



**CONVENZIONE DEL 10 MARZO 2008 TRA
REGIONE LIGURIA – PROVINCIA DI GENOVA – COMUNE DI GENOVA
AUTORITÀ PORTUALE DI GENOVA – ANAS SPA
SOCIETÀ PER CORNIGLIANO**

PER LA RIDEFINIZIONE DEGLI ACCORDI PER LA PROGETTAZIONE E LA REALIZZAZIONE DEI
“RACCORDI TERMINALI DELLA VIABILITÀ POLCEVERA DA PONTE PIERAGOSTINI
A LUNGOMARE CANEPA – LOTTO 1”

ATTIVITA':

**COMPLETAMENTO DELLA VIABILITÀ IN SPONDA DESTRA TORRENTE
POLCEVERA SUB LOTTO 3**

OGGETTO:

PROGETTO ESECUTIVO

TITOLO:

**L03
RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO VASCHE IMPIANTI DI POMPAGGIO**

N. DOC.

455/PES/5.04.3/R021

Rev.	Data	Redatto	Verificato	Validato	Descrizione
1	30/04/2009	Sezione A N° 45703 DOTT. ING. MARCO ADRIANI	SG/APAVE	LC	PER EMISSIONE

INDICE

1.0 - RELAZIONE TECNICA GENERALE	3
1.1. - DESCRIZIONE DELLE OPERE	3
1.2. - VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO	5
1.3. - VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA	6
1.4. - RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA: PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE DEL SITO DI COSTRUZIONE (§3.2 – D.M.14.01.2008)	7
1.4.1. - Pericolosità sismica: mappatura della Liguria	7
1.4.2. - Parametri di pericolosità sismica del sito di costruzione	9
1.4.3. - Parametri di pericolosità sismica della strategia di progettazione	12
2.0 - RELAZIONE SUI MATERIALI	20
2.1. - CALCESTRUZZO	20
2.2. - ACCIAIO PER C.A. ORDINARIO	25
2.3. - COPRIFERRI PER STRUTTURE IN CA	26
2.4. - DURABILITÀ	27
2.5. - INDICAZIONI GENERALI DA RISPETTARE	29
3.0 - PARAMETRI GEOTECNICI	30
4.0 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO	32
5.0 - RELAZIONE DI CALCOLO	33
5.1. - CRITERI DI CALCOLO E DI VERIFICA	33
5.2. - AZIONI DEI CARICHI E COMBINAZIONI	34
5.2.1. - Funzionamento a muro di sostegno	34
5.2.2. - Funzionamento a muro di sponda	35
5.3. - VERIFICHE DI RESISTENZA MURI A MENSOLA	35
5.3.1. - Dichiarazioni secondo N.T.C. 2008 (punto 10.2)	43
5.4. - MURO CON ALTEZZA SPICCATO H=10,00 M FUNZIONAMENTO A MURO DI SOSTEGNO	45
5.4.1. - Stima degli spostamenti	80
5.1. - MURO CON ALTEZZA SPICCATO H=10,00 M	-

FUNZIONAMENTO A MURO DI SPONDA

81

1.0 - RELAZIONE TECNICA GENERALE

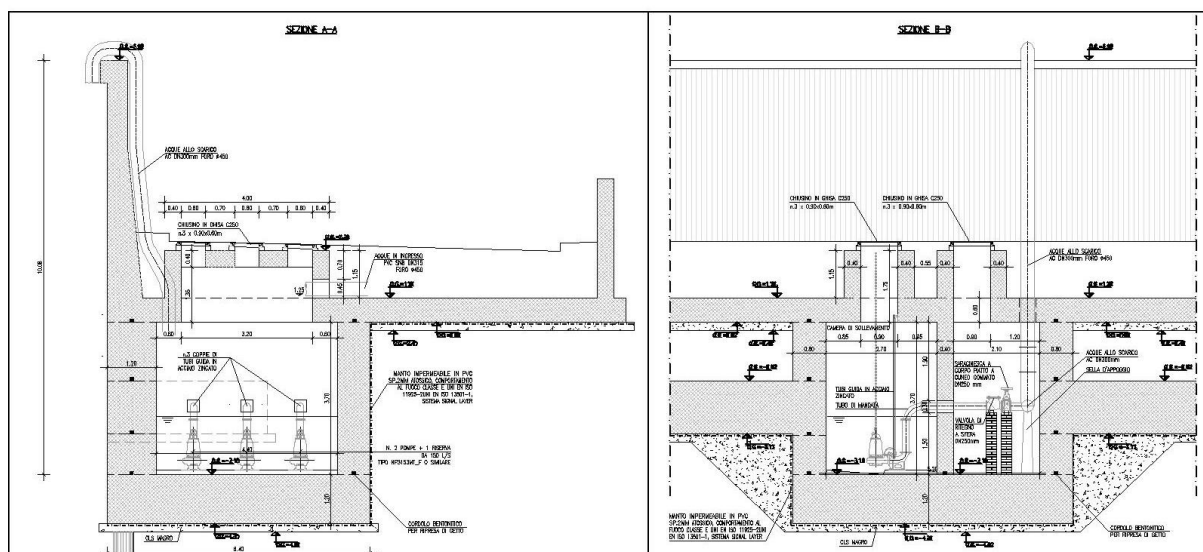
1.1. - DESCRIZIONE DELLE OPERE

La presente relazione di calcolo ha per oggetto il dimensionamento e la verifica strutturale delle vasche di sollevamento degli impianti di pompaggio denominati n°1 e n°2 in sponda destra del Torrente Polcevera.

In particolare verranno realizzate due vasche di sollevamento:

Le vasche dell'impianto di sollevamento n°1 e n°2 saranno realizzate in una apposita zona del solettone di fondazione dei muri d'argine mediante una modifica della fondazione stessa che verrà approfondita in maniera tale da permettere l'alloggiamento delle camere di sollevamento e valvole.

Le verifiche strutturali vengono condotte considerando il muro d'argine con l'altezza del paramento verticale maggiore (vasca di pompaggio n°1) ed estendendo per analogia i risultati a quello di altezza minore (vasca di pompaggio n°2).



Vasca impianto di pompaggio n°1



Sono quindi verificate due configurazioni, in base ai due tipi di funzionamento possibili, nelle condizioni estreme che si possono realizzare:

1. **funzionamento a muro di sostegno:** spinta attiva del terreno a monte, considerato, per tutte le tipologie, a livello del filo superiore del paramento e assenza della spinta idrostatica del torrente.
2. **funzionamento a muro di sponda:** spinta a riposo del terreno a monte considerando a vantaggio di sicurezza la quota minima del piano stradale, e spinta idrostatica data dall'acqua fluente nel Torrente Polcevera considerando la quota massima duecentennale.

1.2. - VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

Per la progettazione strutturale si è fatto riferimento alle Norme Tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008 classificando l'opera in oggetto come tipo di costruzione **3** (Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica) e classe **III** del § 2.4.2 ed ottenendo i seguenti parametri di riferimento:

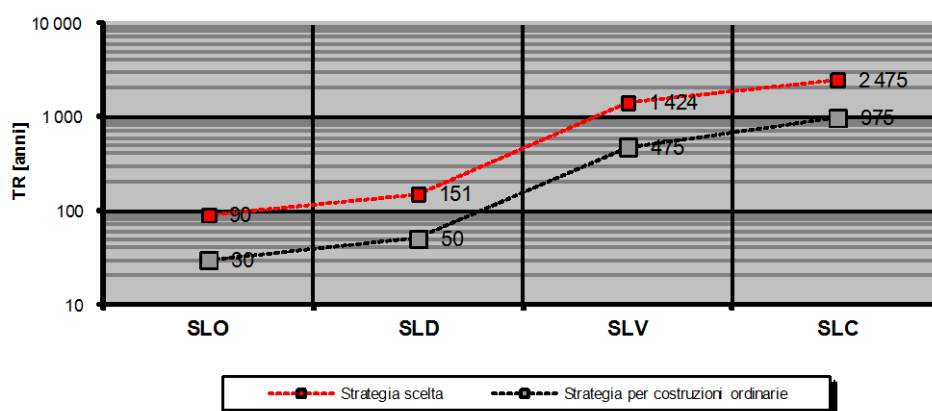
Tipo di costruzione:	3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica		
Vita nominale:	V_N	=	100	[anni]
Classe d'uso:	III	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso		
Coefficiente:	C_U	=	1,50	
Periodo di riferimento:	V_R	=	$V_N \times C_U$	= 150 [anni]

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica			
Stati Limite		P_{VR}	T_R [anni]
Stati limite di esercizio	SLO	81%	90
	SLD	63%	151
Stati limite ultimi	SLV	10%	1 424
	SLC	5%	2 475

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

$$30 \leq T_R \leq 2475$$

Strategia di progettazione



1.3. - VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

Per la verifica degli elementi strutturali si è adottato il metodo degli stati limite basato sull'impiego dei coefficienti parziali di sicurezza applicando quanto previsto al §2.3. del D.M. 14-01-2008. Nel metodo semiprobabilistico agli stati limite, la sicurezza strutturale deve essere verificata tramite il confronto tra la resistenza e l'effetto delle azioni.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi di resistenza si effettua con il “metodo dei coefficienti parziali” di sicurezza espresso dalla equazione formale:

$$R_d \geq E_d$$

dove:

R_d è la resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali e ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate;

E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni.

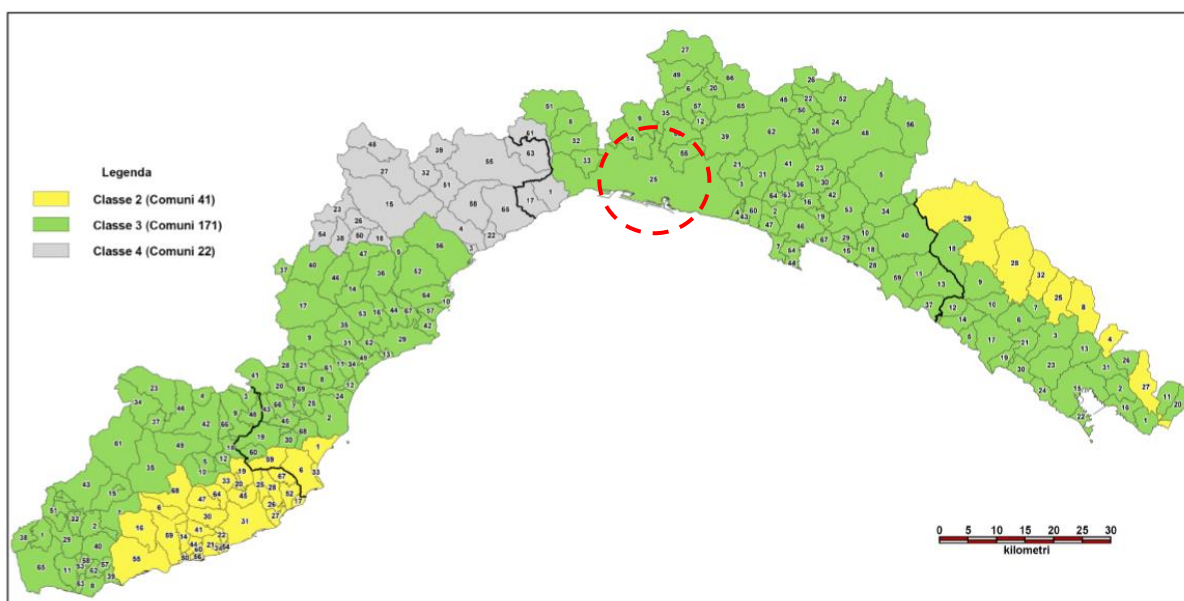
Per le costruzioni in calcestruzzo armato i requisiti di resistenza, funzionalità, durabilità e robustezza si garantiscono verificando il rispetto degli stati limite ultimi e degli stati limite di esercizio della struttura, dei componenti strutturali e dei collegamenti.

1.4. - RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA: PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE DEL SITO DI COSTRUZIONE (§3.2 – D.M.14.01.2008)

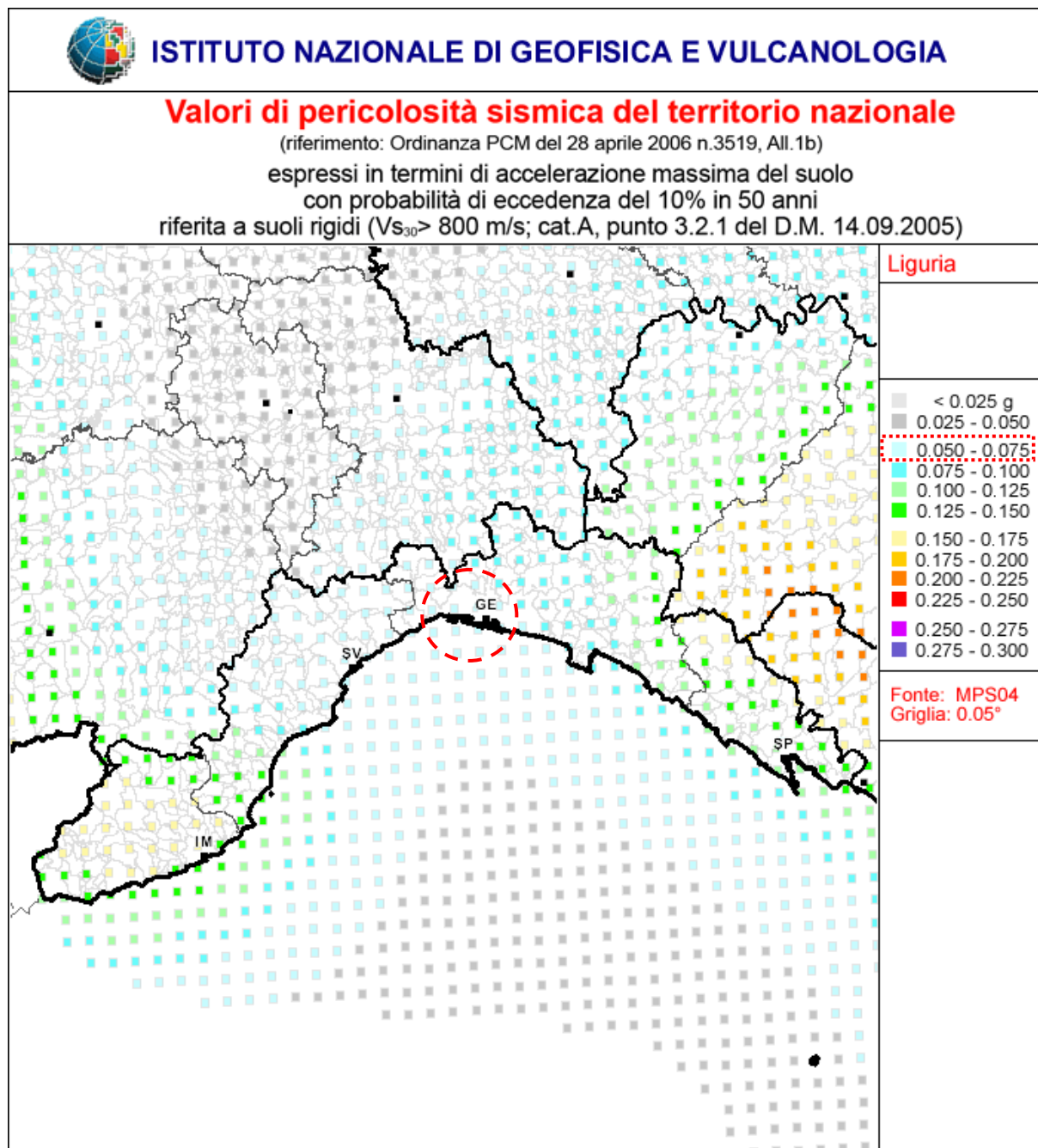
1.4.1. - PERICOLOSITÀ SISMICA: MAPPATURA DELLA LIGURIA

Il Comune di Genova ricade in zona sismica **3** coerentemente con quanto approvato con dgr n.1308 del 24 ottobre 2008 (pubblicata sul Burl n.47 del 19 novembre 2008), successivamente modificata con dgr n.1362 del 19 novembre 2010, con dgr n.216 del 17 marzo 2017 e con dgr n.962 del 23 novembre 2018.

Tale DGR stabilisce inoltre che non è più necessario definire i valori di accelerazione di ancoraggio delle zone sismiche così come è stato disposto nella DGR 1308/2008 e s.m.i., ma il progettista deve utilizzare i valori di accelerazione orizzontale massima attesa nel periodo di riferimento definiti nell'allegato B.



ZONA 3			
n° progress.	nr. ID del Comune su mappa	Provincia	Comune
23	25	GENOVA	GENOVA



Valori espressi in termini di accelerazione massima al suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferite a suoli rigidi ($V_{S30} > 800$ m/s; Cat. A).

Nota: fonte dell'illustrazione:

http://zonesismiche.mi.ingv.it/mappa_ps_apr04/liguria.html

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

(valori pericolosità sismica del territorio nazionale).

1.4.2. - PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA DEL SITO DI COSTRUZIONE

Si riportano, di seguito, i parametri di pericolosità sismica della zona entro cui è prevista l'edificazione delle strutture, oggetto di studio della presente relazione. Le strutture sono ubicate nel Comune di Genova, Provincia di Genova, loc. Cornigliano e nel punto di coordinate con

	WGS84	ED50
Latitudine:	44,41369 °	44,4146 °
Longitudine:	8,87739 °	8,8784 °

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

☒ Ricerca per coordinate

LONGITUDINE
8,87739

LATITUDINE
44,41369

☐ Ricerca per comune

REGIONE
Liguria

PROVINCIA
Genova

COMUNE
Genova

Elaborazioni grafiche
 Grafici spettri di risposta
 Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche
 Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

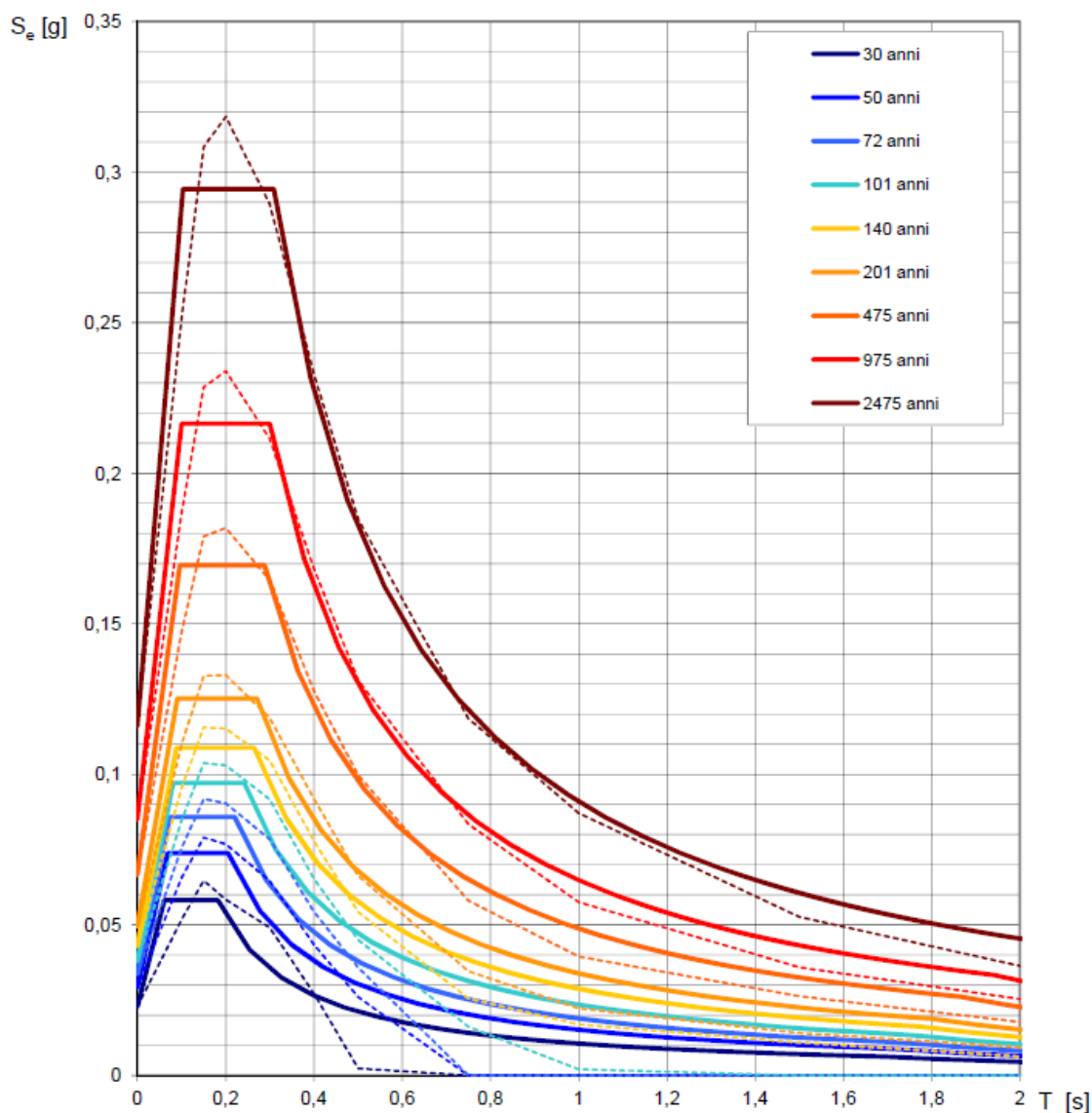
Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo
☐ Sito esterno al reticolo
☐ Interpolazione su 3 nodi
☒ Interpolazione corretta

Interpolazione
 media ponderata

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".

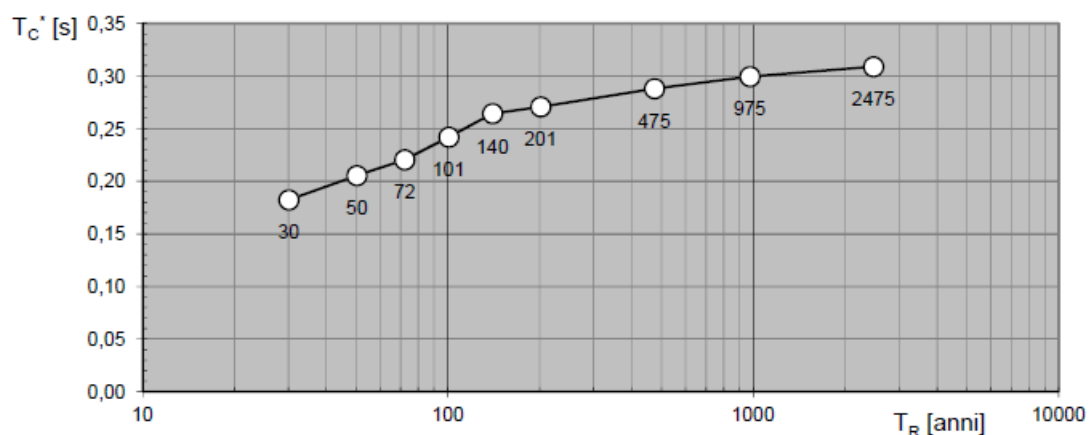
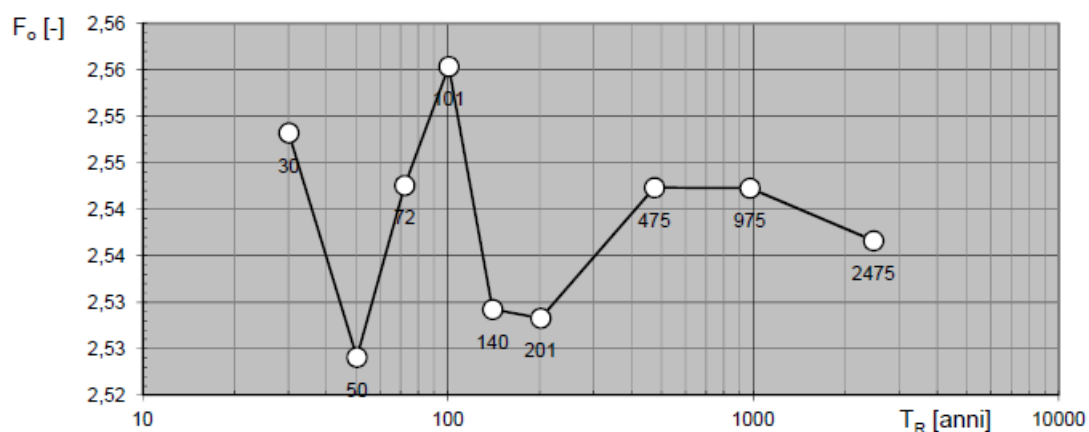
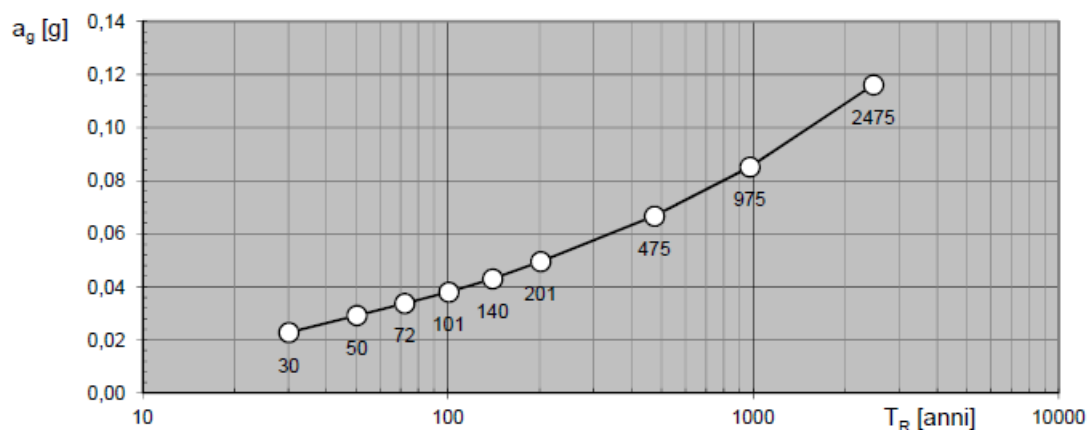
Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



NOTA:

Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* : variabilità col periodo di ritorno T_R



Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,023	2,548	0,182
50	0,029	2,524	0,205
72	0,034	2,543	0,220
101	0,038	2,555	0,242
140	0,043	2,529	0,264
201	0,050	2,528	0,271
475	0,067	2,542	0,288
975	0,085	2,542	0,300
2475	0,116	2,537	0,309

1.4.3. - PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} , nel periodo di riferimento V_R . Le forme spettrali sono definite, 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_o valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
- T_C^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

La descrizione dell'azione sismica, deve tener conto anche dei possibili effetti di amplificazione locale determinati dalla natura e dallo spessore degli strati di terreno più superficiali. In mancanza di studi più approfonditi ciò può essere fatto individuando la categoria di suolo su cui l'opera insiste e di conseguenza la forma spettrale da agganciare al valore di a_g relativo alle condizioni di sito rigido.

