

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO
PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

Committente:



Progettazione:

CONSORZIO RAETIA



PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE TECNICA

INDICE

1. GENERALITÀ	4
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	6
Calcestruzzo	6
Acciaio d’armatura B450C	6
4. TERRENI	7
Geometria profilo terreno Tipologia 1 (3m)	8
Geometria profilo terreno Tipologia 2 (4m)	8
Geometria profilo terreno Tipologia 3 (5m)	9
Geometria profilo terreno Tipologia 4 (6m)	9
5. GEOMETRIA DEI MURI	10
Tipologia 1	10
Tipologia 2	10
Tipologia 3	11
Tipologia 4	11
6. METODI DI CALCOLO	12
Calcolo della spinta sul muro	12
<i>Valori caratteristici e valori di calcolo</i>	12
<i>Metodo di Culmann</i>	12
<i>Spinta in presenza di sisma</i>	13
Verifica a ribaltamento	15
Verifica a scorrimento	15
Verifica al carico limite	16
Verifica alla stabilità globale	18
7. CONDIZIONI DI CARICO	20
8. IMPOSTAZIONI DI ANALISI	21
9. DESCRIZIONE COMBINAZIONI DI CARICO	22
10. ANALISI DELLA SPINTA	28
11. Sollecitazioni Tipologia 1	30
<i>Inviluppo Sollecitazioni</i>	30
Armature	36

12. Sollecitazioni Tipologia 2	37
<i>Inviluppo Sollecitazioni</i>	37
Armature	43
13. Sollecitazioni Tipologia 3	44
<i>Inviluppo Sollecitazioni</i>	44
Armature	50
1. Sollecitazioni Tipologia 4	51
<i>Inviluppo Sollecitazioni</i>	51
Armature	57

1. GENERALITÀ

La presente relazione di calcolo riporta il dimensionamento e le verifiche delle opere di sostegno, che fa parte del progetto definitivo dell’Autostrada Valdastico A31 Nord, I Lotto “Piovene Rocchette - Valle dell’Astico”.

Premessa

Nel presente documento si analizzano strutturalmente le opere muri di sostegno. I muri di sostegno in esame nel presente documento compongono l’opera di sostegno numero 17 essa è composta da 3 tipologie differenti di muro, e si colloca nella zona dello svincolo di Valle edll’Astico.

Le tipologie di muro si differenziano per altezza e spessore, la tipologia 1 si estende fino all’altezza del paramento di 3m, ed ha uno spessore di 40 cm.

La tipologia 2 arriva all’altezza di 4m per uno spessore di 50cm.

La tipologia 3 arriva all’altezza di 5m per uno spessore di 60cm.

La tipologia 4 arriva all’altezza di 6m per uno spessore di 70cm.

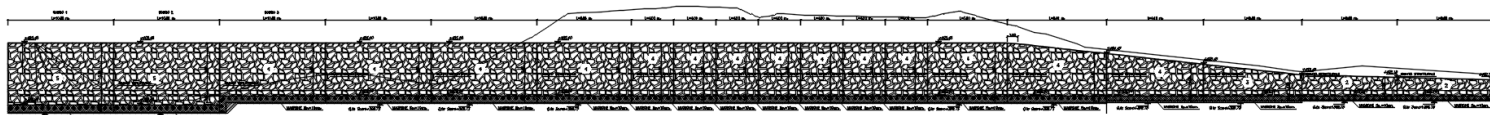


Figura 1 – Prospetto Muro.

2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Le opere sono conformi alla normativa vigente, e in particolare:

- Legge 05.11.1971 n.1086: “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- D.M. 14/01/2008: “Norme tecniche per le costruzioni”;
- Circolare 02/02/2009 n.617: “Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008 (Suppl. Ordinario n.27)”;
- EN 1991-1-4:2005 “Eurocodice 1 - Parte 1-4: Azioni del vento”;
- EN 1992-1-1:2005 “Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”;
- EN 1993-1-5:2007 “Eurocodice 3 – Parte 1-5: Elementi strutturali a lastra”;
- EN 1993-2:2007 “Eurocodice 3 – Parte 2: Ponti di acciaio”;
- UNI EN 1993-5:2007 “Eurocodice 3 – Parte 5: Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 5: Pali e palancole”;
- EN 1994-2:2006 “Eurocodice 4 – Parte 2: Regole generali e regole per i ponti”;
- UNI EN 1997-1:2005 “Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali”;
- UNI EN 1998-5:2005 “Eurocodice 8 – Parte 5: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica: fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”;
- “Raccomandazioni sui pali di fondazione”, AGI, 1984;
- EN 206 - 2013: “Concrete – Specification, performance, production and conformity”;
- UNI 11104-2016: “Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206”.

3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Nelle verifiche strutturali si fa riferimento ai seguenti materiali:

Calcestruzzo

- | | |
|---|--------------------------------|
| – Classe di resistenza | C28/35 |
| – Classe di esposizione | XC3 |
| – Resistenza caratteristica a compressione | $R_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$ |
| – Resistenza cilindrica caratteristica a compressione | $f_{ck} = 28 \text{ N/mm}^2$ |
| – Resistenza cilindrica di progetto a compressione | $f_{cd} = 15,9 \text{ N/mm}^2$ |
| – Copriferro minimo | $c = 45 \text{ mm}$ |

Acciaio d'armatura B450C

- | | |
|--|-------------------------------|
| – Tensione caratteristica di snervamento | $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$ |
| – Tensione caratteristica di rottura | $f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$ |
| – Tensione di progetto | $y_d = 391 \text{ N/mm}^2$ |
| – Modulo elastico | $E = 200.000 \text{ N/mm}^2$ |

In accordo con le NTC, i coefficienti di sicurezza parziali dei materiali sono posti pari a:

- | | |
|---------------------|--|
| – $\gamma_c = 1,50$ | per il calcestruzzo |
| – $\gamma_s = 1,15$ | per l'acciaio d'armatura in barre e in trefoli |
| – $\gamma_s = 1,05$ | per l'acciaio da carpenteria |

4. TERRENI

Di seguito si riportano le caratteristiche meccaniche dei terreni presenti in corrispondenza dell'opera:

Simbologia adottata

<i>Nr.</i>	Indice del terreno
<i>Descrizione</i>	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 [°]
<i>c</i>	Coesione espressa in [N/mm ²]
<i>c_a</i>	Adesione terra-muro espressa in [N/mm ²]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
C	20.00	22.00	32.00	21.33	0.0000	0.0000
Ghiaia Limosa	19.00	19.00	34.00	22.67	0.0000	0.0000

Falda assente

Geometria profilo terreno Tipologia 1 (3m)

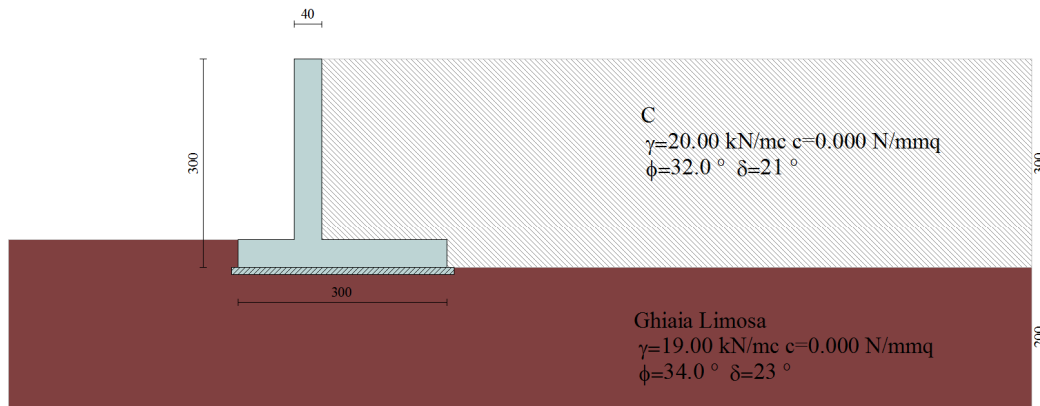


Figura 2 - Sezione stratigrafica.

Geometria profilo terreno Tipologia 2 (4m)

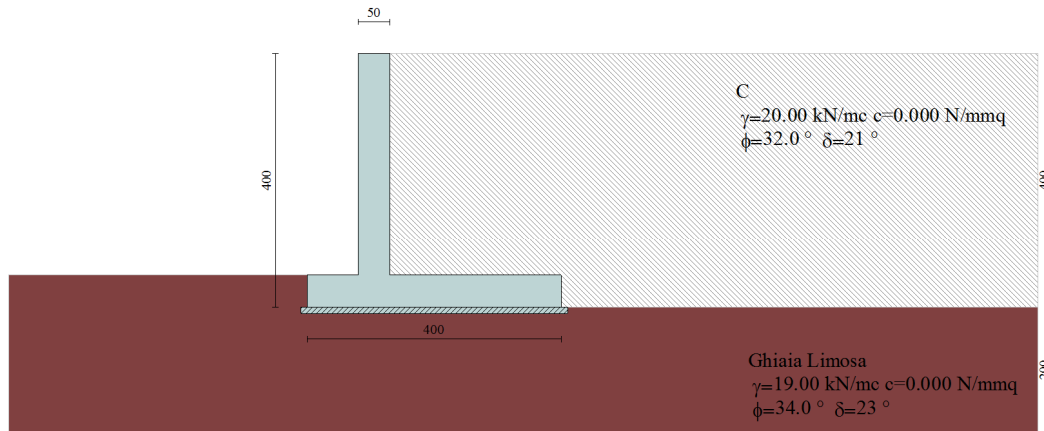


Figura 3 - Sezione stratigrafica.

