

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

**TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI PROGETTO ESECUTIVO**

**Riqualificazione Ambientale Val Lemme  
Relazione di calcolo**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio <b>Cociv</b> Ing.G.Guagnozzi	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 1	E	C V	C L	D P 0 4 0 0	0 0 2	A

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima emissione	Foltran	19/10/2012	Panizza	19/10/2012	E. Pagani	19/10/2012	

n. Elab.:	File: IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC
-----------	-------------------------------------------

GENERAL CONTRACTOR



Consorzio Collegamenti Integrati Veloci

ALTA SORVEGLIANZA



IG51 01 E CV CL DP04 00 002\_A00.DOC  
Riqualifica Ambientale Val Lemme

Foglio  
2 di 305

## INDICE

1.	PREMESSA .....	7
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	8
3.	PARAMETRI GEOTECNICI.....	10
4.	VERIFICA GEOTECNICA DELLA PALIFICATA DI SOSTEGNO DELLE SCARPATE DELLA STRADA .....	10
4.1.	Modellazione.....	10
4.1.1.	Caratteristiche geometriche delle opere.....	10
4.1.2.	Condizioni di carico.....	11
4.1.3.	Combinazioni dei carichi.....	14
4.2.	Verifiche della palificata doppia .....	15
4.2.1.	Verifica a ribaltamento .....	15
4.2.2.	Verifica a scorrimento .....	15
4.2.3.	Verifica al carico limite del terreno.....	15
4.2.4.	Verifica di stabilità globale .....	17
4.3.	Risultati delle verifiche .....	17
4.3.1.	Analisi della spinta e verifiche.....	17
4.3.2.	Combinazione n°1 .....	18
4.3.3.	Combinazione n°2 .....	22
4.3.4.	Combinazione n°3 .....	25
4.3.5.	Combinazione n°4 .....	28
5.	VERIFICA GEOTECNICA E STRUTTURALE DELLE VASCHE DI RACCOLTA E DECANTAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE DI VERSANTE .....	31
5.1.	Modellazione.....	31
5.1.1.	Caratteristiche dei materiali .....	31
	$\sigma$ N/mm <sup>2</sup> .....	32
5.1.2.	Caratteristiche geometriche delle opere.....	32
5.1.3.	Condizioni di carico.....	32
5.2.	Verifiche .....	37
5.2.1.	Verifica a ribaltamento .....	37
5.2.2.	Verifica a scorrimento .....	37
5.2.3.	Verifica al carico limite del terreno.....	38
5.3.	Risultati delle verifiche .....	39
5.3.1.	Verifica a ribaltamento e a scorrimento .....	39
5.3.2.	Verifica al carico limite .....	57
5.3.3.	Verifica della sezione di spiccato dell'elevazione.....	57

5.3.4.	Altre vasche .....	61
6.	<b>VERIFICA STRUTTURALE DELLE VASCHE DI RACCOLTA E SEDIMENTAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE DELL'ABBANCAMENTO E DELLA VASCA DI SEDIMENTAZIONE DI VALLE .....</b>	<b>63</b>
6.1.	Rappresentazione generale del manufatto.....	63
6.2.	Descrizione del software.....	63
6.3.	Dati generali.....	66
6.3.1.	Materiali c.a.....	66
6.3.2.	Curve di materiali c.a. ....	66
6.3.3.	Armature .....	67
6.3.4.	Terreni.....	67
6.4.	Dati di definizione .....	68
6.4.1.	Preferenze commessa.....	68
6.4.2.	Azioni e carichi.....	70
6.4.3.	Quote .....	71
6.4.4.	Elementi di input .....	72
6.5.	Risultati numerici.....	75
6.5.1.	Pressioni massime sul terreno.....	75
6.5.2.	Spostamenti di interpiano .....	77
6.5.3.	Tagli ai livelli.....	78
6.5.4.	Equilibrio forze .....	80
6.6.	Verifiche.....	84
6.6.1.	Verifiche piastre e pareti C.A. ....	84
7.	<b>VERIFICA STRUTTURALE DELLE VASCHE DI RACCOLTA E SEDIMENTAZIONE DELLE ACQUE DI DRENAGGIO .....</b>	<b>97</b>
8.	<b>VERIFICA STRUTTURALE DELLA PIASTRA IN C.A. GETTATA IN OPERA, AVENTE LA FUNZIONE DI ELEMENTO DI DISTRIBUZIONE DEL CARICO TRASMESSO DALL'OPERA IN TERRA ARMATA A SOSTEGNO DEL VERSANTE AI POZZI DI FONDAZIONE SOTTOSTANTI .....</b>	<b>98</b>
8.1.	Caratteristiche dei materiali .....	99
8.2.	Analisi dei carichi .....	99
8.2.1.	Pesi propri.....	100
8.2.2.	Spinte del terrapieno.....	100
8.2.3.	Azioni sismiche .....	102
8.3.	Azioni applicate.....	107
8.4.	Analisi delle sollecitazioni interne .....	109
8.4.1.	Modello di calcolo agli elementi finiti .....	109
8.4.2.	Condizioni di carico elementari.....	112

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualifica Ambientale Val Lemme</p>	<p>Foglio 5 di 305</p>

8.4.3.	Combinazioni di carico.....	114
8.4.4.	Sollecitazioni di progetto.....	115
8.5.	Verifiche strutturali .....	119
8.5.1.	Verifica a flessione.....	119
8.5.2.	Verifica taglio .....	119
9.	<b>VERIFICA STRUTTURALE DEL CANALE DI RACCOLTA ACQUE DA REALIZZARE A MONTE DELLA STRADA DI ACCESSO ALL'ABBANCAMENTO....</b>	<b>122</b>
9.1.	Caratteristiche dei materiali .....	123
9.2.	Analisi dei carichi .....	123
9.2.1.	Peso proprio manufatto .....	123
9.2.2.	Azioni del terreno .....	123
9.2.3.	Azioni sismiche .....	124
9.3.	Verifiche di resistenza.....	129
9.4.	Verifiche di stabilità .....	130
10.	<b>DIMENSIONAMENTO DEI POZZI DI FONDAZIONE DELL'OPERA DI SOSTEGNO IN TERRA RINFORZATA POSTA AL PIEDE DEL RILEVATO.....</b>	<b>133</b>
10.1.	Caratteristiche dei materiali da costruzione.....	133
10.2.	Dimensionamento delle opere provvisorie .....	134
10.2.1.	Modello geotecnico del terreno .....	135
10.2.2.	Azione sismica.....	135
10.2.3.	Programma utilizzato per il dimensionamento dell'opera provvisoria (PARATIE).....	136
10.2.4.	Criteri di dimensionamento e verifica .....	137
10.2.5.	Analisi della paratia .....	137
10.2.6.	Fasi di calcolo.....	141
10.2.7.	Risultati delle analisi .....	141
10.2.8.	Verifiche strutturali.....	146
10.2.9.	Verifica della lunghezza di immersione.....	147
10.3.	Analisi di formatura del complesso terreno opera di sostegno .....	148
10.3.1.	Caratterizzazione geotecnica .....	148
10.3.2.	Programma utilizzato per il calcolo delle deformazioni (PLAXIS) .....	151
10.3.3.	Quota della falda .....	152
10.3.4.	Sovraccarichi permanenti .....	152
10.3.5.	Sovraccarichi accidentali .....	153
10.3.6.	Geometria di calcolo .....	153
10.3.7.	Elementi strutturali schematizzati nel modello .....	155
10.3.8.	Discretizzazione del modello agli elementi finiti .....	156
10.3.9.	Fasi esecutive di calcolo.....	157

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualifica Ambientale Val Lemme</p>	<p>Foglio 6 di 305</p>

10.3.10. Risultati delle analisi eseguite ..... 162

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	
	<p>IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualifica Ambientale Val Lemme</p>	<p>Foglio 7 di 305</p>

## 1. PREMESSA

La presente relazione fa parte del progetto esecutivo degli interventi relativi alla realizzazione della tratta A.V./A.C. del Terzo Valico ed ha come oggetto le seguenti verifiche geotecniche e strutturali:

- verifica geotecnica della palificata di sostegno delle scarpate della strada,
- verifica geotecnica e strutturale delle vasche di raccolta e decantazione delle acque meteoriche di versante,
- verifica strutturale delle vasche di raccolta e sedimentazione delle acque meteoriche dell'abbancamento e della vasca di sedimentazione di valle,
- verifica strutturale delle vasche di raccolta e sedimentazione delle acque di drenaggio,
- verifica strutturale della piastra in C.A. gettata in opera, avente la funzione di elemento di distribuzione del carico trasmesso dall'opera in terra rinforzata a sostegno del versante ai pozzi di fondazione sottostanti,
- verifica strutturale del canale di raccolta acque da realizzare a monte della strada di accesso all'abbancamento;
- dimensionamento dei pozzi di fondazione dell'opera di sostegno in terra rinforzata posta al piede del rilevato.

Le verifiche strutturali sono state condotte secondo DM96 e relative circolari.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	
	<p>IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualifica Ambientale Val Lemme</p>	<p>Foglio 8 di 305</p>

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I calcoli delle strutture sono stati eseguiti in accordo con le seguenti normative tecniche di riferimento:

- [1] **LEGGE 5 novembre 1971 n.1086**: «Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica»;
- [2] **LEGGE 2 febbraio 1974, n.64**: «Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche»;
- [3] **DM 30 Maggio 1974**: «Norme tecniche per la esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche»;
- [4] **DM 3 marzo 1975 n. 40** «Disposizioni concernenti l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche»;
- [5] **DECRETO MINISTERIALE LL.PP. 11 marzo 1988**: «Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione»;
- [6] **DM 11 marzo 1988**: «Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. istruzioni per l'applicazione»;
- [7] **CIRCOLARE 24 Settembre 1988, n.30483/S.T.C.**: «Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri e le prescrizioni per la progettazione l'esecuzione e il collaudo delle opere di fondazione» di cui alla legge 2/2/1974 e al D.M. 11/3/1988;
- [8] **CNR Norme tecniche n°10011, 1988**: «Costruzioni in acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione»;
- [9] **DM LLPP 14 febbraio 1992**: «Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche»;
- [10] **Circolare LLPP 24 Giugno 1993 n. 37406/Stc**: Legge 5 novembre 1971, n. 1086. «Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche, di cui al Decreto Ministeriale 14 febbraio 1992»;
- [11] **DECRETO MINISTERIALE 9 gennaio 1996**: «Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche»;
- [12] **DECRETO MINISTERIALE 16 gennaio 1996**: «Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi"»;
- [13] **DECRETO MINISTERIALE 16 gennaio 1996**: «Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche»;
- [14] **CIRCOLARE 9 Gennaio 1996, n.218/24/3, Ministero dei LL.PP.**: «Istruzioni per la redazione della relazione geologica e geotecnica» di cui alla legge 2/2/1974 e al D.M. 11/3/1988;
- [15] **CIRCOLARE 4 luglio 1996, n.156 AA.GG./S.T.C.**: «Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi"» di cui al D.M. 16/1/'96»;



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualifica Ambientale Val Lemme	Foglio 9 di 305

- [16] **CIRCOLARE 15 ottobre 1996, n.252 AA.GG./S.T.C.:** «Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche"» di cui al D.M. 9/1/96";
- [17] **CIRCOLARE 10 aprile 1997, n.65 AA.GG/S.T.C.:** «Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche"» di cui al D.M. 9/1/96";
- [18] **DM LLPP 5 agosto 1999:** «Modificazioni al DM 9 gennaio 1996 contenente norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche».

Inoltre, per quanto concerne le procedure amministrative relative alle zone sismiche si fa riferimento alle seguenti leggi regionali:

- [19] **L.R. n. 19 del 12 marzo 1985,** "Snellimento delle procedure di cui alla legge 2 febbraio 1974, n. 64, in attuazione alla legge 10 dicembre, n. 741";
- [20] **O.P.C.M. n°3274 e relativi allegati del 20/03/2003:** «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica (pubblicato sul supplemento alla G.U. n° 105 del 08/05/2003)»;
- [21] **Delibera della Giunta Regionale 17 novembre 2003, n. 61-11017,** "Prime disposizioni in applicazione dell'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20/03/2003;
- [22] **Delibera della Giunta Regionale 23 dicembre 2003, n. 64-11402,** "Disposizioni attuative dell'articolo 2 dell'OPCM 3274 del 20marzo 2003";
- [23] **Delibera della Giunta Regionale 19 gennaio 2010, n. 11-13058,** "Aggiornamento ed adeguamento dell'elenco delle zone sismiche (O.P.C.M. n. 3274/2003 e O.P.C.M. 3519/2006)".

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualifica Ambientale Val Lemme	Foglio 10 di 305

### 3. PARAMETRI GEOTECNICI

La relazione geotecnica sviluppa approfondite analisi e valutazioni che conducono alla definizione dei parametri di progetto. Nelle successive calcolazioni si considera per il materiale di abbancamento (smarino galleria) un angolo di attrito di 30° e coesione nulla.

### 4. VERIFICA GEOTECNICA DELLA PALIFICATA DI SOSTEGNO DELLE SCARPATE DELLA STRADA

Il progetto prevede la realizzazione di un abbancamento e di una strada per eseguirne la manutenzione periodica. La strada si sviluppa lungo una serie di tornanti a mezza costa lungo l'abbancamento. Le scarpate sono sostenute da palificate a doppia parete, realizzate con la tecnica dell'ingegneria naturalistica. Poste al piede della scarpate, con la propria massa si contrappongono ai movimenti gravitativi, bloccando le masse a monte, favorendo il drenaggio e svolgendo nel complesso un'azione stabilizzatrice e di consolidamento.

Lo stesso materiale vegetale vivo, una volta attecchito e sviluppato, svolge nel tempo un'efficientissima azione di consolidamento, mediante l'apparato radicale, e di drenaggio, mediante la traspirazione fogliare, sostituendo nella funzionalità la struttura lignea destinata a decomporsi.

Le unità di misura, salvo diversamente specificato, sono da intendersi kN, kNm e m.

Il calcolo delle strutture è stato condotto con l'ausilio di codice di calcolo MAX vers. 10.05.a.

#### 4.1. Modellazione

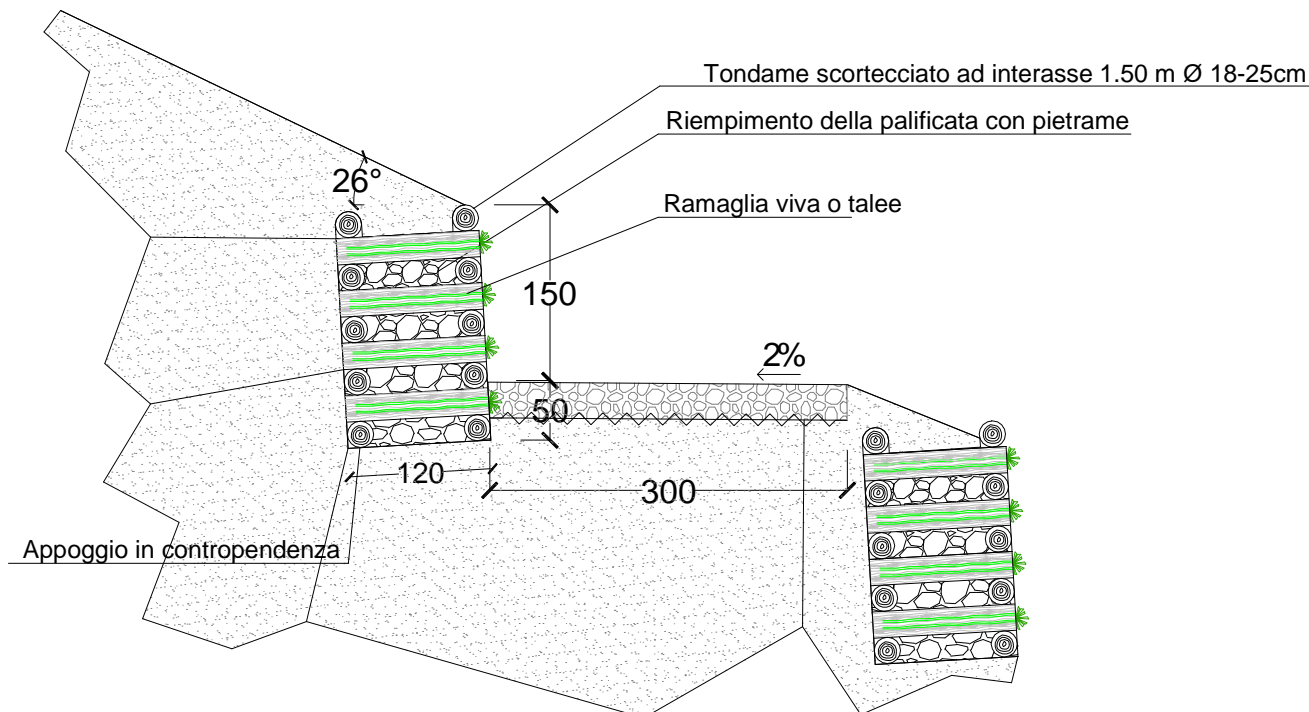
##### 4.1.1. Caratteristiche geometriche delle opere

Per il sostegno delle scarpate della strada è stata scelta un'opera a basso impatto ambientale, costituita da una palificata a doppia parete.

Si tratta di una struttura in tronchi disposti, in livelli sovrapposti, perpendicolarmente uno all'altro a formare una "gabbia" di contenimento per il materiale inerte di riporto ed il materiale vegetale vivo.

Presenta due pareti di cui una esterna, frontale, ed una interna, a contatto con il substrato, parallele ed inclinate rispetto all'orizzontale.

Nella sezione che segue è riportato lo schema dell'opera.



La verifica di seguito riportata riguarda la struttura di sottoscarpa, soggetta oltre al peso proprio ed alla spinta del terreno, anche al contributo di spinta indotto dai mezzi in transito sulla strada. Il calcolo viene condotto nell'ipotesi di paramenti inclinati di  $3^\circ$  rispetto alla verticale, con altezza massima pari a 2,30 m e altezza fuori terra pari a 1,30 m.

#### 4.1.2. Condizioni di carico

Per una palificata a doppia parete il calcolo di dimensionamento è innanzi tutto quello di un'opera a gravità. A tal fine sono state individuate 3 tipologie di carico elementare:

- 1: peso proprio strutturale
- 2: spinta del terreno
- 3: carico variabile (per le palificate di sottoscarpa)
- 4: azione del sisma.

#### **Peso proprio strutturale**

Il valore del peso proprio della palificata a doppia parete viene valutato assumendo  $\gamma_r = 22$  kN/mc il peso del materiale di riempimento, che dovrà essere di tipo granulare con un angolo di attrito non inferiore ai  $35^\circ$  per garantire la stabilità interna dell'opera.

Nel calcolo si trascura invece il peso proprio del legname.

#### **Spinta del terreno**

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualifica Ambientale Val Lemme	Foglio 12 di 305

L'azione corrispondente alla spinta delle terre è stata valutata impiegando il metodo di Culmann. Questo metodo 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.

### **Carichi variabili**

Si considera un carico variabile di 5 KN/mq, per tener conto del transito dei mezzi di manutenzione sulla strada, a tergo delle palificate.

### Azione sismica

Nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale del Piemonte n. 11-13058 del 19.01.2010, entrata in vigore con la D.G.R. n. 4-3084 del 12.12.2011, il Comune di Voltaggio è stato posto in zona 3.

A questo proposito, va evidenziato che il D.M. 16/01/96 prevede l'obbligo di progettazione per le zone di sismicità "alta" (grado di sismicità  $S=12$ ), "media" ( $S=9$ ) e "bassa" ( $S=6$ ) che corrispondono, rispettivamente, alla zona 1 (accelerazione orizzontale di picco del suolo con probabilità di superamento del 10% in 50 anni,  $ag = 0.35g$ ), alla zona 2 ( $ag = 0.25g$ ) e alla zona 3 ( $ag = 0.15g$ ) dell'O.P.C.M. n. 3274/03, così come precisato dalla nota esplicativa del 4 giugno 2003 a cura del Dipartimento della Protezione Civile.

Per quanto sopra, le verifiche in condizioni sismiche verranno effettuate per un grado di sismicità  $S = 6$ .

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualifica Ambientale Val Lemme	Foglio 13 di 305

L'analisi statica degli effetti sismici può essere effettuata mediante un sistema di forze orizzontali parallele alle direzioni ipotizzate per il sisma; la risultante di tali forze viene valutata con l'espressione:

$$F_h = C \cdot R \cdot I \cdot W$$

essendo:

C = (S-2) / 100 il coefficiente di intensità sismica;

S = il grado di sismicità (S ≥ 2);

R = il coefficiente di risposta relativo alla direzione considerata;

I = il coefficiente di protezione sismica;

W = il peso complessivo delle masse.

Si assume come coefficiente di risposta R della struttura una funzione del periodo fondamentale T0 della stessa, per oscillazioni nella direzione considerata. Se il periodo T0 non viene determinato, come in questo specifico caso, si deve assumere R = 1,0.

Per le opere che non presentano un particolare rischio per le loro caratteristiche d'uso, quali quelle del caso in oggetto, si assume I = 1,0.

Oltre alla spinta statica del terreno, deve considerarsi in caso di sisma, un incremento di spinta □F pari alla differenza fra la spinta Fs esercitata dal terreno retrostante in condizioni sismiche e quella statica F: ΔF = F - Fs, in cui

$$F_s = A \cdot F'$$

dove:

$$A = \cos^2(\beta + \theta) / (\cos^2 \beta \cdot \cos \theta)$$

$$\theta = \arctg C$$

F' = spinta calcolata per i' = i + θ e β' = β + θε

β = angolo formato dall'intradosso del muro con la verticale (positivo per intradosso inclinato verso l'esterno con origine al piede);

i = angolo formato dalla superficie esterna del terreno con l'orizzontale (positivo verso l'alto).

Tale incremento di spinta deve essere applicato ad una distanza dalla base del muro pari a 2/3 dell'altezza del paramento stesso.

In caso sismico i valori dei coefficienti di spinta attiva e passiva sono stati determinati con le seguenti formule, utilizzando i parametri corretti:

$$K_A = \frac{\cos^2(\varphi' - \beta)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta) \cdot \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi') \cdot \sin(\varphi' - i)}{\cos(\beta + \delta) \cdot \cos(\beta - i)}} \right]^2}$$

$$K_P = \frac{\cos^2(\varphi' + \beta)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta - \delta) \cdot \left[ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi') \cdot \sin(\varphi' + i)}{\cos(\beta - \delta) \cdot \cos(\beta - i)}} \right]^2}$$

#### 4.1.3. *Combinazioni dei carichi*

Le azioni elementari sopra analizzate sono state combinate come riportato nella tabella che segue:

COMB	Peso proprio	Variabili	Spinta	Sisma
Comb 1	1	0	1	0
Comb 2	1	1	1	0
Comb 3	1	0	1	1
Comb 4	1	1	1	1

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualifica Ambientale Val Lemme

Foglio  
15 di 305

## 4.2. Verifiche della palificata doppia

Sono state condotte le seguenti verifiche:

- verifica a ribaltamento
- verifica di scorrimento
- verifica a capacità portante
- verifica di stabilità globale

### 4.2.1. 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 del coefficiente di sicurezza:

$$M_s / M_r \geq 1,5.$$

Il momento ribaltante  $M_r$  è dato dalla componente orizzontale della spinta  $S$ .

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).

### 4.2.2. 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:

$$F_r / F_s \geq 1,3.$$

La forza che interviene nella  $F_s$  è la componente della spinta 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  $\phi$  l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con  $c_a$  l'adesione terreno-fondazione e con  $B_r$  la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \tan \phi + c_a \cdot B_r$$

### 4.2.3. Verifica al carico limite del terreno

Il rapporto fra il carico limite in fondazione  $Q_u$  e la componente normale  $R$  della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a 2:

$$Q_u / R \geq 2.$$

Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF.

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c \times N_c \times d_c \times i_c + q \times N_q \times d_q \times i_q + 0.5 \times \gamma \times B \times N_\gamma \times d_\gamma \times i_\gamma = c \times N'_c + q \times N'_q + 0.5 \times \gamma \times B \times N'_\gamma.$$

In questa espressione:

- $c$  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.

Indicando con  $K_p$  il coefficiente di spinta passiva espresso da  $K_p = \text{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$ , i vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e^{\pi \text{tg} \phi}$$

$$N_q = A K_p$$

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

$$N_\gamma = (N_q - 1) \text{tg} (1,4 \phi)$$

### Fattori di profondità

$$d_q = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$$

$$d_q = d_\gamma = 1 \quad \text{per } \phi = 0$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p} \quad \text{per } \phi > 0$$

### Fattori di inclinazione

Indicando con  $\theta$  l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale (espresso in gradi) e con  $\phi$  l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:



$$i_c = i_q = (1 - \theta^\circ/90)^\phi$$

$$i_\gamma = (1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ})^\phi \quad \text{per } \phi > 0$$

$$i_\gamma = 0 \quad \text{per } \phi = 0.$$

#### 4.2.4. Verifica di stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro + terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a 1,3.

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

Il coefficiente di sicurezza fornito da Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i^n ( \frac{b_i c_i + W_i \tan \phi_i}{m} )}{\sum_i^n W_i \sin \alpha_i}$$

$$\text{con } m = (1 + \frac{\tan \alpha_i \tan \phi_i}{\eta}) \cos \alpha_i .$$

dove n è il numero delle strisce considerate, b<sub>i</sub> ed α<sub>i</sub> sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i-esima rispetto all'orizzontale, W<sub>i</sub> è il peso della striscia i-esima e c<sub>i</sub> ed Φ<sub>i</sub> sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene a secondo membro il termine m che è funzione di η. Quindi essa va risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per η da inserire nell'espressione di m ed iterare fino a quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

### 4.3. Risultati delle verifiche

#### 4.3.1. Analisi della spinta e verifiche

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 Meyerhof

Calcolo della stabilità globale metodo di Fellenius

Calcolo della spinta in condizioni di Spinta attiva

### Sisma

Coefficiente di intensità sismica (percento) 0.04

Forma diagramma incremento sismico Triangolare con vertice in basso

Partecipazione spinta passiva (percento) 0,0

Baricentro del muro  $X=-0,68$   $Y=-1,18$

### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta  $X = -0,12$   $Y = -2,37$

Punto superiore superficie di spinta  $X = 0,00$   $Y = 0,00$

Altezza della superficie di spinta 2,37 [m]

Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale) -3,00 [°]

### 4.3.2. Combinazione n°1

Valore della spinta statica 18,2450 [kN]

Componente orizzontale della spinta statica 17,4478 [kN]

Componente verticale della spinta statica 5,3343 [kN]

Punto d'applicazione della spinta  $X = -0,08$  [m]  $Y = -1,54$  [m]

Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie 20,00 [°]

Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche 52,93 [°]

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte 0,0000 [kN]

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte  $X = 0,00$  [m]  $Y = 0,00$  [m]

### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale 17,4478 [kN]

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	69,0386	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	13,2949	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	53,0312	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	69,8572	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	13,8107	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,07	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,28	[m]
Risultante in fondazione	71,2092	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11,18	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	4,9349	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	419,7717	[kN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,28	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	72,72	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	36,52	[kPa]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 30.14$	$N_q = 18.40$	$N_{\square} = 15.67$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_{\square} = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,77$	$i_q = 0,77$	$i_{\square} = 0,39$
Fattori profondità	$d_c = 1,27$	$d_q = 1,14$	$d_{\square} = 1,14$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 29.38 \quad N'_q = 16.02 \quad N'_{\square} = 7.00$$

#### Coefficienti di sicurezza

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.99
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.84
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	6.01
Coefficiente di sicurezza a stabilità globale	1.38

#### Stabilità globale muro + terreno

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

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

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualifica Ambientale Val Lemme
	Foglio 20 di 305

- $\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
- $c$  coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]
- $b$  larghezza della striscia espressa in [m]
- $u$  pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kPa]

#### Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

#### Cerchio critico

Coordinate del centro  $X[m] = -1,76$   $Y[m] = 0,59$

Raggio del cerchio  $R[m] = 3,37$

Ascissa a valle del cerchio  $X_i[m] = -3,53$

Ascissa a monte del cerchio  $X_s[m] = 1,62$

Larghezza della striscia  $dx[m] = 0,21$

Coefficiente di sicurezza  $C = 1.38$

Le strisce sono numerate da monte verso valle

#### Caratteristiche delle strisce

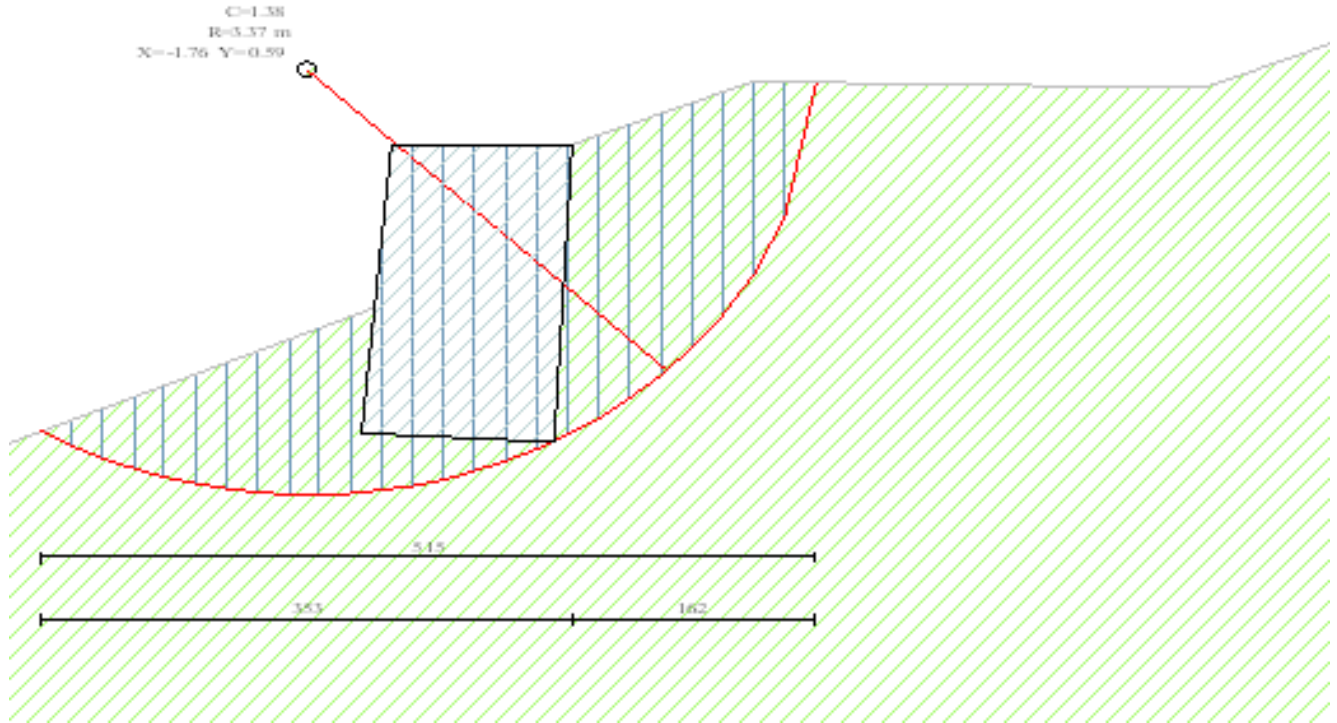
Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W \sin \alpha$	$b / \cos \alpha$	$\phi$	c	u
1	1,9877	79.09	1,9518	0,0107	30.00	0	0
2	4,8248	65.63	4,3948	0,0049	30.00	0	0
3	6,1367	58.07	5,2083	0,0038	30.00	0	0
4	6,9189	51.92	5,4464	0,0033	30.00	0	0
5	7,4912	46.54	5,4374	0,0029	30.00	0	0
6	7,9156	41.65	5,2607	0,0027	30.00	0	0
7	8,2261	37.11	4,9637	0,0025	30.00	0	0
8	8,4823	32.84	4,5994	0,0024	30.00	0	0
9	10,4024	28.76	5,0045	0,0023	30.00	0	0
10	11,1147	24.83	4,6677	0,0022	30.00	0	0
11	11,4294	21.03	4,1012	0,0022	30.00	0	0
12	11,6864	17.32	3,4791	0,0021	30.00	0	0
13	11,8896	13.69	2,8129	0,0021	30.00	0	0
14	11,4856	10.11	2,0154	0,0021	30.00	0	0
15	5,9731	6.57	0,6831	0,0020	30.00	0	0
16	5,0601	3.05	0,2694	0,0020	30.00	0	0
17	4,7373	-0.45	-0,0373	0,0020	30.00	0	0
18	4,3678	-3.96	-0,3013	0,0020	30.00	0	0
19	3,9512	-7.47	-0,5140	0,0020	30.00	0	0
20	3,4866	-11.02	-0,6666	0,0021	30.00	0	0
21	2,9725	-14.61	-0,7500	0,0021	30.00	0	0
22	2,4068	-18.27	-0,7544	0,0021	30.00	0	0
23	1,7863	-22.00	-0,6691	0,0022	30.00	0	0
24	1,1071	-25.83	-0,4823	0,0022	30.00	0	0
25	0,3635	-29.79	-0,1806	0,0023	30.00	0	0

$\Sigma W_i = 156,2036$  [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 55,9402$  [kN]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 77,4089$  [kN]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 0,0000$  [kN]



#### 4.3.3. Combinazione n°2

Valore della spinta statica	19,9337	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	19,0627	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	5,8280	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,08	[m]	Y = -1,54	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	20,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,43	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	19,0627	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	69,5323	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	14,4283	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	53,6817	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	70,4347	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	15,3975	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,08	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,28	[m]
Risultante in fondazione	72,0981	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12,33	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	5,7872	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	391,3481	[kN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,28	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	76,30	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	33,84	[kPa]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 30.14$	$N_q = 18.40$	$N_{\square} = 15.67$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_{\square} = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,74$	$i_q = 0,74$	$i_{\square} = 0,35$
Fattori profondità	$d_c = 1,27$	$d_q = 1,14$	$d_{\square} = 1,14$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$$N'_c = 28.53 \quad N'_q = 15.56 \quad N'_{\square} = 6.17$$

### Coefficienti di sicurezza

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.72
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.66
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.56
Coefficiente di sicurezza a stabilità globale	1.33

### Stabilità globale muro + terreno

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

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

angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

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

b larghezza della striscia espressa in [m]

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

### Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,76 Y[m]= 0,98

Raggio del cerchio R[m]= 3,72

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,54

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1,94

Larghezza della striscia dx[m]= 0,22

Coefficiente di sicurezza C= 1.33

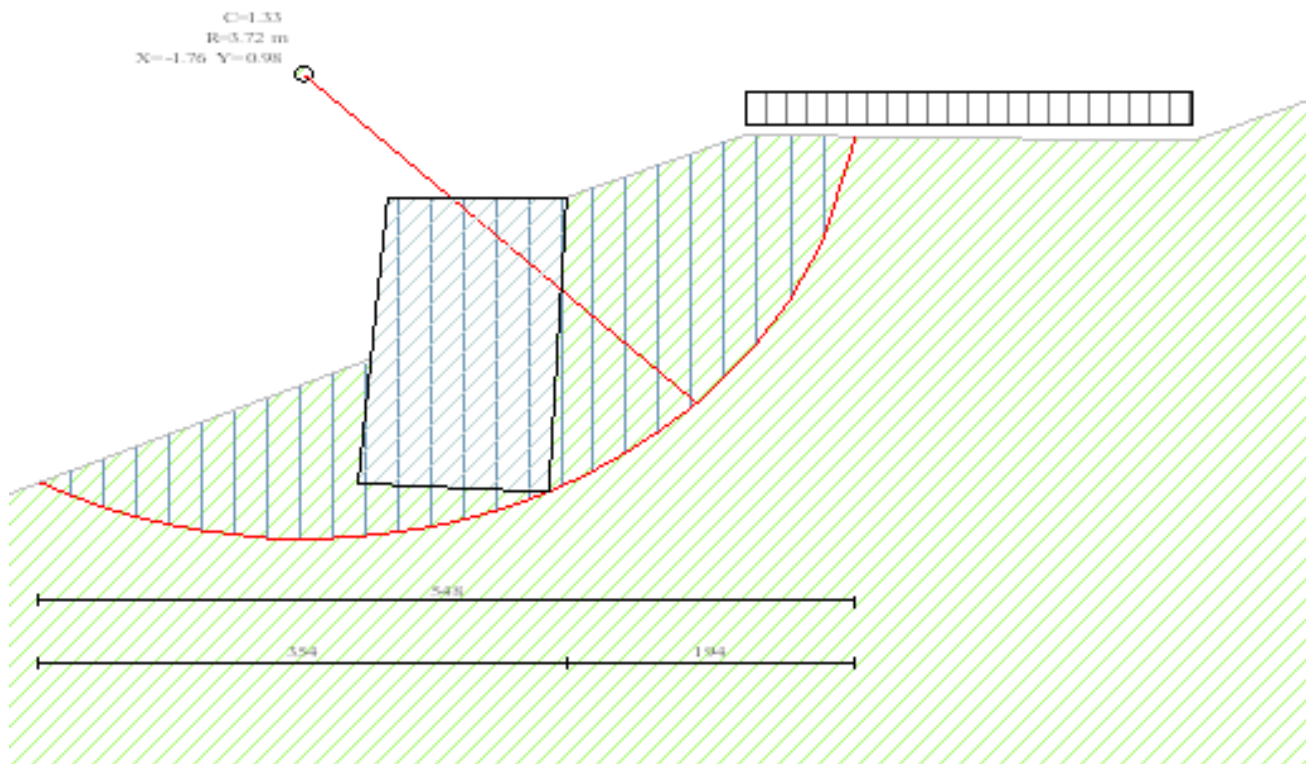
Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	2,7582	75.34	2,6684	0,0085	30.00	0	0
2	5,3595	65.10	4,8613	0,0051	30.00	0	0
3	6,9964	57.90	5,9271	0,0040	30.00	0	0
4	7,4871	51.98	5,8982	0,0035	30.00	0	0
5	7,7619	46.77	5,6552	0,0031	30.00	0	0
6	8,2516	42.03	5,5242	0,0029	30.00	0	0
7	8,6145	37.62	5,2582	0,0027	30.00	0	0
8	8,8734	33.46	4,8923	0,0026	30.00	0	0
9	9,0948	29.49	4,4774	0,0025	30.00	0	0
10	11,1453	25.68	4,8291	0,0024	30.00	0	0
11	11,8216	21.98	4,4245	0,0023	30.00	0	0
12	12,1300	18.38	3,8241	0,0023	30.00	0	0
13	12,3784	14.85	3,1721	0,0022	30.00	0	0
14	12,5701	11.38	2,4796	0,0022	30.00	0	0
15	9,9859	7.95	1,3806	0,0022	30.00	0	0

16	5,4468	4.55	0,4317	0,0022	30.00	0	0
17	5,0461	1.16	0,1023	0,0022	30.00	0	0
18	4,6527	-2.22	-0,1802	0,0022	30.00	0	0
19	4,2080	-5.61	-0,4112	0,0022	30.00	0	0
20	3,7114	-9.02	-0,5817	0,0022	30.00	0	0
21	3,1617	-12.46	-0,6821	0,0022	30.00	0	0
22	2,5570	-15.95	-0,7025	0,0022	30.00	0	0
23	1,8947	-19.50	-0,6323	0,0023	30.00	0	0
24	1,1713	-23.13	-0,4600	0,0023	30.00	0	0
25	0,3819	-26.86	-0,1725	0,0024	30.00	0	0

$\Sigma W_i = 167,4605$  [kN]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 61,9836$  [kN]  
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 82,7325$  [kN]  
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 0,0000$  [kN]





GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualifica Ambientale Val Lemme

Foglio  
25 di 305

#### 4.3.4. Combinazione n°3

Valore della spinta statica	18,2450	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	17,4478	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	5,3343	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,08	[m]	Y = -1,54	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	20,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	52,93	[°]		
Incremento sismico della spinta	0,0172	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = -0,04	[m]	Y = -0,79	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	52,93	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	0,0255	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,0000	[kN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	17,4898	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	69,0437	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	13,3484	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	53,0381	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	69,8644	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	13,8523	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,07	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,28	[m]
Risultante in fondazione	71,2244	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11,21	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	4,9862	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	418,6634	[kN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,28	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	72,92	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	36,34	[kPa]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 30.14$	$N_q = 18.40$	$N_{\square} = 15.67$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_{\square} = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,77$	$i_q = 0,77$	$i_{\square} = 0,39$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualfica Ambientale Val Lemme
	Foglio 26 di 305

Fattori profondità  $d_c = 1,27$   $d_q = 1,14$   $d_{\square} = 1,14$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 29.35$   $N'_q = 16.01$   $N'_{\square} = 6.98$

### Coefficienti di sicurezza

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 3.97

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.84

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 5.99

Coefficiente di sicurezza a stabilità globale 1.38

### Stabilità globale muro + terreno

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

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

$\phi$  angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

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

b larghezza della striscia espressa in [m]

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

### Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,76 Y[m]= 0,59

Raggio del cerchio R[m]= 3,37

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,53

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1,62

Larghezza della striscia dx[m]= 0,21

Coefficiente di sicurezza C= 1.38

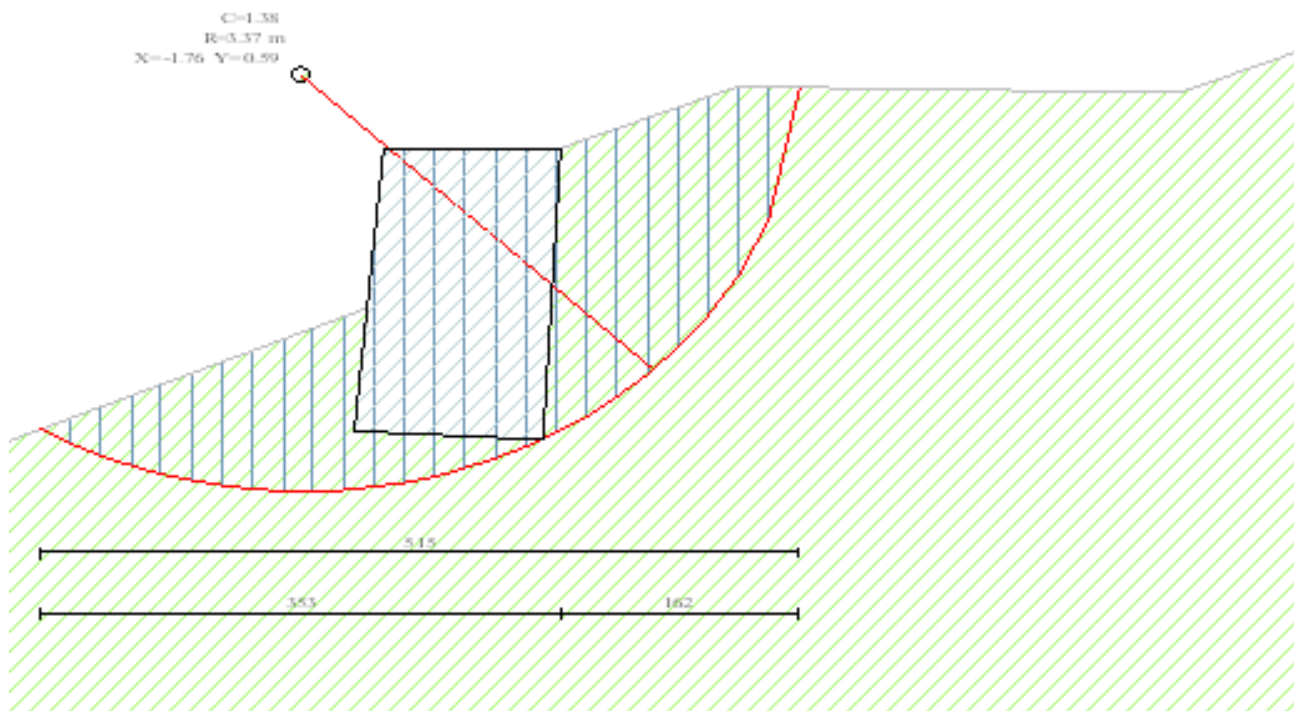
Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	1,9877	79.09	1,9518	0,0107	30.00	0	0
2	4,8248	65.63	4,3948	0,0049	30.00	0	0
3	6,1367	58.07	5,2083	0,0038	30.00	0	0
4	6,9189	51.92	5,4464	0,0033	30.00	0	0
5	7,4912	46.54	5,4374	0,0029	30.00	0	0
6	7,9156	41.65	5,2607	0,0027	30.00	0	0
7	8,2261	37.11	4,9637	0,0025	30.00	0	0
8	8,4823	32.84	4,5994	0,0024	30.00	0	0

9	10,4024	28.76	5,0045	0,0023	30.00	0	0
10	11,1147	24.83	4,6677	0,0022	30.00	0	0
11	11,4294	21.03	4,1012	0,0022	30.00	0	0
12	11,6864	17.32	3,4791	0,0021	30.00	0	0
13	11,8896	13.69	2,8129	0,0021	30.00	0	0
14	11,4856	10.11	2,0154	0,0021	30.00	0	0
15	5,9731	6.57	0,6831	0,0020	30.00	0	0
16	5,0601	3.05	0,2694	0,0020	30.00	0	0
17	4,7373	-0.45	-0,0373	0,0020	30.00	0	0
18	4,3678	-3.96	-0,3013	0,0020	30.00	0	0
19	3,9512	-7.47	-0,5140	0,0020	30.00	0	0
20	3,4866	-11.02	-0,6666	0,0021	30.00	0	0
21	2,9725	-14.61	-0,7500	0,0021	30.00	0	0
22	2,4068	-18.27	-0,7544	0,0021	30.00	0	0
23	1,7863	-22.00	-0,6691	0,0022	30.00	0	0
24	1,1071	-25.83	-0,4823	0,0022	30.00	0	0
25	0,3635	-29.79	-0,1806	0,0023	30.00	0	0

$\Sigma W_i = 156,2036$  [kN]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 55,9402$  [kN]  
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 77,4089$  [kN]  
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 0,0000$  [kN]



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualifica Ambientale Val Lemme

Foglio  
28 di 305

#### 4.3.5. Combinazione n°4

Valore della spinta statica	19,9337	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	19,0627	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	5,8280	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,08	[m]	Y = -1,54	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	20,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51,43	[°]		
Incremento sismico della spinta	0,0203	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = -0,04	[m]	Y = -0,79	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51,43	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,0000	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	0,0255	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,0000	[kN]		

#### Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	19,1076	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	69,5383	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	14,4862	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	53,6897	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	70,4430	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	15,4421	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,08	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,28	[m]
Risultante in fondazione	72,1157	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12,36	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	5,8423	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	390,2429	[kN]

#### Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1,28	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	76,51	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	33,65	[kPa]

#### Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 30.14$	$N_q = 18.40$	$N_{\square} = 15.67$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_{\square} = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,74$	$i_q = 0,74$	$i_{\square} = 0,35$

Fattori profondità  $d_c = 1,27$   $d_q = 1,14$   $d_{\square} = 1,14$

I coefficienti  $N'$  tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 28.50$   $N'_q = 15.55$   $N'_{\square} = 6.15$

### Coefficienti di sicurezza

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 3.71

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 1.66

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 5.54

Coefficiente di sicurezza a stabilità globale 1.33

### Stabilità globale muro + terreno

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

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

angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

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

b larghezza della striscia espressa in [m]

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

### Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

### Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,76 Y[m]= 0,98

Raggio del cerchio R[m]= 3,72

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,54

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 1,94

Larghezza della striscia dx[m]= 0,22

Coefficiente di sicurezza C= 1.33

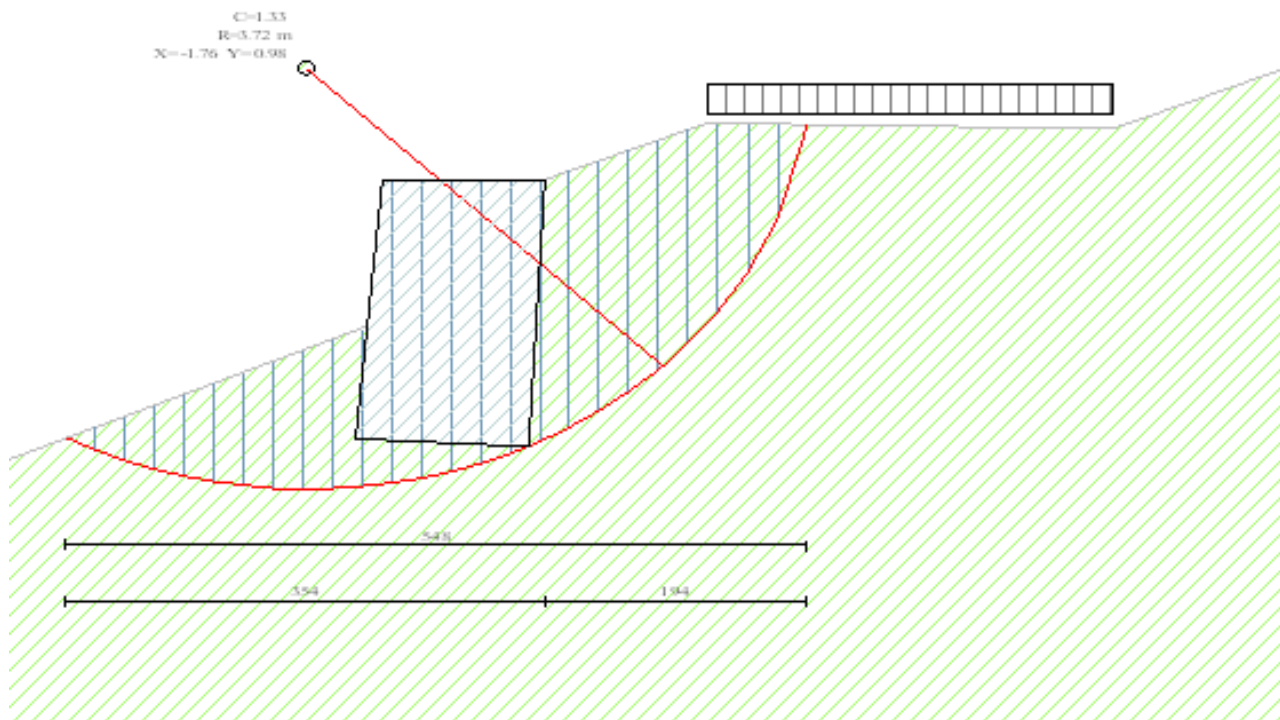
Le strisce sono numerate da monte verso valle

### Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	$\phi$	c	u
1	2,7582	75.34	2,6684	0,0085	30.00	0	0
2	5,3595	65.10	4,8613	0,0051	30.00	0	0

3	6,9964	57.90	5,9271	0,0040	30.00	0	0
4	7,4871	51.98	5,8982	0,0035	30.00	0	0
5	7,7619	46.77	5,6552	0,0031	30.00	0	0
6	8,2516	42.03	5,5242	0,0029	30.00	0	0
7	8,6145	37.62	5,2582	0,0027	30.00	0	0
8	8,8734	33.46	4,8923	0,0026	30.00	0	0
9	9,0948	29.49	4,4774	0,0025	30.00	0	0
10	11,1453	25.68	4,8291	0,0024	30.00	0	0
11	11,8216	21.98	4,4245	0,0023	30.00	0	0
12	12,1300	18.38	3,8241	0,0023	30.00	0	0
13	12,3784	14.85	3,1721	0,0022	30.00	0	0
14	12,5701	11.38	2,4796	0,0022	30.00	0	0
15	9,9859	7.95	1,3806	0,0022	30.00	0	0
16	5,4468	4.55	0,4317	0,0022	30.00	0	0
17	5,0461	1.16	0,1023	0,0022	30.00	0	0
18	4,6527	-2.22	-0,1802	0,0022	30.00	0	0
19	4,2080	-5.61	-0,4112	0,0022	30.00	0	0
20	3,7114	-9.02	-0,5817	0,0022	30.00	0	0
21	3,1617	-12.46	-0,6821	0,0022	30.00	0	0
22	2,5570	-15.95	-0,7025	0,0022	30.00	0	0
23	1,8947	-19.50	-0,6323	0,0023	30.00	0	0
24	1,1713	-23.13	-0,4600	0,0023	30.00	0	0
25	0,3819	-26.86	-0,1725	0,0024	30.00	0	0

$\Sigma W_i = 167,4605$  [kN]  
 $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 61,9836$  [kN]  
 $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 82,7325$  [kN]  
 $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 0,0000$  [kN]



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualfica Ambientale Val Lemme
	Foglio 31 di 305

## 5. VERIFICA GEOTECNICA E STRUTTURALE DELLE VASCHE DI RACCOLTA E DECANTAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE DI VERSANTE

La presente relazione fa parte del progetto esecutivo degli interventi relativi alla realizzazione della tratta A.V./A.C. del Terzo Valico ed ha come oggetto la verifica geotecnica e strutturale delle vasche di raccolta e decantazione da realizzarsi nell'ambito dell'intervento di riqualificazione ambientale Val Lemme, in Comune di Voltaggio (AL).

Il progetto prevede infatti la realizzazione di un abbancamento la cui regimazione idraulica verrà garantita da un sistema di smaltimento superficiale costituito da diversi canali che confluiscono in un sistema di vasche di raccordo, aventi la funzione di raccolta e decantazione.

La presente Relazione, redatta ai sensi del DM96 e relative Circolari, contiene una breve caratterizzazione e la modellazione geotecnica dei terreni interagenti con le opere e riassume i risultati delle analisi svolte per la verifica delle condizioni di sicurezza e la valutazione delle prestazioni del sistema costruzione-terreno.

Le unità di misura, salvo diversamente specificato, sono da intendersi kN, kNm e m.

### 5.1. Modellazione

#### 5.1.1. Caratteristiche dei materiali

I materiali che dovranno essere impiegati per la realizzazione delle opere sono i seguenti:

#### **Calcestruzzo per magri di fondazione**

Resistenza cubica caratteristica:  $R_{ck} = 15 \text{ N/mm}^2$

#### **Strutture in calcestruzzo armato**

Resistenza cubica caratteristica:  $R_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$

Le tensioni ammissibili  $\bar{\sigma}_c$  vengono definite in base alla formula sotto indicata, con riferimento alla resistenza caratteristica a 28 giorni  $R_{ck}$ :

$$\bar{\sigma}_c = 6 + \frac{R_{ck} - 15}{4} = 11 \text{ N/mm}^2$$

Non è richiesta la verifica delle armature al taglio ed alla torsione quando le tensioni tangenziali massime del conglomerato, prodotte da tali caratteristiche di sollecitazione, non superano i valori di  $\tau_{co}$  ottenuti con l'espressione:

$$\tau_{c0} = 0,4 + \frac{R_{ck} - 15}{75} = 0,67 \text{ N/mm}^2$$

Nella zona ove le tensioni tangenziali superano  $\tau_{c0}$ , gli sforzi tangenziali devono essere integralmente assorbiti da armature metalliche, affidando alle staffe non meno del 40% dello sforzo globale di scorrimento.

La massima tensione tangenziale per solo taglio non deve superare il valore:

$$\tau_{cl} = 1,4 + \frac{R_{ck} - 15}{35} = 1,97 \text{ N/mm}^2$$

### Acciaio per armature da C.A.

*Acciaio FeB44k*

Per le barre ad aderenza migliorata si devono adottare le tensioni ammissibili indicate nel prospetto seguente.

Tipi di acciaio	Fe B 44 K
$\sigma_s$ _____ $\text{N/mm}^2$	255

#### 5.1.2. Caratteristiche geometriche delle opere

Le vasche oggetto della presente relazione sono caratterizzate da una pianta rettangolare o a trapezio, dalla quale si elevano i setti perimetrali.

Sui setti a valle e a monte, ma a seconda dei casi anche lateralmente, si trovano le gavete trapezoidali o rettangolari a seconda della sezione del canale.

Sotto la platea, in corrispondenza dei paramenti di monte e di valle, sono inseriti due taglioni che hanno lo scopo di immorsare le strutture nel sottostante abbancamento.

Gli spessori di tutti gli elementi strutturali sono stati uniformati a 50 cm.

Le altezze dei setti variano da alcuni metri fino a 5 metri.

La larghezza delle vasche è variabile tra i 4 ed i 6 metri.

