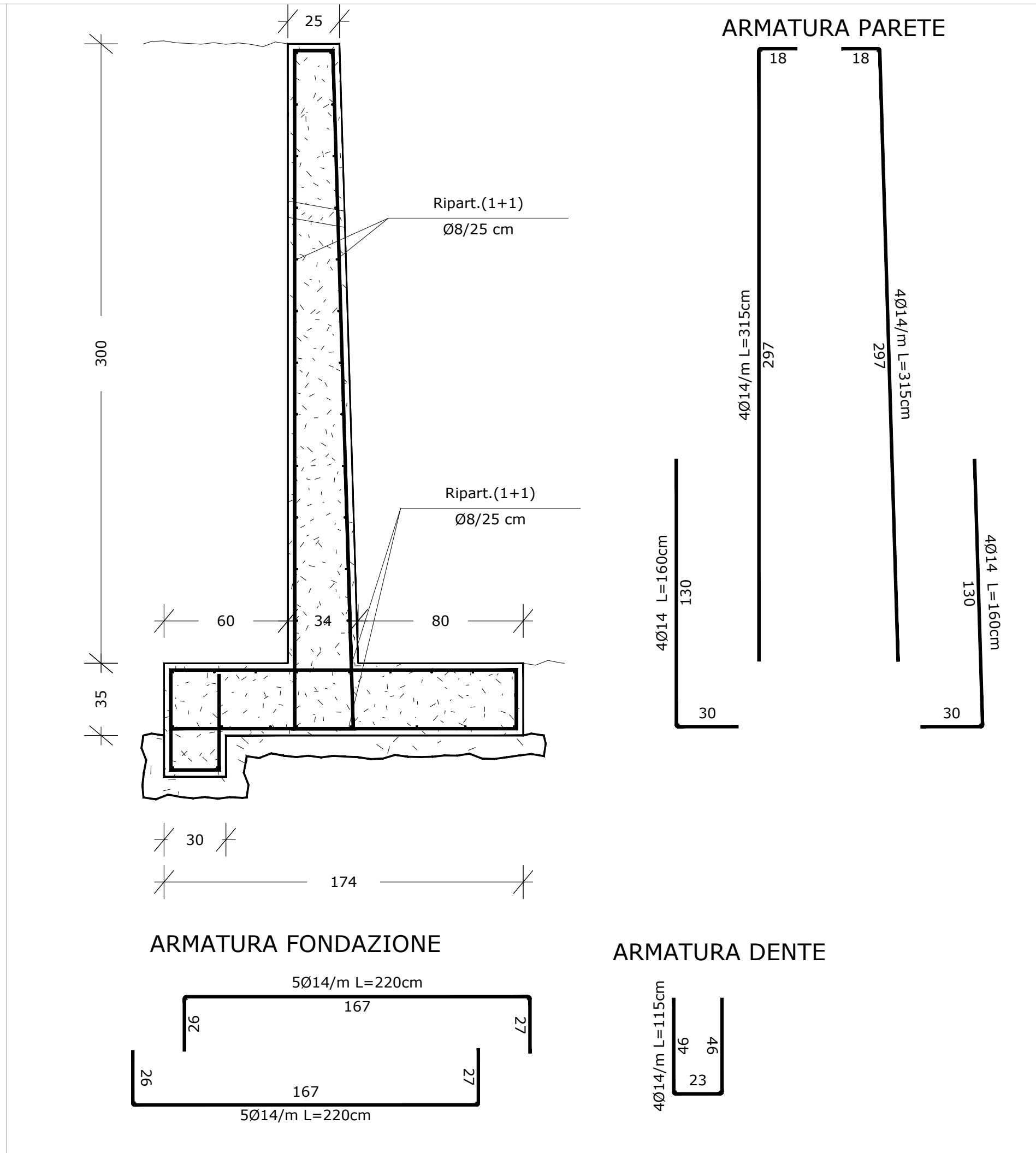
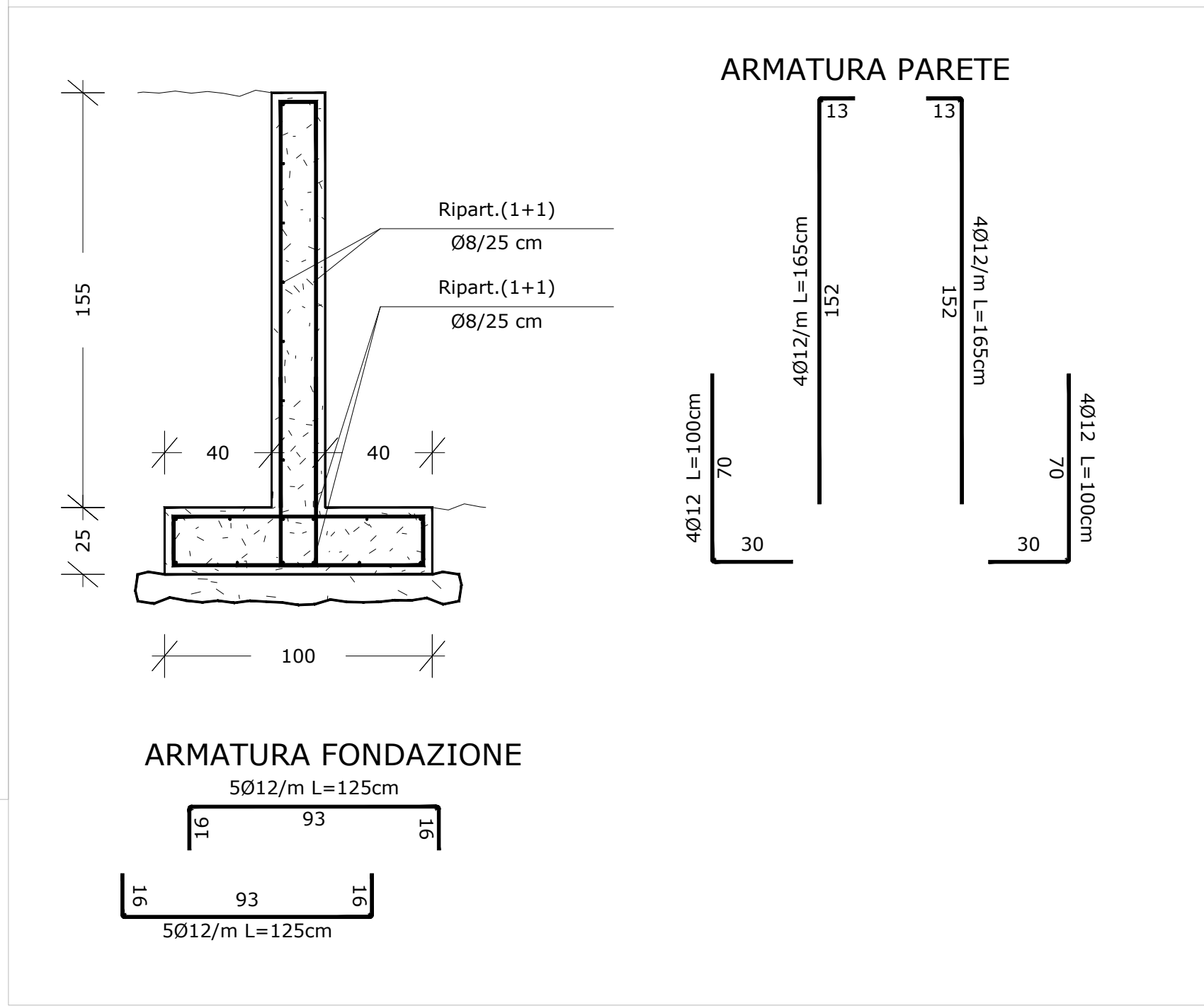


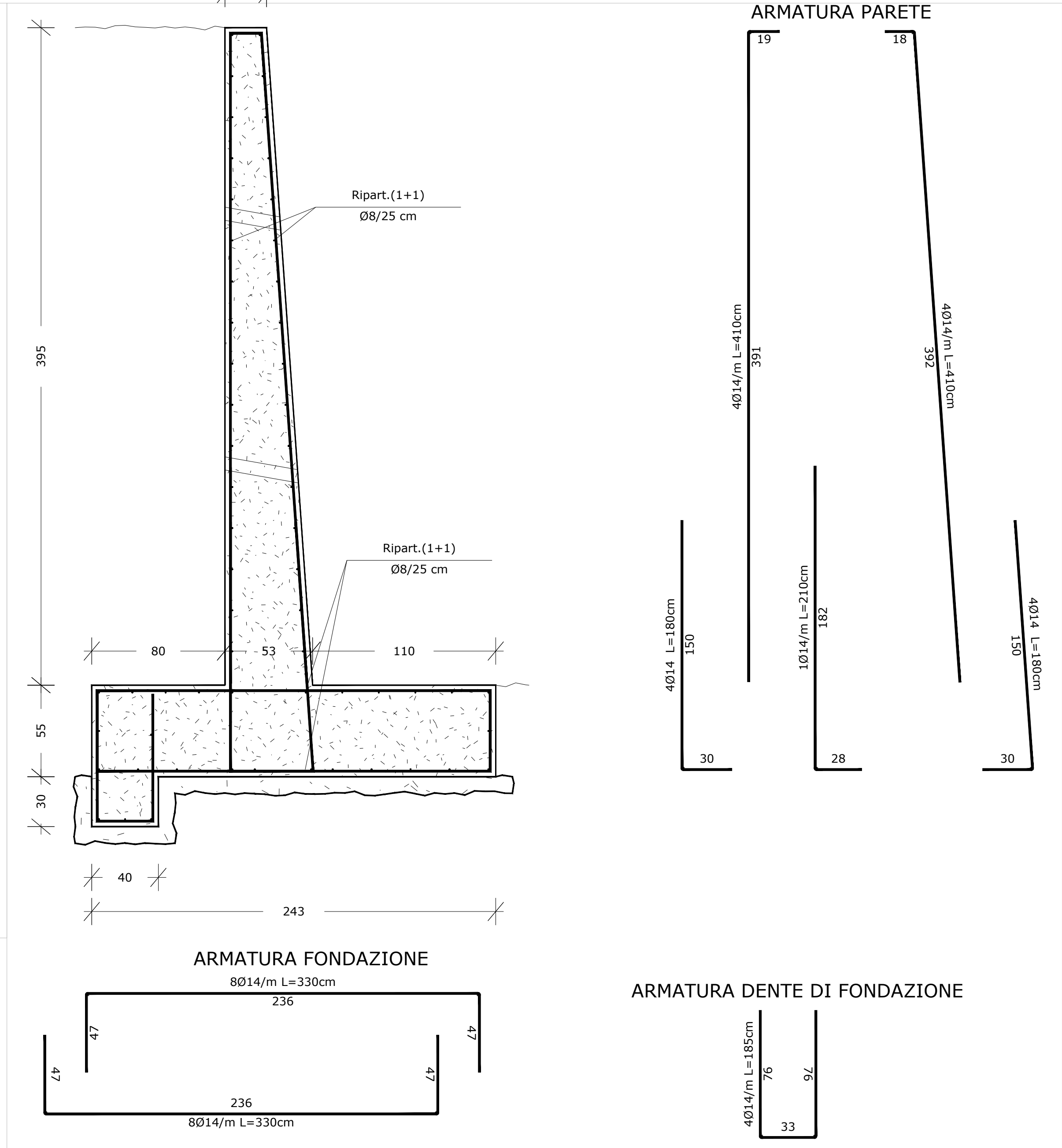
Muro di sostegno tipo 1 scala 1:20



Muro di sostegno tipo 2 scala 1:20



Muro di sostegno tipo 3 scala 1:20



Muro di sostegno tipo 4.1 scala 1:20

**COMUNE DI RAGUSA**  
Settore IV Gestione del Territorio - Infrastrutture e Politiche del Verde - Servizi Cimiteriali

**RIGUALIFICAZIONE DELL'IMPIANTO SPORTIVO  
DI VIA DELLE SIRENE A MARINA DI RAGUSA**

UBICAZIONE: Via Delle Sirene, Marina di Ragusa

TAV\_OS04A ELABORATO STRUTTURE - MURI DI SOSTEGNO



**I progettisti**



**COMUNE DI RAGUSA**  
SETTORE IV

Progetto esecutivo verificato e validato ai sensi e per gli effetti dell'art. 25, comma 8 del D.lgs. 50/2016 e s.m.i.  
Si approva in linea tecnica, ai sensi dell'art.15, comma 3 della L.R. 12/2011 per l'importo complessivo di € 800.000,00, Ragusa 10/08/2020

Il R.U.P.  
(Ing. Giuseppe Corbelli)



**Collaboratori**

Ing. Baglioni Giuseppe Arch. Schenardi Salvatore  
Arch. Biereci Federico

Geom. Nicola Salvatore  
Ing. Giacomini Eugenio

**D F G**  
Architetti Associati

**RIFERIMENTO 1911**



# COMUNE DI RAGUSA

Settore IV Gestione del Territorio - Infrastrutture e Politiche del Verde - Servizi Cimiteriali

## RIQUALIFICAZIONE DELL'IMPIANTO SPORTIVO DI VIA DELLE SIRENE A MARINA DI RAGUSA

UBICAZIONE: Via Delle Sirene, Marina di Ragusa

TAV\_OSR05 RELAZIONE DI CALCOLO MURI DI SOSTEGNO



### I progettisti

  
Arch. Davide Scrofani  
PEC: davide.scrofani@pec.it  
mail: davidescrofani@dfga-architetti.it  
cell: +39 338 4802511

  
Ing. Mario Addario  
PEC: mario.addario@ingpec.eu  
mail: marioaddario@gmail.com  
cell: +39 335 5861132

COMUNE DI RAGUSA  
SETTORE IV

Progetto esecutivo verificato e validato ai sensi e per gli effetti dell'art. 26, comma 8 del D.lgs. 50/2016 e ss.mm.ii.,  
Si approva in linea tecnica, ai sensi dell'art.5, comma 3 della L.R. 12/2011 per l'importo complessivo di € 800.000,00.  
Ragusa 10/08/2020

Il R.U.P.  
(ing. Giuseppe Corallo)



#### Collaboratori

Ing. Baglieri Giuseppe Arch. Schembari Salvatore  
Arch. Biancu Federico



Geom. Nicita Salvatore  
Ing. Guccione Eugenio

**RIFERIMENTO 1911**



<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>4</b>
<b>DESCRIZIONE GENERALE.....</b>	<b>5</b>
<b>Dati del Progetto.....</b>	<b>5</b>
Materiali Strutturali .....	5
Caratteristiche del Terreno.....	5
<b>ANALISI DELLA STRUTTURA.....</b>	<b>6</b>
<b>Generalità.....</b>	<b>6</b>
Metodo di Calcolo.....	6
Metodo di Verifica.....	7
<b>Basi Teoriche.....</b>	<b>10</b>
<b>Spinta delle Terre.....</b>	<b>10</b>
Azioni Statiche .....	10
Azioni Sismiche .....	11
<b>Verifiche di Stabilità .....</b>	<b>12</b>
Verifica al Ribaltamento.....	13
Verifica allo Scorrimento .....	13
Verifica al Collasso per Carico Limite Terreno .....	15
Verifica di Stabilità Globale Muro-Terreno .....	18
<b>Verifiche di Resistenza Strutturale.....</b>	<b>19</b>
<b>Verifiche allo Stato Limite di Esercizio .....</b>	<b>21</b>
Verifiche di Tensione.....	21
Verifiche di Deformazione .....	21
Verifiche di Fessurazione .....	22
<b>Dati ed Esito Verifiche.....</b>	<b>24</b>
.....	75



<i>Dati Muro .....</i>	<i>75</i>
<i>Spinte e Forze sul Muro .....</i>	<i>77</i>
<i>Verifiche di Stabilità .....</i>	<i>77</i>
<i>Verifiche di Resistenza Strutturale .....</i>	<i>80</i>
<i>Verifiche allo Stato Limite di Esercizio.....</i>	<i>80</i>



## INTRODUZIONE

Il presente lavoro riporta tutta la documentazione e i risultati completi delle analisi condotte per la progettazione di un'opera di sostegno.

In generale, le opere e le componenti strutturali devono essere progettati, eseguiti, collaudati e soggetti a manutenzione in modo da consentire la prevista utilizzazione per tutta la vita utile di progetto ed in forma economicamente sostenibile, in base al livello di sicurezza previsto dalle norme.

La sicurezza di un'opera e le sue prestazioni devono essere garantite al fine di scongiurare il collasso o crisi ultima nonché per soddisfare le condizioni legate all'uso quotidiano della struttura.

Inoltre l'opera deve garantire un adeguato livello di durabilità e robustezza. Il requisito di durabilità può essere garantito progettando la costruzione in modo tale che l'eventuale degrado della struttura non riduca le prestazioni della stessa al di sotto del livello previsto. A tale scopo occorre adottare appropriati provvedimenti che tengano conto delle particolari condizioni ambientali e di manutenzione, tra cui:

- **Scelta opportuna dei materiali**
- **Dimensionamento opportuno delle strutture**
- **Scelta opportuna dei dettagli costruttivi**
- **Adozione di tipologie costruttive che consentano, ove possibile, l'ispezionabilità delle parti**
- **Pianificazione di misure di protezione e manutenzione**
- **Impiego di prodotti e componenti dotati di idonea qualificazione**
- **Applicazione di sostanze o ricoprimenti protettivi dei materiali**
- **Adozione di sistemi di controllo per le azioni alle quali l'opera può essere sottoposta**

Il requisito di robustezza può essere garantito, in relazione all'uso previsto della costruzione ed alle conseguenze di un suo eventuale collasso, ricorrendo ad una o più tra i seguenti criteri di progettazione:

- **Progetto della struttura tale da resistere ad azioni eccezionali di carattere convenzionale**
- **Prevenzione degli effetti indotti dalle azioni eccezionali o riduzione della loro intensità**
- **Adozione di una forma e tipologia poco sensibile alle azioni eccezionali considerate**
- **Adozione di una forma e tipologia tale da tollerare danneggiamenti localizzati**
- **Realizzazione di strutture quanto più ridondanti, resistenti e/o duttili possibili**



## DESCRIZIONE GENERALE

Il presente capitolo contiene una dettagliata identificazione delle opere di sostegno in esame, riportando i dati di carattere generale, tra i quali le caratteristiche del terreno presente ed i materiali impiegati.

### Dati del Progetto

Il presente progetto prevede la verifica, il calcolo ed il disegno di 9 muri di Sostegno del tipo a Mensola, la cui stabilità è affidata soprattutto alla porzione di terreno che grava sulla mensola di fondazione retrostante l'opera stessa.

Le opere sono ubicate in Ragusa, avente le seguenti coordinate geografiche: Latitudine pari a 36.783 e Longitudine pari a 14.563, entrambe espresse in gradi decimali.

### Materiali Strutturali

I muri sono realizzati in calcestruzzo armato ordinario, il cui peso specifico è pari a  $2400 \text{ daN/m}^3$ . Si è previsto l'impiego di Calcestruzzo di Classe C25/30, avente Resistenza a compressione cilindrica ( $f_{ck}$ ) pari a  $249 \text{ daN/cm}^2$ , ed Acciaio tipo B450C, avente Tensione minima di snervamento ( $f_{yk}$ ) pari a  $4500 \text{ daN/cm}^2$ .

### Caratteristiche del Terreno

Le caratteristiche meccaniche del suolo interagente con l'opera di sostegno in progetto sono di seguito riportate distinguendo ciascuna tipologia di terreno definita.

Ulteriori approfondimenti sulla caratterizzazione geotecnica e la rappresentazione dettagliata del profilo del terreno a monte e a valle dell'opera, sono descritti nelle Relazioni specialistiche.

Terreno N.	1
Peso Specifico ( $\gamma$ ) [ $\text{daN/m}^3$ ]	1940
Angolo di Attrito interno ( $\phi$ ) [grd]	22
Coesione Drenata (c) [ $\text{daN/cm}^2$ ]	0.33
Coesione non Drenata ( $c_u$ ) [ $\text{daN/cm}^2$ ]	1.45
Angolo di Attrito Terra-Muro ( $\delta$ ) [grd]	14.67
Fattore di Attrito Terra-Muro ( $f_a$ )	0.40
Modulo Elastico (E) [ $\text{daN/cm}^2$ ]	1400
Costante di Winkler (k) [ $\text{daN/cm}^3$ ]	8.00



## ANALISI DELLA STRUTTURA

Nel presente capitolo vengono preliminarmente richiamati i contenuti di carattere generale utili per identificare il tipo di approccio all'elaborazione delle strutture in esame, quali l'origine e le caratteristiche del codice di calcolo utilizzato, nonché le indicazioni sulla normativa e le metodologie impiegate per condurre il progetto delle opere di sostegno.

Successivamente, viene riportata la teoria assunta come riferimento per le verifiche effettuate sia di tipo geotecnico sia strutturale e, infine, i dati e l'esito delle verifiche per le opere in esame nel presente progetto.

### Generalità

La modellazione numerica e la successiva analisi del progetto è condotta mediante l'impiego del programma di calcolo **Walls 2020**, software specifico per la progettazione, l'analisi, le verifiche ed i disegni di Muri di Sostegno in zona sismica.

#### Informativa sull'Affidabilità del Software

La progettazione e lo sviluppo del software **Walls** e, in particolare, di tutte le procedure di calcolo e degli elaborati restituiti in output, è effettuata dal settore di ricerca e sviluppo della società **S.I.S. Software Ingegneria Strutturale s.r.l.**

La dichiarazione di affidabilità e robustezza del codice di calcolo, fornita dal produttore del software, è riportata in allegato alla presente documentazione ed è supportata, in fase di output, da una dettagliata ed esauriente rappresentazione dei risultati ottenuti dal calcolo, che ne consente un rapido controllo, in perfetta conformità con quanto disposto dalla normativa NTC 2018 (Circ. Appl. n.7 del 2019).

Inoltre sono stati presi in esame vari esempi di calcolo, forniti dal distributore, atti a validare e verificare l'attendibilità delle procedure di calcolo effettuate, i cui risultati possono essere utilizzati per eventuali controlli con test specialistici e altri strumenti di calcolo e confrontati con l'allegata documentazione di affidabilità, in cui i risultati vengono ottenuti mediante elaborazioni teoriche indipendenti.

Nel software sono presenti degli strumenti di autodiagnostica, atti a controllare ed evidenziare, in fase di input e di elaborazione, eventuali valori non coerenti dei dati, il cui utilizzo potrebbe compromettere la corretta elaborazione dei risultati.

### Metodo di Calcolo

Le opere di sostegno hanno la funzione di garantire stabilità ad un fronte di terreno potenzialmente instabile quando quest'ultimo non si può disporre secondo la pendenza naturale di equilibrio. Si tratta, pertanto, di opere in grado di assorbire la spinta esercitata dal terreno adiacente, mediante meccanismi di trasmissione che differiscono a seconda della tipologia di manufatto adottato. Lo studio dei fenomeni di interazione terreno-struttura assume un ruolo fondamentale, considerato che il terreno rappresenta sia il sistema di forze agenti, sia il sistema di reazioni che lo vincolano.

La scelta del tipo di opera di sostegno deve essere effettuata in funzione dei requisiti di funzionalità, delle caratteristiche meccaniche del terreno, delle sue condizioni di stabilità, di quella dei materiali di riporto, dell'incidenza sulla sicurezza di dispositivi complementari (rinforzi, drenaggi, tiranti ed ancoraggi) e delle fasi costruttive. La stabilità di tali manufatti, deve essere garantita con adeguati margini di sicurezza, nelle diverse combinazioni di carico delle azioni, anche nel caso di parziale perdita d'efficacia di dispositivi particolari (sistemi di drenaggio superficiali e profondi, tiranti ed ancoraggi).

I muri di sostegno, in esame nel presente progetto, sono particolari opere di sostegno generalmente verticali, che sfruttando l'azione stabilizzante del proprio peso e del peso di terreno direttamente gravante su di esse, si oppongono all'azione instabilizzante del terreno a monte dell'opera.

Essi vengono classificati in base al meccanismo stabilizzante, alla forma ed alle caratteristiche strutturali dell'elemento preminente che ne assicura la stabilità.

I Muri a Mensola in cemento armato sono caratterizzati da una configurazione snella, grazie all'introduzione di armatura in zona tesa e sfruttano, per la stabilità, il peso del terreno che grava sulla fondazione a monte. Questa tipologia di muri è particolarmente impiegata nelle opere stradali e ferroviarie.

Il programma impiegato per l'elaborazione del presente progetto, esegue il calcolo delle suddette opere di sostegno soggette all'azione della spinta delle terre in condizioni statiche e sismiche (per opere in zona sismica), nonché ad eventuali sovraccarichi esterni.

Per verificare la sicurezza dei muri, si adotta il metodo dell'equilibrio limite, allo scopo di considerare efficacemente il comportamento del sistema opera-terreno sotto il regime di spinta definito, anche in presenza di falda o di effetti inerziali generati in occasione di evento sismico.

Il modello che si assume per l'analisi è costituito dall'opera di sostegno e dalla sua fondazione, da un cuneo di terreno spingente a monte della struttura, ovvero che si trovi in stato di equilibrio limite attivo, e da una

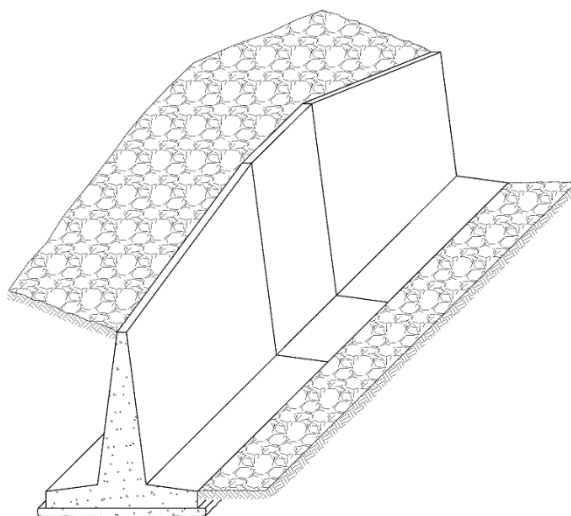


massa di terreno posto a valle dell'opera in genere in stato di equilibrio limite passivo, ma per il quale può decidersi o meno di considerare il contributo di resistenza passiva.

A seconda delle esigenze progettuali del caso, può scegliersi di non specificare l'intero sviluppo dell'opera, oppure di modellare un muro di lunghezza definita, attraverso l'input di sezioni aggiuntive poste ad assegnata distanza rispetto a quella iniziale. In questo caso, il muro risulta definito dalla successione di più sezioni simili, ciascuna delle quali utile ad individuare eventuali variazioni dell'opera in lunghezza, come ad esempio differenti caratteristiche geometriche, oppure cambiamenti del profilo del terreno a monte e/o a valle della struttura.

Per un muro di lunghezza indefinita che presenta caratteristiche uniformi, il calcolo viene eseguito, secondo il tradizionale approccio progettuale, considerando un tratto di muro di lunghezza unitaria. Si applica, pertanto, alla sezione iniziale dell'opera, la Teoria di Coulomb per determinare il regime di spinta agente, con l'estensione di Muller Breslau e di Mononobe-Okabe rispettivamente per le condizioni statiche e sismiche.

Per un muro di lunghezza definita, il metodo di calcolo anzidetto viene applicato per determinare il regime di spinta agente in ciascuna sezione che compone l'opera, e, per integrazione, lungo lo sviluppo della struttura. Le condizioni di stabilità geotecnica vengono quindi verificate sia per l'intero muro di lunghezza definita, sia per ogni sezione, al fine di individuare quella eventualmente critica.



## Metodo di Verifica

La combinazione delle azioni agenti ed il relativo dimensionamento e verifica dei vari elementi strutturali sono eseguiti nel pieno rispetto delle indicazioni contenute nella normativa **NTC 2018 (Circ. Appl. n.7 del 2019)**.

L'analisi viene condotta utilizzando il Metodo agli Stati Limite. Tale approccio semiprobabilistico, basato sull'impiego dei coefficienti parziali, consiste nel verificare che gli effetti delle azioni di progetto non superino quelli compatibili con lo stato limite considerato.

In generale si definisce come stato limite uno stato al di là del quale l'opera, o parte di essa, non soddisfa più le esigenze di comportamento per le quali è stata progettata.

Si distinguono varie situazioni limite, completamente differenti, denominate **Stato Limite Ultimo (SLU)** e **Stato Limite di Esercizio (SLE)**.

Lo **Stato Limite Ultimo** corrisponde al valore estremo della capacità portante o forme di cedimento strutturale che possono mettere in pericolo la sicurezza delle persone. La sicurezza strutturale nei confronti degli stati limite ultimi verificando che la capacità di progetto  $R_d$ , in termini di resistenza, duttilità e/o spostamento della struttura sia maggiore del corrispondente valore di progetto della domanda  $E_d$ .

Il valore di progetto della generica azione  $F$  è ottenuto moltiplicando il valore caratteristico  $F_k$  per il coefficiente parziale  $\gamma_F$  ( $F_d = F_k \gamma_F$ ), mentre il valore di progetto della generica proprietà  $f$  del materiale è ottenuto dividendo il valore caratteristico  $f_k$  per il coefficiente parziale del materiale  $\gamma_M$  ( $f_d = f_k / \gamma_M$ ).

Nel caso di concomitanza di più sovraccarichi di origine diversa si definisce un valore di combinazione  $F_k \psi_0$ , ove  $\psi_0 \leq 1$  è un opportuno coefficiente di combinazione che tiene conto della ridotta probabilità che più azioni di diversa origine si realizzino simultaneamente con il loro valore caratteristico.

Per il calcolo delle sollecitazioni limite nelle sezioni di verifica vengono utilizzati legami costitutivi  $\sigma$ - $\epsilon$  dei materiali di tipo non lineare.

Lo **Stato Limite di Esercizio** è uno stato al di là del quale non risultano più soddisfatti i requisiti di esercizio prescritti e comprende tutte le situazioni che comportano un rapido deterioramento della struttura, (tensioni di compressione eccessive o fessurazione del calcestruzzo) o la perdita di funzionalità. Per la verifica viene effettuata un'analisi strutturale di tipo elastica-lineare.



La capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio deve essere controllata verificando che il valore limite di progetto associato a ciascun aspetto di funzionalità esaminato  $C_d$  sia maggiore del corrispondente valore di progetto dell'effetto delle azioni  $E_d$ .

Si definiscono tre diverse combinazioni di carico (**Rara**, **Frequente** e **Quasi-Permanente**), corrispondenti a probabilità di superamento crescenti e valori del carico progressivamente decrescenti.

Per il calcolo delle azioni e delle proprietà dei materiali si utilizzano sempre i valori caratteristici. Per il calcolo delle tensioni nelle sezioni di verifica degli elementi, considerato che lo stato tensionale è lontano dai valori di rottura, vengono utilizzati legami costitutivi  $\sigma$ - $\epsilon$  dei materiali di tipo elastico lineare.

