



Sensibilité du document / Sensibilità del documento			
NON SENSIBLE		SENSIBLE	
<input checked="" type="checkbox"/> SSI-CO Publique Publica	<input type="checkbox"/> SSI-C1 Réserve Riservato	<input type="checkbox"/> SSI-C2 Confidentielle Confidenziale	<input type="checkbox"/> SSI-C3 Secrète Segreta

**NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE  
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE  
CUP C11J05000030001**

**ÉTUDES D'EXECUTION – PROGETTO ESECUTIVO**

**Élaboration des études d'exécution unitaire des ouvrages nécessaires à la réalisation des installations des chantiers opérationnels aux travaux du 1er lot constructif**

**Attività di progettazione esecutiva unitaria delle opere necessarie alla realizzazione delle cantierizzazioni dei Cantieri operativi relativi ai lavori del 1° Lotto Costruttivo**

**CHANTIERS – CO03 et CO04 - MADDALENA – Général  
Maddalena Est – Mur de soutènement (n.2) – Note de calcul**

**CANTIERIZZAZIONI – CO03 e CO04 - MADDALENA – Generale  
Maddalena Est – Muro di sostegno (n.2) – Relazione di calcolo**

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Elaborato da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	08/07/2021	Première diffusion / Prima consegna	G. SILIPO	M. PEPE	V. PEISINO
A	03/09/2021	Révision suite aux commentaires TELT Revisione a seguito commenti TELT	G. SILIPO	M. PEPE	V. PEISINO
B	02/11/2021	Révision suite aux commentaires TELT Revisione a seguito commenti TELT	G. SILIPO	M. PEPE	V. PEISINO
C	25/11/2021	Révision suite aux commentaires TELT Revisione a seguito commenti TELT	G. SILIPO	M. PEPE	V. PEISINO

0	4	0	2	0	8	0	9	1	0	C	N	2	4	A	1
Cantieri Operativo Chantier Opérationnel				Contratto Contrat				Opera Ouvrage				Tratta Tronçon	Parte Partie		

E	R	E	G	N	1	0	2	1	C
Fase Phase	Tipo documento Type of document	Objet Objet		Numero documento Numéro de document			Indice		

**I. G. INGEGNERIA GEOTECNICA s.r.l.**  
Dott. Ing. Valter PEISINO  
ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI CUNEO  
n° 753

Scala / Echelle

A P  
Stato / Statut

Il progettista / Le designer  
**IG INGEGNERIA GEOTECNICA s.r.l.**  
Via Assolombarda, 20 - 10127 Torino  
Tel. : +33 (0)4.79.68.56.50 - Fax : +33 (0)4.79.68.56.75  
E-mail : ig@ingegneriag.it  
Valter PEISINO Ingegnere

L'appaltatore / L'entrepreneur

Il Direttore dei Lavori / Le Maître d'Oeuvre



## INDICE

1. INTRODUZIONE.....	6
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	10
3. INQUADRAMENTO GEOTECNICO SISMICO .....	12
4. NORMATIVA .....	13
5. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	14
6. ANALISI DEI CARICHI .....	16
6.1 CARICHI DI CANTIERE.....	16
6.2 URTO SU BARRIERA METALLICA .....	16
7. RICHIAMI TEORICI.....	17
7.1 CALCOLO DELLA SPINTA SUL MURO.....	17
7.1.1 METODO DI CULMANN.....	17
7.1.2 SPINTA IN PRESENZA DI FALDA.....	18
7.1.3 SPINTA IN PRESENZA DI SISMA.....	18
7.2 VERIFICA A RIBALTAMENTO .....	20
7.3 VERIFICA A SCORRIMENTO .....	21
7.4 VERIFICA AL CARICO LIMITE .....	22
7.5 VERIFICA ALLA STABILITÀ GLOBALE.....	25
8. DATI .....	26
8.1 MATERIALI .....	26
8.2 GEOMETRIA PROFILO TERRENO A MONTE DEL MURO.....	27
8.3 GEOMETRIA MURO.....	28
8.3.1 GEOMETRIA PARAMENTO E FONDAZIONE .....	28
8.4 DESCRIZIONE TERRENI .....	29
8.5 STRATIGRAFIA.....	30
8.6 CONDIZIONI DI CARICO.....	31
8.7 NORMATIVA.....	33
8.8 DESCRIZIONE COMBINAZIONI DI CARICO.....	34
8.9 DATI SISMICI .....	41
9. OPZIONI DI CALCOLO.....	42
10. RISULTATI PER INVILUPPO .....	44
10.1 SPINTA E FORZE .....	44

---

10.2	RISULTANTI GLOBALI .....	46
10.3	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	47
10.3.1	QUADRO RIASSUNTIVO COEFF. DI SICUREZZA CALCOLATI .....	47
10.3.2	VERIFICA A SCORRIMENTO FONDAZIONE .....	48
10.3.3	VERIFICA A CARICO LIMITE .....	49
10.3.3.1	DETTAGLI CALCOLO PORTANZA .....	49
10.3.4	VERIFICA A RIBALTAMENTO .....	50
10.3.5	VERIFICA STABILITÀ GLOBALE MURO + TERRENO.....	50
10.3.5.1	DETTAGLI STRISCE VERIFICHE STABILITÀ .....	51
10.4	SOLLECITAZIONI .....	53
10.4.1	PARAMENTO .....	53
10.4.2	FONDAZIONE .....	55
10.5	VERIFICHE STRUTTURALI .....	57
10.5.1	VERIFICHE A FLESSIONE .....	57
10.5.1.1	PARAMENTO .....	57
10.5.1.2	FONDAZIONE .....	58
10.5.2	VERIFICHE A TAGLIO .....	60
10.5.2.1	PARAMENTO .....	60
10.5.2.2	FONDAZIONE .....	61
10.6	VERIFICA DELLE TENSIONI.....	63
10.6.1	COMBINAZIONI SLER .....	64
10.6.1.1	PARAMENTO .....	64
10.6.1.2	FONDAZIONE .....	65
10.6.2	COMBINAZIONI SLEF.....	65
10.6.2.1	PARAMENTO .....	65
10.6.2.2	FONDAZIONE .....	66
10.6.3	COMBINAZIONI SLEQ.....	68
10.6.3.1	PARAMENTO .....	68
10.6.3.2	FONDAZIONE .....	69
10.7	VERIFICA A FESSURAZIONE .....	70
10.7.1	COMBINAZIONI SLEF.....	70
10.7.1.1	PARAMENTO .....	70
10.7.1.2	FONDAZIONE .....	71
10.7.2	COMBINAZIONI SLEQ.....	73

10.7.2.1	PARAMENTO .....	73
10.7.2.2	FONDAZIONE .....	74
11.	DICHIARAZIONI SECONDO N.T.C. 2018 (PUNTO 10.2) .....	75

## RESUME / RIASSUNTO

Ce rapport décrit le dimensionnement structurel et géotechnique du mur dit « Mur 2 » présent dans la zone du site de la Maddalena.

Le mur est fonctionnel pour supporter le niveau ACM - 4 a

Questa relazione tratta del dimensionamento strutturale e geotecnico del muro denominato “Muro 2” presente all’interno dell’area di cantiere della Maddalena.

Il muro è funzionale al sostegno del livello ACM – 4 a

## 1. INTRODUZIONE

Questa relazione tratta del dimensionamento strutturale e geotecnico del muro denominato “Muro 2” presente all’interno dell’area di cantiere della Maddalena.

Il muro separa il piazzale superiore ACM - 4a da quello inferiore ACM – 4b e dalle quote dei due piazzali (rispettivamente +659 m s.l.m. e +656.1 m s.l.m.) viene definito presentando un’altezza, fuori terra, costante di 2.9 m .

Il calcolo riportato nella Relazione, e di conseguenza il progetto del muro, fanno riferimento all'altezza massima del muro stesso

Si riportano, di seguito, degli stralci dell’elaborato 040\_2080910\_CN24A\_1\_E\_PL\_GN\_1022

KEY PLAN

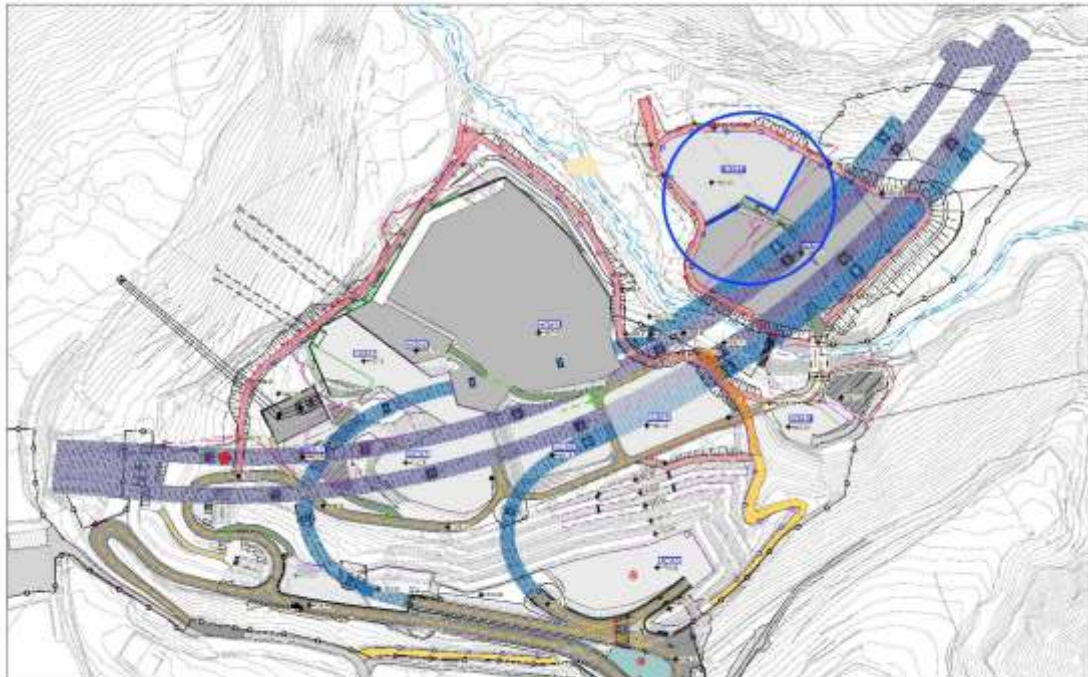


Figura 1 – Inquadramento Muro 2

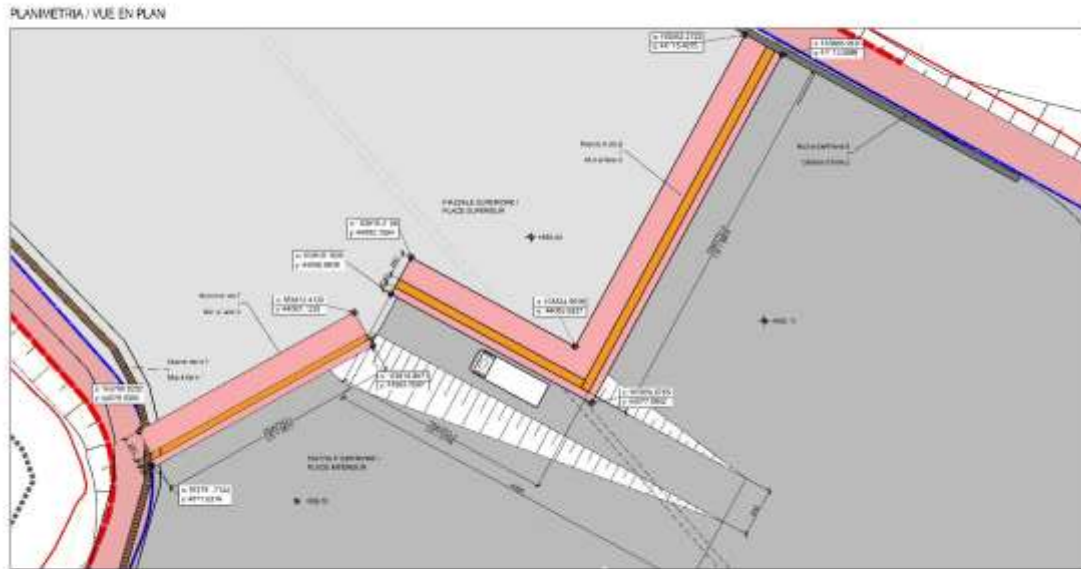


Figura 2 – Planimetria Muro 2

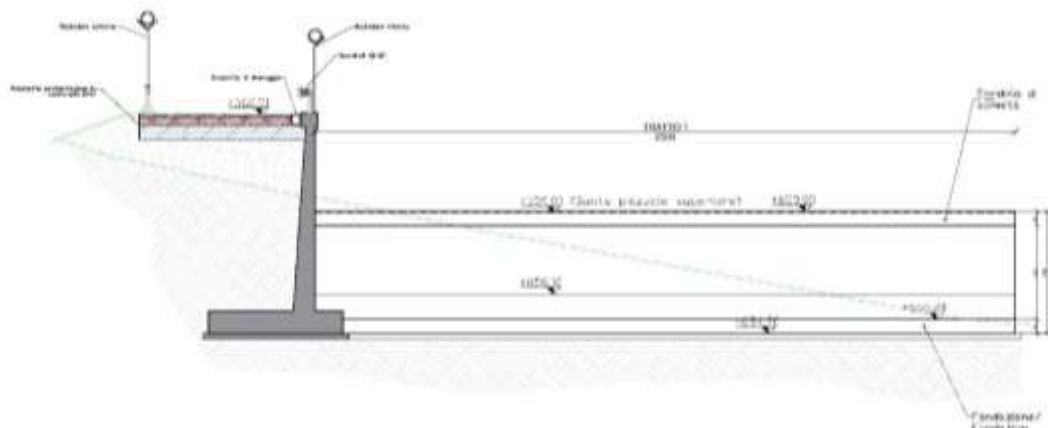


Figura 3 – Sviluppata Muro 2, tratto 1

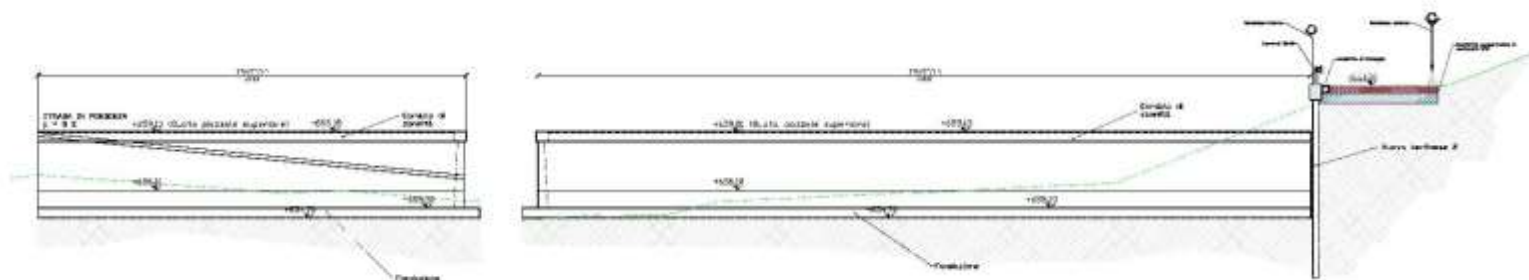
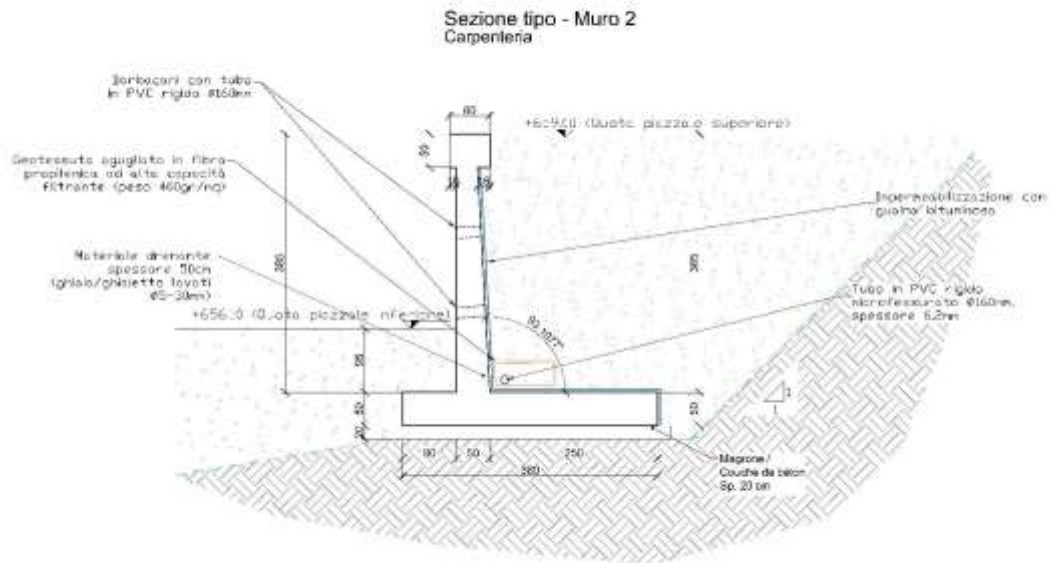