#### 5.1.3. Condizioni di carico

A seconda delle verifiche svolte sono state individuate le seguenti tipologie di carico:

1: peso proprio strutturale

2: spinta del terreno



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualifica Ambientale Val Lemme	Foglio 33 di 305

3: spinta idrodinamica onda di piena

4: azione sismica.

### *Peso proprio strutturale*

Il valore del peso proprio delle strutture di sostegno viene valutato assumendo:  $\gamma_c = 25$  kN/mc.

### *Spinta del terreno*

L'azione corrispondente alla spinta delle terre sul paramento di monte è stata valutata con l'espressione classica della Spinta attiva:

$$S_a = \frac{1}{2} \times \gamma_s \times K_a \times H^2$$

dove:

$\gamma_s$  = peso specifico del terreno posto a tergo del paramento

$K_a$  = coefficiente di spinta attiva  $\rightarrow K_a = \text{tg}^2 (45 - \phi/2)$

$\phi$  = angolo di attrito del terreno posto a tergo del paramento

H = altezza del paramento contro il quale si sta calcolando la spinta.

Il diagramma della spinta ha andamento triangolare pertanto la risultante può considerarsi applicata a  $2/3 H$ .

Il contributo della spinta passiva del terreno posto contro i paramenti di valle ed i tagli di fondazione è stato tenuto in conto nelle verifiche, considerando, a favore di sicurezza, sempre un immorsamento nell'abbancamento e mai in roccia. Il contributo della spinta passiva è stato determinato utilizzando il coefficiente  $K_p = \text{tg}^2 (45 + \phi/2)$ .

### *Spinta idrodinamica dell'onda di piena*

La spinta dinamica di una corrente su di un ostacolo viene usualmente stimata con la seguente formula che oggi si può considerare come 'standard':

$$F = \frac{1}{2} \times \rho \times C_d \times A \times V^2$$

dove:

F = componente della spinta nella direzione dell'asse della corrente,

$\rho$  = densità del fluido [per l'acqua chiara 1000 kg/m<sup>3</sup>],

A = area della proiezione della sagoma dell'ostacolo su un piano perpendicolare alla direzione della corrente [m<sup>2</sup>],

V = velocità media della corrente in arrivo [m/s],

Cd = coefficiente di resistenza, detto anche 'coefficiente di drag' con riferimento alla dizione anglofona.

Il coefficiente di resistenza è un parametro adimensionale che riassume nel suo valore l'effetto della forma dell'ostacolo.

Sul manuale tecnico delle norme statunitensi (*Engineering Principles and Practices for Retrofitting Flood-prone Residential Buildings*, FEMA – 259, 1995) viene specificato che il valore di Cd, a meno di diverse valutazioni, non deve mai essere minore di 1,25 e può essere stimato a partire dal rapporto fra la larghezza della struttura in questione e la profondità della corrente".

I valori indicati nel manuale, qui riprodotti in tabella, mostrano chiaramente un aumento del coefficiente di resistenza al diminuire della 'snellezza' della parte di struttura esposta alla corrente, e sono tutti compresi fra 1,25 e 2.

Rapporto fra larghezza della costruzione e profondità della corrente	Coefficiente di resistenza Cd
1-12	1,25
13-20	1,30
21-32	1,40
33-40	1,50
41-80	1,75
81-120	1,80
>120	2,00

Valori del coefficiente di resistenza raccomandati dalla FEMA (*Coastal Construction Manual. FEMA 55, Federal Emergency Management Agency, 2000*).

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualifica Ambientale Val Lemme

Foglio  
35 di 305

### Azione sismica

Nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale del Piemonte n. 11-13058 del 19.01.2010, entrata in vigore con la D.G.R. n. 4-3084 del 12.12.2011, il Comune di Votaggio è stato posto in zona 3.

A questo proposito, va evidenziato che il D.M. 16/01/96 prevede l'obbligo di progettazione per le zone di sismicità "alta" (grado di sismicità  $S=12$ ), "**media**" ( $S=9$ ) e "**bassa**" ( $S=6$ ) che corrispondono, rispettivamente, alla **zona 1** (accelerazione orizzontale di picco del suolo con probabilità di superamento del 10% in 50 anni,  $a_g = 0.35g$ ), alla **zona 2** ( $a_g = 0.25g$ ) e alla **zona 3** ( $a_g = 0.15g$ ) dell'O.P.C.M. n. 3274/03, così come precisato dalla nota esplicativa del 4 giugno 2003 a cura del Dipartimento della Protezione Civile.

Per quanto sopra, le verifiche in condizioni sismiche verranno effettuate per un grado di sismicità  $S = 6$ .

L'analisi statica degli effetti sismici può essere effettuata mediante un sistema di forze orizzontali parallele alle direzioni ipotizzate per il sisma; la risultante di tali forze viene valutata con l'espressione:

$$F_h = C \cdot R \cdot I \cdot W$$

essendo:

$C = (S-2) / 100$  il coefficiente di intensità sismica;

$S$  = il grado di sismicità ( $S \geq 2$ );

$R$  = il coefficiente di risposta relativo alla direzione considerata;

$I$  = il coefficiente di protezione sismica;

$W$  = il peso complessivo delle masse.

Si assume come coefficiente di risposta  $R$  della struttura una funzione del periodo fondamentale  $T_0$  della stessa, per oscillazioni nella direzione considerata. Se il periodo  $T_0$  non viene determinato, come in questo specifico caso, si deve assumere  $R = 1,0$ .

Per le opere che non presentano un particolare rischio per le loro caratteristiche d'uso, quali quelle del caso in oggetto, si assume  $I = 1,0$ .

Oltre alla spinta statica del terreno, deve considerarsi in caso di sisma, un incremento di spinta  $\Delta F$  pari alla differenza fra la spinta  $F_s$  esercitata dal terreno retrostante in condizioni sismiche e quella statica  $F$ :  $\Delta F = F - F_s$ , in cui

$$F_s = A \cdot F'$$

dove:

$$A = \cos^2(\beta + \theta) / (\cos^2\beta \cos \theta)$$

$$\theta = \arctg C$$

$$F' = \text{spinta calcolata per } i' = i + \theta \text{ e } \beta' = \beta + \theta$$

$\beta$  = angolo formato dall'intradosso del muro con la verticale (positivo per intradosso inclinato verso l'esterno con origine al piede);

$i$  = angolo formato dalla superficie esterna del terreno con l'orizzontale (positivo verso l'alto).

Tale incremento di spinta deve essere applicato ad una distanza dalla base del muro pari a 2/3 dell'altezza del paramento stesso.

Nel caso in esame risulta:

$$C = (6-2) / 100 = 0,04$$

$$\theta = \arctg 0,04 = 2,29^\circ$$

$$\beta = 0, i \approx 10^\circ$$

$$A = \cos^2(0 + 2,29) / (\cos^2 0 \times \cos 2,29) = 1$$

$$i' = 10 + 2,29 = 12,29^\circ$$

$$\beta' = 0 + 2,29 = 2,29^\circ$$

In caso sismico i valori dei coefficienti di spinta attiva e passiva sono stati determinati con le seguenti formule, utilizzando i parametri corretti come sopra:

$$K_A = \frac{\cos^2(\varphi' - \beta)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta) \cdot \left[ 1 + \frac{\sin(\delta + \varphi') \cdot \sin(\varphi' - i)}{\cos(\beta + \delta) \cdot \cos(\beta - i)} \right]^2}$$

$$K_P = \frac{\cos^2(\varphi' + \beta)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta - \delta) \cdot \left[ 1 - \frac{\sin(\delta + \varphi') \cdot \sin(\varphi' + i)}{\cos(\beta - \delta) \cdot \cos(\beta - i)} \right]^2}$$

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualifica Ambientale Val Lemme	Foglio 37 di 305

## 5.2. Verifiche

A seconda delle sezioni tipo e nelle combinazioni opportune, sono state condotte le seguenti verifiche:

- verifica a ribaltamento
- verifica di scorrimento
- verifica a capacità portante
- verifica elementi strutturali in termini di tensioni ammissibili

### 5.2.1. 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 del coefficiente di sicurezza:

$$M_s / M_r \geq 1,5.$$

*La verifica è condotta nella situazione peggiore, ovvero il caso in cui la vasca è vuota e arriva improvvisa un'onda di piena.*

Il momento ribaltante  $M_r$  è dato dalla componente orizzontale della spinta del terreno e dalla spinta idrodinamica.

Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del rivestimento in pietrame.

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).

### 5.2.2. 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:

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualfica Ambientale Val Lemme

Foglio  
38 di 305

$$F_r / F_s \geq 1,3.$$

La forza che interviene nella  $F_s$  è la componente della spinta delle terre parallela al piano di fondazione e la spinta idrodinamica.

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

Nel caso specifico, assumendo nulla la coesione, rimane  $F_r = N \operatorname{tg} \delta_f$  con  $\delta_f = 2/3 \phi$ .

*Anche in questo caso la verifica è condotta nella situazione peggiore, ovvero il caso in cui la vasca è vuota e arriva improvvisa un'onda di piena.*

### 5.2.3. Verifica al carico limite del terreno

Il rapporto fra il carico limite in fondazione  $Q_u$  e la componente normale  $R$  della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a 2:

$$Q_u / R \geq 2.$$

Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF.

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c \times N_c \times d_c \times i_c + q \times N_q \times d_q \times i_q + 0.5 \times \gamma \times B \times N_\gamma \times d_\gamma \times i_\gamma = c \times N'_c + q \times N'_q + 0.5 \times \gamma \times B \times N'_\gamma.$$

In questa espressione:

- $c$  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.

Indicando con  $K_p$  il coefficiente di spinta passiva espresso da  $K_p = \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$ , i vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e^{\pi \operatorname{tg} \phi}$$

$$N_q = A K_p$$

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

$$N_\gamma = (N_q - 1) \operatorname{tg} (1,4 \phi)$$

### Fattori di profondità

$$d_q = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$$

$$d_q = d_\gamma = 1 \quad \text{per } \phi = 0$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p} \quad \text{per } \phi > 0$$

### Fattori di inclinazione

Indicando con  $\theta$  l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale (espresso in gradi) e con  $\phi$  l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = (1 - \theta^\circ/90)^\circ$$

$$i_\gamma = (1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ})^\circ \quad \text{per } \phi > 0$$

$$i_\gamma = 0 \quad \text{per } \phi = 0.$$

*In questo caso la verifica è condotta nella situazione peggiore, che equivale alla condizione di vasca piena.*

## 5.3. Risultati delle verifiche

### 5.3.1. Verifica a ribaltamento e a scorrimento

Le verifiche a ribaltamento e a scorrimento sono riepilogate nei fogli di calcolo seguenti.

**VERIFICA VASCA Vi2 - Vi3 - Vi4**

	DIMENSIONI [m]				PESO [kN]	BRACCIO [m] rispetto al punto di ribaltamento	MOMENTO [kNm]	
<b>PESI STRUTTURALI</b>								
Platea di fondazione	3,00	5,50	0,50	206,25	1,50	309,4		
Parete di monte		20,37	0,50	254,6	2,75	700,2		
Parete di valle		12,35	0,50	154,4	0,25	38,6		
Taglione di monte	2,00	5,50	0,50	137,5	2,75	378,1		
Taglione di valle	2,00	5,50	0,50	137,5	0,25	34,4		
Pareti laterali	2	2,00	4,00	200,0	1,50	300,0		
				<b>1090,25</b>	<b>kN</b>	<b>1760,7</b>	<b>kNm</b>	
<b>PESI RIVESTIMENTI</b>								
Rivestimento platea di fondazione	2,00	4,50	0,20	36,0	1,50	54,0		
Rivestimento parete di monte		16,28	0,20	65,1	2,40	156,3		
Rivestimento parete di valle		8,35	0,20	33,4	0,60	20,0		
Rivestimento pareti laterali	2	2,00	4,00	64,0	1,50	96,0		
				<b>198,5</b>	<b>kN</b>	<b>326,3</b>	<b>kNm</b>	
<b>SPINTA DELLE TERRE sul paramento di monte</b>								
	$\gamma_s$ KN/mc	$\phi$ °	$K_a$ -	$H$ (*) m	$B$ m	$S_a$		
0,5	18	30	0,33	4,18	5,50	288,3	kN	
						1,50	432,4	kNm
<b>SPINTA IDRODINAMICA sul paramento di valle</b>								
	$\rho_w$ kg/mc	$C_d$ -	$A$ mq	$v$ m/s		$S_w$		
0,5	1000	1,25	8,35	5,00		130,5	kN	
						2,50	326,2	kNm
<b>FORZA DI ATTRITO sotto la platea</b>								
	$\mu$ -	$N$ kN				$F_r$		
	0,364	1288,8				469,1	kN	
						-	-	
<b>SPINTA PASSIVA sui taglioni</b>								
	$\gamma_s$ KN/mc	$\phi$ °	$K_p$ -	$H$ m	$B$ m	$S_p$		
0,5	18	30	3,00	2,00	5,50	1188,0	kN	
						-	-	
<b>AZIONE SISMICA INERZIALE</b>								
		$m$ kN	$C$ -			$I_n$		
		1288,8	0,04			51,6	kN	
						-	-	
<b>SPINTA TERRE (sismica) sul paramento di monte</b>								
	$\gamma_s$ KN/mc	$\phi$ °	$K_a'$ -	$H$ (*) m	$B$ m	$S_a'$		
(*) valore medio	0,5	18	30	0,40	4,18	5,50	349,3	kN
						1,50	523,9	kNm
<b>SPINTA PASSIVA (sismica) sui taglioni</b>								
	$\gamma_s$ KN/mc	$\phi$ °	$K_p'$ -	$H$ (*) m	$B$ m	$S_p'$		
(*) valore medio	0,5	18	30	4,15	2,00	5,50	1644,9	kN
						-	-	

**VERIFICA IN ESERCIZIO**

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	2087,0 kNm		
	Mr	432,4 kNm	Fattore di sicurezza	4,83
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1657,1 kNm		
	Fs	288,3 kNm	Fattore di sicurezza	5,75

**VERIFICA IN CONDIZIONE DI PIENA STRAORDINARIA**

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	2087,0 kNm		
	Mr	758,6 kNm	Fattore di sicurezza	2,75
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1657,1 kNm		
	Fs	418,8 kNm	Fattore di sicurezza	3,96

**VERIFICA IN CONDIZIONE SISMICA**

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	2087,0 kNm		
	Mr	523,9 kNm	Fattore di sicurezza	3,98
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	2114,0 kNm		
	Fs	400,8 kNm	Fattore di sicurezza	5,27



## VERIFICA VASCA Vi1

	DIMENSIONI [m]				PESO [kN]	BRACCIO [m] rispetto al punto di ribaltamento	MOMENTO [kNm]
<b>PESI STRUTTURALI</b>							
Platea di fondazione	3,00	6,00	0,50		225	1,50	337,5
Parete di monte		28,28	0,50		353,5	2,75	972,1
Parete di valle		16,86	0,50		210,8	0,25	52,7
Taglione di monte	2,00	6,00	0,50		150	2,75	412,5
Taglione di valle	2,00	6,00	0,50		150	0,25	37,5
Pareti laterali	2	2,00	5,20	0,50	260,0	1,50	390,0
					<b>1349,25</b>	<b>kN</b>	<b>2202,3</b>
							<b>kNm</b>
<b>PESI RIVESTIMENTI</b>							
Rivestimento platea di fondazione	2,00	5,00	0,20		40,0	1,50	60,0
Rivestimento parete di monte		22,94	0,20		91,8	2,40	220,2
Rivestimento parete di valle		11,64	0,20		46,6	0,60	27,9
Rivestimento pareti laterali	2	2,00	5,20	0,20	83,2	1,50	124,8
					<b>261,5</b>	<b>kN</b>	<b>433,0</b>
							<b>kNm</b>
<b>SPINTA DELLE TERRE sul paramento di monte</b>							
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_a$	$H$ (*)	$B$	$S_a$	
	kN/mc	°	-	m	m		
0,5	18	30	0,33	4,71	6,00	399,3	758,7
						<b>kN</b>	<b>kNm</b>
<b>SPINTA IDRODINAMICA sul paramento di valle</b>							
	$\rho_w$	$C_d$	$A$	$v$	$S_w$		
	kg/mc	-	m <sup>2</sup>	m/s			
0,5	1000	1,25	11,64	5,00	181,9	3,10	563,8
					<b>kN</b>		<b>kNm</b>
<b>FORZA DI ATTRITO sotto la platea</b>							
	$\mu$	$N$			$F_r$		
	-	kN					
	0,364	1610,8			586,3	-	-
					<b>kN</b>		
<b>SPINTA PASSIVA sui taglioni</b>							
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_p$	$H$	$B$	$S_p$	
	kN/mc	°	-	m	m		
0,5	18	30	3,00	2,00	6,00	1296,0	-
						<b>kN</b>	
<b>AZIONE SISMICA INERZIALE</b>							
		$m$	$C$			$I_n$	
		kN	-				
		1610,8	0,04			64,4	-
						<b>kN</b>	
<b>SPINTA TERRE (sismica) sul paramento di monte</b>							
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_a'$	$H$ (*)	$B$	$S_a'$	
	kN/mc	°	-	m	m		
(*) valore medio	0,5	18	0,40	4,71	6,00	483,7	919,1
						<b>kN</b>	<b>kNm</b>
<b>SPINTA PASSIVA (sismica) sui taglioni</b>							
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_p'$	$H$ (*)	$B$	$S_p'$	
	kN/mc	°	-	m	m		
(*) valore medio	0,5	18	4,15	2,00	6,00	1794,4	-
						<b>kN</b>	

## VERIFICA IN ESERCIZIO

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	2635,3 kNm			
	Mr	758,7 kNm	Fattore di sicurezza		3,47
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1882,3 kNm			
	Fs	399,3 kNm	Fattore di sicurezza		4,71

## VERIFICA IN CONDIZIONE DI PIENA STRAORDINARIA

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	2635,3 kNm			
	Mr	1322,5 kNm	Fattore di sicurezza		1,99
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1882,3 kNm			
	Fs	581,2 kNm	Fattore di sicurezza		3,24

## VERIFICA IN CONDIZIONE SISMICA

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	2635,3 kNm			
	Mr	919,1 kNm	Fattore di sicurezza		2,87
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	2380,8 kNm			
	Fs	548,2 kNm	Fattore di sicurezza		4,34

### VERIFICA VASCA ViO

	DIMENSIONI [m]				PESO [kN]	BRACCIO [m] rispetto al punto di ribaltamento	MOMENTO [kNm]
<b>PESI STRUTTURALI</b>							
Platea di fondazione	5,00	5,50	0,50	343,75	2,50	859,4	
Parete di monte		12,12	0,50	151,5	4,75	719,6	
Parete di valle	2,80	5,50	0,50	192,5	0,25	48,1	
Taglione di monte	2,00	5,50	0,50	137,5	2,75	378,1	
Taglione di valle	2,00	5,50	0,50	137,5	0,25	34,4	
Parete laterale		4,25	0,50	53,1	2,50	132,8	
Parete laterale con stramazzo	1 2,80	4,00	0,50	140,0	2,50	350,0	
				<b>1155,875</b>	<b>kN</b>	<b>2522,4</b>	
						<b>kNm</b>	
<b>PESI RIVESTIMENTI</b>							
Rivestimento platea di fondazione	4,00	4,50	0,20	72,0	2,50	180,0	
Rivestimento parete di monte		9,30	0,20	37,2	4,40	163,7	
Rivestimento parete di valle	2,80	4,50	0,20	50,4	0,60	30,2	
Parete laterale		4,25	0,20	17,0	2,50	42,5	
Parete laterale con stramazzo	1 2,00	4,00	0,20	32,0	2,50	80,0	
				<b>208,6</b>	<b>kN</b>	<b>496,4</b>	
						<b>kNm</b>	
<b>SPINTA DELLE TERRE sul paramento di monte</b>							
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_a$	$H$ (*)	$B$	$S_a$	
	kN/mc	°	-	m	m		
0,5	18	30	0,33	2,70	5,50	120,3	132,3
						<b>kN</b>	<b>kNm</b>
<b>SPINTA IDRODINAMICA sul paramento di valle</b>							
	$\rho_w$	$C_d$	$A$	$v$		$S_w$	
	kg/mc	-	m <sup>2</sup>	m/s			
0,5	1000	1,25	12,60	5,00		196,9	374,1
						<b>kN</b>	<b>kNm</b>
<b>FORZA DI ATTRITO sotto la platea</b>							
	$\mu$	$N$				$F_r$	
	-	kN					
	0,364	1364,5				496,7	-
						<b>kN</b>	<b>-</b>
<b>SPINTA PASSIVA sui taglioni</b>							
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_p$	$H$	$B$	$S_p$	
	kN/mc	°	-	m	m		
0,5	18	30	3,00	2,00	5,50	1188,0	-
						<b>kN</b>	<b>-</b>
<b>AZIONE SISMICA INERZIALE</b>							
		$m$	$C$			$I_n$	
		kN	-				
		1364,5	0,04			54,6	-
						<b>kN</b>	<b>-</b>
<b>SPINTA TERRE (sismica) sul paramento di monte</b>							
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_a'$	$H$ (*)	$B$	$S_a'$	
	kN/mc	°	-	m	m		
(*) valore medio	0,5	18	0,40	2,70	5,50	145,7	160,3
						<b>kN</b>	<b>kNm</b>
<b>SPINTA PASSIVA (sismica) sui taglioni</b>							
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_p'$	$H$ (*)	$B$	$S_p'$	
	kN/mc	°	-	m	m		
(*) valore medio	0,5	18	4,15	2,00	5,50	1644,9	-
						<b>kN</b>	<b>-</b>

#### VERIFICA IN ESERCIZIO

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	3018,9 kNm		
	Mr	132,3 kNm	Fattore di sicurezza	22,82

VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1684,7 kNm		
	Fs	120,3 kNm	Fattore di sicurezza	14,01

#### VERIFICA IN CONDIZIONE DI PIENA STRAORDINARIA

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	3018,9 kNm		
	Mr	506,4 kNm	Fattore di sicurezza	5,96

VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1684,7 kNm		
	Fs	317,2 kNm	Fattore di sicurezza	5,31

#### VERIFICA IN CONDIZIONE SISMICA

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	3018,9 kNm		
	Mr	160,3 kNm	Fattore di sicurezza	18,83

VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	2141,6 kNm		
------------------------	----	------------	--	--

### VERIFICA VASCA CONFLUENZA VI5

	DIMENSIONI [m]			PESO [kN]	BRACCIO [m]	MOMENTO [kNm]
					rispetto al punto di ribaltamento	
<b>PESI STRUTTURALI</b>						
Platea di fondazione		23,53	0,50	294,125	2,14	629,4
Parete di monte	4,74	5,55	0,50	328,8	4,30	1414,0
Parete di valle		14,38	0,50	179,8	0,25	44,9
Taglione di monte	2,00	5,50	0,50	137,5	4,30	591,3
Taglione di valle	2,00	5,50	0,50	137,5	0,25	34,4
Parete laterale		18,21	0,50	227,6	2,30	523,5
Parete laterale		15,72	0,50	196,5	1,96	385,1
				<b>1501,8375</b>	<b>kN</b>	<b>3622,7</b>
						<b>kNm</b>
<b>PESI RIVESTIMENTI</b>						
Rivestimento platea di fondazione		14,73	0,20	58,9	2,14	126,1
Rivestimento parete di monte	4,74	4,55	0,20	86,3	3,95	340,8
Rivestimento parete di valle		9,67	0,20	38,7	0,60	23,2
Parete laterale		13,47	0,20	53,9	2,30	123,9
Parete laterale con stramazzo		10,99	0,20	44,0	1,96	86,2
				<b>281,7</b>	<b>kN</b>	<b>700,1</b>
						<b>kNm</b>
<b>SPINTA DELLE TERRE sul paramento di monte</b>						
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_a$	H	B	Sa
	kN/mc	°	-	m	m	
0,5	18	30	0,33	5,23	5,55	455,4
						<b>kN</b>
						<b>1,74</b>
						<b>792,4</b>
						<b>kNm</b>
<b>SPINTA IDRODINAMICA sul paramento di valle</b>						
	$\rho_w$	Cd	A	v		Sw
	kg/mc	-	m <sup>2</sup>	m/s		
0,5	1000	1,25	9,67	5,00		151,1
						<b>kN</b>
						<b>2,86</b>
						<b>432,1</b>
						<b>kNm</b>
<b>FORZA DI ATTRITO sotto la platea</b>						
	$\mu$	N				Fr
	-	kN				
	0,364	1783,5				649,2
						<b>kN</b>
						<b>-</b>
						<b>-</b>
<b>SPINTA PASSIVA sui taglioni</b>						
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_p$	H	B	Sp
	kN/mc	°	-	m	m	
0,5	18	30	3,00	2,00	5,50	1188,0
						<b>kN</b>
						<b>-</b>
						<b>-</b>
<b>AZIONE SISMICA INERZIALE</b>						
		m	C			In
		kN	-			
		1783,5	0,04			71,3
						<b>kN</b>
						<b>-</b>
						<b>-</b>
<b>SPINTA TERRE (sismica) sul paramento di monte</b>						
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_a'$	H (*)	B	Sa'
	kN/mc	°	-	m	m	
(*) valore medio	0,5	18	0,40	5,23	5,55	551,7
						<b>kN</b>
						<b>1,74</b>
						<b>960,0</b>
						<b>kNm</b>
<b>SPINTA PASSIVA (sismica) sui taglioni</b>						
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_p'$	H (*)	B	Sp'
	kN/mc	°	-	m	m	
(*) valore medio	0,5	18	4,15	2,00	5,50	1644,9
						<b>kN</b>
						<b>-</b>
						<b>-</b>

#### VERIFICA IN ESERCIZIO

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	4322,8 kNm		
	Mr	792,4 kNm	Fattore di sicurezza	5,46
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1837,2 kNm		
	Fs	455,4 kNm	Fattore di sicurezza	4,03

#### VERIFICA IN CONDIZIONE DI PIENA STRAORDINARIA

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	4322,8 kNm		
	Mr	1224,6 kNm	Fattore di sicurezza	3,53
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1837,2 kNm		
	Fs	606,5 kNm	Fattore di sicurezza	3,03

#### VERIFICA IN CONDIZIONE SISMICA

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	4322,8 kNm		
	Mr	960,0 kNm	Fattore di sicurezza	4,50
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	2294,1 kNm		

### VERIFICA VASCHE SUD 2-3

	DIMENSIONI [m]				PESO [kN]	BRACCIO [m] rispetto al punto di ribaltamento	MOMENTO [kNm]		
<b>PESI STRUTTURALI</b>									
Platea di fondazione	4,00	5,00	0,50	250	2,50	625,0			
Parete di monte		7,20	0,50	90,0	4,75	427,5			
Parete di valle		10,28	0,50	128,5	0,25	32,1			
Taglione di monte	2,00	4,00	0,50	100	4,75	475,0			
Taglione di valle	2,00	4,00	0,50	100	0,25	25,0			
Pareti laterali	2	2,70	4,00	270,0	2,50	675,0			
				<b>938,5</b>	<b>kN</b>	<b>2259,6</b>	<b>kNm</b>		
<b>PESI RIVESTIMENTI</b>									
Rivestimento platea di fondazione	4,00	3,00	0,20	48,0	2,50	120,0			
Rivestimento parete di monte		7,50	0,20	30,0	4,40	132,0			
Rivestimento parete di valle		4,58	0,20	18,3	0,60	11,0			
Rivestimento pareti laterali	2	2,70	4,00	86,4	2,50	216,0			
				<b>182,7</b>	<b>kN</b>	<b>479,0</b>	<b>kNm</b>		
<b>SPINTA DELLE TERRE sul paramento di monte</b>									
	$\gamma_s$ KN/mc	$\phi$ °	$K_a$ -	$H$ (*) m	$B$ m	$S_a$			
0,5	18	30	0,33	2,55	4,00	78,0	1,07		
						<b>78,0</b>	<b>kN</b>	<b>83,3</b>	<b>kNm</b>
<b>SPINTA IDRODINAMICA sul paramento di valle</b>									
	$\rho_w$ kg/mc	$C_d$ -	$A$ mq	$v$ m/s		$S_w$			
0,5	1000	1,25	4,58	5,00		71,6	1,85		
						<b>71,6</b>	<b>kN</b>	<b>132,4</b>	<b>kNm</b>
<b>FORZA DI ATTRITO sotto la platea</b>									
	$\mu$ -	$N$ kN				$F_r$			
	0,364	1121,2				408,1	-		
						<b>408,1</b>	<b>kN</b>	-	
<b>SPINTA PASSIVA sui taglioni</b>									
	$\gamma_s$ KN/mc	$\phi$ °	$K_p$ -	$H$ m	$B$ m	$S_p$			
0,5	18	30	3,00	2,00	4,00	864,0	-		
						<b>864,0</b>	<b>kN</b>	-	
<b>AZIONE SISMICA INERZIALE</b>									
		$m$ kN	$C$ -			$I_n$			
		1121,2	0,04			44,8	-		
						<b>44,8</b>	<b>kN</b>	-	
<b>SPINTA TERRE (sismica) sul paramento di monte</b>									
	$\gamma_s$ KN/mc	$\phi$ °	$K_a'$ -	$H$ (*) m	$B$ m	$S_a'$			
(*) valore medio	0,5	18	30	0,40	2,55	4,00	94,5	1,07	
						<b>94,5</b>	<b>kN</b>	<b>100,9</b>	<b>kNm</b>
<b>SPINTA PASSIVA (sismica) sui taglioni</b>									
	$\gamma_s$ KN/mc	$\phi$ °	$K_p'$ -	$H$ (*) m	$B$ m	$S_p'$			
(*) valore medio	0,5	18	30	4,15	2,00	4,00	1196,3	-	
						<b>1196,3</b>	<b>kN</b>	-	

#### VERIFICA IN ESERCIZIO

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	2738,6 kNm		
	Mr	83,3 kNm	Fattore di sicurezza	32,89
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1272,1 kNm		
	Fs	78,0 kNm	Fattore di sicurezza	16,30

#### VERIFICA IN CONDIZIONE DI PIENA STRAORDINARIA

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	2738,6 kNm		
	Mr	215,6 kNm	Fattore di sicurezza	12,70
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1272,1 kNm		
	Fs	149,6 kNm	Fattore di sicurezza	8,50

#### VERIFICA IN CONDIZIONE SISMICA

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	2738,6 kNm		
	Mr	100,9 kNm	Fattore di sicurezza	27,15
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1604,4 kNm		
	Fs	139,4 kNm	Fattore di sicurezza	11,51

### VERIFICA VASCA SUD 4

	DIMENSIONI [m]				PESO [kN]	BRACCIO [m] rispetto al punto di ribaltamento	MOMENTO [kNm]
<b>PESI STRUTTURALI</b>							
Platea di fondazione		39,06	0,50	488,25	3,26	1589,3	
Parete di monte		7,50	0,50	93,8	6,25	585,9	
Parete di valle		10,20	0,50	127,5	0,25	31,9	
Taglione di monte	2,00	6,00	0,50	150	6,25	937,5	
Taglione di valle	2,00	6,00	0,50	150	0,25	37,5	
Pareti laterali	1	5,00	2,00	100	3,00	300,0	
	1	6,00	2,00	150,0	3,50	525,0	
				<b>1259,5</b>	<b>kN</b>	<b>4007,1</b>	
						<b>kNm</b>	
<b>PESI RIVESTIMENTI</b>							
Rivestimento platea di fondazione		27,54	0,20	110,2	3,26	359,1	
Rivestimento parete di monte		6,00	0,20	24,0	5,90	141,6	
Rivestimento parete di valle		8,20	0,20	32,8	0,60	19,7	
Rivestimento pareti laterali	1	5,00	2,00	40,0	3,00	120,0	
	1	6,00	2,00	48,0	3,50	168,0	
				<b>255,0</b>	<b>kN</b>	<b>808,4</b>	
						<b>kNm</b>	
<b>SPINTA DELLE TERRE sul paramento di monte</b>							
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_a$	$H$ (*)	$B$	$S_a$	
	kN/mc	°	-	m	m		
0,5	18	30	0,33	1,75	6,00	55,1	36,9
						<b>kN</b>	<b>kNm</b>
<b>SPINTA IDRODINAMICA sul paramento di valle</b>							
	$\rho_w$	$C_d$	$A$	$v$		$S_w$	
	kg/mc	-	m <sup>2</sup>	m/s			
0,5	1000	1,25	8,20	5,00		128,1	192,2
						<b>kN</b>	<b>kNm</b>
<b>FORZA DI ATTRITO sotto la platea</b>							
	$\mu$	$N$				$F_r$	
	-	kN					
	0,364	1514,5				551,3	-
						<b>kN</b>	<b>-</b>
<b>SPINTA PASSIVA sui taglioni</b>							
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_p$	$H$	$B$	$S_p$	
	kN/mc	°	-	m	m		
0,5	18	30	3,00	2,00	6,00	1296,0	-
						<b>kN</b>	<b>-</b>
<b>AZIONE SISMICA INERZIALE</b>							
		$m$	$C$			$I_n$	
		kN	-				
		1514,5	0,04			60,6	-
						<b>kN</b>	<b>-</b>
<b>SPINTA TERRE (sismica) sul paramento di monte</b>							
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_a'$	$H$ (*)	$B$	$S_a'$	
	kN/mc	°	-	m	m		
(*) valore medio	0,5	18	0,40	1,75	6,00	66,8	44,7
						<b>kN</b>	<b>kNm</b>
<b>SPINTA PASSIVA (sismica) sui taglioni</b>							
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_p'$	$H$ (*)	$B$	$S_p'$	
	kN/mc	°	-	m	m		
(*) valore medio	0,5	18	4,15	2,00	6,00	1794,4	-
						<b>kN</b>	<b>-</b>
<b>VERIFICA IN ESERCIZIO</b>							
<b>VERIFICA AL RIBALTAMENTO</b>							
	$M_s$	4815,5 kNm					
	$M_r$	36,9 kNm	Fattore di sicurezza				130,38
<b>VERIFICA A SCORRIMENTO</b>							
	$F_r$	1847,3 kNm					
	$F_s$	55,1 kNm	Fattore di sicurezza				33,51
<b>VERIFICA IN CONDIZIONE DI PIENA STRAORDINARIA</b>							
<b>VERIFICA AL RIBALTAMENTO</b>							
	$M_s$	4815,5 kNm					
	$M_r$	229,1 kNm	Fattore di sicurezza				21,02
<b>VERIFICA A SCORRIMENTO</b>							
	$F_r$	1847,3 kNm					
	$F_s$	183,3 kNm	Fattore di sicurezza				10,08
<b>VERIFICA IN CONDIZIONE SISMICA</b>							
<b>VERIFICA AL RIBALTAMENTO</b>							
	$M_s$	4815,5 kNm					
	$M_r$	44,7 kNm	Fattore di sicurezza				107,62
<b>VERIFICA A SCORRIMENTO</b>							
	$F_r$	2345,7 kNm					

### VERIFICA VASCA SUD 5

	DIMENSIONI [m]				PESO [kN]	BRACCIO [m]		MOMENTO [kNm]	
						rispetto al punto di ribaltamento			
<b>PESI STRUTTURALI</b>									
Platea di fondazione		39,24	0,50		490,5	3,26		1596,6	
Parete di monte		22,50	0,50		281,3	6,30		1771,9	
Parete di valle		14,38	0,50		179,8	0,25		44,9	
Taglione di monte	2,00	6,00	0,50		150	6,30		945,0	
Taglione di valle	2,00	6,00	0,50		150	0,25		37,5	
Pareti laterali	1	3,90	4,00	0,50	156	2,45		382,2	
	1	7,15	4,00	0,50	357,5	4,08		1456,8	
					<b>1765</b>	<b>kN</b>		<b>6234,9</b>	<b>kNm</b>
<b>PESI RIVESTIMENTI</b>									
Rivestimento platea di fondazione		27,70	0,20		110,8	3,26		361,2	
Rivestimento parete di monte		18,50	0,20		74,0	5,95		440,3	
Rivestimento parete di valle		10,38	0,20		41,5	0,60		24,9	
Rivestimento pareti laterali	1	3,90	4,00	0,20	62,4	2,45		152,9	
	1	7,15	4,00	0,20	114,4	4,08		466,8	
					<b>403,1</b>	<b>kN</b>		<b>1446,1</b>	<b>kNm</b>
<b>SPINTA DELLE TERRE sul paramento di monte</b>									
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_a$	$H$ (*)	$B$	$S_a$			
	kN/mc	°		m	m				
0,5	18	30	0,33	4,25	6,00	325,1	kN	1,50	487,7 kNm
<b>SPINTA IDRODINAMICA sul paramento di valle</b>									
	$\rho_w$	$C_d$	$A$	$v$	$S_w$				
	kg/mc	-	m <sup>2</sup>	m/s					
0,5	1000	1,25	10,38	5,00	162,2	kN	2,50	405,5	kNm
<b>FORZA DI ATTRITO sotto la platea</b>									
	$\mu$	$N$	$F_r$						
	-	kN							
	0,364	2168,1	789,2	kN	-	-			
<b>SPINTA PASSIVA sui taglioni</b>									
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_p$	$H$	$B$	$S_p$			
	kN/mc	°	-	m	m				
0,5	18	30	3,00	2,00	6,00	1296,0	kN	-	-
<b>AZIONE SISMICA INERZIALE</b>									
		$m$	$C$	$I_n$					
		kN	-						
		2168,1	0,04	86,7	kN	-	-		
<b>SPINTA TERRE (sismica) sul paramento di monte</b>									
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_a'$	$H$ (*)	$B$	$S_a'$			
	kN/mc	°	-	m	m				
(*) valore medio	0,5	18	30	0,40	4,25	6,00	393,9	kN	1,50 590,8 kNm
<b>SPINTA PASSIVA (sismica) sui taglioni</b>									
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_p'$	$H$ (*)	$B$	$S_p'$			
	kN/mc	°	-	m	m				
(*) valore medio	0,5	18	30	4,15	2,00	6,00	1794,4	kN	-

#### VERIFICA IN ESERCIZIO

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	7681,0 kNm		
	Mr	487,7 kNm	Fattore di sicurezza	15,75

VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	2085,2 kNm		
	Fs	325,1 kNm	Fattore di sicurezza	6,41

#### VERIFICA IN CONDIZIONE DI PIENA STRAORDINARIA

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	7681,0 kNm		
	Mr	893,2 kNm	Fattore di sicurezza	8,60

VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	2085,2 kNm		
	Fs	487,3 kNm	Fattore di sicurezza	4,28

#### VERIFICA IN CONDIZIONE SISMICA

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	7681,0 kNm		
	Mr	590,8 kNm	Fattore di sicurezza	13,00

VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	2583,6 kNm		
------------------------	----	------------	--	--

### VERIFICA VASCA SUD 6

	DIMENSIONI [m]				PESO [kN]	BRACCIO [m] rispetto al punto di ribaltamento	MOMENTO [kNm]
<b>PESI STRUTTURALI</b>							
Platea di fondazione	5,00	6,00	0,50	375	2,50	937,5	
Parete di monte		22,50	0,50	281,3	4,75	1335,9	
Parete di valle		14,38	0,50	179,7	0,25	44,9	
Taglione di monte	2,00	6,00	0,50	150	4,75	712,5	
Taglione di valle	2,00	6,00	0,50	150	0,25	37,5	
Pareti laterali	2	4,00	4,00	400,0	2,50	1000,0	
				<b>1535,9375</b>	<b>kN</b>	<b>4068,4</b>	
						<b>kNm</b>	
<b>PESI RIVESTIMENTI</b>							
Rivestimento platea di fondazione	4,00	5,00	0,20	80,0	2,50	200,0	
Rivestimento parete di monte		18,50	0,20	74,0	4,40	325,6	
Rivestimento parete di valle		10,38	0,20	41,5	0,60	24,9	
Rivestimento pareti laterali	2	4,00	4,00	128,0	2,50	320,0	
				<b>323,5</b>	<b>kN</b>	<b>870,5</b>	
						<b>kNm</b>	
<b>SPINTA DELLE TERRE sul paramento di monte</b>							
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_a$	$H$ (*)	$B$	$S_a$	
	KN/mc	°	-	m	m		
0,5	18	30	0,33	4,25	6,00	325,1	487,7
						<b>kN</b>	<b>kNm</b>
<b>SPINTA IDRODINAMICA sul paramento di valle</b>							
	$\rho_w$	$C_d$	$A$	$v$	$S_w$		
	kg/mc	-	m <sup>2</sup>	m/s			
0,5	1000	1,25	10,38	5,00	162,2	405,5	
					<b>kN</b>	<b>kNm</b>	
<b>FORZA DI ATTRITO sotto la platea</b>							
	$\mu$	$N$			$F_r$		
	-	kN					
	0,364	1859,4			676,8	-	-
					<b>kN</b>		
<b>SPINTA PASSIVA sui tagliani</b>							
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_p$	$H$	$B$	$S_p$	
	KN/mc	°	-	m	m		
0,5	18	30	3,00	2,00	6,00	1296,0	-
						<b>kN</b>	
<b>AZIONE SISMICA INERZIALE</b>							
		$m$	$C$			$I_n$	
		kN	-				
		1859,4	0,04			74,4	-
						<b>kN</b>	
<b>SPINTA TERRE (sismica) sul paramento di monte</b>							
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_a'$	$H$ (*)	$B$	$S_a'$	
	KN/mc	°	-	m	m		
(*) valore medio	0,5	18	0,40	4,25	6,00	393,9	590,8
						<b>kN</b>	<b>kNm</b>
<b>SPINTA PASSIVA (sismica) sui tagliani</b>							
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_p'$	$H$ (*)	$B$	$S_p'$	
	KN/mc	°	-	m	m		
(*) valore medio	0,5	18	4,15	2,00	6,00	1794,4	-
						<b>kN</b>	

#### VERIFICA IN ESERCIZIO

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	4938,9 kNm		
	Mr	487,7 kNm	Fattore di sicurezza	10,13
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1972,8 kNm		
	Fs	325,1 kNm	Fattore di sicurezza	6,07

#### VERIFICA IN CONDIZIONE DI PIENA STRAORDINARIA

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	4938,9 kNm		
	Mr	893,2 kNm	Fattore di sicurezza	5,53
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1972,8 kNm		
	Fs	487,3 kNm	Fattore di sicurezza	4,05

#### VERIFICA IN CONDIZIONE SISMICA

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	4938,9 kNm		
	Mr	590,8 kNm	Fattore di sicurezza	8,36
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	2471,3 kNm		
	Fs	468,2 kNm	Fattore di sicurezza	5,28

### VERIFICA VASCA SUD 7

	DIMENSIONI [m]				PESO [kN]	BRACCIO [m] rispetto al punto di ribaltamento	MOMENTO [kNm]
<b>PESI STRUTTURALI</b>							
Platea di fondazione	5,00	6,00	0,50	375	2,50	937,5	
Parete di monte		16,41	0,50	205,1	4,75	974,3	
Parete di valle		13,50	0,50	168,8	0,25	42,2	
Taglione di monte	2,00	6,00	0,50	150	4,75	712,5	
Taglione di valle	2,00	6,00	0,50	150	0,25	37,5	
Pareti laterali	2	4,00	3,50	350,0	2,50	875,0	
				<b>1398,875</b>	<b>kN</b>	<b>3579,0</b>	
						<b>kNm</b>	
<b>PESI RIVESTIMENTI</b>							
Rivestimento platea di fondazione	4,00	5,00	0,20	80,0	2,50	200,0	
Rivestimento parete di monte		12,91	0,20	51,6	4,40	227,2	
Rivestimento parete di valle		10,00	0,20	40,0	0,60	24,0	
Rivestimento pareti laterali	2	4,00	3,50	112,0	2,50	280,0	
				<b>283,6</b>	<b>kN</b>	<b>731,2</b>	
						<b>kNm</b>	
<b>SPINTA DELLE TERRE sul paramento di monte</b>							
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_a$	$H$ (*)	$B$	$S_a$	
	kN/mc	°	-	m	m		
0,5	18	30	0,33	3,24	6,00	189,0	251,9
						<b>kN</b>	<b>kNm</b>
<b>SPINTA IDRODINAMICA sul paramento di valle</b>							
	$\rho_w$	$C_d$	$A$	$v$	$S_w$		
	kg/mc	-	mq	m/s			
0,5	1000	1,25	10,00	5,00	156,3	351,6	
					<b>kN</b>	<b>kNm</b>	
<b>FORZA DI ATTRITO sotto la platea</b>							
	$\mu$	$N$	$F_r$				
	-	kN					
	0,364	1682,5	612,4		<b>kN</b>	-	-
<b>SPINTA PASSIVA sui taglioni</b>							
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_p$	$H$	$B$	$S_p$	
	kN/mc	°	-	m	m		
0,5	18	30	3,00	2,00	6,00	1296,0	-
						<b>kN</b>	<b>kNm</b>
<b>AZIONE SISMICA INERZIALE</b>							
		$m$	$C$	$I_n$			
		kN	-				
		1682,5	0,04	67,3	<b>kN</b>	-	-
<b>SPINTA TERRE (sismica) sul paramento di monte</b>							
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_a'$	$H$ (*)	$B$	$S_a'$	
	kN/mc	°	-	m	m		
(*) valore medio	0,5	18	30	0,40	3,24	6,00	228,9
							<b>kN</b>
							1,33
							305,1
							<b>kNm</b>
<b>SPINTA PASSIVA (sismica) sui taglioni</b>							
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_p'$	$H$ (*)	$B$	$S_p'$	
	kN/mc	°	-	m	m		
(*) valore medio	0,5	18	30	4,15	2,00	6,00	1794,4
							<b>kN</b>
							-
							-

#### VERIFICA IN ESERCIZIO

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	4310,2 kNm		
	Mr	251,9 kNm	Fattore di sicurezza	17,11
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1908,4 kNm		
	Fs	189,0 kNm	Fattore di sicurezza	10,10

#### VERIFICA IN CONDIZIONE DI PIENA STRAORDINARIA

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	4310,2 kNm		
	Mr	603,4 kNm	Fattore di sicurezza	7,14
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1908,4 kNm		
	Fs	345,2 kNm	Fattore di sicurezza	5,53

#### VERIFICA IN CONDIZIONE SISMICA

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	4310,2 kNm		
	Mr	305,1 kNm	Fattore di sicurezza	14,13
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	2406,9 kNm		
	Fs	296,2 kNm	Fattore di sicurezza	8,13



### VERIFICA VASCA NORD 1

	DIMENSIONI [m]			PESO [kN]	BRACCIO [m] rispetto al punto di ribaltamento	MOMENTO [kNm]
<b>PESI STRUTTURALI</b>						
Platea di fondazione	4,00	5,00	0,50	250	2,50	625,0
Parete di monte		7,66	0,50	95,8	4,75	454,8
Parete di valle		4,10	0,50	51,3	0,25	12,8
Taglione di monte	2,00	4,00	0,50	100	4,75	475,0
Taglione di valle	2,00	4,00	0,50	100	0,25	25,0
Pareti laterali	2	7,78	0,50	194,5	2,50	486,3
				<b>791,5</b>	<b>kN</b>	<b>2078,9</b>
<b>PESI RIVESTIMENTI</b>						
Rivestimento platea di fondazione	3,00	4,00	0,20	48,0	2,50	120,0
Rivestimento parete di monte		5,27	0,20	21,1	4,40	92,8
Rivestimento parete di valle		2,60	0,20	10,4	0,60	6,2
Rivestimento pareti laterali	2	7,78	0,20	0,0	2,50	0,0
				<b>79,5</b>	<b>kN</b>	<b>219,0</b>
<b>SPINTA DELLE TERRE sul paramento di monte</b>						
	$\gamma_s$ KN/mc	$\phi$ °	$K_a$ -	$H$ (*) m	$B$ m	$S_a$
0,5	18	30	0,33	2,42	4,00	70,3
						<b>70,3</b>
						<b>kN</b>
						0,96
						67,5
						<b>kNm</b>
<b>SPINTA IDRODINAMICA sul paramento di valle</b>						
	$\rho_w$ kg/mc	$C_d$ -	$A$ mq	$v$ m/s		$S_w$
0,5	1000	1,25	2,60	5,00		40,6
						<b>40,6</b>
						<b>kN</b>
						1,25
						50,8
						<b>kNm</b>
<b>FORZA DI ATTRITO sotto la platea</b>						
	$\mu$ -	$N$ kN				$F_r$
	0,364	871,0				317,0
						<b>317,0</b>
						<b>kN</b>
						-
						-
<b>SPINTA PASSIVA sui taglioni</b>						
	$\gamma_s$ KN/mc	$\phi$ °	$K_p$ -	$H$ m	$B$ m	$S_p$
0,5	18	30	3,00	2,00	4,00	864,0
						<b>864,0</b>
						<b>kN</b>
						-
						-
<b>AZIONE SISMICA INERZIALE</b>						
		$m$ kN	$C$ -			$I_n$
		871,0	0,04			34,8
						<b>34,8</b>
						<b>kN</b>
						-
						-
<b>SPINTA TERRE (sismica) sul paramento di monte</b>						
	$\gamma_s$ KN/mc	$\phi$ °	$K_a'$ -	$H$ (*) m	$B$ m	$S_a'$
(*) valore medio	0,5	18	0,40	2,42	4,00	85,1
						<b>85,1</b>
						<b>kN</b>
						0,96
						81,7
						<b>kNm</b>
<b>SPINTA PASSIVA (sismica) sui taglioni</b>						
	$\gamma_s$ KN/mc	$\phi$ °	$K_p'$ -	$H$ (*) m	$B$ m	$S_p'$
(*) valore medio	0,5	18	4,15	2,00	4,00	1196,3
						<b>1196,3</b>
						<b>kN</b>
						-
						-

#### VERIFICA IN ESERCIZIO

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	2297,9 kNm		
	Mr	67,5 kNm	Fattore di sicurezza	34,06
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1181,0 kNm		
	Fs	70,3 kNm	Fattore di sicurezza	16,81

#### VERIFICA IN CONDIZIONE DI PIENA STRAORDINARIA

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	2297,9 kNm		
	Mr	118,2 kNm	Fattore di sicurezza	19,43
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1181,0 kNm		
	Fs	110,9 kNm	Fattore di sicurezza	10,65

#### VERIFICA IN CONDIZIONE SISMICA

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	2297,9 kNm		
	Mr	81,7 kNm	Fattore di sicurezza	28,12
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1513,3 kNm		
	Fs	120,0 kNm	Fattore di sicurezza	12,61

### VERIFICA VASCA NORD 2

	DIMENSIONI [m]			PESO [kN]	BRACCIO [m] rispetto al punto di ribaltamento		MOMENTO [kNm]
<b>PESI STRUTTURALI</b>							
Platea di fondazione	4,00	5,00	0,50	250	2,50		625,0
Parete di monte		8,22	0,50	102,8	4,75		488,1
Parete di valle		4,10	0,50	51,3	0,25		12,8
Taglione di monte	2,00	4,00	0,50	100	4,75		475,0
Taglione di valle	2,00	4,00	0,50	100	0,25		25,0
Pareti laterali	2	8,06	0,50	201,5	2,50		503,8
				<b>805,5</b>	<b>kN</b>		<b>2129,6</b>
							<b>kNm</b>
<b>PESI RIVESTIMENTI</b>							
Rivestimento platea di fondazione	3,00	4,00	0,20	48,0	2,50		120,0
Rivestimento parete di monte		5,69	0,20	22,8	4,40		100,1
Rivestimento parete di valle		2,60	0,20	10,4	0,60		6,2
Rivestimento pareti laterali	2	8,06	0,20	0,0	2,50		0,0
				<b>81,2</b>	<b>kN</b>		<b>226,4</b>
							<b>kNm</b>
<b>SPINTA DELLE TERRE sul paramento di monte</b>							
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_a$	$H$ (*)	$B$	$S_a$	
	KN/mc	°	-	m	m		
0,5	18	30	0,33	2,55	4,00	78,0	78,8
						<b>kN</b>	<b>kNm</b>
<b>SPINTA IDRODINAMICA sul paramento di valle</b>							
	$\rho_w$	$C_d$	$A$	$v$	$S_w$		
	kg/mc	-	mq	m/s			
0,5	1000	1,25	2,60	5,00	40,6	1,25	50,8
					<b>kN</b>		<b>kNm</b>
<b>FORZA DI ATTRITO sotto la platea</b>							
	$\mu$	$N$	$F_r$				
	-	kN					
	0,364	886,7	322,7				
			<b>kN</b>				
<b>SPINTA PASSIVA sui taglioni</b>							
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_p$	$H$	$B$	$S_p$	
	KN/mc	°	-	m	m		
0,5	18	30	3,00	2,00	4,00	864,0	-
						<b>kN</b>	
<b>AZIONE SISMICA INERZIALE</b>							
		$m$	$C$	$I_n$			
		kN	-				
		886,7	0,04	35,5			
				<b>kN</b>			
<b>SPINTA TERRE (sismica) sul paramento di monte</b>							
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_a'$	$H$ (*)	$B$	$S_a'$	
	KN/mc	°	-	m	m		
(*) valore medio	0,5	18	0,40	2,55	4,00	94,5	95,5
						<b>kN</b>	<b>kNm</b>
<b>SPINTA PASSIVA (sismica) sui taglioni</b>							
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_p'$	$H$ (*)	$B$	$S_p'$	
	KN/mc	°	-	m	m		
(*) valore medio	0,5	18	4,15	2,00	4,00	1196,3	-
						<b>kN</b>	

#### VERIFICA IN ESERCIZIO

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	2356,0 kNm		
	Mr	78,8 kNm	Fattore di sicurezza	29,89
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1186,7 kNm		
	Fs	78,0 kNm	Fattore di sicurezza	15,21

#### VERIFICA IN CONDIZIONE DI PIENA STRAORDINARIA

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	2356,0 kNm		
	Mr	129,6 kNm	Fattore di sicurezza	18,18
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1186,7 kNm		
	Fs	118,7 kNm	Fattore di sicurezza	10,00

#### VERIFICA IN CONDIZIONE SISMICA

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	2356,0 kNm		
	Mr	95,5 kNm	Fattore di sicurezza	24,68
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1519,0 kNm		
	Fs	130,0 kNm	Fattore di sicurezza	11,69

### VERIFICA VASCA NORD 3

	DIMENSIONI [m]			PESO [kN]	BRACCIO [m] rispetto al punto di ribaltamento		MOMENTO [kNm]
<b>PESI STRUTTURALI</b>							
Platea di fondazione	4,00	5,00	0,50	250	2,50		625,0
Parete di monte		8,98	0,50	112,3	4,75		533,2
Parete di valle		4,10	0,50	51,3	0,25		12,8
Taglione di monte	2,00	4,00	0,50	100	4,75		475,0
Taglione di valle	2,00	4,00	0,50	100	0,25		25,0
Pareti laterali	2	8,44	0,50	211,0	2,50		527,5
				<b>824,5</b>	<b>kN</b>		<b>2198,5</b>
							<b>kNm</b>
<b>PESI RIVESTIMENTI</b>							
Rivestimento platea di fondazione	3,00	4,00	0,20	48,0	2,50		120,0
Rivestimento parete di monte		6,26	0,20	25,0	4,40		110,2
Rivestimento parete di valle		2,60	0,20	10,4	0,60		6,2
Rivestimento pareti laterali	2	8,44	0,20	0,0	2,50		0,0
				<b>83,4</b>	<b>kN</b>		<b>236,4</b>
							<b>kNm</b>
<b>SPINTA DELLE TERRE sul paramento di monte</b>							
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_a$	$H$ (*)	$B$	$S_a$	
	kN/mc	°	-	m	m		
0,5	18	30	0,33	2,75	4,00	90,8	97,1
						<b>kN</b>	<b>kNm</b>
<b>SPINTA IDRODINAMICA sul paramento di valle</b>							
	$\rho_w$	$C_d$	$A$	$v$	$S_w$		
	kg/mc	-	mq	m/s			
0,5	1000	1,25	2,60	5,00	40,6	1,25	50,8
					<b>kN</b>		<b>kNm</b>
<b>FORZA DI ATTRITO sotto la platea</b>							
	$\mu$	$N$	$F_r$				
	-	kN					
	0,364	907,9	330,5				
			<b>kN</b>				
<b>SPINTA PASSIVA sui taglioni</b>							
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_p$	$H$	$B$	$S_p$	
	kN/mc	°	-	m	m		
0,5	18	30	3,00	2,00	4,00	864,0	-
						<b>kN</b>	
<b>AZIONE SISMICA INERZIALE</b>							
		$m$	$C$	$I_n$			
		kN	-				
		907,9	0,04	36,3			
				<b>kN</b>			
<b>SPINTA TERRE (sismica) sul paramento di monte</b>							
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_a'$	$H$ (*)	$B$	$S_a'$	
	kN/mc	°	-	m	m		
(*) valore medio	0,5	18	0,40	2,75	4,00	109,9	117,6
						<b>kN</b>	<b>kNm</b>
<b>SPINTA PASSIVA (sismica) sui taglioni</b>							
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_p'$	$H$ (*)	$B$	$S_p'$	
	kN/mc	°	-	m	m		
(*) valore medio	0,5	18	4,15	2,00	4,00	1196,3	-
						<b>kN</b>	