Inoltre, nei confronti delle azioni sismiche, sussistono delle condizioni aggiuntive che devono essere verificate: gli stati limite corrispondenti sono individuati partendo dalle prestazioni che l'opera deve garantire nel suo complesso, a seguito di un evento sismico.

In particolare, per gli stati limite di esercizio si distinguono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO)**
- **Stato Limite di Danno (SLD)**

mentre per gli stati limite ultimi si distinguono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)**
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)**

Ciascuno di questi stati limite è riferito a una possibilità di danneggiamento della struttura e delle sue parti via via crescenti, e ad una probabilità di superamento dell'evento sismico, nel periodo di ritorno di riferimento, via via decrescente. Nel caso specifico delle opere di sostegno del terreno, si considera, ai fini sismici, il solo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV).

Si definisce **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)**, quella condizione estrema, a seguito della quale, successivamente ad un evento sismico, l'opera possa subire crolli della parte non strutturale e impiantistica, e danni significativi della parte strutturale, senza però che si verifichi una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; l'opera conserva, invece, una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti delle azioni sismiche orizzontali. A questo stato limite corrisponde una probabilità di superamento dell'evento sismico  $P_{VR}$  pari al 10%.

In merito alla progettazione geotecnica, il metodo adottato prevede la concomitanza di due problemi fondamentali per il dimensionamento delle opere, per le quali, oltre a fare riferimento alle caratteristiche di resistenza dei materiali da costruzione, è necessario considerare la duplice valenza del terreno, il quale, interagendo con la struttura, può assumere, allo stesso tempo, una funzione sia resistente che sollecitante.

Inoltre, se da un lato si deve far riferimento alla mobilitazione della resistenza del terreno e quindi alle verifiche di tipo strettamente geotecnico, dall'altro si devono pure effettuare le verifiche di resistenza propriamente strutturali, in funzione delle caratteristiche dei materiali che costituiscono l'opera stessa ed in base alla specifica tipologia di opera considerata.

Per tenere conto di questi differenti aspetti, si distinguono in generale diverse tipologie di Stati Limite: Stati Limite di resistenza del terreno (GEO) e Stati limite di resistenza della struttura (STR), proponendo diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, definiti rispettivamente per le azioni (A), per i parametri geotecnici (M) e per le resistenze globali (R), in funzione dello Stato Limite considerato e della specifica tipologia di opera in esame.

Per le verifiche nei confronti degli SLU, è prevista l'applicazione della Combinazione unica (A1 + M1 + R3) di coefficienti parziali secondo l'Approccio 2. Di fatto si incrementano i carichi e si lasciano invariate le resistenze del terreno mentre le resistenze globali del sistema vengono ridotte in funzione della particolare tipologia di opera interagente col terreno e della verifica geotecnica considerata.

Per la verifica a ribaltamento i coefficienti di resistenza (R3) si applicano agli effetti delle azioni stabilizzanti. Unicamente per le verifiche di stabilità globale, è prevista l'applicazione della Combinazione 2 (A2 + M2 + R2) dell'Approccio 1. I valori assunti per i coefficienti parziali sono riportati successivamente.

In presenza di sisma, la combinazione delle azioni sismiche con le altre azioni, prevede l'utilizzo di coefficienti parziali di sicurezza sulle azioni e sui parametri geotecnici pari all'unità, inoltre è necessario tenere conto dell'azione sismica verticale, diretta sia verso l'alto, che verso il basso, in modo da produrre gli effetti più sfavorevoli, che generalmente si hanno con la componente verticale del sisma diretta verso l'alto.

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza, per ognuno dei suddetti Stati Limite in esame, sia per le azioni, che per i parametri geotecnici del terreno, vengono di seguito riportati:

**Coefficienti Parziali Parametri Terreno**

Comb.	$\text{tg}\phi$	c	$c_u$	$q_u$	$\gamma$
M1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
M2	1.25	1.25	1.40	1.60	1.00



**Coefficienti Parziali Azioni**

Comb.	Permanenti		Variabili	
	Sfav.	Fav.	Sfav.	Fav.
A1	1.30	1.00	1.50	0.00
A2	1.00	1.00	1.30	0.00

Per i parametri relativi ai coefficienti di sicurezza globale (R), specifici per ciascuna tipologia di opera e per ciascuna condizione di stato limite considerata, si rimanda invece al Capitolo di pertinenza relativo alle Verifiche di Stabilità delle opere.

### Unità di Misura

Per l'elaborazione in esame sono state impiegate le seguenti unità di misura, riferite al Sistema Internazionale:

- **Forze in [N] Newton, [daN] DecaNewton o [kN] kiloNewton (1 kg=9.81 Newton)**
- **Lunghezze in [m] metri, [cm] centimetri o [mm] millimetri**
- **Angoli in [grd] Gradi Sessadecimali o [rad] Radianti**

### Dichiarazione di Attendibilità e Affidabilità dei risultati

Avendo esaminato preliminarmente le basi teoriche e i campi di impiego del software utilizzato, nonché i casi prova e i prototipi, forniti dal distributore, si ritiene che il modello adottato per rappresentare la struttura in oggetto e le ipotesi di base su cui il codice di calcolo si basa, siano adeguati al caso reale e che i risultati siano attendibili e conformi a quelli ottenuti su modelli semplificati.

Per quanto non espressamente sopra riportato ed in particolar modo per ciò che concerne i dati numerici di calcolo, si rimanda ai successivi paragrafi della presente relazione.



## Basi Teoriche

Di seguito vengono riportate le basi teoriche assunte come riferimento per la determinazione della spinta del terreno e le verifiche geotecniche e strutturali delle opere di sostegno, richiamando, inoltre, i concetti fondamentali per comprendere l'esito delle stesse per le opere del presente progetto.

### Spinta delle Terre

Il calcolo delle spinte è svolto secondo la teoria di Coulomb, con l'estensione di Muller-Breslau nel caso di azioni statiche, e di Mononobe-Okabe nel caso di azioni sismiche, così come di seguito descritto.

#### Azioni Statiche

Lo schema di calcolo è basato sulla teoria di Coulomb nella ipotesi di fondazione rigida, superficie di rottura piana passante per il piede del muro ed assenza di falda.

La spinta attiva, in condizioni statiche, dovuta al terrapieno è pari a:

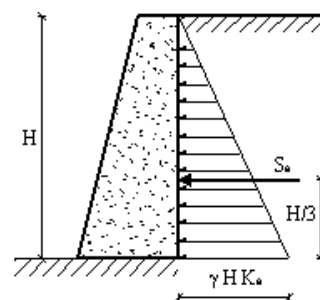
$$S_a = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_a$$

dove:

$\gamma_t$  = **Peso specifico del terreno**

$H$  = **Altezza del muro dalla base della fondazione**

$K_a$  = **Coefficiente di spinta attiva, valutato tramite l'espressione di Muller-Breslau**



Tale spinta è applicata ad una distanza a partire dalla base della fondazione pari ad  $1/3 \cdot H$ .

Nel caso di superficie del terreno spezzata, pur mantenendo le ipotesi di Coulomb, la ricerca del cuneo di massima spinta non conduce alla determinazione di un unico coefficiente, come nella forma precedente, in quanto il diagramma di spinta risulta poligonale e non triangolare.

Si procede, dunque, alla determinazione del cuneo di massima spinta ricavando l'angolo di inclinazione della corrispondente superficie di scorrimento ed applicando la spinta calcolata al baricentro del diagramma di spinta determinato.

In maniera analoga può essere calcolata la spinta passiva, mediante la seguente espressione:

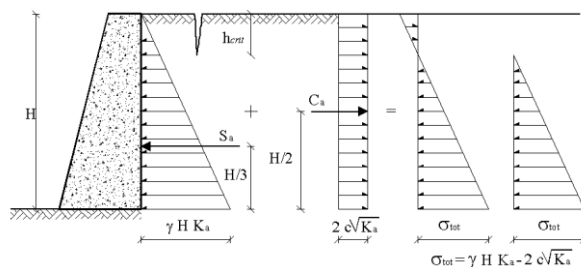
$$S_p = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_p$$

dove  $K_p$  è il Coefficiente di spinta passiva, valutato tramite l'espressione di Muller-Breslau.

Nel caso di terreno coesivo, si considera una contospinta dovuta alla coesione  $c$ , pari a:

$$S_c = -2 \cdot c \cdot H \cdot \sqrt{K_a}$$

che, data la distribuzione di tipo costante, è applicata ad  $1/2 H$ .



In presenza di un sovraccarico distribuito di intensità  $q$ , si considera una spinta, applicata ad  $1/2 H$ , pari a:

$$S_q = q \cdot H \cdot K_a$$

In presenza di falda si considera una spinta idrostatica, applicata ad  $1/3 H_w$ , pari a:

$$S_w = \frac{1}{2} \cdot \gamma_w \cdot H_w^2$$

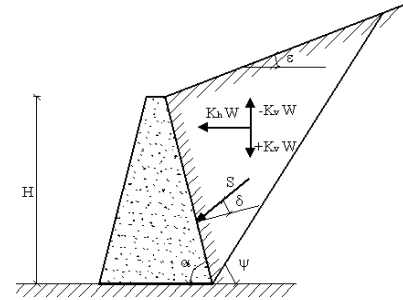
dove:

$\gamma_w$  = **Peso specifico dell'acqua**

$H_w$  = **Altezza del pelo libero della falda dalla base della fondazione**

## Azioni Sismiche

Per opere in zona sismica, le spinte vengono valutate utilizzando i metodi pseudo-statici, che consentono di ricondurre l'azione sismica ad un insieme di forze statiche equivalenti, orizzontali e verticali, mediante opportuni coefficienti sismici, che dipendono dalla zona sismica, dalle condizioni locali e dall'entità degli spostamenti ammessi per l'opera. Tali coefficienti vengono utilizzati anche per valutare le forze di inerzia sull'opera, in funzione delle masse sollecitate dal sisma, secondo la teoria di Mononobe-Okabe. In accordo con la normativa NTC 2018 (Circ. Appl. n.7 del 2019), i coefficienti sismici orizzontale e verticale, che interessano tutte le masse, vengono calcolati come:



$$k_h = \beta_m \cdot S_s \cdot S_T \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right) \quad k_v = \pm \frac{1}{2} \cdot k_h$$

dove:

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

$S_s, S_T$  = fattori di amplificazione stratigrafica e topografica del terreno

$\beta_m$  = coefficiente di riduzione di  $a_g$ , che dipende dallo spostamento ammissibile del muro

Sotto l'ipotesi che l'opera di sostegno possa spostarsi verso valle di una quantità tale da consentire la formazione di un cuneo di terreno in condizione di equilibrio limite attivo, la spinta sismica del terreno viene valutata col metodo di Mononobe-Okabe, che estende il criterio di Coulomb in campo dinamico:

$$S_{as} = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot (1 \pm k_v) \cdot H^2 \cdot K_{as}$$

in cui:

$\gamma_t, H$  = Peso specifico del terreno e Altezza del muro dalla base della fondazione

$K_{as}$  = Coefficiente di spinta attiva valutato con l'espressione di Mononobe-Okabe

Considerando la spinta attiva totale del terreno come somma di una componente statica e di una dinamica, dovuta alla sovraspinta del sisma, essa sarà applicata in corrispondenza del punto di applicazione della risultante delle due componenti. Noto che la componente statica e l'incremento di spinta, dovuto al sisma, agiscono ad un' altezza pari rispettivamente ad  $H/3$  e a  $2/3 H$  dalla base dell'opera, il punto di applicazione della spinta attiva totale in zona sismica sarà posto ad una altezza compresa tra  $0.4 H$  e  $0.5 H$ . In maniera analoga, la spinta passiva in condizioni sismiche, è data dall'espressione:

$$S_{ps} = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot (1 \pm k_v) \cdot H^2 \cdot K_{ps}$$

dove  $K_{ps}$  è il Coefficiente di spinta passiva, valutato tramite l'espressione di Mononobe-Okabe.

In presenza di falda lungo l'altezza del muro, oltre alla sovraspinta idrostatica dell'acqua, occorre considerare la spinta idrodinamica, applicata ad una distanza dalla base della fondazione pari a  $0.4 H_w$ , data da:

$$S_{ws} = \frac{7}{12} \cdot \gamma_w \cdot k_h \cdot H_w^2$$

in cui:

$\gamma_w, H_w$  = Peso specifico dell'acqua e Altezza del pelo libero della falda rispetto alla base del muro

$k_h$  = Coefficiente sismico orizzontale

In presenza di sovraccarico  $q$ , bisogna tenere conto del rispettivo contributo, valutato come:

$$S_{qs} = q \cdot (1 \pm k_v) \cdot H \cdot K_{as}$$

Viene inoltre considerata la forza d'inerzia delle masse strutturali, tramite la seguente espressione:

$$F_i = k_h \cdot W$$

dove  $W$  è il peso del muro nonché del terreno e degli eventuali carichi permanenti sovrastanti la zattera di fondazione. Tale forza è applicata nel baricentro dei pesi.



## Verifiche di Stabilità

Le verifiche di stabilità, note le forze che sollecitano l'opera di sostegno, consistono nel controllare, per una serie di stati di equilibrio limite, che l'effetto delle azioni resistenti risulti maggiore dell'effetto delle azioni sollecitanti, considerando i valori di progetto delle azioni e delle resistenze.

In generale, con riferimento ai meccanismi di collasso che si possono avere per le opere di sostegno, le verifiche di stabilità sono le seguenti:

**Ribaltamento**  
**Scorrimento sul piano di posa**  
**Collasso per Carico Limite Terreno**  
**Stabilità Globale Muro-Terreno**

Tali meccanismi di collasso, rappresentano tutti gli Stati Limite Ultimi, dovuti alla mobilitazione della resistenza del terreno interagente con l'opera.

Per le verifiche geotecniche di stabilità quali Ribaltamento, Scorrimento e Collasso per superamento del Carico Limite, l'analisi viene condotta utilizzando la Combinazione (A1+M1+R3), nella quale i parametri di resistenza del terreno sono ridotti tramite i coefficienti parziali del gruppo (M1), i coefficienti globali sulla resistenza del sistema (R3) sono diversi da zero e distinti per le condizioni statica e sismica, mentre le azioni sono amplificate con i coefficienti del gruppo (A1).

Per la sola verifica di Stabilità Globale, l'analisi viene condotta utilizzando la Combinazione (A2+M2+R2), nella quale i parametri di resistenza del terreno sono ridotti tramite i coefficienti parziali del gruppo (M2), i coefficienti globali sulla resistenza del sistema sono quelli associati al gruppo (R2), mentre le sole azioni sono amplificate con i coefficienti del gruppo (A2).

I coefficienti parziali di sicurezza, da adottare sia per le azioni (A), che per i parametri di resistenza del terreno (M), sono quelli definiti nei precedenti paragrafi, mentre, quelli da applicare alle resistenze globali (R) del sistema, sono specifici per ogni tipo di verifica e sono riportati nella seguente tabella:

**Coefficienti Parziali Resistenze**

Cond.	Comb.	Ribalt.	Scorr.	Car.Lim.	St.Glob.	Terr.Valle	Base Pali	Later.Pali
Statica	R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	R2	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.70	1.45
	R3	1.15	1.10	1.40	1.00	1.40	1.35	1.15
Sismica	R1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	R2	1.00	1.00	1.00	1.20	1.00	1.70	1.45
	R3	1.00	1.00	1.20	1.00	1.20	1.35	1.15

In generale, detto  $R_d$  l'effetto delle azioni resistenti ed  $S_d$  quello delle sollecitanti, per le verifiche di stabilità deve essere verificata la condizione:

$$R_d > S_d$$

Definito il coefficiente di sicurezza  $\gamma_s = R_d / S_d$ , deve risultare, per ciascuno Stato Limite,  $\gamma_s > 1$ .

## Verifica al Ribaltamento

La verifica al ribaltamento consiste nell'imporre la sicurezza nei confronti della rotazione dell'opera di sostegno attorno al punto più a valle della fondazione, valutando le azioni ribaltanti e quelle stabilizzanti.

Si ipotizza pertanto che un eventuale ribaltamento dell'opera di contenimento, possa avvenire per rotazione attorno al punto O esterno inferiore della fondazione, come mostrato in figura.

In generale, la spinta complessiva che il terrapieno esercita sul muro è una forza ribaltante, mentre la forza stabilizzante è data dal peso del muro ed, eventualmente, dal peso del terreno sulla fondazione di monte.

Inoltre, se si considera una aliquota della spinta passiva del terreno antistante il muro di sostegno, l'evidenza sperimentale ha dimostrato che la presenza di tale riempimento fa sì che un eventuale meccanismo di rottura, in condizioni dinamiche, si inneschi per rotazione, intorno ad un punto O', riportato in figura, posto ad una quota superiore rispetto alla base del muro.

Il momento stabilizzante  $R_d$  e quello ribaltante  $S_d$  vengono calcolati mediante le seguenti espressioni:

$$R_d = \left( \frac{1}{\gamma_R} \right) \cdot \Sigma \cdot F_v \cdot b \quad S_d = \Sigma \cdot F_h \cdot h - \Sigma \cdot S_y \cdot d$$

dove:

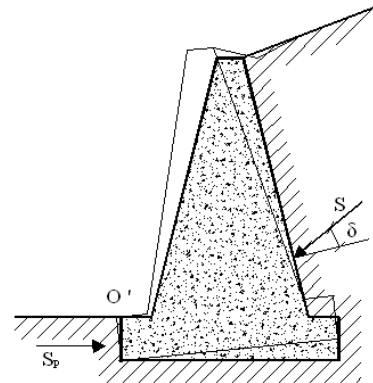
$\gamma_R$  = Coefficiente Parziale Resistenza a Ribaltamento

$F_v$  = Pesì propri e Forze verticali applicate

$F_h$  = Forze di inerzia, Forze orizzontali applicate e Componenti Orizzontali delle Spinte

$S_y$  = Componenti Verticali delle Spinte

$b, h, d$  = Bracci delle Forze  $F_v, F_h$  ed  $S_y$



## Verifica allo Scorrimento

La verifica allo scorrimento sul piano di posa della fondazione consiste nell'imporre l'equilibrio alla traslazione orizzontale tra tutte le forze instabilizzanti e resistenti sul muro, richiedendo che l'equilibrio sia soddisfatto con un opportuno fattore di sicurezza alla traslazione.

Alle forze orizzontali che tendono a mobilitare l'opera, si oppongono le forze di attrito, la frazione di spinta passiva e l'eventuale forza coesiva lungo la superficie di contatto terreno-fondazione.

La resistenza allo scorrimento  $R_d$  e l'azione sollecitante  $S_d$  vengono calcolati mediante le seguenti espressioni:

$$R_d = \left( \frac{1}{\gamma_R} \right) \cdot [(N_y + T_y) \cdot \theta + N_x + \alpha \cdot S_p + \beta \cdot c] \quad S_d = T_x$$

dove:

$\gamma_R$  = Coefficiente Parziale Resistenza allo Scorrimento

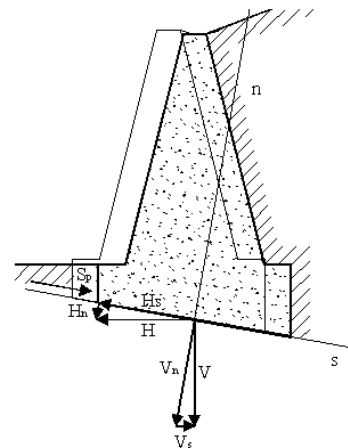
$N_x, T_x$  = Componenti di Sforzo Normale e Taglio in fondazione lungo il piano di scorrimento

$N_y, T_y$  = Componenti di sforzo Normale e Taglio in fondazione, normali al piano di scorrimento

$\theta$  = Fattore di attrito terreno-fondazione

$\alpha S_p, \beta c$  = Frazione di Spinta Passiva e di Coesione

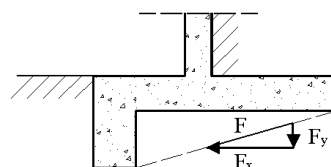
$S_p$  = Spinta Passiva



In presenza di un dente di fondazione, la superficie di scorrimento è costituita da un tratto inclinato congiungente il punto più esterno della fondazione con il punto più interno della base del dente.



Le azioni risultanti vengono scomposte in due componenti, proporzionalmente all'ampiezza dei due tratti orizzontale e verticale, proiezioni della superficie di scorrimento stessa.



## Verifica al Collasso per Carico Limite Terreno

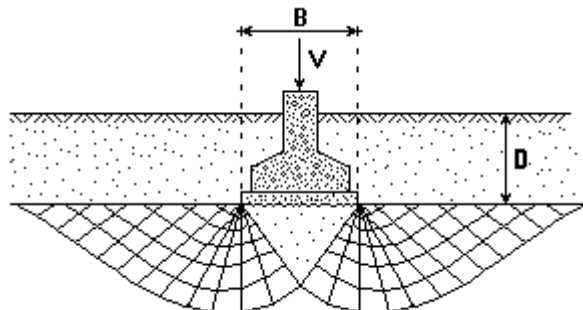
Tale verifica impone che il carico verticale di esercizio trasmesso attraverso la fondazione sul terreno, sia minore, od al più uguale, al carico limite dello stesso.

Il carico limite è valutato secondo l'espressione di Brinch-Hansen, per terreni con attrito e coesione:

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

Il primo termine dell'espressione precedente rappresenta l'effetto del terreno soprastante il piano di posa, di altezza  $D$  e di peso specifico  $\gamma$ , il secondo rappresenta il contributo dell'eventuale coesione  $c$  ed il terzo rappresenta l'effetto della larghezza della striscia di carico  $B$ . Nella formula esposta i parametri  $c$  e  $\gamma$  si intendono determinati in condizioni drenate e la formula è valida per verifiche a lungo termine di terreni incoerenti, nella condizione, quindi, di sostanziale dissipazione delle sovrappressioni.

I valori di  $N_q$ ,  $N_c$  e  $N_\gamma$  sono i fattori di capacità portante e sono calcolati in funzione dell'angolo d'attrito  $\phi$ :



$$N_q = e^{\pi \cdot \tan \phi} \cdot \tan^2 \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right) \quad N_c = \frac{(N_q - 1)}{\tan \phi} \quad N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \phi$$

Le quantità  $i$ ,  $d$ ,  $b$ ,  $g$  sono fattori che tengono conto, rispettivamente, degli effetti del carico inclinato, della profondità, del piano di posa inclinato e del piano di campagna inclinato.

$$\begin{aligned} i_q &= [1 - H/(V + B \cdot L \cdot c \cdot \cot \phi)]^m & i_c &= i_q - [(1 - i_q)/(N_c \cdot \tan \phi)] & i_\gamma &= [1 - H/(V + B \cdot L \cdot c \cdot \cot \phi)]^{(m+1)} \\ d_q &= 1 + 2 \cdot \tan \phi \cdot (1 - \sin \phi)^2 \cdot k & d_c &= 1 + 0.4 \cdot k & d_\gamma &= 1 \\ b_q &= (1 - \alpha \cdot \tan \phi)^2 & b_c &= b_q - [(1 - b_q)/(N_c \cdot \tan \phi)] & b_\gamma &= b_q \\ g_q &= (1 - \tan \beta)^2 \cdot \cos \beta & g_c &= g_q - [(1 - g_q)/(N_c \cdot \tan \phi)] & g_\gamma &= g_q / \cos \beta \end{aligned}$$

dove:

$L, B, D, \alpha$  = Lunghezza, Larghezza, Profondità ed Inclinazione fondazione

$V, H$  = Azioni Verticali ed Orizzontali in fondazione

$c, \gamma, \phi, \beta$  = Coesione, Peso Specifico, Angolo d'attrito ed Inclinazione terreno fondazione

$k = \arctg(D/B)$  se  $D > B$  oppure  $(D/B)$  se  $D \leq B$

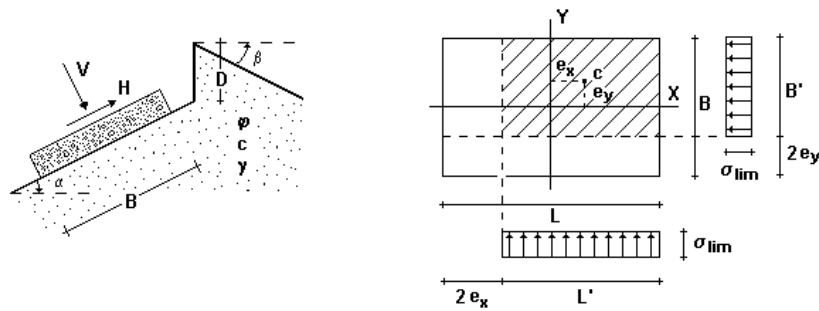
$m = (2 + L/B)/(1 + L/B) \cdot \cos^2 \theta + (2 + B/L)/(1 + B/L) \cdot \sin^2 \theta$

$\theta$  = Angolo tra la direzione del carico, proiettato sul piano di fondazione, e la lunghezza  $L$

L'espressione sopra riportata è applicabile in generale a fondazioni rettangolari con pianta molto allungata di lati  $L$  e  $B$  con  $L > B$ . Nel caso di componente orizzontale del carico, nella formula del carico limite si deve usare la quantità ridotta  $B' = B - 2e$ , avendo indicato con  $e$  il valore dell'eccentricità.

Nel caso specifico di verifica dei muri di sostegno, si considera un tratto di muro, e quindi di fondazione, di lunghezza unitaria, per cui  $L$  viene posto pari a 1.





Per terreni puramente coesivi ( $\phi = 0$ ) e per verifiche di breve termine ( $c = c_u$ ), l'espressione diventa:

$$q_{lim} = \gamma \cdot D \cdot N_q^0 + c_u \cdot N_c^0 \cdot i_c^0 \cdot d_c^0 \cdot b_c^0 \cdot g_c^0 + \frac{1}{2} \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma^0$$

dove:

$$\begin{aligned} N_q^0 &= 1 & N_c^0 &= 5.14 & N_\gamma^0 &= -2 \cdot \sin \beta \\ i_c^0 &= 1 - m \cdot H / (N_c^0 \cdot B \cdot L \cdot c_u) & b_c^0 &= 1 - 2 \cdot \alpha / 5.14 & g_c^0 &= 1 - 2 \cdot \beta / 5.14 \end{aligned}$$

Il coefficiente  $d_c^0$  ha la stessa espressione del caso di terreno con angolo d'attrito non nullo.

La Resistenza al Collasso per Carico Limite ( $R_d$ ) e l'Azione Sollecitante ( $S_d$ ) sulla fondazione valgono:

$$R_d = \left( \frac{1}{\gamma_R} \right) \cdot (q_{lim} \cdot B \cdot L) \quad S_d = \Sigma F_v$$

dove con  $F_v$  si esprimono i pesi propri e le forze verticali applicate.

### Effetti delle azioni sismiche

L'azione del sisma, modellata attraverso un approccio pseudostatico, si traduce in accelerazioni nel sottosuolo (effetto cinematico) e nella fondazione per l'azione delle forze d'inerzia generate nell'opera in elevazione (effetto inerziale).

Per una scossa sismica, modellata attraverso la sola componente orizzontale, tali effetti sono esprimibili mediante l'introduzione di coefficienti sismici rispettivamente denominati  $k_{hk}$  e  $k_{hi}$ .

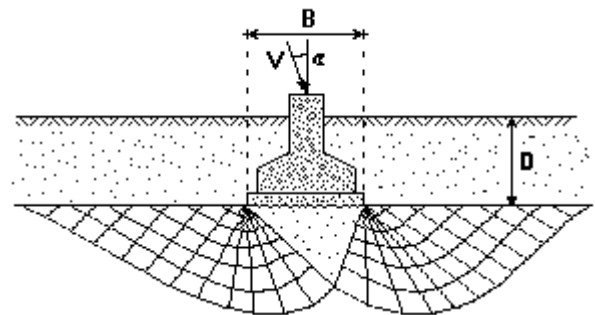
Gli studi di Meyerhof, relativi al caso di fondazione a pianta rettangolare molto allungata, hanno dimostrato come eccentricità ed inclinazione dei carichi applicati alla fondazione conducano a notevoli riduzioni della pressione limite. In particolare, per effetto del sisma, viene a ridursi soprattutto quella aliquota della pressione limite dovuta alla larghezza della fondazione e al peso specifico del terreno di base (coefficiente  $N_\gamma$ ), piuttosto che quella dovuta al peso di tutto il terreno sovrastante il piano di posa (coefficiente  $N_q$ ).

Pertanto, l'effetto inerziale produce variazioni di tutti i tre coefficienti  $N$  del carico limite in funzione del coefficiente sismico  $k_{hi}$ , mentre l'effetto cinematico modifica il solo coefficiente  $N_g$  in funzione del coefficiente sismico  $k_{hk}$ . Dunque, per tenere conto degli effetti inerziali della scossa sismica, è necessario impiegare le formule comunemente adottate per calcolare i coefficienti correttivi del carico limite  $i_q$ ,  $i_c$  e  $i_g$  in funzione dell'inclinazione  $\Theta$ , rispetto alla verticale, del carico agente sul piano di posa, assunto orizzontale. Tale inclinazione, per azioni orizzontali riconducibili esclusivamente all'azione pseudostatica del sisma, vale:

$$\tan \Theta = k_{hi}$$

Per tener conto, invece, dell'effetto cinematico, è necessario moltiplicare il coefficiente  $N_g$  per il seguente coefficiente correttivo:

$$e_\gamma = \left( \frac{1 - k_{hk}}{\tan \phi} \right)^{0.45}$$



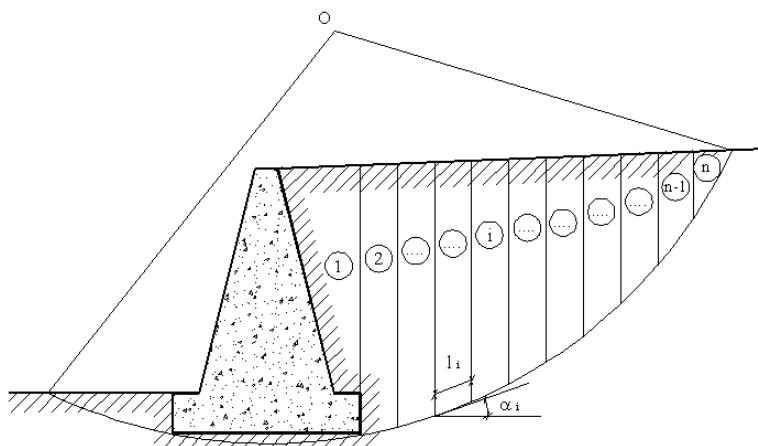
E' importante quindi che il piano di fondazione sia sufficientemente profondo in modo da usufruire del contributo del peso del terreno sovrastante e non ricadere in zone ove risultino apprezzabili le variazioni stagionali del contenuto naturale d'acqua.