Figura 4 – Sviluppata Muro 2, tratti 2 e 3





**Figura 5 – Carpenteria Muro 2**

## 2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Si riportano nel seguito i principali documenti di riferimento:

- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_RE\_GN\_1002 Relazione Geotecnica-sismica
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_PL\_GN\_1003 Planimetria area di cantiere
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_PL\_GN\_1004 Planimetria area di cantiere su ortofoto
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_PL\_GN\_1005 Sezioni di cantiere 1/2
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_PL\_GN\_1006 Sezioni di cantiere 1/2
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_PL\_GN\_1007 Viabilità perimetrale Maddalena - Planimetria generale
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_PL\_GN\_1008 Viabilità perimetrale Maddalena - Planimetria di tracciamento
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_PF\_GN\_1009 Viabilità perimetrale Maddalena Ovest - Tratto Nord - Profilo longitudinale
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_PF\_GN\_1010 Viabilità perimetrale Maddalena Est - Profilo longitudinale
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_PF\_GN\_1011 Viabilità perimetrale Maddalena Ovest - Rampe - Profili longitudinali
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_PF\_GN\_1012 Viabilità perimetrale Maddalena Ovest - Piazzali - Profili longitudinali
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_SE\_GN\_1013 Viabilità perimetrale Maddalena Ovest - Tratto Nord - Sezioni 1/2
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_SE\_GN\_1014 Viabilità perimetrale Maddalena Ovest - Tratto Nord - Sezioni 2/2
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_SE\_GN\_1015 Viabilità perimetrale Maddalena Est - Sezioni 1/2
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_SE\_GN\_1016 Viabilità perimetrale Maddalena Est - Sezioni 2/2
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_SE\_GN\_1017 Viabilità perimetrale Maddalena Ovest - Rampe - Sezioni
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_SE\_GN\_1018 Viabilità perimetrale Maddalena - Piazzali - Sezioni
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_RE\_GN\_1019 Maddalena Est - Muro di sostegno n.1 - Relazione di calcolo
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_PL\_GN\_1020 Maddalena Est - Muro di sostegno n.1 - Planimetria
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_RE\_GN\_1021 Maddalena Est - Muro di sostegno n.2 tra i due piazzali - Relazione di calcolo
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_PL\_GN\_1022 Maddalena Est - Muro di sostegno n. 2 tra i due piazzali - Planimetria, Sezione e armature
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_RE\_GN\_1023 Maddalena Ovest - Muro di sostegno n 3 Piazzale nuova cabina elettrica - Relazione di calcolo
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_PL\_GN\_1024 Maddalena Ovest - Muro di sostegno n 3 Piazzale nuova cabina elettrica - Planimetria, Sezione e armature
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_RE\_GN\_1025 Maddalena Ovest - Muro di sostegno n 4 Duna di protezione - Relazione di calcolo
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_PL\_GN\_1026 Maddalena Ovest - Muro di sostegno n 4 Duna di protezione - Planimetria, Sezione e armature

- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_RE\_GN\_1027 Berlinese n.1 - Relazione di calcolo
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_PL\_GN\_1028 Berlinese n.1 – Pianta e Sviluppata
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_PL\_GN\_1029 Berlinese n.1 – Sezioni Tipo e Particolari
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_PL\_GN\_1030 Parcheggio area Colombera - Planimetria e sezione trasversale
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_PL\_GN\_1031 Parcheggio area Colombera - Planimetria e sezione trasversale su ortofoto
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_PL\_GN\_1032 Parcheggio area Colombera, viabilità dettagli e finiture
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_PL\_GN\_1033 Parcheggio area Colombera - Planimetria e sezione delle occupazioni in fascia B
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_RE\_GN\_1035 Berlinese n.2 - Relazione di calcolo
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_PL\_GN\_1036 Berlinese n.2 - Pianta e Sviluppata
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_PL\_GN\_1037 Berlinese n.2 - Sezioni Tipo e Particolari
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_RE\_GN\_1038 Berlinese n.3 - Relazione di calcolo
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_PL\_GN\_1039 Berlinesi n.3 - Pianta e Sviluppata
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_PL\_GN\_1040 Berlinesi n.3 - Sezioni Tipo e Particolari
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_RE\_GN\_1041 Berlinese n.4 - Relazione di calcolo
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_PL\_GN\_1042 Berlinesi n.4 – Pianta e Sviluppata
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_PL\_GN\_1043 Berlinesi n.4 - Sezioni Tipo e Particolari
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_PL\_GN\_1044 Maddalena Ovest - Muro di sostegno n 4 Duna di protezione - Particolari
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_PL\_GN\_1045 Maddalena Est - Muro di sostegno n.1 - Sviluppata
- 040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_PL\_GN\_1046 Maddalena Est - Muro di sostegno n.1 - Sezioni e armature

### 3. INQUADRAMENTO GEOTECNICO SISMICO

Come definito nella Relazione Geotecnica Sismica elab "040\_2080910\_CN24\_A\_1\_E\_RE\_GN\_1002", risultano individuate le seguenti unità principali:

- DEPOSITI ALLUVIONALI DI CONOIDE ALLUVIONALE/MISTO ("AL"): Sono costituiti da depositi misti di limi sabbiosi e sabbie limose con ghiaia, ghiaie con ciottoli, sabbie ghiaiose e livelli di ciottoli in matrice limoso-sabbiosa. All'interno si rinvencono locali blocchi e trovanti lapidei derivanti dall'erosione del substrato roccioso. Tale unità occupa la porzione settentrionale della zona di progetto più prossima all'attuale corso del T. Clarea;
- COLTRI DETRITICO-COLLUVIALI ("CL"): Comprendono depositi detritici sciolti costituiti in prevalenza da sabbia medio fine limosa con ghiaia eterometrica da subarrotondata ad angolare e limi sabbiosi. Nell'ambito dell'area studiata includono, in parte, anche depositi rimaneggiati di probabile deposizione antropica;

Nella seguente tabella sono riepilogati per i terreni presenti alle profondità direttamente interessate, i parametri geotecnici caratteristici adottati per l'unità "G1".

Profondità (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$ [°]	$c'$ [kPa]	$E'$ [kPa]
0-10	20	30	0	80.000
>10	20	30	10	100.000

**Tabella 1: Parametri geotecnici per l'unità "G1"**

Per l'unità "AL", si adottano i parametri geotecnici caratteristici seguenti:

Profondità (m)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$ (°)	$c'$ (kPa)
0-10	20	29	0
>10	20	29	0

**Tabella 2: Parametri geotecnici per l'unità "AL"**

Il muro è fondato su terreni appartenenti all'unità AL

In applicazione di quanto disposto al Paragrafo 2.4.3 della NTC2018 e al Punto C2.4.3/Tabella C2.4.1 della Circolare 21.01.19 n° 7 C.S.LL.PP., considerando una vita nominale dell'opera  $\leq 10$  anni e una Classe d'uso  $C_u=II$ , il Periodo di riferimento VR risulta essere uguale a 35 anni.

## 4. NORMATIVA

In conformità con quanto adottato nel CCTP del CO34 e CO10, le Norme tecniche da adottare sono quelle relative al DM 17.01.2018 (NTC 2018)

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)
- Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7 - Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018

## 5. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario, esposte all'azione dell'ambiente, si devono adottare i provvedimenti atti a limitare gli effetti di degrado indotti dall'attacco chimico, fisico e derivante dalla corrosione delle armature.

Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si fa riferimento alle indicazioni contenute nelle: UNI 11104:2016, UNI EN 206-1:2016 e Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Ai fini di preservare le armature dai fenomeni di aggressione ambientale, dovrà essere previsto un idoneo copriferro; il suo valore, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice dell'armatura metallica più vicina, individua il cosiddetto "copriferro nominale".

Il copriferro nominale  $c_{nom}$  è somma di due contributi, il copriferro minimo  $c_{min}$  e la tolleranza di posizionamento  $h$ . Vale pertanto:  $c_{nom} = c_{min} + h$ .

Il copriferro minimo  $c_{min}$  sarà definito in funzione: delle condizioni ambientali, della classe di resistenza del cls della vita nominale dell'opera, secondo quanto specificato al punto C4.1.6.1.3 della " Circolare C.S.LL.PP. 21/01/2019 n.7".

La tolleranza di posizionamento delle armature  $h$ , per le strutture gettate in opera, può essere assunta pari ad almeno 10 mm. Nel seguito le assunzioni fatte per le varie situazioni affrontate.

- *Strutture a sviluppo orizzontale quali: Cordolo Testa Muro*
  - Classe di esposizione: XC4 - XF4<sup>1</sup>
  - rapporto a/c massimo: 0.45
  - Classe di Resistenza minima: 30/37
  - Contenuto minimo in cemento: 360 kg/m<sup>3</sup>
  - Consistenza: S4 - S5
  - contenuto minimo in aria: 4%
  - Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo
  - copriferro: 45 (molto aggressivo)+ 10 (tolleranza) + 0 (vita nominale 10 anni)  
→ 55 mm

---

<sup>1</sup> Essendo la struttura esposta all'aggressione derivante dai cicli di gelo-disgelo è necessario inglobare aria mediante un additivo aerante e il requisito più cogente in termini di classe di resistenza minima a compressione, in tal caso, è rappresentato da quello imposto dalla classe di esposizione XF4. La classe di resistenza minima a compressione prevista per la classe di esposizione XC4, infatti, essendo calcolata in assenza di aerante è sovrastimata rispetto a quella conseguibile con un rapporto a/c di 0.45 in quanto non tiene conto della penalizzazione delle proprietà meccaniche derivante dalla presenza del sistema di microbolle necessarie per rendere il calcestruzzo resistente al gelo ( si consideri un 5% di resistenza in meno per ogni 1% di contenuto d'aria: un cls con un contenuto d'aria del 4% resiste il 20% in meno di quanto resisterebbe in assenza dell'additivo e quindi prescrivere un cls con  $f_{ck}=30$  N/mm<sup>2</sup> e 4% aria è equivalente alla richiesta di un cls con  $f_{ck} = 30/0.8 = 37.5$  N/mm<sup>2</sup> senza aria aggiunta)

- *Strutture a sviluppo verticale quali: Paramento muro*
  - Classe di esposizione: XC4 – XF2
  - rapporto a/c massimo : 0.5; adottato 0.45
  - Classe di Resistenza minima: 25/30; adottato 30/37
  - Contenuto minimo in cemento: 340 kg/m<sup>3</sup>; adottato 360 kg/m<sup>3</sup>
  - Consistenza: S4 - S5
  - contenuto minimo in aria: 4%
  - Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo
  - copriferro: 30 (aggressivo)+ 10 (tolleranza) + 0 (vita nominale 10 anni) → 40 mm;
  
- *Fondazione Muro*
  - Classe di esposizione: XC2
  - rapporto a/c massimo: 0.60
  - Classe di Resistenza minima: 25/30
  - Contenuto minimo in cemento: 300 kg/m<sup>3</sup>
  - Consistenza: S4 - S5
  - copriferro: 20 (ordinario)+ 10 (tolleranza) + 0 (vita nominale 10 anni) → 30 mm; copriferro adottato: 40 mm
  
- *Magrone*
  - Classe di Resistenza minima: 12/15.;
  
- *Acciaio per armature:*
  - tondi singoli: B 450C
  - reti elettrosaldate: B 450C

I calcoli strutturali sono stati eseguiti utilizzando in elevazione e fondazione un cls di classe C28/35

## 6. ANALISI DEI CARICHI

### 6.1 Carichi di Cantiere

Sul piazzale a monte del muro è stato considerato un carico distribuito di 20 kPa a simulare l'eventuale movimentazione dei mezzi di cantiere

### 6.2 Urto su barriera metallica

Si fa riferimento alla tabella n.2.2 di seguito riportata che indica i valori "medi" della forza  $F$  trasmessa alle barriere in funzione della classe di contenimento e della deflessione.

Livello di contenimento	Energia cinetica kJ	Deflessione del lato verso il traffico m					
		0,1	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0
		Forza media $\bar{F}$ kN					
T1	6,2	16,8	9,3	5,8	4,2	3,3	2,7
T2	21,5	36,5	24,2	16,7	12,7	10,3	8,6
T3	36,6	46,7	33,8	24,7	19,4	16,0	13,6
N1	43,3	59,2	42,0	30,3	23,7	19,4	16,5
N2	81,9	112,0	79,4	57,2	44,7	36,7	31,1
H1	126,6	93,6	76,6	61,7	51,6	44,4	38,9
H2	287,5	133,0	116,8	100,4	88,1	78,5	70,8
H3	462,1	266,4	227,1	189,8	163,0	142,9	127,1
H4a	572,0	311,3	267,6	225,4	194,7	171,4	153,1
H4b	724,6	269,1	242,1	213,6	191,1	172,8	157,8

Tabella n.2.2 – Forza media in funzione del livello di contenimento e della deflessione

Generalmente, per passare dai valori medi, mediati nel tempo dell'urto, ai valori massimi, considerando i dati sperimentali da crash test, si ha un coefficiente moltiplicativo pari a 2.5 e pertanto, nel caso in oggetto, considerando una barriera H2, con deflessione pari a 0.1 m, si avrà:  $F_{max} = 2.5 \cdot 133.0 = 332.5$

Ai fini delle verifiche globali (ribaltamento, scorrimento e capacità portante) si assume che, a prescindere dal numero di montanti coinvolti nell'urto, la forza  $F_{max}$  si ripartisca uniformemente sul generico concio di lunghezza pari a 12m, ottenendo:

$$F \cong 27 \text{ kN/m}$$

$$M \cong 27 \text{ kN} \cdot \text{m/m}$$



## 7. RICHIAMI TEORICI

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

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

### 7.1 Calcolo della spinta sul muro

#### 7.1.1 Metodo di Culmann

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

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

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

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

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

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

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

### 7.1.2 Spinta in presenza di falda

Nel caso in cui a monte del muro sia presente la falda il diagramma delle pressioni sul muro risulta modificato a causa della sottospinta che l'acqua esercita sul terreno. Il peso di volume del terreno al di sopra della linea di falda non subisce variazioni. Viceversa al di sotto del livello di falda va considerato il peso di volume di galleggiamento

$$\gamma' = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$$

dove  $\gamma_{\text{sat}}$  è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e  $\gamma_w$  è il peso specifico dell'acqua. Quindi il diagramma delle pressioni al di sotto della linea di falda ha una pendenza minore. Al diagramma così ottenuto va sommato il diagramma triangolare legato alla pressione idrostatica esercitata dall'acqua.

### 7.1.3 Spinta in presenza di sisma

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

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

Detta  $\varepsilon$  l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e  $\beta$  l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta  $S'$  considerando un'inclinazione del terrapieno e della parte pari a

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

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

In presenza di falda a monte,  $\theta$  assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

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

Terreno a permeabilità elevata

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

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

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

dove il coefficiente  $A$  vale

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

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

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

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta, avendo considerato una forma rettangolare del diagramma di incremento sismico.

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

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

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

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

Nelle combinazioni descritte nel paragrafo 8.8 laddove presente la lettera "H" s'intenderà presente la componente sismica Orizzontale mentre la lettera "V" riguarderà la componente sismica Verticale che verrà combinata con il segno "+" e "-"

## 7.2 Verifica a ribaltamento

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

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza:

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

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

### 7.3 Verifica a scorrimento

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

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

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

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

$$F_r = N \tan \delta_f + c_a B_r$$

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione,  $\delta_f$ , secondo quanto indicato al punto 6.5.3 (10)P delle EC7, si considera un valore di  $\delta_f$  pari all'angolo d'attrito  $\phi_{cv}'$  del terreno di fondazione.

