 (0.000093)	253	0.024 (0.20)	428.49

8.5.3 Verifica dei cedimenti

Per la valutazione dei cedimenti si schematizza il terreno di fondazione come un semispazio elastico e la valutazione dell'entità dei cedimenti è condotta sulla base della teoria dell'elasticità [vedi, per esempio, Timoshenko e Goodier (1951) "Theory of elasticity"].

La stima del cedimento considererà sia il contributo derivante dal muro che quello del nuovo rilevato ferroviario.

Lo schema tipico di calcolo è rappresentato nella seguente figura:



Il cedimento è valutato nel punto di controllo P presente all'interfaccia fra muro e rilevato di monte ed è dato dalla somma dei vari contributi presenti di seguito descritti:

ΔH_{qric} = cedimento per ripristino del terreno di valle;

ΔH_{qnet} = cedimento per incremento di carico dovuto al nuovo muro;

$\Delta H_{qril,orig}$ = cedimento per ripristino del rilevato scavato lato monte;

$\Delta H_{qril,nuovo}$ = cedimento per nuovo rilevato lato monte;

ΔH_{qtraf} = cedimento per sovraccarico ferroviario su rilevato di monte;

La fascia rappresentata in colore rosso è relativa alla parte di rilevato originale che viene rimosso in fase di scavo per la realizzazione del muro e che quindi rappresenta la quota parte di cedimento ($\Delta H_{qric} + \Delta H_{qril,orig}$) valutato utilizzando il modulo elastico di ricarico del terreno.

Il parametro $E_{s,med}$ rappresenta il modulo di carico vergine del terreno valutato nella relazione geotecnica (cui si rimanda per i dettagli) ed è utilizzato nella valutazione dei contributi al cedimento per i restanti carichi.

Il procedimento prevede, per i singoli contributi, la valutazione preliminare dell'andamento dell'incremento di sforzo sulla verticale nel punto di controllo considerando un carico rettangolare uniforme q_i , valutato mediante il metodo di Boussinesq. Applicando poi il principio di sovrapposizione degli effetti si otterrà l'incremento di sforzo totale sulla verticale del punto di controllo. Lo scopo è quello di assicurarsi che nell'ambito della profondità significativa (assunta pari a $5B$) si arrivi effettivamente ad un incremento di tensioni trascurabile.

La stima dell'incremento di sforzo si ottiene quindi come:

$$\Delta \sigma_v = \sum 2 q_i / 2\pi [\text{artg}(L'B'/cz) + L'B'z/c (1/m^2 + 1/n^2)]$$

Dove:

q_i = pressione applicata

q = pressione in corrispondenza del piano di posa della fondazione = $N_{Ed}/(B' L')$

γ = peso per unità di volume del terreno

h = dislivello fra piano campagna e imposta fondazione

B' = dimensione minore della fondazione (nel caso specifico sarà la base efficace $B' = B - 2e_B$)

L' = dimensione maggiore della fondazione (nel caso specifico sarà la larghezza efficace $L' = L - 2e_L$)

z = profondità da piano di posa della fondazione

$c = (L'^2 + B'^2 + z^2)^{0.5}$

$m^2 = L'^2 + z^2$

$n^2 = B'^2 + z^2$

Il calcolo del cedimento si basa sulla teoria dell'elasticità. Sulla base dei parametri di deformabilità del terreno (considerando a seconda del carico le curve di ricarico e carico vergine) si stima il cedimento nel punto P, sommando i contributi dei vari carichi, attraverso la:

$$\Delta H_i = \sum 2 q_i B' (1 - \mu^2) / E_i I_s I_F$$

Dove:

q_i e B' assumono i precedenti significati, mentre:

μ = coefficiente di poisson del terreno

E_i = modulo elastico dello strato i-esimo di terreno

$I_s = I_1 + (1 - 2\mu)/(1 - \mu) I_2$ = coefficiente di influenza legato alle dimensioni $B' L'$

$I_1 = 1/\pi \{ \{ M \ln[(1 + (M^2 + 1)^{0.5} (M^2 + N^2)^{0.5} / (M (1 + (M^2 + N^2 + 1))) + \ln[(M + (M^2 + 1)^{0.5} (1 + N^2)^{0.5} / (M + (M^2 + N^2 + 1)^{0.5})] \}$

$I_2 = N/2\pi \tan^{-1}[M/(N (M^2 + N^2 + 1)^{0.5})]$

$M = L'/B'$

$N = H/B'$

$H = 5 B$ = profondità significativa, ossia oltre la quale l'incremento di tensioni diventa trascurabile (<10%)

I_F = coefficiente di influenza, che tiene conto della profondità del piano di posa. Tale coefficiente assume valori minori all'unità all'aumentare della profondità e che cautelativamente è stato posto pari a 1

L'estensione dello strato significativo è stato posto pari a cinque volte la base della fondazione come suggerito da Newmark. Si considera inoltre che in prima istanza il metodo considerava l'ipotesi di fondazioni flessibili, la presenza come nel nostro caso di fondazione rigida lo stesso autore indica una riduzione di circa il 7% dei

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE – PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA NR1J	LOTTO 00 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0005008	REV. B

cedimenti, tale aspetto è tenuto in conto considerando un coefficiente $I_{sr} = 0.93$ I_s nel calcolo dei contributi derivanti dal muro.

Per verificare i cedimenti si è fatto riferimento allo stato limite di esercizio quasi permanente - (SLE quasi permanente). I risultati di pressione derivati in MAX14 sono riportati qui di seguito.

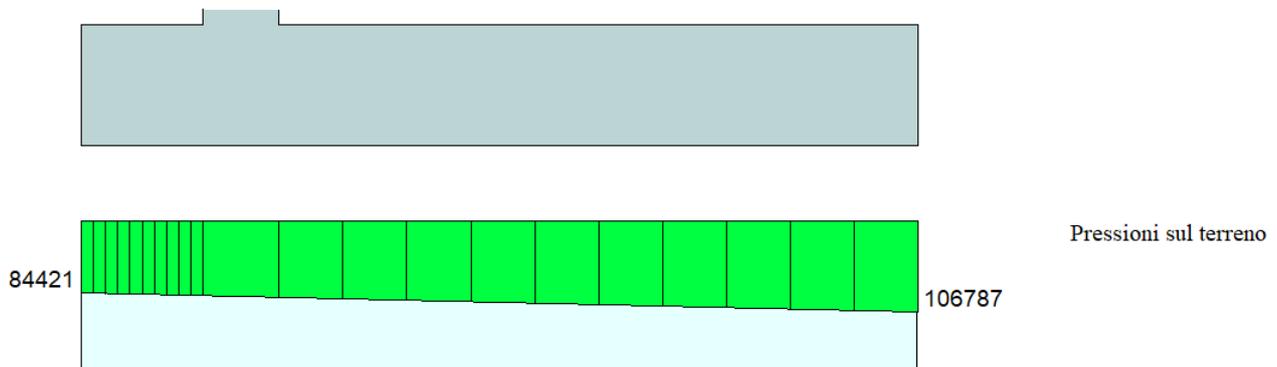


Figure 8-7 – Pressione sul terreno sotto la fondazione per SLE quasi permanente [Pa]

Larghezza fondazione= 5.50 m

H rilevato esistente in corrispondenza della fondazione del muro = 2.00 m

Pressione in scarico/ricarico = $2 \times 16 = 32$ kPa

Pressione media dalla fondazione = $(107 - 84) \times 2/3 + 84 = 99$ kPa

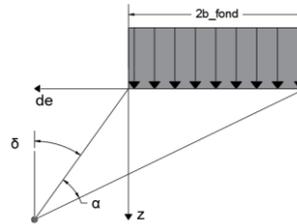
Pressione in compressione vergine = $99 - 32 = 67$ kPa

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	55 di 203

STRATIGRAFIA

Peso per unità di volume	$\gamma_{\text{terreno}} = 17.00 \text{ kN/m}^3$
Modulo elastico di compressione vergine	$E_{vc} = 20.00 \text{ MPa}$
Modulo elastico di scarico e ricarico	$E_{ur} = 20.00 \text{ MPa}$
Profondità falda rispetto alla fondazione	$H_w = 30.00 \text{ m}$



MURO DI SOSTEGNO

Larghezza della fondazione	$2b_{\text{fond}} = 5.50 \text{ m}$
Azione di calcolo	$q_{\text{fond}} = 99.00 \text{ kN/m}^2$
Azione di compressione vergine	$q_{\text{fond_vc}} = 67.00 \text{ kN/m}^2$
Azione di ricompressione	$q_{\text{fond_ur}} = 32.00 \text{ kN/m}^2$

RILEVATO

BLOCCHI_COMPRESSIONE VERGINE

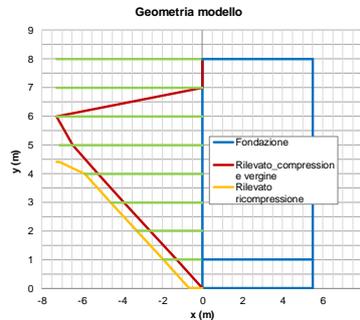
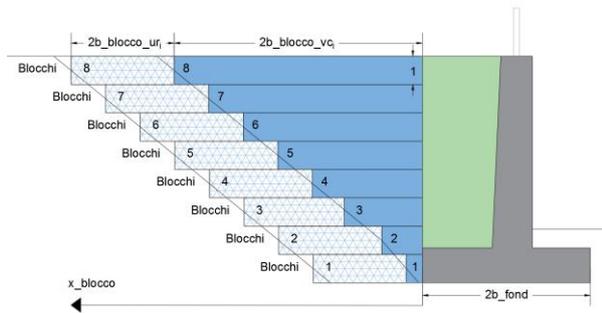
	Blocco 1	Blocco 2	Blocco 3	Blocco 4	Blocco 5	Blocco 6	Blocco 7	Blocco 8	
Distanza del blocco dalla fondazione	$x_{\text{blocco}} = 0.00$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	m
Larghezza del blocco	$2b_{\text{blocco_vc}} = 1.30$	2.60	3.90	5.20	6.47	7.26	0.00	0.00	m
Peso del blocco per unità di volume	$q_{\text{blocco_vc}} = 20.00$	20.00	20.00	20.00	20.00	11.80	0.00	0.00	kPa

BLOCCHI_RICOMPRESSIONE

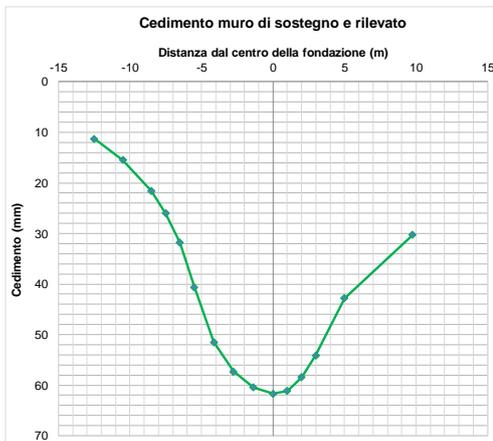
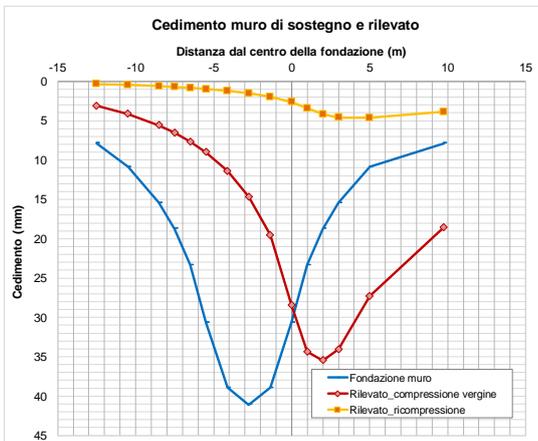
	Blocco 1	Blocco 2	Blocco 3	Blocco 4	Blocco 5	Blocco 6	Blocco 7	Blocco 8	
Distanza del blocco dalla fondazione	$x_{\text{blocco}} = 1.30$	2.60	3.90	5.20	6.47	7.26	0.00	0.00	m
Larghezza del blocco	$2b_{\text{blocco_ur}} = 0.66$	0.66	0.66	0.66	0.66	0.00	0.00	0.00	m
Peso del blocco per unità di volume	$q_{\text{blocco_vc}} = 20.00$	20.00	20.00	20.00	20.00	11.80	0.00	0.00	kPa

CALCOLO

Criterio definizione della profondità significativa: sulla base di un valore target di incremento di sforzo
 Valore target di incremento di sforzo $\Delta\sigma_v/\sigma'_v0 = 0.10$
 Profondità significativa $z_{\text{calc}} = 20.00$



SINTESI DEI RISULTATI



Cedimento massimo = 62mm

Il cedimento ottenuto, circa 62 mm, è immediato, pertanto non ci sono problemi per i binari costruiti successivamente.

8.5.4 Verifica degli spostamenti in condizione sismica

Nel caso particolare di muri di sostegno gli spostamenti permanenti potranno, in via semplificata, essere determinati con la seguente relazione:

$$d = (S_S \cdot S_T \cdot B) \cdot e^{A(a_c/a_{max})}$$

dove:

S_S e S_T sono i coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica (§ 3.2.3.2 NTC08);

a_{max} è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito (§ 7.11.6.2.1 NTC08);

a_c è l'accelerazione critica e rappresenta il valore limite dell'accelerazione al di sotto del quale l'opera non subisce spostamenti;

A, B sono coefficienti raccolti nella seguente tabella in funzione di a_{max} e della categoria di sottosuolo (Rampello et al., 2008).

L'accelerazione critica a_c potrà essere determinata imponendo che, nella verifica allo scorrimento - effettuata prendendo a riferimento i valori caratteristici di azioni e resistenze (coefficienti γ_F e γ_M pari ad 1) - il rapporto R_d/E_d sia pari a 1.

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	57 di 203

Sottosuolo	Cat. A		Cat. B		Cat. C, D, E	
	A	B	A	B	A	B
a_{max}/g						
0.3 – 0.4	-7.5	1.21	-7.9	1.06	-7.4	0.56
0.2 – 0.3	-7.42	1.28	-7.79	1.11	-7.54	0.58
0.1 – 0.2	-7.48	0.65	-7.86	0.73	-8.05	0.86
≤ 0.1	-7.87	0.28	-7.86	0.3	-8.07	0.44

Ss 1.6

St 1

A -8.07

B 0.44

ac 0.23 g

amax (SLD) 0.0704 g

d= 2.5E-12 m < 0.02 m Verificato

9 INCIDENZA ARMATURA

I valori delle incidenze di armatura lenta sono indicati nella seguente tabella:

- Paramento = **85 kg/m³**
- Fondazione = **126 kg/m³**;

Come previsto dall' Eurocodice (UNI EN 1992-1-1) per le piastre a portanza unidirezionale si raccomanda di prevedere un'armatura secondaria in quantità non minore del 20% dell'armatura principale.

Nel calcolo è stato considerato un incremento del 15% per tener conto della presenza di legature, spille, distanziatori e sovrapposizioni.

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	59 di 203

Geometria muro tipo A

Paramento

H _{sez1}	0.3 m
H _{sez2}	0.5 m
B _{sez}	1 m
L _{sez1}	1.7 m
L _{sez2}	2.3 m
Vol. per m di muro	1.66 m ³

Fondazione

H _{sez}	0.8 m
B _{sez}	1 m
L _{sez}	5.5 m
Vol. per m di muro	4.4 m ³
Peso acciaio	7850 kg/m ³
Percentuale di legature	0.15

Ferri di paratia (per m di muro)

	φ	A	n° barre	peso
	mm	m ²	-	kg/m
<u>Parte superiore</u>				
Lato a monte, arm. verticale	12	0.000113	5	7.546
Lato a valle arm. verticale	12	0.000113	5	7.546
Lato a monte, arm. orizzontale	10	7.85E-05	9	5.549
Lato a valle arm. Orizzontale	10	7.85E-05	9	5.549
<u>Parte inferiore</u>				
Lato a monte, arm. verticale	24	0.000452	5	40.839
Lato a valle arm. verticale	20	0.000314	5	28.361
Lato a monte, arm. orizzontale	12	0.000113	12	10.654
Lato a valle arm. Orizzontale	12	0.000113	12	10.654

Incidenza paramento **80.85 kg/m³**

Ferri di fondazione (per m di muro)

	φ	A	n° barre	peso
	mm	m ²	-	kg/m
Armatura superiore, dir.				
Principale	24	0.000452	10	195.319
Armatura inferiore, dir.				
Principale	24	0.000452	10	195.319
arm. Orizzontale superiore	16	0.000201	29	45.772
arm. Orizzontale inferiore	16	0.000201	29	45.772

Incidenza Fondazione **126.02 kg/m³**

10 ALLEGATI

ALLEGATO 1: report di calcolo MAX14 per le verifiche del muro

Progetto: Muro di sostegno

Ditta:

Comune:

Progettista:

Direttore dei Lavori:

Impresa:

Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

- Legge nr. 64 del 02/02/1974.

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- D.M. 9 Gennaio 1996

Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996

- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno

- Verifica a ribaltamento

- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa

- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	61 di 203

- Verifica della stabilità globale

Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali

Calcolo della spinta sul muro

Valori caratteristici e valori di calcolo

Effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali γ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

Metodo di Culmann

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione p rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

Spinta in presenza di sisma

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta ε l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e β l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta S' considerando un'inclinazione del terrapieno e della parete pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta$$

$$\beta' = \beta + \theta$$

dove $\theta = \arctg(k_h/(1 \pm k_v))$ essendo k_h il coefficiente sismico orizzontale e k_v il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di k_h .

In presenza di falda a monte, θ assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

$$\theta = \arctg[(\gamma_{sat}/(\gamma_{sat}-\gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctg[(\gamma/(\gamma_{sat}-\gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

Detta S la spinta calcolata in condizioni statiche l'incremento di spinta da applicare è espresso da

$$\Delta S = AS' - S$$

dove il coefficiente A vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2\beta \cos\theta}$$

In presenza di falda a monte, nel coefficiente A si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di θ .

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente A viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{iH} = k_h W \quad F_{iV} = \pm k_v W$$

dove W è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante M_r) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante M_s) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto M_s/M_r sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_r .

Eseguendo il calcolo mediante gli eurocodici si può impostare $\eta_r \geq 1.0$.

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza

$$\frac{M_s}{M_r} \geq \eta_r$$

Il momento ribaltante M_r è dato dalla componente orizzontale della spinta S , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro δ è positivo, ribaltante se δ è negativo. δ è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante.

Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento F_r e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro F_s risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_s .

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_s \geq 1.0$

$$\frac{F_r}{F_s} \geq \eta_s$$

Le forze che intervengono nella F_s sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta N la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con δ_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_f la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_r + c_a B_r$$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 per cento.

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione, δ_r , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di δ_r pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a η_q . Cioè, detto Q_u , il carico limite ed R la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_q \geq 1.0$

Le espressioni di Hansen per il calcolo della capacità portante si differenziano a secondo se siamo in presenza di un terreno puramente coesivo ($\phi=0$) o meno e si esprimono nel modo seguente:

Caso generale

$$q_u = c N_c s_c d_c i_c g_c b_c + q N_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5 B \gamma N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

Caso di terreno puramente coesivo $\phi=0$

$$q_u = 5.14 c (1 + s_c + d_c - i_c - g_c - b_c) + q$$

in cui d_c, d_q, d_γ , sono i fattori di profondità; s_c, s_q, s_γ , sono i fattori di forma; i_c, i_q, i_γ , sono i fattori di inclinazione del carico; b_c, b_q, b_γ , sono i fattori di inclinazione del piano di posa; g_c, g_q, g_γ , sono i fattori che tengono conto del fatto che la fondazione poggia su un terreno in pendenza.

I fattori N_c, N_q, N_γ sono espressi come:

$$N_q = e^{\pi \operatorname{tg} \phi} K_p$$

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	66 di 203

$$N_c = (N_q - 1) \text{ctg} \phi$$

$$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \text{tg} \phi$$

Vediamo ora come si esprimono i vari fattori che compaiono nella espressione del carico ultimo.

