

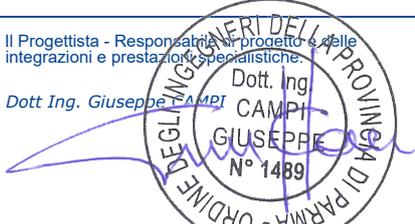
Programma di interventi:
Alluvione autunno 2000 e succ. integrazione DD 6
del 08/01/03

Regione Piemonte

DIFESE SPONDALI E RICALIBRATURA DEL
F.PO DAL COMUNE DI PAESANA A
MONCALIERI - TO-E-1294



PROGETTO ESECUTIVO - II° STRALCIO - I° LOTTO

<p>Il Progettista - Responsabile di progetto e delle integrazioni e prestazioni specialistiche. <i>Dott. Ing. Giuseppe CAMPI</i></p> 	<p>Il Geologo: <i>Dott. Geol. Giovanni Carra</i></p>
<p>Il Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione: <i>Dott. Ing. Giuseppe CAMPI</i></p>	<p>VISTO: Il Responsabile del procedimento <i>Dott. Ing. Gianluca ZANICHELLI</i></p>

approvato
Dott. Ing. Ivo Fresia
verificato
Dott. Ing. Giuseppe Campi
elaborato
Dott. Ing. Giuseppe Campi

RELAZIONE DI CALCOLO

E1.R6

0	GV	GC	FR	Giugno 2019
rev.	sigla			data

codice elaborato 0805-05-11-001R-00



01PQ-Mod07
Rev. 1
Data emissione: 02.2018

Indice

1	GENERALITÀ.....	1
2	NORMATIVA VIGENTE	2
3	MATERIALI PREVISTI	3
3.1	Calcestruzzo per muri arginali	3
3.1.1.	Dosatura dei materiali.....	3
3.1.2.	Qualità dei componenti	3
3.1.3.	Prescrizione per inerti	4
3.1.4.	Prescrizione per il disarmo.....	4
3.1.5.	Controlli di accettazione - Provini da prelevare in cantiere (Punto 11.2.5 del D.M. 17/01/18)	4
3.2	Acciaio per c.a.	5
4	PRESTAZIONI DI PROGETTO – CLASSE DELLE STRUTTURE – VITA UTILE.....	6
5	PARAMETRI GEOTECNICI	7
6	PARAMETRI SISMICI.....	8
7	METODO DI CALCOLO MURI DI CONTENIMENTO IN C.A.	9

Allegato 1 - Analisi e verifiche muro sezione D2.2 con rilevato lato fiume

Allegato 2 - Analisi e verifiche muro sezione D2.2 senza rilevato lato fiume

1 GENERALITÀ

Il presente documento rappresenta la Relazione di calcolo delle opere strutturali degli interventi relativi al II stralcio degli interventi di "DIFESE SPONDALI E RICALIBRATURA DEL F.PO DALCOMUNE DI PAESANA A MONCALIERI – TO-E-1263", di cui la scrivente Società è stata incaricata dall'AIPO (Agenzia Interregionale per il Fiume Po) di Alessandria con nota prot. 24713/2018 del 19/10/2018.

Scopo degli interventi di cui alla presente relazione è in completamento della messa in sicurezza idraulica di una zona del centro abitato di Moncalieri (TO) che, nel corso delle piene del 1994 e del 2000, è stata interessata da eventi alluvionali che hanno coinvolto gli abitati posti in sinistra idrografica, nei pressi del Parco Fluviale delle Vallere.

In particolare costituiscono oggetto del presente progetto gli interventi originariamente stralciati dal I stralcio degli interventi, attualmente in corso di realizzazione.

In sintesi, rimandando al seguito per la descrizione di dettaglio degli interventi in progetto, è prevista la realizzazione, in sponda destra, di un rilevato di sicurezza (dimensionato per il contenimento delle piene aventi TR100 senza franco), in corrispondenza del parco di Lungo Po Abellonio, sagomato per permettere in futuro la realizzazione, da parte del Comune di Moncalieri, di alcuni interventi di ripristino degli arredi urbani e delle piazzole di gioco.

Tra le sezioni tipologiche previste in progetto è prevista la realizzazione di un muro arginale (sezione tipo D.2) caratterizzato da:

- La sezione si estenderà per circa 115 m. Lo sviluppo planimetrico seguirà nel primo tratto l'andamento del muro di delimitazione della proprietà privata, che verrà parzialmente demolito e ricostruito in modo da costituire il muro di sostegno della rampa di sormonto, che sarà ripristinata con pavimentazione in autobloccanti;
- Il muro presenterà una ciabatta di fondazione avente una larghezza pari a 2,5 m, ed uno spessore pari a 50 cm. La elevazione presenterà differenti altezze, in ragione della collocazione planimetrica, secondo il profilo riportato nelle tavole grafiche di progetto, con la seguente differenziazione:
 - o Sezione tipo D2.1 – altezza della elevazione pari a 1,40 m;
 - o Sezione tipo D2.2 – altezza della elevazione pari a 2,00 m;
 - o Sezione tipo D2.3 – altezza della elevazione pari a 1,80 m;
 - o Sezione tipo D4 – altezza della elevazione pari a 1,40 m.
- Lungo il paramento del muro, nella parte fuori terra, verrà effettuato un rivestimento in lastre di pietra aventi spessore pari a 4 cm.
- In corrispondenza del paramento esterno del muro verrà realizzata la rampa di scavalco del rilevato arginale per dare continuità alla viabilità esistente, secondo lo schema tipo riportato nelle tavole di progetto.

Nella presente relazione è stato verificato l'elemento maggiormente sollecitato, e cioè la sezione tipo D2.2, sia nel tratto in cui il muro fa da contenimento del rilevato stradale (allegato 1) che nel tratto in cui il muro sarà sollecitato dalla piena del f. Po (allegato 2).

Si riportano in relazione le analisi e le verifiche dei manufatti tipologici relativi all'intervento in oggetto, eseguite con il metodo degli stati limite, in accordo a quanto riportato all'interno delle norme vigenti NTC 2018, riportando in relazione unicamente i manufatti maggiormente sollecitati, ovvero quelli avente altezza del paramento pari a 2.0 m.

Gli elementi strutturali non riportati in relazione sono stati analizzati e verificati in maniera analoga.

Il Comune di Moncalieri (TO) dove sono localizzati gli interventi è sismico di tipo 4.

2 NORMATIVA VIGENTE

- D.M. 17 gennaio 2018 – “ Nuove Norma Tecniche per le costruzioni”
- Circolare 21 febbraio 2019,– “Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2018”.

3 MATERIALI PREVISTI

3.1 Calcestruzzo per muri arginali

- Calcestruzzo con Classe di resistenza C 25/30
- R_{ck} = resistenza cubica del calcestruzzo = 30 N/mm²
- f_{ck} = resistenza cilindrica a compressione = $0.83 R_{ck} = 24.9$ N/mm²
- f_{cm} = valore medio della resistenza cilindrica = $f_{ck} + 8 = 32.9$ N/mm²
- f_{ctm} = resistenza media a trazione semplice assiale = $0.30 f_{ck}^{2/3} = 2.6$ N/mm²
- f_{ctm} = resistenza a trazione per flessione = $1.2 f_{ctm} = 3.12$ N/mm²
- E_{cm} = modulo elastico = $22000 (f_{cm}/10)^{0.3} = 31447$ N/mm²
- ν = coefficiente di Poisson = 0.20
- Classe d'esposizione ambientale : XC2
- Copriferro ≥ 40 mm

3.1.1. Dosatura dei materiali.

La dosatura dei materiali per ottenere un calcestruzzo di classe C25/30 è orientativamente la seguente (per m³ d'impasto).

sabbia	0.4 m ³
ghiaia	0.8 m ³
acqua	150 litri
cemento tipo 425	350 kg/m ³

3.1.2. 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 16 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.

3.1.3. Prescrizione per inerti

Sabbia viva 0-7 mm, pulita, priva di materie organiche e terrose; sabbia fino a 32 mm (70mm per fondazioni), non geliva, lavata; pietrisco di roccia compatta.

Assortimento granulometrico in composizione compresa tra le curve granulometriche sperimentali:

- passante al vaglio di mm 16 = 100%
- passante al vaglio di mm 8 = 88-60%
- passante al vaglio di mm 4 = 78-36%
- passante al vaglio di mm 2 = 62-21%
- passante al vaglio di mm 1 = 49-12%
- passante al vaglio di mm 0.25 = 18-3%

3.1.4. Prescrizione per il disarmo

Indicativamente: pilastri 3-4 giorni; solette modeste 10-12 giorni; travi, archi 24-25 giorni, mensole 28 giorni.

Per ogni porzione di struttura, il disarmo non può essere eseguito se non previa autorizzazione della Direzione Lavori.

3.1.5. Controlli di accettazione - Provini da prelevarsi in cantiere (Punto 11.2.5 del D.M. 17/01/18)

Prelievo = n° 2 cubetti di lato 15 cm;

Controllo tipo A

Il controllo è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m³.

Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m³ di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m² massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Nelle costruzioni con meno di 100 m³ di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare all'obbligo del prelievo giornaliero.

Controllo di accettazione di tipo A (quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m³), positivo se :

$$R_i \geq R_{ck} - 3.5$$

Controllo tipo B

Nella realizzazione di opere strutturali che richiedano l'impiego di più di 1500 m³ di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (B).

Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m³ di calcestruzzo.

Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato un prelievo e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 m³.

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un Tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di un apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle.

La domanda di prove al Laboratorio deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

3.2 Acciaio per c.a.

- Tipo B450C
- f_{yk} = tensione caratteristica di snervamento = 450 N/mm²
- f_{yt} = tensione caratteristica di rottura = 540 N/mm²
- $(f_t/f_y)_k \geq 1.15$ e < 1.35
- $(f_t/f_{ynom})_k \leq 1.25$
- Allungamento $(A_{gt})_k \geq 7.5\%$
- γ_s = coefficiente di sicurezza dell'acciaio per c.a. = 1.15
- f_{yd} = resistenza di calcolo = $450 : 1.15 = 391.30$ N/mm²
- f_{bd} = resistenza tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo = $f_{bk} : \gamma_c = 5.755 : 1.5 = 3.837$ N/mm²
- f_{bk} = resistenza tangenziale caratteristica = $2.25 \times \eta \times f_{ctk} = 2.25 \times 1.0 \times 2.558 = 5.755$ N/mm²

4 PRESTAZIONI DI PROGETTO – CLASSE DELLE STRUTTURE – VITA UTILE

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata.

Trattandosi le opere in progetto di costruzioni di tipo normale/ordinarie si identificano come opere di Tipo 2.

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

In presenza di **azioni sismiche**, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe 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.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Essendo di tipo 2 (*opere ordinarie*) con vita nominale ≥ 50 anni, C_U = coefficiente d'uso = 1, V_R = vita di riferimento = $C_U \times V_N = 50$ anni.

5 PARAMETRI GEOTECNICI

Per la caratterizzazione del substrato si è fatto riferimento ai dati stratigrafici disponibili dal progetto PRISMAS della Regione Piemonte, dall'ARPA Piemonte - Centro Regionale per le Ricerche Territoriali e Geologiche e dal catasto pozzi della Provincia di Torino (vedi relazione geologica allegata al presente progetto). Nell'Allegato A della relazione geologica sono riportate le stratigrafie di alcuni pozzi superficiali, sondaggi e campionamenti prossimi all'area d'intervento, nonché i risultati di un rilievo sismico mediante tecnica MASW finalizzato alla misura della velocità delle onde di taglio nei primi 30 metri di profondità (V_{s30}).

Il substrato presente in golena sinistra, di spessore di circa 20 m, è costituito da depositi sabbioso-limosi o limoso-sabbiosi intercalati da sottili livelli di materiale sciolto ghiaioso. La presenza di una forte frazione limosa può far scendere l'angolo di attrito interno drenato fino a 25° , mentre permane un valore di coesione piuttosto basso pari a 10 KN/m^2 . La permeabilità è stimata attorno a $1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$.

- $\gamma = 16-18 \text{ KN/m}^3$ peso di volume
- $\Phi = 25^\circ - 30^\circ$ angolo di attrito in termini di sforzi efficaci
- $c' = 10 \text{ KN/m}^2$ coesione in termini di sforzi efficaci
- $K = 1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ conducibilità idraulica

Per il rilevato arginale dovrà essere utilizzato un terreno omogeneo ricadente nelle classi A6-A7 secondo la classificazione dei terreni HRB-AASHTO (CNR-UNI 10006) costituito da terre limo-argillose ad elevato peso di volume ($> 1,8 \text{ T/m}^3$), a permeabilità non superiore a $1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ $1 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$.

Cautelativamente, per le analisi di stabilità dello stesso, in mancanza di informazioni certe sulle caratteristiche di resistenza dei futuri materiali si considerano i seguenti parametri di resistenza, supponendo il terreno omogeneo:

- $\gamma = 18 \text{ KN/m}^3$ peso di volume efficace
- $\Phi = 25^\circ$ angolo di attrito in termini di sforzi efficaci
- $c' = 15 \text{ KN/m}^2$ coesione in termini di sforzi efficaci

6 PARAMETRI SISMICI

L'azione dell'azione sismica di progetto viene effettuata in funzione della "pericolosità sismica di base" del sito mediante opportune formule spettrali variabili in relazione alla probabilità di superamento, nel periodo di riferimento adottato e, pertanto, in relazione al particolare stato limite considerato (SLV = Stato limite di Salvaguardia della Vita e SLD = Stato Limite di Danno).

I valori base dei parametri utili che consentono di definire le suddette azioni sismiche, per sito di riferimento rigido orizzontale sono quelli della "Accelerazione orizzontale massima al sito" (a_g), del "Fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione" (F_o) e del "Periodo di inizio del tratto costante dello spettro in accelerazione" (T_c) che, come detto sono variabili a seconda dello stato limite considerato.

Tali valori sono definiti interpolando tra i valori forniti per i vertici del reticolo di riferimento più prossimi al sito.

Il Comune di Moncalieri (TO) è in zona sismica di 4 tipo, collocato secondo i seguenti valori di posizionamento:

- Latitudine : 45,0090900°
- Longitudine : 7,6733780°

Si è considerato inoltre per lo Stato Limite Ultimo, lo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) e per lo Stato Limite d'esercizio lo Stato Limite di Danno (SLD).

In particolare per lo SLV si sono adottati i seguenti parametri sismici:

- P_r = periodo di ritorno = 949 anni
- a_g = accelerazione massima del sito = 0.058 g
- F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale = 2.759
- T^*_c = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale = 0.273

Ai fini della definizione sismica di progetto, il terreno interessato dall'intervento può essere classificato di categoria "C"

C	<i>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 $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
----------	---

Superficie topografica per l'opera di presa di categoria T1 con un S_T = coefficiente di amplificazione topografica = 1.0.

7 METODO DI CALCOLO MURI DI CONTENIMENTO IN C.A.

Il programma di calcolo utilizzato è "MAX 15" della AZTEC INFORMATICA – C.so Umberto 43 – Casale Bruzio (CS).

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

- Calcolo della spinta del terreno/acqua
- 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 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 parete pari a

- $\varepsilon' = \varepsilon + \theta$
- $\beta' = \beta + \theta$

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

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

Terreno a bassa permeabilità

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

Terreno a permeabilità elevata

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

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

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

dove il coefficiente A vale

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

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

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

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

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

$$F_{IH} = k_h W \quad F_{IV} = \pm k_v W$$

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

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

Verifica a ribaltamento

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

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

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza

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

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

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

Verifica a scorrimento

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

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

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

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

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

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

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

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione, δ_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:

$$Q_u = c N_c d_{c,c} + q N_q d_{q,i_q} + 0.5 \gamma B N_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

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:

- $A = e^{\pi \operatorname{tg} \phi}$
- $N_q = A \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$
- $N_c = (N_q - 1) \operatorname{ctg} \phi$
- $N_\gamma = (N_q - 1) \operatorname{tg} (1.4\phi)$

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

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:

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

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

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

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:

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

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.