## 7.4 Verifica al carico limite

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

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

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

Caso generale  $\phi > 0$

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

Caso di terreno puramente coesivo  $\phi=0$

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

I fattori che compaiono in queste espressioni sono espressi da:

- N fattori di capacità portante
- s fattori di forma
- d fattori di profondità
- i fattori di inclinazione del carico
- b fattori di inclinazione del piano di fondazione (base inclinata), con  $\eta$  inclinazione del piano di posa
- g fattori di inclinazione del terreno (fondazione su pendio), con  $\beta$  pendenza del pendio

Fattori di capacità portante		$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi$	$N_q = e^{\pi \tan \varphi} K_p$	$N_\gamma = 1.5(N_q - 1) \tan \varphi$
Fattori di forma	$\varphi = 0$	$s_c = 0.2 \frac{B}{L}$		
	$\varphi > 0$	$s_c = 1 + \frac{N_q B}{N_c L}$	$s_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \varphi$	$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$
Fattori di profondità	$\varphi = 0$	$d_c = 0.4k$		
	$\varphi > 0$	$d_c = 1 + 0.4k$	$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi)^2 k$	$d_\gamma = 1$
Fattori di inclinazione del carico	$\varphi = 0$	$i_c = 0.5 \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}} \right)$		

	$\varphi > 0$	$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$	$i_q = \left(1 - \frac{0.5H}{V + A_f c_a \cot \varphi}\right)^5$	$i_\gamma = \left(1 - \frac{0.7H}{V + A_f c_a \cot \varphi}\right)^5$ per $\eta = 0$ $i_\gamma = \left(1 - \frac{(0.7 - \eta^\circ / 450)H}{V + A_f c_a \cot \varphi}\right)^5$ per $\eta > 0$
Fattori di inclinazione del piano di fondazione (base inclinata)	$\varphi = 0$	$b_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$		
	$\varphi > 0$	$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$	$b_q = e^{-2\eta \tan \varphi}$	$b_\gamma = e^{-2.7\eta \tan \varphi}$
Fattori di inclinazione del terreno (fondazione su pendio)	$\varphi = 0$	$g_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$		
	$\varphi > 0$	$g_c = 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$	$g_q = (1 - 0.5 \tan \beta)^\beta$	$g_\gamma = (1 - 0.5 \tan \beta)^\beta$

Indichiamo con  $K_p$  il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$$

Dove il coeff.  $k$  assume la seguente espressione:

$k = \frac{D}{B}$ se $\frac{D}{B} \leq 1$	$k = \arctan \frac{D}{B}$ se $\frac{D}{B} > 1$
---	--

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

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

$H < V \tan \delta + A_f c_a$	$\beta \leq \varphi$	$i_q, i_\gamma > 0$	$\beta + \eta \leq 90^\circ$
-------------------------------	----------------------	---------------------	------------------------------



## 7.5 Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a  $\eta_g$ .

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 25.

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

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

$$\eta = \frac{\sum_{i=0}^n \left[ \frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \tan \varphi_i}{m} \right]}{\sum_{i=0}^n W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine  $m$  è espresso da

$$m = \left( 1 + \frac{\tan \varphi_i \tan \alpha_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

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

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

## 8. DATI

### 8.1 Materiali

Simbologia adottata

n° Indice materiale

Descr Descrizione del materiale

#### Calcestruzzo armato

C Classe di resistenza del cls

A Classe di resistenza dell'acciaio

g Peso specifico, espresso in [kN/mc]

R<sub>ck</sub> Resistenza caratteristica a compressione, espressa in [kPa]

E Modulo elastico, espresso in [kPa]

n Coeff. di Poisson

n Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls

ntc Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

#### *Calcestruzzo armato*

**Tabella 3**

n°	Descr	C	A	g	R <sub>ck</sub>	E	n	n	ntc
				[kN/mc]	[kPa]	[kPa]			
4	C28/35	C28/35	B450C	24.5170	35000	32587986	0.30	15.00	0.50

#### *Acciai*

**Tabella 4**

Descr	f <sub>yk</sub>	f <sub>uk</sub>
	[kPa]	[kPa]
B450C	450000	540000

## 8.2 Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

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

- n° numero ordine del punto  
X ascissa del punto espressa in [m]  
Y ordinata del punto espressa in [m]  
A inclinazione del tratto espressa in [°]

Tabella 5

n°	X	Y	A
	[m]	[m]	[°]
1	0.00	-0.05	0.000
2	6.00	-0.05	0.000
3	11.00	-0.05	0.000
4	13.00	-0.05	0.000

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

### 8.3 Geometria muro

#### 8.3.1 Geometria paramento e fondazione

##### Paramento

Materiale	C28/35	
Altezza paramento	3.85	[m]
Altezza paramento libero	2.95	[m]
Spessore in sommità	0.30	[m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.50	[m]
Inclinazione paramento esterno	0.00	[°]
Inclinazione paramento interno	2.90	[°]

##### Fondazione

Materiale	C28/35	
Lunghezza mensola di valle	0.80	[m]
Lunghezza mensola di monte	2.50	[m]
Lunghezza totale	3.80	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.50	[m]
Spessore magrone	0.20	[m]

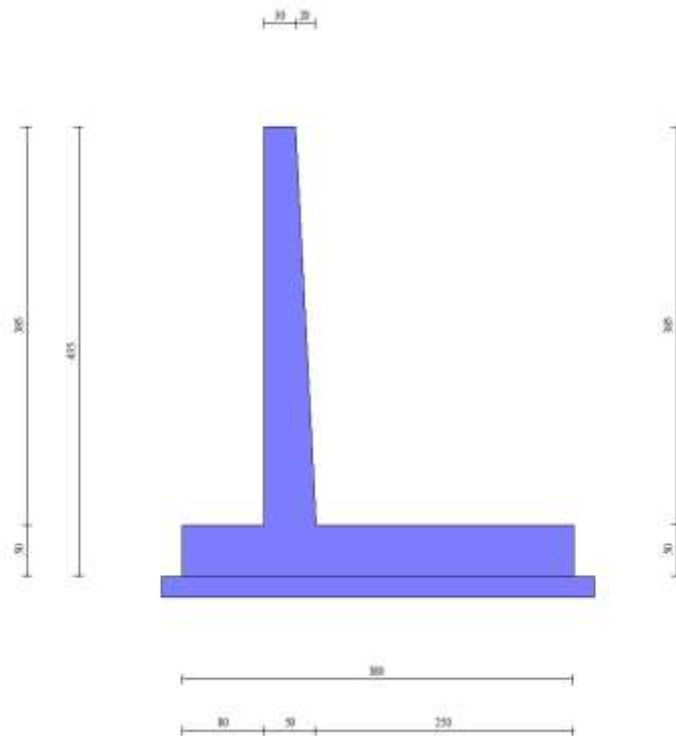


Figura 6 - Sezione quotata del muro

## 8.4 Descrizione terreni

### Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
g	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
g <sub>s</sub>	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
f	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
d	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
c <sub>a</sub>	Adesione terra-muro espressa in [kPa]

**Tabella 6**

n°	Descr	g [kN/mc]	g <sub>sat</sub> [kN/mc]	f [°]	d [°]	c [kPa]	ca [kPa]	Cesp	tl [kPa]
2	Unità AL	20.0000	20.0000	29.000	26.000	0	0	---	---
3	Riempimento	20.0000	20.0000	29.000	19.330	0	0	---	---

## 8.5 Stratigrafia

Simbologia adottata

n° Indice dello strato

H Spessore dello strato espresso in [m]

a Inclinazione espressa in [°]

Terreno Terreno dello strato

Per calcolo pali (solo se presenti)

Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm

Ks Coefficiente di spinta

Cesp Coefficiente di espansione laterale (per tutti i metodi tranne il metodo di Bustamante-Doix)

Tabella 7

n°	H [m]	a [°]	Terreno	Kw [Kg/cm <sup>3</sup> ]	Ks	Cesp	Kst <sub>sta</sub>	Kst <sub>sis</sub>
1	4.35	0.000	Riempimento	---	---	---	---	---
2	10.00	0.000	Unità AL	---	---	---	---	---

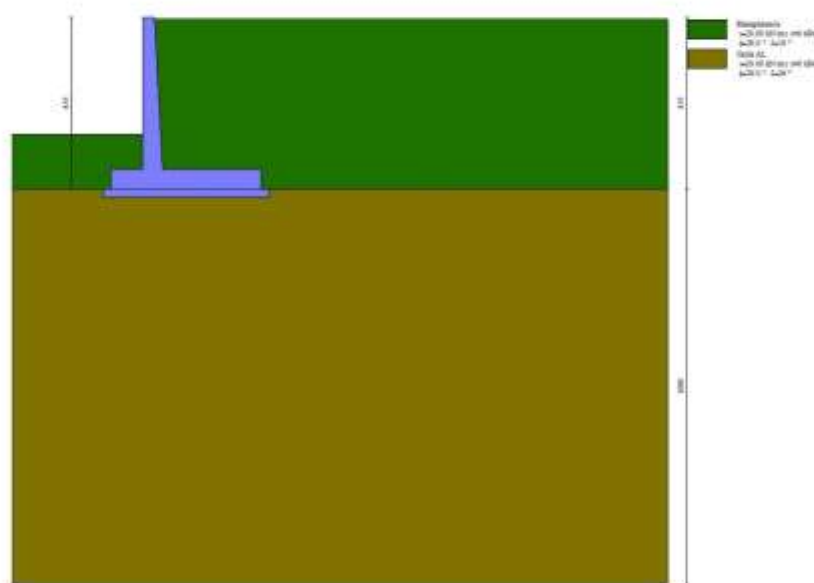


Figura 7 - Stratigrafia

## 8.6 Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

$X$  Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]

$F_x$  Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]

$F_y$  Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]

$M$  Momento espresso in [kNm]

$X_i$  Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]

$X_f$  Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]

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

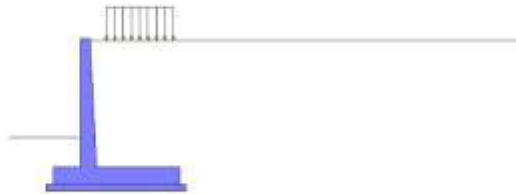
$Q_f$  Intensità del carico per  $x=X_f$  espressa in [kN]

### Condizione n° 1 (Cantiere 1) - VARIABLE TF

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.75$  -  $\Psi_1=0.75$  -  $\Psi_2=0.00$

Tabella 8 Carichi sul terreno

n°	Tipo	X	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	M	X <sub>i</sub>	X <sub>f</sub>	Q <sub>i</sub>	Q <sub>f</sub>
		[m]	[kN]	[kN]	[kNm]	[m]	[m]	[kN]	[kN]
1	Distribuito					0.50	2.50	20.0000	20.0000



### Condizione n° 2 (Cantiere 2) - VARIABLE TF

Coeff. di combinazione  $\Psi_0=0.75$  -  $\Psi_1=0.75$  -  $\Psi_2=0.00$

Tabella 9 Carichi sul terreno

n°	Tipo	X	F <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	M	X <sub>i</sub>	X <sub>f</sub>	Q <sub>i</sub>	Q <sub>f</sub>
		[m]	[kN]	[kN]	[kNm]	[m]	[m]	[kN]	[kN]
1	Distribuito					2.50	8.00	20.0000	20.0000



Condizione n° 3 (Urto) - ECCEZIONALE

Tabella 10

*Carichi sul muro*

n°	Tipo	Dest	X; Y [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Concentrato	Paramento	0.00; 0.00	27.000 0	0.0000	27.000 0				

*Carichi sul terreno*

n°	Tipo	X [m]	Fx [kN]	Fy [kN]	M [kNm]	Xi [m]	Xf [m]	Qi [kN]	Qf [kN]
1	Distribuito					0.00	13.00	20.0000	20.0000





## 8.7 Normativa

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

**Tabella 11 Coeff. parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni**

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

**Tabella 12 Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno**

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

**Tabella 13 Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO**

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

## 8.8 Descrizione combinazioni di carico

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

I valori dei coeff.  $\Psi_{0,j}$ ,  $\Psi_{1,j}$ ,  $\Psi_{2,j}$  sono definiti nelle singole condizioni variabili. Per i valori dei coeff.  $\gamma_G$  e  $\gamma_Q$ , sono definiti nella tabella normativa.

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione

$\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Cantiere 1	1.35	1.00	Sfavorevole
Cantiere 2	1.35	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Cantiere 1	1.35	0.75	Sfavorevole
Cantiere 2	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 3 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Cantiere 1	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Cantiere 2	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Cantiere 1	1.00	0.20	Sfavorevole
Cantiere 2	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Cantiere 1	1.00	0.20	Sfavorevole
Cantiere 2	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Cantiere 1	1.35	1.00	Sfavorevole
Cantiere 2	1.35	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Cantiere 1	1.35	1.00	Sfavorevole
Cantiere 2	1.35	0.75	Sfavorevole

## Combinazione n° 9 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Cantiere 1	1.35	1.00	Sfavorevole
Cantiere 2	1.35	0.75	Sfavorevole

## Combinazione n° 10 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Cantiere 1	1.35	0.75	Sfavorevole
Cantiere 2	1.35	1.00	Sfavorevole

## Combinazione n° 11 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Cantiere 1	1.35	0.75	Sfavorevole
Cantiere 2	1.35	1.00	Sfavorevole

## Combinazione n° 12 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Cantiere 1	1.35	0.75	Sfavorevole
Cantiere 2	1.35	1.00	Sfavorevole

## Combinazione n° 13 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Cantiere 1	1.35	1.00	Sfavorevole

## Combinazione n° 14 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Cantiere 1	1.35	1.00	Sfavorevole

## Combinazione n° 15 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Cantiere 1	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 16 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Cantiere 2	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 17 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Cantiere 2	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 18 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Cantiere 2	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 19 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Cantiere 1	1.15	1.00	Sfavorevole
Cantiere 2	1.15	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 20 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Cantiere 1	1.15	0.75	Sfavorevole
Cantiere 2	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 21 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Cantiere 1	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 22 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Cantiere 2	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 23 - GEO (A2-M2-R2) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Cantiere 1	1.00	0.20	Sfavorevole
Cantiere 2	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 24 - GEO (A2-M2-R2) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Cantiere 1	1.00	0.20	Sfavorevole
Cantiere 2	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 25 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Cantiere 1	1.35	1.00	Sfavorevole
Cantiere 2	1.35	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 26 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Cantiere 1	1.35	0.75	Sfavorevole
Cantiere 2	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 27 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Cantiere 1	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 28 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Cantiere 2	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 29 - EQU (A1-M1-R3) H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Cantiere 1	1.00	0.20	Sfavorevole
Cantiere 2	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 30 - EQU (A1-M1-R3) H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Cantiere 1	1.00	0.20	Sfavorevole
Cantiere 2	1.00	0.20	Sfavorevole

Combinazione n° 31 - ECC

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Urto	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 32 - SLER

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Cantiere 1	1.00	1.00	Sfavorevole
Cantiere 2	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 33 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Cantiere 1	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 34 - SLEQ

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 35 - SLER

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Cantiere 1	1.00	0.75	Sfavorevole
Cantiere 2	1.00	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 36 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Cantiere 2	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 37 - SLER

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Cantiere 1	1.00	0.75	Sfavorevole

Combinazione n° 38 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole

Combinazione n° 39 - SLER

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Cantiere 2	1.00	0.75	Sfavorevole



## 8.9 Dati sismici

Comune	Chiomonte
Provincia	Torino
Regione	Piemonte
Latitudine	45.119234
Longitudine	6.981541
Indice punti di interpolazione	13339 - 13340 - 13118 - 13117
Vita nominale	35 anni
Classe d'uso	II
Tipo costruzione	Opere provvisionali
Vita di riferimento	35 anni

Tabella 14

	Simbol o	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]		1.145	0.420
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]		0.117	0.043
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.452	2.429
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.260	0.213
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.500	1.500
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T2	1.200	

Tabella 15

Stato limite ...	Coeff. di riduzione $\beta_m$	kh	kv
Ultimo	0.380	7.985	3.992
Ultimo - Ribaltamento	0.570	11.977	5.989
Esercizio	0.470	3.621	1.811

Forma diagramma incremento sismico  **Rettangolare**

## 9. OPZIONI DI CALCOLO

### Spinta

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

### Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Hansen
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ( $0.5B\gamma_g$ )	Larghezza ridotta ( $B'$ )
Fattori di forma e inclinazione del carico	Fattori di inclinazione e fattori di forma
Se la fondazione ha larghezza superiore a 2.0 m viene applicato il fattore di riduzione per comportamento a piastra	

### Stabilità globale

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

### Altro

Partecipazione spinta passiva terreno antistante	0.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	SI
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Tabella 16 Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite Ultimo (SLU)

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

Specifiche per le verifiche nelle combinazioni allo Stato Limite di Esercizio (SLE)**Paramento e fondazione muro**

Verifiche strutturali nelle combinazioni SLD NO

Condizioni ambientali Aggressive

Armatura ad aderenza migliorata SI

*Verifica a fessurazione*

Sensibilità armatura Poco sensibile

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

Valori limite aperture delle fessure:

$$w_1=0.20$$

$$w_2=0.30$$

$$w_3=0.40$$

*Verifica delle tensioni*

Valori limite delle tensioni nei materiali:

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

## 10.RISULTATI PER INVILUPPO

### 10.1 Spinta e forze

Simbologia adottata

Ic Indice della combinazione

A Tipo azione

I Inclinazione della spinta, espressa in [°]