Geometria profilo terreno Tipologia 3 (5m)

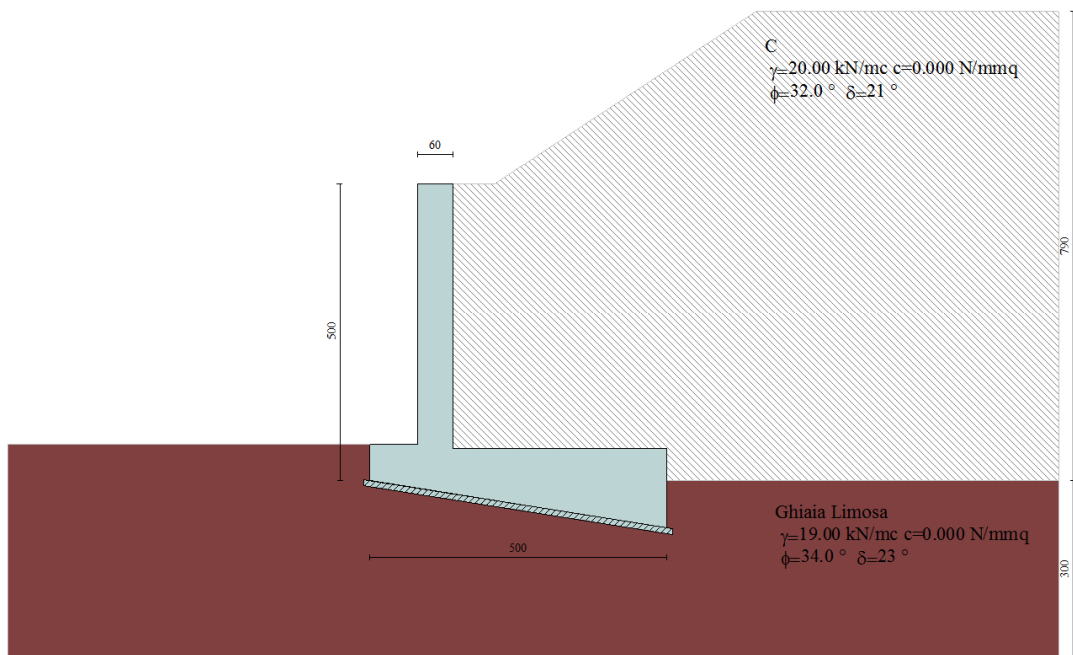


Figura 4 - Sezione stratigrafica.

Geometria profilo terreno Tipologia 4 (6m)

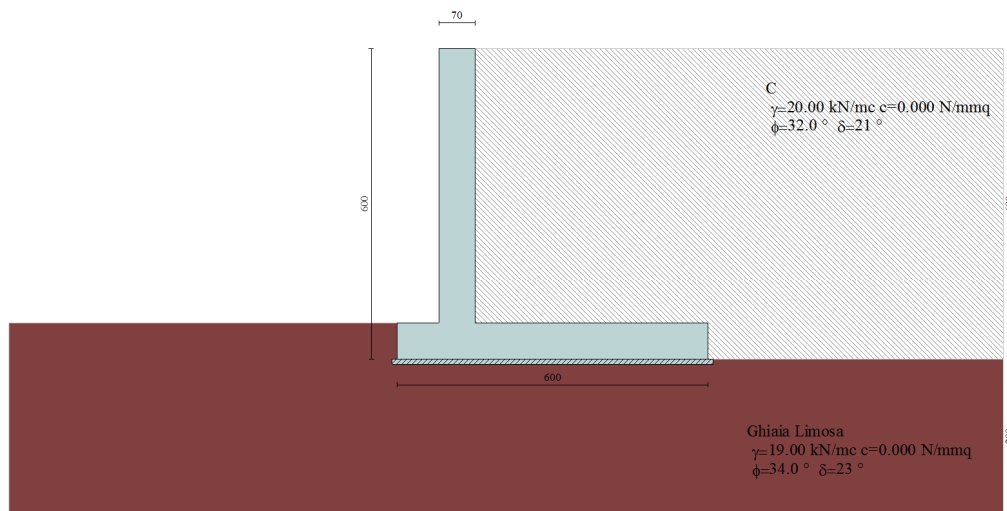


Figura 5 - Sezione stratigrafica.

5. GEOMETRIA DEI MURI

Tipologia 1

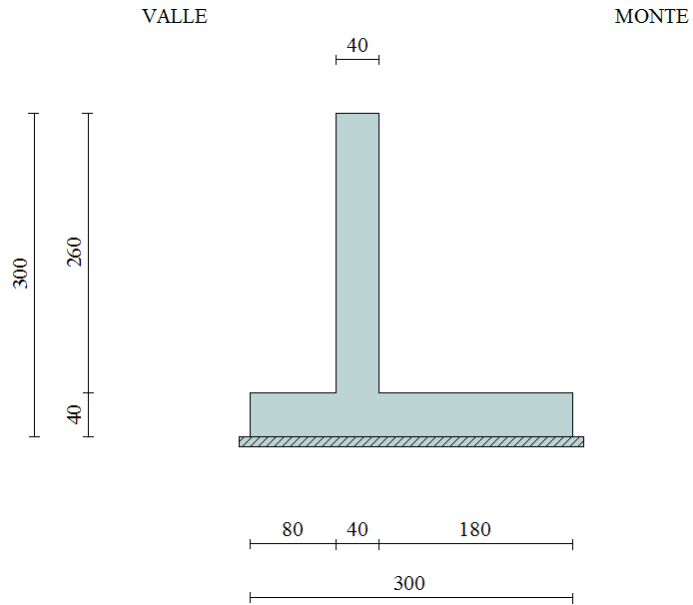


Figura 6 - Sezione trasversale.

Tipologia 2

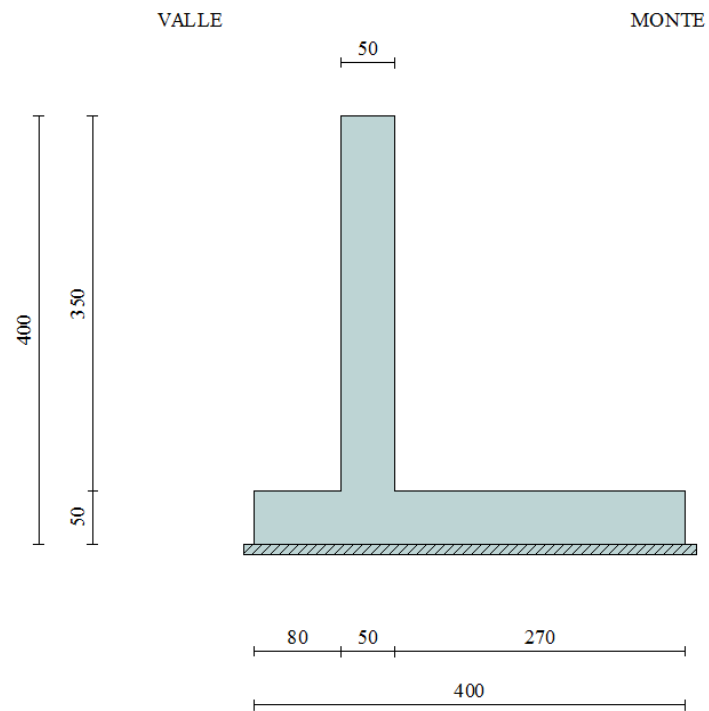


Figura 7 - Sezione trasversale.

Tipologia 3

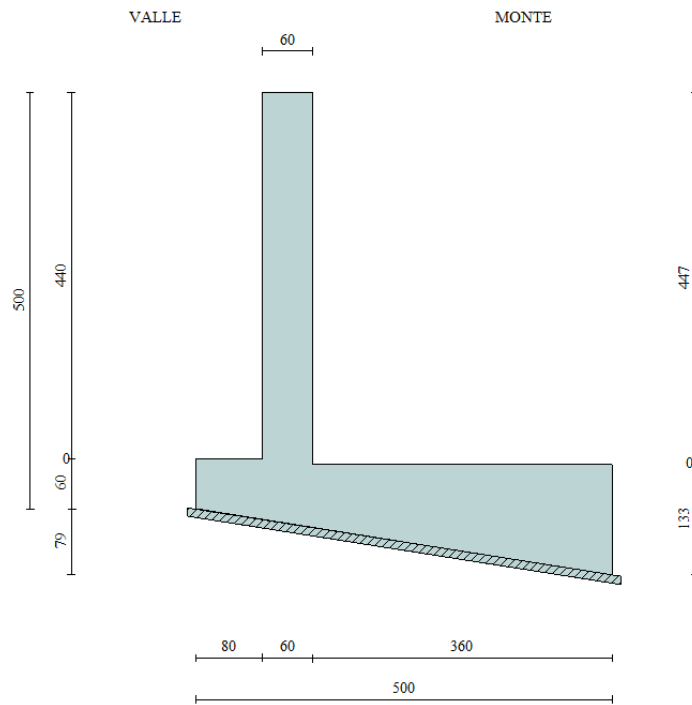


Figura 8 - Sezione trasversale.

