

# AUTOSTRADA VALDASTICO

## A31 NORD

### 1° LOTTO

### Piovene Rocchette - Valle dell'Astico

## PROGETTO DEFINITIVO

CUP G21B1 30006 60005  
WBS B25.A31N.L1  
COMMESSA J16L1

#### COMMITTENTE



S.p.A. AUTOSTRADA BRESCIA VERONA VICENZA PADOVA  
Area Costruzioni Autostradali

CAPO COMMESSA  
PER LA PROGETTAZIONE  
Dott. Ing. Gabriella Costantini

PRESTATORE DI SERVIZI:  
**CONSORZIO RAETIA**



RAPPRESENTANTE: Dott. Ing. Alberto Scotti

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE  
TRA LE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:  
Technital S.p.A. - Dott. Ing. Andrea Renso



PROGETTAZIONE:



Il Responsabile  
Dott. Ing. Stefano Luca Possati



ELABORATO: **OPERE D'ARTE MINORI**  
**OS10 - OPERA DI SOSTEGNO**  
**SVINCOLO COGOLLO DEL CENGIO\_2 DA P.K.0+067.580 A P.K.0+238.471**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

Progressivo Rev.  
**08 03 08 003 02**

Rev.	Data	Descrizione	Redazione	Controllo	Approvazione	SCALA:
00	MARZO 2017	PRIMA EMISSIONE	3TI PROGETTI - PIERUCCI	M. SORGE	S.L.POSSATI	NOME FILE: J16L1_08_03_08_003_0102_OPD_02.dwg
01	GIUGNO 2017	REVISIONE PER ADEGUAMENTO CARTIGLIO	3TI PROGETTI - PIERUCCI	M. SORGE	S.L.POSSATI	CM. PROGR. FG. LIV. REV.
02	LUGLIO 2017	RECEPIMENTO OSSERVAZIONI	3TI PROGETTI - PIERUCCI	M. SORGE	S.L.POSSATI	J16L1_08_03_08_003_0102_OPD_02

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

*Committente:*



*Progettazione:*

CONSORZIO RAETIA



**PROGETTO DEFINITIVO**

RELAZIONE TECNICA

## INDICE

<b>1. GENERALITÀ</b>	<b>3</b>
<b>2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO</b>	<b>4</b>
<b>3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI</b>	<b>5</b>
Calcestruzzo	5
Acciaio d’armatura B450C	5
<b>4. TERRENI</b>	<b>6</b>
Geometria profilo terreno Tipologia 2 (3m)	7
Geometria profilo terreno Tipologia 3 (4m)	7
<b>5. GEOMETRIA DEI MURI</b>	<b>8</b>
Tipologia 1 e 2	8
Tipologia 3	8
<b>6. METODI DI CALCOLO</b>	<b>9</b>
Calcolo della spinta sul muro	9
<i>Valori caratteristici e valori di calcolo</i>	9
<i>Metodo di Culmann</i>	9
<i>Spinta in presenza di sisma</i>	10
Verifica a ribaltamento	12
Verifica a scorrimento	13
Verifica al carico limite	14
Verifica alla stabilità globale	15
<b>7. CONDIZIONI DI CARICO</b>	<b>17</b>
<b>8. IMPOSTAZIONI DI ANALISI</b>	<b>18</b>
<b>9. DESCRIZIONE COMBINAZIONI DI CARICO</b>	<b>20</b>
<b>10. ANALISI DELLA SPINTA</b>	<b>27</b>
<b>11. Sollecitazioni Tipologia 1 e 2</b>	<b>29</b>
<i>Inviluppo Sollecitazioni</i>	29
Armature	35
<b>12. Sollecitazioni Tipologia 3</b>	<b>36</b>
<i>Inviluppo Sollecitazioni</i>	36
Armature	42

## 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 10 essa è composta da 2 tipologie differenti di muro, e si estende dalla progressiva pk 0+067 alla progressiva pk 0+238.

Le tipologie di muro si differenziano per altezza e spessore, le tipologie 1 e 2 si estendono 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.