## Verifica di Stabilità Globale Muro-Terreno

La verifica di stabilità globale dell'opera viene condotta al fine di determinare il grado di sicurezza sia del manufatto, sia del terreno, nei confronti di possibili scorrimenti lungo superfici di rottura passanti al di sotto del piano di appoggio del muro.

La verifica, effettuata ricorrendo ai metodi di calcolo della stabilità dei pendii, consiste nel ricercare, tra le possibili superfici di rottura, quella che presenta il minor coefficiente di sicurezza e nel confrontare le resistenze e le azioni sollecitanti lungo tale superficie. Secondo questi metodi è necessario ipotizzare una superficie di scorrimento del terreno di forma qualsiasi, passante al di sotto del muro e valutare, rispetto al generico polo, i momenti instabilizzanti, generati dalle forze peso, ed i momenti resistenti, generati dalle reazioni del terreno.



Tale verifica risulta soddisfatta se la resistenza al taglio risulta maggiore o al più uguale al taglio sollecitante lungo la linea di scorrimento ipotizzata, avendo posto:

$$R_d = \left( \frac{1}{\gamma_R} \right) \cdot \left[ \sum_i (c_i \cdot \delta l_i + (W_i \cos \alpha_i - u_i \cdot \delta l_i) \cdot \tan \phi) \right]$$

$$S_d = \sum_i W_i \sin \alpha_i$$

$$\gamma_s = \frac{R_d}{S_d}$$

dove:

$R_d$  = Resistenza al Taglio [daN]

$S_d$  = Taglio Sollecitante [daN]

$\gamma_s$  = Coefficiente di sicurezza nei confronti della verifica

$\gamma_R$  = Coefficiente parziale sulle resistenze per la verifica

$c, \phi$  = Coesione e Angolo di attrito interno del terreno

$\delta l_i, W_i, \alpha_i$  = Larghezza, Peso e Inclinazione della base, per il concio elementare

$u_i$  = Pressione idrostatica sul concio elementare

Nelle successive specifiche tabelle vengono riportate, inoltre, le seguenti grandezze per ciascun concio elementare che compone la superficie di scorrimento:

$H_i, h_{wi}$  = Altezza Totale e della Falda, misurate rispetto al punto medio del concio [m]

$N_i$  = Componente Normale della Reazione del terreno alla base, pari a  $W_i \cdot \cos \alpha_i$  [daN]

$U_i$  = Risultante della Pressione idrostatica, pari a  $u_i \cdot \delta l_i$  [daN]

$T_i$  = Componente Tangenziale della Reazione del terreno alla base  
pari a  $c \cdot \delta l_i + (N_i - U_i) \cdot \tan \phi$  [daN]

$S_i$  = Risultante dell'Azione Sollecitante, pari a  $W_i \cdot \sin \alpha_i$  [daN]

Il calcolo viene condotto nell'ipotesi di terreno retrostante e sovrastante il muro con piano di campagna minore di 10 gradi, assumendo che la superficie di rottura sia circolare e passi per il punto in basso a sinistra della fondazione.

## Verifiche di Resistenza Strutturale

Nel presente capitolo si riportano le basi teoriche relative al dimensionamento e alla verifica delle armature. Per tutti gli elementi costituenti i muri di sostegno in c.a. è necessario effettuare le verifiche di resistenza strutturale, nei confronti degli Stati Limite Ultimi, che comportano la rottura delle sezioni soggette a flessione composta e taglio.

Il valore di progetto della generica proprietà  $f_d$  del materiale è ottenuto riducendo il valore caratteristico  $f_k$  per il coefficiente parziale del materiale  $\gamma_M$  ( $f_d = f_k / \gamma_M$ ).

I Fattori di Sicurezza parziali dei materiali sono i seguenti:

<b>Fattore di Sicurezza Calcestruzzo (<math>\gamma_c</math>)</b>	<b>1.50</b>
<b>Fattore di Sicurezza Acciaio (<math>\gamma_s</math>)</b>	<b>1.15</b>

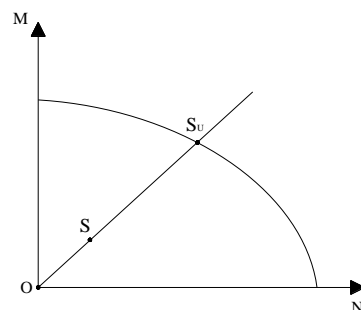
Il metodo di calcolo utilizzato, per il progetto delle armature e la verifica di resistenza delle opere in c.a. ordinario, è quello semiprobabilistico allo Stato Limite Ultimo, con le ipotesi fondamentali di complanarità della sezione, con resistenza nulla del calcestruzzo teso e con i moduli elastici dei materiali costanti.

Come legami costitutivi  $\sigma$ - $\epsilon$  dei materiali vengono utilizzati legami di tipo non lineare, in accordo con le indicazioni contenute nella normativa NTC 2018 (Circ. Appl. n.7 del 2019).

### Criteri di Verifica

La verifica allo Stato Limite Ultimo, per la coppia di sollecitazioni costituita da Sforzo Normale e Momento Flettente (N, M) condotta costruendo, per ogni elemento strutturale del muro di sostegno, un dominio di resistenza piano, fissando un diagramma limite di deformazione e risalendo alle tensioni corrispondenti, tramite i legami costitutivi non lineari, ottenendo lo stato di sollecitazione ultima, il massimo sopportabile, e valutare se lo stato della sollecitazione di calcolo è interno al dominio.

Noto il dominio di resistenza del generico elemento e detto **S** il generico stato di sollecitazione a cui esso è sottoposto, è possibile determinare lo stato di sollecitazione ultimo **S<sub>u</sub>** "prolungando" il vettore (O, S), lungo la sua stessa direzione, dal punto **S**, fino ad intersecare la curva del dominio di rottura. Il rapporto tra i segmenti (O,S<sub>u</sub>)/(O,S) rappresenta il coefficiente di sicurezza per l'elemento verificato nella condizione in esame.



Nel caso del Taglio, la verifica risulta ancora più semplice, poichè la sollecitazione agisce lungo una sola direzione ed è quindi possibile determinare il coefficiente di sicurezza come semplice rapporto tra il Taglio resistente e quello sollecitante.

Si considera, pertanto, il problema della flessione composta disaccoppiato da quello del taglio, determinando, separatamente, i corrispondenti coefficienti di sicurezza per ciascun elemento soggetto alle suddette sollecitazioni.

### Criteri di Dimensionamento Armature

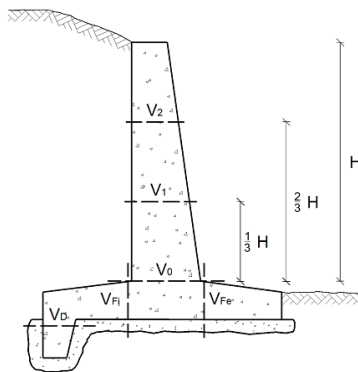
Le aree necessarie di ferro vengono calcolate mediante formule dirette di semiprogetto. Vengono, quindi, disposte le armature utilizzando le aree commerciali relative ai tondini scelti, soddisfacendo anche i minimi imposti dalle norme che quelli imposti dalle specifiche di progetto adottate. Infine, le verifiche degli elementi strutturali vengono effettuate considerando l'effettiva armatura disposta.

## Verifiche Armature

Facendo riferimento alle combinazioni precedentemente definite, per ogni muro del progetto vengono successivamente riportati in tabella:

- Verifica** = Descrizione dell'elemento considerato per la verifica  
**h** = Altezza della sezione oggetto di verifica [cm]  
**M, N, T** = Momento Flettente [daNm], Sforzo Normale e Sforzo Tagliante [daN]  
 **$A_s$ ,  $A'_s$**  = Area Ferri di Armatura in zona tesa e in zona compressa [cm<sup>2</sup>]  
**c, c'** = Copriferro in zona tesa e in zona compressa [cm]  
 **$\lambda$**  = Coefficiente minimo di sicurezza  
**E** = Esito della Verifica: "V" se risulta verificato e "X" se non verificato

Le verifiche vengono condotte con riferimento alle sezioni, per unità di lunghezza, degli elementi strutturali di seguito elencati e rappresentati nel successivo schema grafico:



**$V_{Fe}$ ,  $V_{Fi}$**  = Verifica all'Incastro delle Mensole di Fondazione Esterna ed Interna

**$V_D$**  = Verifica all'Incastro del Dente di Fondazione

**$V_0$**  = Verifica al Piede della Parete

**$V_1$ ,  $V_2$**  = Verifica ad Un Terzo e a Due Terzi dell'Altezza della Parete



## Verifiche allo Stato Limite di Esercizio

Le verifiche allo Stato Limite di Esercizio servono a garantire che la struttura, durante la sua vita utile, resista alle azioni a cui è sottoposta, mantenendo integra la sua funzionalità ed il suo aspetto estetico.

Per questa tipologia di verifiche viene fatto riferimento ai valori caratteristici sia delle azioni che delle resistenze del terreno e dei materiali da costruzione.

Per ciascuna sezione di muro, si riportano nelle specifiche tabelle, i valori caratteristici delle spinte e delle forze agenti di seguito riportati:

- $S_a$  = Spinta del Terreno [daN]**
- $S_c$  = Controspinta da Coesione [daN]**
- $S_q, S_w$  = Spinta Sovraccarico e Idrostatica [daN]**
- $S_p, S_{pm}$  = Spinta Passiva Totale/Mobilitata [daN]**
- $W_M, W_F$  = Peso del Muro e della Fondazione [daN]**
- $W_T$  = Peso Terreno ed eventuale Sovraccarico su Fondazione Interna [daN]**

Per i muri in c.a. occorre considerare tutte quelle situazioni di normale impiego, che possono comportare un rapido deterioramento della struttura, limitando tensioni e deformazioni e controllando lo stato fessurativo del calcestruzzo. Si possono identificare tre diversi stati limite di esercizio per l'opera, a cui corrispondono le rispettive verifiche:

**Verifiche di Tensione**  
**Verifiche di Deformazione**  
**Verifiche di Fessurazione**

### Verifiche di Tensione

La verifica delle tensioni di esercizio consente di controllare le tensioni di lavoro massime nel calcestruzzo e nell'acciaio, in modo da evitare i fenomeni fessurativi nel calcestruzzo e lo snervamento dell'acciaio. E' necessario, pertanto, verificare che le tensioni di lavoro massime,  $\sigma_c$  nel calcestruzzo compresso e  $\sigma_f$  nell'acciaio teso, rispettino le seguenti condizioni:

- $\sigma_{c,max} \leq 0.60 \cdot f_{ck}$  per Combinazione Rara**
- $\sigma_{c,max} \leq 0.45 \cdot f_{ck}$  per Combinazione Quasi-Permanente**
- $\sigma_{s,max} \leq 0.80 \cdot f_{yk}$  per Combinazione Rara e Quasi-Permanente**

Nel caso specifico di muri di sostegno, si assumono unitari i coefficienti di combinazione  $\psi_0, \psi_1$  e  $\psi_2$ , quindi le combinazioni Rara e Quasi-Permanente, di fatto, coincidono.

Pertanto, la verifica delle tensioni di esercizio viene effettuata con riferimento alla sola combinazione Quasi-Permanente, essendo previsto per essa l'utilizzo di tensioni di lavoro massime dei materiali più restrittive.

Per ogni muro del progetto vengono successivamente riportati in tabella:

- Verifica = Descrizione dell'elemento considerato per la verifica**
- $M, N$  = Momento Flettente [daNm] e Sforzo Normale [daN]**
- $\sigma_c, \sigma_s$  = Tensione Max di lavoro del Calcestruzzo e dell'Acciaio [daN/cm<sup>2</sup>]**
- $\lambda_c, \lambda_s$  = Coefficiente di sicurezza, dato dal rapporto tra la tensione limite e la massima tensione di lavoro del Calcestruzzo e dell'Acciaio**
- E = Esito della Verifica: "V" se risulta verificato e "X" se non verificato**

Le verifiche vengono condotte con riferimento ai medesimi elementi strutturali oggetto delle verifiche di resistenza strutturale.

### Verifiche di Deformazione

Per poter garantire la funzionalità dell'opera di sostegno, è necessario valutare gli spostamenti dell'opera, in modo da poterne garantire la funzionalità.

### Cedimenti in Fondazione

Per il calcolo dei cedimenti che il terreno potrebbe subire a causa dell'aumento di carico, si segue il Metodo Edometrico, considerando strati di spessore pari ad 1 metro, fino alla profondità in cui l'incremento di carico

dovuto alla struttura è minore del 20% del carico lisostatico preesistente. Per il calcolo del cedimento si adotta la seguente espressione:

$$w_{\text{tot}} = \sum_{i=1}^N \frac{(\Delta\sigma_i \cdot \Delta z_i)}{E_i}$$

dove, per ogni strato:

$\Delta\sigma_i$  = Variazione Pressione del terreno

$\Delta z_i$  = Spessore Strato di terreno

$E_i$  = Modulo Elastico del terreno

Per ogni muro del presente progetto, nelle successive tabelle specifiche, vengono riportati, riferiti a ciascuna sezione, i Cedimenti Elastici in Fondazione, espressi in cm.

## Verifiche di Fessurazione

Per le opere in cemento armato il fenomeno della fessurazione è quasi inevitabile, ma può essere limitato assicurando un sufficiente ricoprimento delle armature in zona tesa con calcestruzzo di buona qualità e compattezza, bassa porosità e bassa permeabilità.

Le verifiche di fessurazione prevedono il controllo dei successivi stati limite, definiti come:

- **Stato limite di decompressione**  
in cui la tensione normale è ovunque di compressione
- **Stato limite di formazione delle fessure**  
in cui il calcestruzzo raggiunge la massima tensione di fessurazione, in corrispondenza della quale, si ha la formazione della prima fessura
- **Stato limite di apertura delle fessure**  
in cui l'ampiezza della fessura raggiunge il valore nominale massimo, definito in base alle caratteristiche ambientali e della sensibilità delle armature alla corrosione

Si ha formazione delle fessure quando la tensione di trazione del calcestruzzo, nella fibra più sollecitata, (calcolata in base alle caratteristiche geometriche e meccaniche della sezione omogeneizzata non fessurata) raggiunge il valore limite:

$$\sigma_t = \frac{f_{ctm}}{1.2}$$

essendo  $f_{ctm}$  la resistenza media a trazione del calcestruzzo.

Una volta innescata la fessurazione è necessario valutare l'ampiezza delle fessure, in funzione delle deformazioni medie dell'armatura tesa e della distanza media tra le fessure stesse.

Il valore limite di apertura delle fessure, invece, può assumere, in accordo con la normativa NTC 2018 (Circ. Appl. n.7 del 2019), uno dei tre valori seguenti:

$$w_1 = 0.2 \text{ mm} \quad w_2 = 0.3 \text{ mm} \quad w_3 = 0.4 \text{ mm}$$

La scelta del valore limite deve essere fissato compatibilmente con le condizioni ambientali e con il grado di sensibilità delle armature alla corrosione ed in funzione della combinazione di carico considerata, come riportato nella seguente tabella:

Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
		Sensibile		Poco sensibile	
		Stato limite	$w_k$	Stato limite	$w_k$
Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
	quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
	quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
	quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Stante i limiti sopra esposti, la verifica dell'ampiezza della fessura viene condotta, senza calcolo diretto, limitando la tensione di trazione nell'armatura, ad un massimo, che è correlato al diametro delle barre e alla loro spaziatura, come riportato nei prospetti seguenti.

Tensione nell'acciaio [MPa]	Diametro massimo delle barre [mm]		
	$w_1 = 0,2 \text{ mm}$	$w_2 = 0,3 \text{ mm}$	$w_3 = 0,4 \text{ mm}$
160	25	32	40
200	16	25	32
240	12	16	20
280	8	12	16
320	6	10	12
360	-	8	10

Tensione nell'acciaio [MPa]	Spaziatura massima delle barre [mm]		
	$w_1 = 0,2 \text{ mm}$	$w_2 = 0,3 \text{ mm}$	$w_3 = 0,4 \text{ mm}$
160	200	300	300
200	150	250	300
240	100	200	250
280	50	150	200
320	-	100	150
360	-	50	100

***Diametri e Spaziatura massimi barre per controllo fessurazione***

Per ogni muro del progetto vengono successivamente riportati in tabella:

**Verifica** = Descrizione dell'elemento considerato per la verifica

**M, N** = Momento Flettente [daNm] e Sforzo Normale [daN]

$\sigma_s$ ,  $\sigma_{s, \text{lim}}$  = Tensione Max di lavoro e Limite dell'Acciaio [daN/cm<sup>2</sup>]

$\lambda$  = Coefficiente di sicurezza, dato dal rapporto tra la tensione limite e la massima tensione di lavoro dell'Acciaio ( $\sigma_{s, \text{lim}} / \sigma_s$ )

**E** = Esito della Verifica: "V" se risulta verificato e "X" se non verificato

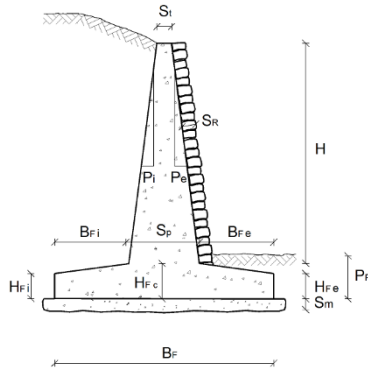


## Dati ed Esito Verifiche

Per ogni muro del presente progetto, di seguito vengono riportati i dati geometrici, le azioni ed i valori di spinta agenti, nonché i risultati delle verifiche geotecniche e strutturali.

I dati, riferiti a ciascuna sezione di muro, sono rappresentati graficamente mediante il disegno dell'opera, nonché esplicitati numericamente in forma tabellare, come successivamente descritto.

### Geometria Elevazione e Fondazione



$H$  = Altezza della Parete del Muro [cm]

$S_t, S_p$  = Spessore del Muro in Testa e al Piede della Parete [cm]

$P_e, P_i$  = Pendenza della Parete Esterna ed Interna [%]

$S_R, \gamma_R$  = Spessore [cm] e Peso Specifico [daN/m<sup>3</sup>] dell'eventuale Strato di Rivestimento

$B_F$  = Larghezza totale della Fondazione [cm]

$H_{Fc}$  = Altezza della Fondazione in corrispondenza della sezione centrale [cm]

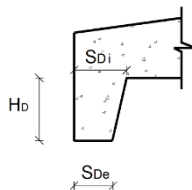
$H_{Fe}, B_{Fe}$  = Altezza e Larghezza della Mensola Esterna di Fondazione [cm]

$H_{Fi}, B_{Fi}$  = Altezza e Larghezza della Mensola Interna di Fondazione [cm]

$P_F$  = Profondità del Piano di Fondazione [cm]

$S_m$  = Spessore dello Strato di Magrone [cm]

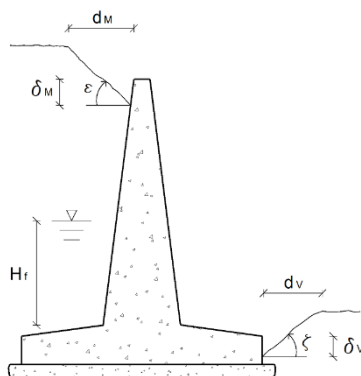
### Dente di Fondazione



$H_D$  = Altezza del Dente [cm]

$S_{Di}, S_{De}$  = Spessore del Dente all'Incastro con la Fondazione e all'Estremità [cm]

### Geometria Terreno



$\epsilon$  = Angolo di Inclinazione del Terreno lato Monte del Muro [grd]

$d_M$  = Distanza dalla Testa del Muro del Tratto Orizzontale di Terreno [cm]

$\delta_M$  = Abbassamento del Terreno lato Monte, rispetto alla Testa del Muro [cm]

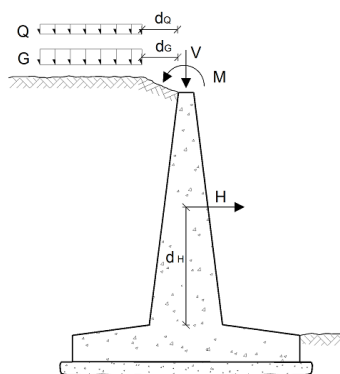
$\zeta$  = Angolo di Inclinazione del Terreno lato Valle del Muro [grd]

$d_v$  = Distanza dalla Fondazione del Muro del Tratto Orizzontale di Terreno [cm]

$\delta_v$  = Abbassamento del Terreno lato Valle, rispetto all'Estradosso della Fondazione [cm]

$H_f$  = Altezza della Falda, rispetto alla Base del Muro [cm]

## Valori caratteristici dei Carichi



$G, d_G$	= Muro del Carico Permanente Distribuito
$Q, d_Q$	= Muro del Carico Variabile Distribuito
$H, d_H$	= Intensità [daN] e Quota di Applicazione [cm] della Forza Orizzontale
$V, M$	= Intensità della Forza Verticale [daN] e del Momento Flettente in Testa [daNm]

## Spinte e Forze

Nell'ambito delle verifiche secondo il Metodo agli Stati Limite, per poter definire i livelli di sicurezza attesi è necessario definire, nella fase preliminare del progetto, la relativa Classe d'Uso.

Le opere in esame risultano essere di **Classe III**, in funzione delle possibili conseguenze di una interruzione di operatività, o eventuale collasso. Inoltre, in base al numero di anni di utilizzo previsto, si definisce una **Vita Nominale di progetto pari a 50 anni**.

Per le verifiche geotecniche e strutturali, occorre inoltre considerare i valori di progetto dei parametri di resistenza del terreno e delle azioni, calcolati, partendo dai valori caratteristici, secondo gli approcci indicati nel precedente capitolo.

Per ogni muro del presente progetto, vengono riportati i valori rappresentativi del sistema di forze agenti, per effetto delle quali sono condotte le verifiche necessarie a garantire la stabilità e la resistenza strutturale dell'opera. Il calcolo delle Spinte è svolto secondo la Teoria di Coulomb, con l'estensione di Muller-Breslau nel caso di Azioni Statiche, e di Mononobe-Okabe nel caso di Azioni Sismiche, così come descritto al Capitolo di pertinenza.

Ai fini della definizione delle azioni sismiche, il sito in cui è ubicato il progetto in esame, con riferimento alla caratterizzazione topografica e in base alle caratteristiche orografiche, è classificabile come appartenente alla Categoria T1. Inoltre, il sito si sviluppa in pianura od in collina.

La Pericolosità sismica di base viene determinata partendo dalle coordinate geografiche del sito in esame, ovvero Latitudine e Longitudine, rispettivamente pari a 36.78300 e 14.56300, entrambe in gradi decimali.

Tale localizzazione all'interno del reticolo di riferimento in cui è stato suddiviso l'intero territorio nazionale, è necessaria per determinare i valori dei parametri utili per la caratterizzazione sismica, che vengono di seguito riportati in tabella:

Tipo di Spettro	SLV	SLD	SLO	SLC
Accelerazione max al suolo ( $a_g/g$ )	0.149	0.041	0.031	0.208
Categoria Sottosuolo	B	B	B	B
Fattore Stratigrafico ( $S_s$ )	1.200	1.200	1.200	1.197
Fattore Topografico ( $S_T$ )	1.000	1.000	1.000	1.000
Coefficiente di riduzione accelerazione max al suolo ( $\beta_m$ )	0.380	0.470	0.470	0.380
Coefficiente sismico orizzontale ( $k_h$ )	0.068	0.023	0.018	0.095
Coefficiente sismico verticale ( $k_v$ )	0.034	0.012	0.009	0.047
Periodo di ritorno dell'azione sismica ( $T_r$ )	711.842	75.434	45.161	1462.179
Fattore di amplificazione spettrale ( $F_o$ )	2.373	2.578	2.514	2.431
Periodo all'inizio del tratto a velocità costante ( $T_c$ )	0.474	0.273	0.236	0.522

Ai fini della valutazione delle forze agenti, si è tenuto conto dei seguenti parametri di elaborazione, la cui entità incide sulle verifiche di stabilità e sulla valutazione delle spinte del terreno:

- Spinta passiva sullo sperone di fondazione a valle
- Controspinta dovuta alla coesione
- Coesione a scorrimento dell'opera sul piano di appoggio della fondazione

I suddetti parametri sono considerati nel calcolo secondo il contributo percentuale seguente:

Spinta Passiva [%]	10
Spinta Statica Coesione [%]	0
Coesione a Scorrimento [%]	50

I contributi delle spinte e delle forze agenti per ogni combinazione di carico adottata, riferiti a ciascuna sezione di muro, sono successivamente richiamati in specifiche tabelle che riportano i seguenti valori:

$K_a, K_p$  = Coefficiente di Spinta Attiva e Passiva

$S_a$  = Spinta del Terreno [daN]

$S_c$  = Controspinta da Coesione [daN]

$S_q$  = Spinta Sovraccarico [daN]

$S_w, S_{ws}$  = Spinta Idrostatica e Idrodinamica [daN]

$S_p, S_{pm}$  = Spinta Passiva Totale e Mobilitata [daN]

$W_M, F_{iM}$  = Peso e Inerzia del Muro [daN]

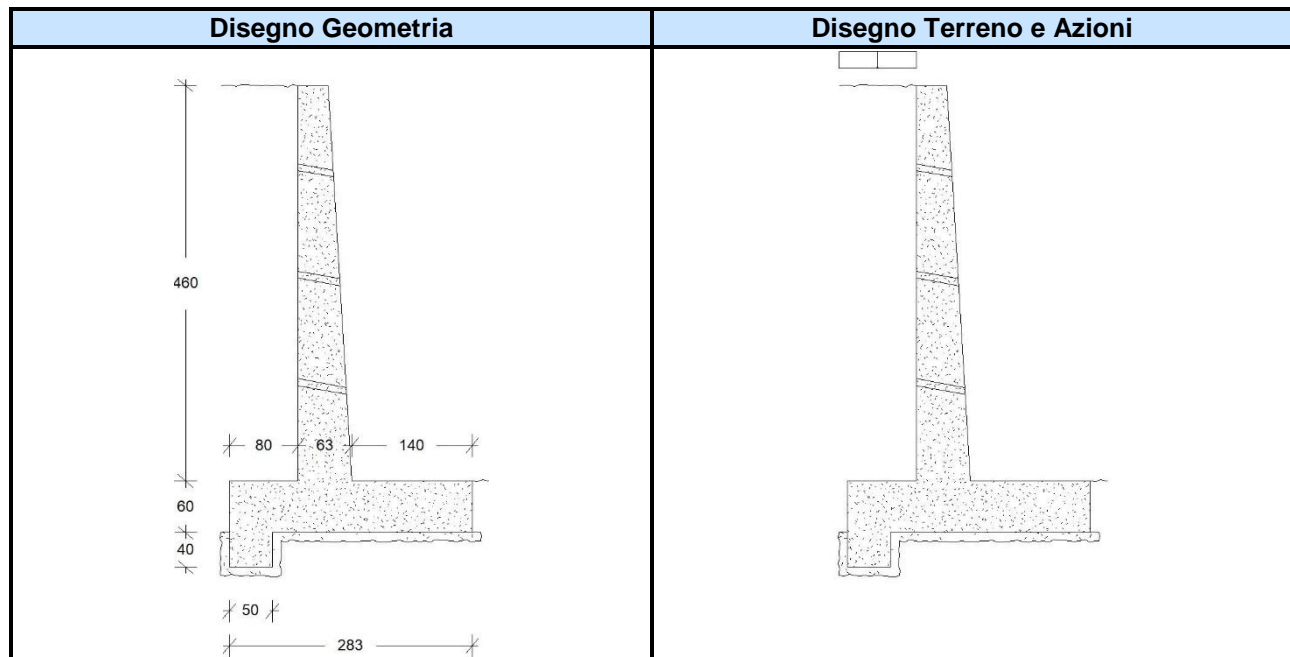
$W_T$  = Peso Terreno e Sovraccarico su Fondazione Interna [daN]

$F_{iT}$  = Inerzia Terreno su Fondazione Interna [daN]

$W_F, F_{iF}$  = Peso e Inerzia della Fondazione [daN]



## Muro 1



## Dati Muro

Si riportano di seguito i dati relativi alla geometria del muro e del terreno e ad eventuali azioni agenti.

## Dati Geometria Elevazione

Parete	
Altezza (H) [cm]	460
Spessore in Testa ( $S_t$ ) [cm]	35
Spessore al Piede ( $S_p$ ) [cm]	62
Pendenza Esterna ( $P_e$ ) [%]	6
Pendenza Interna ( $P_i$ ) [%]	0

## Dati Geometria Fondazione

Larghezza ( $B_F$ ) [cm]	282.6
Altezza Centrale ( $H_{Fc}$ ) [cm]	60
Larghezza Mensola Esterna ( $B_{Fe}$ ) [cm]	140
Larghezza Mensola Interna ( $B_{Fi}$ ) [cm]	80
Profondità Mensola Esterna ( $P_F$ ) [cm]	60
Spessore Strato Magrone ( $S_m$ ) [cm]	10
Dente a Monte	
Altezza ( $H_D$ ) [cm]	40
Spessore all'Incastro ( $S_{Di}$ ) [cm]	50
Spessore all'Estremità ( $S_{De}$ ) [cm]	50

**Dati Terreno**

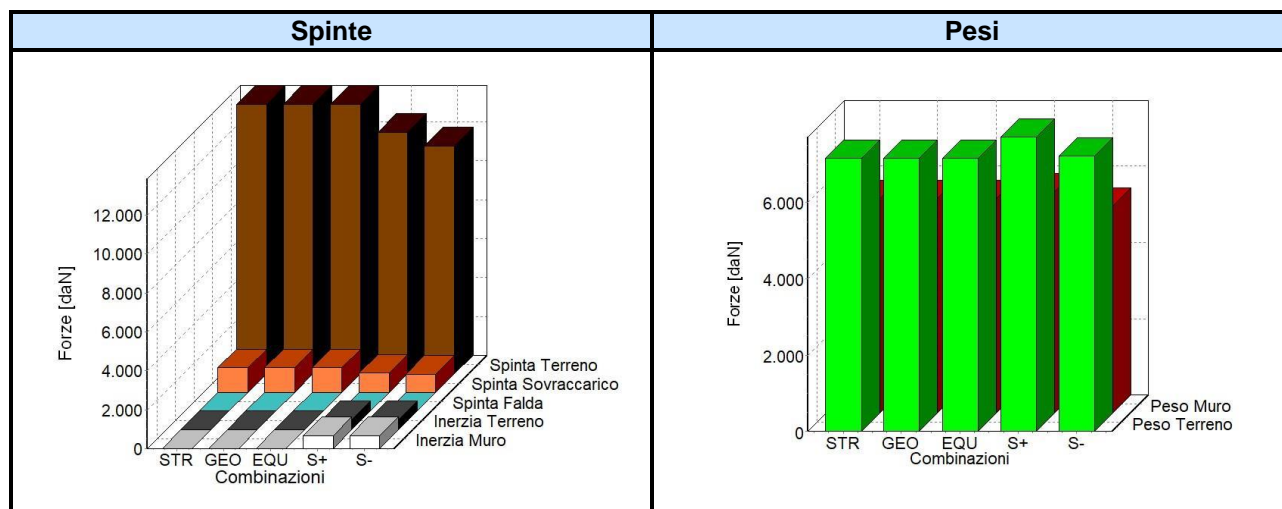
Angolo di Inclinazione a Monte ( $\epsilon$ ) [grd]	0
Angolo di Inclinazione a Valle ( $\zeta$ ) [grd]	0
Abbassamento a Valle ( $\delta_v$ ) [cm]	0

**Dati Azioni**

Carico Variabile	
Intensità (Q) [daN/m]	400
Distanza dalla Testa del Muro ( $d_Q$ ) [cm]	0

## Spinte e Forze sul Muro

Si riportano di seguito i diagrammi e i valori delle spinte e forze agenti sul muro, necessari a condurre le verifiche di stabilità geotecnica e quelle strutturali.