#### VERIFICA IN ESERCIZIO

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	2434,9 kNm		
	Mr	97,1 kNm	Fattore di sicurezza	25,08
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1194,5 kNm		
	Fs	90,8 kNm	Fattore di sicurezza	13,16

#### VERIFICA IN CONDIZIONE DI PIENA STRAORDINARIA

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	2434,9 kNm		
	Mr	147,9 kNm	Fattore di sicurezza	16,47
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1194,5 kNm		
	Fs	131,4 kNm	Fattore di sicurezza	9,09

#### VERIFICA IN CONDIZIONE SISMICA

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	2434,9 kNm		
	Mr	117,6 kNm	Fattore di sicurezza	20,70
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1526,8 kNm		
	Fs	146,3 kNm	Fattore di sicurezza	10,44

### VERIFICA VASCA NORD 4

	DIMENSIONI [m]			PESO [kN]	BRACCIO [m] rispetto al punto di ribaltamento	MOMENTO [kNm]
<b>PESI STRUTTURALI</b>						
Platea di fondazione	4,00	5,00	0,50	250	2,50	625,0
Parete di monte		9,70	0,50	121,3	4,75	575,9
Parete di valle		4,10	0,50	51,3	0,25	12,8
Taglione di monte	2,00	4,00	0,50	100	4,75	475,0
Taglione di valle	2,00	4,00	0,50	100	0,25	25,0
Pareti laterali	2	8,80	0,50	220,0	2,50	550,0
				<b>842,5</b>	<b>kN</b>	<b>2263,8</b>
<b>PESI RIVESTIMENTI</b>						
Rivestimento platea di fondazione	3,00	4,00	0,20	48,0	2,50	120,0
Rivestimento parete di monte		6,80	0,20	27,2	4,40	119,7
Rivestimento parete di valle		2,60	0,20	10,4	0,60	6,2
Rivestimento pareti laterali	2	8,80	0,20	0,0	2,50	0,0
				<b>85,6</b>	<b>kN</b>	<b>245,9</b>
<b>SPINTA DELLE TERRE sul paramento di monte</b>						
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_a$	$H$ (*)	$B$	$S_a$
	kN/mc	°	-	m	m	
0,5	18	30	0,33	2,93	4,00	102,7
						<b>116,0</b>
						<b>kN</b>
<b>SPINTA IDRODINAMICA sul paramento di valle</b>						
	$\rho_w$	$C_d$	$A$	$v$		$S_w$
	kg/mc	-	m <sup>2</sup>	m/s		
0,5	1000	1,25	2,60	5,00		40,6
						<b>50,8</b>
						<b>kN</b>
<b>FORZA DI ATTRITO sotto la platea</b>						
	$\mu$	$N$				$F_r$
	-	kN				
	0,364	928,1				337,8
						<b>kN</b>
						-
						-
<b>SPINTA PASSIVA sui taglioni</b>						
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_p$	$H$	$B$	$S_p$
	kN/mc	°	-	m	m	
0,5	18	30	3,00	2,00	4,00	864,0
						<b>kN</b>
						-
						-
<b>AZIONE SISMICA INERZIALE</b>						
		$C$				$I_n$
		-				
		928,1	0,04			37,1
						<b>kN</b>
						-
						-
<b>SPINTA TERRE (sismica) sul paramento di monte</b>						
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_a'$	$H$ (*)	$B$	$S_a'$
	kN/mc	°	-	m	m	
(*) valore medio	0,5	18	0,40	2,93	4,00	124,4
						<b>kN</b>
						1,13
						<b>140,5</b>
						<b>kNm</b>
<b>SPINTA PASSIVA (sismica) sui taglioni</b>						
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_p'$	$H$ (*)	$B$	$S_p'$
	kN/mc	°	-	m	m	
(*) valore medio	0,5	18	4,15	2,00	4,00	1196,3
						<b>kN</b>
						-
						-

#### VERIFICA IN ESERCIZIO

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	2509,7 kNm			
	Mr	116,0 kNm	Fattore di sicurezza		21,63
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1201,8 kNm			
	Fs	102,7 kNm	Fattore di sicurezza		11,71

#### VERIFICA IN CONDIZIONE DI PIENA STRAORDINARIA

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	2509,7 kNm			
	Mr	166,8 kNm	Fattore di sicurezza		15,05
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1201,8 kNm			
	Fs	143,3 kNm	Fattore di sicurezza		8,39

#### VERIFICA IN CONDIZIONE SISMICA

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	2509,7 kNm			
	Mr	140,5 kNm	Fattore di sicurezza		17,86
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1534,1 kNm			
	Fs	161,5 kNm	Fattore di sicurezza		9,50

### VERIFICA VASCA NORD 5

	DIMENSIONI [m]			PESO [kN]	BRACCIO [m] rispetto al punto di ribaltamento	MOMENTO [kNm]
<b>PESI STRUTTURALI</b>						
Platea di fondazione	4,00	5,00	0,50	250	2,50	625,0
Parete di monte		7,78	0,50	97,3	4,75	461,9
Parete di valle		4,10	0,50	51,3	0,25	12,8
Taglione di monte	2,00	4,00	0,50	100	4,75	475,0
Taglione di valle	2,00	4,00	0,50	100	0,25	25,0
Pareti laterali	2	7,84	0,50	196,0	2,50	490,0
				<b>794,5</b>	<b>kN</b>	<b>2089,8</b>
<b>PESI RIVESTIMENTI</b>						
Rivestimento platea di fondazione	3,00	4,00	0,20	48,0	2,50	120,0
Rivestimento parete di monte		5,36	0,20	21,4	4,40	94,3
Rivestimento parete di valle		2,60	0,20	10,4	0,60	6,2
Rivestimento pareti laterali	2	7,84	0,20	0,0	2,50	0,0
				<b>79,8</b>	<b>kN</b>	<b>220,6</b>
<b>SPINTA DELLE TERRE sul paramento di monte</b>						
	$\gamma_s$ KN/mc	$\phi$ °	$K_a$ -	$H$ (*) m	$B$ m	$S_a$
0,5	18	30	0,33	2,45	4,00	71,7
						<b>71,7</b>
						<b>kN</b>
						<b>0,97</b>
						<b>69,8</b>
						<b>kNm</b>
<b>SPINTA IDRODINAMICA sul paramento di valle</b>						
	$\rho_w$ kg/mc	$C_d$ -	$A$ mq	$v$ m/s		$S_w$
0,5	1000	1,25	2,60	5,00		40,6
						<b>40,6</b>
						<b>kN</b>
						<b>1,25</b>
						<b>50,8</b>
						<b>kNm</b>
<b>FORZA DI ATTRITO sotto la platea</b>						
	$\mu$ -	$N$ kN				$F_r$
	0,364	874,3				318,3
						<b>318,3</b>
						<b>kN</b>
						<b>-</b>
						<b>-</b>
<b>SPINTA PASSIVA sui taglioni</b>						
	$\gamma_s$ KN/mc	$\phi$ °	$K_p$ -	$H$ m	$B$ m	$S_p$
0,5	18	30	3,00	2,00	4,00	864,0
						<b>864,0</b>
						<b>kN</b>
						<b>-</b>
						<b>-</b>
<b>AZIONE SISMICA INERZIALE</b>						
		$m$ kN	$C$ -			$I_n$
		874,3	0,04			35,0
						<b>35,0</b>
						<b>kN</b>
						<b>-</b>
						<b>-</b>
<b>SPINTA TERRE (sismica) sul paramento di monte</b>						
	$\gamma_s$ KN/mc	$\phi$ °	$K_a'$ -	$H$ (*) m	$B$ m	$S_a'$
(*) valore medio	0,5	18	0,40	2,45	4,00	86,9
						<b>86,9</b>
						<b>kN</b>
						<b>0,97</b>
						<b>84,6</b>
						<b>kNm</b>
<b>SPINTA PASSIVA (sismica) sui taglioni</b>						
	$\gamma_s$ KN/mc	$\phi$ °	$K_p'$ -	$H$ (*) m	$B$ m	$S_p'$
(*) valore medio	0,5	18	4,15	2,00	4,00	1196,3
						<b>1196,3</b>
						<b>kN</b>
						<b>-</b>
						<b>-</b>

#### VERIFICA IN ESERCIZIO

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	2310,3 kNm			
	Mr	69,8 kNm	Fattore di sicurezza		33,10
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1182,3 kNm			
	Fs	71,7 kNm	Fattore di sicurezza		16,48

#### VERIFICA IN CONDIZIONE DI PIENA STRAORDINARIA

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	2310,3 kNm			
	Mr	120,6 kNm	Fattore di sicurezza		19,16
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1182,3 kNm			
	Fs	112,4 kNm	Fattore di sicurezza		10,52

#### VERIFICA IN CONDIZIONE SISMICA

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	2310,3 kNm			
	Mr	84,6 kNm	Fattore di sicurezza		27,32
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1514,6 kNm			
	Fs	121,9 kNm	Fattore di sicurezza		12,43

### VERIFICA VASCA NORD 6

	DIMENSIONI [m]			PESO [kN]	BRACCIO [m] rispetto al punto di ribaltamento	MOMENTO [kNm]
<b>PESI STRUTTURALI</b>						
Platea di fondazione	4,00	5,00	0,50	250	2,50	625,0
Parete di monte		7,82	0,50	97,8	4,75	464,3
Parete di valle		4,10	0,50	51,3	0,25	12,8
Taglione di monte	2,00	4,00	0,50	100	4,75	475,0
Taglione di valle	2,00	4,00	0,50	100	0,25	25,0
Pareti laterali	2	7,86	0,50	196,5	2,50	491,3
				<b>795,5</b>	<b>kN</b>	<b>2093,4</b>
<b>PESI RIVESTIMENTI</b>						
Rivestimento platea di fondazione	3,00	4,00	0,20	48,0	2,50	120,0
Rivestimento parete di monte		5,39	0,20	21,6	4,40	94,9
Rivestimento parete di valle		2,60	0,20	10,4	0,60	6,2
Rivestimento pareti laterali	2	7,86	0,20	0,0	2,50	0,0
				<b>80,0</b>	<b>kN</b>	<b>221,1</b>
<b>SPINTA DELLE TERRE sul paramento di monte</b>						
	$\gamma_s$ KN/mc	$\phi$ °	$K_a$ -	$H$ (*) m	B m	$S_a$
0,5	18	30	0,33	2,46	4,00	72,3
						<b>72,3</b>
						<b>kN</b>
						<b>0,98</b>
						<b>70,6</b>
						<b>kNm</b>
<b>SPINTA IDRODINAMICA sul paramento di valle</b>						
	$\rho_w$ kg/mc	$C_d$ -	A mq	v m/s		$S_w$
0,5	1000	1,25	2,60	5,00		40,6
						<b>40,6</b>
						<b>kN</b>
						1,25
						<b>50,8</b>
						<b>kNm</b>
<b>FORZA DI ATTRITO sotto la platea</b>						
	$\mu$ -	N kN				$F_r$
	0,364	875,5				318,7
						<b>318,7</b>
						<b>kN</b>
						-
						-
<b>SPINTA PASSIVA sui taglioni</b>						
	$\gamma_s$ KN/mc	$\phi$ °	$K_p$ -	H m	B m	$S_p$
0,5	18	30	3,00	2,00	4,00	864,0
						<b>864,0</b>
						<b>kN</b>
						-
						-
<b>AZIONE SISMICA INERZIALE</b>						
		m kN	C -			$I_n$
		875,5	0,04			35,0
						<b>35,0</b>
						<b>kN</b>
						-
						-
<b>SPINTA TERRE (sismica) sul paramento di monte</b>						
	$\gamma_s$ KN/mc	$\phi$ °	$K_a'$ -	$H$ (*) m	B m	$S_a'$
(*) valore medio	0,5	18	0,40	2,46	4,00	87,6
						<b>87,6</b>
						<b>kN</b>
						0,98
						<b>85,6</b>
						<b>kNm</b>
<b>SPINTA PASSIVA (sismica) sui taglioni</b>						
	$\gamma_s$ KN/mc	$\phi$ °	$K_p'$ -	$H$ (*) m	B m	$S_p'$
(*) valore medio	0,5	18	4,15	2,00	4,00	1196,3
						<b>1196,3</b>
						<b>kN</b>
						-
						-

#### VERIFICA IN ESERCIZIO

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	2314,5 kNm			
	Mr	70,6 kNm	Fattore di sicurezza		32,77
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1182,7 kNm			
	Fs	72,3 kNm	Fattore di sicurezza		16,35

#### VERIFICA IN CONDIZIONE DI PIENA STRAORDINARIA

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	2314,5 kNm			
	Mr	121,4 kNm	Fattore di sicurezza		19,06
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1182,7 kNm			
	Fs	112,9 kNm	Fattore di sicurezza		10,47

#### VERIFICA IN CONDIZIONE SISMICA

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	2314,5 kNm			
	Mr	85,6 kNm	Fattore di sicurezza		27,05
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1515,0 kNm			
	Fs	122,6 kNm	Fattore di sicurezza		12,35

### VERIFICA VASCA NORD 7

	DIMENSIONI [m]			PESO [kN]	BRACCIO [m] rispetto al punto di ribaltamento	MOMENTO [kNm]
<b>PESI STRUTTURALI</b>						
Platea di fondazione	4,00	5,00	0,50	250	2,50	625,0
Parete di monte		6,22	0,50	77,8	4,75	369,3
Parete di valle		4,10	0,50	51,3	0,25	12,8
Taglione di monte	2,00	4,00	0,50	100	4,75	475,0
Taglione di valle	2,00	4,00	0,50	100	0,25	25,0
Pareti laterali	2	7,06	0,50	176,5	2,50	441,3
				<b>755,5</b>	<b>kN</b>	<b>1948,4</b>
<b>PESI RIVESTIMENTI</b>						
Rivestimento platea di fondazione	3,00	4,00	0,20	48,0	2,50	120,0
Rivestimento parete di monte		4,19	0,20	16,8	4,40	73,7
Rivestimento parete di valle		2,60	0,20	10,4	0,60	6,2
Rivestimento pareti laterali	2	7,06	0,20	0,0	2,50	0,0
				<b>75,2</b>	<b>kN</b>	<b>200,0</b>
<b>SPINTA DELLE TERRE sul paramento di monte</b>						
	$\gamma_s$ KN/mc	$\phi$ °	$K_a$ -	$H$ (*) m	$B$ m	$S_a$
0,5	18	30	0,33	2,06	4,00	50,7
						<b>50,7</b>
						<b>0,84</b>
						<b>42,7</b>
						<b>kNm</b>
<b>SPINTA IDRODINAMICA sul paramento di valle</b>						
	$\rho_w$ kg/mc	$C_d$ -	$A$ mq	$v$ m/s		$S_w$
0,5	1000	1,25	2,60	5,00		40,6
						<b>40,6</b>
						<b>1,25</b>
						<b>50,8</b>
						<b>kNm</b>
<b>FORZA DI ATTRITO sotto la platea</b>						
	$\mu$ -	$N$ kN				$F_r$
	0,364	830,7				302,4
						<b>302,4</b>
						<b>kN</b>
						<b>-</b>
						<b>-</b>
<b>SPINTA PASSIVA sui taglioni</b>						
	$\gamma_s$ KN/mc	$\phi$ °	$K_p$ -	$H$ m	$B$ m	$S_p$
0,5	18	30	3,00	2,00	4,00	864,0
						<b>864,0</b>
						<b>kN</b>
						<b>-</b>
						<b>-</b>
<b>AZIONE SISMICA INERZIALE</b>						
		$m$ kN	$C$ -			$I_n$
		830,7	0,04			33,2
						<b>33,2</b>
						<b>kN</b>
						<b>-</b>
						<b>-</b>
<b>SPINTA TERRE (sismica) sul paramento di monte</b>						
	$\gamma_s$ KN/mc	$\phi$ °	$K_a'$ -	$H$ (*) m	$B$ m	$S_a'$
(*) valore medio	0,5	18	0,40	2,06	4,00	61,4
						<b>61,4</b>
						<b>kN</b>
						<b>0,84</b>
						<b>51,8</b>
						<b>kNm</b>
<b>SPINTA PASSIVA (sismica) sui taglioni</b>						
	$\gamma_s$ KN/mc	$\phi$ °	$K_p'$ -	$H$ (*) m	$B$ m	$S_p'$
(*) valore medio	0,5	18	4,15	2,00	4,00	1196,3
						<b>1196,3</b>
						<b>kN</b>
						<b>-</b>
						<b>-</b>

#### VERIFICA IN ESERCIZIO

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	2148,4 kNm			
	Mr	42,7 kNm	Fattore di sicurezza		50,27
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1166,4 kNm			
	Fs	50,7 kNm	Fattore di sicurezza		23,02

#### VERIFICA IN CONDIZIONE DI PIENA STRAORDINARIA

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	2148,4 kNm			
	Mr	93,5 kNm	Fattore di sicurezza		22,97
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1166,4 kNm			
	Fs	91,3 kNm	Fattore di sicurezza		12,77

#### VERIFICA IN CONDIZIONE SISMICA

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	2148,4 kNm			
	Mr	51,8 kNm	Fattore di sicurezza		41,50
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1498,7 kNm			
	Fs	94,6 kNm	Fattore di sicurezza		15,84

### VERIFICA VASCA NORD 8

	DIMENSIONI [m]			PESO [kN]	BRACCIO [m] rispetto al punto di ribaltamento		MOMENTO [kNm]
<b>PESI STRUTTURALI</b>							
Platea di fondazione	4,00	5,00	0,50	250	2,50		625,0
Parete di monte		6,18	0,50	77,3	4,75		366,9
Parete di valle		4,10	0,50	51,3	0,25		12,8
Taglione di monte	2,00	4,00	0,50	100	4,75		475,0
Taglione di valle	2,00	4,00	0,50	100	0,25		25,0
Pareti laterali	2	7,04	0,50	176,0	2,50		440,0
				<b>754,5</b>	<b>kN</b>		<b>1944,8</b>
<b>PESI RIVESTIMENTI</b>							
Rivestimento platea di fondazione	3,00	4,00	0,20	48,0	2,50		120,0
Rivestimento parete di monte		4,16	0,20	16,6	4,40		73,2
Rivestimento parete di valle		2,60	0,20	10,4	0,60		6,2
Rivestimento pareti laterali	2	7,04	0,20	0,0	2,50		0,0
				<b>75,0</b>	<b>kN</b>		<b>199,5</b>
<b>SPINTA DELLE TERRE sul paramento di monte</b>							
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_a$	$H$ (*)	$B$	$S_a$	
	kN/mc	°	-	m	m		
0,5	18	30	0,33	2,05	4,00	50,2	42,2
						<b>50,2</b>	<b>42,2</b>
						<b>kN</b>	<b>kNm</b>
<b>SPINTA IDRODINAMICA sul paramento di valle</b>							
	$\rho_w$	$C_d$	$A$	$v$	$S_w$		
	kg/mc	-	m <sup>2</sup>	m/s			
0,5	1000	1,25	2,60	5,00	40,6	1,25	50,8
					<b>40,6</b>		<b>50,8</b>
					<b>kN</b>		<b>kNm</b>
<b>FORZA DI ATTRITO sotto la platea</b>							
	$\mu$	$N$	$F_r$				
	-	kN					
	0,364	829,5	302,0				
			<b>302,0</b>				
			<b>kN</b>				
<b>SPINTA PASSIVA sui taglioni</b>							
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_p$	$H$	$B$	$S_p$	
	kN/mc	°	-	m	m		
0,5	18	30	3,00	2,00	4,00	864,0	-
						<b>864,0</b>	
						<b>kN</b>	
<b>AZIONE SISMICA INERZIALE</b>							
		$C$	$I_n$				
		-					
		829,5	0,04			33,2	-
						<b>33,2</b>	
						<b>kN</b>	
<b>SPINTA TERRE (sismica) sul paramento di monte</b>							
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_a'$	$H$ (*)	$B$	$S_a'$	
	kN/mc	°	-	m	m		
(*) valore medio	0,5	18	0,40	2,05	4,00	60,8	51,1
						<b>60,8</b>	<b>51,1</b>
						<b>kN</b>	<b>kNm</b>
<b>SPINTA PASSIVA (sismica) sui taglioni</b>							
	$\gamma_s$	$\phi$	$K_p'$	$H$ (*)	$B$	$S_p'$	
	kN/mc	°	-	m	m		
(*) valore medio	0,5	18	4,15	2,00	4,00	1196,3	-
						<b>1196,3</b>	
						<b>kN</b>	

#### VERIFICA IN ESERCIZIO

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	2144,2 kNm		
	Mr	42,2 kNm	Fattore di sicurezza	50,87
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1166,0 kNm		
	Fs	50,2 kNm	Fattore di sicurezza	23,23

#### VERIFICA IN CONDIZIONE DI PIENA STRAORDINARIA

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	2144,2 kNm		
	Mr	92,9 kNm	Fattore di sicurezza	23,07
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1166,0 kNm		
	Fs	90,8 kNm	Fattore di sicurezza	12,84

#### VERIFICA IN CONDIZIONE SISMICA

VERIFICA AL RIBALTAMENTO	Ms	2144,2 kNm		
	Mr	51,1 kNm	Fattore di sicurezza	41,99
VERIFICA A SCORRIMENTO	Fr	1498,2 kNm		
	Fs	94,0 kNm	Fattore di sicurezza	15,94



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualfica Ambientale Val Lemme

Foglio  
57 di 305

### 5.3.2. Verifica al carico limite

La pressione massima che può verificarsi al di sotto della fondazione di ciascuna vasca si ha nel caso in cui la vasca possa essere piena d'acqua.

Si è ipotizzato che il battente d'acqua in caso di piena possa al massimo raggiungere un valore pari a 5 metri al di sopra della gavetta.

Nella tabella di seguito riportata sono indicati i contributi del peso proprio delle strutture e del rivestimento, che sommati al peso dell'acqua di riempimento portano al valore della pressione al di sotto della fondazione da confrontare con il valore di capacità portante tipico.

VASCA	CARICHI		RIEMPIMENTO ACQUA			TOTALE CARICHI	Superficie ripartizione	PRESSIONE MASSIMA
	Struttura kN	Rivestimento kN	Superficie interna mq	Altezza gaveta m	Riempimento kN			
<b>Banca 4</b>	1090,25	198,50	9,00	0,50	495,00	1783,75	16,50	<b>1,08</b>
<b>Banca 2</b>	1324,75	236,00	10,00	0,40	540,00	2100,75	18,00	<b>1,17</b>
<b>Banca 1 bassa</b>	1026,88	186,60	18,00	0,50	990,00	2203,48	27,50	<b>0,80</b>
<b>Confluenza alta</b>	1284,75	255,60	14,73	0,50	810,15	2350,50	23,53	<b>1,00</b>
<b>Sud 2 -3</b>	938,50	182,70	12,00	0,50	660,00	1781,20	20,00	<b>0,89</b>
<b>Sud 4</b>	1259,50	255,00	27,54	0,50	1514,70	3029,20	39,06	<b>0,78</b>
<b>Sud 5</b>	1765,00	403,10	27,70	0,50	1523,50	3691,60	39,24	<b>0,94</b>
<b>Sud 6</b>	1535,94	323,50	20,00	0,50	1100,00	2959,44	30,00	<b>0,99</b>
<b>Sud 7</b>	1398,88	283,60	20,00	0,50	1100,00	2782,48	30,00	<b>0,93</b>
<b>Nord 1</b>	791,50	79,50	12,00	0,50	660,00	1531,00	20,00	<b>0,77</b>
<b>Nord 2</b>	805,50	81,20	12,00	0,50	660,00	1546,70	20,00	<b>0,77</b>
<b>Nord 3</b>	824,50	83,40	12,00	0,50	660,00	1567,90	20,00	<b>0,78</b>
<b>Nord 4</b>	842,50	85,60	12,00	0,50	660,00	1588,10	20,00	<b>0,79</b>
<b>Nord 5</b>	794,50	79,80	12,00	0,50	660,00	1534,30	20,00	<b>0,77</b>
<b>Nord 6</b>	795,50	80,00	12,00	0,50	660,00	1535,50	20,00	<b>0,77</b>
<b>Nord 7</b>	755,50	75,20	12,00	0,50	660,00	1490,70	20,00	<b>0,75</b>
<b>Nord 8</b>	754,50	75,00	12,00	0,50	660,00	1489,50	20,00	<b>0,74</b>

Il calcolo della capacità portante con il metodo di Meyerhof, considerando un approfondimento di 50 cm fornisce mediamente per una superficie unitaria il seguente valore:

$$Q_u = c \times N'_c + q \times N'_q + 0,5 \times \gamma \times B \times N'_\gamma \rightarrow Q_u = 4,33 \text{ daN/cm}^2$$

La verifica a carico limite è soddisfatta in quanto il fattore di sicurezza è abbondantemente superiore a 2.

### 5.3.3. Verifica della sezione di spiccato dell'elevazione

La sezione di spiccato in verifica è una sezione rettangolare di base pari a 100 cm e altezza pari a 50 cm.

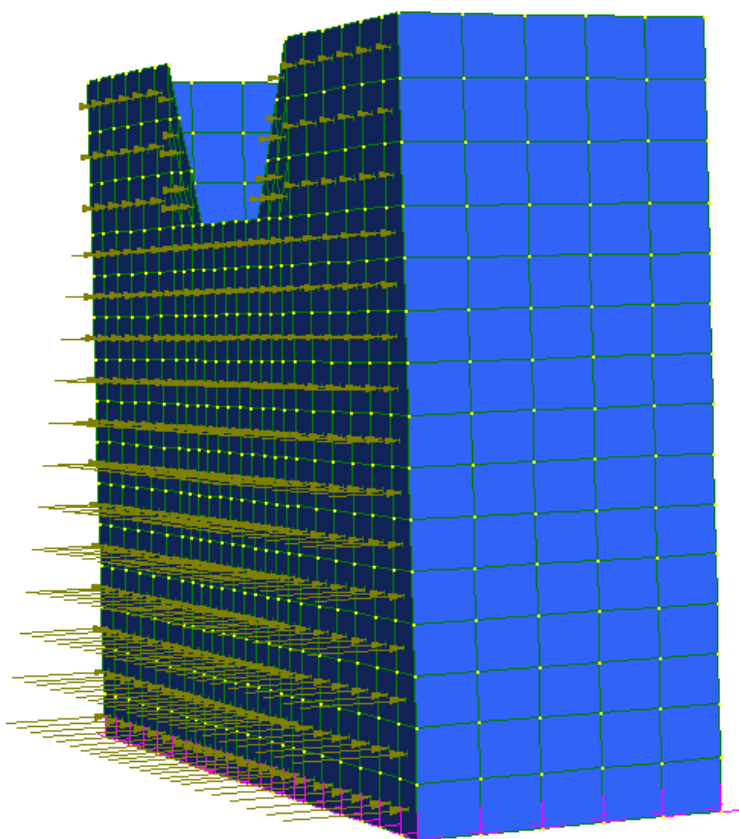
La massima sollecitazione a cui sono sottoposti i ritti in elevazione è la spinta idrodinamica dell'onda di piena oppure la spinta del terreno.

Considerate le notevoli dimensioni della parete di monte, al fine di tenere in conto l'effetto lastra, per le vasche con il paramento più grande è stato realizzato un modello agli elementi finiti mentre per le altre è stata svolta un'analisi a striscia unitaria.

Vasche banca 2 - banca 4 - confluenza alta - sud 5 e sud 6

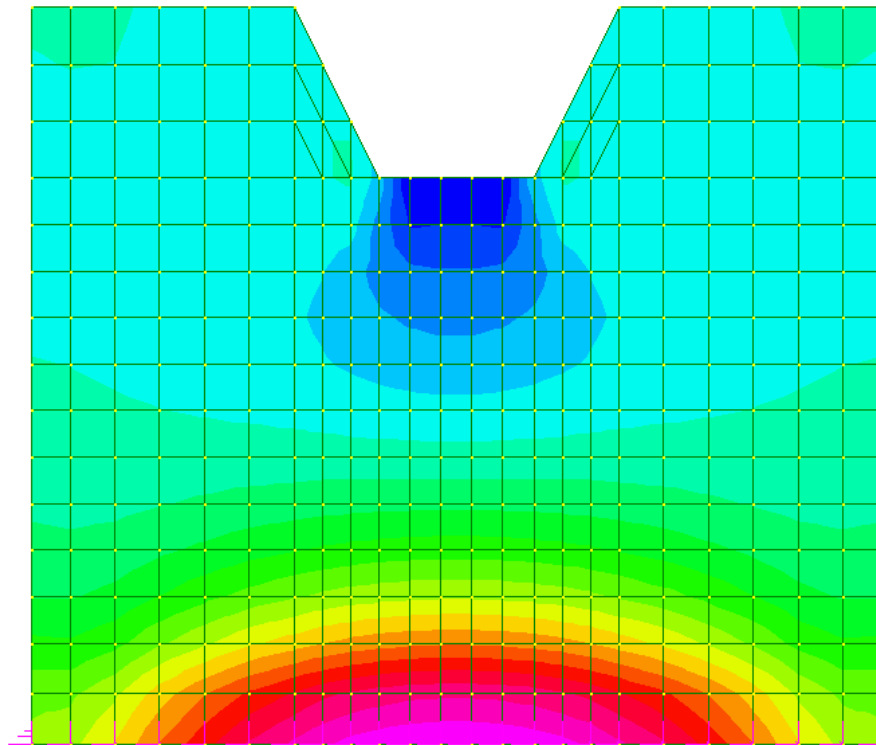
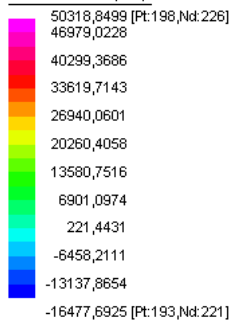
Ai fini della verifica interessavano soltanto le sollecitazioni sul paramento di monte pertanto è stato realizzato un modello con altezza del paramento pari a 5 metri e larghezza pari a 6 metri.

Il modello è stato realizzato con elementi plate spessore 50 cm. Al paramento di monte è stata applicata la spinta in condizioni sismiche. Essendo influenti ai fini delle verifiche del paramento di monte, i taglioni di immorsamento sono stati sostituiti da vincoli traslazioni applicati ai nodi alla base.



Estrapolando dal modello i risultati della combinazione sismica, il valore del taglio di verifica risulta pari a  $T = 51$  kN circa.

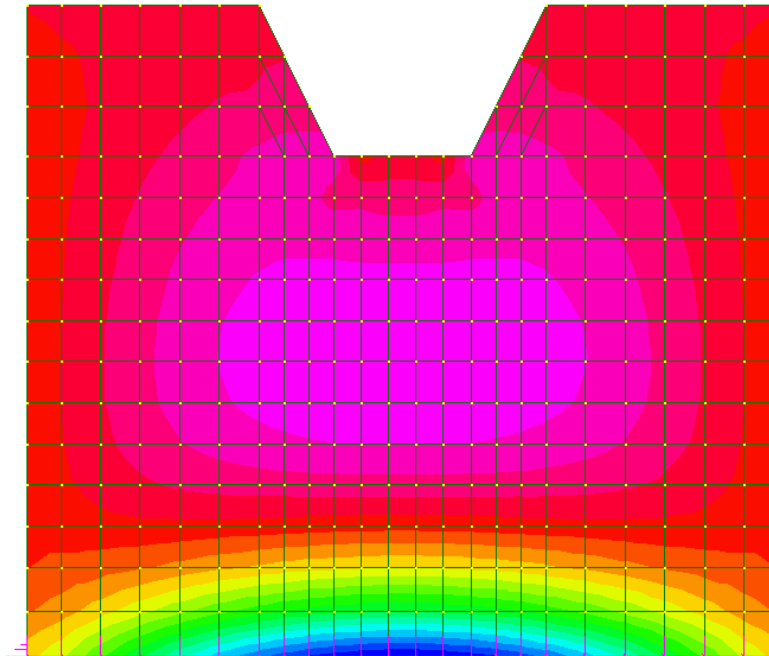
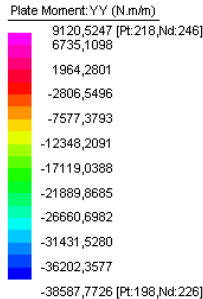
Plate Force: YZ (N/m)



La tensione tangenziale vale:

$$\tau = T / 0,9 \times b \times d = 51000 / 0,9 \times 1000 \times 440 = 0,13 \text{ N/mm}^2 < \tau_{c0} \rightarrow \text{non occorre armatura a taglio.}$$

Il valore del momento di verifica risulta pari a  $M = 39 \text{ kNm/m}$  circa.



L'armatura flessionale è costituita da  $5\phi 16/\text{m}$  su entrambi i lati.

Il copriferro netto è pari a circa 5,2 cm sul ferro in verifica, pertanto i baricentri dell'armatura della sezione sono:

- armatura interna 10,05 cmq/m a 6 cm dal lembo esterno della sezione
- armatura esterna 10,05 cmq/m a 44 cm dal lembo esterno della sezione.

**Verifica a flessione semplice di una sezione rettangolare**

Momento flettente	M	[kN*m]	39
Larghezza sezione	b	[cm]	100
Altezza sezione	h	[cm]	50
Copriferro lembo teso	c	[cm]	6
	h'	[cm]	44
Copriferro lembo compresso	c'	[cm]	6
Sezione armatura lembo teso	As	[cm <sup>2</sup> ]	10,05
Sezione armatura lembo compresso	A's	[cm <sup>2</sup> ]	10,05
Rapporto armature	$\gamma$	[-]	1,00
Coefficiente di omogeneizzazione	m	[-]	15
Distanza asse neutro dal lembo compresso	x	[cm]	9,63
Momento inerzia sezione	J	[cm <sup>4</sup> ]	209835
Tensione massima di compressione nel cls	$\sigma_c$	[N/mm <sup>2</sup> ]	1,79
Tensione massima di trazione nell'acciaio	$\sigma_s$	[N/mm <sup>2</sup> ]	95,83
	$\sigma'_s$	[N/mm <sup>2</sup> ]	10,11

#### 5.3.4. Altre vasche

Per quanto riguarda le vasche minori, in cui l'effetto lastra può essere ritenuto meno significativo, è stato condotto un calcolo semplificato per una striscia unitaria.

Le spinte agenti sui paramenti sono:

- spinta idrodinamica sul paramento di valle

$S_w = \frac{1}{2} \times \rho_w \times C_d \times A \times V^2 = \frac{1}{2} \times 1000 \times 1,25 \times (1 \times h) \times 5^2$ , dove  $h$  è l'altezza del paramento esposta alla spinta

- spinta del terreno sul paramento di monte

$S_a = \frac{1}{2} \times \gamma_s \times K_a \times H^2 = \frac{1}{2} \times 18 \times 0,333 \times H^2$ , dove  $H$  è l'altezza del paramento esposta alla spinta

- spinta del terreno sul paramento di monte in caso di sisma

$S_{a'} = \frac{1}{2} \times \gamma_s \times K'_a \times H^2 = \frac{1}{2} \times 18 \times 0,40 \times H^2$ .

Il valore del momento allo spiccato della sezione risulta pari a.

- spinta idrodinamica  $M = S_w \times h/2$
- spinta del terreno  $M = S_a \times H/3$
- spinta del terreno (sisma)  $M = S_{a'} \times H/3$ .

Nel foglio di calcolo che segue è riportato il calcolo delle spinte nelle diverse configurazioni delle vasche.

VASCA	Altezza paramento valle m	Spinta idrodinamica kN/m	Momento sollecitante kNm/m	Altezza paramento monte m	Spinta delle terre kN/m	Momento sollecitante kNm/m	Spinta sismica delle terre kN/m	Momento sollecitante kNm/m
<b>Vi0</b>	2,80	43,75	61,25	2,80	23,50	21,93	28,22	26,34
<b>Sud 2 -3</b>	2,70	42,19	56,95	2,70	21,85	19,66	26,24	23,62
<b>Sud 4</b>	2,00	31,25	31,25	1,50	6,74	3,37	8,10	4,05
<b>Sud 7</b>	3,50	54,69	95,70	3,50	36,71	42,83	44,10	51,45
<b>Nord 1</b>	1,50	23,44	17,58	2,39	17,12	13,64	20,56	16,38
<b>Nord 2</b>	1,50	23,44	17,58	2,53	19,18	16,18	23,04	19,43
<b>Nord 3</b>	1,50	23,44	17,58	2,72	22,17	20,10	26,63	24,15
<b>Nord 4</b>	1,50	23,44	17,58	2,90	25,20	24,36	30,28	29,27
<b>Nord 5</b>	1,50	23,44	17,58	2,42	17,55	14,16	21,08	17,01
<b>Nord 6</b>	1,50	23,44	17,58	2,43	17,70	14,33	21,26	17,22
<b>Nord 7</b>	1,50	23,44	17,58	2,03	12,35	8,36	14,84	10,04
<b>Nord 8</b>	1,50	23,44	17,58	2,02	12,23	8,23	14,69	9,89

Il valore del taglio di verifica risulta in questo caso pari a  $T = 55$  kN.

La tensione tangenziale vale:

$$\tau = T/0,9 b \times d = 55000 / 0,9 \times 1000 \times 440 = 0,13 \text{ N/mm}^2 < \tau_{co}$$

Il valore del momento di verifica risulta quindi pari a  $M = 96$  kNm.

L'armatura flessionale è costituita da  $5\phi 16/m$  su entrambi i lati.

Il copriferro netto è pari a circa 5,2 cm sul ferro in verifica, pertanto i baricentri dell'armatura della sezione sono:

- armatura interna 10,05 cmq/m a 6 cm dal lembo esterno della sezione

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualifica Ambientale Val Lemme

Foglio  
62 di 305

- armatura esterna 10,05 cmq/m a 44 cm dal lembo esterno della sezione.

**Verifica a flessione semplice di una sezione rettangolare**

Momento flettente	M	[kN*m]	96
Larghezza sezione	b	[cm]	100
Altezza sezione	h	[cm]	50
Copriferro lembo teso	c	[cm]	6
	h'	[cm]	44
Copriferro lembo compresso	c'	[cm]	6
Sezione armatura lembo teso	As	[cm <sup>2</sup> ]	10,05
Sezione armatura lembo compresso	A's	[cm <sup>2</sup> ]	10,05
Rapporto armature	γ	[-]	1,00
Coefficiente di omogeneizzazione	m	[-]	15
Distanza asse neutro dal lembo compresso	x	[cm]	9,63
Momento inerzia sezione	J	[cm <sup>4</sup> ]	209835
Tensione massima di compressione nel cls	σ <sub>c</sub>	[N/mm <sup>2</sup> ]	4,40
Tensione massima di trazione nell'acciaio	σ <sub>s</sub>	[N/mm <sup>2</sup> ]	235,88
	σ' <sub>s</sub>	[N/mm <sup>2</sup> ]	24,90

## 6. VERIFICA STRUTTURALE DELLE VASCHE DI RACCOLTA E SEDIMENTAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE DELL'ABBANCAMENTO E DELLA VASCA DI SEDIMENTAZIONE DI VALLE

### 6.1. Rappresentazione generale del manufatto

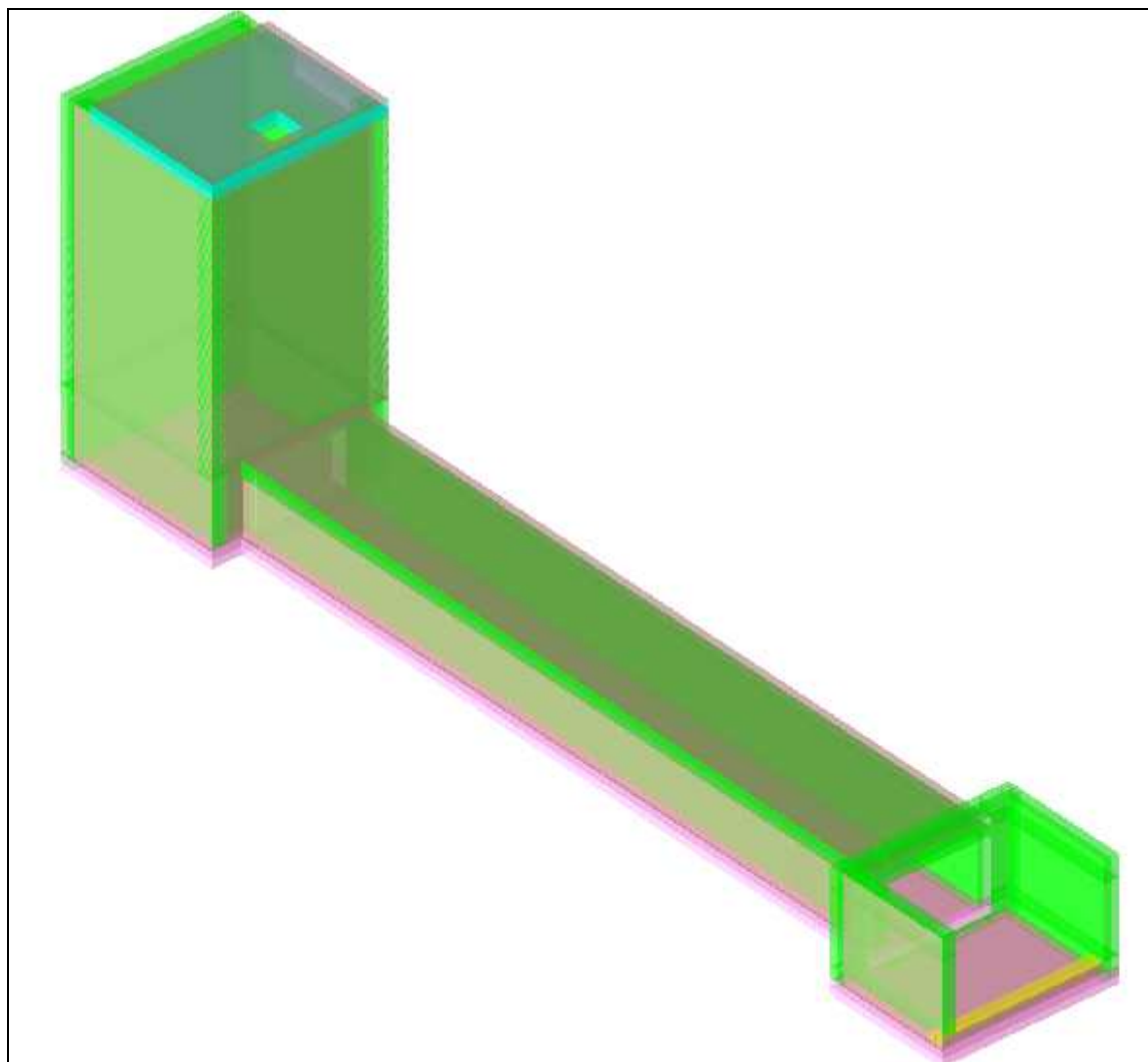


Figura 1: Struttura – Vista assonometrica dell'edificio nella sua interezza

### 6.2. Descrizione del software

#### DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA SISMICAD

Si tratta di un programma di calcolo strutturale che nella versione più estesa è dedicato al progetto e verifica degli elementi in cemento armato, acciaio, muratura e legno di opere civili. Il programma utilizza come analizzatore e solutore del modello strutturale un proprio solutore agli elementi finiti tridimensionale fornito col pacchetto. Il programma è sostanzialmente diviso in tre moduli: un pre processore che consente l'introduzione della geometria e dei carichi e crea il file dati di input al

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualifica Ambientale Val Lemme	Foglio 64 di 305

solutore; il solutore agli elementi finiti; un post processore che a soluzione avvenuta elabora i risultati eseguendo il progetto e la verifica delle membrature e producendo i grafici ed i tabulati di output.

## SPECIFICHE TECNICHE

Denominazione del software: Sismicad 12

Produttore del software: Concrete

Concrete srl, via della Pieve, 15, 35121 PADOVA - Italy

<http://www.concrete.it>

Rivenditore: CONCRETE SRL - Via della Pieve 19 - 35121 Padova - tel.049-8754720

Versione: 12.0

Versione regolarmente licenziata

## SCHEMATIZZAZIONE STRUTTURALE E CRITERI DI CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

Il programma schematizza la struttura attraverso l'introduzione nell'ordine di fondazioni, poste anche a quote diverse, platee, platee nervate, plinti e travi di fondazione poggianti tutte su suolo elastico alla Winkler, di elementi verticali, pilastri e pareti in c.a. anche con fori, di orizzontamenti costituiti da solai orizzontali e inclinati (falde), e relative travi di piano e di falda; è ammessa anche l'introduzione di elementi prismatici in c.a. di interpiano con possibilità di collegamento in inclinato a solai posti a quote diverse. I nodi strutturali possono essere connessi solo a travi, pilastri e pareti, simulando così impalcati infinitamente deformabili nel piano, oppure a elementi lastra di spessore dichiarato dall'utente simulando in tal modo impalcati a rigidezza finita. I nodi appartenenti agli impalcati orizzontali possono essere connessi rigidamente ad uno o più nodi principali giacenti nel piano dell'impalcato; generalmente un nodo principale coincide con il baricentro delle masse. Tale opzione, oltre a ridurre significativamente i tempi di elaborazione, elimina le approssimazioni numeriche connesse all'utilizzo di elementi lastra quando si richiede l'analisi a impalcati infinitamente rigidi. Per quanto concerne i carichi, in fase di immissione dati, vengono definite, in numero a scelta dell'utente, condizioni di carico elementari le quali, in aggiunta alle azioni sismiche e variazioni termiche, vengono combinate attraverso coefficienti moltiplicativi per fornire le combinazioni richieste per le verifiche successive. L'effetto di disassamento delle forze orizzontali, indotto ad esempio dai torcenti di piano per costruzioni in zona sismica, viene simulato attraverso l'introduzione di eccentricità planari aggiuntive le quali costituiscono ulteriori condizioni elementari di carico da cumulare e combinare secondo i criteri del paragrafo precedente. Tipologicamente sono ammessi sulle travi e sulle pareti carichi uniformemente distribuiti e carichi trapezoidali; lungo le aste e nei nodi di incrocio delle membrature sono anche definibili componenti di forze e coppie concentrate comunque dirette nello spazio. Sono previste distribuzioni di temperatura, di intensità a scelta dell'utente, agenti anche su singole porzioni di struttura. Il calcolo delle sollecitazioni si basa sulle seguenti ipotesi e modalità: - travi e pilastri deformabili a sforzo normale, flessione deviata, taglio deviato e momento torcente. Sono previsti coefficienti riduttivi dei momenti di inerzia a scelta dell'utente per considerare la riduzione della rigidezza flessionale e torsionale per effetto della fessurazione del conglomerato cementizio. E' previsto un moltiplicatore della rigidezza assiale dei pilastri per considerare, se pure in modo approssimato, l'accorciamento dei pilastri per sforzo



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualifica Ambientale Val Lemme

Foglio  
65 di 305

normale durante la costruzione. - le travi di fondazione su suolo alla Winkler sono risolte in forma chiusa tramite uno specifico elemento finito; - le pareti in c.a. sono analizzate schematizzandole come elementi lastra-piastra discretizzati con passo massimo assegnato in fase di immissione dati; - le pareti in muratura possono essere schematizzate con elementi lastra-piastra con spessore flessionale ridotto rispetto allo spessore membranale.- I plinti su suolo alla Winkler sono modellati con la introduzione di molle verticali elastoplastiche. La traslazione orizzontale a scelta dell'utente è bloccata o gestita da molle orizzontali di modulo di reazione proporzionale al verticale. - I pali sono modellati suddividendo l'asta in più aste immerse in terreni di stratigrafia definita dall'utente. Nei nodi di divisione tra le aste vengono inserite molle assialsimmetriche elastoplastiche precaricate dalla spinta a riposo che hanno come pressione limite minima la spinta attiva e come pressione limite massima la spinta passiva modificabile attraverso opportuni coefficienti. - i plinti su pali sono modellati attraverso aste di di rigidità elevata che collegano un punto della struttura in elevazione con le aste che simulano la presenza dei pali;- le piastre sono discretizzate in un numero finito di elementi lastra-piastra con passo massimo assegnato in fase di immissione dati; nel caso di platee di fondazione i nodi sono collegati al suolo da molle aventi rigidità alla traslazione verticale ed richiesta anche orizzontale.- La deformabilità nel proprio piano di piani dichiarati non infinitamente rigidi e di falde (piani inclinati) può essere controllata attraverso la introduzione di elementi membranali nelle zone di solaio. - I disassamenti tra elementi asta sono gestiti automaticamente dal programma attraverso la introduzione di collegamenti rigidi locali.- Alle estremità di elementi asta è possibile inserire svincolamenti tradizionali così come cerniere parziali (che trasmettono una quota di ciò che trasmetterebbero in condizioni di collegamento rigido) o cerniere plastiche.- Alle estremità di elementi bidimensionali è possibile inserire svincolamenti con cerniere parziali del momento flettente avente come asse il bordo dell'elemento.- Il calcolo degli effetti del sisma è condotto, a scelta dell'utente, con analisi statica lineare, con analisi dinamica modale o con analisi statica non lineare, in accordo alle varie normative adottate. Le masse, nel caso di impalcati dichiarati rigidi sono concentrate nei nodi principali di piano altrimenti vengono considerate diffuse nei nodi giacenti sull'impalcato stesso. Nel caso di analisi sismica vengono anche controllati gli spostamenti di interpiano.

#### VERIFICHE DELLE MEMBRATURE IN CEMENTO ARMATO

Nel caso più generale le verifiche degli elementi in c.a. possono essere condotte col metodo delle tensioni ammissibili (D.M. 14-1-92) o agli stati limite in accordo al D.M. 09-01-96, al D.M. 14-01-08 o secondo Eurocodice 2. Le travi sono progettate e verificate a flessione retta e taglio; a richiesta è possibile la verifica per le sei componenti della sollecitazione. I pilastri ed i pali sono verificati per le sei componenti della sollecitazione. Per gli elementi bidimensionali giacenti in un medesimo piano è disponibile la modalità di verifica che consente di analizzare lo stato di verifica nei singoli nodi degli elementi. Nelle verifiche (a presso flessione e punzonamento) è ammessa la introduzione dei momenti di calcolo modificati in base alle direttive dell'EC2, Appendice A.2.8. I plinti superficiali sono verificati assumendo lo schema statico di mensole con incastri posti a filo o in asse pilastro. Gli ancoraggi delle armature delle membrature in c.a. sono calcolati sulla base della effettiva tensione normale che ogni barra assume nella sezione di verifica distinguendo le zone di ancoraggio in zone di buona o cattiva aderenza. In particolare il programma valuta la tensione normale che ciascuna barra può assumere in una sezione sviluppando l'aderenza sulla superficie cilindrica posta a sinistra

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualifica Ambientale Val Lemme
	Foglio 66 di 305

o a destra della sezione considerata; se in una sezione una barra assume per effetto dell'aderenza una tensione normale minore di quella ammissibile, il suo contributo all'area complessiva viene ridotto dal programma nel rapporto tra la tensione normale che la barra può assumere per effetto dell'aderenza e quella ammissibile. Le verifiche sono effettuate a partire dalle aree di acciaio equivalenti così calcolate che vengono evidenziate in relazione. A seguito di analisi inelastiche eseguite in accordo a OPCM 3431 o D.M. 14-01-08 vengono condotte verifiche di resistenza per i meccanismi fragili (nodi e taglio) e verifiche di deformabilità per i meccanismi duttili.

### 6.3. Dati generali

#### 6.3.1. Materiali c.a.

**Descrizione:** Descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Rck:** Resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [daN/cm<sup>2</sup>]

**E:** Modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Gamma:** Peso specifico del materiale. [daN/cm<sup>3</sup>]

**Poisson:** Coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

**G:** Modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Alfa:** Coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C<sup>-1</sup>]

Descrizione	Rck	E	Gamma	Poisson	G	Alfa
C32/40	400	336428	0.0025	0.1	152921.72	0.00001

#### 6.3.2. Curve di materiali c.a.

**Rck:** Resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [daN/cm<sup>2</sup>]

**E:** Modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Gamma:** Peso specifico del materiale. [daN/cm<sup>3</sup>]

**Poisson:** Coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

**G:** Modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Alfa:** Coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C<sup>-1</sup>]

**Curva:** Curva caratteristica.

**Reaz.traz.:** Reagisce a trazione.

**Comp.frag.:** Ha comportamento fragile.

**E.compr.:** Modulo di elasticità a compressione. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Incr.compr.:** Incrudimento di compressione. Il valore è adimensionale.

**EpsEc:** Epsilon elastico a compressione. Il valore è adimensionale.

**EpsUc:** Epsilon ultimo a compressione. Il valore è adimensionale.

**E.traz.:** Modulo di elasticità a trazione. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Incr.traz.:** Incrudimento di trazione. Il valore è adimensionale.

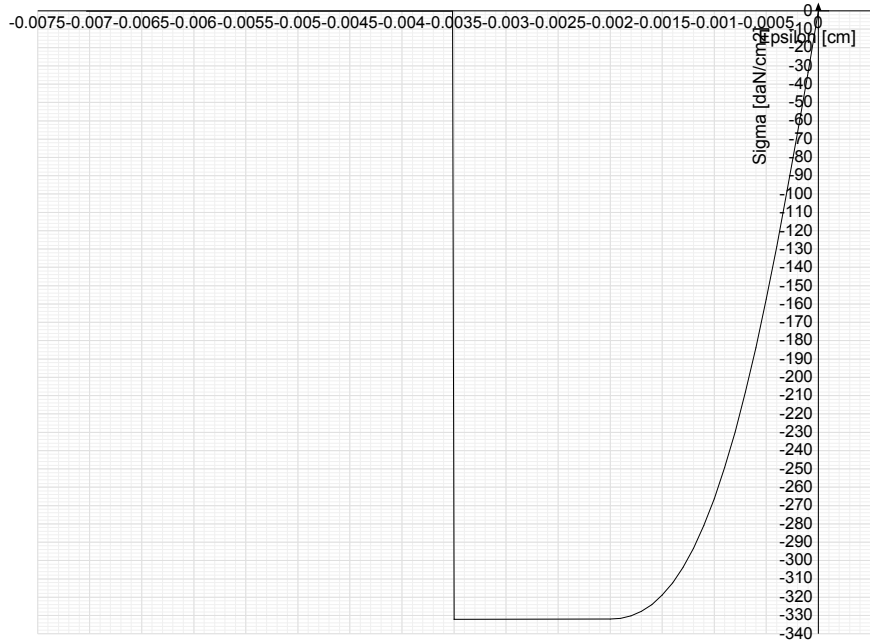
**EpsEt:** Epsilon elastico a trazione. Il valore è adimensionale.

**EpsUt:** Epsilon ultimo a trazione. Il valore è adimensionale.

**Materiale: C32/40**

Rck	E	Gamma	Poisson	G	Alfa
400	336427.78	0.0025	0.1	152921.72	0.00001

Curva									
Reaz.traz.	Comp.frag.	E.compr.	Incr.compr.	EpsEc	EpsUc	E.traz.	Incr.traz.	EpsEt	EpsUt
No	Si	336427.78	0.0001	-0.002	-0.0035	336427.78	0.0001	0.0000645	0.0000709



### 6.3.3. Armature

**Descrizione:** Descrizione o nome assegnato all'elemento.

**fyk:** Resistenza caratteristica. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Sigma amm.:** Tensione ammissibile. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Tipo:** Tipo di barra.

**E:** Modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Gamma:** Peso specifico del materiale. [daN/cm<sup>3</sup>]

**Poisson:** Coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

**G:** Modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Alfa:** Coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C<sup>-1</sup>]

**Livello di conoscenza:** Indica se il materiale è nuovo o esistente, e in tal caso il livello di conoscenza secondo Circ. 02/02/09 n. 617 §C8A. Informazione impiegata solo in analisi D.M. 14-01-08 (N.T.C.).