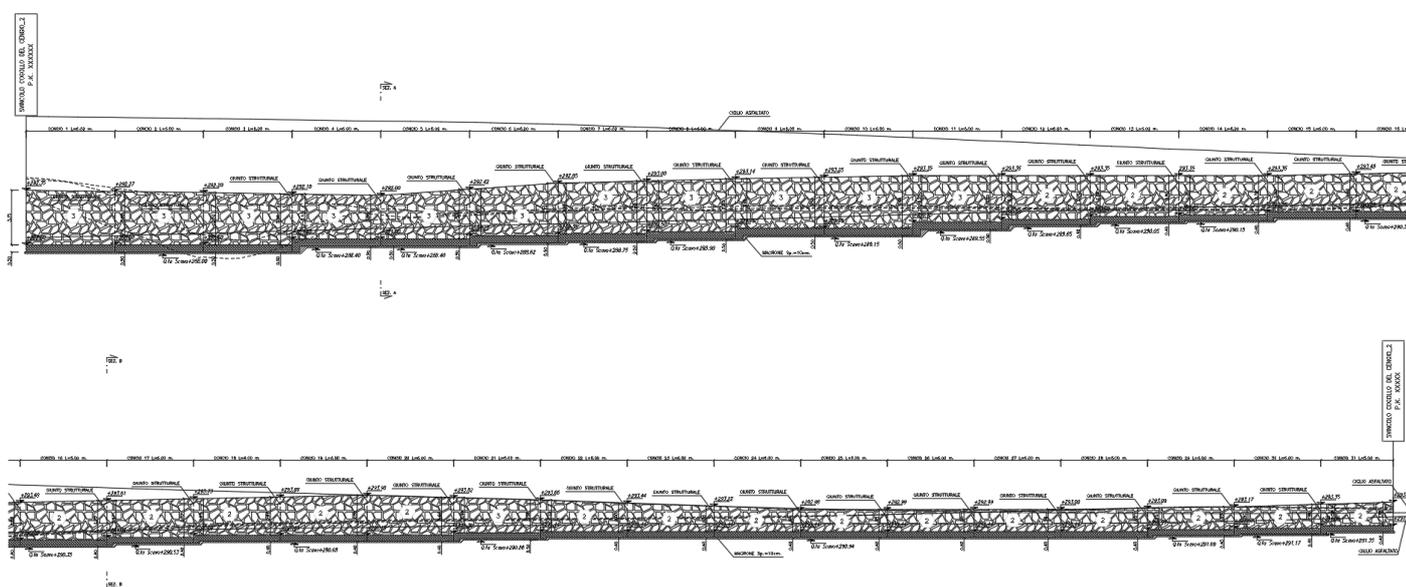


Figura 1 – Prospetto Muro.

## 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
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_s$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
$\delta$	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
<i>c</i>	Coesione espressa in [N/mmq]
<i>c<sub>a</sub></i>	Adesione terra-muro espressa in [N/mmq]

<b>Descrizione</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\gamma_s</math></b>	<b><math>\phi</math></b>	<b><math>\delta</math></b>	<b>c</b>	<b>c<sub>a</sub></b>
C	20.00	22.00	32.00	21.33	0.0000	0.0000
Depositi Glaciali	20.00	20.00	38.00	25.33	0.0000	0.0000

Falda assente

Geometria profilo terreno Tipologia 2 (3m)

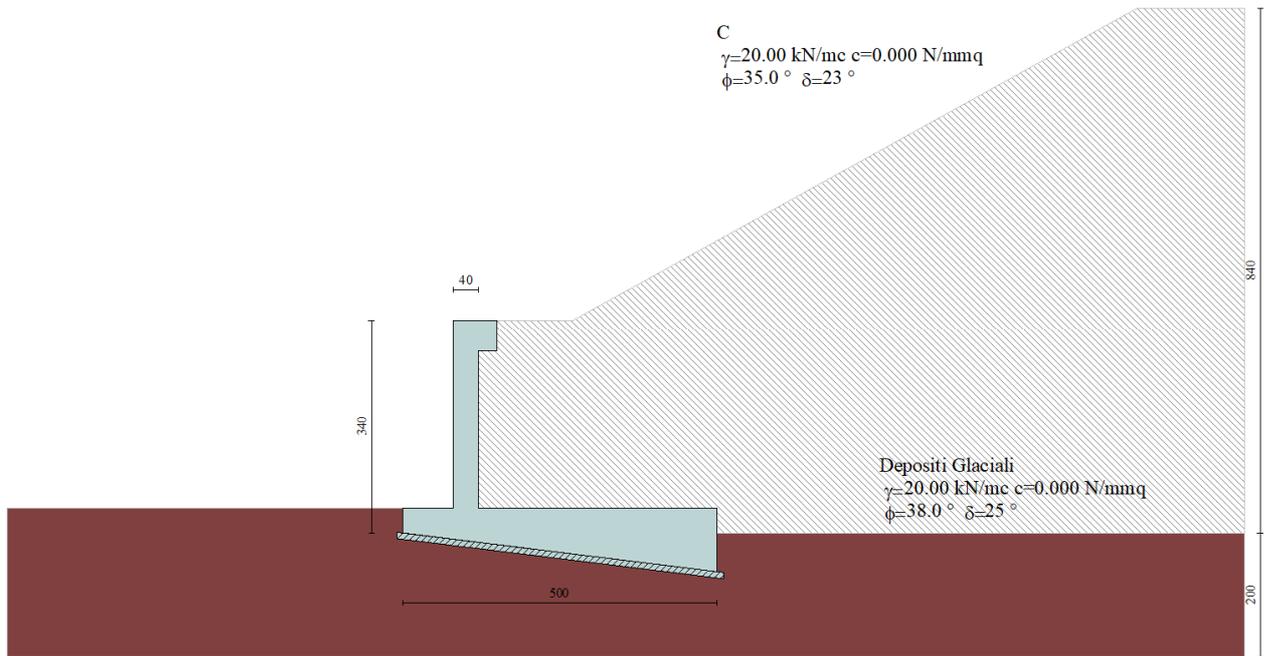


Figura 2 - Sezione stratigrafica.

Geometria profilo terreno Tipologia 3 (4m)

