

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP J64H17000140001

U.O. INFRASTRUTTURE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE S.PIETRO – BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 9: Opere Civili e Impianti Tecnologici di Piazzale per il completamento del raddoppio della linea Ponte SP – Bergamo e per lo spostamento provvisorio della linea Treviglio - Bergamo.

PIAZZALE FA06A4

MURO DI SOSTEGNO SU VIA DEI CANIANA:

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

N B 1 R 0 9 D 2 6 C L F A 0 6 A 4 0 0 2 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	G. Grimaldi 	Febbraio 2021	A. Maran 	Febbraio 2021	M. Berlingieri 	Febbraio 2021	A. Perigo Febbraio 2021

File: NB1R09D26CLFA06A4002A.doc

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	8
2.1	QUADRO NORMATIVO	8
2.2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	9
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	10
3.1	MATERIALI STRUTTURALI	10
3.2	PARAMETRI DEL TERRENO	11
3.3	TIPO DI ANALISI SVOLTA	13
3.4	AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO	21
3.5	INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE	22
4	ANALISI DEI CARICHI	23
4.1	PESO PROPRIO	23
4.2	CARICO VARIABILE DA TRAFFICO	23
4.1	CARICO ACCIDENTALE URTO	23
4.2	AZIONE SISMICA	23
5	COMBINAZIONI DI CARICO	28
5.1	COMBINAZIONI DI CARICO ALLO STATO LIMITE ULTIMO (SLU)	29
5.2	COMBINAZIONI DI CARICO ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)	29
5.3	COMBINAZIONI DI CARICO SISMICHE	29
6	MODELLO DI CALCOLO	30
6.1	- MURO TIPO 1	30
6.2	- MURO TIPO 2	61
7	VERIFICA SEZIONI DI INCASTRO DEL PARAMENTO E DELLA FONDAZIONE IN C.A.	95
7.1	- MURO TIPO 1 STR	95



PROGETTO DEFINITIVO
RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
LOTTO 9
PIAZZALE FA06A4

MURO DI SOSTEGNO SU VIA DEI CANIANA
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	FA06A4002	A	3 di 117

7.1 – MURO TIPO 2 STR106

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 PIAZZALE FA06A4					
	MURO DI SOSTEGNO SU VIA DEI CANIANA RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NB1R	LOTTO 09	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO FA06A4002	REV. A

1 PREMESSA

La presente relazione intende descrivere i criteri e le scelte progettuali adottate nel presente progetto definitivo per la realizzazione del muro di sostegno in c.a. su via dei Caniana, Bergamo.

Tale lavoro si individua nell'ambito del progetto del prolungamento del raddoppio della linea ferroviaria S.Pietro – Bergamo – Montello.

In particolare, lo scopo della presente relazione è il calcolo strutturale relativo al nuovo muro di sostegno su via dei Caniana, con demolizione dell'attuale e ricostruzione. Il nuovo muro ha anche funzione di muro di sottoscarpa per la rampa di accesso in progetto, nell'ambito della realizzazione del piazzale FA06A4.

Si riportano nelle figg. seguenti la configurazione dell'area, la pianta, le sezioni ed il prospetto.



Figura 1 – Area di intervento su via dei Caniana

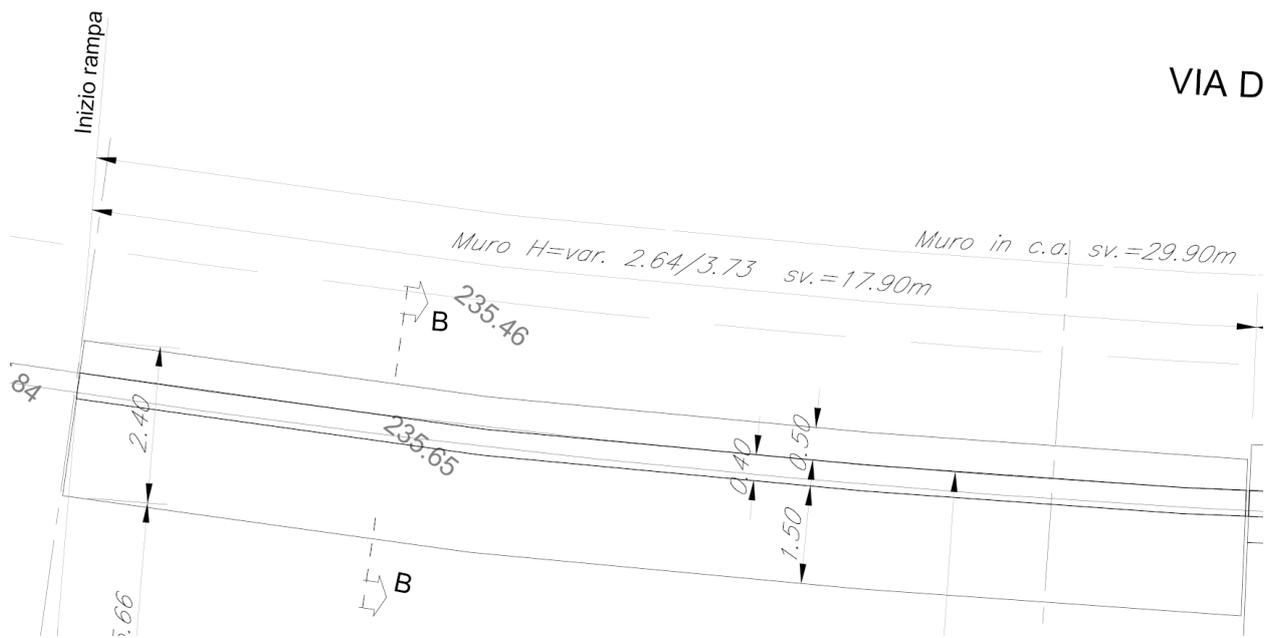
Nella presente relazione verranno analizzate le sezioni del muro relative alle due tipologie: tipo 1 con H_{max} 3.73 [m] e sviluppo 17.90 [m], tipo 2 con H_{max} 5.35 [m] con sviluppo 12 [m]; le carpenterie hanno dimensioni diverse.

In particolare la sezione tipo 1 presenta una fondazione con spessore di 0.40 [m], larghezza pari a 2.40 [m] e paramento con spessore costante di 0.40 [m]. La sezione di tipo 2 ha una fondazione di larghezza 3.20 [m], paramento con spessore di 0.40 [m] per circa 2.20 [m] dalla sommità e 0.80 [m] per la restante altezza fino all'estradosso fondazione.

L'altezza dei muri risulta variabile, aumentando in funzione dello sviluppo planimetrico. Per condurre un calcolo che tenesse conto della suddetta variabilità è stata considerata una altezza di calcolo H_c delle sezioni analizzate come: $H_c = H_{\min} + (2/3) \times \Delta H$, con $\Delta H = H_{\max} - H_{\min}$, considerando quindi l'effetto della collaborazione strutturale dell'intera opera ai fini della risposta alle azioni di progetto.

Si ha dunque:

Muro	H_{\min} [m]	H_{\max} [m]	H_c [m]
Tipo 1	2.63	3.73	3.4
Tipo 2	4.61	5.35	5.1



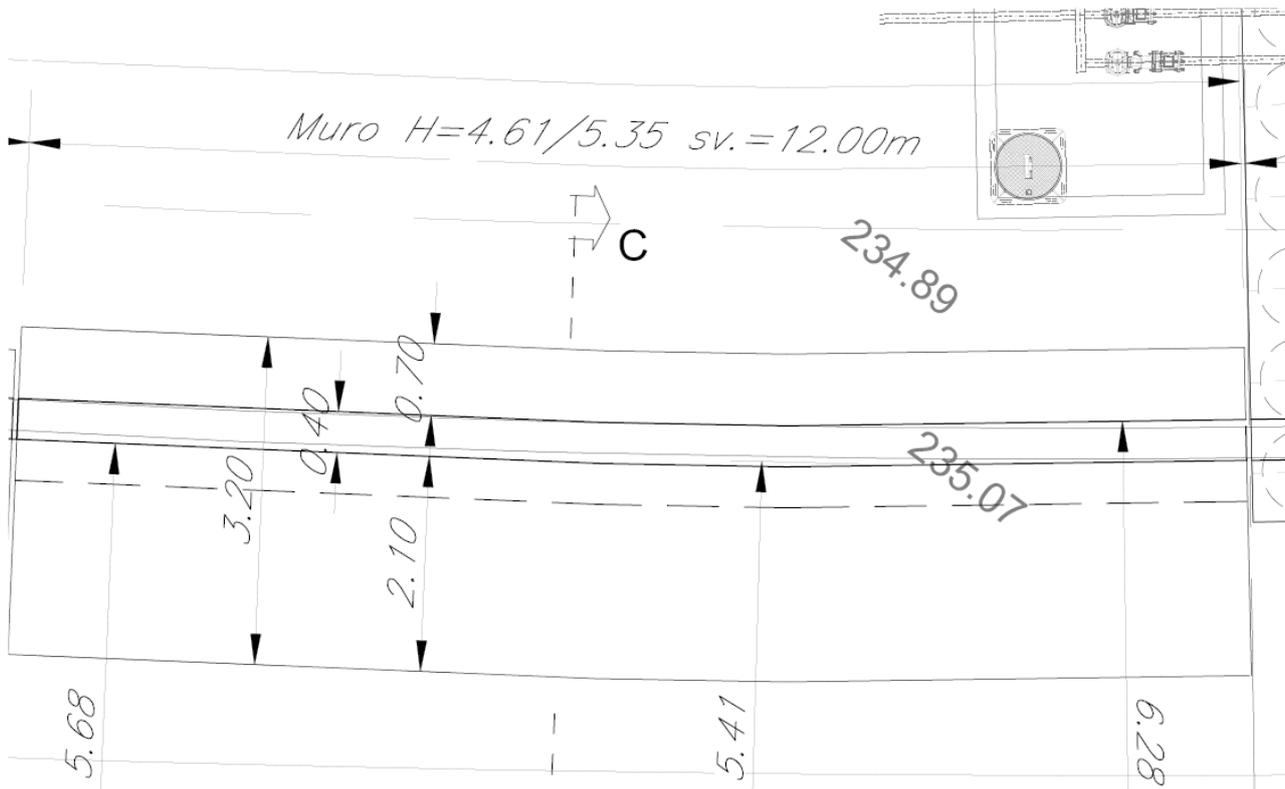


Figura 2 – Pianta, Muri tipo 1 e 2

SEZIONE C-C
SCALA 1:50

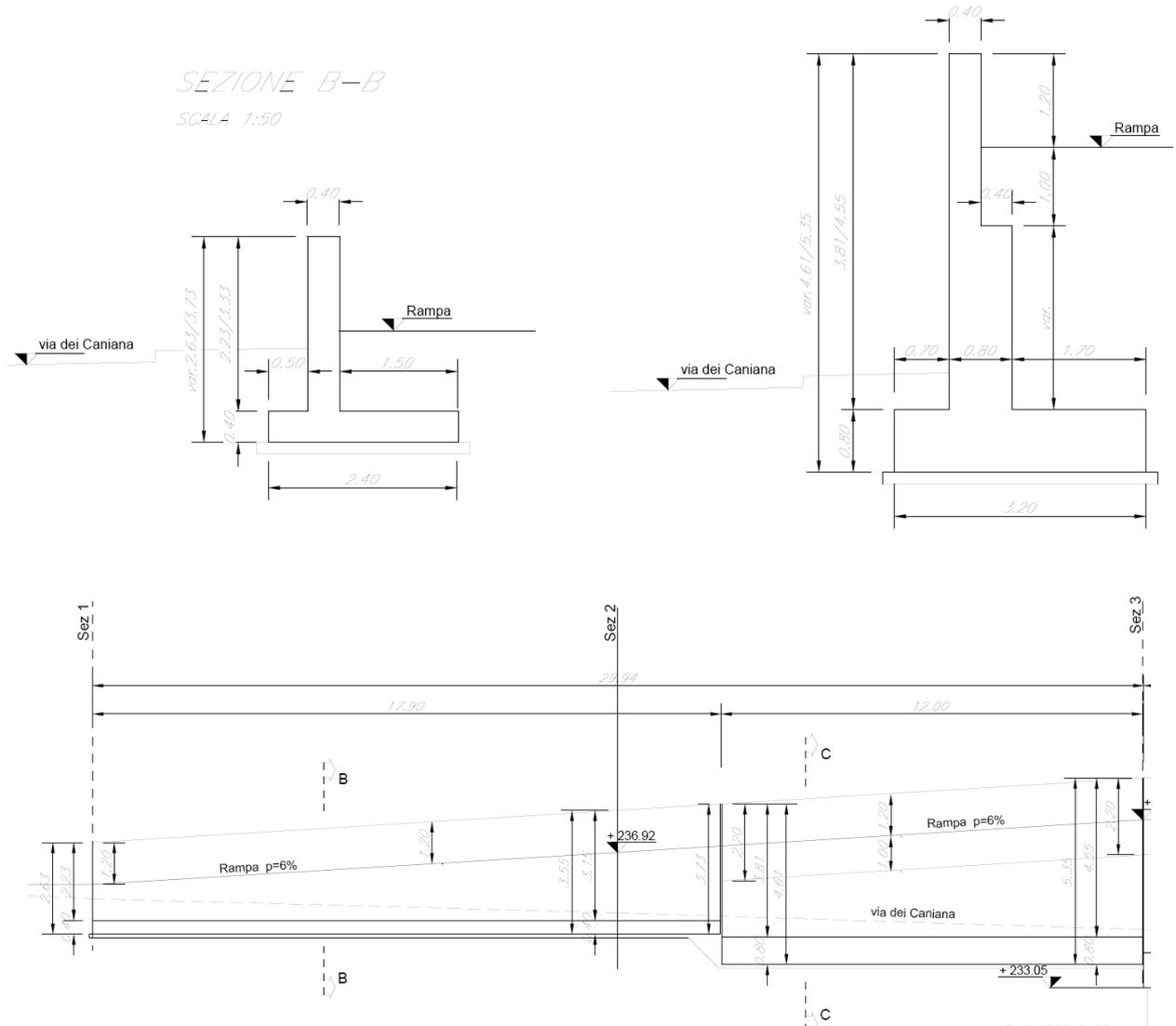


Figura 3 – Sezioni e prospetto

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 PIAZZALE FA06A4					
	MURO DI SOSTEGNO SU VIA DEI CANIANA RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NB1R	LOTTO 09	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO FA06A4002	REV. A

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

2.1 Quadro normativo

La progettazione è conforme alle normative vigenti nonché alle istruzioni dell'Ente FF.SS.

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17.01.2018;
- Circolare n.7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;
- UNI EN 206-1/2014 – “Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità”;
- UNI 11104/2004 – “Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1”;
- Norme UNI ENV 1991 ; UNI ENV 1992; UNI EN 1993; UNI EN 1997; UNI EN 1998;
- “MANUALE DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE CIVILI” - RFI DTC SI PS MA IFS 001 C del 20.12.2019;
- “CAPITOLATO GENERALE TECNICO DI APPALTO DELLE OPERE CIVILI”–RFI DTC SICS SP IFS 001B
- Regolamento (UE) N.1299/14 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione Europea.
- Eurocodice EN 1991-2:2003/AC:2010 “Azioni sulle strutture – Carichi da traffico sui ponti”.
- UNI EN 1991-1-4:2005 – “Eurocodice 1 – Azioni sulle Strutture – Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del Vento”.
- UNI EN 1992-1-1:2006 – “Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”.
- UNI EN 1993-1-1:2005 – “Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”.
- Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione europea modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 Maggio 2019;.

2.2 Documenti di riferimento

Planimetria piazzale - quota vasche	NB1R	0	9	D	26	P9	FA	0	6	A	4	1	A
Planimetria piazzale - quota piazzale	NB1R	0	9	D	26	P9	FA	0	6	A	4	2	A
Sezioni piazzale - fase provvisoria	NB1R	0	9	D	26	WA	FA	0	6	A	4	1	A
Sezioni piazzale - fase finale	NB1R	0	9	D	26	WA	FA	0	6	A	4	2	A

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 PIAZZALE FA06A4					
	MURO DI SOSTEGNO SU VIA DEI CANIANA RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NB1R	LOTTO 09	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO FA06A4002	REV. A

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per questa fase progettuale, sono stati considerati i materiali desunti dagli elaborati di progetto originale.

3.1 Materiali strutturali

CALCESTRUZZO

- **Magrone di fondazione**
Classe C12/15

Peso Specifico $\rho = 25 \text{ kN/m}^3$

Modulo Elastico $E = 27000 \text{ MPa}$

Resistenza Cilindrica $f_{ck} = 12 \text{ MPa}$

Resistenza Cubica $R_{ck} = 15 \text{ MPa}$

- **Elevazione muri**
Classe C32/40

Peso Specifico $\rho = 25 \text{ kN/m}^3$

Modulo Elastico $E = 33346 \text{ MPa}$

Resistenza Cilindrica $f_{ck} = 32 \text{ MPa}$

Resistenza Cubica $R_{ck} = 40 \text{ MPa}$

- **Fondazione muri**
Classe C30/37

Peso Specifico $\rho = 25 \text{ kN/m}^3$

Modulo Elastico $E = 32837 \text{ MPa}$

Resistenza Cilindrica $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

Resistenza Cubica $R_{ck} = 37 \text{ MPa}$

ACCIAIO

- Per cemento armato

Tipo BC450 C

3.2 Parametri del terreno

Dall'elaborato di Relazione Geotecnica si riporta lo stralcio relativo ai parametri di calcolo:

Strato	Profondità media	Profondità media	Descrizione	
	Da [m da p.c.]	A [m da p.c.]		
Ug1	0	6	S(G), S,G	Sabbia ghiaiosa e sabbia con ghiaia
Ug3b	6	16	A(S), A,S	Argilla sabbiosa e argilla con sabbia
Ug4	16	-	S(G), S,G	Sabbia ghiaiosa e sabbia con ghiaia

Strato	Parametri di resistenza					Parametri di deformabilità					
	γ_n	K_0	φ'	c'	c_u	G_0	E_0	E_{op1}	E_{op2}	v'	k_v (*)
	[kN/m ³]	[-]	[°]	[kPa]	[kPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[-]	[m/s]
Ug1	20	0.42	35	0	-	50 - 120	125 - 300	10 - 30	15 - 40	0.25	1.00E-06
Ug3b	19	0.60	24	0	50 - 100	75 - 150	180 - 375	15 - 30	25 - 50	0.25	1.00E-10
Ug4	20	0.38	38	0	-	220 - 250	550 - 625	60 - 80	80 - 100	0.25	1.00E-06

Note:

- Gli intervalli, dove presenti, fanno riferimento a valori crescenti con la profondità.
- (*) per analisi di cedimento adottare cautelativamente i parametri di permeabilità verticale definiti in tabella; per analisi di stabilità adottare anche i parametri di permeabilità orizzontale $k_h = 10 k_v$ per tutti i materiali tranne Ug1 per cui adottare $k_h = k_v$.
- I moduli E_{op1} ed E_{op2} sono da adottarsi rispettivamente E_{op1} per problemi di "primo carico" (esempio fondazioni dirette, profonde e rilevati) ed E_{op2} per problemi di scarico e/o di scarico-ricarico (esempio: fronti di scavo sostenuti con opere di sostegno tipo paratie tirantate e non).

In particolare il terreno di posa è costituito dall'unità Ug1.

Nell'ottica comunque di condurre il calcolo in favore di sicurezza ed in analogia con il progetto e la verifica degli altri muri in c.a. del presente appalto, nelle analisi si adotta un angolo di attrito per il terreno pari a 30°.

PROCEDIMENTO DI CALCOLO

L'opera di sostegno in questione viene studiata mediante il programma di calcolo:

- MAX 15.04B di Aztec Informatica.

La modellazione è condotta considerando una sezione dell'opera in esame di profondità 1m, attuando una modellazione bidimensionale agli elementi finiti.