Tipologia 4

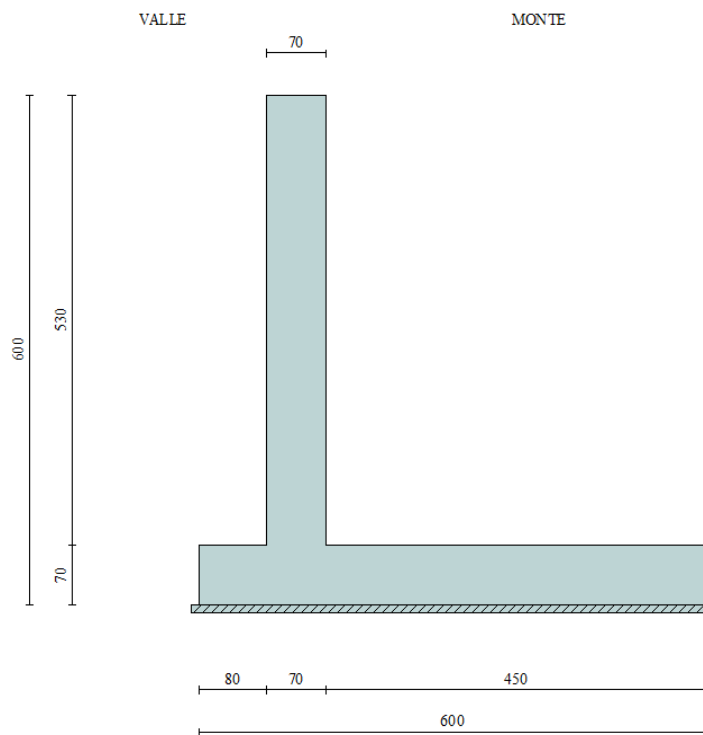


Figura 9 - Sezione trasversale.

6. METODI DI CALCOLO

Per l'analisi dei muri si è utilizzato il programma di calcolo MAX 10.10d dell'Aztec, che effettua una verifica a metro lineare degli elementi costituenti la struttura.

Calcolo della spinta sul muro

Valori caratteristici e valori di calcolo

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

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

Metodo di Culmann

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

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

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

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

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

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

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

Spinta in presenza di sisma

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

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

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

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

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

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

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

Terreno a bassa permeabilità

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

Terreno a permeabilità elevata

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

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

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

dove il coefficiente A vale

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

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

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

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

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

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

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

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

Verifica a ribaltamento

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

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

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza

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

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

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

Verifica a scorrimento

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

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

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

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

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

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

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

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

Verifica al carico limite

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

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

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

Terzaghi ha proposto la seguente espressione per il calcolo della capacità portante di una fondazione superficiale.

$$q_u = cN_c s_c + qN_q + 0.5B\gamma N_\gamma s_\gamma$$

La simbologia adottata è la seguente:

- c coesione del terreno in fondazione;
- ϕ angolo di attrito del terreno in fondazione;
- γ peso di volume del terreno in fondazione;
- B larghezza della fondazione;
- D profondità del piano di posa;
- q pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I fattori di capacità portante sono espressi dalle seguenti relazioni:

$$N_q = \frac{e^{2(0.75\pi - \phi/2)\text{tg}(\phi)}}{2\cos^2(45 + \phi/2)}$$

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

$$N_\gamma = \frac{\text{tg}\phi}{2} \left(\frac{K_{p\gamma}}{\cos^2\phi} - 1 \right)$$

I fattori di forma s_c e s_γ che compaiono nella espressione di q_u dipendono dalla forma della fondazione. In particolare valgono 1 per fondazioni nastriformi o rettangolari allungate e valgono rispettivamente 1.3 e 0.8 per fondazioni quadrate.

termine $K_{p\gamma}$ che compare nell'espressione di N_γ non ha un'espressione analitica. Pertanto si assume per N_γ l'espressione proposta da Meyerof

$$N_\gamma = (N_q - 1) \text{tg}(1.4 * \phi)$$

Verifica alla stabilità globale

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

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

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

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:

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

dove il termine m è espresso da

$$m = \left(1 + \frac{\sum_{i=1}^n \frac{W_i \operatorname{tg} \phi_i \operatorname{tg} \alpha_i}{b_i}}{\eta}\right) \cos \alpha_i$$

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.

7. CONDIZIONI DI CARICO

Simbologia e convenzioni di segno adottate

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 [kg]

F_y Componente verticale del carico concentrato espressa in [kg]

M Momento espresso in [kgm]

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 [kg/m]

Q_f Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kg/m]

D/C Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

Solo la spinta del terreno.

8. IMPOSTAZIONI DI ANALISI

Metodo verifica sezioni **Stato limite**

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali **Ordinarie**

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature **Poco sensibile**

Valori limite delle aperture delle fessure $w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure **E.C. 2**

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico **Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$**

Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Calcolo della portanza **metodo di Terzaghi**

Coefficiente correttivo su $N\gamma$ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su $N\gamma$ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

Impostazioni avanzate

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

9. DESCRIZIONE COMBINAZIONI DI CARICO

N.T.C. 2008 - Approccio 1

Simbologia adottata

- γ_{Gsfav} Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
- γ_{Gfav} Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
- γ_{Qsfav} Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
- γ_{Qfav} Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
- $\gamma_{\tan\phi'}$ Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
- $\gamma_{c'}$ Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
- γ_{cu} Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
- γ_{qu} Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
- γ_{γ} Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	0.90	0.90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.35	1.00	1.10	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.35	1.15	1.35	1.50
-----------	-------------	------------------	------	------	------	------

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	γ_c'	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00	1.00	1.00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00	1.00	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.00	1.00	1.50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	γ_c'	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1.00	1.00	1.00	1.00

FONDAZIONE SUPERFICIALE

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

<i>Verifica</i>	<i>Coefficienti parziali</i>		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1.00	1.00	1.40
Scorrimento	1.00	1.00	1.10
Resistenza del terreno a valle	1.00	1.00	1.40
Stabilità globale		1.10	

Simbologia adottata

F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 - Caso A2-M2 (GEO)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 3 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90

Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
----------------	------	------	------	------

Combinazione n° 4 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 9 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 10 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00

10. ANALISI DELLA SPINTA

Sistema di riferimento adottato per le coordinate:

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Terzaghi
Calcolo della stabilità globale	metodo di Bishop
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

Sisma

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g	2.54 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.15
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.31
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 9.24$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 4.62$

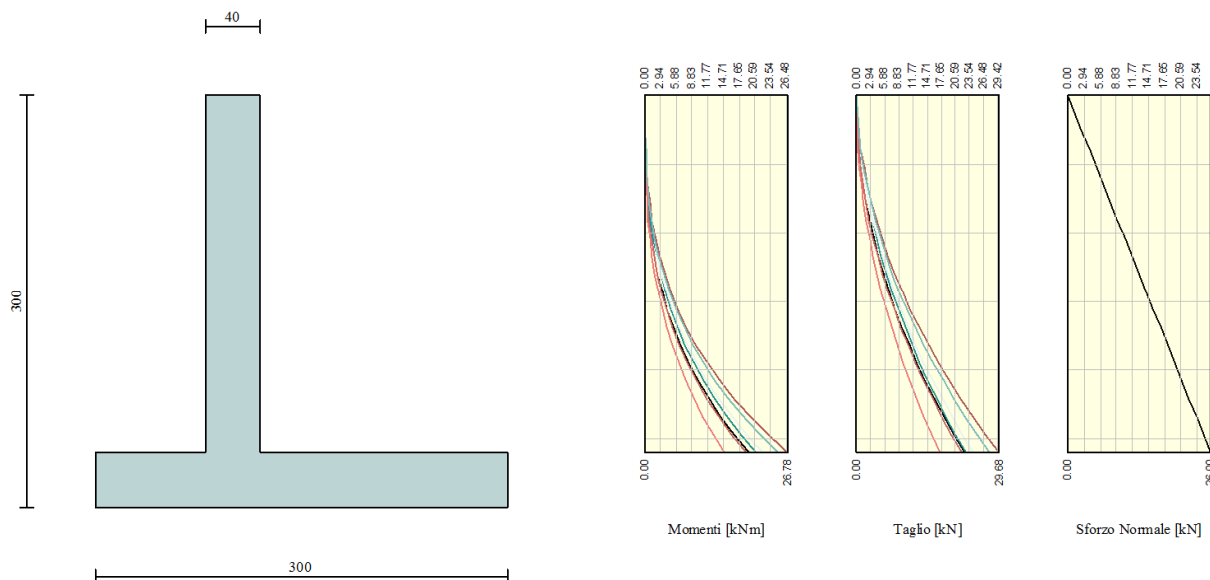
Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g	1.11 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20

Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 3.25$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 1.63$
Forma diagramma incremento sismico	Stessa forma diagramma statico
Partecipazione spinta passiva (percento)	50.0
Lunghezza del muro	10.00 [m]
Peso muro	56.0000 [kN]
Baricentro del muro	X=0.07 Y=-2.10
<u>Superficie di spinta</u>	
Punto inferiore superficie di spinta	X = 1.80 Y = -3.00
Punto superiore superficie di spinta	X = 1.80 Y = 0.00
Altezza della superficie di spinta	3.00 [m]
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0.00 [°]

11. Sollecitazioni Tipologia 1

Inviluppo Sollecitazioni



Inviluppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kNm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.13	1.3000	1.3000	0.0024	0.0108	0.0549	0.1884
3	0.26	2.6000	2.6000	0.0190	0.0549	0.2194	0.5133
4	0.39	3.9000	3.9000	0.0642	0.1502	0.4937	0.9748
5	0.52	5.2000	5.2000	0.1521	0.3143	0.8777	1.5727
6	0.65	6.5000	6.5000	0.2971	0.5650	1.3714	2.3071

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

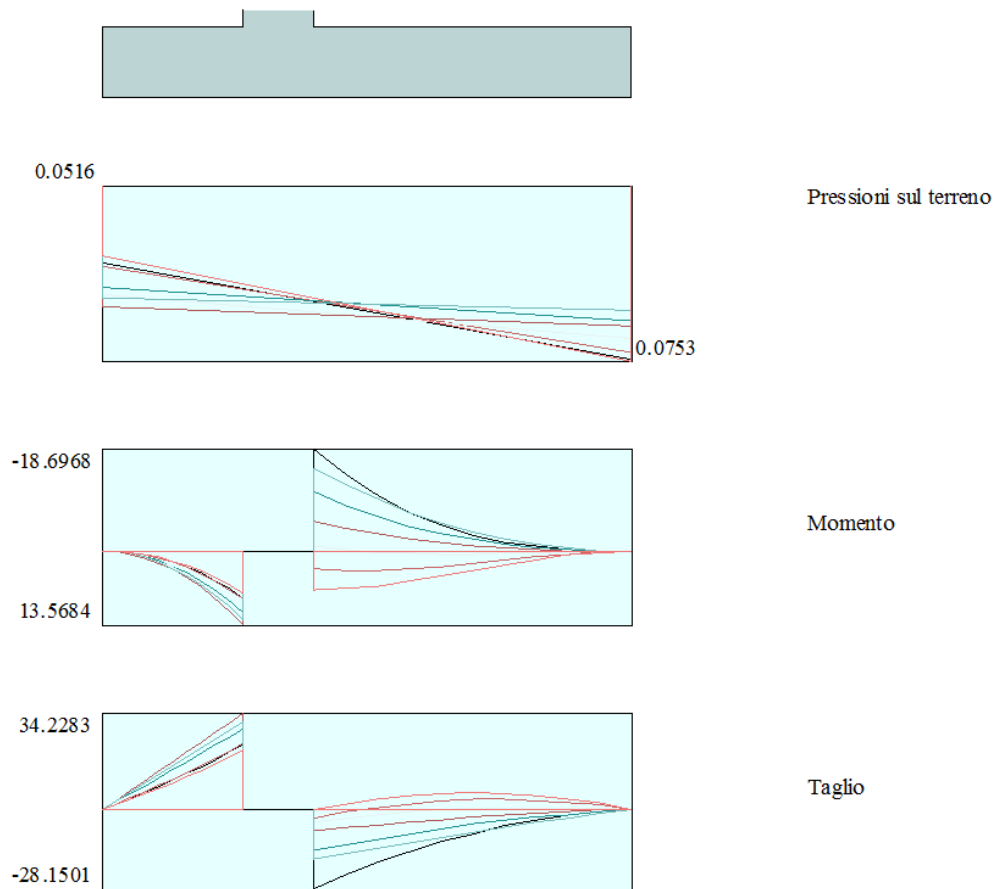
7	0.78	7.8000	7.8000	0.5134	0.9200	1.9748	3.1780
8	0.91	9.1000	9.1000	0.8153	1.3972	2.6879	4.1854
9	1.04	10.4000	10.4000	1.2170	2.0141	3.5107	5.3294
10	1.17	11.7000	11.7000	1.7329	2.7887	4.4433	6.6098
11	1.30	13.0000	13.0000	2.3770	3.7386	5.4855	8.0267
12	1.43	14.3000	14.3000	3.1639	4.8816	6.6375	9.5801
13	1.56	15.6000	15.6000	4.1075	6.2354	7.8991	11.2700
14	1.69	16.9000	16.9000	5.2224	7.8177	9.2705	13.0964
15	1.82	18.2000	18.2000	6.5226	9.6463	10.7516	15.0594
16	1.95	19.5000	19.5000	8.0225	11.7390	12.3424	17.1588
17	2.08	20.8000	20.8000	9.7364	14.1135	14.0429	19.3947
18	2.21	22.1000	22.1000	11.6784	16.7876	15.8531	21.7671
19	2.34	23.4000	23.4000	13.8630	19.7789	17.7730	24.2760
20	2.47	24.7000	24.7000	16.3042	23.1053	19.8027	26.9214
21	2.60	26.0000	26.0000	19.0158	26.7836	21.9244	29.6815

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.13	1.3000	1.3000	0.0019	0.0019	0.0433	0.0433
3	0.26	2.6000	2.6000	0.0150	0.0150	0.1732	0.1732
4	0.39	3.9000	3.9000	0.0507	0.0507	0.3896	0.3896
5	0.52	5.2000	5.2000	0.1201	0.1201	0.6927	0.6927
6	0.65	6.5000	6.5000	0.2345	0.2345	1.0823	1.0823
7	0.78	7.8000	7.8000	0.4052	0.4052	1.5586	1.5586
8	0.91	9.1000	9.1000	0.6435	0.6435	2.1214	2.1214
9	1.04	10.4000	10.4000	0.9605	0.9605	2.7708	2.7708
10	1.17	11.7000	11.7000	1.3677	1.3677	3.5068	3.5068
11	1.30	13.0000	13.0000	1.8761	1.8761	4.3294	4.3294
12	1.43	14.3000	14.3000	2.4971	2.4971	5.2386	5.2386
13	1.56	15.6000	15.6000	3.2419	3.2419	6.2343	6.2343

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

14	1.69	16.9000	16.9000	4.1217	4.1217	7.3167	7.3167
15	1.82	18.2000	18.2000	5.1479	5.1479	8.4856	8.4856
16	1.95	19.5000	19.5000	6.3318	6.3318	9.7412	9.7412
17	2.08	20.8000	20.8000	7.6844	7.6844	11.0833	11.0833
18	2.21	22.1000	22.1000	9.2172	9.2172	12.5120	12.5120
19	2.34	23.4000	23.4000	10.9413	10.9413	14.0273	14.0273
20	2.47	24.7000	24.7000	12.8680	12.8680	15.6291	15.6291
21	2.60	26.0000	26.0000	15.0081	15.0081	17.3038	17.3038



Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.08	0.0757	0.1335	1.9059	3.3399
3	0.16	0.3073	0.5349	3.8991	6.6982

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

4	0.24	0.7018	1.2057	5.9798	10.0749
5	0.32	1.2664	2.1474	8.1479	13.4701
6	0.40	2.0078	3.3614	10.4035	16.8837
7	0.48	2.9333	4.8492	12.7464	20.3158
8	0.56	4.0496	6.6124	15.1768	23.7663
9	0.64	5.3639	8.6523	17.6945	27.2352
10	0.72	6.8831	10.9705	20.2998	30.7225
11	0.80	8.6142	13.5684	22.9924	34.2283

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.08	0.0668	0.0668	1.6850	1.6850
3	0.16	0.2721	0.2721	3.4656	3.4656
4	0.24	0.6238	0.6238	5.3417	5.3417
5	0.32	1.1294	1.1294	7.3135	7.3135
6	0.40	1.7965	1.7965	9.3808	9.3808
7	0.48	2.6329	2.6329	11.5437	11.5437
8	0.56	3.6460	3.6460	13.8021	13.8021
9	0.64	4.8437	4.8437	16.1562	16.1562
10	0.72	6.2336	6.2336	18.6058	18.6058
11	0.80	7.8232	7.8232	21.1510	21.1510

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.18	-0.1367	0.1391	-1.5283	1.4797
3	0.36	-0.5536	0.5088	-3.1127	2.5615
4	0.54	-1.2606	1.0374	-4.7531	3.2455
5	0.72	-2.2681	1.6533	-6.4496	3.5316
6	0.90	-3.5859	2.2849	-8.5431	3.4199
7	1.08	-5.2242	2.8606	-11.5794	2.9103
8	1.26	-7.2097	3.3087	-15.0582	2.0029
9	1.44	-10.2665	3.5578	-18.9796	0.6976
10	1.62	-14.0690	3.5360	-23.3436	-1.0055
11	1.80	-18.6968	3.1719	-28.1501	-3.1064