ALLEGATO 1

Analisi e verifiche muro sezione D2.2 con rilevato lato fiume

Dati

Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descr	Descrizione del materiale

Calcestruzzo armato

C	Classe di resistenza del cls
A	Classe di resistenza dell'acciaio
γ	Peso specifico, espresso in [kN/mc]
R _{ck}	Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]
E	Modulo elastico, espresso in [kPa]
ν	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls
ntc	Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ	R _{ck}	E	ν	n	ntc
				[kN/mc]	[kPa]	[kPa]			
1	C25/30	C25/30	B450C	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f _{yk}	f _{uk}
	[kPa]	[kPa]
B450C	450000	540000

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

(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
	[m]	[m]	[°]
1	0.00	0.00	0.000
2	8.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Paramento

Materiale	C25/30	
Altezza paramento	2.00	[m]
Altezza paramento libero	2.00	[m]
Spessore in sommità	0.50	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.50	[m]
Inclinazione paramento esterno	0.00	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]

Fondazione

Materiale	C25/30	
Lunghezza mensola di valle	0.50	[m]
Lunghezza mensola di monte	1.50	[m]
Lunghezza totale	2.50	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.50	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

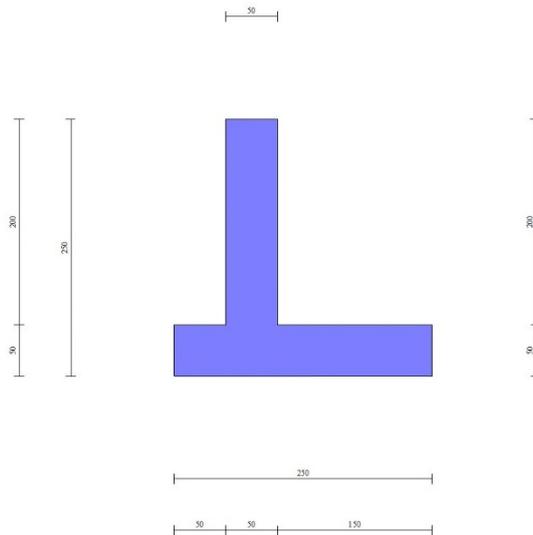


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	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]

Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix

Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ_l	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kPa]	c_a [kPa]	Cesp	τ_l [kPa]
1	Terreno rilevato arginale	18.0000	18.0000	25.000	16.670	15	7		
2	Terreno di appoggio	18.0000	18.0000	27.000	18.000	10	5		

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Kwn, Kwt	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm ² /cm

Per calcolo pali (solo se presenti)

Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kststa, Kstsis	Coeff. di spinta statico e sismico
----------------	------------------------------------

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm ²]	Kwt [Kg/cm ²]	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
1	2.00	0.000	Terreno rilevato arginale	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
2	20.00	0.000	Terreno di appoggio	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000

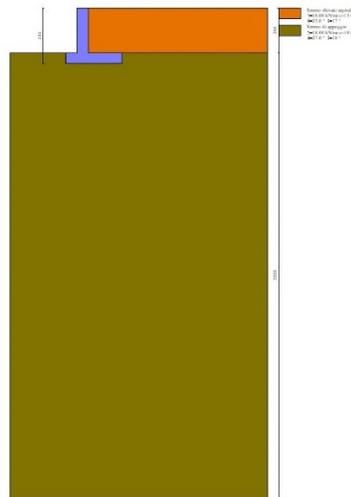


Fig. 2 - Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata

- 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]
Q _f	Intensità del carico per x=X _f espressa in [kN]

Condizione n° 1 (Transito veicoli rilevato) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione $\Psi_0=1.00$ - $\Psi_1=1.00$ - $\Psi_2=1.00$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F _x [kN]	F _y [kN]	M [kNm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kN]	Q _f [kN]
1	Distribuito					0.00	8.00	20.0000	20.0000

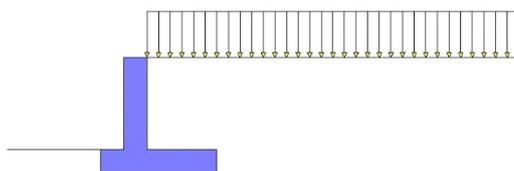


Fig. 3 - Carichi sul terreno

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1,fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2,fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT,sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00	1.00	1.00

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

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili. per I valori dei coeff. γ_G e γ_Q , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Transito veicoli rilevato	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Transito veicoli rilevato	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Transito veicoli rilevato	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Transito veicoli rilevato	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Transito veicoli rilevato	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Transito veicoli rilevato	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Transito veicoli rilevato	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Transito veicoli rilevato	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Transito veicoli rilevato	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Transito veicoli rilevato	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - SLEF

Latitudine	44.999362
Longitudine	7.680064
Indice punti di interpolazione	14015 - 13793 - 13792 - 14014
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	50 anni

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]		0.581	0.302
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.058	0.030
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.759	2.579
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.273	0.198
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.500	1.500
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo - Scorrimento	0.380	3.260	1.630
Ultimo - Carico limite e verifiche strutturali	1.000	3.260	1.630
Ultimo - Ribaltamento	1.000	4.889	2.445
Esercizio	1.000	4.457	2.229

Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Meyerhof
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Meyerhof
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_\gamma$)	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione

Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale Bishop

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante 50.00

Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione 50.00

Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni NO

Considera terreno sulla fondazione di valle NO

Considera spinta e peso acqua fondazione di valle NO

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU)

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

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite di Esercizio (SLE)

Paramento e fondazione muro

Verifiche strutturali nelle combinazioni SLD NO

Condizioni ambientali Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata SI

Verifica a fessurazione

Sensibilità armatura Poco sensibile

Metodo di calcolo aperture delle fessure NTC 2018 - CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.

Valori limite aperture delle fessure:

$$w_1=0.20$$

$$w_2=0.30$$

$$w_3=0.40$$

Verifica delle tensioni

Valori limite delle tensioni nei materiali:

Combinazione	Calcestruzzo	Acciaio
Rara	0.60 f_{ck}	0.80 f_{yk}
Frequente	1.00 f_{ck}	1.00 f_{yk}
Quasi permanente	0.45 f_{ck}	1.00 f_{yk}

Risultati per inviluppo

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
C _x , C _y	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
P _x , P _y	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	C _x [kN]	C _y [kN]	P _x [m]	P _y [m]
1	Spinta statica	13.20	17.45	12.59	3.96	1.50	-1.99
	Peso/Inerzia muro			0.00	55.16/0.00	0.03	-1.69
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	94.50/0.00	0.75	-1.00
	Resistenza passiva terreno antistante			-3.00			
2	Spinta statica	5.37	17.57	5.12	1.62	1.50	-2.20
	Incremento di spinta sismica		4.39	4.19	1.33	1.50	-1.67
	Peso/Inerzia muro			4.73	55.16/2.37	0.03	-1.69
	Peso/Inerzia terrapieno			7.21	84.00/3.60	0.75	-1.00
	Resistenza passiva terreno antistante			-3.00			

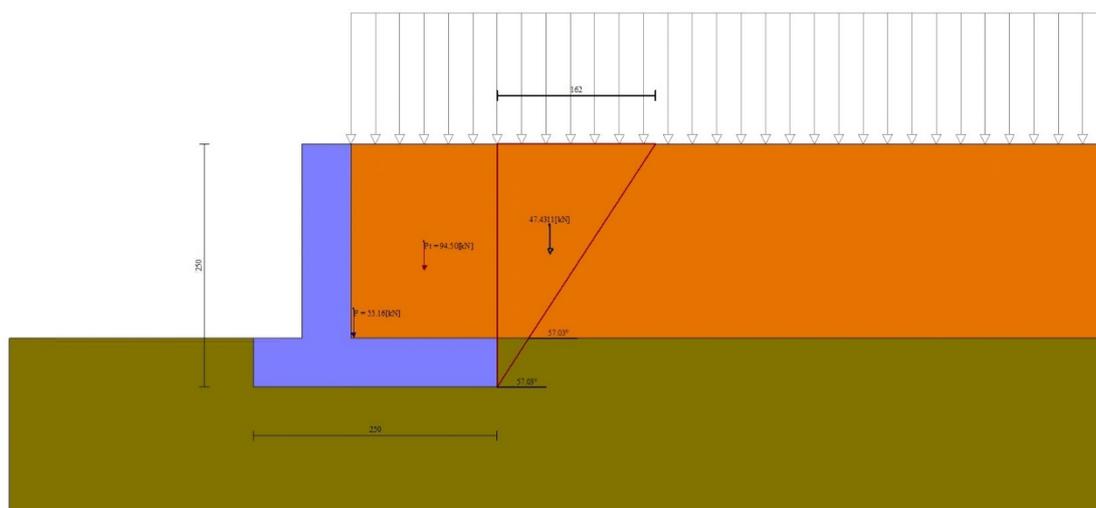


Fig. 4 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

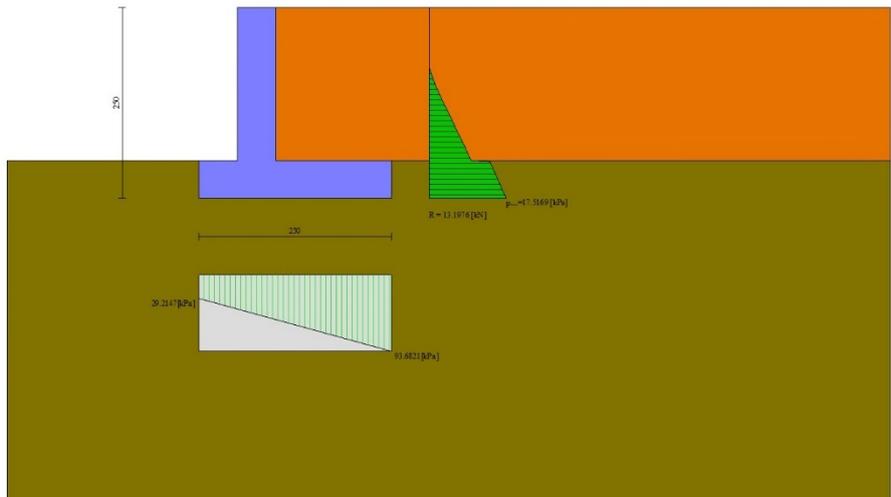


Fig. 5 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 1)

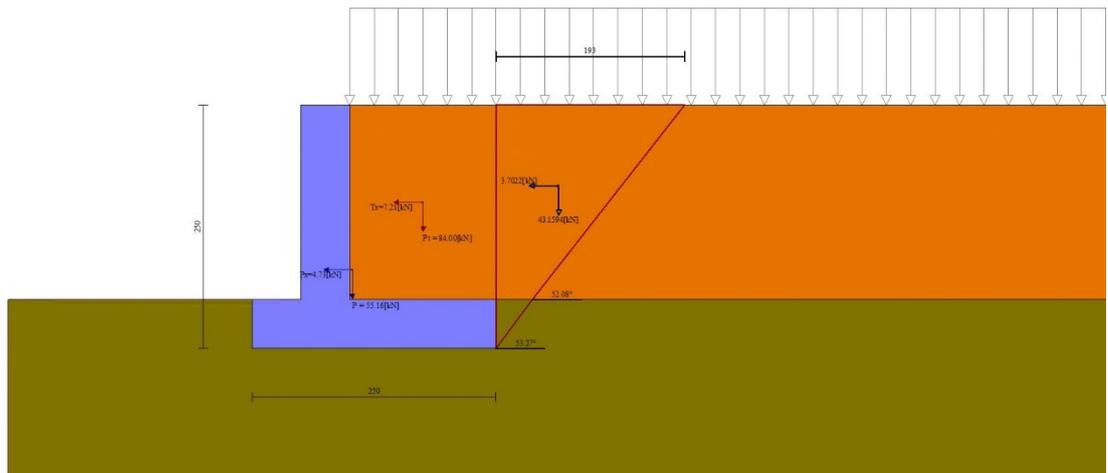


Fig. 6 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

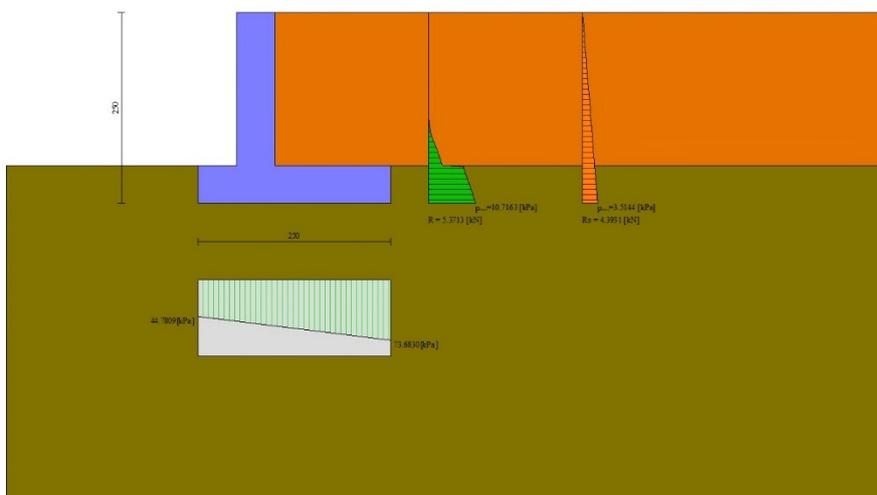


Fig. 7 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		5.195		5.570			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V			5.616			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V			6.182			
4 - GEO (A2-M2-R2)					1.989		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.168		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				2.214		
7 - EQU (A1-M1-R3)			36.462				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		11.187				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		7.842				
15 - A1-M1-R3 SCOR	H + V	5.622					
16 - A1-M1-R3 SCOR	H - V	5.842					

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	62.41	3.00	0.00	--	--	65.41	12.59	5.195
15 - A1-M1-R3 SCOR H + V	59.13	3.00	0.00	--	--	62.13	11.05	5.622

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra portanza di progetto e carico agente al piano di posa)

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	153.62	855.66	611.19	5.570
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	148.08	831.67	693.05	5.616

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa

sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, py	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
r _γ	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B _γ N _γ viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	r _γ	D	B' H	γ	φ	c
									[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
1	23.942 13.199 9.463	0.899 0.899 0.683	1.065 1.033 1.033	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.976	0.50	2.50 2.04	18.00	27.00	10
2	23.942 13.199 9.463	0.827 0.827 0.487	1.065 1.033 1.033	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.976	0.50	2.50 2.04	18.00	27.00	10

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
M _s	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
M _r	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	M _s [kNm]	M _r [kNm]	FS
7 - EQU (A1-M1-R3)	231.96	6.36	36.462
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	209.51	26.72	7.842

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

I _c	Indice/Tipo combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
4 - GEO (A2-M2-R2)	-0.50; 1.50	4.48	1.989
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-1.00; 2.00	5.16	2.168

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

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]

Qy carico sulla 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]

Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	1.57	6.48	3.73 - 0.28	65.475	20.458	12	0.0	
2	4.29	6.48	0.28	58.370	20.458	12	0.0	
3	6.37	6.48	0.28	52.007	20.458	12	0.0	
4	8.03	6.48	0.28	46.465	20.458	12	0.0	
5	9.42	6.48	0.28	41.446	20.458	12	0.0	
6	10.58	6.48	0.28	36.793	22.177	8	0.0	
7	11.57	6.48	0.28	32.410	22.177	8	0.0	
8	12.48	6.48	0.28	28.231	22.177	8	0.0	
9	14.03	6.48	0.28	24.212	22.177	8	0.0	
10	14.62	6.48	0.28	20.316	22.177	8	0.0	
11	15.09	6.48	0.28	16.516	22.177	8	0.0	
12	15.47	6.48	0.28	12.791	22.177	8	0.0	
13	15.74	6.48	0.28	9.119	22.177	8	0.0	
14	18.70	1.59	0.28	5.485	22.177	8	0.0	
15	19.69	0.00	0.28	1.873	22.177	8	0.0	
16	6.15	0.00	0.28	-1.731	22.177	8	0.0	
17	5.60	0.00	0.28	-5.342	22.177	8	0.0	
18	4.69	0.00	0.28	-8.975	22.177	8	0.0	
19	4.42	0.00	0.28	-12.644	22.177	8	0.0	
20	4.05	0.00	0.28	-16.368	22.177	8	0.0	
21	3.58	0.00	0.28	-20.164	22.177	8	0.0	
22	2.99	0.00	0.28	-24.056	22.177	8	0.0	
23	2.29	0.00	0.28	-28.070	22.177	8	0.0	
24	1.46	0.00	0.28	-32.241	22.177	8	0.0	
25	0.48	0.00	-3.31 - 0.28	-35.308	22.177	8	0.0	

n°	W	Qy	b	α	ϕ	c	u	Tx; Ty
	[kN]	[kN]	[m]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]	[kN]
1	1.80	6.42	3.76 - 0.32	62.690	25.000	15	0.0	
2	4.99	6.42	0.32	56.233	25.000	15	0.0	
3	7.49	6.42	0.32	50.231	25.000	15	0.0	
4	9.53	6.42	0.32	44.920	25.000	15	0.0	
5	11.24	6.42	0.32	40.068	25.000	15	0.0	
6	12.68	6.42	0.32	35.543	27.000	10	0.0	
7	13.91	6.42	0.32	31.262	27.000	10	0.0	
8	15.95	6.42	0.32	27.168	27.000	10	0.0	
9	16.87	6.42	0.32	23.220	27.000	10	0.0	

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
10	17.60	6.42	0.32	19.387	27.000	10	0.0	
11	18.19	6.42	0.32	15.642	27.000	10	0.0	
12	17.60	4.59	0.32	11.965	27.000	10	0.0	
13	23.16	0.00	0.32	8.337	27.000	10	0.0	
14	9.71	0.00	0.32	4.743	27.000	10	0.0	
15	7.54	0.00	0.32	1.168	27.000	10	0.0	
16	6.65	0.00	0.32	-2.403	27.000	10	0.0	
17	6.52	0.00	0.32	-5.984	27.000	10	0.0	
18	6.26	0.00	0.32	-9.588	27.000	10	0.0	
19	5.89	0.00	0.32	-13.230	27.000	10	0.0	
20	5.39	0.00	0.32	-16.929	27.000	10	0.0	
21	4.75	0.00	0.32	-20.702	27.000	10	0.0	
22	3.98	0.00	0.32	-24.572	27.000	10	0.0	
23	3.05	0.00	0.32	-28.566	27.000	10	0.0	
24	1.95	0.00	0.32	-32.719	27.000	10	0.0	
25	0.65	0.00	-4.27 - 0.32	-35.988	27.000	10	0.0	

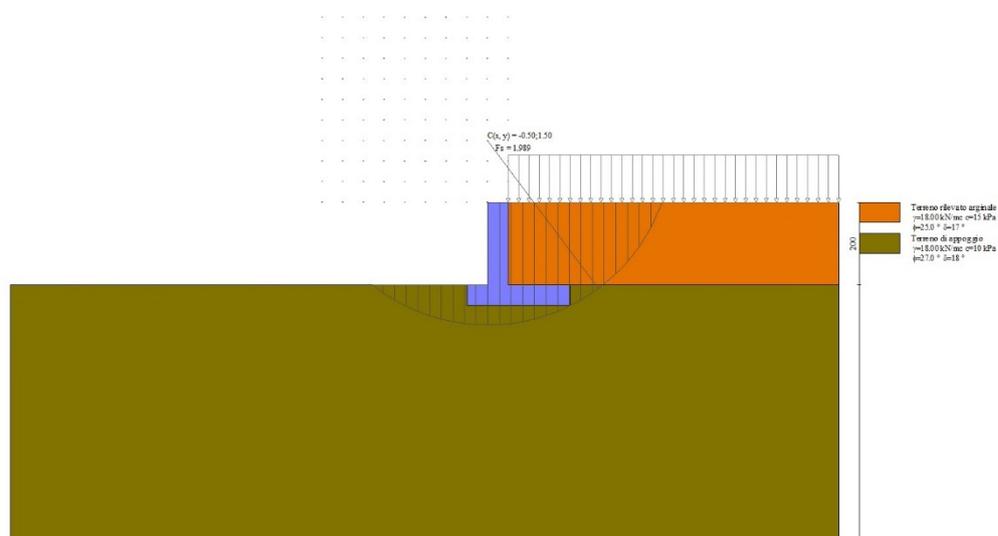


Fig. 8 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 4)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
- T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
- M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Paramento

n°	X	Nmin	Nmax	Tmin	Tmax	Mmin	Mmax
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.23	1.23	0.00	0.11	0.00	0.01
3	-0.20	2.45	2.45	0.00	0.23	0.00	0.02
4	-0.30	3.68	3.68	0.00	0.37	0.00	0.05
5	-0.40	4.90	4.90	0.00	0.51	0.00	0.10
6	-0.50	6.13	6.13	0.00	0.67	0.00	0.15
7	-0.60	7.36	7.36	0.00	0.83	0.00	0.23
8	-0.70	8.58	8.58	0.00	1.01	0.00	0.32
9	-0.80	9.81	9.81	0.00	1.20	0.00	0.43
10	-0.90	11.03	11.03	0.00	1.40	0.00	0.56
11	-1.00	12.26	12.26	0.00	1.61	0.00	0.71
12	-1.10	13.48	13.48	0.00	1.83	0.00	0.88
13	-1.20	14.71	14.71	0.00	2.07	0.00	1.08
14	-1.30	15.94	15.94	0.00	2.31	0.00	1.30
15	-1.40	17.16	17.16	0.00	2.57	0.00	1.54
16	-1.50	18.39	18.39	0.01	2.85	0.00	1.81
17	-1.60	19.61	19.61	0.06	3.17	0.00	2.11
18	-1.70	20.84	20.84	0.14	3.55	0.01	2.45
19	-1.80	22.07	22.07	0.29	4.00	0.03	2.83
20	-1.90	23.29	23.29	0.50	4.52	0.07	3.25
21	-2.00	24.52	24.52	0.77	5.22	0.14	3.73

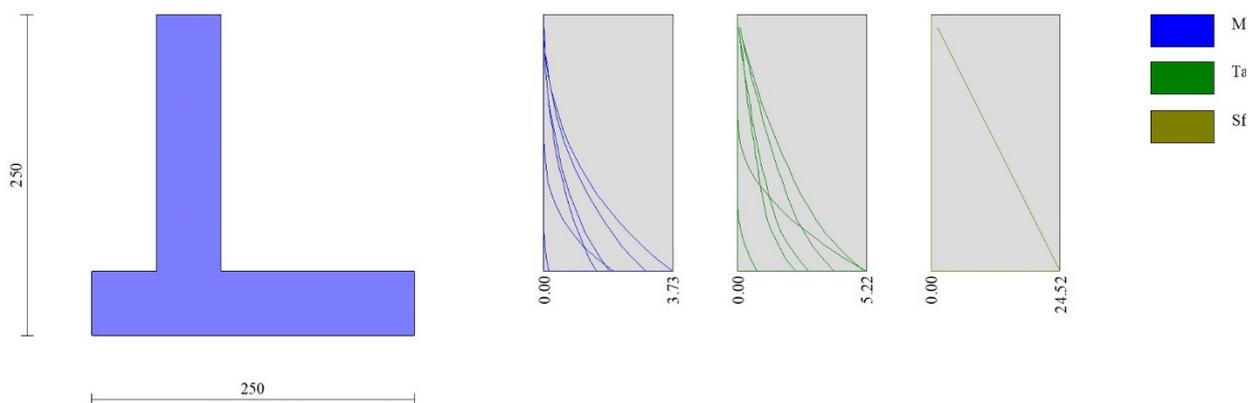


Fig. 9 - Paramento

Fondazione

n°	X	Nmin	Nmax	Tmin	Tmax	Mmin	Mmax
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.90	0.00	0.00	1.62	3.31	0.08	0.16
3	-0.80	0.00	0.00	3.47	6.74	0.33	0.67
4	-0.70	0.00	0.00	5.55	10.28	0.78	1.52
5	-0.60	0.00	0.00	7.87	13.93	1.45	2.73
6	-0.50	0.00	0.00	10.41	17.71	2.36	4.31
7	0.00	0.00	0.00	-17.57	-0.48	-7.13	6.18
8	0.10	0.00	0.00	-14.60	1.18	-5.87	6.14
9	0.20	0.00	0.00	-11.88	2.61	-4.77	5.95
10	0.30	0.00	0.00	-9.42	3.80	-3.82	5.63
11	0.40	0.00	0.00	-7.53	4.76	-3.00	5.20
12	0.50	0.00	0.00	-6.34	5.49	-2.31	4.68

n°	X	Nmin	Nmax	Tmin	Tmax	Mmin	Mmax
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
13	0.60	0.00	0.00	-5.24	5.99	-1.73	4.11
14	0.70	0.00	0.00	-4.25	6.25	-1.26	3.49
15	0.80	0.00	0.00	-3.35	6.28	-0.88	2.86
16	0.90	0.00	0.00	-2.57	6.08	-0.58	2.24
17	1.00	0.00	0.00	-1.88	5.65	-0.36	1.65
18	1.10	0.00	0.00	-1.30	4.99	-0.21	1.12
19	1.20	0.00	0.00	-0.82	4.09	-0.10	0.67
20	1.30	0.00	0.00	-0.44	2.96	-0.04	0.31
21	1.40	0.00	0.00	-0.17	1.59	-0.01	0.08
22	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

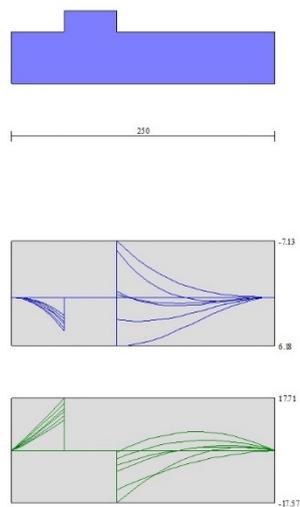


Fig. 10 - Fondazione

Verifiche strutturali

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente espressa in [kN]

Mu momento ultimi espresso in [kNm]
 Nu sforzo normale ultimo espressa in [kN]
 FS fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	50	5.65	5.65	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
2	100	50	5.65	5.65	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
3	100	50	5.65	5.65	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
4	100	50	5.65	5.65	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
5	100	50	5.65	5.65	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
6	100	50	5.65	5.65	0.15	6.13	153.70	6086.55	993.034
7	100	50	5.65	5.65	0.21	7.36	172.46	6086.55	827.528
8	100	50	5.65	5.65	0.29	8.58	204.28	6086.55	709.310
9	100	50	5.65	5.65	0.43	9.81	266.25	6043.00	616.204
10	100	50	5.65	5.65	0.56	11.03	298.04	5851.18	530.351
11	100	50	5.65	5.65	0.71	12.26	328.39	5650.33	460.931
12	100	50	5.65	5.65	0.88	13.48	357.53	5449.68	404.148
13	100	50	5.65	5.65	1.08	14.71	384.53	5238.96	356.144
14	100	50	5.65	5.65	1.30	15.94	409.82	5028.88	315.566
15	100	50	5.65	5.65	1.54	17.16	432.36	4809.66	280.252
16	100	50	5.65	5.65	1.81	18.39	453.13	4594.40	249.862
17	100	50	5.65	5.65	2.11	19.61	470.82	4367.48	222.676
18	100	50	5.65	5.65	2.45	20.84	487.24	4144.59	198.882
19	100	50	5.65	5.65	2.83	22.07	500.24	3904.84	176.967
20	100	50	5.65	5.65	3.25	23.29	512.06	3667.29	157.454
21	100	50	5.65	5.65	3.73	24.52	517.97	3401.54	138.742

Fondazione

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	50	5.65	5.65	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
2	100	50	5.65	5.65	0.16	0.00	98.75	0.00	600.184
3	100	50	5.65	5.65	0.67	0.00	98.75	0.00	148.309
4	100	50	5.65	5.65	1.52	0.00	98.75	0.00	65.161
5	100	50	5.65	5.65	2.73	0.00	98.75	0.00	36.238
6	100	50	5.65	5.65	4.31	0.00	98.75	0.00	22.933
7	100	50	5.65	5.65	-7.13	0.00	-98.75	0.00	13.856
8	100	50	5.65	5.65	-5.87	0.00	-98.75	0.00	16.816
9	100	50	5.65	5.65	-4.77	0.00	-98.75	0.00	20.687
10	100	50	5.65	5.65	-3.82	0.00	-98.75	0.00	25.847
11	100	50	5.65	5.65	-3.00	0.00	-98.75	0.00	32.885
12	100	50	5.65	5.65	-2.31	0.00	-98.75	0.00	42.743
13	100	50	5.65	5.65	-1.73	0.00	-98.75	0.00	56.998
14	100	50	5.65	5.65	-1.26	0.00	-98.75	0.00	78.424
15	100	50	5.65	5.65	-0.88	0.00	-98.75	0.00	112.208
16	100	50	5.65	5.65	-0.58	0.00	-98.75	0.00	168.844
17	100	50	5.65	5.65	0.44	0.00	98.75	0.00	225.870
18	100	50	5.65	5.65	0.33	0.00	98.75	0.00	294.940
19	100	50	5.65	5.65	0.23	0.00	98.75	0.00	434.999
20	100	50	5.65	5.65	0.12	0.00	98.75	0.00	836.263
21	100	50	5.65	5.65	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
22	100	50	5.65	5.65	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000

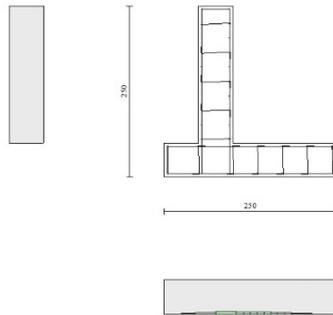


Fig. 11 - Paramento (Inviluppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

