

Regione Piemonte
Provincia di Asti
Comune di **Tigliole**



Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio del Mare
Provvedimento e Decreto Direttoriale n. 502 del 22/11/2017
Decreto 1-FP del 28 febbraio 2018

Codice ReNDiS: **01IR904/G1**



**CONSOLIDAMENTO ABITATO E SISTEMAZIONE
VERSANTE SOTTOSTANTE VIA CERNAIA**

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Ai sensi del Decreto Legislativo 18 aprile 2016, n. 50 e s.m.i.

Allegato 04 - Relazione di calcolo

Settembre 2019

1 SOMMARIO

1	Sommario	1
2	Riferimenti normativi	2
2.1	Disciplina dei contratti pubblici	2
2.2	Disciplina delle opere in conglomerato cementizio	2
2.3	Disciplina delle opere di fondazione e di sostegno delle terre	2
3	Premessa	3
4	Inquadramento geologico	3
5	Caratterizzazione geotecnica.....	3
5.1	Indagini Geotecniche	3
5.1.1	Prova penetrometrica dinamica continua.....	3
5.2	Parametri geotecnici individuati.....	6
6	Descrizione delle opere	6
6.1	Intervento A - Muro di contenimento a gravità	7
6.1.1	Elaborati di calcolo della struttura	8
6.2	Interventi B1, B2, B3 e B4 – Cordoli su micropali ancorati con tiranti	31
6.2.1	Elaborati di Calcolo della struttura	31
6.2.2	Verifica senza ancoraggi	36
	Intervento C – piastra su micropali ancorata con tiranti.....	39
6.2.3	Elaborati di Calcolo della struttura	39
6.2.4	Verifica senza ancoraggi	44

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

2.1 DISCIPLINA DEI CONTRATTI PUBBLICI

- Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163 «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE» (abrogato dall'art. 217 del D.Lgs. n. 50 del 2016).
- D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 - Regolamento di esecuzione ed attuazione del Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture».
- Decreto Legislativo 18 aprile 2016, n. 50 - «Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture.»

2.2 DISCIPLINA DELLE OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

- Legge n. 1086 del 05/11/1971. Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge n. 64 del 02/02/1974. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- Testo Unico delle Norme Tecniche per le Costruzioni, approvato con DM Infrastrutture 14 gennaio 2008
- Circolare Ministeriale n. 617 del 2 febbraio 2009

2.3 DISCIPLINA DELLE OPERE DI FONDAZIONE E DI SOSTEGNO DELLE TERRE

- D.M. LL.PP. del 14/02/1992. Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 gennaio 1996 Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 16 gennaio 1996 Norme Tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".
- D.M. 16 gennaio 1996 Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche. - Circolare Ministero LL.PP. 15 ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C. Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 gennaio 1996.
- Circolare Ministero LL.PP. 10 aprile 1997 N. 65/AA.GG. Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 gennaio 1996.
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modificazioni
- Testo Unico delle Norme Tecniche per le Costruzioni, approvato con DM Infrastrutture 14 gennaio 2008
- Circolare Ministeriale n. 617 del 2 febbraio 2009

3 PREMESSA

La presente Relazione di Calcolo è stata redatta ai sensi dell'art. 23 del D.Lgs. 50/2016 del 18 aprile 2016 e sulla scorta del precedente Progetto di fattibilità tecnico-economica del maggio 2017.

La presente relazione si riferisce al dimensionamento ed alla verifica degli elementi strutturali previsti nell'ambito dei lavori di "Consolidamento dell'abitato e sistemazione idrogeologica del versante sottostante via Cernaia".

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Sono stati effettuati alcuni sopralluoghi da parte del Dott. Geol. Massimo Castellaro, che ha redatto la Relazione Geologica allegata al presente Progetto.

In base ai risultati della perizia geologica si riscontra:

- la presenza di un terreno di riporto dalle scadenti caratteristiche geomeccaniche (potenza complessiva di circa 3,40 m);
- segue uno strato di sabbie cementate dalle buone caratteristiche geomeccaniche tra 3,40 e 5,00 m dal locale p.c.;
- successivamente si passa a materiali sabbiosi fini dalle mediocri caratteristiche geomeccaniche fino a 10,00 m dal locale p.c.;
- infine si rinvergono sabbie cementate dapprima alterate e via via più integre e compatte in profondità, con buone caratteristiche geotecniche;

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Nel seguito sono riportate sinteticamente le prove geotecniche da cui è stato possibile ricavare i parametri geotecnici utilizzati nella relazione di calcolo.

5.1 INDAGINI GEOTECNICHE

È stata effettuata una prova penetrometrica dinamica continua.

5.1.1 Prova penetrometrica dinamica continua.

La prova consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica metallica, collegata ad un'asta di acciaio prolungabile con l'aggiunta di successive aste, di dimensioni standard, infissa verticalmente nel terreno per battitura, facendo cadere da un'altezza costante un maglio di dato peso. Le informazioni fornite dalla prova sono di tipo continuo, poiché le misure di resistenza alla penetrazione vengono eseguite durante tutta l'infissione.

Si conta il numero dei colpi necessari alla penetrazione di ciascun tratto di lunghezza stabilita. Nelle foto successive è definita la posizione in cui è stata eseguita la prova penetrometrica.



La figura successiva illustra i risultati delle prove penetrometriche eseguite.



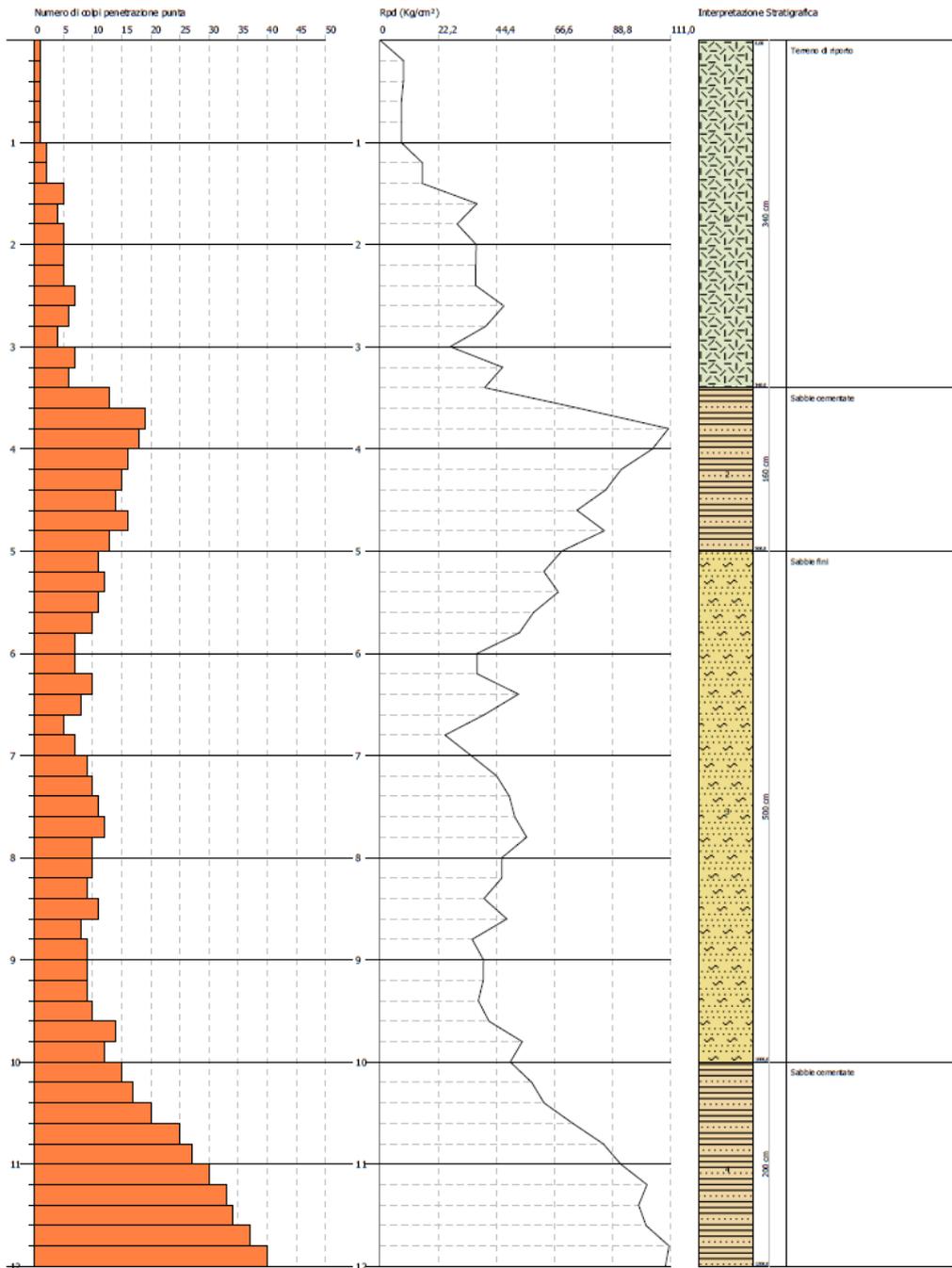
GEO CONTEST s.a.s.
Via E. Govarelli, 28 - 14100 Asti (AT)
Tel. e fax: 0141 351106 - Cell.: 393 9558998
www.gecontest.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N° 1
Strumento utilizzato... DPHS TG 63-200 PAGANI

Committente: Comune di Tigelle
Cantiere: Sistemazione versante frazione loc. Cemas
Località: Tigelle (AT)

Data: 24/02/2017

Scala: 1:50



PENETROMETRO PAGANI TG 63-200 KN

DOTT. GEOL. MASSIMO CASTELLARO

5.2 PARAMETRI GEOTECNICI INDIVIDUATI

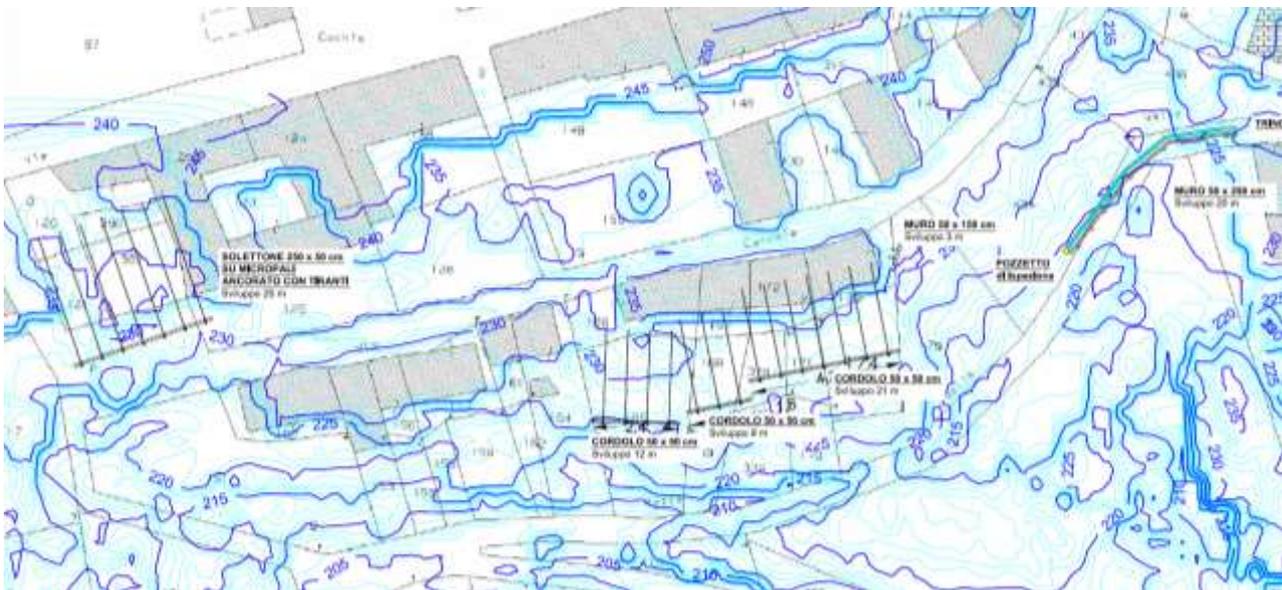
Nella tabella seguente sono riportati sinteticamente i dati ottenuti dalle indagini geotecniche e utilizzati per il calcolo riportato in seguito.

	Materiale	Profondità Strato	Peso specifico	Peso specifico saturo	Angolo di Attrito	Coesione
		[m]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	°	[kN/m ²]
Strato 1	Terreno di riporto	0,00 ÷ 3,40	15,6	18,9	24	-
Strato 2	Sabbie cementante	3,40 ÷ 5,00	20	20,5	34	-
Strato 3	sabbie fini	5,00 ÷ 10,00	18,7	19,5	30	-
Strato 4	Sabbie cementate	10,00 ÷ 12,00	21,1	22,2	40	-

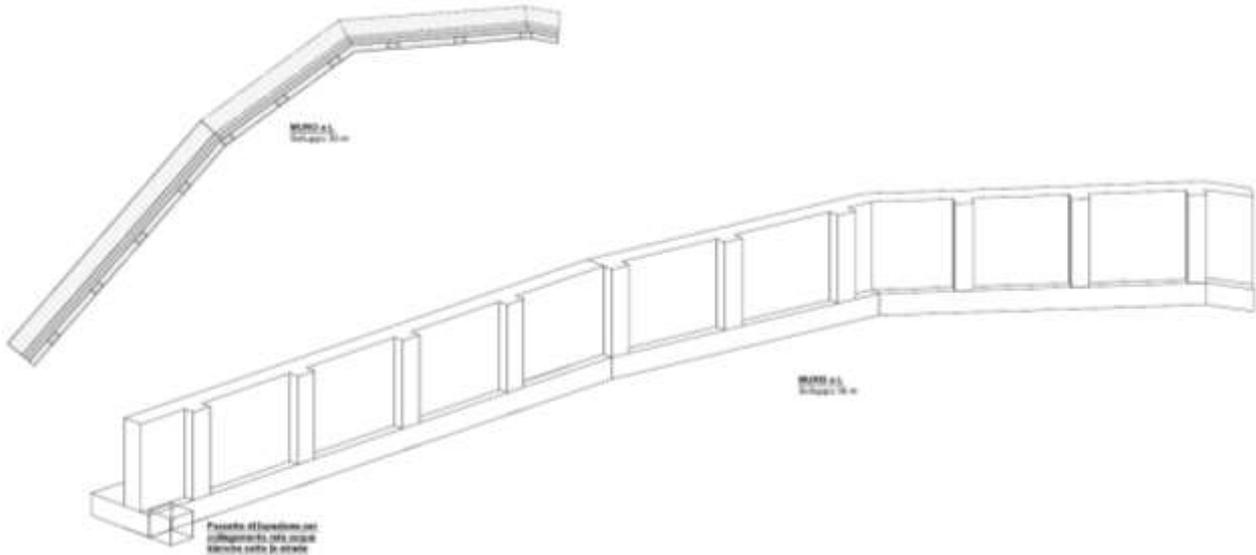
6 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Le opere previste sono le seguenti, illustrate nelle immagini che chiudono il capitolo e che rappresentano uno stralcio non in scala delle Tavole progettuali allegate al Progetto di Fattibilità.