**Spinte e Forze**

Comb.	$K_a$	$K_p$	$S_a$	$S_c$	$S_q$	$S_w$	$S_{ws}$	$S_p$	$S_{pm}$	$W_M$	$F_{iM}$	$W_T$	$F_{iT}$	$W_F$	$F_{iF}$
STR	0.41	2.20	13859	0	1268	0	--	767	76	5611	--	7139	--	4239	--
GEO	0.41	2.20	13859	0	1268	0	--	767	76	5611	--	7139	--	4239	--
S+	0.46	3.02	12417	--	984	0	0	1091	109	5802	380	7711	505	4382	287
S-	0.46	3.01	11703	--	928	0	0	1014	101	5421	380	7206	505	4095	287

## Verifiche di Stabilità

Si riporta l'esito delle verifiche di stabilità geotecnica condotte per il muro in esame, secondo le relative basi teoriche riportate al capitolo di pertinenza.

**Risultati Verifiche al Ribaltamento e allo Scorrimento**

Ribaltamento ( / m )					Scorrimento ( / m )				
Comb.	$R_d$	$S_d$	$\gamma_s$	E	Comb.	$R_d$	$S_d$	$\gamma_s$	E
GEO	28933	18483	1.57	V	GEO	15796	14256	1.11	V
S+	35203	18826	1.87	V	S+	17613	13683	1.29	V
S-	32896	17892	1.84	V	S-	16791	12947	1.30	V

**Risultati Verifica al Collasso per Carico Limite Terreno**

Comb	Condiz. Termine	B	$N_q$	$N_c$	$N_\gamma$	$i_q$	$i_c$	$i_\gamma$	$d_q$	$d_c$	$d_\gamma$	$b_q$	$b_c$	$b_\gamma$	$g_q$	$g_c$	$g_\gamma$	$q_{lim}$	$q_{es}$	$\gamma_s$	E
GEO	Lungo	1.97	7.82	16.88	7.13	0.43	0.34	0.28	1.10	1.12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	41448	26227	1.58	V
	Breve	1.97	1.00	5.14	0.00	1.00	0.80	0.00	1.00	1.12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	95911	26227	3.66	V
S+	Lungo	1.53	7.82	16.88	7.13	0.33	0.24	0.19	1.12	1.16	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	26400	21138	1.25	V
	Breve	1.53	1.00	5.14	0.00	1.00	0.76	0.00	1.00	1.16	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	84507	21138	4.00	V
S-	Lungo	1.49	7.82	16.88	7.13	0.34	0.24	0.20	1.13	1.16	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	26071	19779	1.32	V
	Breve	1.49	1.00	5.14	0.00	1.00	0.76	0.00	1.00	1.16	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	83734	19779	4.23	V



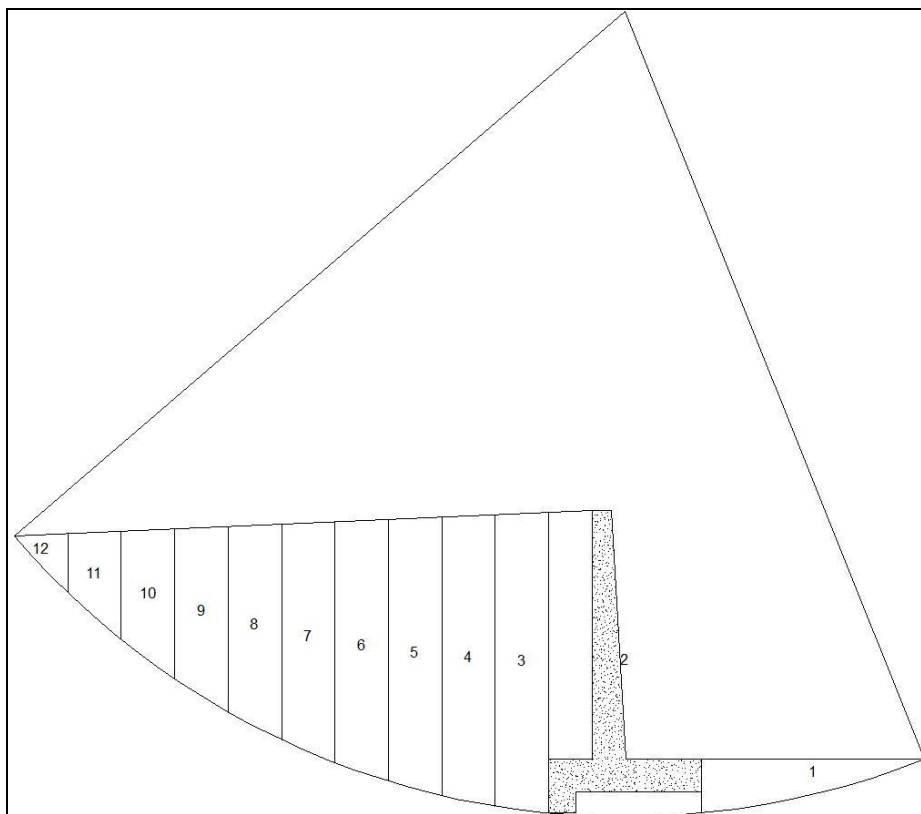
**Risultati Verifica di Stabilità Globale**

Comb.	$R_d$	$S_d$	$\gamma_s$	E
GEO	61626	22271	2.77	V
S+	72270	23960	3.02	V
S-	71812	23960	3.00	V

**Dati Pendio**

<b>Numero dei conci</b>	12
<b>Larghezza dei conci [m]</b>	0.99
<b>Raggio cerchio critico [m]</b>	14.87
<b>Lunghezza arco cerchio critico [m]</b>	12.83

Concio N.	H <sub>i</sub>	δl <sub>i</sub>	cδl <sub>i</sub>	W <sub>i</sub>	α <sub>i</sub>	N <sub>i</sub>	hw <sub>i</sub>	U <sub>i</sub>	T <sub>i</sub>	S <sub>i</sub>
1	0.30	1.61	5317	870	-21.86	807	0.00	0	408	-324
2	5.20	2.83	9325	20650	0.00	20650	0.00	0	10429	0
3	5.08	1.00	3288	9734	7.37	9654	0.00	0	4875	1248
4	4.92	1.01	3325	9424	11.23	9243	0.00	0	4668	1835
5	4.68	1.02	3378	8980	15.14	8668	0.00	0	4378	2345
6	4.38	1.05	3451	8396	19.13	7932	0.00	0	4005	2751
7	4.00	1.08	3548	7662	23.21	7042	0.00	0	3556	3019
8	3.53	1.11	3674	6765	27.43	6005	0.00	0	3033	3116
9	2.97	1.16	3837	5688	31.81	4834	0.00	0	2441	2998
10	2.30	1.23	4052	4405	36.41	3545	0.00	0	1790	2614
11	1.50	1.32	4341	2879	41.30	2162	0.00	0	1091	1900
12	0.55	1.44	4745	1052	46.59	723	0.00	0	365	764



## Verifiche di Resistenza Strutturale

Si riporta l'esito delle verifiche di resistenza condotte per il muro in esame, secondo le relative basi teoriche riportate nel capitolo di pertinenza.

**Verifica Armature**

Verifica	h	M	N	c	A <sub>s</sub>	c'	A' <sub>s</sub>	λ	T	E
Mensola Fond. Esterna (VFe)	60	12877	0	4.0	12.32	4.0	12.32	1.97	15766	V
Mensola Fond. Interna (VFi)	60	-3555	0	4.0	12.32	4.0	12.32	7.12	-8668	V
Dente Fondazione (VD)	40	500	0	4.0	6.16	4.0	6.16	16.41	1876	V
Parete al Piede (V0)	63	17722	8363	4.0	9.24	4.0	6.16	1.88	10653	V
Parete ad 1/3 H (V1)	53	5013	4573	4.0	9.24	4.0	6.16	5.92	4983	V
Parete a 2/3 H (V2)	44	720	1849	4.0	7.70	4.0	6.16	39.69	1432	V

## Verifiche allo Stato Limite di Esercizio

Si riporta l'esito delle verifiche condotte per il muro in esame, secondo le relative basi teoriche riportate nel capitolo di pertinenza.

**Spinte e Forze sul Muro**

S <sub>a</sub>	S <sub>c</sub>	S <sub>q</sub>	S <sub>w</sub>	S <sub>p</sub>	S <sub>pm</sub>	W <sub>M</sub>	W <sub>T</sub>	W <sub>F</sub>
10661	--	845	0	767	76	5611	7459	4239

**Verifiche di Tensione**

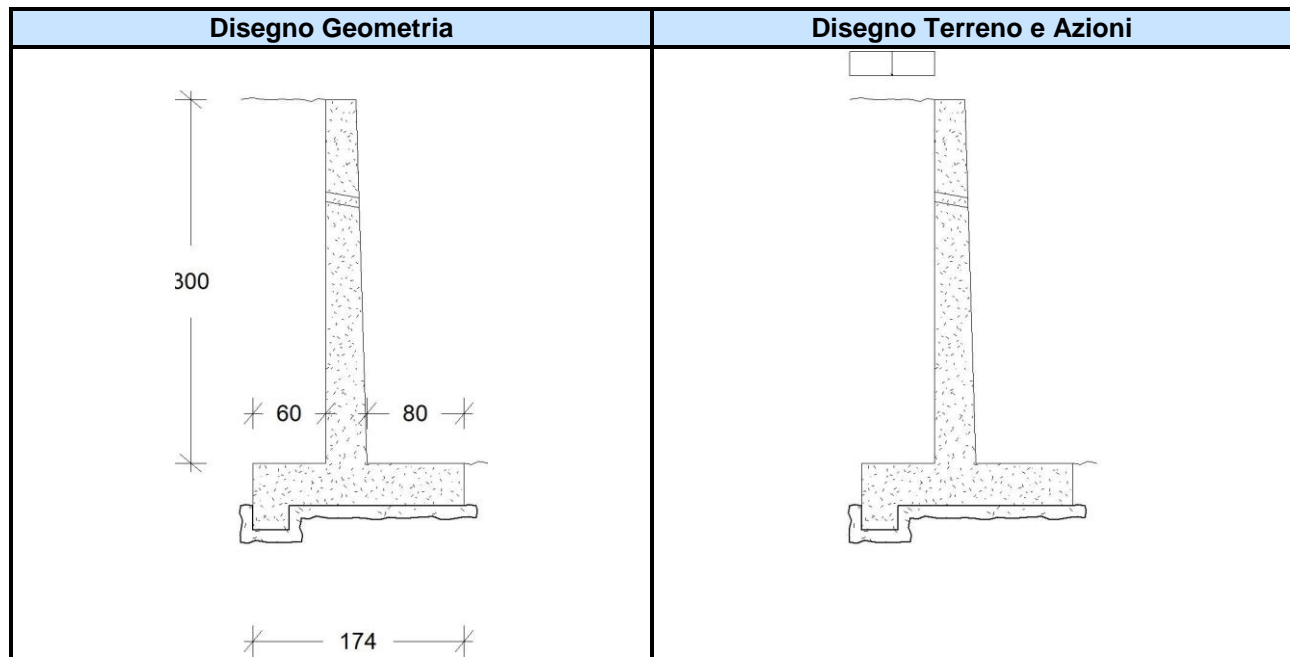
Verifica	M	N	σ <sub>c</sub>	σ <sub>s</sub>	λ <sub>c</sub>	λ <sub>s</sub>	E
Mensola Fond. Esterna (VFe)	9590	0	27	1518	4.15	2.37	V
Mensola Fond. Interna (VFi)	-2807	0	8	444	14.18	8.10	V
Dente Fondazione (VD)	363	0	2	139	57.17	25.94	V
Parete al Piede (V0)	13042	7811	40	3047	2.83	1.18	V
Parete ad 1/3 H (V1)	4002	4406	16	1201	7.21	3.00	V
Parete a 2/3 H (V2)	548	1802	3	315	40.60	11.42	V

**Verifiche di Fessurazione**

Verifica	M	N	σ <sub>s</sub>	σ <sub>s, lim</sub>	λ	E
Mensola Fond. Esterna (VFe)	9590	0	1518	2800	1.84	V
Mensola Fond. Interna (VFi)	-2807	0	444	2800	6.30	V
Dente Fondazione (VD)	363	0	139	2800	20.17	V
Parete al Piede (V0)	13042	7811	2720	2800	1.03	V
Parete ad 1/3 H (V1)	4002	4406	1201	2800	2.33	V
Parete a 2/3 H (V2)	548	1802	315	2800	8.88	V

Riguardo alle verifiche di deformazione, per il muro in esame, il valore massimo del Cedimento Elastico in Fondazione è pari a **0.26 cm**.

## Muro 2



## Dati Muro

Si riportano di seguito i dati relativi alla geometria del muro e del terreno e ad eventuali azioni agenti.

*Dati Geometria Elevazione*

Parete	
Altezza (H) [cm]	300
Spessore in Testa ( $S_t$ ) [cm]	25
Spessore al Piede ( $S_p$ ) [cm]	34
Pendenza Esterna ( $P_e$ ) [%]	3
Pendenza Interna ( $P_i$ ) [%]	0

*Dati Geometria Fondazione*

Larghezza ( $B_F$ ) [cm]	174
Altezza Centrale ( $H_{Fc}$ ) [cm]	35
Larghezza Mensola Esterna ( $B_{Fe}$ ) [cm]	80
Larghezza Mensola Interna ( $B_{Fi}$ ) [cm]	60
Profondità Mensola Esterna ( $P_F$ ) [cm]	35
Spessore Strato Magrone ( $S_m$ ) [cm]	10
Dente a Monte	
Altezza ( $H_D$ ) [cm]	20
Spessore all'Incastro ( $S_{Di}$ ) [cm]	30
Spessore all'Estremità ( $S_{De}$ ) [cm]	30



**Dati Terreno**

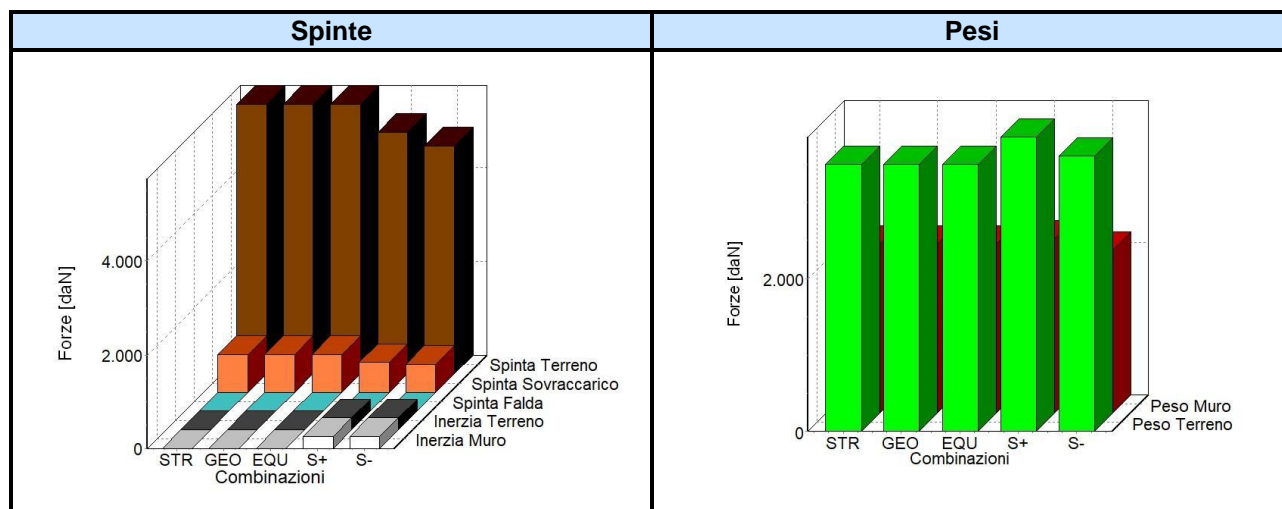
Angolo di Inclinazione a Monte ( $\varepsilon$ ) [grd]	0
Angolo di Inclinazione a Valle ( $\zeta$ ) [grd]	0
Abbassamento a Valle ( $\delta_v$ ) [cm]	0

**Dati Azioni**

Carico Variabile	
Intensità (Q) [daN/m]	400
Distanza dalla Testa del Muro ( $d_Q$ ) [cm]	0

## Spinte e Forze sul Muro

Si riportano di seguito i diagrammi e i valori delle spinte e forze agenti sul muro, necessari a condurre le verifiche di stabilità geotecnica e quelle strutturali.



**Spinte e Forze**

Comb.	$K_a$	$K_p$	$S_a$	$S_c$	$S_q$	$S_w$	$S_{ws}$	$S_p$	$S_{pm}$	$W_M$	$F_{iM}$	$W_T$	$F_{iT}$	$W_F$	$F_{iF}$
STR	0.41	2.20	5752	0	817	0	--	261	26	2212	--	3492	--	1522	--
GEO	0.41	2.20	5752	0	817	0	--	261	26	2212	--	3492	--	1522	--
S+	0.46	3.02	5153	--	634	0	0	371	37	2287	149	3858	252	1574	103
S-	0.46	3.01	4857	--	597	0	0	345	34	2137	149	3605	252	1470	103

## Verifiche di Stabilità

Si riporta l'esito delle verifiche di stabilità geotecnica condotte per il muro in esame, secondo le relative basi teoriche riportate al capitolo di pertinenza.

**Risultati Verifiche al Ribaltamento e allo Scorrimento**

Ribaltamento ( /m )					Scorrimento ( /m )				
Comb.	$R_d$	$S_d$	$\gamma_s$	E	Comb.	$R_d$	$S_d$	$\gamma_s$	E
GEO	7431	5570	1.33	V	GEO	7239	6250	1.16	V
S+	9193	5612	1.64	V	S+	8111	5976	1.36	V
S-	8590	5333	1.61	V	S-	7777	5657	1.37	V

**Risultati Verifica al Collasso per Carico Limite Terreno**

Comb	Condiz. Termine	B	$N_q$	$N_c$	$N_\gamma$	$i_q$	$i_c$	$i_\gamma$	$d_q$	$d_c$	$d_\gamma$	$b_q$	$b_c$	$b_\gamma$	$g_q$	$g_c$	$g_\gamma$	$q_{lim}$	$q_{es}$	$\gamma_s$	E
GEO	Lungo	1.07	7.82	16.88	7.13	0.47	0.39	0.32	1.10	1.13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	22408	11344	1.98	V
	Breve	1.07	1.00	5.14	0.00	1.00	0.84	0.00	1.00	1.13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	54436	11344	4.80	V
S+	Lungo	0.77	7.82	16.88	7.13	0.36	0.27	0.22	1.14	1.18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	13680	9120	1.50	V
	Breve	0.77	1.00	5.14	0.00	1.00	0.79	0.00	1.00	1.18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	45312	9120	4.97	V
S-	Lungo	0.75	7.82	16.88	7.13	0.37	0.27	0.22	1.15	1.19	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	13393	8533	1.57	V
	Breve	0.75	1.00	5.14	0.00	1.00	0.80	0.00	1.00	1.19	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	44481	8533	5.21	V

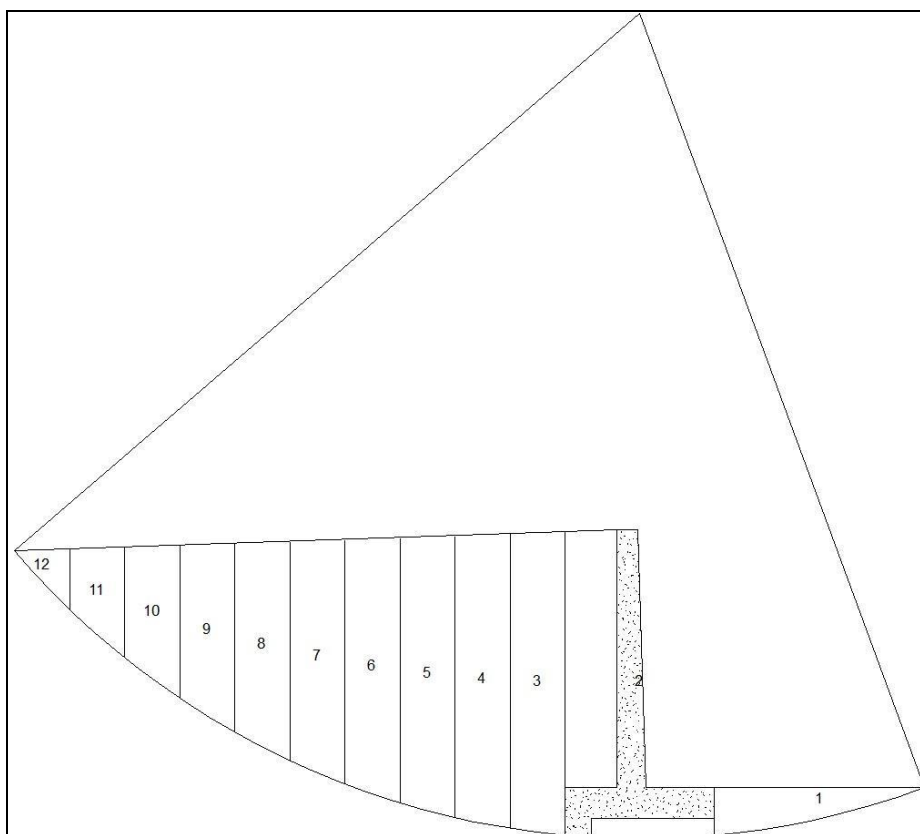
**Risultati Verifica di Stabilità Globale**

Comb.	R <sub>d</sub>	S <sub>d</sub>	$\gamma_s$	E
GEO	34289	9292	3.69	V
S+	40289	10383	3.88	V
S-	40091	10383	3.86	V

**Dati Pendio**

<b>Numero dei conci</b>	12
<b>Larghezza dei conci [m]</b>	0.64
<b>Raggio cerchio critico [m]</b>	9.59
<b>Lunghezza arco cerchio critico [m]</b>	8.27

Concio N.	H <sub>i</sub>	δ <sub>i</sub>	cδ <sub>i</sub>	W <sub>i</sub>	α <sub>i</sub>	N <sub>i</sub>	hw <sub>i</sub>	U <sub>i</sub>	T <sub>i</sub>	S <sub>i</sub>
1	0.18	1.01	3343	322	-20.21	302	0.00	0	153	-111
2	3.35	1.74	5741	8816	0.00	8816	0.00	0	4453	0
3	3.28	0.65	2132	4075	7.13	4043	0.00	0	2041	505
4	3.17	0.65	2155	3947	11.01	3875	0.00	0	1956	754
5	3.03	0.66	2190	3763	14.94	3636	0.00	0	1836	970
6	2.83	0.68	2237	3520	18.95	3330	0.00	0	1681	1143
7	2.58	0.70	2299	3214	23.05	2957	0.00	0	1494	1258
8	2.28	0.72	2381	2839	27.29	2523	0.00	0	1274	1301
9	1.92	0.75	2486	2388	31.69	2032	0.00	0	1026	1254
10	1.49	0.80	2626	1850	36.31	1491	0.00	0	753	1095
11	0.97	0.85	2813	1209	41.23	909	0.00	0	459	797
12	0.36	0.93	3076	442	46.54	304	0.00	0	153	321





## Verifiche di Resistenza Strutturale

Si riporta l'esito delle verifiche di resistenza condotte per il muro in esame, secondo le relative basi teoriche riportate nel capitolo di pertinenza.

### Verifica Armature

Verifica	h	M	N	c	A <sub>s</sub>	c'	A' <sub>s</sub>	λ	T	E
Mensola Fond. Esterna (VFe)	35	3584	0	4.0	7.70	4.0	7.70	2.42	7516	V
Mensola Fond. Interna (VFi)	35	-1320	0	4.0	7.70	4.0	7.70	6.58	-4398	V
Dente Fondazione (VD)	20	70	0	4.0	6.16	4.0	6.16	52.22	527	V
Parete al Piede (V0)	34	5328	3424	4.0	6.16	4.0	6.16	1.77	4711	V
Parete ad 1/3 H (V1)	31	1543	1935	4.0	6.16	4.0	6.16	5.67	2244	V
Parete a 2/3 H (V2)	28	235	819	4.0	6.16	4.0	6.16	41.83	674	V

## Verifiche allo Stato Limite di Esercizio

Si riporta l'esito delle verifiche condotte per il muro in esame, secondo le relative basi teoriche riportate nel capitolo di pertinenza.

### Spinte e Forze sul Muro

S <sub>a</sub>	S <sub>c</sub>	S <sub>q</sub>	S <sub>w</sub>	S <sub>p</sub>	S <sub>pm</sub>	W <sub>M</sub>	W <sub>T</sub>	W <sub>F</sub>
4424	--	544	0	261	26	2212	3732	1522

### Verifiche di Tensione

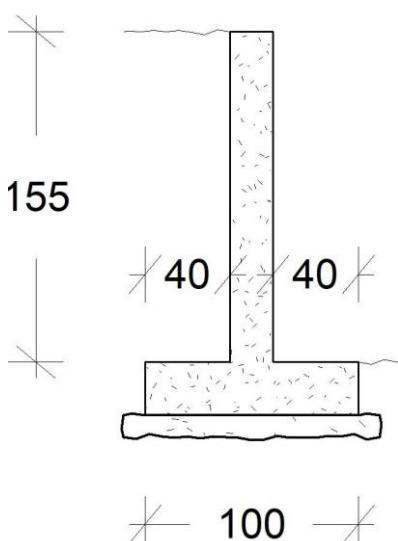
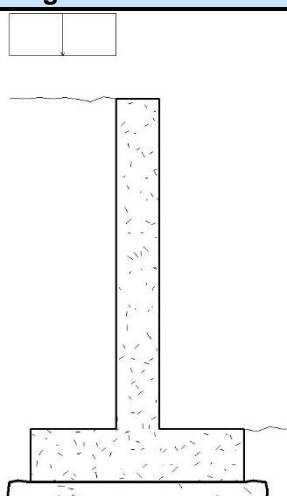
Verifica	M	N	σ <sub>c</sub>	σ <sub>s</sub>	λ <sub>c</sub>	λ <sub>s</sub>	E
Mensola Fond. Esterna (VFe)	2563	0	24	1200	4.69	3.00	V
Mensola Fond. Interna (VFi)	-1147	0	11	537	10.47	6.70	V
Dente Fondazione (VD)	51	0	1	36	157.82	100.84	V
Parete al Piede (V0)	3939	3188	43	2633	2.62	1.37	V
Parete ad 1/3 H (V1)	1244	1860	16	994	6.97	3.62	V
Parete a 2/3 H (V2)	182	797	3	208	40.60	17.33	V

### Verifiche di Fessurazione

Verifica	M	N	σ <sub>s</sub>	σ <sub>s, lim</sub>	λ	E
Mensola Fond. Esterna (VFe)	2563	0	1200	2800	2.33	V
Mensola Fond. Interna (VFi)	-1147	0	537	2800	5.21	V
Dente Fondazione (VD)	51	0	36	2800	78.43	V
Parete al Piede (V0)	3939	3188	2633	2800	1.06	V
Parete ad 1/3 H (V1)	1244	1860	994	2800	2.82	V
Parete a 2/3 H (V2)	182	797	208	2800	13.48	V

Riguardo alle verifiche di deformazione, per il muro in esame, il valore massimo del Cedimento Elastico in Fondazione è pari a **0.11 cm**.

## Muro 3

Disegno Geometria	Disegno Terreno e Azioni
	

## Dati Muro

Si riportano di seguito i dati relativi alla geometria del muro e del terreno e ad eventuali azioni agenti.

## Dati Geometria Elevazione

Parete	
Altezza (H) [cm]	155
Spessore in Testa ( $S_t$ ) [cm]	20
Spessore al Piede ( $S_p$ ) [cm]	20
Pendenza Esterna ( $P_e$ ) [%]	0
Pendenza Interna ( $P_i$ ) [%]	0

## Dati Geometria Fondazione

Larghezza ( $B_F$ ) [cm]	100
Altezza Centrale ( $H_{Fc}$ ) [cm]	25
Larghezza Mensola Esterna ( $B_{Fe}$ ) [cm]	40
Larghezza Mensola Interna ( $B_{Fi}$ ) [cm]	40
Profondità Mensola Esterna ( $P_F$ ) [cm]	25
Spessore Strato Magrone ( $S_m$ ) [cm]	10

## Dati Terreno

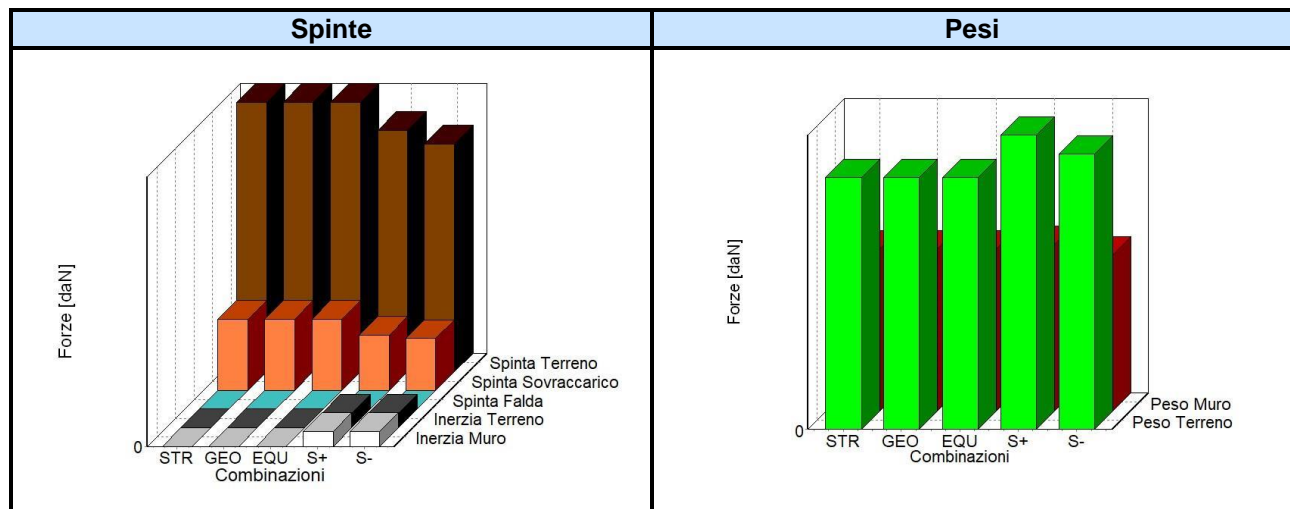
Angolo di Inclinazione a Monte ( $\epsilon$ ) [grd]	0
Angolo di Inclinazione a Valle ( $\zeta$ ) [grd]	0
Abbassamento a Valle ( $\delta_v$ ) [cm]	0

*Dati Azioni*

Carico Variabile	
Intensità (Q) [daN/m]	400
Distanza dalla Testa del Muro (d <sub>Q</sub> ) [cm]	0

## Spinte e Forze sul Muro

Si riportano di seguito i diagrammi e i valori delle spinte e forze agenti sul muro, necessari a condurre le verifiche di stabilità geotecnica e quelle strutturali.