Nel caso in esame, ai fini del dimensionamento strutturale, si è considerato come categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione terreno per l'amplificazione sismica la categoria

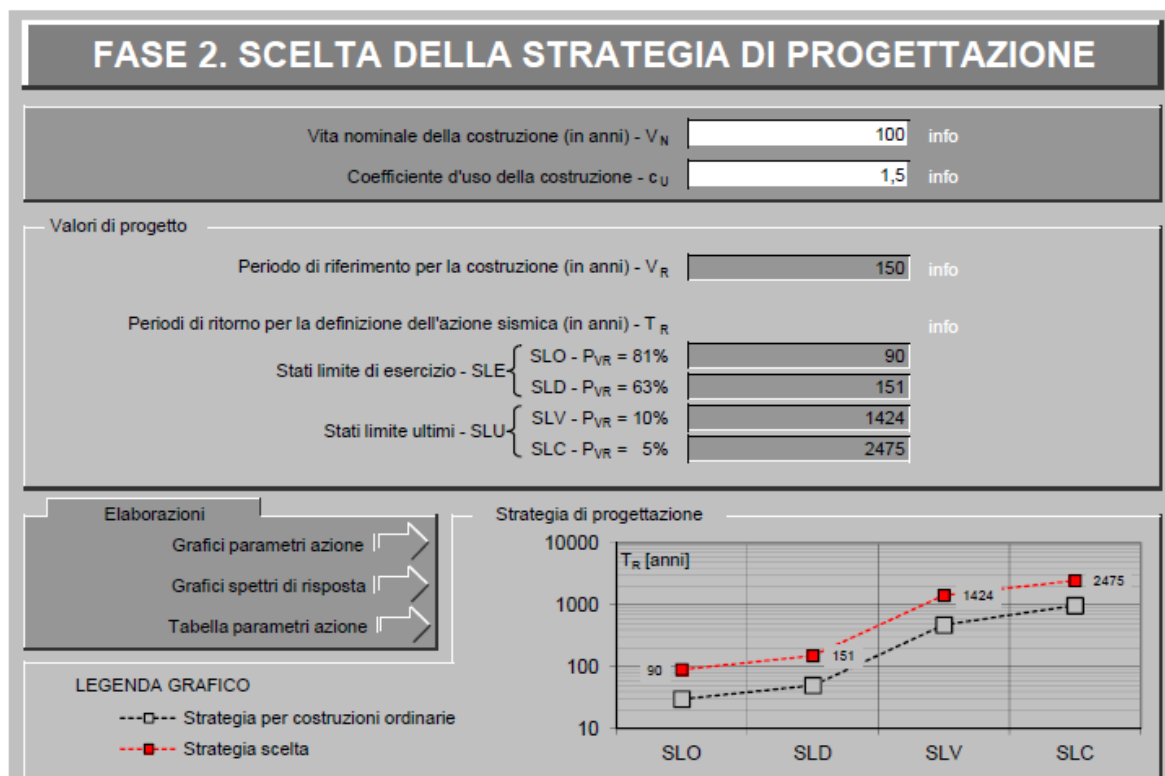
C:

- Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Categoria topografica: **T1:** Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Rapporto h/H tra la quota del sito (h) e l'altezza rilievo topografico (H) = **1,00**

Coefficiente di amplificazione topografica **$S_T=1,00$** .



FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite
Stato Limite considerato: **SLV** info

Risposta sismica locale
 Categoria di sottosuolo: **C** info
 Categoria topografica: **T1** info
 $S_s = 1,500$ $C_c = 1,557$ info
 $h/H = 0,000$ $S_T = 1,000$ info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale
☒ Spettro di progetto elastico (SLE)
☐ Spettro di progetto inelastico (SLU)
 Smorzamento ξ (%): **5** $\eta = 1,000$ info
 Fattore q_0 : **3** Regol. in altezza: **no** info

Compon. verticale
 Spettro di progetto
 Fattore q : **1,5** $\eta = 0,667$ info

Elaborazioni
 Grafici spettri di risposta
 Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta

$S_{d,h}$ [g]
 $S_{d,v}$ [g]
 S_e [g]

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

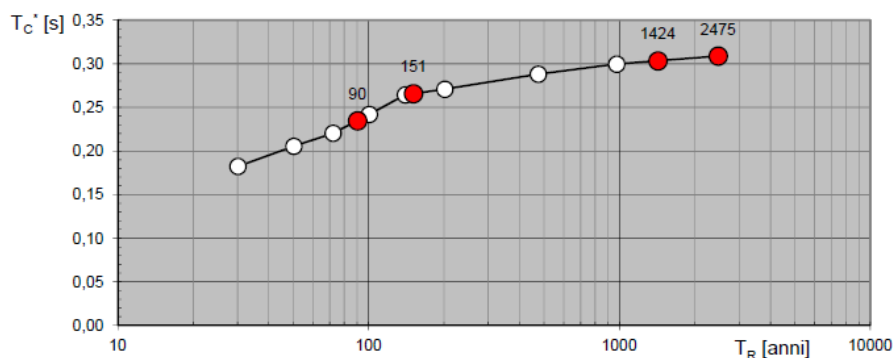
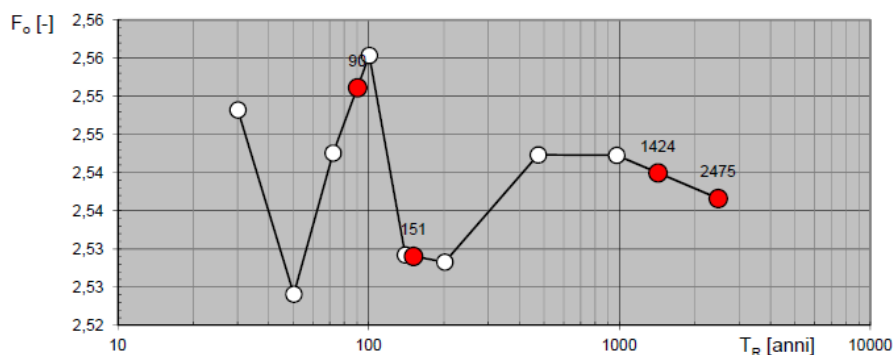
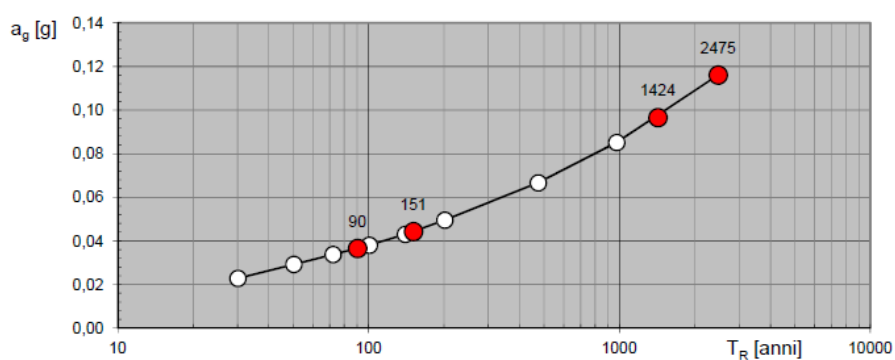
I valori dei parametri a_g , F_0 , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento sono di seguito riportati:

Tipo di costruzione:	3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica		
Vita nominale:	V_N	=	100	[anni]
Classe d'uso:	III	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso		
Coefficiente:	C_U	=	1,50	
Periodo di riferimento:	V_R	=	$V_N \times C_U$	= 150 [anni]

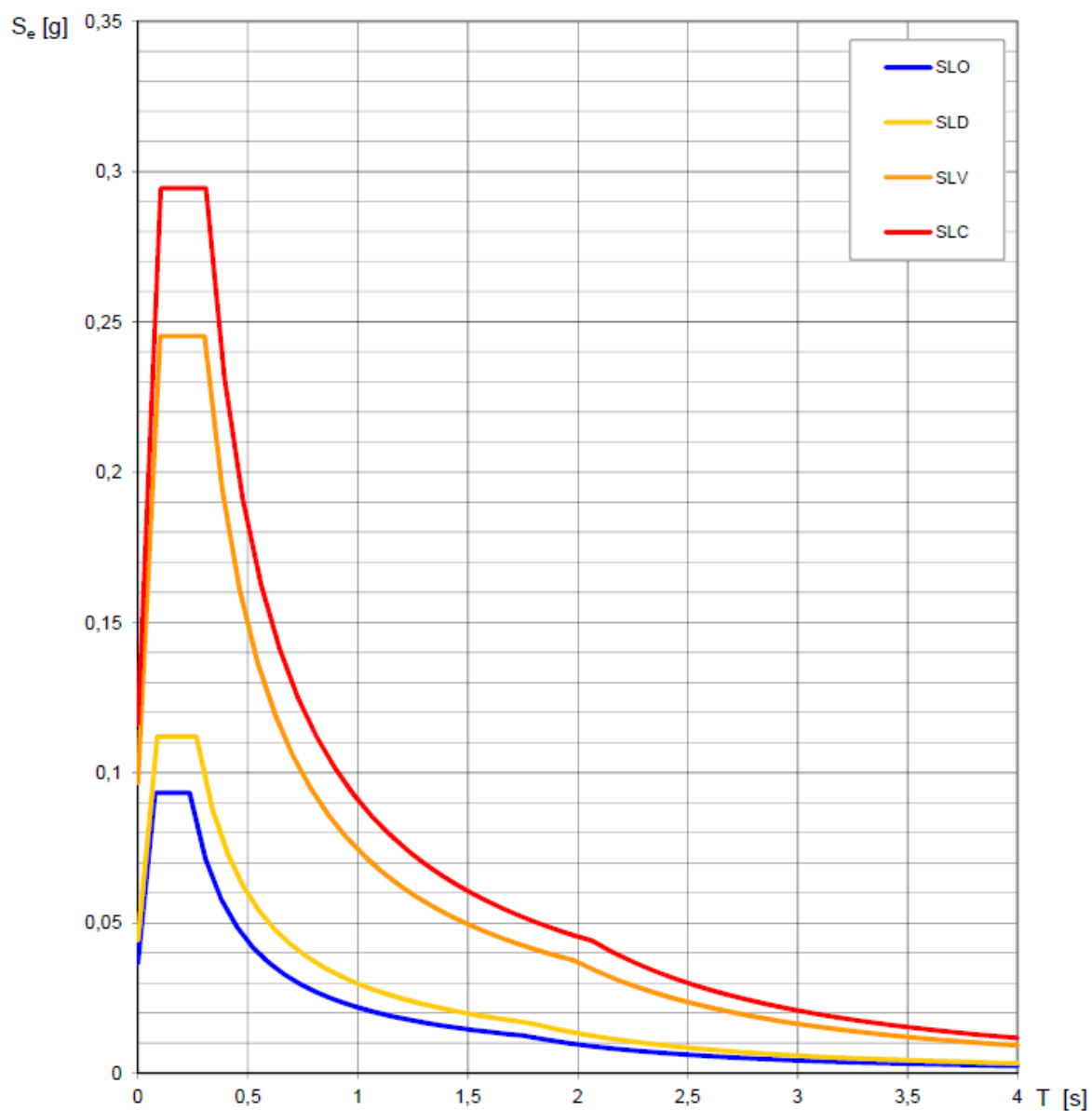
Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	90	0,037	2,551	0,235
SLD	151	0,044	2,529	0,266
SLV	1424	0,097	2,540	0,303
SLC	2475	0,116	2,537	0,309

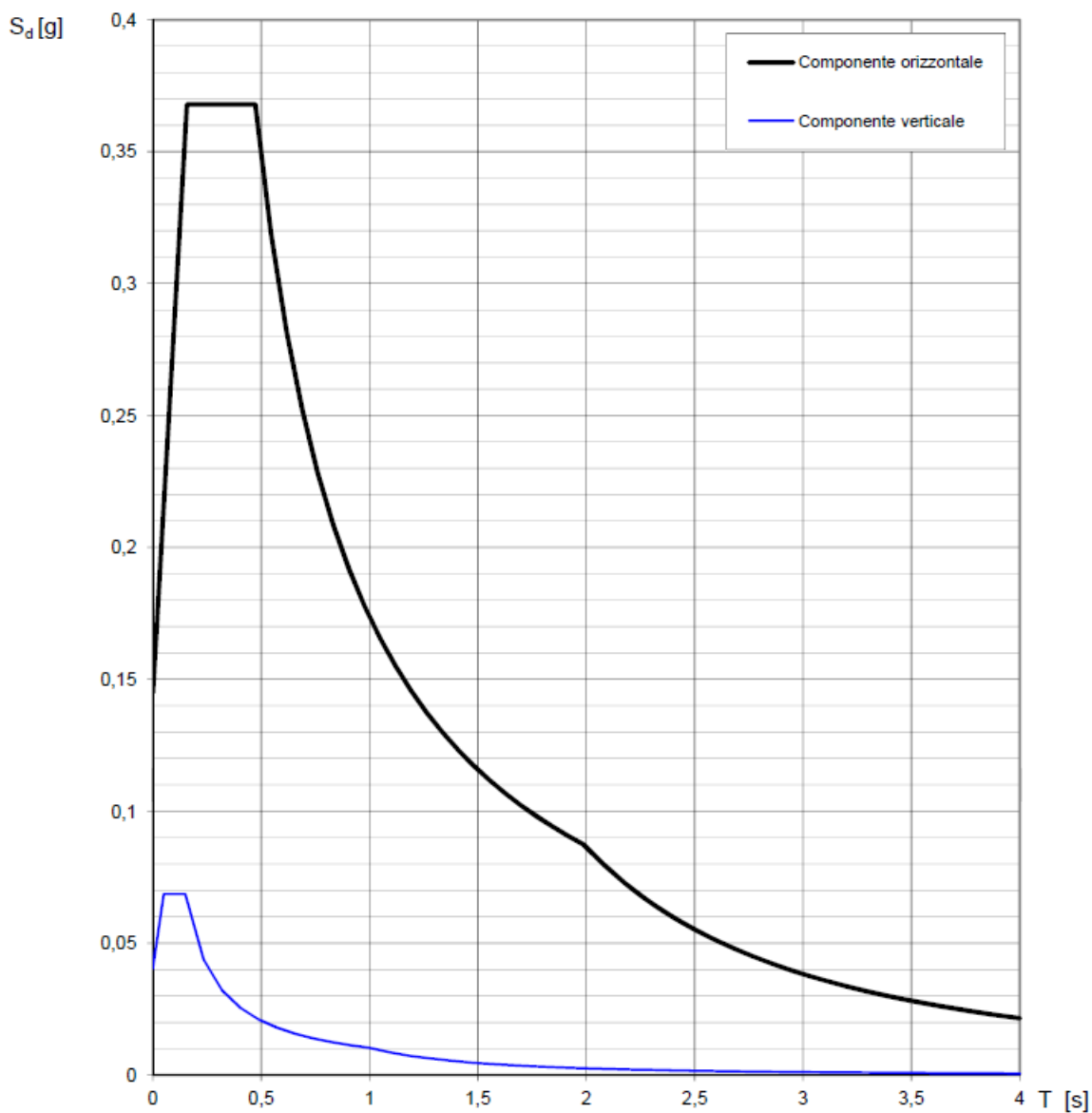
Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R



Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,097 g
F_o	2,540
T_c^*	0,303 s
S_s	1,500
C_c	1,557
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,500
η	1,000
T_B	0,157 s
T_C	0,472 s
T_D	1,986 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)

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

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

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

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

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	0,145
$T_B \leftarrow$	0,157	0,368
$T_C \leftarrow$	0,472	0,368
	0,544	0,319
	0,616	0,282
	0,688	0,252
	0,761	0,228
	0,833	0,209
	0,905	0,192
	0,977	0,178
	1,049	0,166
	1,121	0,155
	1,193	0,146
	1,265	0,137
	1,337	0,130
	1,409	0,123
	1,482	0,117
	1,554	0,112
	1,626	0,107
	1,698	0,102
	1,770	0,098
	1,842	0,094
	1,914	0,091
$T_D \leftarrow$	1,986	0,087
	2,082	0,080
	2,178	0,073
	2,274	0,067
	2,370	0,061
	2,466	0,057
	2,562	0,053
	2,657	0,049
	2,753	0,046
	2,849	0,042
	2,945	0,040
	3,041	0,037
	3,137	0,035
	3,233	0,033
	3,329	0,031
	3,425	0,029
	3,521	0,028
	3,616	0,026
	3,712	0,025
	3,808	0,024
	3,904	0,023
	4,000	0,022

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0,041 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,500
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	1,066
S	1,000
η	0,667

Espressioni dei parametri dipendenti

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

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,041
$T_B \leftarrow$	0,050	0,069
$T_C \leftarrow$	0,150	0,069
	0,235	0,044
	0,320	0,032
	0,405	0,025
	0,490	0,021
	0,575	0,018
	0,660	0,016
	0,745	0,014
	0,830	0,012
	0,915	0,011
$T_D \leftarrow$	1,000	0,010
	1,094	0,009
	1,188	0,007
	1,281	0,006
	1,375	0,005
	1,469	0,005
	1,563	0,004
	1,656	0,004
	1,750	0,003
	1,844	0,003
	1,938	0,003
	2,031	0,002
	2,125	0,002
	2,219	0,002
	2,313	0,002
	2,406	0,002
	2,500	0,002
	2,594	0,002
	2,688	0,001
	2,781	0,001
	2,875	0,001
	2,969	0,001
	3,063	0,001
	3,156	0,001
	3,250	0,001
	3,344	0,001
	3,438	0,001
	3,531	0,001
	3,625	0,001
	3,719	0,001
	3,813	0,001
	3,906	0,001
	4,000	0,001

2.0 - - RELAZIONE SUI MATERIALI

È prescritta l'adozione dei seguenti materiali:

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI D.M. 14.01.2008											
Tipo	Campi di impiego	Qualità	f_{yk} [N/mm ²]	$(f_t/f_y)_k$		$(f_y/f_{ynom})_k$	Allungamento $(A_{gt})_k$				
ARM 1	ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO	B 450 C	450	≥ 1,15	< 1,35	≤ 1,25	≥ 7,5 %				
ARM 2		-	-	-	-	-	-				

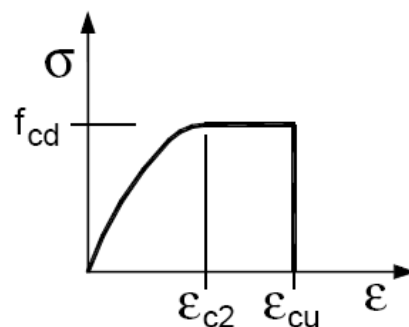
		UNI 11104 (prosp. 1)	UNI 11104 (prosp. 4)								
Tipo	Campi di impiego	Classe di esposizione ambientale	Classe di resistenza	R_{ck} [N/mm ²]	Rapporto (A/C) max	Contenuto minimo di cemento [kg/m ³]	Contenuto d'aria [%]	Classe di consistenza al getto	Tipo di cemento		
CLS 1	MAGRONI	X0	C12/15	15	-	-	-	-	-	-	-
CLS 2	FONDAZIONI	XS2	C35/45	45	0,45	360	-	S4	-	-	-
CLS 3	ELEVAZIONI	XS1	C32/40	40	0,5	340	-	S4	-	-	-
CLS 4		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CLS 5		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

2.1. - CALCESTRUZZO

Per il calcestruzzo si adotta un diagramma tensione-deformazione parabola-rettangolo ponendo:

$$\varepsilon_{c2} = 0,20 \%$$

$$\varepsilon_{cu} = 0,35 \%$$



Additivi

In caso di necessità dovranno essere impiegati additivi superfluidificanti di certificata efficacia allo scopo di aumentare la lavorabilità del calcestruzzo senza oltrepassare il massimo rapporto A/C.

Qualità dei componenti

La sabbia deve essere viva, con grani assortiti in grossezza da 0 a 3 mm, non proveniente da rocce in decomposizione, scricchiolante alla mano, pulita, priva di materie organiche, melmose, terrose e di salsedine.

La ghiaia deve contenere elementi assortiti, di dimensioni fino a 20 mm, resistenti e non gelivi, non friabili, scevri di sostanze estranee, terra e salsedine. Le ghiaie sporche vanno accuratamente lavate. Anche il pietrisco proveniente da rocce compatte, non gessose né gelive, dovrà essere privo di impurità od elementi in decomposizione.

In definitiva gli inerti dovranno essere lavati ed esenti da corpi terrosi ed organici. Non sarà consentito assolutamente il misto di fiume. L'acqua da utilizzare per gli impasti dovrà essere potabile, priva di sali (cloruri e solfuri).

Potranno essere impiegati additivi fluidificanti o superfluidificanti per contenere il rapporto acqua/cemento mantenendo la lavorabilità necessaria.

Prescrizione per inerti

Sabbia viva 0-7 mm, pulita, priva di materie organiche e terrose; sabbia fino a 30 mm (70 mm per fondazioni), non geliva, lavata; pietrisco di roccia compatta.

CLS 1 - CALCESTRUZZO PER MAGRONI

Classe di resistenza		C12/15	[N/mm²]							
Caratteristiche del calcestruzzo										
R _{ck}	Resistenza caratteristica a compressione cubica	15	[N/mm²]							
f _{ck}	Resistenza caratteristica a compressione cilindrica	12,00	[N/mm²]							
f _{cm}	Resistenza cilindrica media = f _{ck} +8	20,00	[N/mm²]							
f _{ctm}	Resistenza media a trazione semplice = 0,3 × f _{ck} ^{2/3}	1,57	[N/mm²]							
f _{ctm}	Resistenza media a trazione per flessione = 1,2 × f _{ctm}	1,89	[N/mm²]							
f _{ctk}	Resistenza caratteristica a trazione = 0,7 × f _{ctm}	1,10	[N/mm²]							
f _{tk}	Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza (ø < 32 mm) = 2,2×η×f _{ctk}	2,48	[N/mm²]							
f* _{tk}	Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza in zona tesa = f _{tk} / 1,50	1,65	[N/mm²]							
E _{cm}	Modulo elastico istantaneo = 22000×[f _{cm} /10] ^{0,3}	27.085	[N/mm²]							
α	Coefficiente dilatazione termica	1,00E-05	[°C ⁻¹]							
Resistenze di calcolo										
α _{cc}	Coefficiente riduttivo per le resistenze a lunga durata	0,85								
γ _c	Coefficiente parziale sicurezza del calcestruzzo	1,50								
f _{cd}	Resistenza di calcolo a compressione = α _{cc} × f _{ck} / γ _c	6,80	[N/mm²]							
f* _{cd}	Resistenza di calcolo a compressione elementi piani e con sp. < 50 mm = 0,80 × f _{cd}	5,44	[N/mm²]							
f _{ctd}	Resistenza di calcolo a trazione allo SLU = f _{ctk} /γ _c	0,73	[N/mm²]							
f _{bd}	Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo = f _{btk} /γ _c	1,65	[N/mm²]							
f* _{bd}	Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo in zona tesa = f* _{btk} /γ _c	1,10	[N/mm²]							
Tensione ammissibile per combinazione:										
_ Elementi piani (solette, pareti ...) gettati in opera con cls ordinari e con spessori minori di 50 mm (riduzione 20% dei valori limite)		NO								
rara	σ _{cam} = 0,60 × f _{ck}	7,20	[N/mm²]							
quasi permanente	σ _{cam} = 0,45 × f _{ck}	5,40	[N/mm²]							
Classe di esposizione ambientale	Specifiche ambientali	Prescrizioni ambientali	Condizioni ambientali (tab. 4.1B)	Tipologia di armatura e di elemento (tab. C4.1IV)						
X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici: in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetto a cicli di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico	Ordinarie	barre da c.a. - altri elementi						
CALCOLO COPRIFERRO E DIAMETRO MASSIMO INERTI										
Vita utile dell'opera: 100 anni										
tab. C4.1IV c _{min,tab} [mm]	Δc _{dur,add} [mm]	c _{min,dur} [mm]	ø _{max,am} [mm]	c _{min,b} [mm]	max(c _{min,dur} , F _{min,b}) c _{min} [mm]	toleranza Δc _{totl} [mm]	copriferro c _{nom} [mm]	interferro [mm]	sp. minimo struttura [mm]	Diametro inerti D _{max} [mm]
0	0	0	0	0	10	±10	0	0	0	0
CLASSE DI CONSISTENZA - Abbassamento al cono di Abrams										
Classe di consistenza	Denominazione corrente	Abbassamento al cono (mm)	Applicazioni							
-	-	-	-							

CLS 2 - CALCESTRUZZO PER FONDAZIONI

Classe di resistenza				C35/45	[N/mm ²]						
Caratteristiche del calcestruzzo											
R _{ck}	Resistenza caratteristica a compressione cubica			45	[N/mm ²]						
f _{ck}	Resistenza caratteristica a compressione cilindrica			35,00	[N/mm ²]						
f _{cm}	Resistenza cilindrica media = f _{ck} +8			43,00	[N/mm ²]						
f _{ctm}	Resistenza media a trazione semplice = 0,3 × f _{ck} ^{2/3}			3,21	[N/mm ²]						
f _{ctm}	Resistenza media a trazione per flessione = 1,2 × f _{ctm}			3,85	[N/mm ²]						
f _{ctk}	Resistenza caratteristica a trazione = 0,7 × f _{ctm}			2,25	[N/mm ²]						
f _{tk}	Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza (ø < 32 mm) = 2,2×η×f _{ctk}			5,06	[N/mm ²]						
f* _{tk}	Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza in zona tesa = f _{tk} / 1,50			3,37	[N/mm ²]						
E _{cm}	Modulo elastico istantaneo = 22000×[f _{cm} /10] ^{0,3}			34.077	[N/mm ²]						
α	Coefficiente dilatazione termica			1,00E-05	[°C ⁻¹]						
Resistenze di calcolo											
α _{cc}	Coefficiente riduttivo per le resistenze a lunga durata			0,85							
γ _c	Coefficiente parziale sicurezza del calcestruzzo			1,50							
f _{cd}	Resistenza di calcolo a compressione = α _{cc} × f _{ck} / γ _c			19,83	[N/mm ²]						
f* _{cd}	Resistenza di calcolo a compressione elementi piani e con sp. < 50 mm = 0,80 × f _{cd}			15,87	[N/mm ²]						
f _{ctd}	Resistenza di calcolo a trazione allo SLU = f _{ctk} /γ _c			1,50	[N/mm ²]						
f _{td}	Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo = f _{tk} /γ _c			3,37	[N/mm ²]						
f* _{td}	Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo in zona tesa = f* _{tk} /γ _c			2,25	[N/mm ²]						
Tensione ammissibile per combinazione:											
Elementi piani (solette,pareti ...) gettati in opera con cls ordinari e con spessori minori di 50 mm (riduzione 20% dei valori limite)				NO							
rara α _{camm}				= 0,60 × f _{tk}	21,00 [N/mm ²]						
quasi permanente α _{camm}				= 0,45 × f _{tk}	15,75 [N/mm ²]						
Classe di esposizione ambientale	Specifiche ambientali			Prescrizioni ambientali	Condizioni ambientali (tab. 4.1B)	Tipologia di armatura e di elemento (tab. C4.1N)					
XS2	Permanentemente sommerso			Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immersi in acqua.	Molto aggressive	barre da c.a. - elementi a piastra					
CALCOLO COPRIFERRO E DIAMETRO MASSIMO INERTI											
tab. C4.1N				Vita utile dell'opera: 100 anni							
c _{min,tab}	Δc _{dur,add}	c _{min,dur}	ø _{max,am}	c _{min,b}	max(c _{min,dur} , F _{min,d})	c _{min}	tolleranza Δc _{tot}	copri ferro c _{nom}	interferro	sp. minimo struttura	Diametro inerti D _{max}
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
50	0	50	24	24	50	±10	60±10	200	1000	32	
CLASSE DI CONSISTENZA - Abbassamento al cono di Abrams											
Classe di consistenza	Denominazione corrente	Abbassamento al cono (mm)		Applicazioni							
S4	Fluida	da 160 a 210		Plinti, Pilastri, Strutture verticali, Getti ciclopici, Pareti contro terra, Platee, Getti con pompa, Strutture faccia vista, Intercapedini							