Inviluppi combinazioni SLE

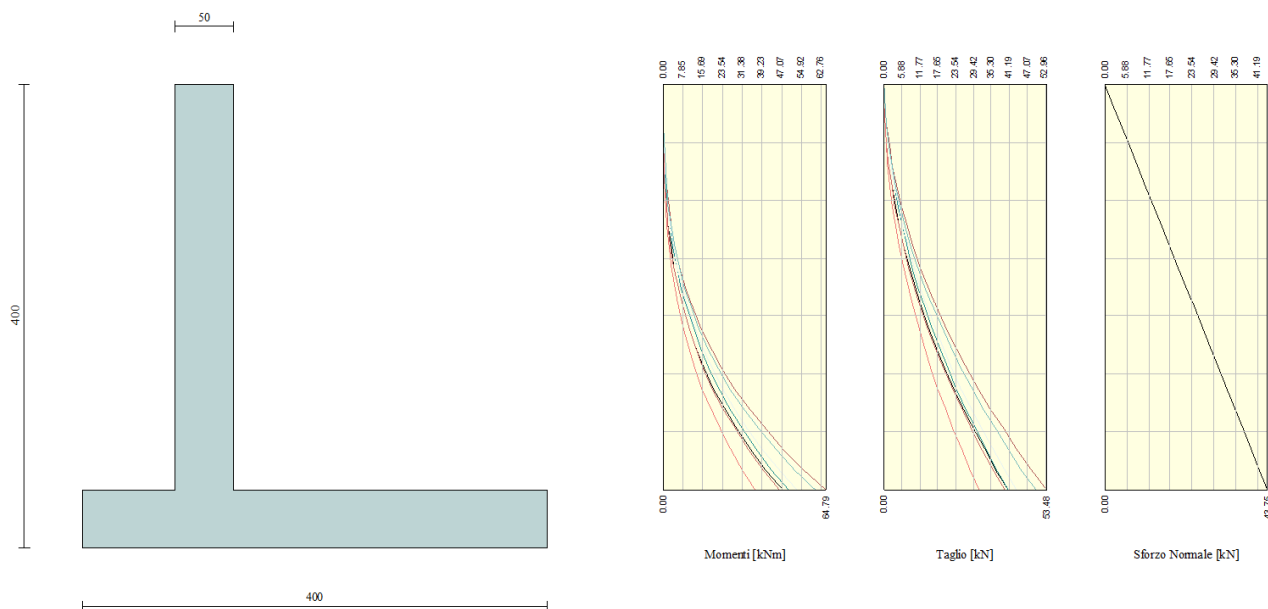
Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.18	0.2004	0.2004	2.1460	2.1460
3	0.36	0.7435	0.7435	3.8082	3.8082
4	0.54	1.5423	1.5423	4.9865	4.9865
5	0.72	2.5096	2.5096	5.6810	5.6810
6	0.90	3.5584	3.5584	5.8916	5.8916
7	1.08	4.6016	4.6016	5.6183	5.6183
8	1.26	5.5520	5.5520	4.8613	4.8613
9	1.44	6.3226	6.3226	3.6203	3.6203
10	1.62	6.8263	6.8263	1.8955	1.8955
11	1.80	6.9760	6.9760	-0.3131	-0.3131

Armature

Parapetto	<i>Anteriore</i>	<i>Posteriore</i>
	Φ20/20	Φ20/20
Soletta	<i>Superiore</i>	<i>Inferiore</i>
	Φ20/20	Φ20/20

12. Sollecitazioni Tipologia 2

Inviluppo Sollecitazioni



Inviluppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kNm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.17	2.1875	2.1875	0.0058	0.0249	0.0994	0.3259
3	0.35	4.3750	4.3750	0.0464	0.1285	0.3976	0.8991
4	0.52	6.5625	6.5625	0.1566	0.3540	0.8946	1.7197
5	0.70	8.7500	8.7500	0.3711	0.7448	1.5905	2.7877

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

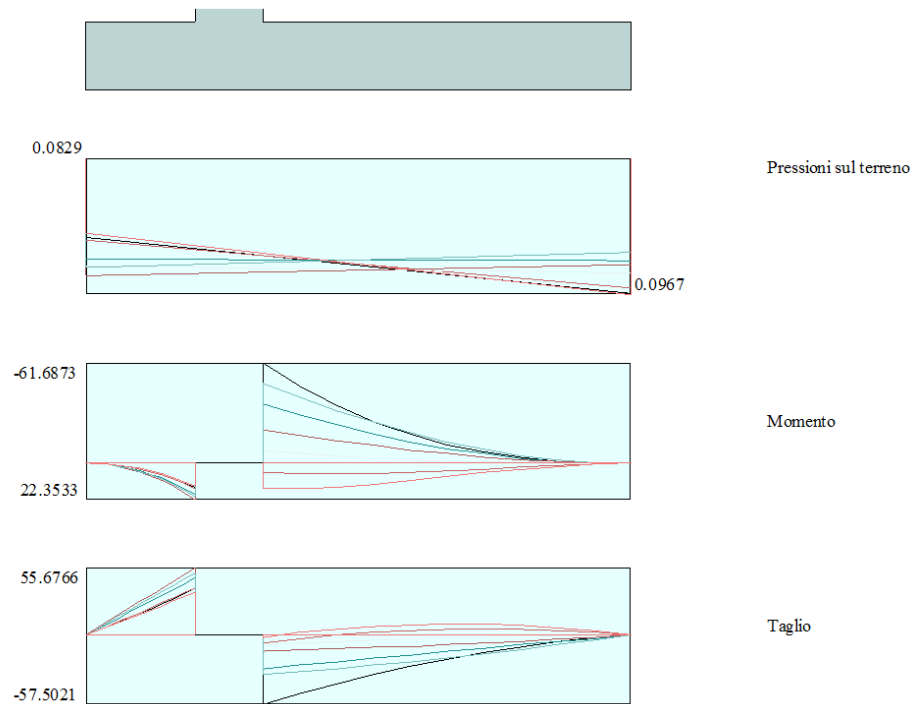
6	0.88	10.9375	10.9375	0.7248	1.3442	2.4851	4.1030
7	1.05	13.1250	13.1250	1.2525	2.1953	3.5786	5.6657
8	1.22	15.3125	15.3125	1.9889	3.3416	4.8708	7.4757
9	1.40	17.5000	17.5000	2.9689	4.8262	6.3619	9.5331
10	1.57	19.6875	19.6875	4.2272	6.6926	8.0518	11.8378
11	1.75	21.8750	21.8750	5.7986	8.9839	9.9404	14.3899
12	1.92	24.0625	24.0625	7.7179	11.7434	12.0279	17.1893
13	2.10	26.2500	26.2500	10.0200	15.0146	14.3142	20.2361
14	2.27	28.4375	28.4375	12.7395	18.8405	16.7993	23.5303
15	2.45	30.6250	30.6250	15.9113	23.2646	19.4833	27.0718
16	2.63	32.8125	32.8125	19.5702	28.3301	22.3660	30.8606
17	2.80	35.0000	35.0000	23.7510	34.0802	25.4475	34.8968
18	2.97	37.1875	37.1875	28.4885	40.5584	28.7279	39.1804
19	3.15	39.3750	39.3750	33.8174	47.8078	32.2070	43.7113
20	3.32	41.5625	41.5625	39.7725	55.8718	35.8850	48.4896
21	3.50	43.7500	43.7500	46.3872	64.7917	39.7300	53.4756

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.17	2.1875	2.1875	0.0046	0.0046	0.0785	0.0785
3	0.35	4.3750	4.3750	0.0366	0.0366	0.3138	0.3138
4	0.52	6.5625	6.5625	0.1236	0.1236	0.7061	0.7061
5	0.70	8.7500	8.7500	0.2929	0.2929	1.2553	1.2553
6	0.88	10.9375	10.9375	0.5721	0.5721	1.9614	1.9614
7	1.05	13.1250	13.1250	0.9885	0.9885	2.8244	2.8244
8	1.22	15.3125	15.3125	1.5697	1.5697	3.8443	3.8443
9	1.40	17.5000	17.5000	2.3432	2.3432	5.0211	5.0211
10	1.57	19.6875	19.6875	3.3363	3.3363	6.3548	6.3548
11	1.75	21.8750	21.8750	4.5765	4.5765	7.8454	7.8454
12	1.92	24.0625	24.0625	6.0913	6.0913	9.4930	9.4930

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

13	2.10	26.2500	26.2500	7.9082	7.9082	11.2974	11.2974
14	2.27	28.4375	28.4375	10.0546	10.0546	13.2588	13.2588
15	2.45	30.6250	30.6250	12.5579	12.5579	15.3771	15.3771
16	2.63	32.8125	32.8125	15.4457	15.4457	17.6522	17.6522
17	2.80	35.0000	35.0000	18.7454	18.7454	20.0843	20.0843
18	2.97	37.1875	37.1875	22.4844	22.4844	22.6733	22.6733
19	3.15	39.3750	39.3750	26.6902	26.6902	25.4192	25.4192
20	3.32	41.5625	41.5625	31.3903	31.3903	28.3220	28.3220
21	3.50	43.7500	43.7500	36.6109	36.6109	31.3567	31.3567



Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.08	0.1415	0.2250	3.5470	5.6234
3	0.16	0.5692	0.8994	7.1563	11.2345
4	0.24	1.2881	2.0222	10.8277	16.8331
5	0.32	2.3033	3.5924	14.5614	22.4194
6	0.40	3.6196	5.6090	18.3572	27.9932
7	0.48	5.2421	8.0710	22.2152	33.5547
8	0.56	7.1757	10.9774	26.1355	39.1038

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

9	0.64	9.4254	14.3272	30.1179	44.6404
10	0.72	11.9962	18.1195	34.1625	50.1647
11	0.80	14.8931	22.3533	38.2693	55.6766

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.08	0.1296	0.1296	3.2512	3.2512
3	0.16	0.5221	0.5221	6.5728	6.5728
4	0.24	1.1831	1.1831	9.9647	9.9647
5	0.32	2.1183	2.1183	13.4270	13.4270
6	0.40	3.3333	3.3333	16.9597	16.9597
7	0.48	4.8337	4.8337	20.5626	20.5626
8	0.56	6.6252	6.6252	24.2360	24.2360
9	0.64	8.7134	8.7134	27.9797	27.9797
10	0.72	11.1038	11.1038	31.7938	31.7938
11	0.80	13.8022	13.8022	35.6782	35.6782

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.27	-0.5687	0.2977	-4.1794	2.1038
3	0.54	-2.2390	1.0814	-8.1604	3.5998
4	0.81	-4.9574	2.1869	-11.9429	4.4879

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

5	1.08	-8.6703	3.4501	-15.5269	4.7681
6	1.35	-13.3241	4.7069	-19.8952	4.4404
7	1.62	-18.8652	5.7932	-25.9996	3.5049
8	1.89	-25.5403	6.5449	-32.8126	1.9615
9	2.16	-35.3991	6.7978	-40.3339	-0.1897
10	2.43	-47.3844	6.3877	-48.5638	-2.9488
11	2.70	-61.6873	5.1507	-57.5021	-6.3158

Inviluppo combinazioni SLE

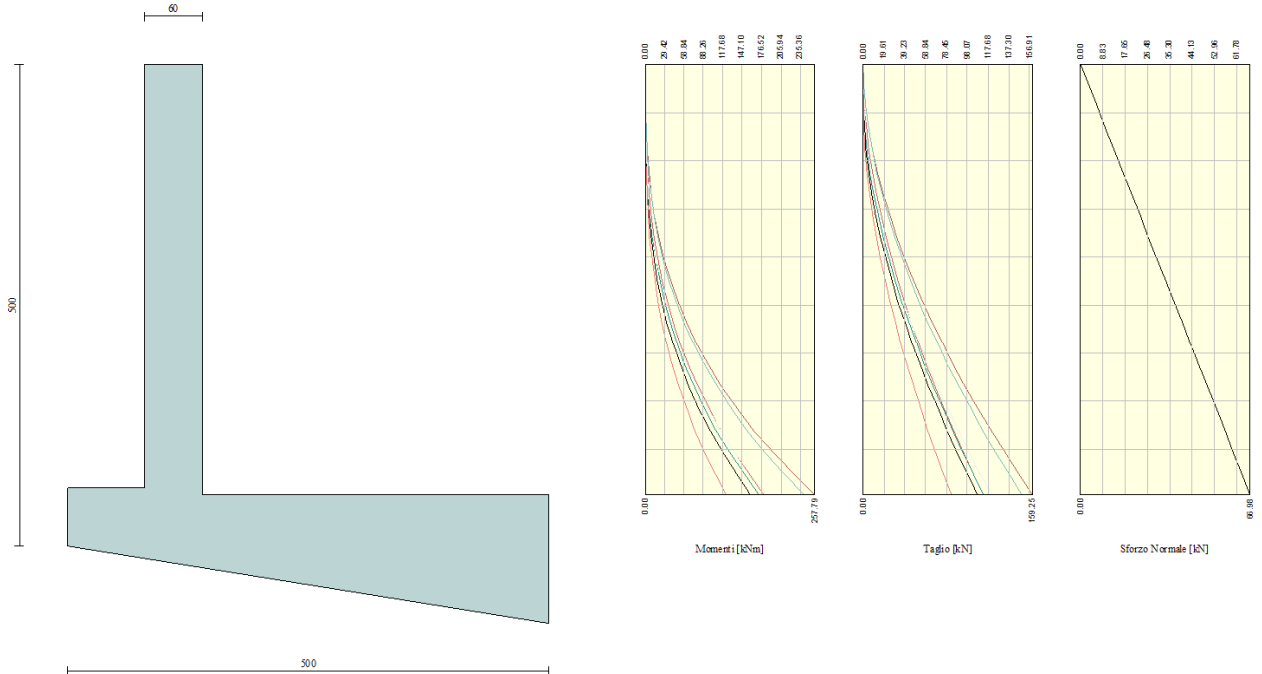
Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.27	0.4805	0.4805	3.4258	3.4258
3	0.54	1.7778	1.7778	6.0502	6.0502
4	0.81	3.6755	3.6755	7.8732	7.8732
5	1.08	5.9572	5.9572	8.8949	8.8949
6	1.35	8.4066	8.4066	9.1151	9.1151
7	1.62	10.8073	10.8073	8.5340	8.5340
8	1.89	12.9428	12.9428	7.1515	7.1515
9	2.16	14.5969	14.5969	4.9676	4.9676
10	2.43	15.5532	15.5532	1.9823	1.9823
11	2.70	15.5953	15.5953	-1.8043	-1.8043

Armature

Parapetto	<i>Anteriore</i>	<i>Posteriore</i>
	Φ20/20	Φ20/10
Soletta	<i>Superiore</i>	<i>Inferiore</i>
	Φ20/20	Φ20/20

13. Sollecitazioni Tipologia 3

Inviluppo Sollecitazioni



Inviluppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kNm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.22	3.3488	3.3488	0.0123	0.0512	0.1660	0.5549
3	0.45	6.6975	6.6975	0.0988	0.3521	0.6639	2.4103
4	0.67	10.0463	10.0463	0.3335	1.2246	1.4939	5.5182

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

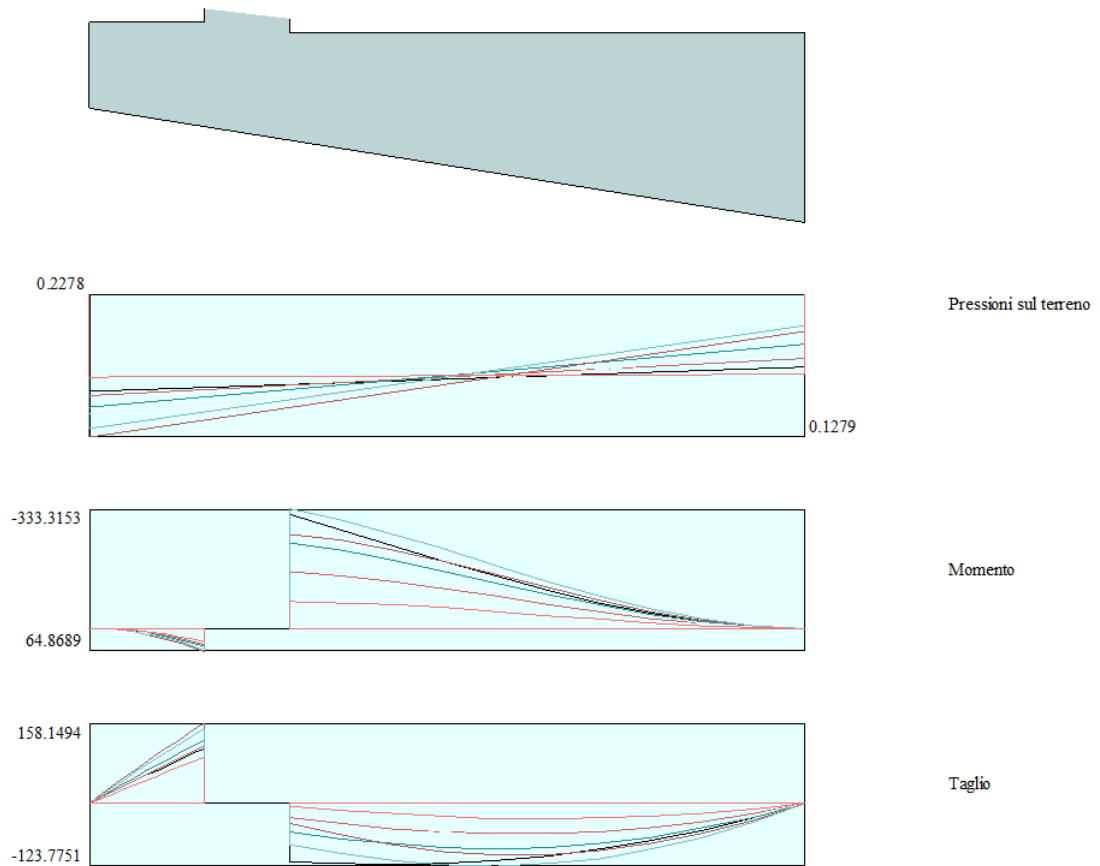
5	0.89	13.3951	13.3951	0.8010	2.8506	2.8311	9.1805
6	1.12	16.7439	16.7439	1.6703	5.3851	5.1306	13.6588
7	1.34	20.0926	20.0926	3.1511	9.0075	8.2492	18.9193
8	1.56	23.4414	23.4414	5.4022	13.8879	12.0219	24.9228
9	1.79	26.7902	26.7902	8.5645	20.1884	16.4060	31.6348
10	2.01	30.1390	30.1390	12.7704	28.0634	21.3664	39.0248
11	2.23	33.4877	33.4877	18.1452	37.6614	26.8729	47.0657
12	2.46	36.8365	36.8365	24.8080	49.1251	32.9002	55.7347
13	2.68	40.1853	40.1853	32.8724	62.5924	39.4258	65.0113
14	2.90	43.5340	43.5340	42.4474	78.1968	46.4306	74.8774
15	3.13	46.8828	46.8828	53.6382	96.0681	53.8979	85.3170
16	3.35	50.2316	50.2316	66.5463	116.3327	61.8132	96.3164
17	3.57	53.5804	53.5804	81.2704	139.1144	70.1641	107.8633
18	3.80	56.9291	56.9291	97.9064	164.5340	78.9393	119.9469
19	4.02	60.2779	60.2779	116.5479	192.7103	88.1291	132.5574
20	4.24	63.6267	63.6267	137.2865	223.7599	97.7253	145.6864
21	4.47	66.9755	66.9755	160.2085	257.7929	107.6577	159.2454