**Spinte e Forze**

Comb.	$K_a$	$K_p$	$S_a$	$S_c$	$S_q$	$S_w$	$S_{ws}$	$S_p$	$S_{pm}$	$W_M$	$F_{iM}$	$W_T$	$F_{iT}$	$W_F$	$F_{iF}$
STR	0.41	2.20	1660	0	438	0	--	133	13	775	--	1202	--	625	--
GEO	0.41	2.20	1660	0	438	0	--	133	13	775	--	1202	--	625	--
S+	0.46	3.02	1487	--	340	0	0	189	18	801	52	1408	92	646	42
S-	0.46	3.01	1402	--	321	0	0	176	17	748	52	1316	92	603	42

## Verifiche di Stabilità

Si riporta l'esito delle verifiche di stabilità geotecnica condotte per il muro in esame, secondo le relative basi teoriche riportate al capitolo di pertinenza.

**Risultati Verifiche al Ribaltamento e allo Scorrimento**

Ribaltamento ( /m )					Scorrimento ( /m )				
Comb.	$R_d$	$S_d$	$\gamma_s$	E	Comb.	$R_d$	$S_d$	$\gamma_s$	E
GEO	1445	997	1.45	V	GEO	2643	2024	1.31	V
S+	1850	1010	1.83	V	S+	2983	1943	1.54	V
S-	1729	961	1.80	V	S-	2897	1841	1.57	V

**Risultati Verifica al Collasso per Carico Limite Terreno**

Comb	Condiz. Termine	B	$N_q$	$N_c$	$N_\gamma$	$i_q$	$i_c$	$i_\gamma$	$d_q$	$d_c$	$d_\gamma$	$b_q$	$b_c$	$b_\gamma$	$g_q$	$g_c$	$g_\gamma$	$q_{lim}$	$q_{es}$	$\gamma_s$	E
GEO	Lungo	0.66	7.82	16.88	7.13	0.62	0.56	0.48	1.12	1.15	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	19116	4131	4.63	V
	Breve	0.66	1.00	5.14	0.00	1.00	0.92	0.00	1.00	1.15	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	37123	4131	8.99	V
S+	Lungo	0.50	7.82	16.88	7.13	0.54	0.47	0.40	1.16	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	14762	3298	4.48	V
	Breve	0.50	1.00	5.14	0.00	1.00	0.90	0.00	1.00	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	33684	3298	10.21	V
S-	Lungo	0.49	7.82	16.88	7.13	0.54	0.48	0.40	1.16	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	14587	3086	4.73	V
	Breve	0.49	1.00	5.14	0.00	1.00	0.90	0.00	1.00	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	33114	3086	10.73	V

**Risultati Verifica di Stabilità Globale**

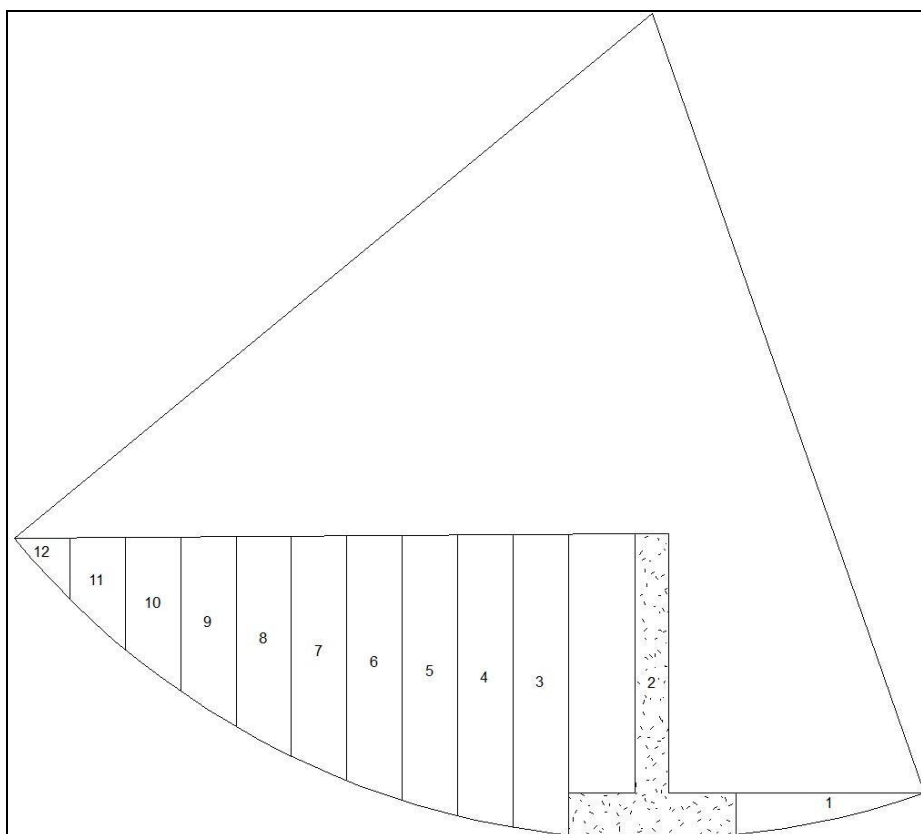
Comb.	$R_d$	$S_d$	$\gamma_s$	E
GEO	16403	2626	6.25	V
S+	19289	3204	6.02	V
S-	19218	3204	6.00	V



## Dati Pendio

Numero dei conci	12
Larghezza dei conci [m]	0.33
Raggio cerchio critico [m]	4.93
Lunghezza arco cerchio critico [m]	4.35

Concio N.	H <sub>i</sub>	δl <sub>i</sub>	cδl <sub>i</sub>	W <sub>i</sub>	α <sub>i</sub>	N <sub>i</sub>	hw <sub>i</sub>	U <sub>i</sub>	T <sub>i</sub>	S <sub>i</sub>
1	0.13	0.76	2502	173	-19.25	163	0.00	0	83	-57
2	1.80	1.00	3300	3110	0.00	3110	0.00	0	1570	0
3	1.75	0.33	1101	1125	7.76	1115	0.00	0	563	152
4	1.70	0.34	1114	1089	11.67	1066	0.00	0	539	220
5	1.62	0.34	1133	1037	15.63	999	0.00	0	504	279
6	1.51	0.35	1158	970	19.66	913	0.00	0	461	326
7	1.38	0.36	1192	885	23.81	810	0.00	0	409	357
8	1.22	0.37	1236	782	28.08	690	0.00	0	348	368
9	1.03	0.39	1294	658	32.54	555	0.00	0	280	354
10	0.80	0.42	1370	510	37.23	406	0.00	0	205	309
11	0.52	0.45	1473	334	42.24	247	0.00	0	125	224
12	0.19	0.49	1620	122	47.67	82	0.00	0	41	90



## Verifiche di Resistenza Strutturale

Si riporta l'esito delle verifiche di resistenza condotte per il muro in esame, secondo le relative basi teoriche riportate nel capitolo di pertinenza.

### Verifica Armature

Verifica	h	M	N	c	A <sub>s</sub>	c'	A' <sub>s</sub>	λ	T	E
Mensola Fond. Esterna (VFe)	25	525	0	4.0	5.65	4.0	5.65	8.45	2316	V
Mensola Fond. Interna (VFi)	25	-326	0	4.0	5.65	4.0	5.65	13.61	-1532	V
Parete al Piede (V0)	20	888	1139	4.0	4.52	4.0	4.52	3.52	1407	V
Parete ad 1/3 H (V1)	20	263	682	4.0	4.52	4.0	4.52	13.11	700	V
Parete a 2/3 H (V2)	20	44	311	4.0	4.52	4.0	4.52	99.99	231	V

## Verifiche allo Stato Limite di Esercizio

Si riporta l'esito delle verifiche condotte per il muro in esame, secondo le relative basi teoriche riportate nel capitolo di pertinenza.

### Spinte e Forze sul Muro

S <sub>a</sub>	S <sub>c</sub>	S <sub>q</sub>	S <sub>w</sub>	S <sub>p</sub>	S <sub>pm</sub>	W <sub>M</sub>	W <sub>T</sub>	W <sub>F</sub>
1277	--	292	0	133	13	775	1362	625

### Verifiche di Tensione

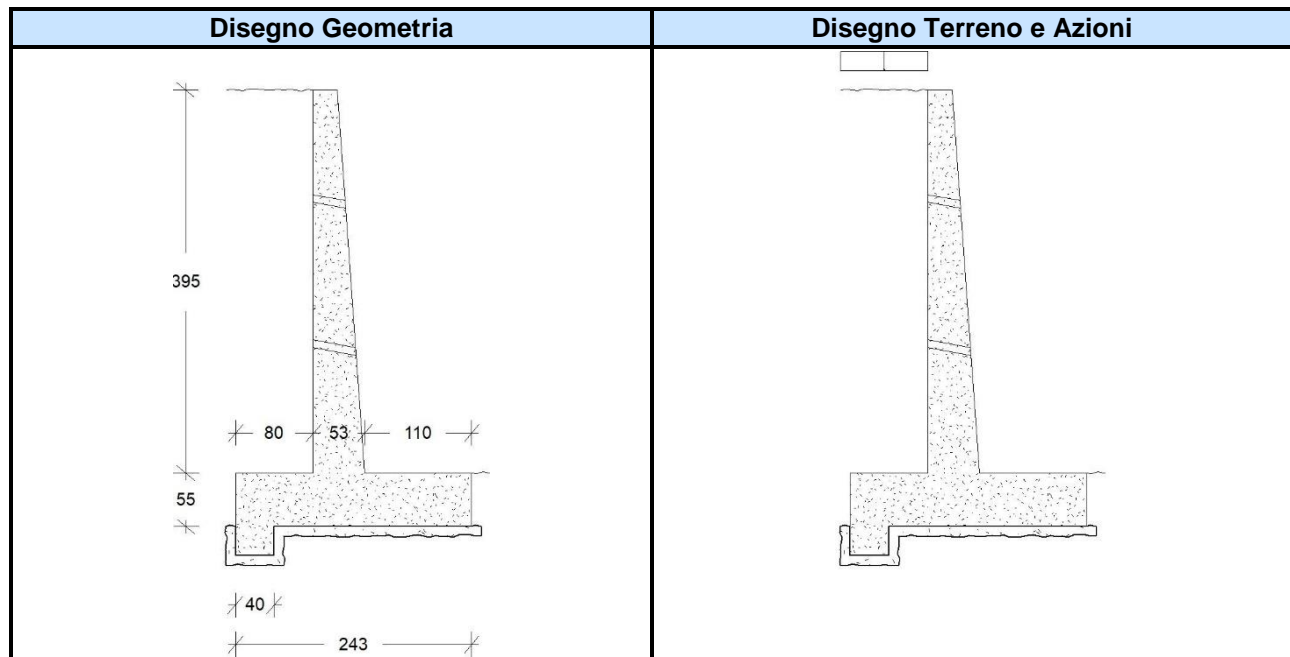
Verifica	M	N	σ <sub>c</sub>	σ <sub>s</sub>	λ <sub>c</sub>	λ <sub>s</sub>	E
Mensola Fond. Esterna (VFe)	383	0	8	363	14.13	9.91	V
Mensola Fond. Interna (VFi)	-252	0	5	239	21.47	15.06	V
Parete al Piede (V0)	635	1065	24	1116	4.75	3.22	V
Parete ad 1/3 H (V1)	210	659	8	407	14.27	8.85	V
Parete a 2/3 H (V2)	34	304	1	90	89.64	39.80	V

### Verifiche di Fessurazione

Verifica	M	N	σ <sub>s</sub>	σ <sub>s, lim</sub>	λ	E
Mensola Fond. Esterna (VFe)	383	0	363	2800	7.71	V
Mensola Fond. Interna (VFi)	-252	0	239	2800	11.71	V
Parete al Piede (V0)	635	1065	1116	2800	2.51	V
Parete ad 1/3 H (V1)	210	659	407	2800	6.88	V
Parete a 2/3 H (V2)	34	304	90	2800	30.96	V

Riguardo alle verifiche di deformazione, per il muro in esame, il valore massimo del Cedimento Elastico in Fondazione è pari a **0.04 cm**.

## Muro 4 - Muro 4.1



## Dati Muro

Si riportano di seguito i dati relativi alla geometria del muro e del terreno e ad eventuali azioni agenti.

## Dati Geometria Elevazione

Parete	
Altezza (H) [cm]	395
Spessore in Testa ( $S_t$ ) [cm]	25
Spessore al Piede ( $S_p$ ) [cm]	52
Pendenza Esterna ( $P_e$ ) [%]	7
Pendenza Interna ( $P_i$ ) [%]	0

## Dati Geometria Fondazione

Larghezza ( $B_F$ ) [cm]	242.65
Altezza Centrale ( $H_{Fc}$ ) [cm]	55
Larghezza Mensola Esterna ( $B_{Fe}$ ) [cm]	110
Larghezza Mensola Interna ( $B_{Fi}$ ) [cm]	80
Profondità Mensola Esterna ( $P_F$ ) [cm]	55
Spessore Strato Magrone ( $S_m$ ) [cm]	10
Dente a Monte	
Altezza ( $H_D$ ) [cm]	30
Spessore all'Incastro ( $S_{Di}$ ) [cm]	40
Spessore all'Estremità ( $S_{De}$ ) [cm]	40

**Dati Terreno**

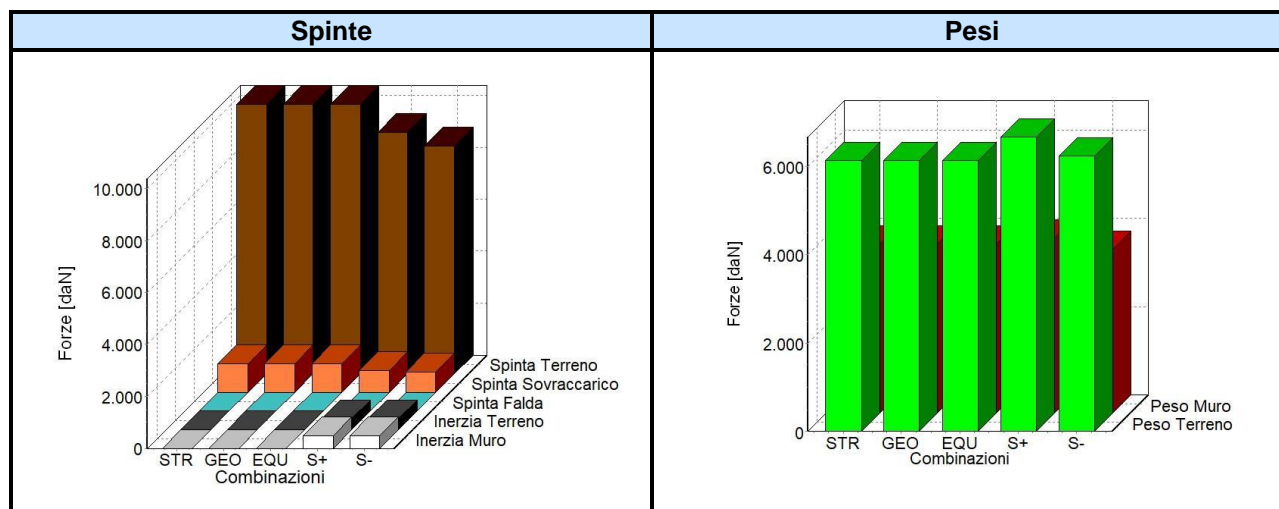
<b>Angolo di Inclinazione a Monte (<math>\varepsilon</math>) [grd]</b>	0
Angolo di Inclinazione a Valle ( $\zeta$ ) [grd]	0
Abbassamento a Valle ( $\delta_v$ ) [cm]	0

**Dati Azioni**

Carico Variabile	
Intensità (Q) [daN/m]	400
Distanza dalla Testa del Muro ( $d_Q$ ) [cm]	0

## Spinte e Forze sul Muro

Si riportano di seguito i diagrammi e i valori delle spinte e forze agenti sul muro, necessari a condurre le verifiche di stabilità geotecnica e quelle strutturali.



**Spinte e Forze**

Comb.	$K_a$	$K_p$	$S_a$	$S_c$	$S_q$	$S_w$	$S_{ws}$	$S_p$	$S_{pm}$	$W_M$	$F_{iM}$	$W_T$	$F_{iT}$	$W_F$	$F_{iF}$
STR	0.41	2.20	10379	0	1097	0	--	644	64	3833	--	6130	--	3336	--
GEO	0.41	2.20	10379	0	1097	0	--	644	64	3833	--	6130	--	3336	--
S+	0.46	3.02	9299	--	852	0	0	916	91	3963	259	6668	437	3449	226
S-	0.46	3.01	8764	--	803	0	0	852	85	3704	259	6231	437	3223	226

## Verifiche di Stabilità

Si riporta l'esito delle verifiche di stabilità geotecnica condotte per il muro in esame, secondo le relative basi teoriche riportate al capitolo di pertinenza.

**Risultati Verifiche al Ribaltamento e allo Scorrimento**

Ribaltamento ( /m )					Scorrimento ( /m )				
Comb.	$R_d$	$S_d$	$\gamma_s$	E	Comb.	$R_d$	$S_d$	$\gamma_s$	E
GEO	19074	12498	1.53	V	GEO	12212	10864	1.12	V
S+	23349	12726	1.83	V	S+	13660	10447	1.31	V
S-	21818	12096	1.80	V	S-	13046	9888	1.32	V

**Risultati Verifica al Collasso per Carico Limite Terreno**

Comb	Condiz. Termine	B	$N_q$	$N_c$	$N_\gamma$	$i_q$	$i_c$	$i_\gamma$	$d_q$	$d_c$	$d_\gamma$	$b_q$	$b_c$	$b_\gamma$	$g_q$	$g_c$	$g_\gamma$	$q_{lim}$	$q_{es}$	$\gamma_s$	E
GEO	Lungo	1.65	7.82	16.88	7.13	0.45	0.37	0.30	1.11	1.13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	36612	20547	1.78	V
	Breve	1.65	1.00	5.14	0.00	1.00	0.82	0.00	1.00	1.13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	82724	20547	4.03	V
S+	Lungo	1.27	7.82	16.88	7.13	0.36	0.27	0.22	1.14	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	23914	16538	1.45	V
	Breve	1.27	1.00	5.14	0.00	1.00	0.78	0.00	1.00	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	72846	16538	4.40	V
S-	Lungo	1.24	7.82	16.88	7.13	0.36	0.27	0.22	1.14	1.18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	23589	15474	1.52	V
	Breve	1.24	1.00	5.14	0.00	1.00	0.78	0.00	1.00	1.18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	72045	15474	4.66	V



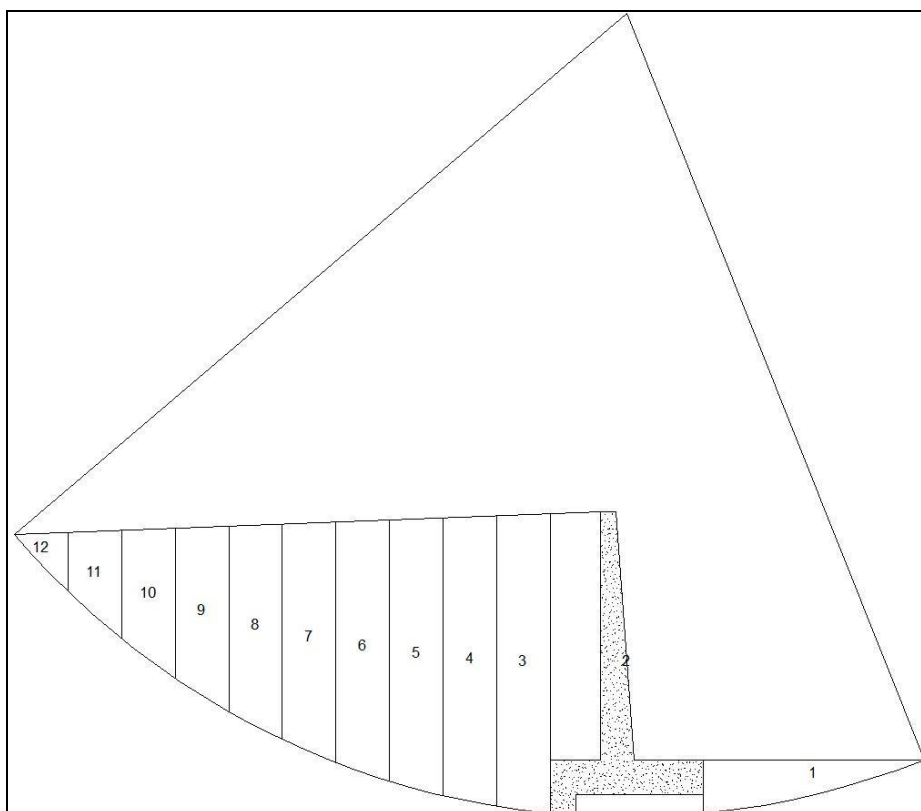
**Risultati Verifica di Stabilità Globale**

Comb.	$R_d$	$S_d$	$\gamma_s$	E
GEO	50806	16632	3.05	V
S+	59621	18092	3.30	V
S-	59262	18092	3.28	V

**Dati Pendio**

<b>Numero dei conci</b>	12
<b>Larghezza dei conci [m]</b>	0.85
<b>Raggio cerchio critico [m]</b>	12.76
<b>Lunghezza arco cerchio critico [m]</b>	11.06

Concio N.	H <sub>i</sub>	δ <sub>i</sub>	cδ <sub>i</sub>	W <sub>i</sub>	α <sub>i</sub>	N <sub>i</sub>	hw <sub>i</sub>	U <sub>i</sub>	T <sub>i</sub>	S <sub>i</sub>
1	0.28	1.48	4895	735	-21.76	682	0.00	0	344	-272
2	4.50	2.43	8009	16077	0.00	16077	0.00	0	8119	0
3	4.39	0.86	2832	7256	7.38	7196	0.00	0	3634	932
4	4.25	0.87	2864	7025	11.25	6890	0.00	0	3479	1371
5	4.05	0.88	2910	6695	15.18	6461	0.00	0	3263	1753
6	3.79	0.90	2974	6260	19.18	5913	0.00	0	2986	2057
7	3.46	0.93	3058	5714	23.29	5249	0.00	0	2650	2259
8	3.06	0.96	3167	5047	27.52	4476	0.00	0	2260	2331
9	2.57	1.00	3309	4244	31.92	3603	0.00	0	1819	2244
10	1.99	1.06	3496	3288	36.54	2642	0.00	0	1334	1958
11	1.30	1.14	3748	2150	41.46	1611	0.00	0	813	1423
12	0.48	1.24	4102	786	46.79	538	0.00	0	271	573



## Verifiche di Resistenza Strutturale

Si riporta l'esito delle verifiche di resistenza condotte per il muro in esame, secondo le relative basi teoriche riportate nel capitolo di pertinenza.

**Verifica Armature**

Verifica	h	M	N	c	A <sub>s</sub>	c'	A' <sub>s</sub>	λ	T	E
Mensola Fond. Esterna (VFe)	55	7636	0	4.0	12.32	4.0	12.32	3.01	12038	V
Mensola Fond. Interna (VFi)	55	-3090	0	4.0	12.32	4.0	12.32	7.43	-7462	V
Dente Fondazione (VD)	30	246	0	4.0	6.16	4.0	6.16	24.01	1231	V
Parete al Piede (V0)	53	11540	5878	4.0	7.70	4.0	6.16	2.09	7937	V
Parete ad 1/3 H (V1)	43	3244	3143	4.0	6.16	4.0	6.16	5.01	3726	V
Parete a 2/3 H (V2)	34	474	1227	4.0	6.16	4.0	6.16	31.64	1080	V

## Verifiche allo Stato Limite di Esercizio

Si riporta l'esito delle verifiche condotte per il muro in esame, secondo le relative basi teoriche riportate nel capitolo di pertinenza.

**Spinte e Forze sul Muro**

S <sub>a</sub>	S <sub>c</sub>	S <sub>q</sub>	S <sub>w</sub>	S <sub>p</sub>	S <sub>pm</sub>	W <sub>M</sub>	W <sub>T</sub>	W <sub>F</sub>
7984	--	731	0	644	64	3833	6450	3336

**Verifiche di Tensione**

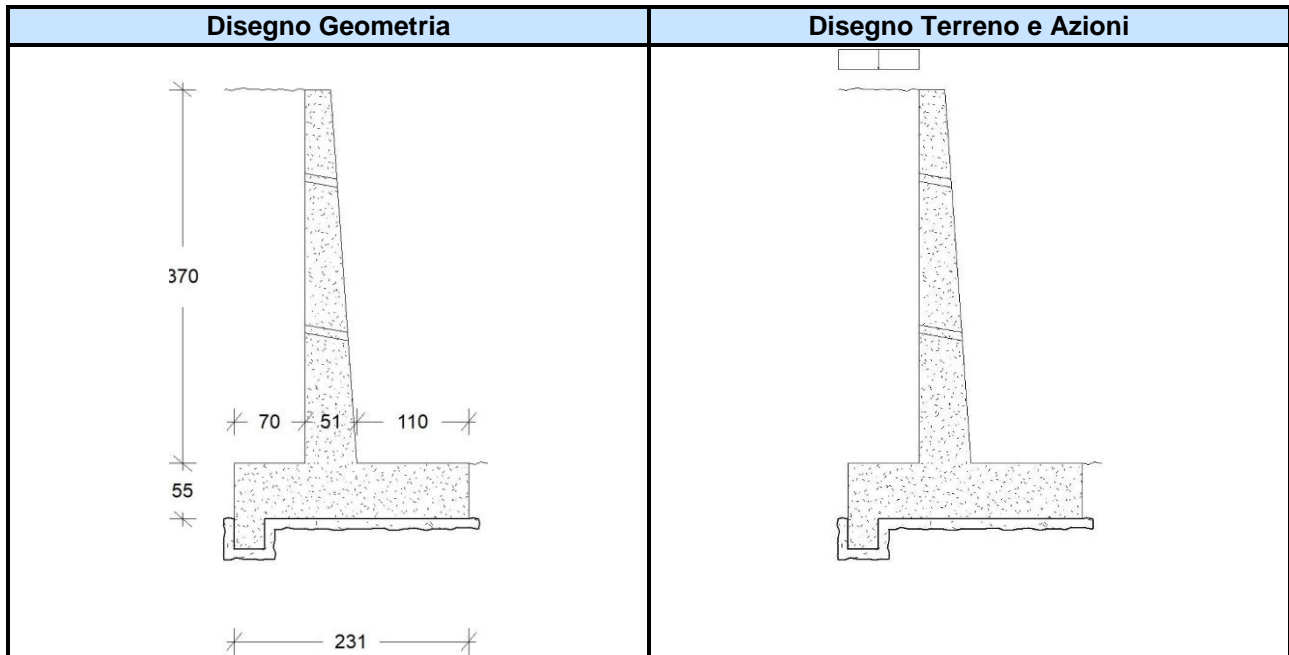
Verifica	M	N	σ <sub>c</sub>	σ <sub>s</sub>	λ <sub>c</sub>	λ <sub>s</sub>	E
Mensola Fond. Esterna (VFe)	5634	0	18	985	6.08	3.66	V
Mensola Fond. Interna (VFi)	-2451	0	8	428	13.97	8.40	V
Dente Fondazione (VD)	179	0	1	89	77.81	40.62	V
Parete al Piede (V0)	8424	5477	38	2831	2.97	1.27	V
Parete ad 1/3 H (V1)	2615	3017	16	1155	6.89	3.12	V
Parete a 2/3 H (V2)	369	1191	4	323	29.80	11.16	V

**Verifiche di Fessurazione**

Verifica	M	N	σ <sub>s</sub>	σ <sub>s, lim</sub>	λ	E
Mensola Fond. Esterna (VFe)	5634	0	985	2800	2.84	V
Mensola Fond. Interna (VFi)	-2451	0	428	2800	6.54	V
Dente Fondazione (VD)	179	0	89	2800	31.59	V
Parete al Piede (V0)	8424	5477	2695	2800	1.04	V
Parete ad 1/3 H (V1)	2615	3017	1155	2800	2.42	V
Parete a 2/3 H (V2)	369	1191	323	2800	8.68	V

Riguardo alle verifiche di deformazione, per il muro in esame, il valore massimo del Cedimento Elastico in Fondazione è pari a **0.21 cm**.

## Muro 5 - Muro 4.2



## Dati Muro

Si riportano di seguito i dati relativi alla geometria del muro e del terreno e ad eventuali azioni agenti.