Nella figura sottostante è riportata la localizzazione e la tipologia delle opere da eseguire.



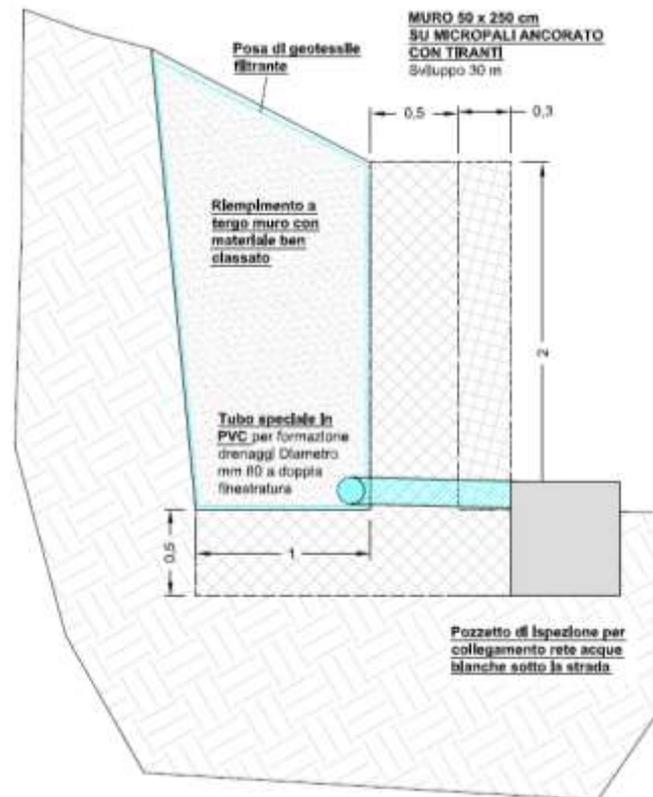
6.1 INTERVENTO A - MURO DI CONTENIMENTO A GRAVITÀ



Pianta e prospetto del muro



Collocazione dell'intervento



Sezione tipo del muro a gravità

6.1.1 Elaborati di calcolo della struttura

La descrizione della geometria del muro si avvale di una duplice rappresentazione, una schematica, tramite la sezione trasversale, e l'altra in forma analitica tramite le dimensioni principali degli elementi costituenti.

Sistema di riferimento

Nella seguente rappresentazione schematica viene rappresentata la posizione e l'orientamento del sistema di riferimento rispetto ai vertici principali della sagoma del muro.

Sistema di riferimento adottato per le coordinate:

Ascisse X (esprese in centimetri) positive verso destra

Ordinate Y (esprese in centimetri) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da sinistra verso destra

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dal basso verso l'alto

Tutti i valori in output sono riferiti ad 1 centimetro di muro.

Rappresentazione geometrica, sezione trasversale

Rappresentazione analitica

Il muro viene convenzionalmente suddiviso in blocchi principali ed eventuali accessori.

Ingombro globale

Larghezza totale del muro	: 180 cm
Altezza totale del muro	: 250 cm
Peso specifico del muro	: 2500 daN/m ³
Peso specifico delle falde	: 1000 daN/m ³

Paramento

Base inf.	: 50 cm
Base sup.	: 50 cm
Altezza	: 200 cm
Disassamento	: 0 cm

Mensola sinistra in fondazione

Larghezza	: 30 cm
Alt.interna	: 50 cm
Alt.esterna	: 50 cm
Disassamento	: 0 cm

Zoccolo centrale in fondazione

Larghezza	: 50 cm
Altezza a sx	: 50 cm
Altezza a dx	: 50 cm
Sfalsamento	: 0 cm

Mensola destra in fondazione

Larghezza	: 100 cm
Alt.interna	: 50 cm
Alt.esterna	: 50 cm
Disassamento	: 0 cm

Caratteristiche dei terreni

Significato dei simboli e unità di misura:

Gsat: Peso specifico saturo del terreno, utilizzato nelle zone immerse (daN/m³)

Gnat: Peso specifico naturale del terreno, utilizzato nelle zone non immerse (daN/m³)

Fi: Angolo di attrito interno del terreno (deg)

C': Coesione drenata del terreno (daN/cm²)

Cnd: Coesione non drenata del terreno (daN/cm²)

Delta: Angolo di attrito all'interfaccia terreno/paramento (deg)

AI: Adesione della coesione all'interfaccia terreno/cls (-)

OCR: Coefficiente di sovraconsolidazione del terreno (-)

Ko: Coefficiente di spinta a riposo del terreno (-)

E: Modulo elastico longitudinale del terreno (daN/cm²)

G: Modulo elastico tangenziale del terreno (daN/cm²)

Perm: Permeabilità del terreno (cm/sec)

N	Denominazione	Gsat	Gnat	Fi	C'	Cnd	Delta	Al	OCR	Ko	E	G	Perm
1	Terreno superficiale	2500	1800	23.00	0.100	0.150	0.00	1.00	1.00	0.61	500	200	3.30E-01
2	Sabbia cementata	2500	1800	40.00	0.100	30.00 0	0.00	1.00	1.00	0.36	500	200	3.30E-01

Geometria degli strati

Vengono mostrate in forma tabellare le sequenze di punti che costituiscono le poligoni di separazione degli strati di terreno.

Strato n.1, materiale sottostante: Terreno superficiale

Progressivo	N.	X [cm]	Y [cm]
1	1	25	200
2	2	972	489

Strato n.2, materiale sottostante: Sabbia cementata

Progressivo	N.	X [cm]	Y [cm]
1	3	125	0
2	4	972	259

Strato n.3, materiale sottostante: Sabbia cementata

Progressivo	N.	X [cm]	Y [cm]
1	5	-1045	0
2	6	-55	0

Strato n.4, materiale sottostante: Sabbia cementata

Stratigrafia adattata al profilo del muro.

Progressivo	N.	X [cm]	Y [cm]
1	-	-55	-50
2	-	-25	-50
3	-	25	-50
4	-	125	-50

Metodi di calcolo delle azioni e delle verifiche

Metodo di calcolo della spinta del terreno
 Metodo di calcolo della portanza del terreno
 Normativa adottata per le verifiche locali
 le Costruzioni

: Mononobe-Okabe
 : Terzaghi
 : D.M. 14/01/2008 Norme Tecniche per

Normativa adottata per il sisma: D.M. 14/01/2008 Norme tecniche per le costruzioni NTC 2008.

Localizzazione dell'opera: Asti, Tigliole

Vita nominale dell'opera (Tab. 2.4.I): 50 anni

Classe d'uso (Tab. 2.4.II): 2
 Parametri sismici calcolati per lo stato limite : SLV
 Accelerazione relativa A_g/g massima attesa al suolo: 0.0421 g
 Categoria del suolo di fondazione: D
 Coefficiente di amplificazione stratigrafica: 1.8
 Coefficiente di amplificazione topografica: 1.4
 Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima per il sito (Beta s): 0.2
 Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima per muri (Beta m): 0.18
 Punto di applicazione della forza dinamica: a metà altezza del muro
 Effetto della componente verticale di accelerazione sismica incluso.

Descrizione della normativa sismica

In zona sismica per l'opera di sostegno viene condotta una analisi pseudostatica secondo quanto previsto dalla normativa vigente (NTC 2008 D.M. del 14/01/2008, paragrafo 7.11.6).

Nell'analisi pseudostatica, l'azione sismica è rappresentata da un insieme di forze statiche orizzontali e verticali, pari al prodotto delle forze di gravità moltiplicate per un coefficiente sismico.

I coefficienti sismici orizzontali e verticali, applicati a tutte le masse potenzialmente instabili, sono calcolati rispettivamente come:

$$k_h = \beta_m \cdot (a_{max}/g)$$

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

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

Dove: β_m è il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{max} è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g è l'accelerazione di gravità;

S_s è il coefficiente di amplificazione stratigrafica, in funzione dei terreni del sito;

S_T è il coefficiente di amplificazione topografica, in funzione della forma del pendio;

a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

I valori di β_m sono riportati nella normativa in Tab. 7.11.II, in funzione della categoria di sottosuolo e della accelerazione orizzontale massima a_g .

Il coefficiente S_s di amplificazione stratigrafica è funzione dei terreni del sito ed ha valore unitario sul terreno di riferimento; i valori minimi e massimi di S_s sono riportati nella normativa in Tab. 3.2.V.

Il coefficiente S_T di amplificazione topografica è maggiore di 1 per strutture su pendii con inclinazione maggiore di 15° e dislivello superiore a 30m, mentre è unitario negli altri casi; i valori massimi di S_T sono riportati nella normativa in Tab. 3.2.VI, in funzione della categoria topografica della superficie.

I coefficienti sismici sopra definiti sono considerati costanti lungo l'altezza del muro.

L'incremento di spinta dovuto al sisma può venire assunto agente nello stesso punto di quella statica, nel caso di muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, oppure a metà altezza dell'opera, negli altri casi.

La spinta totale di progetto E_d agente sull'opera di sostegno è data da:

$$E_d = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (1 \pm k_v) \cdot K \cdot h^2 + E_{ws}$$

dove: γ è il peso specifico del terreno;

K è il coefficiente di spinta del terreno;

h è l'altezza del muro;

E_{ws} è la spinta idrostatica;

Il coefficiente di spinta del terreno viene calcolato come nel caso statico ma con le seguenti modifiche*:

- nel caso di terreno sotto falda, applicando una rotazione al profilo del muro e degli strati di terreno, secondo le espressioni

$$\tan \theta_A = \frac{\gamma}{\gamma - \gamma_w} \cdot \frac{k_h}{1 + k_v} \quad \text{e} \quad \tan \theta_B = \frac{\gamma}{\gamma - \gamma_w} \cdot \frac{k_h}{1 - k_v}$$

dove: γ è il peso specifico del terreno saturo;

γ_w è il peso specifico dell'acqua;

- nel caso di terreno sopra falda, applicando una rotazione al profilo del muro e degli strati di terreno, secondo le espressioni

$$\tan \theta_A = \frac{k_h}{1 + k_v} \quad \text{e} \quad \tan \theta_B = \frac{k_h}{1 - k_v}$$

*eccetto il metodo di Mononobe-Okabe, che include il sisma in modo nativo nella formulazione.

L'acqua interstiziale viene considerata non libera all'interno dello scheletro solido del terreno, trattando quindi quest'ultimo come un mezzo monofase. In presenza di acqua libera sulla faccia del muro viene aggiunta la sovrappressione (considerata agente nel caso peggiore, cioè da monte verso valle) dovuta all'effetto idrodinamico, secondo la relazione:

$$q(z) = \frac{7}{8} \cdot k_h \cdot \gamma_w \cdot \sqrt{h \cdot z}$$

dove: h è l'altezza totale della zona interessata dall'acqua libera;

z è la distanza dal pelo libero dell'acqua;

Stabilità globale

In presenza di sisma viene condotta una analisi pseudo-statica secondo NTC 2008, paragrafo 7.11.3.5, secondo cui l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, proporzionale al peso del volume di terreno instabile ed ai coefficienti sismici orizzontale e verticale:

$$k_h = \beta_s \cdot (a_{\max}/g)$$

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

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

Dove: β_s è il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{\max} è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito, in funzione della zona sismica;

g è l'accelerazione di gravità;

S_s è il coefficiente di amplificazione stratigrafica, in funzione dei terreni del sito;

S_T è il coefficiente di amplificazione topografica, in funzione della forma del pendio;

a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

I valori di β_s sono riportati nella normativa in Tab. 7.11.I, in funzione della categoria di sottosuolo e della accelerazione orizzontale massima a_g .

Il coefficiente S_s di amplificazione stratigrafica è funzione dei terreni del sito ed ha valore unitario sul terreno di riferimento; i valori minimi e massimi di S_s sono riportati nella normativa in Tab. 3.2.V.

Il coefficiente S_T di amplificazione topografica è maggiore di 1 per strutture su pendii con inclinazione maggiore di 15° e dislivello superiore a 30m, mentre è unitario negli altri casi; i valori massimi di S_T sono riportati nella normativa in Tab. 3.2.VI, in funzione della categoria topografica della superficie.

Il calcolo viene condotto nelle combinazioni stabilite dall'utente, con i coefficienti parziali sulle azioni, sui materiali e resistenze indicati; di default vengono create combinazioni per il caso statico e sismico.

Il margine di sicurezza alla stabilità del pendio ottenuto deve essere valutato e motivato dal progettista.

Descrizione del metodo di calcolo delle spinte

La teoria di Mononobe-Okabe fa uso del *metodo dell'equilibrio limite* e può essere considerata una estensione del metodo di Coulomb, in cui alle usuali spinte al contorno del cuneo instabile di terreno vengono sommate anche le azioni inerziali orizzontali e verticali dovute all'accelerazione delle masse.

Le ipotesi che stanno alla base del metodo sono quindi:

Terreno isotropo, omogeneo e dotato di attrito e/o coesione.

Terreno che, a causa degli spostamenti del muro, si trova in uno stato di equilibrio plastico.

Superficie di rottura piana.

Superficie superiore del cuneo anche inclinata ma di forma piana.