Descrizione	fyk	Sigma amm.	Tipo	E	Gamma	Poisson	G	Alfa	Livello di conoscenza
B450C	4500	2550	Aderenza migliorata	2060000	0.00785	0.3	792307.69	0.000012	Nuovo

### 6.3.4. Terreni

**Descrizione:** Descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Coesione:** Coesione del terreno. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Coesione non drenata:** Coesione non drenata (Cu) del terreno. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Attrito interno:** Angolo di attrito interno del terreno. [deg]

**Delta:** Angolo di attrito all'interfaccia terreno-cla. [deg]

**Adesione:** Coeff. di adesione della coesione all'interfaccia terreno-cla. Il valore è adimensionale.

**K0:** Coefficiente di spinta a riposo del terreno. Il valore è adimensionale.

**Gamma naturale:** Peso specifico naturale del terreno in sito, assegnato alle zone non immerse. [daN/cm<sup>3</sup>]

**Gamma saturo:** Peso specifico saturo del terreno in sito, assegnato alle zone immerse. [daN/cm<sup>3</sup>]

**E:** Modulo elastico longitudinale del terreno. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Poisson:** Coefficiente di Poisson del terreno. Il valore è adimensionale.

Descrizione	Coesione	Coesione non drenata	Attrito interno	Delta	Adesione	K0	Gamma naturale	Gamma saturo	E	Poisson
Riporto	0	0	30	0	1	0.5	0.0018	0.0019	900	0.3

## 6.4. Dati di definizione

### 6.4.1. Preferenze commessa

#### Preferenze di analisi

Metodo di analisi	D.M. 16-01-96 statica
Grado di sismicità	6
Coefficiente di protezione sismica	1
Coefficiente di fondazione	1
Coefficiente di struttura	1
Coefficiente di risposta lungo X	1
Coefficiente di risposta lungo Y	1
Rotazione del sisma rispetto agli assi	0
	[deg]
Quota dello '0' sismico	0
	[cm]
Coefficiente per il controllo degli spostamenti di interpiano	0.002
Tipo struttura	Edificio non in muratura
Coefficiente di sicurezza portanza fondazioni superficiali	3
Coefficiente di sicurezza scorrimento fondazioni superficiali	1.3
Coefficiente di sicurezza portanza pali	2.5

#### Preferenze di verifica

##### Normativa di verifica in uso

Norma di verifica	stati limite in D.M.9-01-96
Cemento armato	Preferenze analisi di verifica in stato limite

Psi

##### Normativa di verifica C.A.

Coefficiente di omogeneizzazione	15
Beta2 Circ.M.LL.PP 252 B.6.6.3 e Beta EC2 7.4.3 (7.19)	1
Gamma s (fattore di sicurezza parziale per l'acciaio)	1.15
Gamma c (fattore di sicurezza parziale per il calcestruzzo)	1.6
Limite sigmac/fck in combinazione rara	0.6
Limite sigmac/fck in combinazione quasi permanente	0.45
Limite sigmaff/yk in combinazione rara	0.7
Massima apertura delle fessure in combinazione rara	0.03
	[cm]
Massima apertura delle fessure in combinazione frequente	0.02
	[cm]
Massima apertura delle fessure in comb. quasi permanente	0.01
	[cm]
Coefficiente di riduzione della tau per cattiva aderenza	0.7

#### Preferenze FEM

Dimensione massima ottimale mesh pareti (default)	120
	[cm]
Dimensione massima ottimale mesh piastre (default)	120
	[cm]
Tipo di mesh dei gusci (default)	Quadrilateri o triangoli
Tipo di mesh imposta ai gusci	Specifico dell'elemento
Metodo P-Delta	non utilizzato
Analisi buckling	non utilizzata
Rapporto spessore flessionale/membranale gusci muratura verticali	0.2
Rapporto spessore flessionale/membranale gusci di pareti in legno	1
Tolleranza di parallelismo	4.99
	[deg]
Tolleranza di unicità punti	10
	[cm]
Tolleranza generazione nodi di aste	1
	[cm]
Tolleranza di parallelismo in suddivisione aste	4.99
	[deg]
Tolleranza generazione nodi di gusci	4
	[cm]
Tolleranza eccentricità carichi concentrati	100
	[cm]
Considera deformazione a taglio delle piastre	No
Modello elastico pareti in muratura	Gusci
Concentra masse pareti nei vertici	No
Segno risultati analisi spettrale	Analisi statica
Memoria utilizzabile dal solutore	8000000
Metodo di risoluzione della matrice	Matrici sparse
Scrivi commenti nel file di input	No
Scrivi file di output in formato testo	No

Solidi colle e corpi ruvidi (default)  
 Moltiplicatore rigidezza molla torsionale applicata ad aste di fondazione  
 Modello trave su suolo alla Winkler nel caso di modellazione lineare

Solidi reali  
 1  
 Equilibrio elastico

## Moltiplicatori inerziali

**Tipologia:** Tipo di entità a cui si riferiscono i moltiplicatori inerziali.

**J2:** Moltiplicatore inerziale di J2. Il valore è adimensionale.

**J3:** Moltiplicatore inerziale di J3. Il valore è adimensionale.

**Jt:** Moltiplicatore inerziale di Jt. Il valore è adimensionale.

**A:** Moltiplicatore dell'area della sezione. Il valore è adimensionale.

**A2:** Moltiplicatore dell'area a taglio in direzione 2. Il valore è adimensionale.

**A3:** Moltiplicatore dell'area a taglio in direzione 3. Il valore è adimensionale.

**Conci rigidi:** Fattore di riduzione dei tronchi rigidi. Il valore è adimensionale.

Tipologia	J2	J3	Jt	A	A2	A3	Conci rigidi
Trave C.A.	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Pilastro C.A.	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Trave di fondazione	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Palo	1	1	0.01	1	1	1	0
Trave in legno	1	1	1	1	1	1	1
Colonna in legno	1	1	1	1	1	1	1
Trave in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Colonna in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Trave di reticolare in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Maschio in muratura	0	1	0	1	1	1	1
Trave di accoppiamento in muratura	0	1	0	1	1	1	1
Trave di scala C.A. nervata	1	1	1	1	1	1	0.5
Trave tralicciata	1	1	0.01	1	1	1	0.5

## Preferenze di analisi non lineare FEM

Metodo iterativo  
 Tolleranza iterazione  
 Numero massimo iterazioni

Secante  
 0.0001  
 50

## Preferenze di analisi carichi superficiali

Detrazione peso proprio solai nelle zone di sovrapposizione  
 Metodo di ripartizione  
 Percentuale carico calcolato a trave continua  
 Esegui smoothing diagrammi di carico  
 Tolleranza smoothing altezza trapezi  
 Tolleranza smoothing altezza media trapezi

non applicata  
 a zone d'influenza  
 0  
 applicata  
 0.001  
 [daN/cm]  
 0.001  
 [daN/cm]

## Preferenze del suolo

Fondazioni non modellate e struttura bloccata alla base  
 Fondazioni bloccate orizzontalmente  
 Considera peso sismico delle fondazioni  
 Fondazioni superficiali e profonde su suolo elastoplastico  
 Coefficiente di sottofondo verticale per fondazioni superficiali (default)  
 Rapporto di coefficiente sottofondo orizzontale/verticale  
 Pressione verticale limite sul terreno per abbassamento (default)  
 Pressione verticale limite sul terreno per innalzamento (default)  
 Metodo di calcolo della K verticale  
 Metodo di calcolo della portanza e della pressione limite  
 Terreno laterale di riporto da piano posa fondazioni (default)  
 Dimensione massima della discretizzazione del palo (default)  
 Moltiplicatore coesione per pressione orizzontale limite nei pali  
 Moltiplicatore spinta passiva per pressione orizzontale pali  
 K punta palo (default)  
 Pressione limite punta palo (default)  
 Pressione per verifica schiacciamento fondazioni superficiali  
 Calcola cedimenti fondazioni superficiali  
 Spessore massimo strato  
 Profondità massima

no  
 no  
 si  
 no  
 6  
 [daN/cm3]  
 0.5  
 10  
 [daN/cm2]  
 0.001  
 [daN/cm2]  
 Vesic  
 Vesic  
 Riporto  
 200  
 [cm]  
 1  
 1  
 4  
 [daN/cm3]  
 10  
 [daN/cm2]  
 6  
 [daN/cm2]  
 no  
 100  
 [cm]  
 3000  
 [cm]

Cedimento assoluto ammissibile	5
	[ cm ]
Cedimento differenziale ammissibile	5
	[ cm ]
Cedimento relativo ammissibile	5
	[ cm ]
Rapporto di inflessione F/L ammissibile	0.003333
Rotazione rigida ammissibile	0.191
	[ deg ]
Rotazione assoluta ammissibile	0.191
	[ deg ]
Distorsione positiva ammissibile	0.191
	[ deg ]
Distorsione negativa ammissibile	0.095
	[ deg ]
Considera fondazioni compensate	no
Coefficiente di riduzione della a Max attesa	0.3

### 6.4.2. Azioni e carichi

#### Condizioni elementari di carico

**Descrizione:** Nome assegnato alla condizione elementare.

**Nome breve:** Nome breve assegnato alla condizione elementare.

**I/II:** Descrive la classificazione della condizione (necessario per strutture in acciaio e in legno).

**Durata:** Descrive la durata della condizione (necessario per strutture in legno).

**Psi0:** Coefficiente moltiplicatore Psi0. Il valore è adimensionale.

**Psi1:** Coefficiente moltiplicatore Psi1. Il valore è adimensionale.

**Psi2:** Coefficiente moltiplicatore Psi2. Il valore è adimensionale.

**Var.segno:** Descrive se la condizione elementare ha la possibilità di variare di segno.

Descrizione	Nome breve	I/II	Durata	Psi0	Psi1	Psi2	Var.segno
Permanenti	Perm.		Permanente	0	0	0	
Variabile F	Variabile F	I	Media	0.7	0.5	0.2	
Delta T	Dt	II	Media	0.6	0.5	0	No
Sisma X	Sis X			0	0	0	
Sisma Y	Sis Y			0	0	0	
Sisma Z	Sis Z			0	0	0	

#### Combinazioni di carico

Tutte le combinazioni di carico vengono raggruppate per famiglia di appartenenza. Le celle di una riga contengono i coefficienti moltiplicatori della i-esima combinazione, dove il valore della prima cella è da intendersi come moltiplicatore associato alla prima condizione elementare, la seconda cella si riferisce alla seconda condizione elementare e così via.

#### Famiglia Limite ultimo

Il nome compatto della famiglia è LU.

Nome	Nome breve	Perm.	Variabile F	Dt	Sis X	Sis Y	Sis Z
1	LU 1	1	1.4	0	-1.5	0	0
2	LU 2	1	1.4	0	0	-1.5	0
3	LU 3	1	1.4	0	0	1.5	0
4	LU 4	1	1.4	0	1.5	0	0
5	LU 5	1.4	1.4	0	-1.5	0	0
6	LU 6	1.4	1.4	0	0	-1.5	0
7	LU 7	1.4	1.4	0	0	1.5	0
8	LU 8	1.4	1.4	0	1.5	0	0

#### Famiglia Esercizio rara

Il nome compatto della famiglia è RA.

Nome	Nome breve	Perm.	Variabile F	Dt	Sis X	Sis Y	Sis Z
1	RA 1	1	0.9	0	0	0	0

#### Famiglia Esercizio frequente

Il nome compatto della famiglia è FR.

Nome	Nome breve	Perm.	Variabile F	Dt	Sis X	Sis Y	Sis Z
1	FR 1	1	0.9	0	0	0	0

### Famiglia Esercizio quasi permanente

Il nome compatto della famiglia è QP.

Nome	Nome breve	Perm.	Variabile F	Dt	Sis X	Sis Y	Sis Z
1	QP 1	1	0	0	0	0	0
2	QP 2	1	0.2	0	0	0	0

### Famiglia Pressioni sul terreno

Il nome compatto della famiglia è PT.

Nome	Nome breve	Perm.	Variabile F	Dt	Sis X	Sis Y	Sis Z
1	PT 1	1	0	0	-1	0	0
2	PT 2	1	0	0	0	-1	0
3	PT 3	1	0	0	0	1	0
4	PT 4	1	0	0	1	0	0
5	PT 5	1	1	0	-1	0	0
6	PT 6	1	1	0	0	-1	0
7	PT 7	1	1	0	0	1	0
8	PT 8	1	1	0	1	0	0

### Definizioni di carichi superficiali

**Nome:** Nome identificativo della definizione di carico.

**Valori:** Valori associati alle condizioni di carico.

**Condizione:** Condizione di carico a cui sono associati i valori.

**Descrizione:** Nome assegnato alla condizione elementare.

**Valore:** Modulo del carico superficiale applicato alla superficie. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Applicazione:** Modalità con cui il carico è applicato alla superficie.

Nome	Valori			Applicazione
	Condizione	Valore		
	Descrizione			
Copertura	Permanenti	2.125		Verticale
	Variabile F	0		Verticale
Coperchi carrabili	Permanenti	0.125		Verticale
	Variabile F	0.2		Verticale

### Definizioni di carichi potenziali

**Nome:** Nome identificativo della definizione di carico.

**Valori:** Valori associati alle condizioni di carico.

**Condizione:** Condizione di carico a cui sono associati i valori.

**Descrizione:** Nome assegnato alla condizione elementare.

**Valore i.:** Valore del carico pressorio alla quota iniziale. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Quota i.:** Quota assoluta in cui il carico pressorio assume il valore iniziale. [cm]

**Valore f.:** Valore del carico pressorio alla quota finale. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Quota f.:** Quota assoluta in cui il carico pressorio assume il valore finale. [cm]

Nome	Valori				
	Condizione	Valore i.	Quota i.	Valore f.	Quota f.
	Descrizione				
Pareti verticali	Permanenti	0	300	0.67	-850
	Variabile F	0	300	0.1	-850

### 6.4.3. Quote

#### Livelli

**Descrizione breve:** Nome sintetico assegnato al livello.

**Descrizione:** Nome assegnato al livello.

**Quota:** Quota superiore espressa nel sistema di riferimento assoluto. [cm]

**Spessore:** Spessore del livello. [cm]

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Piano F1	-850	50
L2	Fondazione	-790	50
L3	Piano 1	-560	50
L4	Piano 4	-490	50
L5	Piano 2	300	50

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualifica Ambientale Val Lemme		Foglio 72 di 305

## Tronchi

**Descrizione breve:** Nome sintetico assegnato al tronco.

**Descrizione:** Nome assegnato al tronco.

**Quota 1:** Riferimento della prima quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [cm]

**Quota 2:** Riferimento della seconda quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [cm]

Descrizione breve	Descrizione	Quota 1	Quota 2
T1	Fondazione - Piano 1	Fondazione	Piano 1
T2	Piano 1 - Piano 2	Piano 1	Piano 2
T3	Piano F1 - Fondazione	Piano F1	Fondazione
T4	Piano 1 - Piano 4	Piano 1	Piano 4

### 6.4.4. Elementi di input

#### Fondazioni di piastre

**Descrizione breve:** Descrizione breve usata nelle tabelle dei capitoli delle piastre di fondazione.

**Stratigrafia:** Stratigrafia del terreno nel punto medio in pianta dell'elemento.

**Sondaggio:** È possibile indicare esplicitamente un sondaggio definito nelle preferenze oppure richiedere di estrapolare il sondaggio dalla definizione del sito espressa nelle preferenze.

**Estradosso:** Distanza dalla quota superiore del sondaggio misurata in verticale con verso positivo verso l'alto. [cm]

**Deformazione volumetrica:** Valore della deformazione volumetrica impiegato nel calcolo della pressione limite a rottura con la formula di Vesic. Il valore è adimensionale. Accetta anche il valore di default espresso nelle preferenze.

**K verticale:** Coefficiente di sottofondo verticale del letto di molle. [daN/cm<sup>3</sup>]

**Limite compressione:** Pressione limite di plasticizzazione a compressione del letto di molle. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Limite trazione:** Pressione limite di plasticizzazione a trazione del letto di molle. [daN/cm<sup>2</sup>]

Descrizione breve	Stratigrafia			K verticale	Limite compressione	Limite trazione
	Sondaggio	Estradosso	Deformazione volumetrica			
FS1	Piu' vicino in sito	0		Default (6)	Default (10)	Default (0.001)

#### Piastre C.A.

##### Piastre C.A. di piano

**Livello:** Quota di inserimento espressa con notazione breve esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [cm]

**Sp.:** Spessore misurato in direzione ortogonale al piano medio dell'elemento. [cm]

**Punti:** Punti di definizione in pianta.

**I.:** Indice del punto corrente nell'insieme dei punti di definizione dell'elemento.

**X:** Coordinata X. [cm]

**Y:** Coordinata Y. [cm]

**Estr.:** Distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [cm]

**Mat.:** Riferimento ad una definizione di materiale cemento armato.

**Car.sup.:** Riferimento alla definizione di un carico superficiale. Accetta anche il valore "Nessuno".

**Car.pot.:** Riferimento alla definizione di un carico potenziale. Accetta anche il valore "Nessuno".

**DeltaT:** Riferimento alla definizione di una variazione termica. Accetta anche il valore "Nessuno".

**Sovr.:** Aliquota di sovrarresistenza da assicurare in verifica.

**S.Z:** Indica se l'elemento deve essere verificato considerando il sisma verticale.

**P.sup.:** Peso per unità di superficie. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Fond.:** Riferimento alla fondazione sottostante l'elemento.

**Fori:** Riferimenti a tutti gli elementi che forano la piastra.

Livello	Sp.	Punti			Estr.	Mat.	Car.sup.	Car.pot.	DeltaT	Sovr.	S.Z	P.sup.	Fond.	Fori
		I.	X	Y										
L1	50	1	3440	-50	0	C32/40				0	No	0.125	FS1	
		2	3440	550										
		3	3000	550										
		4	3000	450										
		5	3000	100										
		6	3000	-50										
L2	50	1	3050	50	0	C32/40				0	No	0.125	FS1	
		2	3050	450										
		3	550	450										
		4	550	50										
L2	50	1	550	-50	0	C32/40				0	No	0.125	FS1	



Livello	Sp.	Punti			Estr.	Mat.	Car.sup.	Car.pot.	DeltaT	Sovr.	S.Z	P.sup.	Fond.	Fori
		L	X	Y										
		2	550	550										
		3	-50	550										
		4	-50	-50										
L3	50	1	3050	50	0	C32/40	Copertura		0	No	0.125			
		2	3050	450										
		3	550	450										
		4	550	50										
L5	50	1	550	-50	0	C32/40	Coperchi carrabili		0	No	0.125			H1
		2	550	550										
		3	70	550										
		4	70	-50										

### Pareti C.A.

**Tr.:** Riferimento al tronco indicante la quota inferiore e superiore.

**Sp.:** Spessore misurato in direzione ortogonale al piano medio dell'elemento. [cm]

**P.i.:** Posizione del punto di inserimento rispetto ad una sezione verticale, vista dal punto iniziale verso il punto finale.

**Punto i.:** Punto iniziale in pianta.

**X:** Coordinata X. [cm]

**Y:** Coordinata Y. [cm]

**Punto f.:** Punto finale in pianta.

**X:** Coordinata X. [cm]

**Y:** Coordinata Y. [cm]

**Mat.:** Riferimento ad una definizione di materiale cemento armato.

**Car.pot.:** Riferimento alla definizione di un carico potenziale. Accetta anche il valore "Nessuno".

**DeltaT:** Riferimento alla definizione di una variazione termica. Accetta anche il valore "Nessuno".

**Sovr.:** Aliquota di sovrarresistenza da assicurare in verifica.

**S.Z:** Indica se l'elemento deve essere verificato considerando il sisma verticale.

**P.sup.:** Peso per unità di superficie. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Aperture:** Riferimenti a tutti gli elementi che forano la parete.

Tr.	Sp.	P.i.	Punto i.		Punto f.		Mat.	Car.pot.	DeltaT	Sovr.	S.Z	P.sup.	Aperture
			X	Y	X	Y							
T3	50	Sinistra	3440	550	3440	-50	C32/40			0	No	0.125	
T3	50	Sinistra	3000	450	3000	550	C32/40	Pareti verticali		0	No	0.125	
T3	50	Sinistra	3000	550	3440	550	C32/40	Pareti verticali		0	No	0.125	
T3	50	Sinistra	3440	-50	3000	-50	C32/40	Pareti verticali		0	No	0.125	
T3	50	Sinistra	3000	100	3000	450	C32/40	Pareti verticali		0	No	0.125	
T3	50	Sinistra	3000	-50	3000	100	C32/40	Pareti verticali		0	No	0.125	
T1	50	Sinistra	3000	-50	3000	100	C32/40	Pareti verticali		0	No	0.125	
T1	50	Sinistra	3440	-50	3000	-50	C32/40	Pareti verticali		0	No	0.125	
T1	50	Sinistra	-50	-50	-50	550	C32/40	Pareti verticali		0	No	0.125	
T1	50	Sinistra	3000	450	3000	550	C32/40	Pareti verticali		0	No	0.125	
T1	50	Sinistra	3000	550	3440	550	C32/40	Pareti verticali		0	No	0.125	
T1	50	Sinistra	-50	550	550	550	C32/40	Pareti verticali		0	No	0.125	
T1	50	Sinistra	550	550	550	-50	C32/40	Pareti verticali		0	No	0.125	W1
T1	50	Destra	3050	100	550	100	C32/40	Pareti verticali		0	No	0.125	
T1	50	Sinistra	550	-50	-50	-50	C32/40	Pareti verticali		0	No	0.125	
T1	50	Destra	550	400	3050	400	C32/40	Pareti verticali		0	No	0.125	
T4	50	Sinistra	3000	550	3440	550	C32/40	Pareti verticali		0	No	0.125	
T4	50	Sinistra	3000	450	3000	550	C32/40	Pareti verticali		0	No	0.125	
T2	50	Sinistra	-50	550	550	550	C32/40	Pareti verticali		0	No	0.125	W2
T4	50	Sinistra	3000	100	3000	450	C32/40	Pareti verticali		0	No	0.125	
T4	50	Sinistra	3000	-50	3000	100	C32/40	Pareti verticali		0	No	0.125	
T2	50	Sinistra	550	-50	-50	-50	C32/40	Pareti verticali		0	No	0.125	
T4	50	Sinistra	3440	-50	3000	-50	C32/40	Pareti verticali		0	No	0.125	
T2	50	Sinistra	-50	-50	-50	550	C32/40	Pareti verticali		0	No	0.125	

Tr.	Sp.	P.i.	Punto i.		Punto f.		Mat.	Car.pot.	DeltaT	Sovr.	S.Z	P.sup.	Aperture
			X	Y	X	Y							
T2	50	Sinistra	550	550	550	-50	C32/40	Pareti verticali		0	No	0.125	

### Aperture su pareti

**Desc.:** Descrizione breve dell'apertura utilizzata dalle pareti.

**Tr.:** Riferimento al tronco indicante la quota inferiore e superiore.

**Sp.:** Spessore misurato in direzione ortogonale al piano medio dell'elemento. [cm]

**P.i.:** Posizione del punto di inserimento rispetto ad una sezione verticale, vista dal punto iniziale verso il punto finale.

**Porta:** Apertura fino al pavimento o presenza della chiusura inferiore.

**Architrave:** Presenza della chiusura superiore o apertura fino al soffitto.

**Larghezza:** Larghezza della finestra. [cm]

**Altezza:** Altezza della finestra. [cm]

**Dist.inf.:** Distanza dalla quota inferiore. [cm]

**Dist.lat.:** Distanza dal punto di riferimento. [cm]

**Punto di rif.:** Primo punto di riferimento in pianta.

**X:** Coordinata X. [cm]

**Y:** Coordinata Y. [cm]

**Punto di dir.:** Secondo punto in pianta che, in coppia col punto di riferimento, definisce la direzione e quindi il piano verticale su cui giace l'apertura.

**X:** Coordinata X. [cm]

**Y:** Coordinata Y. [cm]

Desc.	Tr.	Sp.	P.i.	Porta	Architrave	Larghezza	Altezza	Dist.inf.	Dist.lat.	Punto di rif.		Punto di dir.	
										X	Y	X	Y
w1	T1	50	Destra	No	Si	300	180	0	100	550	0	550	250
w2	T2	50	Centro	No	No	270		750	100	550	525	250	525

### Fori su piastre e carichi superficiali

#### Fori di piano

**Desc.:** Descrizione breve del foro utilizzata dagli elementi forabili come piastre e carichi superficiali.

**Quota:** Quota di inserimento esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [cm]

**Livello:** Quota di inserimento espressa con notazione breve esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [cm]

**Estradosso:** Distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [cm]

**Spessore:** Spessore misurato in direzione ortogonale al piano medio dell'elemento. [cm]

**Punti:** Punti di definizione in pianta.

**Indice:** Indice del punto corrente nell'insieme dei punti di definizione dell'elemento.

**X:** Coordinata X. [cm]

**Y:** Coordinata Y. [cm]

Desc.	Quota	Livello	Estradosso	Spessore	Indice	Punti	
						X	Y
H1	Piano 2	L5	0	50	1	500	200
					2	500	300
					3	400	300
					4	400	200

## 6.5. Risultati numerici

### 6.5.1. Pressioni massime sul terreno

**Nodo:** Nodo che interagisce col terreno.

**Ind.:** Indice del nodo.

**Pressione minima:** Situazione in cui si verifica la pressione minima nel nodo.

**Cont.:** Nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione minima.

**uz:** Spostamento massimo verticale del nodo. [cm]

**Valore:** Pressione minima sul terreno del nodo. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Pressione massima:** Situazione in cui si verifica la pressione massima nel nodo.

**Cont.:** Nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione massima.

**uz:** Spostamento minimo verticale del nodo. [cm]

**Valore:** Pressione massima sul terreno del nodo. [daN/cm<sup>2</sup>]

Compressione estrema massima -3.98923 al nodo di indice 263, di coordinate x = 1621, y = 450, z = -815, nel contesto Limite ultimo 7.

Spostamento estremo minimo -0.66487 al nodo di indice 263, di coordinate x = 1621, y = 450, z = -815, nel contesto Limite ultimo 7.

Spostamento estremo massimo -0.08468 al nodo di indice 23, di coordinate x = 3440, y = 190, z = -875, nel contesto Pressioni sul terreno 3.

Nodo Ind.	Cont.	Pressione minima		Pressione massima		
		uz	Valore	Cont.	uz	Valore
2	LU 6	-0.37055	-2.22327	LU 3	-0.25034	-1.50203
3	LU 6	-0.309	-1.85402	LU 3	-0.20736	-1.24417
4	LU 6	-0.24898	-1.49388	LU 3	-0.16553	-0.99316
5	LU 6	-0.19311	-1.15866	LU 3	-0.12674	-0.76042
6	LU 6	-0.14075	-0.84448	LU 3	-0.09054	-0.54323
12	LU 6	-0.20388	-1.22326	PT 3	-0.13928	-0.83566
13	LU 6	-0.26671	-1.60029	LU 3	-0.18334	-1.10001
14	LU 6	-0.13936	-0.83613	PT 3	-0.09176	-0.55053
16	LU 6	-0.35553	-2.13316	LU 3	-0.24702	-1.48213
18	LU 6	-0.16443	-0.98655	PT 3	-0.1119	-0.67143
19	LU 6	-0.28421	-1.70525	LU 3	-0.19898	-1.19385
20	LU 6	-0.21123	-1.26739	PT 3	-0.14762	-0.88575
21	LU 6	-0.34147	-2.04882	LU 3	-0.24081	-1.44488
23	LU 6	-0.12738	-0.76425	PT 3	-0.08468	-0.50809
25	LU 6	-0.26806	-1.60836	LU 3	-0.19059	-1.14352
26	LU 7	-0.16128	-0.96766	PT 2	-0.11194	-0.67165
27	LU 7	-0.33618	-2.01708	LU 2	-0.23858	-1.43146
29	LU 7	-0.21086	-1.26518	PT 2	-0.1488	-0.89283
31	LU 7	-0.12858	-0.77148	PT 2	-0.08544	-0.51263
32	LU 7	-0.27145	-1.62872	LU 2	-0.19103	-1.14616
33	LU 7	-0.18788	-1.1273	PT 2	-0.12999	-0.77995
34	LU 7	-0.16235	-0.97408	PT 2	-0.11021	-0.66123
35	LU 7	-0.2251	-1.35059	PT 2	-0.15703	-0.94218
36	LU 7	-0.34704	-2.08224	LU 2	-0.24274	-1.45643
39	LU 7	-0.20554	-1.23323	PT 2	-0.14064	-0.84382
40	LU 7	-0.14284	-0.85704	PT 2	-0.09416	-0.56499
41	LU 7	-0.27888	-1.67325	LU 2	-0.19206	-1.15233
42	LU 7	-0.36128	-2.16771	LU 2	-0.24893	-1.49356
49	LU 7	-0.36899	-2.21393	LU 2	-0.24949	-1.49696
50	LU 7	-0.3094	-1.85642	LU 2	-0.20781	-1.24686
51	LU 7	-0.25132	-1.50789	LU 2	-0.16726	-1.00356
52	LU 7	-0.19703	-1.18216	LU 2	-0.12948	-0.77688
53	LU 7	-0.14617	-0.87699	LU 2	-0.09424	-0.56544
54	LU 6	-0.30644	-1.83865	PT 3	-0.16504	-0.99022
55	LU 6	-0.34844	-2.09064	PT 3	-0.19701	-1.18203
56	LU 6	-0.39018	-2.34107	PT 3	-0.22882	-1.37294
57	LU 6	-0.43368	-2.60208	PT 3	-0.26172	-1.57031
58	LU 6	-0.47816	-2.86899	PT 3	-0.29538	-1.77226
59	LU 6	-0.52524	-3.15143	PT 3	-0.33082	-1.98491
71	LU 6	-0.49604	-2.97623	PT 3	-0.31431	-1.88586
72	LU 6	-0.29875	-1.79248	PT 3	-0.16911	-1.01469
74	LU 6	-0.50931	-3.05586	PT 3	-0.32951	-1.97705
75	LU 6	-0.54106	-3.24634	PT 3	-0.35594	-2.13563
76	LU 6	-0.5684	-3.41041	PT 3	-0.37903	-2.27419
77	LU 6	-0.59329	-3.55974	PT 3	-0.4	-2.39998
78	LU 6	-0.61449	-3.68692	PT 3	-0.41797	-2.50782
79	LU 6	-0.63192	-3.79154	PT 3	-0.4329	-2.59739
80	LU 6	-0.64551	-3.87305	PT 3	-0.44474	-2.66846
81	LU 6	-0.65619	-3.93714	PT 3	-0.45421	-2.72527
82	LU 6	-0.66258	-3.97548	LU 3	-0.45913	-2.75478
83	LU 6	-0.66472	-3.98831	LU 3	-0.461	-2.766
84	LU 6	-0.66379	-3.98276	LU 3	-0.4607	-2.76421
85	LU 6	-0.65903	-3.95419	LU 3	-0.45769	-2.74611
86	LU 6	-0.65043	-3.90255	LU 3	-0.45192	-2.71155
87	LU 6	-0.63696	-3.82175	LU 3	-0.44267	-2.65604
88	LU 6	-0.62023	-3.72139	LU 3	-0.4311	-2.58662
89	LU 6	-0.59819	-3.58915	LU 3	-0.41574	-2.49443
90	LU 6	-0.57069	-3.42415	LU 3	-0.39646	-2.37879

Nodo Ind.	Cont.	Pressione minima		Cont.	Pressione massima	
		uz	Valore		uz	Valore
91	LU 6	-0.53754	-3.22525	LU 3	-0.37315	-2.23893
92	LU 6	-0.49852	-2.99113	LU 3	-0.34565	-2.0739
93	LU 6	-0.45381	-2.72287	LU 3	-0.31409	-1.88455
94	LU 6	-0.40256	-2.41538	LU 3	-0.2779	-1.66742
95	LU 6	-0.34101	-2.04606	LU 3	-0.23442	-1.40654
96	LU 6	-0.46343	-2.78059	PT 3	-0.29627	-1.77763
97	LU 6	-0.40646	-2.43877	PT 3	-0.2553	-1.53179
98	LU 6	-0.35422	-2.12535	PT 3	-0.2173	-1.30383
102	LU 6	-0.50223	-3.01336	PT 3	-0.327	-1.96202
124	LU 6	-0.31682	-1.90091	PT 3	-0.18898	-1.13387
127	LU 6	-0.49241	-2.95446	PT 3	-0.32261	-1.93566
129	LU 6	-0.47421	-2.84526	PT 3	-0.30981	-1.85885
130	LU 6	-0.58434	-3.50604	PT 3	-0.40709	-2.44256
131	LU 6	-0.59194	-3.55165	PT 3	-0.4136	-2.4816
132	LU 6	-0.56824	-3.40946	PT 3	-0.39434	-2.36606
133	LU 6	-0.59403	-3.56415	PT 3	-0.41663	-2.49977
134	LU 6	-0.55168	-3.31008	PT 3	-0.38099	-2.28597
135	LU 6	-0.59492	-3.56949	PT 3	-0.41854	-2.51122
136	LU 6	-0.55576	-3.33457	LU 3	-0.39122	-2.34735
137	LU 6	-0.53707	-3.22243	LU 3	-0.37797	-2.26779
138	LU 6	-0.51281	-3.07684	LU 3	-0.36079	-2.16475
139	LU 5	-0.29577	-1.77461	PT 4	-0.16909	-1.01454
140	LU 6	-0.48338	-2.9003	LU 3	-0.33994	-2.03963
141	LU 6	-0.44922	-2.69531	LU 3	-0.31569	-1.89417
142	LU 6	-0.4118	-2.47078	LU 3	-0.28914	-1.73482
143	LU 6	-0.37071	-2.22424	LU 3	-0.26001	-1.56006
144	LU 6	-0.31641	-1.89847	LU 3	-0.22149	-1.32896
145	LU 6	-0.39792	-2.38754	PT 3	-0.26064	-1.56383
146	LU 6	-0.5324	-3.19438	PT 3	-0.36533	-2.19195
147	LU 6	-0.59201	-3.55208	LU 3	-0.41687	-2.50123
148	LU 6	-0.32552	-1.95311	PT 3	-0.20925	-1.25547
149	LU 6	-0.56647	-3.39884	LU 3	-0.39915	-2.39491
151	LU 6	-0.51047	-3.06281	PT 3	-0.34757	-2.08542
152	LU 6	-0.58309	-3.49852	LU 3	-0.41114	-2.46682
153	LU 6	-0.28815	-1.72889	PT 3	-0.18185	-1.09107
154	LU 6	-0.48552	-2.91311	PT 3	-0.32791	-1.96743
156	LU 6	-0.56016	-3.36094	LU 3	-0.39646	-2.37873
159	LU 6	-0.44457	-2.66741	PT 3	-0.29889	-1.79336
160	LU 5	-0.29039	-1.74236	PT 4	-0.17489	-1.04935
161	LU 8	-0.54542	-3.27254	PT 1	-0.38373	-2.3024
162	LU 8	-0.52966	-3.17793	LU 1	-0.37736	-2.26417
163	LU 8	-0.5313	-3.18782	PT 1	-0.37208	-2.23246
164	LU 8	-0.55132	-3.30792	PT 1	-0.38956	-2.33735
165	LU 8	-0.51775	-3.10651	LU 1	-0.36898	-2.21391
166	LU 8	-0.50085	-3.00509	LU 1	-0.35705	-2.1423
167	LU 8	-0.51832	-3.10992	PT 1	-0.36107	-2.16641
168	LU 8	-0.55405	-3.32428	PT 1	-0.39265	-2.35591
169	LU 8	-0.4784	-2.87039	LU 1	-0.34113	-2.04678
170	LU 8	-0.45123	-2.70736	LU 1	-0.3218	-1.9308
171	LU 5	-0.29598	-1.77589	PT 4	-0.16914	-1.01486
174	LU 6	-0.42025	-2.52149	LU 3	-0.29968	-1.79805
175	LU 8	-0.33406	-2.00437	PT 1	-0.2243	-1.3458
176	LU 8	-0.39592	-2.37552	PT 1	-0.26596	-1.59577
177	LU 5	-0.38704	-2.32226	LU 4	-0.27588	-1.65526
178	LU 5	-0.35188	-2.11127	LU 4	-0.25067	-1.50399
179	LU 7	-0.30423	-1.82537	LU 2	-0.21677	-1.30062
180	LU 5	-0.28794	-1.72765	PT 4	-0.1874	-1.12439
181	LU 8	-0.50343	-3.02058	PT 1	-0.34845	-2.09071
182	LU 8	-0.55384	-3.32302	PT 1	-0.39336	-2.36014
183	LU 8	-0.55126	-3.30754	PT 1	-0.39217	-2.35303
184	LU 8	-0.48711	-2.92264	PT 1	-0.3345	-2.00699
185	LU 8	-0.54786	-3.28716	LU 1	-0.39001	-2.34007
186	LU 5	-0.27732	-1.6639	PT 4	-0.17345	-1.04072
187	LU 8	-0.4713	-2.82777	PT 1	-0.32056	-1.92337
190	LU 7	-0.44491	-2.66945	PT 2	-0.29897	-1.79385
192	LU 5	-0.29268	-1.75609	PT 4	-0.17581	-1.05487
193	LU 7	-0.55303	-3.31819	LU 2	-0.39143	-2.34858
194	LU 7	-0.29366	-1.76194	PT 2	-0.18665	-1.11991
195	LU 7	-0.54887	-3.29323	LU 2	-0.38706	-2.32239
196	LU 7	-0.57785	-3.46713	PT 2	-0.40452	-2.42712
198	LU 7	-0.32945	-1.97673	PT 2	-0.21202	-1.2721
199	LU 7	-0.5814	-3.4884	LU 2	-0.40972	-2.45831
200	LU 7	-0.57022	-3.42133	PT 2	-0.3973	-2.38378
201	LU 7	-0.58684	-3.52107	PT 2	-0.41196	-2.47173
202	LU 7	-0.53439	-3.20635	LU 2	-0.37643	-2.25855
203	LU 7	-0.4072	-2.44321	PT 2	-0.2668	-1.60079
204	LU 7	-0.5598	-3.3588	PT 2	-0.38783	-2.327
205	LU 7	-0.59254	-3.55527	PT 2	-0.41682	-2.50091
206	LU 7	-0.51157	-3.06942	LU 2	-0.36014	-2.16082
207	LU 5	-0.29686	-1.78113	PT 4	-0.16965	-1.01792
208	LU 7	-0.59397	-3.56383	LU 2	-0.41809	-2.50852
209	LU 7	-0.59093	-3.54561	LU 2	-0.41602	-2.4961
210	LU 7	-0.48273	-2.89636	LU 2	-0.33964	-2.03782
211	LU 7	-0.44911	-2.69463	LU 2	-0.31576	-1.89455
212	LU 7	-0.41195	-2.47168	LU 2	-0.28938	-1.73625
213	LU 7	-0.37042	-2.22249	LU 2	-0.25989	-1.55936
214	LU 7	-0.31611	-1.89669	LU 2	-0.22134	-1.32806

Nodo Ind.	Cont.	Pressione minima		Pressione massima		
		uz	Valore	Cont.	uz	Valore
215	LU 7	-0.29365	-1.76193	PT 2	-0.1822	-1.09321
216	LU 7	-0.54636	-3.27814	PT 2	-0.37589	-2.25536
217	LU 7	-0.53048	-3.1829	PT 2	-0.36172	-2.1703
219	LU 7	-0.51404	-3.08423	PT 2	-0.34638	-2.07828
220	LU 7	-0.50297	-3.01781	PT 2	-0.33396	-2.00376
222	LU 7	-0.49425	-2.9655	PT 2	-0.3235	-1.94098
226	LU 7	-0.50407	-3.02441	PT 2	-0.32783	-1.96697
248	LU 7	-0.31875	-1.91253	PT 2	-0.18935	-1.1361
249	LU 7	-0.3463	-2.0778	PT 2	-0.21271	-1.27628
251	LU 7	-0.41112	-2.46672	PT 2	-0.25831	-1.54988
252	LU 7	-0.30098	-1.80586	PT 2	-0.17016	-1.02094
254	LU 7	-0.51134	-3.06802	PT 2	-0.33039	-1.98236
255	LU 7	-0.54555	-3.27333	PT 2	-0.3585	-2.15102
256	LU 7	-0.57289	-3.43732	PT 2	-0.38166	-2.28998
257	LU 7	-0.59685	-3.5811	PT 2	-0.40205	-2.41232
258	LU 7	-0.61724	-3.70344	PT 2	-0.41951	-2.51708
259	LU 7	-0.6338	-3.80278	PT 2	-0.43387	-2.6032
260	LU 7	-0.64688	-3.88126	PT 2	-0.44539	-2.67236
261	LU 7	-0.65645	-3.93872	PT 2	-0.4541	-2.7246
262	LU 7	-0.66205	-3.97231	LU 2	-0.45887	-2.7532
263	LU 7	-0.66487	-3.98923	LU 2	-0.46121	-2.76728
264	LU 7	-0.66422	-3.9853	LU 2	-0.4611	-2.7666
265	LU 7	-0.65962	-3.9577	LU 2	-0.45819	-2.74914
266	LU 7	-0.65166	-3.90995	LU 2	-0.4529	-2.71737
267	LU 7	-0.63931	-3.83587	LU 2	-0.44447	-2.66679
268	LU 7	-0.62008	-3.72047	LU 2	-0.43112	-2.5867
269	LU 7	-0.59817	-3.58904	LU 2	-0.41585	-2.49509
270	LU 7	-0.57072	-3.42432	LU 2	-0.39661	-2.37968
271	LU 7	-0.5376	-3.22558	LU 2	-0.37333	-2.23998
272	LU 7	-0.49853	-2.99116	LU 2	-0.3458	-2.07481
273	LU 7	-0.45376	-2.72259	LU 2	-0.31423	-1.88535
274	LU 7	-0.4017	-2.41022	LU 2	-0.27748	-1.66487
276	LU 7	-0.33673	-2.02035	LU 2	-0.2316	-1.38959
277	LU 7	-0.48354	-2.90121	PT 2	-0.30965	-1.85789
289	LU 7	-0.30969	-1.85814	PT 2	-0.16657	-0.99943
290	LU 7	-0.35156	-2.10934	PT 2	-0.19846	-1.19075
291	LU 7	-0.39333	-2.35995	PT 2	-0.2303	-1.38181
292	LU 7	-0.43656	-2.61937	PT 2	-0.26303	-1.57817
293	LU 7	-0.48113	-2.88678	PT 2	-0.29673	-1.78036
294	LU 7	-0.52699	-3.16196	PT 2	-0.3314	-1.98838

## 6.5.2. Spostamenti di interpiano

**Nodo inferiore:** Nodo inferiore.

**I.:** Numero dell'elemento nell'insieme che lo contiene.

**Pos.:** Coordinate del nodo.

**X:** Coordinata X. [cm]

**Y:** Coordinata Y. [cm]

**Z:** Coordinata Z. [cm]

**Nodo superiore:** Nodo superiore.

**I.:** Numero dell'elemento nell'insieme che lo contiene.

**Pos.:** Coordinate del nodo.

**Z:** Coordinata Z. [cm]

**Spost. rel.:** Spostamento relativo. Il valore è adimensionale.

**Comb.:** Combinazione.

**n.b.:** Nome breve o compatto della combinazione di carico.

**Spostamento inferiore:** Spostamento in pianta del nodo inferiore.

**X:** Coordinata X. [cm]

**Y:** Coordinata Y. [cm]

**Spostamento superiore:** Spostamento in pianta del nodo superiore.

**X:** Coordinata X. [cm]

**Y:** Coordinata Y. [cm]

**S.V.:** Si intende non verificato qualora lo spostamento relativo sia superiore al valore limite espresso nelle preferenze di analisi.

$\lambda = 2$ ;  $x = 1,5$ ; limite = 0,002

I.	Nodo inferiore			Nodo superiore		Spost. rel.	Comb. n.b.	Spostamento inferiore		Spostamento superiore		S.V.
	Pos. X	Y	Z	I.	Pos. Z			X	Y	X	Y	
17	3025	100	-875	123	-815	0.000284	LU 1	0.046	0.001	0.029	-0.002	si
17	3025	100	-875	123	-815	0.000292	LU 2	0.049	0.002	0.032	-0.003	si
17	3025	100	-875	123	-815	0.000276	LU 3	0.048	-0.001	0.031	-0.001	si
17	3025	100	-875	123	-815	0.00028	LU 4	0.051	0.001	0.034	-0.002	si
17	3025	100	-875	123	-815	0.000398	LU 5	0.065	0.001	0.041	-0.003	si
17	3025	100	-875	123	-815	0.000405	LU 6	0.068	0.002	0.044	-0.004	si
17	3025	100	-875	123	-815	0.000389	LU 7	0.067	0	0.043	-0.002	si

I.	Nodo inferiore			Nodo superiore		Spost. rel.	Comb. n.b.	Spostamento inferiore		Spostamento superiore		S.V.
	Pos. X	Y	Z	L	Pos. Z			X	Y	X	Y	
17	3025	100	-875	123	-815	0.000393	LU 8	0.069	0.001	0.046	-0.003	si
43	3025	450	-875	247	-815	0.000276	LU 1	0.046	-0.001	0.03	0.001	si
43	3025	450	-875	247	-815	0.000267	LU 2	0.048	0	0.032	0	si
43	3025	450	-875	247	-815	0.000285	LU 3	0.049	-0.002	0.032	0.002	si
43	3025	450	-875	247	-815	0.000272	LU 4	0.051	-0.001	0.034	0.001	si
43	3025	450	-875	247	-815	0.000386	LU 5	0.065	-0.001	0.042	0.002	si
43	3025	450	-875	247	-815	0.000377	LU 6	0.066	0	0.044	0.001	si
43	3025	450	-875	247	-815	0.000394	LU 7	0.068	-0.003	0.044	0.002	si
43	3025	450	-875	247	-815	0.000382	LU 8	0.069	-0.001	0.046	0.002	si
65	525	-25	-815	804	275	0.000132	LU 1	-0.006	0.001	0.139	0.004	si
65	525	-25	-815	804	275	0.000193	LU 2	-0.002	-0.004	0.184	-0.103	si
65	525	-25	-815	804	275	0.000195	LU 3	-0.006	0.006	0.179	0.112	si
65	525	-25	-815	804	275	0.000208	LU 4	-0.002	0.001	0.224	0.004	si
65	525	-25	-815	804	275	0.000206	LU 5	-0.009	0.001	0.216	0.005	si
65	525	-25	-815	804	275	0.00026	LU 6	-0.004	-0.004	0.261	-0.102	si
65	525	-25	-815	804	275	0.000262	LU 7	-0.009	0.007	0.256	0.113	si
65	525	-25	-815	804	275	0.000281	LU 8	-0.005	0.001	0.301	0.005	si
73	525	50	-815	493	-585	0.000105	LU 1	-0.006	0.001	0.018	0	si
73	525	50	-815	493	-585	0.000147	LU 2	-0.002	-0.004	0.024	-0.026	si
73	525	50	-815	493	-585	0.000142	LU 3	-0.005	0.007	0.022	0.025	si
73	525	50	-815	493	-585	0.000124	LU 4	-0.001	0.001	0.027	-0.001	si
73	525	50	-815	493	-585	0.000158	LU 5	-0.008	0.002	0.028	0	si
73	525	50	-815	493	-585	0.000192	LU 6	-0.005	-0.003	0.033	-0.026	si
73	525	50	-815	493	-585	0.000186	LU 7	-0.008	0.007	0.031	0.025	si
73	525	50	-815	493	-585	0.000176	LU 8	-0.004	0.002	0.036	-0.001	si
123	3025	75	-815	514	-585	0.000196	LU 1	0.029	-0.002	-0.016	0	si
123	3025	75	-815	514	-585	0.000199	LU 2	0.032	-0.003	-0.013	-0.01	si
123	3025	75	-815	514	-585	0.0002	LU 3	0.031	-0.001	-0.013	0.01	si
123	3025	75	-815	514	-585	0.000196	LU 4	0.034	-0.002	-0.011	0	si
123	3025	75	-815	514	-585	0.000274	LU 5	0.041	-0.003	-0.022	0	si
123	3025	75	-815	514	-585	0.000276	LU 6	0.044	-0.004	-0.019	-0.01	si
123	3025	75	-815	514	-585	0.000277	LU 7	0.043	-0.002	-0.019	0.01	si
123	3025	75	-815	514	-585	0.000274	LU 8	0.046	-0.003	-0.017	0	si
247	3025	425	-815	614	-585	0.000197	LU 1	0.03	0.001	-0.015	-0.001	si
247	3025	425	-815	614	-585	0.000201	LU 2	0.032	0	-0.013	-0.011	si
247	3025	425	-815	614	-585	0.0002	LU 3	0.032	0.002	-0.013	0.008	si
247	3025	425	-815	614	-585	0.000197	LU 4	0.034	0.001	-0.011	-0.001	si
247	3025	425	-815	614	-585	0.000275	LU 5	0.042	0.002	-0.021	-0.002	si
247	3025	425	-815	614	-585	0.000278	LU 6	0.044	0.001	-0.019	-0.012	si
247	3025	425	-815	614	-585	0.000277	LU 7	0.044	0.002	-0.019	0.008	si
247	3025	425	-815	614	-585	0.000275	LU 8	0.046	0.002	-0.017	-0.002	si
253	525	450	-815	593	-585	0.000106	LU 1	-0.005	0	0.019	0.002	si
253	525	450	-815	593	-585	0.000141	LU 2	-0.005	-0.006	0.022	-0.023	si
253	525	450	-815	593	-585	0.000151	LU 3	-0.002	0.005	0.024	0.028	si
253	525	450	-815	593	-585	0.000125	LU 4	-0.001	0	0.027	0.003	si
253	525	450	-815	593	-585	0.000159	LU 5	-0.008	0	0.028	0.003	si
253	525	450	-815	593	-585	0.000186	LU 6	-0.008	-0.006	0.031	-0.023	si
253	525	450	-815	593	-585	0.000195	LU 7	-0.005	0.005	0.034	0.029	si
253	525	450	-815	593	-585	0.000178	LU 8	-0.004	0	0.037	0.003	si
283	525	525	-815	839	275	0.000132	LU 1	-0.005	0	0.139	0.003	si
283	525	525	-815	839	275	0.000192	LU 2	-0.006	-0.005	0.179	-0.104	si
283	525	525	-815	839	275	0.000196	LU 3	-0.001	0.005	0.184	0.111	si
283	525	525	-815	839	275	0.000207	LU 4	-0.002	0	0.224	0.004	si
283	525	525	-815	839	275	0.000205	LU 5	-0.008	0	0.216	0.004	si
283	525	525	-815	839	275	0.000258	LU 6	-0.009	-0.006	0.256	-0.103	si
283	525	525	-815	839	275	0.000263	LU 7	-0.004	0.005	0.261	0.112	si
283	525	525	-815	839	275	0.000281	LU 8	-0.005	0	0.301	0.005	si

### 6.5.3. Tagli ai livelli

**Livello:** Livello rispetto a cui è calcolato il taglio.

**Nome:** Nome completo del livello.

**Cont.:** Contesto nel quale viene valutato il taglio.

**n.br.:** Nome breve della condizione o combinazione di carico.

**Totale:** Totale del taglio al livello.

**F:** Forza del taglio. [daN]

**X:** Componente lungo l'asse X globale. [daN]

**Y:** Componente lungo l'asse Y globale. [daN]

**Z:** Componente lungo l'asse Z globale. [daN]

**Aste verticali:** Contributo al taglio totale dato dalle aste verticali.

**F:** Forza del taglio. [daN]

**X:** Componente lungo l'asse X globale. [daN]

**Y:** Componente lungo l'asse Y globale. [daN]

**Z:** Componente lungo l'asse Z globale. [daN]

**Pareti:** Contributo al taglio totale dato dalle pareti e piastre generiche verticali.

**F:** Forza del taglio. [daN]

*X: Componente lungo l'asse X globale. [daN]*

*Y: Componente lungo l'asse Y globale. [daN]*

*Z: Componente lungo l'asse Z globale. [daN]*

Livello Nome	Cont. n.br.	Totale			Aste verticali			Pareti		
		X	F Y	Z	X	F Y	Z	X	F Y	Z
Piano Fl	Perm.	49019	-4	-225601	0	0	0	49019	-4	-225601
Piano Fl	Variabile F	807	7	-708	0	0	0	807	7	-708
Piano Fl	Sis X	872	-2	-40	0	0	0	872	-2	-40
Piano Fl	Sis Y	-5	-703	-9	0	0	0	-5	-703	-9
Piano Fl	LU 1	48840	10	-226533	0	0	0	48840	10	-226533
Piano Fl	LU 2	50156	1062	-226580	0	0	0	50156	1062	-226580
Piano Fl	LU 3	50140	-1048	-226606	0	0	0	50140	-1048	-226606
Piano Fl	LU 4	51456	4	-226653	0	0	0	51456	4	-226653
Piano Fl	LU 5	68447	8	-316774	0	0	0	68447	8	-316774
Piano Fl	LU 6	69764	1060	-316820	0	0	0	69764	1060	-316820
Piano Fl	LU 7	69747	-1050	-316847	0	0	0	69747	-1050	-316847
Piano Fl	LU 8	71063	2	-316893	0	0	0	71063	2	-316893
Piano Fl	RA 1	49745	3	-226239	0	0	0	49745	3	-226239
Piano Fl	FR 1	49745	3	-226239	0	0	0	49745	3	-226239
Piano Fl	QP 1	49019	-4	-225601	0	0	0	49019	-4	-225601
Piano Fl	QP 2	49180	-2	-225743	0	0	0	49180	-2	-225743
Piano Fl	PT 1	48147	-2	-225561	0	0	0	48147	-2	-225561
Piano Fl	PT 2	49024	700	-225592	0	0	0	49024	700	-225592
Piano Fl	PT 3	49013	-707	-225610	0	0	0	49013	-707	-225610
Piano Fl	PT 4	49891	-6	-225641	0	0	0	49891	-6	-225641
Piano Fl	PT 5	48953	6	-226270	0	0	0	48953	6	-226270
Piano Fl	PT 6	49831	707	-226301	0	0	0	49831	707	-226301
Piano Fl	PT 7	49820	-700	-226318	0	0	0	49820	-700	-226318
Piano Fl	PT 8	50697	2	-226349	0	0	0	50697	2	-226349
Fondazione	Perm.	64212	320	-2792557	0	0	0	64212	320	-2792557
Fondazione	Variabile F	9584	48	-55631	0	0	0	9584	48	-55631
Fondazione	Sis X	5848	0	0	0	0	0	5848	0	0
Fondazione	Sis Y	0	5848	0	0	0	0	0	5848	0
Fondazione	LU 1	68857	387	-2870441	0	0	0	68857	387	-2870441
Fondazione	LU 2	77629	-8385	-2870441	0	0	0	77629	-8385	-2870441
Fondazione	LU 3	77629	9159	-2870441	0	0	0	77629	9159	-2870441
Fondazione	LU 4	86401	387	-2870441	0	0	0	86401	387	-2870441
Fondazione	LU 5	94542	515	-3987463	0	0	0	94542	515	-3987463
Fondazione	LU 6	103314	-8257	-3987463	0	0	0	103314	-8257	-3987463
Fondazione	LU 7	103314	9287	-3987463	0	0	0	103314	9287	-3987463
Fondazione	LU 8	112086	515	-3987463	0	0	0	112086	515	-3987463
Fondazione	RA 1	72837	363	-2842625	0	0	0	72837	363	-2842625
Fondazione	FR 1	72837	363	-2842625	0	0	0	72837	363	-2842625
Fondazione	QP 1	64212	320	-2792557	0	0	0	64212	320	-2792557
Fondazione	QP 2	66129	330	-2803683	0	0	0	66129	330	-2803683
Fondazione	PT 1	58364	320	-2792557	0	0	0	58364	320	-2792557
Fondazione	PT 2	64212	-5528	-2792557	0	0	0	64212	-5528	-2792557
Fondazione	PT 3	64212	6168	-2792557	0	0	0	64212	6168	-2792557
Fondazione	PT 4	70060	320	-2792557	0	0	0	70060	320	-2792557
Fondazione	PT 5	67948	368	-2848188	0	0	0	67948	368	-2848188
Fondazione	PT 6	73796	-5480	-2848188	0	0	0	73796	-5480	-2848188
Fondazione	PT 7	73796	6216	-2848188	0	0	0	73796	6216	-2848188
Fondazione	PT 8	79644	368	-2848188	0	0	0	79644	368	-2848188
Piano 1	Perm.	5455	1916	-315226	0	0	0	5455	1916	-315226
Piano 1	Variabile F	814	286	-55631	0	0	0	814	286	-55631
Piano 1	Sis X	5848	0	0	0	0	0	5848	0	0
Piano 1	Sis Y	0	5848	0	0	0	0	0	5848	0
Piano 1	LU 1	-2177	2316	-393109	0	0	0	-2177	2316	-393109
Piano 1	LU 2	6595	-6456	-393109	0	0	0	6595	-6456	-393109
Piano 1	LU 3	6595	11089	-393109	0	0	0	6595	11089	-393109
Piano 1	LU 4	15367	2316	-393109	0	0	0	15367	2316	-393109
Piano 1	LU 5	5	3083	-519200	0	0	0	5	3083	-519200
Piano 1	LU 6	8777	-5690	-519200	0	0	0	8777	-5690	-519200
Piano 1	LU 7	8777	11855	-519200	0	0	0	8777	11855	-519200
Piano 1	LU 8	17549	3083	-519200	0	0	0	17549	3083	-519200
Piano 1	RA 1	6188	2173	-365294	0	0	0	6188	2173	-365294
Piano 1	FR 1	6188	2173	-365294	0	0	0	6188	2173	-365294
Piano 1	QP 1	5455	1916	-315226	0	0	0	5455	1916	-315226
Piano 1	QP 2	5618	1973	-326352	0	0	0	5618	1973	-326352
Piano 1	PT 1	-393	1916	-315226	0	0	0	-393	1916	-315226
Piano 1	PT 2	5455	-3932	-315226	0	0	0	5455	-3932	-315226
Piano 1	PT 3	5455	7764	-315226	0	0	0	5455	7764	-315226
Piano 1	PT 4	11303	1916	-315226	0	0	0	11303	1916	-315226
Piano 1	PT 5	421	2202	-370857	0	0	0	421	2202	-370857
Piano 1	PT 6	6269	-3646	-370857	0	0	0	6269	-3646	-370857
Piano 1	PT 7	6269	8050	-370857	0	0	0	6269	8050	-370857
Piano 1	PT 8	12118	2202	-370857	0	0	0	12118	2202	-370857
Piano 4	Perm.	9187	1318	-301242	0	0	0	9187	1318	-301242
Piano 4	Variabile F	1371	197	-55631	0	0	0	1371	197	-55631
Piano 4	Sis X	5848	0	0	0	0	0	5848	0	0