V Valore dell'azione, espressa in [kN]

C<sub>x</sub>, C<sub>y</sub> Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]

P<sub>x</sub>, P<sub>y</sub> Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

Tabella 17

Ic	A	V [kN]	I [°]	C <sub>x</sub> [kN]	C <sub>y</sub> [kN]	P <sub>x</sub> [m]	P <sub>y</sub> [m]
2	Spinta statica	110.18	19.33	103.97	36.47	2.70	-2.68
	Peso/Inerzia muro			0.00	84.04/0.00	0.40	-3.20
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	243.08/0.00	1.41	-1.93
5	Spinta statica	62.47	19.33	58.95	20.68	2.70	-2.86
	Incremento di spinta sismica		13.49	12.73	4.47	2.70	-2.20
	Peso/Inerzia muro			6.71	84.04/3.36	0.40	-3.20
	Peso/Inerzia terrapieno			16.46	206.10/8.23	1.40	-1.93

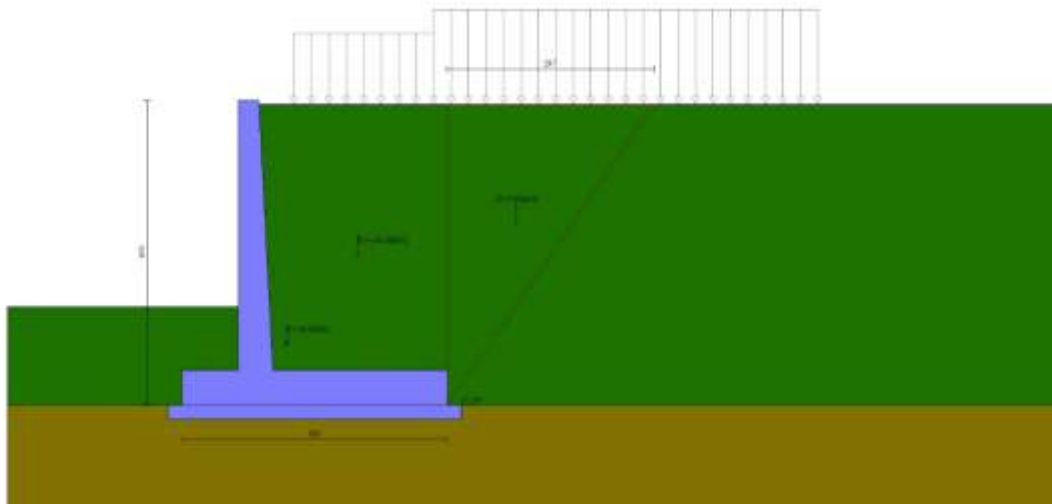


Figura 8 - Cuneo di spinta (combinazione statica) (Combinazione n° 2)

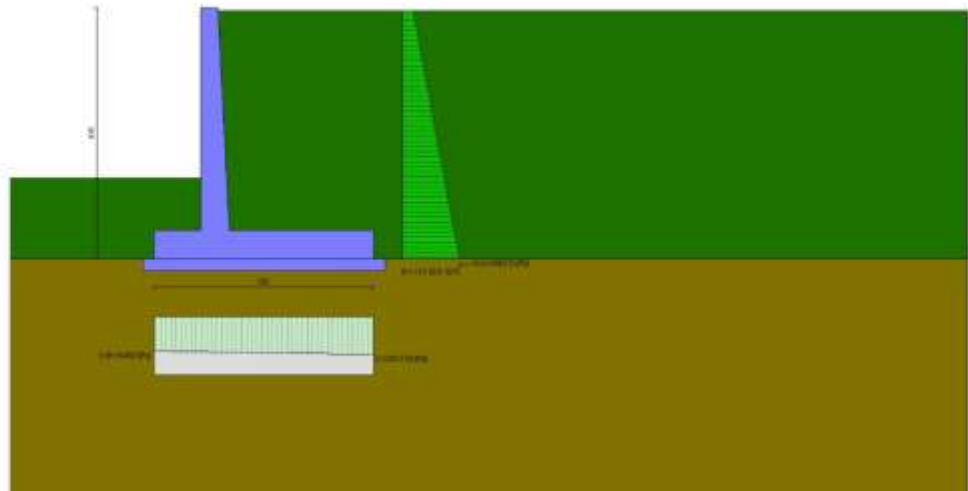


Figura 9 - Diagramma delle pressioni (combinazione statica) (Combinazione n° 2)

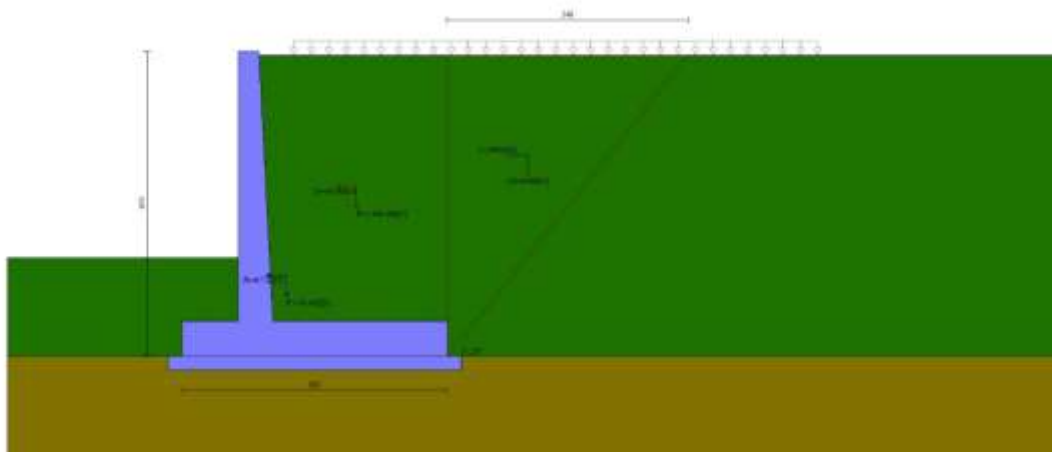


Figura 10 - Cuneo di spinta (combinazione sismica) (Combinazione n° 5)

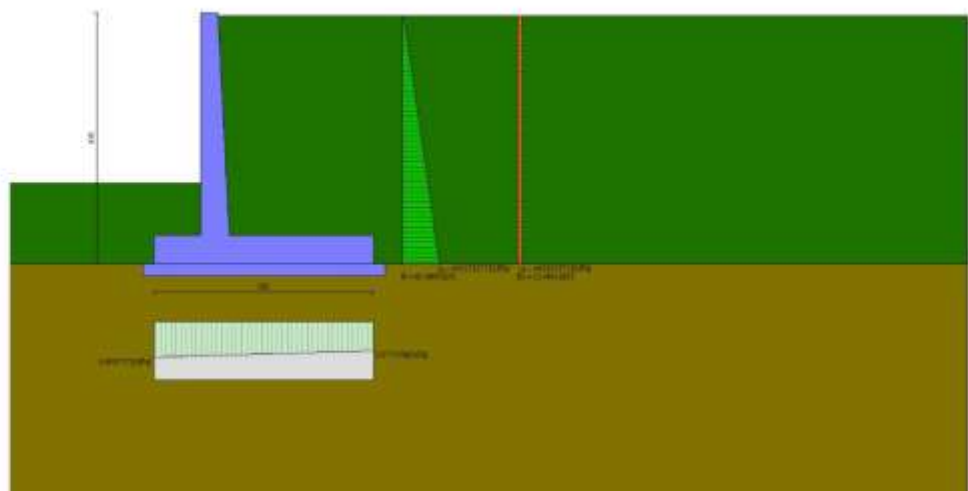


Figura 11 - Diagramma delle pressioni (combinazione sismica) (Combinazione n° 5)

## 10.2 Risultanti globali

Simbologia adottata

Cmb	Indice/Tipo combinazione
N	Componente normale al piano di posa, espressa in [kN]
T	Componente parallela al piano di posa, espressa in [kN]
M <sub>r</sub>	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
M <sub>s</sub>	Momento stabilizzante, espresso in [kNm]
ecc	Eccentricità risultante, espressa in [m]

**Tabella 18**

lc	N	T	M <sub>r</sub>	M <sub>s</sub>	ecc
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[m]
1 - STR (A1-M1-R3)	372.81	95.51	155.10	893.08	-0.082
2 - STR (A1-M1-R3)	363.60	103.97	173.30	873.35	-0.028
3 - STR (A1-M1-R3)	359.95	70.11	100.50	849.22	-0.183
4 - STR (A1-M1-R3)	323.10	103.97	173.30	770.27	0.050
5 - STR (A1-M1-R3)	326.86	94.84	163.05	761.81	0.066
6 - STR (A1-M1-R3)	302.08	90.22	178.69	730.07	0.072
7 - STR (A1-M1-R3)	457.22	95.51	155.10	1078.62	-0.122
8 - STR (A1-M1-R3)	432.00	95.51	155.10	1040.85	-0.153
9 - STR (A1-M1-R3)	398.02	95.51	155.10	930.85	-0.051
10 - STR (A1-M1-R3)	448.00	103.97	173.30	1058.88	-0.079
11 - STR (A1-M1-R3)	422.79	103.97	173.30	1021.11	-0.108
12 - STR (A1-M1-R3)	388.81	103.97	173.30	911.12	0.000
13 - STR (A1-M1-R3)	444.36	70.11	100.50	1034.76	-0.205
14 - STR (A1-M1-R3)	419.15	70.11	100.50	996.99	-0.241
15 - STR (A1-M1-R3)	385.16	70.11	100.50	886.99	-0.144
16 - STR (A1-M1-R3)	407.50	103.97	173.30	955.81	-0.023
17 - STR (A1-M1-R3)	382.29	103.97	173.30	918.04	-0.051
18 - STR (A1-M1-R3)	348.31	103.97	173.30	808.04	0.075
19 - GEO (A2-M2-R2)	357.09	93.96	153.96	844.16	-0.035
20 - GEO (A2-M2-R2)	349.23	102.92	173.24	827.29	0.025
21 - GEO (A2-M2-R2)	346.18	67.06	96.13	806.95	-0.156
22 - GEO (A2-M2-R2)	314.73	102.92	173.24	739.49	0.098
23 - GEO (A2-M2-R2)	326.86	94.84	163.05	761.81	0.066
24 - GEO (A2-M2-R2)	302.08	90.22	178.69	730.07	0.072
25 - EQU (A1-M1-R3)	372.81	95.51	155.10	893.08	-0.082
26 - EQU (A1-M1-R3)	363.60	103.97	173.30	873.35	-0.028
27 - EQU (A1-M1-R3)	359.95	70.11	100.50	849.22	-0.183
28 - EQU (A1-M1-R3)	323.10	103.97	173.30	770.27	0.050
29 - EQU (A1-M1-R3)	335.14	113.51	202.08	784.03	0.161
30 - EQU (A1-M1-R3)	298.02	106.76	225.93	736.66	0.184
31 - ECC	362.92	106.01	275.69	855.64	0.300
32 - SLER	349.80	72.74	117.75	824.54	-0.123
33 - SLEF	330.28	53.93	77.31	766.61	-0.190
34 - SLEQ	300.28	53.93	77.31	690.25	-0.144
35 - SLER	342.98	79.01	131.24	809.92	-0.081
36 - SLEF	309.80	72.74	117.75	722.74	-0.055
37 - SLER	330.28	53.93	77.31	766.61	-0.190
38 - SLEF	300.28	53.93	77.31	690.25	-0.144
39 - SLER	309.80	72.74	117.75	722.74	-0.055

## 10.3 Verifiche geotecniche

### 10.3.1 Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

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

Tabella 19

Cmb	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>RIB</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1 - STR (A1-M1-R3)		1.904		3.705			
2 - STR (A1-M1-R3)		1.706		3.675			
3 - STR (A1-M1-R3)		2.504		4.317			
4 - STR (A1-M1-R3)		1.516		3.531			
5 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.681		3.826			
6 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.633		3.990			
7 - STR (A1-M1-R3)		2.335		3.408			
8 - STR (A1-M1-R3)		2.206		3.374			
9 - STR (A1-M1-R3)		2.033		3.799			
10 - STR (A1-M1-R3)		2.102		3.356			
11 - STR (A1-M1-R3)		1.983		3.298			
12 - STR (A1-M1-R3)		1.824		3.987			
13 - STR (A1-M1-R3)		3.091		3.880			
14 - STR (A1-M1-R3)		2.916		3.886			
15 - STR (A1-M1-R3)		2.679		4.338			
16 - STR (A1-M1-R3)		1.912		3.680			
17 - STR (A1-M1-R3)		1.793		3.549			
18 - STR (A1-M1-R3)		1.634		3.451			
19 - GEO (A2-M2-R2)					1.699		
20 - GEO (A2-M2-R2)					1.631		
21 - GEO (A2-M2-R2)					1.967		
22 - GEO (A2-M2-R2)					1.631		
23 - GEO (A2-M2-R2)H + V					1.963		
24 - GEO (A2-M2-R2)H - V					1.933		
25 - EQU (A1-M1-R3)			5.758				
26 - EQU (A1-M1-R3)			5.039				
27 - EQU (A1-M1-R3)			8.450				
28 - EQU (A1-M1-R3)			4.445				
29 - EQU (A1-M1-R3)H + V			3.880				
30 - EQU (A1-M1-R3)H - V			3.261				
31 - ECC		1.670	3.104	2.834	2.099		

### 10.3.2 Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

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

**Tabella 20**

n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
4 - STR (A1-M1-R3)	157.58	0.00	0.00	--	--	157.58	103.97	1.516
6 - STR (A1-M1-R3) H - V	147.33	0.00	0.00	--	--	147.33	90.22	1.633



### 10.3.3 Verifica a carico limite

#### Simbologia adottata

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

**Tabella 21**

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
31 - ECC	362.92	1028.61	734.72	2.834
5 - STR (A1-M1-R3) H + V	326.86	1250.74	1042.29	3.826

#### 10.3.3.1 Dettagli calcolo portanza

#### Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, Ng	Fattori di capacità portante
ic, iq, ig	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, dg	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, gg	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, bg	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, sg	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, pg	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
lr, lrc	Indici di rigidità per punzonamento secondo Vesic
r <sub>γ</sub>	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia $0.5B_g N_g$ viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

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

**Tabella 22**

n°	Nc	ic	dc	gc	bc	sc	pc	lr	lrc	Re	r <sub>γ</sub>
	Nq	iq	dq	gq	bq	sq	pq				
	N <sub>γ</sub>	i <sub>γ</sub>	d <sub>γ</sub>	g <sub>γ</sub>	b <sub>γ</sub>	s <sub>γ</sub>	p <sub>γ</sub>				
31	27.860	0.419	1.148	1.000	1.000	1.006	--	--	--	0.719	0.930
	16.443	0.454	1.109	1.000	1.000	1.006	--	--	--		
	12.841	0.319	1.000	1.000	1.000	0.996	--	--	--		
5	27.860	0.422	1.148	1.000	1.000	1.006	--	--	--	0.868	0.930
	16.443	0.457	1.109	1.000	1.000	1.006	--	--	--		
	12.841	0.321	1.000	1.000	1.000	0.996	--	--	--		

**Tabella 23**

n°	D	B'	H	γ	φ	c
	[m]	[m]	[m]	[°]	[kN/mc]	[kPa]
31	1.40	3.80	3.22	20.00	29.00	0
5	1.40	3.80	3.22	20.00	29.00	0

### 10.3.4 Verifica a ribaltamento

#### Simbologia adottata

n°        Indice combinazione  
 Ms        Momento stabilizzante, espresso in [kNm]  
 Mr        Momento ribaltante, espresso in [kNm]  
 FS        Fattore di sicurezza (rapporto tra momento stabilizzante e momento ribaltante)  
 La verifica viene eseguita rispetto allo spigolo inferiore esterno della fondazione

**Tabella 24**

n°	Ms	Mr	FS
	[kNm]	[kNm]	
31 - ECC	855.64	275.69	3.104
30 - EQU (A1-M1-R3) H - V	736.66	225.93	3.261

### 10.3.5 Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

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

**Tabella 25**

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
20 - GEO (A2-M2-R2)	-0.50; 2.50	7.57	1.631
24 - GEO (A2-M2-R2) H - V	-0.50; 2.50	7.57	1.933

### 10.3.5.1 Dettagli strisce verifiche stabilità

#### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

Qy carico sulla striscia espresso in [kN]