CLS 3 - CALCESTRUZZO PER ELEVAZIONI

Classe di resistenza				C32/40	[N/mm ²]					
Caratteristiche del calcestruzzo										
R _{ck}	Resistenza caratteristica a compressione cubica			40	[N/mm ²]					
f _{ck}	Resistenza caratteristica a compressione cilindrica			32,00	[N/mm ²]					
f _{cm}	Resistenza cilindrica media = f _{ck} +8			40,00	[N/mm ²]					
f _{ctm}	Resistenza media a trazione semplice = 0,3 × f _{ck} ^{2/3}			3,02	[N/mm ²]					
f _{ctm}	Resistenza media a trazione per flessione = 1,2 × f _{ctm}			3,63	[N/mm ²]					
f _{ctk}	Resistenza caratteristica a trazione = 0,7 × f _{ctm}			2,12	[N/mm ²]					
f _{tk}	Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza (ø < 32 mm) = 2,2×η×f _{ctk}			4,76	[N/mm ²]					
f* _{tk}	Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza in zona tesa = f _{tk} / 1,50			3,18	[N/mm ²]					
E _{cm}	Modulo elastico istantaneo = 22000×[f _{cm} /10] ^{0,3}			33.346	[N/mm ²]					
α	Coefficiente dilatazione termica			1,00E-05	[°C ⁻¹]					
Resistenze di calcolo										
α _{cc}	Coefficiente riduttivo per le resistenze a lunga durata			0,85						
γ _c	Coefficiente parziale sicurezza del calcestruzzo			1,50						
f _{cd}	Resistenza di calcolo a compressione = α _{cc} × f _{ck} / γ _c			18,13	[N/mm ²]					
f* _{cd}	Resistenza di calcolo a compressione elementi piani e con sp. < 50 mm = 0,80 × f _{cd}			14,51	[N/mm ²]					
f _{ctd}	Resistenza di calcolo a trazione allo SLU = f _{ctk} /γ _c			1,41	[N/mm ²]					
f _{td}	Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo = f _{tk} /γ _c			3,18	[N/mm ²]					
f* _{td}	Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo in zona tesa = f* _{tk} /γ _c			2,12	[N/mm ²]					
Tensione ammissibile per combinazione:										
Elementi piani (solette,pareti ...) gettati in opera con cls ordinari e con spessori minori di 50 mm (riduzione 20% dei valori limite)				NO						
rara α _{camm}				= 0,60 × f _{tk}	19,20 [N/mm ²]					
quasi permanente α _{camm}				= 0,45 × f _{tk}	14,40 [N/mm ²]					
Classe di esposizione ambientale	Specifiche ambientali			Prescrizioni ambientali	Condizioni ambientali (tab. 4.1.10)	Tipologia di armatura e di elemento (tab. C4.1IV)				
XS1	Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare.			Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.	Aggressive	barre da c.a. - elementi a piastra				
CALCOLO COPRIFERRO E DIAMETRO MASSIMO INERTI						Vita utile dell'opera: 100 anni				
tab. C4.1IV C _{min,tab} [mm]	ΔC _{dur,add} [mm]	C _{min,dur} [mm]	ø _{max,am} [mm]	C _{min,b} [mm]	max(C _{min,dur} ,F _{min,dur}) C _{min} [mm]	toleranza ΔC _{tot} [mm]	copriferro C _{nom} [mm]	interferro [mm]	sp. minimo struttura [mm]	Diametro inerti D _{max} [mm]
40	0	40	20	20	40	±10	50±10	200	400	32
CLASSE DI CONSISTENZA - Abbassamento al cono di Abrams										
Classe di consistenza	Denominazione corrente	Abbassamento al cono (mm)			Applicazioni					
S4	Fluida	da 160 a 210			Plinti, Pilastri, Strutture verticali, Getti ciclopici, Pareti contro terra, Platee, Getti con pompa, Strutture faccia vista, Intercapedini					

2.2. - ACCIAIO PER C.A. ORDINARIO

ARM 1 - ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

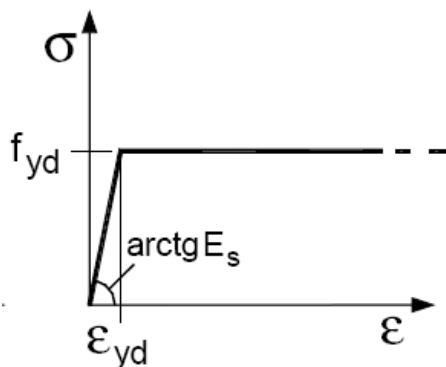
Tipo		B 450 C	
Caratteristiche dell'acciaio			
f_{yk}	Tensione caratteristica di snervamento	450	[N/mm ²]
Resistenze di calcolo			
f_{tk}	Tensione caratteristica di rottura	540	[N/mm ²]
γ_s	Coefficiente parziale sicurezza dell'acciaio	1,15	[-]
f_{yd}	Resistenza di calcolo	391	[N/mm ²]
$\sigma_{s,amm}$	Tensione ammissibile per combinazione caratteristica	360	[N/mm ²]
E_s	Modulo elastico	206 000	[N/mm ²]

Diametro delle barre: $6 \leq \phi \leq 40$ mm.

E' ammesso l'uso di acciai forniti in rotoli per diametri ≤ 16 mm.

Qualora il costruttore adottasse giunzioni delle barre in opera o fuori opera o assemblaggi delle gabbie di armatura mediante saldatura, si prescrive l'uso di acciaio **saldabile**.

Per l'acciaio si adotta un diagramma tensione-deformazione elastico-perfettamente plastico indefinito.



2.3. - COPRIFERRI PER STRUTTURE IN CA

Il copriferro minimo per soddisfare i requisiti di aderenza, durabilità ed eventuale resistenza al fuoco viene determinato applicando quanto previsto dalla tab. C4.1.IV delle NTC2008 nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tabella 4.1.IV delle NTC.

I valori sono espressi in mm e sono distinti in funzione dell'armatura, barre da c.a. o cavi aderenti da c.a.p. (fili, trecce e trefoli), e del tipo di elemento, a piastra (solette, pareti,...) o monodimensionale (travi, pilastri,...).

A tali valori di tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm o minore, secondo indicazioni di norme di comprovata validità.

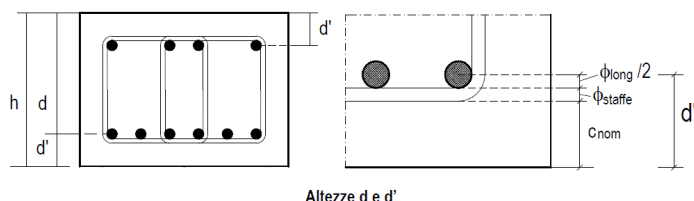
I valori della Tabella C4.1.IV si riferiscono a costruzioni con vita nominale di 50 anni (Tipo 2 secondo la Tabella 2.4.I delle NTC). Per costruzioni con vita nominale di 100 anni (Tipo 3 secondo la citata Tabella 2.4.I) i valori della Tabella C4.1.IV vanno aumentati di 10 mm. Per classi di resistenza inferiori a C_{min} i valori della tabella sono da aumentare di 5 mm.

$$c_{nom} [mm] = c_{min} + \Delta c = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}) + \Delta c;$$

C_{min}	C_o	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
			$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto aggr.	35	40	40	45	45	50	50	50

$$c_{nom} = \max(c_{min,b}, c_{min,dur}) + 10 \text{ (mm)} \geq 20 \text{ mm}$$

$$c_{min,b} = \phi \sqrt{n_b} \quad n_b \text{ numero di barre di un eventuale gruppo di barre; per barra singola } n_b = 1.$$



2.4. - DURABILITÀ

La classe di esposizione ambientale del calcestruzzo che costituisce le strutture, secondo i requisiti previsti dalla UNI 11104 e UNI EN 206-1, è riportata nella tabella riepilogativa.

Per garantire la durabilità della struttura sono stati presi in considerazioni opportuni stati limite di esercizio (SLE) in funzione dell'uso e dell'ambiente in cui la struttura dovrà vivere limitando sia gli stati tensionali, che nel caso delle opere in calcestruzzo, anche l'ampiezza delle fessure.

Le verifiche a fessurazione delle sezioni in calcestruzzo sono condotte secondo il § 4.1.2.2.4. del D.M. 14-01-2008. Sulla base delle differenti condizioni ambientali, e tenuto conto che le armature saranno del tipo "poco sensibile" alla corrosione, si ottengono i valori limite di apertura delle fessure come risulta dalla tabella seguente.

MAGRONI		Classe di resistenza C12/15	
Prescrizioni rischio: -	R _{ck}	15	[N/mm ²]
	Classe di esposizione	X0	
Prescrizioni ambientali: Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva.	Tipo di cemento:	-	
	Rapporto Acqua/Cemento max	-	
	Contenuto minimo di cemento	-	[kg/m ³]
	Classe di consistenza al getto	-	
Specifiche ambientali: Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici: in ambiente molto asciutto.	Copriferro minimo	0	[mm]
Condizioni ambientali	Ordinarie		
Sensibilità alla corrosione armatura	poco sensibile		
Valore limite di apertura delle fessure	Combinazione di azioni	Stato limite	w _d (mm)
	frequente	apertura fessure	0,40
	quasi permanente	apertura fessure	0,30

FONDAZIONI		Classe di resistenza	C32/40
Prescrizioni rischio: Attacco chimico	R _{ck}	40	[N/mm ²]
	Classe di esposizione	XA2	
Prescrizioni ambientali: Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.	Tipo di cemento:	-	
	Rapporto Acqua/Cemento max	0,5	
Specifiche ambientali: Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenuto minimo di cemento	340	[kg/m ³]
	Classe di consistenza al getto	S4	
	Copriferro minimo	50±10	[mm]
Condizioni ambientali		Aggressive	
Sensibilità alla corrosione armatura		poco sensibile	
Valore limite di apertura delle fessure		Combinazione di azioni	Stato limite
			W _d (mm)
		frequente	apertura fessure
		quasi permanente	apertura fessure
			0,30
			0,20
ELEVAZIONI		Classe di resistenza	C32/40
Prescrizioni rischio: Attacco chimico	R _{ck}	40	[N/mm ²]
	Classe di esposizione	XA2	
Prescrizioni ambientali: Elementi strutturali o pareti a contatto di terreni aggressivi.	Tipo di cemento:	-	
	Rapporto Acqua/Cemento max	0,5	
Specifiche ambientali: Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1	Contenuto minimo di cemento	340	[kg/m ³]
	Classe di consistenza al getto	S4	
	Copriferro minimo	50±10	[mm]
Condizioni ambientali		Aggressive	
Sensibilità alla corrosione armatura		poco sensibile	
Valore limite di apertura delle fessure		Combinazione di azioni	Stato limite
			W _d (mm)
		frequente	apertura fessure
		quasi permanente	apertura fessure
			0,30
			0,20

Inoltre per garantire la durabilità, così come tutte le prestazioni attese, è necessario che si ponga adeguata cura sia nell'esecuzione che nella manutenzione e gestione della struttura e si utilizzino tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei materiali e delle strutture. La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono coerenti con tali obiettivi.

2.5. - INDICAZIONI GENERALI DA RISPETTARE

- Sovrapporre i ferri nelle riprese per almeno 60 diametri;
- Impiegare distanziatori in plastica o pasta di cemento per garantire un valore del copriferro coerente con quanto riportato negli elaborati progettuali;
- Sovrapporre le reti di cui sopra per almeno cm 20;
- Nella giunzione per sovrapposizione dei ferri, non legare i due ferri fra loro, ma tenerli distanziati di almeno cm 2 (interferro).

3.0 - - PARAMETRI GEOTECNICI

In corrispondenza delle opere si è assunta la seguente stratigrafia del terreno propria del sondaggio S1:

Pro.Mo.Geo. S.r.l. - Società di programmazione e monitoraggio geotecnico - via Bombrini 13 - 16149 GENOVA - Tel: 010/583713 - Fax: 010/5302399														CERTIFICATO DI INDAGINE					
Committente: SAB srl														1128 Pagina 4 di 16					
Cantiere: Genova - T. Polcevera sponda dx - Lotto 2														RISULTATO DI STRATIGRAFIA					
Sondaggio: S1														1128-STR-00001					
Quota caposaldo: p.c.														DATA EMISSIONE					
Data inizio: 08/05/2013														24/05/2013					
Data termine: 08/05/2013																			
Quote			Risultato dei sondaggi					Idrogeologia		Geotecnica			Strumentazione		Perforazione		Annotazioni		
Quota assoluta (m)	Profondità (m)	Potenza statica (m)	Stratigrafia	Campioni	Percentuale di cavitazioni	Rock Quality Designation	Descrizione dei litotipi	Livello della falda	Prove di permeabilità	Prova penetrometrica	Standard Penetration Test	Piezometro	Piezometro	Assensimetro	Estensimetro	Rivestimento	Metodo a diametro	Utenzili	Compendio metrico
0.00							Ghiaia eterometrica sabbiosa (sabbia eterometrica) localmente debolmente lamina, costituita da 1.00-3.00m di profondità; clasti poligonici, da angolari ad arrotondati, con difetti superficiali e laterali, colore marrone-grigio, da asciutto fino a 1.80m di profondità a umido-molto umido oltre.												
6.00																			
8.00							Limo sabbioso localmente con sabbia fine; colore grigio; saturo.												
9.00																			
10.00																			
11.00																			
12.00																			
13.00																			
14.00																			
15.00																			
16.00																			
17.00																			
18.00																			
19.00																			
20.00																			
21.00																			
22.00																			
23.00																			
24.00																			
25.00																			
26.00																			
27.00																			
28.00																			
29.00																			
30.00																			
31.00																			
32.00																			
33.00																			
34.00																			
35.00																			
36.00																			
37.00																			
38.00																			
39.00																			
40.00																			
41.00																			
42.00																			
43.00																			
44.00																			
45.00																			
46.00																			
47.00																			
48.00																			
49.00																			
50.00																			
51.00																			
52.00																			
53.00																			
54.00																			
55.00																			
56.00																			
57.00																			
58.00																			
59.00																			
60.00																			
61.00																			
62.00																			
63.00																			
64.00																			
65.00																			
66.00																			
67.00																			
68.00																			
69.00																			
70.00																			
71.00																			
72.00																			
73.00																			
74.00																			
75.00																			
76.00																			
77.00																			
78.00																			
79.00																			
80.00																			
81.00																			
82.00																			
83.00																			
84.00																			
85.00																			
86.00																			
87.00																			
88.00																			
89.00																			
90.00																			
91.00																			
92.00																			
93.00																			
94.00																			
95.00																			
96.00																			
97.00																			
98.00																			
99.00																			
100.00																			

adottando i parametri di seguito riassunti e ricavati dalla Relazione geotecnica pag 61 e segg., considerando che per i terreni di riempimento si utilizzerà materiale da rilevato stradale di buone caratteristiche:

Strato PARAMETRI	TERRENO DI RIEMPIMENTO			
peso di volume saturo	γ_s	=	20,50	kN/m ³
Angolo di attrito interno	ϕ'	=	35	°
Angolo di attrito terra-muro	δ	=	23	°
Coesione	c	=	0,00	kPa

Strato PARAMETRI	GHIAIE SABBIOSE				
	peso di volume saturo	γ_s	=	20,50	kN/m ³
	Angolo di attrito interno	ϕ'	=	36	°
	Angolo di attrito terra-muro	δ	=	25	°
	Coesione efficace	c'	=	0,00	kPa
	Modulo di deformabilità	E	=	25	MPa

Strato PARAMETRI	LIMI SABBIOSI				
	peso di volume saturo	γ_s	=	18,50	kN/m ³
	Angolo di attrito interno	ϕ'	=	29	°
	Angolo di attrito terra-muro	δ	=	20	°
	Coesione	c'	=	0,00	kPa
	Coesione non drenata	c_u	=	40	kPa
	Modulo edometrico	E_{edom}	=	3,6 - 6,2	MPa

4.0 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le verifiche vengono effettuate nello spirito del metodo semiprobabilistico agli stati limite applicando le seguenti normative.

- **Legge 05.11.1971, n. 1086** – “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- **Legge 02.02.1974, n. 64** – “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;
- **D.M. Infrastrutture 14.01.2008** – pubblicato su S.O. n. 30 alla G.U. 4 febbraio 2008, n. 29 – “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni”;
- **Circolare 2 febbraio 2009, n. 617** - Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008
- **Linee guida sul calcestruzzo strutturale** - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale
- **UNI EN 197-1 giugno 2001** – “Cemento: composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi comuni”;
- **UNI EN 11104 marzo 2004** – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l'applicazione delle EN 206-1;
- **UNI EN 206-1 ottobre 2006** – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”;
- **UNI EN 1992-1-1 2005** – Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

5.0 - - RELAZIONE DI CALCOLO

5.1. - CRITERI DI CALCOLO E DI VERIFICA

L'analisi dei muri è stata condotta mediante il programma di calcolo Max 10.0 della Aztec Informatica; in allegato si riportano gli input, la metodologia di calcolo e gli output del programma per tutte le tipologie di muro in esame.

Le verifiche sono state condotte con il metodo allo stato limite ultimo e allo stato limite di esercizio utilizzando le sollecitazioni massime riscontrate.

Il modello di calcolo è costituito dal muro stesso rappresentato con la sua geometria.

Le caratteristiche geometriche delle singole parti di struttura sono differenti a seconda dell'altezza dello spiccatto; in particolare viene mantenuta costante l'inclinazione del paramento interno del muro in elevazione con pendenza pari a 1/10 e lo spessore alla testa del muro di 40cm.

Per la determinazione dei parametri sismici, si fa riferimento a quanto riportato nella relazione geotecnica del presente lotto. In particolare si considera:

Terreno di fondazione:

Categoria C

coefficiente di intensità sismica orizzontale

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{\max}}{g}$$

dove: β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

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

g = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima attesa al sito può essere valutata con la relazione:

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

dove:

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al § 3.2.3.2;

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

Nel caso in esame si ha:

$$S_s = 1,50$$

$$S_t = 1,00$$

$$a_g = 0,097 \text{ g}$$

I valori di β_s sono riportati nella Tab. 7.11.I e per il caso in esame, ovvero per $a_g(g) \leq 0,1$, il coefficiente β_s è pari a 0.2.

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

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

Il calcolo viene eseguito secondo l'Approccio 1 descritto nel DM 14/01/08, considerando cioè:

coefficienti parziali azioni/materiali A1/M1/R1 combinazioni di tipo B

coefficienti parziali azioni/materiali A2/M2/R2 combinazioni di tipo C (comprese comb. sismiche)

I coefficienti parziali di azioni e materiali relativi alle combinazioni tipo B e C sono i seguenti:

Tipo comb.	Azioni			Proprietà del terreno			
	Permanenti	Variabili		$\tan \phi'$	c'	c_u	γ
		Favorevoli	Sfavorevoli				
B	1.30	1.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00
C	1.00	1.00	1.30	1.25	1.25	1.40	1.00

5.2. - AZIONI DEI CARICHI E COMBINAZIONI

5.2.1. - FUNZIONAMENTO A MURO DI SOSTEGNO

I carichi verticali permanenti considerati sono il peso proprio e il peso del terreno di ricoprimento sulla ciabatta di fondazione. I carichi permanenti orizzontali sono causati dalla spinta statica delle terre.

I carichi variabili sono:

- sovraccarico laterale pari a 20 kN/mq esteso indefinitamente a tergo del muro.
In presenza di azione sismica si considera un sovraccarico dimezzato pari a 10

kN/mq;

- azione sismica;

5.2.2. - FUNZIONAMENTO A MURO DI SPONDA

I carichi verticali permanenti considerati sono il peso proprio e il peso del terreno di ricoprimento sulla ciabatta di fondazione. I carichi permanenti orizzontali sono causati dalla spinta statica delle terre e dalla spinta idraulica del Torrente Polcevera a livello di massima piena.

Le sollecitazioni agenti sul muro considerato come sponda del torrente, sono inferiori a quelle agenti sul muro considerato come sostegno del rilevato stradale.

5.3. - VERIFICHE DI RESISTENZA MURI A MENSOLA

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito utilizzando il programma MAX vers. 10.20b della ditta AZTEC Informatica srl, licenza d'uso AIU 3533AL rilasciata a SAB srl, 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



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 ρ 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 parte pari a

$$\begin{aligned}\varepsilon' &= \varepsilon + \theta \\ \beta' &= \beta + \theta\end{aligned}$$

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

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

Terreno a permeabilità elevata

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

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 diseuguaglianza

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

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 terramuro 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

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B_f$$

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_f , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di δ_f 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 $\eta_q \geq 1.0$
Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF.

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_c i_c + q N_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

In questa espressione:

- c coesione del terreno in fondazione;
- ϕ angolo di attrito del terreno in fondazione;
- γ peso di volume del terreno in fondazione;
- B larghezza della fondazione;
- D profondità del piano di posa;
- q pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e^{\pi \tan \phi}$$

$$N_q = A \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan (1.4\phi)$$

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

I fattori d e i che compaiono nella formula sono rispettivamente i fattori di profondità ed i fattori di inclinazione del carico espressi dalle seguenti relazioni:

Fattori di profondità

$$d_q = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$$

$$d_q = d_\gamma = 1 \quad \text{per } \phi = 0$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p} \quad \text{per } \phi > 0$$

Fattori di inclinazione

Indicando con θ l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale (espresso in gradi) e con ϕ l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = (1 - \theta^\circ/90)^\phi$$

$$i_\gamma = (1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ})^2 \quad \text{per } \phi > 0$$

$$i_\gamma = 0 \quad \text{per } \phi = 0$$

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.

Il coefficiente di sicurezza fornito da Fellenius si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i^n \left(\frac{c_i b_i}{\cos \alpha_i} + [W_i \cos \alpha_i - u_i l_i] \tan \phi_i \right)}{\sum_i^n W_i \sin \alpha_i}$$

dove 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} e c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia.

Inoltre u_i ed l_i rappresentano la pressione neutra lungo la base della striscia e la lunghezza della base della striscia ($l_i = b_i / \cos \alpha_i$).

Quindi, assunto un cerchio di tentativo lo si suddivide in n strisce e dalla formula precedente si ricava η . Questo procedimento viene eseguito per il numero di centri prefissato e viene assunto come coefficiente di sicurezza della scarpata il minimo dei coefficienti così determinati.

5.3.1. - DICHIARAZIONI SECONDO N.T.C. 2008 (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 14/01/2008.

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 10.20

Produttore Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)

Utente SAB srl

Licenza AIU 3533AL

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

Convenzione del 10 marzo 2008 tra Regione Liguria – Provincia di Genova – Comune di Genova

Autorità Portuale di Genova – ANAS SpA

Completamento della viabilità in sponda destra torrente Polcevera sub lotto 3 - Progetto esecutivo

Relazione tecnica e di calcolo vasche impianti di pompaggio

Doc. N. 455/PES/5.04.3/R021

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.

Il progettista



Aztec Informatica s.r.l.

il Software per l'Ingegneria Geotecnica e Strutturale

IMPORTANTE - LEGGERE CON ATTENZIONE: il presente Contratto (il "Contratto") è un Contratto intercorrente tra l'utente (una persona fisica o giuridica) e la Aztec Informatica ("autore"), per il prodotto software sotto identificato.
Il prodotto ("PRODOTTO SOFTWARE" o "SOFTWARE") include il software per computer, i supporti di memorizzazione ad esso associati, la chiave hardware di protezione, il materiale stampato e una eventuale documentazione "online" o elettronica. Installando, copiando, o usando in altro modo il PRODOTTO SOFTWARE, l'utente accetta di essere vincolato dalle condizioni del presente Contratto.

CONTRATTO PER IL PRODOTTO SOFTWARE

Il PRODOTTO SOFTWARE è protetto dalle leggi e dai trattati internazionali sul copyright, oltre che da altre leggi e trattati sulla proprietà intellettuale. Il PRODOTTO SOFTWARE viene concesso in licenza, non viene venduto.

1. DIRITTI DELL'UTENTE

Il presente Contratto concede all'utente i seguenti diritti:

L'utente può installare il PRODOTTO SOFTWARE su uno o più computer, ma l'utilizzo del software prevede la presenza contemporanea del software e della chiave hardware. Pertanto, una stessa licenza del PRODOTTO SOFTWARE non può venir condivisa o usata contemporaneamente su computer diversi. L'utilizzo in contemporanea del PRODOTTO SOFTWARE su più computer è subordinato all'acquisto di altrettante licenze singole o di rete.

2. DESCRIZIONE DI ALTRI DIRITTI E RESTRIZIONI

Restrizioni sulla decodificazione, decompilazione e sul disassemblaggio. L'utente non può decodificare, decompilare o disassemblare il PRODOTTO SOFTWARE.

Separazione di componenti. Il PRODOTTO SOFTWARE è concesso in licenza quale prodotto singolo. Le sue singole parti componenti non possono essere separate per l'utilizzo su più di un computer.

Localizzazione. L'utente non può concedere in locazione o leasing il PRODOTTO SOFTWARE.