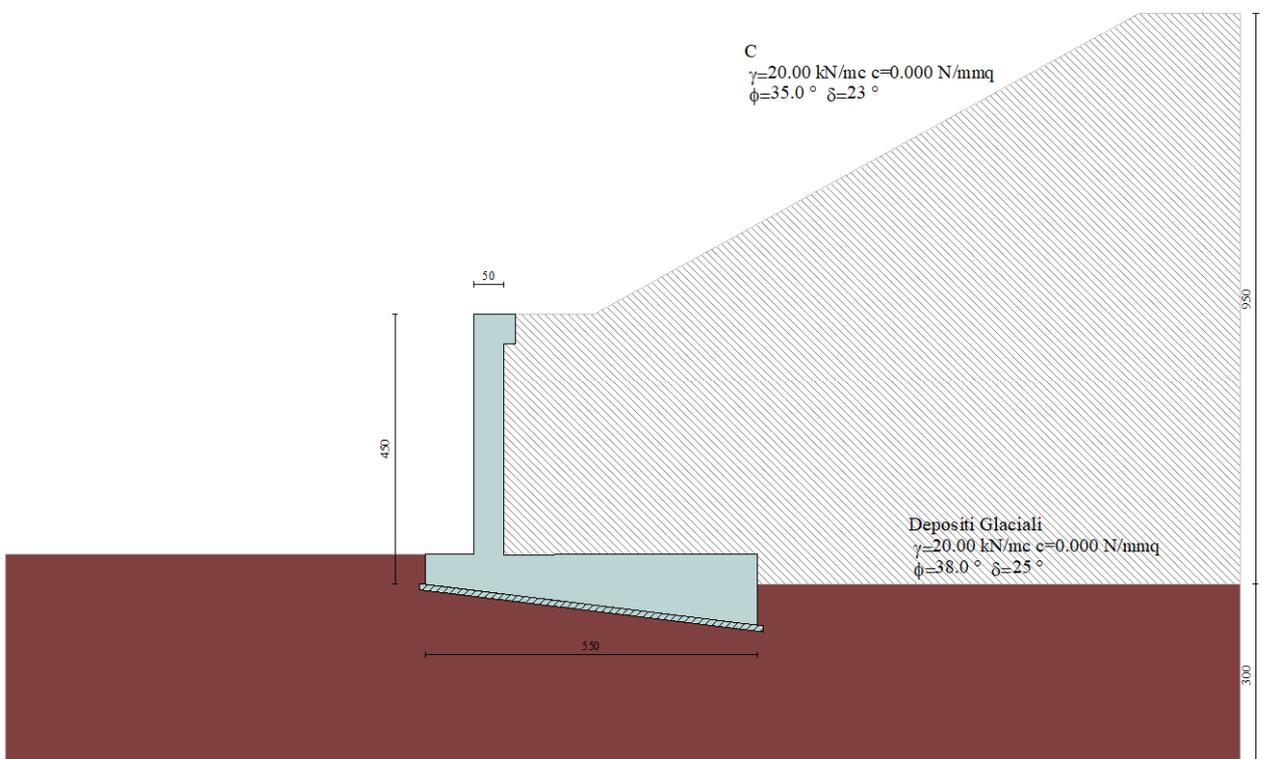


Figura 3 - Sezione stratigrafica.

## 5. GEOMETRIA DEI MURI

### Tipologia 1 e 2

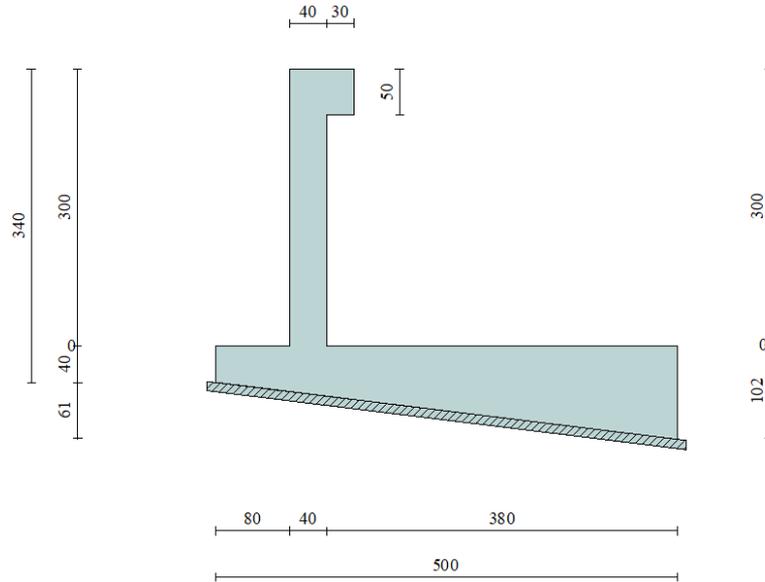


Figura 6 - Sezione trasversale.

### Tipologia 3

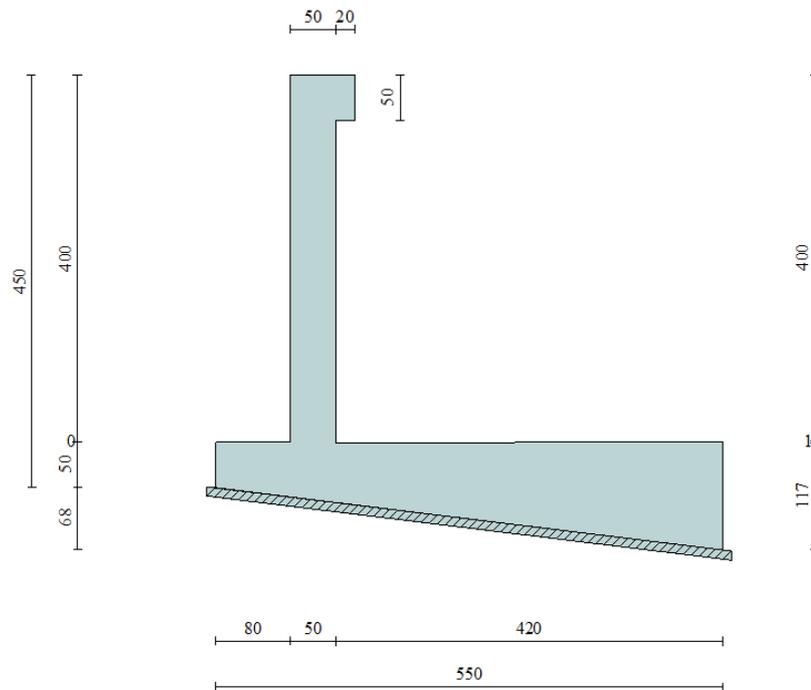


Figura 7 - Sezione trasversale.