Fattori di forma

per $\phi=0$

$$s_c = 0.2 \frac{B}{L}$$

per $\phi>0$

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \frac{B}{L}$$

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \text{tg} \phi$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

Fattori di profondità

Si definisce il parametro k come

$$k = \frac{D}{B} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B} \leq 1$$

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	67 di 203

$$k = \frac{D}{B} = \text{arctg} \left(\frac{D}{B} \right) \quad \text{se} \quad \frac{D}{B} > 1$$

I vari coefficienti si esprimono come

per $\phi=0$ $d_c = 0.4k$

per $\phi>0$ $d_c = 1 + 0.4k$

$$d_q = 1 + 2 \text{tg} \phi (1 - \sin \phi)^2 k$$

$$\gamma = 1$$

Fattori di inclinazione del carico

Indichiamo con V e H le componenti del carico rispettivamente perpendicolare e parallela alla base e con A_f l'area efficace della fondazione ottenuta come $A_f = B \cdot L'$ (B' e L' sono legate alle dimensioni effettive della fondazione B , L e all'eccentricità del carico e_B , e_L dalle relazioni $B' = B - 2e_B$ $L' = L - 2e_L$) e con η l'angolo di inclinazione della fondazione espresso in gradi ($\eta=0$ per fondazione orizzontale).

I fattori di inclinazione del carico si esprimono come:

per $\phi = 0$ $i_c = \frac{H}{A_f c_a} = \frac{1}{2} (1 - \sqrt{1 - \frac{H^2}{V^2}})$

per $\phi > 0$ $i_c = \frac{1}{N_q - 1} - \frac{i_q}{N_q - 1}$

$$i_q = \frac{0.5H}{V + A_f c_a \text{tg} \phi} = \left(1 - \frac{H}{V} \right)^5$$

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	68 di 203

per $\eta = 0$ $i_y = (1 - \frac{0.7H}{V + A_r c_a \text{ctg} \phi})^5$

per $\eta > 0$ $i_y = (1 - \frac{(0.7 - \eta/450^\circ)H}{V + A_r c_a \text{ctg} \phi})^5$

Fattori di inclinazione del piano di posa della fondazione

per $\phi = 0$ $b_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$

per $\phi > 0$ $b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$

$b_q = e^{-2.7 \eta \text{tg} \phi}$

$b_y = e^{-2.7 \eta \text{tg} \phi}$

Fattori di inclinazione del terreno

Indicando con β la pendenza del pendio i fattori g si ottengono dalle espressioni seguenti:

per $\phi = 0$ $g_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$

per $\phi > 0$ $g_c = 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$

$$g_q = g_\gamma = (1 - 0.05 \tan \beta)^5$$

Per poter applicare la formula di Hansen devono risultare verificate le seguenti condizioni:

$$H < V \tan \delta + A_r c_a$$

$$\beta \leq \phi$$

$$i_q, i_\gamma > 0$$

$$\beta + \eta \leq 90^\circ$$

Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a η_g

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_g \geq 1.0$

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 50.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop.

Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i \left(\frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \tan \phi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	70 di 203

dove il termine m è espresso da

$$m = \left(1 + \frac{\text{tg}\phi_i \text{tg}\alpha_i}{\eta} \right) \cos\alpha_i$$

In questa espressione n è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i_{esima} rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i_{esima} , c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine m che è funzione di η . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per η da inserire nell'espressione di m ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

Normativa

N.T.C. 2018

Simbologia adottata

γ_{Gsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{Gfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{Qsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
γ_{Qfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
γ_c	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
γ_γ	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.35	1.00	1.35	1.10
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.45	1.25	1.45	1.50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$		1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	γ_c		1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}		1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}		1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_γ		1.00	1.00	1.00	1.00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00	1.00	1.10
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.00	1.00	1.50

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	72 di 203

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.00	1.00	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.00	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.00	1.00	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00	1.00	1.00

FONDAZIONE SUPERFICIALE

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

<i>Verifica</i>	<i>Coefficienti parziali</i>		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1.00	1.00	1.40
Scorrimento	1.00	1.00	1.10
Resistenza del terreno a valle	1.00	1.00	1.40
Stabilità globale		1.10	

Geometria muro e fondazione

Descrizione

Muro a gradoni in c.a.

Descrizione dei gradoni

Simbologia adottata

Nr.	numero d'ordine del gradone (a partire dall'alto)
Bs	base superiore del gradone espressa in [m]
Bi	base inferiore del gradone espressa in [m]
Hg	altezza del gradone espressa in [m]
α_e	inclinazione esterna del gradone espressa in [°]
α_i	inclinazione interna del gradone espressa in [°]

Nr.	Bs	Bi	Hg	α_e	α_i
1	0.30	0.30	1.70	0.00	0.00
2	0.50	0.50	2.30	0.00	0.00

Altezza del paramento 4.00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0.80 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	4.20 [m]
Lunghezza totale fondazione	5.50 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.80 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	74 di 203

Materiali utilizzati per la struttura

Calcestruzzo

Peso specifico	24.517 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C28/35
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	37000000 [Pa]
Modulo elastico E	32836570000 [Pa]

Acciaio

Tipo	B450C
Tensione di snervamento σ_{fa}	449936256 [Pa]

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	0.02	-0.10	-78.69
2	1.36	-0.10	0.00
3	2.76	0.80	32.74
4	20.00	0.80	0.00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0.00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0.20	[m]

Descrizione terreni

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	75 di 203

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [Pa]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [Pa]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Rilevato	20.00	20.00	38.00	0.00	0	0
Sabbia limosa	16.00	16.00	30.00	30.00	0	0
Depositi vulcanici	17.00	17.00	32.00	32.00	0	0

Stratigrafia

Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	α	Kw	Ks	Terreno
1	4.80	0.00	2.33	0.00	Rilevato
2	10.00	0.00	3.77	0.00	Sabbia limosa
3	8.00	0.00	0.00	0.00	Depositi vulcanici

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	76 di 203

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F_x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F_y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X_i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X_f	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q_i	Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kN/m]
Q_f	Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kN/m]
D/C	Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

Condizione n° 1 (Carichi treni)

D	Profilo	$X_i=7.56$	$X_f=9.96$	$Q_i=71.6100$	$Q_f=71.6100$
D	Profilo	$X_i=3.56$	$X_f=5.96$	$Q_i=71.6100$	$Q_f=71.6100$

Condizione n° 2 (Peso Parapetto)

C	Paramento	$X=-0.15$	$Y=0.00$	$F_x=0.0000$	$F_y=1.1100$	$M=0.0000$
---	-----------	-----------	----------	--------------	--------------	------------

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	77 di 203

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

<i>F/S</i>	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso Parapetto	SFAV	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 2 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso Parapetto	SFAV	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 3 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso Parapetto	SFAV	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso Parapetto	SFAV	1.35	1.00	1.35

Combinazione n° 5 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso Parapetto	SFAV	1.35	1.00	1.35

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	78 di 203

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso Parapetto	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi treni	SFAV	1.45	1.00	1.45

Combinazione n° 8 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso Parapetto	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi treni	SFAV	1.45	1.00	1.45

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso Parapetto	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi treni	SFAV	1.45	1.00	1.45

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso Parapetto	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi treni	SFAV	1.45	1.00	1.45

Combinazione n° 11 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	79 di 203

Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.35	1.00	1.35
Peso Parapetto	SFAV	1.35	1.00	1.35
Carichi treni	SFAV	1.45	1.00	1.45

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi treni	SFAV	1.25	1.00	1.25

Combinazione n° 13 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	80 di 203

Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 18 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 19 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 20 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 21 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 22 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	81 di 203

Combinazione n° 23 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 24 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi treni	SFAV	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 25 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Peso Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 26 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Peso Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi treni	SFAV	1.00	0.60	0.60

Combinazione n° 27 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Peso Parapetto	SFAV	1.00	1.00	1.00
Carichi treni	SFAV	1.00	1.00	1.00

Impostazioni di analisi

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	82 di 203

Metodo verifica sezioni

Stato limite

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali Ordinarie
 Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature Poco sensibile
 Valori limite delle aperture delle fessure
 $w_1 = 0.30$
 $w_2 = 0.30$
 $w_3 = 0.20$

Metodo di calcolo aperture delle fessure Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_t < 0.70 f_{yk}$
Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza metodo di Hansen

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su N_γ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

Impostazioni avanzate

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	83 di 203

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
<i>CS_{SCO}</i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<i>CS_{RIB}</i>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<i>CS_{QLM}</i>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<i>CS_{STAB}</i>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS_{SCO}	CS_{RIB}	CS_{QLM}	CS_{STAB}
1	A1-M1 - [1]	--	3.02	--	5.31	--
2	A1-M1 - [1]	--	4.07	--	4.53	--
3	A1-M1 - [1]	--	3.77	--	4.61	--
4	A1-M1 - [1]	--	3.32	--	5.11	--
5	EQU - [1]	--	--	8.73	--	--
6	STAB - [1]	--	--	--	--	1.83
7	A1-M1 - [2]	--	2.08	--	2.49	--
8	A1-M1 - [2]	--	1.86	--	2.25	--
9	A1-M1 - [2]	--	1.72	--	2.20	--
10	A1-M1 - [2]	--	2.23	--	2.47	--
11	EQU - [2]	--	--	3.55	--	--
12	STAB - [2]	--	--	--	--	1.42
13	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	2.90	--	5.03	--
14	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	2.86	--	5.20	--
15	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	6.74	--	--
16	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	5.52	--	--
17	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	2.06
18	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	2.05
19	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	2.66	--	4.48	--
20	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	2.62	--	4.63	--
21	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	5.71	--	--
22	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	4.82	--	--
23	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.96
24	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.96
25	SLEQ - [1]	--	4.07	--	6.11	--
26	SLEF - [1]	--	2.85	--	4.60	--
27	SLER - [1]	--	2.30	--	3.51	--

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	85 di 203

Lunghezza del muro 10.00 [m]

Peso muro 148.5731 [kN]

Baricentro del muro X=1.18 Y=-3.81

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta X = 4.40 Y = -4.80

Punto superiore superficie di spinta X = 4.40 Y = 0.80

Altezza della superficie di spinta 5.60 [m]

Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale) 0.00 [°]

COMBINAZIONE n° 1

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica 100.6296 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica 100.6296 [kN]

Componente verticale della spinta statica 0.0000 [kN]

Punto d'applicazione della spinta X = 4.40 [m] Y = -2.93 [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 0.00 [°]

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 64.00 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 376.1400 [kN]

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte X = 2.36 [m] Y = -1.77 [m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y 1.50 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 100.6296 [kN]

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale 526.2116 [kN]

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione 526.2116 [kN]

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione 100.6296 [kN]

Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione -0.01 [m]

Lunghezza fondazione reagente 5.50 [m]

Risultante in fondazione 535.7471 [kN]

Inclinazione della risultante (rispetto alla normale) 10.83 [°]

Momento rispetto al baricentro della fondazione -6.9457 [kNm]

Carico ultimo della fondazione 2795.3107 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 5.50 [m]

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	86 di 203

Tensione terreno allo spigolo di valle	94297	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	97053	[Pa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 30.14$	$N_q = 18.40$	$N_\gamma = 15.07$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.58$	$i_q = 0.61$	$i_\gamma = 0.49$
Fattori profondità	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 18.83$	$N'_q = 11.72$	$N'_\gamma = 7.35$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.02
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.31

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.4985	0.0000	0.0000
2	0.19	2.8878	0.0036	0.0588
3	0.38	4.2771	0.0330	0.2860
4	0.57	5.6664	0.1260	0.7370
5	0.76	7.0557	0.3259	1.4177
6	0.94	8.4450	0.6760	2.3276
7	1.13	9.8343	1.2196	3.4666
8	1.32	11.2236	2.0000	4.8348
9	1.51	12.6129	3.0605	6.4322
10	1.70	14.0022	4.4444	8.2588
11	1.70	22.6692	4.5405	8.2560
12	1.89	25.0187	6.3194	10.3450
13	2.08	27.3683	8.5211	12.6686
14	2.27	29.7178	11.1908	15.2287
15	2.47	32.0674	14.3750	18.0507
16	2.66	34.4169	18.1347	21.2585
17	2.85	36.7665	22.5548	24.9432
18	3.04	39.1160	27.7250	29.0776
19	3.23	41.4656	33.7254	33.5917
20	3.43	43.8151	40.6207	38.4051
21	3.62	46.1647	48.4644	43.4865
22	3.81	48.5142	57.3072	48.8295
23	4.00	50.8637	67.1989	54.4317

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 1

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	88 di 203

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2390	5.9763
3	0.16	0.9563	11.9558
4	0.24	2.1520	17.9385
5	0.32	3.8265	23.9244
6	0.40	5.9800	29.9135
7	0.48	8.6128	35.9058
8	0.56	11.7250	41.9013
9	0.64	15.3171	47.9001
10	0.72	19.3891	53.9020
11	0.80	23.9415	59.9072

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 1

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.42	-4.6068	-21.9519
3	0.84	-18.4519	-43.9921
4	1.26	-41.5725	-66.1207
5	1.68	-74.0055	-88.3237
6	2.10	-115.5069	-108.8066
7	2.52	-164.9867	-126.3160
8	2.94	-221.1961	-140.8520
9	3.36	-282.9809	-153.3032
10	3.78	-349.9802	-165.7560
11	4.20	-422.2283	-178.2972

Armature e tensioni nei materiali del muro

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	89 di 203

Combinazione n° 1

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4973.05	0.00	3318.68	137.57	--	--
2	0.19	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4959.35	-6.25	1717.35	137.75	--	--
3	0.38	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4890.33	-37.73	1143.38	137.94	--	--
4	0.57	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4741.91	-105.43	836.85	138.13	--	--
5	0.76	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4174.97	-192.83	591.72	138.32	--	--
6	0.94	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	3194.12	-255.68	378.23	138.50	--	--
7	1.13	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	2289.63	-283.95	232.82	138.69	--	--
8	1.32	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	1379.91	-245.90	122.95	138.88	--	--
9	1.51	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	805.24	-195.39	63.84	139.07	--	--
10	1.70	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	511.07	-162.22	36.50	139.26	--	--
11	1.70	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	3719.87	-745.07	164.09	205.26	--	--
12	1.89	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	2769.53	-699.55	110.70	205.59	--	--
13	2.08	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	2010.12	-625.85	73.45	205.92	--	--
14	2.27	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1463.25	-551.01	49.24	206.25	--	--
15	2.47	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1094.44	-490.61	34.13	206.59	--	--
16	2.66	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	831.62	-438.19	24.16	206.92	--	--
17	2.85	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	655.55	-402.15	17.83	207.25	--	--
18	3.04	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	531.59	-376.78	13.59	207.58	--	--
19	3.23	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	440.28	-358.10	10.62	207.91	--	--
20	3.43	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	370.95	-343.91	8.47	208.24	--	--
21	3.62	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	317.09	-332.88	6.87	208.57	--	--
22	3.81	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	274.41	-324.15	5.66	208.91	--	--
23	4.00	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	240.02	-317.11	4.72	209.24	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	90 di 203

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 1

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V _{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V _{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	0.00	1000.00	286.40	--	--
2	0.08	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	2582.05	286.40	--	--
3	0.16	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	645.40	286.40	--	--
4	0.24	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	286.79	286.40	--	--
5	0.32	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	161.29	286.40	--	--
6	0.40	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	103.21	286.40	--	--
7	0.48	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	71.66	286.40	--	--
8	0.56	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	52.64	286.40	--	--
9	0.64	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	40.29	286.40	--	--
10	0.72	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	31.83	286.40	--	--
11	0.80	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	25.78	286.40	--	--

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	0.00	1000.00	286.40	--	--
2	0.42	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	133.97	286.40	--	--
3	0.84	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	33.45	286.40	--	--
4	1.26	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	14.85	286.40	--	--
5	1.68	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	8.34	286.40	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	91 di 203

6	2.10	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	5.34	286.40	--	--
7	2.52	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	3.74	286.40	--	--
8	2.94	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	2.79	286.40	--	--
9	3.36	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	3.25	286.40	--	--
10	3.78	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	2.63	286.40	--	--
11	4.20	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	2.18	286.40	--	--

COMBINAZIONE n° 2

Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno sfavorevole

Valore della spinta statica	100.6296	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	100.6296	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.40	[m]	Y = -2.93	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	64.00	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	507.7890	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.36	[m]	Y = -1.77	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	100.6296	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	709.8612	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	709.8612	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	100.6296	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.11	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]
Risultante in fondazione	716.9583	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8.07	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-76.1160	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3212.3820	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	113968	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	144163	[Pa]

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	92 di 203

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 30.14$	$N_q = 18.40$	$N_\gamma = 15.07$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.67$	$i_q = 0.69$	$i_\gamma = 0.59$
Fattori profondità	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 21.82$	$N'_q = 13.41$	$N'_\gamma = 8.94$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4.07
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.53

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	93 di 203

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 2

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.4985	0.0000	0.0000
2	0.19	3.3741	0.0036	0.0588
3	0.38	5.2496	0.0330	0.2860
4	0.57	7.1252	0.1260	0.7370
5	0.76	9.0007	0.3259	1.4177
6	0.94	10.8763	0.6760	2.3276
7	1.13	12.7518	1.2196	3.4666
8	1.32	14.6274	2.0000	4.8348
9	1.51	16.5029	3.0605	6.4322
10	1.70	18.3785	4.4444	8.2588
11	1.70	27.0455	4.9781	8.2560
12	1.89	30.2174	6.7570	10.3450
13	2.08	33.3892	8.9587	12.6686
14	2.27	36.5611	11.6284	15.2287
15	2.47	39.7330	14.8126	18.0507
16	2.66	42.9049	18.5723	21.2585
17	2.85	46.0768	22.9924	24.9432
18	3.04	49.2487	28.1626	29.0776
19	3.23	52.4206	34.1630	33.5917
20	3.43	55.5925	41.0583	38.4051
21	3.62	58.7644	48.9020	43.4865
22	3.81	61.9362	57.7448	48.8295
23	4.00	65.1081	67.6365	54.4317

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 2

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	94 di 203

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2804	7.0168
3	0.16	1.1236	14.0687
4	0.24	2.5324	21.1557
5	0.32	4.5095	28.2779
6	0.40	7.0578	35.4352
7	0.48	10.1800	42.6276
8	0.56	13.8791	49.8552
9	0.64	18.1578	57.1179
10	0.72	23.0189	64.4157
11	0.80	28.4652	71.7487

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 2

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.42	-1.1187	-5.4886
3	0.84	-4.7460	-11.9457
4	1.26	-11.2887	-19.3712
5	1.68	-21.1533	-27.7513
6	2.10	-34.4654	-35.2911
7	2.52	-50.5047	-40.7376
8	2.94	-68.3920	-44.0907
9	3.36	-87.3427	-46.2392
10	3.78	-107.3656	-49.2693
11	4.20	-128.8644	-53.2678

Armature e tensioni nei materiali del muro

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	95 di 203

Combinazione n° 2

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4973.05	0.00	3318.68	137.57	--	--
2	0.19	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4961.32	-5.35	1470.43	137.82	--	--
3	0.38	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4905.44	-30.84	934.44	138.07	--	--
4	0.57	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4787.46	-84.65	671.91	138.33	--	--
5	0.76	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4511.31	-163.34	501.22	138.58	--	--
6	0.94	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	3680.01	-228.72	338.35	138.83	--	--
7	1.13	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	2839.63	-271.59	222.68	139.09	--	--
8	1.32	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	2034.23	-278.15	139.07	139.34	--	--
9	1.51	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	1293.75	-239.93	78.40	139.59	--	--
10	1.70	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	810.15	-195.92	44.08	139.85	--	--
11	1.70	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	4025.84	-741.02	148.85	205.88	--	--
12	1.89	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	3262.59	-729.56	107.97	206.33	--	--
13	2.08	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	2536.38	-680.54	75.96	206.77	--	--
14	2.27	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1938.98	-616.70	53.03	207.22	--	--
15	2.47	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1489.61	-555.33	37.49	207.67	--	--
16	2.66	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1157.08	-500.87	26.97	208.11	--	--
17	2.85	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	910.48	-454.33	19.76	208.56	--	--
18	3.04	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	729.85	-417.36	14.82	209.01	--	--
19	3.23	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	599.46	-390.68	11.44	209.46	--	--
20	3.43	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	501.95	-370.72	9.03	209.90	--	--
21	3.62	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	427.06	-355.39	7.27	210.35	--	--
22	3.81	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	368.28	-343.36	5.95	210.80	--	--
23	4.00	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	321.26	-333.74	4.93	211.24	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	96 di 203