La resistenza per attrito e per coesione si sviluppa uniformemente lungo la superficie di rottura.

Può esistere attrito tra paramento del muro e terreno, che si sviluppa al primo spostamento del muro.

Il paramento del muro può essere inclinato ma non spezzato in più parti.

L'effetto delle accelerazioni k_h e k_v viene intrinsecamente considerato nel baricentro del cuneo instabile.

Le spinte Attiva e Passiva si calcolano come:

$$P_{a/p} = \frac{1}{2} \gamma \cdot h^2 \cdot (1 - k_v) \cdot K_{a/p}$$

il coefficiente $K_{a/p}$ viene calcolato utilizzando la formulazione di Mononobe-Okabe proposta nell'ordinanza 3274 e successiva correzione 3316, in cui i simboli usati sono:

ϕ = angolo di attrito interno del terreno.

ψ = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della parete interessata del muro.

β = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno.

δ = angolo di attrito terreno-muro.

θ = angolo di rotazione aggiuntiva definito come segue.

$$\tan(\theta) = \frac{k_h}{1 \pm k_v}$$

Il coefficiente per stati di spinta attiva si divide in due casi:

$$\beta \leq \phi - \theta: \quad K_a = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos\theta \cdot \sin^2\psi \cdot \sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

$$\beta > \phi - \theta: \quad K_a = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos\theta \cdot \sin^2\psi \cdot \sin(\psi - \theta - \delta)}$$

Il coefficiente per stati di spinta passiva è invece:

$$K_p = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos\theta \cdot \sin^2\psi \cdot \sin(\psi + \theta) \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi) \cdot \sin(\phi + \beta - \theta)}{\sin(\psi + \beta) \cdot \sin(\psi + \theta)}} \right]^2}$$

Nel caso di accelerazione sismica solo orizzontale l'angolo θ è unico e la spinta attiva e passiva risulta univocamente determinata; viceversa le formule forniscono due distinti valori, che corrispondono alla presenza di accelerazione sismica verticale verso l'alto e verso il basso.

Descrizione del metodo di calcolo della portanza

La capacità portante viene valutata attraverso la formula di Terzaghi per la quale risulta

$$Q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c + q \cdot N_q + \frac{1}{2} \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma$$

dove:

γ = peso di volume dello strato di fondazione;

B = larghezza efficace della fondazione (depurata dell'eventuale eccentricità del carico $B = B_f - 2e$);

c = coesione dello strato di fondazione;

q = sovraccarico del terreno sovrastante il piano di fondazione;

N_c, N_q, N_γ = fattori di capacità portante;

s_c, s_γ = fattori di forma della fondazione;

Per la teoria di Terzaghi i coefficienti sopra definiti assumono le espressioni che seguono:

$$N_c = (N_q - 1) \cdot ctg\phi; \quad N_q = \frac{e^{2(0.75\pi - \phi/2)tg\phi}}{2 \cdot \cos^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)}; \quad N_\gamma = \frac{tg\phi}{2} \cdot \left(\frac{K_{p\gamma}}{\cos^2\phi} - 1\right)$$

nelle quali si sono considerati i seguenti dati:

ϕ = angolo di attrito dello strato di fondazione;

$K_{p\gamma}$ è un valore empirico che Terzaghi non ha mai definito in modo chiaro. Nel calcolo viene impiegato un valore interpolato linearmente dalla seguente tabella ($\phi / K_{p\gamma}$), ricavata da Bowles interpretando i fattori di capacità portante di Terzaghi a ritroso: 0°/10.8; 5°/12.2; 10°/14.7; 15°/18.6; 20°/25; 25°/35; 30°/52; 35°/82; 40°/141; 45°/298; 50°/800;

I fattori di forma s_c ed s_γ valgono 1 per la fondazione nastriforme.

* La formula di Terzaghi non considera gli effetti dell'inclinazione del carico, del piano di posa e del piano campagna.

Distribuzioni di spinte e pressioni

Coefficienti di spinta

Coefficienti di spinta sul paramento a monte							
Strato	Tratto di calcolo				Combinazione		Coefficiente
N.	Xini	Xfin	Yini	Yfin	Index	Nome	K_a
1	25	25	200	0	1	EQU-1	0.74
1	25	25	200	0	2	EQU-2	0.96
1	25	25	200	0	3	STR-1	0.58
1	25	25	200	0	4	STR-2	0.58
1	25	25	200	0	5	GEO-1	0.74
1	25	25	200	0	6	SIS-1	0.61
1	25	25	200	0	7	SIS-2	0.61
1	25	25	200	0	8	SIS-3	0.8
1	25	25	200	0	9	SIS-4	0.81

1	25	25	200	0	10	SLE-1	0.58
---	----	----	-----	---	----	-------	------

Coefficients di spinta sul filo mensola a monte							
Strato	Tratto di calcolo				Combinazione		Coefficiente
N.	Xini	Xfin	Yini	Yfin	Index	Nome	K _a
1	125	125	231	0	1	EQU-1	0.74
2	125	125	0	-50	1	EQU-1	0.35
1	125	125	231	0	2	EQU-2	0.96
2	125	125	0	-50	2	EQU-2	0.44
1	125	125	231	0	3	STR-1	0.58
2	125	125	0	-50	3	STR-1	0.26
1	125	125	231	0	4	STR-2	0.58
2	125	125	0	-50	4	STR-2	0.26
1	125	125	231	0	5	GEO-1	0.74
2	125	125	0	-50	5	GEO-1	0.35
1	125	125	231	0	6	SIS-1	0.61
2	125	125	0	-50	6	SIS-1	0.27
1	125	125	231	0	7	SIS-2	0.61
2	125	125	0	-50	7	SIS-2	0.27
1	125	125	231	0	8	SIS-3	0.8
2	125	125	0	-50	8	SIS-3	0.36
1	125	125	231	0	9	SIS-4	0.81
2	125	125	0	-50	9	SIS-4	0.36
1	125	125	231	0	10	SLE-1	0.58
2	125	125	0	-50	10	SLE-1	0.26

Coefficients di spinta sul filo mensola a valle							
Strato	Tratto di calcolo				Combinazione		Coefficiente
N.	Xini	Xfin	Yini	Yfin	Index	Nome	K _p
1	55	55	0	-50	1	EQU-1	3.52
1	55	55	0	-50	2	EQU-2	3.32
1	55	55	0	-50	3	STR-1	4.6
1	55	55	0	-50	4	STR-2	4.6
1	55	55	0	-50	5	GEO-1	3.52
1	55	55	0	-50	6	SIS-1	4.56
1	55	55	0	-50	7	SIS-2	4.56
1	55	55	0	-50	8	SIS-3	3.48
1	55	55	0	-50	9	SIS-4	3.48
1	55	55	0	-50	10	SLE-1	4.6

Pressioni

Le distribuzioni delle pressioni esercitate dai terreni circostanti il muro sono date attraverso un insieme di segmenti generalmente coincidenti i profili laterali dell'intervento murario. Ogni segmento presenta una distribuzione lineare di pressione che può variare vettorialmente da un valore (VX1, VY1) sino ad un valore (VX2, VY2). Le distribuzioni di pressione sono fornite per causa originante (pressione del terreno o pressione dell'acqua) e sommate globalmente.

Pressioni sul paramento a monte in combinazione EQU-1

N .	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂
1	25	200	25	190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	25	190	25	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	25	180	25	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	25	170	25	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	25	160	25	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	25	150	25	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	25	140	25	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	25	130	25	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	25	120	25	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	25	110	25	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	25	100	25	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	25	90	25	80	0	0	-0.01	0	0	0	0	0	0	0	-0.01	0
13	25	80	25	70	-0.01	0	-0.02	0	0	0	0	0	-0.01	0	-0.02	0
14	25	70	25	60	-0.02	0	-0.03	0	0	0	0	0	-0.02	0	-0.03	0
15	25	60	25	50	-0.03	0	-0.04	0	0	0	0	0	-0.03	0	-0.04	0
16	25	50	25	40	-0.04	0	-0.05	0	0	0	0	0	-0.04	0	-0.05	0
17	25	40	25	30	-0.05	0	-0.07	0	0	0	0	0	-0.05	0	-0.07	0
18	25	30	25	20	-0.07	0	-0.08	0	0	0	0	0	-0.07	0	-0.08	0
19	25	20	25	10	-0.08	0	-0.09	0	0	0	0	0	-0.08	0	-0.09	0
20	25	10	25	0	-0.09	0	-0.1	0	0	0	0	0	-0.09	0	-0.1	0

Pressioni sul paramento a monte in combinazione EQU-2

N .	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂
1	25	200	25	190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	25	190	25	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	25	180	25	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	25	170	25	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

5	25	160	25	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	25	150	25	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	25	140	25	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	25	130	25	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	25	120	25	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	25	110	25	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	25	100	25	90	-0.06	0	-0.06	0	0	0	0	0	-0.06	0	-0.06	0
12	25	90	25	80	-0.06	0	-0.08	0	0	0	0	0	-0.06	0	-0.08	0
13	25	80	25	70	-0.08	0	-0.09	0	0	0	0	0	-0.08	0	-0.09	0
14	25	70	25	60	-0.09	0	-0.1	0	0	0	0	0	-0.09	0	-0.1	0
15	25	60	25	50	-0.1	0	-0.12	0	0	0	0	0	-0.1	0	-0.12	0
16	25	50	25	40	-0.12	0	-0.13	0	0	0	0	0	-0.12	0	-0.13	0
17	25	40	25	30	-0.13	0	-0.14	0	0	0	0	0	-0.13	0	-0.14	0
18	25	30	25	20	-0.14	0	-0.16	0	0	0	0	0	-0.14	0	-0.16	0
19	25	20	25	10	-0.16	0	-0.17	0	0	0	0	0	-0.16	0	-0.17	0
20	25	10	25	0	-0.17	0	-0.18	0	0	0	0	0	-0.17	0	-0.18	0

Pressioni sul paramento a monte in combinazione STR-1

N	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂
1	25	200	25	190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	25	190	25	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	25	180	25	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	25	170	25	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	25	160	25	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	25	150	25	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	25	140	25	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	25	130	25	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	25	120	25	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	25	110	25	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	25	100	25	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

1	25	90	25	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2																
1	25	80	25	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3																
1	25	70	25	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4																
1	25	60	25	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5																
1	25	50	25	40	0	0	-0.02	0	0	0	0	0	0	0	-0.02	0
6																
1	25	40	25	30	-0.02	0	-0.03	0	0	0	0	0	-0.02	0	-0.03	0
7																
1	25	30	25	20	-0.03	0	-0.04	0	0	0	0	0	-0.03	0	-0.04	0
8																
1	25	20	25	10	-0.04	0	-0.05	0	0	0	0	0	-0.04	0	-0.05	0
9																
2	25	10	25	0	-0.05	0	-0.06	0	0	0	0	0	-0.05	0	-0.06	0
0																

Pressioni sul paramento a monte in combinazione STR-2

N	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂
1	25	200	25	190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	25	190	25	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	25	180	25	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	25	170	25	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	25	160	25	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	25	150	25	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	25	140	25	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	25	130	25	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	25	120	25	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	25	110	25	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	25	100	25	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	25	90	25	80	0	0	-0.01	0	0	0	0	0	0	0	-0.01	0
13	25	80	25	70	-0.01	0	-0.02	0	0	0	0	0	-0.01	0	-0.02	0
14	25	70	25	60	-0.02	0	-0.04	0	0	0	0	0	-0.02	0	-0.04	0
15	25	60	25	50	-0.04	0	-0.05	0	0	0	0	0	-0.04	0	-0.05	0
16	25	50	25	40	-0.05	0	-0.07	0	0	0	0	0	-0.05	0	-0.07	0

17	25	40	25	30	-0.07	0	-0.08	0	0	0	0	0	-0.07	0	-0.08	0
18	25	30	25	20	-0.08	0	-0.09	0	0	0	0	0	-0.08	0	-0.09	0
19	25	20	25	10	-0.09	0	-0.11	0	0	0	0	0	-0.09	0	-0.11	0
20	25	10	25	0	-0.11	0	-0.12	0	0	0	0	0	-0.11	0	-0.12	0

Pressioni sul paramento a monte in combinazione GEO-1

N	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂
1	25	200	25	190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	25	190	25	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	25	180	25	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	25	170	25	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	25	160	25	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	25	150	25	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	25	140	25	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	25	130	25	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	25	120	25	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	25	110	25	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	25	100	25	90	0	0	-0.01	0	0	0	0	0	0	0	-0.01	0
12	25	90	25	80	-0.01	0	-0.02	0	0	0	0	0	-0.01	0	-0.02	0
13	25	80	25	70	-0.02	0	-0.04	0	0	0	0	0	-0.02	0	-0.04	0
14	25	70	25	60	-0.04	0	-0.05	0	0	0	0	0	-0.04	0	-0.05	0
15	25	60	25	50	-0.05	0	-0.06	0	0	0	0	0	-0.05	0	-0.06	0
16	25	50	25	40	-0.06	0	-0.08	0	0	0	0	0	-0.06	0	-0.08	0
17	25	40	25	30	-0.08	0	-0.09	0	0	0	0	0	-0.08	0	-0.09	0
18	25	30	25	20	-0.09	0	-0.1	0	0	0	0	0	-0.09	0	-0.1	0
19	25	20	25	10	-0.1	0	-0.12	0	0	0	0	0	-0.1	0	-0.12	0
20	25	10	25	0	-0.12	0	-0.13	0	0	0	0	0	-0.12	0	-0.13	0

Pressioni sul paramento a monte in combinazione SIS-1

N .	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂
1	25	200	25	190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	25	190	25	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	25	180	25	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	25	170	25	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	25	160	25	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	25	150	25	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	25	140	25	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	25	130	25	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	25	120	25	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	25	110	25	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	25	100	25	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	25	90	25	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	25	80	25	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	25	70	25	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	25	60	25	50	-0.01	0	-0.01	0	0	0	0	0	-0.01	0	-0.01	0
16	25	50	25	40	-0.01	0	-0.02	0	0	0	0	0	-0.01	0	-0.02	0
17	25	40	25	30	-0.02	0	-0.03	0	0	0	0	0	-0.02	0	-0.03	0
18	25	30	25	20	-0.03	0	-0.04	0	0	0	0	0	-0.03	0	-0.04	0
19	25	20	25	10	-0.04	0	-0.05	0	0	0	0	0	-0.04	0	-0.05	0
20	25	10	25	0	-0.05	0	-0.06	0	0	0	0	0	-0.05	0	-0.06	0