## Dati Geometria Elevazione

Parete	
Altezza (H) [cm]	370
Spessore in Testa ( $S_t$ ) [cm]	25
Spessore al Piede ( $S_p$ ) [cm]	50
Pendenza Esterna ( $P_e$ ) [%]	7
Pendenza Interna ( $P_i$ ) [%]	0

## Dati Geometria Fondazione

Larghezza ( $B_F$ ) [cm]	230.9
Altezza Centrale ( $H_{Fc}$ ) [cm]	55
Larghezza Mensola Esterna ( $B_{Fe}$ ) [cm]	110
Larghezza Mensola Interna ( $B_{Fi}$ ) [cm]	70
Profondità Mensola Esterna ( $P_F$ ) [cm]	55
Spessore Strato Magrone ( $S_m$ ) [cm]	10
Dente a Monte	
Altezza ( $H_D$ ) [cm]	30
Spessore all'Incastro ( $S_{Di}$ ) [cm]	30
Spessore all'Estremità ( $S_{De}$ ) [cm]	30

**Dati Terreno**

<b>Angolo di Inclinazione a Monte (<math>\varepsilon</math>) [grd]</b>	0
Angolo di Inclinazione a Valle ( $\zeta$ ) [grd]	0
Abbassamento a Valle ( $\delta_v$ ) [cm]	0

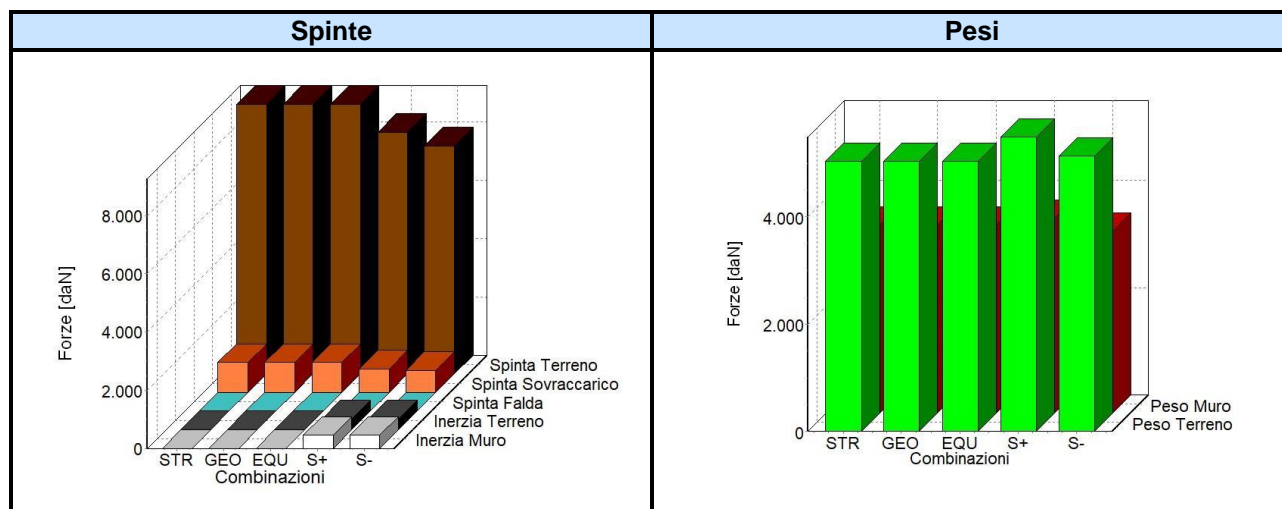
**Dati Azioni**

Carico Variabile	
Intensità (Q) [daN/m]	400
Distanza dalla Testa del Muro ( $d_Q$ ) [cm]	0



## Spinte e Forze sul Muro

Si riportano di seguito i diagrammi e i valori delle spinte e forze agenti sul muro, necessari a condurre le verifiche di stabilità geotecnica e quelle strutturali.



**Spinte e Forze**

Comb.	K <sub>a</sub>	K <sub>p</sub>	S <sub>a</sub>	S <sub>c</sub>	S <sub>q</sub>	S <sub>w</sub>	S <sub>ws</sub>	S <sub>p</sub>	S <sub>pm</sub>	W <sub>M</sub>	F <sub>IM</sub>	W <sub>T</sub>	F <sub>IT</sub>	W <sub>F</sub>	F <sub>IF</sub>
STR	0.41	2.20	9258	0	1036	0	--	644	64	3510	--	5024	--	3174	--
GEO	0.41	2.20	9258	0	1036	0	--	644	64	3510	--	5024	--	3174	--
S+	0.46	3.02	8294	--	804	0	0	916	91	3629	237	5484	359	3282	215
S-	0.46	3.01	7817	--	758	0	0	852	85	3391	237	5124	359	3067	215

## Verifiche di Stabilità

Si riporta l'esito delle verifiche di stabilità geotecnica condotte per il muro in esame, secondo le relative basi teoriche riportate al capitolo di pertinenza.

**Risultati Verifiche al Ribaltamento e allo Scorrimento**

Ribaltamento ( /m )					Scorrimento ( /m )				
Comb.	R <sub>d</sub>	S <sub>d</sub>	γ <sub>s</sub>	E	Comb.	R <sub>d</sub>	S <sub>d</sub>	γ <sub>s</sub>	E
GEO	16062	10451	1.54	V	GEO	11063	9727	1.14	V
S+	19664	10601	1.85	V	S+	12362	9326	1.33	V
S-	18375	10075	1.82	V	S-	11818	8825	1.34	V

**Risultati Verifica al Collasso per Carico Limite Terreno**

Comb	Condiz. Termine	B	N <sub>q</sub>	N <sub>c</sub>	N <sub>γ</sub>	i <sub>q</sub>	i <sub>c</sub>	i <sub>γ</sub>	d <sub>q</sub>	d <sub>c</sub>	d <sub>γ</sub>	b <sub>q</sub>	b <sub>c</sub>	b <sub>γ</sub>	g <sub>q</sub>	g <sub>c</sub>	g <sub>γ</sub>	q <sub>lim</sub>	q <sub>es</sub>	γ <sub>s</sub>	E
GEO	Lungo	1.58	7.82	16.88	7.13	0.46	0.38	0.31	1.11	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	35924	18133	1.98	V
	Breve	1.58	1.00	5.14	0.00	1.00	0.83	0.00	1.00	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	80881	18133	4.46	V
S+	Lungo	1.22	7.82	16.88	7.13	0.37	0.28	0.22	1.14	1.18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	24113	14597	1.65	V
	Breve	1.22	1.00	5.14	0.00	1.00	0.79	0.00	1.00	1.18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	72219	14597	4.95	V
S-	Lungo	1.20	7.82	16.88	7.13	0.37	0.28	0.23	1.15	1.18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	23849	13658	1.75	V
	Breve	1.20	1.00	5.14	0.00	1.00	0.80	0.00	1.00	1.18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	71420	13658	5.23	V

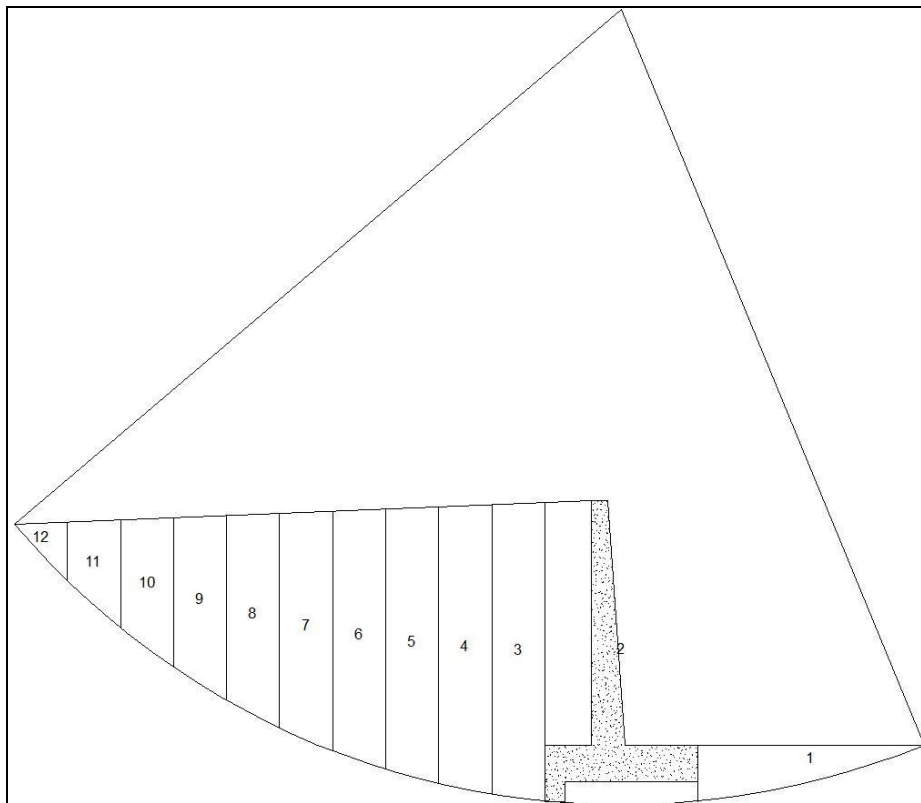
**Risultati Verifica di Stabilità Globale**

Comb.	$R_d$	$S_d$	$\gamma_s$	E
GEO	47046	14791	3.18	V
S+	55205	16168	3.41	V
S-	54889	16168	3.39	V

*Dati Pendio*

Numero dei conci	12
Larghezza dei conci [m]	0.80
Raggio cerchio critico [m]	12.01
Lunghezza arco cerchio critico [m]	10.43

Concio N.	H <sub>i</sub>	δ <sub>i</sub>	cδ <sub>i</sub>	W <sub>i</sub>	α <sub>i</sub>	N <sub>i</sub>	hw <sub>i</sub>	U <sub>i</sub>	T <sub>i</sub>	S <sub>i</sub>
1	0.28	1.44	4760	711	-22.41	657	0.00	0	331	-271
2	4.25	2.31	7623	14200	0.00	14200	0.00	0	7171	0
3	4.15	0.81	2665	6447	7.44	6392	0.00	0	3228	835
4	4.02	0.82	2695	6241	11.32	6120	0.00	0	3090	1224
5	3.83	0.83	2739	5947	15.25	5738	0.00	0	2898	1564
6	3.58	0.85	2799	5561	19.25	5250	0.00	0	2651	1833
7	3.27	0.87	2879	5075	23.35	4660	0.00	0	2353	2012
8	2.88	0.90	2982	4482	27.59	3973	0.00	0	2006	2076
9	2.43	0.94	3116	3770	31.99	3197	0.00	0	1614	1997
10	1.88	1.00	3293	2921	36.62	2344	0.00	0	1184	1742
11	1.23	1.07	3531	1910	41.55	1429	0.00	0	721	1266
12	0.45	1.17	3867	698	46.88	477	0.00	0	241	510



## Verifiche di Resistenza Strutturale

Si riporta l'esito delle verifiche di resistenza condotte per il muro in esame, secondo le relative basi teoriche riportate nel capitolo di pertinenza.

### Verifica Armature

Verifica	h	M	N	c	A <sub>s</sub>	c'	A' <sub>s</sub>	λ	T	E
Mensola Fond. Esterna (VFe)	55	6840	0	4.0	12.32	4.0	12.32	3.35	10689	V
Mensola Fond. Interna (VFi)	55	-2251	0	4.0	12.32	4.0	12.32	10.19	-6258	V
Dente Fondazione (VD)	30	246	0	4.0	6.16	4.0	6.16	24.01	1231	V
Parete al Piede (V0)	51	9526	5319	4.0	7.70	4.0	6.16	2.44	7017	V
Parete ad 1/3 H (V1)	42	2697	2863	4.0	7.70	4.0	6.16	7.27	3304	V
Parete a 2/3 H (V2)	34	397	1129	4.0	6.16	4.0	6.16	38.45	965	V

## Verifiche allo Stato Limite di Esercizio

Si riporta l'esito delle verifiche condotte per il muro in esame, secondo le relative basi teoriche riportate nel capitolo di pertinenza.

### Spinte e Forze sul Muro

S <sub>a</sub>	S <sub>c</sub>	S <sub>q</sub>	S <sub>w</sub>	S <sub>p</sub>	S <sub>pm</sub>	W <sub>M</sub>	W <sub>T</sub>	W <sub>F</sub>
7121	--	691	0	644	64	3510	5304	3174

### Verifiche di Tensione

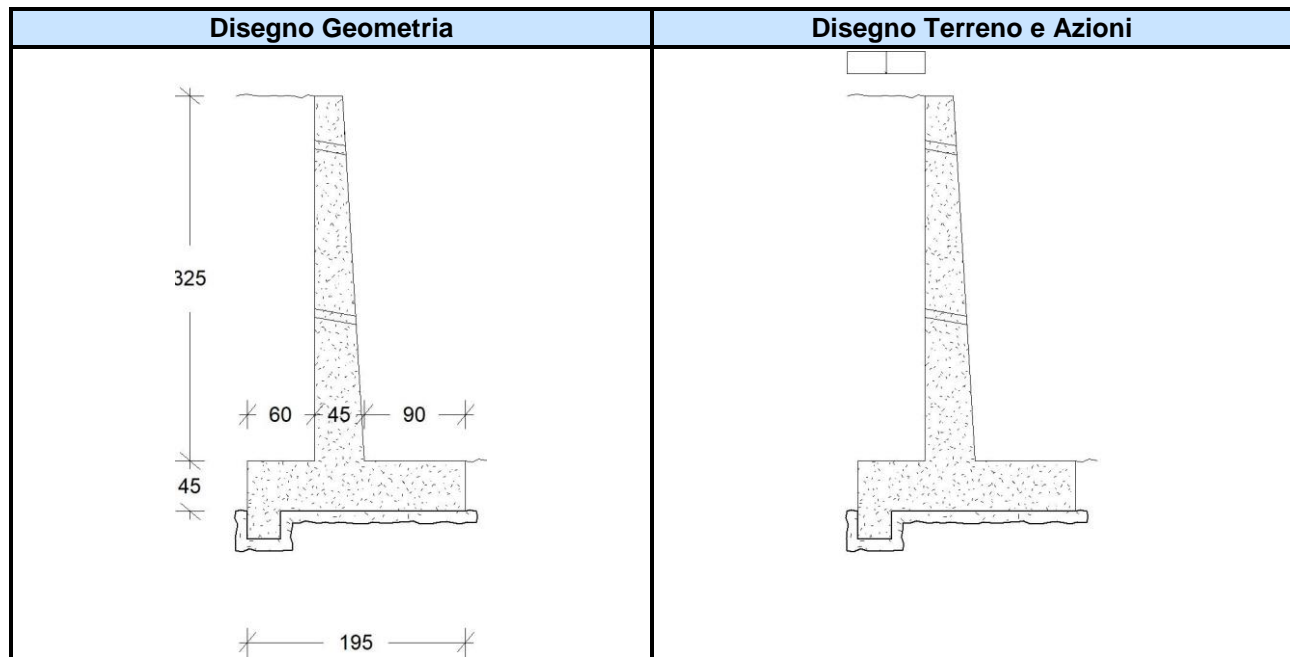
Verifica	M	N	σ <sub>c</sub>	σ <sub>s</sub>	λ <sub>c</sub>	λ <sub>s</sub>	E
Mensola Fond. Esterna (VFe)	5067	0	17	886	6.76	4.06	V
Mensola Fond. Interna (VFi)	-1792	0	6	313	19.12	11.49	V
Dente Fondazione (VD)	179	0	2	125	45.00	28.73	V
Parete al Piede (V0)	6969	4961	33	2464	3.35	1.46	V
Parete ad 1/3 H (V1)	2168	2751	15	1020	7.63	3.53	V
Parete a 2/3 H (V2)	308	1097	3	285	33.85	12.62	V

### Verifiche di Fessurazione

Verifica	M	N	σ <sub>s</sub>	σ <sub>s, lim</sub>	λ	E
Mensola Fond. Esterna (VFe)	5067	0	886	2800	3.16	V
Mensola Fond. Interna (VFi)	-1792	0	313	2800	8.94	V
Dente Fondazione (VD)	179	0	125	2800	22.35	V
Parete al Piede (V0)	6969	4961	2464	2800	1.14	V
Parete ad 1/3 H (V1)	2168	2751	1020	2800	2.74	V
Parete a 2/3 H (V2)	308	1097	285	2800	9.82	V

Riguardo alle verifiche di deformazione, per il muro in esame, il valore massimo del Cedimento Elastico in Fondazione è pari a **0.18 cm**.

## Muro 6 - Muro 4.3



## Dati Muro

Si riportano di seguito i dati relativi alla geometria del muro e del terreno e ad eventuali azioni agenti.

## Dati Geometria Elevazione

Parete	
Altezza (H) [cm]	325
Spessore in Testa ( $S_t$ ) [cm]	25
Spessore al Piede ( $S_p$ ) [cm]	44
Pendenza Esterna ( $P_e$ ) [%]	6
Pendenza Interna ( $P_i$ ) [%]	0

## Dati Geometria Fondazione

Larghezza ( $B_F$ ) [cm]	194.5
Altezza Centrale ( $H_{Fc}$ ) [cm]	45
Larghezza Mensola Esterna ( $B_{Fe}$ ) [cm]	90
Larghezza Mensola Interna ( $B_{Fi}$ ) [cm]	60
Profondità Mensola Esterna ( $P_F$ ) [cm]	45
Spessore Strato Magrone ( $S_m$ ) [cm]	10
Dente a Monte	
Altezza ( $H_D$ ) [cm]	25
Spessore all'Incastro ( $S_{Di}$ ) [cm]	30
Spessore all'Estremità ( $S_{De}$ ) [cm]	30

**Dati Terreno**

Angolo di Inclinazione a Monte ( $\epsilon$ ) [grd]	0
Angolo di Inclinazione a Valle ( $\zeta$ ) [grd]	0
Abbassamento a Valle ( $\delta_v$ ) [cm]	0

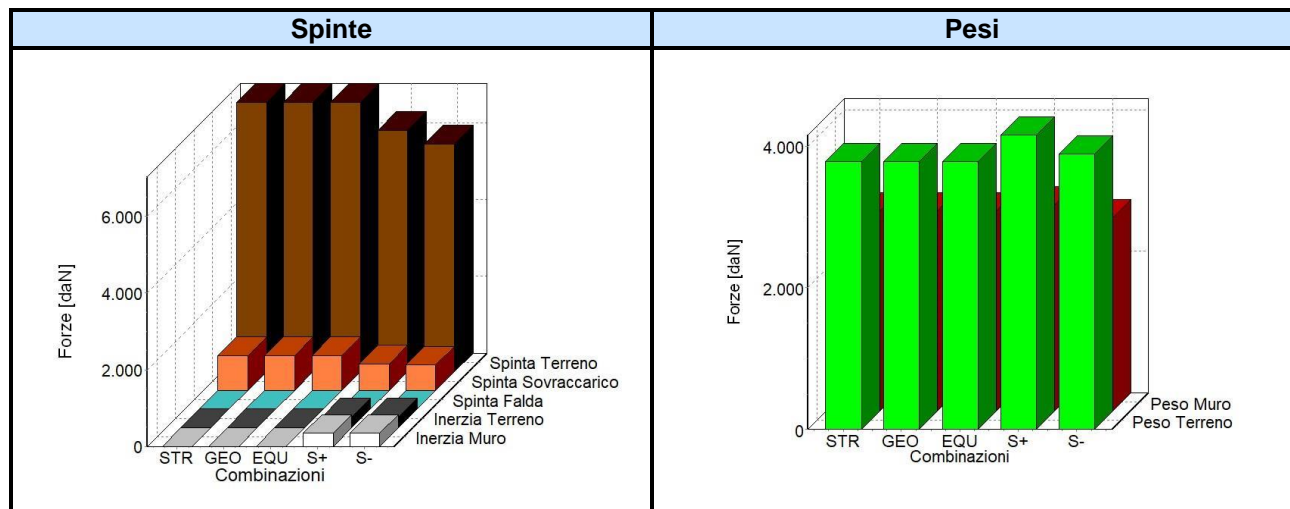
**Dati Azioni**

Carico Variabile	
Intensità (Q) [daN/m]	400
Distanza dalla Testa del Muro ( $d_Q$ ) [cm]	0



## Spinte e Forze sul Muro

Si riportano di seguito i diagrammi e i valori delle spinte e forze agenti sul muro, necessari a condurre le verifiche di stabilità geotecnica e quelle strutturali.



**Spinte e Forze**

Comb.	K <sub>a</sub>	K <sub>p</sub>	S <sub>a</sub>	S <sub>c</sub>	S <sub>q</sub>	S <sub>w</sub>	S <sub>ws</sub>	S <sub>p</sub>	S <sub>pm</sub>	W <sub>M</sub>	F <sub>iM</sub>	W <sub>T</sub>	F <sub>iT</sub>	W <sub>F</sub>	F <sub>iF</sub>
STR	0.41	2.20	7017	0	902	0	--	431	43	2823	--	3783	--	2188	--
GEO	0.41	2.20	7017	0	902	0	--	431	43	2823	--	3783	--	2188	--
S+	0.46	3.02	6286	--	700	0	0	613	61	2919	191	4159	272	2262	148
S-	0.46	3.01	5925	--	660	0	0	570	57	2727	191	3886	272	2114	148

## Verifiche di Stabilità

Si riporta l'esito delle verifiche di stabilità geotecnica condotte per il muro in esame, secondo le relative basi teoriche riportate al capitolo di pertinenza.

**Risultati Verifiche al Ribaltamento e allo Scorrimento**

Ribaltamento ( /m )					Scorrimento ( /m )				
Comb.	R <sub>d</sub>	S <sub>d</sub>	γ <sub>s</sub>	E	Comb.	R <sub>d</sub>	S <sub>d</sub>	γ <sub>s</sub>	E
GEO	10126	7191	1.41	V	GEO	8688	7494	1.16	V
S+	12447	7253	1.72	V	S+	9713	7166	1.36	V
S-	11632	6892	1.69	V	S-	9299	6781	1.37	V

**Risultati Verifica al Collasso per Carico Limite Terreno**

Comb	Condiz. Termine	B	N <sub>q</sub>	N <sub>c</sub>	N <sub>γ</sub>	i <sub>q</sub>	i <sub>c</sub>	i <sub>γ</sub>	d <sub>q</sub>	d <sub>c</sub>	d <sub>γ</sub>	b <sub>q</sub>	b <sub>c</sub>	b <sub>γ</sub>	g <sub>q</sub>	g <sub>c</sub>	g <sub>γ</sub>	q <sub>lim</sub>	q <sub>es</sub>	γ <sub>s</sub>	E
GEO	Lungo	1.24	7.82	16.88	7.13	0.46	0.38	0.31	1.11	1.15	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	26937	13708	1.97	V
	Breve	1.24	1.00	5.14	0.00	1.00	0.83	0.00	1.00	1.15	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	63892	13708	4.66	V
S+	Lungo	0.93	7.82	16.88	7.13	0.36	0.27	0.22	1.15	1.19	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	17134	11030	1.55	V
	Breve	0.93	1.00	5.14	0.00	1.00	0.79	0.00	1.00	1.19	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	54948	11030	4.98	V
S-	Lungo	0.90	7.82	16.88	7.13	0.36	0.27	0.22	1.16	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	16853	10321	1.63	V
	Breve	0.90	1.00	5.14	0.00	1.00	0.80	0.00	1.00	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	54128	10321	5.24	V

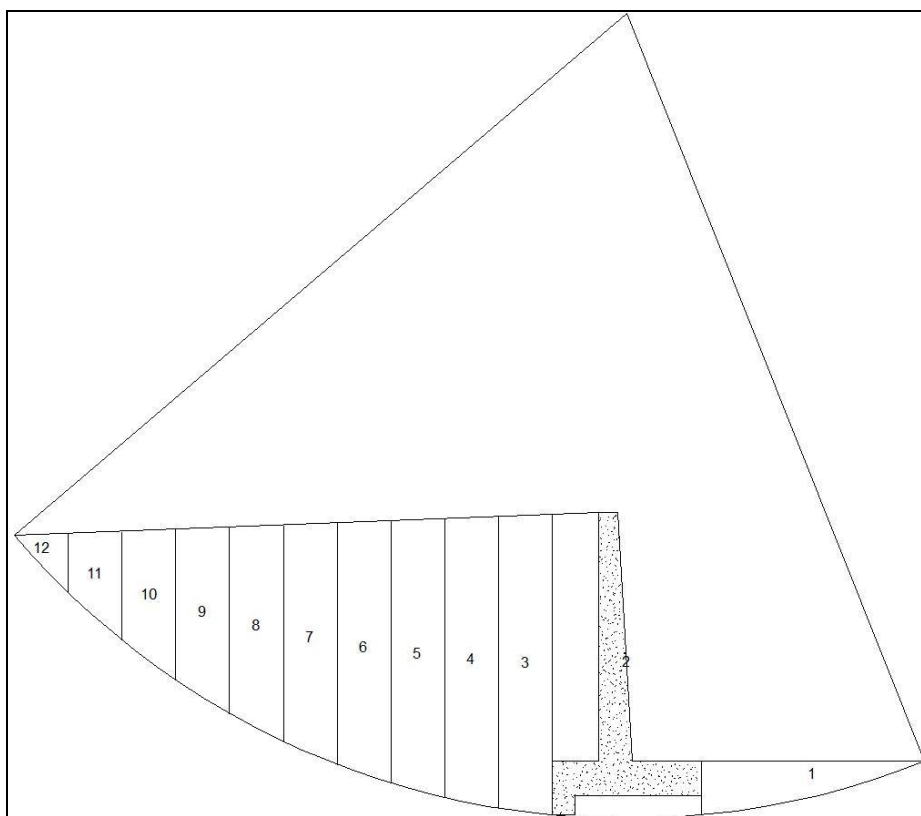
**Risultati Verifica di Stabilità Globale**

Comb.	$R_d$	$S_d$	$\gamma_s$	E
GEO	39110	11264	3.47	V
S+	45920	12465	3.68	V
S-	45681	12465	3.66	V

**Dati Pendio**

<b>Numero dei conci</b>	12
<b>Larghezza dei conci [m]</b>	0.70
<b>Raggio cerchio critico [m]</b>	10.50
<b>Lunghezza arco cerchio critico [m]</b>	9.10

Concio N.	H <sub>i</sub>	δ <sub>i</sub>	cδ <sub>i</sub>	W <sub>i</sub>	α <sub>i</sub>	N <sub>i</sub>	hw <sub>i</sub>	U <sub>i</sub>	T <sub>i</sub>	S <sub>i</sub>
1	0.23	1.22	4010	492	-21.74	457	0.00	0	230	-182
2	3.70	1.95	6418	10710	0.00	10710	0.00	0	5409	0
3	3.62	0.71	2337	4929	7.25	4889	0.00	0	2469	621
4	3.50	0.72	2363	4774	11.13	4684	0.00	0	2365	921
5	3.34	0.73	2401	4551	15.07	4394	0.00	0	2219	1183
6	3.12	0.74	2453	4257	19.08	4023	0.00	0	2031	1391
7	2.85	0.76	2522	3886	23.20	3572	0.00	0	1804	1531
8	2.52	0.79	2612	3433	27.44	3047	0.00	0	1539	1582
9	2.12	0.83	2729	2888	31.86	2453	0.00	0	1239	1524
10	1.64	0.87	2884	2238	36.49	1799	0.00	0	909	1331
11	1.07	0.94	3092	1463	41.43	1097	0.00	0	554	968
12	0.39	1.03	3385	535	46.77	366	0.00	0	185	390



## Verifiche di Resistenza Strutturale

Si riporta l'esito delle verifiche di resistenza condotte per il muro in esame, secondo le relative basi teoriche riportate nel capitolo di pertinenza.

### Verifica Armature

Verifica	h	M	N	c	A <sub>s</sub>	c'	A' <sub>s</sub>	λ	T	E
Mensola Fond. Esterna (VFe)	45	4571	0	4.0	9.24	4.0	9.24	3.02	8616	V
Mensola Fond. Interna (VFi)	45	-1456	0	4.0	9.24	4.0	9.24	9.49	-4845	V
Dente Fondazione (VD)	25	140	0	4.0	6.16	4.0	6.16	34.12	842	V
Parete al Piede (V0)	45	6579	4241	4.0	6.16	4.0	6.16	2.32	5494	V
Parete ad 1/3 H (V1)	38	1889	2327	4.0	6.16	4.0	6.16	7.10	2605	V
Parete a 2/3 H (V2)	32	283	945	4.0	6.16	4.0	6.16	49.54	773	V

## Verifiche allo Stato Limite di Esercizio

Si riporta l'esito delle verifiche condotte per il muro in esame, secondo le relative basi teoriche riportate nel capitolo di pertinenza.

### Spinte e Forze sul Muro

S <sub>a</sub>	S <sub>c</sub>	S <sub>q</sub>	S <sub>w</sub>	S <sub>p</sub>	S <sub>pm</sub>	W <sub>M</sub>	W <sub>T</sub>	W <sub>F</sub>
5397	--	601	0	431	43	2823	4023	2188

### Verifiche di Tensione

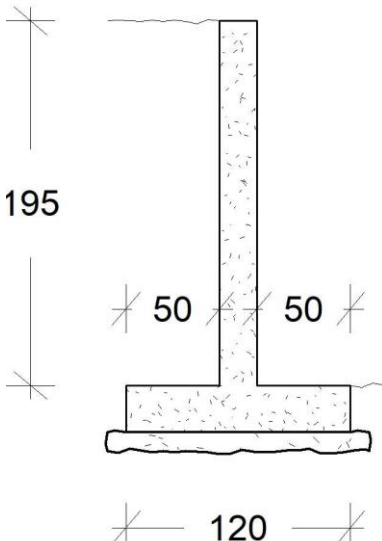
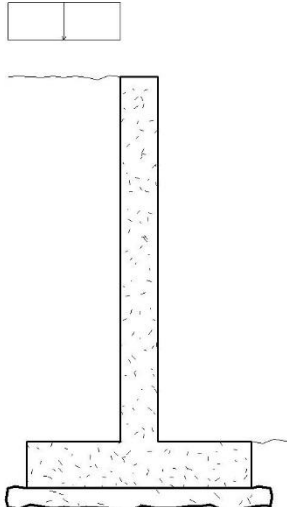
Verifica	M	N	σ <sub>c</sub>	σ <sub>s</sub>	λ <sub>c</sub>	λ <sub>s</sub>	E
Mensola Fond. Esterna (VFe)	3308	0	18	964	6.31	3.74	V
Mensola Fond. Interna (VFi)	-1243	0	7	362	16.77	9.94	V
Dente Fondazione (VD)	102	0	1	71	78.91	50.42	V
Parete al Piede (V0)	4833	3958	32	2465	3.47	1.46	V
Parete ad 1/3 H (V1)	1514	2239	14	1009	8.13	3.57	V
Parete a 2/3 H (V2)	218	919	3	225	42.60	15.98	V

### Verifiche di Fessurazione

Verifica	M	N	σ <sub>s</sub>	σ <sub>s, lim</sub>	λ	E
Mensola Fond. Esterna (VFe)	3308	0	964	2800	2.91	V
Mensola Fond. Interna (VFi)	-1243	0	362	2800	7.73	V
Dente Fondazione (VD)	102	0	71	2800	39.22	V
Parete al Piede (V0)	4833	3958	2465	2800	1.14	V
Parete ad 1/3 H (V1)	1514	2239	1009	2800	2.78	V
Parete a 2/3 H (V2)	218	919	225	2800	12.43	V

Riguardo alle verifiche di deformazione, per il muro in esame, il valore massimo del Cedimento Elastico in Fondazione è pari a **0.14 cm**.

## Muro 7 - Muro 5

Disegno Geometria	Disegno Terreno e Azioni
	

## Dati Muro

Si riportano di seguito i dati relativi alla geometria del muro e del terreno e ad eventuali azioni agenti.