Qf carico acqua sulla striscia espresso in [kN]

a angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)

f angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

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

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

**Tabella 26**

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	5.36	11.41	0.00	6.64 - 0.50	65.354	23.915	0	0.0	
2	14.63	11.41	0.00	0.50	57.804	23.915	0	0.0	
3	21.61	11.41	0.00	0.50	51.276	23.915	0	0.0	
4	27.19	11.41	0.00	0.50	45.590	23.915	0	0.0	
5	31.79	11.41	0.00	0.50	40.438	23.915	0	0.0	
6	35.66	11.41	0.00	0.50	35.659	23.915	0	0.0	
7	38.91	11.41	0.00	0.50	31.154	23.915	0	0.0	
8	41.70	11.41	0.00	0.50	26.854	23.915	0	0.0	
9	45.04	9.53	0.00	0.50	22.714	23.915	0	0.0	
10	46.90	8.56	0.00	0.50	18.696	23.915	0	0.0	
11	48.38	8.56	0.00	0.50	14.771	23.915	0	0.0	
12	49.50	8.56	0.00	0.50	10.917	23.915	0	0.0	
13	50.29	3.18	0.00	0.50	7.112	23.915	0	0.0	
14	40.14	0.00	0.00	0.50	3.339	23.915	0	0.0	
15	22.09	0.00	0.00	0.50	-0.420	23.915	0	0.0	
16	25.47	0.00	0.00	0.50	-4.181	23.915	0	0.0	
17	20.25	0.00	0.00	0.50	-7.960	23.915	0	0.0	
18	19.39	0.00	0.00	0.50	-11.774	23.915	0	0.0	
19	18.19	0.00	0.00	0.50	-15.642	23.915	0	0.0	
20	16.63	0.00	0.00	0.50	-19.585	23.915	0	0.0	
21	14.68	0.00	0.00	0.50	-23.628	23.915	0	0.0	
22	12.30	0.00	0.00	0.50	-27.800	23.915	0	0.0	
23	9.46	0.00	0.00	0.50	-32.141	23.915	0	0.0	
24	6.08	0.00	0.00	0.50	-36.701	23.915	0	0.0	
25	2.07	0.00	0.00	-5.76 - 0.50	-40.803	23.915	0	0.0	

Tabella 27

n°	W [kN]	Qy [kN]	Qf [kN]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	5.36	1.98	0.00	6.64 - 0.50	65.354	29.000	0	0.0	
2	14.63	1.98	0.00	0.50	57.804	29.000	0	0.0	
3	21.61	1.98	0.00	0.50	51.276	29.000	0	0.0	
4	27.19	1.98	0.00	0.50	45.590	29.000	0	0.0	
5	31.79	1.98	0.00	0.50	40.438	29.000	0	0.0	
6	35.66	1.98	0.00	0.50	35.659	29.000	0	0.0	
7	38.91	1.98	0.00	0.50	31.154	29.000	0	0.0	
8	41.70	1.98	0.00	0.50	26.854	29.000	0	0.0	
9	45.04	1.98	0.00	0.50	22.714	29.000	0	0.0	
10	46.90	1.98	0.00	0.50	18.696	29.000	0	0.0	
11	48.38	1.98	0.00	0.50	14.771	29.000	0	0.0	
12	49.50	1.98	0.00	0.50	10.917	29.000	0	0.0	
13	50.29	0.74	0.00	0.50	7.112	29.000	0	0.0	
14	40.14	0.00	0.00	0.50	3.339	29.000	0	0.0	
15	22.09	0.00	0.00	0.50	-0.420	29.000	0	0.0	
16	25.47	0.00	0.00	0.50	-4.181	29.000	0	0.0	
17	20.25	0.00	0.00	0.50	-7.960	29.000	0	0.0	
18	19.39	0.00	0.00	0.50	-11.774	29.000	0	0.0	
19	18.19	0.00	0.00	0.50	-15.642	29.000	0	0.0	
20	16.63	0.00	0.00	0.50	-19.585	29.000	0	0.0	
21	14.68	0.00	0.00	0.50	-23.628	29.000	0	0.0	
22	12.30	0.00	0.00	0.50	-27.800	29.000	0	0.0	
23	9.46	0.00	0.00	0.50	-32.141	29.000	0	0.0	
24	6.08	0.00	0.00	0.50	-36.701	29.000	0	0.0	
25	2.07	0.00	0.00	-5.76 - 0.50	-40.803	29.000	0	0.0	

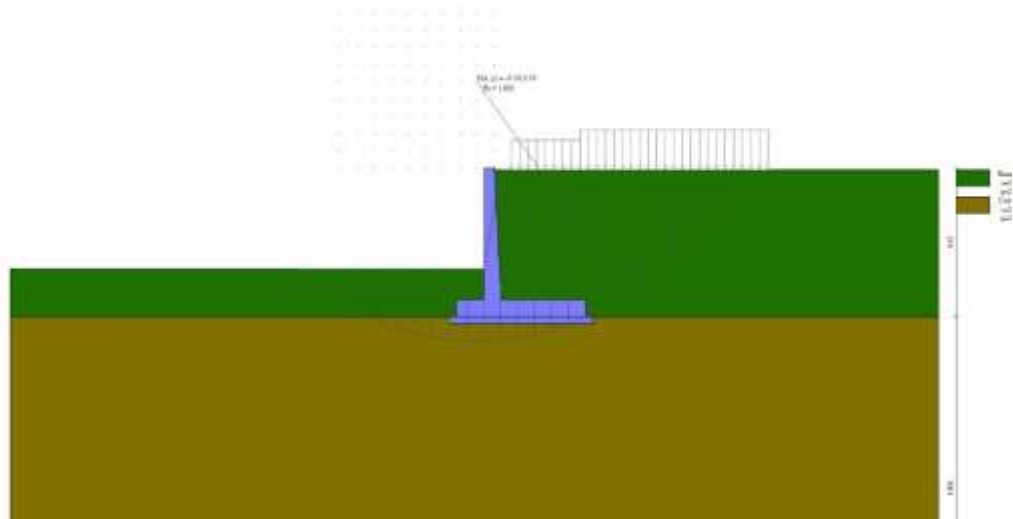


Figura 12 - Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 20)

## 10.4 Sollecitazioni

### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

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

#### 10.4.1 Paramento

Tabella 28

n°	X	N <sub>min</sub>	N <sub>max</sub>	T <sub>min</sub>	T <sub>max</sub>	M <sub>min</sub>	M <sub>max</sub>
	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00	27.00	0.00	27.00
2	-0.10	0.73	0.95	0.01	27.30	0.00	29.67
3	-0.20	1.48	1.92	0.07	27.97	0.01	32.40
4	-0.30	2.23	2.90	0.19	28.69	0.02	35.20
5	-0.39	3.00	3.90	0.37	29.47	0.06	38.08
6	-0.49	3.78	4.92	0.60	30.31	0.11	41.04
7	-0.59	4.57	5.95	0.90	31.21	0.20	44.09
8	-0.69	5.38	6.99	1.26	32.17	0.32	47.23
9	-0.79	6.20	8.05	1.67	33.19	0.47	50.47
10	-0.89	7.02	9.13	2.15	34.27	0.68	53.82
11	-0.99	7.87	10.23	2.69	35.41	0.94	57.27
12	-1.09	8.72	11.33	3.28	36.61	1.25	60.85
13	-1.18	9.58	12.46	3.94	37.87	1.63	64.55
14	-1.28	10.46	13.60	4.65	39.18	2.08	68.37
15	-1.38	11.35	14.76	5.42	40.56	2.60	72.34
16	-1.48	12.25	15.93	6.26	42.00	3.21	76.44
17	-1.58	13.17	17.12	7.15	43.49	3.90	80.69
18	-1.68	14.09	18.32	8.10	45.05	4.69	85.10
19	-1.78	15.03	19.54	9.11	46.66	5.57	89.66
20	-1.88	15.98	20.77	10.18	48.34	6.56	94.39
21	-1.97	16.94	22.02	11.31	50.07	7.66	99.28
22	-2.07	17.92	23.29	12.51	51.86	8.88	104.36
23	-2.17	18.90	24.57	13.76	53.72	10.23	109.62
24	-2.27	19.90	25.87	15.06	55.63	11.70	115.06
25	-2.37	20.91	27.19	16.43	57.60	13.30	120.70
26	-2.47	21.93	28.51	17.86	59.63	15.05	126.54
27	-2.57	22.97	29.86	19.35	61.72	16.94	132.59
28	-2.67	24.02	31.22	20.90	63.88	18.98	138.84
29	-2.76	25.07	32.60	22.50	66.09	21.19	145.32
30	-2.86	26.15	33.99	24.17	68.36	23.55	152.02
31	-2.96	27.23	35.40	25.90	70.68	26.09	158.95
32	-3.06	28.32	36.82	27.68	73.07	28.81	166.11
33	-3.16	29.43	38.26	29.53	75.52	31.70	173.52
34	-3.26	30.55	39.72	31.43	78.03	34.78	181.17
35	-3.36	31.68	41.19	33.40	80.60	38.06	189.08
36	-3.46	32.83	42.67	35.42	83.22	41.54	197.25
37	-3.55	33.98	44.18	37.50	85.91	45.22	205.68
38	-3.65	35.15	45.69	39.65	88.66	49.12	214.38
39	-3.75	36.33	47.23	41.85	91.46	53.23	223.36
40	-3.85	37.52	48.78	44.11	94.33	57.56	232.62

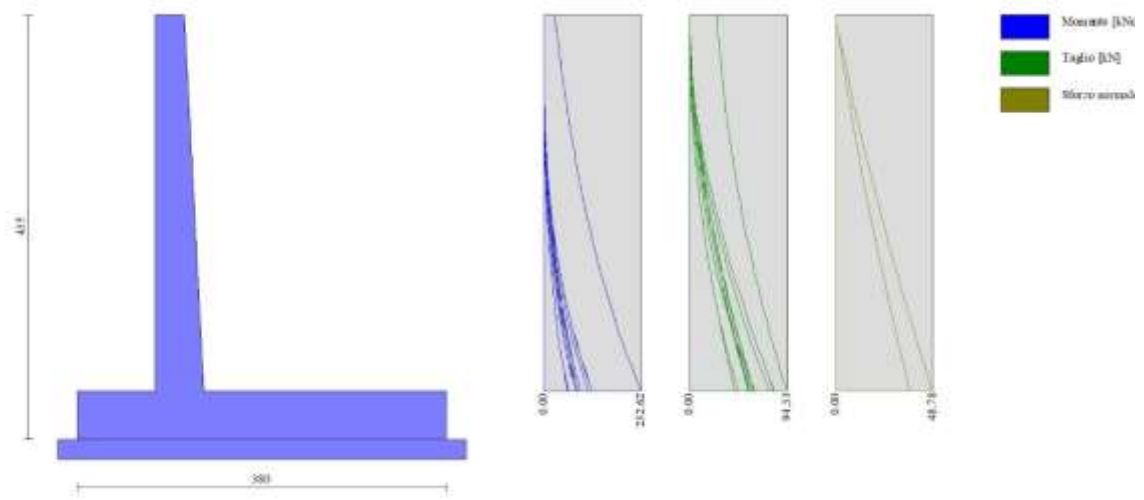
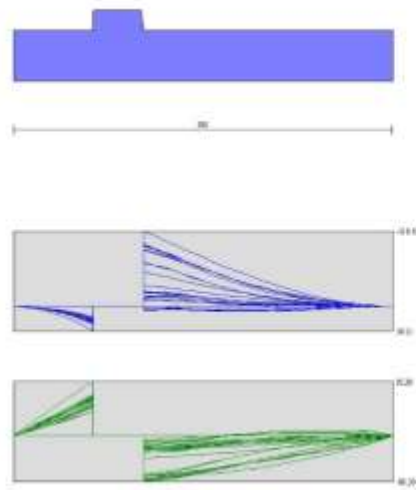


Figura 13 - Paramento

## 10.4.2 Fondazione

Tabella 29

n°	X [m]	N <sub>min</sub> [kN]	N <sub>max</sub> [kN]	T <sub>min</sub> [kN]	T <sub>max</sub> [kN]	M <sub>min</sub> [kNm]	M <sub>max</sub> [kNm]
1	-1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-1.00	0.00	0.00	4.94	12.75	0.25	0.64
3	-0.90	0.00	0.00	9.97	25.25	0.99	2.54
4	-0.80	0.00	0.00	15.09	37.52	2.24	5.68
5	-0.70	0.00	0.00	20.31	49.55	4.01	10.04
6	-0.60	0.00	0.00	25.63	61.35	6.31	15.59
7	-0.50	0.00	0.00	31.03	72.90	9.14	22.30
8	-0.40	0.00	0.00	36.54	84.21	12.52	30.16
9	-0.30	0.00	0.00	42.14	95.29	16.45	39.13
10	0.20	0.00	0.00	-80.30	-7.50	-118.83	6.36
11	0.30	0.00	0.00	-78.65	-6.06	-111.80	5.19
12	0.40	0.00	0.00	-77.02	-4.72	-104.79	4.19
13	0.50	0.00	0.00	-75.42	-3.47	-97.80	4.59
14	0.60	0.00	0.00	-71.91	-2.32	-90.86	4.88
15	0.70	0.00	0.00	-68.33	-1.26	-84.01	5.20
16	0.80	0.00	0.00	-66.96	-0.29	-77.25	6.15
17	0.90	0.00	0.00	-65.58	0.57	-70.62	6.85
18	1.00	0.00	0.00	-63.97	1.35	-64.14	7.32
19	1.10	0.00	0.00	-62.11	2.03	-57.84	7.65
20	1.20	0.00	0.00	-60.02	2.72	-51.73	7.80
21	1.30	0.00	0.00	-57.69	4.29	-45.84	7.77
22	1.40	0.00	0.00	-55.12	5.66	-40.20	7.57
23	1.50	0.00	0.00	-52.31	6.83	-34.82	7.22
24	1.60	0.00	0.00	-49.27	7.81	-29.74	6.76
25	1.70	0.00	0.00	-45.98	8.69	-24.98	6.20
26	1.80	0.00	0.00	-42.46	9.35	-20.56	5.56
27	1.90	0.00	0.00	-38.69	9.78	-16.50	4.86
28	2.00	0.00	0.00	-34.69	9.99	-12.82	4.13
29	2.10	0.00	0.00	-30.45	9.99	-9.57	3.40
30	2.20	0.00	0.00	-25.97	9.75	-6.74	2.67
31	2.30	0.00	0.00	-21.26	9.30	-4.38	1.98
32	2.40	0.00	0.00	-16.30	8.63	-2.50	1.34
33	2.50	0.00	0.00	-11.92	7.73	-1.20	0.79
34	2.60	0.00	0.00	-6.06	4.04	-0.30	0.20
35	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



**Figura 14 - Fondazione**



## 10.5 Verifiche strutturali

### 10.5.1 Verifiche a flessione

#### Elementi calcolati a trave

##### Simbologia adottata

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

#### 10.5.1.1 Paramento

Tabella 30

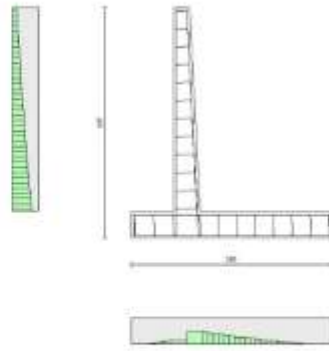
n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	30	12.57	15.71	27.00	0.00	166.73	0.00	6.175
2	100	31	12.57	15.71	29.67	0.73	170.61	4.21	5.749
3	100	31	12.57	15.71	32.40	1.48	174.45	7.95	5.384
4	100	32	12.57	15.71	35.20	2.23	178.26	11.31	5.064
5	100	32	12.57	15.71	38.08	3.00	182.06	14.35	4.781
6	100	33	12.57	15.71	41.04	3.78	185.83	17.12	4.528
7	100	33	12.57	15.71	44.09	4.57	189.60	19.67	4.300
8	100	34	12.57	15.71	47.23	5.38	193.35	22.02	4.094
9	100	34	12.57	15.71	50.47	6.20	197.09	24.20	3.905
10	100	35	12.57	15.71	53.82	7.02	200.82	26.21	3.732
11	100	35	12.57	15.71	57.27	7.87	204.54	28.09	3.571
12	100	36	12.57	15.71	60.85	8.72	208.36	29.86	3.424
13	100	36	12.57	15.71	64.55	9.58	212.22	31.51	3.288
14	100	37	12.57	15.71	68.37	10.46	215.98	33.05	3.159
15	100	37	12.57	15.71	72.34	11.35	219.70	34.48	3.037
16	100	38	12.57	15.71	76.44	12.25	223.41	35.81	2.923
17	100	38	12.57	15.71	80.69	13.17	227.11	37.06	2.815
18	100	39	12.57	15.71	85.10	14.09	230.81	38.22	2.712
19	100	39	12.57	15.71	89.66	15.03	234.50	39.31	2.615
20	100	40	12.57	15.71	94.39	15.98	238.19	40.33	2.524
21	100	40	12.57	15.71	99.28	16.94	241.87	41.27	2.436
22	100	41	12.57	15.71	104.36	17.92	245.55	42.16	2.353
23	100	41	12.57	15.71	109.62	18.90	249.22	42.98	2.274
24	100	42	12.57	15.71	115.06	19.90	252.89	43.74	2.198
25	100	42	12.57	15.71	120.70	20.91	256.55	44.45	2.126
26	100	43	12.57	15.71	126.54	21.93	260.21	45.10	2.056
27	100	43	12.57	15.71	132.59	22.97	263.86	45.71	1.990
28	100	44	12.57	15.71	138.84	24.02	267.51	46.27	1.927
29	100	44	12.57	15.71	145.32	25.07	271.16	46.79	1.866
30	100	45	12.57	15.71	152.02	26.15	274.80	47.26	1.808