Pressioni sul paramento a monte in combinazione SIS-2

N .	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂
1	25	200	25	190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	25	190	25	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	25	180	25	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	25	170	25	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	25	160	25	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

6	25	150	25	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	25	140	25	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	25	130	25	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	25	120	25	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	25	110	25	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	25	100	25	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	25	90	25	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	25	80	25	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	25	70	25	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	25	60	25	50	0	0	-0.01	0	0	0	0	0	0	0	-0.01	0
16	25	50	25	40	-0.01	0	-0.02	0	0	0	0	0	-0.01	0	-0.02	0
17	25	40	25	30	-0.02	0	-0.03	0	0	0	0	0	-0.02	0	-0.03	0
18	25	30	25	20	-0.03	0	-0.04	0	0	0	0	0	-0.03	0	-0.04	0
19	25	20	25	10	-0.04	0	-0.05	0	0	0	0	0	-0.04	0	-0.05	0
20	25	10	25	0	-0.05	0	-0.06	0	0	0	0	0	-0.05	0	-0.06	0

Pressioni sul paramento a monte in combinazione SIS-3

N	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂
1	25	200	25	190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	25	190	25	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	25	180	25	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	25	170	25	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	25	160	25	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	25	150	25	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	25	140	25	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	25	130	25	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	25	120	25	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	25	110	25	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	25	100	25	90	-0.01	0	-0.02	0	0	0	0	0	-0.01	0	-0.02	0
12	25	90	25	80	-0.02	0	-0.04	0	0	0	0	0	-0.02	0	-0.04	0

13	25	80	25	70	-0.04	0	-0.05	0	0	0	0	0	-0.04	0	-0.05	0
14	25	70	25	60	-0.05	0	-0.06	0	0	0	0	0	-0.05	0	-0.06	0
15	25	60	25	50	-0.06	0	-0.08	0	0	0	0	0	-0.06	0	-0.08	0
16	25	50	25	40	-0.08	0	-0.09	0	0	0	0	0	-0.08	0	-0.09	0
17	25	40	25	30	-0.09	0	-0.1	0	0	0	0	0	-0.09	0	-0.1	0
18	25	30	25	20	-0.1	0	-0.12	0	0	0	0	0	-0.1	0	-0.12	0
19	25	20	25	10	-0.12	0	-0.13	0	0	0	0	0	-0.12	0	-0.13	0
20	25	10	25	0	-0.13	0	-0.14	0	0	0	0	0	-0.13	0	-0.14	0

Pressioni sul paramento a monte in combinazione SIS-4

N	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂
1	25	200	25	190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	25	190	25	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	25	180	25	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	25	170	25	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	25	160	25	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	25	150	25	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	25	140	25	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	25	130	25	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	25	120	25	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	25	110	25	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	25	100	25	90	-0.01	0	-0.02	0	0	0	0	0	-0.01	0	-0.02	0
12	25	90	25	80	-0.02	0	-0.03	0	0	0	0	0	-0.02	0	-0.03	0
13	25	80	25	70	-0.03	0	-0.05	0	0	0	0	0	-0.03	0	-0.05	0
14	25	70	25	60	-0.05	0	-0.06	0	0	0	0	0	-0.05	0	-0.06	0
15	25	60	25	50	-0.06	0	-0.07	0	0	0	0	0	-0.06	0	-0.07	0
16	25	50	25	40	-0.07	0	-0.08	0	0	0	0	0	-0.07	0	-0.08	0
17	25	40	25	30	-0.08	0	-0.1	0	0	0	0	0	-0.08	0	-0.1	0

18	25	30	25	20	-0.1	0	-0.11	0	0	0	0	0	0	-0.1	0	-0.11	0
19	25	20	25	10	-0.11	0	-0.12	0	0	0	0	0	0	-0.11	0	-0.12	0
20	25	10	25	0	-0.12	0	-0.14	0	0	0	0	0	0	-0.12	0	-0.14	0

Pressioni sul paramento a monte in combinazione SLE-1

N	tratto di calcolo				terreno				acqua				totale			
	X ₁	Y ₁	X ₂	Y ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂	Vx ₁	Vy ₁	Vx ₂	Vy ₂
1	25	200	25	190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	25	190	25	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	25	180	25	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	25	170	25	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	25	160	25	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	25	150	25	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	25	140	25	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	25	130	25	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	25	120	25	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	25	110	25	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	25	100	25	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	25	90	25	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	25	80	25	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	25	70	25	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	25	60	25	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	25	50	25	40	0	0	-0.02	0	0	0	0	0	0	0	-0.02	0
17	25	40	25	30	-0.02	0	-0.03	0	0	0	0	0	-0.02	0	-0.03	0
18	25	30	25	20	-0.03	0	-0.04	0	0	0	0	0	-0.03	0	-0.04	0
19	25	20	25	10	-0.04	0	-0.05	0	0	0	0	0	-0.04	0	-0.05	0
20	25	10	25	0	-0.05	0	-0.06	0	0	0	0	0	-0.05	0	-0.06	0

Risultante delle azioni agenti sul muro

Vengono riportate le combinazioni di calcolo ed il riepilogo delle azioni risultanti agenti sul muro per le verifiche geotecniche.

Combinazioni di calcolo

La seguente tabella mostra i coefficienti moltiplicatori delle azioni utilizzati nelle combinazioni ed i relativi gruppi di coefficienti di sicurezza parziale, definiti nella normativa.

Per i gruppi An l'indice n fa riferimento alle tabelle delle azioni, dove A1, A2 e A3 indicano rispettivamente il gruppo STR, il gruppo GEO ed il gruppo EQU della tabella 6.2.I (paragrafo 6.2.3.1.1), A4 indica il gruppo UPL (Sollevamento) della tabella 6.2.III (paragrafo 6.2.3.2), A5 indica il gruppo HYD (Sifonamento) della tabella 6.2.IV (paragrafo 6.2.3.3).

Per il gruppo Mn l'indice n fa riferimento alla tabella 6.2.II (par.6.2.3.1.2).

Per il gruppo Rn l'indice n fa riferimento alle tabelle 6.4.I (par.6.4.2.1) e 6.4.II (par.6.4.3.1).

Con l'indice stampato n uguale a 0 (A0, M0 e R0), si intendono le situazioni in cui non sono definiti dei gruppi specifici da parte della normativa (cfr. par.7.11.1) ed i coefficienti moltiplicatori sono da intendersi implicitamente unitari.

Famiglia	A	M	R	Indice	Nome	Perm.	Variabili	Sisma H	Sisma V
EQU	A3	M2	R0	1	EQU-1	0.9	0	0	0
EQU	A0	M2	R0	2	EQU-2	1	0	1	1
STR	A1	M1	R1	1	STR-1	1	0	0	0
STR	A1	M1	R1	2	STR-2	1.3	0	0	0
GEO	A2	M2	R2	1	GEO-1	1	0	0	0
SIS	A0	M1	R1	1	SIS-1	1	0	1	1
SIS	A0	M1	R1	2	SIS-2	1	0	1	-1
SIS	A0	M2	R2	3	SIS-3	1	0	1	1
SIS	A0	M2	R2	4	SIS-4	1	0	1	-1
SLE	A0	M0	R0	1	SLE-1	1	0	0	0

Combinazione di carico EQU-1

Descrizione	x _p	y _p	F _x	F _y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	17	41	0	-42.75
Peso proprio del terreno/acqua a monte	76	108	0	-34.88
Spinta del terreno a monte	0	23	-10.48	0
Spinta del terreno a valle	0	-28	22.13	0

Combinazione di carico EQU-2

Descrizione	x _p	y _p	F _x	F _y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	17	41	0	-47.5
Peso proprio del terreno/acqua a monte	76	108	0	-38.75
Spinta del terreno a monte	0	33	-24.3	0

Spinta del terreno a valle	0	-28	22.46	0
Forza di inerzia dovuta al muro	17	41	-5.04	-2.52
Forza di inerzia dovuta al terreno/acqua a monte	76	108	-4.11	-2.06

Combinazione di carico STR-1

Descrizione	x _p	y _p	F _x	F _y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	17	41	0	-47.5
Peso proprio del terreno/acqua a monte	76	108	0	-38.75
Spinta del terreno a monte	0	18	-4.62	0
Spinta del terreno a valle	0	-28	31.79	0

Combinazione di carico STR-2

Descrizione	x _p	y _p	F _x	F _y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	17	41	0	-61.75
Peso proprio del terreno/acqua a monte	76	108	0	-50.38
Spinta del terreno a monte	0	25	-12.19	0
Spinta del terreno a valle	0	-28	34.9	0

Combinazione di carico GEO-1

Descrizione	x _p	y _p	F _x	F _y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	17	41	0	-47.5
Peso proprio del terreno/acqua a monte	76	108	0	-38.75
Spinta del terreno a monte	0	26	-14.02	0
Spinta del terreno a valle	0	-28	22.92	0

Combinazione di carico SIS-1

Descrizione	x _p	y _p	F _x	F _y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	17	41	0	-47.5
Peso proprio del terreno/acqua a monte	76	108	0	-38.75
Spinta del terreno a monte	0	18	-5.54	0
Spinta del terreno a valle	0	-28	31.7	0
Forza di inerzia dovuta al muro	17	41	-0.91	-0.45
Forza di inerzia dovuta al terreno/acqua a monte	76	108	-0.74	-0.37

Combinazione di carico SIS-2

Descrizione	x _p	y _p	F _x	F _y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	17	41	0	-47.5

Peso proprio del terreno/acqua a monte	76	108	0	-38.75
Spinta del terreno a monte	0	18	-5.09	0
Spinta del terreno a valle	0	-28	31.5	0
Forza di inerzia dovuta al muro	17	41	-0.91	0.45
Forza di inerzia dovuta al terreno/acqua a monte	76	108	-0.74	0.37

Combinazione di carico SIS-3

Descrizione	x_p	y_p	F_x	F_y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	17	41	0	-47.5
Peso proprio del terreno/acqua a monte	76	108	0	-38.75
Spinta del terreno a monte	0	29	-16.4	0
Spinta del terreno a valle	0	-28	22.84	0
Forza di inerzia dovuta al muro	17	41	-0.91	-0.45
Forza di inerzia dovuta al terreno/acqua a monte	76	108	-0.74	-0.37

Combinazione di carico SIS-4

Descrizione	x_p	y_p	F_x	F_y
	cm	cm	daN/cm	daN/cm
Peso proprio del muro	17	41	0	-47.5
Peso proprio del terreno/acqua a monte	76	108	0	-38.75
Spinta del terreno a monte	0	28	-15.7	0
Spinta del terreno a valle	0	-28	22.69	0
Forza di inerzia dovuta al muro	17	41	-0.91	0.45
Forza di inerzia dovuta al terreno/acqua a monte	76	108	-0.74	0.37

Verifiche di stabilità locale

Tensioni trasmesse sul terreno

Moltiplicatore spinta passiva per equilibrio	: 0
Pressione limite sul terreno per abbassamento	: 3 daN/cm ²
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	: 8.7 cm (comb. SIS-3)
Momento rispetto al baricentro della fondazione	: 762 daN cm (comb. SIS-3)
Larghezza reagente minima in fondazione	: 180 cm (comb. STR-1)
Tensione max sul terreno allo spigolo di valle	: 0.62 daN/cm ² (comb. SIS-3)
Tensione max sul terreno allo spigolo di monte	: 0.63 daN/cm ² (comb. STR-2)

Verifica a traslazione

Combinazione che ha prodotto il valore peggiore:	SIS-3
Moltiplicatore spinta passiva per traslazione	: 0
Coefficiente di attrito caratteristico terreno-fondazione	: 0.84
Coefficiente di attrito di progetto terreno-fondazione	: 0.67
Adesione di progetto terreno-fondazione	: 0.08 daN/cm ²
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	: 87 daN
Sforzo tangenziale positivo all'intradosso della fondazione	: 0 daN
Sforzo tangenziale negativo all'intradosso della fondazione	: 18 daN
Coefficiente limite verifica alla traslazione	: 1

Coefficiente di sicurezza alla traslazione : 4.04

Verifica a ribaltamento

Combinazione che ha prodotto il valore peggiore: EQU-2
 Moltiplicatore spinta passiva per ribaltamento : 0
 Momento ribaltante rispetto allo spigolo di valle : 2678 daN cm
 Momento stabilizzante rispetto a spigolo di valle : -8484 daN cm
 Coefficiente limite verifica al ribaltamento : 1
 Coefficiente di sicurezza al ribaltamento : 3.17

Verifica al carico limite

Combinazione che ha prodotto il valore peggiore: SIS-3
 Moltiplicatore spinta passiva per portanza terreno : 0
 Inclinazione media del pendio circostante la fondazione : 0 °
 Profondità del piano di posa : 50 cm
 Sovraccarico agente sul piano di posa : 0.09 daN/cm²
 Coesione di progetto del suolo di fondazione : 0.08 daN/cm²
 Angolo di attrito di progetto del suolo di fondazione : 33.9 °
 Peso specifico di progetto del suolo di fondazione : 0.0018 daN/cm³
 Inclinazione della risultante rispetto alla normale : 11.7 °
 Base efficace : 163 cm
 Carico tangenziale al piano di posa : 18 daN/cm
 Carico di progetto della fondazione (normale al P.P.) : 87.1 daN/cm
 Carico ultimo della fondazione : 2402.7 daN/cm
 Lunghezza Fondazione per verifica carico limite : 300 cm
 Coefficiente limite verifica al carico limite : 1
 Coefficiente di sicurezza al carico limite : 27.59

Tabella dei coefficienti di capacità portante

Coefficienti	Coesione	Sovraccarico	Attrito
Coefficienti di capacità portante	N _c = 52	N _q = 36	N _g = 36

Verifica di stabilità globale dell'opera sul pendio

Combinazione che ha prodotto il valore peggiore: SIS-3
 Metodo di analisi di stabilità del pendio : Bishop
 Passo dei conci : 50 cm
 Coefficiente di stabilità globale pendio : 2.55
 Coefficiente limite suggerito dalla normativa : 1.1
 X centro della superficie critica : -42 cm
 Y centro della superficie critica : 750 cm
 Raggio della superficie critica : 817 cm
 Forza di bilancio : 150.63 daN/cm
 Volume spostato dalla superficie critica : 17.96 m³/m
 Peso spostato dalla superficie critica : 33651 daN/m

Parametri per dimensionamento armatura

Metodo di calcolo: D.M. 14-01-2008 Norme Tecniche per le Costruzioni

Rck (resistenza caratteristica cubica del calcestruzzo) : 300 daN/cm²
 Modulo elastico longitudinale E_c : 314472 daN/cm²

Rapporto E_a/E_c per calcolo tensioni in esercizio	: 15
Rapporto E_a/E_c per calcolo ampiezza fessure	: 7
F_{yk} (tensione di snervamento caratteristica dell'acciaio)	: 4500 daN/cm ²
Fattore parziale di sicurezza dell'acciaio	: 1.15
Fattore parziale di sicurezza del calcestruzzo	: 1.5
Coefficiente Beta ₂ per calcolo ampiezza fessure	: 0.5
Riduzione della tau di aderenza per cattiva aderenza	: 0.7
$f_{ct,eff}/f_{ctm}$ per calcolo ampiezza fessure	: 0.83
Limite σ_{mac}/f_{ck}	: 0.45
Limite σ_{maf}/f_{yk}	: 0.8
Ampiezza limite delle fessure	: 0.3 mm
Coefficiente Beta per punzonamento pali sul bordo	: 1.4
Coefficiente Beta per punzonamento pali interni	: 1.15

Sollecitazioni e verifiche strutturali

Tutte le verifiche sono riferite su sezioni di profondità nominale di un metro.