Livello Nome	Cont. n.br.	Totale			Aste verticali			Pareti		
		X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Piano 4	Sis Y	0	5848	0	0	0	0	0	5848	0
Piano 4	LU 1	2335	1593	-379126	0	0	0	2335	1593	-379126
Piano 4	LU 2	11107	-7179	-379126	0	0	0	11107	-7179	-379126
Piano 4	LU 3	11107	10365	-379126	0	0	0	11107	10365	-379126
Piano 4	LU 4	19879	1593	-379126	0	0	0	19879	1593	-379126
Piano 4	LU 5	6009	2120	-499623	0	0	0	6009	2120	-499623
Piano 4	LU 6	14782	-6652	-499623	0	0	0	14782	-6652	-499623
Piano 4	LU 7	14782	10893	-499623	0	0	0	14782	10893	-499623
Piano 4	LU 8	23554	2120	-499623	0	0	0	23554	2120	-499623
Piano 4	RA 1	10421	1495	-351310	0	0	0	10421	1495	-351310
Piano 4	FR 1	10421	1495	-351310	0	0	0	10421	1495	-351310
Piano 4	QP 1	9187	1318	-301242	0	0	0	9187	1318	-301242
Piano 4	QP 2	9461	1357	-312368	0	0	0	9461	1357	-312368
Piano 4	PT 1	3339	1318	-301242	0	0	0	3339	1318	-301242
Piano 4	PT 2	9187	-4530	-301242	0	0	0	9187	-4530	-301242
Piano 4	PT 3	9187	7166	-301242	0	0	0	9187	7166	-301242
Piano 4	PT 4	15035	1318	-301242	0	0	0	15035	1318	-301242
Piano 4	PT 5	4710	1515	-356873	0	0	0	4710	1515	-356873
Piano 4	PT 6	10558	-4334	-356873	0	0	0	10558	-4334	-356873
Piano 4	PT 7	10558	7363	-356873	0	0	0	10558	7363	-356873
Piano 4	PT 8	16406	1515	-356873	0	0	0	16406	1515	-356873

#### 6.5.4. Equilibrio forze

**Contributo:** Nome attribuito al sistema risultante.

**Fx:** Componente X di traslazione del sistema risultante. [daN]

**Fy:** Componente Y di traslazione del sistema risultante. [daN]

**Fz:** Componente Z di traslazione del sistema risultante. [daN]

**Mx:** Componente di momento attorno l'asse X del sistema risultante. [daN\*cm]

**My:** Componente di momento attorno l'asse Y del sistema risultante. [daN\*cm]

**Mz:** Componente di momento attorno l'asse Z del sistema risultante. [daN\*cm]

#### Bilancio in condizione di carico: Permanenti

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	90027.973	902.534	-3010750.742	-752018092	4850368823	-22178480
Reazioni	-90027.973	-902.534	3010750.742	752018092	-4850368823	22178480
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

#### Bilancio in condizione di carico: Variabile F

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	13437.011	134.707	-55631.187	-13925820	7693939	-3310221
Reazioni	-13437.011	-134.707	55631.187	13925820	-7693939	3310221
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

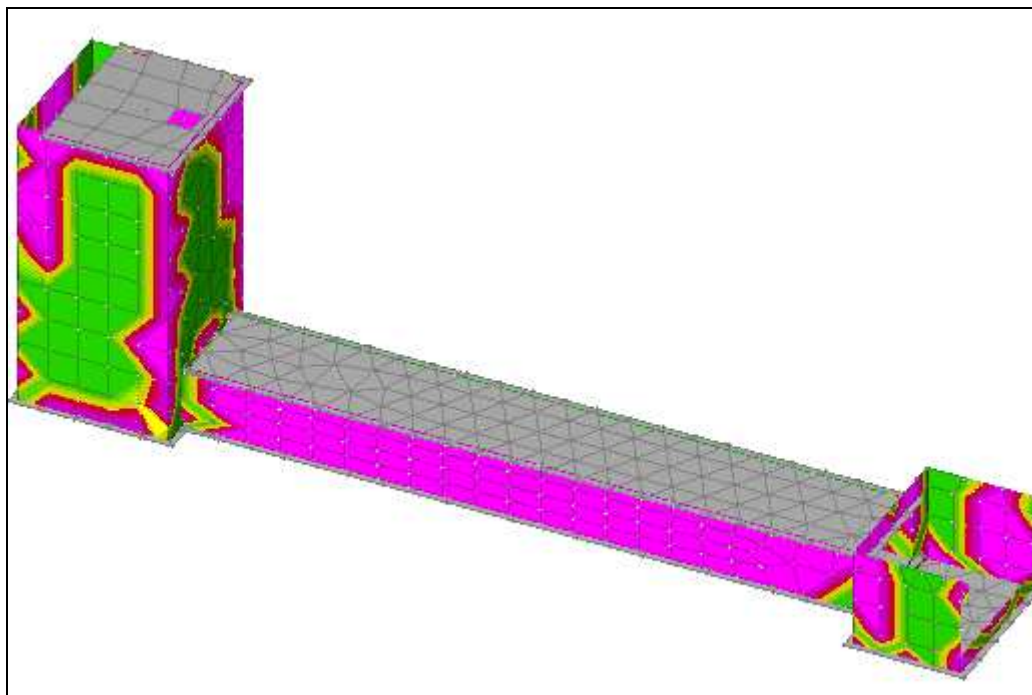
#### Bilancio in condizione di carico: Sisma X

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	5848.14	0	0	0	1437045	-1428768
Reazioni	-5848.14	0	0	0	-1437045	1428768
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

#### Bilancio in condizione di carico: Sisma Y

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	0	5848.14	0	-1437045	0	1661660
Reazioni	0	-5848.14	0	1437045	0	-1661660
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0





■	da 1.9 a 2
■	da 1.8 a 1.9
■	da 1.7 a 1.8
■	da 1.6 a 1.7
■	<b>da 1.5 a 1.6</b>
■	da 1.4 a 1.5
■	da 1.3 a 1.4
■	da 1.2 a 1.3
■	da 1.1 a 1.2
■	<b>da 1 a 1.1</b>
■	da 0.9 a 1
■	da 0.8 a 0.9
■	da 0.7 a 0.8
■	da 0.6 a 0.7
■	<b>da 0.5 a 0.6</b>
■	da 0.4 a 0.5
■	da 0.3 a 0.4
■	da 0.2 a 0.3
■	da 0.1 a 0.2
■	... 0.1 da N°cm/cm

Figura 2: Sollecitazioni gusci Moo in SLU 1 – Sollecitazioni pareti in SLU

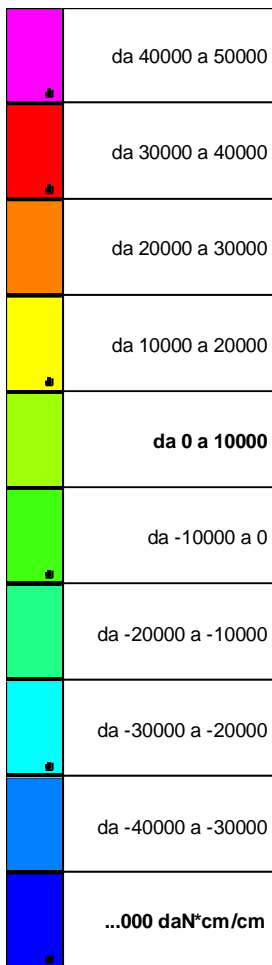
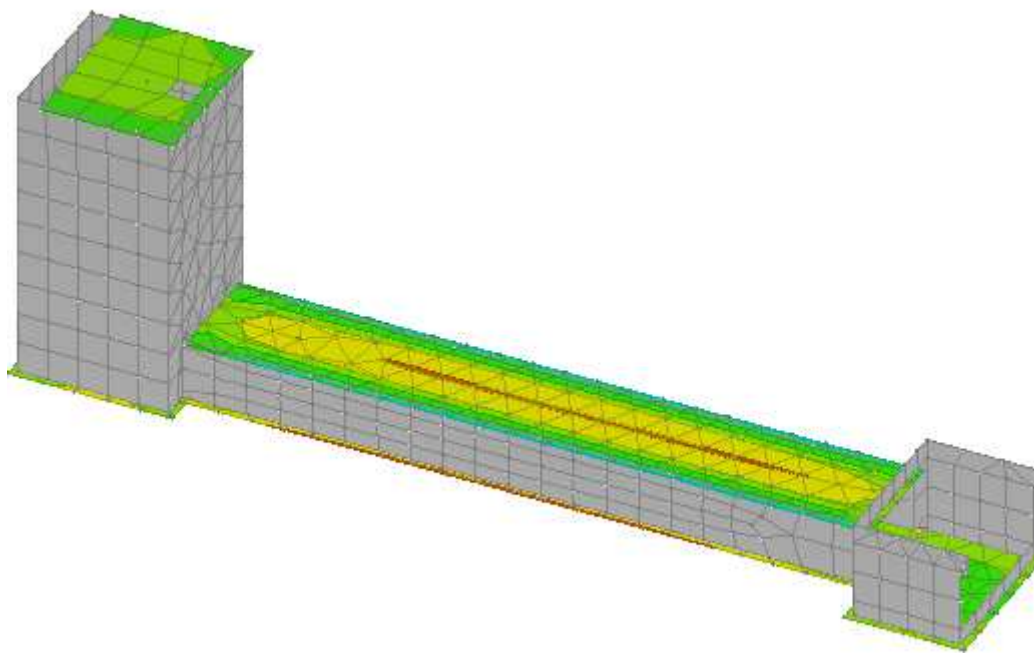


Figura 3: Sollecitazioni gusci Myy in SLU 1 – Sollecitazioni elementi orizzontali in SLU

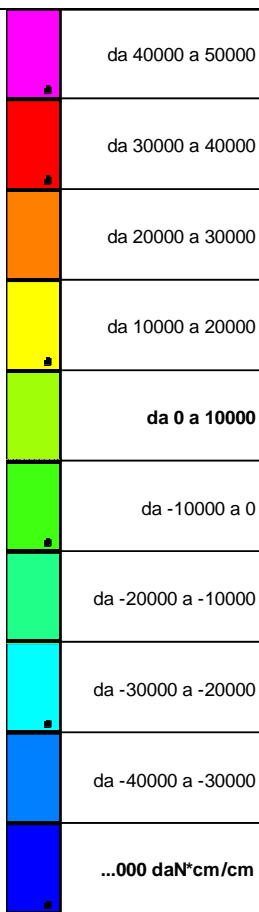
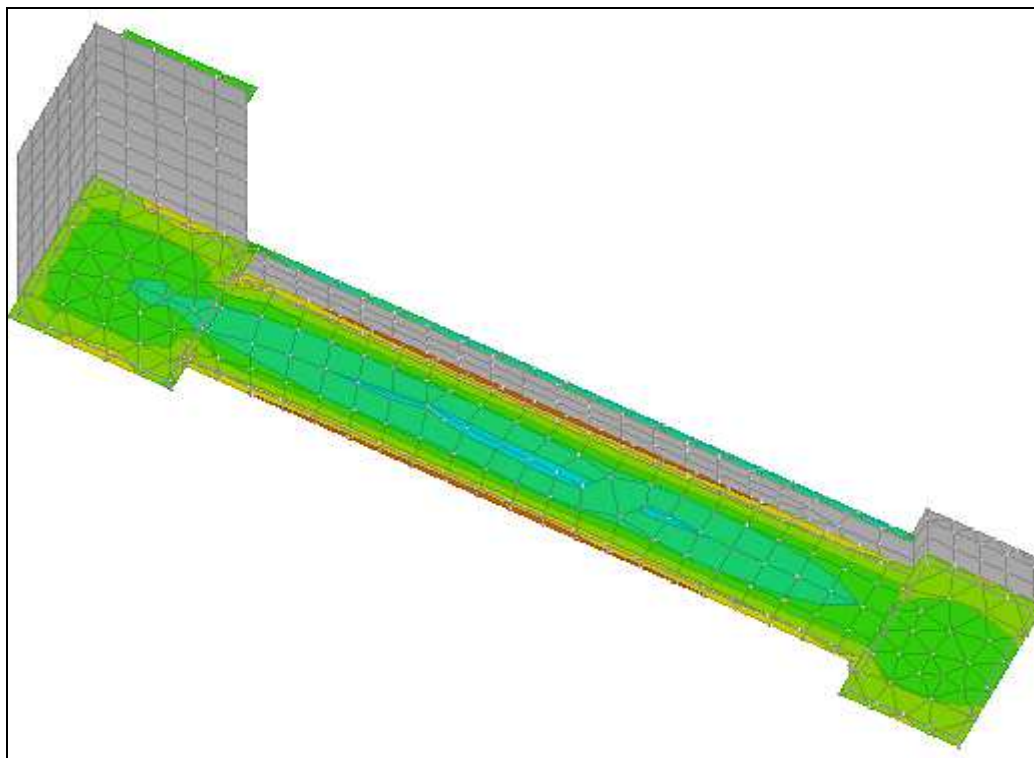


Figura 4: Sollecitazioni gusci Myy in SLU 1 – Sollecitazioni elemento orizzontali in SLU

## 6.6. Verifiche

### 6.6.1. Verifiche piastre e pareti C.A.

nod.: nodo SAP

sez.: tipo di sezione (o = orizzontale, v = verticale)

B: base della sezione

H: altezza della sezione

Af+: area di acciaio dal lato B (inferiore per le piastre))

Af-: area di acciaio dal lato A (superiore per le piastre))

c+: copriferro dal lato B (inferiore per le piastre))

c-: copriferro dal lato A (superiore per le piastre))

sc: tensione sul calcestruzzo in esercizio

comb: combinazione di carico

c.s.: coefficiente di sicurezza

N: sforzo normale di calcolo

M: momento flettente di calcolo

Mu: momento flettente ultimo

Nu: sforzo normale ultimo

sf: tensione sull'acciaio in esercizio

Wk: apertura caratteristica delle fessure

Sm: distanza media fra le fessure

st: sigma a trazione nel calcestruzzo in condizioni non fessurate

fck: resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo

fcd: resistenza a compressione di calcolo del calcestruzzo

fctd: resistenza a trazione di calcolo del calcestruzzo

b0: spessore della parete

Hcr: altezza critica

q.Hcr: \*quota della sezione alla altezza critica

hw: altezza della parete

bw: lunghezza della parete

hs: altezza dell'interpiano

Mxd: momento di progetto alltorno all'asse x

Myd: momento di progetto alltorno all'asse y

Nsd: sforzo normale di progetto

Vrd2: resistenza a taglio dovuta alle bielle di calcestruzzo

roh: rapporto tra aarea della sezione orizzotale dell'armatura di anima e l'area della sezione di calcestruzzo

rov: rapporto tra aarea della sezione verticale dell'armatura di anima e l'area della sezione di calcestruzzo

Vrd3: resistenza a taglio della sezione con armature

Vdd: contributo dell'effetto spinotto delle armature verticali

Vfd: contributo della resistenza per attrito

Vrds: valore di progetto della resistenza a taglio nei confronti dello scorrimento

csi: altezza della parte compressa normalizzata all'altezza della sezione

Somma(Asj)- Ai: somma delle aree delle barre verticali che attraversano la superficie di scorrimento

Ngrav.: sforzo normale dovuto ai carichi gravitazionali

NReale.: sforzo normale derivante dall'analisi

Ngrav.: sforzo normale dovuto ai carichi gravitazionali

n.p.: numero di piani

l: luce della trave di collegamento

h: altezza della trave di collegamento

Asi: area complessiva della armatura a X

#### Coperchio pozzettone

Valori in daN, cm

C32/40: rck 400

fyk 4500

#### Verifica di stato limite ultimo

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu
794	o	50	50	6.0	6.0	7.4	7.4	1.103	6	0	-917702	0	1012512
	v	50	50	6.0	6.0	5.8	5.8	71.529	7	0	-14354	0	1026751
826	o	50	50	6.0	6.0	7.4	7.4	1.606	8	0	630535	0	-1012512
	v	100	50	14.1	14.1	5.8	5.8	27.410	7	0	-86485	0	2370528
840	o	50	50	6.0	6.0	7.4	7.4	0.950	7	0	-1066321	0	1012512 ***
	v	50	50	6.0	6.0	5.8	5.8	13.292	5	0	-77249	0	1026751

#### Combinazione rara

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk(mm)	st
794	o	50	50	6.0	6.0	7.4	7.4	-56.6	1 ra	0.00E00	-6.22E05	2657.5	1 ra	0.00E00	-6.22E05	0.26	0.0
212.2	1 ra																
	v	50	50	6.0	6.0	5.8	5.8	-0.7	1 ra	0.00E00	-9.01E03	36.9	1 ra	0.00E00	-9.01E03	0.00	0.4

0.0 1 ra	826	o	50	50	6.0	6.0	7.4	7.4	-39.1	1 ra	0.00E00	4.29E05	1834.4	1 ra	0.00E00	4.29E05	0.00	19.7
0.0 1 ra		v	100	50	14.1	14.1	5.8	5.8	-2.3	1 ra	0.00E00	-5.84E04	103.2	1 ra	0.00E00	-5.84E04	0.00	1.3
0.0 1 ra	840	o	50	50	6.0	6.0	7.4	7.4	-65.7	1 ra	0.00E00	-7.22E05	3084.4	1 ra	0.00E00	-7.22E05	0.36	0.0
212.2 1 ra		v	50	50	6.0	6.0	5.8	5.8	-4.2	1 ra	0.00E00	-5.02E04	205.9	1 ra	0.00E00	-5.02E04	0.00	2.3

Combinazione frequente

nod sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk(mm)	st		
Sm(mm)																		
794	o	50	50	6.0	6.0	7.4	7.4	-56.6	1 fr	0.00E00	-6.22E05	2657.5	1 fr	0.00E00	-6.22E05	0.26	0.0	
212.2 1 fr		v	50	50	6.0	6.0	5.8	5.8	-0.7	1 fr	0.00E00	-9.01E03	36.9	1 fr	0.00E00	-9.01E03	0.00	0.4
0.0 1 fr	826	o	50	50	6.0	6.0	7.4	7.4	-39.1	1 fr	0.00E00	4.29E05	1834.4	1 fr	0.00E00	4.29E05	0.00	19.7
0.0 1 fr		v	100	50	14.1	14.1	5.8	5.8	-2.3	1 fr	0.00E00	-5.84E04	103.2	1 fr	0.00E00	-5.84E04	0.00	1.3
0.0 1 fr	840	o	50	50	6.0	6.0	7.4	7.4	-65.7	1 fr	0.00E00	-7.22E05	3084.4	1 fr	0.00E00	-7.22E05	0.36	0.0
212.2 1 fr		v	50	50	6.0	6.0	5.8	5.8	-4.2	1 fr	0.00E00	-5.02E04	205.9	1 fr	0.00E00	-5.02E04	0.00	2.3

Combinazione quasi permanente

nod sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk(mm)	st		
Sm(mm)																		
794	o	50	50	6.0	6.0	7.4	7.4	-38.0	2 q.	0.00E00	-4.18E05	1786.4	2 q.	0.00E00	-4.18E05	0.00	19.2	
0.0 2 q.		v	50	50	6.0	6.0	5.8	5.8	-0.8	1 q.	0.00E00	-9.72E03	39.8	1 q.	0.00E00	-9.72E03	0.00	0.4
0.0 1 q.	826	o	50	50	6.0	6.0	7.4	7.4	-25.8	2 q.	0.00E00	2.84E05	1214.2	2 q.	0.00E00	2.84E05	0.00	13.1
0.0 1 q.		v	100	50	14.1	14.1	5.8	5.8	-1.5	2 q.	0.00E00	-3.89E04	68.8	2 q.	0.00E00	-3.89E04	0.00	0.9
0.0 2 q.	840	o	50	50	6.0	6.0	7.4	7.4	-44.5	2 q.	0.00E00	-4.90E05	2092.1	2 q.	0.00E00	-4.90E05	0.00	22.5
0.0 2 q.		v	50	50	6.0	6.0	5.8	5.8	-3.1	2 q.	0.00E00	-3.76E04	154.3	2 q.	0.00E00	-3.76E04	0.00	1.7

Copertura canale

Valori in daN, cm  
 C32/40: rck 400  
 fyk 4500

Verifica di stato limite ultimo

nod sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu	
621	o	100	50	23.1	23.1	4.7	4.7	1.232	7	0	-3136907	0	3865200
	v	50	50	6.0	6.0	2.8	2.8	1.065	7	0	-1016402	0	1082305
623	o	100	50	22.8	22.8	4.7	4.7	1.106	7	0	-3452054	0	3817788
	v	50	50	6.0	6.0	2.8	2.8	1.082	7	0	-1000207	0	1082305
624	o	100	50	22.8	22.8	4.7	4.7	1.099	7	0	-3473055	0	3817788
	v	50	50	6.0	6.0	2.8	2.8	1.094	7	0	-989366	0	1082305
639	o	50	50	11.4	11.4	4.7	4.7	1.426	7	0	-1338871	0	1908894
	v	50	50	6.0	6.0	2.8	2.8	9.354	7	0	-115700	0	1082305

Combinazione rara

nod sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk(mm)	st		
Sm(mm)																		
621	o	100	50	23.1	23.1	4.7	4.7	-62.7	1 ra	0.00E00	-2.22E06	2354.1	1 ra	0.00E00	-2.22E06	0.32	0.0	
200.5 1 ra		v	50	50	6.0	6.0	2.8	2.8	-50.9	1 ra	0.00E00	-7.24E05	2733.2	1 ra	0.00E00	-7.24E05	0.22	0.0
152.0 1 ra	623	o	100	50	22.8	22.8	4.7	4.7	-69.5	1 ra	0.00E00	-2.45E06	2622.6	1 ra	0.00E00	-2.45E06	0.53	0.0
283.5 1 ra		v	50	50	6.0	6.0	2.8	2.8	-50.1	1 ra	0.00E00	-7.11E05	2687.3	1 ra	0.00E00	-7.11E05	0.22	0.0
152.0 1 ra	624	o	100	50	22.8	22.8	4.7	4.7	-69.9	1 ra	0.00E00	-2.46E06	2638.7	1 ra	0.00E00	-2.46E06	0.53	0.0
283.4 1 ra		v	50	50	6.0	6.0	2.8	2.8	-49.5	1 ra	0.00E00	-7.04E05	2658.5	1 ra	0.00E00	-7.04E05	0.21	0.0
152.0 1 ra	639	o	50	50	11.4	11.4	4.7	4.7	-53.7	1 ra	0.00E00	-9.46E05	2028.1	1 ra	0.00E00	-9.46E05	0.21	0.0
163.2 1 ra		v	50	50	6.0	6.0	2.8	2.8	-5.7	1 ra	0.00E00	-8.06E04	304.3	1 ra	0.00E00	-8.06E04	0.00	3.6

Combinazione frequente

nod sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk(mm)	st
---------	---	---	-----	-----	----	----	----	---	---	---	----	---	---	---	--------	----

Sm(mm)	c	o	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk(mm)	st
621	o	100	50	23.1	23.1	4.7	4.7	-62.7	1 fr	0.00E00	-2.22E06	2354.1	1 fr	0.00E00	-2.22E06	0.32	0.0	
200.5	1 fr	v	50	50	6.0	6.0	2.8	2.8	-50.9	1 fr	0.00E00	-7.24E05	2733.2	1 fr	0.00E00	-7.24E05	0.22	0.0
152.0	1 fr	o	100	50	22.8	22.8	4.7	4.7	-69.5	1 fr	0.00E00	-2.45E06	2622.6	1 fr	0.00E00	-2.45E06	0.53	0.0
283.5	1 fr	v	50	50	6.0	6.0	2.8	2.8	-50.1	1 fr	0.00E00	-7.11E05	2687.3	1 fr	0.00E00	-7.11E05	0.22	0.0
152.0	1 fr	o	100	50	22.8	22.8	4.7	4.7	-69.9	1 fr	0.00E00	-2.46E06	2638.7	1 fr	0.00E00	-2.46E06	0.53	0.0
283.4	1 fr	v	50	50	6.0	6.0	2.8	2.8	-49.5	1 fr	0.00E00	-7.04E05	2658.5	1 fr	0.00E00	-7.04E05	0.21	0.0
152.0	1 fr	o	50	50	11.4	11.4	4.7	4.7	-53.7	1 fr	0.00E00	-9.46E05	2028.1	1 fr	0.00E00	-9.46E05	0.21	0.0
163.2	1 fr	v	50	50	6.0	6.0	2.8	2.8	-5.7	1 fr	0.00E00	-8.06E04	304.3	1 fr	0.00E00	-8.06E04	0.00	3.6
0.0	1 fr																	

Combinazione quasi permanente

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk(mm)	st	
621	o	100	50	23.1	23.1	4.7	4.7	-62.5	2 q.	0.00E00	-2.22E06	2345.9	2 q.	0.00E00	-2.22E06	0.32	0.0	
200.5	2 q.	v	50	50	6.0	6.0	2.8	2.8	-48.5	2 q.	0.00E00	-6.89E05	2600.9	2 q.	0.00E00	-6.89E05	0.20	0.0
152.0	2 q.	o	100	50	22.8	22.8	4.7	4.7	-69.2	2 q.	0.00E00	-2.44E06	2613.6	2 q.	0.00E00	-2.44E06	0.52	0.0
283.5	2 q.	v	50	50	6.0	6.0	2.8	2.8	-49.9	2 q.	0.00E00	-7.09E05	2677.7	2 q.	0.00E00	-7.09E05	0.22	0.0
152.0	2 q.	o	100	50	22.8	22.8	4.7	4.7	-69.6	2 q.	0.00E00	-2.45E06	2629.4	2 q.	0.00E00	-2.45E06	0.53	0.0
283.4	2 q.	v	50	50	6.0	6.0	2.8	2.8	-49.4	2 q.	0.00E00	-7.02E05	2650.0	2 q.	0.00E00	-7.02E05	0.21	0.0
152.0	2 q.	o	50	50	11.4	11.4	4.7	4.7	-53.5	2 q.	0.00E00	-9.43E05	2020.8	2 q.	0.00E00	-9.43E05	0.21	0.0
163.2	2 q.	v	50	50	6.0	6.0	2.8	2.8	-5.2	2 q.	0.00E00	-7.43E04	280.8	2 q.	0.00E00	-7.43E04	0.00	3.3
0.0	2 q.																	

Fondazione pozzetto

Valori in daN, cm  
 C32/40: rck 400  
 fyk 4500

Verifica di stato limite ultimo

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu
4	o	100	50	14.1	14.1	7.4	7.4	1.254	6	0	1855141	0	-2326835
	v	50	50	6.0	6.0	5.8	5.8	4.326	6	0	237372	0	-1026751
51	o	100	50	14.1	14.1	7.4	7.4	1.215	7	0	1915438	0	-2326835
	v	50	50	6.0	6.0	5.8	5.8	4.289	7	0	239416	0	-1026751

Combinazione rara

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk(mm)	st	
4	o	100	50	14.1	14.1	7.4	7.4	-55.6	1 ra	0.00E00	1.31E06	2421.4	1 ra	0.00E00	1.31E06	0.38	0.0	
320.6	1 ra	v	50	50	6.0	6.0	5.8	5.8	-13.8	1 ra	0.00E00	1.66E05	679.4	1 ra	0.00E00	1.66E05	0.00	7.6
0.0	1 ra	o	100	50	14.1	14.1	7.4	7.4	-57.4	1 ra	0.00E00	1.36E06	2503.0	1 ra	0.00E00	1.36E06	0.41	0.0
320.6	1 ra	v	50	50	6.0	6.0	5.8	5.8	-13.9	1 ra	0.00E00	1.67E05	685.9	1 ra	0.00E00	1.67E05	0.00	7.6
0.0	1 ra																	

Combinazione frequente

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk(mm)	st	
4	o	100	50	14.1	14.1	7.4	7.4	-55.6	1 fr	0.00E00	1.31E06	2421.4	1 fr	0.00E00	1.31E06	0.38	0.0	
320.6	1 fr	v	50	50	6.0	6.0	5.8	5.8	-13.8	1 fr	0.00E00	1.66E05	679.4	1 fr	0.00E00	1.66E05	0.00	7.6
0.0	1 fr	o	100	50	14.1	14.1	7.4	7.4	-57.4	1 fr	0.00E00	1.36E06	2503.0	1 fr	0.00E00	1.36E06	0.41	0.0
320.6	1 fr	v	50	50	6.0	6.0	5.8	5.8	-13.9	1 fr	0.00E00	1.67E05	685.9	1 fr	0.00E00	1.67E05	0.00	7.6
0.0	1 fr																	

Combinazione quasi permanente

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk(mm)	st	
4	o	100	50	14.1	14.1	7.4	7.4	-52.9	2 q.	0.00E00	1.25E06	2306.2	2 q.	0.00E00	1.25E06	0.34	0.0	
320.6	2 q.	v	50	50	6.0	6.0	5.8	5.8	-12.7	2 q.	0.00E00	1.52E05	623.7	2 q.	0.00E00	1.52E05	0.00	6.9



0.0 2 q.  
 51 o 100 50 14.1 14.1 7.4 7.4 -55.1 2 q. 0.00E00 1.30E06 2400.2 2 q. 0.00E00 1.30E06 0.38 0.0  
 320.6 2 q.  
 v 50 50 6.0 6.0 5.8 5.8 -12.7 2 q. 0.00E00 1.53E05 627.5 2 q. 0.00E00 1.53E05 0.00 7.0  
 0.0 2 q.

## Verifiche geotecniche

Dati geometrici dell'impronta di calcolo  
 Forma dell'impronta di calcolo: rettangolare di area equivalente  
 Coordinata X del centro impronta: 3220  
 Coordinata Y del centro impronta: 250  
 Coordinata Z del centro impronta: -900  
 Lato minore B dell'impronta: 440  
 Lato maggiore L dell'impronta: 600  
 Area dell'impronta rettangolare di calcolo: 264000

## Verifica di scorrimento sul piano di posa - Caso sismico

Combinazione con fattore di sicurezza minore: Pressioni sul terreno 8  
 Forza risultante agente in direzione x: 57995.76  
 Forza risultante agente in direzione y: 1.61  
 Forza risultante agente in direzione z: -259349.46  
 Inclinazione del carico in direzione x (deg): 12.61  
 Inclinazione del carico in direzione y (deg): 0  
 Angolo di attrito di progetto (deg): 30  
 Azione di progetto (risultante del carico tangenziale al piano di posa): 57995.76  
 Resistenza di progetto: 115181.14  
 Coefficiente parziale applicato alla resistenza: 1.3  
 Coefficiente di sicurezza normalizzato ks min (Rd/Ed): 1.99

## Verifica di capacità portante sul piano di posa - Caso sismico

Combinazione con fattore di sicurezza minore: Pressioni sul terreno 7  
 Azione di progetto (risultante del carico normale al piano di posa): -259318.47  
 Resistenza di progetto: 217217.89  
 Coefficiente parziale applicato alla resistenza: 3  
 Coefficiente di sicurezza normalizzato kp min (Rd/Ed): 0.84\*\*\*

## Parametri utilizzati nel calcolo:

Forza risultante agente in direzione x: 57118.36  
 Forza risultante agente in direzione y: -699.73  
 Forza risultante agente in direzione z: -259318.47  
 Momento agente in direzione x: -788044.39  
 Momento agente in direzione y: -8657045.54  
 Inclinazione del carico in direzione x (deg): 12.42  
 Inclinazione del carico in direzione y (deg): -0.15  
 Eccentricità del carico in direzione x: -33.38  
 Eccentricità del carico in direzione y: -3.04  
 Impronta al suolo (BxL): 440 x 600  
 Larghezza efficace (B'=B-2\*e): 373.23  
 Lunghezza efficace (L'=L-2\*e): 593.92  
 Peso specifico di progetto del suolo: 0.0018  
 Angolo di attrito di progetto (deg): 30

## Fattori di capacità portante

N	S	D	I	B	G	E	Tipo
30.14	1.38	1.00	0.65	1.00	1.00	1.00	Coesione
18.40	1.36	1.00	0.67	1.00	1.00	1.00	Sovraccarico
22.40	0.75	1.00	0.52	1.00	1.00	1.00	Attrito

## Fondazione pozzettone

Valori in daN, cm  
 C32/40: rck 400  
 fyk 4500

## Verifica di stato limite ultimo

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu
102	o	50	50	12.1	12.1	9.0	9.0	2.201	7	0	833949	0	-1835887
	v	100	50	27.1	27.1	7.5	7.5	1.084	8	0	3871331	0	-4197658
127	o	50	50	12.1	12.1	9.0	9.0	1.899	8	0	966538	0	-1835887
	v	100	50	26.1	26.1	7.3	7.3	0.936	8	0	4350629	0	-4073688 ***
222	o	50	50	12.1	12.1	9.0	9.0	1.419	8	0	1293920	0	-1835887
	v	100	50	26.1	26.1	7.3	7.3	1.146	8	0	3555657	0	-4073688
292	o	100	50	26.1	26.1	8.9	8.9	1.324	5	0	2977977	0	-3943376
	v	50	50	12.1	12.1	7.4	7.4	4.593	7	0	411406	0	-1889473

## Combinazione rara

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M Wk (mm)	st
-----	-----	---	---	-----	-----	----	----	----	---	---	---	----	---	---	-----------	----

Sm(mm)	c																
102	o	50	50	12.1	12.1	9.0	9.0	-42.5	1 ra	0.00E00	5.90E05	1432.0	1 ra	0.00E00	5.90E05	0.00	26.4
0.0	1 ra																
	v	100	50	27.1	27.1	7.5	7.5	-83.0	1 ra	0.00E00	2.69E06	2795.1	1 ra	0.00E00	2.69E06	0.22	0.0
107.2	1 ra																
127	o	50	50	12.1	12.1	9.0	9.0	-49.0	1 ra	0.00E00	6.81E05	1652.4	1 ra	0.00E00	6.81E05	0.07	0.0
90.1	1 ra																
	v	100	50	26.1	26.1	7.3	7.3	-94.1	1 ra	0.00E00	3.04E06	3225.3	1 ra	0.00E00	3.04E06	0.50	0.0
208.7	1 ra ***																
222	o	50	50	12.1	12.1	9.0	9.0	-65.4	1 ra	0.00E00	9.09E05	2205.2	1 ra	0.00E00	9.09E05	0.13	0.0
90.1	1 ra																
	v	100	50	26.1	26.1	7.3	7.3	-76.7	1 ra	0.00E00	2.47E06	2629.3	1 ra	0.00E00	2.47E06	0.39	0.0
208.7	1 ra																
292	o	100	50	26.1	26.1	8.9	8.9	-71.3	1 ra	0.00E00	2.08E06	2316.8	1 ra	0.00E00	2.08E06	0.33	0.0
209.3	1 ra																
	v	50	50	12.1	12.1	7.4	7.4	-18.4	1 ra	0.00E00	2.83E05	653.8	1 ra	0.00E00	2.83E05	0.00	12.5
0.0	1 ra																

Combinazione frequente

nod sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk(mm)	st	
Sm(mm)	c																
102	o	50	50	12.1	12.1	9.0	9.0	-42.5	1 fr	0.00E00	5.90E05	1432.0	1 fr	0.00E00	5.90E05	0.00	26.4
0.0	1 fr																
	v	100	50	27.1	27.1	7.5	7.5	-83.0	1 fr	0.00E00	2.69E06	2795.1	1 fr	0.00E00	2.69E06	0.22	0.0
107.2	1 fr																
127	o	50	50	12.1	12.1	9.0	9.0	-49.0	1 fr	0.00E00	6.81E05	1652.4	1 fr	0.00E00	6.81E05	0.07	0.0
90.1	1 fr																
	v	100	50	26.1	26.1	7.3	7.3	-94.1	1 fr	0.00E00	3.04E06	3225.3	1 fr	0.00E00	3.04E06	0.50	0.0
208.7	1 fr																
222	o	50	50	12.1	12.1	9.0	9.0	-65.4	1 fr	0.00E00	9.09E05	2205.2	1 fr	0.00E00	9.09E05	0.13	0.0
90.1	1 fr																
	v	100	50	26.1	26.1	7.3	7.3	-76.7	1 fr	0.00E00	2.47E06	2629.3	1 fr	0.00E00	2.47E06	0.39	0.0
208.7	1 fr																
292	o	100	50	26.1	26.1	8.9	8.9	-71.3	1 fr	0.00E00	2.08E06	2316.8	1 fr	0.00E00	2.08E06	0.33	0.0
209.3	1 fr																
	v	50	50	12.1	12.1	7.4	7.4	-18.4	1 fr	0.00E00	2.83E05	653.8	1 fr	0.00E00	2.83E05	0.00	12.5
0.0	1 fr																

Combinazione quasi permanente

nod sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk(mm)	st	
Sm(mm)	c																
102	o	50	50	12.1	12.1	9.0	9.0	-40.8	2 q.	0.00E00	5.67E05	1376.4	2 q.	0.00E00	5.67E05	0.00	25.3
0.0	1 q.																
	v	100	50	27.1	27.1	7.5	7.5	-79.6	2 q.	0.00E00	2.59E06	2683.4	2 q.	0.00E00	2.59E06	0.21	0.0
107.2	2 q.																
127	o	50	50	12.1	12.1	9.0	9.0	-47.1	2 q.	0.00E00	6.55E05	1588.5	2 q.	0.00E00	6.55E05	0.07	0.0
90.1	2 q.																
	v	100	50	26.1	26.1	7.3	7.3	-90.2	2 q.	0.00E00	2.91E06	3090.4	2 q.	0.00E00	2.91E06	0.48	0.0
208.7	2 q.																
222	o	50	50	12.1	12.1	9.0	9.0	-63.2	2 q.	0.00E00	8.78E05	2130.5	2 q.	0.00E00	8.78E05	0.12	0.0
90.1	2 q.																
	v	100	50	26.1	26.1	7.3	7.3	-73.5	2 q.	0.00E00	2.37E06	2520.8	2 q.	0.00E00	2.37E06	0.37	0.0
208.7	2 q.																
292	o	100	50	26.1	26.1	8.9	8.9	-66.8	2 q.	0.00E00	1.95E06	2171.7	2 q.	0.00E00	1.95E06	0.30	0.0
209.3	2 q.																
	v	50	50	12.1	12.1	7.4	7.4	-17.1	2 q.	0.00E00	2.62E05	606.4	2 q.	0.00E00	2.62E05	0.00	11.6
0.0	2 q.																

Verifiche geotecniche

Dati geometrici dell'impronta di calcolo

Forma dell'impronta di calcolo: rettangolare di area equivalente

Coordinata X del centro impronta: 250

Coordinata Y del centro impronta: 250

Coordinata Z del centro impronta: -840

Lato minore B dell'impronta: 600

Lato maggiore L dell'impronta: 600

Area dell'impronta rettangolare di calcolo: 360000

Verifica di scorrimento sul piano di posa - Caso sismico

Combinazione con fattore di sicurezza minore: Pressioni sul terreno 3

Forza risultante agente in direzione x: -9753.37

Forza risultante agente in direzione y: 4584.46

Forza risultante agente in direzione z: -501113.07

Inclinazione del carico in direzione x (deg): -1.12

Inclinazione del carico in direzione y (deg): 0.52

Angolo di attrito di progetto (deg): 30

Azione di progetto (risultante del carico tangenziale al piano di posa): 10777.08

Resistenza di progetto: 222552.13

Coefficiente parziale applicato alla resistenza: 1.3

Coefficiente di sicurezza normalizzato ks min (Rd/Ed): 20.65



Verifica di capacità portante sul piano di posa - Caso sismico

Combinazione con fattore di sicurezza minore: Pressioni sul terreno 7  
 Azione di progetto (risultante del carico normale al piano di posa): -542180.34  
 Resistenza di progetto: 710313.19  
 Coefficiente parziale applicato alla resistenza: 3  
 Coefficiente di sicurezza normalizzato  $k_p \min (R_d/E_d)$ : 1.31

Parametri utilizzati nel calcolo:

Forza risultante agente in direzione x: -5758.32  
 Forza risultante agente in direzione y: 4677.38  
 Forza risultante agente in direzione z: -542180.34  
 Momento agente in direzione x: -3405730.98  
 Momento agente in direzione y: 15227546.67  
 Inclinazione del carico in direzione x (deg): -0.61  
 Inclinazione del carico in direzione y (deg): 0.49  
 Eccentricità del carico in direzione x: 28.09  
 Eccentricità del carico in direzione y: -6.28  
 Impronta al suolo (BxL): 600 x 600  
 Larghezza efficace ( $B'=B-2*e$ ): 543.83  
 Lunghezza efficace ( $L'=L-2*e$ ): 587.44  
 Peso specifico di progetto del suolo : 0.0018  
 Angolo di attrito di progetto (deg): 30

Fattori di capacità portante

N	S	D	I	B	G	E	Tipo
30.14	1.57	1.00	0.98	1.00	1.00	1.00	Coesione
18.40	1.53	1.00	0.98	1.00	1.00	1.00	Sovraccarico
22.40	0.63	1.00	0.97	1.00	1.00	1.00	Attrito

### Fondo tubazione

Valori in daN, cm  
 C32/40: rck 400  
 fyk 4500

Verifica di stato limite ultimo

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu
256	o	100	50	22.8	22.8	7.7	7.7	1.034	8	0	3454360	0	-3571772
	v	50	50	7.0	7.0	5.8	5.8	6.585	7	0	-179999	0	1185264
257	o	100	50	22.8	22.8	7.7	7.7	0.968	8	0	3691081	0	-3571772 ***
	v	50	50	7.0	7.0	5.8	5.8	4.092	7	0	-289637	0	1185264
258	o	100	50	22.8	22.8	7.7	7.7	0.947	8	0	3771983	0	-3571772 ***
	v	50	50	7.0	7.0	5.8	5.8	3.842	7	0	-308467	0	1185264
259	o	100	50	24.2	24.2	7.7	7.7	0.979	8	0	3846589	0	-3764795 ***
	v	50	50	7.0	7.0	5.8	5.8	3.467	7	0	-341885	0	1185264
260	o	100	50	26.2	26.2	7.7	7.7	1.047	8	0	3859085	0	-4039314
	v	50	50	7.0	7.0	5.8	5.8	3.217	7	0	-368412	0	1185264
265	o	100	50	26.6	26.6	7.7	7.7	1.042	8	0	3934604	0	-4101461
	v	50	50	7.0	7.0	5.8	5.8	3.007	7	0	-394130	0	1185264
276	o	50	50	13.3	13.3	7.7	7.7	1.361	6	0	1506504	0	-2050730
	v	50	50	7.0	7.0	5.8	5.8	8.988	7	0	-131872	0	1185264

Combinazione rara

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk (mm)	st
256	o	100	50	22.8	22.8	7.7	7.7	-83.6	1 ra	0.00E00	2.44E06	2863.7	1 ra	0.00E00	2.44E06	0.70	0.0
345.1	l	ra															
	v	50	50	7.0	7.0	5.8	5.8	-9.7	1 ra	0.00E00	-1.26E05	444.1	1 ra	0.00E00	-1.26E05	0.00	5.7
0.0	l	ra															
257	o	100	50	22.8	22.8	7.7	7.7	-89.4	1 ra	0.00E00	2.61E06	3062.4	1 ra	0.00E00	2.61E06	0.77	0.0
345.2	l	ra															
	v	50	50	7.0	7.0	5.8	5.8	-15.7	1 ra	0.00E00	-2.04E05	718.8	1 ra	0.00E00	-2.04E05	0.00	9.2
0.0	l	ra															
258	o	100	50	22.8	22.8	7.7	7.7	-91.4	1 ra	0.00E00	2.67E06	3132.4	1 ra	0.00E00	2.67E06	0.79	0.0
345.0	l	ra															
	v	50	50	7.0	7.0	5.8	5.8	-16.8	1 ra	0.00E00	-2.17E05	766.9	1 ra	0.00E00	-2.17E05	0.00	9.8
0.0	l	ra															
259	o	100	50	24.2	24.2	7.7	7.7	-90.7	1 ra	0.00E00	2.73E06	3023.0	1 ra	0.00E00	2.73E06	0.39	0.0
175.8	l	ra															
	v	50	50	7.0	7.0	5.8	5.8	-18.6	1 ra	0.00E00	-2.41E05	852.6	1 ra	0.00E00	-2.41E05	0.00	10.9
0.0	l	ra															
260	o	100	50	26.2	26.2	7.7	7.7	-87.6	1 ra	0.00E00	2.74E06	2816.3	1 ra	0.00E00	2.74E06	0.36	0.0
173.7	l	ra															
	v	50	50	7.0	7.0	5.8	5.8	-20.1	1 ra	0.00E00	-2.61E05	920.6	1 ra	0.00E00	-2.61E05	0.00	11.8
0.0	l	ra															
265	o	100	50	26.6	26.6	7.7	7.7	-89.0	1 ra	0.00E00	2.80E06	2836.9	1 ra	0.00E00	2.80E06	0.52	0.0
247.3	l	ra															
	v	50	50	7.0	7.0	5.8	5.8	-21.6	1 ra	0.00E00	-2.80E05	989.1	1 ra	0.00E00	-2.80E05	0.00	12.7

0.0 1 ra  
276 o 50 50 13.3 13.3 7.7 7.7 -68.0 1 ra 0.00E00 1.07E06 2169.3 1 ra 0.00E00 1.07E06 0.30 0.0  
206.0 1 ra  
v 50 50 7.0 7.0 5.8 5.8 -7.1 1 ra 0.00E00 -9.19E04 324.5 1 ra 0.00E00 -9.19E04 0.00 4.2  
0.0 1 ra

## Combinazione frequente

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk(mm)	st
Sm(mm)	c																
256	o	100	50	22.8	22.8	7.7	7.7	-83.6	1 fr	0.00E00	2.44E06	2863.7	1 fr	0.00E00	2.44E06	0.70	0.0
345.1	1 fr																
	v	50	50	7.0	7.0	5.8	5.8	-9.7	1 fr	0.00E00	-1.26E05	444.1	1 fr	0.00E00	-1.26E05	0.00	5.7
0.0	1 fr																
257	o	100	50	22.8	22.8	7.7	7.7	-89.4	1 fr	0.00E00	2.61E06	3062.4	1 fr	0.00E00	2.61E06	0.77	0.0
345.2	1 fr																
	v	50	50	7.0	7.0	5.8	5.8	-15.7	1 fr	0.00E00	-2.04E05	718.8	1 fr	0.00E00	-2.04E05	0.00	9.2
0.0	1 fr																
258	o	100	50	22.8	22.8	7.7	7.7	-91.4	1 fr	0.00E00	2.67E06	3132.4	1 fr	0.00E00	2.67E06	0.79	0.0
345.0	1 fr																
	v	50	50	7.0	7.0	5.8	5.8	-16.8	1 fr	0.00E00	-2.17E05	766.9	1 fr	0.00E00	-2.17E05	0.00	9.8
0.0	1 fr																
259	o	100	50	24.2	24.2	7.7	7.7	-90.7	1 fr	0.00E00	2.73E06	3023.0	1 fr	0.00E00	2.73E06	0.39	0.0
175.8	1 fr																
	v	50	50	7.0	7.0	5.8	5.8	-18.6	1 fr	0.00E00	-2.41E05	852.6	1 fr	0.00E00	-2.41E05	0.00	10.9
0.0	1 fr																
260	o	100	50	26.2	26.2	7.7	7.7	-87.6	1 fr	0.00E00	2.74E06	2816.3	1 fr	0.00E00	2.74E06	0.36	0.0
173.7	1 fr																
	v	50	50	7.0	7.0	5.8	5.8	-20.1	1 fr	0.00E00	-2.61E05	920.6	1 fr	0.00E00	-2.61E05	0.00	11.8
0.0	1 fr																
265	o	100	50	26.6	26.6	7.7	7.7	-89.0	1 fr	0.00E00	2.80E06	2836.9	1 fr	0.00E00	2.80E06	0.52	0.0
247.3	1 fr																
	v	50	50	7.0	7.0	5.8	5.8	-21.6	1 fr	0.00E00	-2.80E05	989.1	1 fr	0.00E00	-2.80E05	0.00	12.7
0.0	1 fr																
276	o	50	50	13.3	13.3	7.7	7.7	-68.0	1 fr	0.00E00	1.07E06	2169.3	1 fr	0.00E00	1.07E06	0.30	0.0
206.0	1 fr																
	v	50	50	7.0	7.0	5.8	5.8	-7.1	1 fr	0.00E00	-9.19E04	324.5	1 fr	0.00E00	-9.19E04	0.00	4.2
0.0	1 fr																

## Combinazione quasi permanente

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk(mm)	st
Sm(mm)	c																
256	o	100	50	22.8	22.8	7.7	7.7	-81.2	2 q.	0.00E00	2.37E06	2781.3	2 q.	0.00E00	2.37E06	0.68	0.0
345.1	2 q.																
	v	50	50	7.0	7.0	5.8	5.8	-9.3	2 q.	0.00E00	-1.21E05	427.5	2 q.	0.00E00	-1.21E05	0.00	5.5
0.0	2 q.																
257	o	100	50	22.8	22.8	7.7	7.7	-87.3	2 q.	0.00E00	2.55E06	2991.9	2 q.	0.00E00	2.55E06	0.74	0.0
345.2	2 q.																
	v	50	50	7.0	7.0	5.8	5.8	-15.2	2 q.	0.00E00	-1.97E05	696.5	2 q.	0.00E00	-1.97E05	0.00	8.9
0.0	2 q.																
258	o	100	50	22.8	22.8	7.7	7.7	-89.7	2 q.	0.00E00	2.62E06	3075.1	2 q.	0.00E00	2.62E06	0.77	0.0
345.0	2 q.																
	v	50	50	7.0	7.0	5.8	5.8	-16.3	2 q.	0.00E00	-2.11E05	745.3	2 q.	0.00E00	-2.11E05	0.00	9.5
0.0	2 q.																
259	o	100	50	24.2	24.2	7.7	7.7	-89.4	2 q.	0.00E00	2.69E06	2978.9	2 q.	0.00E00	2.69E06	0.38	0.0
175.8	2 q.																
	v	50	50	7.0	7.0	5.8	5.8	-18.2	2 q.	0.00E00	-2.36E05	833.2	2 q.	0.00E00	-2.36E05	0.00	10.7
0.0	2 q.																
260	o	100	50	26.2	26.2	7.7	7.7	-86.6	2 q.	0.00E00	2.71E06	2784.3	2 q.	0.00E00	2.71E06	0.35	0.0
173.7	2 q.																
	v	50	50	7.0	7.0	5.8	5.8	-19.7	2 q.	0.00E00	-2.56E05	903.2	2 q.	0.00E00	-2.56E05	0.00	11.6
0.0	2 q.																
265	o	100	50	26.6	26.6	7.7	7.7	-88.6	2 q.	0.00E00	2.79E06	2827.0	2 q.	0.00E00	2.79E06	0.51	0.0
247.3	2 q.																
	v	50	50	7.0	7.0	5.8	5.8	-21.5	2 q.	0.00E00	-2.79E05	984.2	2 q.	0.00E00	-2.79E05	0.00	12.6
0.0	2 q.																
276	o	50	50	13.3	13.3	7.7	7.7	-68.8	1 q.	0.00E00	1.08E06	2195.5	1 q.	0.00E00	1.08E06	0.31	0.0
206.0	1 q.																
	v	50	50	7.0	7.0	5.8	5.8	-7.3	1 q.	0.00E00	-9.44E04	333.6	1 q.	0.00E00	-9.44E04	0.00	4.3
0.0	1 q.																