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 2

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	0.00	1000.00	286.40	--	--
2	0.08	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	2200.81	286.40	--	--
3	0.16	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	549.29	286.40	--	--
4	0.24	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	243.72	286.40	--	--
5	0.32	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	136.86	286.40	--	--
6	0.40	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	87.45	286.40	--	--
7	0.48	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	60.63	286.40	--	--
8	0.56	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	44.47	286.40	--	--
9	0.64	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	33.99	286.40	--	--
10	0.72	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	26.81	286.40	--	--
11	0.80	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	21.68	286.40	--	--

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	0.00	1000.00	286.40	--	--
2	0.42	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	551.69	286.40	--	--
3	0.84	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	130.04	286.40	--	--
4	1.26	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	54.67	286.40	--	--
5	1.68	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	29.18	286.40	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	97 di 203

6	2.10	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	17.91	286.40	--	--
7	2.52	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	12.22	286.40	--	--
8	2.94	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	9.02	286.40	--	--
9	3.36	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	10.53	286.40	--	--
10	3.78	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	8.57	286.40	--	--
11	4.20	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	7.14	286.40	--	--

COMBINAZIONE n° 3

Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole

Valore della spinta statica	100.6296	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	100.6296	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.40	[m]	Y = -2.93	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	64.00	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	507.7890	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.36	[m]	Y = -1.77	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	100.6296	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	657.8606	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	657.8606	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	100.6296	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.15	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]
Risultante in fondazione	665.5125	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8.70	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-100.7691	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3035.9520	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	99624	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	139598	[Pa]

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	98 di 203

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 30.14$	$N_q = 18.40$	$N_\gamma = 15.07$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.65$	$i_q = 0.67$	$i_\gamma = 0.57$
Fattori profondità	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 21.11$	$N'_q = 13.01$	$N'_\gamma = 8.55$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.77
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.61

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 3

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.4985	0.0000	0.0000
2	0.19	2.8878	0.0036	0.0588
3	0.38	4.2771	0.0330	0.2860
4	0.57	5.6664	0.1260	0.7370
5	0.76	7.0557	0.3259	1.4177
6	0.94	8.4450	0.6760	2.3276
7	1.13	9.8343	1.2196	3.4666
8	1.32	11.2236	2.0000	4.8348
9	1.51	12.6129	3.0605	6.4322
10	1.70	14.0022	4.4444	8.2588
11	1.70	22.6692	4.5405	8.2560
12	1.89	25.0187	6.3194	10.3450
13	2.08	27.3683	8.5211	12.6686
14	2.27	29.7178	11.1908	15.2287
15	2.47	32.0674	14.3750	18.0507
16	2.66	34.4169	18.1347	21.2585
17	2.85	36.7665	22.5548	24.9432
18	3.04	39.1160	27.7250	29.0776
19	3.23	41.4656	33.7254	33.5917
20	3.43	43.8151	40.6207	38.4051
21	3.62	46.1647	48.4644	43.4865
22	3.81	48.5142	57.3072	48.8295
23	4.00	50.8637	67.1989	54.4317

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 3

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	100 di 203

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2567	6.4241
3	0.16	1.0291	12.8947
4	0.24	2.3210	19.4118
5	0.32	4.1362	25.9754
6	0.40	6.4783	32.5855
7	0.48	9.3511	39.2422
8	0.56	12.7583	45.9453
9	0.64	16.7036	52.6950
10	0.72	21.1908	59.4912
11	0.80	26.2235	66.3339

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 3

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.42	-0.9378	-4.6795
3	0.84	-4.1103	-10.6411
4	1.26	-10.0558	-17.8847
5	1.68	-19.3127	-26.3966
6	2.10	-32.1385	-34.3820
7	2.52	-47.9444	-40.5876
8	2.94	-65.9830	-45.0135
9	3.36	-85.6014	-48.5485
10	3.78	-106.9403	-53.2787
11	4.20	-130.5350	-59.2910

Armature e tensioni nei materiali del muro

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	101 di 203

Combinazione n° 3

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4973.05	0.00	3318.68	137.57	--	--
2	0.19	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4959.35	-6.25	1717.35	137.75	--	--
3	0.38	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4890.33	-37.73	1143.38	137.94	--	--
4	0.57	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4741.91	-105.43	836.85	138.13	--	--
5	0.76	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4174.97	-192.83	591.72	138.32	--	--
6	0.94	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	3194.12	-255.68	378.23	138.50	--	--
7	1.13	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	2289.63	-283.95	232.82	138.69	--	--
8	1.32	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	1379.91	-245.90	122.95	138.88	--	--
9	1.51	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	805.24	-195.39	63.84	139.07	--	--
10	1.70	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	511.07	-162.22	36.50	139.26	--	--
11	1.70	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	3719.87	-745.07	164.09	205.26	--	--
12	1.89	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	2769.53	-699.55	110.70	205.59	--	--
13	2.08	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	2010.12	-625.85	73.45	205.92	--	--
14	2.27	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1463.25	-551.01	49.24	206.25	--	--
15	2.47	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1094.44	-490.61	34.13	206.59	--	--
16	2.66	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	831.62	-438.19	24.16	206.92	--	--
17	2.85	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	655.55	-402.15	17.83	207.25	--	--
18	3.04	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	531.59	-376.78	13.59	207.58	--	--
19	3.23	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	440.28	-358.10	10.62	207.91	--	--
20	3.43	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	370.95	-343.91	8.47	208.24	--	--
21	3.62	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	317.09	-332.88	6.87	208.57	--	--
22	3.81	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	274.41	-324.15	5.66	208.91	--	--
23	4.00	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	240.02	-317.11	4.72	209.24	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	102 di 203

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 3

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V _{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V _{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	0.00	1000.00	286.40	--	--
2	0.08	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	2404.76	286.40	--	--
3	0.16	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	599.74	286.40	--	--
4	0.24	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	265.91	286.40	--	--
5	0.32	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	149.22	286.40	--	--
6	0.40	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	95.27	286.40	--	--
7	0.48	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	66.00	286.40	--	--
8	0.56	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	48.38	286.40	--	--
9	0.64	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	36.95	286.40	--	--
10	0.72	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	29.13	286.40	--	--
11	0.80	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	23.54	286.40	--	--

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	0.00	1000.00	286.40	--	--
2	0.42	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	658.11	286.40	--	--
3	0.84	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	150.16	286.40	--	--
4	1.26	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	61.38	286.40	--	--
5	1.68	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	31.96	286.40	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	103 di 203

6	2.10	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	19.20	286.40	--	--
7	2.52	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	12.87	286.40	--	--
8	2.94	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	9.35	286.40	--	--
9	3.36	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	10.74	286.40	--	--
10	3.78	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	8.60	286.40	--	--
11	4.20	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	7.05	286.40	--	--

COMBINAZIONE n° 4

Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	100.6296	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	100.6296	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.40	[m]	Y = -2.93	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	64.00	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	376.1400	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.36	[m]	Y = -1.77	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	100.6296	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	578.2122	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	578.2122	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	100.6296	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.03	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]
Risultante in fondazione	586.9035	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9.87	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	17.7073	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2952.5309	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	108642	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	101617	[Pa]

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	104 di 203

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 30.14$	$N_q = 18.40$	$N_\gamma = 15.07$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.61$	$i_q = 0.63$	$i_\gamma = 0.52$
Fattori profondità	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 19.83$	$N'_q = 12.28$	$N'_\gamma = 7.87$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.32
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.11

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.4985	0.0000	0.0000
2	0.19	3.3741	0.0036	0.0588
3	0.38	5.2496	0.0330	0.2860
4	0.57	7.1252	0.1260	0.7370
5	0.76	9.0007	0.3259	1.4177
6	0.94	10.8763	0.6760	2.3276
7	1.13	12.7518	1.2196	3.4666
8	1.32	14.6274	2.0000	4.8348
9	1.51	16.5029	3.0605	6.4322
10	1.70	18.3785	4.4444	8.2588
11	1.70	27.0455	4.9781	8.2560
12	1.89	30.2174	6.7570	10.3450
13	2.08	33.3892	8.9587	12.6686
14	2.27	36.5611	11.6284	15.2287
15	2.47	39.7330	14.8126	18.0507
16	2.66	42.9049	18.5723	21.2585
17	2.85	46.0768	22.9924	24.9432
18	3.04	49.2487	28.1626	29.0776
19	3.23	52.4206	34.1630	33.5917
20	3.43	55.5925	41.0583	38.4051
21	3.62	58.7644	48.9020	43.4865
22	3.81	61.9362	57.7448	48.8295
23	4.00	65.1081	67.6365	54.4317

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 4

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	106 di 203

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2628	6.5690
3	0.16	1.0508	13.1298
4	0.24	2.3634	19.6824
5	0.32	4.1998	26.2269
6	0.40	6.5594	32.7632
7	0.48	9.4417	39.2913
8	0.56	12.8458	45.8112
9	0.64	16.7712	52.3230
10	0.72	21.2173	58.8265
11	0.80	26.1833	65.3220

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 4

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.42	-4.7877	-22.7610
3	0.84	-19.0877	-45.2967
4	1.26	-42.8054	-67.6072
5	1.68	-75.8460	-89.6784
6	2.10	-117.8338	-109.7157
7	2.52	-167.5470	-126.4660
8	2.94	-223.6051	-139.9292
9	3.36	-284.7221	-150.9939
10	3.78	-350.4055	-161.7466
11	4.20	-420.5577	-172.2740

Armature e tensioni nei materiali del muro

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	107 di 203

Combinazione n° 4

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4973.05	0.00	3318.68	137.57	--	--
2	0.19	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4961.32	-5.35	1470.43	137.82	--	--
3	0.38	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4905.44	-30.84	934.44	138.07	--	--
4	0.57	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4787.46	-84.65	671.91	138.33	--	--
5	0.76	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4511.31	-163.34	501.22	138.58	--	--
6	0.94	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	3680.01	-228.72	338.35	138.83	--	--
7	1.13	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	2839.63	-271.59	222.68	139.09	--	--
8	1.32	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	2034.23	-278.15	139.07	139.34	--	--
9	1.51	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	1293.75	-239.93	78.40	139.59	--	--
10	1.70	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	810.15	-195.92	44.08	139.85	--	--
11	1.70	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	4025.84	-741.02	148.85	205.88	--	--
12	1.89	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	3262.59	-729.56	107.97	206.33	--	--
13	2.08	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	2536.38	-680.54	75.96	206.77	--	--
14	2.27	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1938.98	-616.70	53.03	207.22	--	--
15	2.47	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1489.61	-555.33	37.49	207.67	--	--
16	2.66	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1157.08	-500.87	26.97	208.11	--	--
17	2.85	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	910.48	-454.33	19.76	208.56	--	--
18	3.04	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	729.85	-417.36	14.82	209.01	--	--
19	3.23	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	599.46	-390.68	11.44	209.46	--	--
20	3.43	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	501.95	-370.72	9.03	209.90	--	--
21	3.62	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	427.06	-355.39	7.27	210.35	--	--
22	3.81	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	368.28	-343.36	5.95	210.80	--	--
23	4.00	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	321.26	-333.74	4.93	211.24	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	108 di 203

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 4

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V _{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V _{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
V _{Rd}	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	0.00	1000.00	286.40	--	--
2	0.08	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	2348.39	286.40	--	--
3	0.16	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	587.34	286.40	--	--
4	0.24	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	261.15	286.40	--	--
5	0.32	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	146.96	286.40	--	--
6	0.40	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	94.09	286.40	--	--
7	0.48	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	65.37	286.40	--	--
8	0.56	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	48.05	286.40	--	--
9	0.64	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	36.80	286.40	--	--
10	0.72	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	29.09	286.40	--	--
11	0.80	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	23.57	286.40	--	--

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	0.00	1000.00	286.40	--	--
2	0.42	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	128.91	286.40	--	--
3	0.84	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	32.33	286.40	--	--
4	1.26	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	14.42	286.40	--	--
5	1.68	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	8.14	286.40	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	109 di 203

6	2.10	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	5.24	286.40	--	--
7	2.52	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	3.68	286.40	--	--
8	2.94	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	2.76	286.40	--	--
9	3.36	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	3.23	286.40	--	--
10	3.78	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	2.62	286.40	--	--
11	4.20	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	2.19	286.40	--	--

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	100.6296	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	100.6296	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.40	[m]	Y = -2.93	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	64.00	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	376.1400	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.36	[m]	Y = -1.77	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	100.6296	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	526.2116	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	187.9863	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1642.0140	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	526.2116	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	100.6296	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.01	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]
Risultante in fondazione	535.7471	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	10.83	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-6.9457	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	8.73
--	------

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	110 di 203

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 6

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [Pa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [Pa]
Cm, Ctt	contributo tiranti espresso in [kN]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.50 Y[m]= 2.52

Raggio del cerchio R[m]= 8.81

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6.65

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 8.15

Larghezza della striscia dx[m]= 0.59

Coefficiente di sicurezza C= 1.83

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u	Ctn	Ctt
1	10.9073	72.19	10.3843	0.0190	32.01	0	0	---	---
2	28.4185	62.04	25.1025	0.0124	32.01	0	0	---	---
3	39.9559	54.61	32.5729	0.0100	32.01	0	0	---	---
4	48.8345	48.38	36.5091	0.0087	32.01	0	0	---	---
5	56.0317	42.86	38.1110	0.0079	32.01	0	0	---	---
6	62.0015	37.79	37.9953	0.0073	32.01	0	0	---	---
7	68.2622	33.06	37.2370	0.0069	27.30	0	0	---	---
8	72.4824	28.57	34.6622	0.0066	24.79	0	0	---	---
9	75.3554	24.26	30.9671	0.0064	24.79	0	0	---	---
10	75.8823	20.10	26.0801	0.0062	24.79	0	0	---	---
11	73.2980	16.05	20.2628	0.0060	24.79	0	0	---	---
12	70.9046	12.08	14.8334	0.0059	24.79	0	0	---	---
13	71.4518	8.16	10.1436	0.0059	24.79	0	0	---	---

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	111 di 203

14	78.4147	4.29	5.8598	0.0058	24.79	0	0	---	---
15	45.9163	0.43	0.3441	0.0058	24.79	0	0	---	---
16	27.7867	-3.42	-1.6600	0.0058	24.79	0	0	---	---
17	25.2395	-7.29	-3.2048	0.0059	24.79	0	0	---	---
18	24.3255	-11.20	-4.7244	0.0059	24.79	0	0	---	---
19	23.0109	-15.16	-6.0163	0.0060	24.79	0	0	---	---
20	21.2756	-19.19	-6.9933	0.0061	24.79	0	0	---	---
21	19.0907	-23.33	-7.5591	0.0063	24.79	0	0	---	---
22	16.4162	-27.60	-7.6043	0.0066	24.79	0	0	---	---
23	13.1904	-32.04	-6.9975	0.0068	25.61	0	0	---	---
24	8.7281	-36.71	-5.2177	0.0072	32.01	0	0	---	---
25	2.9925	-41.69	-1.9905	0.0078	32.01	0	0	---	---

$$\Sigma W_i = 1060.1730 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 309.0972 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 535.6772 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.84$$

COMBINAZIONE n° 7

Peso muro favorevole e Peso terrapieno sfavorevole

Valore della spinta statica	206.4976	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	206.4976	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.40	[m]	Y = -2.15	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	74.44	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	595.0100	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.36	[m]	Y = -1.77	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	206.4976	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	745.0816	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	745.0816	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	206.4976	[kN]

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	112 di 203

Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.26	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]
Risultante in fondazione	773.1674	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15.49	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	196.9037	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1851.9972	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	174525	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	96414	[Pa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 30.14$	$N_q = 18.40$	$N_\gamma = 15.07$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.44$	$i_q = 0.47$	$i_\gamma = 0.34$
Fattori profondità	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 14.36$	$N'_q = 9.19$	$N'_\gamma = 5.13$
----------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.08
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.49

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 7

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.4985	0.0000	0.0000
2	0.19	2.8878	0.0036	0.0588
3	0.38	4.2771	0.0330	0.2860
4	0.57	5.6664	0.1260	0.7370
5	0.76	7.0557	0.3259	1.4177
6	0.94	8.4450	0.6760	2.3276
7	1.13	9.8343	1.2196	3.4666
8	1.32	11.2236	2.0000	4.8348
9	1.51	12.6129	3.0605	6.4322
10	1.70	14.0022	4.4444	8.2588
11	1.70	22.6692	4.5405	8.2560
12	1.89	25.0187	6.3194	10.3450
13	2.08	27.3683	8.5211	12.6686
14	2.27	29.7178	11.1908	15.2287
15	2.47	32.0674	14.3750	18.0507
16	2.66	34.4169	18.1347	21.2585
17	2.85	36.7665	22.5548	24.9432
18	3.04	39.1160	27.7250	29.0776
19	3.23	41.4656	33.7258	33.6153
20	3.43	43.8151	40.6614	38.9352
21	3.62	46.1647	48.7341	45.4836
22	3.81	48.5142	58.1502	52.8587
23	4.00	50.8637	69.0244	60.6832

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 7

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	114 di 203

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.4945	12.3474
3	0.16	1.9732	24.6040
4	0.24	4.4287	36.7696
5	0.32	7.8539	48.8444
6	0.40	12.2414	60.8283
7	0.48	17.5840	72.7212
8	0.56	23.8744	84.5233
9	0.64	31.1053	96.2345
10	0.72	39.2695	107.8548
11	0.80	48.3596	119.3842

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 7

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.42	-13.6398	-64.5337
3	0.84	-53.8576	-126.5621
4	1.26	-110.4430	-142.4749
5	1.68	-173.1855	-155.8685
6	2.10	-240.7519	-164.9483
7	2.52	-310.9627	-168.4611
8	2.94	-381.4799	-166.4069
9	3.36	-450.0599	-159.6743
10	3.78	-515.2527	-150.3498
11	4.20	-576.0030	-138.5200

Armature e tensioni nei materiali del muro

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	115 di 203

Combinazione n° 7

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4973.05	0.00	3318.68	137.57	--	--
2	0.19	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4959.35	-6.25	1717.35	137.75	--	--
3	0.38	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4890.33	-37.73	1143.38	137.94	--	--
4	0.57	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4741.91	-105.43	836.85	138.13	--	--
5	0.76	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4174.97	-192.83	591.72	138.32	--	--
6	0.94	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	3194.12	-255.68	378.23	138.50	--	--
7	1.13	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	2289.63	-283.95	232.82	138.69	--	--
8	1.32	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	1379.91	-245.90	122.95	138.88	--	--
9	1.51	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	805.24	-195.39	63.84	139.07	--	--
10	1.70	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	511.07	-162.22	36.50	139.26	--	--
11	1.70	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	3719.87	-745.07	164.09	205.26	--	--
12	1.89	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	2769.53	-699.55	110.70	205.59	--	--
13	2.08	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	2010.12	-625.85	73.45	205.92	--	--
14	2.27	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1463.25	-551.01	49.24	206.25	--	--
15	2.47	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1094.44	-490.61	34.13	206.59	--	--
16	2.66	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	831.62	-438.19	24.16	206.92	--	--
17	2.85	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	655.55	-402.15	17.83	207.25	--	--
18	3.04	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	531.59	-376.78	13.59	207.58	--	--
19	3.23	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	440.27	-358.09	10.62	207.91	--	--
20	3.43	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	370.47	-343.81	8.46	208.24	--	--
21	3.62	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	314.91	-332.44	6.82	208.57	--	--
22	3.81	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	269.61	-323.17	5.56	208.91	--	--
23	4.00	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	232.55	-315.58	4.57	209.24	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	116 di 203

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 7

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	0.00	1000.00	286.40	--	--
2	0.08	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	1248.10	286.40	--	--
3	0.16	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	312.79	286.40	--	--
4	0.24	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	139.36	286.40	--	--
5	0.32	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	78.58	286.40	--	--
6	0.40	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	50.42	286.40	--	--
7	0.48	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	35.10	286.40	--	--
8	0.56	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	25.85	286.40	--	--
9	0.64	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	19.84	286.40	--	--
10	0.72	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	15.72	286.40	--	--
11	0.80	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	12.76	286.40	--	--