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
31	100	45	12.57	15.71	158.95	27.23	278.44	47.70	1.752
32	100	46	12.57	15.71	166.11	28.32	282.07	48.10	1.698
33	100	46	12.57	15.71	173.52	29.43	285.70	48.46	1.647
34	100	47	12.57	15.71	181.17	30.55	289.33	48.79	1.597
35	100	47	12.57	15.71	189.08	31.68	292.95	49.09	1.549
36	100	48	12.57	15.71	197.25	32.83	296.57	49.36	1.504
37	100	48	12.57	15.71	205.68	33.98	300.18	49.60	1.459
38	100	49	12.57	15.71	214.38	35.15	303.80	49.81	1.417
39	100	49	12.57	15.71	223.36	36.33	307.41	50.00	1.376
40	100	49	12.57	15.71	232.62	37.52	310.64	50.11	1.335

### 10.5.1.2 Fondazione

Tabella 31

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	100	50	12.57	12.57	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.00
2	100	50	12.57	12.57	0.64	0.00	245.11	0.00	383.385
3	100	50	12.57	12.57	2.54	0.00	245.11	0.00	96.446
4	100	50	12.57	12.57	5.68	0.00	245.11	0.00	43.135
5	100	50	12.57	12.57	10.04	0.00	245.11	0.00	24.417
6	100	50	12.57	12.57	15.59	0.00	245.11	0.00	15.727
7	100	50	12.57	12.57	22.30	0.00	245.11	0.00	10.992
8	100	50	12.57	12.57	30.16	0.00	245.11	0.00	8.128
9	100	50	12.57	12.57	39.13	0.00	245.11	0.00	6.263
10	100	50	12.57	12.57	-118.83	0.00	-245.11	0.00	2.063
11	100	50	12.57	12.57	-111.80	0.00	-245.11	0.00	2.192
12	100	50	12.57	12.57	-104.79	0.00	-245.11	0.00	2.339
13	100	50	12.57	12.57	-97.80	0.00	-245.11	0.00	2.506
14	100	50	12.57	12.57	-90.86	0.00	-245.11	0.00	2.698
15	100	50	12.57	12.57	-84.01	0.00	-245.11	0.00	2.918
16	100	50	12.57	12.57	-77.25	0.00	-245.11	0.00	3.173
17	100	50	12.57	12.57	-70.62	0.00	-245.11	0.00	3.471
18	100	50	12.57	12.57	-64.14	0.00	-245.11	0.00	3.821
19	100	50	12.57	12.57	-57.84	0.00	-245.11	0.00	4.238
20	100	50	12.57	12.57	-51.73	0.00	-245.11	0.00	4.738
21	100	50	12.57	12.57	-45.84	0.00	-245.11	0.00	5.347
22	100	50	12.57	12.57	-40.20	0.00	-245.11	0.00	6.097
23	100	50	12.57	12.57	-34.82	0.00	-245.11	0.00	7.038
24	100	50	12.57	12.57	-29.74	0.00	-245.11	0.00	8.241
25	100	50	12.57	12.57	-24.98	0.00	-245.11	0.00	9.812
26	100	50	12.57	12.57	-20.56	0.00	-245.11	0.00	11.924
27	100	50	12.57	12.57	-16.50	0.00	-245.11	0.00	14.859
28	100	50	12.57	12.57	-12.82	0.00	-245.11	0.00	19.112
29	100	50	12.57	12.57	-9.57	0.00	-245.11	0.00	25.624
30	100	50	12.57	12.57	-6.74	0.00	-245.11	0.00	36.355
31	100	50	12.57	12.57	-4.38	0.00	-245.11	0.00	55.979
32	100	50	12.57	12.57	-2.29	0.00	-211.02	0.00	92.234
33	100	50	12.57	12.57	-1.20	0.00	-211.02	0.00	176.410
34	100	50	12.57	12.57	-0.30	0.00	-211.02	0.00	695.613
35	100	50	12.57	12.57	0.00	0.00	0.00	0.00	100000.00



**Figura 15 - Paramento (Inviluppo)**

## 10.5.2 Verifiche a taglio

Simbologia adottata

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

### 10.5.2.1 Paramento

Tabella 32

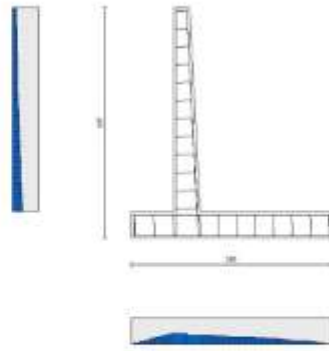
n°	B [cm]	H [cm]	A <sub>sw</sub> [cmq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	100	30	0.00	--	0.00	0.00	186.47	27.00	6.906
2	100	31	0.00	--	0.00	0.00	188.11	27.30	6.889
3	100	31	0.00	--	0.00	0.00	189.75	27.97	6.784
4	100	32	0.00	--	0.00	0.00	191.37	28.69	6.670
5	100	32	0.00	--	0.00	0.00	192.98	29.47	6.548
6	100	33	0.00	--	0.00	0.00	194.58	30.31	6.419
7	100	33	0.00	--	0.00	0.00	196.18	31.21	6.285
8	100	34	0.00	--	0.00	0.00	197.76	32.17	6.147
9	100	34	0.00	--	0.00	0.00	199.34	33.19	6.005
10	100	35	0.00	--	0.00	0.00	200.91	34.27	5.862
11	100	35	0.00	--	0.00	0.00	202.47	35.41	5.718
12	100	36	0.00	--	0.00	0.00	204.02	36.61	5.573
13	100	36	0.00	--	0.00	0.00	205.57	37.87	5.429
14	100	37	0.00	--	0.00	0.00	207.11	39.18	5.285
15	100	37	0.00	--	0.00	0.00	208.64	40.56	5.144
16	100	38	0.00	--	0.00	0.00	210.16	42.00	5.004
17	100	38	0.00	--	0.00	0.00	211.68	43.49	4.867
18	100	39	0.00	--	0.00	0.00	213.19	45.05	4.733
19	100	39	0.00	--	0.00	0.00	214.70	46.66	4.601
20	100	40	0.00	--	0.00	0.00	216.20	48.34	4.473
21	100	40	0.00	--	0.00	0.00	217.69	50.07	4.348
22	100	41	0.00	--	0.00	0.00	219.18	51.86	4.226
23	100	41	0.00	--	0.00	0.00	220.66	53.72	4.108
24	100	42	0.00	--	0.00	0.00	222.13	55.63	3.993
25	100	42	0.00	--	0.00	0.00	223.60	57.60	3.882
26	100	43	0.00	--	0.00	0.00	225.07	59.63	3.774
27	100	43	0.00	--	0.00	0.00	226.53	61.72	3.670
28	100	44	0.00	--	0.00	0.00	227.98	63.88	3.569
29	100	44	0.00	--	0.00	0.00	229.43	66.09	3.472
30	100	45	0.00	--	0.00	0.00	230.88	68.36	3.378
31	100	45	0.00	--	0.00	0.00	232.32	70.68	3.287
32	100	46	0.00	--	0.00	0.00	233.75	73.07	3.199
33	100	46	0.00	--	0.00	0.00	235.19	75.52	3.114
34	100	47	0.00	--	0.00	0.00	236.61	78.03	3.032

n°	B	H	A <sub>sw</sub>	cotθ	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rd</sub>	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
35	100	47	0.00	--	0.00	0.00	238.04	80.60	2.953
36	100	48	0.00	--	0.00	0.00	239.46	83.22	2.877
37	100	48	0.00	--	0.00	0.00	240.87	85.91	2.804
38	100	49	0.00	--	0.00	0.00	242.28	88.66	2.733
39	100	49	0.00	--	0.00	0.00	243.69	91.46	2.664
40	100	49	0.00	--	0.00	0.00	244.97	94.33	2.597

### 10.5.2.2 Fondazione

Tabella 33

n°	B	H	A <sub>sw</sub>	cotθ	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rd</sub>	T	FS
	[cm]	[cm]	[cmq]		[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	0.00	100.000
2	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	-12.75	18.190
3	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	-25.25	9.181
4	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	-37.52	6.179
5	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	-49.55	4.679
6	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	-61.35	3.779
7	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	-72.90	3.180
8	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	-84.21	2.753
9	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	-95.29	2.433
10	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	-80.30	2.887
11	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	-78.65	2.948
12	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	-77.02	3.010
13	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	-75.42	3.074
14	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	-71.91	3.224
15	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	-68.33	3.393
16	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	-66.96	3.463
17	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	-65.58	3.535
18	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	-63.97	3.625
19	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	-62.11	3.733
20	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	-60.02	3.863
21	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	-57.69	4.019
22	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	-55.12	4.206
23	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	-52.31	4.432
24	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	-49.27	4.706
25	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	-45.98	5.042
26	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	-42.46	5.461
27	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	-38.69	5.992
28	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	-34.69	6.683
29	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	-30.45	7.614
30	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	-25.97	8.927
31	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	-21.26	10.908
32	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	-16.30	14.224
33	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	-11.92	19.445
34	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	-6.06	38.275
35	100	50	0.00	--	0.00	0.00	231.86	0.00	100.000



**Figura 16 - Paramento (Inviluppo)**

## 10.6 Verifica delle tensioni

### Simbologia adottata

$n^{\circ}$	indice sezione
$Y$	ordinata sezione, espressa in [m]
$B$	larghezza sezione, espresso in [cm]
$H$	altezza sezione, espressa in [cm]
$A_{fi}$	area ferri inferiori, espresso in [cmq]
$A_{fs}$	area ferri superiori, espressa in [cmq]
$M$	momento agente, espressa in [kNm]
$N$	sforzo normale agente, espressa in [kN]
$\sigma_c$	tensione di compressione nel cls, espressa in [kPa]
$\sigma_{fi}$	tensione nei ferri inferiori, espressa in [kPa]
$\sigma_{fs}$	tensione nei ferri superiori, espressa in [kPa]

## 10.6.1 Combinazioni SLER

### 10.6.1.1 Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 17430 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

**Tabella 34**

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	30	12.57	15.71	0.00	0.00	0 (32)	0 (32)	0 (32)
2	100	31	12.57	15.71	0.00	0.73	2 (32)	31 (32)	33 (32)
3	100	31	12.57	15.71	0.01	1.48	5 (32)	58 (32)	68 (32)
4	100	32	12.57	15.71	0.02	2.23	8 (32)	80 (39)	108 (32)
5	100	32	12.57	15.71	0.06	3.00	12 (32)	93 (39)	158 (32)
6	100	33	12.57	15.71	0.11	3.78	17 (32)	96 (39)	223 (32)
7	100	33	12.57	15.71	0.20	4.57	24 (32)	87 (39)	311 (32)
8	100	34	12.57	15.71	0.32	5.38	35 (32)	62 (39)	433 (32)
9	100	34	12.57	15.71	0.70	6.20	53 (32)	246 (32)	611 (32)
10	100	35	12.57	15.71	1.05	7.02	77 (32)	703 (32)	841 (32)
11	100	35	12.57	15.71	1.51	7.87	108 (32)	1407 (32)	1116 (32)
12	100	36	12.57	15.71	2.07	8.72	145 (32)	2352 (32)	1432 (32)
13	100	36	12.57	15.71	2.74	9.58	188 (32)	3532 (32)	1789 (32)
14	100	37	12.57	15.71	3.54	10.46	236 (32)	4947 (32)	2190 (32)
15	100	37	12.57	15.71	4.47	11.35	290 (32)	6596 (32)	2635 (32)
16	100	38	12.57	15.71	5.54	12.25	349 (32)	8481 (32)	3125 (32)
17	100	38	12.57	15.71	6.74	13.17	414 (32)	10604 (32)	3661 (32)
18	100	39	12.57	15.71	8.10	14.09	484 (32)	12965 (32)	4244 (32)
19	100	39	12.57	15.71	9.61	15.03	560 (32)	15567 (32)	4874 (32)
20	100	40	12.57	15.71	11.29	15.98	641 (32)	18411 (32)	5552 (32)
21	100	40	12.57	15.71	13.13	16.94	727 (32)	21498 (32)	6277 (32)
22	100	41	12.57	15.71	15.15	17.92	818 (32)	24829 (32)	7050 (32)
23	100	41	12.57	15.71	17.35	18.90	915 (32)	28405 (32)	7870 (32)
24	100	42	12.57	15.71	19.73	19.90	1016 (32)	32227 (32)	8739 (32)
25	100	42	12.57	15.71	22.31	20.91	1122 (32)	36296 (32)	9655 (32)
26	100	43	12.57	15.71	25.09	21.93	1233 (32)	40612 (32)	10619 (32)
27	100	43	12.57	15.71	28.07	22.97	1349 (32)	45176 (32)	11631 (32)
28	100	44	12.57	15.71	31.26	24.02	1470 (32)	49989 (32)	12691 (32)
29	100	44	12.57	15.71	34.67	25.07	1595 (32)	55051 (32)	13798 (32)
30	100	45	12.57	15.71	38.30	26.15	1724 (32)	60362 (32)	14952 (32)
31	100	45	12.57	15.71	42.16	27.23	1859 (32)	65924 (32)	16154 (32)
32	100	46	12.57	15.71	46.25	28.32	1997 (32)	71736 (32)	17403 (32)
33	100	46	12.57	15.71	50.59	29.43	2140 (32)	77799 (32)	18698 (32)
34	100	47	12.57	15.71	55.17	30.55	2287 (32)	84113 (32)	20040 (32)
35	100	47	12.57	15.71	60.00	31.68	2438 (32)	90675 (32)	21427 (32)
36	100	48	12.57	15.71	65.09	32.83	2594 (32)	97483 (32)	22860 (32)
37	100	48	12.57	15.71	70.44	33.98	2753 (32)	104533 (32)	24337 (32)
38	100	49	12.57	15.71	76.04	35.15	2916 (32)	111819 (32)	25856 (32)
39	100	49	12.57	15.71	81.91	36.33	3082 (32)	119339 (32)	27417 (32)
40	100	49	12.57	15.71	88.05	37.52	3258 (32)	127252 (32)	29056 (32)



### 10.6.1.2 Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 17430 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 360000 [kPa]

**Tabella 35**

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	12.57	12.57	0.00	0.00	0 (32)	0 (32)	0 (32)
2	100	50	12.57	12.57	0.33	0.00	13 (35)	643 (35)	102 (35)
3	100	50	12.57	12.57	1.34	0.00	52 (35)	2580 (35)	409 (35)
4	100	50	12.57	12.57	3.02	0.00	118 (35)	5823 (35)	922 (35)
5	100	50	12.57	12.57	5.39	0.00	210 (35)	10384 (35)	1644 (35)
6	100	50	12.57	12.57	8.44	0.00	329 (35)	16273 (35)	2577 (35)
7	100	50	12.57	12.57	12.19	0.00	475 (35)	23505 (35)	3722 (35)
8	100	50	12.57	12.57	16.64	0.00	648 (35)	32089 (35)	5081 (35)
9	100	50	12.57	12.57	21.80	0.00	850 (35)	42038 (35)	6656 (35)
10	100	50	12.57	12.57	4.36	0.00	600 (35)	8401 (37)	29698 (35)
11	100	50	12.57	12.57	3.89	0.00	594 (35)	7509 (37)	29374 (35)
12	100	50	12.57	12.57	3.35	0.00	587 (35)	6461 (37)	29068 (35)
13	100	50	12.57	12.57	2.74	0.00	581 (35)	5282 (37)	28769 (35)
14	100	50	12.57	12.57	3.57	0.00	517 (35)	6886 (37)	25579 (35)
15	100	50	12.57	12.57	4.29	0.00	455 (35)	8281 (37)	22504 (35)
16	100	50	12.57	12.57	4.84	0.00	398 (35)	9335 (37)	19689 (35)
17	100	50	12.57	12.57	5.23	0.00	346 (35)	10077 (37)	17122 (35)
18	100	50	12.57	12.57	5.46	0.00	299 (35)	10531 (37)	14793 (35)
19	100	50	12.57	12.57	5.56	0.00	256 (35)	10724 (37)	12689 (35)
20	100	50	12.57	12.57	5.54	0.00	218 (35)	10684 (37)	10798 (35)
21	100	50	12.57	12.57	5.41	0.00	211 (37)	10435 (37)	9108 (35)
22	100	50	12.57	12.57	5.19	0.00	202 (37)	10006 (37)	7608 (35)
23	100	50	12.57	12.57	4.89	0.00	190 (37)	9422 (37)	6286 (35)
24	100	50	12.57	12.57	4.52	0.00	176 (37)	8710 (37)	5130 (35)
25	100	50	12.57	12.57	4.10	0.00	160 (37)	7896 (37)	4129 (35)
26	100	50	12.57	12.57	3.63	0.00	142 (37)	7008 (37)	3269 (35)
27	100	50	12.57	12.57	-1.33	0.00	123 (37)	6070 (37)	2558 (39)
28	100	50	12.57	12.57	-1.11	0.00	103 (37)	5111 (37)	2146 (39)
29	100	50	12.57	12.57	-0.92	0.00	84 (37)	4156 (37)	1775 (39)
30	100	50	12.57	12.57	-0.75	0.00	65 (37)	3231 (37)	1437 (39)
31	100	50	12.57	12.57	-0.58	0.00	48 (37)	2364 (37)	1126 (39)
32	100	50	12.57	12.57	-0.43	0.00	32 (37)	1581 (37)	834 (39)
33	100	50	12.57	12.57	-0.29	0.00	18 (37)	908 (37)	554 (39)
34	100	50	12.57	12.57	-0.07	0.00	5 (37)	235 (37)	141 (39)
35	100	50	12.57	12.57	0.00	0.00	0 (32)	0 (32)	0 (32)