## Verifiche geotecniche

Dati geometrici dell'impronta di calcolo  
 Forma dell'impronta di calcolo: rettangolare di area equivalente  
 Coordinata X del centro impronta: 1800  
 Coordinata Y del centro impronta: 250  
 Coordinata Z del centro impronta: -840  
 Lato minore B dell'impronta: 400  
 Lato maggiore L dell'impronta: 2500  
 Area dell'impronta rettangolare di calcolo: 1000000

## Verifica di scorrimento sul piano di posa - Caso sismico

Combinazione con fattore di sicurezza minore: Pressioni sul terreno 8  
 Forza risultante agente in direzione x: 56127.17  
 Forza risultante agente in direzione y: 392.01  
 Forza risultante agente in direzione z: -2270290.18  
 Inclinazione del carico in direzione x (deg): 1.42  
 Inclinazione del carico in direzione y (deg): 0.01  
 Angolo di attrito di progetto (deg): 30  
 Azione di progetto (risultante del carico tangenziale al piano di posa): 56128.54  
 Resistenza di progetto: 1008271.26  
 Coefficiente parziale applicato alla resistenza: 1.3  
 Coefficiente di sicurezza normalizzato ks min (Rd/Ed): 17.96

Verifica di capacità portante sul piano di posa - Caso sismico

Combinazione con fattore di sicurezza minore: Pressioni sul terreno 6  
 Azione di progetto (risultante del carico normale al piano di posa): -2264947.71  
 Resistenza di progetto: 2383046.44  
 Coefficiente parziale applicato alla resistenza: 3  
 Coefficiente di sicurezza normalizzato kp min (Rd/Ed): 1.05

Parametri utilizzati nel calcolo:

Forza risultante agente in direzione x: 52095.99  
 Forza risultante agente in direzione y: -2182.44  
 Forza risultante agente in direzione z: -2264947.71  
 Momento agente in direzione x: 2573951  
 Momento agente in direzione y: -105540071.24  
 Inclinazione del carico in direzione x (deg): 0  
 Inclinazione del carico in direzione y (deg): -0.06  
 Eccentricità del carico in direzione x: -46.6  
 Eccentricità del carico in direzione y: 1.14  
 Impronta al suolo (BxL): 2500 x 400  
 Larghezza efficace (B'=B-2\*e): 397.73  
 Lunghezza efficace (L'=L-2\*e): 2406.81  
 Peso specifico di progetto del suolo : 0.0018  
 Angolo di attrito di progetto (deg): 30

Fattori di capacità portante

N	S	D	I	B	G	E	Tipo
30.14	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Coesione
18.40	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Sovraccarico
22.40	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Attrito

### Paramento pozzetto

Parete fra le coordinate in pianta (3025;550) (3025;-50)  
 da quota -900 a quota -490  
 Valori in daN, cm  
 C32/40: rck 400  
 fyk 4500

Verifica di stato limite ultimo

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu
463	o 75	50	10.1	10.1	7.4	7.4	8.238	6	8467	-23082	69747	190140	
	v 100	50	12.1	12.1	5.8	5.8	1.240	6	-42053	-2507354	-52128	3108028	
646	o 75	50	10.1	10.1	7.4	7.4	20.213	7	-6729	201192	-136010	-4066600	
	v 100	50	12.1	12.1	5.8	5.8	1.421	7	-46906	-2384621	-66667	3389245	
655	o 75	50	10.1	10.1	7.4	7.4	10.008	8	3614	-92598	36165	926687	
	v 75	50	10.1	10.1	5.8	5.8	1.107	6	-13046	-1802309	-14438	1994505	
666	o 75	50	10.1	10.1	7.4	7.4	11.493	6	465	-136041	5340	1563522	
	v 75	50	10.1	10.1	5.8	5.8	0.831	7	3173	-1978055	2638	1644301 ***	

Combinazione rara

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk(mm)	st
463	o 75	50	10.1	10.1	7.4	7.4	-3.8	1 ra	3.36E02	6.61E04	347.0	1 ra	6.05E03	-1.63E04	0.00	2.1	
0.0	1 ra																
	v 100	50	12.1	12.1	5.8	5.8	-74.0	1 ra	-2.92E04	-1.76E06	2448.7	1 ra	-2.92E04	-1.76E06	0.47	0.0	
339.5	1 ra																
646	o 75	50	10.1	10.1	7.4	7.4	-7.8	1 ra	-4.82E03	1.43E05	146.5	1 ra	-4.82E03	1.43E05	0.00	3.1	
0.0	1 ra																
	v 100	50	12.1	12.1	5.8	5.8	-70.1	1 ra	-3.27E04	-1.67E06	2146.3	1 ra	-3.27E04	-1.67E06	0.38	0.0	
339.5	1 ra																
655	o 75	50	10.1	10.1	7.4	7.4	-2.9	1 ra	2.59E03	-6.39E04	299.9	1 ra	2.59E03	-6.39E04	0.00	2.6	
0.0	1 ra																
	v 75	50	10.1	10.1	5.8	5.8	-67.5	1 ra	-9.33E03	-1.26E06	2667.2	1 ra	-9.33E03	-1.26E06	0.43	0.0	
272.7	1 ra																
666	o 75	50	10.1	10.1	7.4	7.4	-5.3	1 ra	3.95E02	-9.31E04	259.6	1 ra	3.95E02	-9.31E04	0.00	2.9	
0.0	1 ra																
	v 75	50	10.1	10.1	5.8	5.8	-72.6	1 ra	2.31E03	-1.39E06	3532.6	1 ra	2.31E03	-1.39E06	0.81	0.0	

327.2 l ra \*\*\*

## Combinazione frequente

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk(mm)	st
463	o	75	50	10.1	10.1	7.4	7.4	-3.8	1 fr	3.36E02	6.61E04	347.0	1 fr	6.05E03	-1.63E04	0.00	2.1
0.0	1 fr																
	v	100	50	12.1	12.1	5.8	5.8	-74.0	1 fr	-2.92E04	-1.76E06	2448.7	1 fr	-2.92E04	-1.76E06	0.47	0.0
339.5	1 fr																
646	o	75	50	10.1	10.1	7.4	7.4	-7.8	1 fr	-4.82E03	1.43E05	146.5	1 fr	-4.82E03	1.43E05	0.00	3.1
0.0	1 fr																
	v	100	50	12.1	12.1	5.8	5.8	-70.1	1 fr	-3.27E04	-1.67E06	2146.3	1 fr	-3.27E04	-1.67E06	0.38	0.0
339.5	1 fr																
655	o	75	50	10.1	10.1	7.4	7.4	-2.9	1 fr	2.59E03	-6.39E04	299.9	1 fr	2.59E03	-6.39E04	0.00	2.6
0.0	1 fr																
	v	75	50	10.1	10.1	5.8	5.8	-67.5	1 fr	-9.33E03	-1.26E06	2667.2	1 fr	-9.33E03	-1.26E06	0.43	0.0
272.7	1 fr																
666	o	75	50	10.1	10.1	7.4	7.4	-5.3	1 fr	3.95E02	-9.31E04	259.6	1 fr	3.95E02	-9.31E04	0.00	2.9
0.0	1 fr																
	v	75	50	10.1	10.1	5.8	5.8	-72.6	1 fr	2.31E03	-1.39E06	3532.6	1 fr	2.31E03	-1.39E06	0.81	0.0
327.2	1 fr																

## Combinazione quasi permanente

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk(mm)	st
463	o	75	50	10.1	10.1	7.4	7.4	-3.6	2 q.	1.15E02	6.32E04	392.6	1 q.	6.68E03	-2.13E04	0.00	2.4
0.0	1 q.																
	v	100	50	12.1	12.1	5.8	5.8	-69.9	2 q.	-2.65E04	-1.66E06	2354.1	2 q.	-2.65E04	-1.66E06	0.43	0.0
339.5	2 q.																
646	o	75	50	10.1	10.1	7.4	7.4	-8.9	1 q.	-4.79E03	1.60E05	187.5	1 q.	-4.79E03	1.60E05	0.00	3.6
0.0	1 q.																
	v	100	50	12.1	12.1	5.8	5.8	-66.4	2 q.	-3.02E04	-1.58E06	2059.9	2 q.	-3.02E04	-1.58E06	0.35	0.0
339.5	2 q.																
655	o	75	50	10.1	10.1	7.4	7.4	-4.9	2 q.	2.63E03	-9.50E04	381.0	2 q.	2.63E03	-9.50E04	0.00	3.6
0.0	1 q.																
	v	75	50	10.1	10.1	5.8	5.8	-61.3	2 q.	-6.90E03	-1.15E06	2499.9	2 q.	-6.90E03	-1.15E06	0.37	0.0
272.7	2 q.																
666	o	75	50	10.1	10.1	7.4	7.4	-4.5	2 q.	2.85E02	-7.82E04	215.8	2 q.	2.85E02	-7.82E04	0.00	2.5
0.0	1 q.																
	v	75	50	10.1	10.1	5.8	5.8	-66.8	2 q.	4.77E03	-1.28E06	3402.1	2 q.	4.77E03	-1.28E06	0.77	0.0
329.0	2 q.																

## Parete condotta

Parete fra le coordinate in pianta (500;75) (3050;75)

da quota -840 a quota -560

Valori in daN, cm

C32/40: rck 400

fyk 4500

## Verifica di stato limite ultimo

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu
117	o	100	50	14.0	14.0	7.0	7.0	4.297	7	-61347	-1535349	-263582	6596780
	v	75	50	13.2	13.2	7.4	7.4	1.400	5	62900	-234309	88061	328036
118	o	100	50	12.7	12.7	7.0	7.0	4.293	7	-59405	-1472226	-255008	6319870
	v	75	50	13.2	13.2	7.4	7.4	1.373	5	62481	-276415	85776	379471
510	o	100	50	12.1	12.1	7.0	7.0	3.352	6	-67676	-1763604	-226865	5912014
	v	75	50	5.7	5.7	5.6	5.6	17.224	6	-28713	-220738	-494556	3802016

## Combinazione rara

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk(mm)	st
117	o	100	50	14.0	14.0	7.0	7.0	-42.6	1 ra	-4.40E04	-1.09E06	616.6	1 ra	-4.40E04	-1.09E06	0.00	16.3
0.0	1 ra																
	v	75	50	13.2	13.2	7.4	7.4	-0.9	1 ra	2.12E03	-3.43E04	2083.7	1 ra	4.47E04	-1.67E05	0.00	16.4
0.0	1 ra																
	v	100	50	12.7	12.7	7.0	7.0	-41.9	1 ra	-4.26E04	-1.04E06	626.2	1 ra	-4.26E04	-1.04E06	0.00	15.6
0.0	1 ra																
	v	75	50	13.2	13.2	7.4	7.4	0.0	1 ra	4.44E04	-1.97E05	2142.9	1 ra	4.44E04	-1.97E05	0.00	17.2
0.0	1 ra																
	v	100	50	12.1	12.1	7.0	7.0	-51.5	1 ra	-4.83E04	-1.25E06	856.3	1 ra	-4.83E04	-1.25E06	0.00	19.3
0.0	1 ra																
	v	75	50	5.7	5.7	5.6	5.6	-9.9	1 ra	-1.75E04	-1.82E05	-22.1	1 ra	-2.01E04	-1.59E05	0.00	1.0
0.0	1 ra																

## Combinazione frequente

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk(mm)	st
117	o	100	50	14.0	14.0	7.0	7.0	-42.6	1 fr	-4.40E04	-1.09E06	616.6	1 fr	-4.40E04	-1.09E06	0.00	16.3
0.0	1 fr																
	v	75	50	13.2	13.2	7.4	7.4	-0.9	1 fr	2.12E03	-3.43E04	2083.7	1 fr	4.47E04	-1.67E05	0.00	16.4

0.0 1 fr	118	o	100	50	12.7	12.7	7.0	7.0	-41.9	1 fr	-4.26E04	-1.04E06	626.2	1 fr	-4.26E04	-1.04E06	0.00	15.6
0.0 1 fr		v	75	50	13.2	13.2	7.4	7.4	0.0	1 fr	4.44E04	-1.97E05	2142.9	1 fr	4.44E04	-1.97E05	0.00	17.2
0.0 1 fr	510	o	100	50	12.1	12.1	7.0	7.0	-51.5	1 fr	-4.83E04	-1.25E06	856.3	1 fr	-4.83E04	-1.25E06	0.00	19.3
0.0 1 fr		v	75	50	5.7	5.7	5.6	5.6	-9.9	1 fr	-1.75E04	-1.82E05	-22.1	1 fr	-2.01E04	-1.59E05	0.00	1.0

Combinazione quasi permanente

nod sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk(mm)	st		
117	o	100	50	14.0	14.0	7.0	7.0	-42.1	2 q.	-4.41E04	-1.08E06	599.3	2 q.	-4.41E04	-1.08E06	0.00	16.1	
0.0 1 q.		v	75	50	13.2	13.2	7.4	7.4	-0.7	2 q.	2.47E03	-3.66E04	2068.9	2 q.	4.47E04	-1.61E05	0.00	16.2
0.0 1 q.	118	o	100	50	12.7	12.7	7.0	7.0	-41.4	2 q.	-4.27E04	-1.04E06	607.7	2 q.	-4.27E04	-1.04E06	0.00	15.4
0.0 1 q.		v	75	50	13.2	13.2	7.4	7.4	0.0	1 q.	4.43E04	-1.87E05	2121.6	2 q.	4.43E04	-1.89E05	0.00	17.0
0.0 1 q.	510	o	100	50	12.1	12.1	7.0	7.0	-50.9	2 q.	-4.83E04	-1.24E06	834.3	2 q.	-4.83E04	-1.24E06	0.00	19.0
0.0 1 q.		v	75	50	5.7	5.7	5.6	5.6	-9.9	2 q.	-2.08E04	-1.55E05	-27.4	1 q.	-2.10E04	-1.53E05	0.00	0.7

Parete forata pozzettone

Parete fra le coordinate in pianta (525;-50) (525;550)  
 da quota -840 a quota 300  
 Valori in daN, cm  
 C32/40: rck 400  
 fyk 4500

Verifica di stato limite ultimo

nod sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu	
189	o	100	50	32.0	32.0	6.6	6.6	24.883	8	-3291	-260725	-81895	6487602
	v	50	50	11.7	11.7	5.2	5.2	1.348	8	56151	-232154	75673	312866
645	o	75	50	21.7	21.7	6.7	6.7	14.406	8	-37692	352266	-542974	-5074616
	v	100	50	27.6	27.6	5.1	5.1	2.584	8	-15734	-2061668	-40655	5327141
718	o	75	50	8.0	8.0	4.0	4.0	15.006	7	-12305	-309831	-184645	4649220
	v	100	50	5.7	5.7	2.6	2.6	1.330	8	-14631	-1117376	-19456	1485917

Combinazione rara

nod sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk(mm)	st		
189	o	100	50	32.0	32.0	6.6	6.6	-5.1	1 ra	-2.33E03	-1.82E05	125.6	1 ra	-2.33E03	-1.82E05	0.00	3.4	
0.0 1 ra		v	50	50	11.7	11.7	5.2	5.2	-4.5	1 ra	-3.41E03	7.23E04	2085.7	1 ra	3.95E04	-1.63E05	0.00	22.0
0.0 1 ra	645	o	75	50	21.7	21.7	6.7	6.7	-10.8	1 ra	-2.44E04	2.10E05	47.6	1 ra	-1.24E04	2.08E05	0.00	2.9
0.0 1 ra		v	100	50	27.6	27.6	5.1	5.1	-36.7	1 ra	-1.03E04	-1.34E06	1122.5	1 ra	-1.03E04	-1.34E06	0.06	0.0
126.3 1 ra	718	o	75	50	8.0	8.0	4.0	4.0	-11.2	1 ra	-9.39E03	-2.19E05	168.2	1 ra	-9.39E03	-2.19E05	0.00	4.2
0.0 1 ra		v	100	50	5.7	5.7	2.6	2.6	-40.5	1 ra	-1.03E04	-7.83E05	2239.1	1 ra	-1.03E04	-7.83E05	0.00	16.1

Combinazione frequente

nod sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk(mm)	st		
189	o	100	50	32.0	32.0	6.6	6.6	-5.1	1 fr	-2.33E03	-1.82E05	125.6	1 fr	-2.33E03	-1.82E05	0.00	3.4	
0.0 1 fr		v	50	50	11.7	11.7	5.2	5.2	-4.5	1 fr	-3.41E03	7.23E04	2085.7	1 fr	3.95E04	-1.63E05	0.00	22.0
0.0 1 fr	645	o	75	50	21.7	21.7	6.7	6.7	-10.8	1 fr	-2.44E04	2.10E05	47.6	1 fr	-1.24E04	2.08E05	0.00	2.9
0.0 1 fr		v	100	50	27.6	27.6	5.1	5.1	-36.7	1 fr	-1.03E04	-1.34E06	1122.5	1 fr	-1.03E04	-1.34E06	0.06	0.0
126.3 1 fr	718	o	75	50	8.0	8.0	4.0	4.0	-11.2	1 fr	-9.39E03	-2.19E05	168.2	1 fr	-9.39E03	-2.19E05	0.00	4.2
0.0 1 fr		v	100	50	5.7	5.7	2.6	2.6	-40.5	1 fr	-1.03E04	-7.83E05	2239.1	1 fr	-1.03E04	-7.83E05	0.00	16.1

Combinazione quasi permanente

nod sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk(mm)	st		
189	o	100	50	32.0	32.0	6.6	6.6	-4.7	2 q.	-2.23E03	-1.67E05	114.0	2 q.	-2.23E03	-1.67E05	0.00	3.1	
0.0 1 q.		v	50	50	11.7	11.7	5.2	5.2	-4.2	2 q.	-3.07E03	6.71E04	2011.9	2 q.	3.82E04	-1.55E05	0.00	21.1

0.0 1 q.	645	o	75	50	21.7	21.7	6.7	6.7	-10.0	2 q.	-2.22E04	1.98E05	63.3	1 q.	-1.05E04	2.01E05	0.00	3.1
0.0 1 q.		v	100	50	27.6	27.6	5.1	5.1	-34.4	2 q.	-9.28E03	-1.26E06	1058.6	2 q.	-9.28E03	-1.26E06	0.00	24.9
0.0 1 q.	718	o	75	50	8.0	8.0	4.0	4.0	-10.4	2 q.	-7.73E03	-2.00E05	191.3	1 q.	-7.25E03	-1.95E05	0.00	4.1
0.0 1 q.		v	100	50	5.7	5.7	2.6	2.6	-36.8	2 q.	-9.50E03	-7.13E05	2031.0	2 q.	-9.50E03	-7.13E05	0.00	14.7

**Parete tipo pozzetto**

Parete fra le coordinate in pianta (-25;550) (-25;-50)  
 da quota -840 a quota 300

Valori in daN, cm  
 C32/40: rck 400  
 fyk 4500

Verifica di stato limite ultimo

nod sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu	
672	o	75	50	6.0	6.0	4.0	4.0	40.362	5	-14053	-71721	-567209	2894769
	v	100	50	5.7	5.7	2.6	2.6	0.996	6	-18896	-1477733	-18818	1471609 ***
683	o	75	50	6.0	6.0	4.0	4.0	41.249	5	-13609	-72439	-561350	2987999
	v	100	50	5.7	5.7	2.6	2.6	0.990	7	-18898	-1483926	-18708	1469040 ***
692	o	75	50	6.0	6.0	4.0	4.0	37.339	5	-14287	-91115	-533477	3402192
	v	100	50	5.7	5.7	2.6	2.6	1.002	5	-17199	-1432991	-17230	1435602
703	o	75	50	6.0	6.0	4.0	4.0	38.172	5	-14043	-88175	-536060	3365833
	v	100	50	5.7	5.7	2.6	2.6	0.991	7	-17079	-1441889	-16922	1428613 ***
724	o	75	50	6.0	6.0	4.0	4.0	39.080	5	-12581	-100651	-491656	3933442
	v	100	50	5.7	5.7	2.6	2.6	1.150	5	-14159	-1229273	-16290	1414256

Combinazione rara

nod sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk(mm)	st		
672	o	75	50	6.0	6.0	4.0	4.0	-3.8	1 ra	-9.08E03	-5.22E04	-19.3	1 ra	-9.10E03	-4.23E04	0.00	0.0	
0.0 1 ra		v	100	50	5.7	5.7	2.6	2.6	-53.7	1 ra	-1.33E04	-1.04E06	3001.6	1 ra	-1.33E04	-1.04E06	0.00	21.5
683	o	75	50	6.0	6.0	4.0	4.0	-3.8	1 ra	-8.76E03	-5.25E04	-17.8	1 ra	-8.91E03	-4.41E04	0.00	0.0	
0.0 1 ra		v	100	50	5.7	5.7	2.6	2.6	-53.9	1 ra	-1.33E04	-1.04E06	3018.4	1 ra	-1.33E04	-1.04E06	0.00	21.6
692	o	75	50	6.0	6.0	4.0	4.0	-4.2	1 ra	-9.24E03	-6.47E04	-11.6	1 ra	-9.24E03	-6.47E04	0.00	0.0	
0.0 1 ra		v	100	50	5.7	5.7	2.6	2.6	-52.0	1 ra	-1.20E04	-1.01E06	2976.4	1 ra	-1.20E04	-1.01E06	0.00	21.0
703	o	75	50	6.0	6.0	4.0	4.0	-4.1	1 ra	-9.06E03	-6.28E04	-11.6	1 ra	-9.06E03	-6.28E04	0.00	0.0	
0.0 1 ra		v	100	50	5.7	5.7	2.6	2.6	-52.5	1 ra	-1.20E04	-1.01E06	3009.3	1 ra	-1.20E04	-1.01E06	0.00	21.2
724	o	75	50	6.0	6.0	4.0	4.0	-4.1	1 ra	-8.10E03	-7.01E04	-5.3	1 ra	-8.10E03	-7.01E04	0.00	0.3	
0.0 1 ra		v	100	50	5.7	5.7	2.6	2.6	-44.7	1 ra	-9.91E03	-8.64E05	2591.6	1 ra	-9.91E03	-8.64E05	0.00	18.1

Combinazione frequente

nod sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk(mm)	st		
672	o	75	50	6.0	6.0	4.0	4.0	-3.8	1 fr	-9.08E03	-5.22E04	-19.3	1 fr	-9.10E03	-4.23E04	0.00	0.0	
0.0 1 fr		v	100	50	5.7	5.7	2.6	2.6	-53.7	1 fr	-1.33E04	-1.04E06	3001.6	1 fr	-1.33E04	-1.04E06	0.00	21.5
683	o	75	50	6.0	6.0	4.0	4.0	-3.8	1 fr	-8.76E03	-5.25E04	-17.8	1 fr	-8.91E03	-4.41E04	0.00	0.0	
0.0 1 fr		v	100	50	5.7	5.7	2.6	2.6	-53.9	1 fr	-1.33E04	-1.04E06	3018.4	1 fr	-1.33E04	-1.04E06	0.00	21.6
692	o	75	50	6.0	6.0	4.0	4.0	-4.2	1 fr	-9.24E03	-6.47E04	-11.6	1 fr	-9.24E03	-6.47E04	0.00	0.0	
0.0 1 fr		v	100	50	5.7	5.7	2.6	2.6	-52.0	1 fr	-1.20E04	-1.01E06	2976.4	1 fr	-1.20E04	-1.01E06	0.00	21.0
703	o	75	50	6.0	6.0	4.0	4.0	-4.1	1 fr	-9.06E03	-6.28E04	-11.6	1 fr	-9.06E03	-6.28E04	0.00	0.0	
0.0 1 fr		v	100	50	5.7	5.7	2.6	2.6	-52.5	1 fr	-1.20E04	-1.01E06	3009.3	1 fr	-1.20E04	-1.01E06	0.00	21.2
724	o	75	50	6.0	6.0	4.0	4.0	-4.1	1 fr	-8.10E03	-7.01E04	-5.3	1 fr	-8.10E03	-7.01E04	0.00	0.3	
0.0 1 fr		v	100	50	5.7	5.7	2.6	2.6	-44.7	1 fr	-9.91E03	-8.64E05	2591.6	1 fr	-9.91E03	-8.64E05	0.00	18.1

Combinazione quasi permanente

nod sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk(mm)	st
---------	---	---	-----	-----	----	----	----	---	---	---	----	---	---	---	--------	----

Sm(mm)	c																		
672	o	75	50	6.0	6.0	4.0	4.0	-3.4	2	q.	-8.00E03	-4.71E04	-17.1	2	q.	-8.02E03	-3.70E04	0.00	0.0
0.0	1	q.																	
	v	100	50	5.7	5.7	2.6	2.6	-48.4	2	q.	-1.20E04	-9.37E05	2709.1	2	q.	-1.20E04	-9.37E05	0.00	19.4
0.0	1	q.																	
683	o	75	50	6.0	6.0	4.0	4.0	-3.3	2	q.	-7.70E03	-4.76E04	-15.8	2	q.	-7.84E03	-3.86E04	0.00	0.0
0.0	1	q.																	
	v	100	50	5.7	5.7	2.6	2.6	-48.6	2	q.	-1.20E04	-9.41E05	2723.8	2	q.	-1.20E04	-9.41E05	0.00	19.5
0.0	1	q.																	
692	o	75	50	6.0	6.0	4.0	4.0	-3.8	2	q.	-8.13E03	-5.88E04	-9.5	2	q.	-8.13E03	-5.88E04	0.00	0.0
0.0	1	q.																	
	v	100	50	5.7	5.7	2.6	2.6	-47.2	2	q.	-1.09E04	-9.13E05	2703.9	2	q.	-1.09E04	-9.13E05	0.00	19.0
0.0	1	q.																	
703	o	75	50	6.0	6.0	4.0	4.0	-3.7	2	q.	-7.96E03	-5.73E04	-9.4	2	q.	-7.96E03	-5.73E04	0.00	0.0
0.0	1	q.																	
	v	100	50	5.7	5.7	2.6	2.6	-47.5	2	q.	-1.09E04	-9.19E05	2729.1	2	q.	-1.09E04	-9.19E05	0.00	19.2
0.0	1	q.																	
724	o	75	50	6.0	6.0	4.0	4.0	-3.6	2	q.	-6.98E03	-6.35E04	4.6	1	q.	-5.45E03	-6.34E04	0.00	0.5
0.0	1	q.																	
	v	100	50	5.7	5.7	2.6	2.6	-40.6	2	q.	-8.97E03	-7.86E05	2358.6	2	q.	-8.97E03	-7.86E05	0.00	16.5
0.0	1	q.																	

**Parecina**

Parete fra le coordinate in pianta (3000;-25) (3440;-25)  
 da quota -900 a quota -490  
 Valori in daN, cm  
 C32/40: rck 400  
 fyk 4500

Verifica di stato limite ultimo

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu
66	o	75	50	10.1	10.1	7.4	7.4	1.653	7	-703	-1024435	-1162	1693302
	v	100	50	14.1	14.1	5.8	5.8	14.555	7	542	-151617	7894	2206830
70	o	75	50	10.1	10.1	7.4	7.4	0.879	7	-16606	-2225124	-14602	1956504 ***
	v	100	50	14.1	14.1	5.8	5.8	5.478	7	-1057	-454421	-5789	2489459
463	o	75	50	10.1	10.1	7.4	7.4	2.410	6	12949	-428037	31213	1031766
	v	100	50	12.1	12.1	5.8	5.8	1.101	6	-34440	-2567709	-37933	2828151
655	o	75	50	10.1	10.1	7.4	7.4	10.260	6	3625	-88181	37196	904773
	v	75	50	10.1	10.1	5.8	5.8	1.120	6	-27496	-2071766	-30802	2320915

Combinazione rara

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk(mm)	st		
66	o	75	50	10.1	10.1	7.4	7.4	-35.9	1	ra	-8.22E02	-6.21E05	1558.5	1	ra	-8.22E02	-6.21E05	0.00	18.7
0.0	1	ra																	
	v	100	50	14.1	14.1	5.8	5.8	-4.0	1	ra	4.21E02	-1.06E05	201.7	1	ra	4.21E02	-1.06E05	0.00	2.5
0.0	1	ra																	
70	o	75	50	10.1	10.1	7.4	7.4	-90.6	1	ra	-1.19E04	-1.56E06	3432.5	1	ra	-1.19E04	-1.56E06	0.66	0.0
289.1	1	ra	***																
	v	100	50	14.1	14.1	5.8	5.8	-12.2	1	ra	-7.33E02	-3.15E05	530.7	1	ra	-7.33E02	-3.15E05	0.00	7.0
0.0	1	ra																	
463	o	75	50	10.1	10.1	7.4	7.4	-26.1	1	ra	9.76E01	-4.53E05	1252.8	1	ra	9.30E03	-2.99E05	0.00	13.8
0.0	1	ra																	
	v	100	50	12.1	12.1	5.8	5.8	-75.9	1	ra	-2.42E04	-1.80E06	2724.0	1	ra	-2.42E04	-1.80E06	0.55	0.0
339.5	1	ra																	
655	o	75	50	10.1	10.1	7.4	7.4	-2.8	1	ra	2.55E03	-6.24E04	293.9	1	ra	2.55E03	-6.24E04	0.00	2.6
0.0	1	ra																	
	v	75	50	10.1	10.1	5.8	5.8	-77.9	1	ra	-1.94E04	-1.45E06	2662.2	1	ra	-1.94E04	-1.45E06	0.45	0.0
272.7	1	ra																	

Combinazione frequente

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk(mm)	st		
66	o	75	50	10.1	10.1	7.4	7.4	-35.9	1	fr	-8.22E02	-6.21E05	1558.5	1	fr	-8.22E02	-6.21E05	0.00	18.7
0.0	1	fr																	
	v	100	50	14.1	14.1	5.8	5.8	-4.0	1	fr	4.21E02	-1.06E05	201.7	1	fr	4.21E02	-1.06E05	0.00	2.5
0.0	1	fr																	
70	o	75	50	10.1	10.1	7.4	7.4	-90.6	1	fr	-1.19E04	-1.56E06	3432.5	1	fr	-1.19E04	-1.56E06	0.66	0.0
289.1	1	fr																	
	v	100	50	14.1	14.1	5.8	5.8	-12.2	1	fr	-7.33E02	-3.15E05	530.7	1	fr	-7.33E02	-3.15E05	0.00	7.0
0.0	1	fr																	
463	o	75	50	10.1	10.1	7.4	7.4	-26.1	1	fr	9.76E01	-4.53E05	1252.8	1	fr	9.30E03	-2.99E05	0.00	13.8
0.0	1	fr																	
	v	100	50	12.1	12.1	5.8	5.8	-75.9	1	fr	-2.42E04	-1.80E06	2724.0	1	fr	-2.42E04	-1.80E06	0.55	0.0
339.5	1	fr																	
655	o	75	50	10.1	10.1	7.4	7.4	-2.8	1	fr	2.55E03	-6.24E04	293.9	1	fr	2.55E03	-6.24E04	0.00	2.6
0.0	1	fr																	
	v	75	50	10.1	10.1	5.8	5.8	-77.9	1	fr	-1.94E04	-1.45E06	2662.2	1	fr	-1.94E04	-1.45E06	0.45	0.0
272.7	1	fr																	





<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualifica Ambientale Val Lemme</p>	<p>Foglio 97 di 305</p>

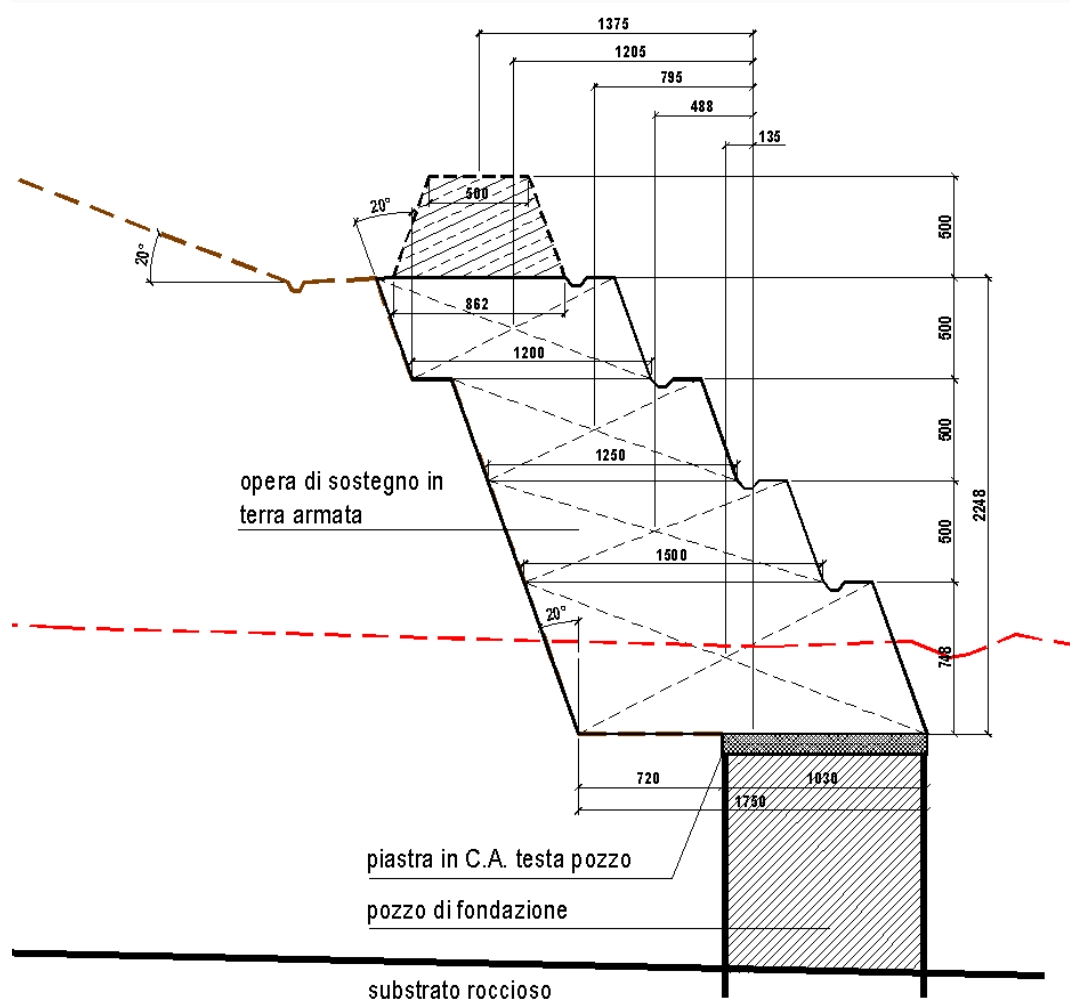
## **7. VERIFICA STRUTTURALE DELLE VASCHE DI RACCOLTA E SEDIMENTAZIONE DELLE ACQUE DI DRENAGGIO**

Le luci dei manufatti in esame sono inferiori a quelle delle vasche di sedimentazione delle acque meteoriche in ruscellamento dall'abbancamento (cfr. § 6).

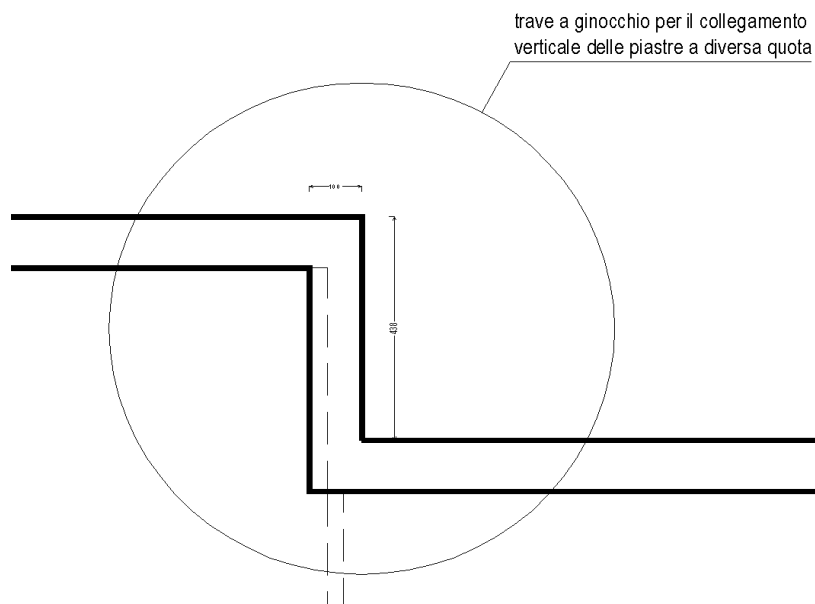
Per le verifiche statiche dei presenti manufatti fa quindi fede la verifica condotta al capitolo precedente.

## 8. VERIFICA STRUTTURALE DELLA PIASTRA IN C.A. GETTATA IN OPERA, AVENTE LA FUNZIONE DI ELEMENTO DI DISTRIBUZIONE DEL CARICO TRASMESSO DALL'OPERA IN TERRA ARMATA A SOSTEGNO DEL VERSANTE AI POZZI DI FONDAZIONE SOTTOSTANTI

La seguente figura mostra una sezione tipo dell'opera, rimandando agli elaborati grafici di progetto per una comprensione esaustiva dell'intervento.



La piastra in oggetto presenta una larghezza pari al diametro del pozzo sottostante, 10.30 m, e una lunghezza complessiva pari a circa 85 m, con uno spessore costante di 80 cm. Si osserva che lungo il suo sviluppo parallelo al versante (lunghezza) i pozzi presentano dei salti di quota variabili da un minimo di circa 60 cm ad un massimo di circa 4.40 m. Al fine di mantenere la continuità strutturale della piastra in corrispondenza di queste sezioni di discontinuità sono previste opportune travi a ginocchio di collegamento.



## 8.1. Caratteristiche dei materiali

I materiali impiegati per la costruzione del manufatto dovranno rispettare le seguenti prescrizioni, riportate anche negli elaborati grafici di progetto:

### SPECIFICHE DEI MATERIALI DA COSTRUZIONE

(conformi a D.M. 14 gennaio 2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni")

#### calcestruzzo per elementi strutturali

- calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1
- classe di esposizione ambientale: XC2 in accordo UNI 11104
- rapporto a/c max: 0.55
- dosaggio minimo di cemento: 320 kg/m<sup>3</sup>
- diametro massimo dell'aggregato: 32 mm
- classe di consistenza al getto S4
- classi di resistenza a compressione minima:
  - calcestruzzo per elementi in C.A. gettati in opera C25/30 (R<sub>ck</sub>=30 MPa)
  - calcestruzzo per magrone di sottofondazione C12/15 (R<sub>ck</sub>=15 MPa)

#### acciaio per armature

- B450C controllato in stabilimento

## 8.2. Analisi dei carichi

I carichi agenti sulla struttura sono i seguenti:

- pesi propri
- spinte del terreno
- azioni sismiche

### 8.2.1. *Pesi propri*

Per pesi propri s'intendono tutte le azioni agenti sulla piastra associate al peso degli elementi che insistono direttamente o indirettamente sulla piastra medesima.

In particolare i carichi permanenti gravanti sulla piastra corrispondono all'opera di sostegno in terra armata.

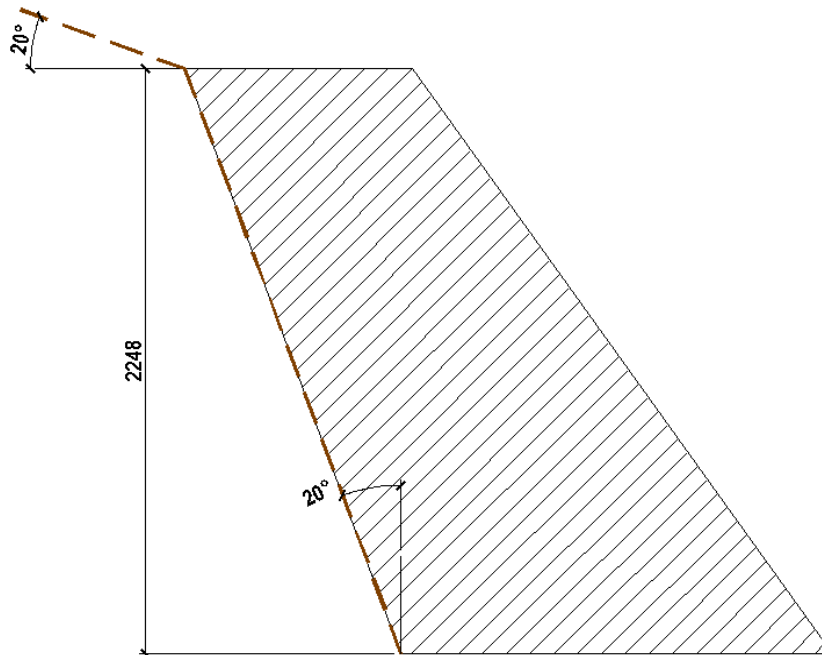
Le azioni indotte da questo manufatto sulla piastra sono valutate con riferimento alla precedente sezione trasversale tipo e vengono riassunti nel seguente foglio di calcolo automatico.

							momento riferito al centro del pozzo		momento riferito al centro della base dell'opera di sostegno	
BLOCCO	base	altezza	larghezza	volume	densità	peso	X	M	X'	M'
	m	m	m	mc	kN/m	kN	m	kNm	m	kNm
1	6.80	5.00	1.00	34.00	18.00	612.00	17.35	10618.20	13.75	8415.00
2	12.00	5.00	1.00	60.00	18.00	1080.00	15.65	16902.00	12.05	13014.00
3	12.50	5.00	1.00	62.50	18.00	1125.00	11.55	12993.75	7.95	8943.75
4	15.00	5.00	1.00	75.00	18.00	1350.00	8.48	11448.00	4.88	6588.00
5	17.50	7.50	1.00	131.25	18.00	2362.50	4.95	11694.38	1.35	3189.38
						<b>6529.50</b>		<b>63656.33</b>		<b>40150.13</b>

### 8.2.2. *Spinte del terrapieno*

Al fine di valutare le azioni agenti sulla piastra è stato condotto preliminarmente il calcolo delle spinte del terreno trattenuto dall'opera di sostegno in terra armata su di essa.

Il calcolo è eseguito con riferimento ad una schematizzazione dell'opera di sostegno come corpo rigido caratterizzato dalla geometria mostrata nella seguente figura.



Il terreno che circonda i muri determina una spinta in ragione delle sue caratteristiche geomeccaniche; in particolare le grandezze che interessano il calcolo delle spinte sul manufatto assumono i seguenti valori caratteristici:

peso specifico del terreno:  $\gamma_t = 18.00 \text{ kN/mc}$   
 angolo di attrito interno:  $\varphi = 30^\circ$

Il calcolo della spinta viene condotto con riferimento ad un regime attivo, ammettendo che l'opera di sostegno consenta uno stato di spostamenti tali da garantire l'instaurarsi di questa situazione, pertanto il coefficiente di spinta in funzione dei parametri in gioco assume il seguente valore:

**CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI SPINTA ATTIVA E PASSIVA SECONDO LE ESPRESSIONI DI MULLER-BRESLAU (1943)**

(Lancellotta, Opere di sostegno rigide, Levrotto & Bella, Torino)

**parametri geotecnici caratteristici del terreno**

angolo di attrito interno	<b>fi</b>	=	<b>30</b>	[deg]	
angolo d'inclinazione del piano campagna rispetto all'orizzontale	<b>ipc</b>	=	<b>20</b>	[deg]	(positivo sopra l'orizzontale)
angolo d'inclinazione del paramento di monte rispetto alla verticale	<b>beta</b>	=	<b>-20</b>	[deg]	(positivo verso valle)
angolo di attrito terra-muro	<b>delta</b>	=	<b>10</b>	[deg]	(si assume = ad 1/3-2/3 di fi)

<b>coefficiente di spinta attiva</b>	<b>Ka</b>	=	<b>0.248</b>
<b>coefficiente di spinta passiva</b>	<b>Kp</b>	=	<b>28.387</b>

$K_a = 0.25$

La spinta del terrapieno e il momento ribaltante esercitate sull'opera di sostegno, con riferimento ad una profondità unitaria risultano pertanto:

spinta attiva:  $S_a = 1/2 \cdot K_a \cdot \gamma_t \cdot H^2 = 1/2 \cdot 0.25 \cdot 18.00 \cdot 22.50^2 = 1140 \text{ kN/m}$   
 momento ribaltante della spinta:  $M_{Sa} = S_a \cdot H/3 = 1140 \cdot 22.50/3 = 8543 \text{ kNm/m}$

### 8.2.3. Azioni sismiche

Per quanto concerne la valutazione delle azioni sismiche si farà riferimento alla più recente classificazione sismica del territorio regionale definita attraverso la normativa di riferimento.

**L'opera in oggetto sarà realizzata in Comune di VOLTAGGIO, Provincia di Alessandria, classificato in zona sismica 3.**

La normativa tecnica adottata consente di valutare gli effetti sismici impiegando l'analisi statica equivalente, cioè definendo un opportuno sistema di **forze orizzontali** definite attraverso la seguente espressione:

$$F_h = C \cdot R \cdot I \cdot \varepsilon \cdot \beta \cdot W$$

dove:

C = coefficiente d'intensità sismica =  $(S-2)/100$ ;

R = coefficiente di risposta relativo alla direzione considerata;

I = coefficiente di protezione sismica;

$\varepsilon$  = coefficiente di fondazione;

$\beta$  = coefficiente di struttura;

W = peso complessivo delle masse.

Analogamente occorre considerare un sistema di **forze verticali** definite attraverso la seguente espressione:

$$F_v = m \cdot F_h$$

dove in genere viene assunto  $m = 0.5$ .

Le forze verticali devono considerarsi rivolte sia verso il basso, ad incrementare le forze peso, sia verso l'alto a sgravare le forze peso.

**Il coefficiente S, detto grado di sismicità, definisce la pericolosità sismica del territorio e per le zone di classe 3, secondo la nuova classificazione, assume il valore 6.**

Pertanto il coefficiente d'intensità sismica nella fattispecie assume il seguente valore:

$$C = (6-2)/100 = 0.04$$

Per quanto riguarda gli altri parametri in gioco si assumono i seguenti valori:

- **coefficiente di risposta relativo alla direzione considerata**

Questo coefficiente è legato alle proprietà dinamiche della struttura attraverso il periodo fondamentale di vibrazione ed è definito dalle seguenti espressioni:

$$\begin{aligned} \text{per } T_0 > 0,8 \text{ secondi} & \quad R = 0,862 / T_0^{2/3} \\ \text{Per } T_0 \leq 0,8 \text{ secondi} & \quad R = 1,0 \end{aligned}$$

Diagrammando l'andamento di R in funzione di  $T_0$  è immediato osservare che il valore massimo che può assumere questo fattore vale 1.0; in questa sede, non eseguendo alcuna valutazione del periodo fondamentale di vibrazione della struttura, si assume un valore unitario di R;

- **coefficiente di protezione sismica**

La normativa distingue fra 3 diversi livelli di importanza della costruzione cui sono associati valori diversi di questo coefficiente:

- opere la cui resistenza al sisma è di importanza primaria per la necessità della protezione civile,  $I=1.4$ ;
- opere che presentano un particolare rischio per le loro caratteristiche d'uso,  $I=1.2$ ;
- opere che non rientrano nelle precedenti categorie,  $I=1.0$ .

In questa sede si ritiene sufficiente assumere un valore unitario del coefficiente  $I$ ;

- **coefficiente di fondazione**

E' usuale assumere un valore unitario di questo coefficiente;

- **coefficiente di struttura**

E' usuale assumere un valore unitario di questo coefficiente;

Le azioni sismiche agenti sull'opera di sostegno si possono distinguere in due gruppi:

- azioni inerziali associate al peso proprio del manufatto stesso;
- azioni inerziali associate al peso del terreno trattenuto.

Questi due gruppi di azioni sono analizzati in dettaglio qui di seguito con riferimento alla trattazione teorica prevista dalla normativa tecnica adottata in questa sede.

#### Azioni inerziali associate al peso proprio

Le forze sismiche associate al peso degli elementi strutturali, nella fattispecie il peso dell'opera in terra armata a sostegno del versante, sono definite dalla precedente relazione che fornisce la risultante orizzontale e verticale, tuttavia la distribuzione delle forze in altezza si può determinare attraverso i coefficienti di distribuzione definiti dalla normativa come segue:

$$\gamma_i = h_i \left( \sum_{j=1}^N W_j \right) / \left( \sum_{j=1}^N W_j h_j \right)$$

dove:

$h_i$  = quota del livello  $i$ -esimo rispetto al piano di fondazione;

$W_i$  = peso sismico alla quota  $h_i$

Nella seguente tabella sono presenti i calcoli eseguiti secondo quanto riportato per determinare le risultanti delle azioni sismiche orizzontale e verticale e i relativi momenti di trasporto in corrispondenza del piano di fondazione dell'opera di sostegno.

<b>C</b>	=	<b>0.04</b>						
<b>R</b>	=	<b>1.00</b>						
<b>I</b>	=	<b>1.00</b>						
<b>epsilon</b>	=	<b>1.00</b>						
<b>beta</b>	=	<b>1.00</b>						
<b>C*R*I*eps*beta</b>		<b>0.04</b>						
<b>BLOCCO</b>	<b>Wi</b>	<b>hi</b>	<b>W*h</b>	<b>gamma_i</b>	<b>Fhi</b>	<b>Fhi*hi</b>	<b>Fvi</b>	<b>Fvi*Xi</b>
	kN	m	kNm		kN	kNm	kN	kNm
<b>1</b>	612.00	<b>25.00</b>	15300.00	2.14	52.50	1312.579	26.25	360.959
<b>2</b>	1080.00	<b>20.00</b>	21600.00	1.72	74.12	1482.442	37.06	446.586
<b>3</b>	1125.00	<b>15.00</b>	16875.00	1.29	57.91	868.6183	28.95	230.184
<b>4</b>	1350.00	<b>10.00</b>	13500.00	0.86	46.33	463.2631	23.16	113.036
<b>5</b>	2362.50	<b>3.74</b>	8835.75	0.32	30.32	113.3989	15.16	20.4664
	<b>6529.50</b>		<b>76110.75</b>		<b>261.18</b>	<b>4240.30</b>	<b>130.59</b>	<b>1171.23</b>
<b>Fhtot</b>	<b>261.18</b>							

Le forze sismiche orizzontale e verticale compressive (riferite ad una profondità unitaria) assumo i seguenti valori:

$$F_h = 261.18 \text{ kN/m}$$

$$F_v = \pm 130.59 \text{ kN/m}$$

Il momento associato, calcolato rispetto al piano di fondazione vale:

$$M_{\max} = 4240.30 + 1171.23 = 4357.53 \text{ kNm/m}$$

$$M_{\min} = 4240.30 - 1171.23 = 3969.07 \text{ kNm/m}$$

#### Azioni inerziali associate al terrapieno

In condizioni dinamiche durante un evento sismico la spinta esercitata dal terrapieno trattenuto dall'opera di sostegno deve essere incrementata di una quantità che la normativa consente di calcolare adottando l'approccio statico equivalente secondo la seguente formulazione:

$$\Delta F = F_s - F$$

Nella quale  $F_s$  è la spinta in condizioni dinamiche mentre  $F$  è la spinta in condizioni statiche.

La spinta in condizioni dinamiche è fornita dalla seguente espressione:

$$F_s = A \cdot F'$$

dove:



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

$$\theta = \arctg C;$$

$C$  = coefficiente d'intensità sismica;

$F^*$  = spinta calcolata per  $i^* = i + \theta$

$$\beta^* = \beta + \theta$$

$\beta$  = angolo formato dall'intradosso del muro con la verticale (positivo per intradosso inclinato verso l'esterno con origine al piede);

$i$  = angolo formato dalla superficie esterna del terreno con l'orizzontale (positivo verso l'alto).

Tale incremento di spinta deve essere applicato ad una distanza dalla base del muro pari a 2/3 dell'altezza del muro stesso;

In pratica la spinta in condizioni dinamiche può essere calcolata con una espressione del tutto identica a quella impiegata per le condizioni statiche, introducendo un opportuno coefficiente di spinta in condizioni dinamiche:

$$F_s = 1/2 \cdot K_{as} \cdot \gamma \cdot H^2$$

dove, secondo la teoria sviluppata da Mononobe e Okabe risulta:

$$\beta \leq \phi - \theta: K = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi \sin(\phi + \theta - \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta - \theta)}{\sin(\phi + \theta - \delta) \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

$$\beta > \phi - \theta: K = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi \sin(\psi - \theta - \delta)}$$

dove:

$\Phi$  = angolo di attrito interno del terreno;

$\Psi$  = angolo di inclinazione misurato rispetto all'orizzontale del paramento di monte dell'opera di sostegno;

$\beta$  = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale del piano di campagna;

$\theta$  = variazione angolare dovuta al movimento sismico.

I valori delle grandezze in gioco sono riportate nel seguente tabulato di calcolo.

zona sismica	=	<b>3</b>		<b>zona</b>	<b>S</b>
S	=	6.00		4	4
Ci=(S-2)/100	=	0.04		3	6
teta = arctgCi	=	2.29	gradi	2	9
				1	12

angolo formato dall'intradosso del muro con la verticale (+ se l'intradosso è inclinato verso l'esterno con origine al piede)

beta	=	<b>20.00</b>	gradi
angolo formato dalla superficie esterna del terreno con l'orizzontale (+ verso l'alto)			
ii	=	<b>20.00</b>	gradi
angolo di attrito fra parete e terreno a contatto			
delta	=	<b>10.0</b>	gradi

$$A = \cos^2(\beta + \theta) / \cos^2(\beta) / \cos^2(\theta) = 0.970$$

ii1=ii+teta	=	22.3	gradi	(ii in condizioni sismiche)
beta1=beta+teta	=	22.3	gradi	(beta in condizioni sismiche)

### coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche e dinamiche (sismiche)

$$K_a = \cos^2(\phi_i - \beta) / (\cos^2(\beta) \cdot \cos(\beta + \delta) \cdot (1 + \tan \delta (\sin(\delta + \phi_i) \cdot \sin(\phi_i - \beta)) / (\sin(\beta + \delta) \cdot \cos(\beta - \beta_i))))^2$$

dove:

$\phi_i$  = angolo di attrito interno del terreno

$\phi_i$	=	<b>30.00</b>	[deg]	0.524	[rad]	cos	sen
$\phi_i + \delta$	=	40.00	[deg]	0.698	[rad]	0.766	0.643

#### condizioni statiche

				cos	sen		
beta	=	20.00	[deg]	0.349	[rad]	0.940	0.342
ii	=	20.00	[deg]	0.349	[rad]	0.940	0.342
fi-beta	=	50.00	[deg]	0.873	[rad]	0.643	0.766
fi-ii	=	10.00	[deg]	0.175	[rad]	0.985	0.174
beta-ii	=	0.00	[deg]	0.000	[rad]	1.000	0.000
beta+delta	=	30.00	[deg]	0.524	[rad]	0.866	0.500

spinta attiva	statica	<b>Ka = 0.293</b>
---------------	---------	-------------------

In definitiva l'incremento di spinta in condizioni dinamiche vale:

$$\Delta F = (K_{as} - K_a) \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 = (0.293 - 0.25) \cdot \frac{1}{2} \cdot 18.00 \cdot 22.5^2 = 196 \text{ kNm}$$

Questa forza applicata a 2/3 dell'altezza complessiva del terrapieno genera un momento ribaltante alla base dell'opera di sostegno pari al seguente valore:

$$\Delta M = \Delta F \cdot (2/3 H) = 196 \cdot 2/3 \cdot 22.5 = 2939 \text{ kNm/m}$$

In definitiva le azioni esercitate dal terrapieno in condizioni sismiche assumono i seguenti valori:

$$H_s = 1140 + 196 = 1336 \text{ kN/m}$$

$$M_s = 8543 + 2939 = 11482 \text{ kNm}$$

### 8.3. Azioni applicate

Le azioni agenti sulla piastra in C.A. testa pozzo coincidono con le pressioni di contatto sul piano di fondazione dell'opera di sostegno dovute alle forze statiche e dinamiche precedentemente calcolate riportate a questo livello.

Riassumendo le forze-momenti agenti sulla sezione di base dell'opera di sostegno, riferite al baricentro della medesima sono riportate nella seguente tabella:

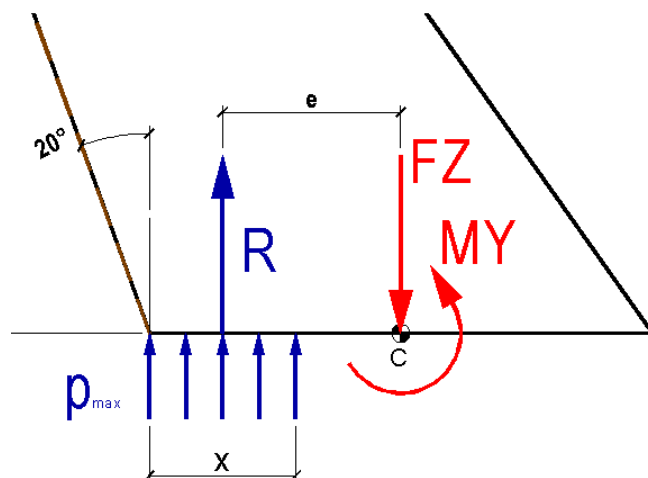
	FZ	FX	MY
	kN/m	kN/m	kNm/m
Peso proprio dell'opera di sostegno	6530.00	0.00	-40150.00
Spinte del terrapieno in condizioni statiche	0.00	1140.00	8543.00
Spinte sismiche associate al peso proprio dell'opera di sostegno	130.59	261.18	4240.30
Spinte sismiche del terrapieno	0.00	1336.00	11482.00
FZ = verticale			
FX = orizzontale			
MY = momento attorno all'asse orizzontale ortogonale			

Occorre distinguere due casi di carico corrispondenti rispettivamente alla situazione statica e a quella dinamica (sisma).