Significato dei simboli:

X: ascissa del baricentro della sezione

Y: ordinata del baricentro della sezione

H: altezza della sezione

A_s : area efficace dello strato superiore per metro

C_s : copriferro medio dello strato superiore

A_i : area efficace dello strato inferiore per metro

C_i : copriferro medio dello strato inferiore

v_{ml} : soddisfacimento delle percentuali minime di armatura

c_{res} : combinazione di carico critica per la verifica di resistenza in pressoflessione retta

M_d : momento di calcolo

N_d : sforzo normale di calcolo

M_u : momento ultimo

N_u : sforzo normale ultimo

c.s.: coefficiente di sicurezza

v_{res} : soddisfacimento della resistenza alla pressoflessione retta

X: ascissa del baricentro della sezione

Y: ordinata del baricentro della sezione

H: altezza della sezione

c_{es} : combinazione di carico critica delle tensioni in esercizio in pressoflessione retta

M_e : momento in esercizio

N_e : sforzo normale in esercizio

σ_f : trazione massima sull'armatura

σ_c : compressione massima sul calcestruzzo

v_{es} : soddisfacimento tensioni ammissibili a pressoflessione retta

c_f : combinazione di carico critica per la verifica di fessurazione

M_f : momento di calcolo per la verifica di fessurazione

N_f : sforzo normale di calcolo per la verifica di fessurazione

s_{rm} : interasse delle fessure

W_k : ampiezza caratteristica delle fessure

v_f : soddisfacimento verifica fessurazione

X: ascissa del baricentro della sezione

Y: ordinata del baricentro della sezione

H: altezza della sezione

c_i: combinazione di carico critica per la verifica a taglio

VSd: taglio di calcolo

VRdc: taglio resistente in assenza di armatura a taglio

VRdmax: taglio resistente massimo dell'elemento, limitato dalla rottura delle bielle compresse

VRds: taglio resistente in presenza di armatura a taglio

v_t: soddisfacimento verifica taglio

Paramento (sezioni longitudinali attraversate da barre trasversali)

X	Y	H	A _s	C _s	A _i	C _i	v _{ml}	C _{res}	M _d	N _d	M _u	N _u	C.S.	V _{res}
cm	cm	cm	cm ²	cm	cm ²	cm			daN cm	daN		daN cm		
0	0	50	12.6	6	12.6	6	ok	SIS-3	31700	-2524	5570393	-443479	176	ok
0	20	50	12.6	6	12.6	6	ok	SIS-3	18296	-2271	4482809	-556565	245	ok
0	40	50	19.5	6	19.5	6	ok	STR-2	2555	-2600	807154	-821515	316	ok
0	60	50	22.9	6	22.9	6	ok	STR-2	525	-2275	202160	-876333	385	ok
0	80	50	22	6	22	6	ok	STR-2	18	-1950	8128	-877363	450	ok
0	100	50	12.6	6	12.6	6	ok	STR-2	0	-1625	0	-803846	495	ok
0	120	50	12.6	6	12.6	6	ok	STR-2	0	-1300	0	-803846	618	ok
0	140	50	12.6	6	12.6	6	ok	STR-2	0	-975	0	-803846	824	ok
0	160	50	12.4	6	12.4	6	ok	STR-2	0	-650	0	-802711	>999	ok
0	180	50	9	6	9	6	ok	STR-2	0	-325	0	-775708	>999	ok

X	Y	H	C _{es}	M _e	N _e	σ _f	σ _c	V _{es}	C _f	M _f	N _f	S _{rm}	W _k	V _f
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm ²	daN/cm ²			daN cm	daN	cm	mm	
0	0	50	SLE-1	2873	-2500	0	-1	ok	SLE-1	2873	-2500	-	-	ok
0	20	50	SLE-1	752	-2250	0	0	ok	SLE-1	752	-2250	-	-	ok
0	40	50	SLE-1	71	-2000	0	0	ok	SLE-1	71	-2000	-	-	ok
0	60	50	SLE-1	0	-1750	0	0	ok	SLE-1	0	-1750	-	-	ok
0	80	50	SLE-1	0	-1500	0	0	ok	SLE-1	0	-1500	-	-	ok
0	100	50	SLE-1	0	-1250	0	0	ok	SLE-1	0	-1250	-	-	ok
0	120	50	SLE-1	0	-1000	0	0	ok	SLE-1	0	-1000	-	-	ok
0	140	50	SLE-1	0	-750	0	0	ok	SLE-1	0	-750	-	-	ok
0	160	50	SLE-1	0	-500	0	0	ok	SLE-1	0	-500	-	-	ok
0	180	50	SLE-1	0	-250	0	0	ok	SLE-1	0	-250	-	-	ok

X	Y	H	c _i	VSd	VRdc	VRdmax	VRds	v _t
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
0	0	50	SIS-3	-806	17332	-	-	ok
0	20	50	SIS-3	-543	17299	-	-	ok
0	40	50	SIS-3	-334	19936	-	-	ok
0	60	50	SIS-3	-178	21002	-	-	ok
0	80	50	SIS-3	-76	20688	-	-	ok
0	100	50	SIS-4	-24	17162	-	-	ok
0	120	50	SIS-4	-19	17130	-	-	ok
0	140	50	SIS-4	-14	17097	-	-	ok
0	160	50	SIS-4	-10	16999	-	-	ok
0	180	50	SIS-4	-5	16680	-	-	ok

Mensola di fondazione a valle (mensola sinistra) (sezioni longitudinali attraversate da barre trasversali)

X	Y	H	A _s	C _s	A _i	C _i	v _{ml}	C _{res}	M _d	N _d	M _u	N _u	C.S.	V _{res}
cm	cm	cm	cm ²	cm	cm ²	cm			daN cm	daN		daN cm		
-35	-25	50	9	6	9	6	ok	SIS-3	9764	5	1494237	731	153	ok
-25	-25	50	10.7	6	10.7	6	ok	SIS-3	21733	7	1771412	583	81.5	ok

X	Y	H	C _{es}	M _e	N _e	σ _f	σ _c	V _{es}	C _f	M _f	N _f	S _{rm}	W _k	V _f
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm ²	daN/cm ²			daN cm	daN	cm	mm	

-35	-25	50	SLE-1	5685	0	16	0	ok	SLE-1	5685	0	-	-	ok
-25	-25	50	SLE-1	12917	0	30	-1	ok	SLE-1	12917	0	-	-	ok

X	Y	H	c _t	VSd	VRdc	VRdmax	VRds	v _t
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
-35	-25	50	SIS-3	966	16647	-	-	ok
-25	-25	50	SIS-3	1425	16647	-	-	ok

Mensola di fondazione a monte (mensola destra) (sezioni longitudinali attraversate da barre trasversali)

X	Y	H	A _s	C _s	A _i	C _i	v _{ml}	C _{res}	M _d	N _d	M _u	N _u	C.S.	v _{res}
cm	cm	cm	cm ²	cm	cm ²	cm			daN cm	daN		daN cm		
25	-25	50	12.6	6	12.6	6	ok	SIS-4	-65010	-395	-2373856	-14409	36.5	ok
45	-25	50	12.6	6	12.6	6	ok	SIS-4	-46132	-390	-2511648	-21225	54.4	ok
65	-25	50	12.6	6	12.6	6	ok	SIS-4	-28648	-385	-2848867	-38293	99.4	ok
85	-25	50	12.4	6	12.4	6	ok	SIS-4	-14166	-380	-4183866	-112314	295	ok
105	-25	50	9	6	9	6	ok	SIS-3	-4338	-395	-5035437	-458007	>999	ok

X	Y	H	C _{es}	M _e	N _e	σ _f	σ _c	v _{es}	C _f	M _f	N _f	S _{rm}	W _k	v _f
cm	cm	cm		daN cm	daN	daN/cm ²	daN/cm ²			daN cm	daN	cm	mm	
25	-25	50	SLE-1	2035	-84	1	0	ok	SLE-1	2035	-84	-	-	ok
45	-25	50	SLE-1	1745	-84	1	0	ok	SLE-1	1745	-84	-	-	ok
65	-25	50	SLE-1	1118	-84	0	0	ok	SLE-1	1118	-84	-	-	ok
85	-25	50	SLE-1	384	-84	0	0	ok	SLE-1	384	-84	-	-	ok
105	-25	50	SLE-1	-226	-84	0	0	ok	SLE-1	-226	-84	-	-	ok

X	Y	H	c _t	VSd	VRdc	VRdmax	VRds	v _t
cm	cm	cm		daN	daN	daN	daN	
25	-25	50	SIS-4	-952	17051	-	-	ok
45	-25	50	SIS-4	-922	17050	-	-	ok
65	-25	50	SIS-4	-813	17050	-	-	ok
85	-25	50	SIS-3	-625	16986	-	-	ok
105	-25	50	SIS-3	-355	16699	-	-	ok

6.2 INTERVENTI B1, B2, B3 E B4 – CORDOLI SU MICROPALI ANCORATI CON TIRANTI

Nella figura sottostante è riportato uno schema più dettagliato del tipo di opere da eseguire.



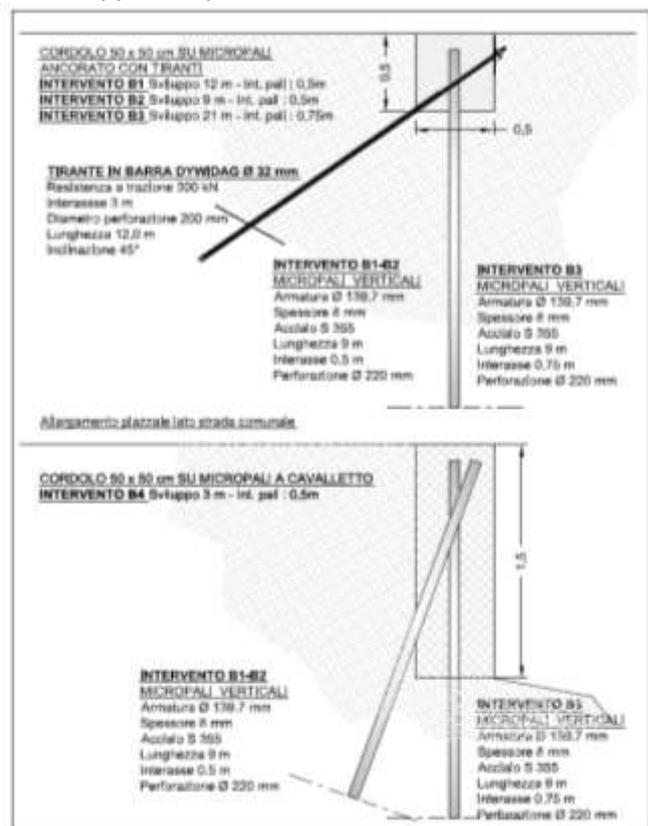
È previsto un cordolo sottofondato su micropali verticali disposti ogni 0.75 m, armati con armatura tubolare di diametro 139,7 mm, spessore 8mm e 9,0 m di lunghezza collegati tra loro con un cordolo realizzato in calcestruzzo armato, avente sezione 50 x 50 cm, per uno sviluppo complessivo di 27 m e ancorato al terreno tramite tiranti in barre a filettatura continua tipo Dywidag Gewi Plus con diametro nominale da 32 mm.

I tiranti avranno un interasse di 3,0 m ed una lunghezza di 12,0 metri ed una inclinazione di 45°, per assicurare l'ancoraggio anche qualora gli orizzonti marnosi risultino particolarmente alterati o addirittura assenti.

Nella figura a lato è raffigurato lo schema dell'opera da eseguire.