### 10.6.2 Combinazioni SLEF

#### 10.6.2.1 Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 29050 [kPa]  
 Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

Tabella 36

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	30	12.57	15.71	0.00	0.00	0 (33)	0 (33)	0 (33)
2	100	31	12.57	15.71	0.00	0.73	2 (33)	31 (33)	33 (33)
3	100	31	12.57	15.71	0.01	1.48	5 (33)	58 (33)	68 (33)
4	100	32	12.57	15.71	0.02	2.23	8 (33)	80 (36)	108 (33)
5	100	32	12.57	15.71	0.06	3.00	11 (33)	93 (36)	157 (33)
6	100	33	12.57	15.71	0.11	3.78	17 (33)	96 (36)	220 (33)
7	100	33	12.57	15.71	0.20	4.57	24 (33)	87 (36)	302 (33)
8	100	34	12.57	15.71	0.32	5.38	33 (33)	62 (36)	412 (33)
9	100	34	12.57	15.71	0.63	6.20	48 (33)	151 (33)	567 (33)
10	100	35	12.57	15.71	0.94	7.02	69 (33)	499 (33)	772 (33)
11	100	35	12.57	15.71	1.34	7.87	96 (33)	1066 (33)	1021 (33)
12	100	36	12.57	15.71	1.84	8.72	128 (33)	1852 (33)	1307 (33)
13	100	36	12.57	15.71	2.43	9.58	166 (33)	2853 (33)	1631 (33)
14	100	37	12.57	15.71	3.14	10.46	209 (33)	4066 (33)	1994 (33)
15	100	37	12.57	15.71	3.96	11.35	257 (33)	5493 (33)	2396 (33)
16	100	38	12.57	15.71	4.91	12.25	310 (33)	7133 (33)	2839 (33)
17	100	38	12.57	15.71	5.99	13.17	368 (33)	8990 (33)	3323 (33)
18	100	39	12.57	15.71	7.20	14.09	431 (33)	11065 (33)	3850 (33)
19	100	39	12.57	15.71	8.55	15.03	499 (33)	13361 (33)	4420 (33)
20	100	40	12.57	15.71	10.05	15.98	572 (33)	15880 (33)	5033 (33)
21	100	40	12.57	15.71	11.71	16.94	650 (33)	18623 (33)	5691 (33)
22	100	41	12.57	15.71	13.52	17.92	732 (33)	21592 (33)	6392 (33)
23	100	41	12.57	15.71	15.50	18.90	819 (33)	24788 (33)	7138 (33)
24	100	42	12.57	15.71	17.65	19.90	911 (33)	28214 (33)	7929 (33)
25	100	42	12.57	15.71	19.99	20.91	1008 (33)	31871 (33)	8764 (33)
26	100	43	12.57	15.71	22.50	21.93	1109 (33)	35760 (33)	9645 (33)
27	100	43	12.57	15.71	25.21	22.97	1214 (33)	39882 (33)	10570 (33)
28	100	44	12.57	15.71	28.11	24.02	1324 (33)	44238 (33)	11540 (33)
29	100	44	12.57	15.71	31.22	25.07	1439 (33)	48830 (33)	12555 (33)
30	100	45	12.57	15.71	34.53	26.15	1558 (33)	53658 (33)	13615 (33)
31	100	45	12.57	15.71	38.06	27.23	1681 (33)	58723 (33)	14720 (33)
32	100	46	12.57	15.71	41.80	28.32	1808 (33)	64026 (33)	15869 (33)
33	100	46	12.57	15.71	45.78	29.43	1940 (33)	69569 (33)	17064 (33)
34	100	47	12.57	15.71	49.98	30.55	2075 (33)	75350 (33)	18303 (33)
35	100	47	12.57	15.71	54.43	31.68	2215 (33)	81371 (33)	19586 (33)
36	100	48	12.57	15.71	59.11	32.83	2359 (33)	87628 (33)	20912 (33)
37	100	48	12.57	15.71	64.04	33.98	2506 (33)	94119 (33)	22281 (33)
38	100	49	12.57	15.71	69.21	35.15	2658 (33)	100837 (33)	23692 (33)
39	100	49	12.57	15.71	74.64	36.33	2812 (33)	107777 (33)	25142 (33)
40	100	49	12.57	15.71	80.31	37.52	2975 (33)	115083 (33)	26665 (33)

### 10.6.2.2 Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 29050 [kPa]  
Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

Tabella 37

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	12.57	12.57	0.00	0.00	0 (33)	0 (33)	0 (33)
2	100	50	12.57	12.57	0.31	0.00	12 (36)	601 (36)	95 (36)

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
3	100	50	12.57	12.57	1.25	0.00	49 (36)	2410 (36)	382 (36)
4	100	50	12.57	12.57	2.82	0.00	110 (36)	5433 (36)	860 (36)
5	100	50	12.57	12.57	5.02	0.00	196 (36)	9677 (36)	1532 (36)
6	100	50	12.57	12.57	7.86	0.00	306 (36)	15151 (36)	2399 (36)
7	100	50	12.57	12.57	11.34	0.00	442 (36)	21861 (36)	3461 (36)
8	100	50	12.57	12.57	15.46	0.00	603 (36)	29814 (36)	4721 (36)
9	100	50	12.57	12.57	20.24	0.00	789 (36)	39019 (36)	6178 (36)
10	100	50	12.57	12.57	-11.85	0.00	462 (36)	8401 (33)	22846 (36)
11	100	50	12.57	12.57	-10.70	0.00	417 (36)	7509 (33)	20630 (36)
12	100	50	12.57	12.57	4.19	0.00	375 (36)	8070 (38)	18577 (36)
13	100	50	12.57	12.57	4.59	0.00	337 (36)	8857 (38)	16681 (36)
14	100	50	12.57	12.57	4.88	0.00	302 (36)	9414 (38)	14935 (36)
15	100	50	12.57	12.57	5.06	0.00	269 (36)	9757 (38)	13332 (36)
16	100	50	12.57	12.57	5.14	0.00	240 (36)	9905 (38)	11863 (36)
17	100	50	12.57	12.57	-5.46	0.00	213 (36)	10077 (33)	10523 (36)
18	100	50	12.57	12.57	-4.82	0.00	213 (33)	10531 (33)	9303 (36)
19	100	50	12.57	12.57	-4.25	0.00	217 (33)	10724 (33)	8197 (36)
20	100	50	12.57	12.57	-3.73	0.00	216 (33)	10684 (33)	7197 (36)
21	100	50	12.57	12.57	-3.26	0.00	211 (33)	10435 (33)	6295 (36)
22	100	50	12.57	12.57	-2.85	0.00	202 (33)	10006 (33)	5486 (36)
23	100	50	12.57	12.57	-2.47	0.00	190 (33)	9422 (33)	4760 (36)
24	100	50	12.57	12.57	-2.13	0.00	176 (33)	8710 (33)	4112 (36)
25	100	50	12.57	12.57	-1.83	0.00	160 (33)	7896 (33)	3534 (36)
26	100	50	12.57	12.57	-1.57	0.00	142 (33)	7008 (33)	3018 (36)
27	100	50	12.57	12.57	-1.33	0.00	123 (33)	6070 (33)	2558 (36)
28	100	50	12.57	12.57	-1.11	0.00	103 (33)	5111 (33)	2146 (36)
29	100	50	12.57	12.57	-0.92	0.00	84 (33)	4156 (33)	1775 (36)
30	100	50	12.57	12.57	-0.75	0.00	65 (33)	3231 (33)	1437 (36)
31	100	50	12.57	12.57	-0.58	0.00	48 (33)	2364 (33)	1126 (36)
32	100	50	12.57	12.57	-0.43	0.00	32 (33)	1581 (33)	834 (36)
33	100	50	12.57	12.57	-0.29	0.00	18 (33)	908 (33)	554 (36)
34	100	50	12.57	12.57	-0.07	0.00	5 (33)	235 (33)	141 (36)
35	100	50	12.57	12.57	0.00	0.00	0 (33)	0 (33)	0 (33)

### 10.6.3 Combinazioni SLEQ

#### 10.6.3.1 Paramento

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 13073 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

**Tabella 38**

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	30	12.57	15.71	0.00	0.00	0 (34)	0 (34)	0 (34)
2	100	31	12.57	15.71	0.00	0.73	2 (34)	31 (34)	33 (34)
3	100	31	12.57	15.71	0.01	1.48	5 (34)	58 (34)	68 (34)
4	100	32	12.57	15.71	0.02	2.23	8 (34)	80 (34)	108 (34)
5	100	32	12.57	15.71	0.06	3.00	11 (34)	93 (34)	156 (34)
6	100	33	12.57	15.71	0.11	3.78	16 (34)	96 (34)	214 (34)
7	100	33	12.57	15.71	0.20	4.57	22 (34)	87 (34)	284 (34)
8	100	34	12.57	15.71	0.32	5.38	29 (34)	62 (34)	369 (34)
9	100	34	12.57	15.71	0.47	6.20	38 (34)	6 (34)	475 (34)
10	100	35	12.57	15.71	0.68	7.02	50 (34)	117 (34)	609 (34)
11	100	35	12.57	15.71	0.94	7.87	67 (34)	343 (34)	775 (34)
12	100	36	12.57	15.71	1.25	8.72	87 (34)	695 (34)	971 (34)
13	100	36	12.57	15.71	1.63	9.58	110 (34)	1186 (34)	1195 (34)
14	100	37	12.57	15.71	2.08	10.46	138 (34)	1821 (34)	1446 (34)
15	100	37	12.57	15.71	2.60	11.35	168 (34)	2601 (34)	1724 (34)
16	100	38	12.57	15.71	3.21	12.25	203 (34)	3529 (34)	2030 (34)
17	100	38	12.57	15.71	3.90	13.17	241 (34)	4609 (34)	2364 (34)
18	100	39	12.57	15.71	4.69	14.09	282 (34)	5845 (34)	2728 (34)
19	100	39	12.57	15.71	5.57	15.03	327 (34)	7240 (34)	3122 (34)
20	100	40	12.57	15.71	6.56	15.98	376 (34)	8798 (34)	3548 (34)
21	100	40	12.57	15.71	7.66	16.94	429 (34)	10524 (34)	4006 (34)
22	100	41	12.57	15.71	8.88	17.92	485 (34)	12420 (34)	4498 (34)
23	100	41	12.57	15.71	10.23	18.90	545 (34)	14492 (34)	5023 (34)
24	100	42	12.57	15.71	11.70	19.90	608 (34)	16741 (34)	5584 (34)
25	100	42	12.57	15.71	13.30	20.91	676 (34)	19172 (34)	6179 (34)
26	100	43	12.57	15.71	15.05	21.93	747 (34)	21788 (34)	6810 (34)
27	100	43	12.57	15.71	16.94	22.97	822 (34)	24591 (34)	7477 (34)
28	100	44	12.57	15.71	18.98	24.02	901 (34)	27585 (34)	8181 (34)
29	100	44	12.57	15.71	21.19	25.07	984 (34)	30772 (34)	8922 (34)
30	100	45	12.57	15.71	23.55	26.15	1070 (34)	34154 (34)	9701 (34)
31	100	45	12.57	15.71	26.09	27.23	1161 (34)	37735 (34)	10517 (34)
32	100	46	12.57	15.71	28.81	28.32	1255 (34)	41516 (34)	11371 (34)
33	100	46	12.57	15.71	31.70	29.43	1352 (34)	45500 (34)	12263 (34)
34	100	47	12.57	15.71	34.78	30.55	1454 (34)	49689 (34)	13194 (34)
35	100	47	12.57	15.71	38.06	31.68	1559 (34)	54084 (34)	14164 (34)
36	100	48	12.57	15.71	41.54	32.83	1668 (34)	58688 (34)	15172 (34)
37	100	48	12.57	15.71	45.22	33.98	1781 (34)	63502 (34)	16220 (34)
38	100	49	12.57	15.71	49.12	35.15	1897 (34)	68528 (34)	17306 (34)
39	100	49	12.57	15.71	53.23	36.33	2017 (34)	73768 (34)	18432 (34)
40	100	49	12.57	15.71	57.56	37.52	2144 (34)	79331 (34)	19622 (34)

## 10.6.3.2 Fondazione

Tensione massima di compressione nel calcestruzzo 13073 [kPa]

Tensione massima di trazione dell'acciaio 450000 [kPa]

Tabella 39

n°	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	100	50	12.57	12.57	0.00	0.00	0 (34)	0 (34)	0 (34)
2	100	50	12.57	12.57	0.25	0.00	10 (34)	474 (34)	75 (34)
3	100	50	12.57	12.57	0.99	0.00	39 (34)	1909 (34)	302 (34)
4	100	50	12.57	12.57	2.24	0.00	87 (34)	4324 (34)	685 (34)
5	100	50	12.57	12.57	4.01	0.00	156 (34)	7735 (34)	1225 (34)
6	100	50	12.57	12.57	6.31	0.00	246 (34)	12162 (34)	1926 (34)
7	100	50	12.57	12.57	9.14	0.00	356 (34)	17623 (34)	2790 (34)
8	100	50	12.57	12.57	12.52	0.00	488 (34)	24136 (34)	3822 (34)
9	100	50	12.57	12.57	16.45	0.00	641 (34)	31720 (34)	5022 (34)
10	100	50	12.57	12.57	2.97	0.00	116 (34)	5727 (34)	907 (34)
11	100	50	12.57	12.57	3.65	0.00	142 (34)	7032 (34)	1113 (34)
12	100	50	12.57	12.57	4.19	0.00	163 (34)	8070 (34)	1278 (34)
13	100	50	12.57	12.57	4.59	0.00	179 (34)	8857 (34)	1402 (34)
14	100	50	12.57	12.57	4.88	0.00	190 (34)	9414 (34)	1490 (34)
15	100	50	12.57	12.57	5.06	0.00	197 (34)	9757 (34)	1545 (34)
16	100	50	12.57	12.57	5.14	0.00	200 (34)	9905 (34)	1568 (34)
17	100	50	12.57	12.57	5.12	0.00	200 (34)	9876 (34)	1564 (34)
18	100	50	12.57	12.57	5.03	0.00	196 (34)	9690 (34)	1534 (34)
19	100	50	12.57	12.57	4.86	0.00	189 (34)	9363 (34)	1482 (34)
20	100	50	12.57	12.57	4.62	0.00	180 (34)	8914 (34)	1411 (34)
21	100	50	12.57	12.57	4.34	0.00	169 (34)	8362 (34)	1324 (34)
22	100	50	12.57	12.57	4.01	0.00	156 (34)	7725 (34)	1223 (34)
23	100	50	12.57	12.57	3.64	0.00	142 (34)	7021 (34)	1112 (34)
24	100	50	12.57	12.57	3.25	0.00	127 (34)	6268 (34)	992 (34)
25	100	50	12.57	12.57	2.84	0.00	111 (34)	5485 (34)	868 (34)
26	100	50	12.57	12.57	2.43	0.00	95 (34)	4689 (34)	742 (34)
27	100	50	12.57	12.57	2.02	0.00	79 (34)	3900 (34)	618 (34)
28	100	50	12.57	12.57	1.63	0.00	63 (34)	3135 (34)	496 (34)
29	100	50	12.57	12.57	1.25	0.00	49 (34)	2413 (34)	382 (34)
30	100	50	12.57	12.57	0.91	0.00	35 (34)	1752 (34)	277 (34)
31	100	50	12.57	12.57	0.61	0.00	24 (34)	1170 (34)	185 (34)
32	100	50	12.57	12.57	0.36	0.00	14 (34)	685 (34)	109 (34)
33	100	50	12.57	12.57	0.16	0.00	6 (34)	317 (34)	50 (34)
34	100	50	12.57	12.57	0.04	0.00	2 (34)	82 (34)	13 (34)
35	100	50	12.57	12.57	0.00	0.00	0 (34)	0 (34)	0 (34)