Trasferimento del software. L'utente può trasferire, previa autorizzazione scritta dell'autore, tutti i diritti concessi dal presente Contratto, a condizione che non ne tratti alcuna copia, che trasferisca tutto il PRODOTTO SOFTWARE (compresi tutti i componenti, i supporti di memorizzazione ed il materiale stampato, qualsiasi aggiornamento, il presente contratto), e che il cessionario accetti le condizioni del presente Contratto. Se il PRODOTTO SOFTWARE è un aggiornamento, qualsiasi trasferimento deve comprendere tutte le versioni precedenti del PRODOTTO SOFTWARE.

Risoluzione. L'autore o la casa distributrice possono risolvere il presente Contratto, senza per questo pregiudicare altri suoi diritti, se l'utente non si attiene alle condizioni e alle clausole del presente Contratto. In tal caso, l'utente è tenuto a distruggere tutte le copie del PRODOTTO SOFTWARE e tutte le sue parti componenti.

3. AGGIORNAMENTI

Se il PRODOTTO SOFTWARE è un aggiornamento di un altro prodotto, sia della casa distributrice che di un altro fornitore, l'utente può usare o trasferire il PRODOTTO SOFTWARE esclusivamente in congiunzione con tale prodotto aggiornato, salvo che esso non sia stato distrutto. Nel caso specifico in cui il PRODOTTO SOFTWARE sia un aggiornamento da un prodotto della casa distributrice, l'utente potrà usare tale prodotto aggiornato esclusivamente nel rispetto del presente Contratto. Se il PRODOTTO SOFTWARE è un aggiornamento di un componente di un pacchetto di programmi software che l'utente ha avuto in licenza come prodotto singolo, il PRODOTTO SOFTWARE può venir usato e trasferito solo come parte di quel singolo pacchetto e non potrà venire separato per essere usato in più di un computer.

4. COPYRIGHT

Il titolo ed i copyright relativi al PRODOTTO SOFTWARE (ivi inclusi, ma non limitatamente a, ogni immagine, fotografia, testo, integrati al PRODOTTO SOFTWARE) il materiale stampato incluso, e qualsiasi copia del PRODOTTO SOFTWARE sono di proprietà dell'autore. Il PRODOTTO SOFTWARE è protetto dalle leggi sul copyright e dalle disposizioni dei trattati internazionali. Di conseguenza l'utente è tenuto a trattare il PRODOTTO SOFTWARE come ogni altro prodotto protetto da copyright, tuttavia, è riconosciuto all'utente il diritto di: (a) fare una sola copia del PRODOTTO SOFTWARE esclusivamente come copia di backup o di archivio; oppure (b) installare il PRODOTTO SOFTWARE su di un unico computer a condizione che conservi l'originale esclusivamente come copia di backup o di archivio. L'utente non può in ogni caso riprodurre il materiale stampato incluso al PRODOTTO SOFTWARE.

5. LIMITI DI GARANZIA

L'autore, come la casa distributrice del prodotto software, non garantiscono che il contenuto del PRODOTTO SOFTWARE soddisfi le esigenze dell'utente né si assume alcuna responsabilità derivante da danni diretti o indiretti causati dall'installazione, dall'uso improprio nonché da errori insiti nel programma stesso, neppure nel caso in cui il distributore o l'autore siano stati preventivamente informati che tali danni possano verificarsi o si siano verificati; l'acquirente è pertanto responsabile della scelta, dell'installazione e dell'utilizzo del PRODOTTO SOFTWARE, nonché dei risultati ottenuti.

6. LIMITI DI RESPONSABILITÀ

In nessun caso l'autore o i distributori del PRODOTTO SOFTWARE saranno responsabili per danni (inclusi, senza limitazioni, il danno per perdita o mancato guadagno, interruzioni dell'attività, perdita di informazioni o altre perdite economiche) derivanti dall'uso o dall'incapacità di fare uso del PRODOTTO SOFTWARE, anche nel caso in cui l'autore o la casa distributrice siano stati avvertiti delle possibilità di tali danni; in ogni caso la responsabilità dell'autore, ai sensi del presente accordo, sarà limitata ad un importo corrispondente a quello effettivamente pagato per il software.

7. ASSISTENZA

L'accettazione del presente contratto è condizione necessaria affinché la Aztec Informatica presti assistenza all'Utente sul software.

È a cura dell'Utente controllare le versioni aggiornate del software messe in distribuzione dalla Aztec Informatica ed eventualmente farne richiesta alle condizioni proposte. Tali informazioni possono essere reperite presso gli uffici della Aztec Informatica telefonicamente, a mezzo fax o e-mail oppure tramite l'apposita pagina creata sul sito ufficiale www.aztec.it.

8. COMPETENZA

Per qualsiasi controversia sarà competente il foro di COSENZA.

Si approvano espressamente ai sensi e per gli effetti degli articoli 1341 e 1342 del Codice Civile, tutte le clausole e le condizioni degli articoli: Diritti dell'utente, Descrizione di altri diritti e restrizioni, Aggiornamenti, Copyright, Limiti di garanzia, Limiti di responsabilità, Assistenza, Competenza.

UTENTE : SAB S.R.L. * VIA PIEVAIOLA, 15 * 06128 PERUGIA (PG)
SOFTWARE : AZTEC Utility 10.0 * API++ Plinti e Graticci 11.0 * MAX 10 * PAC 10.0 * SCAT 10.0 * CARL 10.0 * TEA 11.0 * PAC 3D 11.0

LICENZA N° : AIU3533AL

DATA : 12/12/2011

Aztec Informatica

Utente

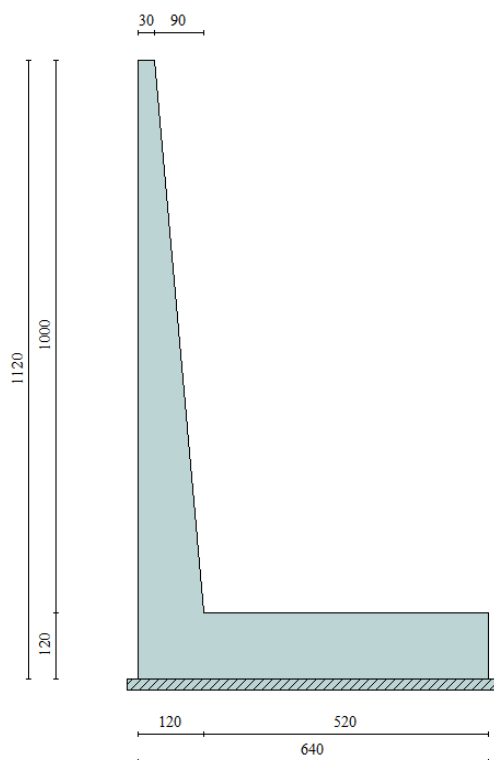
Copia per l'Utente

Corso Umberto I, 43 - 87050 Casale Bruzio (CS) - Italy
Partita IVA e Codice Fiscale IT03009010781

tel. e fax +39.0984.432617 r.a.
Capitale Sociale Euro 60.000,00 i.v.

e-mail: aztec@aztec.it - web: www.aztec.it
R.E.A. Cosenza n° 204627

5.4. - MURO CON ALTEZZA SPICCATO H=10,00 M - FUNZIONAMENTO A MURO DI SOSTEGNO



Caratteristiche sezione di verifica

Base spiccato	sp. (cm)	soll.	Af (lato terra)	A'f (lato strada)
	120	Flessione	Ø24/20	Ø24/20
		Taglio	spilli 9Ø8/m ²	
	Armatura longitudinale		(1+1) Ø16/20	

Fondazione	sp. (cm)	soll.	Af (superiore)	A'f (inferiore)
	120	Flessione	Ø24/20	Ø24/20+2 Ø24
		Taglio	spilli 9Ø8/m ²	
	Armatura longitudinale		(1+1) Ø16/20	

Normativa

N.T.C. 2008 - Approccio 1

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
$\gamma_{c'}$	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:

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00	0,90	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,30	1,00	1,10	1,30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,30	1,50	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	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:

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00	1,00	1,30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00	1,00	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	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

FONDAZIONE SUPERFICIALE

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

Verifica	Coefficienti parziali	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	

Convenzione del 10 marzo 2008 tra Regione Liguria – Provincia di Genova – Comune di Genova

Autorità Portuale di Genova – ANAS SpA

Completamento della viabilità in sponda destra torrente Polcevera sub lotto 3 - Progetto esecutivo

Relazione tecnica e di calcolo vasche impianti di pompaggio

Doc. N. 455/PES/5.04.3/R021

Pag. 46 di 115

Geometria muro e fondazione

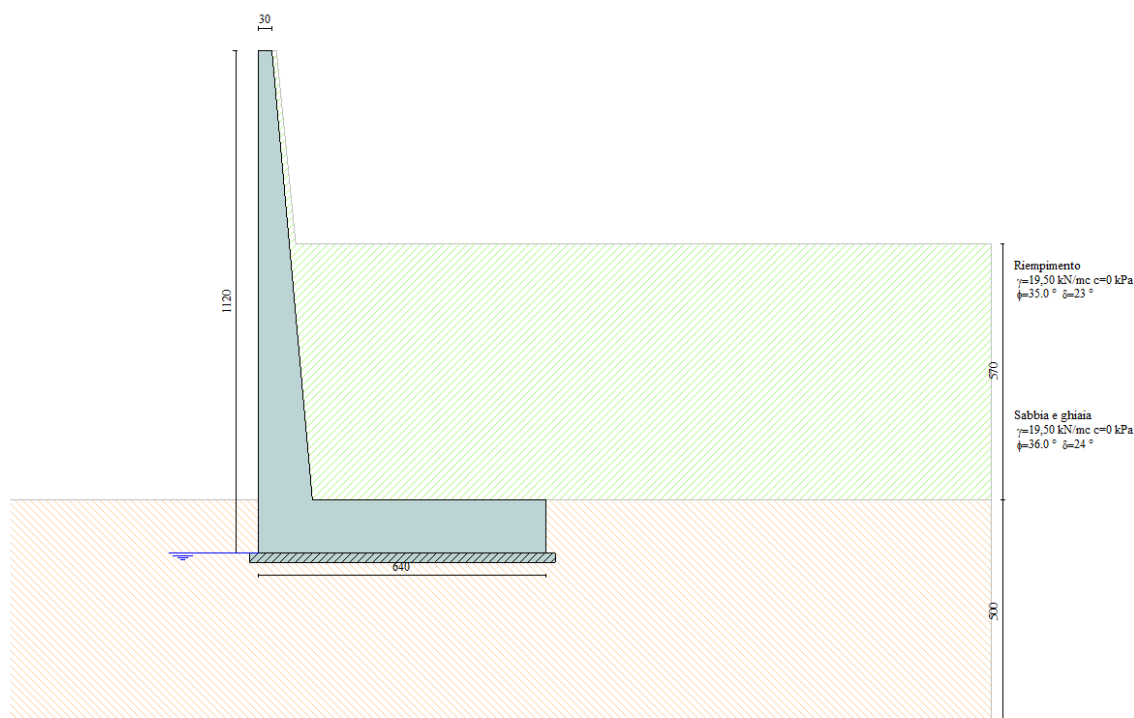
Descrizione

Altezza del paramento	10,00 [m]
Spessore in sommità	0,30 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1,20 [m]
Inclinazione paramento esterno	0,00 [°]
Inclinazione paramento interno	5,12 [°]
Lunghezza del muro	10,00 [m]

Muro a mensola in c.a.

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	5,20 [m]
Lunghezza totale fondazione	6,40 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	1,20 [m]
Spessore magrone	0,20 [m]



Materiali utilizzati per la struttura

<i>Calcestruzzo</i>	
Peso specifico	25,000 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C32/40
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	40000 [kPa]
Modulo elastico E	33642648 [kPa]
<i>Acciaio</i>	
Tipo B450C	
Tensione di snervamento σ_{fa}	449936 [kPa]

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	0,10	0,00	0,00
2	0,53	-4,30	-84,29
3	16,00	-4,30	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	0,00	[m]

Falda

Quota della falda a valle del muro rispetto al piano di posa della fondazione	0,00	[m]
---	------	-----

Descrizione terreni

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 [kPa]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Riempimento	19,50	20,50	35,00	23,00	0,0	0,0
Sabbia e ghiaia	19,50	20,50	36,00	24,00	0,0	0,0

Stratigrafia

Simbologia adottata

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

Nr.	H	a	K_w	K_s	Terreno
1	10,00	0,00	0,00	0,00	Riempimento
2	5,00	0,00	13,10	0,00	Sabbia e ghiaia

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

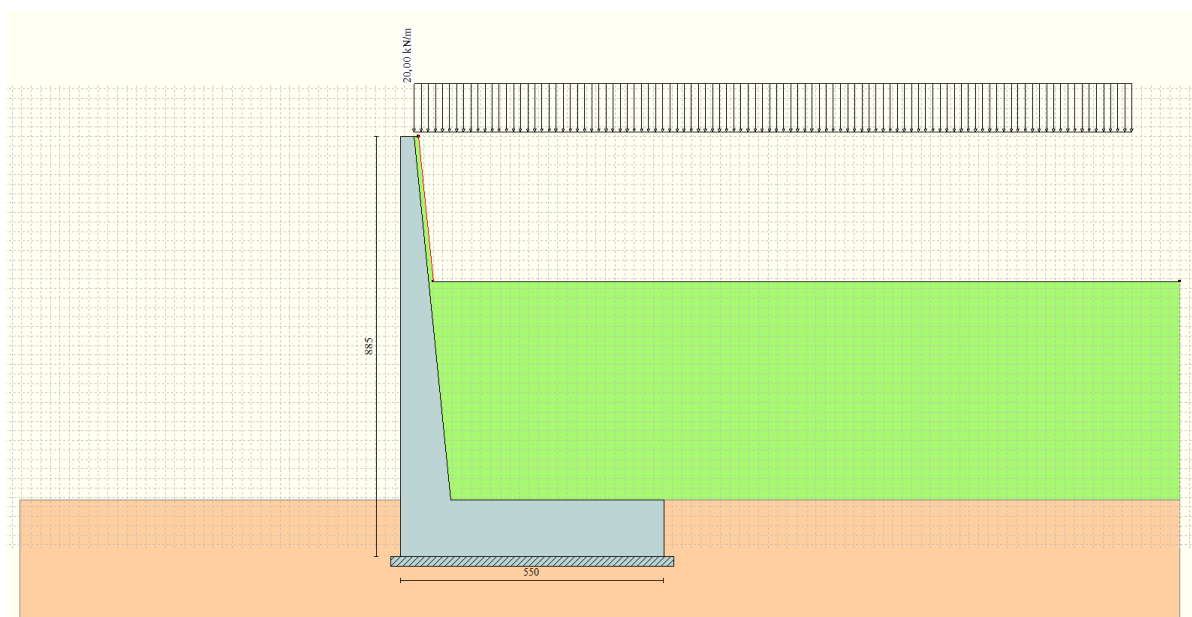
X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F_x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F_y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento esposto in [kNm]
X_i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
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 (Sovraccarico)

D	Profilo	$X_i=0,00$	$X_f=15,00$	$Q_i=20,0000$	$Q_f=20,0000$
---	---------	------------	-------------	---------------	---------------

Condizione n° 2 (Sovraccarico (sisma))

D	Profilo	$X_i=0,00$	$X_f=15,00$	$Q_i=10,0000$	$Q_f=10,0000$
---	---------	------------	-------------	---------------	---------------



Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

F/S	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	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 2 - Caso A2-M2 (GEO)

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

Combinazione n° 3 - Caso EQU (SLU)

S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$	
Peso proprio muro	FAV	0,90	1,00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1,00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1,00	1,10

Combinazione n° 4 - 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

Combinazione n° 5 - 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	1,30	1,00	1,30
Sovraccarico	SFAV	1,50	1,00	1,50

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO)

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
Sovraccarico	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU)

S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$	
Peso proprio muro	FAV	0,90	1,00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1,00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1,00	1,10
Sovraccarico	SFAV	1,50	1,00	1,50

Combinazione n° 8 - 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
Sovraccarico	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 9 - 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

Combinazione n° 10 - 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

Combinazione n° 11 - Caso A2-M2 (GEO) - 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

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

Combinazione n° 13 - 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

Combinazione n° 14 - 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

Combinazione n° 15 - 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

Combinazione n° 16 - 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

Combinazione n° 17 - Caso A1-M1 (STR) - 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
Sovraccarico (sisma)	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 18 - 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
Sovraccarico (sisma)	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 19 - Caso A2-M2 (GEO) - 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
Sovraccarico (sisma)	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 20 - Caso A2-M2 (GEO) - 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
Sovraccarico (sisma)	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 21 - 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
Sovraccarico (sisma)	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 22 - 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
Sovraccarico (sisma)	SFAV	1,00	1,00	1,00

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
Sovraccarico (sisma)	SFAV	1,00	1,00	1,00

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
Sovraccarico (sisma)	SFAV	1,00	1,00	1,00

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

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
Sovraccarico	SFAV	1,00	0,40	0,40

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
Sovraccarico	SFAV	1,00	0,40	0,40

Combinazione n° 28 - Rara (SLE) - Sisma Vert. positivo

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

Combinazione n° 29 - Rara (SLE) - Sisma Vert. negativo

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

Sovraccarico (sisma)	SFAV	1.00	1.00	1.00
<u>Combinazione n° 30 - Rara (SLE) - Sisma Vert. positivo</u>				
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
Sovraccarico (sisma)	SFAV	1.00	1.00	1.00

Impostazioni di analisi

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	Molto aggressive
Armatura ad aderenza migliorata	
<u>Verifica fessurazione</u>	
Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	$w_1 = 0.20$
$w_2 = 0.30$	
$w_3 = 0.40$	
Metodo di calcolo aperture delle fessure	E.C. 2
<u>Verifica delle tensioni</u>	
Combinazione di carico	Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_t < 0.80 f_{yk}$
Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$	

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

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

Terreno a monte a elevata permeabilità
Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

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_{QUM}</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_{QUM}	CS_{STAB}
1	A1-M1 - [1]	--	3,51	--	9,56	--
2	A2-M2 - [1]	--	2,79	--	3,81	--
3	EQU - [1]	--	--	8,68	--	--
4	STAB - [1]	--	--	--	--	1,84
5	A1-M1 - [2]	--	3,11	--	7,77	--
6	A2-M2 - [2]	--	2,35	--	3,04	--
7	EQU - [2]	--	--	6,84	--	--
8	STAB - [2]	--	--	--	--	1,61
9	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	3,45	--	9,23	--
10	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	3,42	--	9,45	--
11	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	2,24	--	3,29	--
12	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	2,23	--	3,37	--
13	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	7,69	--	--
14	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	7,08	--	--
15	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,72
16	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,71
17	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	3,24	--	8,51	--
18	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	3,22	--	8,71	--
19	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	2,10	--	2,99	--
20	A2-M2 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	2,09	--	3,06	--
21	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	6,50	--	--
22	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	7,00	--	--
23	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,63
24	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,62
25	SLEQ - [1]	--	4,50	--	10,55	--
26	SLEF - [1]	--	4,23	--	9,90	--
27	SLER - [1]	--	4,23	--	9,90	--
28	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	3,94	--	9,93	--
29	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	3,68	--	9,26	--
30	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	3,68	--	9,16	--

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :
Origine in testa al muro (spigolo di monte)
Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte
Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto
Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle
Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta
Calcolo del carico limite
Calcolo della stabilità globale
Calcolo della spinta in condizioni di

metodo di Culmann
metodo di Meyerhof
metodo di Fellenius
Spinta attiva

Sisma

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g	0.95 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 2.61$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 1.30$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g	0.00 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 0.00$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 0.00$

Forma diagramma incremento sismico

Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)

0,0

Lunghezza del muro

10,00 [m]

Peso muro

378,8792 [kN]

Baricentro del muro

X=1,53 Y=-8,33

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta

X = 6,10 Y = -11,20

Punto superiore superficie di spinta

X = 6,10 Y = -4,30

Altezza della superficie di spinta

6,90 [m]

Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)

0,00 [°]

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 8

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 [kPa]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2,90 Y[m]= 0,00

Raggio del cerchio R[m]= 14,37

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -13,23

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 10,81

Larghezza della striscia dx[m]= 0,96

Coefficiente di sicurezza C= 1.61

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	ϕ	c	u
1	46,6810	67.41	43,0995	0,0246	29.26	0	0
2	83,2981	58.89	71,3149	0,0183	29.26	0	0
3	109,8039	52.05	86,5881	0,0153	29.26	0	0
4	130,7600	46.16	94,3175	0,0136	29.66	0	0
5	148,5447	40.86	97,1717	0,0125	30.17	0	0
6	168,6385	35.95	99,0038	0,0117	30.17	0	4
7	180,6691	31.33	93,9538	0,0110	30.17	0	10
8	190,7422	26.94	86,4082	0,0106	30.17	0	16
9	199,0982	22.71	76,8525	0,0102	30.17	0	20
10	205,9071	18.60	65,6856	0,0100	30.17	0	24
11	233,1228	14.60	58,7506	0,0097	30.17	0	26
12	216,8983	10.66	40,1327	0,0096	30.17	0	29
13	82,7988	6.78	9,7742	0,0095	30.17	0	30
14	84,4106	2.93	4,3106	0,0094	30.17	0	31
15	84,7445	-0.91	-1,3485	0,0094	30.17	0	31
16	83,8051	-4.75	-6,9468	0,0095	30.17	0	30
17	81,5793	-8.62	-12,2266	0,0095	30.17	0	29
18	78,0362	-12.52	-16,9227	0,0097	30.17	0	28
19	73,1236	-16.49	-20,7557	0,0098	30.17	0	25
20	66,7652	-20.54	-23,4238	0,0101	30.17	0	22
21	58,8530	-24.70	-24,5911	0,0104	30.17	0	18
22	49,2369	-29.00	-23,8727	0,0108	30.17	0	13
23	37,7068	-33.50	-20,8098	0,0113	30.17	0	8
24	24,0206	-38.24	-14,8674	0,0120	30.17	0	1
25	8,2801	-43.32	-5,6806	0,0130	30.17	0	0

$\Sigma W_i = 2727,5246$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 755,9185$ [kN]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 1383,6137$ [kN]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 0,0000$ [kN]

Convenzione del 10 marzo 2008 tra Regione Liguria – Provincia di Genova – Comune di Genova

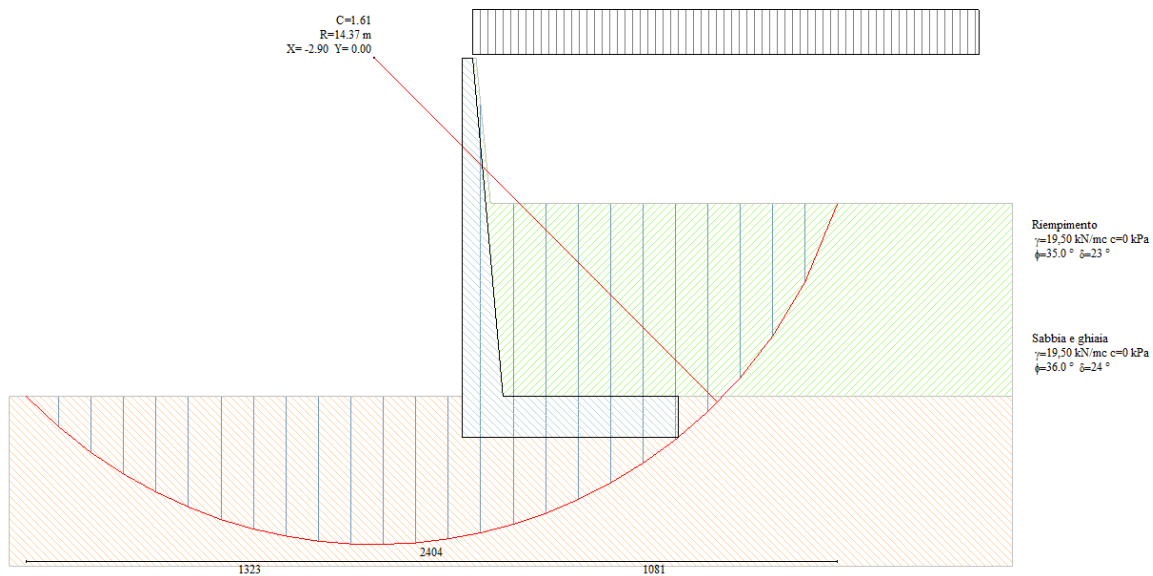
Autorità Portuale di Genova – ANAS SpA

Completamento della viabilità in sponda destra torrente Polcevera sub lotto 3 - Progetto esecutivo

Relazione tecnica e di calcolo vasche impianti di pompaggio

Doc. N. 455/PES/5.04.3/R021

Pag. 57 di 115



COMBINAZIONE n° 19

Valore della spinta statica	161,5924	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	152,8115	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	52,5429	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 6,10	[m]	Y = -8,73	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	18,98	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,67	[°]		
Incremento sismico della spinta	10,8783	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 6,10	[m]	Y = -8,73	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54,36	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 6,10	[m]	Y = -11,20	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	677,5830	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 3,31	[m]	Y = -7,03	[m]
Inerzia del muro	9,8747	[kN]		
Inerzia verticale del muro	4,9373	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	17,6597	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	8,8299	[kN]		
Risultanti				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	190,6330	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1126,3094	[kN]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1126,3094	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	190,6330	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,50	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	6,40	[m]		
Risultante in fondazione	1142,3283	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9,61	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	566,5088	[kNm]		
Carico ultimo della fondazione	3373,6009	[kN]		
Tensioni sul terreno				
Lunghezza fondazione reagente	6,40	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	259,18	[kPa]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	93,01	[kPa]		

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 30.54$	$N_q = 18.75$	$N_\gamma = 16.12$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,80$	$i_q = 0,80$	$i_\gamma = 0,46$
Fattori profondità	$d_c = 1,07$	$d_q = 1,03$	$d_\gamma = 1,03$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 25.96$	$N'_q = 15.45$	$N'_\gamma = 7.73$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.10
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.00

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	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,50	4,0293	0,0718	0,1118
3	1,00	8,6170	0,2985	0,2332
4	1,50	13,7633	0,6986	0,3680
5	2,00	19,4680	1,2916	0,5167
6	2,50	25,7313	2,0970	0,6799
7	3,00	32,5531	3,1348	0,8577
8	3,50	39,9334	4,4289	1,0908
9	4,00	47,8722	6,0775	1,6472
10	4,50	56,3695	8,3604	2,9801
11	5,00	65,4253	11,8814	5,9671
12	5,50	75,0396	17,6172	10,9669
13	6,00	85,2124	26,4996	17,6355
14	6,50	95,9437	39,3487	25,9161
15	7,00	107,2335	56,9952	35,8342
16	7,50	119,0819	80,2707	47,3907
17	8,00	131,4887	110,0069	60,5857
18	8,50	144,4540	147,0357	75,4191
19	9,00	157,9779	192,1889	91,8910
20	9,50	172,0602	246,2982	110,0013
21	10,00	186,7011	310,1609	129,4903