6.2.1 Elaborati di Calcolo della struttura

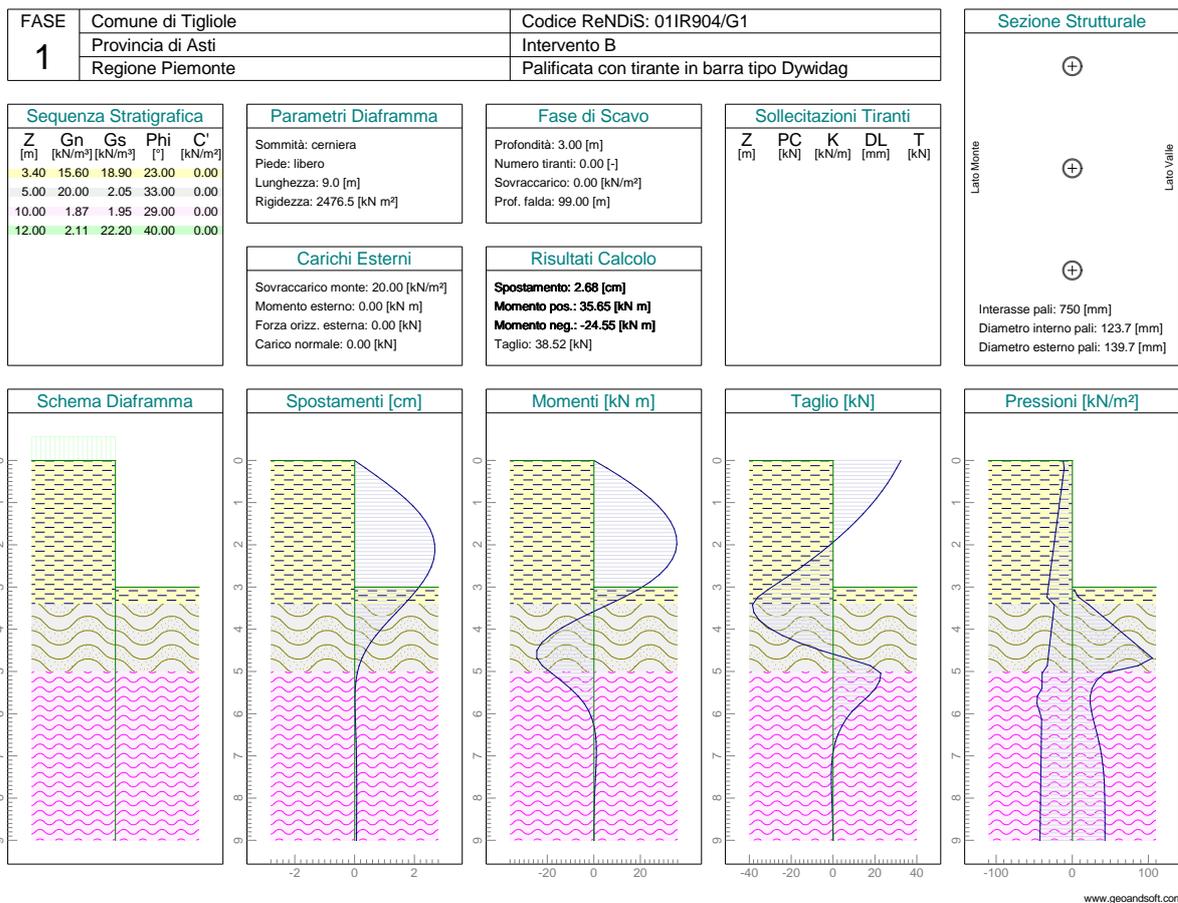
Per simulare l'innesco di un possibile movimento franoso si è ipotizzato che il terreno presente a valle della palificata potesse abbassarsi di un valore di progetto di 3,0 m (valore prossimo al massimo spessore della coltre superficiale).



La presenza dei tiranti in barra a filettatura continua è stata simulata applicando una cerniera alla sommità dei pali, e dalla sollecitazione di taglio si è desunto lo sforzo di trazione negli ancoraggi.

Il sovraccarico di 20 kPa simula il passaggio di un piccolo mezzo agricolo a monte della struttura.

Come richiesto dai Tecnici della Regione si è fatta una seconda elaborazione senza gli ancoraggi, per valutare l'incremento di sezione resistente necessaria a ottenere sollecitazioni nelle armature comparabili a quelle del caso di progetto, definendone sommariamente la differenza di costo.



DESCRIZIONE LITOSTRATIGRAFICA

Prof. [m]	Gamma [kN/m ³]	Gamma Sat. [kN/m ³]	Phi [°]	Coes. [kN/m ²]	ks [kN/m ³]
3.40	15.60	18.90	23.00	0.00	0.00
5.00	20.00	2.05	33.00	0.00	0.00
10.00	1.87	1.95	29.00	0.00	0.00
12.00	2.11	22.20	40.00	0.00	0.00

PARAMETRI DEL DIAFRAMMA

Condizioni di vincolo della sommità diaframma: cerniera
Condizioni di vincolo del piede diaframma: libero
Spinte attive e passive ricalcolate ad ogni fase di scavo

Coefficiente di rigidezza k_s ricalcolato ad ogni fase di scavo
 Calcolo effettuato in termini di tensioni efficaci
 Spinte attive e passive calcolate con il metodo di Mononobe e Okabe
 Coefficiente di rigidezza k_s calcolato con il metodo di Bowles

Lunghezza diaframma [m]	9.00
Rigidezza EJ diaframma [kN m ²]	2476.50
Sovraccarico verticale lato monte [kN/m ²]	20.00
Momento esterno applicato alla sommità del diaframma [kN m]	0.00
Forza orizzontale esterna applicata alla sommità del diaframma [kN]	0.00
Carico normale applicato alla sommità del diaframma [kN]	0.00
Inclinazione del terreno a monte del diaframma [°]	0.00
Inclinazione del terreno a valle del diaframma [°]	0.00
Profondità falda a monte del diaframma [m]	99.00
Coefficiente sismico orizzontale [-]	0.05
Coefficiente sismico verticale [-]	0.00

DESCRIZIONE FASI DI SCAVO

Prof. [m]	Numero tot. tiranti	Sovracc. [kN/m ²]	Prof. falda [m]
3.00	0.00	0.00	99.00

RISULTATI FASE 1

Profondità [m]	Spostamento [cm]	Momento [kN m]	Taglio [kN]
0.00	0.00	0.00	32.38
0.18	0.36	5.63	30.32
0.36	0.72	10.91	28.26
0.54	1.06	15.80	25.96
0.72	1.39	20.26	23.42
0.90	1.68	24.24	20.64
1.08	1.95	27.69	17.63
1.26	2.18	30.59	14.37
1.44	2.37	32.87	10.88
1.62	2.51	34.50	7.14
1.80	2.62	35.44	3.17
1.98	2.67	35.65	-1.03
2.16	2.68	35.07	-5.48
2.34	2.64	33.67	-10.17
2.52	2.56	31.41	-15.10
2.70	2.43	28.23	-20.27
2.88	2.27	24.11	-25.68
3.06	2.08	18.99	-31.14
3.24	1.87	12.89	-36.09
3.42	1.63	5.99	-38.52
3.60	1.39	-0.96	-37.88
3.78	1.15	-7.64	-35.32
3.96	0.92	-13.68	-30.83

4.14	0.71	-18.74	-24.41
4.32	0.52	-22.47	-16.06
4.50	0.37	-24.52	-5.78
4.68	0.24	-24.55	6.41
4.86	0.15	-22.21	17.80
5.04	0.08	-18.14	22.78
5.22	0.04	-14.01	22.20
5.40	0.02	-10.15	20.17
5.58	0.01	-6.75	16.87
5.76	0.01	-4.08	12.78
5.94	0.01	-2.15	9.07
6.12	0.02	-.81	6.25
6.30	0.03	0.10	4.10
6.48	0.04	0.66	2.39
6.66	0.04	0.96	1.11
6.84	0.05	1.06	0.21
7.02	0.06	1.04	-.37
7.20	0.06	0.93	-.71
7.38	0.06	0.78	-.86
7.56	0.06	0.62	-.88
7.74	0.06	0.46	-.81
7.92	0.06	0.32	-.69
8.10	0.06	0.21	-.55
8.28	0.06	0.12	-.41
8.46	0.06	0.06	-.28
8.64	0.06	0.02	-.16
8.82	0.06	0.00	-.07
9.00	0.06	0.00	-.00

CALCOLO STRUTTURALE PALIFICATA

Diametro esterno [mm]	139.70
Diametro interno [mm]	123.70
Interasse armature [mm]	750.00

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Modulo elastico acciaio [N/mm ²]	210000.00
Modulo elastico CLS [N/mm ²]	30000.00
Snervamento caratteristico dell'acciaio fyk [N/mm ²]	355.00
Resistenza caratteristica cilindrica del CLS fck [N/mm ²]	25.00

VERIFICA DEI MOMENTI FLETTENTI

Mrd (pos)	Momento resistente di calcolo (pos.)
Mrd (neg)	Momento resistente di calcolo (neg.)

Msk	Momento massimo applicato
Msd	Momento massimo di calcolo applicato
Nsd	Sforzo normale di calcolo applicato

TABELLA RIASSUNTIVA DELLE SOLLECITAZIONI DI CALCOLO

Prof. [m]	Nsd [kN]	Mrd (pos) [kN m]	Mrd (neg) [kN m]	Msk (pos) [kN m]	Msd (pos) [kN m]	Msk (neg) [kN m]	Msd (neg) [kN m]	Cond. sicurezza
0.00	0.00	57.72	-57.72	0.00	0.00	0.00	0.00	verificato
0.18	0.18	57.72	-57.72	5.63	7.88	0.00	0.00	verificato
0.36	0.36	57.72	-57.72	10.91	15.28	0.00	0.00	verificato
0.54	0.54	57.72	-57.72	15.80	22.13	0.00	0.00	verificato
0.72	0.73	57.72	-57.72	20.26	28.37	0.00	0.00	verificato
0.90	0.91	57.72	-57.72	24.24	33.94	0.00	0.00	verificato
1.08	1.09	57.72	-57.72	27.69	38.77	0.00	0.00	verificato
1.26	1.28	57.72	-57.72	30.59	42.82	0.00	0.00	verificato
1.44	1.46	57.72	-57.72	32.87	46.02	0.00	0.00	verificato
1.62	1.64	57.72	-57.72	34.50	48.31	0.00	0.00	verificato
1.80	1.83	57.72	-57.72	35.44	49.62	0.00	0.00	verificato
1.98	2.01	57.72	-57.72	35.65	49.91	0.00	0.00	verificato
2.16	2.19	57.73	-57.73	35.07	49.10	0.00	0.00	verificato
2.34	2.37	57.73	-57.73	33.67	47.14	0.00	0.00	verificato
2.52	2.56	57.73	-57.73	31.41	43.97	0.00	0.00	verificato
2.70	2.74	57.73	-57.73	28.23	39.53	0.00	0.00	verificato
2.88	2.92	57.73	-57.73	24.11	33.75	0.00	0.00	verificato
3.06	3.11	57.73	-57.73	18.99	26.58	0.00	0.00	verificato
3.24	3.29	57.73	-57.73	12.89	18.05	0.00	0.00	verificato
3.42	3.47	57.73	-57.73	5.99	8.39	0.00	0.00	verificato
3.60	3.66	57.73	-57.73	0.00	0.00	-0.96	-1.35	verificato
3.78	3.84	57.73	-57.73	0.00	0.00	-7.64	-10.70	verificato
3.96	4.02	57.73	-57.73	0.00	0.00	-13.68	-19.15	verificato
4.14	4.20	57.73	-57.73	0.00	0.00	-18.74	-26.24	verificato
4.32	4.39	57.73	-57.73	0.00	0.00	-22.47	-31.46	verificato
4.50	4.57	57.73	-57.73	0.00	0.00	-24.52	-34.33	verificato
4.68	4.75	57.73	-57.73	0.00	0.00	-24.55	-34.38	verificato
4.86	4.94	57.73	-57.73	0.00	0.00	-22.21	-31.10	verificato
5.04	5.12	57.73	-57.73	0.00	0.00	-18.14	-25.40	verificato
5.22	5.30	57.73	-57.73	0.00	0.00	-14.01	-19.62	verificato
5.40	5.49	57.73	-57.73	0.00	0.00	-10.15	-14.21	verificato
5.58	5.67	57.74	-57.74	0.00	0.00	-6.75	-9.45	verificato
5.76	5.85	57.74	-57.74	0.00	0.00	-4.08	-5.71	verificato
5.94	6.03	57.74	-57.74	0.00	0.00	-2.15	-3.01	verificato
6.12	6.22	57.74	-57.74	0.00	0.00	-0.81	-1.13	verificato
6.30	6.40	57.74	-57.74	0.10	0.14	0.00	0.00	verificato
6.48	6.58	57.74	-57.74	0.66	0.93	0.00	0.00	verificato
6.66	6.77	57.74	-57.74	0.96	1.34	0.00	0.00	verificato

6.84	6.95	57.74	-57.74	1.06	1.49	0.00	0.00	verificato
7.02	7.13	57.74	-57.74	1.04	1.45	0.00	0.00	verificato
7.20	7.32	57.74	-57.74	0.93	1.30	0.00	0.00	verificato
7.38	7.50	57.74	-57.74	0.78	1.09	0.00	0.00	verificato
7.56	7.68	57.74	-57.74	0.62	0.87	0.00	0.00	verificato
7.74	7.86	57.74	-57.74	0.46	0.65	0.00	0.00	verificato
7.92	8.05	57.74	-57.74	0.32	0.46	0.00	0.00	verificato
8.10	8.23	57.74	-57.74	0.21	0.30	0.00	0.00	verificato
8.28	8.41	57.74	-57.74	0.12	0.17	0.00	0.00	verificato
8.46	8.60	57.74	-57.74	0.06	0.09	0.00	0.00	verificato
8.64	8.78	57.74	-57.74	0.02	0.03	0.00	0.00	verificato
8.82	8.96	57.74	-57.74	0.00	0.00	0.00	0.00	verificato
9.00	9.15	57.75	-57.75	0.00	0.00	0.00	0.00	verificato

Condizioni di sicurezza verificate (momento negativo)

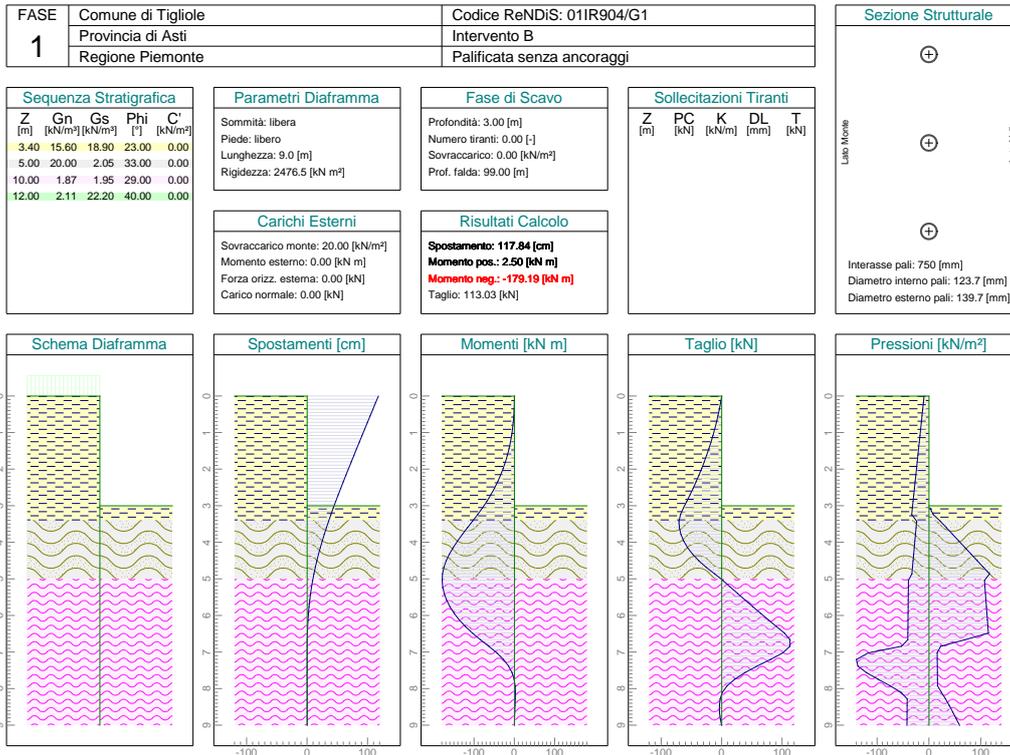
Condizioni di sicurezza verificate (momento positivo)

Le barre tipo Gewi Plus da 30 mm hanno un carico di snervamento di 475 kN.