## Dati Geometria Elevazione

Parete	
Altezza (H) [cm]	195
Spessore in Testa ( $S_t$ ) [cm]	20
Spessore al Piede ( $S_p$ ) [cm]	20
Pendenza Esterna ( $P_e$ ) [%]	0
Pendenza Interna ( $P_i$ ) [%]	0

## Dati Geometria Fondazione

Larghezza ( $B_F$ ) [cm]	120
Altezza Centrale ( $H_{Fc}$ ) [cm]	25
Larghezza Mensola Esterna ( $B_{Fe}$ ) [cm]	50
Larghezza Mensola Interna ( $B_{Fi}$ ) [cm]	50
Profondità Mensola Esterna ( $P_F$ ) [cm]	25
Spessore Strato Magrone ( $S_m$ ) [cm]	10

## Dati Terreno

Angolo di Inclinazione a Monte ( $\epsilon$ ) [grd]	0
Angolo di Inclinazione a Valle ( $\zeta$ ) [grd]	0
Abbassamento a Valle ( $\delta_v$ ) [cm]	0

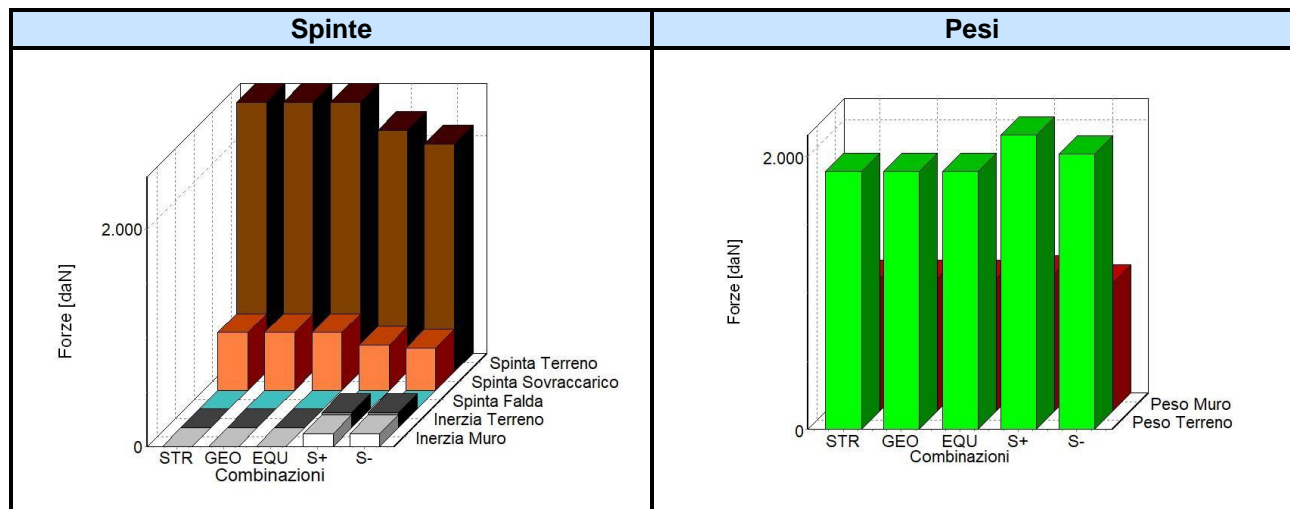
*Dati Azioni*

Carico Variabile	
Intensità (Q) [daN/m]	400
Distanza dalla Testa del Muro (d <sub>Q</sub> ) [cm]	0



## Spinte e Forze sul Muro

Si riportano di seguito i diagrammi e i valori delle spinte e forze agenti sul muro, necessari a condurre le verifiche di stabilità geotecnica e quelle strutturali.



**Spinte e Forze**

Comb.	K <sub>a</sub>	K <sub>p</sub>	S <sub>a</sub>	S <sub>c</sub>	S <sub>q</sub>	S <sub>w</sub>	S <sub>ws</sub>	S <sub>p</sub>	S <sub>pm</sub>	W <sub>M</sub>	F <sub>iM</sub>	W <sub>T</sub>	F <sub>iT</sub>	W <sub>F</sub>	F <sub>iF</sub>
STR	0.41	2.20	2480	0	536	0	--	133	13	975	--	1891	--	750	--
GEO	0.41	2.20	2480	0	536	0	--	133	13	975	--	1891	--	750	--
S+	0.46	3.02	2222	--	416	0	0	189	18	1008	66	2162	141	775	50
S-	0.46	3.01	2094	--	392	0	0	176	17	941	66	2020	141	724	50

## Verifiche di Stabilità

Si riporta l'esito delle verifiche di stabilità geotecnica condotte per il muro in esame, secondo le relative basi teoriche riportate al capitolo di pertinenza.

**Risultati Verifiche al Ribaltamento e allo Scorrimento**

Ribaltamento ( /m )					Scorrimento ( /m )				
Comb.	R <sub>d</sub>	S <sub>d</sub>	γ <sub>s</sub>	E	Comb.	R <sub>d</sub>	S <sub>d</sub>	γ <sub>s</sub>	E
GEO	2462	1755	1.40	V	GEO	3396	2914	1.17	V
S+	3124	1776	1.76	V	S+	3832	2801	1.37	V
S-	2919	1689	1.73	V	S-	3713	2654	1.40	V

**Risultati Verifica al Collasso per Carico Limite Terreno**

Comb	Condiz. Termine	B	N <sub>q</sub>	N <sub>c</sub>	N <sub>γ</sub>	i <sub>q</sub>	i <sub>c</sub>	i <sub>γ</sub>	d <sub>q</sub>	d <sub>c</sub>	d <sub>γ</sub>	b <sub>q</sub>	b <sub>c</sub>	b <sub>γ</sub>	g <sub>q</sub>	g <sub>c</sub>	g <sub>γ</sub>	q <sub>lim</sub>	q <sub>es</sub>	γ <sub>s</sub>	E
GEO	Lungo	0.77	7.82	16.88	7.13	0.57	0.51	0.43	1.10	1.13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	20282	5731	3.54	V
	Breve	0.77	1.00	5.14	0.00	1.00	0.90	0.00	1.00	1.13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	41954	5731	7.32	V
S+	Lungo	0.58	7.82	16.88	7.13	0.49	0.41	0.34	1.14	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	14683	4584	3.20	V
	Breve	0.58	1.00	5.14	0.00	1.00	0.87	0.00	1.00	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	37040	4584	8.08	V
S-	Lungo	0.57	7.82	16.88	7.13	0.49	0.42	0.34	1.14	1.18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	14474	4288	3.38	V
	Breve	0.57	1.00	5.14	0.00	1.00	0.87	0.00	1.00	1.18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	36377	4288	8.48	V

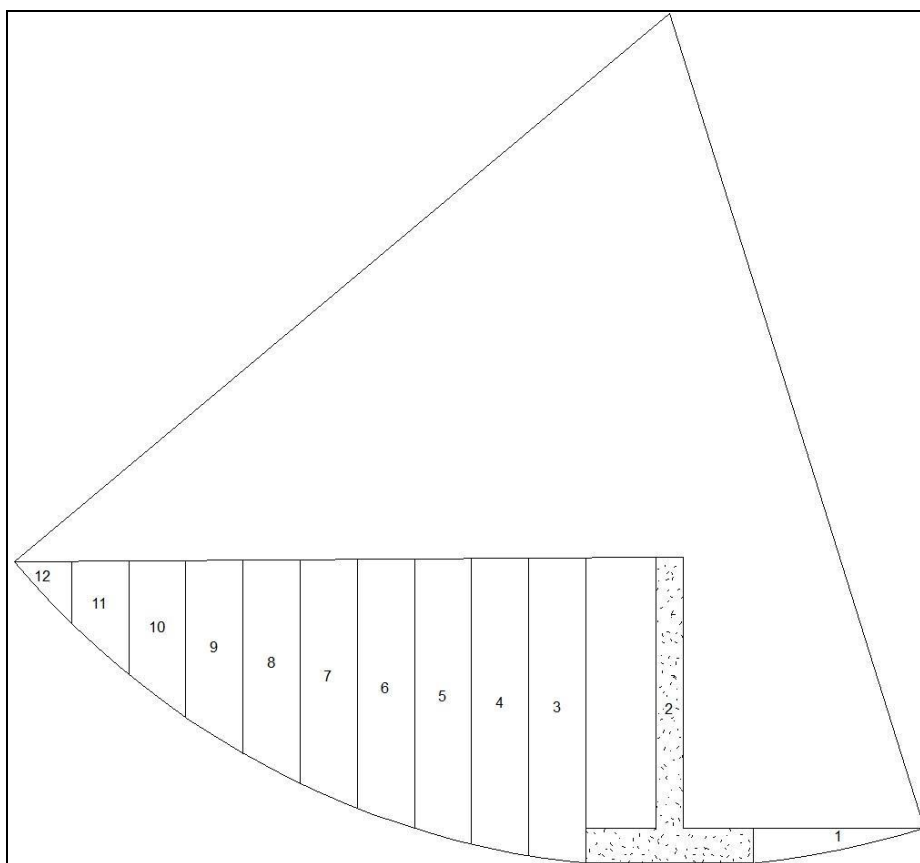
**Risultati Verifica di Stabilità Globale**

Comb.	$R_d$	$S_d$	$\gamma_s$	E
GEO	20668	3968	5.21	V
S+	24308	4678	5.20	V
S-	24209	4678	5.17	V

## Dati Pendio

Numero dei conci	12
Larghezza dei conci [m]	0.41
Raggio cerchio critico [m]	6.13
Lunghezza arco cerchio critico [m]	5.36

Concio N.	H <sub>i</sub>	δl <sub>i</sub>	cδl <sub>i</sub>	W <sub>i</sub>	α <sub>i</sub>	N <sub>i</sub>	hw <sub>i</sub>	U <sub>i</sub>	T <sub>i</sub>	S <sub>i</sub>
1	0.13	0.84	2763	193	-17.37	185	0.00	0	93	-57
2	2.20	1.20	3959	4346	0.00	4346	0.00	0	2195	0
3	2.15	0.41	1366	1709	7.55	1694	0.00	0	855	224
4	2.08	0.42	1381	1654	11.44	1621	0.00	0	819	328
5	1.98	0.43	1404	1576	15.38	1520	0.00	0	768	418
6	1.85	0.44	1435	1474	19.41	1390	0.00	0	701	489
7	1.69	0.45	1477	1345	23.53	1234	0.00	0	623	537
8	1.49	0.46	1530	1188	27.79	1051	0.00	0	530	554
9	1.26	0.49	1600	1000	32.22	846	0.00	0	426	533
10	0.97	0.51	1693	775	36.88	620	0.00	0	313	465
11	0.64	0.55	1817	507	41.84	377	0.00	0	190	338
12	0.23	0.60	1994	185	47.22	126	0.00	0	63	136



## Verifiche di Resistenza Strutturale

Si riporta l'esito delle verifiche di resistenza condotte per il muro in esame, secondo le relative basi teoriche riportate nel capitolo di pertinenza.

### Verifica Armature

Verifica	h	M	N	c	A <sub>s</sub>	c'	A' <sub>s</sub>	λ	T	E
Mensola Fond. Esterna (VFe)	25	983	0	4.0	5.65	4.0	5.65	4.51	3429	V
Mensola Fond. Interna (VFi)	25	-611	0	4.0	5.65	4.0	5.65	7.26	-2308	V
Parete al Piede (V0)	20	1653	1519	4.0	4.52	4.0	4.52	1.84	2118	V
Parete ad 1/3 H (V1)	20	485	897	4.0	4.52	4.0	4.52	6.72	1035	V
Parete a 2/3 H (V2)	20	79	401	4.0	4.52	4.0	4.52	53.39	329	V

## Verifiche allo Stato Limite di Esercizio

Si riporta l'esito delle verifiche condotte per il muro in esame, secondo le relative basi teoriche riportate nel capitolo di pertinenza.

### Spinte e Forze sul Muro

S <sub>a</sub>	S <sub>c</sub>	S <sub>q</sub>	S <sub>w</sub>	S <sub>p</sub>	S <sub>pm</sub>	W <sub>M</sub>	W <sub>T</sub>	W <sub>F</sub>
1908	--	357	0	133	13	975	2091	750

### Verifiche di Tensione

Verifica	M	N	σ <sub>c</sub>	σ <sub>s</sub>	λ <sub>c</sub>	λ <sub>s</sub>	E
Mensola Fond. Esterna (VFe)	714	0	15	677	7.58	5.31	V
Mensola Fond. Interna (VFi)	-484	0	10	459	11.18	7.84	V
Parete al Piede (V0)	1201	1414	44	2038	2.52	1.77	V
Parete ad 1/3 H (V1)	392	862	15	714	7.67	5.04	V
Parete a 2/3 H (V2)	61	390	2	143	49.14	25.21	V

### Verifiche di Fessurazione

Verifica	M	N	σ <sub>s</sub>	σ <sub>s, lim</sub>	λ	E
Mensola Fond. Esterna (VFe)	714	0	677	2800	4.13	V
Mensola Fond. Interna (VFi)	-484	0	459	2800	6.10	V
Parete al Piede (V0)	1201	1414	2038	2800	1.37	V
Parete ad 1/3 H (V1)	392	862	714	2800	3.92	V
Parete a 2/3 H (V2)	61	390	143	2800	19.61	V

Riguardo alle verifiche di deformazione, per il muro in esame, il valore massimo del Cedimento Elastico in Fondazione è pari a **0.06 cm**.

## Muro 8 - Muro 6

Disegno Geometria	Disegno Terreno e Azioni

## Dati Muro

Si riportano di seguito i dati relativi alla geometria del muro e del terreno e ad eventuali azioni agenti.

## Dati Geometria Elevazione

Parete	
Altezza (H) [cm]	230
Spessore in Testa ( $S_t$ ) [cm]	20
Spessore al Piede ( $S_p$ ) [cm]	20
Pendenza Esterna ( $P_e$ ) [%]	0
Pendenza Interna ( $P_i$ ) [%]	0

## Dati Geometria Fondazione

Larghezza ( $B_F$ ) [cm]	120
Altezza Centrale ( $H_{Fc}$ ) [cm]	25
Larghezza Mensola Esterna ( $B_{Fe}$ ) [cm]	50
Larghezza Mensola Interna ( $B_{Fi}$ ) [cm]	50
Profondità Mensola Esterna ( $P_F$ ) [cm]	25
Spessore Strato Magrone ( $S_m$ ) [cm]	10

## Dati Terreno

Angolo di Inclinazione a Monte ( $\varepsilon$ ) [grd]	0
Abbassamento a Monte ( $\delta_M$ ) [cm]	76
Angolo di Inclinazione a Valle ( $\zeta$ ) [grd]	0
Abbassamento a Valle ( $\delta_V$ ) [cm]	0

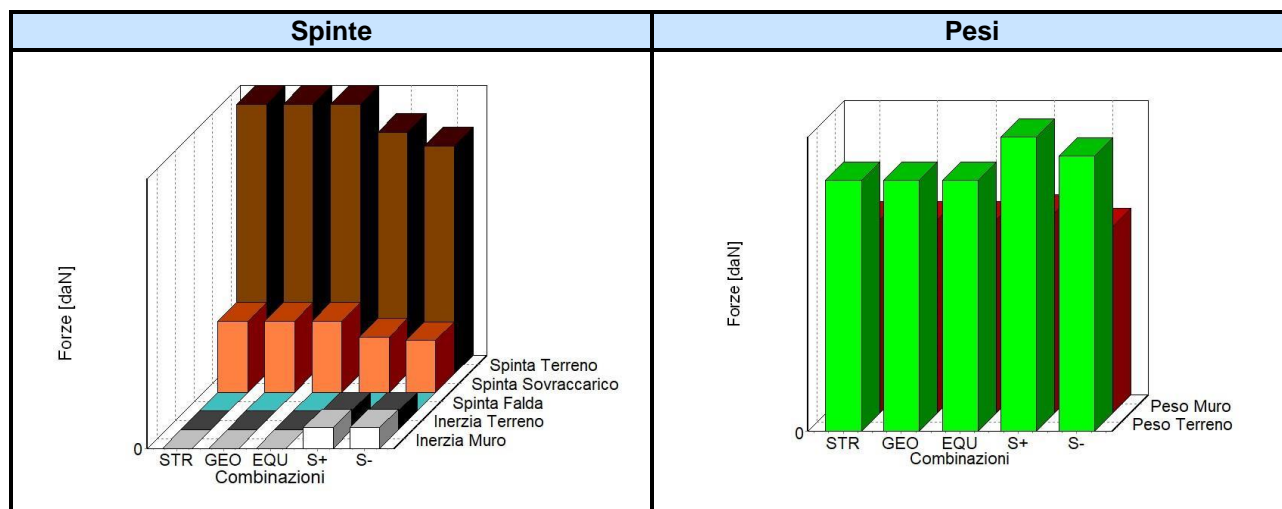
*Dati Azioni*

Carico Variabile	
Intensità (Q) [daN/m]	400
Distanza dalla Testa del Muro (d <sub>Q</sub> ) [cm]	0



## Spinte e Forze sul Muro

Si riportano di seguito i diagrammi e i valori delle spinte e forze agenti sul muro, necessari a condurre le verifiche di stabilità geotecnica e quelle strutturali.



**Spinte e Forze**

Comb.	K <sub>a</sub>	K <sub>p</sub>	S <sub>a</sub>	S <sub>c</sub>	S <sub>q</sub>	S <sub>w</sub>	S <sub>ws</sub>	S <sub>p</sub>	S <sub>pm</sub>	W <sub>M</sub>	F <sub>iM</sub>	W <sub>T</sub>	F <sub>iT</sub>	W <sub>F</sub>	F <sub>iF</sub>
STR	0.41	2.20	1642	0	436	0	--	133	13	1150	--	1493	--	750	--
GEO	0.41	2.20	1642	0	436	0	--	133	13	1150	--	1493	--	750	--
S+	0.46	3.02	1471	--	338	0	0	189	18	1188	77	1751	114	775	50
S-	0.46	3.01	1386	--	319	0	0	176	17	1111	77	1636	114	724	50

## Verifiche di Stabilità

Si riporta l'esito delle verifiche di stabilità geotecnica condotte per il muro in esame, secondo le relative basi teoriche riportate al capitolo di pertinenza.

**Risultati Verifiche al Ribaltamento e allo Scorrimento**

Ribaltamento ( /m )					Scorrimento ( /m )				
Comb.	R <sub>d</sub>	S <sub>d</sub>	γ <sub>s</sub>	E	Comb.	R <sub>d</sub>	S <sub>d</sub>	γ <sub>s</sub>	E
GEO	2225	1500	1.48	V	GEO	3231	2004	1.61	V
S+	2842	1565	1.82	V	S+	3658	1982	1.85	V
S-	2655	1491	1.78	V	S-	3550	1881	1.89	V

**Risultati Verifica al Collasso per Carico Limite Terreno**

Comb	Condiz. Termine	B	N <sub>q</sub>	N <sub>c</sub>	N <sub>γ</sub>	i <sub>q</sub>	i <sub>c</sub>	i <sub>γ</sub>	d <sub>q</sub>	d <sub>c</sub>	d <sub>γ</sub>	b <sub>q</sub>	b <sub>c</sub>	b <sub>γ</sub>	g <sub>q</sub>	g <sub>c</sub>	g <sub>γ</sub>	q <sub>lim</sub>	q <sub>es</sub>	γ <sub>s</sub>	E
GEO	Lungo	0.81	7.82	16.88	7.13	0.69	0.64	0.57	1.10	1.12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	26760	5214	5.13	V
	Breve	0.81	1.00	5.14	0.00	1.00	0.93	0.00	1.00	1.12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	45487	5214	8.72	V
S+	Lungo	0.61	7.82	16.88	7.13	0.61	0.55	0.47	1.13	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	20381	4153	4.91	V
	Breve	0.61	1.00	5.14	0.00	1.00	0.91	0.00	1.00	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	40217	4153	9.68	V
S-	Lungo	0.59	7.82	16.88	7.13	0.61	0.55	0.48	1.13	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	19991	3884	5.15	V
	Breve	0.59	1.00	5.14	0.00	1.00	0.91	0.00	1.00	1.17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	39407	3884	10.15	V

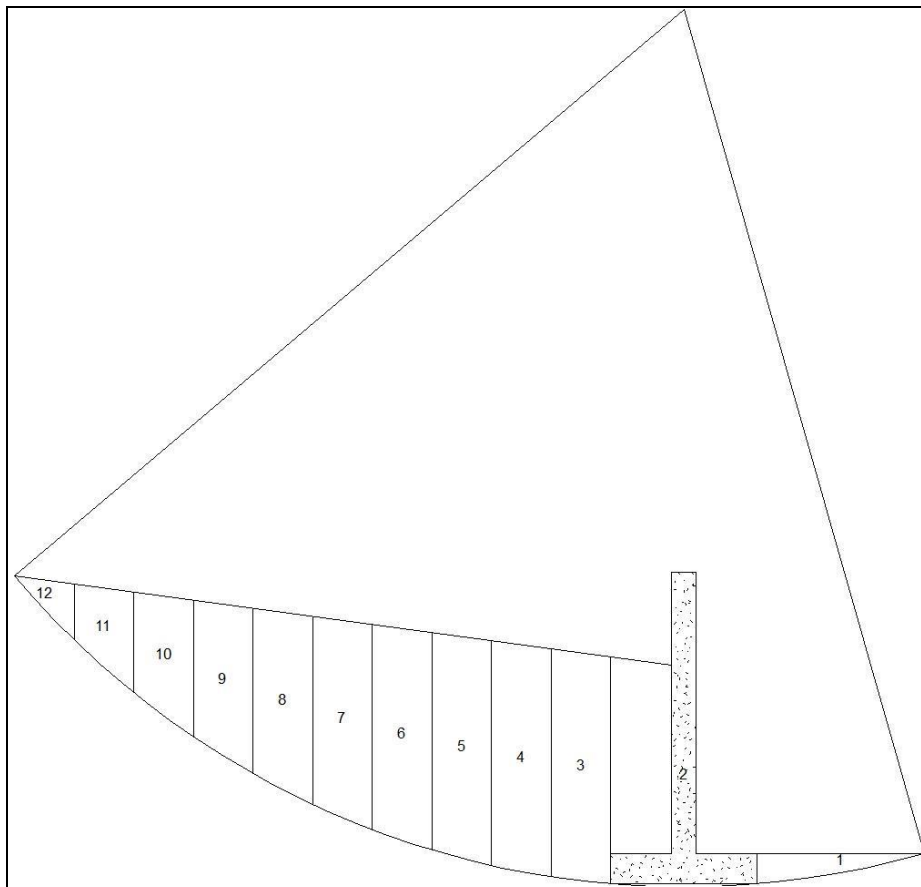
**Risultati Verifica di Stabilità Globale**

Comb.	$R_d$	$S_d$	$\gamma_s$	E
GEO	24079	5403	4.46	V
S+	28297	6231	4.54	V
S-	28207	6231	4.53	V

## Dati Pendio

Numero dei conci	12
Larghezza dei conci [m]	0.49
Raggio cerchio critico [m]	7.18
Lunghezza arco cerchio critico [m]	6.24

Concio N.	H <sub>i</sub>	δl <sub>i</sub>	cδl <sub>i</sub>	W <sub>i</sub>	α <sub>i</sub>	N <sub>i</sub>	hw <sub>i</sub>	U <sub>i</sub>	T <sub>i</sub>	S <sub>i</sub>
1	0.13	0.91	3008	212	-15.92	204	0.00	0	103	-58
2	2.55	1.20	3959	3896	0.00	3896	0.00	0	1968	0
3	2.50	0.49	1623	2369	6.76	2353	0.00	0	1188	278
4	2.43	0.50	1640	2298	10.71	2258	0.00	0	1140	426
5	2.31	0.51	1666	2194	14.71	2122	0.00	0	1071	556
6	2.17	0.52	1702	2054	18.78	1945	0.00	0	981	661
7	1.98	0.53	1750	1878	22.96	1729	0.00	0	873	732
8	1.75	0.55	1813	1661	27.27	1476	0.00	0	745	761
9	1.48	0.57	1895	1399	31.75	1189	0.00	0	600	736
10	1.15	0.61	2004	1085	36.46	873	0.00	0	440	645
11	0.75	0.65	2152	711	41.48	532	0.00	0	269	470
12	0.28	0.72	2360	260	46.93	178	0.00	0	89	190



## Verifiche di Resistenza Strutturale

Si riporta l'esito delle verifiche di resistenza condotte per il muro in esame, secondo le relative basi teoriche riportate nel capitolo di pertinenza.

### Verifica Armature

Verifica	h	M	N	c	A <sub>s</sub>	c'	A' <sub>s</sub>	λ	T	E
Mensola Fond. Esterna (VFe)	25	852	0	4.0	5.65	4.0	5.65	5.21	2991	V
Mensola Fond. Interna (VFi)	25	-503	0	4.0	5.65	4.0	5.65	8.82	-1855	V
Parete al Piede (V0)	20	1464	1552	4.0	4.52	4.0	4.52	2.10	1536	V
Parete ad 1/3 H (V1)	20	437	944	4.0	4.52	4.0	4.52	7.63	765	V
Parete a 2/3 H (V2)	20	75	440	4.0	4.52	4.0	4.52	60.23	253	V

## Verifiche allo Stato Limite di Esercizio

Si riporta l'esito delle verifiche condotte per il muro in esame, secondo le relative basi teoriche riportate nel capitolo di pertinenza.

### Spinte e Forze sul Muro

S <sub>a</sub>	S <sub>c</sub>	S <sub>q</sub>	S <sub>w</sub>	S <sub>p</sub>	S <sub>pm</sub>	W <sub>M</sub>	W <sub>T</sub>	W <sub>F</sub>
1263	--	291	0	133	13	1150	1693	750

### Verifiche di Tensione

Verifica	M	N	σ <sub>c</sub>	σ <sub>s</sub>	λ <sub>c</sub>	λ <sub>s</sub>	E
Mensola Fond. Esterna (VFe)	613	0	13	582	8.83	6.19	V
Mensola Fond. Interna (VFi)	-366	0	8	347	14.78	10.37	V
Parete al Piede (V0)	1026	1462	38	1772	2.94	2.03	V
Parete ad 1/3 H (V1)	341	919	13	642	8.80	5.61	V
Parete a 2/3 H (V2)	55	432	2	139	54.93	25.93	V

### Verifiche di Fessurazione

Verifica	M	N	σ <sub>s</sub>	σ <sub>s, lim</sub>	λ	E
Mensola Fond. Esterna (VFe)	613	0	582	2800	4.81	V
Mensola Fond. Interna (VFi)	-366	0	347	2800	8.06	V
Parete al Piede (V0)	1026	1462	1772	2800	1.58	V
Parete ad 1/3 H (V1)	341	919	642	2800	4.36	V
Parete a 2/3 H (V2)	55	432	139	2800	20.17	V

Riguardo alle verifiche di deformazione, per il muro in esame, il valore massimo del Cedimento Elastico in Fondazione è pari a **0.05 cm**.

## Muro 9 - Muro 7

Disegno Geometria	Disegno Terreno e Azioni

## Dati Muro

Si riportano di seguito i dati relativi alla geometria del muro e del terreno e ad eventuali azioni agenti.

## Dati Geometria Elevazione

Parete	
Altezza (H) [cm]	195
Spessore in Testa ( $S_t$ ) [cm]	25
Spessore al Piede ( $S_p$ ) [cm]	25
Pendenza Esterna ( $P_e$ ) [%]	0
Pendenza Interna ( $P_i$ ) [%]	0

## Dati Geometria Fondazione

Larghezza ( $B_F$ ) [cm]	125
Altezza Centrale ( $H_{Fc}$ ) [cm]	30
Larghezza Mensola Esterna ( $B_{Fe}$ ) [cm]	50
Larghezza Mensola Interna ( $B_{Fi}$ ) [cm]	50
Profondità Mensola Esterna ( $P_F$ ) [cm]	30
Spessore Strato Magrone ( $S_m$ ) [cm]	10

## Dati Terreno

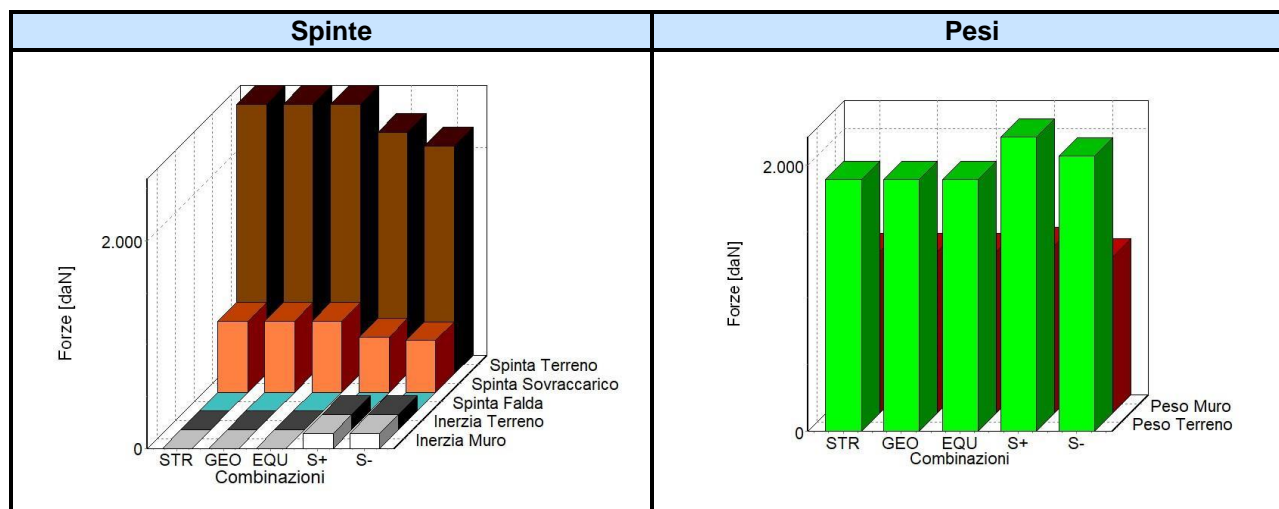
Angolo di Inclinazione a Monte ( $\epsilon$ ) [grd]	0
Angolo di Inclinazione a Valle ( $\zeta$ ) [grd]	0
Abbassamento a Valle ( $\delta_v$ ) [cm]	0

*Dati Azioni*

Carico Variabile	
Intensità (Q) [daN/m]	500
Distanza dalla Testa del Muro (d <sub>Q</sub> ) [cm]	0

## Spinte e Forze sul Muro

Si riportano di seguito i diagrammi e i valori delle spinte e forze agenti sul muro, necessari a condurre le verifiche di stabilità geotecnica e quelle strutturali.