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	0,52	-7,2520	-26,7215
3	1,04	-26,5726	-46,4175
4	1,56	-54,3085	-59,0882
5	2,08	-86,8066	-64,7335
6	2,60	-120,4136	-63,3534
7	3,12	-151,4764	-54,9479
8	3,64	-176,3417	-39,5171
9	4,16	-191,3564	-17,0608
10	4,68	-192,8672	12,4208
11	5,20	-177,2210	48,9279

Armature e tensioni nei materiali del muro

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 [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
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]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	100, 30	22,62	22,62	0,00	0,00	1000,00	174,85	--	--
2	0,50	100, 34	22,62	22,62	6697,29	-119,28	1662,17	188,81	--	--
3	1,00	100, 39	22,62	22,62	7169,81	-248,40	832,05	202,01	--	--
4	1,50	100, 43	22,62	22,62	7475,27	-379,46	543,13	214,60	--	--
5	2,00	100, 48	22,62	22,62	7738,59	-513,40	397,50	226,70	--	--
6	2,50	100, 52	22,62	22,62	8026,32	-654,11	311,93	238,41	--	--
7	3,00	100, 57	22,62	22,62	8348,71	-803,96	256,46	249,79	--	--
8	3,50	100, 61	22,62	22,62	8680,15	-962,69	217,37	260,90	--	--
9	4,00	100, 66	22,62	22,62	8966,50	-1138,33	187,30	271,77	--	--
10	4,50	100, 70	22,62	22,62	9102,88	-1350,09	161,49	282,44	--	--
11	5,00	100, 75	22,62	22,62	8894,49	-1615,26	135,95	292,94	--	--
12	5,50	100, 79	22,62	22,62	8248,31	-1936,48	109,92	303,29	--	--
13	6,00	100, 84	22,62	22,62	7162,02	-2227,26	84,05	313,52	--	--
14	6,50	100, 88	22,62	22,62	5546,43	-2274,72	57,81	323,63	--	--
15	7,00	100, 93	22,62	22,62	4003,34	-2127,80	37,33	333,65	--	--
16	7,50	100, 97	22,62	22,62	2788,27	-1879,52	23,41	347,42	--	--
17	8,00	100, 102	22,62	22,62	1996,60	-1670,41	15,18	361,54	--	--
18	8,50	100, 106	22,62	22,62	1500,45	-1527,27	10,39	375,67	--	--
19	9,00	100, 111	22,62	22,62	1194,58	-1453,27	7,56	389,81	--	--
20	9,50	100, 115	22,62	22,62	989,28	-1416,11	5,75	403,97	--	--
21	10,00	100, 120	22,62	22,62	843,24	-1400,85	4,52	418,16	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 19

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
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 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	100, 120	22,62	22,62	0,00	0,00	1000,00	392,63	--	--
2	0,52	100, 120	22,62	22,62	0,00	-974,57	134,39	392,63	--	--
3	1,04	100, 120	22,62	22,62	0,00	-974,57	36,68	392,63	--	--
4	1,56	100, 120	22,62	22,62	0,00	-974,57	17,95	392,63	--	--
5	2,08	100, 120	22,62	22,62	0,00	-974,57	11,23	392,63	--	--
6	2,60	100, 120	22,62	22,62	0,00	-974,57	8,09	392,63	--	--
7	3,12	100, 120	22,62	22,62	0,00	-974,57	6,43	392,63	--	--
8	3,64	100, 120	22,62	22,62	0,00	-974,57	5,53	392,63	--	--
9	4,16	100, 120	22,62	31,67	0,00	-974,21	5,09	392,63	--	--
10	4,68	100, 120	22,62	31,67	0,00	-974,21	5,05	392,63	--	--
11	5,20	100, 120	22,62	76,91	0,00	-972,51	5,49	392,63	--	--

COMBINAZIONE n° 20

Valore della spinta statica	161,5924	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	152,8115	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	52,5429	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 6,10	[m]	Y = -8,73	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	18,98	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,67	[°]		
Incremento sismico della spinta	6,6736	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 6,10	[m]	Y = -8,73	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54,30	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 6,10	[m]	Y = -11,20	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	677,5830	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 3,31	[m]	Y = -7,03	[m]
Inerzia del muro	9,8747	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-4,9373	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	17,6597	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-8,8299	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	186,6568	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1097,4079	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1097,4079	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	186,6568	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,51	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,40	[m]
Risultante in fondazione	1113,1688	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9,65	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	554,8621	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	3361,6291	[kN]

Convenzione del 10 marzo 2008 tra Regione Liguria – Provincia di Genova – Comune di Genova

Autorità Portuale di Genova – ANAS SpA

Completamento della viabilità in sponda destra torrente Polcevera sub lotto 3 - Progetto esecutivo

Relazione tecnica e di calcolo vasche impianti di pompaggio

Doc. N. 455/PES/5.04.3/R021

Pag. 62 di 115

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	6,40	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	252,96	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	90,20	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 30,54$	$N_q = 18,75$	$N_\gamma = 16,12$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,80$	$i_q = 0,80$	$i_\gamma = 0,46$
Fattori profondità	$d_c = 1,07$	$d_q = 1,03$	$d_\gamma = 1,03$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 25,93$	$N'_q = 15,43$	$N'_\gamma = 7,70$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.09
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.06

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	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,50	4,0293	0,0717	0,1116
3	1,00	8,6170	0,2984	0,2330
4	1,50	13,7633	0,6984	0,3678
5	2,00	19,4680	1,2912	0,5165
6	2,50	25,7313	2,0965	0,6797
7	3,00	32,5531	3,1342	0,8575
8	3,50	39,9334	4,4281	1,0896
9	4,00	47,8722	6,0745	1,6374
10	4,50	56,3695	8,3468	2,9432
11	5,00	65,4253	11,8345	5,8629
12	5,50	75,0396	17,4911	10,7467
13	6,00	85,2124	26,2259	17,2587
14	6,50	95,9437	38,8396	25,3438
15	7,00	107,2335	56,1429	35,0266
16	7,50	119,0819	78,9477	46,3083
17	8,00	131,4887	108,0659	59,1886
18	8,50	144,4540	144,3094	73,6678
19	9,00	157,9779	188,4902	89,7457
20	9,50	172,0602	241,4202	107,4223
21	10,00	186,7011	303,8778	126,4443

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	0,52	-7,6445	-28,2551
3	1,04	-28,1926	-49,6293
4	1,56	-58,0663	-64,1225
5	2,08	-93,6874	-71,7348
6	2,60	-131,4778	-72,4661
7	3,12	-167,8594	-66,3165
8	3,64	-199,2542	-53,2859
9	4,16	-222,0841	-33,3743
10	4,68	-232,7708	-6,5818
11	5,20	-227,7365	27,0916

Armature e tensioni nei materiali del muro

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 [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A _f	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
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]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _f	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	100, 30	22,62	22,62	0,00	0,00	1000,00	174,85	--	--
2	0,50	100, 34	22,62	22,62	6697,45	-119,21	1662,21	188,81	--	--
3	1,00	100, 39	22,62	22,62	7170,02	-248,29	832,08	202,01	--	--
4	1,50	100, 43	22,62	22,62	7476,00	-379,36	543,19	214,60	--	--
5	2,00	100, 48	22,62	22,62	7739,33	-513,30	397,54	226,70	--	--
6	2,50	100, 52	22,62	22,62	8026,99	-654,01	311,95	238,41	--	--
7	3,00	100, 57	22,62	22,62	8349,32	-803,87	256,48	249,79	--	--
8	3,50	100, 61	22,62	22,62	8680,85	-962,59	217,38	260,90	--	--
9	4,00	100, 66	22,62	22,62	8968,57	-1138,02	187,34	271,77	--	--
10	4,50	100, 70	22,62	22,62	9110,12	-1348,96	161,61	282,44	--	--
11	5,00	100, 75	22,62	22,62	8914,56	-1612,52	136,26	292,94	--	--
12	5,50	100, 79	22,62	22,62	8287,92	-1931,84	110,45	303,29	--	--
13	6,00	100, 84	22,62	22,62	7243,71	-2229,40	85,01	313,52	--	--
14	6,50	100, 88	22,62	22,62	5657,47	-2290,24	58,97	323,63	--	--
15	7,00	100, 93	22,62	22,62	4126,32	-2160,37	38,48	333,65	--	--
16	7,50	100, 97	22,62	22,62	2887,60	-1914,39	24,25	347,42	--	--
17	8,00	100, 102	22,62	22,62	2071,58	-1702,56	15,75	361,54	--	--
18	8,50	100, 106	22,62	22,62	1551,95	-1550,39	10,74	375,67	--	--
19	9,00	100, 111	22,62	22,62	1233,22	-1471,40	7,81	389,81	--	--
20	9,50	100, 115	22,62	22,62	1019,97	-1431,14	5,93	403,97	--	--
21	10,00	100, 120	22,62	22,62	868,63	-1413,79	4,65	418,16	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 20

Simbologia adottata	
B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
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 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	100, 120	22,62	22,62	0,00	0,00	1000,00	392,63	--	--
2	0,52	100, 120	22,62	22,62	0,00	-974,57	127,49	392,63	--	--
3	1,04	100, 120	22,62	22,62	0,00	-974,57	34,57	392,63	--	--
4	1,56	100, 120	22,62	22,62	0,00	-974,57	16,78	392,63	--	--
5	2,08	100, 120	22,62	22,62	0,00	-974,57	10,40	392,63	--	--
6	2,60	100, 120	22,62	22,62	0,00	-974,57	7,41	392,63	--	--
7	3,12	100, 120	22,62	22,62	0,00	-974,57	5,81	392,63	--	--
8	3,64	100, 120	22,62	22,62	0,00	-974,57	4,89	392,63	--	--
9	4,16	100, 120	22,62	31,67	0,00	-974,21	4,39	392,63	--	--
10	4,68	100, 120	22,62	31,67	0,00	-974,21	4,19	392,63	--	--
11	5,20	100, 120	22,62	76,91	0,00	-972,51	4,27	392,63	--	--

COMBINAZIONE n° 21

Valore della spinta statica	161,5924	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	152,8115	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	52,5429	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 6,10	[m]	Y = -8,73	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	18,98	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,67	[°]		
Incremento sismico della spinta	6,6736	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 6,10	[m]	Y = -8,73	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54,30	[°]		
Punto d'applicazione della spinta della falda	X = 6,10	[m]	Y = -11,20	[m]
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	677,5830	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 3,31	[m]	Y = -7,03	[m]
Inerzia del muro	9,8747	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-4,9373	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	17,6597	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-8,8299	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	186,6568	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1097,4079	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	536,5160	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	3491,1614	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1097,4079	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	186,6568	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,51	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,40	[m]
Risultante in fondazione	1113,1688	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9,65	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	554,8621	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	6.51
--	------

Involuppo 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]

Involuppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,50	4,0293	4,0293	0,0442	0,1879	0,0000	0,5245
3	1,00	8,6170	8,6170	0,1852	0,6613	0,0000	0,7740
4	1,50	13,7633	13,7633	0,4356	1,3483	0,0000	0,9649
5	2,00	19,4680	19,4680	0,8079	2,2405	0,0000	1,1154
6	2,50	25,7313	25,7313	1,3148	3,3453	0,0000	1,2787
7	3,00	32,5531	32,5531	1,9697	4,6824	0,0143	1,4564
8	3,50	39,9334	39,9334	2,8284	6,2718	0,0149	1,6488
9	4,00	47,8722	47,8722	3,8256	8,1347	0,0432	1,8964
10	4,50	56,3695	56,3695	5,0787	10,3357	0,3844	3,1411
11	5,00	65,4253	65,4253	6,9284	13,1715	1,7712	7,5761
12	5,50	75,0396	75,0396	10,0561	18,2833	4,6871	14,5105
13	6,00	85,2124	85,2124	15,2475	28,4081	9,1307	23,0421
14	6,50	95,9437	95,9437	23,2695	44,3973	15,0825	33,0630
15	7,00	107,2335	107,2335	34,8963	66,0255	21,8501	44,6080
16	7,50	119,0819	119,0819	50,9032	94,0680	29,5540	57,6787
17	8,00	131,4887	131,4887	72,0655	129,3001	38,5260	72,2750
18	8,50	144,4540	144,4540	99,1588	172,4972	48,7662	88,3970
19	9,00	157,9779	157,9779	132,9583	224,4346	60,2745	106,0445
20	9,50	172,0602	172,0602	170,5200	285,8879	73,0509	125,2177
21	10,00	186,7011	186,7011	214,5070	357,5999	86,8948	145,6725

Involuppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,50	4,0293	4,0293	0,1209	0,1548	0,2715	0,3930
3	1,00	8,6170	8,6170	0,4228	0,5307	0,3493	0,5148
4	1,50	13,7633	13,7633	0,8568	1,0541	0,3802	0,5680
5	2,00	19,4680	19,4680	1,4197	1,7113	0,3812	0,5698
6	2,50	25,7313	25,7313	2,1172	2,5030	0,3812	0,5698
7	3,00	32,5531	32,5531	2,9618	3,4419	0,3812	0,5698
8	3,50	39,9334	39,9334	3,9672	4,5404	0,3927	0,5698
9	4,00	47,8722	47,8722	5,1779	5,8126	0,5641	0,5797
10	4,50	56,3695	56,3695	6,7782	7,3129	0,8156	1,2815
11	5,00	65,4253	65,4253	9,1914	9,3133	1,8993	3,1294
12	5,50	75,0396	75,0396	12,3653	13,0989	4,2021	6,4085
13	6,00	85,2124	85,2124	17,0924	19,1775	7,7092	10,9084
14	6,50	95,9437	95,9437	24,1009	28,0313	12,4036	16,5905
15	7,00	107,2335	107,2335	34,0061	40,2754	18,3025	23,4773
16	7,50	119,0819	119,0819	47,4224	56,5245	25,4054	31,5682
17	8,00	131,4887	131,4887	64,9642	77,3931	33,7124	40,8631
18	8,50	144,4540	144,4540	87,2461	103,4956	43,2235	51,3621
19	9,00	157,9779	157,9779	114,8827	135,4467	53,9386	63,0651
20	9,50	172,0602	172,0602	148,4884	173,8610	65,8577	75,9722
21	10,00	186,7011	186,7011	188,6524	219,3274	78,7882	89,8906

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

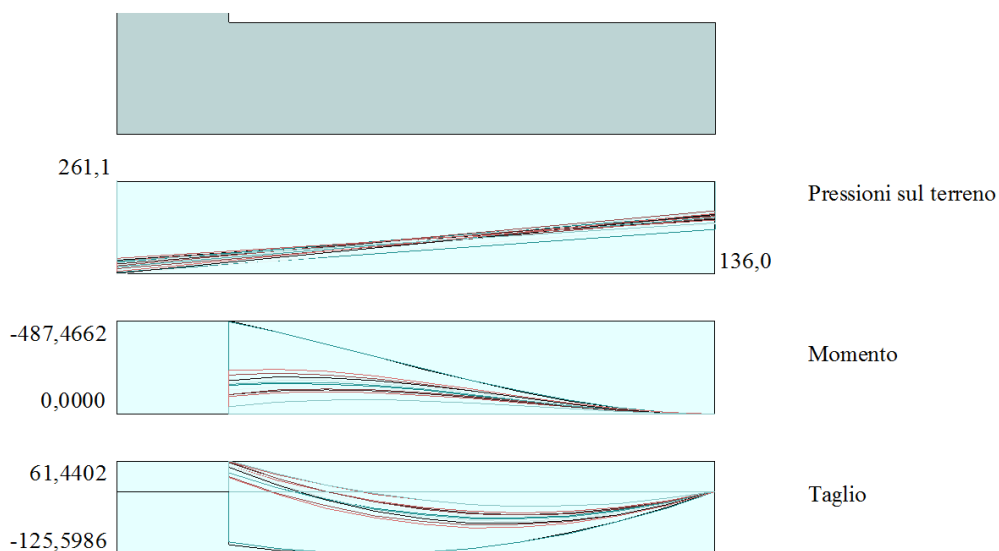
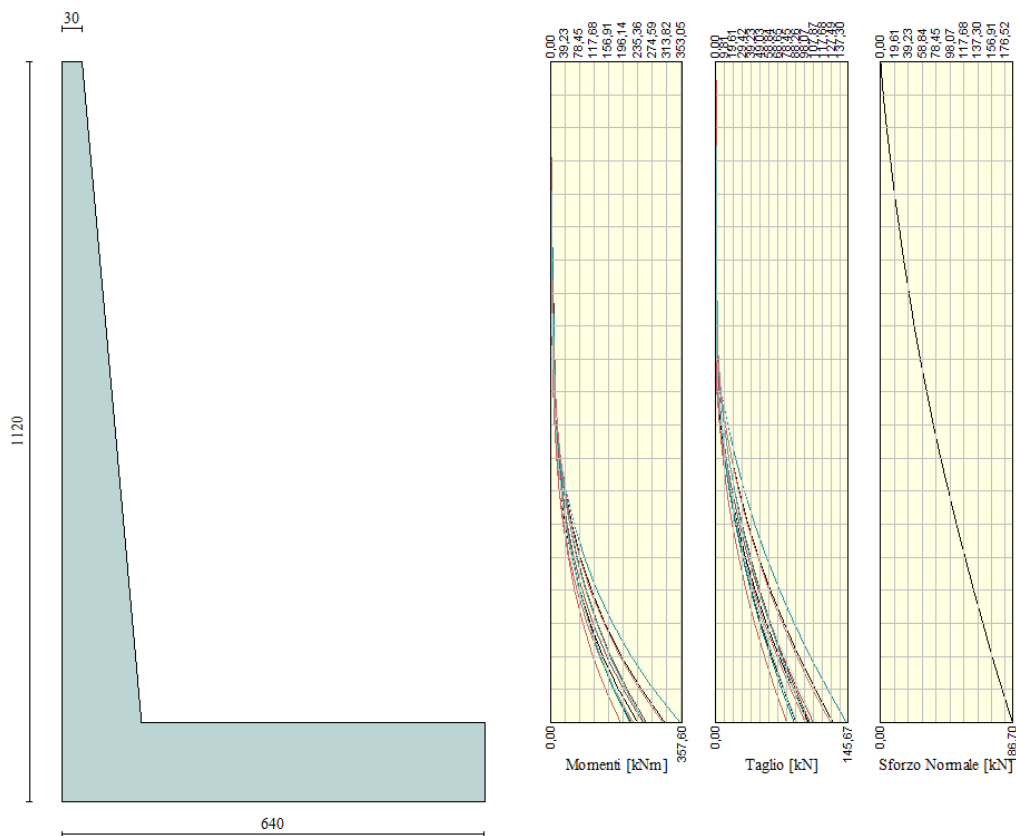
L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,52	-8,8143	-5,0512	-33,0515	-18,5486
3	1,04	-33,4900	-18,3761	-61,0057	-31,8220
4	1,56	-71,3767	-37,2317	-83,8628	-39,8202
5	2,08	-119,8238	-58,8748	-101,6227	-42,5433
6	2,60	-176,1808	-80,5624	-114,2854	-39,9913
7	3,12	-237,7971	-99,5514	-122,1648	-32,1641
8	3,64	-302,0222	-113,0987	-125,5986	-19,0618
9	4,16	-366,2056	-118,4613	-124,1961	0,0809
10	4,68	-428,7983	-112,8960	-117,9573	26,8022
11	5,20	-487,4662	-93,6599	-106,8822	59,6922

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,52	-3,9132	-3,8686	-14,2938	-14,1338
3	1,04	-14,0783	-13,9240	-24,0459	-23,7955
4	1,56	-28,1336	-27,8407	-29,2562	-28,9849
5	2,08	-43,7175	-43,2932	-29,9248	-29,7023
6	2,60	-58,4682	-57,9559	-26,0516	-25,9474
7	3,12	-70,0239	-69,5033	-17,7204	-17,6367
8	3,64	-76,0231	-75,6099	-5,0213	-4,6801
9	4,16	-74,1040	-73,9502	12,1501	12,8183
10	4,68	-62,1987	-61,9049	33,7936	34,8583
11	5,20	-38,0297	-37,0641	59,9092	61,4402



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	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,50	4,0293	0,1548	0,3930
3	1,00	8,6170	0,5307	0,5148
4	1,50	13,7633	1,0541	0,5680
5	2,00	19,4680	1,7113	0,5698
6	2,50	25,7313	2,5030	0,5698
7	3,00	32,5531	3,4419	0,5698
8	3,50	39,9334	4,5404	0,5698
9	4,00	47,8722	5,8126	0,5797
10	4,50	56,3695	7,3129	0,8156
11	5,00	65,4253	9,3133	1,8993
12	5,50	75,0396	12,3653	4,2021
13	6,00	85,2124	17,0924	7,7092
14	6,50	95,9437	24,1009	12,4036
15	7,00	107,2335	34,0061	18,3025
16	7,50	119,0819	47,4224	25,4054
17	8,00	131,4887	64,9642	33,7124
18	8,50	144,4540	87,2461	43,2235
19	9,00	157,9779	114,8827	53,9386
20	9,50	172,0602	148,4884	65,8577
21	10,00	186,7011	188,6524	78,7882

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	0,52	-3,8686	-14,1338
3	1,04	-13,9240	-23,7955
4	1,56	-27,8407	-28,9849
5	2,08	-43,2932	-29,7023
6	2,60	-57,9559	-25,9474
7	3,12	-69,5033	-17,7204
8	3,64	-75,6099	-5,0213
9	4,16	-73,9502	12,1501
10	4,68	-62,1987	33,7936
11	5,20	-38,0297	59,9092

Armature e tensioni nei materiali del muro

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 [cm]
H altezza della sezione espressa in [cm]
A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	100, 30	22,62	22,62	0	0	0	0
2	0,50	100, 34	22,62	22,62	16	2	-85	-208
3	1,00	100, 39	22,62	22,62	36	2	-108	-457
4	1,50	100, 43	22,62	22,62	54	2	-119	-703
5	2,00	100, 48	22,62	22,62	72	2	-128	-940
6	2,50	100, 52	22,62	22,62	88	1	-138	-1166
7	3,00	100, 57	22,62	22,62	103	1	-149	-1385
8	3,50	100, 61	22,62	22,62	118	1	-160	-1598
9	4,00	100, 66	22,62	22,62	133	1	-171	-1807
10	4,50	100, 70	22,62	22,62	147	1	-176	-2017
11	5,00	100, 75	22,62	22,62	164	3	-146	-2259
12	5,50	100, 79	22,62	22,62	188	7	-18	-2584
13	6,00	100, 84	22,62	22,62	222	12	312	-3052
14	6,50	100, 88	22,62	22,62	274	18	1040	-3732
15	7,00	100, 93	22,62	22,62	349	25	2508	-4698
16	7,50	100, 97	22,62	22,62	452	33	5144	-5994
17	8,00	100, 102	22,62	22,62	583	41	9277	-7611
18	8,50	100, 106	22,62	22,62	739	51	15047	-9518
19	9,00	100, 111	22,62	22,62	918	61	22493	-11692
20	9,50	100, 115	22,62	22,62	1119	71	31625	-14122
21	10,00	100, 120	22,62	22,62	1340	82	42447	-16802

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 25

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

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	100, 120	22,62	22,62	0	0	0	0
2	0,52	100, 120	22,62	22,62	26	-15	-290	1602
3	1,04	100, 120	22,62	22,62	95	-25	-1043	5766
4	1,56	100, 120	22,62	22,62	189	-30	-2086	11529
5	2,08	100, 120	22,62	22,62	295	-31	-3244	17928
6	2,60	100, 120	22,62	22,62	394	-27	-4342	24000
7	3,12	100, 120	22,62	22,62	473	-18	-5207	28782
8	3,64	100, 120	22,62	22,62	515	-5	-5665	31311
9	4,16	100, 120	22,62	31,67	482	13	-5236	30544
10	4,68	100, 120	22,62	31,67	405	35	-4404	25690
11	5,20	100, 120	22,62	76,91	205	62	-2088	15587

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 [cmq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
M _{pr}	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 [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pr}	M	ε _m	s _m	w
1	0,00	22,62	22,62	-30,16	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,50	22,62	22,62	-39,86	-0,15	0,0000	0,00	0,000
3	1,00	22,62	22,62	-50,74	-0,53	0,0000	0,00	0,000
4	1,50	22,62	22,62	-62,81	-1,05	0,0000	0,00	0,000
5	2,00	22,62	22,62	-76,04	-1,71	0,0000	0,00	0,000
6	2,50	22,62	22,62	-90,43	-2,50	0,0000	0,00	0,000
7	3,00	22,62	22,62	-105,98	-3,44	0,0000	0,00	0,000
8	3,50	22,62	22,62	-122,69	-4,54	0,0000	0,00	0,000
9	4,00	22,62	22,62	-140,55	-5,81	0,0000	0,00	0,000
10	4,50	22,62	22,62	-159,56	-7,31	0,0000	0,00	0,000
11	5,00	22,62	22,62	-179,71	-9,31	0,0000	0,00	0,000
12	5,50	22,62	22,62	-201,02	-12,37	0,0000	0,00	0,000
13	6,00	22,62	22,62	-223,48	-17,09	0,0000	0,00	0,000
14	6,50	22,62	22,62	-247,08	-24,10	0,0000	0,00	0,000
15	7,00	22,62	22,62	-271,83	-34,01	0,0000	0,00	0,000
16	7,50	22,62	22,62	-297,72	-47,42	0,0000	0,00	0,000
17	8,00	22,62	22,62	-324,77	-64,96	0,0000	0,00	0,000
18	8,50	22,62	22,62	-352,95	-87,25	0,0000	0,00	0,000
19	9,00	22,62	22,62	-382,29	-114,88	0,0000	0,00	0,000
20	9,50	22,62	22,62	-412,77	-148,49	0,0000	0,00	0,000
21	10,00	22,62	22,62	-444,39	-188,65	0,0000	0,00	0,000

Convenzione del 10 marzo 2008 tra Regione Liguria – Provincia di Genova – Comune di Genova

Autorità Portuale di Genova – ANAS SpA

Completamento della viabilità in sponda destra torrente Polcevera sub lotto 3 - Progetto esecutivo

Relazione tecnica e di calcolo vasche impianti di pompaggio

Doc. N. 455/PES/5.04.3/R021

Pag. 72 di 115

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	s _m	w
1	0,90	22,62	76,91	-462,51	-38,03	0,0000	0,00	0,000
2	1,42	22,62	31,67	-449,95	-62,20	0,0000	0,00	0,000
3	1,94	22,62	31,67	-449,95	-73,95	0,0000	0,00	0,000
4	2,46	22,62	22,62	-447,28	-75,61	0,0000	0,00	0,000
5	2,98	22,62	22,62	-447,28	-69,50	0,0000	0,00	0,000
6	3,50	22,62	22,62	-447,28	-57,96	0,0000	0,00	0,000
7	4,02	22,62	22,62	-447,28	-43,29	0,0000	0,00	0,000
8	4,54	22,62	22,62	-447,28	-27,84	0,0000	0,00	0,000
9	5,06	22,62	22,62	-447,28	-13,92	0,0000	0,00	0,000
10	5,58	22,62	22,62	-447,28	-3,87	0,0000	0,00	0,000
11	6,10	22,62	22,62	-447,28	0,00	0,0000	0,00	0,000