## 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  $\gamma$ . 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  $p$  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  $\varepsilon$  l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e  $\beta$  l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta  $S'$  considerando un'inclinazione del terrapieno e della 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,  $\theta$  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  $\theta$ .

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

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta 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  $\eta_r$ .

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  $\delta$  è positivo, ribaltante se  $\delta$  è negativo.  $\delta$  è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). 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  $\eta_s$

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

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

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,  $\delta_f$ , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di  $\delta_f$  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  $\eta_q$ . Cioè, detto  $Q_u$ , il carico limite ed  $R$  la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

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

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;
- $\phi$  angolo di attrito del terreno in fondazione;
- $\gamma$  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:

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

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

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

I fattori di forma  $s_c$  e  $s_\gamma$  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  $N_\gamma$  non ha un'espressione analitica. Pertanto si assume per  $N_\gamma$  l'espressione proposta da Meyerof

$$N_\gamma = (N_q - 1) \operatorname{tg}(1.4 \cdot \phi)$$

#### *Verifica alla stabilità globale*

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

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:

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

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  $\alpha_i$  sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia  $i$ esima rispetto all'orizzontale,  $W_i$  è il peso della striscia  $i$ esima,  $c_i$  e  $\phi_i$  sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed  $u_i$  è la pressione neutra lungo la base della striscia.

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

## 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

### Condizione n° 1 (Strada)

D	Profilo	$X_i=1.00$	$X_f=6.00$	$Q_i=20.0000$	$Q_f=20.0000$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

### Condizione n° 2 (Strada Sismica)

D	Profilo	$X_i=1.00$	$X_f=6.00$	$Q_i=10.0000$	$Q_f=10.0000$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

## 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  $N_y$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su  $N_y$  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*

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	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
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_\gamma$	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	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	0.90	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.35	1.00	1.10	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	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	$\gamma_c$	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.40	1.00

Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$	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	$\gamma_{Gfav}$	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1.00	1.00	1.00	1.30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	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	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$	1.00	1.00	1.00	1.00

### FONDAZIONE SUPERFICIALE

**Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO**

<i>Verifica</i>	<i>Coefficienti parziali</i>		
	<i>R1</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>
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)

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione

$\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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° 16 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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° 17 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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° 18 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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° 19 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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° 20 - Rara (SLE) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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° 21 - Rara (SLE) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
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 (esprese in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (esprese 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 <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.15
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	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)	$k_v=0.50 * k_h = 4.62$

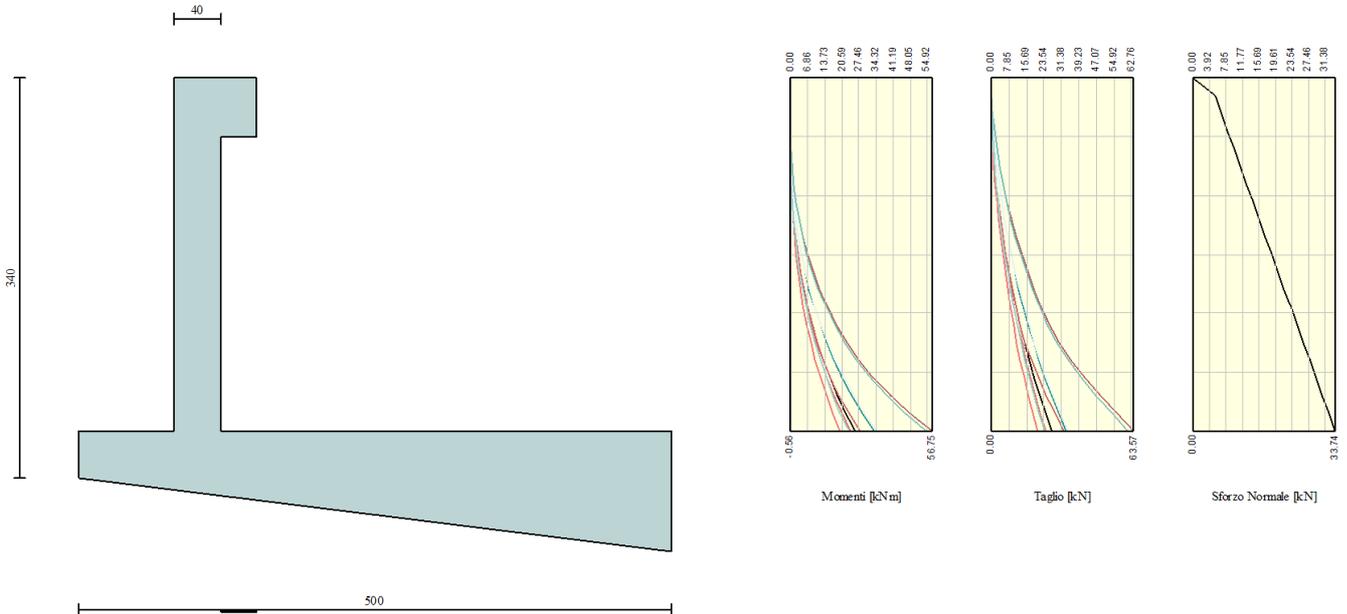
#### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo $a_g$	1.11 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	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 e 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	0.15	5.2496	5.2496	-0.5592	-0.5460	0.0651	0.2610
3	0.30	6.7491	6.7491	-0.5365	-0.4720	0.2605	0.7669
4	0.45	8.2487	8.2487	-0.4746	-0.3037	0.5860	1.5176
5	0.60	9.7482	9.7482	-0.3542	-0.0046	1.0419	2.5132