I_s	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A_{sw}	area ferri a taglio espresso in [cmq]
$\cot\theta$	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V_{Rcd}	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
V_{Rsd}	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
V_{Rd}	resistenza di progetto a taglio espresso in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio ($A_{sw}>0.0$) $V_{Rd}=\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$.
T	taglio agente espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	A_{sw} [cmq]	$\cot\theta$	V_{Rcd} [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	0.00	100.000
2	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.70	0.11	1568.351
3	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.87	0.23	747.158
4	100	50	0.00	--	0.00	0.00	174.04	0.37	475.694
5	100	50	0.00	--	0.00	0.00	174.21	0.51	341.438
6	100	50	0.00	--	0.00	0.00	174.38	0.67	261.916
7	100	50	0.00	--	0.00	0.00	174.55	0.83	209.657
8	100	50	0.00	--	0.00	0.00	174.72	1.01	172.901

n°	B	H	A _{sw}	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
9	100	50	0.00	--	0.00	0.00	174.89	1.20	145.780
10	100	50	0.00	--	0.00	0.00	175.06	1.40	125.037
11	100	50	0.00	--	0.00	0.00	175.22	1.61	108.728
12	100	50	0.00	--	0.00	0.00	175.39	1.83	95.616
13	100	50	0.00	--	0.00	0.00	175.56	2.07	84.882
14	100	50	0.00	--	0.00	0.00	175.73	2.31	75.960
15	100	50	0.00	--	0.00	0.00	175.90	2.57	68.448
16	100	50	0.00	--	0.00	0.00	176.07	2.85	61.746
17	100	50	0.00	--	0.00	0.00	176.24	3.17	55.551
18	100	50	0.00	--	0.00	0.00	176.41	3.55	49.699
19	100	50	0.00	--	0.00	0.00	176.58	4.00	44.155
20	100	50	0.00	--	0.00	0.00	176.75	4.52	39.094
21	100	50	0.00	--	0.00	0.00	176.92	5.22	33.865

Fondazione

n°	B	H	A _{sw}	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	0.00	100.000
2	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-3.31	52.426
3	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-6.74	25.763
4	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-10.28	16.886
5	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-13.93	12.454
6	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-17.71	9.801
7	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-17.57	9.874
8	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-14.60	11.887
9	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-11.88	14.608
10	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-9.42	18.425
11	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-7.53	23.032
12	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-6.34	27.392
13	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-5.24	33.125
14	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-4.25	40.877
15	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-3.35	51.730
16	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-2.57	67.608
17	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-1.88	92.216
18	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-1.30	133.514
19	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	1.13	154.024
20	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	1.01	171.989
21	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	0.63	273.960
22	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	0.00	100.000

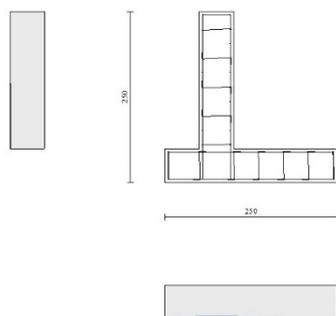


Fig. 12 - Paramento (Inviluppo)

Verifica delle tensioni

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espresso in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori, espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sfuerzo normale agente, espressa in [kN]
σ_c	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
σ_{fi}	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
σ_{fs}	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

Combinazioni SLER

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	14940	[kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360000	[kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	5.65	5.65	0.00	0.00	0 (10)	0 (10)	0 (10)
2	100	50	5.65	5.65	0.00	1.23	2 (10)	36 (10)	36 (10)
3	100	50	5.65	5.65	0.00	2.45	5 (10)	71 (10)	71 (10)
4	100	50	5.65	5.65	0.00	3.68	7 (10)	107 (10)	107 (10)
5	100	50	5.65	5.65	0.00	4.90	9 (10)	142 (10)	142 (10)
6	100	50	5.65	5.65	0.00	6.13	12 (10)	178 (10)	178 (10)
7	100	50	5.65	5.65	0.00	7.36	14 (10)	213 (10)	213 (10)
8	100	50	5.65	5.65	0.00	8.58	17 (10)	249 (10)	249 (10)
9	100	50	5.65	5.65	0.00	9.81	19 (10)	285 (10)	285 (10)
10	100	50	5.65	5.65	0.00	11.03	21 (10)	320 (10)	320 (10)
11	100	50	5.65	5.65	0.00	12.26	24 (10)	356 (10)	356 (10)
12	100	50	5.65	5.65	0.00	13.48	26 (10)	391 (10)	391 (10)
13	100	50	5.65	5.65	0.00	14.71	28 (10)	427 (10)	427 (10)
14	100	50	5.65	5.65	0.00	15.94	31 (10)	462 (10)	462 (10)
15	100	50	5.65	5.65	0.00	17.16	33 (10)	498 (10)	498 (10)
16	100	50	5.65	5.65	0.00	18.39	36 (10)	533 (10)	534 (10)
17	100	50	5.65	5.65	0.00	19.61	38 (10)	568 (10)	570 (10)
18	100	50	5.65	5.65	0.01	20.84	41 (10)	601 (10)	608 (10)
19	100	50	5.65	5.65	0.03	22.07	43 (10)	631 (10)	650 (10)
20	100	50	5.65	5.65	0.07	23.29	47 (10)	655 (10)	697 (10)
21	100	50	5.65	5.65	0.14	24.52	50 (10)	673 (10)	750 (10)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	14940	[kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360000	[kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	5.65	5.65	0.00	0.00	0 (10)	0 (10)	0 (10)
2	100	50	5.65	5.65	0.08	0.00	4 (10)	322 (10)	31 (10)
3	100	50	5.65	5.65	0.33	0.00	18 (10)	1353 (10)	129 (10)
4	100	50	5.65	5.65	0.78	0.00	42 (10)	3186 (10)	305 (10)
5	100	50	5.65	5.65	1.45	0.00	79 (10)	5918 (10)	566 (10)
6	100	50	5.65	5.65	2.36	0.00	129 (10)	9642 (10)	923 (10)
7	100	50	5.65	5.65	6.18	0.00	336 (10)	25230 (10)	2415 (10)
8	100	50	5.65	5.65	6.14	0.00	334 (10)	25078 (10)	2400 (10)
9	100	50	5.65	5.65	5.95	0.00	324 (10)	24296 (10)	2325 (10)
10	100	50	5.65	5.65	5.63	0.00	306 (10)	22979 (10)	2199 (10)
11	100	50	5.65	5.65	5.20	0.00	283 (10)	21223 (10)	2031 (10)
12	100	50	5.65	5.65	4.68	0.00	255 (10)	19121 (10)	1830 (10)
13	100	50	5.65	5.65	4.11	0.00	224 (10)	16769 (10)	1605 (10)
14	100	50	5.65	5.65	3.49	0.00	190 (10)	14262 (10)	1365 (10)
15	100	50	5.65	5.65	2.86	0.00	156 (10)	11694 (10)	1119 (10)
16	100	50	5.65	5.65	2.24	0.00	122 (10)	9161 (10)	877 (10)
17	100	50	5.65	5.65	1.65	0.00	90 (10)	6757 (10)	647 (10)
18	100	50	5.65	5.65	1.12	0.00	61 (10)	4578 (10)	438 (10)
19	100	50	5.65	5.65	0.67	0.00	36 (10)	2717 (10)	260 (10)
20	100	50	5.65	5.65	0.31	0.00	17 (10)	1271 (10)	122 (10)
21	100	50	5.65	5.65	0.08	0.00	4 (10)	334 (10)	32 (10)
22	100	50	5.65	5.65	0.00	0.00	0 (10)	0 (10)	0 (10)

Combinazioni SLEF

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	24900	[kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	450000	[kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	5.65	5.65	0.00	0.00	0 (11)	0 (11)	0 (11)
2	100	50	5.65	5.65	0.00	1.23	2 (11)	36 (11)	36 (11)
3	100	50	5.65	5.65	0.00	2.45	5 (11)	71 (11)	71 (11)
4	100	50	5.65	5.65	0.00	3.68	7 (11)	107 (11)	107 (11)
5	100	50	5.65	5.65	0.00	4.90	9 (11)	142 (11)	142 (11)
6	100	50	5.65	5.65	0.00	6.13	12 (11)	178 (11)	178 (11)
7	100	50	5.65	5.65	0.00	7.36	14 (11)	213 (11)	213 (11)
8	100	50	5.65	5.65	0.00	8.58	17 (11)	249 (11)	249 (11)
9	100	50	5.65	5.65	0.00	9.81	19 (11)	285 (11)	285 (11)
10	100	50	5.65	5.65	0.00	11.03	21 (11)	320 (11)	320 (11)
11	100	50	5.65	5.65	0.00	12.26	24 (11)	356 (11)	356 (11)
12	100	50	5.65	5.65	0.00	13.48	26 (11)	391 (11)	391 (11)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
13	100	50	5.65	5.65	0.00	14.71	28 (11)	427 (11)	427 (11)
14	100	50	5.65	5.65	0.00	15.94	31 (11)	462 (11)	462 (11)
15	100	50	5.65	5.65	0.00	17.16	33 (11)	498 (11)	498 (11)
16	100	50	5.65	5.65	0.00	18.39	36 (11)	533 (11)	534 (11)
17	100	50	5.65	5.65	0.00	19.61	38 (11)	568 (11)	570 (11)
18	100	50	5.65	5.65	0.01	20.84	41 (11)	601 (11)	608 (11)
19	100	50	5.65	5.65	0.03	22.07	43 (11)	631 (11)	650 (11)
20	100	50	5.65	5.65	0.07	23.29	47 (11)	655 (11)	697 (11)
21	100	50	5.65	5.65	0.14	24.52	50 (11)	673 (11)	750 (11)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 24900 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	5.65	5.65	0.00	0.00	0 (11)	0 (11)	0 (11)
2	100	50	5.65	5.65	0.08	0.00	4 (11)	322 (11)	31 (11)
3	100	50	5.65	5.65	0.33	0.00	18 (11)	1353 (11)	129 (11)
4	100	50	5.65	5.65	0.78	0.00	42 (11)	3186 (11)	305 (11)
5	100	50	5.65	5.65	1.45	0.00	79 (11)	5918 (11)	566 (11)
6	100	50	5.65	5.65	2.36	0.00	129 (11)	9642 (11)	923 (11)
7	100	50	5.65	5.65	6.18	0.00	336 (11)	25230 (11)	2415 (11)
8	100	50	5.65	5.65	6.14	0.00	334 (11)	25078 (11)	2400 (11)
9	100	50	5.65	5.65	5.95	0.00	324 (11)	24296 (11)	2325 (11)
10	100	50	5.65	5.65	5.63	0.00	306 (11)	22979 (11)	2199 (11)
11	100	50	5.65	5.65	5.20	0.00	283 (11)	21223 (11)	2031 (11)
12	100	50	5.65	5.65	4.68	0.00	255 (11)	19121 (11)	1830 (11)
13	100	50	5.65	5.65	4.11	0.00	224 (11)	16769 (11)	1605 (11)
14	100	50	5.65	5.65	3.49	0.00	190 (11)	14262 (11)	1365 (11)
15	100	50	5.65	5.65	2.86	0.00	156 (11)	11694 (11)	1119 (11)
16	100	50	5.65	5.65	2.24	0.00	122 (11)	9161 (11)	877 (11)
17	100	50	5.65	5.65	1.65	0.00	90 (11)	6757 (11)	647 (11)
18	100	50	5.65	5.65	1.12	0.00	61 (11)	4578 (11)	438 (11)
19	100	50	5.65	5.65	0.67	0.00	36 (11)	2717 (11)	260 (11)
20	100	50	5.65	5.65	0.31	0.00	17 (11)	1271 (11)	122 (11)
21	100	50	5.65	5.65	0.08	0.00	4 (11)	334 (11)	32 (11)
22	100	50	5.65	5.65	0.00	0.00	0 (11)	0 (11)	0 (11)

Combinazioni SLEQ

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 11205 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	5.65	5.65	0.00	0.00	0 (12)	0 (12)	0 (12)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
2	100	50	5.65	5.65	0.00	1.23	2 (12)	36 (12)	36 (12)
3	100	50	5.65	5.65	0.00	2.45	5 (12)	71 (12)	71 (12)
4	100	50	5.65	5.65	0.00	3.68	7 (12)	107 (12)	107 (12)
5	100	50	5.65	5.65	0.00	4.90	9 (12)	142 (12)	142 (12)
6	100	50	5.65	5.65	0.00	6.13	12 (12)	178 (12)	178 (12)
7	100	50	5.65	5.65	0.00	7.36	14 (12)	213 (12)	213 (12)
8	100	50	5.65	5.65	0.00	8.58	17 (12)	249 (12)	249 (12)
9	100	50	5.65	5.65	0.00	9.81	19 (12)	285 (12)	285 (12)
10	100	50	5.65	5.65	0.00	11.03	21 (12)	320 (12)	320 (12)
11	100	50	5.65	5.65	0.00	12.26	24 (12)	356 (12)	356 (12)
12	100	50	5.65	5.65	0.00	13.48	26 (12)	391 (12)	391 (12)
13	100	50	5.65	5.65	0.00	14.71	28 (12)	427 (12)	427 (12)
14	100	50	5.65	5.65	0.00	15.94	31 (12)	462 (12)	462 (12)
15	100	50	5.65	5.65	0.00	17.16	33 (12)	498 (12)	498 (12)
16	100	50	5.65	5.65	0.00	18.39	36 (12)	533 (12)	534 (12)
17	100	50	5.65	5.65	0.00	19.61	38 (12)	568 (12)	570 (12)
18	100	50	5.65	5.65	0.01	20.84	41 (12)	601 (12)	608 (12)
19	100	50	5.65	5.65	0.03	22.07	43 (12)	631 (12)	650 (12)
20	100	50	5.65	5.65	0.07	23.29	47 (12)	655 (12)	697 (12)
21	100	50	5.65	5.65	0.14	24.52	50 (12)	673 (12)	750 (12)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 11205 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	5.65	5.65	0.00	0.00	0 (12)	0 (12)	0 (12)
2	100	50	5.65	5.65	0.08	0.00	4 (12)	322 (12)	31 (12)
3	100	50	5.65	5.65	0.33	0.00	18 (12)	1353 (12)	129 (12)
4	100	50	5.65	5.65	0.78	0.00	42 (12)	3186 (12)	305 (12)
5	100	50	5.65	5.65	1.45	0.00	79 (12)	5918 (12)	566 (12)
6	100	50	5.65	5.65	2.36	0.00	129 (12)	9642 (12)	923 (12)
7	100	50	5.65	5.65	6.18	0.00	336 (12)	25230 (12)	2415 (12)
8	100	50	5.65	5.65	6.14	0.00	334 (12)	25078 (12)	2400 (12)
9	100	50	5.65	5.65	5.95	0.00	324 (12)	24296 (12)	2325 (12)
10	100	50	5.65	5.65	5.63	0.00	306 (12)	22979 (12)	2199 (12)
11	100	50	5.65	5.65	5.20	0.00	283 (12)	21223 (12)	2031 (12)
12	100	50	5.65	5.65	4.68	0.00	255 (12)	19121 (12)	1830 (12)
13	100	50	5.65	5.65	4.11	0.00	224 (12)	16769 (12)	1605 (12)
14	100	50	5.65	5.65	3.49	0.00	190 (12)	14262 (12)	1365 (12)
15	100	50	5.65	5.65	2.86	0.00	156 (12)	11694 (12)	1119 (12)
16	100	50	5.65	5.65	2.24	0.00	122 (12)	9161 (12)	877 (12)
17	100	50	5.65	5.65	1.65	0.00	90 (12)	6757 (12)	647 (12)
18	100	50	5.65	5.65	1.12	0.00	61 (12)	4578 (12)	438 (12)
19	100	50	5.65	5.65	0.67	0.00	36 (12)	2717 (12)	260 (12)
20	100	50	5.65	5.65	0.31	0.00	17 (12)	1271 (12)	122 (12)
21	100	50	5.65	5.65	0.08	0.00	4 (12)	334 (12)	32 (12)
22	100	50	5.65	5.65	0.00	0.00	0 (12)	0 (12)	0 (12)

Verifica a fessurazione

Simbologia adottata

- n° indice sezione
- Y ordinata sezione espressa in [m]
- B larghezza sezione espresso in [cm]