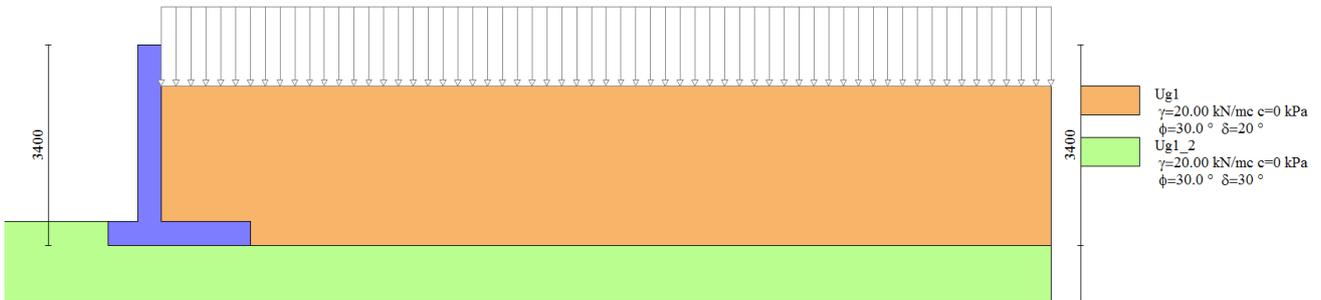


Figura 4 – Modello di calcolo, sezione Tipo 1

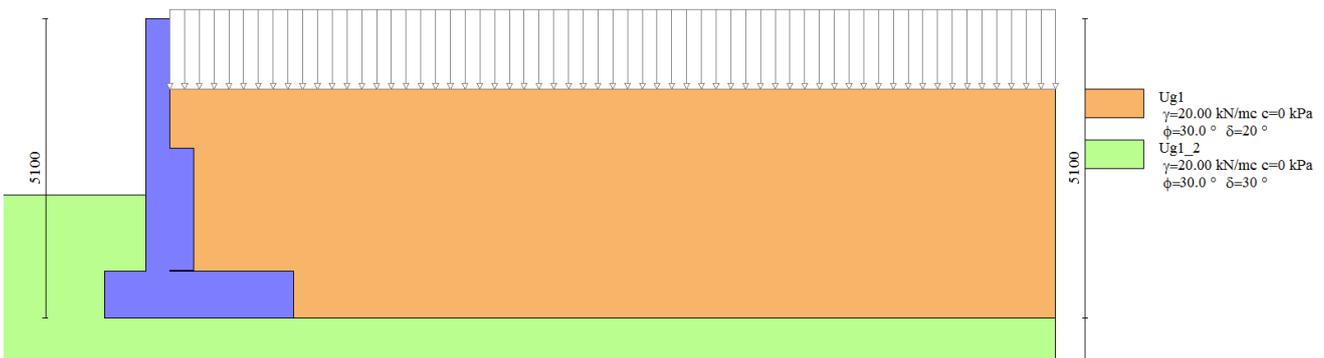


Figura 5 – Modello di calcolo, sezione Tipo 1

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 PIAZZALE FA06A4					
	MURO DI SOSTEGNO SU VIA DEI CANIANA RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NB1R	LOTTO 09	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO FA06A4002	REV. A

3.3 Tipo di analisi svolta

- Calcolo della spinta sul muro

Valori caratteristici e valori di calcolo

Effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali γ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

Metodo di Mononobe-Okabe

Il metodo di Mononobe-Okabe adotta le stesse ipotesi della teoria di Coulomb : un cuneo di spinta a monte del muro che si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea. Mette in conto inoltre l'inerzia sismica del cuneo in direzione orizzontale e verticale . Dall'equilibrio del cuneo si ricava la spinta che il terreno esercita sull'opera di sostegno in condizioni sismiche. Viene messo in conto, come nella teoria di Coulomb, l'esistenza dell'attrito fra il terreno e il paramento del muro, e quindi la retta di spinta risulta inclinata rispetto alla normale al paramento stesso di un angolo di attrito terra-muro.

L'espressione della spinta totale (statica più sismica) esercitata da un terrapieno, di peso di volume γ , su una parete di altezza H , risulta espressa secondo la teoria di Mononobe-Okabe dalla seguente relazione

$$S = 1/2(1+k_v)\gamma H^2 K_a$$

K_a rappresenta il coefficiente di spinta attiva espresso da

$$K_a = \frac{\sin(\alpha + \phi - \theta)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta - \theta) \left[1 + \frac{\sqrt{[\sin(\phi + \delta)\sin(\phi - \beta - \theta)]}}{\sqrt{[\sin(\alpha - \delta - \theta)\sin(\alpha + \beta)]}} \right]^2}$$

L'angolo θ è legato al coefficiente sismico dalla seguente espressione

$$\tan(\theta) = k_h / (1 \pm k_v)$$

dove k_h e k_v rappresentano in coefficiente di intensità sismica orizzontale e verticale.

Nel caso in cui il terrapieno sia gravato di un sovraccarico uniforme Q l'espressione della pressione e della spinta diventano

$$\sigma_a = (\gamma z + Q) K_a$$

$$S = (1/2 \gamma H^2 + QH) K_a$$

Al carico Q corrisponde un diagramma delle pressioni rettangolare con risultante applicata a $1/2H$.

Nel caso di terreno dotato di coesione c l'espressione della pressione esercitata sulla parete, alla generica profondità z , diventa

$$\sigma_a = \gamma z K_a - 2c(K_a)^{1/2}$$

Al diagramma triangolare, espresso dal termine $\gamma z K_a$, si sottrae il diagramma rettangolare legato al termine con la coesione. La pressione σ_a risulta negativa per valori di z minori di

$$h_c = \frac{2c}{\gamma(K_a)^{1/2}}$$

La grandezza h_c è detta altezza critica e rappresenta la profondità di potenziale frattura del terreno. E' chiaro che se l'altezza della parete è inferiore ad h_c non abbiamo nessuna spinta sulla parete.

- 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

$$\gamma_a = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

dove γ_{sat} è il peso di volume saturo del terreno (dipendente dall'indice dei pori) e γ_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.

- 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).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 PIAZZALE FA06A4					
	MURO DI SOSTEGNO SU VIA DEI CANIANA RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NB1R	LOTTO 09	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO FA06A4002	REV. A

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

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

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta$$

$$\beta' = \beta + \theta$$

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

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

Terreno a bassa permeabilità

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

Terreno a permeabilità elevata

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

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

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

dove il coefficiente A vale

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

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

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

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

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

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

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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 PIAZZALE FA06A4					
	MURO DI SOSTEGNO SU VIA DEI CANIANA RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NB1R	LOTTO 09	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO FA06A4002	REV. A

- Verifica a ribaltamento

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

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

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza

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

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

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

- Verifica a scorrimento

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

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

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

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

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta N la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con δ_f

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 PIAZZALE FA06A4					
	MURO DI SOSTEGNO SU VIA DEI CANIANA RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NB1R	LOTTO 09	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO FA06A4002	REV. A

l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_f la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

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

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

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione, δ_f , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di δ_f pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

- Verifica al carico limite

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

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

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

La formula di Vesic è analoga alla formula di Hansen. Cambia solo il fattore N_γ e l'espressione di alcuni coefficienti.

Di seguito sono riportate per intero tutte le espressioni.

Caso generale

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

Caso di terreno puramente coesivo $\phi=0$

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

I fattori che compaiono in queste espressioni sono espressi da:

$$N_q = e^{\pi \text{tg}\phi} K_{\text{par}}$$

$$N_c = (N_q - 1) \text{ctg}\phi$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \text{tg}\phi$$

Fattori di forma

per $\phi=0$ $s_c = 0.2 \frac{B}{L}$

per $\phi>0$ $s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \frac{B}{L}$

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \text{tg}\phi$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

Fattori di profondità

Si definisce il parametro k come

$$k = \frac{D}{B} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B} \leq 1$$

$$k = \arctg \frac{D}{B} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B} > 1$$

I vari coefficienti si esprimono come

per $\phi=0$ $d_c = 0.4k$

per $\phi>0$ $d_c = 1 + 0.4k$

$$d_q = 1 + 2\text{tg}\phi(1 - \sin\phi)^2 k$$

$$d_\gamma = 1$$

Fattori di inclinazione del carico

Definito il parametro

$$m = \frac{2+B/L}{1+B/L}$$

per $\phi = 0$ $i_c = 1 - \frac{mH}{A_f c_a N_c}$

per $\phi > 0$ $i_c = i_q - \frac{1-i_q}{N_q - 1}$

$$i_q = \left(1 - \frac{H}{V + A_f c_a \text{ctg}\phi}\right)^m$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V + A_f c_a \text{ctg}\phi}\right)^{m+1}$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 PIAZZALE FA06A4					
	MURO DI SOSTEGNO SU VIA DEI CANIANA RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NB1R	LOTTO 09	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO FA06A4002	REV. A

Fattori di inclinazione del piano di posa della fondazione

$$\text{per } \phi=0 \quad b_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$$

$$\text{per } \phi>0 \quad b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$$

$$b_q = b_\gamma = (1 - \eta \text{tg} \phi)^2$$

Fattori di inclinazione del terreno

Indicando con β la pendenza del pendio i fattori g si ottengono dalle espressioni seguenti:

$$\text{per } \phi=0 \quad g_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$$

$$\text{per } \phi>0 \quad g_c = 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$$

$$g_q = g_\gamma = (1 - \text{tg} \beta)^2$$

- Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a η_g

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 PIAZZALE FA06A4					
	MURO DI SOSTEGNO SU VIA DEI CANIANA RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NB1R	LOTTO 09	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO FA06A4002	REV. A

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

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 50.

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:

$$\eta = \frac{\sum_i \left(\frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \operatorname{tg} \phi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine m è espresso da

$$m = \left(1 + \frac{\operatorname{tg} \phi_i \operatorname{tg} \alpha_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

In questa espressione n è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i -esima rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i -esima, c_i e ϕ_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 η . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per η da inserire nell'espressione di m ed iterare finquando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

3.4 Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica 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.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 PIAZZALE FA06A4					
MURO DI SOSTEGNO SU VIA DEI CANIANA RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NB1R	LOTTO 09	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO FA06A4002	REV. A	FOGLIO 22 di 117

3.5 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.

4 ANALISI DEI CARICHI

4.1 Peso proprio

Il peso proprio del muro in c.a. viene considerata automaticamente dal programma di calcolo.

4.2 Carico variabile da traffico

Per considerare il sovraccarico sul rilevato dovuto al passaggio dei veicoli sulla rampa di servizio si considera un carico da traffico a monte pari a 20 kPa.

4.1 Carico accidentale Urto

Sul parapetto in c.a. viene considerata, a scopo cautelativo, l'azione da urto di un mezzo con massa superiore a 3.5t (NTC2018 §3.6.3.3) relativo alle Aree di parcheggio e autorimesse, in quanto la strada di servizio non è aperta al traffico.

$$F_{dy} = 150 \text{ kN}, F_{dx} = 150/2 = 75 \text{ kN}$$

Tale azione viene applicata puntualmente, ad una quota 0.5 m sopra il piano di marcia e su una larghezza pari a 1.50 [m]; considerando la diffusione del carico a 45° nella struttura fino alla base del muro, per entrambe le sezioni analizzate si ottiene il valore del carico ripartito sul muro a ml, rispettivamente:

Tipologia muro	H da punto di applicazione del carico a base muro [m]	L diff [m]	Azione [kN/m]
Tipo 1	0.5+2.3= 2.8	1.5 + 2.8 x 2 = 7.1	10.00
Tipo 2	0.5+3.1= 3.6	1.5 + 3.6 x 2 = 8.7	9.00

4.2 Azione sismica

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 PIAZZALE FA06A4					
	MURO DI SOSTEGNO SU VIA DEI CANIANA RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NB1R	LOTTO 09	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO FA06A4002	REV. A

Per la definizione dell'azione sismica, sono stati considerati i seguenti parametri:

- Comune di Bergamo (lat. 45.6989, long. 9.6700);
- vita nominale (V_N) dell'opera assunta pari a 50 anni;
- classe d'uso assunta è la III.

Il periodo di riferimento (V_R) per l'azione sismica, data la vita nominale e la classe d'uso vale:

$$V_R = V_N \cdot C_u = 50 \times 1.5 = 75 \text{ anni}$$

Il valore di probabilità di superamento del periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente è:

$$P_{VR}(SLV) = 10\%$$

Il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R espresso in anni, vale:

$$T_R(SLV) = - \frac{V_r}{\ln(1 - P_{vr})} = 475 \text{ anni}$$

Dato il valore del periodo di ritorno suddetto, tramite la mappatura messa a disposizione in rete dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), è possibile definire i valori di a_g , F_0 , T^*_c .

$a_g \rightarrow$ accelerazione massima al sito;

$F_0 \rightarrow$ valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T^*_c \rightarrow$ periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

$S \rightarrow$ coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_t).

Con riferimento alle azioni sismiche, la struttura in esame è stata studiata tramite un'analisi modale con spettro di risposta.

Di seguito si riportano i valori tabellati degli spettri di risposta delle componenti orizzontali e verticali:

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: 9.67
LATTITUDINE: 45.6989

Ricerca per comune

REGIONE: Lombardia
PROVINCIA: Bergamo
COMUNE: Bergamo

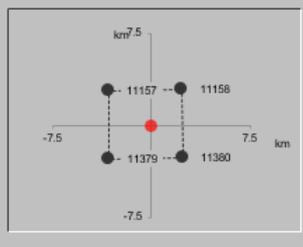
Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta |>
Variabilità dei parametri |>

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri |>

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione

superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE

SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="45"/>	
SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="75"/>	

Stati limite ultimi - SLU

SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="712"/>	
SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="1462"/>	

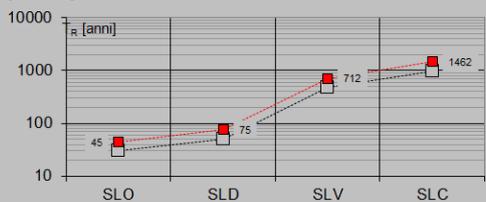
Elaborazioni

Grafici parametri azione |>
Grafici spettri di risposta |>
Tabella parametri azione |>

LEGENDA GRAFICO

-----□----- Strategia per costruzioni ordinarie
- - - - -■- - - - - Strategia scelta

Strategia di progettazione



FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV**

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C**

$S_S =$ $C_C =$

Categoria topografica **T1**

$h/H =$ $S_T =$

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%) $\eta =$

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_0 Regol. in altezza **si**

Compon. verticale

Spettro di progetto

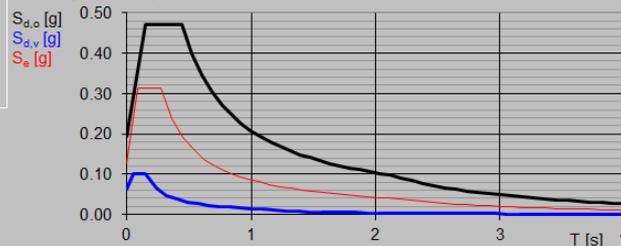
Fattore q $\eta =$

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.128 g
F_0	2.442
T_C	0.274 s
S_S	1.500
C_C	1.610
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.147 s
T_C	0.441 s
T_D	2.114 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_s(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con ηq , dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.193
T_B ←	0.147	0.470
T_C ←	0.441	0.470
	0.521	0.398
	0.600	0.346
	0.680	0.305
	0.760	0.273
	0.839	0.247
	0.919	0.226
	0.998	0.208
	1.078	0.192
	1.158	0.179
	1.237	0.168
	1.317	0.157
	1.397	0.148
	1.476	0.140
	1.556	0.133
	1.636	0.127
	1.715	0.121
	1.795	0.116
	1.875	0.111
	1.954	0.106
	2.034	0.102
T_D ←	2.114	0.098
	2.203	0.090
	2.293	0.083
	2.383	0.077
	2.473	0.072
	2.563	0.067
	2.653	0.062
	2.742	0.058
	2.832	0.055
	2.922	0.051
	3.012	0.048
	3.102	0.046
	3.192	0.043
	3.281	0.041
	3.371	0.039
	3.461	0.037
	3.551	0.035
	3.641	0.033
	3.731	0.032
	3.820	0.030
	3.910	0.029
	4.000	0.027

5 COMBINAZIONI DI CARICO

Le condizioni di carico sono combinate secondo l'Approccio 1:

- combinazione 1: A1+M1+R1

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,25
Coazione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1,00	1,00

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9 PIAZZALE FA06A4					
	MURO DI SOSTEGNO SU VIA DEI CANIANA RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NB1R	LOTTO 09	CODIFICA D 26 CL	DOCUMENTO FA06A4002	REV. A

5.1 Combinazioni di carico allo Stato Limite Ultimo (SLU)

Combinazione fondamentale:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \dots$$

5.2 Combinazioni di carico allo Stato Limite di Esercizio (SLE)

Combinazione caratteristica (rara):

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Combinazione frequente:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Combinazione quasi permanente:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

5.3 Combinazioni di carico sismiche

Gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

Combinazione sismica:

$$G_1 + G_2 + E + \sum_j \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

6 MODELLO DI CALCOLO

Si riporta di seguito l'insieme dei dati di input ed output dei modelli di calcolo realizzati per i muri tipo 1 ed 2.

6.1- Muro tipo 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

γ Peso specifico, espresso in [kN/mc]

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

E Modulo elastico, espresso in [kPa]

ν Coeff. di Poisson

n Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls

ntc Coeff. di omogenizzazione cls tesoro/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kN/mc]	R _{ck} [kPa]	E [kPa]	ν	n	ntc
5	C30/37	C30/37	B450C	24.5170	35000	32587986	0.30	15.00	0.50
6	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50

Acciai

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

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

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

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

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	-0.70	0.000
2	15.00	-0.70	0.000

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

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 1.00 [m]

Paramento

Materiale C32/40
Altezza paramento 3.00 [m]
Altezza paramento libero 3.00 [m]
Spessore in sommità 0.40 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione 0.40 [m]
Inclinazione paramento esterno 0.00 [°]
Inclinazione paramento interno 0.00 [°]

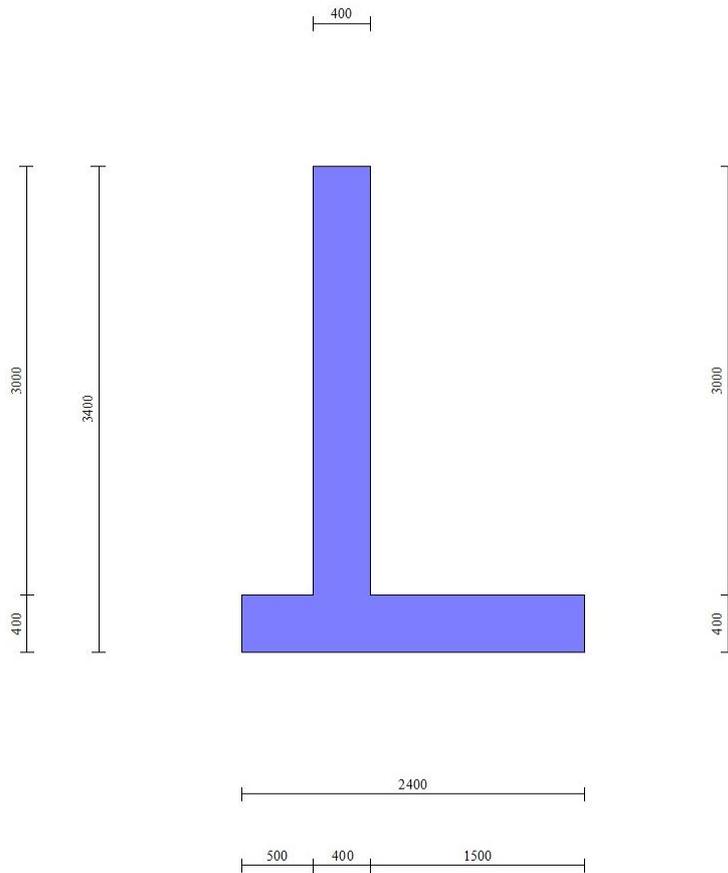
Fondazione

Materiale C30/37
Lunghezza mensola di valle 0.50 [m]
Lunghezza mensola di monte 1.50 [m]

MURO DI SOSTEGNO SU VIA DEI CANIANA
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	FA06A4002	A	32 di 117

Lunghezza totale	2.40	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.40	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]



Sezione quotata del muro

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n° Indice del terreno

Descr Descrizione terreno

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

γ_s Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]

ϕ Angolo d'attrito interno espresso in [°]

δ Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]

c Coesione espressa in [kPa]

c_a Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix

Cesp Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)

τ_l Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	γ [kN/mc]	γ_{sat} [kN/mc]	ϕ [°]	δ [°]	c [kPa]	c_a [kPa]	Cesp	τ_l [kPa]
1	Ug1	20.0000	20.0000	30.000	20.000	0	0	---	---
2	Ug1_2	20.0000	20.0000	30.000	30.000	0	0	---	---

Stratigrafia

Simbologia adottata

n° Indice dello strato

H Spessore dello strato espresso in [m]

α Inclinazione espressa in [°]

Terreno Terreno dello strato

Per calcolo pali (solo se presenti)

Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm²/cm

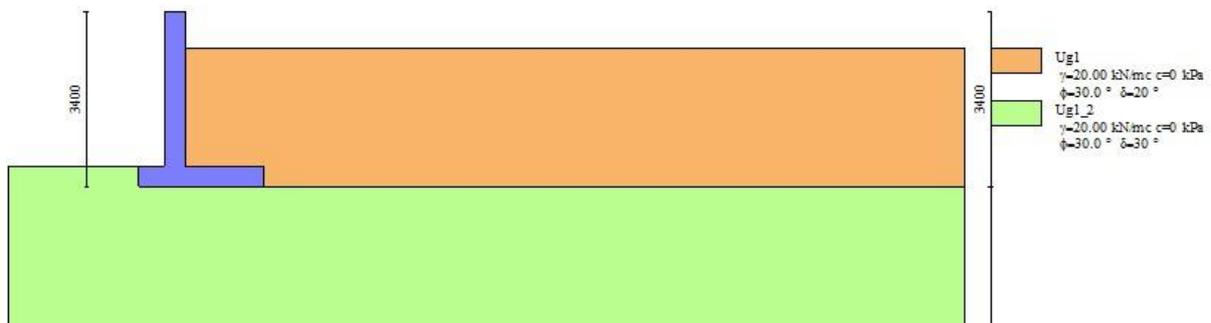
Ks Coefficiente di spinta

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

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

Kst_{sta}, Kst_{sis} Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H [m]	α [°]	Terreno	Kw [Kg/cm ²]	Ks	Cesp	Kst _{sta}	Kst _{sis}
1	3.40	0.000	Ug1	---	---	---	---	---
2	20.00	0.000	Ug1_2	---	---	---	---	---



Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F _x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F _y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X _i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X _f	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q _i	Intensità del carico per x=X _i espressa in [kN]
Q _f	Intensità del carico per x=X _f espressa in [kN]

Condizione n° 1 (q traffico) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione $\Psi_0=1.00 - \Psi_1=0.75 - \Psi_2=0.00$