Armature e tensioni nei materiali del muro

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 [cm]
H altezza della sezione espressa in [cm]
A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	100, 30	22,62	22,62	0	0	0	0
2	0,50	100, 34	22,62	22,62	15	1	-99	-194
3	1,00	100, 39	22,62	22,62	32	1	-144	-421
4	1,50	100, 43	22,62	22,62	49	1	-174	-649
5	2,00	100, 48	22,62	22,62	66	1	-197	-871
6	2,50	100, 52	22,62	22,62	81	1	-217	-1087
7	3,00	100, 57	22,62	22,62	96	1	-235	-1299
8	3,50	100, 61	22,62	22,62	111	1	-251	-1507
9	4,00	100, 66	22,62	22,62	125	1	-260	-1717
10	4,50	100, 70	22,62	22,62	142	2	-243	-1950
11	5,00	100, 75	22,62	22,62	163	5	-160	-2245
12	5,50	100, 79	22,62	22,62	194	10	85	-2669
13	6,00	100, 84	22,62	22,62	243	17	691	-3306
14	6,50	100, 88	22,62	22,62	315	24	2016	-4238
15	7,00	100, 93	22,62	22,62	418	32	4543	-5519
16	7,50	100, 97	22,62	22,62	550	41	8633	-7136
17	8,00	100, 102	22,62	22,62	708	50	14417	-9048
18	8,50	100, 106	22,62	22,62	890	60	21915	-11232
19	9,00	100, 111	22,62	22,62	1094	71	31128	-13678
20	9,50	100, 115	22,62	22,62	1319	82	42064	-16382
21	10,00	100, 120	22,62	22,62	1565	93	54726	-19340

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 26

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

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	100, 120	22,62	22,62	0	0	0	0
2	0,52	100, 120	22,62	22,62	27	-15	-293	1620
3	1,04	100, 120	22,62	22,62	96	-25	-1055	5830
4	1,56	100, 120	22,62	22,62	191	-30	-2108	11650
5	2,08	100, 120	22,62	22,62	298	-31	-3275	18104
6	2,60	100, 120	22,62	22,62	398	-27	-4380	24212
7	3,12	100, 120	22,62	22,62	477	-18	-5246	28997
8	3,64	100, 120	22,62	22,62	517	-5	-5696	31482
9	4,16	100, 120	22,62	31,67	483	13	-5247	30608
10	4,68	100, 120	22,62	31,67	403	36	-4383	25569
11	5,20	100, 120	22,62	76,91	199	63	-2035	15192

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 [cmq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
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 [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	s _m	w
1	0,00	22,62	22,62	-30,16	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,50	22,62	22,62	-39,86	-0,12	0,0000	0,00	0,000
3	1,00	22,62	22,62	-50,74	-0,42	0,0000	0,00	0,000
4	1,50	22,62	22,62	-62,81	-0,86	0,0000	0,00	0,000
5	2,00	22,62	22,62	-76,04	-1,42	0,0000	0,00	0,000
6	2,50	22,62	22,62	-90,43	-2,12	0,0000	0,00	0,000
7	3,00	22,62	22,62	-105,98	-2,96	0,0000	0,00	0,000
8	3,50	22,62	22,62	-122,69	-3,97	0,0000	0,00	0,000
9	4,00	22,62	22,62	-140,55	-5,18	0,0000	0,00	0,000
10	4,50	22,62	22,62	-159,56	-6,78	0,0000	0,00	0,000
11	5,00	22,62	22,62	-179,71	-9,19	0,0000	0,00	0,000
12	5,50	22,62	22,62	-201,02	-13,10	0,0000	0,00	0,000
13	6,00	22,62	22,62	-223,48	-19,18	0,0000	0,00	0,000
14	6,50	22,62	22,62	-247,08	-28,03	0,0000	0,00	0,000
15	7,00	22,62	22,62	-271,83	-40,28	0,0000	0,00	0,000
16	7,50	22,62	22,62	-297,72	-56,52	0,0000	0,00	0,000
17	8,00	22,62	22,62	-324,77	-77,39	0,0000	0,00	0,000
18	8,50	22,62	22,62	-352,95	-103,50	0,0000	0,00	0,000
19	9,00	22,62	22,62	-382,29	-135,45	0,0000	0,00	0,000
20	9,50	22,62	22,62	-412,77	-173,86	0,0000	0,00	0,000
21	10,00	22,62	22,62	-444,39	-219,33	0,0000	0,00	0,000

Convenzione del 10 marzo 2008 tra Regione Liguria – Provincia di Genova – Comune di Genova

Autorità Portuale di Genova – ANAS SpA

Completamento della viabilità in sponda destra torrente Polcevera sub lotto 3 - Progetto esecutivo

Relazione tecnica e di calcolo vasche impianti di pompaggio

Doc. N. 455/PES/5.04.3/R021

Pag. 75 di 115

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	s _m	w
1	0,90	22,62	76,91	-462,51	-37,06	0,0000	0,00	0,000
2	1,42	22,62	31,67	-449,95	-61,90	0,0000	0,00	0,000
3	1,94	22,62	31,67	-449,95	-74,10	0,0000	0,00	0,000
4	2,46	22,62	22,62	-447,28	-76,02	0,0000	0,00	0,000
5	2,98	22,62	22,62	-447,28	-70,02	0,0000	0,00	0,000
6	3,50	22,62	22,62	-447,28	-58,47	0,0000	0,00	0,000
7	4,02	22,62	22,62	-447,28	-43,72	0,0000	0,00	0,000
8	4,54	22,62	22,62	-447,28	-28,13	0,0000	0,00	0,000
9	5,06	22,62	22,62	-447,28	-14,08	0,0000	0,00	0,000
10	5,58	22,62	22,62	-447,28	-3,91	0,0000	0,00	0,000
11	6,10	22,62	22,62	-447,28	0,00	0,0000	0,00	0,000

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 [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]
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]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	100, 30	22,62	22,62	0,00	0,00	1000,00	174,85	--	--
2	0,50	100, 34	22,62	22,62	5890,41	-74,56	1461,91	188,81	--	--
3	1,00	100, 39	22,62	22,62	5636,80	-157,75	654,15	202,01	--	--
4	1,50	100, 43	22,62	22,62	5783,39	-250,09	420,20	214,60	--	--
5	2,00	100, 48	22,62	22,62	6085,70	-351,79	312,60	226,70	--	--
6	2,50	100, 52	22,62	22,62	6456,35	-462,94	250,91	238,41	--	--
7	3,00	100, 57	22,62	22,62	6853,50	-583,80	210,53	249,79	--	--
8	3,50	100, 61	22,62	22,62	7263,91	-716,10	181,90	260,90	--	--
9	4,00	100, 66	22,62	22,62	7680,80	-847,82	160,44	271,77	--	--
10	4,50	100, 70	22,62	22,62	8078,83	-997,50	143,32	282,44	--	--
11	5,00	100, 75	22,62	22,62	8351,96	-1201,28	127,66	292,94	--	--
12	5,50	100, 79	22,62	22,62	8034,39	-1499,18	107,07	303,29	--	--
13	6,00	100, 84	22,62	22,62	6625,73	-1887,69	77,76	313,52	--	--
14	6,50	100, 88	22,62	22,62	4566,41	-2113,07	47,59	323,63	--	--
15	7,00	100, 93	22,62	22,62	3017,16	-1857,72	28,14	333,65	--	--
16	7,50	100, 97	22,62	22,62	2031,91	-1605,10	17,06	347,42	--	--
17	8,00	100, 102	22,62	22,62	1468,33	-1443,89	11,17	361,54	--	--
18	8,50	100, 106	22,62	22,62	1145,49	-1367,87	7,93	375,67	--	--
19	9,00	100, 111	22,62	22,62	938,28	-1332,99	5,94	389,81	--	--
20	9,50	100, 115	22,62	22,62	795,06	-1321,05	4,62	403,97	--	--
21	10,00	100, 120	22,62	22,62	690,82	-1323,17	3,70	418,16	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	100, 30	22,62	22,62	0	0	0	0
2	0,50	100, 34	22,62	22,62	16	2	-99	-208
3	1,00	100, 39	22,62	22,62	36	2	-144	-457
4	1,50	100, 43	22,62	22,62	54	2	-174	-703
5	2,00	100, 48	22,62	22,62	72	2	-197	-940
6	2,50	100, 52	22,62	22,62	88	1	-217	-1166
7	3,00	100, 57	22,62	22,62	103	1	-235	-1385
8	3,50	100, 61	22,62	22,62	118	1	-251	-1598
9	4,00	100, 66	22,62	22,62	133	1	-260	-1807
10	4,50	100, 70	22,62	22,62	147	2	-243	-2017
11	5,00	100, 75	22,62	22,62	164	5	-160	-2259
12	5,50	100, 79	22,62	22,62	194	10	85	-2669
13	6,00	100, 84	22,62	22,62	243	17	691	-3306
14	6,50	100, 88	22,62	22,62	315	24	2016	-4238
15	7,00	100, 93	22,62	22,62	418	32	4543	-5519
16	7,50	100, 97	22,62	22,62	550	41	8633	-7136
17	8,00	100, 102	22,62	22,62	708	50	14417	-9048
18	8,50	100, 106	22,62	22,62	890	60	21915	-11232
19	9,00	100, 111	22,62	22,62	1094	71	31128	-13678
20	9,50	100, 115	22,62	22,62	1319	82	42064	-16382
21	10,00	100, 120	22,62	22,62	1565	93	54726	-19340

Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]
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 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	100, 120	22,62	22,62	0,00	0,00	1000,00	392,63	--	--
2	0,52	100, 120	22,62	22,62	0,00	-974,57	110,57	392,63	--	--
3	1,04	100, 120	22,62	22,62	0,00	-974,57	29,10	392,63	--	--
4	1,56	100, 120	22,62	22,62	0,00	-974,57	13,65	392,63	--	--
5	2,08	100, 120	22,62	22,62	0,00	-974,57	8,13	392,63	--	--
6	2,60	100, 120	22,62	22,62	0,00	-974,57	5,53	392,63	--	--
7	3,12	100, 120	22,62	22,62	0,00	-974,57	4,10	392,63	--	--
8	3,64	100, 120	22,62	22,62	0,00	-974,57	3,23	392,63	--	--
9	4,16	100, 120	22,62	31,67	0,00	-974,21	2,66	392,63	--	--
10	4,68	100, 120	22,62	31,67	0,00	-974,21	2,27	392,63	--	--
11	5,20	100, 120	22,62	76,91	0,00	-972,51	2,00	392,63	--	--

Inviluppo SLE

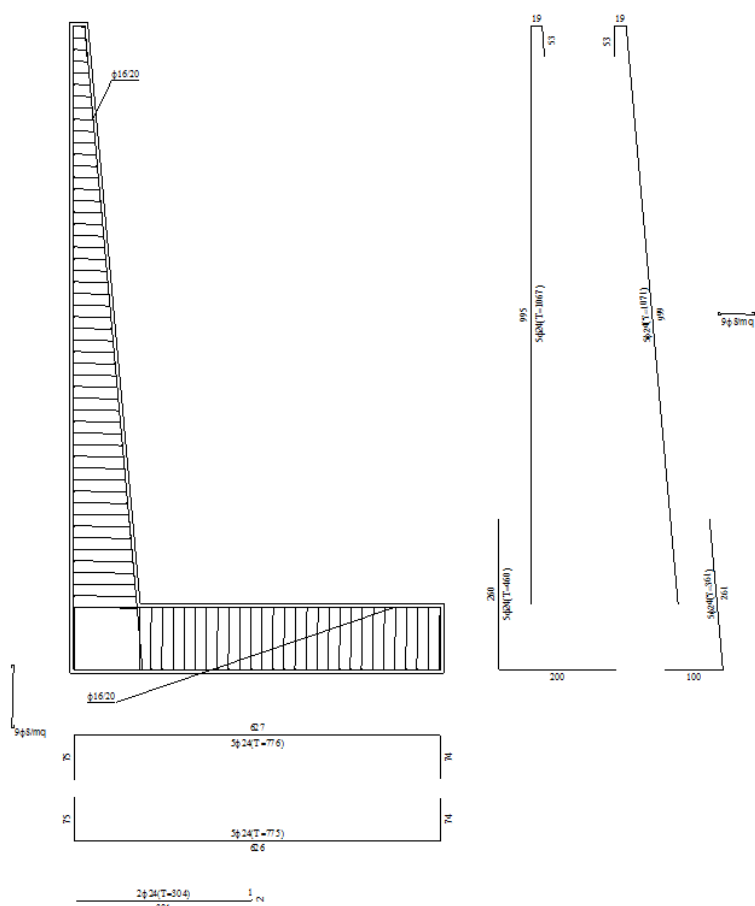
Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
12	0,00	100, 120	22,62	22,62	0	0	0	0
13	0,52	100, 120	22,62	22,62	27	-15	-293	1620
14	1,04	100, 120	22,62	22,62	96	-25	-1055	5830
15	1,56	100, 120	22,62	22,62	191	-30	-2108	11650
16	2,08	100, 120	22,62	22,62	298	-31	-3275	18104
17	2,60	100, 120	22,62	22,62	398	-27	-4380	24212
18	3,12	100, 120	22,62	22,62	477	-18	-5246	28997
19	3,64	100, 120	22,62	22,62	517	-5	-5696	31482
20	4,16	100, 120	22,62	31,67	483	13	-5247	30608
21	4,68	100, 120	22,62	31,67	405	36	-4404	25690
22	5,20	100, 120	22,62	76,91	205	63	-2088	15587

Computo dei ferri (per metro lineare di muro)

Diametro (mm)	Lunghezza (m)	Peso (kg)
24	231.53	822.22
16	159.00	250.96
8	151.15	59.64

Computo delle quantità (per metro lineare di muro)

Calcestruzzo in elevazione	(mc)	7.48
Calcestruzzo in fondazione	(mc)	7.68
Calcestruzzo magro	(mc)	0.64
Acciaio per armature	(kg)	1132.81
Casseformi	(mq)	20.04
Scavo di sbancamento	(mc)	0.00
Scavo a sezione obbligata	(mc)	7.68
Materiale drenante	(mc)	0.00



5.4.1. - STIMA DEGLI SPOSTAMENTI

Gli spostamenti sono calcolati per tutte le combinazioni SLE. Il tempo di calcolo è legato alle iterazioni necessarie per determinare l'accelerazione critica ($ag_{Critico}$) che determina un coefficiente di scorrimento del muro prossimo ad uno.

La formula per il calcolo degli spostamenti è tratta dal seguente articolo ANIDIS-SSN: Commentario al D.M. 1996 - Cap. 15 Opere di sostegno dei terreni (Cascone, Maugeri) ed è quella proposta da Richards ed Elms:

$$D = 0.087 * V^2 / (k_h * g) * (N/kh)^{-4}$$

Spostamenti

Simbologia adottata

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>ag_{Critico}</i>	Accelerazione critica espressa in [m/s ²]
<i>D</i>	Spostamento espresso in [cm]

C	Tipo	ag_{Critico}	D
25	SLEQ	14,0498	0,0000
26	SLEF	13,4121	0,0000
27	SLER	13,4121	0,0000
28	SLER	15,9229	0,0000
29	SLER	11,9130	0,0000
30	SLER	11,9130	0,0000

Si è inoltre proceduto alla valutazione degli spostamenti orizzontali del muro assumendo un coefficiente $\beta_m = 1,0$.

Da tale analisi, poichè si ottengono risultati analoghi ai precedenti, si evince la correttezza della applicazione del coefficiente $\beta_m = 0,18$ così come assunto nelle calcolazioni svolte.

Spostamenti

Simbologia adottata

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>ag_{Critico}</i>	Accelerazione critica espressa in [m/s ²]
<i>D</i>	Spostamento espresso in [cm]

C	Tipo	ag_{Critico}	D
25	SLEQ	2,5291	0,0000
26	SLEF	2,4142	0,0000
27	SLER	2,4142	0,0000
28	SLER	2,8664	0,0000
29	SLER	2,1444	0,0001
30	SLER	2,1444	0,0001

5.1. - MURO CON ALTEZZA SPICCATO H=10,00 M - FUNZIONAMENTO A MURO DI SPONDA

Normativa

N.T.C. 2008 - Approccio 1

Simbologia adottata

γ_{Gfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{Gfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{Qsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
γ_{Qsfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_{c'}$	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:

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	0,90	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,30	1,00	1,10	1,30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,30	1,50	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	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:

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00	1,00	1,30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,00	1,00	1,00	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	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

FONDAZIONE SUPERFICIALE

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

Verifica

Coefficienti parziali

	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	

Convenzione del 10 marzo 2008 tra Regione Liguria – Provincia di Genova – Comune di Genova

Autorità Portuale di Genova – ANAS SpA

Completamento della viabilità in sponda destra torrente Polcevera sub lotto 3 - Progetto esecutivo

Relazione tecnica e di calcolo vasche impianti di pompaggio

Doc. N. 455/PES/5.04.3/R021

Pag. 81 di 115

Geometria muro e fondazione

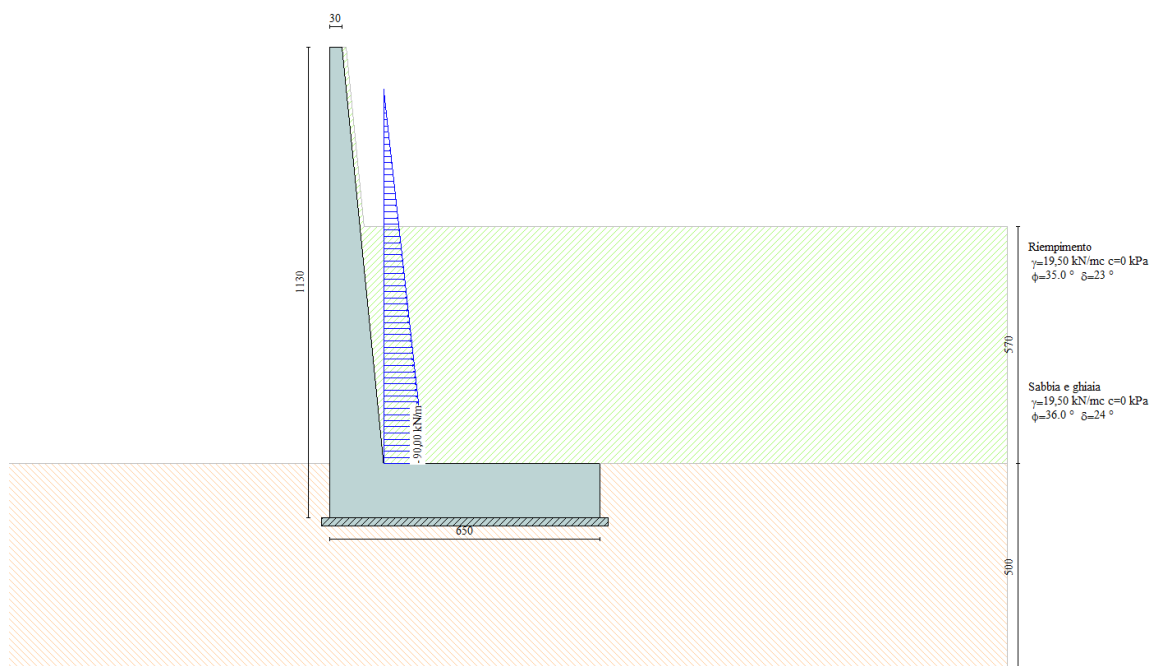
Descrizione

Altezza del paramento	10,00 [m]
Spessore in sommità	0,30 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1,30 [m]
Inclinazione paramento esterno	0,00 [°]
Inclinazione paramento interno	5,71 [°]
Lunghezza del muro	10,00 [m]

Muro a mensola in c.a.

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	5,20 [m]
Lunghezza totale fondazione	6,50 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	1,30 [m]
Spessore magrone	0,20 [m]



Materiali utilizzati per la struttura

<i>Calcestruzzo</i>	
Peso specifico	25,000 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C32/40
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	40000 [kPa]
Modulo elastico E	33642648 [kPa]
<i>Acciaio</i>	
Tipo B450C	
Tensione di snervamento σ_{fs}	449936 [kPa]

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	0,10	0,00	0,00
2	0,53	-4,30	-84,29
3	16,00	-4,30	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	0,00	[m]

Descrizione terreni

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 [kPa]
 c_a Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Riempimento	19,50	20,50	35,00	23,00	0,0	0,0
Sabbia e ghiaia	19,50	20,50	36,00	24,00	0,0	0,0

Stratigrafia

Simbologia adottata

N Indice dello strato
H Spessore dello strato espresso in [m]
a Inclinazione espressa in [°]
 K_w Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm²/cm
Ks Coefficiente di spinta
Terreno Terreno dello strato

Nr.	H	a	K_w	Ks	Terreno
1	10,00	0,00	0,00	0,00	Riempimento
2	5,00	0,00	13,69	0,00	Sabbia e ghiaia

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]

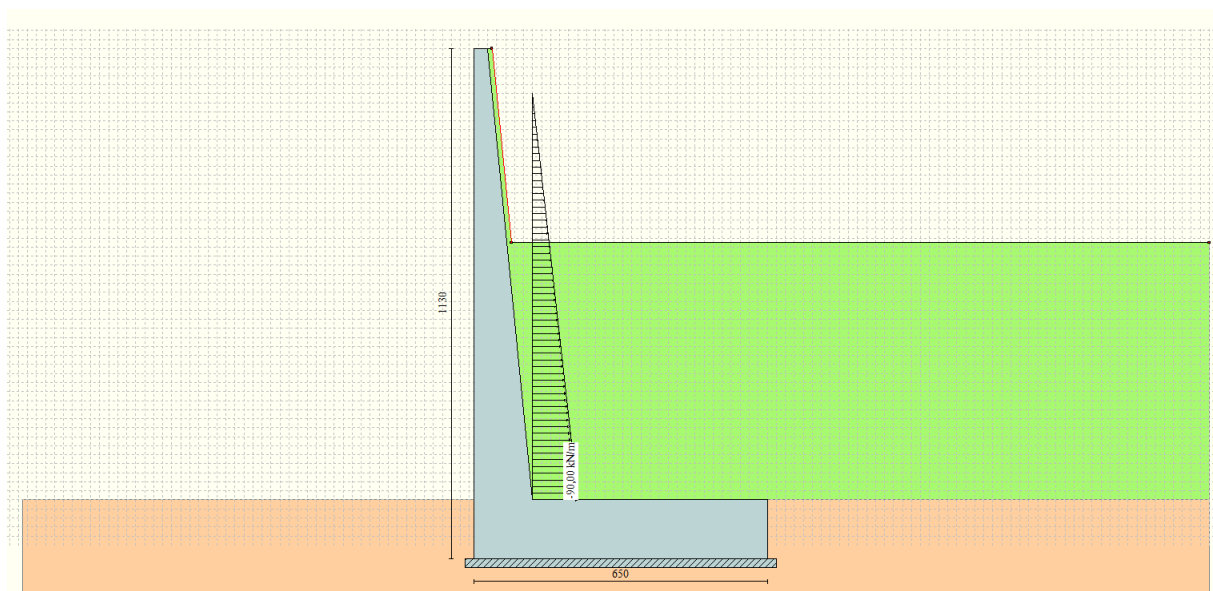
Q_i Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kN/m]

Q_f Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kN/m]

D / C Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

Condizione n° 1 (Spinta idraulica)

D	Paramento	$X_i=-10,00$	$X_f=-1,00$	$Q_i=-90,0000$	$Q_f=0,0000$
---	-----------	--------------	-------------	----------------	--------------



Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

F/S	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	1,30	1,00	1,30
Spinta idraulica	SFAV	1,50	1,00	1,50

Combinazione n° 2 - Caso A2-M2 (GEO)

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
Spinta idraulica	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 3 - Caso EQU (SLU)

S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$	
Peso proprio muro	FAV	0,90	1,00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1,00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1,00	1,10
Spinta idraulica	SFAV	1,50	1,00	1,50

Combinazione n° 4 - 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
Spinta idraulica	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 5 - 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
Spinta idraulica	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 6 - 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
Spinta idraulica	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 7 - 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
Spinta idraulica	SFAV	1,00	1,00	1,00

Impostazioni di analisi

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	Molto aggressive
Armatura ad aderenza migliorata	
<u>Verifica fessurazione</u>	
Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	$w_1 = 0.20$
$w_2 = 0.30$	
$w_3 = 0.40$	
Metodo di calcolo aperture delle fessure	Circ. Min. 252 (15/10/1996)
<u>Verifica delle tensioni</u>	
Combinazione di carico	Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_t < 0.80 f_{yk}$
Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$	

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

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

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_{QUM}</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_{QUM}	CS_{STAB}
1	A1-M1 - [1]	--	99,99	--	4,85	--
2	A2-M2 - [1]	--	99,99	--	2,17	--
3	EQU - [1]	--	--	9,54	--	--
4	STAB - [1]	--	--	--	--	2,03
5	SLEQ - [1]	--	99,99	--	7,96	--
6	SLEF - [1]	--	99,99	--	7,96	--
7	SLER - [1]	--	99,99	--	7,96	--

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :
Origine in testa al muro (spigolo di monte)
Ascisse X (esprese in [m]) positive verso monte
Ordinate Y (esprese in [m]) positive verso l'alto
Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle
Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta
Calcolo del carico limite
Calcolo della stabilità globale
Calcolo della spinta in condizioni di

metodo di Culmann
metodo di Meyerhof
metodo di Fellenius
Spinta a riposo

Sisma

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)
Coefficiente di amplificazione topografica (St)
Coefficiente riduzione (β_m)
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

0.95 [m/s²]
1.50
1.00
0.18
0.50
 $k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 2.61$
 $k_v = 0.50 * k_h = 1.30$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)
Coefficiente di amplificazione topografica (St)
Coefficiente riduzione (β_m)
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)

0.00 [m/s²]
1.50
1.00
0.18
0.50
 $k_h = (a_g/g * \beta_m * St * S) = 0.00$
 $k_v = 0.50 * k_h = 0.00$

Forma diagramma incremento sismico

Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)
Lunghezza del muro

0,0
10,00 [m]

Peso muro
Baricentro del muro

411,2500 [kN]
X=1,59 Y=-8,41

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta
Punto superiore superficie di spinta
Altezza della superficie di spinta
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)

X = 6,20 Y = -11,30
X = 6,20 Y = -4,30
7,00 [m]
0,00 [°]