H	altezza sezione espressa in [cm]
Af	area ferri zona tesa espresso in [cmq]
Aeff	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
Mpf	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
ε	deformazione espresso in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]

Combinazioni SLEF

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.000 (11)
2	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.000 (11)
3	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.000 (11)
4	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	9806805.923 3	1000.00	0.000 (11)
5	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	9806805.923 3	1000.00	0.000 (11)
6	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.000 (11)
7	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	9806805.923 3	1000.00	0.000 (11)
8	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.000 (11)
9	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	9806805.923 3	1000.00	0.000 (11)
10	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	9806805.923 3	1000.00	0.000 (11)
11	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	9806805.923 3	1000.00	0.000 (11)
12	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	9806805.923 3	1000.00	0.000 (11)
13	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	9806805.923 3	1000.00	0.000 (11)
14	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	9806805.923 3	1000.00	0.000 (11)
15	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.000 (11)
16	100	50	0.00	0.00	0.00	0.03	0.0000	0.00	0.000 (11)
17	100	50	0.00	0.00	0.00	0.26	0.0000	0.00	0.000 (11)
18	100	50	0.00	0.00	0.01	0.85	0.0000	0.00	0.000 (11)
19	100	50	0.00	0.00	0.03	2.12	0.0000	0.00	0.000 (11)
20	100	50	0.00	0.00	0.07	4.38	0.0000	0.00	0.000 (11)
21	100	50	0.00	0.00	0.14	7.96	0.0000	0.00	0.000 (11)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.000 (11)
2	100	50	0.00	0.00	0.08	0.00	0.0000	0.00	0.000 (11)
3	100	50	5.65	1000.00	0.33	115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
4	100	50	5.65	1000.00	0.78	115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
5	100	50	5.65	1000.00	1.45	115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
6	100	50	5.65	1000.00	2.36	115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
7	100	50	5.65	1000.00	6.18	115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
8	100	50	5.65	1000.00	6.14	115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
9	100	50	5.65	1000.00	5.95	115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
10	100	50	5.65	1000.00	5.63	115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
11	100	50	5.65	1000.00	5.20	115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
12	100	50	5.65	1000.00	4.68	115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
13	100	50	5.65	1000.00	4.11	115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
14	100	50	5.65	1000.00	3.49	115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
15	100	50	5.65	1000.00	2.86	115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
16	100	50	5.65	1000.00	2.24	115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
17	100	50	5.65	1000.00	1.65	115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
18	100	50	5.65	1000.00	1.12	115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
19	100	50	5.65	1000.00	0.67	115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
20	100	50	5.65	1000.00	0.31	115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
21	100	50	0.00	0.00	0.08	0.00	0.0000	0.00	0.000 (11)
22	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.000 (11)

Combinazioni SLEQ

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.000 (12)
2	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.000 (12)
3	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.000 (12)
4	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	9806805.923 3	1000.00	0.000 (12)
5	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	9806805.923 3	1000.00	0.000 (12)
6	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.000 (12)
7	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	9806805.923 3	1000.00	0.000 (12)
8	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.000 (12)
9	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	9806805.923 3	1000.00	0.000 (12)
10	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	9806805.923 3	1000.00	0.000 (12)
11	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	9806805.923 3	1000.00	0.000 (12)
12	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	9806805.923 3	1000.00	0.000 (12)
13	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	9806805.923 3	1000.00	0.000 (12)
14	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	9806805.923 3	1000.00	0.000 (12)
15	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.000 (12)
16	100	50	0.00	0.00	0.00	0.03	0.0000	0.00	0.000 (12)
17	100	50	0.00	0.00	0.00	0.26	0.0000	0.00	0.000 (12)
18	100	50	0.00	0.00	0.01	0.85	0.0000	0.00	0.000 (12)
19	100	50	0.00	0.00	0.03	2.12	0.0000	0.00	0.000 (12)
20	100	50	0.00	0.00	0.07	4.38	0.0000	0.00	0.000 (12)
21	100	50	0.00	0.00	0.14	7.96	0.0000	0.00	0.000 (12)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.000 (12)
2	100	50	0.00	0.00	0.08	0.00	0.0000	0.00	0.000 (12)
3	100	50	5.65	1000.00	0.33	115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
4	100	50	5.65	1000.00	0.78	115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
5	100	50	5.65	1000.00	1.45	115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
6	100	50	5.65	1000.00	2.36	115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
7	100	50	5.65	1000.00	6.18	115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
8	100	50	5.65	1000.00	6.14	115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
9	100	50	5.65	1000.00	5.95	115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
10	100	50	5.65	1000.00	5.63	115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
11	100	50	5.65	1000.00	5.20	115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
12	100	50	5.65	1000.00	4.68	115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
13	100	50	5.65	1000.00	4.11	115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
14	100	50	5.65	1000.00	3.49	115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
15	100	50	5.65	1000.00	2.86	115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
16	100	50	5.65	1000.00	2.24	115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
17	100	50	5.65	1000.00	1.65	115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
18	100	50	5.65	1000.00	1.12	115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
19	100	50	5.65	1000.00	0.67	115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
20	100	50	5.65	1000.00	0.31	115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
21	100	50	0.00	0.00	0.08	0.00	0.0000	0.00	0.000 (12)
22	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.000 (12)

Elenco ferri

Simbologia adottata

n°	Indice del ferro
nf	numero ferri
D	diametro ferro espresso in [mm]
L	Lunghezza ferro espresso in [m]
P _{ferro}	Peso ferro espresso in [kN]

Paramento

n°	Tipo	nf	D [mm]	L [m]	P _f [kN]	P _{gf} [kN]	V _{dis} [mc]
1	Diritto inferiore	5	12.00	1.17	0.0102	0.0511	
2	Diritto superiore	5	12.00	1.17	0.0102	0.0511	
3	Diritto inferiore	5	12.00	2.31	0.0201	0.1007	
4	Diritto superiore	5	12.00	2.31	0.0201	0.1007	
5	Ripartitore	10	10.00	1.00	0.0060	0.0605	
6	Gancio	6	10.00	0.50	0.0030	0.0180	
Totale al metro						0.4306	1.00
Totale						389.70	10.00

Fondazione

n°	Tipo	nf	D [mm]	L [m]	P _f [kN]	P _{gf} [kN]	V _{dis} [mc]
1	Diritto superiore	5	12.00	3.25	0.0283	0.1413	
2	Diritto inferiore	5	12.00	3.25	0.0283	0.1413	
3	Ripartitore	7	10.00	1.00	0.0060	0.0423	
4	Gancio	7	10.00	0.59	0.0036	0.0251	
Totale al metro						0.3744	1.25
Totale						356.89	12.50

Computo metrico

	U.M.	Quantità	Prezzo unitario [Euro]	Importo [Euro]
Calcestruzzo in elevazione	[mc]	1.00	72.30	72.30
Calcestruzzo in fondazione	[mc]	1.25	61.97	77.46
Acciaio per armatura	[kN]	0.8050	0.90	73.88
Casseformi	[mq]	40.00	13.94	557.60
Scavo a sezione obbligata	[mc]	12.50	9.30	116.25
Totale muro				897.49
Totale				897.49

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

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

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del D.M. 17/07/2018.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	15.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - loc. Casole Bruzio (CS)
Licenza	AIU4639W1

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

ALLEGATO 2

Analisi e verifiche muro sezione D2.2 senza rilevato lato fiume

Dati

Materiali

Simbologia adottata

n° Indice materiale

Descr Descrizione del materiale

Calcestruzzo armato

C Classe di resistenza del cls

A Classe di resistenza dell'acciaio

γ Peso specifico, espresso in [kN/mc]

R_{ck} Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]

E Modulo elastico, espresso in [kPa]

ν Coeff. di Poisson

n Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls

ntc Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ	R _{ck}	E	ν	n	ntc
				[kN/mc]	[kPa]	[kPa]			
1	C25/30	C25/30	B450C	24.5170	30000	31447048	0.30	15.00	0.50

Acciai

Descr	f _{yk}	f _{uk}
	[kPa]	[kPa]
B450C	450000	540000

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

(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
	[m]	[m]	[°]
1	0.00	0.00	0.000
2	8.00	0.00	0.000

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.000 [°]

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Paramento

Materiale	C25/30	
Altezza paramento	2.00	[m]
Altezza paramento libero	2.00	[m]
Spessore in sommità	0.50	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.50	[m]
Inclinazione paramento esterno	0.00	[°]
Inclinazione paramento interno	0.00	[°]

Fondazione

Materiale	C25/30	
Lunghezza mensola di valle	0.50	[m]
Lunghezza mensola di monte	1.50	[m]
Lunghezza totale	2.50	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.50	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

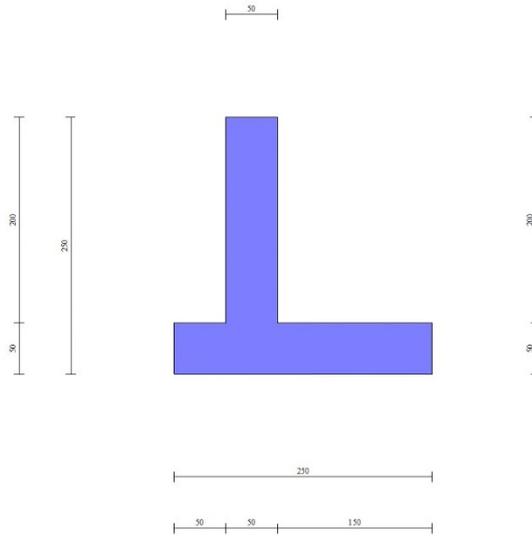


Fig. 1 - Sezione quotata del muro

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	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]

Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix

Cesp	Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)
τ_l	Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kPa]	c_a [kPa]	Cesp	τ_l [kPa]
1	Spinta idrostatica	10.0000	10.0000	0.100	0.070	0	0		
2	Terreno di appoggio	18.0000	18.0000	27.000	18.000	10	5		

Stratigrafia

Simbologia adottata

n°	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Terreno	Terreno dello strato
Kwn, Kwt	Costante di Winkler normale e tangenziale alla superficie espressa in Kg/cm ² /cm

Per calcolo pali (solo se presenti)

Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Cesp	Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Per calcolo della spinta con coeff. di spinta definiti (usati solo se attiva l'opzione 'Usa coeff. di spinta da strato')

Kststa, Kstsis	Coeff. di spinta statico e sismico
----------------	------------------------------------

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kwn [Kg/cm ²]	Kwt [Kg/cm ²]	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kststa	Kstsis
1	2.00	0.000	Spinta idrostatica	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
2	20.00	0.000	Terreno di appoggio	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000

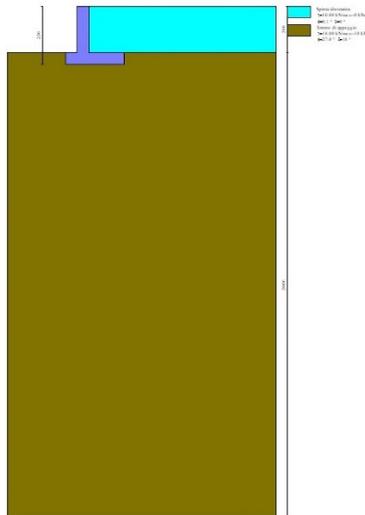


Fig. 2 - Stratigrafia

Normativa

Normativa usata: **Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018 (D.M. 17.01.2018) + Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7**

Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

Carichi	Effetto		Combinazioni statiche					Combinazioni sismiche		
			HYD	UPL	EQU	A1	A2	EQU	A1	A2
Permanenti strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G1,fav}$	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G1,sfav}$	1.00	1.10	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma_{G2,fav}$	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevoli	$\gamma_{G2,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevoli	$\gamma_{Q,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevoli	$\gamma_{Q,sfav}$	1.00	1.50	1.50	1.50	1.30	1.00	1.00	1.00
Variabili da traffico	Favorevoli	$\gamma_{QT,fav}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili da traffico	Sfavorevoli	$\gamma_{QT,sfav}$	1.00	1.50	1.35	1.35	1.15	1.00	1.00	1.00

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro		Combinazioni statiche		Combinazioni sismiche	
		M1	M2	M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan(\phi)}$	1.00	1.25	1.00	1.00
Coesione efficace	γ_c	1.00	1.25	1.00	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.00	1.00
Peso nell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00	1.00	1.00

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

Verifica	Combinazioni statiche			Combinazioni sismiche		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Capacità portante	--	--	1.40	--	--	1.20
Scorrimento	--	--	1.10	--	--	1.00
Resistenza terreno a valle	--	--	1.40	--	--	1.20
Ribaltamento	--	--	1.15	--	--	1.00
Stabilità fronte di scavo	--	1.10	--	--	1.20	--

Descrizione combinazioni di carico

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si sono considerate le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \gamma_{Q2} Q_{k2} + \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + Q_{k1} + \Psi_{0,2} Q_{k2} + \Psi_{0,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{1,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti di lungo periodo:

$$G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \Psi_{2,1} Q_{k1} + \Psi_{2,2} Q_{k2} + \Psi_{2,3} Q_{k3} + \dots$$

I valori dei coeff. $\Psi_{0,j}$, $\Psi_{1,j}$, $\Psi_{2,j}$ sono definiti nelle singole condizioni variabili. per I valori dei coeff. γ_G e γ_Q , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - SLER

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - SLEF

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - SLEQ

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 13 - SLEQ H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 14 - SLEQ H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 15 - A1-M1-R3 SCOR H + V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 16 - A1-M1-R3 SCOR H - V

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Dati sismici

Comune	Moncalieri
Provincia	Torino
Regione	Piemonte
Latitudine	44.999362
Longitudine	7.680064
Indice punti di interpolazione	14015 - 13793 - 13792 - 14014

Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	50 anni

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]		0.581	0.302
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.058	0.030
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.759	2.579
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.273	0.198
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.500	1.500
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000	

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo - Scorrimento	0.380	3.260	1.630
Ultimo - Carico limite e verifiche strutturali	1.000	3.260	1.630
Ultimo - Ribaltamento	1.000	4.889	2.445
Esercizio	1.000	4.457	2.229

Forma diagramma incremento sismico **Stessa forma del diagramma statico**

Opzioni di calcolo

Spinta

Metodo di calcolo della spinta	Culmann
Tipo di spinta	Spinta attiva
Terreno a bassa permeabilità	NO
Superficie di spinta limitata	NO

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Meyerhof
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Meyerhof
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B \gamma N_c$)	Larghezza ridotta (B')
Fattori di forma e inclinazione del carico	Solo i fattori di inclinazione

Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra

Stabilità globale

Metodo di calcolo della stabilità globale	Bishop
---	--------

Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	50.00
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU)

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

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite di Esercizio (SLE)

Paramento e fondazione muro

Verifiche strutturali nelle combinazioni SLD NO

Condizioni ambientali Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata SI

Verifica a fessurazione

Sensibilità armatura Poco sensibile

Metodo di calcolo aperture delle fessure NTC 2018 - CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.