Utilizzando i coefficienti di combinazione previsti dalla normativa tecnica adottata le azioni complessive sono riportate nella seguente tabella.

	caso	FZ	FX	MY
	SLU1	kN/m	kN/m	kNm/m
Peso proprio dell'opera di sostegno	1.4	9142.00	0.00	-56210.00
Spinte del terrapieno in condizioni statiche	1.5	0.00	1710.00	12814.50
Spinte sismiche associate al peso proprio dell'opera di sostegno	0	0.00	0.00	0.00
Spinte sismiche del terrapieno	0	0.00	0.00	0.00
		<b>9142.00</b>	<b>1710.00</b>	<b>-43395.50</b>
	caso	FZ	FX	MY
	SLU2	kN/m	kN/m	kNm/m
Peso proprio dell'opera di sostegno	1	6530.00	0.00	-40150.00
Spinte del terrapieno in condizioni statiche	0	0.00	0.00	0.00
Spinte sismiche associate al peso proprio dell'opera di sostegno	1.5	195.89	391.77	6360.45
Spinte sismiche del terrapieno	1.5	0.00	2004.00	17223.00
		<b>6725.89</b>	<b>2395.77</b>	<b>-16566.55</b>

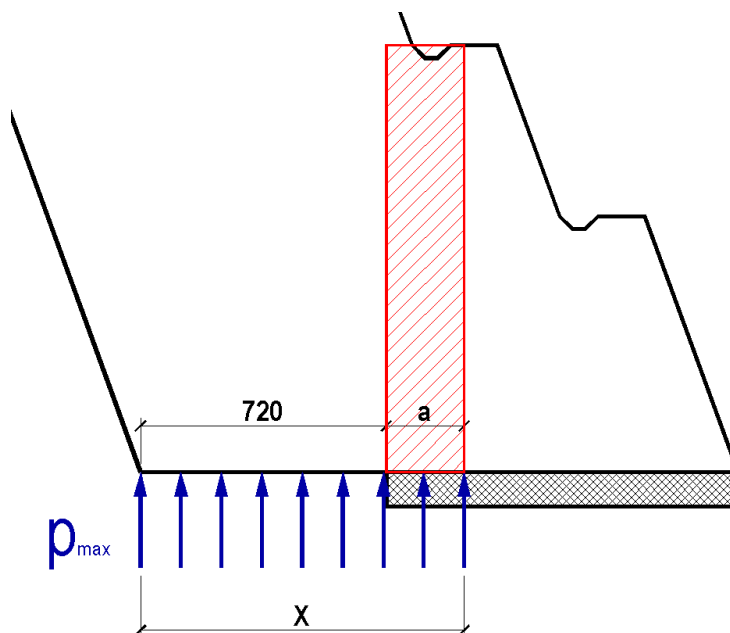
Al fine del calcolo delle pressioni di contatto si assume una distribuzione di tipo lineare congruente con le condizioni di stato limite ultimo considerate per le azioni agenti.



Il seguente tabulato di calcolo riporta i valori delle varie grandezze in gioco.

	FZ	MY	ecc	LX	X	pmax
	kN/m	kNm/m	m	m	m	kPa
SLU1	9142.00	43395.50	4.75	17.5	8.01	1142
SLU2	6725.89	16566.55	2.46	17.5	12.57	535

Con riferimento alla seguente figura, la porzione di piastra interessata dalle precedenti pressioni corrisponde alla differenza fra la larghezza di sezione compressa e la larghezza di sezione che sborda dalla piastra testa pozzo, denominata con la lettera a.



Risulta pertanto:

$$\text{SLU 1: } a = 8.01 - 7.20 = 0.81 \text{ m}$$

$$\text{SLU 2: } a = 12.57 - 7.20 = 5.37 \text{ m}$$

Alle pressioni di contatto, rivolte verso l'alto si contrappongono il peso proprio della piastra e il peso del terreno direttamente gravante sulla zona di contatto di larghezza  $a$ . I valori dei carichi corrispondenti a queste azioni assumono i seguenti valori:

$$g = 25.00 \cdot 0.80 = 20.00 \text{ kN/m}^2$$

$$p = 18.00 \cdot 12.5 = 225.00 \text{ kN/m}^2$$

Il carico uniformemente distribuito complessivo assume pertanto i seguenti valori:

$$\text{SLU1: } q_1 = 1142 - 1.4 \cdot (20 + 225) = 799 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{SLU2: } q_2 = 535 - (20 + 225) = 290 \text{ kN/m}^2$$

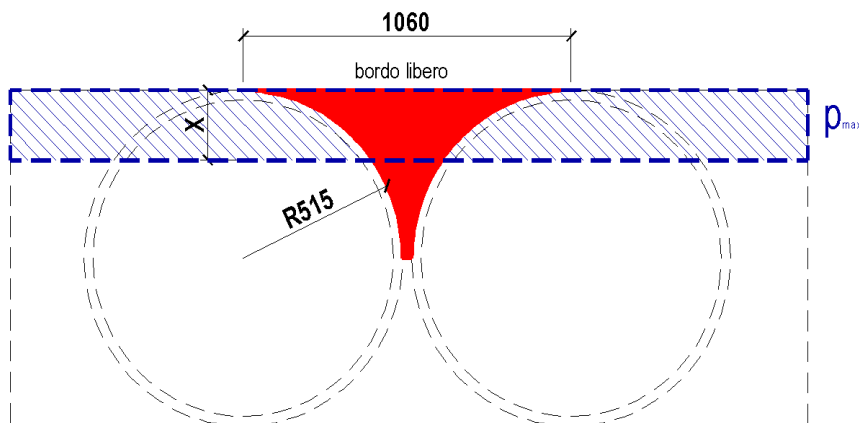
Si ritiene che il caso di carico dimensionante per la struttura sia lo SLU1, pertanto nella successiva analisi strutturale si prenderà in considerazione unicamente tale situazione.

#### 8.4. Analisi delle sollecitazioni interne

L'analisi strutturale viene condotta assumendo che la piastra testa pozzo sia incastrata sul contorno del medesimo e che le azioni agenti su una metà della piastra non risentano di eventuali azioni agenti sull'altra metà.

Sotto tale ipotesi è sufficiente analizzare una porzione significativa di piastra corrispondente al triangolo circolare compreso fra due successivi pozzi che aggetta dai medesimi.

La seguente figura mostra una vista in pianta dell'elemento tipo da analizzare.



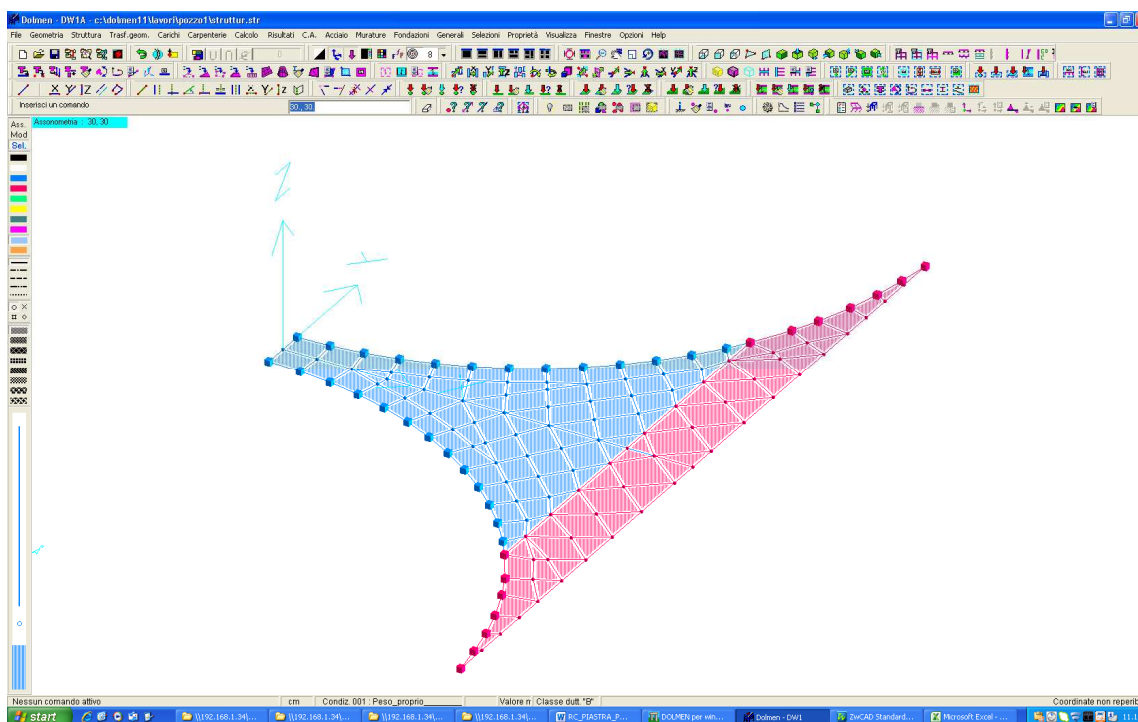
Le sollecitazioni interne nella piastra soggetta ai carichi precedentemente riportati vengono determinate con l'ausilio di un modello di calcolo agli elementi finiti di seguito presentato.

##### 8.4.1. Modello di calcolo agli elementi finiti

Il modello di calcolo in oggetto è implementato nel codice di calcolo Dolmenwin, sviluppato dalla softwarehouse CDM Dolmen di Torino; si rimanda al manuale del programma, scaricabile al sito del produttore al fine di una descrizione dettagliata delle funzionalità del software.

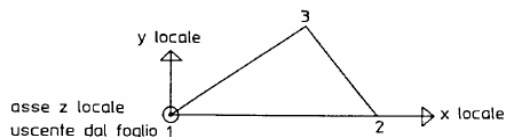


La figura seguente mostra il modello di calcolo implementato.

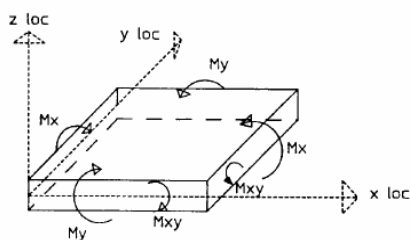


Gli elementi finiti di tipo “guscio” del programma DolmenWin sono impiegati nel modello numerico per schematizzare elementi strutturali a sviluppo prevalentemente bidimensionale, quali solette piene, platee di fondazione, setti e muri. Questi elementi hanno forma quadrangolare o triangolare e giacciono su un piano definito da almeno 3 punti (nodi) ma, più in generale, il loro perimetro è individuato da 4 nodi. Il funzionamento statico di questi elementi è quello tipico delle piastre inflesse previsto dalla Scienza delle Costruzioni: è possibile distinguere il comportamento membranale da quello flessionale attraverso la differenziazione dello spessore dell’elemento, oppure se tale particolarità non è contemplata, si attribuisce uno spessore univoco.

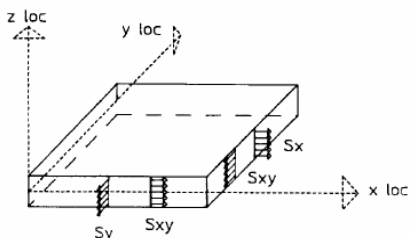
## ELEMENTO GUSCIO



Convenzione di segno positivo per i momenti di piastra



Convenzione di segno positivo per le tensioni membranali



Ogni guscio impiegato nel modello è caratterizzato da un opportuno spessore corrispondente alla reale geometria dell'elemento strutturale schematizzato.

Si riporta al seguito la maschera del codice di calcolo con indicate le schede di spessore guscio utilizzate:

Schede spessori gusci				
Num.	Materiale	Spess. membr.	Spess. piastra	Coeff. Winkler [daN/cm <sup>3</sup> ]
001	01 - ( CALCESTRUZZO )	80	80	0

### 8.4.2. Condizioni di carico elementari

I carichi agenti sulla piastra sono stati applicati al modello numerico distinguendo le seguenti condizioni di carico elementari:

Schede condizioni					
Nuova scheda		Modifica scheda		Elimina scheda	
Num.	Nome	Coeff.	N° carichi	Categoria in NTC2008	Categoria in norme preced
<input checked="" type="radio"/> 001)	Peso proprio	1	106	Peso proprio	Altro ...
<input type="radio"/> 002)	p_terreno	1	106	Altro ...	Altro ...
<input type="radio"/> 003)	q_contatto_SLU1	1	2	Altro ...	Altro ...

I carichi applicati per ciascuna di queste combinazioni sono di seguito esplicitati.

#### Peso proprio

Il peso proprio degli elementi finiti modellati è contemplato automaticamente dal programma una volta assegnata la geometria dell'elemento e il materiale costituente.

La piastra modellata ha uno spessore pari a 80 cm ed è realizzata in C.A. avente un peso specifico nominale pari a 25.00 kN/m<sup>3</sup>, pertanto il carico associato a questa condizione di carico vale:

$$g = 25.00 \cdot 0.80 = 20.00 \text{ kN/m}^2$$

#### p\_terreno

Il peso del terreno che grava direttamente sulla piastra, precedentemente calcolato, è stato implementato come carico uniformemente distribuito sugli elementi bidimensionali modellati:

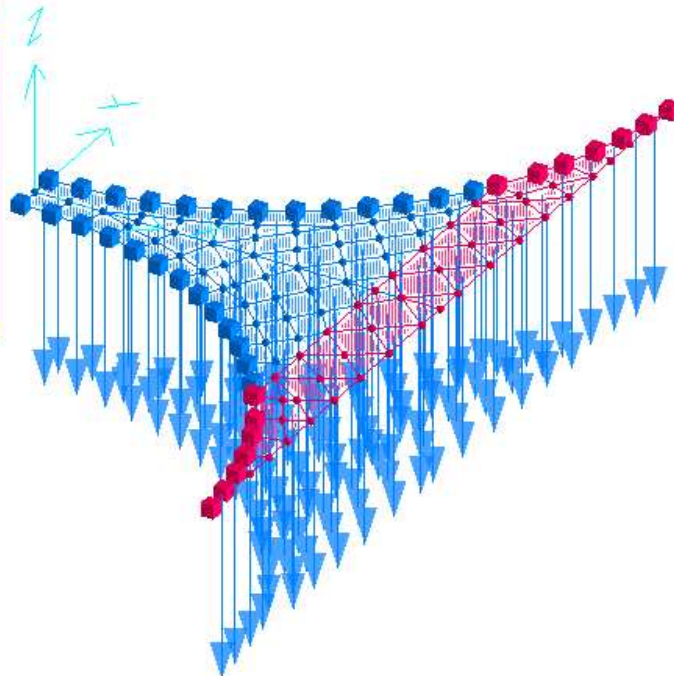
**Carico distribuito gusci**

Identificatore:

Sistema di riferimento:

Direzione:

Intensità:



#### q\_contatto SLU1

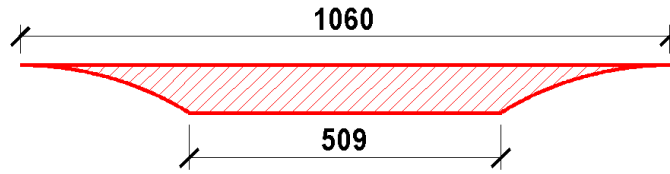
Le pressioni di contatto, precedentemente determinate per la combinazione SLU1, vengono applicate al modello numerico come carico uniformemente distribuito sulla porzione di piastra interessata dalle suddette pressioni.

In particolare la pressione di contatto nella combinazione SLU 1 assume il seguente valore:



$$q_1 = 1142 \text{ kN/m}^2$$

e agisce su una porzione di piastra avente larghezza pari  $a=0.81 \text{ m}$  e lunghezza variabile. La seguente figura mostra la zona di contatto soggetta al carico uniforme, la cui area è stata determinata graficamente.



Risulta:

$$A = 5.50 \text{ mq}$$

Pertanto la risultante delle pressioni di contatto vale:

$$Q_1 = q_1 \cdot A = 1142 \cdot 5.50 = 6281 \text{ kN}$$

Questo carico viene applicato sui gusci corrispondenti all'area di carico evidenziata, opportunamente selezionati nel modello numerico.

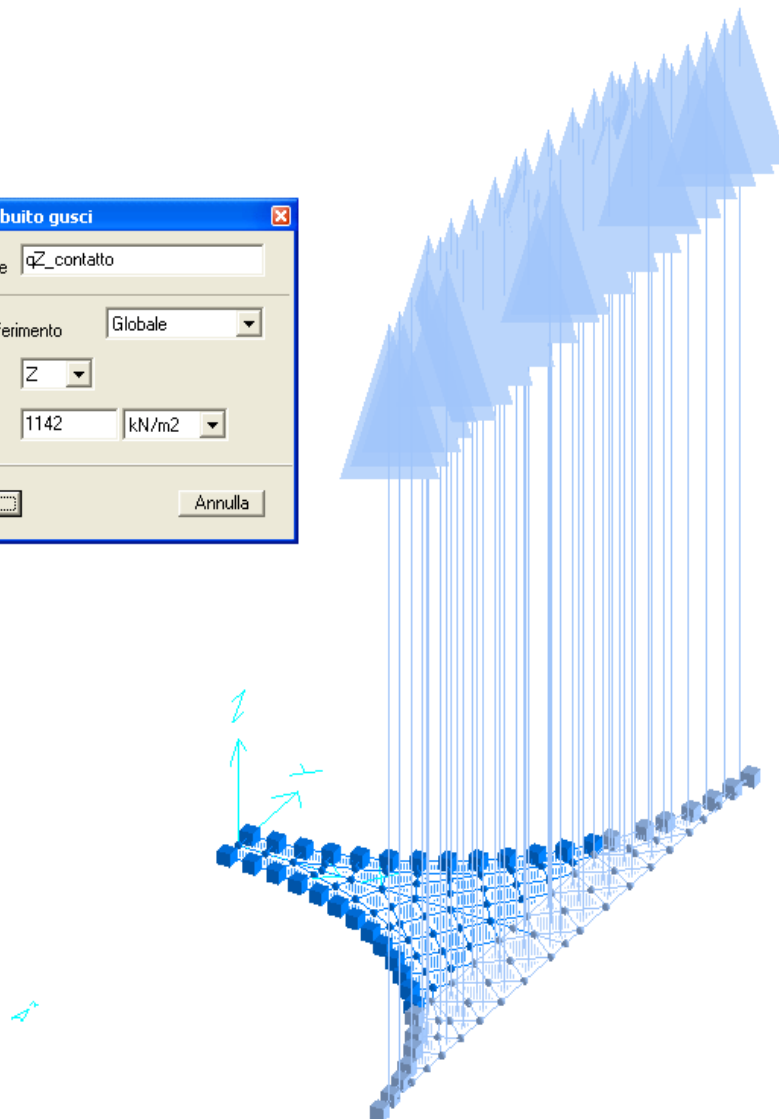
**Carico distribuito gusci**

Identificatore:

Sistema di riferimento:

Direzione:

Intensità:



#### 8.4.3. Combinazioni di carico

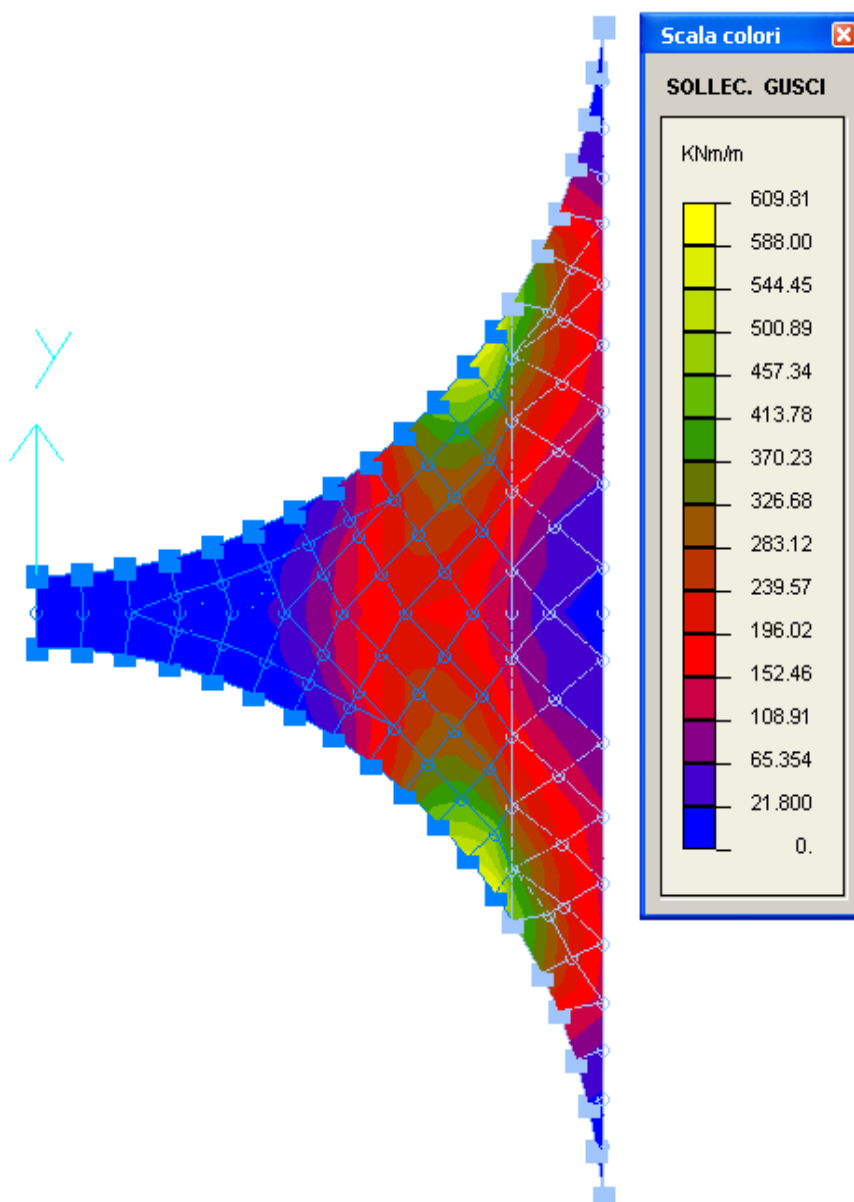
Le condizioni di carico precedentemente illustrate sono state combinate al fine di calcolare le sollecitazioni di progetto della piastra:

$$SLU1 = 1.4 \cdot (G+P) + 1.5 \cdot Q$$

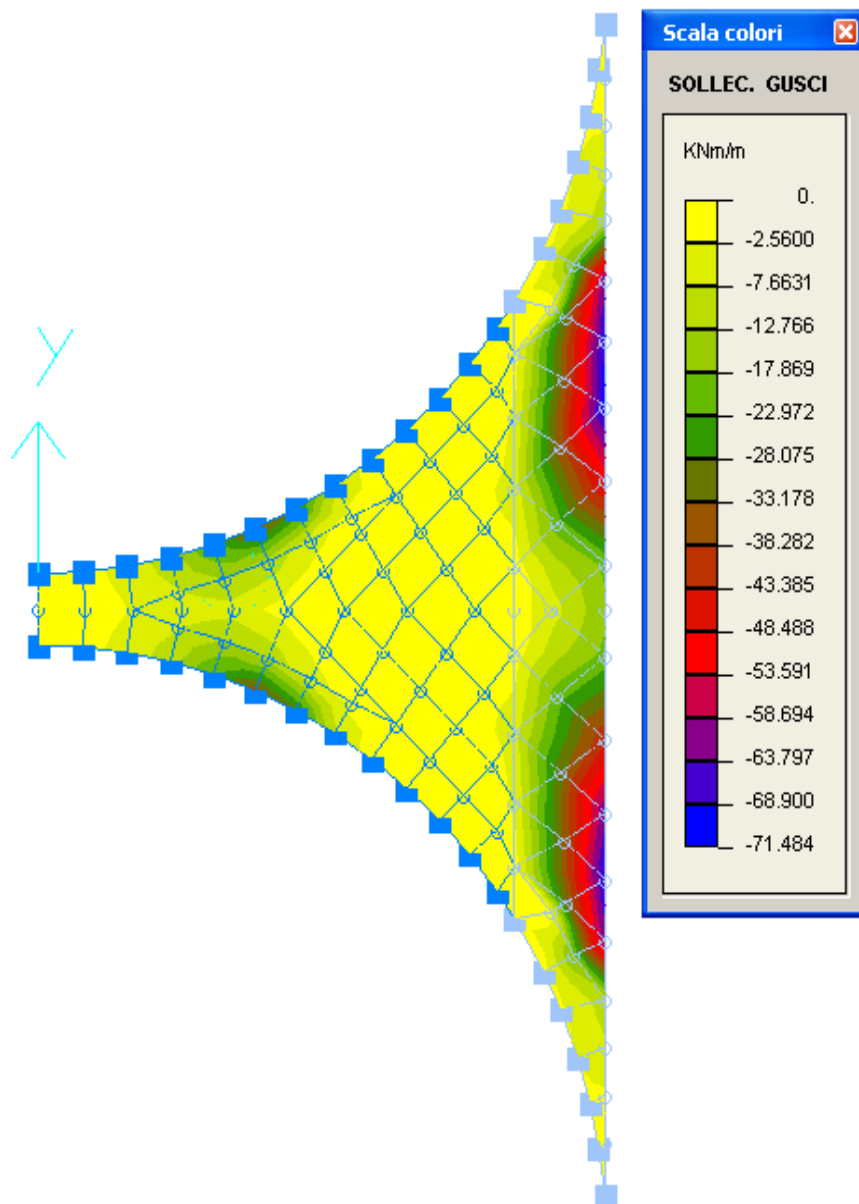
#### 8.4.4. Sollecitazioni di progetto

Dall'analisi numerica del modello si ottengono i seguenti diagrammi di momento flettente lungo gli assi X ed Y necessari per la verifica di resistenza della piastra.

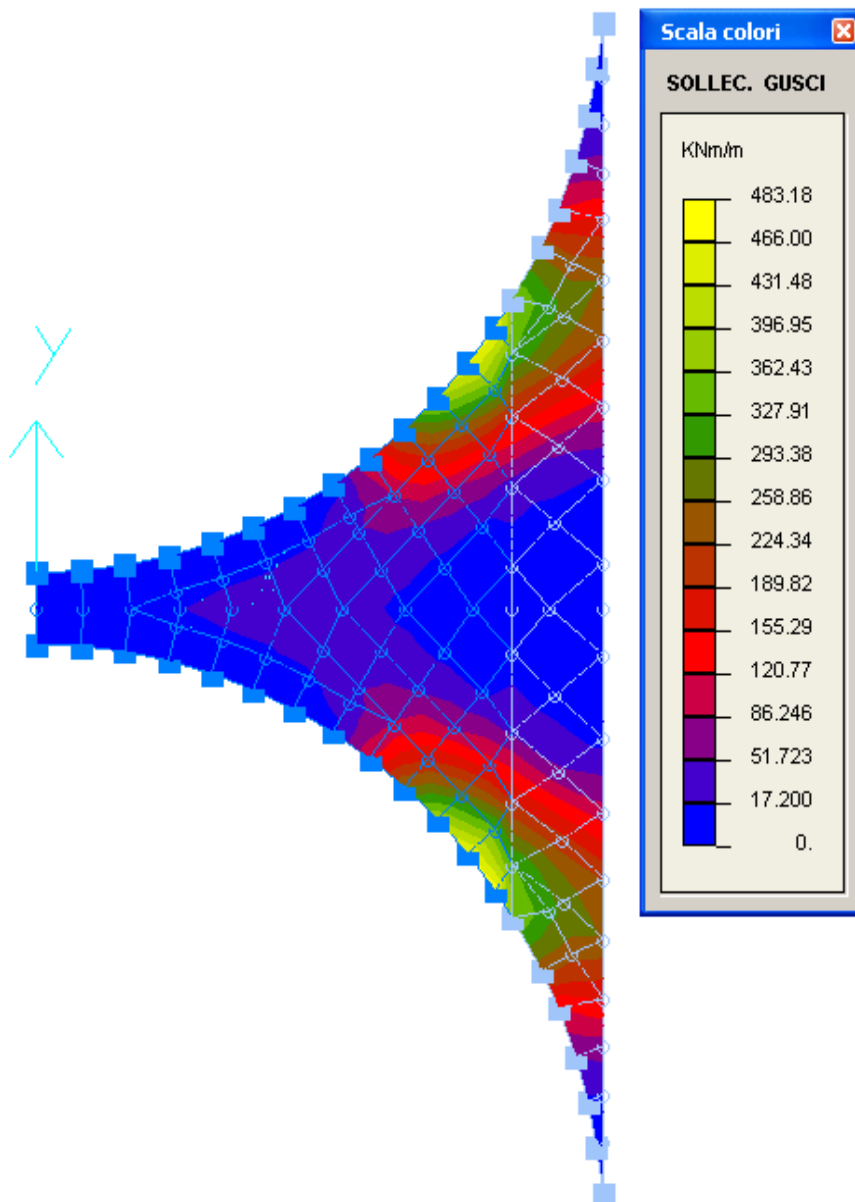
Momento flettente inferiore lungo X



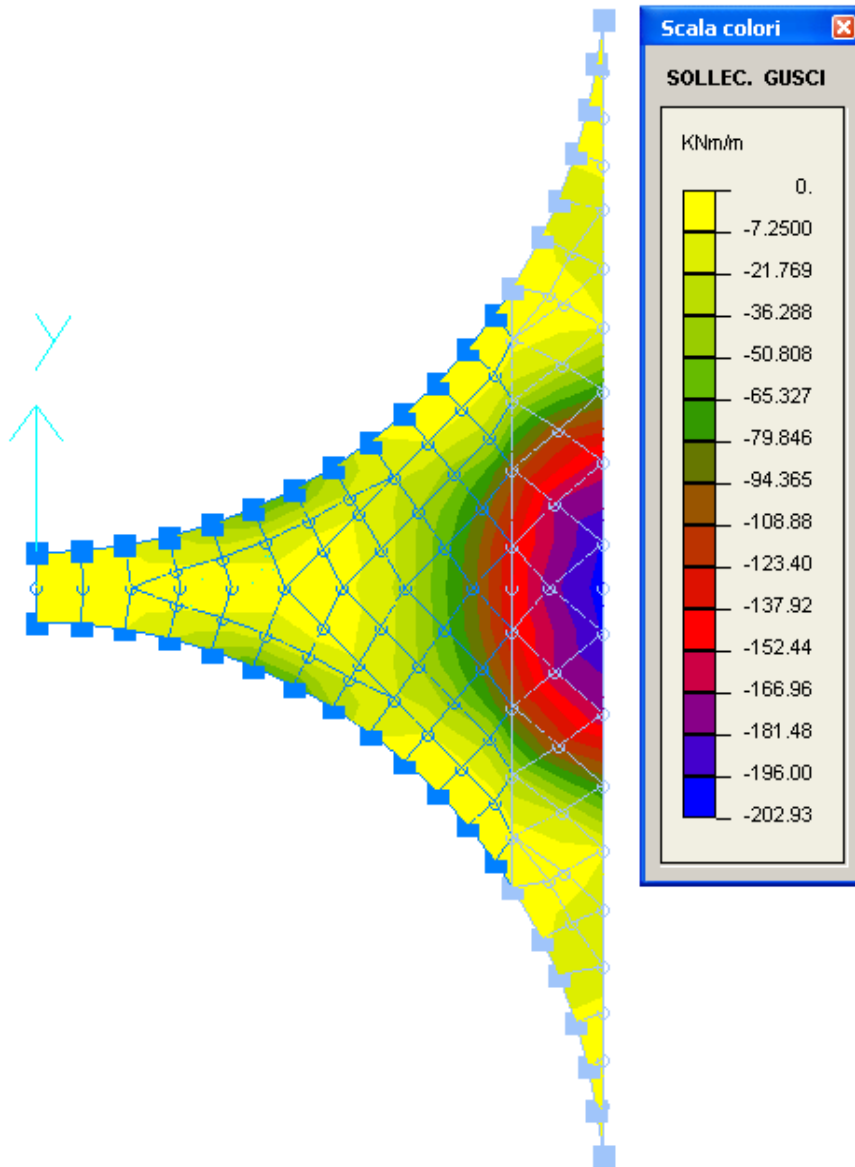
Momento flettente superiore lungo X



Momento flettente inferiore lungo Y



Momento flettente superiore lungo Y

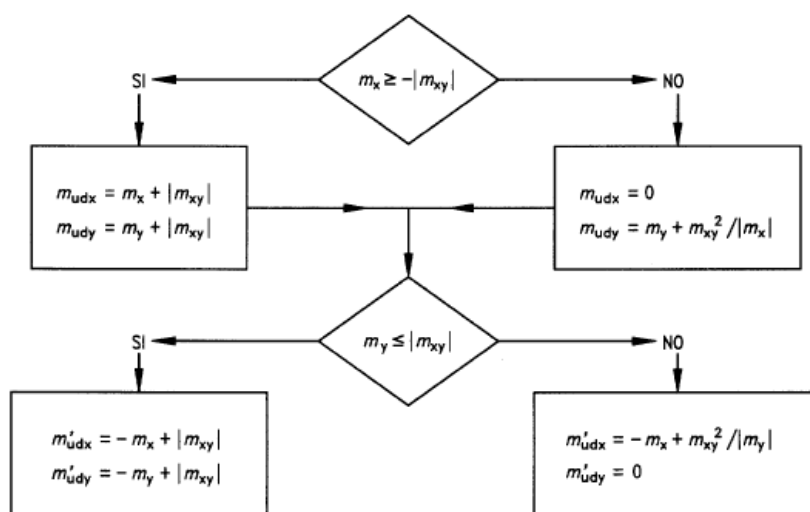


## 8.5. Verifiche strutturali

Vengono di seguito riportate le verifiche di resistenza della piastra.

### 8.5.1. Verifica a flessione

Con l'ausilio del codice di calcolo DolmenWin sono state dedotte le quantità di armatura minime necessarie per soddisfare la verifica nei confronti delle sollecitazioni massime agenti nella platea. Il calcolo di queste armature viene condotto dal programma, sulla base delle sollecitazioni flettenti massime associate alle combinazioni di carico di verifica, secondo il metodo proposto dall'Eurocodice 2 nell'appendice A.2.8 (Armatura delle piastre), del quale si riporta di seguito il diagramma di flusso seguito nel calcolo.



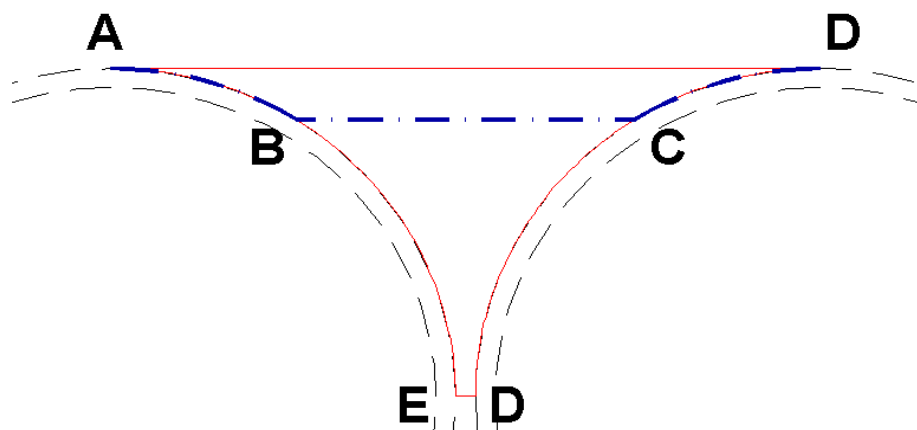
Nella tabella seguente vengono riassunti i quantitativi di armatura necessari forniti dal programma:

armature necessarie		
<b>direzione</b>	<b>faccia</b>	<b>cmq/m</b>
X	inferiore	10.80
	superiore	0.90
Y	inferiore	11.3
	superiore	3.12

**La piastra verrà armata da progetto con barre Ø20/20 inferiori e superiori in ambo le direzioni X e Y, pertanto i quantitativi minimi richiesti sono ovunque soddisfatti.**

### 8.5.2. Verifica taglio

Per quanto riguarda la verifica a taglio della piastra occorre considerare diverse sezioni critiche. La seguente figura mette in evidenza i perimetri lungo i quali calcolare il taglio agente al fine di confrontarlo con la resistenza a taglio della piastra.



Si considera dapprima il perimetro ABCD, dove l'allineamento BC demarca la zona sotto la quale la pressione di contatto è nulla; quindi si considera l'allineamento BCDE.

Per quanto riguarda l'allineamento ABCD le forze verticali in gioco sono di seguito calcolate:

$$T_{sd} = 799 \text{ kN/mq} \cdot 5.50 \text{ mq} = 4395 \text{ kN}$$

Lo sviluppo del perimetro critico è stato calcolato graficamente e assume il seguente valore:

$$L_{cr} = 10.90 \text{ m}$$

Il taglio di progetto riferito ad un metro lineare di larghezza della sezione resistente risulta pari al seguente valore:

$$T_{sd} = 4395/10.90 = 403 \text{ kN/m}$$

Per quanto riguarda l'allineamento BCDE il taglio risultante assume il seguente valore:

$$T_{sd} = 1.4 \cdot (20+225) \cdot (13.00 - 5.50) - 403 \cdot 5.50 = 2573 - 2217 = -356 \text{ kN}$$

Lo sviluppo del perimetro critico è stato calcolato graficamente e assume il seguente valore:

$$L_{cr} = 10.00 \text{ m}$$

La forza di taglio a metro lineare di sviluppo di piastra vale pertanto:

$$T_{sd} = 356/10 = 35.6 \text{ kN/m}$$

La verifica a taglio è condotta con l'ausilio di un foglio elettronico che confronta il taglio di progetto con il taglio resistente di una sezione rettangolare priva di specifica armatura resistente a taglio.



taglio di progetto agente sulla sezione  $V_{sd} = 403$  [kN]

**dati di progetto della sezione**

altezza utile della sezione  $d = 75$  [cm]  
 larghezza della membratura resistente a taglio  $bw = 100$  [cm]

armatura longitudinale efficace

nferri	diametro	
	mm	mmq
10	20	3142
0	0	0
<b>As</b>		= 3142 [cmq]

**materiali**

calcestruzzo  $R_{ck} = 30$  MPa

coefficiente riduttivo di conversione fra resistenza cubica e cilindrica  $0.85$

coefficiente riduttivo per carichi a lungo termine  $0.83$

coefficiente di sicurezza parziale del calcestruzzo  $1.5$

$f_{ck}$	=	30.00	[MPa]	resistenza caratteristica a rottura
$f_{cd}$	=	14.11	[MPa]	resistenza di calcolo
$f_{ctm}$	=	2.61	[MPa]	resistenza media a trazione assiale
$f_{cfm}$	=	3.13	[MPa]	resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk}$	=	1.82	[MPa]	resistenza caratteristica a trazione assiale (frattile del 5%)
$f_{ctd}$	=	1.14	[MPa]	resistenza di calcolo a trazione assiale

acciaio  $F_{eB} = 44$  k

coefficiente di sicurezza parziale dell'acciaio  $1.15$

$f_{sk}$	=	440	[MPa]	resistenza caratteristica a rottura
$f_{sd}$	=	382.6	[MPa]	resistenza di calcolo

**sezione priva di armatura a taglio specifica**

capacità ultima a taglio della sezione  $V_{rd} = 0.25 \cdot f_{ctd} \cdot r_r \cdot (1 + 50 \cdot r_o) \cdot bw \cdot d \cdot \delta$  = 427682 [N]  
 = 428 [kN]

$r_r = 1$  con  $d \leq 0.6$  m  
 $r_o = A_s / (d \cdot bw) = 0.02$

$\delta = 1.00$

1 in assenza di forza normale agente sulla sezione

0 in presenza di una forza normale di trazione apprezzabile agente sulla sezione

1 + M0/Msd in presenza di una forza normale di compressione o precompressione agente sulla sezione

momento di decompressione  $M_0 = 0$  kNm

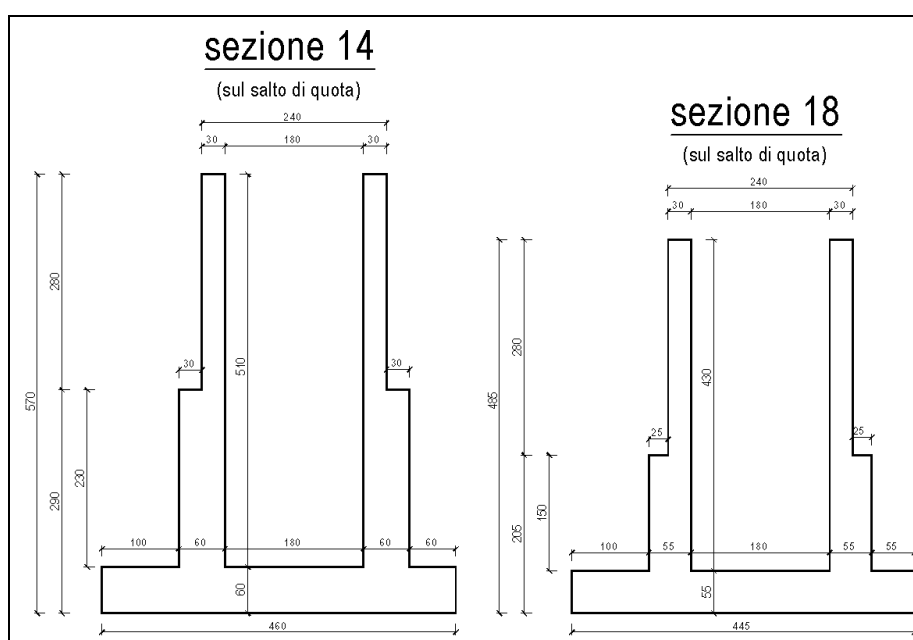
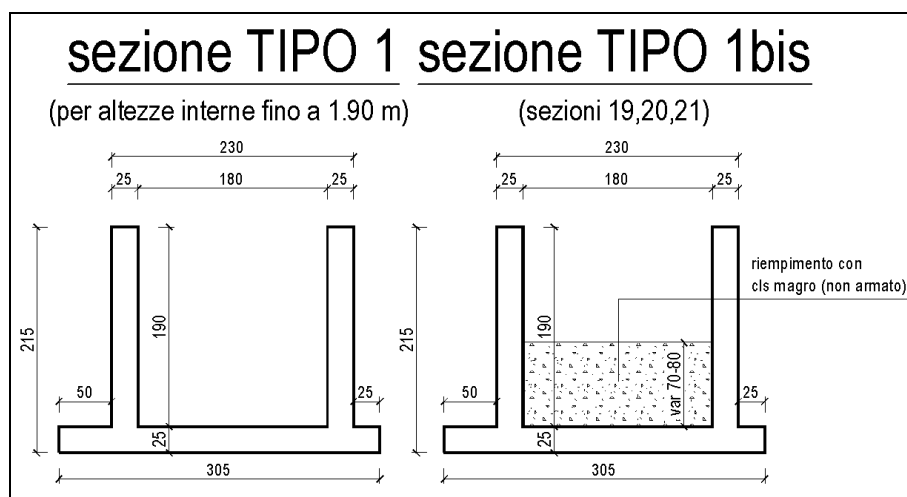
momento di calcolo  $M_{sd} = 1$  kNm

NB  $M_{sd}$  almeno pari a  $M_0$   $M_0/M_{sd} = 0.00$

**LA SEZIONE NON NECESSITA ARMATURA A TAGLIO**

## 9. VERIFICA STRUTTURALE DEL CANALE DI RACCOLTA ACQUE DA REALIZZARE A MONTE DELLA STRADA DI ACCESSO ALL'ABBANCAMENTO

La presente Relazione di Calcolo ha come oggetto l'accertamento dell'idoneità statica del canale di raccolta acque da realizzare a monte della strada di collegamento prevista nell'ambito dei lavori di riqualificazione ambientale della Val Lemme in Comune di Voltaggio, Provincia di Alessandria. Questo manufatto è realizzato in C.A. gettato in opera ed è caratterizzato da una sezione tipica ad U avente altezza interna variabile in funzione delle quote di progetto idrauliche. Rimandando agli elaborati grafici progettuali per una comprensione esaustiva dell'intervento, in questa sede vengono trattate le sezioni tipologiche individuate attraverso un raggruppamento delle diverse altezze interne del canale. La seguente figura mostra le due sezioni tipo correnti e le due sezioni particolari previste nelle zone di discontinuità altimetrica del tracciato.



<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	
	<p>IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualifica Ambientale Val Lemme</p>	<p>Foglio 123 di 305</p>

## 9.1. Caratteristiche dei materiali

I materiali impiegati per la costruzione del manufatto dovranno rispettare le seguenti prescrizioni, riportate anche negli elaborati grafici di progetto:

### SPECIFICHE DEI MATERIALI DA COSTRUZIONE

(conformi a D.M. 14 gennaio 2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni")

#### calcestruzzo per elementi strutturali

- calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1
- classe di esposizione ambientale: XC2 in accordo UNI 11104
- rapporto a/c max: 0.55
- dosaggio minimo di cemento: 320 kg/m<sup>3</sup>
- diametro massimo dell'aggregato: 32 mm
- classe di consistenza al getto S4
- classi di resistenza a compressione minima:
  - calcestruzzo per elementi in C.A. gettati in opera C25/30 (Rck=30 MPa)
  - calcestruzzo per magrone di sottofondazione C12/15 (Rck=15 MPa)

#### acciaio per armature

- B450C controllato in stabilimento

## 9.2. Analisi dei carichi

I carichi agenti sulla struttura sono i seguenti:

- peso proprio manufatto
- azioni del terreno
- azioni sismiche

### 9.2.1. *Peso proprio manufatto*

Il peso proprio del manufatto è valutato sulla base della sua geometria e del peso specifico del calcestruzzo armato, assunto convenzionalmente pari al valore nominale di 25.00 kN/mc.

### 9.2.2. *Azioni del terreno*

Il terreno a contatto con le pareti del canale determina sia delle spinte orizzontali sia delle azioni verticali in ragione delle proprie caratteristiche geomeccaniche (peso specifico, angolo di attrito interno, coesione).

I valori dei parametri geomeccanici del terreno sono assunti come segue:

peso specifico del terreno:  $\gamma_t = 18.00 \text{ kN/mc}$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualfica Ambientale Val Lemme	Foglio 124 di 305

angolo di attrito interno:  $\varphi = 30^\circ$

Il calcolo della spinta viene condotto con riferimento ad un regime neutro, ammettendo che l'opera non consenta spostamenti tali da innescare un regime di spinte attive, pertanto il coefficiente di spinta a riposo vale:

$$K_0 = 0.50$$

Nel calcolo delle spinte del terreno sulle pareti e sul manufatto complessivo si assume la presenza di un sovraccarico sul P.C. a monte pari a 10.0 kN/mq.

### 9.2.3. Azioni sismiche

Per quanto concerne la valutazione delle azioni sismiche si farà riferimento alla più recente classificazione sismica del territorio regionale definita attraverso la normativa di riferimento.

**L'opera in oggetto sarà realizzata in Comune di VOLTAGGIO, Provincia di Alessandria, classificato in zona sismica 3.**

La normativa tecnica adottata consente di valutare gli effetti sismici impiegando l'analisi statica equivalente, cioè definendo un opportuno sistema di **forze orizzontali** definite attraverso la seguente espressione:

$$F_h = C \cdot R \cdot I \cdot \varepsilon \cdot \beta \cdot W$$

dove:

C = coefficiente d'intensità sismica =  $(S-2)/100$ ;

R = coefficiente di risposta relativo alla direzione considerata;

I = coefficiente di protezione sismica;

$\varepsilon$  = coefficiente di fondazione;

$\beta$  = coefficiente di struttura;

W = peso complessivo delle masse.

Analogamente occorre considerare un sistema di **forze verticali** definite attraverso la seguente espressione:

$$F_v = m \cdot F_h$$

dove in genere viene assunto  $m = 0.5$ .

Le forze verticali devono considerarsi rivolte sia verso il basso, ad incrementare le forze peso, sia verso l'alto a sgravare le forze peso.

**Il coefficiente S, detto grado di sismicità, definisce la pericolosità sismica del territorio e per le zone di classe 3, secondo la nuova classificazione, assume il valore 6.**

Pertanto il coefficiente d'intensità sismica nella fattispecie assume il seguente valore:

$$C = (6-2)/100 = 0.04$$

Per quanto riguarda gli altri parametri in gioco si assumono i seguenti valori:

- **coefficiente di risposta relativo alla direzione considerata**

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualifica Ambientale Val Lemme	Foglio 125 di 305

Questo coefficiente è legato alle proprietà dinamiche della struttura attraverso il periodo fondamentale di vibrazione ed è definito dalle seguenti espressioni:

$$\begin{aligned} \text{per } T_0 > 0,8 \text{ secondi} & \quad R = 0,862 / T_0^{2/3} \\ \text{Per } T_0 \leq 0,8 \text{ secondi} & \quad R = 1,0 \end{aligned}$$

Diagrammando l'andamento di R in funzione di T0 è immediato osservare che il valore massimo che può assumere questo fattore vale 1.0; in questa sede, non eseguendo alcuna valutazione del periodo fondamentale di vibrazione della struttura, si assume un valore unitario di R;

- **coefficiente di protezione sismica**

La normativa distingue fra 3 diversi livelli di importanza della costruzione cui sono associati valori diversi di questo coefficiente:

- opere la cui resistenza al sisma è di importanza primaria per la necessità della protezione civile, I=1.4;
- opere che presentano un particolare rischio per le loro caratteristiche d'uso, I=1.2;
- opere che non rientrano nelle precedenti categorie, I=1.0.

In questa sede si ritiene sufficiente assumere un valore unitario del coefficiente I;

- **coefficiente di fondazione**

E' usuale assumere un valore unitario di questo coefficiente;

- **coefficiente di struttura**

E' usuale assumere un valore unitario di questo coefficiente;

Le azioni sismiche agenti sull'opera di sostegno si possono distinguere in due gruppi:

- azioni inerziali associate al peso proprio del manufatto stesso;
- azioni inerziali associate al peso del terreno trattenuto.

Questi due gruppi di azioni sono analizzati in dettaglio qui di seguito con riferimento alla trattazione teorica prevista dalla normativa tecnica adottata in questa sede.

#### Azioni inerziali associate al peso proprio

Le forze sismiche associate al peso degli elementi strutturali, nella fattispecie il peso dell'opera in terra armata a sostegno del versante, sono definite dalla precedente relazione che fornisce la risultante orizzontale e verticale, tuttavia la distribuzione delle forze in altezza si può determinare attraverso i coefficienti di distribuzione definiti dalla normativa come segue:

$$\gamma_i = h_i \left( \sum_{j=1}^n W_j \right) / \left( \sum_{j=1}^n W_j \cdot h_j \right)$$

dove:

hi = quota del livello i-esimo rispetto al piano di fondazione;

Wi = peso sismico alla quota hi

Nella seguente tabella sono presenti i calcoli eseguiti secondo quanto riportato per determinare le risultanti delle azioni sismiche orizzontale e verticale e i relativi momenti di trasporto in corrispondenza del piano di fondazione dell'opera di sostegno.

<b>C</b>	=	<b>0.04</b>						
<b>R</b>	=	<b>1.00</b>						
<b>I</b>	=	<b>1.00</b>						
<b>epsilon</b>	=	<b>1.00</b>						
<b>beta</b>	=	<b>1.00</b>						
<b>C*R*I*eps*beta</b>		<b>0.04</b>						
<b>BLOCCO</b>	<b>Wi</b>	<b>hi</b>	<b>W*h</b>	<b>gamma_i</b>	<b>Fhi</b>	<b>Fhi*hi</b>	<b>Fvi</b>	<b>Fvi*Xi</b>
	kN	m	kNm		kN	kNm	kN	kNm
<b>1</b>	612.00	<b>25.00</b>	15300.00	2.14	52.50	1312.579	26.25	360.959
<b>2</b>	1080.00	<b>20.00</b>	21600.00	1.72	74.12	1482.442	37.06	446.586
<b>3</b>	1125.00	<b>15.00</b>	16875.00	1.29	57.91	868.6183	28.95	230.184
<b>4</b>	1350.00	<b>10.00</b>	13500.00	0.86	46.33	463.2631	23.16	113.036
<b>5</b>	2362.50	<b>3.74</b>	8835.75	0.32	30.32	113.3989	15.16	20.4664
	<b>6529.50</b>		<b>76110.75</b>		<b>261.18</b>	<b>4240.30</b>	<b>130.59</b>	<b>1171.23</b>
<b>Fhtot</b>	<b>261.18</b>							

Le forze sismiche orizzontale e verticale compressive (riferite ad una profondità unitaria) assumo i seguenti valori:

$$F_h = 261.18 \text{ kN/m}$$

$$F_v = \pm 130.59 \text{ kN/m}$$

Il momento associato, calcolato rispetto al piano di fondazione vale:

$$M_{\max} = 4240.30 + 1171.23 = 4357.53 \text{ kNm/m}$$

$$M_{\min} = 4240.30 - 1171.23 = 3969.07 \text{ kNm/m}$$

#### Azioni inerziali associate al terrapieno

In condizioni dinamiche durante un evento sismico la spinta esercitata dal terrapieno trattenuto dall'opera di sostegno deve essere incrementata di una quantità che la normativa consente di calcolare adottando l'approccio statico equivalente secondo la seguente formulazione:

$$\Delta F = F_s - F$$

Nella quale  $F_s$  è la spinta in condizioni dinamiche mentre  $F$  è la spinta in condizioni statiche.

La spinta in condizioni dinamiche è fornita dalla seguente espressione:

$$F_s = A \bullet F'$$

dove:

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

$$\theta = \arctg C;$$

$C$  = coefficiente d'intensità sismica;

$F^*$  = spinta calcolata per  $i^* = i + \theta$

$$\beta^* = \beta + \theta$$

$\beta$  = angolo formato dall'intradosso del muro con la verticale (positivo per intradosso inclinato verso l'esterno con origine al piede);

$i$  = angolo formato dalla superficie esterna del terreno con l'orizzontale (positivo verso l'alto).

Tale incremento di spinta deve essere applicato ad una distanza dalla base del muro pari a 2/3 dell'altezza del muro stesso;

In pratica la spinta in condizioni dinamiche può essere calcolata con una espressione del tutto identica a quella impiegata per le condizioni statiche, introducendo un opportuno coefficiente di spinta in condizioni dinamiche:

$$F_s = 1/2 \cdot K_a s \cdot \gamma \cdot H^2$$

dove, secondo la teoria sviluppata da Mononobe e Okabe risulta:

$$\beta \leq \phi - \theta: K = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi \sin(\phi + \theta - \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta - \theta)}{\sin(\phi + \theta - \delta) \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

$$\beta > \phi - \theta: K = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi \sin(\psi - \theta - \delta)}$$

dove:

$\Phi$  = angolo di attrito interno del terreno;

$\Psi$  = angolo di inclinazione misurato rispetto all'orizzontale del paramento di monte dell'opera di sostegno;

$\beta$  = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale del piano di campagna;

$\theta$  = variazione angolare dovuta al movimento sismico.

I valori delle grandezze in gioco sono riportate nel seguente tabulato di calcolo.

zona sismica	=	<b>3</b>		
S	=	6.00		
Ci=(S-2)/100	=	0.04		
teta = arctgCi	=	2.29	gradi	

zona	S
4	4
3	6
2	9
1	12

angolo formato dall'intradosso del muro con la verticale (+ se l'intradosso è inclinato verso l'esterno con origine al piede)

beta	=	<b>20.00</b>	gradi
angolo formato dalla superficie esterna del terreno con l'orizzontale (+ verso l'alto)			
ii	=	<b>20.00</b>	gradi
angolo di attrito fra parete e terreno a contatto			
delta	=	<b>10.0</b>	gradi

$$A = \cos^2(\beta + \theta) / \cos^2(\beta) / \cos^2(\theta) = 0.970$$

ii1=ii+teta	=	22.3	gradi	(ii in condizioni sismiche)
beta1=beta+teta	=	22.3	gradi	(beta in condizioni sismiche)

### coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche e dinamiche (sismiche)

$$K_a = \cos^2(\phi - \beta) / (\cos^2(\beta) \cdot \cos(\beta + \delta) \cdot (1 + \tan(\delta + \phi) \cdot \tan(\phi - \beta)) / (\sin(\beta + \delta) / \cos(\beta - \beta)))^2$$

dove:

fi = angolo di attrito interno del terreno

fi	=	<b>30.00</b>	[deg]	0.524	[rad]	cos	sen
fi+delta	=	40.00	[deg]	0.698	[rad]	0.766	0.643

#### condizioni statiche

				cos	sen		
beta	=	20.00	[deg]	0.349	[rad]	0.940	0.342
ii	=	20.00	[deg]	0.349	[rad]	0.940	0.342
fi-beta	=	50.00	[deg]	0.873	[rad]	0.643	0.766
fi-ii	=	10.00	[deg]	0.175	[rad]	0.985	0.174
beta-ii	=	0.00	[deg]	0.000	[rad]	1.000	0.000
beta+delta	=	30.00	[deg]	0.524	[rad]	0.866	0.500

spinta attiva	statica	<b>Ka = 0.293</b>
---------------	---------	-------------------

In definitiva l'incremento di spinta in condizioni dinamiche vale:

$$\Delta F = (K_{as} - K_a) \cdot \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 = (0.293 - 0.25) \cdot \frac{1}{2} \cdot 18.00 \cdot 22.52 = 196 \text{ kNm}$$

Questa forza applicata a 2/3 dell'altezza complessiva del terrapieno genera un momento ribaltante alla base dell'opera di sostegno pari al seguente valore:

$$\Delta M = \Delta F \cdot (2/3H) = 196 \cdot 2/3 \cdot 22.5 = 2939 \text{ kNm/m}$$

In definitiva le azioni esercitate dal terrapieno in condizioni sismiche assumono i seguenti valori:

$$H_s = 1140 + 196 = 1336 \text{ kN/m}$$

$$M_s = 8543 + 2939 = 11482 \text{ kNm}$$



### 9.3. Verifiche di resistenza

Viene di seguito condotta la verifica delle pareti del canale in funzione delle diverse altezze utili interne.