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.22	3.3488	3.3488	0.0095	0.0095	0.1277	0.1277
3	0.45	6.6975	6.6975	0.0760	0.0760	0.5107	0.5107
4	0.67	10.0463	10.0463	0.2565	0.2565	1.1491	1.1491
5	0.89	13.3951	13.3951	0.6161	0.6161	2.1778	2.1778
6	1.12	16.7439	16.7439	1.2849	1.2849	3.9466	3.9466
7	1.34	20.0926	20.0926	2.4239	2.4239	6.3455	6.3455
8	1.56	23.4414	23.4414	4.1555	4.1555	9.2476	9.2476
9	1.79	26.7902	26.7902	6.5881	6.5881	12.6200	12.6200
10	2.01	30.1390	30.1390	9.8234	9.8234	16.4357	16.4357
11	2.23	33.4877	33.4877	13.9579	13.9579	20.6715	20.6715

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

12	2.46	36.8365	36.8365	19.0831	19.0831	25.3078	25.3078
13	2.68	40.1853	40.1853	25.2864	25.2864	30.3276	30.3276
14	2.90	43.5340	43.5340	32.6519	32.6519	35.7159	35.7159
15	3.13	46.8828	46.8828	41.2601	41.2601	41.4599	41.4599
16	3.35	50.2316	50.2316	51.1895	51.1895	47.5486	47.5486
17	3.57	53.5804	53.5804	62.5157	62.5157	53.9724	53.9724
18	3.80	56.9291	56.9291	75.3126	75.3126	60.7225	60.7225
19	4.02	60.2779	60.2779	89.6522	89.6522	67.7916	67.7916
20	4.24	63.6267	63.6267	105.6050	105.6050	75.1733	75.1733
21	4.47	66.9755	66.9755	123.2373	123.2373	82.8136	82.8136



Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.08	0.4487	0.6777	11.2040	16.9011
3	0.16	1.7906	2.6977	22.3314	33.5608
4	0.24	4.0197	6.0409	33.3821	49.9792

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

5	0.32	7.1297	10.6880	44.3560	66.1562
6	0.40	11.1146	16.6195	55.2533	82.0918
7	0.48	15.9682	23.8162	66.0739	97.7861
8	0.56	21.6844	32.2588	76.8178	113.2390
9	0.64	28.2570	41.9280	87.4850	128.4505
10	0.72	35.6799	52.8045	98.0755	143.4206
11	0.80	43.9470	64.8689	108.5894	158.1494

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.08	0.3713	0.3713	9.2787	9.2787
3	0.16	1.4838	1.4838	18.5277	18.5277
4	0.24	3.3350	3.3350	27.7469	27.7469
5	0.32	5.9225	5.9225	36.9363	36.9363
6	0.40	9.2440	9.2440	46.0961	46.0961
7	0.48	13.2971	13.2971	55.2260	55.2260
8	0.56	18.0794	18.0794	64.3263	64.3263
9	0.64	23.5885	23.5885	73.3968	73.3968
10	0.72	29.8221	29.8221	82.4375	82.4375
11	0.80	36.7777	36.7777	91.4485	91.4485

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.36	-6.8143	-3.6057	-36.7807	-19.4044
3	0.72	-25.7068	-13.5195	-67.1008	-35.0451
4	1.08	-54.3516	-28.3865	-90.9603	-46.9220
5	1.44	-90.4230	-46.8517	-108.3592	-55.0353
6	1.80	-131.5950	-67.5602	-119.2974	-59.3848
7	2.16	-175.5418	-89.1571	-123.7751	-59.9706
8	2.52	-219.9378	-110.2874	-121.7922	-56.7926
9	2.88	-262.4569	-129.5962	-119.8384	-45.7019
10	3.24	-300.8599	-145.8148	-118.8269	-30.3949
11	3.60	-333.3153	-158.0829	-116.2591	-11.9534

Inviluppi combinazioni SLE

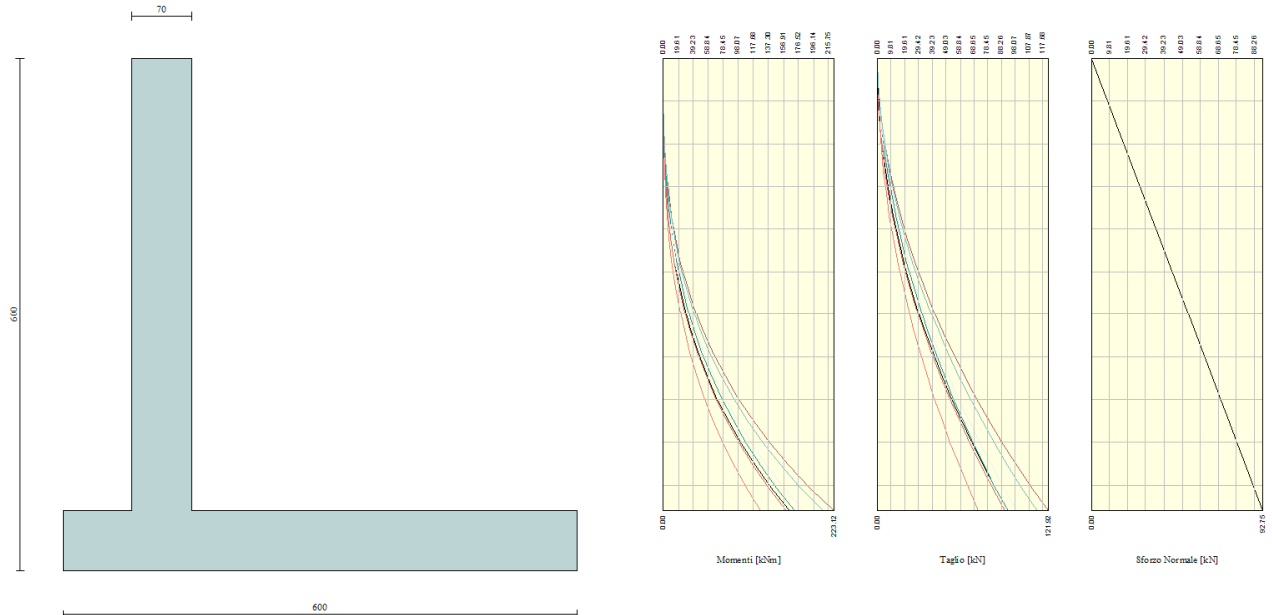
Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.36	-1.9912	-1.9912	-10.6778	-10.6778
3	0.72	-7.4111	-7.4111	-19.0481	-19.0481
4	1.08	-15.4290	-15.4290	-25.1110	-25.1110
5	1.44	-25.2141	-25.2141	-28.8664	-28.8664
6	1.80	-35.9359	-35.9359	-30.3144	-30.3144
7	2.16	-46.7636	-46.7636	-29.4550	-29.4550
8	2.52	-56.8666	-56.8666	-26.2881	-26.2881
9	2.88	-65.4141	-65.4141	-20.8137	-20.8137
10	3.24	-71.6619	-71.6619	-13.7939	-13.7939
11	3.60	-75.2738	-75.2738	-6.1723	-6.1723

Armature

Parapetto	<i>Anteriore</i>	<i>Posteriore</i>
	Φ20/20	Φ20/10
Soletta	<i>Superiore</i>	<i>Inferiore</i>
	Φ20/20	Φ20/20

1. Sollecitazioni Tipologia 4

Inviluppo Sollecitazioni



Inviluppo Sollecitazioni paramento

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in [kNm]