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	15.00	20.0000	20.0000

Condizione n° 2 (Urto) - ECCEZIONALE

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; -0.20	10.0000	0.0000	0.0000				

Normativa

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

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

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

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

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

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

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



PROGETTO DEFINITIVO
RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
LOTTO 9
PIAZZALE FA06A4

MURO DI SOSTEGNO SU VIA DEI CANIANA
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	FA06A4002	A	36 di 117

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 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:

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

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali Ad:

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

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

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.35	--	Sfavorevole
q_trafficco	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.35	--	Sfavorevole

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

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

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H - V

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

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.35	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.35	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.35	--	Sfavorevole
q_trafficco	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.35	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.35	--	Sfavorevole
q_trafficco	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.35	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.35	--	Sfavorevole
q_trafficco	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.35	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.35	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.35	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.35	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.35	--	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.35	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.35	--	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
q_traffico	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2)

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

Combinazione n° 13 - GEO (A2-M2-R2) H + V

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

Combinazione n° 14 - GEO (A2-M2-R2) H - V

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

Combinazione n° 15 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	0.90	--	Favorevole
Peso terrapieno	0.90	--	Favorevole
Spinta terreno	1.10	--	Sfavorevole
q_traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 16 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	0.90	--	Favorevole
Peso terrapieno	0.90	--	Favorevole
Spinta terreno	1.10	--	Sfavorevole

Combinazione n° 17 - EQU (A1-M1-R3) H + V

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

Combinazione n° 18 - EQU (A1-M1-R3) H - V

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

Combinazione n° 19 - ECC

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

Combinazione n° 20 - SLER

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

Combinazione n° 21 - SLEQ

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

Combinazione n° 22 - SLER

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

Combinazione n° 23 - SLEQ H + V

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

Combinazione n° 24 - SLEQ H - V

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

Dati sismici

Comune	Bergamo
Provincia	Bergamo
Regione	Lombardia
Latitudine	45.694736
Longitudine	9.668707
Indice punti di interpolazione	11380 - 11158 - 11157 - 11379
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	III
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	75 anni

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]		1.257	0.468
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]		0.128	0.048
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.442	2.431
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.274	0.233
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.500	1.500
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000	



PROGETTO DEFINITIVO
RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
LOTTO 9
PIAZZALE FA06A4

MURO DI SOSTEGNO SU VIA DEI CANIANA
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	FA06A4002	A	41 di 117

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	1.000	19.224	9.612
Ultimo - Ribaltamento	1.000	19.224	9.612
Esercizio	1.000	7.150	3.575

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

Opzioni di calcolo

Spinta

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

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Vesic
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Bowles
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_r$)	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
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Risultati per combinazione

Spinta e forze

Simbologia adottata

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

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	50.93	20.00	47.86	17.42	1.50	-2.31
	Peso/Inerzia muro			0.00	52.96/0.00	0.02	-2.26
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	109.50/0.00	0.75	-1.85
2	Spinta statica	29.26	20.00	27.50	10.01	1.50	-2.50
	Peso/Inerzia muro			0.00	52.96/0.00	0.02	-2.26
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	69.00/0.00	0.75	-1.85
3	Spinta statica	21.67	20.00	20.37	7.41	1.50	-2.50
	Incremento di spinta sismica		12.69	11.92	4.34	1.50	-2.50
	Peso/Inerzia muro			10.18	52.96/5.09	0.02	-2.26
	Peso/Inerzia terrapieno			13.26	69.00/6.63	0.75	-1.85
4	Spinta statica	21.67	20.00	20.37	7.41	1.50	-2.50
	Incremento di spinta sismica		9.10	8.55	3.11	1.50	-2.50
	Peso/Inerzia muro			10.18	52.96/-5.09	0.02	-2.26
	Peso/Inerzia terrapieno			13.26	69.00/-6.63	0.75	-1.85
5	Spinta statica	50.93	20.00	47.86	17.42	1.50	-2.31
	Peso/Inerzia muro			0.00	71.49/0.00	0.02	-2.26
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	133.65/0.00	0.75	-1.85
6	Spinta statica	50.93	20.00	47.86	17.42	1.50	-2.31
	Peso/Inerzia muro			0.00	52.96/0.00	0.02	-2.26
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	133.65/0.00	0.75	-1.85
7	Spinta statica	50.93	20.00	47.86	17.42	1.50	-2.31
	Peso/Inerzia muro			0.00	71.49/0.00	0.02	-2.26
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	109.50/0.00	0.75	-1.85
8	Spinta statica	29.26	20.00	27.50	10.01	1.50	-2.50
	Peso/Inerzia muro			0.00	71.49/0.00	0.02	-2.26
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	93.15/0.00	0.75	-1.85
9	Spinta statica	29.26	20.00	27.50	10.01	1.50	-2.50
	Peso/Inerzia muro			0.00	52.96/0.00	0.02	-2.26
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	93.15/0.00	0.75	-1.85
10	Spinta statica	29.26	20.00	27.50	10.01	1.50	-2.50
	Peso/Inerzia muro			0.00	71.49/0.00	0.02	-2.26
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	69.00/0.00	0.75	-1.85
19	Spinta statica	21.67	20.00	20.37	7.41	1.50	-2.50
	Peso/Inerzia muro			0.00	52.96/0.00	0.02	-2.26
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	69.00/0.00	0.75	-1.85
	Risultante forze sul muro			10.00	0.00	--	--
20	Spinta statica	37.73	20.00	35.45	12.90	1.50	-2.31
	Peso/Inerzia muro			0.00	52.96/0.00	0.02	-2.26

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	99.00/0.00	0.75	-1.85
21	Spinta statica	21.67	20.00	20.37	7.41	1.50	-2.50
	Peso/Inerzia muro			0.00	52.96/0.00	0.02	-2.26
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	69.00/0.00	0.75	-1.85
22	Spinta statica	21.67	20.00	20.37	7.41	1.50	-2.50
	Peso/Inerzia muro			0.00	52.96/0.00	0.02	-2.26
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	69.00/0.00	0.75	-1.85

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

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

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{SUPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		2.170		3.796			
2 - STR (A1-M1-R3)		2.771		6.266			
3 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.506		2.228			
4 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.332		1.962			
5 - STR (A1-M1-R3)		2.685		3.562			
6 - STR (A1-M1-R3)		2.461		3.476			
7 - STR (A1-M1-R3)		2.393		3.811			
8 - STR (A1-M1-R3)		3.667		5.395			
9 - STR (A1-M1-R3)		3.278		5.347			
10 - STR (A1-M1-R3)		3.160		6.143			
11 - GEO (A2-M2-R2)					1.292		
12 - GEO (A2-M2-R2)					1.613		
13 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				1.367		
14 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.265		
15 - EQU (A1-M1-R3)			5.258				
16 - EQU (A1-M1-R3)			8.232				
17 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		3.371				
18 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.544				
19 - ECC		2.460	3.586	4.491	2.016		

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

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

n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	103.85	0.00	0.00	--	--	103.85	47.86	2.170
2 - STR (A1-M1-R3)	76.19	0.00	0.00	--	--	76.19	27.50	2.771
3 - STR (A1-M1-R3) H + V	83.97	0.00	0.00	--	--	83.97	55.74	1.506
4 - STR (A1-M1-R3) H - V	69.72	0.00	0.00	--	--	69.72	52.36	1.332
5 - STR (A1-M1-R3)	128.50	0.00	0.00	--	--	128.50	47.86	2.685
6 - STR (A1-M1-R3)	117.80	0.00	0.00	--	--	117.80	47.86	2.461
7 - STR (A1-M1-R3)	114.55	0.00	0.00	--	--	114.55	47.86	2.393
8 - STR (A1-M1-R3)	100.83	0.00	0.00	--	--	100.83	27.50	3.667
9 - STR (A1-M1-R3)	90.13	0.00	0.00	--	--	90.13	27.50	3.278
10 - STR (A1-M1-R3)	86.89	0.00	0.00	--	--	86.89	27.50	3.160
19 - ECC	74.69	0.00	0.00	--	--	74.69	30.37	2.460

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)

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	179.88	682.90	487.78	3.796
2 - STR (A1-M1-R3)	131.96	826.88	590.63	6.266
3 - STR (A1-M1-R3) H + V	145.43	323.98	269.98	2.228
4 - STR (A1-M1-R3) H - V	120.76	236.98	197.48	1.962
5 - STR (A1-M1-R3)	222.56	792.80	566.28	3.562
6 - STR (A1-M1-R3)	204.03	709.18	506.56	3.476
7 - STR (A1-M1-R3)	198.41	756.24	540.17	3.811
8 - STR (A1-M1-R3)	174.65	942.23	673.02	5.395
9 - STR (A1-M1-R3)	156.11	834.70	596.21	5.347
10 - STR (A1-M1-R3)	150.50	924.55	660.39	6.143
19 - ECC	129.37	581.05	415.04	4.491

Dettagli calcolo portanza

Simbologia adottata

n°	Indice combinazione
Nc, Nq, N _γ	Fattori di capacità portante
ic, iq, i _γ	Fattori di inclinazione del carico
dc, dq, d _γ	Fattori di profondità del piano di posa
gc, gq, g _γ	Fattori di inclinazione del profilo topografico
bc, bq, b _γ	Fattori di inclinazione del piano di posa
sc, sq, s _γ	Fattori di forma della fondazione
pc, pq, p _γ	Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic
Re	Fattore di riduzione capacità portante per eccentricità secondo Meyerhof
Ir, Irc	Indici di rigidità per punzonamento secondo Vesic
r _γ fattore	Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B _γ N _γ viene moltiplicato per questo fattore
D	Affondamento del piano di posa, espresso in [m]
B'	Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]
H	Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]
γ	Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]
φ	Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]
c	Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]

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

n°	Nc Nq N _γ	ic iq i _γ	dc dq d _γ	gc gq g _γ	bc bq b _γ	sc sq s _γ	pc pq p _γ	Ir	Irc	Re	r _γ
1	30.140	0.514	1.067	1.000	1.000	1.006	--	--	--	--	0.980
	18.401	0.540	1.048	1.000	1.000	1.006	--	--	--	--	
	22.402	0.397	1.000	1.000	1.000	0.996	--	--	--	--	
2	30.140	0.607	1.067	1.000	1.000	1.006	--	--	--	--	0.980
	18.401	0.628	1.048	1.000	1.000	1.006	--	--	--	--	
	22.402	0.497	1.000	1.000	1.000	0.996	--	--	--	--	
3	30.140	0.346	1.067	1.000	1.000	1.005	--	--	--	--	0.980
	18.401	0.382	1.048	1.000	1.000	1.005	--	--	--	--	
	22.402	0.236	1.000	1.000	1.000	0.997	--	--	--	--	
4	30.140	0.283	1.067	1.000	1.000	1.005	--	--	--	--	0.980
	18.401	0.322	1.048	1.000	1.000	1.005	--	--	--	--	
	22.402	0.183	1.000	1.000	1.000	0.997	--	--	--	--	
5	30.140	0.596	1.067	1.000	1.000	1.006	--	--	--	--	0.980
	18.401	0.618	1.048	1.000	1.000	1.006	--	--	--	--	
	22.402	0.485	1.000	1.000	1.000	0.996	--	--	--	--	
6	30.140	0.564	1.067	1.000	1.000	1.006	--	--	--	--	0.980
	18.401	0.587	1.048	1.000	1.000	1.005	--	--	--	--	
	22.402	0.450	1.000	1.000	1.000	0.996	--	--	--	--	
7	30.140	0.553	1.067	1.000	1.000	1.006	--	--	--	--	0.980
	18.401	0.577	1.048	1.000	1.000	1.006	--	--	--	--	
	22.402	0.438	1.000	1.000	1.000	0.996	--	--	--	--	
8	30.140	0.694	1.067	1.000	1.000	1.006	--	--	--	--	0.980
	18.401	0.711	1.048	1.000	1.000	1.006	--	--	--	--	
	22.402	0.599	1.000	1.000	1.000	0.996	--	--	--	--	
9	30.140	0.662	1.067	1.000	1.000	1.006	--	--	--	--	0.980
	18.401	0.680	1.048	1.000	1.000	1.005	--	--	--	--	
	22.402	0.560	1.000	1.000	1.000	0.996	--	--	--	--	
10	30.140	0.650	1.067	1.000	1.000	1.006	--	--	--	--	0.980
	18.401	0.669	1.048	1.000	1.000	1.006	--	--	--	--	
	22.402	0.547	1.000	1.000	1.000	0.996	--	--	--	--	
19	30.140	0.563	1.067	1.000	1.000	1.005	--	--	--	--	0.980
	18.401	0.587	1.048	1.000	1.000	1.005	--	--	--	--	
	22.402	0.449	1.000	1.000	1.000	0.997	--	--	--	--	

n°	D [m]	B' [m]	H [m]	γ [°]	ϕ [kN/mc]	c [kPa]
1	0.40	2.36	2.08	20.00	30.00	0
2	0.40	2.35	2.08	20.00	30.00	0
3	0.40	2.00	2.08	20.00	30.00	0
4	0.40	1.89	2.08	20.00	30.00	0
5	0.40	2.32	2.08	20.00	30.00	0
6	0.40	2.26	2.08	20.00	30.00	0
7	0.40	2.38	2.08	20.00	30.00	0
8	0.40	2.29	2.08	20.00	30.00	0
9	0.40	2.21	2.08	20.00	30.00	0
10	0.40	2.38	2.08	20.00	30.00	0
19	0.40	2.01	2.08	20.00	30.00	0

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

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
15 - EQU (A1-M1-R3)	250.61	47.66	5.258
16 - EQU (A1-M1-R3)	165.99	20.16	8.232
17 - EQU (A1-M1-R3) H + V	206.53	61.27	3.371
18 - EQU (A1-M1-R3) H - V	187.94	73.87	2.544
19 - ECC	180.48	50.33	3.586

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

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

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	0.98	0.00	0.00
3	-0.20	1.96	0.00	0.00

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
4	-0.20	1.96	0.00	0.00
5	-0.30	2.94	0.00	0.00
6	-0.40	3.92	0.00	0.00
7	-0.50	4.90	0.00	0.00
8	-0.60	5.88	0.00	0.00
9	-0.70	6.86	0.00	0.00
10	-0.80	7.85	0.79	0.04
11	-0.90	8.83	1.66	0.16
12	-1.00	9.81	2.60	0.37
13	-1.10	10.79	3.62	0.68
14	-1.20	11.77	4.71	1.10
15	-1.30	12.75	5.88	1.63
16	-1.40	13.73	7.13	2.28
17	-1.50	14.71	8.45	3.06
18	-1.60	15.69	9.84	3.97
19	-1.70	16.67	11.32	5.03
20	-1.80	17.65	12.86	6.24
21	-1.90	18.63	14.48	7.60
22	-2.00	19.61	16.18	9.14
23	-2.10	20.59	17.95	10.84
24	-2.20	21.57	19.80	12.73
25	-2.30	22.56	21.72	14.81
26	-2.40	23.54	23.72	17.08
27	-2.50	24.52	25.80	19.55
28	-2.60	25.50	27.95	22.24
29	-2.70	26.48	30.17	25.14
30	-2.80	27.46	32.47	28.28
31	-2.90	28.44	34.85	31.64
32	-3.00	29.42	37.30	35.25

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	0.98	0.00	0.00
3	-0.20	1.96	0.00	0.00
4	-0.20	1.96	0.00	0.00
5	-0.30	2.94	0.00	0.00
6	-0.40	3.92	0.00	0.00
7	-0.50	4.90	0.00	0.00
8	-0.60	5.88	0.00	0.00
9	-0.70	6.86	0.00	0.00
10	-0.80	7.85	0.04	0.00
11	-0.90	8.83	0.15	0.01
12	-1.00	9.81	0.34	0.03
13	-1.10	10.79	0.60	0.08
14	-1.20	11.77	0.94	0.16
15	-1.30	12.75	1.36	0.27
16	-1.40	13.73	1.85	0.43
17	-1.50	14.71	2.41	0.64
18	-1.60	15.69	3.06	0.92
19	-1.70	16.67	3.77	1.26
20	-1.80	17.65	4.56	1.67
21	-1.90	18.63	5.43	2.17
22	-2.00	19.61	6.37	2.76
23	-2.10	20.59	7.39	3.45
24	-2.20	21.57	8.49	4.24
25	-2.30	22.56	9.66	5.15
26	-2.40	23.54	10.90	6.18
27	-2.50	24.52	12.22	7.33
28	-2.60	25.50	13.62	8.62
29	-2.70	26.48	15.09	10.06
30	-2.80	27.46	16.63	11.64
31	-2.90	28.44	18.25	13.39
32	-3.00	29.42	19.95	15.30

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

n°	X	N	T	M
----	---	---	---	---

	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	0.98	0.19	0.01
3	-0.20	1.96	0.38	0.04
4	-0.20	1.96	0.38	0.04
5	-0.30	2.94	0.57	0.08
6	-0.40	3.92	0.75	0.15
7	-0.50	4.90	0.94	0.24
8	-0.60	5.88	1.13	0.34
9	-0.70	6.86	1.32	0.46
10	-0.80	7.85	1.55	0.60
11	-0.90	8.83	1.87	0.78
12	-1.00	9.81	2.28	0.98
13	-1.10	10.79	2.78	1.24
14	-1.20	11.77	3.37	1.54
15	-1.30	12.75	4.05	1.91
16	-1.40	13.73	4.81	2.35
17	-1.50	14.71	5.66	2.88
18	-1.60	15.69	6.60	3.49
19	-1.70	16.67	7.63	4.20
20	-1.80	17.65	8.75	5.02
21	-1.90	18.63	9.96	5.95
22	-2.00	19.61	11.26	7.01
23	-2.10	20.59	12.64	8.21
24	-2.20	21.57	14.11	9.55
25	-2.30	22.56	15.68	11.03
26	-2.40	23.54	17.33	12.68
27	-2.50	24.52	19.07	14.50
28	-2.60	25.50	20.89	16.50
29	-2.70	26.48	22.81	18.68
30	-2.80	27.46	24.81	21.06
31	-2.90	28.44	26.91	23.65
32	-3.00	29.42	29.09	26.45

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	0.98	0.19	0.01
3	-0.20	1.96	0.38	0.04
4	-0.20	1.96	0.38	0.04
5	-0.30	2.94	0.57	0.08
6	-0.40	3.92	0.75	0.15
7	-0.50	4.90	0.94	0.24
8	-0.60	5.88	1.13	0.34
9	-0.70	6.86	1.32	0.46
10	-0.80	7.85	1.55	0.60
11	-0.90	8.83	1.86	0.77
12	-1.00	9.81	2.24	0.98
13	-1.10	10.79	2.71	1.23
14	-1.20	11.77	3.25	1.52
15	-1.30	12.75	3.88	1.88
16	-1.40	13.73	4.58	2.30
17	-1.50	14.71	5.37	2.80
18	-1.60	15.69	6.23	3.38
19	-1.70	16.67	7.17	4.05
20	-1.80	17.65	8.19	4.81
21	-1.90	18.63	9.29	5.69
22	-2.00	19.61	10.47	6.68
23	-2.10	20.59	11.73	7.78
24	-2.20	21.57	13.07	9.02
25	-2.30	22.56	14.49	10.40
26	-2.40	23.54	15.99	11.93
27	-2.50	24.52	17.56	13.60
28	-2.60	25.50	19.22	15.44
29	-2.70	26.48	20.96	17.45
30	-2.80	27.46	22.77	19.63
31	-2.90	28.44	24.66	22.01
32	-3.00	29.42	26.64	24.57

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.32	0.00	0.00
3	-0.20	2.65	0.00	0.00
4	-0.20	2.65	0.00	0.00
5	-0.30	3.97	0.00	0.00
6	-0.40	5.30	0.00	0.00
7	-0.50	6.62	0.00	0.00
8	-0.60	7.94	0.00	0.00
9	-0.70	9.27	0.00	0.00
10	-0.80	10.59	0.79	0.04
11	-0.90	11.92	1.66	0.16
12	-1.00	13.24	2.60	0.37
13	-1.10	14.56	3.62	0.68
14	-1.20	15.89	4.71	1.10
15	-1.30	17.21	5.88	1.63
16	-1.40	18.53	7.13	2.28
17	-1.50	19.86	8.45	3.06
18	-1.60	21.18	9.84	3.97
19	-1.70	22.51	11.32	5.03
20	-1.80	23.83	12.86	6.24
21	-1.90	25.15	14.48	7.60
22	-2.00	26.48	16.18	9.14
23	-2.10	27.80	17.95	10.84
24	-2.20	29.13	19.80	12.73
25	-2.30	30.45	21.72	14.81
26	-2.40	31.77	23.72	17.08
27	-2.50	33.10	25.80	19.55
28	-2.60	34.42	27.95	22.24
29	-2.70	35.75	30.17	25.14
30	-2.80	37.07	32.47	28.28
31	-2.90	38.39	34.85	31.64
32	-3.00	39.72	37.30	35.25