La sollecitazione orizzontale nella cerniera è di 32,38 kN per metro lineare di fronte; tale valore deve essere moltiplicato per l'interasse di 3 m e diviso per il coseno dell'inclinazione, ottenendo così una trazione di 138 kN, ampiamente sufficiente a garantire l'ancoraggio del cordolo.

6.2.2 Verifica senza ancoraggi

Come prevedibile la rimozione della cerniera applicata alla testa dei pali per simulare l'ancoraggio in barre Dywidag porta al collasso della struttura.



Per conseguire la stabilità della struttura è necessario dimezzare l'interasse ed al contempo raddoppiare quasi l'armatura, passando da 139,7 spessore 8 mm a 193,7 spessore 10 mm.

È quindi evidente che tale soluzione è sicuramente antieconomica.

In tale condizione, inoltre, la deformazione massima sale da 2,68 cm a 17,57 cm, per di più spostandosi da 2 m di profondità alla sommità della palificata, rendendone la presenza pressoché inutile, oltre ad essere tale deformazione formalmente irregolare poiché il valore ottenuto risulta assai distante dai limiti che la Normativa vigente suggerisce di adottare come valore accettabile di deformazione massima.

FASE 1	Comune di Tigliole	Codice ReNDiS: 01IR904/G1
	Provincia di Asti	Intervento B
	Regione Piemonte	Palificata senza ancoraggi

Sequenza Stratigrafica				
Z [m]	Gn [kN/m ³]	Gs [kN/m ³]	Phi [°]	C' [kN/m ²]
3.40	15.60	18.90	23.00	0.00
5.00	20.00	2.05	33.00	0.00
10.00	1.87	1.95	29.00	0.00
12.00	2.11	22.20	40.00	0.00

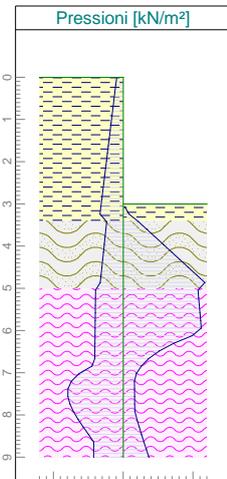
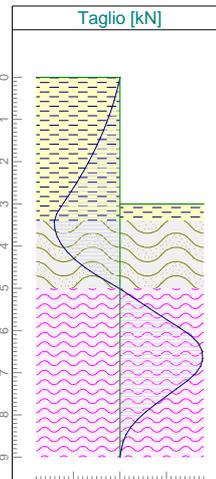
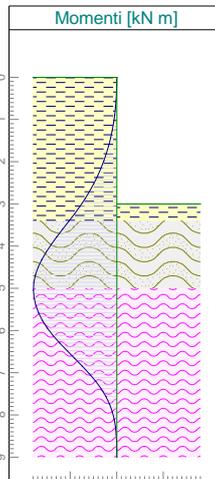
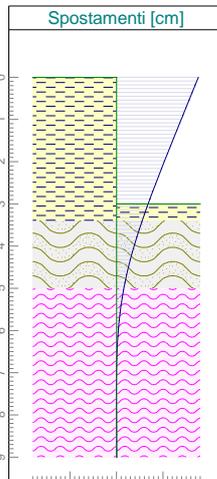
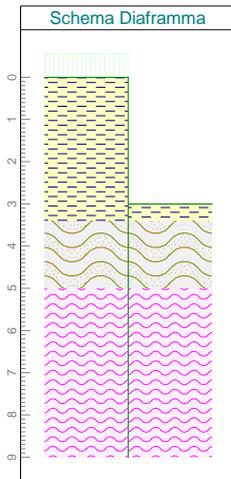
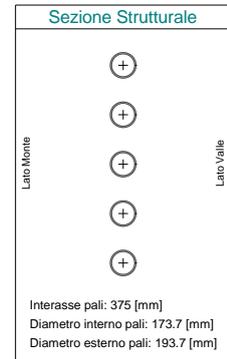
Parametri Diaframma
Sommità: libera
Piede: libero
Lunghezza: 9.0 [m]
Rigidezza: 17247.8 [kN m ²]

Fase di Scavo
Profondità: 3.00 [m]
Numero tiranti: 0.00 [-]
Sovraccarico: 0.00 [kN/m ²]
Prof. falda: 99.00 [m]

Sollecitazioni Tiranti				
Z [m]	PC [kN]	K [kN/m]	DL [mm]	T [kN]

Carichi Esterni
Sovraccarico monte: 20.00 [kN/m ²]
Momento esterno: 0.00 [kN m]
Forza orizz. esterna: 0.00 [kN]
Carico normale: 0.00 [kN]

Risultati Calcolo
Spostamento: 17.57 [cm]
Momento pos.: 0.00 [kN m]
Momento neg.: -179.19 [kN m]
Taglio: 88.80 [kN]



INTERVENTO C – PIASTRA SU MICROPALI ANCORATA CON TIRANTI

È prevista una soletta sottofondata su micropali verticali disposti ogni 0.50 m, a causa del maggior sovraccarico dovuto al retrostante terrapieno, armati con armatura tubolare di diametro 139,7 mm, spessore 8 mm e 9,0 m di lunghezza.

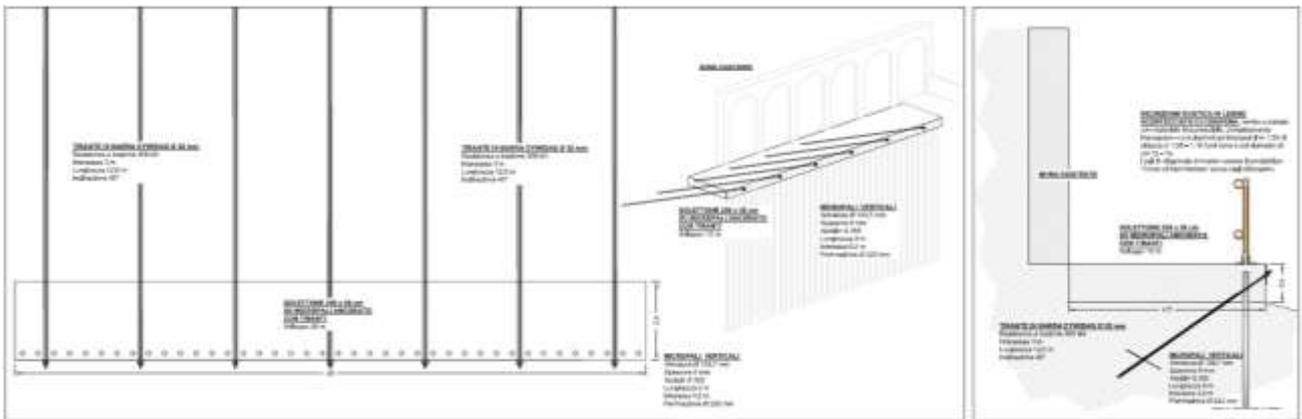
I pali sono collegati fra loro con una piastra realizzata in calcestruzzo armato, avente sezione 250 x 50 cm.

Lo sviluppo della palificata è di 20 m.

Le strutture di collegamento sono ancorate al terreno tramite tiranti in barre a filettatura continua tipo Dywidag Gewi Plus con diametro nominale di 30 mm.

I tiranti avranno un interasse di 3,0 m ed una lunghezza di 12,0 metri ed una inclinazione di 45°, per assicurare l'ancoraggio anche qualora gli orizzonti marnosi risultino particolarmente alterati o addirittura assenti.

Nelle figure sottostanti sono riportati il posizionamento planimetrico e la sezione tipo dell'intervento.



Pianta, prospetto e sezione tipo Intervento D

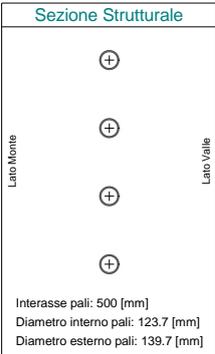
6.2.3 Elaborati di Calcolo della struttura

Per simulare l'innescò di un possibile movimento franoso si è ipotizzato che il terreno presente a valle della palificata potesse abbassarsi di un valore di progetto di 2,0 m (valore medio alto, inferiore a quello utilizzato in precedenza in quanto la posizione più arretrata fa presumere che il substrato roccioso sia meno profondo e di conseguenza che localmente la potenza della coltre superficiale sia inferiore al caso precedentemente trattato).

La presenza dei tiranti in barra a filettatura continua è stata simulata applicando una cerniera alla sommità dei pali, e dalla sollecitazione di taglio si è desunto lo sforzo di trazione negli ancoraggi.

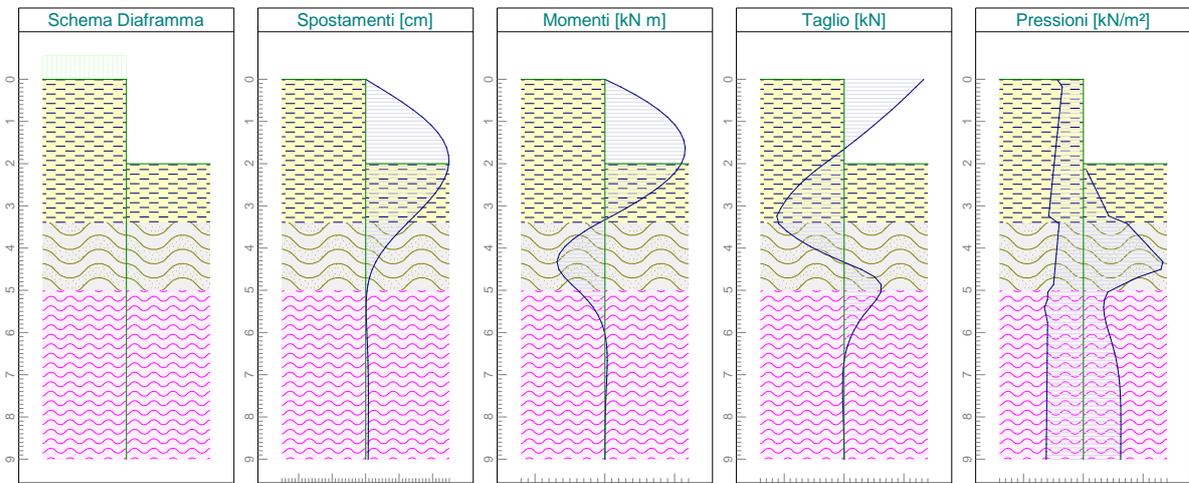
Il sovraccarico di 72 kPa simula la presenza dei terrapieni, con peso di volume di 18 kN/m³, alti circa 4 m a tergo dell'opera.

Come richiesto dai Tecnici della Regione si è fatta una seconda elaborazione senza gli ancoraggi, per valutare l'incremento di sezione resistente necessaria a ottenere sollecitazioni nelle armature comparabili a quelle del caso di progetto, definendone sommariamente la differenza di costo.