COMBINAZIONE n° 1

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica
Componente orizzontale della spinta statica
Componente verticale della spinta statica
Punto d'applicazione della spinta
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche

236,5091 [kN]
217,3055 [kN]
93,3535 [kN]
X = 6,20 [m] Y = -8,51 [m]
23,25 [°]
58,99 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	618,0428	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 3,41	[m]	Y = -7,03	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	-607,50	[kN]
-------------------	---------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	-390,1945	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1122,6462	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1122,6462	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	-390,1945	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-1,08	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Risultante in fondazione	1188,5227	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	-19,17	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-1216,2001	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	5442,3022	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,00	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	345,43	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 50.59$	$N_q = 37.75$	$N_\gamma = 44.43$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,62$	$i_q = 0,62$	$i_\gamma = 0,22$
Fattori profondità	$d_c = 1,08$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,04$

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

$N'_c = 33.79$	$N'_q = 24.30$	$N'_\gamma = 10.10$
----------------	----------------	---------------------

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	99.99
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.85

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	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,50	4,0615	2,3318	9,0057
3	1,00	8,7459	9,0942	17,3103
4	1,50	14,0532	19,7169	23,3627
5	2,00	19,9834	32,4888	25,3476
6	2,50	26,5366	45,4001	23,2943
7	3,00	33,7127	56,4479	17,2038
8	3,50	41,5118	63,6439	7,2219
9	4,00	49,9337	65,2323	-5,9431
10	4,50	58,9786	59,8766	-21,1176
11	5,00	68,6465	47,0520	-36,6495
12	5,50	78,9372	26,4470	-53,5312
13	6,00	89,8509	-2,9235	-72,8217
14	6,50	101,3875	-42,3012	-94,6232
15	7,00	113,5470	-92,8943	-118,8776
16	7,50	126,3295	-155,9147	-145,5871
17	8,00	139,7349	-232,5742	-174,7514
18	8,50	153,7633	-324,0848	-206,3707
19	9,00	168,4145	-431,6583	-240,4450
20	9,50	183,6887	-556,5064	-276,9742
21	10,00	199,5858	-699,8746	-316,2115

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	0,52	21,5270	80,4011
3	1,04	81,1263	146,4322
4	1,56	171,3257	198,0936
5	2,08	284,6529	235,3850
6	2,60	413,6354	258,3066
7	3,12	550,8009	266,8583
8	3,64	688,6772	261,0401
9	4,16	819,7919	240,8521
10	4,68	936,6726	206,2942
11	5,20	1031,8470	157,3664

Armature e tensioni nei materiali del muro

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 [cm]
H altezza della sezione espressa in [cm]
A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
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]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	100, 30	22,62	22,62	0,00	0,00	1000,00	174,85	--	--
2	0,50	100, 35	22,62	22,62	511,46	-293,64	125,93	190,32	--	--
3	1,00	100, 40	22,62	22,62	308,98	-321,29	35,33	204,85	--	--
4	1,50	100, 45	22,62	22,62	259,41	-363,95	18,46	218,65	--	--
5	2,00	100, 50	22,62	22,62	253,65	-412,38	12,69	231,88	--	--
6	2,50	100, 55	22,62	22,62	272,20	-465,69	10,26	244,64	--	--
7	3,00	100, 60	22,62	22,62	313,75	-525,33	9,31	257,03	--	--
8	3,50	100, 65	22,62	22,62	388,46	-595,57	9,36	269,09	--	--
9	4,00	100, 70	22,62	22,62	525,98	-687,12	10,53	280,89	--	--
10	4,50	100, 75	22,62	22,62	820,81	-833,31	13,92	292,46	--	--
11	5,00	100, 80	22,62	22,62	1758,03	-1205,00	25,61	303,84	--	--
12	5,50	100, 85	22,62	22,62	6780,16	-2271,62	85,89	315,05	--	--
13	6,00	100, 90	22,62	22,62	14975,02	487,24	166,67	326,12	--	--
14	6,50	100, 95	22,62	22,62	6342,48	2646,23	62,56	338,83	--	--
15	7,00	100, 100	22,62	22,62	2014,43	1648,03	17,74	354,38	--	--
16	7,50	100, 105	22,62	22,62	1067,00	1316,88	8,45	369,93	--	--
17	8,00	100, 110	22,62	22,62	740,46	1232,43	5,30	385,48	--	--
18	8,50	100, 115	22,62	22,62	575,03	1211,98	3,74	401,05	--	--
19	9,00	100, 120	22,62	22,62	475,03	1217,54	2,82	416,63	--	--
20	9,50	100, 125	22,62	22,62	408,05	1236,22	2,22	432,24	--	--
21	10,00	100, 130	22,62	22,62	360,02	1262,45	1,80	447,87	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 1

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
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 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	100, 130	22,62	22,62	0,00	0,00	1000,00	419,31	--	--
2	0,52	100, 130	22,62	22,62	0,00	1062,14	49,34	419,31	--	--
3	1,04	100, 130	22,62	22,62	0,00	1062,14	13,09	419,31	--	--
4	1,56	100, 130	22,62	22,62	0,00	1062,14	6,20	419,31	--	--
5	2,08	100, 130	22,62	22,62	0,00	1062,14	3,73	419,31	--	--
6	2,60	100, 130	22,62	22,62	0,00	1062,14	2,57	419,31	--	--
7	3,12	100, 130	22,62	22,62	0,00	1062,14	1,93	419,31	--	--
8	3,64	100, 130	22,62	22,62	0,00	1062,14	1,54	419,31	--	--
9	4,16	100, 130	22,62	22,62	0,00	1062,14	1,30	419,31	--	--
10	4,68	100, 130	22,62	31,67	0,00	1479,72	1,58	428,35	--	--
11	5,20	100, 130	22,62	54,29	0,00	2509,76	2,43	512,66	--	--

COMBINAZIONE n° 2

Valore della spinta statica	216,0359	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	204,3005	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	70,2338	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 6,20	[m]	Y = -8,56	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	18,97	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,67	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	618,0428	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 3,41	[m]	Y = -7,03	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	-526,50	[kN]
-------------------	---------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	-322,1995	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1099,5266	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1099,5266	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	-322,1995	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-1,08	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Risultante in fondazione	1145,7623	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	-16,33	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-1191,1538	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2391,2691	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,00	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	338,32	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 30.54$	$N_q = 18.75$	$N_\gamma = 16.12$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,67$	$i_q = 0,67$	$i_\gamma = 0,21$
Fattori profondità	$d_c = 1,07$	$d_q = 1,03$	$d_\gamma = 1,03$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 21.89$	$N'_q = 13.00$	$N'_\gamma = 3.51$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	99,99
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.17

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	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,50	4,0615	1,2622	4,8230
3	1,00	8,7459	5,0047	9,4822
4	1,50	14,0532	10,8905	12,3529
5	2,00	19,9834	17,4993	11,8100
6	2,50	26,5366	23,1401	7,8538
7	3,00	33,7127	26,1219	0,4847
8	3,50	41,5118	24,7668	-10,1777
9	4,00	49,9337	17,5810	-23,5716
10	4,50	58,9786	3,4308	-38,6188
11	5,00	68,6465	-18,0734	-53,8349
12	5,50	78,9372	-47,1251	-70,0492
13	6,00	89,8509	-84,4667	-88,0980
14	6,50	101,3875	-131,0401	-108,0639
15	7,00	113,5470	-187,7679	-129,9058
16	7,50	126,3295	-255,5717	-153,6220
17	8,00	139,7349	-335,3730	-179,2125
18	8,50	153,7633	-428,0934	-206,6774
19	9,00	168,4145	-534,6543	-236,0166
20	9,50	183,6887	-655,9773	-267,2301
21	10,00	199,5858	-793,0164	-300,5643

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	0,52	25,0991	94,1893
3	1,04	95,5174	174,3046
4	1,56	203,9364	240,3460
5	2,08	343,0378	292,3135
6	2,60	505,5030	330,2070
7	3,12	684,0136	354,0266
8	3,64	871,2511	363,7722
9	4,16	1059,8972	359,4439
10	4,68	1242,6333	341,0417
11	5,20	1412,1411	308,5655

Armature e tensioni nei materiali del muro

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 [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A _f	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
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]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _f	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	100, 30	22,62	22,62	0,00	0,00	1000,00	174,85	--	--
2	0,50	100, 35	22,62	22,62	1186,50	-368,74	292,14	190,32	--	--
3	1,00	100, 40	22,62	22,62	643,89	-368,46	73,62	204,85	--	--
4	1,50	100, 45	22,62	22,62	526,66	-408,14	37,48	218,65	--	--
5	2,00	100, 50	22,62	22,62	530,91	-464,91	26,57	231,88	--	--
6	2,50	100, 55	22,62	22,62	618,85	-539,65	23,32	244,64	--	--
7	3,00	100, 60	22,62	22,62	838,49	-649,69	24,87	257,03	--	--
8	3,50	100, 65	22,62	22,62	1470,68	-877,44	35,43	269,09	--	--
9	4,00	100, 70	22,62	22,62	4283,67	-1508,22	85,79	280,89	--	--
10	4,50	100, 75	22,62	22,62	12440,66	-723,67	210,94	292,46	--	--
11	5,00	100, 80	22,62	22,62	7704,31	2028,41	112,23	303,84	--	--
12	5,50	100, 85	22,62	22,62	2610,73	1558,59	33,07	315,05	--	--
13	6,00	100, 90	22,62	22,62	1261,99	1186,37	14,05	326,12	--	--
14	6,50	100, 95	22,62	22,62	845,54	1092,84	8,34	338,83	--	--
15	7,00	100, 100	22,62	22,62	648,78	1072,86	5,71	354,38	--	--
16	7,50	100, 105	22,62	22,62	534,01	1080,33	4,23	369,93	--	--
17	8,00	100, 110	22,62	22,62	458,75	1101,03	3,28	385,48	--	--
18	8,50	100, 115	22,62	22,62	405,56	1129,11	2,64	401,05	--	--
19	9,00	100, 120	22,62	22,62	365,95	1161,74	2,17	416,63	--	--
20	9,50	100, 125	22,62	22,62	335,29	1197,38	1,83	432,24	--	--
21	10,00	100, 130	22,62	22,62	310,85	1235,09	1,56	447,87	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 2

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
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 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	100, 130	22,62	22,62	0,00	0,00	1000,00	419,31	--	--
2	0,52	100, 130	22,62	22,62	0,00	1062,14	42,32	419,31	--	--
3	1,04	100, 130	22,62	22,62	0,00	1062,14	11,12	419,31	--	--
4	1,56	100, 130	22,62	22,62	0,00	1062,14	5,21	419,31	--	--
5	2,08	100, 130	22,62	22,62	0,00	1062,14	3,10	419,31	--	--
6	2,60	100, 130	22,62	22,62	0,00	1062,14	2,10	419,31	--	--
7	3,12	100, 130	22,62	22,62	0,00	1062,14	1,55	419,31	--	--
8	3,64	100, 130	22,62	22,62	0,00	1062,14	1,22	419,31	--	--
9	4,16	100, 130	22,62	22,62	0,00	1062,14	1,00	419,31	--	--
10	4,68	100, 130	22,62	31,67	0,00	1479,72	1,19	428,35	--	--
11	5,20	100, 130	22,62	54,29	0,00	2509,76	1,78	512,66	--	--

COMBINAZIONE n° 3

Valore della spinta statica	237,6394	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	224,7306	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	77,2572	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 6,20	[m]	Y = -8,56	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	18,97	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	55,67	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	556,2385	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 3,41	[m]	Y = -7,03	[m]

Risultanti carichi esterni

Componente dir. X	-607,50	[kN]
-------------------	---------	------

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	-382,7694	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1003,6207	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	616,4365	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	5878,3228	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1003,6207	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	-382,7694	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-1,08	[m]
Lunghezza fondazione reagente	6,50	[m]
Risultante in fondazione	1074,1354	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	-20,88	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-1087,2557	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	9,54
--	------

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 4

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 [kPa]
 b larghezza della striscia espressa in [m]
 u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,98 Y[m]= 0,00

Raggio del cerchio R[m]= 13,39

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -9,89

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 11,71

Larghezza della striscia dx[m]= 0,86

Coefficiente di sicurezza C= 2.03

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	ϕ	c	u
1	16,6710	66.42	15,2787	0,0212	29.26	0	0
2	45,2123	58.49	38,5449	0,0162	29.26	0	0
3	66,3799	51.95	52,2707	0,0137	29.26	0	0
4	83,2850	46.27	60,1832	0,0123	29.26	0	0
5	97,2503	41.14	63,9807	0,0113	29.80	0	0
6	108,9707	36.39	64,6450	0,0105	30.17	0	0
7	122,7154	31.91	64,8675	0,0100	30.17	0	0
8	133,3863	27.64	61,8899	0,0096	30.17	0	0
9	140,3686	23.54	56,0621	0,0092	30.17	0	0
10	146,1248	19.56	48,9231	0,0090	30.17	0	0
11	150,7531	15.68	40,7368	0,0088	30.17	0	0
12	154,3250	11.87	31,7361	0,0087	30.17	0	0
13	164,6554	8.11	23,2281	0,0086	30.17	0	0
14	232,4165	4.39	17,7796	0,0085	30.17	0	0
15	56,9261	0.68	0,6790	0,0085	30.17	0	0
16	56,6293	-3.02	-2,9811	0,0085	30.17	0	0
17	55,3867	-6.73	-6,4921	0,0085	30.17	0	0
18	53,1824	-10.47	-9,6679	0,0086	30.17	0	0
19	49,9870	-14.26	-12,3150	0,0087	30.17	0	0
20	45,7562	-18.12	-14,2276	0,0089	30.17	0	0
21	40,4265	-22.06	-15,1813	0,0091	30.17	0	0
22	33,9107	-26.11	-14,9249	0,0094	30.17	0	0
23	26,0887	-30.31	-13,1677	0,0098	30.17	0	0
24	16,7936	-34.71	-9,5615	0,0103	30.17	0	0
25	5,7871	-39.35	-3,6690	0,0110	30.17	0	0

$\Sigma W_i = 2103,3887$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 538,6172$ [kN]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 1095,6595$ [kN]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 0,0000$ [kN]

Convenzione del 10 marzo 2008 tra Regione Liguria – Provincia di Genova – Comune di Genova

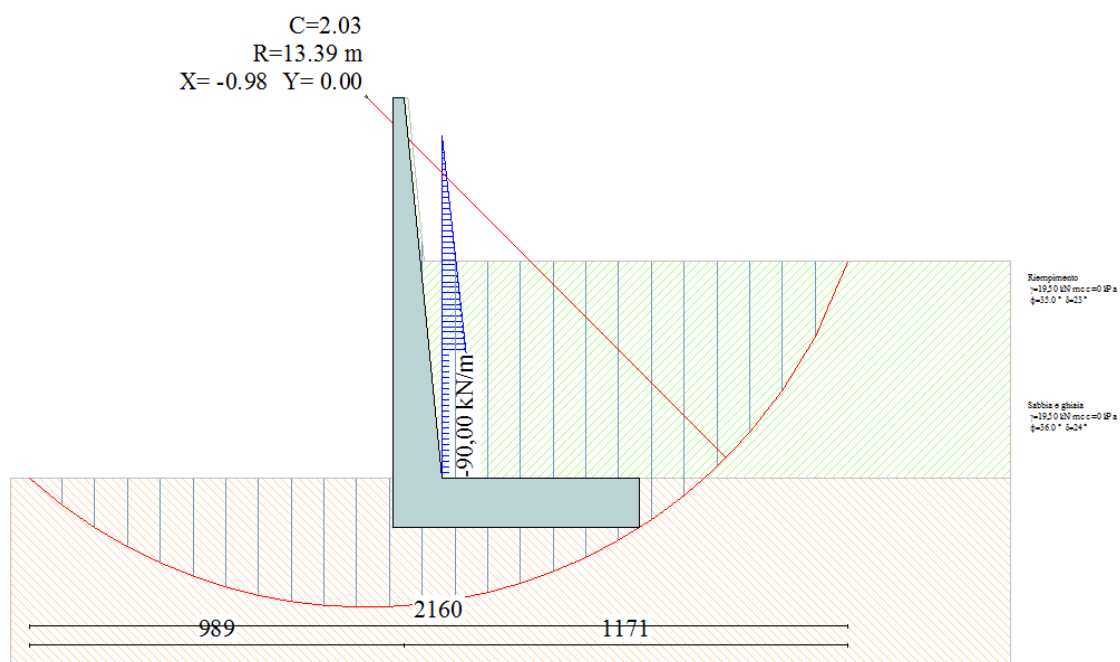
Autorità Portuale di Genova – ANAS SpA

Completamento della viabilità in sponda destra torrente Polcevera sub lotto 3 - Progetto esecutivo

Relazione tecnica e di calcolo vasche impianti di pompaggio

Doc. N. 455/PES/5.04.3/R021

Pag. 97 di 115



Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 5

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	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,50	4,0615	0,2754	0,8428
3	1,00	8,7459	0,9936	1,3526
4	1,50	14,0532	1,8545	0,5286
5	2,00	19,9834	1,8091	-2,8336
6	2,50	26,5366	-0,3897	-8,7111
7	3,00	33,7127	-5,9834	-17,1032
8	3,50	41,5118	-16,2024	-27,8979
9	4,00	49,9337	-32,0985	-40,5502
10	4,50	58,9786	-54,4005	-54,1575
11	5,00	68,6465	-83,2131	-67,4487
12	5,50	78,9372	-118,4768	-81,1875
13	6,00	89,8509	-160,6505	-96,1883
14	6,50	101,3875	-210,3900	-112,5297
15	7,00	113,5470	-268,3260	-130,1672
16	7,50	126,3295	-335,0913	-149,1022
17	8,00	139,7349	-411,3194	-169,3347
18	8,50	153,7633	-497,6432	-190,8648
19	9,00	168,4145	-594,6959	-213,6925
20	9,50	183,6887	-703,1106	-237,8177
21	10,00	199,5858	-823,5463	-263,4352

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 5

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	0,52	25,1629	94,4314
3	1,04	95,7657	174,7688
4	1,56	204,4794	241,0120
5	2,08	343,9752	293,1610
6	2,60	506,9239	331,2160
7	3,12	685,9968	355,1768
8	3,64	873,8649	365,0436
9	4,16	1063,1991	360,8162
10	4,68	1246,6707	342,4946
11	5,20	1416,9506	310,0790

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 5

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

B base della sezione espressa in [cm]
H altezza della sezione espressa in [cm]
A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	100, 30	22,62	22,62	0	0	0	0
2	0,50	100, 35	22,62	22,62	21	3	-38	-252
3	1,00	100, 40	22,62	22,62	51	5	108	-612
4	1,50	100, 45	22,62	22,62	75	2	208	-926
5	2,00	100, 50	22,62	22,62	70	-8	-127	-929
6	2,50	100, 55	22,62	22,62	49	-21	-718	-570
7	3,00	100, 60	22,62	22,62	140	-37	-1816	491
8	3,50	100, 65	22,62	22,62	328	-56	-3852	5561
9	4,00	100, 70	22,62	22,62	571	-75	-6412	14439
10	4,50	100, 75	22,62	22,62	855	-92	-9429	26197
11	5,00	100, 80	22,62	22,62	1165	-107	-12795	40178
12	5,50	100, 85	22,62	22,62	1490	-121	-16408	55855
13	6,00	100, 90	22,62	22,62	1829	-135	-20247	73138
14	6,50	100, 95	22,62	22,62	2182	-149	-24315	92067
15	7,00	100, 100	22,62	22,62	2550	-163	-28611	112663
16	7,50	100, 105	22,62	22,62	2932	-177	-33129	134946
17	8,00	100, 110	22,62	22,62	3328	-192	-37866	158930
18	8,50	100, 115	22,62	22,62	3738	-206	-42818	184627
19	9,00	100, 120	22,62	22,62	4162	-221	-47980	212047
20	9,50	100, 125	22,62	22,62	4599	-235	-53347	241198
21	10,00	100, 130	22,62	22,62	5050	-250	-58916	272096

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 5

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

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	100, 130	22,62	22,62	0	0	0	0
2	0,52	100, 130	22,62	22,62	150	90	9554	-1684
3	1,04	100, 130	22,62	22,62	572	166	36360	-6408
4	1,56	100, 130	22,62	22,62	1222	229	77636	-13683
5	2,08	100, 130	22,62	22,62	2055	278	130600	-23017
6	2,60	100, 130	22,62	22,62	3029	314	192468	-33921
7	3,12	100, 130	22,62	22,62	4099	337	260458	-45904
8	3,64	100, 130	22,62	22,62	5221	346	331787	-58475
9	4,16	100, 130	22,62	31,67	5586	342	291224	-65641
10	4,68	100, 130	22,62	31,67	6550	325	341480	-76968
11	5,20	100, 130	22,62	54,29	6126	294	230927	-76269

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 5

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 [cmq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
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 [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	s _m	w
1	0,00	22,62	22,62	-30,16	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,50	22,62	22,62	-41,06	-0,28	0,0000	0,00	0,000
3	1,00	22,62	22,62	-53,44	-0,99	0,0000	0,00	0,000
4	1,50	22,62	22,62	-67,28	-1,85	0,0000	0,00	0,000
5	2,00	22,62	22,62	-82,58	-1,81	0,0000	0,00	0,000
6	2,50	22,62	22,62	99,32	0,39	0,0000	0,00	0,000
7	3,00	22,62	22,62	117,50	5,98	0,0000	0,00	0,000
8	3,50	22,62	22,62	137,11	16,20	0,0000	0,00	0,000
9	4,00	22,62	22,62	158,16	32,10	0,0000	0,00	0,000
10	4,50	22,62	22,62	180,64	54,40	0,0000	0,00	0,000
11	5,00	22,62	22,62	204,55	83,21	0,0000	0,00	0,000
12	5,50	22,62	22,62	229,90	118,48	0,0000	0,00	0,000
13	6,00	22,62	22,62	256,67	160,65	0,0000	0,00	0,000
14	6,50	22,62	22,62	284,87	210,39	0,0000	0,00	0,000
15	7,00	22,62	22,62	314,49	268,33	0,0000	0,00	0,000
16	7,50	22,62	22,62	345,55	335,09	0,0000	0,00	0,000
17	8,00	22,62	22,62	378,03	411,32	0,0463	213,58	0,168
18	8,50	22,62	22,62	411,94	497,64	0,0538	213,58	0,195
19	9,00	22,62	22,62	447,28	594,70	0,0651	213,58	0,236
20	9,50	22,62	22,62	484,04	703,11	0,0814	213,58	0,296
21	10,00	22,62	22,62	522,23	823,55	0,0982	213,58	0,357

Convenzione del 10 marzo 2008 tra Regione Liguria – Provincia di Genova – Comune di Genova

Autorità Portuale di Genova – ANAS SpA

Completamento della viabilità in sponda destra torrente Polcevera sub lotto 3 - Progetto esecutivo

Relazione tecnica e di calcolo vasche impianti di pompaggio

Doc. N. 455/PES/5.04.3/R021

Pag. 101 di 115

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	S _m	w
1	1,00	22,62	54,29	568,34	1416,95	0,1036	139,92	0,246
2	1,52	22,62	31,67	535,42	1246,67	0,1511	176,57	0,454
3	2,04	22,62	31,67	535,42	1063,20	0,1242	176,57	0,373
4	2,56	22,62	22,62	522,23	873,86	0,1333	213,58	0,484
5	3,08	22,62	22,62	522,23	686,00	0,0911	213,58	0,331
6	3,60	22,62	22,62	522,23	506,92	0,0000	0,00	0,000
7	4,12	22,62	22,62	522,23	343,98	0,0000	0,00	0,000
8	4,64	22,62	22,62	522,23	204,48	0,0000	0,00	0,000
9	5,16	22,62	22,62	522,23	95,77	0,0000	0,00	0,000
10	5,68	22,62	22,62	522,23	25,16	0,0000	0,00	0,000
11	6,20	22,62	22,62	-522,23	0,00	0,0000	0,00	0,000

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 6

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	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,50	4,0615	0,2754	0,8428
3	1,00	8,7459	0,9936	1,3526
4	1,50	14,0532	1,8545	0,5286
5	2,00	19,9834	1,8091	-2,8336
6	2,50	26,5366	-0,3897	-8,7111
7	3,00	33,7127	-5,9834	-17,1032
8	3,50	41,5118	-16,2024	-27,8979
9	4,00	49,9337	-32,0985	-40,5502
10	4,50	58,9786	-54,4005	-54,1575
11	5,00	68,6465	-83,2131	-67,4487
12	5,50	78,9372	-118,4768	-81,1875
13	6,00	89,8509	-160,6505	-96,1883
14	6,50	101,3875	-210,3900	-112,5297
15	7,00	113,5470	-268,3260	-130,1672
16	7,50	126,3295	-335,0913	-149,1022
17	8,00	139,7349	-411,3194	-169,3347
18	8,50	153,7633	-497,6432	-190,8648
19	9,00	168,4145	-594,6959	-213,6925
20	9,50	183,6887	-703,1106	-237,8177
21	10,00	199,5858	-823,5463	-263,4352

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 6

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	0,52	25,1629	94,4314
3	1,04	95,7657	174,7688
4	1,56	204,4794	241,0120
5	2,08	343,9752	293,1610
6	2,60	506,9239	331,2160
7	3,12	685,9968	355,1768
8	3,64	873,8649	365,0436
9	4,16	1063,1991	360,8162
10	4,68	1246,6707	342,4946
11	5,20	1416,9506	310,0790

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 6

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

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	100, 30	22,62	22,62	0	0	0	0
2	0,50	100, 35	22,62	22,62	21	3	-38	-252
3	1,00	100, 40	22,62	22,62	51	5	108	-612
4	1,50	100, 45	22,62	22,62	75	2	208	-926
5	2,00	100, 50	22,62	22,62	70	-8	-127	-929
6	2,50	100, 55	22,62	22,62	49	-21	-718	-570
7	3,00	100, 60	22,62	22,62	140	-37	-1816	491
8	3,50	100, 65	22,62	22,62	328	-56	-3852	5561
9	4,00	100, 70	22,62	22,62	571	-75	-6412	14439
10	4,50	100, 75	22,62	22,62	855	-92	-9429	26197
11	5,00	100, 80	22,62	22,62	1165	-107	-12795	40178
12	5,50	100, 85	22,62	22,62	1490	-121	-16408	55855
13	6,00	100, 90	22,62	22,62	1829	-135	-20247	73138
14	6,50	100, 95	22,62	22,62	2182	-149	-24315	92067
15	7,00	100, 100	22,62	22,62	2550	-163	-28611	112663
16	7,50	100, 105	22,62	22,62	2932	-177	-33129	134946
17	8,00	100, 110	22,62	22,62	3328	-192	-37866	158930
18	8,50	100, 115	22,62	22,62	3738	-206	-42818	184627
19	9,00	100, 120	22,62	22,62	4162	-221	-47980	212047
20	9,50	100, 125	22,62	22,62	4599	-235	-53347	241198
21	10,00	100, 130	22,62	22,62	5050	-250	-58916	272096