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	0.98	0.00	0.00
3	-0.20	1.96	0.00	0.00
4	-0.20	1.96	0.00	0.00
5	-0.30	2.94	0.00	0.00
6	-0.40	3.92	0.00	0.00
7	-0.50	4.90	0.00	0.00
8	-0.60	5.88	0.00	0.00
9	-0.70	6.86	0.00	0.00
10	-0.80	7.85	0.79	0.04
11	-0.90	8.83	1.66	0.16
12	-1.00	9.81	2.60	0.37
13	-1.10	10.79	3.62	0.68
14	-1.20	11.77	4.71	1.10
15	-1.30	12.75	5.88	1.63
16	-1.40	13.73	7.13	2.28
17	-1.50	14.71	8.45	3.06
18	-1.60	15.69	9.84	3.97
19	-1.70	16.67	11.32	5.03
20	-1.80	17.65	12.86	6.24
21	-1.90	18.63	14.48	7.60
22	-2.00	19.61	16.18	9.14
23	-2.10	20.59	17.95	10.84
24	-2.20	21.57	19.80	12.73
25	-2.30	22.56	21.72	14.81
26	-2.40	23.54	23.72	17.08
27	-2.50	24.52	25.80	19.55
28	-2.60	25.50	27.95	22.24
29	-2.70	26.48	30.17	25.14
30	-2.80	27.46	32.47	28.28
31	-2.90	28.44	34.85	31.64
32	-3.00	29.42	37.30	35.25

Combinazione n° 7 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.32	0.00	0.00
3	-0.20	2.65	0.00	0.00
4	-0.20	2.65	0.00	0.00
5	-0.30	3.97	0.00	0.00
6	-0.40	5.30	0.00	0.00
7	-0.50	6.62	0.00	0.00
8	-0.60	7.94	0.00	0.00
9	-0.70	9.27	0.00	0.00
10	-0.80	10.59	0.79	0.04
11	-0.90	11.92	1.66	0.16
12	-1.00	13.24	2.60	0.37
13	-1.10	14.56	3.62	0.68
14	-1.20	15.89	4.71	1.10
15	-1.30	17.21	5.88	1.63
16	-1.40	18.53	7.13	2.28
17	-1.50	19.86	8.45	3.06
18	-1.60	21.18	9.84	3.97
19	-1.70	22.51	11.32	5.03
20	-1.80	23.83	12.86	6.24
21	-1.90	25.15	14.48	7.60
22	-2.00	26.48	16.18	9.14
23	-2.10	27.80	17.95	10.84
24	-2.20	29.13	19.80	12.73
25	-2.30	30.45	21.72	14.81
26	-2.40	31.77	23.72	17.08
27	-2.50	33.10	25.80	19.55
28	-2.60	34.42	27.95	22.24
29	-2.70	35.75	30.17	25.14
30	-2.80	37.07	32.47	28.28
31	-2.90	38.39	34.85	31.64
32	-3.00	39.72	37.30	35.25

Combinazione n° 8 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.32	0.00	0.00
3	-0.20	2.65	0.00	0.00
4	-0.20	2.65	0.00	0.00
5	-0.30	3.97	0.00	0.00
6	-0.40	5.30	0.00	0.00
7	-0.50	6.62	0.00	0.00
8	-0.60	7.94	0.00	0.00
9	-0.70	9.27	0.00	0.00
10	-0.80	10.59	0.04	0.00
11	-0.90	11.92	0.15	0.01
12	-1.00	13.24	0.34	0.03
13	-1.10	14.56	0.60	0.08
14	-1.20	15.89	0.94	0.16
15	-1.30	17.21	1.36	0.27
16	-1.40	18.53	1.85	0.43
17	-1.50	19.86	2.41	0.64
18	-1.60	21.18	3.06	0.92
19	-1.70	22.51	3.77	1.26
20	-1.80	23.83	4.56	1.67
21	-1.90	25.15	5.43	2.17
22	-2.00	26.48	6.37	2.76
23	-2.10	27.80	7.39	3.45
24	-2.20	29.13	8.49	4.24
25	-2.30	30.45	9.66	5.15
26	-2.40	31.77	10.90	6.18
27	-2.50	33.10	12.22	7.33
28	-2.60	34.42	13.62	8.62
29	-2.70	35.75	15.09	10.06
30	-2.80	37.07	16.63	11.64
31	-2.90	38.39	18.25	13.39
32	-3.00	39.72	19.95	15.30

Combinazione n° 9 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	0.98	0.00	0.00
3	-0.20	1.96	0.00	0.00
4	-0.20	1.96	0.00	0.00
5	-0.30	2.94	0.00	0.00
6	-0.40	3.92	0.00	0.00
7	-0.50	4.90	0.00	0.00
8	-0.60	5.88	0.00	0.00
9	-0.70	6.86	0.00	0.00
10	-0.80	7.85	0.04	0.00
11	-0.90	8.83	0.15	0.01
12	-1.00	9.81	0.34	0.03
13	-1.10	10.79	0.60	0.08
14	-1.20	11.77	0.94	0.16
15	-1.30	12.75	1.36	0.27
16	-1.40	13.73	1.85	0.43
17	-1.50	14.71	2.41	0.64
18	-1.60	15.69	3.06	0.92
19	-1.70	16.67	3.77	1.26
20	-1.80	17.65	4.56	1.67
21	-1.90	18.63	5.43	2.17
22	-2.00	19.61	6.37	2.76
23	-2.10	20.59	7.39	3.45
24	-2.20	21.57	8.49	4.24
25	-2.30	22.56	9.66	5.15
26	-2.40	23.54	10.90	6.18
27	-2.50	24.52	12.22	7.33
28	-2.60	25.50	13.62	8.62
29	-2.70	26.48	15.09	10.06
30	-2.80	27.46	16.63	11.64
31	-2.90	28.44	18.25	13.39
32	-3.00	29.42	19.95	15.30

Combinazione n° 10 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.32	0.00	0.00
3	-0.20	2.65	0.00	0.00
4	-0.20	2.65	0.00	0.00
5	-0.30	3.97	0.00	0.00
6	-0.40	5.30	0.00	0.00
7	-0.50	6.62	0.00	0.00
8	-0.60	7.94	0.00	0.00
9	-0.70	9.27	0.00	0.00
10	-0.80	10.59	0.04	0.00
11	-0.90	11.92	0.15	0.01
12	-1.00	13.24	0.34	0.03
13	-1.10	14.56	0.60	0.08
14	-1.20	15.89	0.94	0.16
15	-1.30	17.21	1.36	0.27
16	-1.40	18.53	1.85	0.43
17	-1.50	19.86	2.41	0.64
18	-1.60	21.18	3.06	0.92
19	-1.70	22.51	3.77	1.26
20	-1.80	23.83	4.56	1.67
21	-1.90	25.15	5.43	2.17
22	-2.00	26.48	6.37	2.76
23	-2.10	27.80	7.39	3.45
24	-2.20	29.13	8.49	4.24
25	-2.30	30.45	9.66	5.15
26	-2.40	31.77	10.90	6.18
27	-2.50	33.10	12.22	7.33
28	-2.60	34.42	13.62	8.62
29	-2.70	35.75	15.09	10.06
30	-2.80	37.07	16.63	11.64
31	-2.90	38.39	18.25	13.39

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
32	-3.00	39.72	19.95	15.30

Combinazione n° 19 - ECC

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	0.98	0.00	0.00
3	-0.20	1.96	0.00	0.00
4	-0.20	1.96	10.00	0.00
5	-0.30	2.94	10.00	1.00
6	-0.40	3.92	10.00	2.00
7	-0.50	4.90	10.00	3.00
8	-0.60	5.88	10.00	4.00
9	-0.70	6.86	10.00	5.00
10	-0.80	7.85	10.03	6.00
11	-0.90	8.83	10.11	7.01
12	-1.00	9.81	10.25	8.03
13	-1.10	10.79	10.45	9.06
14	-1.20	11.77	10.70	10.12
15	-1.30	12.75	11.01	11.20
16	-1.40	13.73	11.37	12.32
17	-1.50	14.71	11.79	13.48
18	-1.60	15.69	12.26	14.68
19	-1.70	16.67	12.79	15.93
20	-1.80	17.65	13.38	17.24
21	-1.90	18.63	14.02	18.61
22	-2.00	19.61	14.72	20.05
23	-2.10	20.59	15.48	21.56
24	-2.20	21.57	16.29	23.14
25	-2.30	22.56	17.15	24.81
26	-2.40	23.54	18.07	26.58
27	-2.50	24.52	19.05	28.43
28	-2.60	25.50	20.09	30.39
29	-2.70	26.48	21.18	32.45
30	-2.80	27.46	22.32	34.62
31	-2.90	28.44	23.52	36.92
32	-3.00	29.42	24.78	39.33

Combinazione n° 20 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	0.98	0.00	0.00
3	-0.20	1.96	0.00	0.00
4	-0.20	1.96	0.00	0.00
5	-0.30	2.94	0.00	0.00
6	-0.40	3.92	0.00	0.00
7	-0.50	4.90	0.00	0.00
8	-0.60	5.88	0.00	0.00
9	-0.70	6.86	0.00	0.00
10	-0.80	7.85	0.59	0.03
11	-0.90	8.83	1.23	0.12
12	-1.00	9.81	1.93	0.28
13	-1.10	10.79	2.68	0.51
14	-1.20	11.77	3.49	0.81
15	-1.30	12.75	4.36	1.21
16	-1.40	13.73	5.28	1.69
17	-1.50	14.71	6.26	2.26
18	-1.60	15.69	7.29	2.94
19	-1.70	16.67	8.38	3.73
20	-1.80	17.65	9.53	4.62
21	-1.90	18.63	10.73	5.63
22	-2.00	19.61	11.99	6.77
23	-2.10	20.59	13.30	8.03
24	-2.20	21.57	14.67	9.43
25	-2.30	22.56	16.09	10.97
26	-2.40	23.54	17.57	12.65
27	-2.50	24.52	19.11	14.48

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
28	-2.60	25.50	20.70	16.47
29	-2.70	26.48	22.35	18.63
30	-2.80	27.46	24.05	20.95
31	-2.90	28.44	25.82	23.44
32	-3.00	29.42	27.63	26.11

Combinazione n° 21 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	0.98	0.00	0.00
3	-0.20	1.96	0.00	0.00
4	-0.20	1.96	0.00	0.00
5	-0.30	2.94	0.00	0.00
6	-0.40	3.92	0.00	0.00
7	-0.50	4.90	0.00	0.00
8	-0.60	5.88	0.00	0.00
9	-0.70	6.86	0.00	0.00
10	-0.80	7.85	0.03	0.00
11	-0.90	8.83	0.11	0.01
12	-1.00	9.81	0.25	0.03
13	-1.10	10.79	0.45	0.06
14	-1.20	11.77	0.70	0.12
15	-1.30	12.75	1.01	0.20
16	-1.40	13.73	1.37	0.32
17	-1.50	14.71	1.79	0.48
18	-1.60	15.69	2.26	0.68
19	-1.70	16.67	2.79	0.93
20	-1.80	17.65	3.38	1.24
21	-1.90	18.63	4.02	1.61
22	-2.00	19.61	4.72	2.05
23	-2.10	20.59	5.48	2.56
24	-2.20	21.57	6.29	3.14
25	-2.30	22.56	7.15	3.81
26	-2.40	23.54	8.07	4.58
27	-2.50	24.52	9.05	5.43
28	-2.60	25.50	10.09	6.39
29	-2.70	26.48	11.18	7.45
30	-2.80	27.46	12.32	8.62
31	-2.90	28.44	13.52	9.92
32	-3.00	29.42	14.78	11.33

Combinazione n° 22 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	0.98	0.00	0.00
3	-0.20	1.96	0.00	0.00
4	-0.20	1.96	0.00	0.00
5	-0.30	2.94	0.00	0.00
6	-0.40	3.92	0.00	0.00
7	-0.50	4.90	0.00	0.00
8	-0.60	5.88	0.00	0.00
9	-0.70	6.86	0.00	0.00
10	-0.80	7.85	0.03	0.00
11	-0.90	8.83	0.11	0.01
12	-1.00	9.81	0.25	0.03
13	-1.10	10.79	0.45	0.06
14	-1.20	11.77	0.70	0.12
15	-1.30	12.75	1.01	0.20
16	-1.40	13.73	1.37	0.32
17	-1.50	14.71	1.79	0.48
18	-1.60	15.69	2.26	0.68
19	-1.70	16.67	2.79	0.93
20	-1.80	17.65	3.38	1.24
21	-1.90	18.63	4.02	1.61
22	-2.00	19.61	4.72	2.05
23	-2.10	20.59	5.48	2.56

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
24	-2.20	21.57	6.29	3.14
25	-2.30	22.56	7.15	3.81
26	-2.40	23.54	8.07	4.58
27	-2.50	24.52	9.05	5.43
28	-2.60	25.50	10.09	6.39
29	-2.70	26.48	11.18	7.45
30	-2.80	27.46	12.32	8.62
31	-2.90	28.44	13.52	9.92
32	-3.00	29.42	14.78	11.33

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.90	0.00	0.00	0.00
2	-0.80	0.00	6.19	0.31
3	-0.70	0.00	12.41	1.24
4	-0.60	0.00	18.66	2.79
5	-0.50	0.00	24.94	4.97
6	-0.40	0.00	31.24	7.78
7	0.00	0.00	-34.05	-24.75
8	0.10	0.00	-31.58	-21.47
9	0.20	0.00	-29.14	-18.43
10	0.30	0.00	-26.73	-15.64
11	0.40	0.00	-24.35	-13.08
12	0.50	0.00	-22.00	-10.76
13	0.60	0.00	-19.67	-8.68
14	0.70	0.00	-17.37	-6.83
15	0.80	0.00	-15.10	-5.21
16	0.90	0.00	-12.86	-3.81
17	1.00	0.00	-10.65	-2.63
18	1.10	0.00	-8.46	-1.68
19	1.20	0.00	-6.30	-0.94
20	1.30	0.00	-4.18	-0.42
21	1.40	0.00	-2.07	-0.10
22	1.50	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.90	0.00	0.00	0.00
2	-0.80	0.00	4.16	0.21
3	-0.70	0.00	8.35	0.83
4	-0.60	0.00	12.57	1.88
5	-0.50	0.00	16.82	3.35
6	-0.40	0.00	21.10	5.24
7	0.00	0.00	-23.27	-16.57
8	0.10	0.00	-21.50	-14.34
9	0.20	0.00	-19.76	-12.27
10	0.30	0.00	-18.05	-10.38
11	0.40	0.00	-16.38	-8.66
12	0.50	0.00	-14.73	-7.11
13	0.60	0.00	-13.12	-5.71
14	0.70	0.00	-11.54	-4.48
15	0.80	0.00	-9.98	-3.41

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
16	0.90	0.00	-8.46	-2.48
17	1.00	0.00	-6.98	-1.71
18	1.10	0.00	-5.52	-1.09
19	1.20	0.00	-4.09	-0.61
20	1.30	0.00	-2.70	-0.27
21	1.40	0.00	-1.33	-0.07
22	1.50	0.00	0.00	0.00

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

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.90	0.00	0.00	0.00
2	-0.80	0.00	8.00	0.40
3	-0.70	0.00	15.75	1.59
4	-0.60	0.00	23.24	3.54
5	-0.50	0.00	30.48	6.23
6	-0.40	0.00	37.46	9.63
7	0.00	0.00	-9.96	-14.61
8	0.10	0.00	-11.07	-13.56
9	0.20	0.00	-11.93	-12.41
10	0.30	0.00	-12.54	-11.18
11	0.40	0.00	-12.89	-9.91
12	0.50	0.00	-12.99	-8.61
13	0.60	0.00	-12.83	-7.32
14	0.70	0.00	-12.42	-6.05
15	0.80	0.00	-11.76	-4.84
16	0.90	0.00	-10.84	-3.71
17	1.00	0.00	-9.67	-2.68
18	1.10	0.00	-8.24	-1.78
19	1.20	0.00	-6.56	-1.04
20	1.30	0.00	-4.63	-0.48
21	1.40	0.00	-2.44	-0.12
22	1.50	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.90	0.00	0.00	0.00
2	-0.80	0.00	7.13	0.36
3	-0.70	0.00	13.99	1.42
4	-0.60	0.00	20.58	3.15
5	-0.50	0.00	26.91	5.52
6	-0.40	0.00	32.97	8.52
7	0.00	0.00	-26.30	-27.26
8	0.10	0.00	-26.42	-24.62
9	0.20	0.00	-26.28	-21.98
10	0.30	0.00	-25.86	-19.37
11	0.40	0.00	-25.18	-16.82
12	0.50	0.00	-24.23	-14.34
13	0.60	0.00	-23.01	-11.98
14	0.70	0.00	-21.52	-9.75
15	0.80	0.00	-19.77	-7.68
16	0.90	0.00	-17.75	-5.81
17	1.00	0.00	-15.46	-4.14
18	1.10	0.00	-12.90	-2.72
19	1.20	0.00	-10.08	-1.57
20	1.30	0.00	-6.99	-0.72
21	1.40	0.00	-3.63	-0.18
22	1.50	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

n°	X	N	T	M
----	---	---	---	---

	[m]	[kN]	[kN]	[kNm]
1	-0.90	0.00	0.00	0.00
2	-0.80	0.00	7.06	0.35
3	-0.70	0.00	14.19	1.41
4	-0.60	0.00	21.40	3.19
5	-0.50	0.00	28.69	5.70
6	-0.40	0.00	36.06	8.93
7	0.00	0.00	-9.17	-4.69
8	0.10	0.00	-8.01	-3.83
9	0.20	0.00	-6.93	-3.08
10	0.30	0.00	-5.93	-2.44
11	0.40	0.00	-5.01	-1.90
12	0.50	0.00	-4.17	-1.44
13	0.60	0.00	-3.40	-1.06
14	0.70	0.00	-2.71	-0.75
15	0.80	0.00	-2.10	-0.51
16	0.90	0.00	-1.57	-0.33
17	1.00	0.00	-1.11	-0.20
18	1.10	0.00	-0.74	-0.11
19	1.20	0.00	-0.44	-0.05
20	1.30	0.00	-0.21	-0.02
21	1.40	0.00	-0.07	0.00
22	1.50	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.90	0.00	0.00	0.00
2	-0.80	0.00	6.11	0.30
3	-0.70	0.00	12.35	1.23
4	-0.60	0.00	18.71	2.78
5	-0.50	0.00	25.19	4.97
6	-0.40	0.00	31.79	7.82
7	0.00	0.00	-12.58	-6.00
8	0.10	0.00	-10.89	-4.82
9	0.20	0.00	-9.32	-3.81
10	0.30	0.00	-7.86	-2.96
11	0.40	0.00	-6.54	-2.24
12	0.50	0.00	-5.33	-1.65
13	0.60	0.00	-4.25	-1.17
14	0.70	0.00	-3.29	-0.79
15	0.80	0.00	-2.45	-0.51
16	0.90	0.00	-1.73	-0.30
17	1.00	0.00	-1.14	-0.16
18	1.10	0.00	-0.66	-0.07
19	1.20	0.00	-0.31	-0.02
20	1.30	0.00	-0.09	0.00
21	1.40	0.00	0.02	0.00
22	1.50	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 7 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.90	0.00	0.00	0.00
2	-0.80	0.00	7.13	0.36
3	-0.70	0.00	14.25	1.43
4	-0.60	0.00	21.35	3.21
5	-0.50	0.00	28.44	5.70
6	-0.40	0.00	35.51	8.89
7	0.00	0.00	-30.63	-23.44
8	0.10	0.00	-28.70	-20.47
9	0.20	0.00	-26.76	-17.70
10	0.30	0.00	-24.80	-15.12
11	0.40	0.00	-22.83	-12.74
12	0.50	0.00	-20.83	-10.56
13	0.60	0.00	-18.83	-8.57
14	0.70	0.00	-16.80	-6.79
15	0.80	0.00	-14.76	-5.21
16	0.90	0.00	-12.70	-3.84
17	1.00	0.00	-10.63	-2.67

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
18	1.10	0.00	-8.53	-1.72
19	1.20	0.00	-6.43	-0.97
20	1.30	0.00	-4.30	-0.43
21	1.40	0.00	-2.16	-0.11
22	1.50	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 8 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.90	0.00	0.00	0.00
2	-0.80	0.00	5.02	0.25
3	-0.70	0.00	10.13	1.01
4	-0.60	0.00	15.31	2.28
5	-0.50	0.00	20.58	4.07
6	-0.40	0.00	25.92	6.40
7	0.00	0.00	1.61	3.48
8	0.10	0.00	2.07	3.30
9	0.20	0.00	2.45	3.07
10	0.30	0.00	2.74	2.81
11	0.40	0.00	2.96	2.53
12	0.50	0.00	3.10	2.22
13	0.60	0.00	3.15	1.91
14	0.70	0.00	3.12	1.59
15	0.80	0.00	3.02	1.29
16	0.90	0.00	2.83	0.99
17	1.00	0.00	2.56	0.72
18	1.10	0.00	2.21	0.49
19	1.20	0.00	1.78	0.28
20	1.30	0.00	1.27	0.13
21	1.40	0.00	0.67	0.03
22	1.50	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 9 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.90	0.00	0.00	0.00
2	-0.80	0.00	4.08	0.20
3	-0.70	0.00	8.28	0.82
4	-0.60	0.00	12.62	1.86
5	-0.50	0.00	17.07	3.35
6	-0.40	0.00	21.65	5.28
7	0.00	0.00	-1.81	2.18
8	0.10	0.00	-0.81	2.31
9	0.20	0.00	0.06	2.34
10	0.30	0.00	0.81	2.30
11	0.40	0.00	1.44	2.18
12	0.50	0.00	1.93	2.01
13	0.60	0.00	2.31	1.80
14	0.70	0.00	2.55	1.56
15	0.80	0.00	2.67	1.29
16	0.90	0.00	2.67	1.03
17	1.00	0.00	2.54	0.77
18	1.10	0.00	2.28	0.52
19	1.20	0.00	1.90	0.31
20	1.30	0.00	1.39	0.15
21	1.40	0.00	0.76	0.04
22	1.50	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 10 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.90	0.00	0.00	0.00