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	0.00	1000.00	286.40	--	--
2	0.42	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	45.25	286.40	--	--
3	0.84	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	11.46	286.40	--	--
4	1.26	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	5.59	286.40	--	--
5	1.68	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	3.56	286.40	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	117 di 203

6	2.10	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	2.56	286.40	--	--
7	2.52	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	1.98	286.40	--	--
8	2.94	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	1.62	286.40	--	--
9	3.36	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	2.04	286.40	--	--
10	3.78	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	1.79	286.40	--	--
11	4.20	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	1.60	286.40	--	--

COMBINAZIONE n° 8

Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	206.4976	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	206.4976	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.40	[m]	Y = -2.15	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	74.44	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	463.3610	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.36	[m]	Y = -1.77	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	206.4976	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	665.4332	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	665.4332	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	206.4976	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.47	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]
Risultante in fondazione	696.7371	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	17.24	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	315.3801	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1494.1792	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	183543	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	58433	[Pa]

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	118 di 203

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 30.14$	$N_q = 18.40$	$N_\gamma = 15.07$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.40$	$i_q = 0.43$	$i_\gamma = 0.29$
Fattori profondità	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 12.86$	$N'_q = 8.34$	$N'_\gamma = 4.43$
----------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.86
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.25

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	119 di 203

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 8

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.4985	0.0000	0.0000
2	0.19	3.3741	0.0036	0.0588
3	0.38	5.2496	0.0330	0.2860
4	0.57	7.1252	0.1260	0.7370
5	0.76	9.0007	0.3259	1.4177
6	0.94	10.8763	0.6760	2.3276
7	1.13	12.7518	1.2196	3.4666
8	1.32	14.6274	2.0000	4.8348
9	1.51	16.5029	3.0605	6.4322
10	1.70	18.3785	4.4444	8.2588
11	1.70	27.0455	4.9781	8.2560
12	1.89	30.2174	6.7570	10.3450
13	2.08	33.3892	8.9587	12.6686
14	2.27	36.5611	11.6284	15.2287
15	2.47	39.7330	14.8126	18.0507
16	2.66	42.9049	18.5723	21.2585
17	2.85	46.0768	22.9924	24.9432
18	3.04	49.2487	28.1626	29.0776
19	3.23	52.4206	34.1634	33.6153
20	3.43	55.5925	41.0991	38.9352
21	3.62	58.7644	49.1717	45.4836
22	3.81	61.9362	58.5878	52.8587
23	4.00	65.1081	69.4620	60.6832

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 8

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	120 di 203

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.5007	12.4923
3	0.16	1.9949	24.8391
4	0.24	4.4710	37.0403
5	0.32	7.9175	49.0959
6	0.40	12.3225	61.0059
7	0.48	17.6745	72.7703
8	0.56	23.9619	84.3892
9	0.64	31.1729	95.8625
10	0.72	39.2960	107.1902
11	0.80	48.3195	118.3723

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 8

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.42	-17.4896	-82.6152
3	0.84	-68.8350	-161.2178
4	1.26	-143.1926	-192.1973
5	1.68	-229.7188	-219.1503
6	2.10	-326.4472	-240.2821
7	2.52	-430.5653	-254.3395
8	2.94	-539.1020	-261.3225
9	3.36	-649.1806	-262.1198
10	3.78	-758.7179	-258.8177
11	4.20	-866.0257	-251.5030

Armature e tensioni nei materiali del muro

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	121 di 203

Combinazione n° 8

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4973.05	0.00	3318.68	137.57	--	--
2	0.19	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4961.32	-5.35	1470.43	137.82	--	--
3	0.38	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4905.44	-30.84	934.44	138.07	--	--
4	0.57	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4787.46	-84.65	671.91	138.33	--	--
5	0.76	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4511.31	-163.34	501.22	138.58	--	--
6	0.94	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	3680.01	-228.72	338.35	138.83	--	--
7	1.13	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	2839.63	-271.59	222.68	139.09	--	--
8	1.32	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	2034.23	-278.15	139.07	139.34	--	--
9	1.51	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	1293.75	-239.93	78.40	139.59	--	--
10	1.70	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	810.15	-195.92	44.08	139.85	--	--
11	1.70	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	4025.84	-741.02	148.85	205.88	--	--
12	1.89	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	3262.59	-729.56	107.97	206.33	--	--
13	2.08	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	2536.38	-680.54	75.96	206.77	--	--
14	2.27	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1938.98	-616.70	53.03	207.22	--	--
15	2.47	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1489.61	-555.33	37.49	207.67	--	--
16	2.66	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1157.08	-500.87	26.97	208.11	--	--
17	2.85	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	910.48	-454.33	19.76	208.56	--	--
18	3.04	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	729.85	-417.36	14.82	209.01	--	--
19	3.23	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	599.45	-390.67	11.44	209.46	--	--
20	3.43	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	501.26	-370.58	9.02	209.90	--	--
21	3.62	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	423.96	-354.76	7.21	210.35	--	--
22	3.81	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	361.52	-341.98	5.84	210.80	--	--
23	4.00	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	310.81	-331.60	4.77	211.24	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	122 di 203

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 8

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	0.00	1000.00	286.40	--	--
2	0.08	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	1232.74	286.40	--	--
3	0.16	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	309.38	286.40	--	--
4	0.24	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	138.04	286.40	--	--
5	0.32	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	77.95	286.40	--	--
6	0.40	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	50.09	286.40	--	--
7	0.48	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	34.92	286.40	--	--
8	0.56	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	25.76	286.40	--	--
9	0.64	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	19.80	286.40	--	--
10	0.72	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	15.71	286.40	--	--
11	0.80	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	12.77	286.40	--	--

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	0.00	1000.00	286.40	--	--
2	0.42	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	35.29	286.40	--	--
3	0.84	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	8.97	286.40	--	--
4	1.26	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	4.31	286.40	--	--
5	1.68	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	2.69	286.40	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	123 di 203

6	2.10	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	1.89	286.40	--	--
7	2.52	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	1.43	286.40	--	--
8	2.94	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	1.14	286.40	--	--
9	3.36	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	1.42	286.40	--	--
10	3.78	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	1.21	286.40	--	--
11	4.20	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	1.06	286.40	--	--

COMBINAZIONE n° 9

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	206.4976	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	206.4976	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.40	[m]	Y = -2.15	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	74.44	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	463.3610	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.36	[m]	Y = -1.77	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	206.4976	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	613.4326	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	613.4326	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	206.4976	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.47	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]
Risultante in fondazione	647.2564	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18.60	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	290.7270	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1348.8334	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	169198	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	53868	[Pa]

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	124 di 203

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 30.14$	$N_q = 18.40$	$N_\gamma = 15.07$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.36$	$i_q = 0.40$	$i_\gamma = 0.26$
Fattori profondità	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 11.75$	$N'_q = 7.71$	$N'_\gamma = 3.93$
----------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.72
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.20

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	125 di 203

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 9

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.4985	0.0000	0.0000
2	0.19	2.8878	0.0036	0.0588
3	0.38	4.2771	0.0330	0.2860
4	0.57	5.6664	0.1260	0.7370
5	0.76	7.0557	0.3259	1.4177
6	0.94	8.4450	0.6760	2.3276
7	1.13	9.8343	1.2196	3.4666
8	1.32	11.2236	2.0000	4.8348
9	1.51	12.6129	3.0605	6.4322
10	1.70	14.0022	4.4444	8.2588
11	1.70	22.6692	4.5405	8.2560
12	1.89	25.0187	6.3194	10.3450
13	2.08	27.3683	8.5211	12.6686
14	2.27	29.7178	11.1908	15.2287
15	2.47	32.0674	14.3750	18.0507
16	2.66	34.4169	18.1347	21.2585
17	2.85	36.7665	22.5548	24.9432
18	3.04	39.1160	27.7250	29.0776
19	3.23	41.4656	33.7258	33.6153
20	3.43	43.8151	40.6614	38.9352
21	3.62	46.1647	48.7341	45.4836
22	3.81	48.5142	58.1502	52.8587
23	4.00	50.8637	69.0244	60.6832

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 9

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	126 di 203

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.4769	11.8997
3	0.16	1.9004	23.6651
4	0.24	4.2597	35.2964
5	0.32	7.5442	46.7934
6	0.40	11.7431	58.1563
7	0.48	16.8456	69.3849
8	0.56	22.8411	80.4793
9	0.64	29.7187	91.4396
10	0.72	37.4678	102.2656
11	0.80	46.0777	112.9575

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 9

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.42	-17.3087	-81.8060
3	0.84	-68.1992	-159.9131
4	1.26	-141.9597	-190.7108
5	1.68	-227.8783	-217.7956
6	2.10	-324.1203	-239.3729
7	2.52	-428.0050	-254.1895
8	2.94	-536.6930	-262.2453
9	3.36	-647.4394	-264.4291
10	3.78	-758.2926	-262.8271
11	4.20	-867.6963	-257.5262

Armature e tensioni nei materiali del muro

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	127 di 203

Combinazione n° 9

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4973.05	0.00	3318.68	137.57	--	--
2	0.19	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4959.35	-6.25	1717.35	137.75	--	--
3	0.38	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4890.33	-37.73	1143.38	137.94	--	--
4	0.57	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4741.91	-105.43	836.85	138.13	--	--
5	0.76	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4174.97	-192.83	591.72	138.32	--	--
6	0.94	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	3194.12	-255.68	378.23	138.50	--	--
7	1.13	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	2289.63	-283.95	232.82	138.69	--	--
8	1.32	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	1379.91	-245.90	122.95	138.88	--	--
9	1.51	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	805.24	-195.39	63.84	139.07	--	--
10	1.70	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	511.07	-162.22	36.50	139.26	--	--
11	1.70	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	3719.87	-745.07	164.09	205.26	--	--
12	1.89	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	2769.53	-699.55	110.70	205.59	--	--
13	2.08	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	2010.12	-625.85	73.45	205.92	--	--
14	2.27	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1463.25	-551.01	49.24	206.25	--	--
15	2.47	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1094.44	-490.61	34.13	206.59	--	--
16	2.66	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	831.62	-438.19	24.16	206.92	--	--
17	2.85	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	655.55	-402.15	17.83	207.25	--	--
18	3.04	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	531.59	-376.78	13.59	207.58	--	--
19	3.23	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	440.27	-358.09	10.62	207.91	--	--
20	3.43	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	370.47	-343.81	8.46	208.24	--	--
21	3.62	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	314.91	-332.44	6.82	208.57	--	--
22	3.81	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	269.61	-323.17	5.56	208.91	--	--
23	4.00	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	232.55	-315.58	4.57	209.24	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	128 di 203

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 9

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	0.00	1000.00	286.40	--	--
2	0.08	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	1294.22	286.40	--	--
3	0.16	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	324.77	286.40	--	--
4	0.24	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	144.89	286.40	--	--
5	0.32	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	81.81	286.40	--	--
6	0.40	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	52.56	286.40	--	--
7	0.48	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	36.64	286.40	--	--
8	0.56	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	27.02	286.40	--	--
9	0.64	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	20.77	286.40	--	--
10	0.72	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	16.47	286.40	--	--
11	0.80	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	13.39	286.40	--	--

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	0.00	1000.00	286.40	--	--
2	0.42	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	35.66	286.40	--	--
3	0.84	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	9.05	286.40	--	--
4	1.26	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	4.35	286.40	--	--
5	1.68	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	2.71	286.40	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	129 di 203

6	2.10	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	1.90	286.40	--	--
7	2.52	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	1.44	286.40	--	--
8	2.94	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	1.15	286.40	--	--
9	3.36	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	1.42	286.40	--	--
10	3.78	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	1.21	286.40	--	--
11	4.20	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	1.06	286.40	--	--

COMBINAZIONE n° 10

Peso muro sfavorevole e Peso terrapieno sfavorevole

Valore della spinta statica	206.4976	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	206.4976	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.40	[m]	Y = -2.15	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	74.44	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	595.0100	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.36	[m]	Y = -1.77	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	206.4976	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	797.0822	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	797.0822	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	206.4976	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.28	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]
Risultante in fondazione	823.3962	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14.52	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	221.5568	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	1971.0845	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	188869	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	100979	[Pa]

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	130 di 203

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 30.14$	$N_q = 18.40$	$N_\gamma = 15.07$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.47$	$i_q = 0.50$	$i_\gamma = 0.37$
Fattori profondità	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 15.23$	$N'_q = 9.68$	$N'_\gamma = 5.54$
----------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.23
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.47

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.4985	0.0000	0.0000
2	0.19	3.3741	0.0036	0.0588
3	0.38	5.2496	0.0330	0.2860
4	0.57	7.1252	0.1260	0.7370
5	0.76	9.0007	0.3259	1.4177
6	0.94	10.8763	0.6760	2.3276
7	1.13	12.7518	1.2196	3.4666
8	1.32	14.6274	2.0000	4.8348
9	1.51	16.5029	3.0605	6.4322
10	1.70	18.3785	4.4444	8.2588
11	1.70	27.0455	4.9781	8.2560
12	1.89	30.2174	6.7570	10.3450
13	2.08	33.3892	8.9587	12.6686
14	2.27	36.5611	11.6284	15.2287
15	2.47	39.7330	14.8126	18.0507
16	2.66	42.9049	18.5723	21.2585
17	2.85	46.0768	22.9924	24.9432
18	3.04	49.2487	28.1626	29.0776
19	3.23	52.4206	34.1634	33.6153
20	3.43	55.5925	41.0991	38.9352
21	3.62	58.7644	49.1717	45.4836
22	3.81	61.9362	58.5878	52.8587
23	4.00	65.1081	69.4620	60.6832

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 10

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	132 di 203

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.5183	12.9401
3	0.16	2.0677	25.7780
4	0.24	4.6400	38.5136
5	0.32	8.2271	51.1469
6	0.40	12.8208	63.6779
7	0.48	18.4129	76.1067
8	0.56	24.9952	88.4332
9	0.64	32.5595	100.6574
10	0.72	41.0976	112.7793
11	0.80	50.6014	124.7990

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 10

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.42	-13.8207	-65.3428
3	0.84	-54.4933	-127.8668
4	1.26	-111.6759	-143.9614
5	1.68	-175.0261	-157.2232
6	2.10	-243.0788	-165.8575
7	2.52	-313.5231	-168.6111
8	2.94	-383.8889	-165.4841
9	3.36	-451.8012	-157.3651
10	3.78	-515.6780	-146.3403
11	4.20	-574.3324	-132.4968

Armature e tensioni nei materiali del muro

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	133 di 203

Combinazione n° 10

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4973.05	0.00	3318.68	137.57	--	--
2	0.19	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4961.32	-5.35	1470.43	137.82	--	--
3	0.38	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4905.44	-30.84	934.44	138.07	--	--
4	0.57	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4787.46	-84.65	671.91	138.33	--	--
5	0.76	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4511.31	-163.34	501.22	138.58	--	--
6	0.94	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	3680.01	-228.72	338.35	138.83	--	--
7	1.13	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	2839.63	-271.59	222.68	139.09	--	--
8	1.32	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	2034.23	-278.15	139.07	139.34	--	--
9	1.51	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	1293.75	-239.93	78.40	139.59	--	--
10	1.70	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	810.15	-195.92	44.08	139.85	--	--
11	1.70	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	4025.84	-741.02	148.85	205.88	--	--
12	1.89	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	3262.59	-729.56	107.97	206.33	--	--
13	2.08	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	2536.38	-680.54	75.96	206.77	--	--
14	2.27	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1938.98	-616.70	53.03	207.22	--	--
15	2.47	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1489.61	-555.33	37.49	207.67	--	--
16	2.66	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1157.08	-500.87	26.97	208.11	--	--
17	2.85	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	910.48	-454.33	19.76	208.56	--	--
18	3.04	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	729.85	-417.36	14.82	209.01	--	--
19	3.23	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	599.45	-390.67	11.44	209.46	--	--
20	3.43	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	501.26	-370.58	9.02	209.90	--	--
21	3.62	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	423.96	-354.76	7.21	210.35	--	--
22	3.81	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	361.52	-341.98	5.84	210.80	--	--
23	4.00	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	310.81	-331.60	4.77	211.24	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	134 di 203

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 10

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	0.00	1000.00	286.40	--	--
2	0.08	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	1190.82	286.40	--	--
3	0.16	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	298.49	286.40	--	--
4	0.24	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	133.01	286.40	--	--
5	0.32	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	75.02	286.40	--	--
6	0.40	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	48.14	286.40	--	--
7	0.48	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	33.52	286.40	--	--
8	0.56	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	24.69	286.40	--	--
9	0.64	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	18.96	286.40	--	--
10	0.72	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	15.02	286.40	--	--
11	0.80	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	12.20	286.40	--	--

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	0.00	1000.00	286.40	--	--
2	0.42	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	44.66	286.40	--	--
3	0.84	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	11.33	286.40	--	--
4	1.26	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	5.53	286.40	--	--
5	1.68	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	3.53	286.40	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	135 di 203

6	2.10	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	2.54	286.40	--	--
7	2.52	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	1.97	286.40	--	--
8	2.94	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	1.61	286.40	--	--
9	3.36	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	2.04	286.40	--	--
10	3.78	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	1.78	286.40	--	--
11	4.20	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	1.60	286.40	--	--

COMBINAZIONE n° 11

Valore della spinta statica	206.4976	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	206.4976	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.40	[m]	Y = -2.15	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	74.44	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	463.3610	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.36	[m]	Y = -1.77	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.50	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	206.4976	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	613.4326	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	547.8196	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1944.0322	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	613.4326	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	206.4976	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.47	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]
Risultante in fondazione	647.2564	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	18.60	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	290.7270	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.55
--	------

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 12

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [Pa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [Pa]
Cm, Ctt	contributo tiranti espresso in [kN]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.50 Y[m]= 4.53

Raggio del cerchio R[m]= 10.54

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -6.98

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 9.37

Larghezza della striscia dx[m]= 0.65

Coefficiente di sicurezza C= 1.42

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u	Ctn	Ctt
1	67.6016	64.80	61.1693	0.0151	32.01	0	0	---	---
2	83.4216	57.61	70.4411	0.0120	32.01	0	0	---	---
3	81.5745	51.44	63.7874	0.0103	32.01	0	0	---	---
4	46.7927	46.03	33.6769	0.0092	32.01	0	0	---	---
5	54.9529	41.11	36.1339	0.0085	32.01	0	0	---	---
6	108.1295	36.54	64.3835	0.0080	32.01	0	0	---	---
7	126.2305	32.23	67.3243	0.0076	32.01	0	0	---	---
8	132.1011	28.12	62.2563	0.0073	29.23	0	0	---	---
9	130.1335	24.16	53.2536	0.0070	24.79	0	0	---	---
10	81.5049	20.31	28.2966	0.0068	24.79	0	0	---	---
11	81.6544	16.57	23.2826	0.0067	24.79	0	0	---	---
12	78.0601	12.89	17.4152	0.0066	24.79	0	0	---	---
13	75.5257	9.27	12.1647	0.0065	24.79	0	0	---	---

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	137 di 203

14	76.2842	5.68	7.5549	0.0064	24.79	0	0	---	---
15	77.3737	2.12	2.8633	0.0064	24.79	0	0	---	---
16	29.1448	-1.43	-0.7293	0.0064	24.79	0	0	---	---
17	25.2860	-4.99	-2.2012	0.0064	24.79	0	0	---	---
18	24.4421	-8.57	-3.6439	0.0065	24.79	0	0	---	---
19	23.1882	-12.19	-4.8954	0.0066	24.79	0	0	---	---
20	21.4789	-15.85	-5.8670	0.0067	24.79	0	0	---	---
21	19.2916	-19.58	-6.4664	0.0068	24.79	0	0	---	---
22	16.5953	-23.41	-6.5923	0.0070	24.79	0	0	---	---
23	13.2685	-27.34	-6.0941	0.0072	27.84	0	0	---	---
24	8.5948	-31.42	-4.4809	0.0075	32.01	0	0	---	---
25	2.9135	-35.69	-1.6999	0.0079	32.01	0	0	---	---