FASE 1	Comune di Tigliole	Codice ReNDiS: 01IR904/G1	Sezione Strutturale 
	Provincia di Asti	Interventi C e D	
	Regione Piemonte	Palificata con tirante in barra tipo Dywidag	

Sequenza Stratigrafica					Parametri Diaframma		Fase di Scavo		Sollecitazioni Tiranti					
Z [m]	Gn [kN/m ³]	Gs [kN/m ³]	Phi [°]	C [kN/m ²]	Sommità: cerniera	Profondità: 2.00 [m]	Z [m]	PC [kN]	K [kN/m]	DL [mm]	T [kN]			
3.40	15.60	18.90	23.00	0.00	Piede: libero	Numero tiranti: 0.00 [-]								
5.00	20.00	2.05	33.00	0.00	Lunghezza: 9.0 [m]	Sovraccarico: 0.00 [kN/m ²]								
10.00	1.87	1.95	29.00	0.00	Rigidezza: 3714.8 [kN m ²]	Prof. falda: 99.00 [m]								
12.00	2.11	22.20	40.00	0.00										

Carichi Esterni		Risultati Calcolo	
Sovraccarico monte: 72.00 [kN/m ²]	Momento esterno: 0.00 [kN m]	Spostamento: 2.48 [cm]	Momento pos.: 57.51 [kN m]
Forza orizz. esterna: 0.00 [kN]	Carico normale: 0.00 [kN]	Momento neg.: -34.26 [kN m]	Taglio: 66.50 [kN]



www.geoandsoft.com

DESCRIZIONE LITOSTRATIGRAFICA

Prof. [m]	Gamma [kN/m ³]	Gamma Sat. [kN/m ³]	Phi [°]	Coes. [kN/m ²]	ks [kN/m ³]
3.40	15.60	18.90	23.00	0.00	0.00
5.00	20.00	2.05	33.00	0.00	0.00
10.00	1.87	1.95	29.00	0.00	0.00
12.00	2.11	22.20	40.00	0.00	0.00

PARAMETRI DEL DIAFRAMMA

- Condizioni di vincolo della sommità diaframma: cerniera
- Condizioni di vincolo del piede diaframma: libero
- Spinte attive e passive ricalcolate ad ogni fase di scavo
- Coefficiente di rigidezza ks ricalcolato ad ogni fase di scavo
- Calcolo effettuato in termini di tensioni efficaci
- Spinte attive e passive calcolate con il metodo di Mononobe e Okabe
- Coefficiente di rigidezza ks calcolato con il metodo di Bowles

Lunghezza diaframma [m]	9.00
Rigidezza EJ diaframma [kN m ²]	3714.80
Sovraccarico verticale lato monte [kN/m ²]	72.00
Momento esterno applicato alla sommità del diaframma [kN m]	0.00

Forza orizzontale esterna applicata alla sommità del diaframma [kN]	0.00
Carico normale applicato alla sommità del diaframma [kN]	0.00
Inclinazione del terreno a monte del diaframma [°]	0.00
Inclinazione del terreno a valle del diaframma [°]	0.00
Profondità falda a monte del diaframma [m]	99.00
Coefficiente sismico orizzontale [-]	0.05
Coefficiente sismico verticale [-]	0.00

DESCRIZIONE FASI DI SCAVO

Prof. [m]	Numero tot. tiranti	Sovracc. [kN/m ²]	Prof. falda [m]
2.00	0.00	0.00	99.00

RISULTATI FASE 1

Profondità [m]	Spostamento [cm]	Momento [kN m]	Taglio [kN]
0.00	0.00	0.00	66.50
0.18	0.37	11.37	60.02
0.36	0.74	21.60	53.53
0.54	1.09	30.64	46.80
0.72	1.41	38.45	39.84
0.90	1.70	44.99	32.63
1.08	1.94	50.20	25.19
1.26	2.15	54.06	17.51
1.44	2.31	56.51	9.59
1.62	2.41	57.51	1.43
1.80	2.47	57.03	-6.96
1.98	2.48	55.00	-15.60
2.16	2.44	51.41	-23.98
2.34	2.36	46.37	-31.55
2.52	2.23	40.05	-38.24
2.70	2.07	32.60	-44.06
2.88	1.88	24.19	-49.00
3.06	1.67	14.96	-53.07
3.24	1.45	5.08	-56.26
3.42	1.22	-5.29	-54.68
3.60	1.00	-14.60	-47.80
3.78	0.79	-22.50	-39.00
3.96	0.60	-28.64	-28.27
4.14	0.44	-32.68	-15.61
4.32	0.30	-34.26	-1.03
4.50	0.19	-33.05	14.15
4.68	0.12	-29.17	25.52
4.86	0.06	-23.86	30.93
5.04	0.03	-18.03	30.70
5.22	0.02	-12.80	26.80
5.40	0.01	-8.38	21.75

5.58	0.01	-4.97	16.47
5.76	0.02	-2.45	12.01
5.94	0.03	-.64	8.34
6.12	0.04	0.55	5.32
6.30	0.05	1.27	2.97
6.48	0.06	1.62	1.22
6.66	0.06	1.71	0.01
6.84	0.07	1.62	-.75
7.02	0.07	1.43	-1.18
7.20	0.07	1.20	-1.35
7.38	0.08	0.95	-1.34
7.56	0.08	0.71	-1.22
7.74	0.08	0.50	-1.04
7.92	0.08	0.33	-.83
8.10	0.08	0.20	-.62
8.28	0.07	0.11	-.43
8.46	0.07	0.05	-.26
8.64	0.07	0.01	-.14
8.82	0.07	0.00	-.05
9.00	0.07	0.00	0.00

CALCOLO STRUTTURALE PALIFICATA

Diametro esterno [mm]	139.70
Diametro interno [mm]	123.70
Interasse armature [mm]	500.00

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Modulo elastico acciaio [N/mm ²]	210000.00
Modulo elastico CLS [N/mm ²]	30000.00
Snervamento caratteristico dell'acciaio fyk [N/mm ²]	355.00
Resistenza caratteristica cilindrica del CLS fck [N/mm ²]	25.00

VERIFICA DEI MOMENTI FLETTENTI

Mrd (pos)	Momento resistente di calcolo (pos.)
Mrd (neg)	Momento resistente di calcolo (neg.)
Msk	Momento massimo applicato
Msd	Momento massimo di calcolo applicato
Nsd	Sforzo normale di calcolo applicato

TABELLA RIASSUNTIVA DELLE SOLLECITAZIONI DI CALCOLO

Prof. [m]	Nsd [kN]	Mrd (pos) [kN m]	Mrd (neg) [kN m]	Msk (pos) [kN m]	Msd (pos) [kN m]	Msk (neg) [kN m]	Msd (neg) [kN m]	Cond. sicurezza
0.00	0.00	86.58	-86.58	0.00	0.00	0.00	0.00	verificato
0.18	0.27	86.58	-86.58	11.37	15.92	0.00	0.00	verificato
0.36	0.54	86.58	-86.58	21.60	30.25	0.00	0.00	verificato

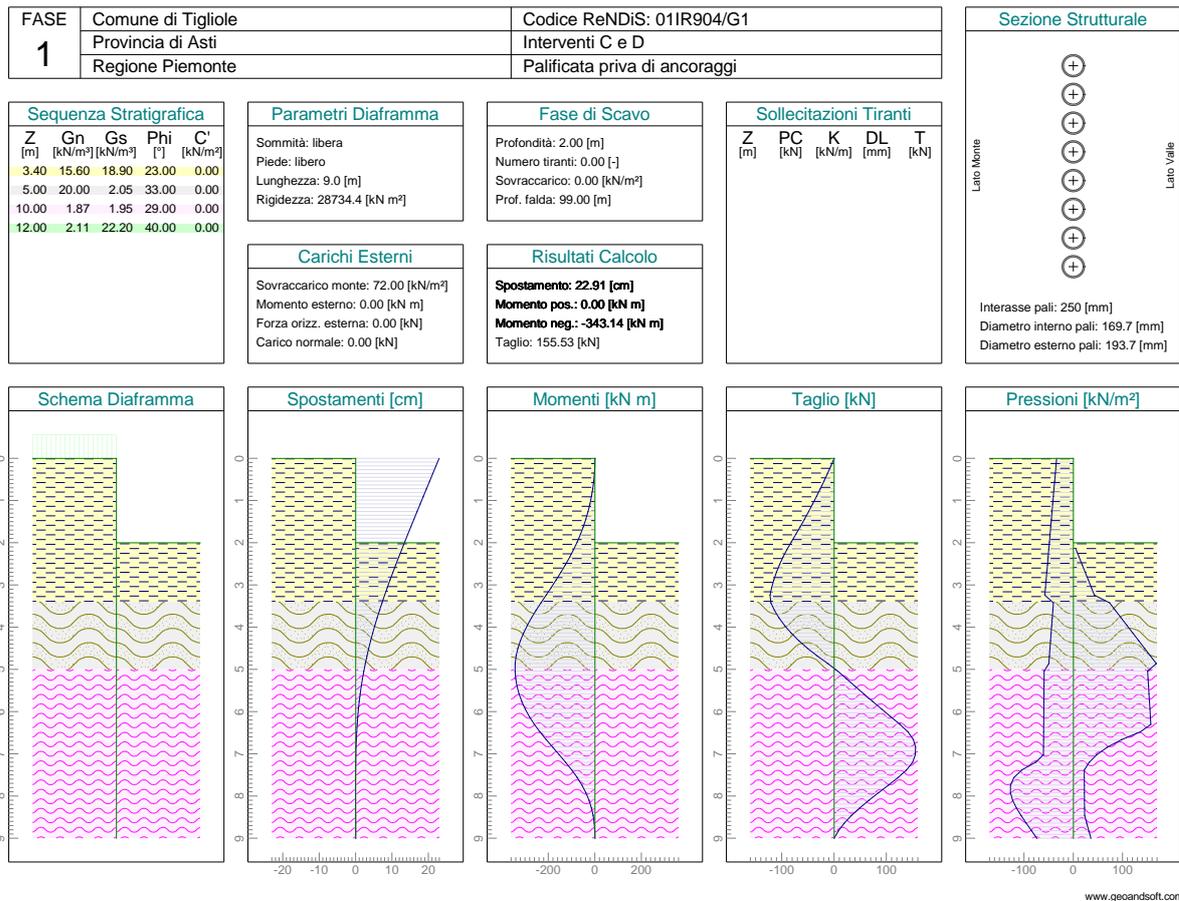
0.54	0.82	86.58	-86.58	30.64	42.90	0.00	0.00	verificato
0.72	1.09	86.58	-86.58	38.45	53.84	0.00	0.00	verificato
0.90	1.37	86.58	-86.58	44.99	62.99	0.00	0.00	verificato
1.08	1.64	86.59	-86.59	50.20	70.29	0.00	0.00	verificato
1.26	1.92	86.59	-86.59	54.06	75.69	0.00	0.00	verificato
1.44	2.19	86.59	-86.59	56.51	79.12	0.00	0.00	verificato
1.62	2.47	86.59	-86.59	57.51	80.52	0.00	0.00	verificato
1.80	2.74	86.59	-86.59	57.03	79.84	0.00	0.00	verificato
1.98	3.01	86.59	-86.59	55.00	77.01	0.00	0.00	verificato
2.16	3.29	86.59	-86.59	51.41	71.97	0.00	0.00	verificato
2.34	3.56	86.59	-86.59	46.37	64.92	0.00	0.00	verificato
2.52	3.84	86.59	-86.59	40.05	56.07	0.00	0.00	verificato
2.70	4.11	86.59	-86.59	32.60	45.64	0.00	0.00	verificato
2.88	4.39	86.59	-86.59	24.19	33.86	0.00	0.00	verificato
3.06	4.66	86.59	-86.59	14.96	20.94	0.00	0.00	verificato
3.24	4.94	86.60	-86.60	5.08	7.11	0.00	0.00	verificato
3.42	5.21	86.60	-86.60	0.00	0.00	-5.29	-7.40	verificato
3.60	5.49	86.60	-86.60	0.00	0.00	-14.60	-20.44	verificato
3.78	5.76	86.60	-86.60	0.00	0.00	-22.50	-31.50	verificato
3.96	6.03	86.60	-86.60	0.00	0.00	-28.64	-40.10	verificato
4.14	6.31	86.60	-86.60	0.00	0.00	-32.68	-45.75	verificato
4.32	6.58	86.60	-86.60	0.00	0.00	-34.26	-47.97	verificato
4.50	6.86	86.60	-86.60	0.00	0.00	-33.05	-46.27	verificato
4.68	7.13	86.60	-86.60	0.00	0.00	-29.17	-40.83	verificato
4.86	7.41	86.60	-86.60	0.00	0.00	-23.86	-33.40	verificato
5.04	7.68	86.60	-86.60	0.00	0.00	-18.03	-25.24	verificato
5.22	7.96	86.60	-86.60	0.00	0.00	-12.80	-17.92	verificato
5.40	8.23	86.60	-86.60	0.00	0.00	-8.38	-11.73	verificato
5.58	8.50	86.61	-86.61	0.00	0.00	-4.97	-6.96	verificato
5.76	8.78	86.61	-86.61	0.00	0.00	-2.45	-3.43	verificato
5.94	9.05	86.61	-86.61	0.00	0.00	-.64	-.90	verificato
6.12	9.33	86.61	-86.61	0.55	0.77	0.00	0.00	verificato
6.30	9.60	86.61	-86.61	1.27	1.77	0.00	0.00	verificato
6.48	9.88	86.61	-86.61	1.62	2.27	0.00	0.00	verificato
6.66	10.15	86.61	-86.61	1.71	2.39	0.00	0.00	verificato
6.84	10.43	86.61	-86.61	1.62	2.27	0.00	0.00	verificato
7.02	10.70	86.61	-86.61	1.43	2.01	0.00	0.00	verificato
7.20	10.98	86.61	-86.61	1.20	1.68	0.00	0.00	verificato
7.38	11.25	86.61	-86.61	0.95	1.33	0.00	0.00	verificato
7.56	11.52	86.61	-86.61	0.71	1.00	0.00	0.00	verificato
7.74	11.80	86.61	-86.61	0.50	0.71	0.00	0.00	verificato
7.92	12.07	86.62	-86.62	0.33	0.47	0.00	0.00	verificato
8.10	12.35	86.62	-86.62	0.20	0.29	0.00	0.00	verificato
8.28	12.62	86.62	-86.62	0.11	0.16	0.00	0.00	verificato
8.46	12.90	86.62	-86.62	0.05	0.07	0.00	0.00	verificato
8.64	13.17	86.62	-86.62	0.01	0.02	0.00	0.00	verificato

8.82	13.45	86.62	-86.62	0.00	0.00	0.00	0.00	verificato
9.00	13.72	86.62	-86.62	0.00	0.00	0.00	0.00	verificato

Condizioni di sicurezza verificate (momento negativo)

Condizioni di sicurezza verificate (momento positivo)

6.2.4 Verifica senza ancoraggi



Per conseguire la stabilità della struttura è necessario dimezzare l'interasse ed al contempo raddoppiare l'armatura, passando da 139,7 spessore 8 mm a 193,7 spessore 12 mm. È quindi evidente che tale soluzione è sicuramente antieconomica.

In tale condizione, inoltre, la deformazione massima sale da 2,48 cm a 22,91 cm, per di più spostandosi da 2 m di profondità alla sommità della palificata, rendendone la presenza pressoché inutile, oltre ad essere tale deformazione formalmente irregolare poiché il valore ottenuto risulta assai distante dai limiti che la Normativa vigente suggerisce di adottare come valore accettabile di deformazione massima.