## 10.7 Verifica a fessurazione

### Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [cm]
H	altezza sezione espressa in [cm]
Af	area ferri zona tesa espresso in [cmq]
Aeff	area efficace espressa in [cmq]
M	momento agente espressa in [kNm]
Mpf	momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
e	deformazione espresso in %
Sm	spaziatura tra le fessure espressa in [mm]
w	apertura delle fessure espressa in [mm]

Considerando che il momento sollecitante risulta inferiore al momento di prima fessurazione, risulterà, in genere,  $w=0.0$  mm

### 10.7.1 Combinazioni SLEF

#### 10.7.1.1 Paramento

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

Tabella 40

n°	B [cm]	H [cm]	Af [cmq]	Aeff [cmq]	M [kNm]	Mpf [kNm]	$\varepsilon$ [%]	Sm [mm]	w [mm]
1	100	30	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (33)
2	100	31	15.71	1250.00	0.00	52.74	0.000000	0.00	0.000 (33)
3	100	31	15.71	1250.00	0.01	54.52	0.000000	0.00	0.000 (33)
4	100	32	15.71	1250.00	0.02	56.32	0.000000	0.00	0.000 (33)
5	100	32	15.71	1250.00	0.06	58.15	0.000000	0.00	0.000 (33)
6	100	33	15.71	1250.00	0.13	60.00	0.000000	0.00	0.000 (33)
7	100	33	15.71	1250.00	0.23	61.88	0.000000	0.00	0.000 (33)
8	100	34	15.71	1250.00	0.40	63.79	0.000000	0.00	0.000 (33)
9	100	34	15.71	1250.00	0.63	65.72	0.000000	0.00	0.000 (33)
10	100	35	15.71	1250.00	0.94	67.69	0.000000	0.00	0.000 (33)
11	100	35	15.71	1250.00	1.34	69.68	0.000000	0.00	0.000 (33)
12	100	36	15.71	1250.00	1.84	71.69	0.000000	0.00	0.000 (33)
13	100	36	15.71	1250.00	2.43	73.73	0.000000	0.00	0.000 (33)
14	100	37	15.71	1250.00	3.14	75.80	0.000000	0.00	0.000 (33)
15	100	37	15.71	1250.00	3.96	77.89	0.000000	0.00	0.000 (33)
16	100	38	15.71	1250.00	4.91	80.01	0.000000	0.00	0.000 (33)
17	100	38	15.71	1250.00	5.99	82.16	0.000000	0.00	0.000 (33)
18	100	39	15.71	1250.00	7.20	84.34	0.000000	0.00	0.000 (33)
19	100	39	15.71	1250.00	8.55	86.54	0.000000	0.00	0.000 (33)
20	100	40	15.71	1250.00	10.05	88.76	0.000000	0.00	0.000 (33)
21	100	40	15.71	1250.00	11.71	91.02	0.000000	0.00	0.000 (33)
22	100	41	15.71	1250.00	13.52	93.30	0.000000	0.00	0.000 (33)
23	100	41	15.71	1250.00	15.50	95.61	0.000000	0.00	0.000 (33)
24	100	42	15.71	1250.00	17.65	97.94	0.000000	0.00	0.000 (33)
25	100	42	15.71	1250.00	19.99	100.31	0.000000	0.00	0.000 (33)

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	$\varepsilon$	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
26	100	43	15.71	1250.00	22.50	102.70	0.000000	0.00	0.000 (33)
27	100	43	15.71	1250.00	25.21	105.11	0.000000	0.00	0.000 (33)
28	100	44	15.71	1250.00	28.11	107.55	0.000000	0.00	0.000 (33)
29	100	44	15.71	1250.00	31.22	110.02	0.000000	0.00	0.000 (33)
30	100	45	15.71	1250.00	34.53	112.51	0.000000	0.00	0.000 (33)
31	100	45	15.71	1250.00	38.06	115.04	0.000000	0.00	0.000 (33)
32	100	46	15.71	1250.00	41.80	117.59	0.000000	0.00	0.000 (33)
33	100	46	15.71	1250.00	45.78	120.16	0.000000	0.00	0.000 (33)
34	100	47	15.71	1250.00	49.98	122.76	0.000000	0.00	0.000 (33)
35	100	47	15.71	1250.00	54.43	125.39	0.000000	0.00	0.000 (33)
36	100	48	15.71	1250.00	59.11	128.05	0.000000	0.00	0.000 (33)
37	100	48	15.71	1250.00	64.04	130.73	0.000000	0.00	0.000 (33)
38	100	49	15.71	1250.00	69.21	133.45	0.000000	0.00	0.000 (33)
39	100	49	15.71	1250.00	74.64	136.18	0.000000	0.00	0.000 (33)
40	100	49	15.71	1250.00	80.31	138.67	0.000000	0.00	0.000 (33)

### 10.7.1.2 Fondazione

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

Tabella 41

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	$\varepsilon$	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (33)
2	100	50	12.57	1250.00	0.25	135.22	0.000000	0.00	0.000 (33)
3	100	50	12.57	1250.00	0.99	135.22	0.000000	0.00	0.000 (33)
4	100	50	12.57	1250.00	2.25	135.22	0.000000	0.00	0.000 (33)
5	100	50	12.57	1250.00	4.04	135.22	0.000000	0.00	0.000 (33)
6	100	50	12.57	1250.00	6.37	135.22	0.000000	0.00	0.000 (33)
7	100	50	12.57	1250.00	9.26	135.22	0.000000	0.00	0.000 (33)
8	100	50	12.57	1250.00	12.72	135.22	0.000000	0.00	0.000 (33)
9	100	50	12.57	1250.00	16.75	135.22	0.000000	0.00	0.000 (33)
10	100	50	12.57	1250.00	4.36	135.22	0.000000	0.00	0.000 (33)
11	100	50	12.57	1250.00	3.89	135.22	0.000000	0.00	0.000 (33)
12	100	50	12.57	1250.00	3.35	135.22	0.000000	0.00	0.000 (33)
13	100	50	12.57	1250.00	2.74	135.22	0.000000	0.00	0.000 (33)
14	100	50	12.57	1250.00	3.57	135.22	0.000000	0.00	0.000 (33)
15	100	50	12.57	1250.00	4.29	135.22	0.000000	0.00	0.000 (33)
16	100	50	12.57	1250.00	4.84	135.22	0.000000	0.00	0.000 (33)
17	100	50	12.57	1250.00	5.23	135.22	0.000000	0.00	0.000 (33)
18	100	50	12.57	1250.00	5.46	135.22	0.000000	0.00	0.000 (33)
19	100	50	12.57	1250.00	5.56	135.22	0.000000	0.00	0.000 (33)
20	100	50	12.57	1250.00	5.54	135.22	0.000000	0.00	0.000 (33)
21	100	50	12.57	1250.00	5.41	135.22	0.000000	0.00	0.000 (33)
22	100	50	12.57	1250.00	5.19	135.22	0.000000	0.00	0.000 (33)
23	100	50	12.57	1250.00	4.89	135.22	0.000000	0.00	0.000 (33)
24	100	50	12.57	1250.00	4.52	135.22	0.000000	0.00	0.000 (33)
25	100	50	12.57	1250.00	4.10	135.22	0.000000	0.00	0.000 (33)
26	100	50	12.57	1250.00	3.63	135.22	0.000000	0.00	0.000 (33)
27	100	50	12.57	1250.00	3.15	135.22	0.000000	0.00	0.000 (33)
28	100	50	12.57	1250.00	2.65	135.22	0.000000	0.00	0.000 (33)
29	100	50	12.57	1250.00	2.16	135.22	0.000000	0.00	0.000 (33)
30	100	50	12.57	1250.00	1.68	135.22	0.000000	0.00	0.000 (33)

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	$\varepsilon$	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
31	100	50	12.57	1250.00	1.23	135.22	0.000000	0.00	0.000 (33)
32	100	50	12.57	1250.00	0.82	135.22	0.000000	0.00	0.000 (33)
33	100	50	12.57	1250.00	0.47	135.22	0.000000	0.00	0.000 (33)
34	100	50	12.57	1250.00	0.12	135.22	0.000000	0.00	0.000 (33)
35	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (33)



## 10.7.2 Combinazioni SLEQ

### 10.7.2.1 Paramento

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

Tabella 42

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	$\varepsilon$	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	30	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (34)
2	100	31	15.71	1250.00	0.00	52.74	0.000000	0.00	0.000 (34)
3	100	31	15.71	1250.00	0.01	54.52	0.000000	0.00	0.000 (34)
4	100	32	15.71	1250.00	0.02	56.32	0.000000	0.00	0.000 (34)
5	100	32	15.71	1250.00	0.06	58.15	0.000000	0.00	0.000 (34)
6	100	33	15.71	1250.00	0.11	60.00	0.000000	0.00	0.000 (34)
7	100	33	15.71	1250.00	0.20	61.88	0.000000	0.00	0.000 (34)
8	100	34	15.71	1250.00	0.32	63.79	0.000000	0.00	0.000 (34)
9	100	34	15.71	1250.00	0.47	65.73	0.000000	0.00	0.000 (34)
10	100	35	15.71	1250.00	0.68	67.69	0.000000	0.00	0.000 (34)
11	100	35	15.71	1250.00	0.94	69.67	0.000000	0.00	0.000 (34)
12	100	36	15.71	1250.00	1.25	71.69	0.000000	0.00	0.000 (34)
13	100	36	15.71	1250.00	1.63	73.73	0.000000	0.00	0.000 (34)
14	100	37	15.71	1250.00	2.08	75.80	0.000000	0.00	0.000 (34)
15	100	37	15.71	1250.00	2.60	77.90	0.000000	0.00	0.000 (34)
16	100	38	15.71	1250.00	3.21	80.01	0.000000	0.00	0.000 (34)
17	100	38	15.71	1250.00	3.90	82.16	0.000000	0.00	0.000 (34)
18	100	39	15.71	1250.00	4.69	84.34	0.000000	0.00	0.000 (34)
19	100	39	15.71	1250.00	5.57	86.54	0.000000	0.00	0.000 (34)
20	100	40	15.71	1250.00	6.56	88.77	0.000000	0.00	0.000 (34)
21	100	40	15.71	1250.00	7.66	91.02	0.000000	0.00	0.000 (34)
22	100	41	15.71	1250.00	8.88	93.30	0.000000	0.00	0.000 (34)
23	100	41	15.71	1250.00	10.23	95.61	0.000000	0.00	0.000 (34)
24	100	42	15.71	1250.00	11.70	97.95	0.000000	0.00	0.000 (34)
25	100	42	15.71	1250.00	13.30	100.31	0.000000	0.00	0.000 (34)
26	100	43	15.71	1250.00	15.05	102.70	0.000000	0.00	0.000 (34)
27	100	43	15.71	1250.00	16.94	105.11	0.000000	0.00	0.000 (34)
28	100	44	15.71	1250.00	18.98	107.55	0.000000	0.00	0.000 (34)
29	100	44	15.71	1250.00	21.19	110.02	0.000000	0.00	0.000 (34)
30	100	45	15.71	1250.00	23.55	112.51	0.000000	0.00	0.000 (34)
31	100	45	15.71	1250.00	26.09	115.03	0.000000	0.00	0.000 (34)
32	100	46	15.71	1250.00	28.81	117.58	0.000000	0.00	0.000 (34)
33	100	46	15.71	1250.00	31.70	120.16	0.000000	0.00	0.000 (34)
34	100	47	15.71	1250.00	34.78	122.76	0.000000	0.00	0.000 (34)
35	100	47	15.71	1250.00	38.06	125.39	0.000000	0.00	0.000 (34)
36	100	48	15.71	1250.00	41.54	128.05	0.000000	0.00	0.000 (34)
37	100	48	15.71	1250.00	45.22	130.73	0.000000	0.00	0.000 (34)
38	100	49	15.71	1250.00	49.12	133.44	0.000000	0.00	0.000 (34)
39	100	49	15.71	1250.00	53.23	136.18	0.000000	0.00	0.000 (34)
40	100	49	15.71	1250.00	57.56	138.68	0.000000	0.00	0.000 (34)

## 10.7.2.2 Fondazione

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$ 

Tabella 43

n°	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	$\varepsilon$	Sm	w
	[cm]	[cm]	[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[mm]	[mm]
1	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (34)
2	100	50	12.57	1250.00	0.25	135.22	0.000000	0.00	0.000 (34)
3	100	50	12.57	1250.00	0.99	135.22	0.000000	0.00	0.000 (34)
4	100	50	12.57	1250.00	2.24	135.22	0.000000	0.00	0.000 (34)
5	100	50	12.57	1250.00	4.01	135.22	0.000000	0.00	0.000 (34)
6	100	50	12.57	1250.00	6.31	135.22	0.000000	0.00	0.000 (34)
7	100	50	12.57	1250.00	9.14	135.22	0.000000	0.00	0.000 (34)
8	100	50	12.57	1250.00	12.52	135.22	0.000000	0.00	0.000 (34)
9	100	50	12.57	1250.00	16.45	135.22	0.000000	0.00	0.000 (34)
10	100	50	12.57	1250.00	2.97	135.22	0.000000	0.00	0.000 (34)
11	100	50	12.57	1250.00	3.65	135.22	0.000000	0.00	0.000 (34)
12	100	50	12.57	1250.00	4.19	135.22	0.000000	0.00	0.000 (34)
13	100	50	12.57	1250.00	4.59	135.22	0.000000	0.00	0.000 (34)
14	100	50	12.57	1250.00	4.88	135.22	0.000000	0.00	0.000 (34)
15	100	50	12.57	1250.00	5.06	135.22	0.000000	0.00	0.000 (34)
16	100	50	12.57	1250.00	5.14	135.22	0.000000	0.00	0.000 (34)
17	100	50	12.57	1250.00	5.12	135.22	0.000000	0.00	0.000 (34)
18	100	50	12.57	1250.00	5.03	135.22	0.000000	0.00	0.000 (34)
19	100	50	12.57	1250.00	4.86	135.22	0.000000	0.00	0.000 (34)
20	100	50	12.57	1250.00	4.62	135.22	0.000000	0.00	0.000 (34)
21	100	50	12.57	1250.00	4.34	135.22	0.000000	0.00	0.000 (34)
22	100	50	12.57	1250.00	4.01	135.22	0.000000	0.00	0.000 (34)
23	100	50	12.57	1250.00	3.64	135.22	0.000000	0.00	0.000 (34)
24	100	50	12.57	1250.00	3.25	135.22	0.000000	0.00	0.000 (34)
25	100	50	12.57	1250.00	2.84	135.22	0.000000	0.00	0.000 (34)
26	100	50	12.57	1250.00	2.43	135.22	0.000000	0.00	0.000 (34)
27	100	50	12.57	1250.00	2.02	135.22	0.000000	0.00	0.000 (34)
28	100	50	12.57	1250.00	1.63	135.22	0.000000	0.00	0.000 (34)
29	100	50	12.57	1250.00	1.25	135.22	0.000000	0.00	0.000 (34)
30	100	50	12.57	1250.00	0.91	135.22	0.000000	0.00	0.000 (34)
31	100	50	12.57	1250.00	0.61	135.22	0.000000	0.00	0.000 (34)
32	100	50	12.57	1250.00	0.36	135.22	0.000000	0.00	0.000 (34)
33	100	50	12.57	1250.00	0.16	135.22	0.000000	0.00	0.000 (34)
34	100	50	12.57	1250.00	0.04	135.22	0.000000	0.00	0.000 (34)
35	100	50	0.00	0.00	0.00	0.00	---	---	0.000 (34)

## 11.DICHIARAZIONI SECONDO N.T.C. 2018 (PUNTO 10.2)

L'analisi strutturale e le verifiche sono state condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico.

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo MAX - Analisi e Calcolo Muri di Sostegno

Versione 15.0

Produttore Aztec Informatica srl, Casali del Manco - loc. Casole Bruzio (CS)

Licenza AIU5978R4

Affidabilità dei codici di calcolo

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

Informazioni generali sull'elaborazione

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

Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

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