$\Sigma W_i = 1485.5447$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 561.3332$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 794.6003$ [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.39$

COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	74.5405	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	74.5405	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.40	[m]	Y = -2.93	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	64.00	[°]		
Incremento sismico della spinta	8.8118	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4.40	[m]	Y = -2.93	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	62.31	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	376.1400	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.36	[m]	Y = -1.77	[m]
Inerzia del muro	6.6842	[kN]		
Inerzia verticale del muro	3.3421	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	16.9224	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	8.4612	[kN]		

Risultanti carichi esterni

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	138 di 203

Componente dir. X	0.05	[kN]
Componente dir. Y	1.11	[kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	107.0087	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	537.6264	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	537.6264	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	107.0087	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.03	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]
Risultante in fondazione	548.1724	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11.26	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	13.8422	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2705.7992	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	100496	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	95005	[Pa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 30.14$	$N_q = 18.40$	$N_\gamma = 15.07$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.57$	$i_q = 0.59$	$i_\gamma = 0.47$
Fattori profondità	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 18.38$	$N'_q = 11.47$	$N'_\gamma = 7.12$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.90
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.03

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 13

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.1100	0.0000	0.0499
2	0.19	2.4993	0.0184	0.1618
3	0.38	3.8886	0.0703	0.4170
4	0.57	5.2779	0.1880	0.8620
5	0.76	6.6672	0.4082	1.5017
6	0.94	8.0565	0.7676	2.3358
7	1.13	9.4458	1.3029	3.3642
8	1.32	10.8351	2.0507	4.5869
9	1.51	12.2244	3.0479	6.0040
10	1.70	13.6137	4.3312	7.6155
11	1.70	20.0337	4.7265	7.6135
12	1.89	22.3832	6.3625	9.4906
13	2.08	24.7328	8.3773	11.5666
14	2.27	27.0823	10.8092	13.8433
15	2.47	29.4319	13.6976	16.3420
16	2.66	31.7814	17.0944	19.1679
17	2.85	34.1310	21.0714	22.3982
18	3.04	36.4805	25.7047	26.0098
19	3.23	38.8301	31.0623	29.9434
20	3.43	41.1796	37.1990	34.1308
21	3.62	43.5292	44.1603	38.5455
22	3.81	45.8787	51.9889	43.1820
23	4.00	48.2282	60.7274	48.0382

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 13

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	140 di 203

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2587	6.4674
3	0.16	1.0346	12.9284
4	0.24	2.3271	19.3830
5	0.32	4.1357	25.8312
6	0.40	6.4599	32.2730
7	0.48	9.2992	38.7084
8	0.56	12.6531	45.1375
9	0.64	16.5211	51.5601
10	0.72	20.9026	57.9764
11	0.80	25.7971	64.3863

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 13

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.42	-1.8054	-8.5677
3	0.84	-7.1722	-16.9593
4	1.26	-16.0265	-25.1747
5	1.68	-28.2942	-33.2038
6	2.10	-43.6931	-39.7170
7	2.52	-61.3143	-43.7861
8	2.94	-80.1312	-45.4111
9	3.36	-99.1876	-45.2503
10	3.78	-118.1146	-44.8490
11	4.20	-136.8362	-44.2717

Armature e tensioni nei materiali del muro

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	141 di 203

Combinazione n° 13

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4973.05	0.00	4480.22	137.51	--	--
2	0.19	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4894.12	-36.00	1958.20	137.70	--	--
3	0.38	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4783.42	-86.50	1230.11	137.89	--	--
4	0.57	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4531.63	-161.45	858.61	138.08	--	--
5	0.76	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	3706.43	-226.94	555.92	138.26	--	--
6	0.94	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	2847.32	-271.28	353.42	138.45	--	--
7	1.13	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	2013.09	-277.67	213.12	138.64	--	--
8	1.32	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	1247.98	-236.20	115.18	138.83	--	--
9	1.51	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	767.59	-191.38	62.79	139.02	--	--
10	1.70	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	509.18	-161.99	37.40	139.20	--	--
11	1.70	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	3040.97	-717.45	151.79	204.89	--	--
12	1.89	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	2320.14	-659.50	103.66	205.22	--	--
13	2.08	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1748.34	-592.18	70.69	205.55	--	--
14	2.27	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1323.02	-528.05	48.85	205.88	--	--
15	2.47	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1027.81	-478.34	34.92	206.21	--	--
16	2.66	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	804.26	-432.59	25.31	206.55	--	--
17	2.85	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	649.34	-400.88	19.03	206.88	--	--
18	3.04	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	536.03	-377.69	14.69	207.21	--	--
19	3.23	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	450.18	-360.12	11.59	207.54	--	--
20	3.43	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	383.57	-346.49	9.31	207.87	--	--
21	3.62	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	330.91	-335.71	7.60	208.20	--	--
22	3.81	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	288.62	-327.06	6.29	208.53	--	--
23	4.00	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	254.13	-320.00	5.27	208.86	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	142 di 203

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 13

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A_{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A_{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N_u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M_u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V_{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V_{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
V_{Rd}	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	0.00	1000.00	286.40	--	--
2	0.08	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	2385.38	286.40	--	--
3	0.16	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	596.54	286.40	--	--
4	0.24	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	265.22	286.40	--	--
5	0.32	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	149.23	286.40	--	--
6	0.40	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	95.54	286.40	--	--
7	0.48	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	66.37	286.40	--	--
8	0.56	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	48.78	286.40	--	--
9	0.64	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	37.36	286.40	--	--
10	0.72	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	29.53	286.40	--	--
11	0.80	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	23.92	286.40	--	--

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	0.00	1000.00	286.40	--	--
2	0.42	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	341.86	286.40	--	--
3	0.84	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	86.05	286.40	--	--
4	1.26	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	38.51	286.40	--	--
5	1.68	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	21.81	286.40	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	143 di 203

6	2.10	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	14.13	286.40	--	--
7	2.52	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	10.07	286.40	--	--
8	2.94	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	7.70	286.40	--	--
9	3.36	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	9.27	286.40	--	--
10	3.78	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	7.79	286.40	--	--
11	4.20	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	6.72	286.40	--	--

COMBINAZIONE n° 14

Valore della spinta statica	74.5405	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	74.5405	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.40	[m]	Y = -2.93	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	64.00	[°]		
Incremento sismico della spinta	5.4705	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4.40	[m]	Y = -2.93	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	62.19	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	376.1400	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.36	[m]	Y = -1.77	[m]
Inerzia del muro	6.6842	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-3.3421	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	16.9224	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-8.4612	[kN]		

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	0.05	[kN]
Componente dir. Y	1.11	[kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	103.6674	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	514.0198	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	514.0198	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	103.6674	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.03	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]
Risultante in fondazione	524.3694	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11.40	[°]

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	144 di 203

Momento rispetto al baricentro della fondazione	16.4915	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2674.0149	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	96729	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	90187	[Pa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 30.14$	$N_q = 18.40$	$N_\gamma = 15.07$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.56$	$i_q = 0.59$	$i_\gamma = 0.47$
Fattori profondità	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 18.24$	$N'_q = 11.38$	$N'_\gamma = 7.04$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.86
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.20

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 14

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.1100	0.0000	0.0499
2	0.19	2.4993	0.0183	0.1600
3	0.38	3.8886	0.0693	0.4077
4	0.57	5.2779	0.1839	0.8377
5	0.76	6.6672	0.3975	1.4549
6	0.94	8.0565	0.7453	2.2588
7	1.13	9.4458	1.2626	3.2494
8	1.32	10.8351	1.9846	4.4268
9	1.51	12.2244	2.9467	5.7909
10	1.70	13.6137	4.1841	7.3419
11	1.70	20.0337	4.5794	7.3398
12	1.89	22.3832	6.1564	9.1477
13	2.08	24.7328	8.0982	11.1467
14	2.27	27.0823	10.4417	13.3386
15	2.47	29.4319	13.2246	15.7437
16	2.66	31.7814	16.4967	18.4633
17	2.85	34.1310	20.3272	21.5714
18	3.04	36.4805	24.7892	25.0461
19	3.23	38.8301	29.9479	28.8300
20	3.43	41.1796	35.8561	32.8579
21	3.62	43.5292	42.5573	37.1041
22	3.81	45.8787	50.0929	41.5635
23	4.00	48.2282	58.5035	46.2341

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 14

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	146 di 203

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2467	6.1654
3	0.16	0.9863	12.3233
4	0.24	2.2182	18.4735
5	0.32	3.9418	24.6161
6	0.40	6.1566	30.7511
7	0.48	8.8618	36.8785
8	0.56	12.0569	42.9982
9	0.64	15.7413	49.1104
10	0.72	19.9144	55.2149
11	0.80	24.5755	61.3118

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 14

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.42	-2.2279	-10.5742
3	0.84	-8.8530	-20.9386
4	1.26	-19.7870	-31.0932
5	1.68	-34.9417	-41.0277
6	2.10	-54.0209	-49.4126
7	2.52	-76.1014	-55.3197
8	2.94	-100.1426	-58.7490
9	3.36	-125.1739	-60.3587
10	3.78	-150.8124	-61.6944
11	4.20	-176.9678	-62.8202

Armature e tensioni nei materiali del muro

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	147 di 203

Combinazione n° 14

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4973.05	0.00	4480.22	137.51	--	--
2	0.19	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4894.58	-35.79	1958.38	137.70	--	--
3	0.38	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4786.14	-85.26	1230.81	137.89	--	--
4	0.57	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4559.20	-158.88	863.83	138.08	--	--
5	0.76	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	3753.16	-223.77	562.93	138.26	--	--
6	0.94	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	2906.52	-268.88	360.77	138.45	--	--
7	1.13	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	2090.47	-279.43	221.31	138.64	--	--
8	1.32	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	1322.87	-242.31	122.09	138.83	--	--
9	1.51	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	814.83	-196.41	66.66	139.02	--	--
10	1.70	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	538.34	-165.45	39.54	139.20	--	--
11	1.70	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	3178.25	-726.50	158.65	204.89	--	--
12	1.89	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	2440.28	-671.19	109.02	205.22	--	--
13	2.08	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1847.54	-604.94	74.70	205.55	--	--
14	2.27	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1403.97	-541.30	51.84	205.88	--	--
15	2.47	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1090.40	-489.95	37.05	206.21	--	--
16	2.66	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	852.37	-442.44	26.82	206.55	--	--
17	2.85	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	685.56	-408.30	20.09	206.88	--	--
18	3.04	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	564.36	-383.49	15.47	207.21	--	--
19	3.23	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	472.98	-364.79	12.18	207.54	--	--
20	3.43	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	402.35	-350.33	9.77	207.87	--	--
21	3.62	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	346.68	-338.94	7.96	208.20	--	--
22	3.81	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	302.06	-329.81	6.58	208.53	--	--
23	4.00	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	265.76	-322.38	5.51	208.86	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	148 di 203

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 14

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR _{cd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR _{sd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR _d	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	0.00	1000.00	286.40	--	--
2	0.08	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	2502.09	286.40	--	--
3	0.16	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	625.78	286.40	--	--
4	0.24	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	278.24	286.40	--	--
5	0.32	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	156.57	286.40	--	--
6	0.40	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	100.25	286.40	--	--
7	0.48	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	69.65	286.40	--	--
8	0.56	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	51.19	286.40	--	--
9	0.64	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	39.21	286.40	--	--
10	0.72	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	30.99	286.40	--	--
11	0.80	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	25.11	286.40	--	--

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	0.00	1000.00	286.40	--	--
2	0.42	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	277.02	286.40	--	--
3	0.84	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	69.72	286.40	--	--
4	1.26	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	31.19	286.40	--	--
5	1.68	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	17.66	286.40	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	149 di 203

6	2.10	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	11.42	286.40	--	--
7	2.52	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	8.11	286.40	--	--
8	2.94	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	6.16	286.40	--	--
9	3.36	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	7.35	286.40	--	--
10	3.78	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	6.10	286.40	--	--
11	4.20	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	5.20	286.40	--	--

COMBINAZIONE n° 15

Valore della spinta statica	74.5405	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	74.5405	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.40	[m]	Y = -2.93	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	64.00	[°]		
Incremento sismico della spinta	13.4141	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4.40	[m]	Y = -2.93	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	61.44	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	376.1400	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.36	[m]	Y = -1.77	[m]
Inerzia del muro	10.0263	[kN]		
Inerzia verticale del muro	5.0132	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	25.3835	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	12.6918	[kN]		

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	0.07	[kN]
Componente dir. Y	1.11	[kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	123.4393	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	543.5281	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	251.6212	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1697.0019	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	543.5281	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	123.4393	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	150 di 203

Risultante in fondazione	557.3688	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12.80	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	49.3214	[kNm]		

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	6.74			
--	------	--	--	--

COMBINAZIONE n° 16

Valore della spinta statica	74.5405	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	74.5405	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.40	[m]	Y = -2.93	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	64.00	[°]		
Incremento sismico della spinta	8.4266	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4.40	[m]	Y = -2.93	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	61.25	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	376.1400	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.36	[m]	Y = -1.77	[m]
Inerzia del muro	10.0263	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-5.0132	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	25.3835	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-12.6918	[kN]		

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	0.07	[kN]		
Componente dir. Y	1.11	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	118.4519	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	508.1182	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	297.6611	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1641.6449	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	508.1182	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	118.4519	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.10	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]		
Risultante in fondazione	521.7422	[kN]		

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	151 di 203

Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)

13.12 [°]

Momento rispetto al baricentro della fondazione

53.3411 [kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento

5.52

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 17

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [Pa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [Pa]
Cm, Ctt	contributo tiranti espresso in [kN]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.01 Y[m]= 4.03

Raggio del cerchio R[m]= 10.35

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -7.80

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 8.84

Larghezza della striscia dx[m]= 0.67

Coefficiente di sicurezza C= 2.06

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u	Ctn	Ctt
1	10.3869	66.91	9.5550	0.0166	38.00	0	0	---	---
2	28.1052	58.87	24.0585	0.0126	38.00	0	0	---	---
3	41.1647	52.30	32.5692	0.0107	38.00	0	0	---	---
4	51.5754	46.61	37.4767	0.0095	38.00	0	0	---	---
5	60.1709	41.47	39.8447	0.0087	38.00	0	0	---	---
6	67.3852	36.71	40.2833	0.0081	38.00	0	0	---	---
7	74.2241	32.24	39.5949	0.0077	35.50	0	0	---	---
8	80.3192	27.98	37.6792	0.0074	30.00	0	0	---	---
9	83.8736	23.88	33.9520	0.0071	30.00	0	0	---	---
10	84.6726	19.91	28.8301	0.0069	30.00	0	0	---	---
11	81.4165	16.03	22.4861	0.0068	30.00	0	0	---	---
12	79.2337	12.23	16.7886	0.0067	30.00	0	0	---	---
13	80.5653	8.49	11.8908	0.0066	30.00	0	0	---	---

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	153 di 203

14	79.2509	4.78	6.6015	0.0065	30.00	0	0	---	---
15	32.9041	1.09	0.6254	0.0065	30.00	0	0	---	---
16	29.3651	-2.60	-1.3298	0.0065	30.00	0	0	---	---
17	28.8141	-6.29	-3.1574	0.0066	30.00	0	0	---	---
18	27.7982	-10.01	-4.8333	0.0066	30.00	0	0	---	---
19	26.3042	-13.78	-6.2648	0.0067	30.00	0	0	---	---
20	24.3116	-17.61	-7.3535	0.0068	30.00	0	0	---	---
21	21.7912	-21.52	-7.9925	0.0070	30.00	0	0	---	---
22	18.7025	-25.54	-8.0624	0.0072	30.00	0	0	---	---
23	14.9867	-29.70	-7.4246	0.0075	30.67	0	0	---	---
24	9.8950	-34.04	-5.5387	0.0079	38.00	0	0	---	---
25	3.3676	-38.62	-2.1018	0.0084	38.00	0	0	---	---

$$\Sigma W_i = 1140.5843 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 328.1771 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 724.3165 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.38$$

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	154 di 203

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 18

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [Pa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [Pa]
Cm, Ctt	contributo tiranti espresso in [kN]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.01 Y[m]= 4.03

Raggio del cerchio R[m]= 10.35

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -7.80

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 8.84

Larghezza della striscia dx[m]= 0.67

Coefficiente di sicurezza C= 2.05

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u	Ctn	Ctt
1	10.3869	66.91	9.5550	0.0166	38.00	0	0	---	---
2	28.1052	58.87	24.0585	0.0126	38.00	0	0	---	---
3	41.1647	52.30	32.5692	0.0107	38.00	0	0	---	---
4	51.5754	46.61	37.4767	0.0095	38.00	0	0	---	---
5	60.1709	41.47	39.8447	0.0087	38.00	0	0	---	---
6	67.3852	36.71	40.2833	0.0081	38.00	0	0	---	---
7	74.2241	32.24	39.5949	0.0077	35.50	0	0	---	---
8	80.3192	27.98	37.6792	0.0074	30.00	0	0	---	---
9	83.8736	23.88	33.9520	0.0071	30.00	0	0	---	---
10	84.6726	19.91	28.8301	0.0069	30.00	0	0	---	---
11	81.4165	16.03	22.4861	0.0068	30.00	0	0	---	---
12	79.2337	12.23	16.7886	0.0067	30.00	0	0	---	---
13	80.5653	8.49	11.8908	0.0066	30.00	0	0	---	---

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	155 di 203

14	79.2509	4.78	6.6015	0.0065	30.00	0	0	---	---
15	32.9041	1.09	0.6254	0.0065	30.00	0	0	---	---
16	29.3651	-2.60	-1.3298	0.0065	30.00	0	0	---	---
17	28.8141	-6.29	-3.1574	0.0066	30.00	0	0	---	---
18	27.7982	-10.01	-4.8333	0.0066	30.00	0	0	---	---
19	26.3042	-13.78	-6.2648	0.0067	30.00	0	0	---	---
20	24.3116	-17.61	-7.3535	0.0068	30.00	0	0	---	---
21	21.7912	-21.52	-7.9925	0.0070	30.00	0	0	---	---
22	18.7025	-25.54	-8.0624	0.0072	30.00	0	0	---	---
23	14.9867	-29.70	-7.4246	0.0075	30.67	0	0	---	---
24	9.8950	-34.04	-5.5387	0.0079	38.00	0	0	---	---
25	3.3676	-38.62	-2.1018	0.0084	38.00	0	0	---	---

$\Sigma W_i = 1140.5843$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 328.1771$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 724.3165$ [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.38$

COMBINAZIONE n° 19

Valore della spinta statica	86.1117	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	86.1117	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.40	[m]	Y = -2.65	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	66.81	[°]		
Incremento sismico della spinta	9.2289	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4.40	[m]	Y = -2.65	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	65.13	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	388.1705	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.36	[m]	Y = -1.77	[m]
Inerzia del muro	6.6842	[kN]		
Inerzia verticale del muro	3.3421	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	17.4636	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	8.7318	[kN]		

Risultanti carichi esterni

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	156 di 203

Componente dir. X	0.05	[kN]
Componente dir. Y	1.11	[kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	119.5385	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	549.9275	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	549.9275	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	119.5385	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.10	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]
Risultante in fondazione	562.7697	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12.26	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	55.8930	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2461.9428	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	111073	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	88901	[Pa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 30.14$	$N_q = 18.40$	$N_\gamma = 15.07$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.54$	$i_q = 0.56$	$i_\gamma = 0.44$
Fattori profondità	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 17.38$	$N'_q = 10.89$	$N'_\gamma = 6.60$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.66
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.48

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 19

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.1100	0.0000	0.0499
2	0.19	2.4993	0.0184	0.1618
3	0.38	3.8886	0.0703	0.4170
4	0.57	5.2779	0.1880	0.8620
5	0.76	6.6672	0.4082	1.5017
6	0.94	8.0565	0.7676	2.3358
7	1.13	9.4458	1.3029	3.3642
8	1.32	10.8351	2.0507	4.5869
9	1.51	12.2244	3.0479	6.0040
10	1.70	13.6137	4.3312	7.6155
11	1.70	20.0337	4.7265	7.6135
12	1.89	22.3832	6.3625	9.4906
13	2.08	24.7328	8.3773	11.5666
14	2.27	27.0823	10.8092	13.8433
15	2.47	29.4319	13.6976	16.3420
16	2.66	31.7814	17.0944	19.1679
17	2.85	34.1310	21.0714	22.3982
18	3.04	36.4805	25.7047	26.0098
19	3.23	38.8301	31.0623	29.9434
20	3.43	41.1796	37.1990	34.1308
21	3.62	43.5292	44.1603	38.5455
22	3.81	45.8787	51.9889	43.1820
23	4.00	48.2282	60.7274	48.0382