Valori limite aperture delle fessure:

$$w_1=0.20$$

$$w_2=0.30$$

$$w_3=0.40$$

Verifica delle tensioni

Valori limite delle tensioni nei materiali:

Combinazione	Calcestruzzo	Acciaio
Rara	0.60 f_{ck}	0.80 f_{yk}
Frequente	1.00 f_{ck}	1.00 f_{yk}
Quasi permanente	0.45 f_{ck}	1.00 f_{yk}

Risultati per inviluppo

Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
A	Tipo azione
I	Inclinazione della spinta, espressa in [°]
V	Valore dell'azione, espressa in [kN]
Cx, Cy	Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]
Px, Py	Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
2	Spinta statica	20.10	0.24	20.10	0.09	1.50	-1.34
	Incremento di spinta sismica		8.18	8.18	0.03	1.50	-1.67
	Peso/Inerzia muro			4.73	55.16/2.37	0.03	-1.69
	Peso/Inerzia terrapieno			2.57	30.00/1.29	0.75	-1.00
	Resistenza passiva terreno antistante			-3.00			

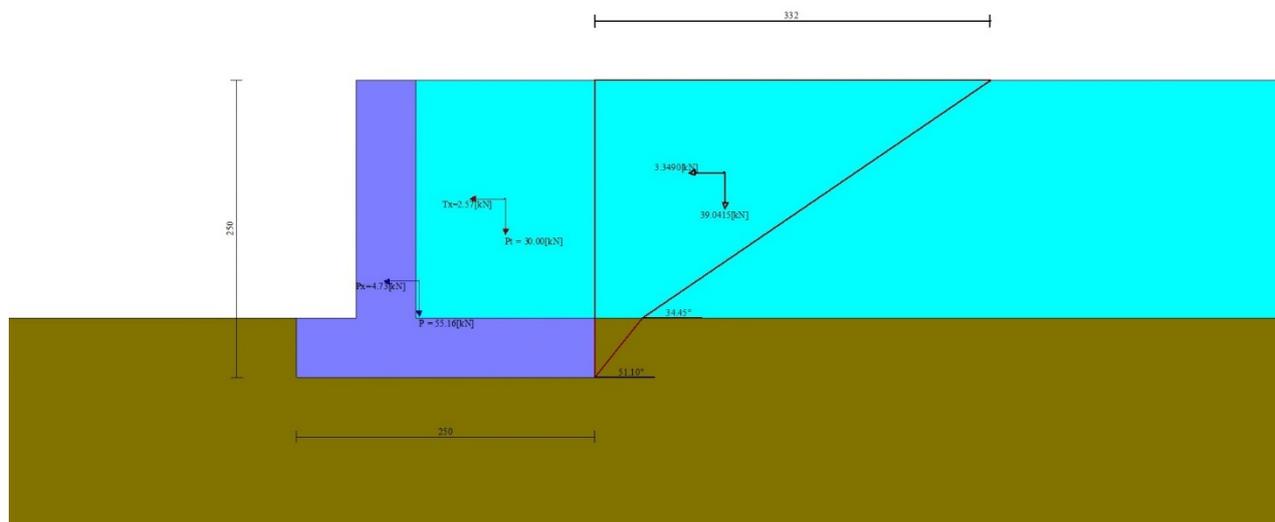


Fig. 3 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

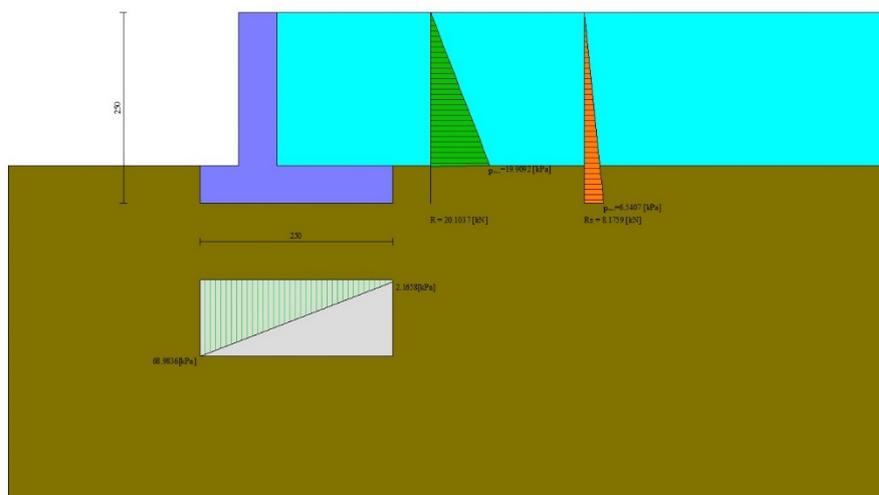


Fig. 4 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 2)

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
S	Sisma (H: componente orizzontale, V: componente verticale)
FS _{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS _{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS _{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS _{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS _{HYD}	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS _{UPL}	Coeff. di sicurezza a sollevamento

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		1.642		5.193			
2 - STR (A1-M1-R3)	H + V			3.819			
3 - STR (A1-M1-R3)	H - V			3.969			
4 - GEO (A2-M2-R2)					3.317		
5 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				3.141		
6 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				3.200		
7 - EQU (A1-M1-R3)			3.615				
8 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		3.020				
9 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.666				
15 - A1-M1-R3 SCOR	H + V	1.682					
16 - A1-M1-R3 SCOR	H - V	1.690					

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Rsa	Resistenza allo scorrimento per attrito, espresso in [kN]
Rpt	Resistenza passiva terreno antistante, espresso in [kN]
Rps	Resistenza passiva sperone, espresso in [kN]
Rp	Resistenza a carichi orizzontali pali (solo per fondazione mista), espresso in [kN]
Rt	Resistenza a carichi orizzontali tiranti (solo se presenti), espresso in [kN]
R	Resistenza allo scorrimento (somma di Rsa+Rpt+Rps+Rp), espresso in [kN]
T	Carico parallelo al piano di posa, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto R/T)

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1 - STR (A1-M1-R3)	40.23	3.00	0.00	--	--	43.22	26.32	1.642

Verifica a carico limite

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
N	Carico normale totale al piano di posa, espresso in [kN]
Qu	carico limite del terreno, espresso in [kN]
Qd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (rapporto tra portanza di progetto e carico agente al piano di posa)

n°	N	Qu	Qd	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	
2 - STR (A1-M1-R3) H + V	88.94	339.64	283.03	3.819

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ny	Fattori di capacità portante
ic, iq, iy	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dy	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gy	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, by	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sy	Fattori di forma della fondazione

p_c, p_q, p_γ Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic

r_γ Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B_\gamma N_\gamma$, viene moltiplicato per questo fattore

D Affondamento del piano di posa, espresso in [m]

B' Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]

H Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]

γ Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]

ϕ Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]

c Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '--' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	r γ	D	B' H	γ	ϕ	c
									[m]	[m]	[kN/mc]	[°]	[kPa]
2	23.942 13.199 9.463	0.574 0.574 0.037	1.065 1.033 1.033	-- -- --	-- -- --	-- -- --	-- -- --	0.976	0.50	2.50 2.04	18.00	27.00	10

Verifica a ribaltamento

Simbologia adottata

n° Indice combinazione

M_s Momento stabilizzante, espresso in [kNm]

M_r Momento ribaltante, espresso in [kNm]

FS Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)

La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

n°	M _s	M _r	FS
	[kNm]	[kNm]	
9 - EQU (A1-M1-R3) H - V	109.48	41.06	2.666

Verifica stabilità globale muro + terreno

Simbologia adottata

I_c Indice/Tipo combinazione

C Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]

R Raggio, espresso in [m]

FS Fattore di sicurezza

I _c	C	R	FS
	[m]	[m]	
5 - GEO (A2-M2-R2) H + V	-0.50; 2.00	4.93	3.141

Dettagli strisce verifiche stabilità

Simbologia adottata

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]

Qy carico sulla 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]

Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	α [°]	ϕ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	0.82	0.00	4.02 - 0.30	61.777	0.100	0	0.0	
2	2.29	0.00	0.30	55.773	0.100	0	0.0	
3	3.47	0.00	0.30	50.022	0.100	0	0.0	
4	4.43	0.00	0.30	44.903	0.100	0	0.0	
5	5.24	0.00	0.30	40.210	0.100	0	0.0	
6	5.99	0.00	0.30	35.825	0.100	0	0.0	
7	6.99	0.00	0.30	31.672	27.000	10	0.0	
8	7.90	0.00	0.30	27.698	27.000	10	0.0	
9	8.57	0.00	0.30	23.865	27.000	10	0.0	
10	10.28	0.00	0.30	20.143	27.000	10	0.0	
11	10.80	0.00	0.30	16.508	27.000	10	0.0	
12	11.22	0.00	0.30	12.940	27.000	10	0.0	
13	11.53	0.00	0.30	9.423	27.000	10	0.0	
14	15.75	0.00	0.30	5.942	27.000	10	0.0	
15	20.49	0.00	0.30	2.482	27.000	10	0.0	
16	7.32	0.00	0.30	-0.968	27.000	10	0.0	
17	5.78	0.00	0.30	-4.422	27.000	10	0.0	
18	4.73	0.00	0.30	-7.893	27.000	10	0.0	
19	4.46	0.00	0.30	-11.392	27.000	10	0.0	
20	4.09	0.00	0.30	-14.936	27.000	10	0.0	
21	3.61	0.00	0.30	-18.539	27.000	10	0.0	
22	3.02	0.00	0.30	-22.221	27.000	10	0.0	
23	2.31	0.00	0.30	-26.002	27.000	10	0.0	
24	1.47	0.00	0.30	-29.910	27.000	10	0.0	
25	0.26	0.00	-3.40 - 0.30	-32.507	27.000	10	0.0	

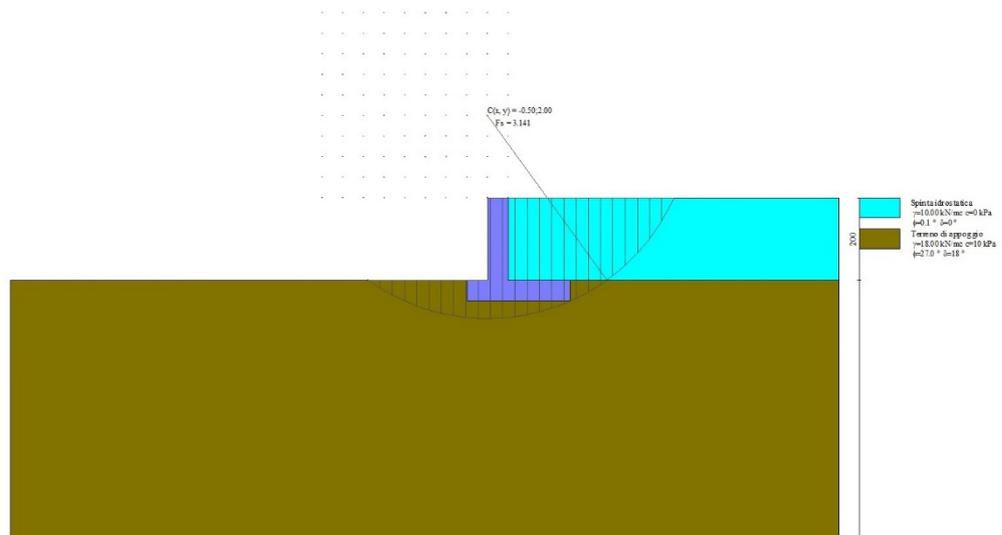


Fig. 5 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 5)

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

- N Sforzo normale, espresso in [kN]. Positivo se di compressione.
- T Taglio, espresso in [kN]. Positivo se diretto da monte verso valle
- M Momento, espresso in [kNm]. Positivo se tende le fibre contro terra (a monte)

Paramento

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.23	1.23	0.05	0.18	0.00	0.01
3	-0.20	2.45	2.45	0.20	0.49	0.01	0.04
4	-0.30	3.68	3.68	0.45	0.95	0.05	0.11
5	-0.40	4.90	4.90	0.80	1.55	0.11	0.23
6	-0.50	6.13	6.13	1.25	2.28	0.21	0.42
7	-0.60	7.36	7.36	1.80	3.16	0.36	0.70
8	-0.70	8.58	8.58	2.44	4.17	0.57	1.06
9	-0.80	9.81	9.81	3.19	5.33	0.85	1.53
10	-0.90	11.03	11.03	4.04	6.62	1.21	2.13
11	-1.00	12.26	12.26	4.98	8.06	1.66	2.86
12	-1.10	13.48	13.48	6.03	9.63	2.21	3.75
13	-1.20	14.71	14.71	7.17	11.35	2.87	4.80
14	-1.30	15.94	15.94	8.42	13.21	3.65	6.02
15	-1.40	17.16	17.16	9.76	15.20	4.56	7.44
16	-1.50	18.39	18.39	11.20	17.34	5.61	9.07
17	-1.60	19.61	19.61	12.75	19.61	6.80	10.91
18	-1.70	20.84	20.84	14.39	22.03	8.16	12.99
19	-1.80	22.07	22.07	16.13	24.58	9.68	15.32
20	-1.90	23.29	23.29	17.97	27.28	11.39	17.92
21	-2.00	24.52	24.52	19.91	30.12	13.28	20.78

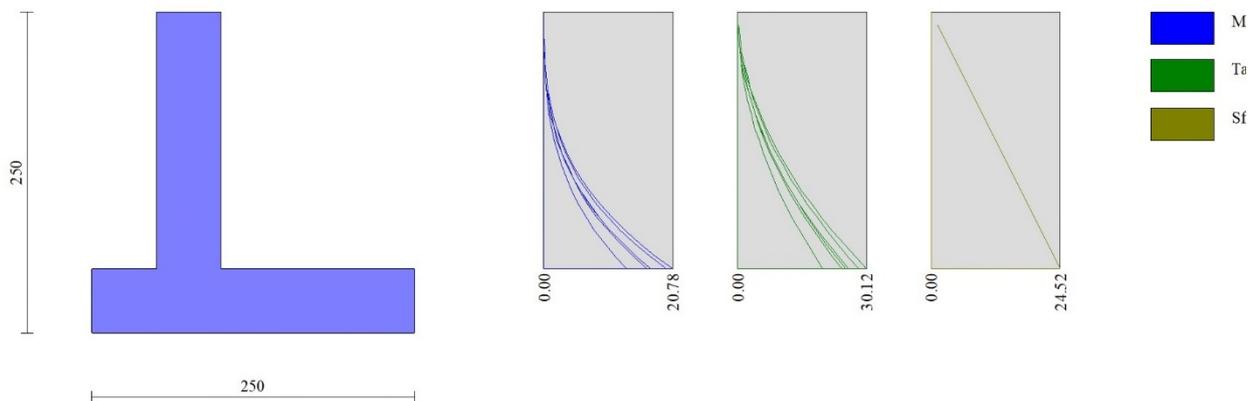


Fig. 6 - Paramento

Fondazione

n°	X [m]	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Tmin [kN]	Tmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]
1	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.90	0.00	0.00	4.07	5.54	0.20	0.28
3	-0.80	0.00	0.00	7.99	10.81	0.81	1.10
4	-0.70	0.00	0.00	11.74	15.81	1.80	2.43
5	-0.60	0.00	0.00	15.34	20.55	3.15	4.25
6	-0.50	0.00	0.00	18.78	25.02	4.86	6.53
7	0.00	0.00	0.00	-21.95	-9.03	-22.38	-11.20
8	0.10	0.00	0.00	-21.96	-9.53	-20.18	-10.27
9	0.20	0.00	0.00	-21.76	-9.87	-17.99	-9.30
10	0.30	0.00	0.00	-21.35	-10.06	-15.84	-8.30
11	0.40	0.00	0.00	-20.72	-10.08	-13.73	-7.29
12	0.50	0.00	0.00	-19.89	-9.95	-11.70	-6.29
13	0.60	0.00	0.00	-18.85	-9.67	-9.77	-5.31
14	0.70	0.00	0.00	-17.60	-9.22	-8.00	-4.36
15	0.80	0.00	0.00	-16.13	-8.62	-6.33	-3.47
16	0.90	0.00	0.00	-14.48	-7.86	-4.81	-2.64
17	1.00	0.00	0.00	-12.71	-6.94	-3.45	-1.90
18	1.10	0.00	0.00	-10.69	-5.87	-2.27	-1.26
19	1.20	0.00	0.00	-8.40	-4.64	-1.32	-0.73
20	1.30	0.00	0.00	-5.86	-3.25	-0.60	-0.34
21	1.40	0.00	0.00	-3.06	-1.70	-0.16	-0.09
22	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