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

---

6	0.75	11.2478	11.2478	-0.1556	0.4622	1.6279	3.7535
7	0.90	12.7473	12.7473	0.1405	1.1334	2.3442	5.2388
8	1.05	14.2469	14.2469	0.5539	2.0456	3.1907	6.9688
9	1.20	15.7465	15.7465	1.1040	3.2356	4.1674	8.9437
10	1.35	17.2460	17.2460	1.8103	4.7402	5.2744	11.1634
11	1.50	18.7456	18.7456	2.6924	6.5959	6.5116	13.6280
12	1.65	20.2451	20.2451	3.7697	8.8396	7.8791	16.3374
13	1.80	21.7447	21.7447	5.0619	11.5079	9.3768	19.2916
14	1.95	23.2442	23.2442	6.5884	14.6376	11.0047	22.4907
15	2.10	24.7438	24.7438	8.3692	18.2661	12.7825	25.9716
16	2.25	26.2434	26.2434	10.4413	22.4630	14.7610	30.1868
17	2.40	27.7429	27.7429	12.8693	27.3814	16.7956	35.5975
18	2.55	29.2425	29.2425	15.5505	33.1817	18.9993	41.8633
19	2.70	30.7420	30.7420	18.5803	39.9629	21.4557	48.6593
20	2.85	32.2416	32.2416	21.9991	47.7985	24.1863	55.9225
21	3.00	33.7411	33.7411	25.8453	56.7545	27.1350	63.5678

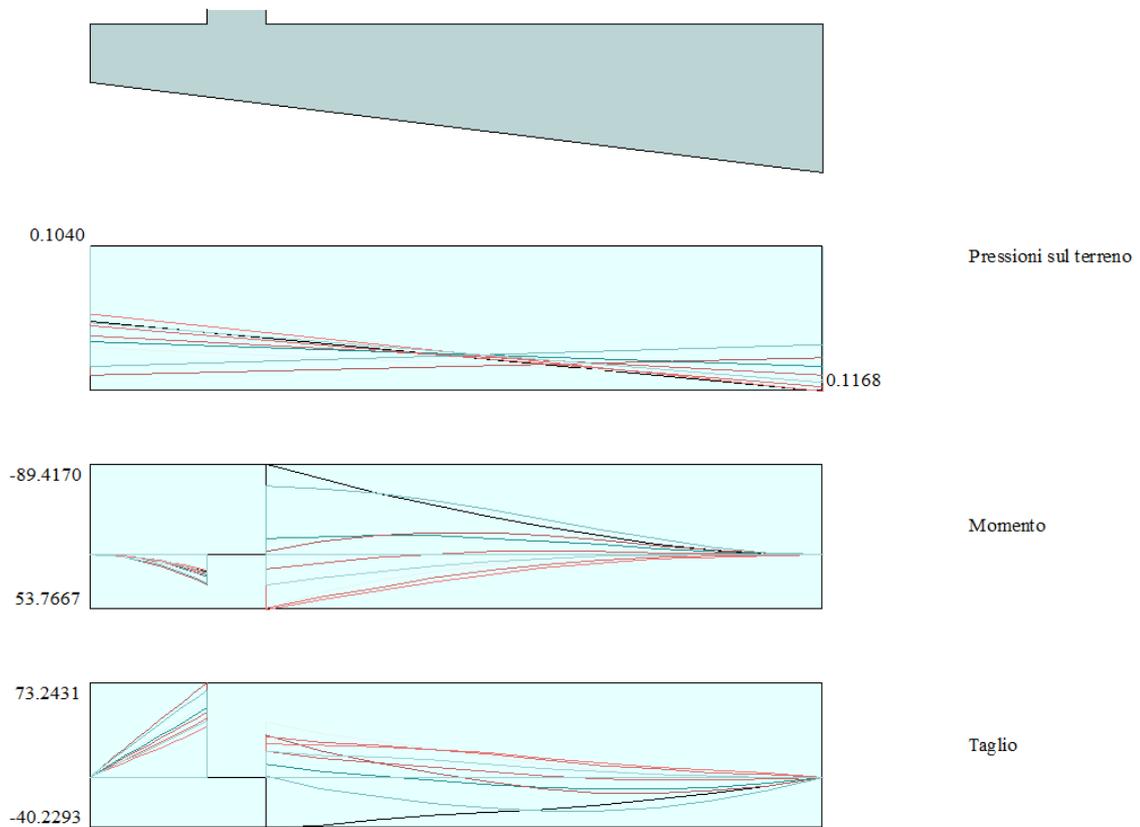
Inviluppo combinazioni SLE

<b>Nr.</b>	<b>Y</b>	<b>Nmin</b>	<b>Nmax</b>	<b>Mmin</b>	<b>Mmax</b>	<b>Tmin</b>	<b>Tmax</b>
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.15	5.2496	5.2496	-0.5600	-0.5560	0.0505	0.1058
3	0.30	6.7491	6.7491	-0.5423	-0.5251	0.2019	0.3255
4	0.45	8.2487	8.2487	-0.4944	-0.4527	0.4542	0.6591
5	0.60	9.7482	9.7482	-0.4011	-0.3217	0.8074	1.1067
6	0.75	11.2478	11.2478	-0.2472	-0.1151	1.2616	1.6683
7	0.90	12.7473	12.7473	-0.0176	0.1843	1.8167	2.3438
8	1.05	14.2469	14.2469	0.3027	0.5936	2.4728	3.1333
9	1.20	15.7465	15.7465	0.7290	1.1297	3.2297	4.0367
10	1.35	17.2460	17.2460	1.2764	1.8099	4.0877	5.0541
11	1.50	18.7456	18.7456	1.9600	2.6512	5.0465	6.1855
12	1.65	20.2451	20.2451	2.7949	3.6707	6.1062	7.4308