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
2	-0.80	0.00	5.10	0.26
3	-0.70	0.00	10.19	1.02
4	-0.60	0.00	15.26	2.29
5	-0.50	0.00	20.32	4.07
6	-0.40	0.00	25.37	6.36
7	0.00	0.00	-19.85	-15.27
8	0.10	0.00	-18.62	-13.34
9	0.20	0.00	-17.38	-11.54
10	0.30	0.00	-16.12	-9.87
11	0.40	0.00	-14.85	-8.32
12	0.50	0.00	-13.57	-6.90
13	0.60	0.00	-12.27	-5.60
14	0.70	0.00	-10.96	-4.44
15	0.80	0.00	-9.64	-3.41
16	0.90	0.00	-8.30	-2.52
17	1.00	0.00	-6.95	-1.75
18	1.10	0.00	-5.59	-1.12
19	1.20	0.00	-4.21	-0.63
20	1.30	0.00	-2.82	-0.28
21	1.40	0.00	-1.42	-0.07
22	1.50	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 19 - ECC

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.90	0.00	0.00	0.00
2	-0.80	0.00	6.91	0.35
3	-0.70	0.00	13.61	1.38
4	-0.60	0.00	20.09	3.06
5	-0.50	0.00	26.35	5.39
6	-0.40	0.00	32.40	8.33
7	0.00	0.00	-17.56	-19.30
8	0.10	0.00	-17.91	-17.52
9	0.20	0.00	-18.05	-15.72
10	0.30	0.00	-17.97	-13.92
11	0.40	0.00	-17.67	-12.13
12	0.50	0.00	-17.15	-10.39
13	0.60	0.00	-16.42	-8.71
14	0.70	0.00	-15.46	-7.11
15	0.80	0.00	-14.29	-5.63
16	0.90	0.00	-12.90	-4.26
17	1.00	0.00	-11.30	-3.05
18	1.10	0.00	-9.47	-2.01
19	1.20	0.00	-7.43	-1.16
20	1.30	0.00	-5.17	-0.53
21	1.40	0.00	-2.70	-0.14
22	1.50	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 20 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.90	0.00	0.00	0.00
2	-0.80	0.00	5.23	0.26
3	-0.70	0.00	10.51	1.05
4	-0.60	0.00	15.85	2.37
5	-0.50	0.00	21.25	4.22
6	-0.40	0.00	26.71	6.62
7	0.00	0.00	-6.79	-3.47
8	0.10	0.00	-5.93	-2.84
9	0.20	0.00	-5.14	-2.29
10	0.30	0.00	-4.40	-1.81
11	0.40	0.00	-3.71	-1.40
12	0.50	0.00	-3.09	-1.06
13	0.60	0.00	-2.52	-0.78
14	0.70	0.00	-2.01	-0.56
15	0.80	0.00	-1.56	-0.38
16	0.90	0.00	-1.16	-0.25
17	1.00	0.00	-0.82	-0.15

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
18	1.10	0.00	-0.54	-0.08
19	1.20	0.00	-0.32	-0.04
20	1.30	0.00	-0.16	-0.01
21	1.40	0.00	-0.05	0.00
22	1.50	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 21 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.90	0.00	0.00	0.00
2	-0.80	0.00	3.72	0.19
3	-0.70	0.00	7.50	0.75
4	-0.60	0.00	11.34	1.69
5	-0.50	0.00	15.24	3.02
6	-0.40	0.00	19.20	4.74
7	0.00	0.00	1.19	2.58
8	0.10	0.00	1.53	2.44
9	0.20	0.00	1.81	2.28
10	0.30	0.00	2.03	2.08
11	0.40	0.00	2.19	1.87
12	0.50	0.00	2.29	1.65
13	0.60	0.00	2.33	1.41
14	0.70	0.00	2.31	1.18
15	0.80	0.00	2.23	0.95
16	0.90	0.00	2.10	0.74
17	1.00	0.00	1.90	0.54
18	1.10	0.00	1.64	0.36
19	1.20	0.00	1.32	0.21
20	1.30	0.00	0.94	0.10
21	1.40	0.00	0.50	0.03
22	1.50	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 22 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-0.90	0.00	0.00	0.00
2	-0.80	0.00	3.72	0.19
3	-0.70	0.00	7.50	0.75
4	-0.60	0.00	11.34	1.69
5	-0.50	0.00	15.24	3.02
6	-0.40	0.00	19.20	4.74
7	0.00	0.00	1.19	2.58
8	0.10	0.00	1.53	2.44
9	0.20	0.00	1.81	2.28
10	0.30	0.00	2.03	2.08
11	0.40	0.00	2.19	1.87
12	0.50	0.00	2.29	1.65
13	0.60	0.00	2.33	1.41
14	0.70	0.00	2.31	1.18
15	0.80	0.00	2.23	0.95
16	0.90	0.00	2.10	0.74
17	1.00	0.00	1.90	0.54
18	1.10	0.00	1.64	0.36
19	1.20	0.00	1.32	0.21
20	1.30	0.00	0.94	0.10
21	1.40	0.00	0.50	0.03
22	1.50	0.00	0.00	0.00

6.2- Muro tipo 2

Materiali

Simbologia adottata

n° Indice materiale

Descr Descrizione del materiale

Calcestruzzo armato

C Classe di resistenza del cls

A Classe di resistenza dell'acciaio

γ Peso specifico, espresso in [kN/mc]

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

E Modulo elastico, espresso in [kPa]

ν Coeff. di Poisson

n Coeff. di omogenizzazione acciaio/cls

ntc Coeff. di omogenizzazione cls teso/compresso

Calcestruzzo armato

n°	Descr	C	A	γ [kN/mc]	R _{ck} [kPa]	E [kPa]	ν	n	ntc
5	C30/37	C30/37	B450C	24.5170	35000	32587986	0.30	15.00	0.50
6	C32/40	C32/40	B450C	24.5170	40000	33642648	0.30	15.00	0.50

Acciai

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

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata

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

n° numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

n°	X [m]	Y [m]	A [°]
1	0.00	-1.20	0.000
2	15.00	-1.20	0.000

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

Geometria muro

Geometria paramento e fondazione

Lunghezza muro 1.00 [m]

Paramento

Materiale C32/40

Altezza paramento 4.30 [m]

Altezza paramento libero 3.00 [m]

Spessore in sommità 0.40 [m]

Spessore all'attacco con la fondazione 0.40 [m]

Inclinazione paramento esterno 0.00 [°]

Inclinazione paramento interno 0.00 [°]

Mensola di contrappeso

Posizione rispetto alla testa del muro 2.20 [m]

Lunghezza 0.40 [m]

Spessore all'estremità libera 2.09 [m]

Spessore all'incastro 2.09 [m]

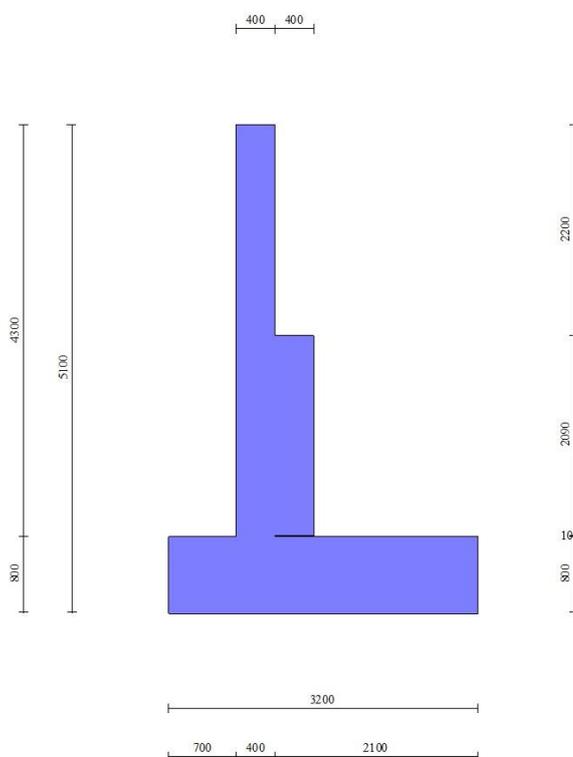
Fondazione

Materiale C30/37

MURO DI SOSTEGNO SU VIA DEI CANIANA
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	FA06A4002	A	63 di 117

Lunghezza mensola di valle	0.70	[m]
Lunghezza mensola di monte	2.10	[m]
Lunghezza totale	3.20	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.80	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]



Sezione quotata del muro

Descrizione terreni

Parametri di resistenza

Simbologia adottata

n°	Indice del terreno
Descr	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]

MURO DI SOSTEGNO SU VIA DEI CANIANA
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	FA06A4002	A	64 di 117

γ_s Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]

ϕ Angolo d'attrito interno espresso in [°]

δ Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]

c Coesione espressa in [kPa]

c_a Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Per calcolo portanza con il metodo di Bustamante-Doix

Cesp Coeff. di espansione laterale (solo per il metodo di Bustamante-Doix)

τ_l Tensione tangenziale limite, espressa in [kPa]

n°	Descr	γ	γ_{sat}	ϕ	δ	c	c_a	Cesp	τ_l
		[kN/mc]	[kN/mc]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]		
1	Ug1	20.0000	20.0000	30.000	20.000	0	0	---	---
2	Ug1_2	20.0000	20.0000	30.000	30.000	0	0	---	---

Stratigrafia

Simbologia adottata

n° Indice dello strato

H Spessore dello strato espresso in [m]

α Inclinazione espressa in [°]

Terreno Terreno dello strato

Per calcolo pali (solo se presenti)

Kw Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm²/cm

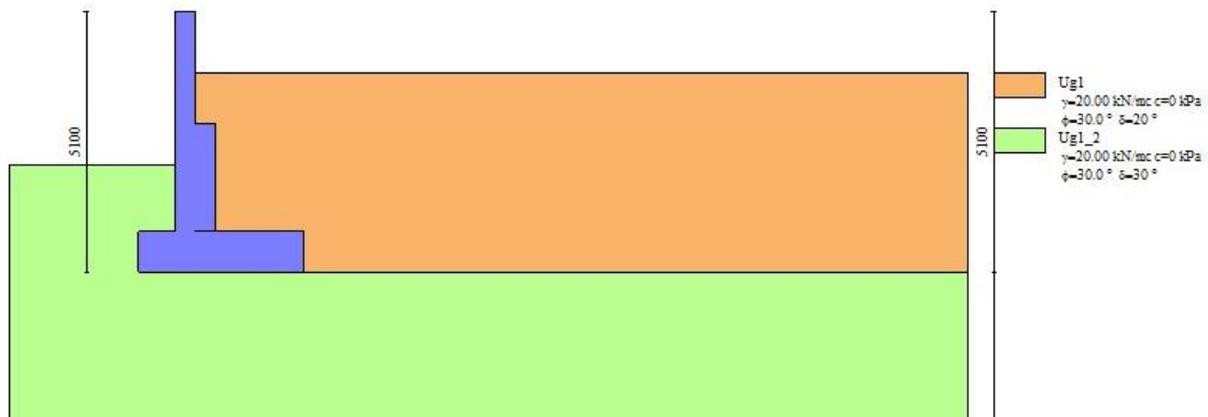
Ks Coefficiente di spinta

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

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

K_{ststa} , K_{stsis} Coeff. di spinta statico e sismico

n°	H	α	Terreno	Kw	Ks	Cesp	K_{ststa}	K_{stsis}
	[m]	[°]		[Kg/cm ²]				
1	5.10	0.000	Ug1	---	---	---	---	---
2	20.00	0.000	Ug1_2	---	---	---	---	---



Stratigrafia

Condizioni di carico

Simbologia adottata

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F _x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F _y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]
X _i	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
X _f	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
Q _i	Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kN]
Q _f	Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kN]

Condizione n° 1 (q traffico) - VARIABILE TF

Coeff. di combinazione $\Psi_0=1.00$ - $\Psi_1=0.75$ - $\Psi_2=0.00$

Carichi sul terreno

n°	Tipo	X [m]	F _x [kN]	F _y [kN]	M [kNm]	X _i [m]	X _f [m]	Q _i [kN]	Q _f [kN]
1	Distribuito					0.00	15.00	20.0000	20.0000

Condizione n° 2 (Urto) - ECCEZIONALE

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; -0.70	9.0000	0.0000	0.0000				

Normativa

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

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

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

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

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

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

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

Descrizione combinazioni di carico

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

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

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

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

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

- Combinazione 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:

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

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali Ad:

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

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

In particolare si sono considerate le seguenti combinazioni:

Simbologia adottata

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

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

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Spinta terreno	1.35	--	Sfavorevole
q_traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.35	--	Sfavorevole

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

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

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H - V

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

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.35	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.35	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.35	--	Sfavorevole
q_traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.35	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.35	--	Sfavorevole
q_traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.35	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.35	--	Sfavorevole
q_traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.35	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.35	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.35	--	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.35	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.35	--	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - STR (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.35	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.35	--	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - GEO (A2-M2-R2)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
q_traffico	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 12 - GEO (A2-M2-R2)

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

Combinazione n° 13 - GEO (A2-M2-R2) H + V

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

Combinazione n° 14 - GEO (A2-M2-R2) H - V

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

Combinazione n° 15 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	0.90	--	Favorevole
Peso terrapieno	0.90	--	Favorevole
Spinta terreno	1.10	--	Sfavorevole
q_traffico	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 16 - EQU (A1-M1-R3)

Condizione	γ	Ψ	Effetto
Peso muro	0.90	--	Favorevole
Peso terrapieno	0.90	--	Favorevole
Spinta terreno	1.10	--	Sfavorevole

Combinazione n° 17 - EQU (A1-M1-R3) H + V

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

Combinazione n° 18 - EQU (A1-M1-R3) H - V

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

Combinazione n° 19 - ECC

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

Combinazione n° 20 - SLER

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

Combinazione n° 21 - SLEQ

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

Combinazione n° 22 - SLER

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

Combinazione n° 23 - SLEQ H + V

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

Combinazione n° 24 - SLEQ H - V

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

Dati sismici

Comune	Bergamo
Provincia	Bergamo
Regione	Lombardia
Latitudine	45.694736
Longitudine	9.668707
Indice punti di interpolazione	11380 - 11158 - 11157 - 11379
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	III
Tipo costruzione	Normali affollamenti
Vita di riferimento	75 anni

	Simbolo	U.M.	SLU	SLE
Accelerazione al suolo	a_g	[m/s ²]	1.257	0.468
Accelerazione al suolo	a_g/g	[%]	0.128	0.048
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0		2.442	2.431
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*		0.274	0.233
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		C	1.500
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
------------------	-------------------------------	----	----



PROGETTO DEFINITIVO
RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
LOTTO 9
PIAZZALE FA06A4

MURO DI SOSTEGNO SU VIA DEI CANIANA
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	FA06A4002	A	72 di 117

Stato limite ...	Coeff. di riduzione β_m	kh	kv
Ultimo	1.000	19.224	9.612
Ultimo - Ribaltamento	1.000	19.224	9.612
Esercizio	1.000	7.150	3.575

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



PROGETTO DEFINITIVO
RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
LOTTO 9
PIAZZALE FA06A4

MURO DI SOSTEGNO SU VIA DEI CANIANA
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	FA06A4002	A	73 di 117

Opzioni di calcolo

Spinta

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

Capacità portante

Metodo di calcolo della portanza	Vesic
Criterio di media calcolo del terreno equivalente (terreni stratificati)	Ponderata
Criterio di riduzione per eccentricità della portanza	Bowles
Criterio di riduzione per rottura locale (punzonamento)	Nessuna
Larghezza fondazione nel terzo termine della formula del carico limite ($0.5B\gamma N_r$)	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
Partecipazione resistenza passiva dente di fondazione	50.00
Componente verticale della spinta nel calcolo delle sollecitazioni	NO
Considera terreno sulla fondazione di valle	NO
Considera spinta e peso acqua fondazione di valle	NO

Spostamenti

Non è stato richiesto il calcolo degli spostamenti

Cedimenti

Non è stato richiesto il calcolo dei cedimenti

Risultati per combinazione

Spinta e forze

Simbologia adottata

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

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
1	Spinta statica	92.36	20.00	86.79	31.59	2.10	-3.58
	Peso/Inerzia muro			0.00	125.43/0.00	0.22	-3.60
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	151.38/0.00	1.25	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno sulla mensola di contrappeso			0.00	18.80/0.00	0.20	-1.70
2	Spinta statica	61.05	20.00	57.37	20.88	2.10	-3.80
	Peso/Inerzia muro			0.00	125.43/0.00	0.22	-3.60
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	105.48/0.00	1.25	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno sulla mensola di contrappeso			0.00	8.00/0.00	0.20	-1.70
3	Spinta statica	45.22	20.00	42.49	15.47	2.10	-3.80
	Incremento di spinta sismica			24.88	9.06	2.10	-3.80
	Peso/Inerzia muro			24.11	125.43/12.06	0.22	-3.60
	Peso/Inerzia terrapieno			20.28	105.48/10.14	1.25	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno sulla mensola di contrappeso			1.54	8.00/0.77	0.20	-1.70
4	Spinta statica	45.22	20.00	42.49	15.47	2.10	-3.80
	Incremento di spinta sismica			17.83	6.49	2.10	-3.80
	Peso/Inerzia muro			24.11	125.43/-12.06	0.22	-3.60
	Peso/Inerzia terrapieno			20.28	105.48/-10.14	1.25	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno sulla mensola di contrappeso			1.54	8.00/-0.77	0.20	-1.70
5	Spinta statica	92.36	20.00	86.79	31.59	2.10	-3.58
	Peso/Inerzia muro			0.00	169.33/0.00	0.22	-3.60
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	188.30/0.00	1.25	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno sulla mensola di contrappeso			0.00	21.60/0.00	0.20	-1.70
6	Spinta statica	92.36	20.00	86.79	31.59	2.10	-3.58
	Peso/Inerzia muro			0.00	125.43/0.00	0.22	-3.60
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	188.30/0.00	1.25	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno sulla mensola di contrappeso			0.00	21.60/0.00	0.20	-1.70
7	Spinta statica	92.36	20.00	86.79	31.59	2.10	-3.58
	Peso/Inerzia muro			0.00	169.33/0.00	0.22	-3.60
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	151.38/0.00	1.25	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno sulla mensola di contrappeso			0.00	18.80/0.00	0.20	-1.70
8	Spinta statica	61.05	20.00	57.37	20.88	2.10	-3.80
	Peso/Inerzia muro			0.00	169.33/0.00	0.22	-3.60
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	142.40/0.00	1.25	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno sulla mensola di contrappeso			0.00	10.80/0.00	0.20	-1.70
9	Spinta statica	61.05	20.00	57.37	20.88	2.10	-3.80
	Peso/Inerzia muro			0.00	125.43/0.00	0.22	-3.60
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	142.40/0.00	1.25	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno sulla mensola di contrappeso			0.00	10.80/0.00	0.20	-1.70
10	Spinta statica	61.05	20.00	57.37	20.88	2.10	-3.80
	Peso/Inerzia muro			0.00	169.33/0.00	0.22	-3.60

Ic	A	V [kN]	I [°]	Cx [kN]	Cy [kN]	Px [m]	Py [m]
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	105.48/0.00	1.25	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno sulla mensola di contrappeso			0.00	8.00/0.00	0.20	-1.70
19	Spinta statica	45.22	20.00	42.49	15.47	2.10	-3.80
	Peso/Inerzia muro			0.00	125.43/0.00	0.22	-3.60
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	105.48/0.00	1.25	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno sulla mensola di contrappeso			0.00	8.00/0.00	0.20	-1.70
	Risultante forze sul muro			9.00	0.00	--	--
20	Spinta statica	68.41	20.00	64.29	23.40	2.10	-3.58
	Peso/Inerzia muro			0.00	125.43/0.00	0.22	-3.60
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	139.48/0.00	1.25	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno sulla mensola di contrappeso			0.00	16.00/0.00	0.20	-1.70
21	Spinta statica	45.22	20.00	42.49	15.47	2.10	-3.80
	Peso/Inerzia muro			0.00	125.43/0.00	0.22	-3.60
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	105.48/0.00	1.25	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno sulla mensola di contrappeso			0.00	8.00/0.00	0.20	-1.70
22	Spinta statica	45.22	20.00	42.49	15.47	2.10	-3.80
	Peso/Inerzia muro			0.00	125.43/0.00	0.22	-3.60
	Peso/Inerzia terrapieno			0.00	105.48/0.00	1.25	-2.75
	Peso/Inerzia terrapieno sulla mensola di contrappeso			0.00	8.00/0.00	0.20	-1.70

Verifiche geotecniche

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

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

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
1 - STR (A1-M1-R3)		2.177		7.353			
2 - STR (A1-M1-R3)		2.615		10.882			
3 - STR (A1-M1-R3)	H + V	1.455		4.101			
4 - STR (A1-M1-R3)	H - V	1.297		3.732			
5 - STR (A1-M1-R3)		2.733		7.012			
6 - STR (A1-M1-R3)		2.441		7.052			
7 - STR (A1-M1-R3)		2.469		6.964			
8 - STR (A1-M1-R3)		3.456		9.303			
9 - STR (A1-M1-R3)		3.014		9.528			
10 - STR (A1-M1-R3)		3.056		9.874			
11 - GEO (A2-M2-R2)					2.382		
12 - GEO (A2-M2-R2)					3.299		
13 - GEO (A2-M2-R2)	H + V				2.163		
14 - GEO (A2-M2-R2)	H - V				1.952		
15 - EQU (A1-M1-R3)			5.007				
16 - EQU (A1-M1-R3)			7.164				
17 - EQU (A1-M1-R3)	H + V		3.073				