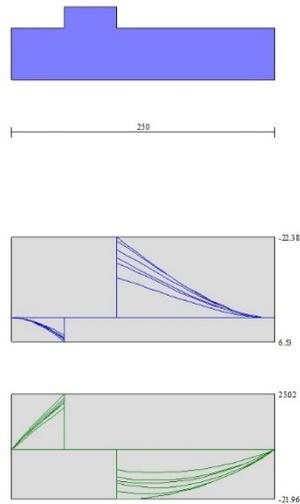


Fig. 7 - Fondazione

Verifiche strutturali

Verifiche a flessione

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente espressa in [kN]
Mu	momento ultimi espresso in [kNm]
Nu	sforzo normale ultimo espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	50	5.65	5.65	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
2	100	50	5.65	5.65	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
3	100	50	5.65	5.65	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
4	100	50	5.65	5.65	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
5	100	50	5.65	5.65	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
6	100	50	5.65	5.65	0.42	6.13	370.86	5352.45	873.262
7	100	50	5.65	5.65	0.70	7.36	443.67	4692.48	637.989
8	100	50	5.65	5.65	1.06	8.58	495.00	4004.60	466.685
9	100	50	5.65	5.65	1.53	9.81	519.75	3321.66	338.710
10	100	50	5.65	5.65	2.13	11.03	493.30	2554.11	231.505
11	100	50	5.65	5.65	2.86	12.26	427.58	1830.29	149.308
12	100	50	5.65	5.65	3.75	13.48	346.49	1246.84	92.465
13	100	50	5.65	5.65	4.80	14.71	270.22	828.95	56.352
14	100	50	5.65	5.65	6.02	15.94	224.01	592.82	37.200
15	100	50	5.65	5.65	7.44	17.16	196.85	454.01	26.454
16	100	50	5.65	5.65	9.07	18.39	176.51	357.97	19.468
17	100	50	5.65	5.65	10.91	19.61	162.00	291.15	14.844
18	100	50	5.65	5.65	12.99	20.84	151.55	243.05	11.663
19	100	50	5.65	5.65	15.32	22.07	143.70	206.93	9.378
20	100	50	5.65	5.65	17.92	23.29	137.62	178.91	7.681
21	100	50	5.65	5.65	20.78	24.52	132.77	156.62	6.388

Fondazione

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	50	5.65	5.65	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
2	100	50	5.65	5.65	0.28	0.00	98.75	0.00	353.739
3	100	50	5.65	5.65	1.10	0.00	98.75	0.00	89.869
4	100	50	5.65	5.65	2.43	0.00	98.75	0.00	40.600
5	100	50	5.65	5.65	4.25	0.00	98.75	0.00	23.220
6	100	50	5.65	5.65	6.53	0.00	98.75	0.00	15.114
7	100	50	5.65	5.65	-22.38	0.00	-98.75	0.00	4.413
8	100	50	5.65	5.65	-20.18	0.00	-98.75	0.00	4.894
9	100	50	5.65	5.65	-17.99	0.00	-98.75	0.00	5.489
10	100	50	5.65	5.65	-15.84	0.00	-98.75	0.00	6.236
11	100	50	5.65	5.65	-13.73	0.00	-98.75	0.00	7.192
12	100	50	5.65	5.65	-11.70	0.00	-98.75	0.00	8.442
13	100	50	5.65	5.65	-9.77	0.00	-98.75	0.00	10.104
14	100	50	5.65	5.65	-8.00	0.00	-98.75	0.00	12.347
15	100	50	5.65	5.65	-6.33	0.00	-98.75	0.00	15.590
16	100	50	5.65	5.65	-4.81	0.00	-98.75	0.00	20.537
17	100	50	5.65	5.65	-3.45	0.00	-98.75	0.00	28.650
18	100	50	5.65	5.65	-2.27	0.00	-98.75	0.00	43.411
19	100	50	5.65	5.65	-1.32	0.00	-98.75	0.00	74.908
20	100	50	5.65	5.65	-0.60	0.00	-98.75	0.00	163.734
21	100	50	5.65	5.65	-0.16	0.00	-98.75	0.00	636.766
22	100	50	5.65	5.65	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000

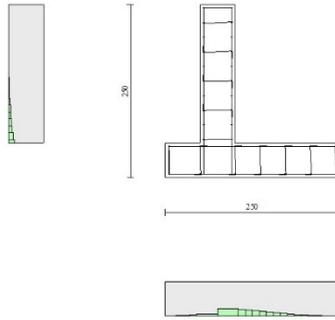


Fig. 8 - Paramento (Inviluppo)

Verifiche a taglio

Simbologia adottata

I_s	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
A_{sw}	area ferri a taglio espresso in [cmq]
$\cot\theta$	inclinazione delle bielle compresse, θ inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
V_{Rcd}	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
V_{Rsd}	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
V_{Rd}	resistenza di progetto a taglio espresso in [kN]. Per elementi con armature trasversali resistenti al taglio ($A_{sw}>0.0$) $V_{Rd}=\min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$.
T	taglio agente espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

Paramento

n°	B [cm]	H [cm]	A_{sw} [cmq]	$\cot\theta$	V_{Rcd} [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	T [kN]	FS
1	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	0.00	100.000
2	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.70	0.18	988.087
3	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.87	0.49	352.768
4	100	50	0.00	--	0.00	0.00	174.04	0.95	183.201
5	100	50	0.00	--	0.00	0.00	174.21	1.55	112.690
6	100	50	0.00	--	0.00	0.00	174.38	2.28	76.440
7	100	50	0.00	--	0.00	0.00	174.55	3.16	55.296
8	100	50	0.00	--	0.00	0.00	174.72	4.17	41.878

n°	B	H	A _{sw}	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
9	100	50	0.00	--	0.00	0.00	174.89	5.33	32.827
10	100	50	0.00	--	0.00	0.00	175.06	6.62	26.431
11	100	50	0.00	--	0.00	0.00	175.22	8.06	21.744
12	100	50	0.00	--	0.00	0.00	175.39	9.63	18.205
13	100	50	0.00	--	0.00	0.00	175.56	11.35	15.468
14	100	50	0.00	--	0.00	0.00	175.73	13.21	13.308
15	100	50	0.00	--	0.00	0.00	175.90	15.20	11.572
16	100	50	0.00	--	0.00	0.00	176.07	17.34	10.156
17	100	50	0.00	--	0.00	0.00	176.24	19.61	8.986
18	100	50	0.00	--	0.00	0.00	176.41	22.03	8.008
19	100	50	0.00	--	0.00	0.00	176.58	24.58	7.183
20	100	50	0.00	--	0.00	0.00	176.75	27.28	6.479
21	100	50	0.00	--	0.00	0.00	176.92	30.12	5.874

Fondazione

n°	B	H	A _{sw}	cotθ	V _{Rcd}	V _{Rsd}	V _{Rd}	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	0.00	100.000
2	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-5.54	31.330
3	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-10.81	16.052
4	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-15.81	10.973
5	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-20.55	8.444
6	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-25.02	6.935
7	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-21.95	7.904
8	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-21.96	7.902
9	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-21.76	7.975
10	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-21.35	8.129
11	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-20.72	8.373
12	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-19.89	8.724
13	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-18.85	9.207
14	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-17.60	9.863
15	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-16.13	10.757
16	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-14.48	11.984
17	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-12.71	13.651
18	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-10.69	16.239
19	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-8.40	20.655
20	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-5.86	29.617
21	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	-3.06	56.734
22	100	50	0.00	--	0.00	0.00	173.53	0.00	100.000

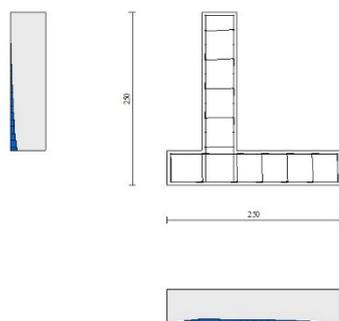


Fig. 9 - Paramento (Inviluppo)

Verifica delle tensioni

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione, espressa in [m]
B	larghezza sezione, espresso in [cm]
H	altezza sezione, espressa in [cm]
Afi	area ferri inferiori, espresso in [cmq]
Afs	area ferri superiori, espressa in [cmq]
M	momento agente, espressa in [kNm]
N	sfuerzo normale agente, espressa in [kN]
σ_c	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
σ_{fi}	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
σ_{fs}	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

Combinazioni SLER

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	14940	[kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360000	[kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	5.65	5.65	0.00	0.00	0 (10)	0 (10)	0 (10)
2	100	50	5.65	5.65	0.00	1.23	2 (10)	35 (10)	36 (10)
3	100	50	5.65	5.65	0.01	2.45	5 (10)	67 (10)	75 (10)
4	100	50	5.65	5.65	0.05	3.68	8 (10)	94 (10)	119 (10)
5	100	50	5.65	5.65	0.11	4.90	12 (10)	112 (10)	173 (10)
6	100	50	5.65	5.65	0.21	6.13	17 (10)	119 (10)	237 (10)
7	100	50	5.65	5.65	0.36	7.36	22 (10)	112 (10)	315 (10)
8	100	50	5.65	5.65	0.57	8.58	29 (10)	88 (10)	410 (10)
9	100	50	5.65	5.65	0.85	9.81	38 (10)	44 (10)	525 (10)
10	100	50	5.65	5.65	1.21	11.03	49 (10)	46 (10)	671 (10)
11	100	50	5.65	5.65	1.66	12.26	65 (10)	256 (10)	872 (10)
12	100	50	5.65	5.65	2.21	13.48	89 (10)	717 (10)	1151 (10)
13	100	50	5.65	5.65	2.87	14.71	122 (10)	1632 (10)	1524 (10)
14	100	50	5.65	5.65	3.65	15.94	165 (10)	3177 (10)	1983 (10)
15	100	50	5.65	5.65	4.56	17.16	218 (10)	5416 (10)	2508 (10)
16	100	50	5.65	5.65	5.61	18.39	278 (10)	8347 (10)	3088 (10)
17	100	50	5.65	5.65	6.80	19.61	348 (10)	11969 (10)	3722 (10)
18	100	50	5.65	5.65	8.16	20.84	426 (10)	16293 (10)	4412 (10)
19	100	50	5.65	5.65	9.68	22.07	513 (10)	21343 (10)	5163 (10)
20	100	50	5.65	5.65	11.39	23.29	609 (10)	27148 (10)	5980 (10)
21	100	50	5.65	5.65	13.28	24.52	716 (10)	33743 (10)	6866 (10)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	14940	[kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	360000	[kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	5.65	5.65	0.00	0.00	0 (10)	0 (10)	0 (10)
2	100	50	5.65	5.65	0.20	0.00	11 (10)	837 (10)	80 (10)
3	100	50	5.65	5.65	0.81	0.00	44 (10)	3304 (10)	316 (10)
4	100	50	5.65	5.65	1.80	0.00	98 (10)	7337 (10)	702 (10)
5	100	50	5.65	5.65	3.15	0.00	172 (10)	12872 (10)	1232 (10)
6	100	50	5.65	5.65	4.86	0.00	265 (10)	19845 (10)	1899 (10)
7	100	50	5.65	5.65	-11.20	0.00	610 (10)	4376 (10)	45726 (10)
8	100	50	5.65	5.65	-10.27	0.00	559 (10)	4013 (10)	41930 (10)
9	100	50	5.65	5.65	-9.30	0.00	506 (10)	3633 (10)	37963 (10)
10	100	50	5.65	5.65	-8.30	0.00	452 (10)	3243 (10)	33889 (10)
11	100	50	5.65	5.65	-7.29	0.00	397 (10)	2849 (10)	29771 (10)
12	100	50	5.65	5.65	-6.29	0.00	342 (10)	2457 (10)	25674 (10)
13	100	50	5.65	5.65	-5.31	0.00	289 (10)	2073 (10)	21663 (10)
14	100	50	5.65	5.65	-4.36	0.00	237 (10)	1704 (10)	17802 (10)
15	100	50	5.65	5.65	-3.47	0.00	189 (10)	1355 (10)	14154 (10)
16	100	50	5.65	5.65	-2.64	0.00	144 (10)	1032 (10)	10784 (10)
17	100	50	5.65	5.65	-1.90	0.00	103 (10)	742 (10)	7756 (10)
18	100	50	5.65	5.65	-1.26	0.00	68 (10)	491 (10)	5135 (10)
19	100	50	5.65	5.65	-0.73	0.00	40 (10)	286 (10)	2985 (10)
20	100	50	5.65	5.65	-0.34	0.00	18 (10)	131 (10)	1369 (10)
21	100	50	5.65	5.65	-0.09	0.00	5 (10)	34 (10)	353 (10)
22	100	50	5.65	5.65	0.00	0.00	0 (10)	0 (10)	0 (10)

Combinazioni SLEF

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo	24900	[kPa]
Tensione massima di trazione dell'acciaio	450000	[kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	5.65	5.65	0.00	0.00	0 (11)	0 (11)	0 (11)
2	100	50	5.65	5.65	0.00	1.23	2 (11)	35 (11)	36 (11)
3	100	50	5.65	5.65	0.01	2.45	5 (11)	67 (11)	75 (11)
4	100	50	5.65	5.65	0.05	3.68	8 (11)	94 (11)	119 (11)
5	100	50	5.65	5.65	0.11	4.90	12 (11)	112 (11)	173 (11)
6	100	50	5.65	5.65	0.21	6.13	17 (11)	119 (11)	237 (11)
7	100	50	5.65	5.65	0.36	7.36	22 (11)	112 (11)	315 (11)
8	100	50	5.65	5.65	0.57	8.58	29 (11)	88 (11)	410 (11)
9	100	50	5.65	5.65	0.85	9.81	38 (11)	44 (11)	525 (11)
10	100	50	5.65	5.65	1.21	11.03	49 (11)	46 (11)	671 (11)
11	100	50	5.65	5.65	1.66	12.26	65 (11)	256 (11)	872 (11)
12	100	50	5.65	5.65	2.21	13.48	89 (11)	717 (11)	1151 (11)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
13	100	50	5.65	5.65	2.87	14.71	122 (11)	1632 (11)	1524 (11)
14	100	50	5.65	5.65	3.65	15.94	165 (11)	3177 (11)	1983 (11)
15	100	50	5.65	5.65	4.56	17.16	218 (11)	5416 (11)	2508 (11)
16	100	50	5.65	5.65	5.61	18.39	278 (11)	8347 (11)	3088 (11)
17	100	50	5.65	5.65	6.80	19.61	348 (11)	11969 (11)	3722 (11)
18	100	50	5.65	5.65	8.16	20.84	426 (11)	16293 (11)	4412 (11)
19	100	50	5.65	5.65	9.68	22.07	513 (11)	21343 (11)	5163 (11)
20	100	50	5.65	5.65	11.39	23.29	609 (11)	27148 (11)	5980 (11)
21	100	50	5.65	5.65	13.28	24.52	716 (11)	33743 (11)	6866 (11)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 24900 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	5.65	5.65	0.00	0.00	0 (11)	0 (11)	0 (11)
2	100	50	5.65	5.65	0.20	0.00	11 (11)	837 (11)	80 (11)
3	100	50	5.65	5.65	0.81	0.00	44 (11)	3304 (11)	316 (11)
4	100	50	5.65	5.65	1.80	0.00	98 (11)	7337 (11)	702 (11)
5	100	50	5.65	5.65	3.15	0.00	172 (11)	12872 (11)	1232 (11)
6	100	50	5.65	5.65	4.86	0.00	265 (11)	19845 (11)	1899 (11)
7	100	50	5.65	5.65	-11.20	0.00	610 (11)	4376 (11)	45726 (11)
8	100	50	5.65	5.65	-10.27	0.00	559 (11)	4013 (11)	41930 (11)
9	100	50	5.65	5.65	-9.30	0.00	506 (11)	3633 (11)	37963 (11)
10	100	50	5.65	5.65	-8.30	0.00	452 (11)	3243 (11)	33889 (11)
11	100	50	5.65	5.65	-7.29	0.00	397 (11)	2849 (11)	29771 (11)
12	100	50	5.65	5.65	-6.29	0.00	342 (11)	2457 (11)	25674 (11)
13	100	50	5.65	5.65	-5.31	0.00	289 (11)	2073 (11)	21663 (11)
14	100	50	5.65	5.65	-4.36	0.00	237 (11)	1704 (11)	17802 (11)
15	100	50	5.65	5.65	-3.47	0.00	189 (11)	1355 (11)	14154 (11)
16	100	50	5.65	5.65	-2.64	0.00	144 (11)	1032 (11)	10784 (11)
17	100	50	5.65	5.65	-1.90	0.00	103 (11)	742 (11)	7756 (11)
18	100	50	5.65	5.65	-1.26	0.00	68 (11)	491 (11)	5135 (11)
19	100	50	5.65	5.65	-0.73	0.00	40 (11)	286 (11)	2985 (11)
20	100	50	5.65	5.65	-0.34	0.00	18 (11)	131 (11)	1369 (11)
21	100	50	5.65	5.65	-0.09	0.00	5 (11)	34 (11)	353 (11)
22	100	50	5.65	5.65	0.00	0.00	0 (11)	0 (11)	0 (11)