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 19

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	158 di 203

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2923	7.3039
3	0.16	1.1679	14.5819
4	0.24	2.6247	21.8342
5	0.32	4.6607	29.0606
6	0.40	7.2738	36.2613
7	0.48	10.4618	43.4361
8	0.56	14.2228	50.5852
9	0.64	18.5548	57.7084
10	0.72	23.4555	64.8059
11	0.80	28.9230	71.8775

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 19

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.42	-3.5695	-16.8791
3	0.84	-14.0789	-33.0471
4	1.26	-29.9663	-42.4888
5	1.68	-49.6698	-51.2090
6	2.10	-72.6824	-57.8784
7	2.52	-97.8706	-61.5686
8	2.94	-123.9830	-62.2797
9	3.36	-149.8387	-60.6700
10	3.78	-174.8441	-58.2849
11	4.20	-198.6984	-55.1886

Armature e tensioni nei materiali del muro

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	159 di 203

Combinazione n° 19

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4973.05	0.00	4480.22	137.51	--	--
2	0.19	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4894.12	-36.00	1958.20	137.70	--	--
3	0.38	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4783.42	-86.50	1230.11	137.89	--	--
4	0.57	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4531.63	-161.45	858.61	138.08	--	--
5	0.76	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	3706.43	-226.94	555.92	138.26	--	--
6	0.94	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	2847.32	-271.28	353.42	138.45	--	--
7	1.13	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	2013.09	-277.67	213.12	138.64	--	--
8	1.32	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	1247.98	-236.20	115.18	138.83	--	--
9	1.51	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	767.59	-191.38	62.79	139.02	--	--
10	1.70	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	509.18	-161.99	37.40	139.20	--	--
11	1.70	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	3040.97	-717.45	151.79	204.89	--	--
12	1.89	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	2320.14	-659.50	103.66	205.22	--	--
13	2.08	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1748.34	-592.18	70.69	205.55	--	--
14	2.27	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1323.02	-528.05	48.85	205.88	--	--
15	2.47	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1027.81	-478.34	34.92	206.21	--	--
16	2.66	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	804.26	-432.59	25.31	206.55	--	--
17	2.85	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	649.34	-400.88	19.03	206.88	--	--
18	3.04	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	536.03	-377.69	14.69	207.21	--	--
19	3.23	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	450.18	-360.12	11.59	207.54	--	--
20	3.43	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	383.57	-346.49	9.31	207.87	--	--
21	3.62	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	330.91	-335.71	7.60	208.20	--	--
22	3.81	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	288.62	-327.06	6.29	208.53	--	--
23	4.00	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	254.13	-320.00	5.27	208.86	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	160 di 203

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 19

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	0.00	1000.00	286.40	--	--
2	0.08	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	2111.30	286.40	--	--
3	0.16	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	528.45	286.40	--	--
4	0.24	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	235.14	286.40	--	--
5	0.32	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	132.42	286.40	--	--
6	0.40	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	84.85	286.40	--	--
7	0.48	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	58.99	286.40	--	--
8	0.56	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	43.39	286.40	--	--
9	0.64	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	33.26	286.40	--	--
10	0.72	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	26.31	286.40	--	--
11	0.80	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	21.34	286.40	--	--

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	0.00	1000.00	286.40	--	--
2	0.42	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	172.91	286.40	--	--
3	0.84	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	43.84	286.40	--	--
4	1.26	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	20.60	286.40	--	--
5	1.68	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	12.43	286.40	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	161 di 203

6	2.10	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	8.49	286.40	--	--
7	2.52	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	6.31	286.40	--	--
8	2.94	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	4.98	286.40	--	--
9	3.36	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	6.14	286.40	--	--
10	3.78	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	5.26	286.40	--	--
11	4.20	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	4.63	286.40	--	--

COMBINAZIONE n° 20

Valore della spinta statica	86.1117	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	86.1117	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.40	[m]	Y = -2.65	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	66.81	[°]		
Incremento sismico della spinta	5.3665	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4.40	[m]	Y = -2.65	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	65.00	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	388.1705	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.36	[m]	Y = -1.77	[m]
Inerzia del muro	6.6842	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-3.3421	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	17.4636	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-8.7318	[kN]		

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	0.05	[kN]
Componente dir. Y	1.11	[kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	115.6760	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	525.7797	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	525.7797	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	115.6760	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.11	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]
Risultante in fondazione	538.3542	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12.41	[°]

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	162 di 203

Momento rispetto al baricentro della fondazione	56.8697	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2432.4464	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	106876	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	84316	[Pa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 30.14$	$N_q = 18.40$	$N_\gamma = 15.07$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.53$	$i_q = 0.56$	$i_\gamma = 0.43$
Fattori profondità	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 17.23$	$N'_q = 10.81$	$N'_\gamma = 6.53$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.62
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.63

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	163 di 203

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 20

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.1100	0.0000	0.0499
2	0.19	2.4993	0.0183	0.1600
3	0.38	3.8886	0.0693	0.4077
4	0.57	5.2779	0.1839	0.8377
5	0.76	6.6672	0.3975	1.4549
6	0.94	8.0565	0.7453	2.2588
7	1.13	9.4458	1.2626	3.2494
8	1.32	10.8351	1.9846	4.4268
9	1.51	12.2244	2.9467	5.7909
10	1.70	13.6137	4.1841	7.3419
11	1.70	20.0337	4.5794	7.3398
12	1.89	22.3832	6.1564	9.1477
13	2.08	24.7328	8.0982	11.1467
14	2.27	27.0823	10.4417	13.3386
15	2.47	29.4319	13.2246	15.7437
16	2.66	31.7814	16.4967	18.4633
17	2.85	34.1310	20.3272	21.5714
18	3.04	36.4805	24.7892	25.0461
19	3.23	38.8301	29.9479	28.8300
20	3.43	41.1796	35.8561	32.8579
21	3.62	43.5292	42.5573	37.1041
22	3.81	45.8787	50.0929	41.5635
23	4.00	48.2282	58.5035	46.2341

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 20

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	164 di 203

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2789	6.9679
3	0.16	1.1142	13.9095
4	0.24	2.5037	20.8249
5	0.32	4.4454	27.7140
6	0.40	6.9373	34.5769
7	0.48	9.9771	41.4135
8	0.56	13.5627	48.2239
9	0.64	17.6922	55.0080
10	0.72	22.3633	61.7659
11	0.80	27.5740	68.4975

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 20

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.42	-3.9730	-18.7983
3	0.84	-15.6893	-36.8730
4	1.26	-33.5818	-48.2090
5	1.68	-56.0834	-58.8111
6	2.10	-82.6819	-67.3499
7	2.52	-112.2385	-72.8972
8	2.94	-143.4968	-75.4529
9	3.36	-175.2704	-75.6754
10	3.78	-206.9607	-75.1100
11	4.20	-238.2615	-73.8211

Armature e tensioni nei materiali del muro

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	165 di 203

Combinazione n° 20

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4973.05	0.00	4480.22	137.51	--	--
2	0.19	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4894.58	-35.79	1958.38	137.70	--	--
3	0.38	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4786.14	-85.26	1230.81	137.89	--	--
4	0.57	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4559.20	-158.88	863.83	138.08	--	--
5	0.76	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	3753.16	-223.77	562.93	138.26	--	--
6	0.94	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	2906.52	-268.88	360.77	138.45	--	--
7	1.13	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	2090.47	-279.43	221.31	138.64	--	--
8	1.32	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	1322.87	-242.31	122.09	138.83	--	--
9	1.51	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	814.83	-196.41	66.66	139.02	--	--
10	1.70	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	538.34	-165.45	39.54	139.20	--	--
11	1.70	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	3178.25	-726.50	158.65	204.89	--	--
12	1.89	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	2440.28	-671.19	109.02	205.22	--	--
13	2.08	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1847.54	-604.94	74.70	205.55	--	--
14	2.27	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1403.97	-541.30	51.84	205.88	--	--
15	2.47	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1090.40	-489.95	37.05	206.21	--	--
16	2.66	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	852.37	-442.44	26.82	206.55	--	--
17	2.85	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	685.56	-408.30	20.09	206.88	--	--
18	3.04	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	564.36	-383.49	15.47	207.21	--	--
19	3.23	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	472.98	-364.79	12.18	207.54	--	--
20	3.43	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	402.35	-350.33	9.77	207.87	--	--
21	3.62	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	346.68	-338.94	7.96	208.20	--	--
22	3.81	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	302.06	-329.81	6.58	208.53	--	--
23	4.00	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	265.76	-322.38	5.51	208.86	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	166 di 203

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 20

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VR _{cd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VR _{sd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VR _d	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	0.00	1000.00	286.40	--	--
2	0.08	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	2213.01	286.40	--	--
3	0.16	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	553.95	286.40	--	--
4	0.24	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	246.51	286.40	--	--
5	0.32	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	138.84	286.40	--	--
6	0.40	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	88.97	286.40	--	--
7	0.48	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	61.86	286.40	--	--
8	0.56	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	45.51	286.40	--	--
9	0.64	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	34.88	286.40	--	--
10	0.72	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	27.60	286.40	--	--
11	0.80	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	22.38	286.40	--	--

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	0.00	1000.00	286.40	--	--
2	0.42	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	155.35	286.40	--	--
3	0.84	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	39.34	286.40	--	--
4	1.26	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	18.38	286.40	--	--
5	1.68	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	11.00	286.40	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	167 di 203

6	2.10	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	7.46	286.40	--	--
7	2.52	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	5.50	286.40	--	--
8	2.94	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	4.30	286.40	--	--
9	3.36	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	5.25	286.40	--	--
10	3.78	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	4.44	286.40	--	--
11	4.20	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	3.86	286.40	--	--

COMBINAZIONE n° 21

Valore della spinta statica	86.1117	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	86.1117	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.40	[m]	Y = -2.65	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	66.81	[°]		
Incremento sismico della spinta	14.0307	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4.40	[m]	Y = -2.65	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	64.25	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	388.1705	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.36	[m]	Y = -1.77	[m]
Inerzia del muro	10.0263	[kN]		
Inerzia verticale del muro	5.0132	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	26.1954	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	13.0977	[kN]		

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	0.07	[kN]
Componente dir. Y	1.11	[kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	136.4391	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	555.9645	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	304.9809	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1740.0652	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	555.9645	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	136.4391	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.17	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	168 di 203

Risultante in fondazione	572.4615	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13.79	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	93.8179	[kNm]		

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	5.71			
--	------	--	--	--

COMBINAZIONE n° 22

Valore della spinta statica	86.1117	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	86.1117	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.40	[m]	Y = -2.65	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	66.81	[°]		
Incremento sismico della spinta	8.2603	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 4.40	[m]	Y = -2.65	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	64.06	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	388.1705	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.36	[m]	Y = -1.77	[m]
Inerzia del muro	10.0263	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-5.0132	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	26.1954	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-13.0977	[kN]		

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	0.07	[kN]		
Componente dir. Y	1.11	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	130.6687	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	519.7427	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	349.3431	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1683.3026	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	519.7427	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	130.6687	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.18	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]		
Risultante in fondazione	535.9168	[kN]		

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	169 di 203

Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)

14.11 [°]

Momento rispetto al baricentro della fondazione

95.3330 [kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento

4.82

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	170 di 203

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 23

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [Pa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [Pa]
Cm, Ctt	contributo tiranti espresso in [kN]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.01 Y[m]= 4.53

Raggio del cerchio R[m]= 10.79

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -7.87

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 9.12

Larghezza della striscia dx[m]= 0.68

Coefficiente di sicurezza C= 1.96

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u	Ctn	Ctt
1	19.7379	65.22	17.9202	0.0159	38.00	0	0	---	---
2	37.0649	57.76	31.3493	0.0125	38.00	0	0	---	---
3	43.3324	51.47	33.8999	0.0107	38.00	0	0	---	---
4	51.0357	45.98	36.6978	0.0096	38.00	0	0	---	---
5	63.2367	40.99	41.4766	0.0088	38.00	0	0	---	---
6	76.9750	36.35	45.6290	0.0083	38.00	0	0	---	---
7	83.3923	31.98	44.1720	0.0079	37.60	0	0	---	---
8	90.5659	27.82	42.2599	0.0075	30.00	0	0	---	---
9	86.2879	23.80	34.8228	0.0073	30.00	0	0	---	---
10	86.3583	19.91	29.4065	0.0071	30.00	0	0	---	---
11	83.2934	16.11	23.1119	0.0069	30.00	0	0	---	---
12	80.3131	12.38	17.2222	0.0068	30.00	0	0	---	---
13	81.2102	8.71	12.2956	0.0067	30.00	0	0	---	---

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	171 di 203

14	86.3082	5.07	7.6273	0.0067	30.00	0	0	---	---
15	33.0404	1.45	0.8373	0.0067	30.00	0	0	---	---
16	29.3954	-2.16	-1.1079	0.0067	30.00	0	0	---	---
17	28.7402	-5.78	-2.8947	0.0067	30.00	0	0	---	---
18	27.7528	-9.42	-4.5446	0.0068	30.00	0	0	---	---
19	26.2790	-13.11	-5.9597	0.0068	30.00	0	0	---	---
20	24.2996	-16.85	-7.0426	0.0070	30.00	0	0	---	---
21	21.7871	-20.66	-7.6880	0.0071	30.00	0	0	---	---
22	18.7036	-24.58	-7.7791	0.0073	30.00	0	0	---	---
23	14.9859	-28.62	-7.1778	0.0076	31.21	0	0	---	---
24	9.8491	-32.82	-5.3387	0.0079	38.00	0	0	---	---
25	3.3589	-37.24	-2.0326	0.0084	38.00	0	0	---	---

$$\Sigma W_i = 1207.3039 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 367.1627 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 775.6454 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.28$$

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 24

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W	peso della striscia espresso in [kN]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [Pa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [Pa]
Cm, Ctt	contributo tiranti espresso in [kN]

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.01 Y[m]= 4.53

Raggio del cerchio R[m]= 10.79

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -7.87

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 9.12

Larghezza della striscia dx[m]= 0.68

Coefficiente di sicurezza C= 1.96

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u	Ctn	Ctt
1	19.7379	65.22	17.9202	0.0159	38.00	0	0	---	---
2	37.0649	57.76	31.3493	0.0125	38.00	0	0	---	---
3	43.3324	51.47	33.8999	0.0107	38.00	0	0	---	---
4	51.0357	45.98	36.6978	0.0096	38.00	0	0	---	---
5	63.2367	40.99	41.4766	0.0088	38.00	0	0	---	---
6	76.9750	36.35	45.6290	0.0083	38.00	0	0	---	---
7	83.3923	31.98	44.1720	0.0079	37.60	0	0	---	---
8	90.5659	27.82	42.2599	0.0075	30.00	0	0	---	---
9	86.2879	23.80	34.8228	0.0073	30.00	0	0	---	---
10	86.3583	19.91	29.4065	0.0071	30.00	0	0	---	---
11	83.2934	16.11	23.1119	0.0069	30.00	0	0	---	---
12	80.3131	12.38	17.2222	0.0068	30.00	0	0	---	---
13	81.2102	8.71	12.2956	0.0067	30.00	0	0	---	---

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	173 di 203

14	86.3082	5.07	7.6273	0.0067	30.00	0	0	---	---
15	33.0404	1.45	0.8373	0.0067	30.00	0	0	---	---
16	29.3954	-2.16	-1.1079	0.0067	30.00	0	0	---	---
17	28.7402	-5.78	-2.8947	0.0067	30.00	0	0	---	---
18	27.7528	-9.42	-4.5446	0.0068	30.00	0	0	---	---
19	26.2790	-13.11	-5.9597	0.0068	30.00	0	0	---	---
20	24.2996	-16.85	-7.0426	0.0070	30.00	0	0	---	---
21	21.7871	-20.66	-7.6880	0.0071	30.00	0	0	---	---
22	18.7036	-24.58	-7.7791	0.0073	30.00	0	0	---	---
23	14.9859	-28.62	-7.1778	0.0076	31.21	0	0	---	---
24	9.8491	-32.82	-5.3387	0.0079	38.00	0	0	---	---
25	3.3589	-37.24	-2.0326	0.0084	38.00	0	0	---	---

$$\Sigma W_i = 1207.3039 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 367.1627 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma W_i \tan \phi_i = 775.6454 \text{ [kN]}$$

$$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.28$$

COMBINAZIONE n° 25

Valore della spinta statica	74.5405	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	74.5405	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.40	[m]	Y = -2.93	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	64.00	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	376.1400	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.36	[m]	Y = -1.77	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y	1.11	[kN]
-------------------	------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	74.5405	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	525.8231	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	525.8231	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	74.5405	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0.11	[m]

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	174 di 203

Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]
Risultante in fondazione	531.0802	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8.07	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-56.3822	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3212.3820	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	84421	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	106787	[Pa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 30.14$	$N_q = 18.40$	$N_\gamma = 15.07$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.67$	$i_q = 0.69$	$i_\gamma = 0.59$
Fattori profondità	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 21.82$	$N'_q = 13.41$	$N'_\gamma = 8.94$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	4.07
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	6.11

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	175 di 203

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 25

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.1100	0.0000	0.0000
2	0.19	2.4993	0.0027	0.0436
3	0.38	3.8886	0.0244	0.2119
4	0.57	5.2779	0.0933	0.5459
5	0.76	6.6672	0.2414	1.0501
6	0.94	8.0565	0.5007	1.7241
7	1.13	9.4458	0.9034	2.5679
8	1.32	10.8351	1.4815	3.5814
9	1.51	12.2244	2.2671	4.7646
10	1.70	13.6137	3.2922	6.1176
11	1.70	20.0337	3.6875	6.1156
12	1.89	22.3832	5.0052	7.6629
13	2.08	24.7328	6.6361	9.3841
14	2.27	27.0823	8.6136	11.2805
15	2.47	29.4319	10.9723	13.3709
16	2.66	31.7814	13.7573	15.7470
17	2.85	34.1310	17.0314	18.4764
18	3.04	36.4805	20.8612	21.5390
19	3.23	38.8301	25.3059	24.8827
20	3.43	41.1796	30.4135	28.4482
21	3.62	43.5292	36.2237	32.2122
22	3.81	45.8787	42.7739	36.1700
23	4.00	48.2282	50.1011	40.3198

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 25

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	176 di 203

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2077	5.1976
3	0.16	0.8323	10.4212
4	0.24	1.8758	15.6709
5	0.32	3.3403	20.9466
6	0.40	5.2280	26.2483
7	0.48	7.5408	31.5760
8	0.56	10.2808	36.9298
9	0.64	13.4502	42.3095
10	0.72	17.0510	47.7154
11	0.80	21.0854	53.1472

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 25

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.42	-0.8287	-4.0657
3	0.84	-3.5156	-8.8487
4	1.26	-8.3620	-14.3491
5	1.68	-15.6691	-20.5565
6	2.10	-25.5300	-26.1416
7	2.52	-37.4109	-30.1760
8	2.94	-50.6607	-32.6598
9	3.36	-64.6983	-34.2512
10	3.78	-79.5301	-36.4957
11	4.20	-95.4551	-39.4576

Armature e tensioni nei materiali del muro

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	177 di 203

Combinazione n° 25

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [Pa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [Pa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [Pa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [Pa]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0.00	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	3358	0	-50373	-50373
2	0.19	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	7712	190	-111617	-115223
3	0.38	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	13128	923	-160109	-192826
4	0.57	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	21172	2379	-177060	-301970
5	0.76	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	33633	4576	-141018	-464107
6	0.94	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	52511	7513	-24453	-702868
7	1.13	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	85876	11189	417992	-1098575
8	1.32	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	141880	15605	1653372	-1708030
9	1.51	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	220478	20761	3905035	-2505818
10	1.70	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	321885	26656	7221309	-3489437
11	1.70	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	129958	15308	1050164	-1757910
12	1.89	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	176957	19181	2103138	-2350692
13	2.08	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	236035	23490	3676564	-3079856
14	2.27	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	307522	28237	5820422	-3946882
15	2.47	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	392064	33469	8576171	-4958167
16	2.66	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	490920	39417	12001655	-6127703
17	2.85	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	606082	46249	16184275	-7477903
18	3.04	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	739705	53915	21219921	-9032883
19	3.23	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	893718	62285	27195739	-10814179
20	3.43	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1069681	71210	34182627	-12839184
21	3.62	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1268894	80631	42239323	-15122382
22	3.81	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1492596	90538	51421500	-17677634
23	4.00	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1742017	100926	61784171	-20518698