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 6

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

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	100, 130	22,62	22,62	0	0	0	0
2	0,52	100, 130	22,62	22,62	150	90	9554	-1684
3	1,04	100, 130	22,62	22,62	572	166	36360	-6408
4	1,56	100, 130	22,62	22,62	1222	229	77636	-13683
5	2,08	100, 130	22,62	22,62	2055	278	130600	-23017
6	2,60	100, 130	22,62	22,62	3029	314	192468	-33921
7	3,12	100, 130	22,62	22,62	4099	337	260458	-45904
8	3,64	100, 130	22,62	22,62	5221	346	331787	-58475
9	4,16	100, 130	22,62	31,67	5586	342	291224	-65641
10	4,68	100, 130	22,62	31,67	6550	325	341480	-76968
11	5,20	100, 130	22,62	54,29	6126	294	230927	-76269

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 6

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 [cmq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
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 [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	s _m	w
1	0,00	22,62	22,62	-30,16	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,50	22,62	22,62	-41,06	-0,28	0,0000	0,00	0,000
3	1,00	22,62	22,62	-53,44	-0,99	0,0000	0,00	0,000
4	1,50	22,62	22,62	-67,28	-1,85	0,0000	0,00	0,000
5	2,00	22,62	22,62	-82,58	-1,81	0,0000	0,00	0,000
6	2,50	22,62	22,62	99,32	0,39	0,0000	0,00	0,000
7	3,00	22,62	22,62	117,50	5,98	0,0000	0,00	0,000
8	3,50	22,62	22,62	137,11	16,20	0,0000	0,00	0,000
9	4,00	22,62	22,62	158,16	32,10	0,0000	0,00	0,000
10	4,50	22,62	22,62	180,64	54,40	0,0000	0,00	0,000
11	5,00	22,62	22,62	204,55	83,21	0,0000	0,00	0,000
12	5,50	22,62	22,62	229,90	118,48	0,0000	0,00	0,000
13	6,00	22,62	22,62	256,67	160,65	0,0000	0,00	0,000
14	6,50	22,62	22,62	284,87	210,39	0,0000	0,00	0,000
15	7,00	22,62	22,62	314,49	268,33	0,0000	0,00	0,000
16	7,50	22,62	22,62	345,55	335,09	0,0000	0,00	0,000
17	8,00	22,62	22,62	378,03	411,32	0,0463	213,58	0,168
18	8,50	22,62	22,62	411,94	497,64	0,0538	213,58	0,195
19	9,00	22,62	22,62	447,28	594,70	0,0651	213,58	0,236
20	9,50	22,62	22,62	484,04	703,11	0,0814	213,58	0,296
21	10,00	22,62	22,62	522,23	823,55	0,0982	213,58	0,357

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	S _m	w
1	1,00	22,62	54,29	568,34	1416,95	0,1036	139,92	0,246
2	1,52	22,62	31,67	535,42	1246,67	0,1511	176,57	0,454
3	2,04	22,62	31,67	535,42	1063,20	0,1242	176,57	0,373
4	2,56	22,62	22,62	522,23	873,86	0,1333	213,58	0,484
5	3,08	22,62	22,62	522,23	686,00	0,0911	213,58	0,331
6	3,60	22,62	22,62	522,23	506,92	0,0000	0,00	0,000
7	4,12	22,62	22,62	522,23	343,98	0,0000	0,00	0,000
8	4,64	22,62	22,62	522,23	204,48	0,0000	0,00	0,000
9	5,16	22,62	22,62	522,23	95,77	0,0000	0,00	0,000
10	5,68	22,62	22,62	522,23	25,16	0,0000	0,00	0,000
11	6,20	22,62	22,62	-522,23	0,00	0,0000	0,00	0,000

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	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,50	4,0615	0,2754	0,8428
3	1,00	8,7459	0,9936	1,3526
4	1,50	14,0532	1,8545	0,5286
5	2,00	19,9834	1,8091	-2,8336
6	2,50	26,5366	-0,3897	-8,7111
7	3,00	33,7127	-5,9834	-17,1032
8	3,50	41,5118	-16,2024	-27,8979
9	4,00	49,9337	-32,0985	-40,5502
10	4,50	58,9786	-54,4005	-54,1575
11	5,00	68,6465	-83,2131	-67,4487
12	5,50	78,9372	-118,4768	-81,1875
13	6,00	89,8509	-160,6505	-96,1883
14	6,50	101,3875	-210,3900	-112,5297
15	7,00	113,5470	-268,3260	-130,1672
16	7,50	126,3295	-335,0913	-149,1022
17	8,00	139,7349	-411,3194	-169,3347
18	8,50	153,7633	-497,6432	-190,8648
19	9,00	168,4145	-594,6959	-213,6925
20	9,50	183,6887	-703,1106	-237,8177
21	10,00	199,5858	-823,5463	-263,4352

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	0,52	25,1629	94,4314
3	1,04	95,7657	174,7688
4	1,56	204,4794	241,0120
5	2,08	343,9752	293,1610
6	2,60	506,9239	331,2160
7	3,12	685,9968	355,1768
8	3,64	873,8649	365,0436
9	4,16	1063,1991	360,8162
10	4,68	1246,6707	342,4946
11	5,20	1416,9506	310,0790

Armature e tensioni nei materiali del muro

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 [cm]
H altezza della sezione espressa in [cm]
A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

Nr.	Y	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fs}	σ _{fi}
1	0,00	100, 30	22,62	22,62	0	0	0	0
2	0,50	100, 35	22,62	22,62	21	3	-38	-252
3	1,00	100, 40	22,62	22,62	51	5	108	-612
4	1,50	100, 45	22,62	22,62	75	2	208	-926
5	2,00	100, 50	22,62	22,62	70	-8	-127	-929
6	2,50	100, 55	22,62	22,62	49	-21	-718	-570
7	3,00	100, 60	22,62	22,62	140	-37	-1816	491
8	3,50	100, 65	22,62	22,62	328	-56	-3852	5561
9	4,00	100, 70	22,62	22,62	571	-75	-6412	14439
10	4,50	100, 75	22,62	22,62	855	-92	-9429	26197
11	5,00	100, 80	22,62	22,62	1165	-107	-12795	40178
12	5,50	100, 85	22,62	22,62	1490	-121	-16408	55855
13	6,00	100, 90	22,62	22,62	1829	-135	-20247	73138
14	6,50	100, 95	22,62	22,62	2182	-149	-24315	92067
15	7,00	100, 100	22,62	22,62	2550	-163	-28611	112663
16	7,50	100, 105	22,62	22,62	2932	-177	-33129	134946
17	8,00	100, 110	22,62	22,62	3328	-192	-37866	158930
18	8,50	100, 115	22,62	22,62	3738	-206	-42818	184627
19	9,00	100, 120	22,62	22,62	4162	-221	-47980	212047
20	9,50	100, 125	22,62	22,62	4599	-235	-53347	241198
21	10,00	100, 130	22,62	22,62	5050	-250	-58916	272096

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 7

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

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	100, 130	22,62	22,62	0	0	0	0
2	0,52	100, 130	22,62	22,62	150	90	9554	-1684
3	1,04	100, 130	22,62	22,62	572	166	36360	-6408
4	1,56	100, 130	22,62	22,62	1222	229	77636	-13683
5	2,08	100, 130	22,62	22,62	2055	278	130600	-23017
6	2,60	100, 130	22,62	22,62	3029	314	192468	-33921
7	3,12	100, 130	22,62	22,62	4099	337	260458	-45904
8	3,64	100, 130	22,62	22,62	5221	346	331787	-58475
9	4,16	100, 130	22,62	31,67	5586	342	291224	-65641
10	4,68	100, 130	22,62	31,67	6550	325	341480	-76968
11	5,20	100, 130	22,62	54,29	6126	294	230927	-76269

Verifiche a fessurazione

Combinazione n° 7

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 [cmq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
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 [mm]
w	Apertura media della fessura espressa in [mm]

Verifica fessurazione paramento

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	s _m	w
1	0,00	22,62	22,62	-30,16	0,00	0,0000	0,00	0,000
2	0,50	22,62	22,62	-41,06	-0,28	0,0000	0,00	0,000
3	1,00	22,62	22,62	-53,44	-0,99	0,0000	0,00	0,000
4	1,50	22,62	22,62	-67,28	-1,85	0,0000	0,00	0,000
5	2,00	22,62	22,62	-82,58	-1,81	0,0000	0,00	0,000
6	2,50	22,62	22,62	99,32	0,39	0,0000	0,00	0,000
7	3,00	22,62	22,62	117,50	5,98	0,0000	0,00	0,000
8	3,50	22,62	22,62	137,11	16,20	0,0000	0,00	0,000
9	4,00	22,62	22,62	158,16	32,10	0,0000	0,00	0,000
10	4,50	22,62	22,62	180,64	54,40	0,0000	0,00	0,000
11	5,00	22,62	22,62	204,55	83,21	0,0000	0,00	0,000
12	5,50	22,62	22,62	229,90	118,48	0,0000	0,00	0,000
13	6,00	22,62	22,62	256,67	160,65	0,0000	0,00	0,000
14	6,50	22,62	22,62	284,87	210,39	0,0000	0,00	0,000
15	7,00	22,62	22,62	314,49	268,33	0,0000	0,00	0,000
16	7,50	22,62	22,62	345,55	335,09	0,0000	0,00	0,000
17	8,00	22,62	22,62	378,03	411,32	0,0463	213,58	0,168
18	8,50	22,62	22,62	411,94	497,64	0,0538	213,58	0,195
19	9,00	22,62	22,62	447,28	594,70	0,0651	213,58	0,236
20	9,50	22,62	22,62	484,04	703,11	0,0814	213,58	0,296
21	10,00	22,62	22,62	522,23	823,55	0,0982	213,58	0,357

Convenzione del 10 marzo 2008 tra Regione Liguria – Provincia di Genova – Comune di Genova

Autorità Portuale di Genova – ANAS SpA

Completamento della viabilità in sponda destra torrente Polcevera sub lotto 3 - Progetto esecutivo

Relazione tecnica e di calcolo vasche impianti di pompaggio

Doc. N. 455/PES/5.04.3/R021

Pag. 109 di 115

Verifica fessurazione fondazione

N°	Y	A _{fs}	A _{fi}	M _{pf}	M	ε _m	S _m	w
1	1,00	22,62	54,29	568,34	1416,95	0,1036	139,92	0,246
2	1,52	22,62	31,67	535,42	1246,67	0,1511	176,57	0,454
3	2,04	22,62	31,67	535,42	1063,20	0,1242	176,57	0,373
4	2,56	22,62	22,62	522,23	873,86	0,1333	213,58	0,484
5	3,08	22,62	22,62	522,23	686,00	0,0911	213,58	0,331
6	3,60	22,62	22,62	522,23	506,92	0,0000	0,00	0,000
7	4,12	22,62	22,62	522,23	343,98	0,0000	0,00	0,000
8	4,64	22,62	22,62	522,23	204,48	0,0000	0,00	0,000
9	5,16	22,62	22,62	522,23	95,77	0,0000	0,00	0,000
10	5,68	22,62	22,62	522,23	25,16	0,0000	0,00	0,000
11	6,20	22,62	22,62	-522,23	0,00	0,0000	0,00	0,000

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	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,50	4,0615	4,0615	1,2622	2,3318	4,8230	9,0057
3	1,00	8,7459	8,7459	5,0047	9,0942	9,4822	17,3103
4	1,50	14,0532	14,0532	10,8905	19,7169	12,3529	23,3627
5	2,00	19,9834	19,9834	17,4993	32,4888	11,8100	25,3476
6	2,50	26,5366	26,5366	23,1401	45,4001	7,8538	23,2943
7	3,00	33,7127	33,7127	26,1219	56,4479	0,4847	17,2038
8	3,50	41,5118	41,5118	24,7668	63,6439	-10,1777	7,2219
9	4,00	49,9337	49,9337	17,5810	65,2323	-23,5716	-5,9431
10	4,50	58,9786	58,9786	3,4308	59,8766	-38,6188	-21,1176
11	5,00	68,6465	68,6465	-18,0734	47,0520	-53,8349	-36,6495
12	5,50	78,9372	78,9372	-47,1251	26,4470	-70,0492	-53,5312
13	6,00	89,8509	89,8509	-84,4667	-2,9235	-88,0980	-72,8217
14	6,50	101,3875	101,3875	-131,0401	-42,3012	-108,0639	-94,6232
15	7,00	113,5470	113,5470	-187,7679	-92,8943	-129,9058	-118,8776
16	7,50	126,3295	126,3295	-255,5717	-155,9147	-153,6220	-145,5871
17	8,00	139,7349	139,7349	-335,3730	-232,5742	-179,2125	-174,7514
18	8,50	153,7633	153,7633	-428,0934	-324,0848	-206,6774	-206,3707
19	9,00	168,4145	168,4145	-534,6543	-431,6583	-240,4450	-236,0166
20	9,50	183,6887	183,6887	-655,9773	-556,5064	-276,9742	-267,2301
21	10,00	199,5858	199,5858	-793,0164	-699,8746	-316,2115	-300,5643

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,50	4,0615	4,0615	0,2754	0,2754	0,8428	0,8428
3	1,00	8,7459	8,7459	0,9936	0,9936	1,3526	1,3526
4	1,50	14,0532	14,0532	1,8545	1,8545	0,5286	0,5286
5	2,00	19,9834	19,9834	1,8091	1,8091	-2,8336	-2,8336
6	2,50	26,5366	26,5366	-0,3897	-0,3897	-8,7111	-8,7111
7	3,00	33,7127	33,7127	-5,9834	-5,9834	-17,1032	-17,1032
8	3,50	41,5118	41,5118	-16,2024	-16,2024	-27,8979	-27,8979
9	4,00	49,9337	49,9337	-32,0985	-32,0985	-40,5502	-40,5502
10	4,50	58,9786	58,9786	-54,4005	-54,4005	-54,1575	-54,1575
11	5,00	68,6465	68,6465	-83,2131	-83,2131	-67,4487	-67,4487
12	5,50	78,9372	78,9372	-118,4768	-118,4768	-81,1875	-81,1875
13	6,00	89,8509	89,8509	-160,6505	-160,6505	-96,1883	-96,1883
14	6,50	101,3875	101,3875	-210,3900	-210,3900	-112,5297	-112,5297
15	7,00	113,5470	113,5470	-268,3260	-268,3260	-130,1672	-130,1672
16	7,50	126,3295	126,3295	-335,0913	-335,0913	-149,1022	-149,1022
17	8,00	139,7349	139,7349	-411,3194	-411,3194	-169,3347	-169,3347
18	8,50	153,7633	153,7633	-497,6432	-497,6432	-190,8648	-190,8648
19	9,00	168,4145	168,4145	-594,6959	-594,6959	-213,6925	-213,6925
20	9,50	183,6887	183,6887	-703,1106	-703,1106	-237,8177	-237,8177
21	10,00	199,5858	199,5858	-823,5463	-823,5463	-263,4352	-263,4352

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

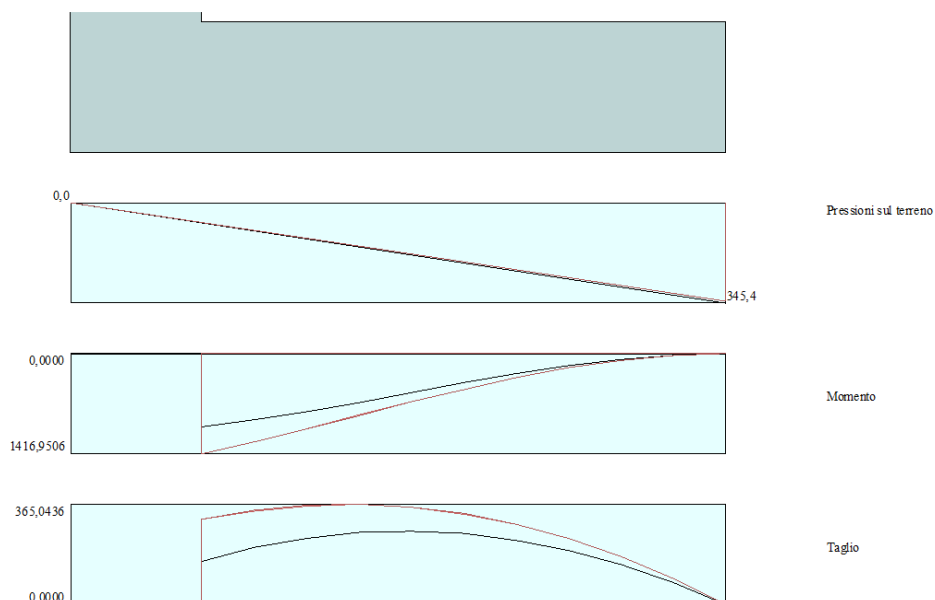
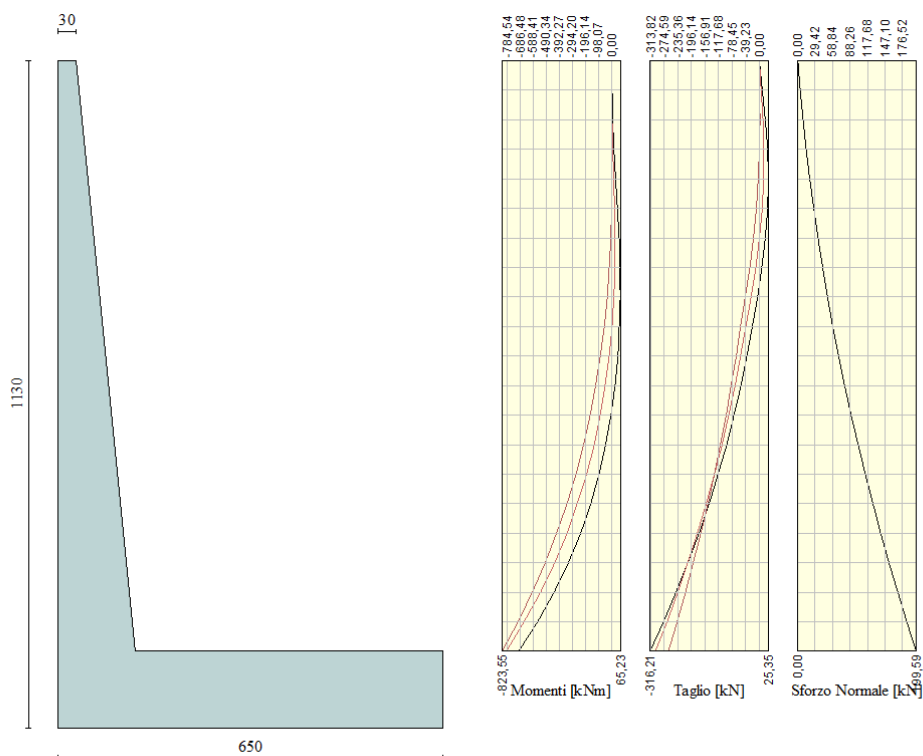
L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte
Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]
Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,52	21,5270	25,0991	80,4011	94,1893
3	1,04	81,1263	95,5174	146,4322	174,3046
4	1,56	171,3257	203,9364	198,0936	240,3460
5	2,08	284,6529	343,0378	235,3850	292,3135
6	2,60	413,6354	505,5030	258,3066	330,2070
7	3,12	550,8009	684,0136	266,8583	354,0266
8	3,64	688,6772	871,2511	261,0401	363,7722
9	4,16	819,7919	1059,8972	240,8521	359,4439
10	4,68	936,6726	1242,6333	206,2942	341,0417
11	5,20	1031,8470	1412,1411	157,3664	308,5655

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
2	0,52	25,1629	25,1629	94,4314	94,4314
3	1,04	95,7657	95,7657	174,7688	174,7688
4	1,56	204,4794	204,4794	241,0120	241,0120
5	2,08	343,9752	343,9752	293,1610	293,1610
6	2,60	506,9239	506,9239	331,2160	331,2160
7	3,12	685,9968	685,9968	355,1768	355,1768
8	3,64	873,8649	873,8649	365,0436	365,0436
9	4,16	1063,1991	1063,1991	360,8162	360,8162
10	4,68	1246,6707	1246,6707	342,4946	342,4946
11	5,20	1416,9506	1416,9506	310,0790	310,0790



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 [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{ls}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A _{li}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ _{ls}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]
σ _{li}	tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]
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]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A _{ls}	A _{li}	N _u	M _u	CS	V _{Rd}	V _{Rcd}	V _{Rsd}
1	0,00	100, 30	22,62	22,62	0,00	0,00	1000,00	174,85	--	--
2	0,50	100, 35	22,62	22,62	511,46	-293,64	125,93	190,32	--	--
3	1,00	100, 40	22,62	22,62	308,98	-321,29	35,33	204,85	--	--
4	1,50	100, 45	22,62	22,62	259,41	-363,95	18,46	218,65	--	--
5	2,00	100, 50	22,62	22,62	253,65	-412,38	12,69	231,88	--	--
6	2,50	100, 55	22,62	22,62	272,20	-465,69	10,26	244,64	--	--
7	3,00	100, 60	22,62	22,62	313,75	-525,33	9,31	257,03	--	--
8	3,50	100, 65	22,62	22,62	388,46	-595,57	9,36	269,09	--	--
9	4,00	100, 70	22,62	22,62	525,98	-687,12	10,53	280,89	--	--
10	4,50	100, 75	22,62	22,62	820,81	-723,67	13,92	292,46	--	--
11	5,00	100, 80	22,62	22,62	1758,03	-1205,00	25,61	303,84	--	--
12	5,50	100, 85	22,62	22,62	2610,73	1558,59	33,07	315,05	--	--
13	6,00	100, 90	22,62	22,62	1261,99	487,24	14,05	326,12	--	--
14	6,50	100, 95	22,62	22,62	845,54	1092,84	8,34	338,83	--	--
15	7,00	100, 100	22,62	22,62	648,78	1072,86	5,71	354,38	--	--
16	7,50	100, 105	22,62	22,62	534,01	1080,33	4,23	369,93	--	--
17	8,00	100, 110	22,62	22,62	458,75	1101,03	3,28	385,48	--	--
18	8,50	100, 115	22,62	22,62	405,56	1129,11	2,64	401,05	--	--
19	9,00	100, 120	22,62	22,62	365,95	1161,74	2,17	416,63	--	--
20	9,50	100, 125	22,62	22,62	335,29	1197,38	1,83	432,24	--	--
21	10,00	100, 130	22,62	22,62	310,85	1235,09	1,56	447,87	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A _{ls}	A _{li}	σ _c	τ _c	σ _{ls}	σ _{li}
1	0,00	100, 30	22,62	22,62	0	0	0	0
2	0,50	100, 35	22,62	22,62	21	3	-38	-252
3	1,00	100, 40	22,62	22,62	51	5	108	-612
4	1,50	100, 45	22,62	22,62	75	2	208	-926
5	2,00	100, 50	22,62	22,62	70	-8	-127	-929
6	2,50	100, 55	22,62	22,62	49	-21	-718	-570
7	3,00	100, 60	22,62	22,62	140	-37	-1816	491
8	3,50	100, 65	22,62	22,62	328	-56	-3852	5561
9	4,00	100, 70	22,62	22,62	571	-75	-6412	14439
10	4,50	100, 75	22,62	22,62	855	-92	-9429	26197
11	5,00	100, 80	22,62	22,62	1165	-107	-12795	40178
12	5,50	100, 85	22,62	22,62	1490	-121	-16408	55855
13	6,00	100, 90	22,62	22,62	1829	-135	-20247	73138
14	6,50	100, 95	22,62	22,62	2182	-149	-24315	92067
15	7,00	100, 100	22,62	22,62	2550	-163	-28611	112663
16	7,50	100, 105	22,62	22,62	2932	-177	-33129	134946
17	8,00	100, 110	22,62	22,62	3328	-192	-37866	158930
18	8,50	100, 115	22,62	22,62	3738	-206	-42818	184627
19	9,00	100, 120	22,62	22,62	4162	-221	-47980	212047
20	9,50	100, 125	22,62	22,62	4599	-235	-53347	241198
21	10,00	100, 130	22,62	22,62	5050	-250	-58916	272096

Convenzione del 10 marzo 2008 tra Regione Liguria – Provincia di Genova – Comune di Genova

Autorità Portuale di Genova – ANAS SpA

Completamento della viabilità in sponda destra torrente Polcevera sub lotto 3 - Progetto esecutivo

Relazione tecnica e di calcolo vasche impianti di pompaggio

Doc. N. 455/PES/5.04.3/R021

Pag. 114 di 115

Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ _c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ _c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ _{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
σ _{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]
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 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	100, 130	22,62	22,62	0,00	0,00	1000,00	512,66	--	--
2	0,52	100, 130	22,62	22,62	0,00	1062,14	42,32	428,35	--	--
3	1,04	100, 130	22,62	22,62	0,00	1062,14	11,12	428,35	--	--
4	1,56	100, 130	22,62	22,62	0,00	1062,14	5,21	419,31	--	--
5	2,08	100, 130	22,62	22,62	0,00	1062,14	3,10	419,31	--	--
6	2,60	100, 130	22,62	22,62	0,00	1062,14	2,10	419,31	--	--
7	3,12	100, 130	22,62	22,62	0,00	1062,14	1,55	419,31	--	--
8	3,64	100, 130	22,62	22,62	0,00	1062,14	1,22	419,31	--	--
9	4,16	100, 130	22,62	31,67	0,00	1479,72	1,40	419,31	--	--
10	4,68	100, 130	22,62	31,67	0,00	1479,72	1,19	419,31	--	--
11	5,20	100, 130	22,62	54,29	0,00	2509,76	1,78	419,31	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A _{fs}	A _{fi}	σ _c	τ _c	σ _{fi}	σ _{fs}
12	0,00	100, 130	22,62	22,62	0	0	0	0
13	0,52	100, 130	22,62	22,62	150	90	9554	-1684
14	1,04	100, 130	22,62	22,62	572	166	36360	-6408
15	1,56	100, 130	22,62	22,62	1222	229	77636	-13683
16	2,08	100, 130	22,62	22,62	2055	278	130600	-23017
17	2,60	100, 130	22,62	22,62	3029	314	192468	-33921
18	3,12	100, 130	22,62	22,62	4099	337	260458	-45904
19	3,64	100, 130	22,62	22,62	5221	346	331787	-58475
20	4,16	100, 130	22,62	31,67	5586	342	291224	-65641
21	4,68	100, 130	22,62	31,67	6550	325	341480	-76968
22	5,20	100, 130	22,62	54,29	6126	294	230927	-76269