Combinazioni SLEQ

Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 11205 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	5.65	5.65	0.00	0.00	0 (12)	0 (12)	0 (12)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
2	100	50	5.65	5.65	0.00	1.23	2 (12)	35 (12)	36 (12)
3	100	50	5.65	5.65	0.01	2.45	5 (12)	67 (12)	75 (12)
4	100	50	5.65	5.65	0.05	3.68	8 (12)	94 (12)	119 (12)
5	100	50	5.65	5.65	0.11	4.90	12 (12)	112 (12)	173 (12)
6	100	50	5.65	5.65	0.21	6.13	17 (12)	119 (12)	237 (12)
7	100	50	5.65	5.65	0.36	7.36	22 (12)	112 (12)	315 (12)
8	100	50	5.65	5.65	0.57	8.58	29 (12)	88 (12)	410 (12)
9	100	50	5.65	5.65	0.85	9.81	38 (12)	44 (12)	525 (12)
10	100	50	5.65	5.65	1.21	11.03	49 (12)	46 (12)	671 (12)
11	100	50	5.65	5.65	1.66	12.26	65 (12)	256 (12)	872 (12)
12	100	50	5.65	5.65	2.21	13.48	89 (12)	717 (12)	1151 (12)
13	100	50	5.65	5.65	2.87	14.71	122 (12)	1632 (12)	1524 (12)
14	100	50	5.65	5.65	3.65	15.94	165 (12)	3177 (12)	1983 (12)
15	100	50	5.65	5.65	4.56	17.16	218 (12)	5416 (12)	2508 (12)
16	100	50	5.65	5.65	5.61	18.39	278 (12)	8347 (12)	3088 (12)
17	100	50	5.65	5.65	6.80	19.61	348 (12)	11969 (12)	3722 (12)
18	100	50	5.65	5.65	8.16	20.84	426 (12)	16293 (12)	4412 (12)
19	100	50	5.65	5.65	9.68	22.07	513 (12)	21343 (12)	5163 (12)
20	100	50	5.65	5.65	11.39	23.29	609 (12)	27148 (12)	5980 (12)
21	100	50	5.65	5.65	13.28	24.52	716 (12)	33743 (12)	6866 (12)

Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 11205 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	5.65	5.65	0.00	0.00	0 (12)	0 (12)	0 (12)
2	100	50	5.65	5.65	0.20	0.00	11 (12)	837 (12)	80 (12)
3	100	50	5.65	5.65	0.81	0.00	44 (12)	3304 (12)	316 (12)
4	100	50	5.65	5.65	1.80	0.00	98 (12)	7337 (12)	702 (12)
5	100	50	5.65	5.65	3.15	0.00	172 (12)	12872 (12)	1232 (12)
6	100	50	5.65	5.65	4.86	0.00	265 (12)	19845 (12)	1899 (12)
7	100	50	5.65	5.65	-11.20	0.00	610 (12)	4376 (12)	45726 (12)
8	100	50	5.65	5.65	-10.27	0.00	559 (12)	4013 (12)	41930 (12)
9	100	50	5.65	5.65	-9.30	0.00	506 (12)	3633 (12)	37963 (12)
10	100	50	5.65	5.65	-8.30	0.00	452 (12)	3243 (12)	33889 (12)
11	100	50	5.65	5.65	-7.29	0.00	397 (12)	2849 (12)	29771 (12)
12	100	50	5.65	5.65	-6.29	0.00	342 (12)	2457 (12)	25674 (12)
13	100	50	5.65	5.65	-5.31	0.00	289 (12)	2073 (12)	21663 (12)
14	100	50	5.65	5.65	-4.36	0.00	237 (12)	1704 (12)	17802 (12)
15	100	50	5.65	5.65	-3.47	0.00	189 (12)	1355 (12)	14154 (12)
16	100	50	5.65	5.65	-2.64	0.00	144 (12)	1032 (12)	10784 (12)
17	100	50	5.65	5.65	-1.90	0.00	103 (12)	742 (12)	7756 (12)
18	100	50	5.65	5.65	-1.26	0.00	68 (12)	491 (12)	5135 (12)
19	100	50	5.65	5.65	-0.73	0.00	40 (12)	286 (12)	2985 (12)
20	100	50	5.65	5.65	-0.34	0.00	18 (12)	131 (12)	1369 (12)
21	100	50	5.65	5.65	-0.09	0.00	5 (12)	34 (12)	353 (12)
22	100	50	5.65	5.65	0.00	0.00	0 (12)	0 (12)	0 (12)

Verifica a fessurazione

Simbologia adottata

- n° indice sezione
- Y ordinata sezione espressa in [m]
- B larghezza sezione espresso in [cm]

H	altezza sezione espressa in [cm]
Af	area ferri zona tesa espresso in [cmq]
Aeff	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
Mpf	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
ε	deformazione espresso in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]

Combinazioni SLEF

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.000 (11)
2	100	50	0.00	0.00	0.00	1.86	0.0000	0.00	0.000 (11)
3	100	50	0.00	0.00	0.01	7.81	0.0000	0.00	0.000 (11)
4	100	50	0.00	0.00	0.05	19.19	0.0000	0.00	0.000 (11)
5	100	50	0.00	0.00	0.11	39.06	0.0000	0.00	0.000 (11)
6	100	50	0.00	0.00	0.21	75.14	0.0000	0.00	0.000 (11)
7	100	50	0.00	0.00	0.36	151.11	0.0000	0.00	0.000 (11)
8	100	50	0.00	0.00	0.57	388.37	0.0000	0.00	0.000 (11)
9	100	50	0.00	0.00	0.85	18682.09	0.0000	0.00	0.000 (11)
10	100	50	5.65	1000.00	1.21	538.26	0.0000	0.00	0.000 (11)
11	100	50	5.65	1000.00	1.66	317.49	0.0000	0.00	0.000 (11)
12	100	50	5.65	1000.00	2.21	243.53	0.0000	0.00	0.000 (11)
13	100	50	5.65	1000.00	2.87	206.86	0.0000	0.00	0.000 (11)
14	100	50	5.65	1000.00	3.65	185.15	0.0000	0.00	0.000 (11)
15	100	50	5.65	1000.00	4.56	170.91	0.0000	0.00	0.000 (11)
16	100	50	5.65	1000.00	5.61	160.93	0.0000	0.00	0.000 (11)
17	100	50	5.65	1000.00	6.80	153.58	0.0000	0.00	0.000 (11)
18	100	50	5.65	1000.00	8.16	147.98	0.0000	0.00	0.000 (11)
19	100	50	5.65	1000.00	9.68	143.59	0.0000	0.00	0.000 (11)
20	100	50	5.65	1000.00	11.39	140.07	0.0000	0.00	0.000 (11)
21	100	50	5.65	1000.00	13.28	137.21	0.0000	0.00	0.000 (11)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.40$

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	ε [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.000 (11)
2	100	50	5.65	1000.00	0.20	115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
3	100	50	5.65	1000.00	0.81	115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
4	100	50	5.65	1000.00	1.80	115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
5	100	50	5.65	1000.00	3.15	115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
6	100	50	5.65	1000.00	4.86	115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
7	100	50	5.65	1000.00	-11.20	-115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
8	100	50	5.65	1000.00	-10.27	-115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
9	100	50	5.65	1000.00	-9.30	-115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
10	100	50	5.65	1000.00	-8.30	-115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
11	100	50	5.65	1000.00	-7.29	-115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
12	100	50	5.65	1000.00	-6.29	-115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
13	100	50	5.65	1000.00	-5.31	-115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
14	100	50	5.65	1000.00	-4.36	-115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
15	100	50	5.65	1000.00	-3.47	-115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
16	100	50	5.65	1000.00	-2.64	-115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
17	100	50	5.65	1000.00	-1.90	-115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
18	100	50	5.65	1000.00	-1.26	-115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
19	100	50	5.65	1000.00	-0.73	-115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
20	100	50	5.65	1000.00	-0.34	-115.33	0.0000	0.00	0.000 (11)
21	100	50	0.00	0.00	-0.09	0.00	0.0000	0.00	0.000 (11)
22	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.000 (11)

Combinazioni SLEQ

Paramento

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.000 (12)
2	100	50	0.00	0.00	0.00	1.86	0.0000	0.00	0.000 (12)
3	100	50	0.00	0.00	0.01	7.81	0.0000	0.00	0.000 (12)
4	100	50	0.00	0.00	0.05	19.19	0.0000	0.00	0.000 (12)
5	100	50	0.00	0.00	0.11	39.06	0.0000	0.00	0.000 (12)
6	100	50	0.00	0.00	0.21	75.14	0.0000	0.00	0.000 (12)
7	100	50	0.00	0.00	0.36	151.11	0.0000	0.00	0.000 (12)
8	100	50	0.00	0.00	0.57	388.37	0.0000	0.00	0.000 (12)
9	100	50	0.00	0.00	0.85	18682.09	0.0000	0.00	0.000 (12)
10	100	50	5.65	1000.00	1.21	538.26	0.0000	0.00	0.000 (12)
11	100	50	5.65	1000.00	1.66	317.49	0.0000	0.00	0.000 (12)
12	100	50	5.65	1000.00	2.21	243.53	0.0000	0.00	0.000 (12)
13	100	50	5.65	1000.00	2.87	206.86	0.0000	0.00	0.000 (12)
14	100	50	5.65	1000.00	3.65	185.15	0.0000	0.00	0.000 (12)
15	100	50	5.65	1000.00	4.56	170.91	0.0000	0.00	0.000 (12)
16	100	50	5.65	1000.00	5.61	160.93	0.0000	0.00	0.000 (12)
17	100	50	5.65	1000.00	6.80	153.58	0.0000	0.00	0.000 (12)
18	100	50	5.65	1000.00	8.16	147.98	0.0000	0.00	0.000 (12)
19	100	50	5.65	1000.00	9.68	143.59	0.0000	0.00	0.000 (12)
20	100	50	5.65	1000.00	11.39	140.07	0.0000	0.00	0.000 (12)
21	100	50	5.65	1000.00	13.28	137.21	0.0000	0.00	0.000 (12)

Fondazione

Apertura limite fessure $w_{lim}=0.30$

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.000 (12)
2	100	50	5.65	1000.00	0.20	115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
3	100	50	5.65	1000.00	0.81	115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
4	100	50	5.65	1000.00	1.80	115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
5	100	50	5.65	1000.00	3.15	115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
6	100	50	5.65	1000.00	4.86	115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
7	100	50	5.65	1000.00	-11.20	-115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
8	100	50	5.65	1000.00	-10.27	-115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
9	100	50	5.65	1000.00	-9.30	-115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
10	100	50	5.65	1000.00	-8.30	-115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
11	100	50	5.65	1000.00	-7.29	-115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
12	100	50	5.65	1000.00	-6.29	-115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
13	100	50	5.65	1000.00	-5.31	-115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
14	100	50	5.65	1000.00	-4.36	-115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
15	100	50	5.65	1000.00	-3.47	-115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
16	100	50	5.65	1000.00	-2.64	-115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
17	100	50	5.65	1000.00	-1.90	-115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
18	100	50	5.65	1000.00	-1.26	-115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
19	100	50	5.65	1000.00	-0.73	-115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
20	100	50	5.65	1000.00	-0.34	-115.33	0.0000	0.00	0.000 (12)
21	100	50	0.00	0.00	-0.09	0.00	0.0000	0.00	0.000 (12)
22	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.00	0.000 (12)

Elenco ferri

Simbologia adottata

n°	Indice del ferro
nf	numero ferri
D	diametro ferro espresso in [mm]
L	Lunghezza ferro espresso in [m]
P _{ferro}	Peso ferro espresso in [kN]

Paramento

n°	Tipo	nf	D [mm]	L [m]	P _f [kN]	P _{gf} [kN]	V _{cls} [mc]
1	Dritto inferiore	5	12.00	2.31	0.0201	0.1007	
2	Dritto superiore	5	12.00	2.31	0.0201	0.1007	
3	Dritto superiore	5	12.00	1.17	0.0102	0.0511	
4	Dritto inferiore	5	12.00	1.17	0.0102	0.0511	
5	Ripartitore	10	10.00	1.00	0.0060	0.0605	
6	Gancio	6	10.00	0.50	0.0030	0.0180	
Totale al metro						0.4306	1.00
Totale						389.70	10.00

Fondazione

n°	Tipo	nf	D [mm]	L [m]	P _f [kN]	P _{gf} [kN]	V _{cls} [mc]
1	Dritto superiore	5	12.00	3.13	0.0272	0.1362	
2	Dritto inferiore	5	12.00	3.13	0.0272	0.1362	
3	Ripartitore	7	10.00	1.00	0.0060	0.0423	
4	Gancio	7	10.00	0.60	0.0036	0.0252	
Totale al metro						0.3642	1.25
Totale						346.59	12.50

Computo metrico

	U.M.	Quantità	Prezzo unitario [Euro]	Importo [Euro]
Calcestruzzo in elevazione	[mc]	1.00	72.30	72.30
Calcestruzzo in fondazione	[mc]	1.25	61.97	77.46
Acciaio per armatura	[kN]	0.7948	0.90	72.94
Casseformi	[mq]	40.00	13.94	557.60
Scavo a sezione obbligata	[mc]	12.50	9.30	116.25
Totale muro				896.56
Totale				896.56

Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto , in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

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

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale
- Calcolo delle sollecitazioni sia del muro che della fondazione, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del D.M. 17/07/2018.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno
Versione	15.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casali del Manco - loc. Casole Bruzio (CS)
Utente	Ing. Bartolozzi Roberto
Licenza	AIU4639W1

Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.