**Spinte e Forze**

Comb.	$K_a$	$K_p$	$S_a$	$S_c$	$S_q$	$S_w$	$S_{ws}$	$S_p$	$S_{pm}$	$W_M$	$F_{iM}$	$W_T$	$F_{iT}$	$W_F$	$F_{iF}$
STR	0.41	2.20	2594	0	685	0	--	191	19	1218	--	1891	--	937	--
GEO	0.41	2.20	2594	0	685	0	--	191	19	1218	--	1891	--	937	--
S+	0.46	3.02	2324	--	532	0	0	272	27	1260	82	2214	145	969	63
S-	0.46	3.01	2191	--	501	0	0	253	25	1177	82	2068	145	905	63

## Verifiche di Stabilità

Si riporta l'esito delle verifiche di stabilità geotecnica condotte per il muro in esame, secondo le relative basi teoriche riportate al capitolo di pertinenza.

**Risultati Verifiche al Ribaltamento e allo Scorrimento**

Ribaltamento ( /m )					Scorrimento ( /m )				
Comb.	$R_d$	$S_d$	$\gamma_s$	E	Comb.	$R_d$	$S_d$	$\gamma_s$	E
GEO	2816	1952	1.44	V	GEO	3653	3164	1.15	V
S+	3607	1975	1.83	V	S+	4137	3037	1.36	V
S-	3370	1879	1.79	V	S-	4003	2878	1.39	V

**Risultati Verifica al Collasso per Carico Limite Terreno**

Comb	Condiz. Termine	B	$N_q$	$N_c$	$N_\gamma$	$i_q$	$i_c$	$i_\gamma$	$d_q$	$d_c$	$d_\gamma$	$b_q$	$b_c$	$b_\gamma$	$g_q$	$g_c$	$g_\gamma$	$q_{lim}$	$q_{es}$	$\gamma_s$	E
GEO	Lungo	0.82	7.82	16.88	7.13	0.57	0.51	0.43	1.12	1.15	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	22240	6430	3.46	V
	Breve	0.82	1.00	5.14	0.00	1.00	0.90	0.00	1.00	1.15	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	45126	6430	7.02	V
S+	Lungo	0.63	7.82	16.88	7.13	0.49	0.42	0.34	1.15	1.19	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	16553	5134	3.22	V
	Breve	0.63	1.00	5.14	0.00	1.00	0.87	0.00	1.00	1.19	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	40591	5134	7.91	V
S-	Lungo	0.61	7.82	16.88	7.13	0.49	0.42	0.35	1.16	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	16339	4803	3.40	V
	Breve	0.61	1.00	5.14	0.00	1.00	0.87	0.00	1.00	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	39933	4803	8.31	V



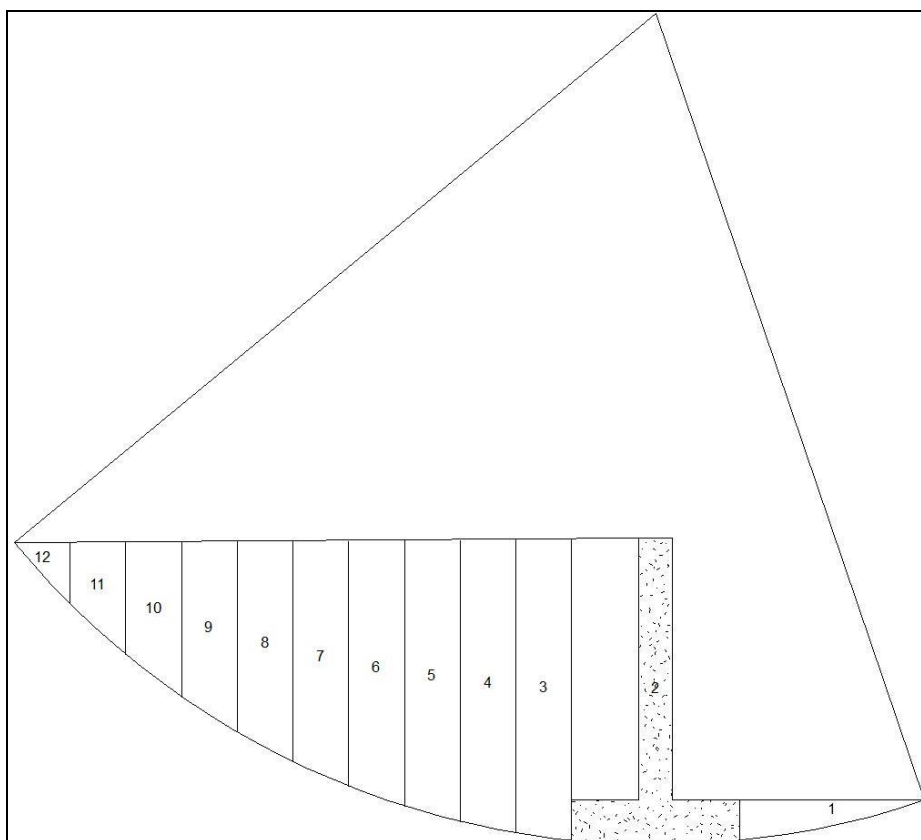
**Risultati Verifica di Stabilità Globale**

Comb.	$R_d$	$S_d$	$\gamma_s$	E
GEO	21403	4113	5.20	V
S+	25299	5018	5.04	V
S-	25188	5018	5.02	V

## Dati Pendio

Numero dei conci	12
Larghezza dei conci [m]	0.41
Raggio cerchio critico [m]	6.18
Lunghezza arco cerchio critico [m]	5.45

Concio N.	H <sub>i</sub>	δl <sub>i</sub>	cδl <sub>i</sub>	W <sub>i</sub>	α <sub>i</sub>	N <sub>i</sub>	hw <sub>i</sub>	U <sub>i</sub>	T <sub>i</sub>	S <sub>i</sub>
1	0.15	0.93	3063	255	-18.85	241	0.00	0	121	-82
2	2.25	1.25	4125	4841	0.00	4841	0.00	0	2445	0
3	2.19	0.42	1380	1764	7.74	1748	0.00	0	883	237
4	2.12	0.42	1396	1707	11.64	1672	0.00	0	844	344
5	2.02	0.43	1420	1626	15.59	1566	0.00	0	790	437
6	1.89	0.44	1452	1520	19.62	1432	0.00	0	723	510
7	1.73	0.45	1494	1388	23.76	1270	0.00	0	641	559
8	1.52	0.47	1549	1226	28.03	1082	0.00	0	546	576
9	1.28	0.49	1621	1031	32.48	870	0.00	0	439	554
10	0.99	0.52	1716	800	37.16	637	0.00	0	321	483
11	0.65	0.56	1845	523	42.15	388	0.00	0	195	351
12	0.24	0.61	2027	191	47.57	129	0.00	0	65	141



## Verifiche di Resistenza Strutturale

Si riporta l'esito delle verifiche di resistenza condotte per il muro in esame, secondo le relative basi teoriche riportate nel capitolo di pertinenza.

### Verifica Armature

Verifica	h	M	N	c	A <sub>s</sub>	c'	A' <sub>s</sub>	λ	T	E
Mensola Fond. Esterna (VFe)	30	1027	0	4.0	6.79	4.0	6.79	6.30	3625	V
Mensola Fond. Interna (VFi)	30	-637	0	4.0	6.79	4.0	6.79	10.15	-2394	V
Parete al Piede (V0)	25	1761	1794	4.0	4.52	4.0	4.52	2.29	2224	V
Parete ad 1/3 H (V1)	25	523	1074	4.0	4.52	4.0	4.52	8.64	1106	V
Parete a 2/3 H (V2)	25	87	490	4.0	4.52	4.0	4.52	82.89	365	V

## Verifiche allo Stato Limite di Esercizio

Si riporta l'esito delle verifiche condotte per il muro in esame, secondo le relative basi teoriche riportate nel capitolo di pertinenza.

### Spinte e Forze sul Muro

S <sub>a</sub>	S <sub>c</sub>	S <sub>q</sub>	S <sub>w</sub>	S <sub>p</sub>	S <sub>pm</sub>	W <sub>M</sub>	W <sub>T</sub>	W <sub>F</sub>
1996	--	457	0	191	19	1218	2141	937

### Verifiche di Tensione

Verifica	M	N	σ <sub>c</sub>	σ <sub>s</sub>	λ <sub>c</sub>	λ <sub>s</sub>	E
Mensola Fond. Esterna (VFe)	749	0	10	476	11.33	7.57	V
Mensola Fond. Interna (VFi)	-494	0	7	314	17.19	11.47	V
Parete al Piede (V0)	1263	1677	29	1679	3.86	2.14	V
Parete ad 1/3 H (V1)	418	1037	10	613	11.68	5.87	V
Parete a 2/3 H (V2)	67	478	1	136	77.81	26.43	V

### Verifiche di Fessurazione

Verifica	M	N	σ <sub>s</sub>	σ <sub>s, lim</sub>	λ	E
Mensola Fond. Esterna (VFe)	749	0	476	2800	5.88	V
Mensola Fond. Interna (VFi)	-494	0	314	2800	8.92	V
Parete al Piede (V0)	1263	1677	1679	2800	1.67	V
Parete ad 1/3 H (V1)	418	1037	613	2800	4.57	V
Parete a 2/3 H (V2)	67	478	136	2800	20.56	V

Riguardo alle verifiche di deformazione, per il muro in esame, il valore massimo del Cedimento Elastico in Fondazione è pari a **0.06 cm**.

**Il Tecnico**

## Accorgimenti Costruttivi

Si riportano di seguito le prescrizioni riguardanti particolari accorgimenti costruttivi in fase di esecuzione delle opere di sostegno.

### Drenaggio dei muri

I muri di sostegno, dopo la loro realizzazione, necessitano di un terrapieno a monte, la cui quantità dipende dalla forma della scarpata e dalle dimensioni geometriche del muro.

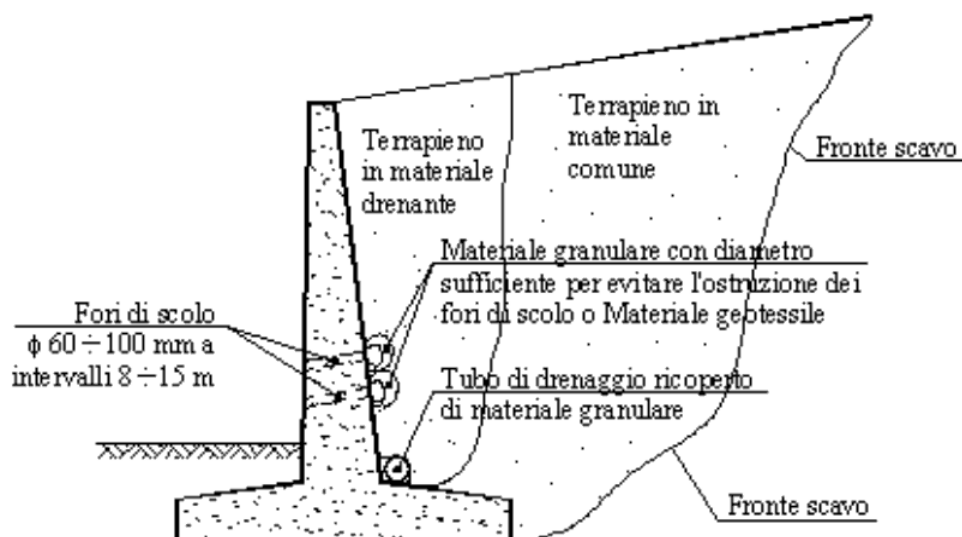
Considerato che dietro il muro, l'accumulo di acqua fa aumentare notevolmente il peso specifico del terreno (quindi, la pressione laterale agente sul muro), risulta necessario rivolgere particolare attenzione al materiale impiegato ed alle modalità esecutive del terrapieno posizionato a monte del muro.

È opportuno, quindi, realizzare un sistema di drenaggio, capace di ridurre al minimo o, quanto meno, di abbattere il valore della spinta dovuta alla pressione dell'acqua nel terreno, realizzando dei fori di drenaggio, lungo il muro, e mediante riempimento di terreni dotati di elevata permeabilità, come il materiale lapideo con un'opportuna scelta della pezzatura.

Il sistema di drenaggio migliore, ma che comporta dei costi maggiori, consiste nel predisporre opportunamente dreni orizzontali o sub-orizzontali, i quali riducono notevolmente la spinta dell'acqua.

I dreni verticali posizionati a tergo del muro, più semplici da realizzare, si limitano invece a ridurre sensibilmente il valore della spinta dell'acqua. Affinché essi funzionino correttamente, non devono essere contaminati da altro materiale impermeabile o a bassa permeabilità e devono essere a contatto con l'aria attraverso dei tubi aventi sezione e pendenza sufficienti a favorire lo smaltimento di acqua e sedimenti.

Qualunque sia il sistema di drenaggio utilizzato, si deve considerare il problema della collocazione di materiale filtrante, tipo geotessile, sopra i fori dal lato del terrapieno, in maniera da evitare la fuoriuscita del materiale fino, che comporta il ricoprimento degli stessi fori, non permettendo più la fuoriuscita dell'acqua a tergo del muro.



Particolare attenzione deve essere posta nell'esecuzione di muri realizzati in zone con temperature rigide, dato che l'acqua, presente nel terrapieno, può gelare e produrre spinte laterali e spostamenti considerevoli, oltre i limiti di danno, e non più recuperabili quando il ghiaccio si scioglie.

Per le altre prescrizioni in fase di esecuzione lavori si richiamano le disposizioni della normativa NTC 2018 (Circ. Appl. n.7 del 2019).

# **CALCOLO MURO DI RECINZIONE**

*su Via delle Sirene*

## INTRODUZIONE

La seguente relazione tecnica ha lo scopo di verificare la struttura del muro di recinzione previsto nell'ambito del progetto. Il muro sarà realizzato in calcestruzzo armato con una altezza di circa 300 cm.

## NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si utilizza il metodo degli stati limite.

- D.M. 17 Gennaio 2018
- Circolare n. 7 del 21 Gennaio 2019

Nelle verifiche agli stati limite ultimi si distinguono:

- lo stato limite di equilibrio come corpo rigido: EQU
- lo stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione: STR
- lo stato limite di resistenza del terreno: GEO

Le tabelle seguenti, forniscono i valori dei coefficienti parziali delle azioni da assumere per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche agli stati limite ultimi.

Per le verifiche nei confronti dello stato limite ultimo di equilibrio come corpo rigido (EQU) si utilizzano i coefficienti parziali  $\gamma_F$  relativi alle azioni riportati nella colonna EQU.

Nelle verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) e geotecnici (GEO) si possono adottare, in alternativa, due diversi approcci progettuali.

Nel caso specifico viene utilizzato l'Approccio 2, per il quale si impiega un'unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali definiti per le azioni (A), per la resistenza dei materiali (M) e, eventualmente, per la resistenza globale (R). In tale approccio, per le azioni si impiegano i coefficienti  $\gamma_F$  riportati nella colonna A1.

**Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU**

		Coefficiente $\gamma_F$	EQU	A1	A2
Carichi permanenti $G_1$	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	$\gamma_{Q1}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Nella Tab. 2.6.I il significato dei simboli è il seguente:

$\gamma_{G1}$  coefficiente parziale dei carichi permanenti  $G_1$ ;

$\gamma_{G2}$  coefficiente parziale dei carichi permanenti non strutturali  $G_2$ ;

$\gamma_{Q1}$  coefficiente parziale delle azioni variabili Q.

In generale, detto  $R_d$  l'effetto delle azioni resistenti ed  $S_d$  quello delle sollecitanti, per le verifiche deve essere verificata la condizione:

$$R_d > S_d$$

Definito l'indice di resistenza  $I.R. = R_d / S_d$ , deve risultare, per ciascuno Stato Limite,  $I.R. > 1$ .

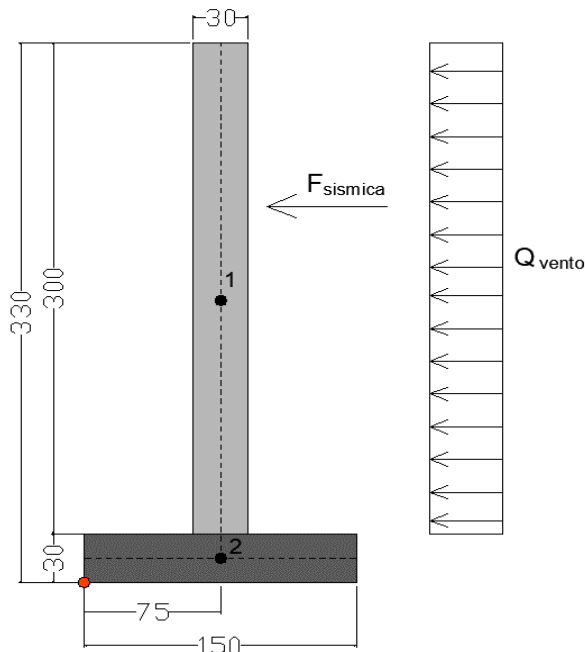
## MATERIALI UTILIZZATI

Calcestruzzo di classe C25/30

Acciaio d'armatura B450C

## GEOMETRIA MURO

I calcoli si riferiscono ad una porzione di muro di lunghezza pari ad 1,00 m.



Elemento	B (m)	H (m)	L (m)	V (mc)	y (kg/mc)	W (kg)	e (m)	M <sub>stab</sub> (kgm)
1	0,30	3,00	1,00	0,90	2500	2250	0,75	1687,5
2	1,50	0,30	1,00	0,45	2500	1125	0,75	843,75
<b>M<sub>stab</sub> =</b>								<b>2531,25</b>

## CARICHI AGENTI

### Carico vento

$$Q_{\text{vento}} = 85 \text{ kg/mq}$$

$$q_{\text{vento}} = 85 \text{ kg/m (su una fascia di un metro)}$$

$$h = 3,00 \text{ m}$$

$$M_{\text{vento}} = q_v \times l^2 / 2 = 382,5 \text{ kgm}$$

### Azione sismica

$$W = \text{massa sismica} = 2250 \text{ kg}$$

$$F_{\text{sismica}} = 730 \text{ kg (come da calcolo allegato)}$$

$$h = 3,00 \text{ m}$$

$$M_{\text{sisma}} = F_s \times 2/3h = 1460,00 \text{ kgm}$$

### Momento massimo agente

$$M_{ed} = \max(M_{\text{vento}}, M_{\text{sisma}}) = 1460,00 \text{ kgm}$$



## VERIFICA A RIBALTAMENTO

La verifica deve essere effettuata nei confronti dello stato limite limite SLU di equilibrio (EQU)

$$M_{stab} = 2531,25 \text{ kgm} \times \begin{matrix} Y_q \text{ (azione favorevole)} \\ 0,9 \end{matrix} = 2278,13 \text{ kgm}$$

$$M_{ribalt} = 1460,00 \text{ kgm} \times \begin{matrix} Y_q \text{ (azione sfavorevole)} \\ 1,1 \end{matrix} = 1606,00 \text{ kgm}$$

$$I.R. = \frac{M_{stab}}{M_{ribalt}} = \frac{2278,13}{1606,00} = 1,42 > 1 \quad \text{VERIFICA}$$

## VERIFICA A SCORRIMENTO

La verifica deve essere effettuata nei confronti dello stato limite limite SLU geotecnico (GEO) seguendo l'approccio 2 (A1+M1+R3).

$$F_{ed} = F_{orizz,max} = 730 \text{ kg} \times \begin{matrix} Y_q \text{ (azione sfavorevole)} \\ 1,3 \end{matrix} = 949 \text{ kg}$$

$$W_{tot} = 3375 \text{ kg}$$

$$\text{Angolo terreno } \phi = 20$$

$$\text{Angolo attrito terra/muro } \alpha = 13,3$$

$$\text{Coefficiente di sicurezza (R3) per scorrimento } \gamma_R = 1,1$$

$$F_{rd} = W_{tot} * \tan \alpha = 3252,8 \text{ kg} \times \begin{matrix} Y_q \text{ (azione sfavorevole)} \\ 1 \end{matrix} = 3252,80 \text{ kg}$$

$$I.R. = \frac{F_{rd}}{F_{ed} \gamma_R} = \frac{3252,8}{1044} = 3,12 > 1 \quad \text{VERIFICA}$$

## VERIFICA CAPACITA' PORTANTE

La verifica deve essere effettuata nei confronti dello stato limite limite SLU geotecnico (GEO) seguendo l'approccio 2 (A1+M1+R3).

$$V_{ed} = W_{tot} = 3252,8 \text{ kg} \times \begin{matrix} Y_q \text{ (azione sfavorevole)} \\ 1,3 \end{matrix} = 4229 \text{ kg}$$

$$F_{ed} = F_{orizz,max} = 730 \text{ kg} \times \begin{matrix} Y_q \text{ (azione sfavorevole)} \\ 1,3 \end{matrix} = 949 \text{ kg}$$

$$\text{Coefficiente di sicurezza (R3) per cap. portante } \gamma_R = 2,3$$

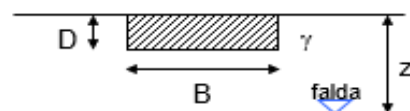
### 1 - Caratteristiche e tipologia fondale:

Base=	1,50	[ m ]
Lungh=	1,00	[ m ]
Profond=	0,30	[ m ]
ecc <sub>B</sub> =	0,00	[ m ]
ecc <sub>L</sub> =	0,00	[ m ]
$\alpha$ =	0,00	[ ° ]

H=	1000,00	[ kg ]
V=	4300,00	[ kg ]

H parallelo  
a L o B

**B**



2 - Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione:

$\gamma =$	1900,00	[ kg / m <sup>3</sup> ]	Falda Z =	0	[ m ]
$\phi =$	20	[ ° ]			
$\delta =$	13	[ ° ]	Presenza della falda:	NO	
$c =$	0,20	[ kg / cm <sup>2</sup> ]			
$K_p =$	2,040		Fattore di sicurezza =	2,3	
$ca =$	0,00	[ kg / cm <sup>2</sup> ]			
$\beta =$	0,00	[ ° ]			

3 - Metodo di calcolo proposto da **Terzaghi** ( 1943 ):

Fond. Tipo: **Nastriforme**

$N_q =$	7,439		$Q =$	72.561,01	[ kg ]	capacità portante
$N_c =$	17,690		$Q_{ult} =$	4,84	[ kg / cm <sup>2</sup> ]	
$N_\gamma =$	6,143		$Q_{amm} =$	2,10	[ kg / cm <sup>2</sup> ]	

4 - Metodo di calcolo proposto da **Meyerhof** ( 1963 ):

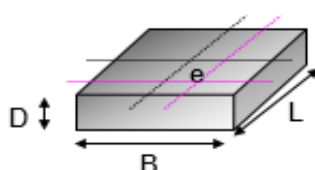
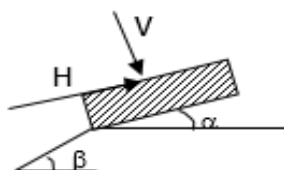
$N_q =$	6,399		$Q =$	91.425,79	[ kg ]	capacità portante
$N_c =$	14,835		$Q_{ult} =$	6,10	[ kg / cm <sup>2</sup> ]	
$N_\gamma =$	2,871		$Q_{amm} =$	2,65	[ kg / cm <sup>2</sup> ]	

5 - Metodo di calcolo proposto da **Brinch - Hansen** :

$N_q =$	6,399		$Q =$	99.725,79	[ kg ]	capacità portante
$N_c =$	14,835		$Q_{ult} =$	6,65	[ kg / cm <sup>2</sup> ]	
$N_\gamma =$	5,386		$Q_{amm} =$	2,89	[ kg / cm <sup>2</sup> ]	

6 - Metodo di calcolo secondo l'**Eurocodice 7** ( **Metodo EC7** ):

$N_q =$	6,399		$Q =$	109.462,33	[ kg ]	capacità portante
$N_c =$	14,835		$Q_{ult} =$	7,30	[ kg / cm <sup>2</sup> ]	
$N_\gamma =$	3,930		$Q_{amm} =$	3,17	[ kg / cm <sup>2</sup> ]	



$Q_{amm,min} = 2,10$  kg/cm<sup>2</sup>  
 $Q_{ed} = 0,28$  kg/cm<sup>2</sup>

$$I.R. = \frac{Q_{amm}}{Q_{ed}} = \frac{2,10}{0,28} = 7,45 > 1 \quad \text{VERIFICA}$$

## VERIFICA DI RESISTENZA

La verifica deve essere effettuata nei confronti dello stato limite limite SLU della struttura (STRU)

$\gamma_q$  (azione sfavorevole)

$$M_{ed} = 1460,00 \text{ kgm} \times 1,5 = 2190 \text{ kgm}$$

Vista la scelta architettonica di creare un fascia incavata di circa 5 cm nella parte bassa del muro, si è ridotto lo spessore effettivo del muro di 5 cm ai fini delle verifiche di resistenza.

Il muro sarà armato con barre  $\varnothing 10/20$  cm (lato interno e lato esterno) e copriferro 4 cm.

Verifica C.A. S.L.U. - File: Muro di recinzione

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

**Titolo:** MURO DI RECINZIONE

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	25

N°	As [cm²]	d [cm]
1	3,93	4
2	3,93	21

**Sollecitazioni**  
S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
M<sub>xEd</sub> 21,90 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0

**P.to applicazione N**  
Centro Baricentro cls  
Coord. [cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
B450C C25/30  
ε<sub>su</sub> 67,5 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
f<sub>yd</sub> 391,3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3,5 ‰  
E<sub>s</sub> 200.000 N/mm² f<sub>cd</sub> 14,17 ‰  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0,8  
ε<sub>syd</sub> 1,957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 9,75  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0,6  
τ<sub>c1</sub> 1,829

M<sub>xRd</sub> 34,87 kNm  
σ<sub>c</sub> -14,17 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 391,3 N/mm²  
ε<sub>c</sub> 3,5 ‰  
ε<sub>s</sub> 24,64 ‰  
d 21 cm  
x 2,612 x/d 0,1244  
δ 0,7

**Metodo di calcolo**  
S.L.U.+ S.L.U.-  
Metodo n

**Tipo flessione**  
Retta Deviata

N° rett. 100  
Calcola MRd Dominio M-N  
L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello

☐ Precompresso

**Dominio M-N**

File

**MURO DI RECINZIONE**

**Sollecitazioni**

N.	N [kN]	M [kNm]
1	0	21,9

Aggiunge

Valori Infittisci punti

$$M_{ed} = 2190 \text{ kgm} = 21,9 \text{ kN/m}$$

$$M_{rd} = 3487 \text{ kgm} = 34,87 \text{ kN/m}$$

$$I.R. = \frac{M_{rd}}{M_{ed}} = 1,59 > 1 \quad \text{VERIFICA}$$

# CALCOLO FORZA SISMICA PER MURO DI RECINZIONE

## DETERMINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

### CARATTERISTICHE DEL FABBRICATO

Altezza	H	3,00 m
Numero di Piani	n	1
Peso totale della struttura	W	22,50 kN

	$z_i$ (m)	$W_i$
Piano primo	3,00 m	22,50 kN


### PARAMETRI SISMICI DEL SITO

Indirizzo

SS84: Lat 36.782804 - Lng 14.562739

SS84: Lat 36.783879 - Lng 14.563557

Mappa Satellite



Visualizza vertici della maglia di appartenenza

#### Stati limite

Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e soc...

Vita Nominale 50

Interpolazione Media ponderata

**CU = 1**

Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$	$T_c^*$ [s]
Operatività (SLO)	30	0.025	2.427	0.205
Danno (SLD)	50	0.033	2.536	0.244
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.119	2.384	0.437
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.176	2.365	0.506

Periodo di riferimento per l'azione sismica: 50

Dati ricavati dal sito: [geoapp.eu/parametrisismici2018/](http://geoapp.eu/parametrisismici2018/)

Acc. orizzontale riferita al suolo rigido, adimensionalizzata	$a_g/g$	0,119 (g)
Coefficiente di amplificazione spettrale	$F_0$	2,384
Periodo di inizio tratto a velocità costante	$T_c^*$	0,437 s
Tipo Costruzione	Struttura a telaio in calcestruzzo	

Fattore di Struttura "q"	q	1
Categoria di Sottosuolo	Ss	B
Categoria topografica	St	T1

Coefficiente per la definizione del periodo fondamentale	$C_1$	0,075
--	-------	-------

Accelerazione di gravità	<b>g</b>	9,81 m/s <sup>2</sup>
Accelerazione su suolo rigido	<b>a<sub>g</sub></b>	1,167 m/s <sup>2</sup>
Coefficiente di amplificazione topografica	<b>S<sub>T</sub></b>	1,000
Coefficiente di amplificazione stratigrafica	<b>S<sub>S</sub></b>	1,200
Prodotto S <sub>S</sub> *S <sub>T</sub>	<b>S</b>	1,200
Coefficiente funzione della categoria di sottosuolo	<b>C<sub>c</sub></b>	1,298
Periodo del tratto ad accelerazione costante	<b>T<sub>B</sub></b>	0,189 s
Periodo del tratto a velocità costante	<b>T<sub>C</sub></b>	0,567 s
Periodo del tratto a spostamento costante	<b>T<sub>D</sub></b>	2,076 s
Coefficiente di smorzamento viscoso	<b>ξ</b>	5
Coefficiente di correzione per smorzamento viscoso diverso dal 5%	<b>η</b>	1
Inverso del fattore di struttura	<b>1/q</b>	1,000
Aliquota della massa partecipante al primo modo	<b>λ</b>	1,00

## ANALISI STATICA LINEARE

Pseudoaccelerazione	<b>S<sub>e</sub>(T<sub>1</sub>)</b>	3,15 m/s <sup>2</sup>	0,321 (g)
Accelerazione di progetto	<b>S<sub>d</sub>(T<sub>1</sub>)</b>	3,15 m/s <sup>2</sup>	0,321 (g)

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

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

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

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

### Risultati Analisi statica lineare:

Periodo fondamentale della struttura	<b>T<sub>1</sub></b>	0,171 s
Taglio alla base della struttura	<b>F<sub>h</sub></b>	7,234 kN

La forza da applicare a ciascuna massa della costruzione è data dalla formula seguente:

$$F_i = F_h \cdot z_i \cdot W_i / \sum_j z_j W_j$$

dove:

$$F_h = S_d(T_1) \cdot W \cdot \lambda / g$$

**F<sub>i</sub>** è la forza da applicare alla massa i-esima;

**W<sub>i</sub>** e **W<sub>j</sub>** sono i pesi, rispettivamente, della massa i e della massa j;

**z<sub>i</sub>** e **z<sub>j</sub>** sono le quote, rispetto al piano di fondazione (v. § 3.2.3.1), delle masse i e j;

**S<sub>d</sub>(T<sub>1</sub>)** è l'ordinata dello spettro di risposta di progetto definito al § 3.2.3.5;

**W** è il peso complessivo della costruzione;

LIVELLO	z <sub>i</sub> (m)	W <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> ·z <sub>i</sub>	F <sub>i</sub> (kN)
Piano primo	3,00 m	23 kN	68 kNm	7,234 kN