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	178 di 203

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 25

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A_{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A_{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [Pa]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [Pa]
σ_{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [Pa]
σ_{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [Pa]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
1	0.00	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0	0	0	0
2	0.08	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	2585	7941	135970	-31970
3	0.16	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	10358	15922	544790	-128093
4	0.24	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	23345	23943	1227822	-288690
5	0.32	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	41571	32004	2186429	-514081
6	0.40	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	65062	40104	3421974	-804587
7	0.48	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	93845	48244	4935820	-1160528
8	0.56	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	127945	56424	6729330	-1582225
9	0.64	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	167389	64644	8803866	-2069998
10	0.72	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	212201	72904	11160791	-2624167
11	0.80	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	262409	81203	13801469	-3245053

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
1	0.00	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0	0	0	0
2	0.42	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	10313	-6212	-127535	542415
3	0.84	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	43752	-13520	-541051	2301135
4	1.26	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	104066	-21924	-1286918	5473367
5	1.68	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	195003	-31408	-2411483	10256231
6	2.10	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	317722	-39941	-3929078	16710683

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	179 di 203

7	2.52	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	465581	-46105	-5757567	24487394
8	2.94	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	630475	-49900	-7796720	33160074
9	3.36	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	699263	-52332	-8964671	28634018
10	3.78	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	859565	-55761	-11019778	35198224
11	4.20	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	1031685	-60287	-13226378	42246316

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 25

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A_{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A_{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
M_{pf}	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
ϵ_m	deformazione media espressa in [%]
s_m	Distanza media tra le fessure espressa in [m]
w	Apertura media della fessura espressa in [m]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A_{fs}	A_{fi}	M_{pf}	M	ϵ_m	s_m	w
1	0.00	0.001018	0.001018	-27.61	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	0.19	0.001018	0.001018	-27.61	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
3	0.38	0.001018	0.001018	-27.61	-0.02	0.0000	0.00000	0.000000
4	0.57	0.001018	0.001018	-27.61	-0.09	0.0000	0.00000	0.000000
5	0.76	0.001018	0.001018	-27.61	-0.24	0.0000	0.00000	0.000000
6	0.94	0.001018	0.001018	-27.61	-0.50	0.0000	0.00000	0.000000
7	1.13	0.001018	0.001018	-27.61	-0.90	0.0000	0.00000	0.000000
8	1.32	0.001018	0.001018	-27.61	-1.48	0.0000	0.00000	0.000000
9	1.51	0.001018	0.001018	-27.61	-2.27	0.0000	0.00000	0.000000
10	1.70	0.001018	0.001018	-27.61	-3.29	0.0000	0.00000	0.000000
11	1.70	0.001527	0.001018	-76.75	-3.69	0.0000	0.00000	0.000000
12	1.89	0.001527	0.001018	-76.75	-5.01	0.0000	0.00000	0.000000
13	2.08	0.001527	0.001018	-76.75	-6.64	0.0000	0.00000	0.000000
14	2.27	0.001527	0.001018	-76.75	-8.61	0.0000	0.00000	0.000000
15	2.47	0.001527	0.001018	-76.75	-10.97	0.0000	0.00000	0.000000
16	2.66	0.001527	0.001018	-76.75	-13.76	0.0000	0.00000	0.000000
17	2.85	0.001527	0.001018	-76.75	-17.03	0.0000	0.00000	0.000000
18	3.04	0.001527	0.001018	-76.75	-20.86	0.0000	0.00000	0.000000
19	3.23	0.001527	0.001018	-76.75	-25.31	0.0000	0.00000	0.000000
20	3.43	0.001527	0.001018	-76.75	-30.41	0.0000	0.00000	0.000000
21	3.62	0.001527	0.001018	-76.75	-36.22	0.0000	0.00000	0.000000

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	180 di 203

22	3.81	0.001527	0.001018	-76.75	-42.77	0.0000	0.00000	0.000000
23	4.00	0.001527	0.001018	-76.75	-50.10	0.0000	0.00000	0.000000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pr}	M	ε _m	s _m	w
1	-1.10	0.002124	0.002124	-196.77	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	-1.02	0.002124	0.002124	196.77	0.21	0.0000	0.00000	0.000000
3	-0.94	0.002124	0.002124	196.77	0.83	0.0000	0.00000	0.000000
4	-0.86	0.002124	0.002124	196.77	1.88	0.0000	0.00000	0.000000
5	-0.78	0.002124	0.002124	196.77	3.34	0.0000	0.00000	0.000000
6	-0.70	0.002124	0.002124	196.77	5.23	0.0000	0.00000	0.000000
7	-0.62	0.002124	0.002124	196.77	7.54	0.0000	0.00000	0.000000
8	-0.54	0.002124	0.002124	196.77	10.28	0.0000	0.00000	0.000000
9	-0.46	0.002124	0.002124	196.77	13.45	0.0000	0.00000	0.000000
10	-0.38	0.002124	0.002124	196.77	17.05	0.0000	0.00000	0.000000
11	-0.30	0.002124	0.002124	196.77	21.09	0.0000	0.00000	0.000000
12	0.20	0.003186	0.002124	-206.35	-95.46	0.0000	0.00000	0.000000
13	0.62	0.003186	0.002124	-206.35	-79.53	0.0000	0.00000	0.000000
14	1.04	0.003186	0.002124	-206.35	-64.70	0.0000	0.00000	0.000000
15	1.46	0.002124	0.002124	-196.77	-50.66	0.0000	0.00000	0.000000
16	1.88	0.002124	0.002124	-196.77	-37.41	0.0000	0.00000	0.000000
17	2.30	0.002124	0.002124	-196.77	-25.53	0.0000	0.00000	0.000000
18	2.72	0.002124	0.002124	-196.77	-15.67	0.0000	0.00000	0.000000
19	3.14	0.002124	0.002124	-196.77	-8.36	0.0000	0.00000	0.000000
20	3.56	0.002124	0.002124	-196.77	-3.52	0.0000	0.00000	0.000000
21	3.98	0.002124	0.002124	-196.77	-0.83	0.0000	0.00000	0.000000
22	4.40	0.002124	0.002124	-196.77	0.00	0.0000	0.00000	0.000000

COMBINAZIONE n° 26

Valore della spinta statica	114.0033	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	114.0033	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.40	[m]	Y = -2.30	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	73.31	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	412.2314	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.36	[m]	Y = -1.77	[m]

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	181 di 203

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y 1.11 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	114.0033	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	561.9145	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	561.9145	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	114.0033	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.11	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]
Risultante in fondazione	573.3626	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11.47	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	63.3089	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2583.5206	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	114723	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	89609	[Pa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 30.14$	$N_q = 18.40$	$N_\gamma = 15.07$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.56$	$i_q = 0.59$	$i_\gamma = 0.46$
Fattori profondità	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 18.17$	$N'_q = 11.34$	$N'_\gamma = 7.01$
----------------	----------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.85
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.60

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	182 di 203

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 26

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.1100	0.0000	0.0000
2	0.19	2.4993	0.0027	0.0436
3	0.38	3.8886	0.0244	0.2119
4	0.57	5.2779	0.0933	0.5459
5	0.76	6.6672	0.2414	1.0501
6	0.94	8.0565	0.5007	1.7241
7	1.13	9.4458	0.9034	2.5679
8	1.32	10.8351	1.4815	3.5814
9	1.51	12.2244	2.2671	4.7646
10	1.70	13.6137	3.2922	6.1176
11	1.70	20.0337	3.6875	6.1156
12	1.89	22.3832	5.0052	7.6629
13	2.08	24.7328	6.6361	9.3841
14	2.27	27.0823	8.6136	11.2805
15	2.47	29.4319	10.9723	13.3709
16	2.66	31.7814	13.7573	15.7470
17	2.85	34.1310	17.0314	18.4764
18	3.04	36.4805	20.8612	21.5390
19	3.23	38.8301	25.3059	24.8827
20	3.43	41.1796	30.4135	28.4482
21	3.62	43.5292	36.2237	32.2122
22	3.81	45.8787	42.7773	36.2438
23	4.00	48.2282	50.1477	40.7448

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 26

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	183 di 203

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.3040	7.5942
3	0.16	1.2143	15.1591
4	0.24	2.7286	22.6948
5	0.32	4.8447	30.2013
6	0.40	7.5601	37.6786
7	0.48	10.8725	45.1267
8	0.56	14.7796	52.5455
9	0.64	19.2790	59.9351
10	0.72	24.3684	67.2955
11	0.80	30.0455	74.6267

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 26

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.42	-6.0268	-28.5649
3	0.84	-23.8817	-56.3242
4	1.26	-49.4368	-65.2324
5	1.68	-78.5640	-73.3248
6	2.10	-110.7169	-79.2720
7	2.52	-144.7222	-82.1457
8	2.94	-179.2890	-81.9459
9	3.36	-213.1967	-79.3310
10	3.78	-245.8121	-75.8463
11	4.20	-276.7948	-71.5560

Armature e tensioni nei materiali del muro

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	184 di 203

Combinazione n° 26

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [Pa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [Pa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [Pa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [Pa]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0.00	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	3358	0	-50373	-50373
2	0.19	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	7712	190	-111617	-115223
3	0.38	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	13128	923	-160109	-192826
4	0.57	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	21172	2379	-177060	-301970
5	0.76	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	33633	4576	-141018	-464107
6	0.94	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	52511	7513	-24453	-702868
7	1.13	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	85876	11189	417992	-1098575
8	1.32	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	141880	15605	1653372	-1708030
9	1.51	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	220478	20761	3905035	-2505818
10	1.70	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	321885	26656	7221309	-3489437
11	1.70	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	129958	15308	1050164	-1757910
12	1.89	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	176957	19181	2103138	-2350692
13	2.08	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	236035	23490	3676564	-3079856
14	2.27	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	307522	28237	5820422	-3946882
15	2.47	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	392064	33469	8576171	-4958167
16	2.66	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	490920	39417	12001655	-6127703
17	2.85	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	606082	46249	16184275	-7477903
18	3.04	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	739705	53915	21219921	-9032883
19	3.23	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	893718	62285	27195739	-10814179
20	3.43	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1069681	71210	34182627	-12839184
21	3.62	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1268894	80631	42239323	-15122382
22	3.81	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1492709	90723	51426563	-17678905
23	4.00	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1743583	101989	61854265	-20536209

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 26

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A_{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A_{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [Pa]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [Pa]
σ_{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [Pa]
σ_{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [Pa]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
1	0.00	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0	0	0	0
2	0.08	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	3783	11603	198959	-46780
3	0.16	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	15112	23161	794815	-186880
4	0.24	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	33958	34675	1786038	-419940
5	0.32	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	60292	46144	3171098	-745600
6	0.40	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	94086	57569	4948464	-1163501
7	0.48	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	135309	68948	7116607	-1673283
8	0.56	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	183933	80283	9673995	-2274586
9	0.64	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	239928	91574	12619099	-2967049
10	0.72	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	303266	102820	15950388	-3750315
11	0.80	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	373918	114021	19666333	-4624021

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
1	0.00	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0	0	0	0
2	0.42	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	75004	-43644	-927530	3944861
3	0.84	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	297209	-86057	-3675412	15631821
4	1.26	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	615244	-99668	-7608357	32358950
5	1.68	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	977733	-112032	-12091057	51424233
6	2.10	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	1377878	-121118	-17039410	72469976

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	186 di 203

7	2.52	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	1801076	-125509	-22272847	94728206
8	2.94	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	2231261	-125204	-27592705	117353987
9	3.36	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	2304243	-121209	-29540791	94356112
10	3.78	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	2656752	-115884	-34060021	108790965
11	4.20	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	2991614	-109329	-38353016	122503204

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 26

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A_{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A_{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
M_{pf}	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
ϵ_m	deformazione media espressa in [%]
s_m	Distanza media tra le fessure espressa in [m]
w	Apertura media della fessura espressa in [m]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A_{fs}	A_{fi}	M_{pf}	M	ϵ_m	s_m	w
1	0.00	0.001018	0.001018	-27.61	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	0.19	0.001018	0.001018	-27.61	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
3	0.38	0.001018	0.001018	-27.61	-0.02	0.0000	0.00000	0.000000
4	0.57	0.001018	0.001018	-27.61	-0.09	0.0000	0.00000	0.000000
5	0.76	0.001018	0.001018	-27.61	-0.24	0.0000	0.00000	0.000000
6	0.94	0.001018	0.001018	-27.61	-0.50	0.0000	0.00000	0.000000
7	1.13	0.001018	0.001018	-27.61	-0.90	0.0000	0.00000	0.000000
8	1.32	0.001018	0.001018	-27.61	-1.48	0.0000	0.00000	0.000000
9	1.51	0.001018	0.001018	-27.61	-2.27	0.0000	0.00000	0.000000
10	1.70	0.001018	0.001018	-27.61	-3.29	0.0000	0.00000	0.000000
11	1.70	0.001527	0.001018	-76.75	-3.69	0.0000	0.00000	0.000000
12	1.89	0.001527	0.001018	-76.75	-5.01	0.0000	0.00000	0.000000
13	2.08	0.001527	0.001018	-76.75	-6.64	0.0000	0.00000	0.000000
14	2.27	0.001527	0.001018	-76.75	-8.61	0.0000	0.00000	0.000000
15	2.47	0.001527	0.001018	-76.75	-10.97	0.0000	0.00000	0.000000
16	2.66	0.001527	0.001018	-76.75	-13.76	0.0000	0.00000	0.000000
17	2.85	0.001527	0.001018	-76.75	-17.03	0.0000	0.00000	0.000000
18	3.04	0.001527	0.001018	-76.75	-20.86	0.0000	0.00000	0.000000
19	3.23	0.001527	0.001018	-76.75	-25.31	0.0000	0.00000	0.000000
20	3.43	0.001527	0.001018	-76.75	-30.41	0.0000	0.00000	0.000000
21	3.62	0.001527	0.001018	-76.75	-36.22	0.0000	0.00000	0.000000

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	187 di 203

22	3.81	0.001527	0.001018	-76.75	-42.78	0.0000	0.00000	0.000000
23	4.00	0.001527	0.001018	-76.75	-50.15	0.0000	0.00000	0.000000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pr}	M	ε _m	s _m	w
1	-1.10	0.002124	0.002124	-196.77	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	-1.02	0.002124	0.002124	196.77	0.30	0.0000	0.00000	0.000000
3	-0.94	0.002124	0.002124	196.77	1.21	0.0000	0.00000	0.000000
4	-0.86	0.002124	0.002124	196.77	2.73	0.0000	0.00000	0.000000
5	-0.78	0.002124	0.002124	196.77	4.84	0.0000	0.00000	0.000000
6	-0.70	0.002124	0.002124	196.77	7.56	0.0000	0.00000	0.000000
7	-0.62	0.002124	0.002124	196.77	10.87	0.0000	0.00000	0.000000
8	-0.54	0.002124	0.002124	196.77	14.78	0.0000	0.00000	0.000000
9	-0.46	0.002124	0.002124	196.77	19.28	0.0000	0.00000	0.000000
10	-0.38	0.002124	0.002124	196.77	24.37	0.0000	0.00000	0.000000
11	-0.30	0.002124	0.002124	196.77	30.05	0.0000	0.00000	0.000000
12	0.20	0.003186	0.002124	-206.35	-276.79	0.0436	0.09597	0.000071
13	0.62	0.003186	0.002124	-206.35	-245.81	0.0349	0.09597	0.000057
14	1.04	0.003186	0.002124	-206.35	-213.20	0.0275	0.09597	0.000045
15	1.46	0.002124	0.002124	-196.77	-179.29	0.0000	0.00000	0.000000
16	1.88	0.002124	0.002124	-196.77	-144.72	0.0000	0.00000	0.000000
17	2.30	0.002124	0.002124	-196.77	-110.72	0.0000	0.00000	0.000000
18	2.72	0.002124	0.002124	-196.77	-78.56	0.0000	0.00000	0.000000
19	3.14	0.002124	0.002124	-196.77	-49.44	0.0000	0.00000	0.000000
20	3.56	0.002124	0.002124	-196.77	-23.88	0.0000	0.00000	0.000000
21	3.98	0.002124	0.002124	-196.77	-6.03	0.0000	0.00000	0.000000
22	4.40	0.002124	0.002124	-196.77	0.00	0.0000	0.00000	0.000000

COMBINAZIONE n° 27

Valore della spinta statica	146.8549	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	146.8549	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	0.0000	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 4.40	[m]	Y = -2.17	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	0.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	74.44	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	436.2924	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 2.36	[m]	Y = -1.77	[m]

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	188 di 203

Risultanti carichi esterni

Componente dir. Y 1.11 [kN]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	146.8549	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	585.9755	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	585.9755	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	146.8549	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.25	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]
Risultante in fondazione	604.0974	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14.07	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	148.3621	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2054.4179	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	135968	[Pa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	77114	[Pa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 30.14$	$N_q = 18.40$	$N_\gamma = 15.07$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.48$	$i_q = 0.51$	$i_\gamma = 0.38$
Fattori profondità	$d_c = 1.07$	$d_q = 1.05$	$d_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione piano posa	$b_c = 1.00$	$b_q = 1.00$	$b_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione pendio	$g_c = 1.00$	$g_q = 1.00$	$g_\gamma = 1.00$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 15.65$	$N'_q = 9.92$	$N'_\gamma = 5.74$
----------------	---------------	--------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.30
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.51

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	189 di 203

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 27

L'ordinata Y (espressa in m) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	1.1100	0.0000	0.0000
2	0.19	2.4993	0.0027	0.0436
3	0.38	3.8886	0.0244	0.2119
4	0.57	5.2779	0.0933	0.5459
5	0.76	6.6672	0.2414	1.0501
6	0.94	8.0565	0.5007	1.7241
7	1.13	9.4458	0.9034	2.5679
8	1.32	10.8351	1.4815	3.5814
9	1.51	12.2244	2.2671	4.7646
10	1.70	13.6137	3.2922	6.1176
11	1.70	20.0337	3.6875	6.1156
12	1.89	22.3832	5.0052	7.6629
13	2.08	24.7328	6.6361	9.3841
14	2.27	27.0823	8.6136	11.2805
15	2.47	29.4319	10.9723	13.3709
16	2.66	31.7814	13.7573	15.7470
17	2.85	34.1310	17.0314	18.4764
18	3.04	36.4805	20.8612	21.5390
19	3.23	38.8301	25.3060	24.8882
20	3.43	41.1796	30.4243	28.6183
21	3.62	43.5292	36.3342	33.2044
22	3.81	45.8787	43.2032	38.5438
23	4.00	48.2282	51.1296	44.2184

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 27

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	190 di 203

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.3714	9.2741
3	0.16	1.4820	18.4798
4	0.24	3.3264	27.6169
5	0.32	5.8989	36.6856
6	0.40	9.1942	45.6858
7	0.48	13.2068	54.6175
8	0.56	17.9312	63.4807
9	0.64	23.3619	72.2754
10	0.72	29.4934	81.0017
11	0.80	36.3203	89.6594

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 27

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.42	-9.5796	-45.3023
3	0.84	-37.7897	-88.7170
4	1.26	-77.5216	-100.1679
5	1.68	-121.6663	-109.7208
6	2.10	-169.2228	-116.0464
7	2.52	-218.5635	-118.2165
8	2.94	-267.9429	-116.2308
9	3.36	-315.6858	-110.7479
10	3.78	-360.7047	-103.3130
11	4.20	-402.2045	-93.9905