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

---

13	1.80	21.7447	21.7447	3.7964	4.8855	7.2669	8.7900
14	1.95	23.2442	23.2442	4.9794	6.3126	8.5286	10.2632
15	2.10	24.7438	24.7438	6.3592	7.9692	9.8911	11.8504
16	2.25	26.2434	26.2434	7.9509	9.8724	11.3546	13.5515
17	2.40	27.7429	27.7429	9.7697	12.0392	12.9197	15.3673
18	2.55	29.2425	29.2425	11.8321	14.4885	14.6148	17.3300
19	2.70	30.7420	30.7420	14.1627	17.2479	16.5044	19.5121
20	2.85	32.2416	32.2416	16.7926	20.3524	18.6048	21.9324
21	3.00	33.7411	33.7411	19.7512	23.8354	20.8731	24.5421



### 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	0.1647	0.3001	4.1267	7.4955
3	0.16	0.6617	1.1983	8.3054	14.9529
4	0.24	1.4950	2.6915	12.5360	22.3723

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

---

5	0.32	2.6688	4.7768	16.8187	29.7537
6	0.40	4.1873	7.4511	21.1533	37.0970
7	0.48	6.0547	10.7113	25.5400	44.4023
8	0.56	8.2751	14.5544	29.9786	51.6696
9	0.64	10.8527	18.9774	34.4693	58.8988
10	0.72	13.7916	23.9772	39.0119	66.0900
11	0.80	17.0960	29.5508	43.6066	73.2431

Inviluppo combinazioni SLE

<b>Nr.</b>	<b>X</b>	<b>Mmin</b>	<b>Mmax</b>	<b>Tmin</b>	<b>Tmax</b>
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.08	0.1445	0.1736	3.6221	4.3484
3	0.16	0.5811	0.6969	7.3039	8.7406
4	0.24	1.3147	1.5733	11.0454	13.1763
5	0.32	2.3500	2.8063	14.8465	17.6558
6	0.40	3.6917	4.3994	18.7074	22.1789
7	0.48	5.3448	6.3561	22.6279	26.7456
8	0.56	7.3138	8.6799	26.6080	31.3561
9	0.64	9.6036	11.3742	30.6479	36.0102
10	0.72	12.2190	14.4426	34.7474	40.7079
11	0.80	15.1648	17.8886	38.9066	45.4493

**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

<b>Nr.</b>	<b>X</b>	<b>Mmin</b>	<b>Mmax</b>	<b>Tmin</b>	<b>Tmax</b>
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.38	-2.0721	-0.1662	-10.4802	-0.6578
3	0.76	-7.6416	-0.3353	-18.4076	-0.0157
4	1.14	-15.7385	-0.0135	-23.7821	1.9263
5	1.52	-25.3926	1.2933	-26.6037	5.1682
6	1.90	-35.6339	4.0791	-26.8724	9.7101
7	2.28	-45.4922	8.8377	-27.6816	15.5520
8	2.66	-54.0839	15.9768	-30.0362	21.9737
9	3.04	-60.9301	25.4992	-33.5610	28.0932
10	3.42	-74.3854	37.2891	-38.2587	33.9082
11	3.80	-89.4170	51.6808	-40.2293	42.4187

Inviluppi combinazioni SLE

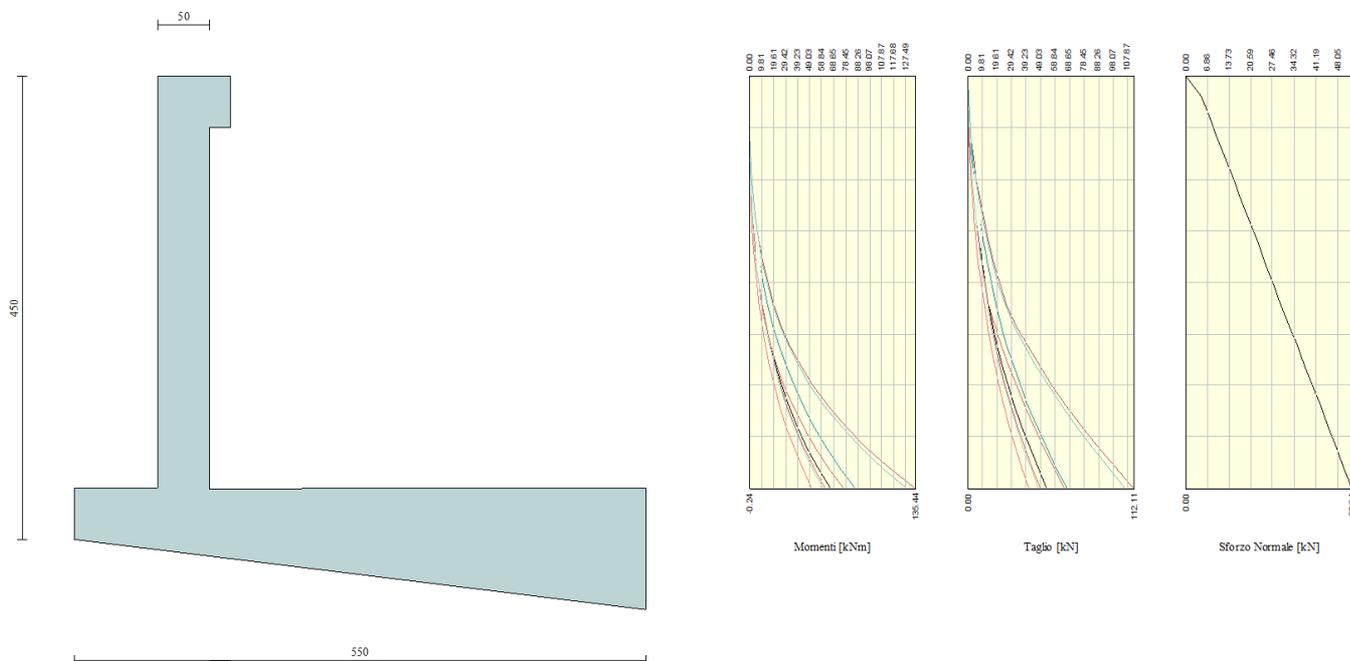
<b>Nr.</b>	<b>X</b>	<b>Mmin</b>	<b>Mmax</b>	<b>Tmin</b>	<b>Tmax</b>
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.38	-0.0394	0.4492	-0.0947	2.4068
3	0.76	0.0138	1.8617	0.4874	5.0707
4	1.14	0.4167	4.3354	1.7461	7.9916
5	1.52	1.4265	7.9679	3.6815	11.1695
6	1.90	3.3004	12.8568	6.2936	14.6045
7	2.28	6.2953	19.0999	9.5823	18.2965
8	2.66	10.5822	26.7083	12.8278	21.5255
9	3.04	15.9269	35.2886	15.1477	24.8456
10	3.42	21.9769	44.3287	16.5398	27.1873
11	3.80	28.8297	53.7667	20.0042	31.5428