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.27	4.6375	4.6375	0.0201	0.0819	0.2279	0.7123
3	0.53	9.2750	9.2750	0.1611	0.4276	0.9118	1.9918
4	0.80	13.9125	13.9125	0.5436	1.1876	2.0515	3.8385
5	1.06	18.5500	18.5500	1.2886	2.5121	3.6470	6.2524

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

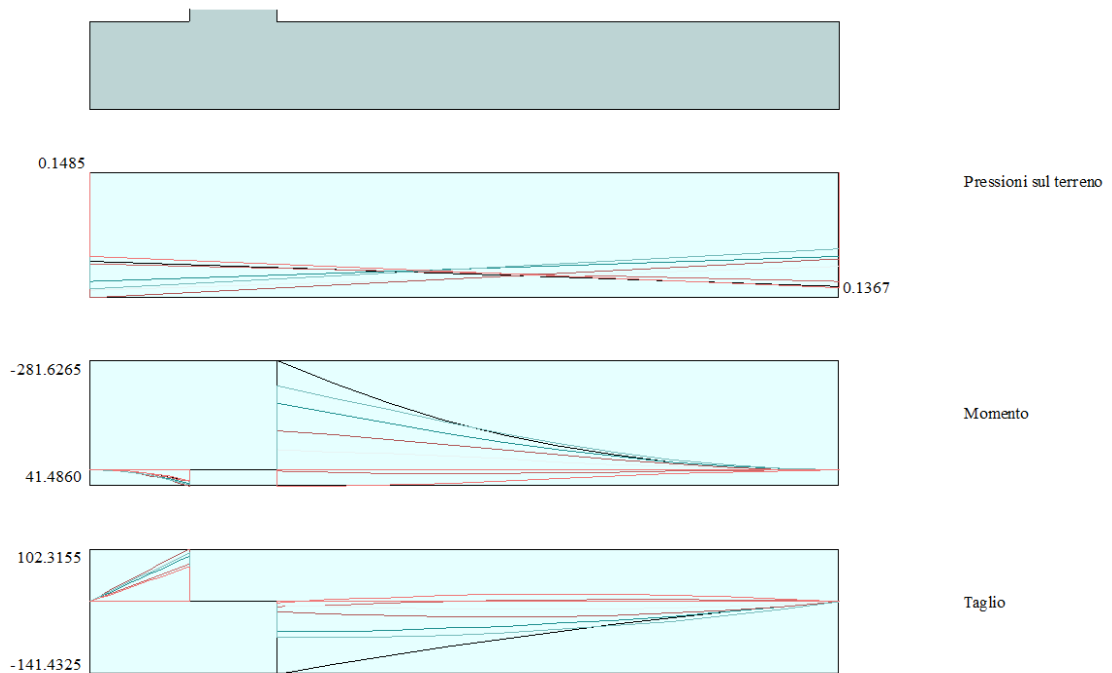
6	1.33	23.1875	23.1875	2.5168	4.5515	5.6985	9.2335
7	1.59	27.8250	27.8250	4.3491	7.4559	8.2059	12.7817
8	1.85	32.4625	32.4625	6.9062	11.3759	11.1691	16.8972
9	2.12	37.1000	37.1000	10.3090	16.4616	14.5882	21.5799
10	2.39	41.7375	41.7375	14.6782	22.8633	18.4632	26.8298
11	2.65	46.3750	46.3750	20.1347	30.7315	22.7940	32.6469
12	2.92	51.0125	51.0125	26.7993	40.2163	27.5808	39.0312
13	3.18	55.6500	55.6500	34.7928	51.4681	32.8234	45.9827
14	3.45	60.2875	60.2875	44.2360	64.6372	38.5219	53.5014
15	3.71	64.9250	64.9250	55.2497	79.8739	44.6763	61.5873
16	3.98	69.5625	69.5625	67.9547	97.3286	51.2866	70.2403
17	4.24	74.2000	74.2000	82.4719	117.1514	58.3527	79.4606
18	4.50	78.8375	78.8375	98.9219	139.4928	65.8748	89.2481
19	4.77	83.4750	83.4750	117.4258	164.5030	73.8527	99.6028
20	5.04	88.1125	88.1125	138.1041	192.3324	82.2865	110.5247
21	5.30	92.7500	92.7500	161.0727	223.1248	91.1032	121.9230

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.27	4.6375	4.6375	0.0159	0.0159	0.1799	0.1799
3	0.53	9.2750	9.2750	0.1271	0.1271	0.7196	0.7196
4	0.80	13.9125	13.9125	0.4291	0.4291	1.6191	1.6191
5	1.06	18.5500	18.5500	1.0170	1.0170	2.8784	2.8784
6	1.33	23.1875	23.1875	1.9864	1.9864	4.4975	4.4975
7	1.59	27.8250	27.8250	3.4325	3.4325	6.4764	6.4764
8	1.85	32.4625	32.4625	5.4507	5.4507	8.8151	8.8151
9	2.12	37.1000	37.1000	8.1363	8.1363	11.5137	11.5137
10	2.39	41.7375	41.7375	11.5847	11.5847	14.5720	14.5720
11	2.65	46.3750	46.3750	15.8912	15.8912	17.9901	17.9901
12	2.92	51.0125	51.0125	21.1512	21.1512	21.7680	21.7680

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL’ASTICO

13	3.18	55.6500	55.6500	27.4601	27.4601	25.9057	25.9057
14	3.45	60.2875	60.2875	34.9130	34.9130	30.4032	30.4032
15	3.71	64.9250	64.9250	43.6056	43.6056	35.2606	35.2606
16	3.98	69.5625	69.5625	53.6329	53.6329	40.4777	40.4777
17	4.24	74.2000	74.2000	65.0905	65.0905	46.0546	46.0546
18	4.50	78.8375	78.8375	78.0736	78.0736	51.9913	51.9913
19	4.77	83.4750	83.4750	92.6777	92.6777	58.2879	58.2879
20	5.04	88.1125	88.1125	108.9980	108.9980	64.9442	64.9442
21	5.30	92.7500	92.7500	127.1258	127.1258	71.9028	71.9028



Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2830	0.4185	7.0793	10.4550
3	0.16	1.1335	1.6715	14.1894	20.8604
4	0.24	2.5541	3.7549	21.3304	31.2160
5	0.32	4.5472	6.6647	28.5022	41.5221
6	0.40	7.1153	10.3971	35.7048	51.7785
7	0.48	10.2608	14.9479	42.9383	61.9852

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

8	0.56	13.9862	20.3134	50.2027	72.1422
9	0.64	18.2940	26.4894	57.4978	82.2496
10	0.72	23.1867	33.4720	64.8239	92.3074
11	0.80	28.6667	41.2572	72.1807	102.3155

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2651	0.2651	6.6335	6.6335
3	0.16	1.0624	1.0624	13.3060	13.3060
4	0.24	2.3951	2.3951	20.0175	20.0175
5	0.32	4.2662	4.2662	26.7680	26.7680
6	0.40	6.6790	6.6790	33.5575	33.5575
7	0.48	9.6365	9.6365	40.3860	40.3860
8	0.56	13.1418	13.1418	47.2535	47.2535
9	0.64	17.1981	17.1981	54.1601	54.1601
10	0.72	21.8085	21.8085	61.1056	61.1056
11	0.80	26.9760	26.9760	68.0901	68.0901

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in [kN]

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.45	-3.2690	0.4901	-14.2556	2.0621
3	0.90	-12.5843	1.7515	-26.8726	3.4278

AUTOSTRADA VALDASTICO A31 NORD
1° LOTTO - PIOVENE ROCCHETTE – VALLE DELL'ASTICO

4	1.35	-27.2085	3.4707	-37.8509	4.0970
5	1.80	-46.4043	5.3343	-47.1906	4.0698
6	2.25	-69.4342	7.0290	-58.5174	3.3461
7	2.70	-95.5609	8.2413	-73.1486	1.9259
8	3.15	-127.2376	8.6578	-88.7557	-0.1908
9	3.60	-170.8722	7.9651	-105.3387	-3.0039
10	4.05	-222.1888	5.8498	-122.8976	-6.5136
11	4.50	-281.6265	1.9984	-141.4325	-7.5036

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.45	1.2478	1.2478	5.3402	5.3402
3	0.90	4.6211	4.6211	9.4463	9.4463
4	1.35	9.5644	9.5644	12.3185	12.3185
5	1.80	15.5226	15.5226	13.9567	13.9567
6	2.25	21.9403	21.9403	14.3608	14.3608
7	2.70	28.2622	28.2622	13.5310	13.5310
8	3.15	33.9331	33.9331	11.4671	11.4671
9	3.60	38.3975	38.3975	8.1692	8.1692
10	4.05	41.1003	41.1003	3.6374	3.6374
11	4.50	41.4860	41.4860	-2.1285	-2.1285

Armature

Parapetto	<i>Anteriore</i>	<i>Posteriore</i>
	Φ20/20	Φ20/10
Soletta	<i>Superiore</i>	<i>Inferiore</i>
	Φ20/20	Φ20/20