Cmb	Sismica	FS _{SCO}	FS _{RIB}	FS _{QLIM}	FS _{STAB}	FS _{HYD}	FS _{UPL}
18 - EQU (A1-M1-R3)	H - V		2.372				
19 - ECC		2.852	4.984	10.617	4.124		

Verifica a scorrimento fondazione

Simbologia adottata

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

n°	Rsa [kN]	Rpt [kN]	Rps [kN]	Rp [kN]	Rt [kN]	R [kN]	T [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	188.91	0.00	0.00	--	--	188.91	86.79	2.177
2 - STR (A1-M1-R3)	149.99	0.00	0.00	--	--	149.99	57.37	2.615
3 - STR (A1-M1-R3) H + V	164.91	0.00	0.00	--	--	164.91	113.30	1.455
4 - STR (A1-M1-R3) H - V	137.80	0.00	0.00	--	--	137.80	106.26	1.297
5 - STR (A1-M1-R3)	237.18	0.00	0.00	--	--	237.18	86.79	2.733
6 - STR (A1-M1-R3)	211.84	0.00	0.00	--	--	211.84	86.79	2.441
7 - STR (A1-M1-R3)	214.25	0.00	0.00	--	--	214.25	86.79	2.469
8 - STR (A1-M1-R3)	198.27	0.00	0.00	--	--	198.27	57.37	3.456
9 - STR (A1-M1-R3)	172.92	0.00	0.00	--	--	172.92	57.37	3.014
10 - STR (A1-M1-R3)	175.34	0.00	0.00	--	--	175.34	57.37	3.056
19 - ECC	146.86	0.00	0.00	--	--	146.86	51.49	2.852

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)

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
1 - STR (A1-M1-R3)	327.20	2406.03	1718.59	7.353
2 - STR (A1-M1-R3)	259.79	2826.93	2019.24	10.882
3 - STR (A1-M1-R3) H + V	285.63	1171.29	976.08	4.101
4 - STR (A1-M1-R3) H - V	238.67	890.78	742.32	3.732

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
5 - STR (A1-M1-R3)	410.81	2880.64	2057.60	7.012
6 - STR (A1-M1-R3)	366.91	2587.52	1848.23	7.052
7 - STR (A1-M1-R3)	371.10	2584.28	1845.91	6.964
8 - STR (A1-M1-R3)	343.41	3194.80	2282.00	9.303
9 - STR (A1-M1-R3)	299.51	2853.75	2038.40	9.528
10 - STR (A1-M1-R3)	303.69	2998.77	2141.98	9.874
19 - ECC	254.38	2700.61	1929.01	10.617

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

n°	Ms [kNm]	Mr [kNm]	FS
15 - EQU (A1-M1-R3)	591.50	118.13	5.007
16 - EQU (A1-M1-R3)	435.33	60.77	7.164
17 - EQU (A1-M1-R3) H + V	542.36	176.50	3.073
18 - EQU (A1-M1-R3) H - V	493.48	208.01	2.372
19 - ECC	472.71	94.84	4.984

Sollecitazioni

Elementi calcolati a trave

Simbologia adottata

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

Paramento

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	0.98	0.00	0.00
3	-0.20	1.96	0.00	0.00
4	-0.30	2.94	0.00	0.00
5	-0.40	3.92	0.00	0.00
6	-0.50	4.90	0.00	0.00

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
7	-0.60	5.88	0.00	0.00
8	-0.70	6.86	0.00	0.00
9	-0.70	6.86	0.00	0.00
10	-0.79	7.78	0.00	0.00
11	-0.89	8.70	0.00	0.00
12	-0.98	9.62	0.00	0.00
13	-1.07	10.54	0.00	0.00
14	-1.17	11.46	0.00	0.00
15	-1.26	12.38	0.49	0.02
16	-1.36	13.30	1.27	0.10
17	-1.45	14.22	2.12	0.26
18	-1.54	15.14	3.04	0.50
19	-1.64	16.06	4.02	0.83
20	-1.73	16.98	5.07	1.25
21	-1.83	17.90	6.19	1.78
22	-1.92	18.82	7.37	2.42
23	-2.01	19.74	8.62	3.16
24	-2.11	20.66	9.93	4.03
25	-2.20	21.57	11.32	5.03
26	-2.20	63.67	11.32	-3.39
27	-2.30	64.65	12.86	-2.18
28	-2.40	65.63	14.48	-0.82
29	-2.50	66.61	16.18	0.72
30	-2.60	67.59	17.95	2.42
31	-2.70	68.57	19.80	4.31
32	-2.80	69.56	21.72	6.39
33	-2.90	70.54	23.72	8.66
34	-3.00	71.52	25.80	11.13
35	-3.10	72.50	27.95	13.82
36	-3.20	73.48	30.17	16.73
37	-3.30	74.46	32.47	19.86
38	-3.40	75.44	34.85	23.22
39	-3.50	76.42	37.30	26.83
40	-3.60	77.40	39.83	30.69
41	-3.70	78.38	42.43	34.80
42	-3.80	79.36	45.11	39.17
43	-3.90	80.34	47.86	43.82
44	-4.00	81.32	50.69	48.75
45	-4.10	82.30	53.60	53.96
46	-4.20	83.28	56.58	59.47
47	-4.30	84.27	59.63	65.28

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	0.98	0.00	0.00
3	-0.20	1.96	0.00	0.00
4	-0.30	2.94	0.00	0.00
5	-0.40	3.92	0.00	0.00
6	-0.50	4.90	0.00	0.00
7	-0.60	5.88	0.00	0.00
8	-0.70	6.86	0.00	0.00
9	-0.70	6.86	0.00	0.00
10	-0.79	7.78	0.00	0.00
11	-0.89	8.70	0.00	0.00
12	-0.98	9.62	0.00	0.00
13	-1.07	10.54	0.00	0.00
14	-1.17	11.46	0.00	0.00
15	-1.26	12.38	0.01	0.00
16	-1.36	13.30	0.09	0.00
17	-1.45	14.22	0.24	0.02
18	-1.54	15.14	0.45	0.05
19	-1.64	16.06	0.72	0.11
20	-1.73	16.98	1.06	0.19
21	-1.83	17.90	1.47	0.31
22	-1.92	18.82	1.95	0.47
23	-2.01	19.74	2.49	0.67
24	-2.11	20.66	3.10	0.94
25	-2.20	21.57	3.77	1.26
26	-2.20	52.87	3.77	-5.00
27	-2.30	53.85	4.56	-4.59
28	-2.40	54.83	5.43	-4.09

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
29	-2.50	55.81	6.37	-3.50
30	-2.60	56.79	7.39	-2.81
31	-2.70	57.77	8.49	-2.02
32	-2.80	58.76	9.66	-1.11
33	-2.90	59.74	10.90	-0.08
34	-3.00	60.72	12.22	1.07
35	-3.10	61.70	13.62	2.36
36	-3.20	62.68	15.09	3.80
37	-3.30	63.66	16.63	5.38
38	-3.40	64.64	18.25	7.13
39	-3.50	65.62	19.95	9.04
40	-3.60	66.60	21.72	11.12
41	-3.70	67.58	23.57	13.38
42	-3.80	68.56	25.50	15.84
43	-3.90	69.54	27.50	18.49
44	-4.00	70.52	29.57	21.34
45	-4.10	71.50	31.72	24.40
46	-4.20	72.48	33.95	27.69
47	-4.30	73.47	36.25	31.19

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

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	0.98	0.19	0.01
3	-0.20	1.96	0.38	0.04
4	-0.30	2.94	0.57	0.08
5	-0.40	3.92	0.75	0.15
6	-0.50	4.90	0.94	0.24
7	-0.60	5.88	1.13	0.34
8	-0.70	6.86	1.32	0.46
9	-0.70	6.86	1.32	0.46
10	-0.79	7.78	1.50	0.59
11	-0.89	8.70	1.67	0.74
12	-0.98	9.62	1.85	0.91
13	-1.07	10.54	2.03	1.09
14	-1.17	11.46	2.20	1.29
15	-1.26	12.38	2.40	1.50
16	-1.36	13.30	2.67	1.74
17	-1.45	14.22	3.01	2.00
18	-1.54	15.14	3.43	2.31
19	-1.64	16.06	3.94	2.65
20	-1.73	16.98	4.51	3.05
21	-1.83	17.90	5.17	3.50
22	-1.92	18.82	5.91	4.02
23	-2.01	19.74	6.72	4.61
24	-2.11	20.66	7.61	5.28
25	-2.20	21.57	8.58	6.04
26	-2.20	50.07	8.58	0.34
27	-2.30	51.05	9.70	1.25
28	-2.40	52.03	10.90	2.28
29	-2.50	53.01	12.20	3.44
30	-2.60	53.99	13.58	4.72
31	-2.70	54.97	15.06	6.16
32	-2.80	55.96	16.62	7.74
33	-2.90	56.94	18.27	9.48
34	-3.00	57.92	20.01	11.40
35	-3.10	58.90	21.84	13.49
36	-3.20	59.88	23.75	15.77
37	-3.30	60.86	25.76	18.24
38	-3.40	61.84	27.85	20.92
39	-3.50	62.82	30.03	23.81
40	-3.60	63.80	32.30	26.93
41	-3.70	64.78	34.66	30.28
42	-3.80	65.76	37.11	33.86
43	-3.90	66.74	39.64	37.70
44	-4.00	67.72	42.27	41.80
45	-4.10	68.70	44.98	46.16
46	-4.20	69.68	47.78	50.80
47	-4.30	70.67	50.67	55.72

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	0.98	0.19	0.01
3	-0.20	1.96	0.38	0.04
4	-0.30	2.94	0.57	0.08
5	-0.40	3.92	0.75	0.15
6	-0.50	4.90	0.94	0.24
7	-0.60	5.88	1.13	0.34
8	-0.70	6.86	1.32	0.46
9	-0.70	6.86	1.32	0.46
10	-0.79	7.78	1.50	0.59
11	-0.89	8.70	1.67	0.74
12	-0.98	9.62	1.85	0.91
13	-1.07	10.54	2.03	1.09
14	-1.17	11.46	2.20	1.29
15	-1.26	12.38	2.40	1.50
16	-1.36	13.30	2.65	1.74
17	-1.45	14.22	2.98	2.00
18	-1.54	15.14	3.38	2.30
19	-1.64	16.06	3.85	2.64
20	-1.73	16.98	4.38	3.02
21	-1.83	17.90	4.99	3.46
22	-1.92	18.82	5.67	3.96
23	-2.01	19.74	6.41	4.53
24	-2.11	20.66	7.23	5.17
25	-2.20	21.57	8.11	5.88
26	-2.20	50.07	8.11	0.19
27	-2.30	51.05	9.14	1.05
28	-2.40	52.03	10.24	2.01
29	-2.50	53.01	11.42	3.10
30	-2.60	53.99	12.68	4.30
31	-2.70	54.97	14.01	5.63
32	-2.80	55.96	15.43	7.11
33	-2.90	56.94	16.93	8.72
34	-3.00	57.92	18.51	10.49
35	-3.10	58.90	20.16	12.43
36	-3.20	59.88	21.90	14.53
37	-3.30	60.86	23.71	16.81
38	-3.40	61.84	25.61	19.28
39	-3.50	62.82	27.58	21.93
40	-3.60	63.80	29.63	24.79
41	-3.70	64.78	31.76	27.86
42	-3.80	65.76	33.98	31.15
43	-3.90	66.74	36.27	34.66
44	-4.00	67.72	38.64	38.41
45	-4.10	68.70	41.09	42.39
46	-4.20	69.68	43.61	46.63
47	-4.30	70.67	46.22	51.12

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.32	0.00	0.00
3	-0.20	2.65	0.00	0.00
4	-0.30	3.97	0.00	0.00
5	-0.40	5.30	0.00	0.00
6	-0.50	6.62	0.00	0.00
7	-0.60	7.94	0.00	0.00
8	-0.70	9.27	0.00	0.00
9	-0.70	9.27	0.00	0.00
10	-0.79	10.51	0.00	0.00
11	-0.89	11.75	0.00	0.00
12	-0.98	12.99	0.00	0.00
13	-1.07	14.23	0.00	0.00
14	-1.17	15.47	0.00	0.00
15	-1.26	16.71	0.49	0.02
16	-1.36	17.96	1.27	0.10
17	-1.45	19.20	2.12	0.26
18	-1.54	20.44	3.04	0.50

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
19	-1.64	21.68	4.02	0.83
20	-1.73	22.92	5.07	1.25
21	-1.83	24.16	6.19	1.78
22	-1.92	25.40	7.37	2.42
23	-2.01	26.64	8.62	3.16
24	-2.11	27.89	9.93	4.03
25	-2.20	29.13	11.32	5.03
26	-2.20	78.40	11.32	-4.83
27	-2.30	79.72	12.86	-3.62
28	-2.40	81.04	14.48	-2.25
29	-2.50	82.37	16.18	-0.72
30	-2.60	83.69	17.95	0.99
31	-2.70	85.02	19.80	2.88
32	-2.80	86.34	21.72	4.95
33	-2.90	87.66	23.72	7.22
34	-3.00	88.99	25.80	9.70
35	-3.10	90.31	27.95	12.39
36	-3.20	91.64	30.17	15.29
37	-3.30	92.96	32.47	18.42
38	-3.40	94.28	34.85	21.79
39	-3.50	95.61	37.30	25.39
40	-3.60	96.93	39.83	29.25
41	-3.70	98.25	42.43	33.36
42	-3.80	99.58	45.11	37.74
43	-3.90	100.90	47.86	42.39
44	-4.00	102.23	50.69	47.31
45	-4.10	103.55	53.60	52.53
46	-4.20	104.87	56.58	58.04
47	-4.30	106.20	59.63	63.85

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	0.98	0.00	0.00
3	-0.20	1.96	0.00	0.00
4	-0.30	2.94	0.00	0.00
5	-0.40	3.92	0.00	0.00
6	-0.50	4.90	0.00	0.00
7	-0.60	5.88	0.00	0.00
8	-0.70	6.86	0.00	0.00
9	-0.70	6.86	0.00	0.00
10	-0.79	7.78	0.00	0.00
11	-0.89	8.70	0.00	0.00
12	-0.98	9.62	0.00	0.00
13	-1.07	10.54	0.00	0.00
14	-1.17	11.46	0.00	0.00
15	-1.26	12.38	0.49	0.02
16	-1.36	13.30	1.27	0.10
17	-1.45	14.22	2.12	0.26
18	-1.54	15.14	3.04	0.50
19	-1.64	16.06	4.02	0.83
20	-1.73	16.98	5.07	1.25
21	-1.83	17.90	6.19	1.78
22	-1.92	18.82	7.37	2.42
23	-2.01	19.74	8.62	3.16
24	-2.11	20.66	9.93	4.03
25	-2.20	21.57	11.32	5.03
26	-2.20	63.67	11.32	-3.39
27	-2.30	64.65	12.86	-2.18
28	-2.40	65.63	14.48	-0.82
29	-2.50	66.61	16.18	0.72
30	-2.60	67.59	17.95	2.42
31	-2.70	68.57	19.80	4.31
32	-2.80	69.56	21.72	6.39
33	-2.90	70.54	23.72	8.66
34	-3.00	71.52	25.80	11.13
35	-3.10	72.50	27.95	13.82
36	-3.20	73.48	30.17	16.73
37	-3.30	74.46	32.47	19.86
38	-3.40	75.44	34.85	23.22
39	-3.50	76.42	37.30	26.83
40	-3.60	77.40	39.83	30.69

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
41	-3.70	78.38	42.43	34.80
42	-3.80	79.36	45.11	39.17
43	-3.90	80.34	47.86	43.82
44	-4.00	81.32	50.69	48.75
45	-4.10	82.30	53.60	53.96
46	-4.20	83.28	56.58	59.47
47	-4.30	84.27	59.63	65.28

Combinazione n° 7 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.32	0.00	0.00
3	-0.20	2.65	0.00	0.00
4	-0.30	3.97	0.00	0.00
5	-0.40	5.30	0.00	0.00
6	-0.50	6.62	0.00	0.00
7	-0.60	7.94	0.00	0.00
8	-0.70	9.27	0.00	0.00
9	-0.70	9.27	0.00	0.00
10	-0.79	10.51	0.00	0.00
11	-0.89	11.75	0.00	0.00
12	-0.98	12.99	0.00	0.00
13	-1.07	14.23	0.00	0.00
14	-1.17	15.47	0.00	0.00
15	-1.26	16.71	0.49	0.02
16	-1.36	17.96	1.27	0.10
17	-1.45	19.20	2.12	0.26
18	-1.54	20.44	3.04	0.50
19	-1.64	21.68	4.02	0.83
20	-1.73	22.92	5.07	1.25
21	-1.83	24.16	6.19	1.78
22	-1.92	25.40	7.37	2.42
23	-2.01	26.64	8.62	3.16
24	-2.11	27.89	9.93	4.03
25	-2.20	29.13	11.32	5.03
26	-2.20	78.40	11.32	-4.83
27	-2.30	79.72	12.86	-3.62
28	-2.40	81.04	14.48	-2.25
29	-2.50	82.37	16.18	-0.72
30	-2.60	83.69	17.95	0.99
31	-2.70	85.02	19.80	2.88
32	-2.80	86.34	21.72	4.95
33	-2.90	87.66	23.72	7.22
34	-3.00	88.99	25.80	9.70
35	-3.10	90.31	27.95	12.39
36	-3.20	91.64	30.17	15.29
37	-3.30	92.96	32.47	18.42
38	-3.40	94.28	34.85	21.79
39	-3.50	95.61	37.30	25.39
40	-3.60	96.93	39.83	29.25
41	-3.70	98.25	42.43	33.36
42	-3.80	99.58	45.11	37.74
43	-3.90	100.90	47.86	42.39
44	-4.00	102.23	50.69	47.31
45	-4.10	103.55	53.60	52.53
46	-4.20	104.87	56.58	58.04
47	-4.30	106.20	59.63	63.85

Combinazione n° 8 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.32	0.00	0.00
3	-0.20	2.65	0.00	0.00
4	-0.30	3.97	0.00	0.00
5	-0.40	5.30	0.00	0.00
6	-0.50	6.62	0.00	0.00

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
7	-0.60	7.94	0.00	0.00
8	-0.70	9.27	0.00	0.00
9	-0.70	9.27	0.00	0.00
10	-0.79	10.51	0.00	0.00
11	-0.89	11.75	0.00	0.00
12	-0.98	12.99	0.00	0.00
13	-1.07	14.23	0.00	0.00
14	-1.17	15.47	0.00	0.00
15	-1.26	16.71	0.01	0.00
16	-1.36	17.96	0.09	0.00
17	-1.45	19.20	0.24	0.02
18	-1.54	20.44	0.45	0.05
19	-1.64	21.68	0.72	0.11
20	-1.73	22.92	1.06	0.19
21	-1.83	24.16	1.47	0.31
22	-1.92	25.40	1.95	0.47
23	-2.01	26.64	2.49	0.67
24	-2.11	27.89	3.10	0.94
25	-2.20	29.13	3.77	1.26
26	-2.20	67.60	3.77	-6.44
27	-2.30	68.92	4.56	-6.02
28	-2.40	70.24	5.43	-5.52
29	-2.50	71.57	6.37	-4.93
30	-2.60	72.89	7.39	-4.24
31	-2.70	74.22	8.49	-3.45
32	-2.80	75.54	9.66	-2.54
33	-2.90	76.86	10.90	-1.52
34	-3.00	78.19	12.22	-0.36
35	-3.10	79.51	13.62	0.93
36	-3.20	80.84	15.09	2.36
37	-3.30	82.16	16.63	3.95
38	-3.40	83.48	18.25	5.69
39	-3.50	84.81	19.95	7.60
40	-3.60	86.13	21.72	9.69
41	-3.70	87.45	23.57	11.95
42	-3.80	88.78	25.50	14.40
43	-3.90	90.10	27.50	17.05
44	-4.00	91.43	29.57	19.90
45	-4.10	92.75	31.72	22.97
46	-4.20	94.07	33.95	26.25
47	-4.30	95.40	36.25	29.76

Combinazione n° 9 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	0.98	0.00	0.00
3	-0.20	1.96	0.00	0.00
4	-0.30	2.94	0.00	0.00
5	-0.40	3.92	0.00	0.00
6	-0.50	4.90	0.00	0.00
7	-0.60	5.88	0.00	0.00
8	-0.70	6.86	0.00	0.00
9	-0.70	6.86	0.00	0.00
10	-0.79	7.78	0.00	0.00
11	-0.89	8.70	0.00	0.00
12	-0.98	9.62	0.00	0.00
13	-1.07	10.54	0.00	0.00
14	-1.17	11.46	0.00	0.00
15	-1.26	12.38	0.01	0.00
16	-1.36	13.30	0.09	0.00
17	-1.45	14.22	0.24	0.02
18	-1.54	15.14	0.45	0.05
19	-1.64	16.06	0.72	0.11
20	-1.73	16.98	1.06	0.19
21	-1.83	17.90	1.47	0.31
22	-1.92	18.82	1.95	0.47
23	-2.01	19.74	2.49	0.67
24	-2.11	20.66	3.10	0.94
25	-2.20	21.57	3.77	1.26
26	-2.20	52.87	3.77	-5.00
27	-2.30	53.85	4.56	-4.59
28	-2.40	54.83	5.43	-4.09