*Armature*

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

## 12. 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	0.20	5.0071	5.0071	-0.2422	-0.2140	0.1165	0.4229
3	0.40	7.5142	7.5142	-0.1877	-0.0548	0.4660	1.2282
4	0.60	10.0214	10.0214	-0.0397	0.3042	1.0484	2.4157

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

---

5	0.80	12.5285	12.5285	0.2484	0.9398	1.8639	3.9856
6	1.00	15.0356	15.0356	0.7235	1.9286	2.9123	5.9378
7	1.20	17.5427	17.5427	1.4323	3.3472	4.1937	8.2723
8	1.40	20.0498	20.0498	2.4214	5.2725	5.7081	10.9891
9	1.60	22.5570	22.5570	3.7376	7.7809	7.4555	14.0882
10	1.81	25.0641	25.0641	5.4276	10.9494	9.4358	17.5697
11	2.01	27.5712	27.5712	7.5385	14.8548	11.6590	21.4496
12	2.21	30.0783	30.0783	10.1318	19.5985	14.2011	26.0579
13	2.41	32.5854	32.5854	13.3092	25.4144	16.9070	32.2247
14	2.61	35.0926	35.0926	16.9974	32.6148	19.9370	39.7277
15	2.81	37.5997	37.5997	21.3380	41.4037	23.4265	48.0337
16	3.01	40.1068	40.1068	26.4260	51.9307	27.3844	57.0551
17	3.21	42.6139	42.6139	32.3523	64.3370	31.7808	66.7695
18	3.41	45.1210	45.1210	39.2028	78.7597	36.5992	77.1581
19	3.61	47.6282	47.6282	47.0612	95.3321	41.8305	88.2038
20	3.81	50.1353	50.1353	56.0099	114.1845	47.4693	99.8906
21	4.01	52.6424	52.6424	66.1266	135.4388	53.4483	112.1056