Armature e tensioni nei materiali del muro

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	191 di 203

Combinazione n° 27

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [Pa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [Pa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [Pa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [Pa]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0.00	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	3358	0	-50373	-50373
2	0.19	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	7712	190	-111617	-115223
3	0.38	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	13128	923	-160109	-192826
4	0.57	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	21172	2379	-177060	-301970
5	0.76	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	33633	4576	-141018	-464107
6	0.94	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	52511	7513	-24453	-702868
7	1.13	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	85876	11189	417992	-1098575
8	1.32	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	141880	15605	1653372	-1708030
9	1.51	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	220478	20761	3905035	-2505818
10	1.70	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	321885	26656	7221309	-3489437
11	1.70	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	129958	15308	1050164	-1757910
12	1.89	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	176957	19181	2103138	-2350692
13	2.08	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	236035	23490	3676564	-3079856
14	2.27	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	307522	28237	5820422	-3946882
15	2.47	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	392064	33469	8576171	-4958167
16	2.66	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	490920	39417	12001655	-6127703
17	2.85	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	606082	46249	16184275	-7477903
18	3.04	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	739705	53915	21219921	-9032883
19	3.23	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	893721	62298	27195888	-10814218
20	3.43	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1070047	71635	34198719	-12843290
21	3.62	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1272632	83115	42405103	-15164296
22	3.81	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1507071	96480	52067022	-17839704
23	4.00	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1776601	110684	63333033	-20905477

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	192 di 203

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 27

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A_{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A_{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [Pa]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [Pa]
σ_{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [Pa]
σ_{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [Pa]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
1	0.00	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0	0	0	0
2	0.08	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	4622	14170	243115	-57162
3	0.16	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	18444	28235	970068	-228086
4	0.24	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	41397	42195	2177274	-511929
5	0.32	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	73412	56051	3861146	-907847
6	0.40	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	114423	69803	6018098	-1414998
7	0.48	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	164359	83449	8644544	-2032537
8	0.56	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	223155	96991	11736898	-2759623
9	0.64	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	290740	110428	15291574	-3595412
10	0.72	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	367047	123761	19304985	-4539060
11	0.80	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	452008	136989	23773546	-5589724

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
1	0.00	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0	0	0	0
2	0.42	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	119218	-69217	-1474300	6270314
3	0.84	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	470294	-135549	-5815857	24735305
4	1.26	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	964760	-153045	-11930622	50741890
5	1.68	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	1514143	-167641	-18724523	79636899
6	2.10	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	2105987	-177305	-26043513	110765149

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	193 di 203

7	2.52	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	2720034	-180621	-33637074	143061172
8	2.94	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	3334563	-177587	-41236594	175382541
9	3.36	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	3411951	-169210	-43741801	139715499
10	3.78	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	3898517	-157850	-49979667	159639839
11	4.20	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	4347049	-143607	-55729930	178006731

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 27

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

A_{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A_{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
M_{pf}	Momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
M	Momento agente nella sezione espressa in [kNm]
ϵ_m	deformazione media espressa in [%]
s_m	Distanza media tra le fessure espressa in [m]
w	Apertura media della fessura espressa in [m]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A_{fs}	A_{fi}	M_{pf}	M	ϵ_m	s_m	w
1	0.00	0.001018	0.001018	-27.61	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	0.19	0.001018	0.001018	-27.61	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
3	0.38	0.001018	0.001018	-27.61	-0.02	0.0000	0.00000	0.000000
4	0.57	0.001018	0.001018	-27.61	-0.09	0.0000	0.00000	0.000000
5	0.76	0.001018	0.001018	-27.61	-0.24	0.0000	0.00000	0.000000
6	0.94	0.001018	0.001018	-27.61	-0.50	0.0000	0.00000	0.000000
7	1.13	0.001018	0.001018	-27.61	-0.90	0.0000	0.00000	0.000000
8	1.32	0.001018	0.001018	-27.61	-1.48	0.0000	0.00000	0.000000
9	1.51	0.001018	0.001018	-27.61	-2.27	0.0000	0.00000	0.000000
10	1.70	0.001018	0.001018	-27.61	-3.29	0.0000	0.00000	0.000000
11	1.70	0.001527	0.001018	-76.75	-3.69	0.0000	0.00000	0.000000
12	1.89	0.001527	0.001018	-76.75	-5.01	0.0000	0.00000	0.000000
13	2.08	0.001527	0.001018	-76.75	-6.64	0.0000	0.00000	0.000000
14	2.27	0.001527	0.001018	-76.75	-8.61	0.0000	0.00000	0.000000
15	2.47	0.001527	0.001018	-76.75	-10.97	0.0000	0.00000	0.000000
16	2.66	0.001527	0.001018	-76.75	-13.76	0.0000	0.00000	0.000000
17	2.85	0.001527	0.001018	-76.75	-17.03	0.0000	0.00000	0.000000
18	3.04	0.001527	0.001018	-76.75	-20.86	0.0000	0.00000	0.000000
19	3.23	0.001527	0.001018	-76.75	-25.31	0.0000	0.00000	0.000000
20	3.43	0.001527	0.001018	-76.75	-30.42	0.0000	0.00000	0.000000
21	3.62	0.001527	0.001018	-76.75	-36.33	0.0000	0.00000	0.000000

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	194 di 203

22	3.81	0.001527	0.001018	-76.75	-43.20	0.0000	0.00000	0.000000
23	4.00	0.001527	0.001018	-76.75	-51.13	0.0000	0.00000	0.000000

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pr}	M	ε _m	s _m	w
1	-1.10	0.002124	0.002124	-196.77	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	-1.02	0.002124	0.002124	196.77	0.37	0.0000	0.00000	0.000000
3	-0.94	0.002124	0.002124	196.77	1.48	0.0000	0.00000	0.000000
4	-0.86	0.002124	0.002124	196.77	3.33	0.0000	0.00000	0.000000
5	-0.78	0.002124	0.002124	196.77	5.90	0.0000	0.00000	0.000000
6	-0.70	0.002124	0.002124	196.77	9.19	0.0000	0.00000	0.000000
7	-0.62	0.002124	0.002124	196.77	13.21	0.0000	0.00000	0.000000
8	-0.54	0.002124	0.002124	196.77	17.93	0.0000	0.00000	0.000000
9	-0.46	0.002124	0.002124	196.77	23.36	0.0000	0.00000	0.000000
10	-0.38	0.002124	0.002124	196.77	29.49	0.0000	0.00000	0.000000
11	-0.30	0.002124	0.002124	196.77	36.32	0.0000	0.00000	0.000000
12	0.20	0.003186	0.002124	-206.35	-402.20	0.0755	0.09597	0.000123
13	0.62	0.003186	0.002124	-206.35	-360.70	0.0653	0.09597	0.000107
14	1.04	0.003186	0.002124	-206.35	-315.69	0.0539	0.09597	0.000088
15	1.46	0.002124	0.002124	-196.77	-267.94	0.0629	0.13564	0.000145
16	1.88	0.002124	0.002124	-196.77	-218.56	0.0422	0.13564	0.000097
17	2.30	0.002124	0.002124	-196.77	-169.22	0.0000	0.00000	0.000000
18	2.72	0.002124	0.002124	-196.77	-121.67	0.0000	0.00000	0.000000
19	3.14	0.002124	0.002124	-196.77	-77.52	0.0000	0.00000	0.000000
20	3.56	0.002124	0.002124	-196.77	-37.79	0.0000	0.00000	0.000000
21	3.98	0.002124	0.002124	-196.77	-9.58	0.0000	0.00000	0.000000
22	4.40	0.002124	0.002124	-196.77	0.00	0.0000	0.00000	0.000000

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	195 di 203

Inviluppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kNm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	1.1100	1.4985	0.0000	0.0000	0.0000	0.0499
2	0.19	2.4993	3.3741	0.0036	0.0184	0.0588	0.1618
3	0.38	3.8886	5.2496	0.0330	0.0703	0.2860	0.4170
4	0.57	5.2779	7.1252	0.1260	0.1880	0.7370	0.8620
5	0.76	6.6672	9.0007	0.3259	0.4082	1.4177	1.5017
6	0.94	8.0565	10.8763	0.6760	0.7676	2.2588	2.3358
7	1.13	9.4458	12.7518	1.2196	1.3029	3.2494	3.4666
8	1.32	10.8351	14.6274	1.9846	2.0507	4.4268	4.8348
9	1.51	12.2244	16.5029	2.9467	3.0605	5.7909	6.4322
10	1.70	13.6137	18.3785	4.1841	4.4444	7.3419	8.2588
11	1.70	20.0337	27.0455	4.5405	4.9781	7.3398	8.2560
12	1.89	22.3832	30.2174	6.1564	6.7570	9.1477	10.3450
13	2.08	24.7328	33.3892	8.0982	8.9587	11.1467	12.6686
14	2.27	27.0823	36.5611	10.4417	11.6284	13.3386	15.2287
15	2.47	29.4319	39.7330	13.2246	14.8126	15.7437	18.0507
16	2.66	31.7814	42.9049	16.4967	18.5723	18.4633	21.2585
17	2.85	34.1310	46.0768	20.3272	22.9924	21.5714	24.9432
18	3.04	36.4805	49.2487	24.7892	28.1626	25.0461	29.0776
19	3.23	38.8301	52.4206	29.9479	34.1634	28.8300	33.6153
20	3.43	41.1796	55.5925	35.8561	41.0991	32.8579	38.9352
21	3.62	43.5292	58.7644	42.5573	49.1717	37.1041	45.4836
22	3.81	45.8787	61.9362	50.0929	58.5878	41.5635	52.8587
23	4.00	48.2282	65.1081	58.5035	69.4620	46.2341	60.6832

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	1.1100	1.1100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.19	2.4993	2.4993	0.0027	0.0027	0.0436	0.0436
3	0.38	3.8886	3.8886	0.0244	0.0244	0.2119	0.2119
4	0.57	5.2779	5.2779	0.0933	0.0933	0.5459	0.5459
5	0.76	6.6672	6.6672	0.2414	0.2414	1.0501	1.0501

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	196 di 203

6	0.94	8.0565	8.0565	0.5007	0.5007	1.7241	1.7241
7	1.13	9.4458	9.4458	0.9034	0.9034	2.5679	2.5679
8	1.32	10.8351	10.8351	1.4815	1.4815	3.5814	3.5814
9	1.51	12.2244	12.2244	2.2671	2.2671	4.7646	4.7646
10	1.70	13.6137	13.6137	3.2922	3.2922	6.1176	6.1176
11	1.70	20.0337	20.0337	3.6875	3.6875	6.1156	6.1156
12	1.89	22.3832	22.3832	5.0052	5.0052	7.6629	7.6629
13	2.08	24.7328	24.7328	6.6361	6.6361	9.3841	9.3841
14	2.27	27.0823	27.0823	8.6136	8.6136	11.2805	11.2805
15	2.47	29.4319	29.4319	10.9723	10.9723	13.3709	13.3709
16	2.66	31.7814	31.7814	13.7573	13.7573	15.7470	15.7470
17	2.85	34.1310	34.1310	17.0314	17.0314	18.4764	18.4764
18	3.04	36.4805	36.4805	20.8612	20.8612	21.5390	21.5390
19	3.23	38.8301	38.8301	25.3059	25.3060	24.8827	24.8882
20	3.43	41.1796	41.1796	30.4135	30.4243	28.4482	28.6183
21	3.62	43.5292	43.5292	36.2237	36.3342	32.2122	33.2044
22	3.81	45.8787	45.8787	42.7739	43.2032	36.1700	38.5438
23	4.00	48.2282	48.2282	50.1011	51.1296	40.3198	44.2184

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2390	0.5183	5.9763	12.9401
3	0.16	0.9563	2.0677	11.9558	25.7780
4	0.24	2.1520	4.6400	17.9385	38.5136
5	0.32	3.8265	8.2271	23.9244	51.1469
6	0.40	5.9800	12.8208	29.9135	63.6779
7	0.48	8.6128	18.4129	35.9058	76.1067
8	0.56	11.7250	24.9952	41.9013	88.4332
9	0.64	15.3171	32.5595	47.9001	100.6574
10	0.72	19.3891	41.0976	53.9020	112.7793
11	0.80	23.9415	50.6014	59.9072	124.7990

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	197 di 203

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2077	0.3714	5.1976	9.2741
3	0.16	0.8323	1.4820	10.4212	18.4798
4	0.24	1.8758	3.3264	15.6709	27.6169
5	0.32	3.3403	5.8989	20.9466	36.6856
6	0.40	5.2280	9.1942	26.2483	45.6858
7	0.48	7.5408	13.2068	31.5760	54.6175
8	0.56	10.2808	17.9312	36.9298	63.4807
9	0.64	13.4502	23.3619	42.3095	72.2754
10	0.72	17.0510	29.4934	47.7154	81.0017
11	0.80	21.0854	36.3203	53.1472	89.6594

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.42	-17.4896	-0.9378	-82.6152	-4.6795
3	0.84	-68.8350	-4.1103	-161.2178	-10.6411
4	1.26	-143.1926	-10.0558	-192.1973	-17.8847
5	1.68	-229.7188	-19.3127	-219.1503	-26.3966
6	2.10	-326.4472	-32.1385	-240.2821	-34.3820
7	2.52	-430.5653	-47.9444	-254.3395	-40.5876
8	2.94	-539.1020	-65.9830	-262.2453	-44.0907
9	3.36	-649.1806	-85.6014	-264.4291	-45.2503
10	3.78	-758.7179	-106.9403	-262.8271	-44.8490
11	4.20	-867.6963	-128.8644	-257.5262	-44.2717

Inviluppo combinazioni SLE

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	198 di 203

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.42	-9.5796	-0.8287	-45.3023	-4.0657
3	0.84	-37.7897	-3.5156	-88.7170	-8.8487
4	1.26	-77.5216	-8.3620	-100.1679	-14.3491
5	1.68	-121.6663	-15.6691	-109.7208	-20.5565
6	2.10	-169.2228	-25.5300	-116.0464	-26.1416
7	2.52	-218.5635	-37.4109	-118.2165	-30.1760
8	2.94	-267.9429	-50.6607	-116.2308	-32.6598
9	3.36	-315.6858	-64.6983	-110.7479	-34.2512
10	3.78	-360.7047	-79.5301	-103.3130	-36.4957
11	4.20	-402.2045	-95.4551	-93.9905	-39.4576

Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [mq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [mq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [Pa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [Pa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [Pa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [Pa]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V _{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V _{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4973.05	0.00	3318.68	137.57	--	--
2	0.19	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4894.12	-5.35	1470.43	137.75	--	--
3	0.38	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4783.42	-30.84	934.44	137.94	--	--
4	0.57	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	4531.63	-84.65	671.91	138.13	--	--
5	0.76	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	3706.43	-163.34	501.22	138.32	--	--
6	0.94	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	2847.32	-228.72	338.35	138.45	--	--
7	1.13	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	2013.09	-271.59	213.12	138.64	--	--
8	1.32	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	1247.98	-236.20	115.18	138.83	--	--

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	199 di 203

9	1.51	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	767.59	-191.38	62.79	139.02	--	--
10	1.70	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	509.18	-161.99	36.50	139.20	--	--
11	1.70	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	3040.97	-717.45	148.85	204.89	--	--
12	1.89	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	2320.14	-659.50	103.66	205.22	--	--
13	2.08	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1748.34	-592.18	70.69	205.55	--	--
14	2.27	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1323.02	-528.05	48.85	205.88	--	--
15	2.47	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1027.81	-478.34	34.13	206.21	--	--
16	2.66	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	804.26	-432.59	24.16	206.55	--	--
17	2.85	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	649.34	-400.88	17.83	206.88	--	--
18	3.04	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	531.59	-376.78	13.59	207.21	--	--
19	3.23	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	440.27	-358.09	10.62	207.54	--	--
20	3.43	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	370.47	-343.81	8.46	207.87	--	--
21	3.62	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	314.91	-332.44	6.82	208.20	--	--
22	3.81	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	269.61	-323.17	5.56	208.53	--	--
23	4.00	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	232.55	-315.58	4.57	208.86	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0.00	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	3358	0	-50373	-50373
2	0.19	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	7712	190	-111617	-115223
3	0.38	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	13128	923	-160109	-192826
4	0.57	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	21172	2379	-177060	-301970
5	0.76	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	33633	4576	-141018	-464107
6	0.94	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	52511	7513	-24453	-702868
7	1.13	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	85876	11189	417992	-1098575
8	1.32	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	141880	15605	1653372	-1708030
9	1.51	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	220478	20761	3905035	-2505818
10	1.70	1.00, 0.30	0.001018	0.001018	321885	26656	7221309	-3489437
11	1.70	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	129958	15308	1050164	-1757910
12	1.89	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	176957	19181	2103138	-2350692
13	2.08	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	236035	23490	3676564	-3079856
14	2.27	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	307522	28237	5820422	-3946882
15	2.47	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	392064	33469	8576171	-4958167
16	2.66	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	490920	39417	12001655	-6127703
17	2.85	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	606082	46249	16184275	-7477903
18	3.04	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	739705	53915	21219921	-9032883
19	3.23	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	893721	62298	27195888	-10814218
20	3.43	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1070047	71635	34198719	-12843290
21	3.62	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1272632	83115	42405103	-15164296
22	3.81	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1507071	96480	52067022	-17839704
23	4.00	1.00, 0.50	0.001527	0.001018	1776601	110684	63333033	-20905477

Relazione di calcolo opere di sostegno

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	200 di 203

Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [m]
H	altezza della sezione espressa in [m]
A_{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [mq]
A_{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [mq]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [Pa]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [Pa]
σ_{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [Pa]
σ_{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [Pa]
N_u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M_u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V_{Rcd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
V_{Rsd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
V_{Rd}	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	0.00	1000.00	286.40	--	--
2	0.08	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	1190.82	286.40	--	--
3	0.16	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	298.49	286.40	--	--
4	0.24	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	133.01	286.40	--	--
5	0.32	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	75.02	286.40	--	--
6	0.40	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	48.14	286.40	--	--
7	0.48	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	33.52	286.40	--	--
8	0.56	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	24.69	286.40	--	--
9	0.64	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	18.96	286.40	--	--
10	0.72	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	15.02	286.40	--	--
11	0.80	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	617.19	12.20	286.40	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
12	0.00	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0	0	0	0
13	0.08	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	4622	14170	243115	-57162
14	0.16	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	18444	28235	970068	-228086
15	0.24	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	41397	42195	2177274	-511929
16	0.32	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	73412	56051	3861146	-907847

Relazione di calcolo opere di sostegno	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NR1J	00 D 29	CL	RI0005008	B	201 di 203

17	0.40	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	114423	69803	6018098	-1414998
18	0.48	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	164359	83449	8644544	-2032537
19	0.56	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	223155	96991	11736898	-2759623
20	0.64	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	290740	110428	15291574	-3595412
21	0.72	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	367047	123761	19304985	-4539060
22	0.80	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	452008	136989	23773546	-5589724

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0.00	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	0.00	1000.00	286.40	--	--
2	0.42	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	35.29	286.40	--	--
3	0.84	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	8.97	286.40	--	--
4	1.26	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	4.31	286.40	--	--
5	1.68	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	2.69	286.40	--	--
6	2.10	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	1.89	286.40	--	--
7	2.52	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	1.43	286.40	--	--
8	2.94	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0.00	-617.19	1.14	286.40	--	--
9	3.36	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	1.42	286.40	--	--
10	3.78	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	1.21	286.40	--	--
11	4.20	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	0.00	-919.76	1.06	286.40	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
12	0.00	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	0	0	0	0
13	0.42	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	119218	-69217	-1474300	6270314
14	0.84	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	470294	-135549	-5815857	24735305
15	1.26	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	964760	-153045	-11930622	50741890
16	1.68	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	1514143	-167641	-18724523	79636899
17	2.10	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	2105987	-177305	-26043513	110765149
18	2.52	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	2720034	-180621	-33637074	143061172
19	2.94	1.00, 0.80	0.002124	0.002124	3334563	-177587	-41236594	175382541
20	3.36	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	3411951	-169210	-43741801	139715499
21	3.78	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	3898517	-157850	-49979667	159639839
22	4.20	1.00, 0.80	0.003186	0.002124	4347049	-143607	-55729930	178006731

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 17/01/2018.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	14.00
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	NET ENGINEERING S.P.A.
Licenza	AIR011090

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.