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
29	-2.50	55.81	6.37	-3.50
30	-2.60	56.79	7.39	-2.81
31	-2.70	57.77	8.49	-2.02
32	-2.80	58.76	9.66	-1.11
33	-2.90	59.74	10.90	-0.08
34	-3.00	60.72	12.22	1.07
35	-3.10	61.70	13.62	2.36
36	-3.20	62.68	15.09	3.80
37	-3.30	63.66	16.63	5.38
38	-3.40	64.64	18.25	7.13
39	-3.50	65.62	19.95	9.04
40	-3.60	66.60	21.72	11.12
41	-3.70	67.58	23.57	13.38
42	-3.80	68.56	25.50	15.84
43	-3.90	69.54	27.50	18.49
44	-4.00	70.52	29.57	21.34
45	-4.10	71.50	31.72	24.40
46	-4.20	72.48	33.95	27.69
47	-4.30	73.47	36.25	31.19

Combinazione n° 10 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	1.32	0.00	0.00
3	-0.20	2.65	0.00	0.00
4	-0.30	3.97	0.00	0.00
5	-0.40	5.30	0.00	0.00
6	-0.50	6.62	0.00	0.00
7	-0.60	7.94	0.00	0.00
8	-0.70	9.27	0.00	0.00
9	-0.70	9.27	0.00	0.00
10	-0.79	10.51	0.00	0.00
11	-0.89	11.75	0.00	0.00
12	-0.98	12.99	0.00	0.00
13	-1.07	14.23	0.00	0.00
14	-1.17	15.47	0.00	0.00
15	-1.26	16.71	0.01	0.00
16	-1.36	17.96	0.09	0.00
17	-1.45	19.20	0.24	0.02
18	-1.54	20.44	0.45	0.05
19	-1.64	21.68	0.72	0.11
20	-1.73	22.92	1.06	0.19
21	-1.83	24.16	1.47	0.31
22	-1.92	25.40	1.95	0.47
23	-2.01	26.64	2.49	0.67
24	-2.11	27.89	3.10	0.94
25	-2.20	29.13	3.77	1.26
26	-2.20	67.60	3.77	-6.44
27	-2.30	68.92	4.56	-6.02
28	-2.40	70.24	5.43	-5.52
29	-2.50	71.57	6.37	-4.93
30	-2.60	72.89	7.39	-4.24
31	-2.70	74.22	8.49	-3.45
32	-2.80	75.54	9.66	-2.54
33	-2.90	76.86	10.90	-1.52
34	-3.00	78.19	12.22	-0.36
35	-3.10	79.51	13.62	0.93
36	-3.20	80.84	15.09	2.36
37	-3.30	82.16	16.63	3.95
38	-3.40	83.48	18.25	5.69
39	-3.50	84.81	19.95	7.60
40	-3.60	86.13	21.72	9.69
41	-3.70	87.45	23.57	11.95
42	-3.80	88.78	25.50	14.40
43	-3.90	90.10	27.50	17.05
44	-4.00	91.43	29.57	19.90
45	-4.10	92.75	31.72	22.97
46	-4.20	94.07	33.95	26.25
47	-4.30	95.40	36.25	29.76

Combinazione n° 19 - ECC

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	0.98	0.00	0.00
3	-0.20	1.96	0.00	0.00
4	-0.30	2.94	0.00	0.00
5	-0.40	3.92	0.00	0.00
6	-0.50	4.90	0.00	0.00
7	-0.60	5.88	0.00	0.00
8	-0.70	6.86	0.00	0.00
9	-0.70	6.86	9.00	0.00
10	-0.79	7.78	9.00	0.84
11	-0.89	8.70	9.00	1.69
12	-0.98	9.62	9.00	2.53
13	-1.07	10.54	9.00	3.37
14	-1.17	11.46	9.00	4.22
15	-1.26	12.38	9.01	5.06
16	-1.36	13.30	9.07	5.91
17	-1.45	14.22	9.17	6.76
18	-1.54	15.14	9.33	7.63
19	-1.64	16.06	9.53	8.52
20	-1.73	16.98	9.79	9.42
21	-1.83	17.90	10.09	10.35
22	-1.92	18.82	10.44	11.31
23	-2.01	19.74	10.84	12.31
24	-2.11	20.66	11.29	13.35
25	-2.20	21.57	11.79	14.43
26	-2.20	50.07	11.79	8.73
27	-2.30	51.05	12.38	9.94
28	-2.40	52.03	13.02	11.21
29	-2.50	53.01	13.72	12.55
30	-2.60	53.99	14.48	13.96
31	-2.70	54.97	15.29	15.44
32	-2.80	55.96	16.15	17.02
33	-2.90	56.94	17.07	18.68
34	-3.00	57.92	18.05	20.43
35	-3.10	58.90	19.09	22.29
36	-3.20	59.88	20.18	24.25
37	-3.30	60.86	21.32	26.33
38	-3.40	61.84	22.52	28.52
39	-3.50	62.82	23.78	30.83
40	-3.60	63.80	25.09	33.27
41	-3.70	64.78	26.46	35.85
42	-3.80	65.76	27.89	38.57
43	-3.90	66.74	29.37	41.43
44	-4.00	67.72	30.90	44.44
45	-4.10	68.70	32.50	47.61
46	-4.20	69.68	34.14	50.95
47	-4.30	70.67	35.85	54.44

Combinazione n° 20 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	0.98	0.00	0.00
3	-0.20	1.96	0.00	0.00
4	-0.30	2.94	0.00	0.00
5	-0.40	3.92	0.00	0.00
6	-0.50	4.90	0.00	0.00
7	-0.60	5.88	0.00	0.00
8	-0.70	6.86	0.00	0.00
9	-0.70	6.86	0.00	0.00
10	-0.79	7.78	0.00	0.00
11	-0.89	8.70	0.00	0.00
12	-0.98	9.62	0.00	0.00
13	-1.07	10.54	0.00	0.00
14	-1.17	11.46	0.00	0.00
15	-1.26	12.38	0.36	0.01
16	-1.36	13.30	0.94	0.07
17	-1.45	14.22	1.57	0.19
18	-1.54	15.14	2.25	0.37

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
19	-1.64	16.06	2.98	0.61
20	-1.73	16.98	3.76	0.93
21	-1.83	17.90	4.58	1.32
22	-1.92	18.82	5.46	1.79
23	-2.01	19.74	6.38	2.34
24	-2.11	20.66	7.36	2.99
25	-2.20	21.57	8.38	3.73
26	-2.20	58.07	8.38	-3.57
27	-2.30	59.05	9.53	-2.68
28	-2.40	60.03	10.73	-1.67
29	-2.50	61.01	11.99	-0.53
30	-2.60	61.99	13.30	0.73
31	-2.70	62.97	14.67	2.13
32	-2.80	63.96	16.09	3.67
33	-2.90	64.94	17.57	5.35
34	-3.00	65.92	19.11	7.18
35	-3.10	66.90	20.70	9.17
36	-3.20	67.88	22.35	11.33
37	-3.30	68.86	24.05	13.65
38	-3.40	69.84	25.82	16.14
39	-3.50	70.82	27.63	18.81
40	-3.60	71.80	29.50	21.67
41	-3.70	72.78	31.43	24.71
42	-3.80	73.76	33.41	27.96
43	-3.90	74.74	35.45	31.40
44	-4.00	75.72	37.55	35.05
45	-4.10	76.70	39.70	38.91
46	-4.20	77.68	41.91	42.99
47	-4.30	78.67	44.17	47.29

Combinazione n° 21 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	0.98	0.00	0.00
3	-0.20	1.96	0.00	0.00
4	-0.30	2.94	0.00	0.00
5	-0.40	3.92	0.00	0.00
6	-0.50	4.90	0.00	0.00
7	-0.60	5.88	0.00	0.00
8	-0.70	6.86	0.00	0.00
9	-0.70	6.86	0.00	0.00
10	-0.79	7.78	0.00	0.00
11	-0.89	8.70	0.00	0.00
12	-0.98	9.62	0.00	0.00
13	-1.07	10.54	0.00	0.00
14	-1.17	11.46	0.00	0.00
15	-1.26	12.38	0.01	0.00
16	-1.36	13.30	0.07	0.00
17	-1.45	14.22	0.17	0.01
18	-1.54	15.14	0.33	0.04
19	-1.64	16.06	0.53	0.08
20	-1.73	16.98	0.79	0.14
21	-1.83	17.90	1.09	0.23
22	-1.92	18.82	1.44	0.35
23	-2.01	19.74	1.84	0.50
24	-2.11	20.66	2.29	0.69
25	-2.20	21.57	2.79	0.93
26	-2.20	50.07	2.79	-4.77
27	-2.30	51.05	3.38	-4.46
28	-2.40	52.03	4.02	-4.09
29	-2.50	53.01	4.72	-3.65
30	-2.60	53.99	5.48	-3.14
31	-2.70	54.97	6.29	-2.56
32	-2.80	55.96	7.15	-1.88
33	-2.90	56.94	8.07	-1.12
34	-3.00	57.92	9.05	-0.27
35	-3.10	58.90	10.09	0.69
36	-3.20	59.88	11.18	1.75
37	-3.30	60.86	12.32	2.93
38	-3.40	61.84	13.52	4.22
39	-3.50	62.82	14.78	5.63
40	-3.60	63.80	16.09	7.17

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
41	-3.70	64.78	17.46	8.85
42	-3.80	65.76	18.89	10.67
43	-3.90	66.74	20.37	12.63
44	-4.00	67.72	21.90	14.74
45	-4.10	68.70	23.50	17.01
46	-4.20	69.68	25.14	19.45
47	-4.30	70.67	26.85	22.04

Combinazione n° 22 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.10	0.98	0.00	0.00
3	-0.20	1.96	0.00	0.00
4	-0.30	2.94	0.00	0.00
5	-0.40	3.92	0.00	0.00
6	-0.50	4.90	0.00	0.00
7	-0.60	5.88	0.00	0.00
8	-0.70	6.86	0.00	0.00
9	-0.70	6.86	0.00	0.00
10	-0.79	7.78	0.00	0.00
11	-0.89	8.70	0.00	0.00
12	-0.98	9.62	0.00	0.00
13	-1.07	10.54	0.00	0.00
14	-1.17	11.46	0.00	0.00
15	-1.26	12.38	0.01	0.00
16	-1.36	13.30	0.07	0.00
17	-1.45	14.22	0.17	0.01
18	-1.54	15.14	0.33	0.04
19	-1.64	16.06	0.53	0.08
20	-1.73	16.98	0.79	0.14
21	-1.83	17.90	1.09	0.23
22	-1.92	18.82	1.44	0.35
23	-2.01	19.74	1.84	0.50
24	-2.11	20.66	2.29	0.69
25	-2.20	21.57	2.79	0.93
26	-2.20	50.07	2.79	-4.77
27	-2.30	51.05	3.38	-4.46
28	-2.40	52.03	4.02	-4.09
29	-2.50	53.01	4.72	-3.65
30	-2.60	53.99	5.48	-3.14
31	-2.70	54.97	6.29	-2.56
32	-2.80	55.96	7.15	-1.88
33	-2.90	56.94	8.07	-1.12
34	-3.00	57.92	9.05	-0.27
35	-3.10	58.90	10.09	0.69
36	-3.20	59.88	11.18	1.75
37	-3.30	60.86	12.32	2.93
38	-3.40	61.84	13.52	4.22
39	-3.50	62.82	14.78	5.63
40	-3.60	63.80	16.09	7.17
41	-3.70	64.78	17.46	8.85
42	-3.80	65.76	18.89	10.67
43	-3.90	66.74	20.37	12.63
44	-4.00	67.72	21.90	14.74
45	-4.10	68.70	23.50	17.01
46	-4.20	69.68	25.14	19.45
47	-4.30	70.67	26.85	22.04

Fondazione

Combinazione n° 1 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.10	0.00	0.00	0.00
2	-1.00	0.00	8.79	0.44
3	-0.90	0.00	17.54	1.76
4	-0.80	0.00	26.27	3.95
5	-0.70	0.00	34.95	7.01
6	-0.60	0.00	43.61	10.94
7	-0.50	0.00	52.23	15.73
8	-0.40	0.00	60.81	21.38
9	0.00	0.00	-29.48	-73.23
10	0.10	0.00	-35.17	-66.77
11	0.20	0.00	-40.83	-60.02
12	0.30	0.00	-46.45	-52.96
13	0.40	0.00	-52.03	-45.62
14	0.50	0.00	-49.24	-40.55
15	0.60	0.00	-46.42	-35.77
16	0.70	0.00	-43.56	-31.27
17	0.80	0.00	-40.67	-27.06
18	0.90	0.00	-37.75	-23.14
19	1.00	0.00	-34.79	-19.51
20	1.10	0.00	-31.80	-16.18
21	1.20	0.00	-28.77	-13.15
22	1.30	0.00	-25.71	-10.43
23	1.40	0.00	-22.61	-8.01
24	1.50	0.00	-19.48	-5.91
25	1.60	0.00	-16.32	-4.12
26	1.70	0.00	-13.13	-2.64
27	1.80	0.00	-9.89	-1.49
28	1.90	0.00	-6.63	-0.67
29	2.00	0.00	-3.33	-0.17
30	2.10	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 2 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.10	0.00	0.00	0.00
2	-1.00	0.00	6.17	0.31
3	-0.90	0.00	12.34	1.23
4	-0.80	0.00	18.50	2.78
5	-0.70	0.00	24.67	4.93
6	-0.60	0.00	30.84	7.71
7	-0.50	0.00	37.00	11.10
8	-0.40	0.00	43.17	15.11
9	0.00	0.00	-13.19	-42.27
10	0.10	0.00	-19.32	-40.65
11	0.20	0.00	-25.46	-38.41
12	0.30	0.00	-31.59	-35.56
13	0.40	0.00	-37.72	-32.09
14	0.50	0.00	-35.51	-28.43
15	0.60	0.00	-33.29	-24.99
16	0.70	0.00	-31.08	-21.77
17	0.80	0.00	-28.86	-18.78
18	0.90	0.00	-26.65	-16.00
19	1.00	0.00	-24.43	-13.45
20	1.10	0.00	-22.21	-11.11
21	1.20	0.00	-20.00	-9.00
22	1.30	0.00	-17.78	-7.11
23	1.40	0.00	-15.56	-5.45
24	1.50	0.00	-13.34	-4.00
25	1.60	0.00	-11.12	-2.78
26	1.70	0.00	-8.90	-1.78
27	1.80	0.00	-6.67	-1.00
28	1.90	0.00	-4.45	-0.44
29	2.00	0.00	-2.22	-0.11
30	2.10	0.00	0.00	0.00

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

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.10	0.00	0.00	0.00
2	-1.00	0.00	12.14	0.61
3	-0.90	0.00	23.94	2.42
4	-0.80	0.00	35.41	5.39
5	-0.70	0.00	46.55	9.49
6	-0.60	0.00	57.35	14.69
7	-0.50	0.00	67.82	20.95
8	-0.40	0.00	77.95	28.24
9	0.00	0.00	2.23	-44.43
10	0.10	0.00	-6.22	-44.23
11	0.20	0.00	-14.33	-43.20
12	0.30	0.00	-22.11	-41.37
13	0.40	0.00	-29.56	-38.79
14	0.50	0.00	-30.49	-35.78
15	0.60	0.00	-31.09	-32.70
16	0.70	0.00	-31.35	-29.58
17	0.80	0.00	-31.28	-26.44
18	0.90	0.00	-30.88	-23.33
19	1.00	0.00	-30.14	-20.28
20	1.10	0.00	-29.07	-17.31
21	1.20	0.00	-27.66	-14.48
22	1.30	0.00	-25.92	-11.79
23	1.40	0.00	-23.85	-9.30
24	1.50	0.00	-21.45	-7.03
25	1.60	0.00	-18.71	-5.02
26	1.70	0.00	-15.63	-3.30
27	1.80	0.00	-12.22	-1.91
28	1.90	0.00	-8.48	-0.87
29	2.00	0.00	-4.41	-0.22
30	2.10	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 4 - STR (A1-M1-R3) H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.10	0.00	0.00	0.00
2	-1.00	0.00	10.97	0.55
3	-0.90	0.00	21.59	2.18
4	-0.80	0.00	31.85	4.86
5	-0.70	0.00	41.76	8.54
6	-0.60	0.00	51.32	13.20
7	-0.50	0.00	60.52	18.79
8	-0.40	0.00	69.37	25.29
9	0.00	0.00	-30.82	-80.62
10	0.10	0.00	-37.89	-77.18
11	0.20	0.00	-44.60	-73.06
12	0.30	0.00	-50.96	-68.28
13	0.40	0.00	-56.97	-62.88
14	0.50	0.00	-56.44	-57.20
15	0.60	0.00	-55.56	-51.60
16	0.70	0.00	-54.33	-46.10
17	0.80	0.00	-52.74	-40.75
18	0.90	0.00	-50.80	-35.57
19	1.00	0.00	-48.51	-30.60
20	1.10	0.00	-45.87	-25.88
21	1.20	0.00	-42.87	-21.44
22	1.30	0.00	-39.52	-17.31
23	1.40	0.00	-35.81	-13.54
24	1.50	0.00	-31.76	-10.16
25	1.60	0.00	-27.35	-7.20
26	1.70	0.00	-22.58	-4.70
27	1.80	0.00	-17.47	-2.70
28	1.90	0.00	-12.00	-1.22
29	2.00	0.00	-6.18	-0.31
30	2.10	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 5 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.10	0.00	0.00	0.00
2	-1.00	0.00	9.90	0.49
3	-0.90	0.00	19.82	1.98
4	-0.80	0.00	29.76	4.46
5	-0.70	0.00	39.72	7.93
6	-0.60	0.00	49.70	12.40
7	-0.50	0.00	59.69	17.87
8	-0.40	0.00	69.70	24.34
9	0.00	0.00	17.04	-20.33
10	0.10	0.00	9.66	-18.44
11	0.20	0.00	2.26	-16.08
12	0.30	0.00	-5.15	-13.25
13	0.40	0.00	-12.59	-9.94
14	0.50	0.00	-11.70	-8.73
15	0.60	0.00	-10.83	-7.60
16	0.70	0.00	-9.98	-6.56
17	0.80	0.00	-9.14	-5.60
18	0.90	0.00	-8.33	-4.73
19	1.00	0.00	-7.53	-3.94
20	1.10	0.00	-6.75	-3.22
21	1.20	0.00	-6.00	-2.59
22	1.30	0.00	-5.25	-2.02
23	1.40	0.00	-4.53	-1.53
24	1.50	0.00	-3.83	-1.12
25	1.60	0.00	-3.14	-0.77
26	1.70	0.00	-2.48	-0.49
27	1.80	0.00	-1.83	-0.27
28	1.90	0.00	-1.20	-0.12
29	2.00	0.00	-0.59	-0.03
30	2.10	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 6 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.10	0.00	0.00	0.00
2	-1.00	0.00	8.51	0.42
3	-0.90	0.00	17.08	1.70
4	-0.80	0.00	25.72	3.84
5	-0.70	0.00	34.42	6.85
6	-0.60	0.00	43.18	10.73
7	-0.50	0.00	52.01	15.49
8	-0.40	0.00	60.91	21.13
9	0.00	0.00	7.93	-26.37
10	0.10	0.00	1.44	-23.62
11	0.20	0.00	-5.11	-20.48
12	0.30	0.00	-11.73	-16.95
13	0.40	0.00	-18.41	-13.02
14	0.50	0.00	-16.81	-11.26
15	0.60	0.00	-15.28	-9.65
16	0.70	0.00	-13.81	-8.20
17	0.80	0.00	-12.41	-6.89
18	0.90	0.00	-11.07	-5.71
19	1.00	0.00	-9.79	-4.67
20	1.10	0.00	-8.58	-3.75
21	1.20	0.00	-7.43	-2.95
22	1.30	0.00	-6.35	-2.27
23	1.40	0.00	-5.33	-1.68
24	1.50	0.00	-4.38	-1.20
25	1.60	0.00	-3.49	-0.80
26	1.70	0.00	-2.66	-0.50
27	1.80	0.00	-1.90	-0.27
28	1.90	0.00	-1.20	-0.12
29	2.00	0.00	-0.57	-0.03
30	2.10	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 7 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.10	0.00	0.00	0.00
2	-1.00	0.00	10.18	0.51
3	-0.90	0.00	20.29	2.03
4	-0.80	0.00	30.31	4.56
5	-0.70	0.00	40.26	8.09
6	-0.60	0.00	50.12	12.61
7	-0.50	0.00	59.90	18.11
8	-0.40	0.00	69.61	24.59
9	0.00	0.00	-20.37	-67.19
10	0.10	0.00	-26.95	-61.60
11	0.20	0.00	-33.45	-55.62
12	0.30	0.00	-39.87	-49.27
13	0.40	0.00	-46.21	-42.54
14	0.50	0.00	-44.13	-38.02
15	0.60	0.00	-41.97	-33.72
16	0.70	0.00	-39.73	-29.63
17	0.80	0.00	-37.41	-25.77
18	0.90	0.00	-35.01	-22.15
19	1.00	0.00	-32.53	-18.77
20	1.10	0.00	-29.97	-15.65
21	1.20	0.00	-27.33	-12.78
22	1.30	0.00	-24.61	-10.18
23	1.40	0.00	-21.82	-7.86
24	1.50	0.00	-18.94	-5.82
25	1.60	0.00	-15.98	-4.08
26	1.70	0.00	-12.94	-2.63
27	1.80	0.00	-9.83	-1.49
28	1.90	0.00	-6.63	-0.67
29	2.00	0.00	-3.36	-0.17
30	2.10	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 8 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.10	0.00	0.00	0.00
2	-1.00	0.00	7.28	0.36
3	-0.90	0.00	14.62	1.46
4	-0.80	0.00	22.00	3.29
5	-0.70	0.00	29.44	5.86
6	-0.60	0.00	36.93	9.18
7	-0.50	0.00	44.47	13.25
8	-0.40	0.00	52.06	18.07
9	0.00	0.00	33.33	10.63
10	0.10	0.00	25.51	7.68
11	0.20	0.00	17.63	5.53
12	0.30	0.00	9.71	4.16
13	0.40	0.00	1.73	3.59
14	0.50	0.00	2.04	3.40
15	0.60	0.00	2.30	3.18
16	0.70	0.00	2.51	2.94
17	0.80	0.00	2.67	2.68
18	0.90	0.00	2.77	2.41
19	1.00	0.00	2.82	2.13
20	1.10	0.00	2.83	1.84
21	1.20	0.00	2.78	1.56
22	1.30	0.00	2.67	1.29
23	1.40	0.00	2.52	1.03
24	1.50	0.00	2.32	0.79
25	1.60	0.00	2.06	0.57
26	1.70	0.00	1.75	0.38
27	1.80	0.00	1.39	0.22
28	1.90	0.00	0.98	0.10
29	2.00	0.00	0.52	0.03
30	2.10	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 9 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.10	0.00	0.00	0.00
2	-1.00	0.00	5.89	0.29
3	-0.90	0.00	11.87	1.18
4	-0.80	0.00	17.96	2.67
5	-0.70	0.00	24.14	4.78
6	-0.60	0.00	30.41	7.50
7	-0.50	0.00	36.79	10.86
8	-0.40	0.00	43.26	14.86
9	0.00	0.00	24.22	4.58
10	0.10	0.00	17.29	2.51
11	0.20	0.00	10.26	1.13
12	0.30	0.00	3.13	0.46
13	0.40	0.00	-4.10	0.51
14	0.50	0.00	-3.08	0.87
15	0.60	0.00	-2.15	1.13
16	0.70	0.00	-1.33	1.30
17	0.80	0.00	-0.60	1.39
18	0.90	0.00	0.03	1.42
19	1.00	0.00	0.57	1.39
20	1.10	0.00	1.00	1.31
21	1.20	0.00	1.34	1.19
22	1.30	0.00	1.58	1.05
23	1.40	0.00	1.72	0.88
24	1.50	0.00	1.77	0.71
25	1.60	0.00	1.72	0.53
26	1.70	0.00	1.57	0.37
27	1.80	0.00	1.32	0.22
28	1.90	0.00	0.98	0.10
29	2.00	0.00	0.54	0.03
30	2.10	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 10 - STR (A1-M1-R3)