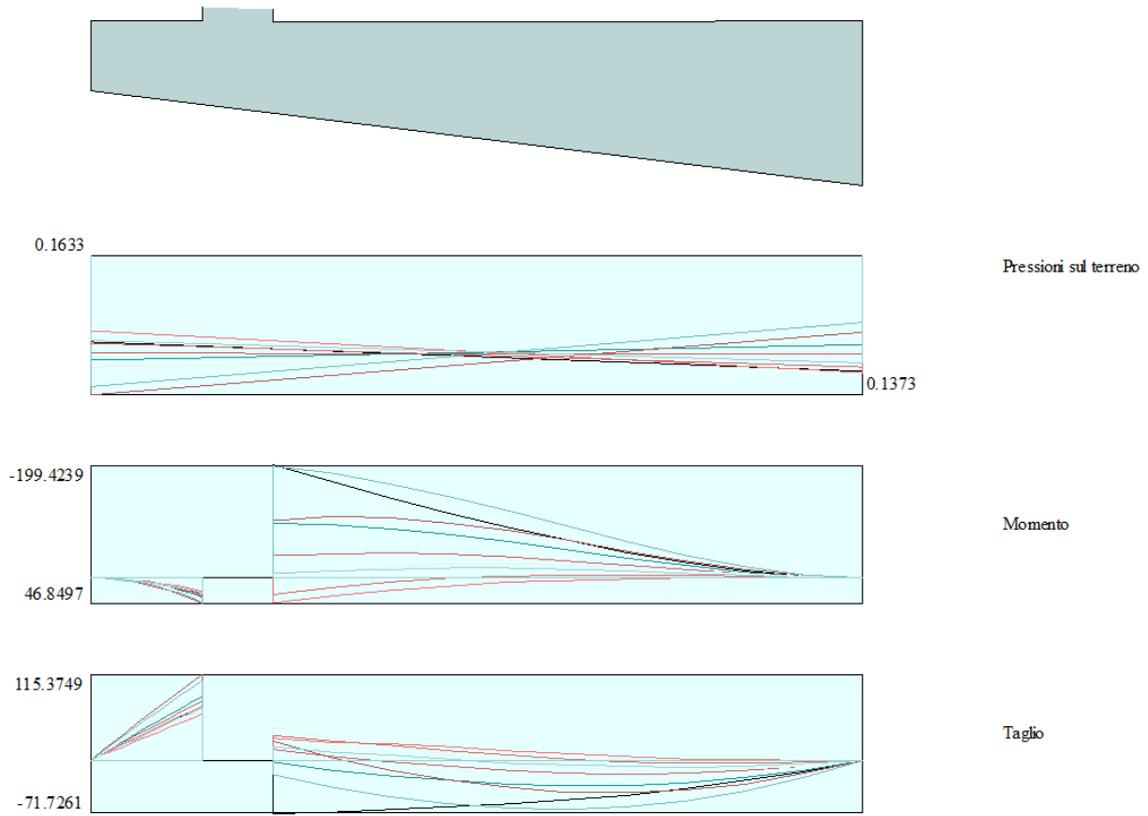
Inviluppo combinazioni SLE

<b>Nr.</b>	<b>Y</b>	<b>Nmin</b>	<b>Nmax</b>	<b>Mmin</b>	<b>Mmax</b>	<b>Tmin</b>	<b>Tmax</b>
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.20	5.0071	5.0071	-0.2440	-0.2349	0.0903	0.1854
3	0.40	7.5142	7.5142	-0.2017	-0.1617	0.3611	0.5787
4	0.60	10.0214	10.0214	-0.0870	0.0112	0.8125	1.1797
5	0.80	12.5285	12.5285	0.1363	0.3254	1.4445	1.9885
6	1.00	15.0356	15.0356	0.5045	0.8227	2.2570	3.0052
7	1.20	17.5427	17.5427	1.0537	1.5448	3.2501	4.2296
8	1.40	20.0498	20.0498	1.8203	2.5333	4.4237	5.6618
9	1.60	22.5570	22.5570	2.8403	3.8298	5.7779	7.3018
10	1.81	25.0641	25.0641	4.1501	5.4762	7.3127	9.1496
11	2.01	27.5712	27.5712	5.7858	7.5140	9.0280	11.2051

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

---

12	2.21	30.0783	30.0783	7.7837	9.9849	10.9239	13.4685
13	2.41	32.5854	32.5854	10.1802	12.9309	13.0054	15.9454
14	2.61	35.0926	35.0926	13.0173	16.4003	15.3362	18.7093
15	2.81	37.5997	37.5997	16.3562	20.4636	18.0204	21.8799
16	3.01	40.1068	40.1068	20.2700	25.2049	21.0649	25.4651
17	3.21	42.6139	42.6139	24.8287	30.7046	24.4468	29.4386
18	3.41	45.1210	45.1210	30.0983	37.0389	28.1532	33.7856
19	3.61	47.6282	47.6282	36.1433	44.2818	32.1773	38.4981
20	3.81	50.1353	50.1353	43.0268	52.5061	36.5149	43.5714
21	4.01	52.6424	52.6424	50.8090	61.7808	41.1141	48.9458



### 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	0.2821	0.4811	7.0557	12.0098
3	0.16	1.1295	1.9188	14.1318	23.9146
4	0.24	2.5437	4.3046	21.2281	35.7145
5	0.32	4.5265	7.6303	28.3447	47.4094

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

---

6	0.40	7.0794	11.8873	35.4816	58.9994
7	0.48	10.2041	17.0674	42.6388	70.4844
8	0.56	13.9022	23.1621	49.8163	81.8645
9	0.64	18.1752	30.1629	57.0140	93.1396
10	0.72	23.0249	38.0616	64.2321	104.3097
11	0.80	28.4529	46.8497	71.4704	115.3749

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2442	0.2901	6.1114	7.2543
3	0.16	0.9788	1.1610	12.2600	14.5208
4	0.24	2.2068	2.6137	18.4460	21.7995
5	0.32	3.9312	4.6493	24.6691	29.0905
6	0.40	6.1549	7.2685	30.9296	36.3936
7	0.48	8.8809	10.4726	37.2273	43.7089
8	0.56	12.1122	14.2623	43.5622	51.0364
9	0.64	15.8518	18.6387	49.9344	58.3762
10	0.72	20.1027	23.6028	56.3439	65.7281
11	0.80	24.8679	29.1555	62.7906	73.0923

**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]

Inviluppi combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

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

---

2	0.42	-4.9728	-1.7379	-22.8681	-7.7871
3	0.84	-18.5271	-6.1307	-40.8643	-12.6425
4	1.26	-38.6168	-11.9472	-53.9886	-14.5663
5	1.68	-63.1955	-17.9560	-62.2410	-13.5584
6	2.10	-90.2171	-22.9258	-65.6214	-9.6188
7	2.52	-117.6354	-25.6253	-64.1300	-2.7475
8	2.94	-143.4298	-24.8488	-61.9490	6.7355
9	3.36	-166.0097	-19.8207	-65.5152	17.3701
10	3.78	-184.1413	-10.1219	-69.6409	28.9764
11	4.20	-199.4239	4.8555	-71.7261	43.5544

Inviluppo combinazioni SLE

<b>Nr.</b>	<b>X</b>	<b>Mmin</b>	<b>Mmax</b>	<b>Tmin</b>	<b>Tmax</b>
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.42	-1.0602	-0.0919	-4.7690	-0.2818
3	0.84	-3.7713	-0.1060	-7.8621	0.3704
4	1.26	-7.4297	0.3501	-9.2792	1.9568
5	1.68	-11.3313	1.6685	-9.0204	4.4772
6	2.10	-14.7722	4.2417	-7.0857	7.9317
7	2.52	-17.0486	8.4620	-3.4750	12.3203
8	2.94	-17.4822	14.6960	1.4916	17.3230
9	3.36	-15.8246	22.8805	6.3542	21.4798
10	3.78	-12.1845	32.5954	10.9327	25.7859
11	4.20	-6.4810	43.6098	17.2271	33.4742

*Armature*

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