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.10	0.00	0.00	0.00
2	-1.00	0.00	7.56	0.38
3	-0.90	0.00	15.08	1.51
4	-0.80	0.00	22.55	3.39
5	-0.70	0.00	29.97	6.02
6	-0.60	0.00	37.35	9.39
7	-0.50	0.00	44.68	13.49
8	-0.40	0.00	51.96	18.32
9	0.00	0.00	-4.08	-36.23
10	0.10	0.00	-11.10	-35.47
11	0.20	0.00	-18.08	-34.02
12	0.30	0.00	-25.01	-31.86
13	0.40	0.00	-31.90	-29.01
14	0.50	0.00	-30.39	-25.90
15	0.60	0.00	-28.84	-22.94
16	0.70	0.00	-27.24	-20.13
17	0.80	0.00	-25.60	-17.49
18	0.90	0.00	-23.91	-15.01
19	1.00	0.00	-22.17	-12.71
20	1.10	0.00	-20.39	-10.58
21	1.20	0.00	-18.56	-8.63
22	1.30	0.00	-16.68	-6.87
23	1.40	0.00	-14.76	-5.30
24	1.50	0.00	-12.79	-3.92
25	1.60	0.00	-10.78	-2.74
26	1.70	0.00	-8.71	-1.77
27	1.80	0.00	-6.60	-1.00
28	1.90	0.00	-4.45	-0.45
29	2.00	0.00	-2.25	-0.11
30	2.10	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 19 - ECC

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
----	----------	-----------	-----------	------------

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.10	0.00	0.00	0.00
2	-1.00	0.00	7.64	0.38
3	-0.90	0.00	15.18	1.52
4	-0.80	0.00	22.61	3.41
5	-0.70	0.00	29.93	6.04
6	-0.60	0.00	37.14	9.40
7	-0.50	0.00	44.25	13.47
8	-0.40	0.00	51.25	18.24
9	0.00	0.00	7.94	-20.91
10	0.10	0.00	1.49	-21.38
11	0.20	0.00	-4.85	-21.21
12	0.30	0.00	-11.08	-20.41
13	0.40	0.00	-17.21	-19.00
14	0.50	0.00	-17.05	-17.28
15	0.60	0.00	-16.79	-15.59
16	0.70	0.00	-16.41	-13.93
17	0.80	0.00	-15.94	-12.31
18	0.90	0.00	-15.35	-10.75
19	1.00	0.00	-14.66	-9.25
20	1.10	0.00	-13.86	-7.82
21	1.20	0.00	-12.95	-6.48
22	1.30	0.00	-11.94	-5.23
23	1.40	0.00	-10.82	-4.09
24	1.50	0.00	-9.60	-3.07
25	1.60	0.00	-8.26	-2.18
26	1.70	0.00	-6.82	-1.42
27	1.80	0.00	-5.28	-0.82
28	1.90	0.00	-3.63	-0.37
29	2.00	0.00	-1.87	-0.09
30	2.10	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 20 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.10	0.00	0.00	0.00
2	-1.00	0.00	7.33	0.37
3	-0.90	0.00	14.68	1.47
4	-0.80	0.00	22.05	3.30
5	-0.70	0.00	29.42	5.88
6	-0.60	0.00	36.81	9.19
7	-0.50	0.00	44.22	13.24
8	-0.40	0.00	51.63	18.03
9	0.00	0.00	12.62	-15.06
10	0.10	0.00	7.16	-13.66
11	0.20	0.00	1.68	-11.91
12	0.30	0.00	-3.82	-9.81
13	0.40	0.00	-9.32	-7.36
14	0.50	0.00	-8.67	-6.46
15	0.60	0.00	-8.02	-5.63
16	0.70	0.00	-7.39	-4.86
17	0.80	0.00	-6.77	-4.15
18	0.90	0.00	-6.17	-3.50
19	1.00	0.00	-5.58	-2.92
20	1.10	0.00	-5.00	-2.39
21	1.20	0.00	-4.44	-1.91
22	1.30	0.00	-3.89	-1.50
23	1.40	0.00	-3.36	-1.14
24	1.50	0.00	-2.84	-0.83
25	1.60	0.00	-2.33	-0.57
26	1.70	0.00	-1.84	-0.36
27	1.80	0.00	-1.36	-0.20
28	1.90	0.00	-0.89	-0.09
29	2.00	0.00	-0.44	-0.02
30	2.10	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 21 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
----	----------	-----------	-----------	------------

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.10	0.00	0.00	0.00
2	-1.00	0.00	5.39	0.27
3	-0.90	0.00	10.83	1.08
4	-0.80	0.00	16.30	2.44
5	-0.70	0.00	21.81	4.34
6	-0.60	0.00	27.35	6.80
7	-0.50	0.00	32.94	9.81
8	-0.40	0.00	38.56	13.39
9	0.00	0.00	24.69	7.87
10	0.10	0.00	18.90	5.69
11	0.20	0.00	13.06	4.09
12	0.30	0.00	7.19	3.08
13	0.40	0.00	1.28	2.66
14	0.50	0.00	1.51	2.52
15	0.60	0.00	1.70	2.36
16	0.70	0.00	1.86	2.18
17	0.80	0.00	1.97	1.98
18	0.90	0.00	2.05	1.78
19	1.00	0.00	2.09	1.58
20	1.10	0.00	2.09	1.37
21	1.20	0.00	2.06	1.16
22	1.30	0.00	1.98	0.96
23	1.40	0.00	1.87	0.76
24	1.50	0.00	1.72	0.58
25	1.60	0.00	1.53	0.42
26	1.70	0.00	1.30	0.28
27	1.80	0.00	1.03	0.16
28	1.90	0.00	0.73	0.08
29	2.00	0.00	0.38	0.02
30	2.10	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 22 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	-1.10	0.00	0.00	0.00
2	-1.00	0.00	5.39	0.27
3	-0.90	0.00	10.83	1.08
4	-0.80	0.00	16.30	2.44
5	-0.70	0.00	21.81	4.34
6	-0.60	0.00	27.35	6.80
7	-0.50	0.00	32.94	9.81
8	-0.40	0.00	38.56	13.39
9	0.00	0.00	24.69	7.87
10	0.10	0.00	18.90	5.69
11	0.20	0.00	13.06	4.09
12	0.30	0.00	7.19	3.08
13	0.40	0.00	1.28	2.66
14	0.50	0.00	1.51	2.52
15	0.60	0.00	1.70	2.36
16	0.70	0.00	1.86	2.18
17	0.80	0.00	1.97	1.98
18	0.90	0.00	2.05	1.78
19	1.00	0.00	2.09	1.58
20	1.10	0.00	2.09	1.37
21	1.20	0.00	2.06	1.16
22	1.30	0.00	1.98	0.96
23	1.40	0.00	1.87	0.76
24	1.50	0.00	1.72	0.58
25	1.60	0.00	1.53	0.42
26	1.70	0.00	1.30	0.28
27	1.80	0.00	1.03	0.16
28	1.90	0.00	0.73	0.08
29	2.00	0.00	0.38	0.02
30	2.10	0.00	0.00	0.00

7 VERIFICA SEZIONI DI INCASTRO DEL PARAMENTO E DELLA FONDAZIONE IN C.A.

Si effettua la verifica delle sezioni di base del paramento e della fondazione del muro in c.a. tipo 1 e 2:

7.1– Muro tipo 1 STR

Paramento

Armatura : Φ 16/20

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.020	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1*\beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale

Classe Conglomerato: C32/40

N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	-20.0
2	-50.0	20.0
3	50.0	20.0
4	50.0	-20.0

DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ [mm]
1	-43.8	-13.8	16
2	-43.8	13.8	16
3	43.8	13.8	16
4	43.8	-13.8	16

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N° Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N° Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
 N° Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
 N° Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N° Gen.	N° Barra Ini.	N° Barra Fin.	N° Barre	Ø
1	1	4	3	16
2	2	3	3	16

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ. d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ. d'inerzia x

N° Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	29.00	40.00	0.00	0.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N° Comb.	N	Mx	My
1	29.00	27.00	0.00



PROGETTO DEFINITIVO
RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
LOTTO 9
PIAZZALE FA06A4

MURO DI SOSTEGNO SU VIA DEI CANIANA
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	FA06A4002	A	97 di 117

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	29.00	27.00 (96.31)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	29.00	17.00 (101.04)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.4 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.3 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	29.00	40.00	0.00	29.17	141.45	0.00	3.54	20.1(7.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

MURO DI SOSTEGNO SU VIA DEI CANIANA
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	FA06A4002	A	98 di 117

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.135	-50.0	20.0	-0.00124	-43.8	13.8	-0.02236	-43.8	-13.8

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000765002	-0.011800034	0.135	0.700

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.92	-50.0	20.0	-72.9	21.9	-13.8	978	10.1

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.92	-50.0	20.0	-72.9	21.9	-13.8	978	10.1

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1 Esito della verifica
e2 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2 = 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf Coprifero [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00046	0	0.500	16.0	54	0.00022 (0.00022)	448	0.098 (0.30)	96.31	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------

1	S	1.20	-50.0	20.0	-40.7	21.9	-13.8	978	10.1
---	---	------	-------	------	-------	------	-------	-----	------

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00026	0	0.500	16.0	54	0.00012 (0.00012)	448	0.055 (0.20)	101.04	0.00

La sezione risulta verificata

Verifica a taglio

Cl_s R_{ck}

Cl_s condizioni calcestruzzo

Acciaio 1 acciaio barre longitudinali

Acciaio 2 acciaio armature trasversali

γ_c coefficiente parziale relativo al calcestruzzo

γ_s coefficiente parziale relativo all'acciaio

Geometrie sezione

b_w mm larghezza dell'anima resistente (larghezza minima d'anima)

d mm altezza utile della sezione

A_c mm² area della sezione di calcestruzzo

Caratteristiche armature

n_{bl} numero di barre longitudinali

Ø_{bl} mm diametro delle barre longitudinali

n_{bw} numero di bracci delle staffe

Ø_{st} mm diametro delle staffe

s_{st} mm passo delle staffe

α ° inclinazione delle staffe (α=90° per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed} KN sforzo normale di calcolo (+ per compressione)

V_{Ed} KN taglio di calcolo

N_{Rd} 6490.6 KN sforzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ ° inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd} KN taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale

V_{Rd} KN taglio resistente per elemento con armatura trasversale

Si adottano 9 spille/m² Φ 10

La verifica risulta soddisfatta.

Fondazione

Armatura : Φ 16/20

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inertza
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resis. compr. di progetto fcd:	17.000	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.900	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	180.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa	
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm	

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	-20.0
2	-50.0	20.0
3	50.0	20.0
4	50.0	-20.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
---------	--------	--------	-----------

1	-43.8	-13.8	16
2	-43.8	13.8	16
3	43.8	13.8	16
4	43.8	-13.8	16

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	16
2	2	3	3	16

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	30.00	0.00	0.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	7.00	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	7.00 (85.66)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	7.00 (85.66)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.4 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.3 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	30.00	0.00	0.00	135.75	0.00	4.53	20.1(5.7)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.136	-50.0	20.0	-0.00120	43.8	13.8	-0.02214	-43.8	-13.8

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
--------	---	---	---	-----	--------

1	0.000000000	0.000758612	-0.011672250	0.136	0.700
---	-------------	-------------	--------------	-------	-------

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.50	-50.0	20.0	-22.7	-43.8	-13.8	1026	10.1

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.50	-50.0	20.0	-22.7	-43.8	-13.8	1026	10.1

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}

Ver. Esito della verifica
 e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
 k2 = 0.5 per flessione; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
 k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 Tra parentesi: valore minimo = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
 wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
 Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
 My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00014	0	0.500	16.0	54	0.00007 (0.00007)	461	0.031 (0.30)	85.66	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.50	-50.0	20.0	-22.7	-43.8	-13.8	1026	10.1

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00014	0	0.500	16.0	54	0.00007 (0.00007)	461	0.031 (0.20)	85.66	0.00

La sezione risulta verificata

Verifica a taglio

Caratteristiche materiali

Cls R_{ck}

37

Cls

Fessurato ($v=0$)

condizioni calcestruzzo

Acciaio 1

B450

acciaio barre longitudinali

Acciaio 2

B450

acciaio armature trasversali

γ_c

1.5

coefficiente parziale relativo al calcestruzzo

γ_s

1.15

coefficiente parziale relativo all'acciaio

Geometrie sezione

b_w

1000

mm larghezza dell'anima resistente (larghezza minima d'anima)

d

340

mm altezza utile della sezione

A_c

345000

mm² area della sezione di calcestruzzo

Caratteristiche armature

n_{bl}

5

numero di barre longitudinali

\varnothing_{bl}

16

mm diametro delle barre longitudinali

n_{bw}

3

numero di bracci delle staffe

\varnothing_{st}

10

mm diametro delle staffe

s_{st}

300

mm passo delle staffe

α

90

° inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}

0.00

KN sforzo normale di calcolo (+ per compressione)

V_{Ed}

38.00

KN taglio di calcolo

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}

154.9

KN taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale

V_{Rd}

94.0

KN taglio resistente per elemento con armatura trasversale

La sezione risulta verificata

7.1– Muro tipo 2 STR

Paramento

Armatura : Φ 16/10

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.020 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm	

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	-40.0

2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	-40.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-43.8	-33.8	16
2	-43.8	33.8	16
3	43.8	33.8	16
4	43.8	-33.8	16

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	8	16
2	2	3	8	16

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	84.00	66.00	0.00	0.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	78.00	48.00	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)

My con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	78.00	48.00 (488.47)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	70.00	34.00 (531.85)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.4 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.1 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	84.00	66.00	0.00	83.88	592.96	0.00	8.98	20.1(14.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.083	-50.0	40.0	-0.00006	43.8	33.8	-0.03888	-43.8	-33.8

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.				
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45				
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue				
N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000574311	-0.019472458	0.083	0.700

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata								
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]								
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)								
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]								
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)								
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre								
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure								
N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.71	-50.0	40.0	-18.0	-34.1	-33.8	1550	20.1

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.71	-50.0	40.0	-18.0	-34.1	-33.8	1550	20.1

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}												
e1	Esito della verifica												
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata												
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata												
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]												
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]												
k3	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2)/(2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]												
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali												
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali												
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]												
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa												
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]												
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]												
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]												
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi												
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]												
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]												
Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess		
1	S	-0.00010	0	0.500	16.0	54	0.00005 (0.00005)	393	0.021 (0.30)	488.47	0.00		

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.50	50.0	40.0	-10.1	-34.1	-33.8	1550	20.1

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]



PROGETTO DEFINITIVO
RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
LOTTO 9
PIAZZALE FA06A4

MURO DI SOSTEGNO SU VIA DEI CANIANA
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	FA06A4002	A	110 di 117

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00006	0	0.500	16.0	54	0.00003 (0.00003) 393	0.012 (0.20)	531.85	0.00

La sezione risulta verificata

Verifica a taglio

Caratteristiche materiali

Cls R_{ck}

Cls condizioni calcestruzzo

Acciaio 1 acciaio barre longitudinali

Acciaio 2 acciaio armature trasversali

γ_c coefficiente parziale relativo al calcestruzzo

γ_s coefficiente parziale relativo all'acciaio

Geometrie sezione

b_w mm larghezza dell'anima anima resistente (larghezza minima d'anima)

d mm altezza utile della sezione

A_c mm² area della sezione di calcestruzzo

Caratteristiche armature

n_{bl} numero di barre longitudinali

\varnothing_{bl} mm diametro delle barre longitudinali

n_{bw} numero di bracci delle staffe

\varnothing_{st} mm diametro delle staffe

s_{st} mm passo delle staffe

α ° inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed} KN sforzo normale di calcolo (+ per compressione)

V_{Ed} KN taglio di calcolo

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd} KN taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale

V_{Rd} KN taglio resistente per elemento con armatura trasversale

Si adottano 9 spille/m² Φ 10

La verifica risulta soddisfatta.

Fondazione

Armatura : Φ 16/10

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resis. compr. di progetto fcd:	17.000	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	32836.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.900	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	180.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C30/37

N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	-40.0
2	-50.0	40.0
3	50.0	40.0
4	50.0	-40.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-43.8	-33.8	16
2	-43.8	33.8	16
3	43.8	33.8	16
4	43.8	-33.8	16

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	8	16
2	2	3	8	16

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	81.00	0.00	0.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	18.00	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
---------	---	----	----

1 0.00 18.00 (359.29) 0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	25.00 (359.29)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.4 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.1 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	81.00	0.00	0.00	562.40	0.00	6.94	20.1(12.4)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.082	-50.0	40.0	-0.00011	43.8	33.8	-0.03942	-43.8	-33.8

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000581598	-0.019763914	0.082	0.700

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata								
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]								
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)								
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]								
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)								
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre								
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure								

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.26	50.0	40.0	-13.1	-34.1	-33.8	1550	20.1

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.26	50.0	40.0	-13.1	-34.1	-33.8	1550	20.1

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}												
e1	Esito della verifica												
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata												
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata												
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]												
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]												
k3	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]												
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali												
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali												
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]												
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa												
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]												
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]												
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]												
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi												
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]												
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]												

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00007	0	0.500	16.0	54	0.00004 (0.00004)	393	0.016 (0.30)	359.29	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.36	50.0	40.0	-18.3	-14.6	-33.8	1550	20.1

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00010	0	0.500	16.0	54	0.00005 (0.00005)	393	0.022 (0.20)	359.29	0.00



PROGETTO DEFINITIVO
RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO
LOTTO 9
PIAZZALE FA06A4

MURO DI SOSTEGNO SU VIA DEI CANIANA
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NB1R	09	D 26 CL	FA06A4002	A	116 di 117

La sezione risulta verificata

Verifica a taglio

Cls R_{ck}

Cls condizioni calcestruzzo

Acciaio 1 acciaio barre longitudinali

Acciaio 2 acciaio armature trasversali

γ_c coefficiente parziale relativo al calcestruzzo

γ_s coefficiente parziale relativo all'acciaio

Geometrie sezione

b_w mm larghezza dell'anima anima resistente (larghezza minima d'anima)

d mm altezza utile della sezione

A_c mm² area della sezione di calcestruzzo

Caratteristiche armature

n_{bl} numero di barre longitudinali

\varnothing_{bl} mm diametro delle barre longitudinali

n_{bw} numero di bracci delle staffe

\varnothing_{st} mm diametro delle staffe

s_{st} mm passo delle staffe

α ° inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed} KN sforzo normale di calcolo (+ per compressione)

V_{Ed} KN taglio di calcolo

N_{Rd} 12964.7 KN sforzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ ° inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd} KN taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale

V_{Rd} KN taglio resistente per elemento con armatura trasversale

La verifica risulta soddisfatta