I calcoli sono eseguiti con l'ausilio di un foglio elettronico di cui si riporta il tabulato.

coefficiente di spinta del terrapieno		<b>0.5</b>	
peso specifico del terreno		<b>18</b>	kN/mc
sovraccarico sul P.C. a tergo della parete		<b>10</b>	kN/mq

H	S1	S2	Stot	M1	M2	Mtot
m	kN/m	kN/m	kN/m	kNm/m	kNm/m	kNm/m
1.0	5.00	4.50	9.50	2.50	1.50	4.00
1.1	5.50	5.45	10.95	3.03	2.00	5.02
1.2	6.00	6.48	12.48	3.60	2.59	6.19
1.3	6.50	7.61	14.11	4.23	3.30	7.52
1.4	7.00	8.82	15.82	4.90	4.12	9.02
1.5	7.50	10.13	17.63	5.63	5.06	10.69
1.6	8.00	11.52	19.52	6.40	6.14	12.54
1.7	8.50	13.01	21.51	7.23	7.37	14.59
1.8	9.00	14.58	23.58	8.10	8.75	16.85
1.9	9.50	16.25	25.75	9.03	10.29	19.31
2.0	10.00	18.00	28.00	10.00	12.00	22.00
2.1	10.50	19.85	30.35	11.03	13.89	24.92
2.2	11.00	21.78	32.78	12.10	15.97	28.07
2.3	11.50	23.81	35.31	13.23	18.25	31.48
2.8	14.00	35.28	49.28	19.60	32.93	52.53
4.3	21.50	83.21	104.71	46.23	119.26	165.49
5.1	25.50	117.05	142.55	65.03	198.98	264.00

H	dati geometrici e meccanici della sezione							nomg	verifica a momento positivo						
	b	h	d	d'	c	As	As'		x	Ji	M+	cM+	sig_cls	sig_As	sig_As'
m	cm	cm	cm	cm	cm	cmq	cmq	cm	cm <sup>4</sup>	daNm	/	daN/cmq	daN/cmq	daN/cmq	
1.00	100	25	20	5	5	5.65	5.65	15	5.03	23235	400	1.0	8.7	387	1
1.10	100	25	20	5	5	5.65	5.65	15	5.03	23235	502	1.0	10.9	485	1
1.20	100	25	20	5	5	5.65	5.65	15	5.03	23235	619	1.0	13.4	598	1
1.30	100	25	20	5	5	5.65	5.65	15	5.03	23235	752	1.0	16.3	727	2
1.40	100	25	20	5	5	5.65	5.65	15	5.03	23235	902	1.0	19.5	871	2
1.50	100	25	20	5	5	5.65	5.65	15	5.03	23235	1069	1.0	23.1	1033	2
1.60	100	25	20	5	5	5.65	5.65	15	5.03	23235	1254	1.0	27.2	1212	3
1.70	100	25	20	5	5	5.65	5.65	15	5.03	23235	1459	1.0	31.6	1410	3
1.80	100	25	20	5	5	5.65	5.65	15	5.03	23235	1685	1.0	36.5	1628	3
1.90	100	25	20	5	5	5.65	5.65	15	5.03	23235	1931	1.0	41.8	1866	4
2.00	100	30	25	5	5	5.65	5.65	15	5.63	37780	2200	1.0	32.8	1692	55
2.10	100	30	25	5	5	5.65	5.65	15	5.63	37780	2492	1.0	37.2	1916	63
2.20	100	30	25	5	5	5.65	5.65	15	5.63	37780	2807	1.0	41.9	2158	71
2.30	100	30	25	5	5	5.65	5.65	15	5.63	37780	3148	1.0	46.9	2420	79
2.80	100	30	25	5	5	10.05	7.70	15	7.03	60737	5253	1.0	60.8	2331	264
4.30	100	55	50	5	5	15.71	7.70	15	12.60	402968	16549	1.0	51.7	2304	468
5.10	100	60	55	5	5	22.62	7.70	15	15.59	666240	26400	1.0	61.8	2343	629

Le verifiche sono soddisfatte per tutte le altezze.

## 9.4. Verifiche di stabilità

Vengono di seguito riportate le verifiche di stabilità globale del manufatto a ribaltamento e scorrimento.

Per quanto riguarda il contributo favorevole della terra a valle si assumono le seguenti ipotesi:

- per la verifica a ribaltamento non si considera alcun contributo del terreno a valle, pertanto il momento stabilizzante è associato unicamente al peso proprio del manufatto e del peso del terreno a monte gravante sul piede posteriore;
- per la verifica a scorrimento si considera il terreno a valle fino ad un livello della parete pari a metà della sua altezza.

I calcoli sono eseguiti con l'ausilio di un foglio elettronico di cui si riporta il tabulato.

<i>dimensioni geometriche del manufatto</i>									
H0	b0	h1	b1	h2	b2	pv	pm	h3	b3
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
100	180	100	25	0	25	25	50	25	305
110	180	110	25	0	25	25	50	25	305
120	180	120	25	0	25	25	50	25	305
130	180	130	25	0	25	25	50	25	305
140	180	140	25	0	25	25	50	25	305
150	180	150	25	0	25	25	50	25	305
160	180	160	25	0	25	25	50	25	305
170	180	170	25	0	25	25	50	25	305
180	180	180	25	0	25	25	50	25	305
190	180	190	25	0	25	25	50	25	305
200	180	200	30	0	30	30	60	25	330
210	180	210	30	0	30	30	60	30	330
220	180	220	30	0	30	30	60	30	330
230	180	230	30	0	30	30	60	30	330
400	180	260	30	140	55	55	100	55	445
440	180	220	30	220	60	60	100	60	460

H0 = altezza interna della canale

b0 = larghezza interna della canale

h1 = H0-h2 = altezza del primo concio

b1 = larghezza del primo concio

h2 = altezza del secondo concio

b2 = larghezza del secondo concio

h3 = altezza della fondazione

pm = piede a monte

pv = piede a valle

b3 = b0+2b2+pm+pv = larghezza della fondazione

coefficiente di spinta del terrapieno	<b>0.5</b>	
peso specifico del terreno	<b>18</b>	kN/mc
sovraccarico sul P.C. a tergo della parete	<b>10</b>	kN/mq

**azioni del terreno a tergo della parete di monte****pesi strutturali**

Htot m	S1 kN/m	S2 kN/m	Stot kN/m	M1 kNm/m	M2 kNm/m	Mtot kNm/m	G1 kN	G2 kN	G3 kN	Gtot kN
<b>1.25</b>	6.25	7.03	<b>13.28</b>	3.91	2.93	<b>6.84</b>	6.25	0.00	19.06	<b>25.31</b>
<b>1.35</b>	6.75	8.20	<b>14.95</b>	4.56	3.69	<b>8.25</b>	6.88	0.00	19.06	<b>25.94</b>
<b>1.45</b>	7.25	9.46	<b>16.71</b>	5.26	4.57	<b>9.83</b>	7.50	0.00	19.06	<b>26.56</b>
<b>1.55</b>	7.75	10.81	<b>18.56</b>	6.01	5.59	<b>11.59</b>	8.13	0.00	19.06	<b>27.19</b>
<b>1.65</b>	8.25	12.25	<b>20.50</b>	6.81	6.74	<b>13.54</b>	8.75	0.00	19.06	<b>27.81</b>
<b>1.75</b>	8.75	13.78	<b>22.53</b>	7.66	8.04	<b>15.70</b>	9.38	0.00	19.06	<b>28.44</b>
<b>1.85</b>	9.25	15.40	<b>24.65</b>	8.56	9.50	<b>18.05</b>	10.00	0.00	19.06	<b>29.06</b>
<b>1.95</b>	9.75	17.11	<b>26.86</b>	9.51	11.12	<b>20.63</b>	10.63	0.00	19.06	<b>29.69</b>
<b>2.05</b>	10.25	18.91	<b>29.16</b>	10.51	12.92	<b>23.43</b>	11.25	0.00	19.06	<b>30.31</b>
<b>2.15</b>	10.75	20.80	<b>31.55</b>	11.56	14.91	<b>26.46</b>	11.88	0.00	19.06	<b>30.94</b>
<b>2.25</b>	11.25	22.78	<b>34.03</b>	12.66	17.09	<b>29.74</b>	15.00	0.00	20.63	<b>35.63</b>
<b>2.40</b>	12.00	25.92	<b>37.92</b>	14.40	20.74	<b>35.14</b>	15.75	0.00	24.75	<b>40.50</b>
<b>2.50</b>	12.50	28.13	<b>40.63</b>	15.63	23.44	<b>39.06</b>	16.50	0.00	24.75	<b>41.25</b>
<b>2.60</b>	13.00	30.42	<b>43.42</b>	16.90	26.36	<b>43.26</b>	17.25	0.00	24.75	<b>42.00</b>
<b>4.55</b>	22.75	93.16	<b>115.91</b>	51.76	141.29	<b>193.05</b>	19.50	19.25	61.19	<b>99.94</b>
<b>5.00</b>	25.00	112.50	<b>137.50</b>	62.50	187.50	<b>250.00</b>	16.50	33.00	69.00	<b>118.50</b>

**solo pp struttura****con terreno a tergo e sovraccarico sul P.C.**

H0 m	Mstab kNm	Mstab/Mrib		P kN	X cm	DMstab' kNm	Mstab' kNm	Mstab'/Mrib	
1.00	38.60	<b>5.65</b>	OK	14.00	255	35.70	74.30	<b>10.87</b>	OK
1.10	39.55	<b>4.80</b>	OK	14.90	255	38.00	77.55	<b>9.40</b>	OK
1.20	40.51	<b>4.12</b>	OK	15.80	255	40.29	80.80	<b>8.22</b>	OK
1.30	41.46	<b>3.58</b>	OK	16.70	255	42.59	84.05	<b>7.25</b>	OK
1.40	42.41	<b>3.13</b>	OK	17.60	255	44.88	87.29	<b>6.45</b>	OK
1.50	43.37	<b>2.76</b>	OK	18.50	255	47.18	90.54	<b>5.77</b>	OK
1.60	44.32	<b>2.45</b>	OK	19.40	255	49.47	93.79	<b>5.20</b>	OK
1.70	45.27	<b>2.19</b>	OK	20.30	255	51.77	97.04	<b>4.70</b>	OK
1.80	46.23	<b>1.97</b>	OK	21.20	255	54.06	100.29	<b>4.28</b>	OK
1.90	47.18	<b>1.78</b>	OK	22.10	255	56.36	103.53	<b>3.91</b>	OK
2.00	58.78	<b>1.98</b>	OK	27.60	270	74.52	133.30	<b>4.48</b>	OK
2.10	66.83	<b>1.90</b>	OK	28.68	270	77.44	144.26	<b>4.11</b>	OK
2.20	68.06	<b>1.74</b>	OK	29.76	270	80.35	148.41	<b>3.80</b>	OK
2.30	69.30	<b>1.60</b>	OK	30.84	270	83.27	152.57	<b>3.53</b>	OK
4.00	222.36	<b>1.15</b>	NO	102.50	320	328.00	550.36	<b>2.85</b>	OK
4.40	272.55	<b>1.09</b>	NO	115.96	330	382.67	655.22	<b>2.62</b>	OK

coefficiente di attrito fondazione-terreno **0.7**

H0 m	G+P kN	Rat kN	Rvalle kN	Rtot kN	R/S	
1.00	39.31	27.52	1.76	29.28	<b>2.20</b>	<b>OK</b>
1.10	40.84	28.59	2.05	30.64	<b>2.05</b>	<b>OK</b>
1.20	42.36	29.65	2.37	32.02	<b>1.92</b>	<b>OK</b>
1.30	43.89	30.72	2.70	33.42	<b>1.80</b>	<b>OK</b>
1.40	45.41	31.79	3.06	34.85	<b>1.70</b>	<b>OK</b>
1.50	46.94	32.86	3.45	36.30	<b>1.61</b>	<b>OK</b>
1.60	48.46	33.92	3.85	37.77	<b>1.53</b>	<b>OK</b>
1.70	49.99	34.99	4.28	39.27	<b>1.46</b>	<b>OK</b>
1.80	51.51	36.06	4.73	40.79	<b>1.40</b>	<b>OK</b>
1.90	53.04	37.13	5.20	42.33	<b>1.34</b>	<b>OK</b>
2.00	63.23	44.26	5.70	49.95	<b>1.47</b>	<b>OK</b>
2.10	69.18	48.43	6.48	54.91	<b>1.45</b>	<b>OK</b>
2.20	71.01	49.71	7.03	56.74	<b>1.40</b>	<b>OK</b>
2.30	72.84	50.99	7.61	58.59	<b>1.35</b>	<b>OK</b>
4.00	202.44	141.71	23.29	165.00	<b>1.42</b>	<b>OK</b>
4.40	234.46	164.12	28.13	192.25	<b>1.40</b>	<b>OK</b>

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualfica Ambientale Val Lemme

Foglio  
133 di 305

## 10. DIMENSIONAMENTO DEI POZZI DI FONDAZIONE DELL'OPERA DI SOSTEGNO IN TERRA RINFORZATA POSTA AL PIEDE DEL RILEVATO

La presente relazione riporta i calcoli relativi al dimensionamento dei pozzi di fondazione dell'opera di sostegno in terra rinforzata posta al piede del rilevato che verrà formato con il materiale proveniente dallo smarino della nuova galleria ferroviaria A.V. – A.C. Milano-Genova.

L'intervento di cui in oggetto rientra nell'ambito del progetto esecutivo di "Riqualficazione ambientale Cementir – Tratta A.V./A.C. Milano-Genova – Terzo valico dei Giovi". Rispetto al progetto definitivo si sono resi necessari a una serie di adeguamenti per soddisfare alle esigenze di carattere paesaggistico ambientale evidenziate dalle autorità competenti.

Al fine di garantire una maggiore stabilità dell'opera di sostegno in terra rinforzata e quindi del versante, in particolare nel tratto in cui le conseguenze di una eventuale frana ed occlusione dell'alveo del Lemme sarebbero facilmente immaginabili, sono state adottate le seguenti soluzioni: approfondimento del piano di fondazione dell'opera di sostegno in terra rinforzata fino ad intercettare il tetto del substrato roccioso (di seguito indicato come "bedrock") e realizzazione (limitatamente ai tratti più critici in cui la terra rinforzata presenta altezza maggiore e il bedrock si trova a profondità rilevanti) di una fondazione a pozzo per garantire maggiore sicurezza rispetto alla formazione di superfici di rottura profonde.

I pozzi di fondazione verranno immorsati per almeno 1 m nel bedrock al fine di garantire una maggiore stabilità dell'opera in terra rinforzata e del versante nel suo complesso.

Il sostegno provvisorio dello scavo per la realizzazione dei pozzi avverrà tramite l'esecuzione di una corona esterna di micropali vincolati tramite centine metalliche di contrasto.

I pozzi, caratterizzati da un diametro pari a 10.0 m e da un'altezza pari a 12.0 m e 8.0 m, saranno quindi riempiti con calcestruzzo ciclopico. Le altezze variabili dei pozzi (12 m nel tratto di monte, a Sud, e 8 m nel tratto di valle, a Nord) dipendono dalla variabilità della quota del tetto del bedrock.

I micropali saranno realizzati tramite perforazione  $\Phi 300$  e verranno armati con un tubo metallico in acciaio di diametro  $\Phi 244$  mm e spessore 10 mm. I micropali sono disposti su singola fila, ad interasse pari a 0.60 m, e sono caratterizzati da una lunghezza pari a 15.00 m (per i pozzi da 12 m) e 11.00 m (per i pozzi da 8 m), in modo da garantire adeguata stabilità del piede della paratia in fase provvisoria nonché risultare adeguatamente collaboranti nel comportamento globale del pendio.

Si riportano di seguito i calcoli relativi al dimensionamento delle opere provvisorie in micropali e delle centine metalliche di contrasto necessarie alla realizzazione dei pozzi stessi.

È stata, inoltre, condotta un'analisi deformativa dell'opera per valutare gli spostamenti del pendio e della struttura in fase di esercizio.

Per quanto riguarda il dimensionamento dell'opera in terra rinforzata e le verifiche del pendio retrostante si rimanda, invece, al contenuto della Relazione Geotecnica (elaborato IG51-01-E-CV-RB-DP-04-0-0-001-B00).

### 10.1. Caratteristiche dei materiali da costruzione

Di seguito si riporta una breve descrizione dei materiali utilizzati per la realizzazione delle opere previste in progetto.

#### Calcestruzzo Ciclopico

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualifica Ambientale Val Lemme
	Foglio 134 di 305

- calcestruzzo  $R_{ck} \geq 15\text{MPa}$

Realizzazione di fondazioni non armate mediante la fornitura e getto in opera di calcestruzzo a 250 Kg di cemento R 325 e posa in opera di blocchi di pietra accuratamente puliti e lavati. Il quantitativo del pietrame deve essere pari ad un massimo del 40% del volume gettato.

Acciaio per centine di contrasto e per tubo di armatura micropali S355 (Fe510 UNI7806)

- tensione caratteristica di rottura:  $f_{tk} \geq 510\text{MPa}$
- tensione caratteristica di snervamento:  $f_{yk} \geq 355\text{MPa}$
- resistenza ammissibile:  $\sigma_s = 240\text{MPa}$

## 10.2. Dimensionamento delle opere provvisionali

Si riportano di seguito i risultati delle verifiche relative al dimensionamento delle opere provvisionali in micropali vincolati tramite centine metalliche di contrasto.

Le opere provvisionali in micropali sono caratterizzate da 2 differenti sezioni tipologiche, in funzione dell'altezza massima di scavo, necessaria per raggiungere il substrato roccioso e immorsare la fondazione. Le sezioni tipologiche sono rappresentate negli elaborati di progetto IG51-01-E-CV-BZ-DP-04-0-0-010-A00 e IG51-01-E-CV-WZ-DP-04-0-0-047-A00.

La sezione tipo "A" presenta un'altezza massima di scavo pari a 12.0 m, micropali di lunghezza pari a 15.0 m e viene vincolata tramite tre ordini di centine di contrasto (Figura 5).

Le centine metalliche di contrasto sono tutte di tipo HE240A.

La sezione tipo "B" presenta un'altezza massima di scavo pari a 8.0 m, micropali di lunghezza pari a 11.0 m e viene vincolata tramite due ordini di centine di contrasto (Figura 6).

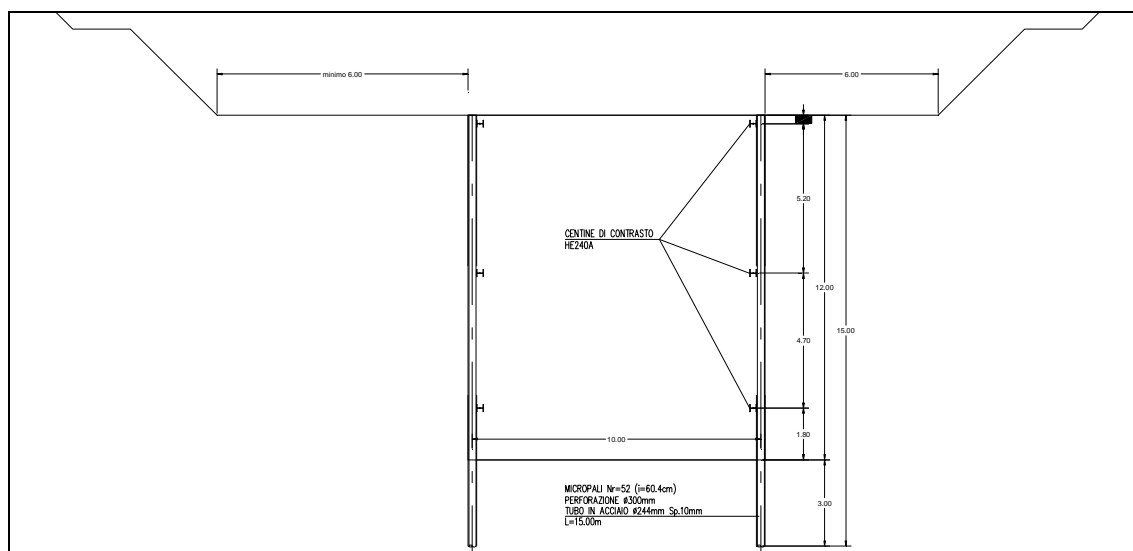
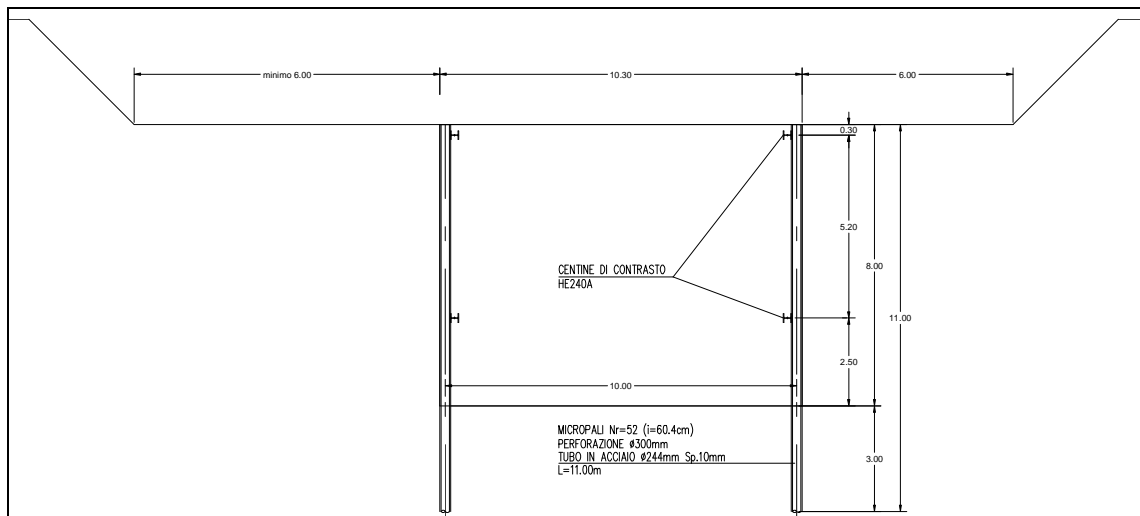


Figura 5: Sezione tipo "A"



**Figura 6: Sezione tipo "B"**

#### 10.2.1. Modello geotecnico del terreno

Il modello geotecnico dei terreni di fondazione utilizzato nelle verifiche e nei dimensionamenti è stato ricostruito sulla base delle indagini condotte e delle elaborazioni descritte in dettaglio nella Relazione Geotecnica allegata al presente progetto (IG51-01-E-CV-RB-DP-04-0-0-001-B00). Si riporta di seguito un dettaglio della stratigrafia utilizzata per il dimensionamento delle due sezioni tipologiche (Tabella 1 e Tabella 2).

Le quote riportate nelle tabelle si riferiscono alla quota 0 m, che coincide con la quota di testa dei micropali.

Da	A	Formazione	$\gamma$	$c'$	$\phi'$	E
(m)	(m)	(-)	(KN/m <sup>3</sup> )	(KPa)	(°)	(MPa)
0	-10.50	Argillite in sito	22.0	0	35	25
-10.50	-15.00	Bedrock	23.0	20	30	50

**Tabella 1: Modello geotecnico del terreno per la sezione tipo "A"**

Da	A	Formazione	$\gamma$	$c'$	$\phi'$	E
(m)	(m)	(-)	(KN/m <sup>3</sup> )	(KPa)	(°)	(MPa)
0	-7.00	Argillite in sito	22.0	0	35	25
-7.00	-11.00	Bedrock	23.0	20	30	50

**Tabella 2: Modello geotecnico del terreno per la sezione tipo "B"**

#### 10.2.2. Azione sismica

Trattandosi di un'opera di tipo provvisoria, non viene considerata alcuna azione sismica.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualfica Ambientale Val Lemme

### 10.2.3. Programma utilizzato per il dimensionamento dell'opera provvisoria (PARATIE)

Il dimensionamento e la verifica delle opere di sostegno provvisorie sono stati condotti valutando gli effetti delle spinte del terreno sia durante le fasi costruttive che nella configurazione finale di progetto mediante l'ausilio del programma PARATIE rel. 7.0 (Ce.A.S. s.r.l., Milano).

Il programma permette di analizzare l'interazione terreno-struttura durante le fasi realizzative dell'opera, valutando le deformazioni laterali subite dall'opera durante le varie fasi di scavo e di conseguenza la variazione delle pressioni orizzontali nel terreno. La simulazione numerica del problema reale è condotta con il metodo degli elementi finiti. Si analizza il problema piano (i gradi di libertà nodali attivi sono lo spostamento laterale e la rotazione fuori piano); la schematizzazione del fenomeno fisico è del tipo 'trave su suolo elastico alla Winkler'.

La parete di sostegno è schematizzata attraverso una serie di elementi finiti verticali il cui comportamento flessionale è definito dalla rigidità flessionale EJ; il terreno è simulato da elementi finiti monodimensionali (molle) con legge costitutiva di tipo elasto-plastico; tutti gli altri elementi strutturali eventualmente presenti (tiranti, solette, puntoni, ecc ...) sono schematizzati tramite molle puntuali convergenti in alcuni nodi della parete.

L'analisi svolta è una analisi statica incrementale di tipo elasto-plastico: ogni configurazione, quindi, dipende in generale dalle configurazioni precedenti e lo sviluppo di deformazioni plastiche ad un certo step di carico condiziona la risposta della struttura negli step successivi.

La legge costitutiva, rappresentativa del comportamento elasto-plastico del terreno, è identificata dai parametri di spinta/reazione e di deformabilità del terreno, e prevede cicli di scarico e ricarica.

I parametri di spinta/reazione del terreno sono:

- il coefficiente di spinta a riposo  $K_0$ , (corrispondente alla condizione iniziale indeformata);
- i coefficienti di spinta attiva  $K_A$  e passiva  $K_P$  dei terreni (corrispondenti alle condizioni di equilibrio limite inferiore e superiore).

I parametri di deformabilità del terreno compaiono nella definizione della rigidità delle molle. In particolare tale rigidità viene definita come:

$$K = \frac{E \cdot \Delta}{L}$$

dove E è il modulo elastico del terreno,  $\Delta$  il passo di discretizzazione della struttura ed L una grandezza geometrica caratteristica, diversa tra monte ( $L_A$ ) e valle ( $L_P$ ) in quanto diversa è la dimensione del cuneo di terreno coinvolto nel movimento.

Il programma valuta automaticamente la grandezza L attraverso le seguenti relazioni:

$$L_A = \frac{2}{3} I_A \tan\left(45^\circ - \frac{\phi'}{2}\right) \quad \text{in zona attiva}$$

$$L_P = \frac{2}{3} I_P \tan\left(45^\circ + \frac{\phi'}{2}\right) \quad \text{in zona passiva}$$

dove  $I_A$  ed  $I_P$  sono rispettivamente:



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualifica Ambientale Val Lemme	Foglio 137 di 305

$$l_A = \min\{l, 2H\}$$

$$l_P = \min\{-H, H\}$$

con:

$l$  = lunghezza totale della paratia;

$H$  = profondità corrente dello scavo.

I contrasti rappresentati dai tiranti/puntoni sono schematizzati mediante elementi finiti che divengono attivi a partire dal momento in cui vengono inseriti. L'inserimento di tali elementi provoca nel modello due effetti:

- l'insorgenza di una forza nel nodo di applicazione, corrispondente alla forza di coazione eventualmente imposta;
- la modifica delle rigidezza globale della struttura (matrice di rigidezza assemblata) attraverso l'aggiunta di un contributo pari alla rigidezza del contrasto.

Quando, nelle fasi successive, in corrispondenza del nodo ove il tirante è connesso viene a modificarsi lo spostamento, lo stato di sollecitazione nel tirante subirà incrementi pari all'incremento di spostamento moltiplicato per la rigidezza. Nelle equazioni di equilibrio si tiene ovviamente conto delle variazioni di sforzo nei contrasti.

#### 10.2.4. Criteri di dimensionamento e verifica

La paratia viene risolta con un'unica analisi considerando i valori dei parametri di resistenza al taglio dei terreni e delle azioni.

##### Verifica strutturale dei micropali

I micropali costituenti la paratia sono sollecitati da uno sforzo di pressoflessione, in cui lo sforzo normale è dato dal peso proprio del micropalo, e l'azione flessionale è data dalla spinta delle terre e dei sovraccarichi agenti sulla paratia.

Le verifiche di resistenza sono state condotte facendo riferimento al metodo delle tensioni ammissibili.

##### Verifica delle centine di contrasto

Le centine di contrasto sono sollecitate da uno sforzo di compressione uniforme.

Le verifiche di resistenza sono state condotte facendo riferimento al metodo delle tensioni ammissibili.

#### 10.2.5. Analisi della paratia

##### Sezione tipo A

##### Geometria dello scavo

Altezza di scavo da testa paratia:	12.0 m
Inclinazione terreno a monte della paratia:	0°
Inclinazione terreno a valle della paratia:	0°

Caratteristiche della paratia

Le caratteristiche dei micropali costituenti la paratia sono le seguenti:

diametro	Ø 244.0
spessore	s = 10.0 mm
interasse	i = 0.60 m
lunghezza	l = 15.00 m
momento di inerzia	$J_y = 5040.8 \text{ cm}^4$
sezione trasversale	$A = 73.51 \text{ cm}^2$

Per la valutazione delle caratteristiche inerziali della sezione trasversale della paratia ci si è ricondotti ad una sezione rettangolare equivalente tramite l'espressione:

$$s = \sqrt[3]{\frac{12 \cdot J_y}{b}}$$

da cui s = spessore equivalente = 10.0 cm.

Caratteristiche del sistema di contrasto

Primo, secondo e terzo livello: centina in acciaio

Quota della falda

L'analisi viene svolta considerando il livello della falda a quota -10.70 m rispetto alla testa dei micropali (livello di massima piena corrispondente ad un tempo di ritorno di 500 anni).

Sovraccarichi accidentali

L'analisi viene svolta considerando il sovraccarico dovuto alla presenza dei mezzi di lavoro pari a 10 kPa a monte della paratia sin dalla fase iniziale di calcolo.

Caratteristiche delle centine di contrasto

Si fa riferimento alla tabella seguente:

Ordine	A <sub>acciaio</sub> (cm <sup>2</sup> )	Quota centina (m)	Tipo Centina
1°	76.84	0.30	HEA240
2°	76.84	5.50	HEA240
3°	76.84	10.20	HEA240

Parametri di spinta

I parametri geotecnici di calcolo adottati nelle analisi per il dimensionamento della struttura sono riportati nella tabella seguente:

profondità [m]	$\gamma$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\phi'$ [°]	$c'$ [kPa]	$\delta$ [°]	$E_{vc}$ [MPa]	$E_{ur}$ [MPa]	$k_0$ [-]
0÷10.50	22	35	0	23.45	25	37.5	0.426
>10.50	23	30	20	20.10	50	75	0.500

$\delta$	=	angolo d'attrito terreno - muro
$E_{vc}$	=	modulo elastico in compressione vergine
$E_{vc}$	=	modulo elastico in scarico/ricarico
$k_0$	=	coefficiente di spinta a riposo

La valutazione dei coefficienti di spinta attiva e passiva per la definizione dello stato di sollecitazione statica è stata effettuata facendo ricorso alla teoria di Muller-Breslau e Caquot-Kerisel, con la considerazione di un angolo di attrito ( $\delta$ ) tra struttura e terreno pari:

-per la spinta attiva  $\delta \leq 2/3\phi$ ;

-per la spinta passiva  $\delta \leq 1/2\phi$ .

	<b>condizione statica</b>	
<b>Profondità</b>	<b><math>k_a</math></b>	<b><math>k_p</math></b>
[m]	[-]	[-]
0÷10.50	<b>0.224</b>	<b>6.200</b>
>10.50	<b>0.279</b>	<b>4.443</b>

### **Sezione tipo B**

#### Geometria dello scavo

Altezza di scavo da testa paratia:	8.0 m
Inclinazione terreno a monte della paratia:	0°
Inclinazione terreno a valle della paratia:	0°

#### Caratteristiche della paratia

Le caratteristiche dei micropali costituenti la paratia sono le seguenti:

diametro	Ø 244.0
spessore	s = 10.0 mm
interasse	i = 0.60 m
lunghezza	l = 11.00 m
momento di inerzia	$J_y = 5040.8 \text{ cm}^4$
sezione trasversale	$A = 73.51 \text{ cm}^2$

Per la valutazione delle caratteristiche inerziali della sezione trasversale della paratia ci si è ricondotti ad una sezione rettangolare equivalente tramite l'espressione:

$$s = \sqrt[3]{\frac{12 \cdot J_y}{b}}$$

da cui s = spessore equivalente = 10.0 cm.

#### Caratteristiche del sistema di ripartizione/collegamento

Primo e secondo livello: centina in acciaio

### Quota della falda

L'analisi viene svolta considerando il livello della falda a quota -8.30 m rispetto alla testa dei micropali (livello di massima piena corrispondente ad un tempo di ritorno di 500 anni).

### Sovraccarichi accidentali

L'analisi viene svolta considerando il sovraccarico dovuto alla presenza dei mezzi di lavoro pari a 10 kPa a monte della paratia sin dalla fase iniziale di calcolo.

### Caratteristiche delle centine di contrasto

Si fa riferimento alla tabella seguente:

Ordine	A <sub>acciaio</sub> (cm <sup>2</sup> )	Quota centina (m)	Tipo Centina
1°	76.84	0.30	HEA240
2°	76.84	5.50	HEA240

### Parametri di spinta

I parametri geotecnici di calcolo adottati nelle analisi per il dimensionamento delle paratie sono riportati nella tabella seguente:

profondità	$\gamma$	$\phi'$	$c'$	$\delta$	$E_{vc}$	$E_{ur}$	$k_0$
[m]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[°]	[kPa]	[°]	[MPa]	[MPa]	[-]
0÷7.00	22	35	0	23.45	25	37.5	0.426
>7.00	23	30	20	20.10	50	75	0.500

$\delta$  = angolo d'attrito terreno - muro  
 $E_{vc}$  = modulo elastico in compressione vergine  
 $E_{vc}$  = modulo elastico in scarico/ricarico  
 $k_0$  = coefficiente di spinta a riposo

La valutazione dei coefficienti di spinta attiva e passiva per la definizione dello stato di sollecitazione statica è stata effettuata facendo ricorso alla teoria di Muller-Breslau e Caquot-Kerisel, con la considerazione di un angolo di attrito ( $\delta$ ) tra struttura e terreno pari:

-per la spinta attiva  $\delta \leq 2/3\phi$ ;

-per la spinta passiva  $\delta \leq 1/2\phi$ .

Profondità	condizione statica	
	$k_a$	$k_p$
[m]	[-]	[-]
0÷7.00	<b>0.224</b>	<b>6.200</b>
>7.00	<b>0.279</b>	<b>4.443</b>

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualifica Ambientale Val Lemme	Foglio 141 di 305

### 10.2.6. Fasi di calcolo

Di seguito vengono brevemente descritte le fasi di realizzazione dell'opera considerate nella modellazione.

#### Sezione tipo A

Sono state modellate le seguenti fasi di calcolo:

- 1) Inizializzazione dello stato di sforzo geostatico e dei sovraccarichi accidentali.
- 2) Realizzazione della paratia.
- 3) Scavo fino 50 cm al di sotto di testa paratia.
- 4) Realizzazione della centina di contrasto di primo ordine.
- 5) Scavo fino a 50 cm sotto la quota della seconda centina di contrasto.
- 6) Realizzazione della seconda centina di contrasto.
- 7) Scavo fino a 50 cm sotto la quota della terza centina di contrasto.
- 8) Realizzazione della terza centina di contrasto.
- 9) Raggiungimento fondo scavo.

#### Sezione tipo B

Sono state modellate le seguenti fasi di calcolo:

- 1) Inizializzazione dello stato di sforzo geostatico e dei sovraccarichi accidentali.
- 2) Realizzazione della paratia.
- 3) Scavo fino 50 cm al di sotto di testa paratia.
- 4) Realizzazione della centina di contrasto di primo ordine.
- 5) Scavo fino a 50 cm sotto la quota della seconda centina di contrasto.
- 6) Realizzazione della seconda centina di contrasto.
- 7) Raggiungimento fondo scavo.

### 10.2.7. Risultati delle analisi

Nella tabella seguente sono riassunti i principali risultati del calcolo. I valori indicati sono riferiti al singolo micropalo (tra parentesi sono indicate le profondità in corrispondenza delle quali si raggiungono i valori massimi).

#### Sezione tipo A – Risultati dell'analisi tenso-deformativa

$s_{max}$ (cm)	3.1 (8.30m)
$M_{max}$ (kNm)	61.0 (8.70m)
$V_{max}$ (kN)	72.3

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualifica Ambientale Val Lemme	Foglio 142 di 305

	(5.50m)
<b>M<sub>vmax</sub> (kNm)</b>	60.00 (5.50m)
<b>ΔK<sub>p</sub> (%)</b>	54

Sezione tipo B – Risultati dell'analisi tenso-deformativa

<b>s<sub>max</sub> (cm)</b>	2.0 (3.90m)
<b>M<sub>max</sub> (kNm)</b>	48.0 (3.70m)
<b>V<sub>max</sub> (kN)</b>	40.0 (5.50m)
<b>M<sub>vmax</sub> (kNm)</b>	12.0 (5.50m)
<b>ΔK<sub>p</sub> (%)</b>	36

Legenda

s<sub>max</sub> = spostamento laterale massimo

M<sub>max</sub> = momento flettente massimo

V<sub>max</sub> = azione di taglio massima

M<sub>vmax</sub> = momento flettente nella sezione di taglio massimo

ΔK<sub>p</sub> = percentuale di spinta passiva mobilitata

Nelle figure seguenti (da Figura 7 a Figura 12) sono illustrati rispettivamente l'andamento degli spostamenti orizzontali, il diagramma del momento flettente e del taglio (valori per metro lineare di sviluppo di paratia).

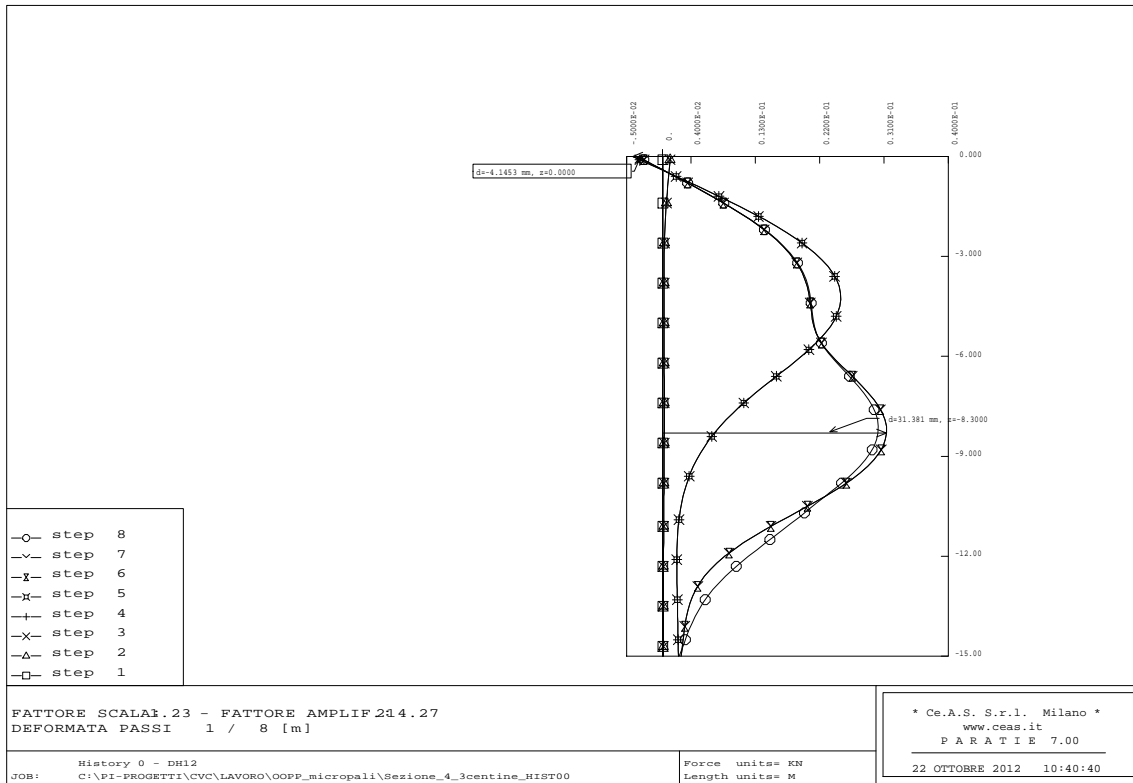


Figura 7: Sezione tipo "A" – spostamento orizzontale

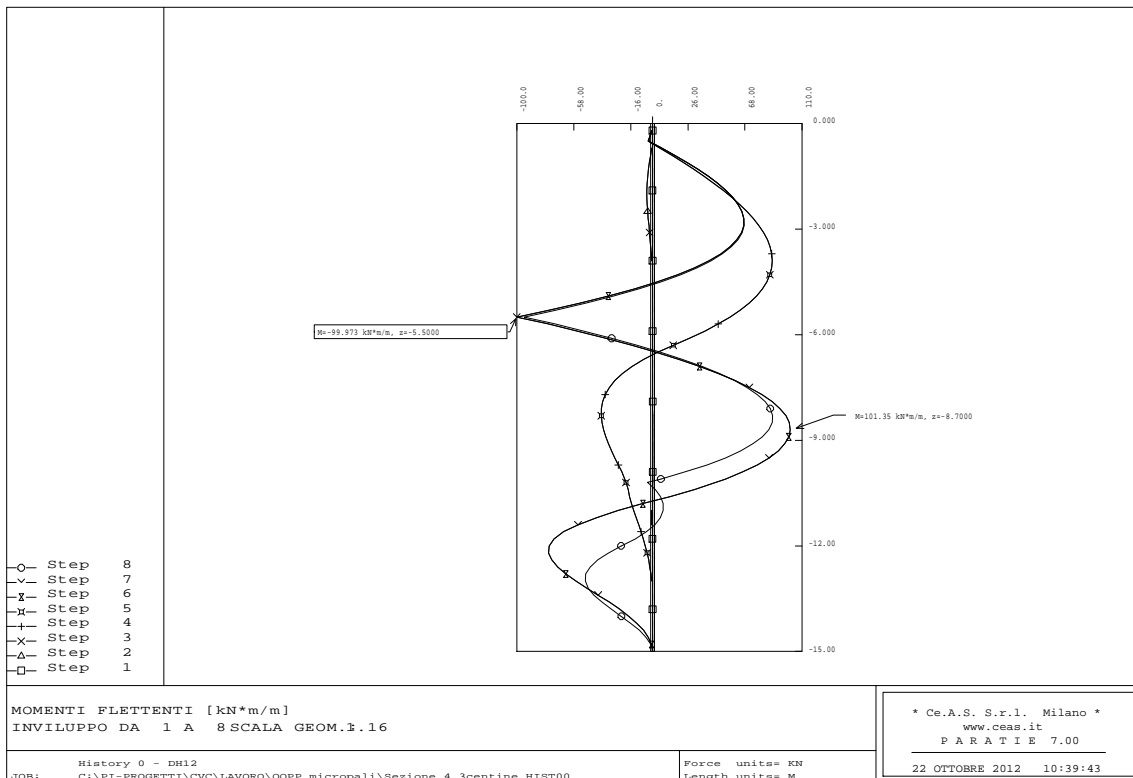


Figura 8: Sezione tipo "A" – momento flettente

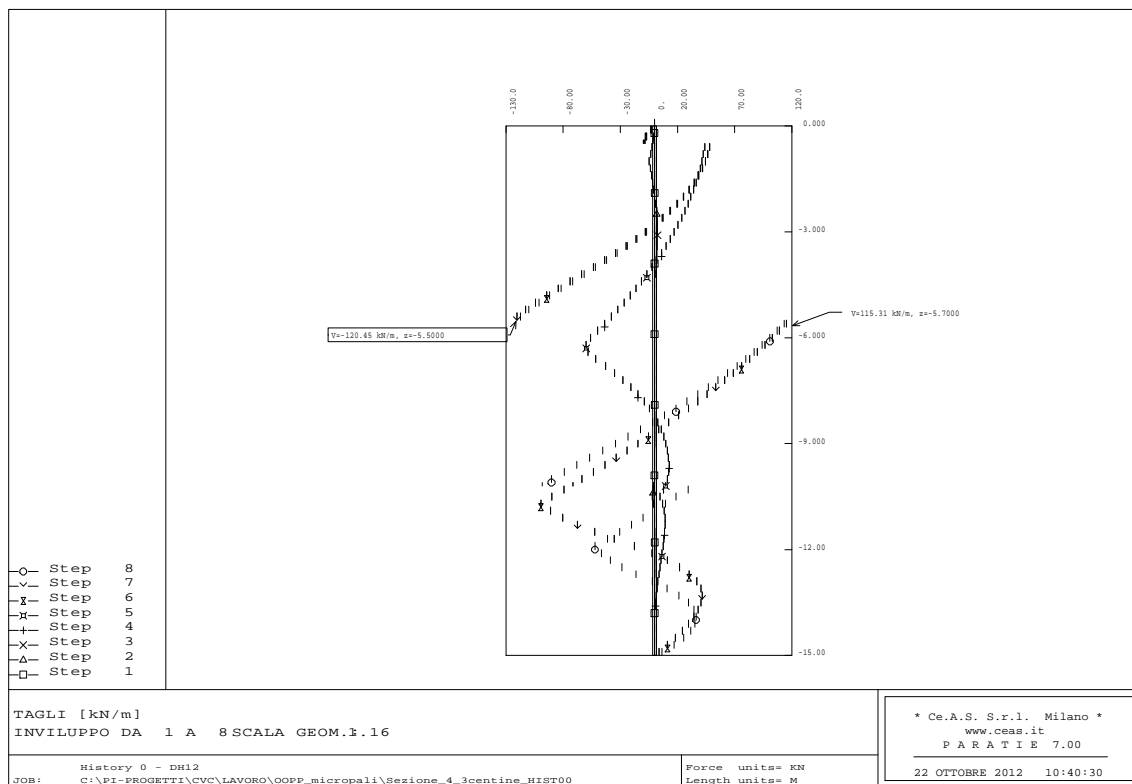


Figura 9: Sezione tipo "A" – sforzo di taglio

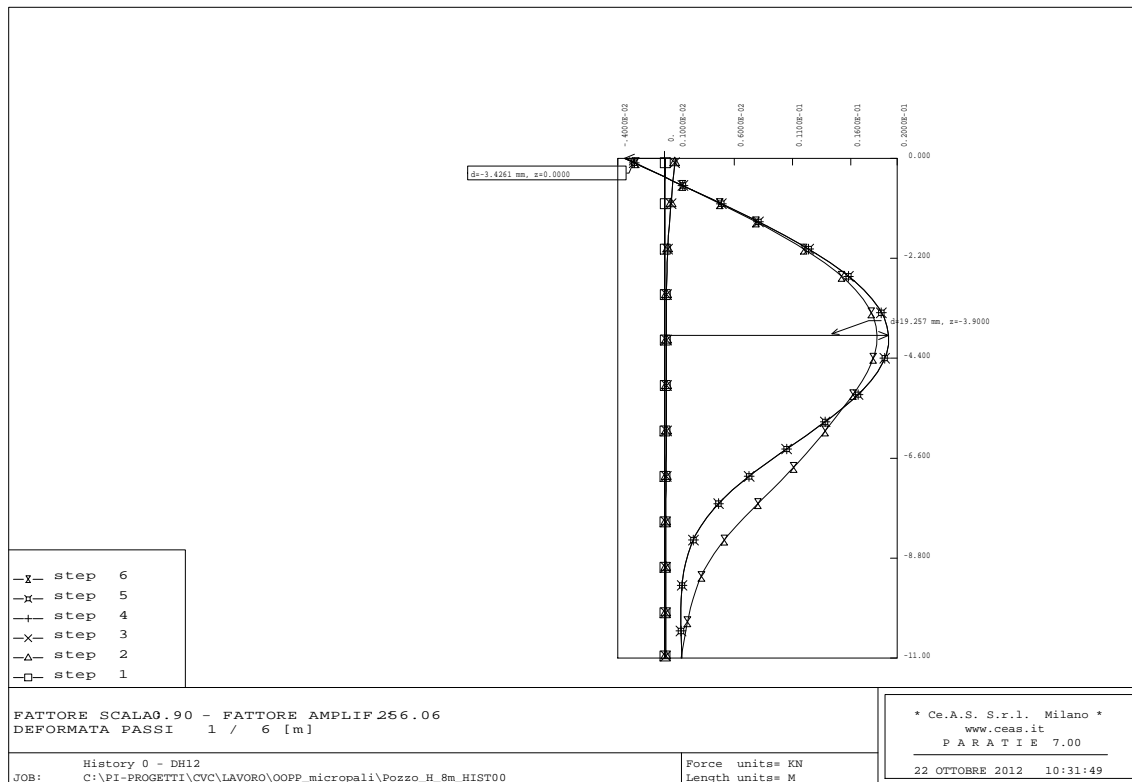


Figura 10: Sezione tipo "B" – spostamento orizzontale



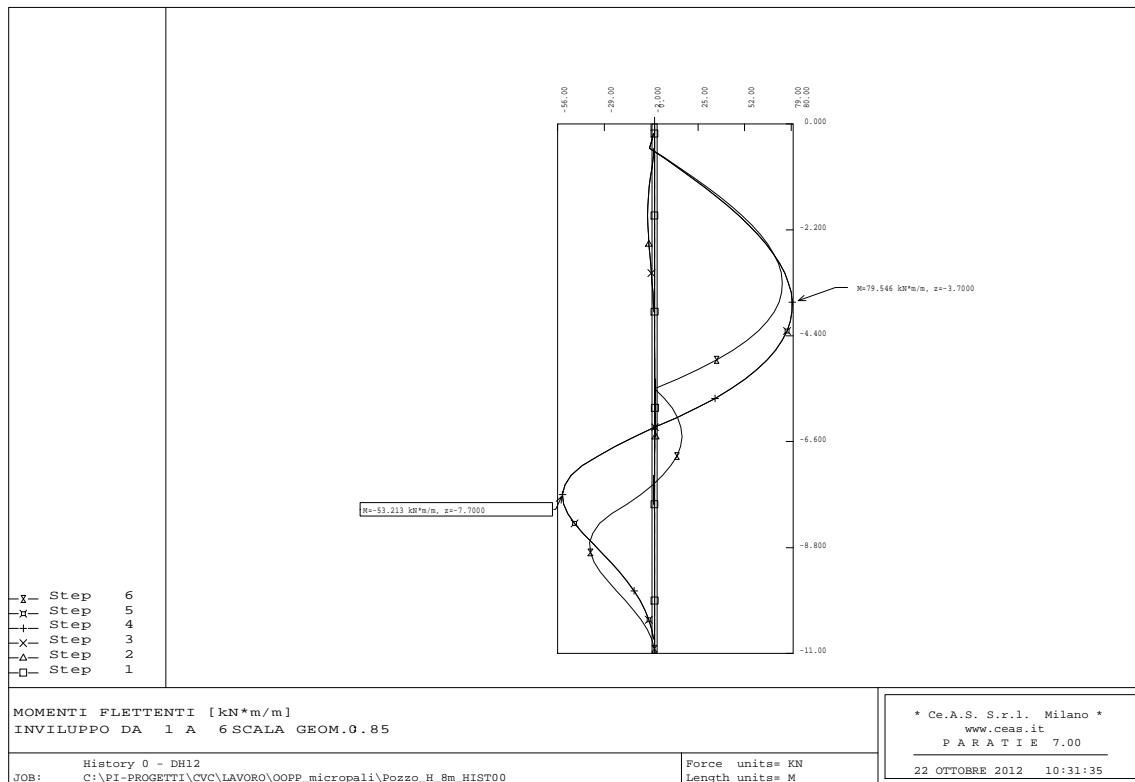


Figura 11: Sezione tipo "B" – momento flettente

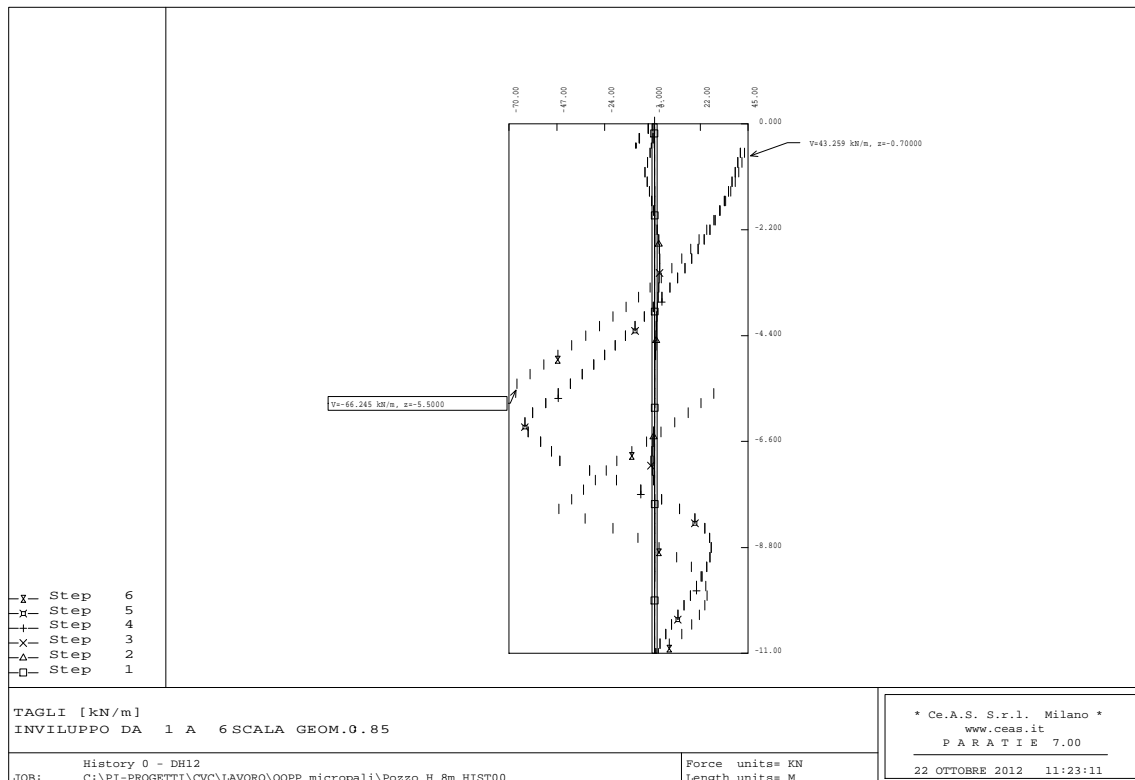


Figura 12: Sezione tipo "B" – sforzo di taglio

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualifica Ambientale Val Lemme	Foglio 146 di 305

Nelle tabelle seguenti sono riassunti i valori dell'azione (massimi valori di compressione) calcolata in corrispondenza delle centine.

Sezione tipo A

Ordine di centina	TENSIONE IN ESERCIZIO (kN)
1°	325
2°	1275
3°	700

Sezione tipo B

Ordine di centina	TENSIONE IN ESERCIZIO (kN)
1°	300
2°	525

10.2.8. Verifiche strutturali

Verifica dei micropali

Si effettua la verifica a pressoflessione dei micropali considerando le seguenti azioni agenti per singolo palo:

$$M = 61.00 \text{ kNm}$$

$$T = 72.30 \text{ kN}$$

$$N = (P_{\text{proprio}}) = 15.40 \text{ kN}$$

dove:  $P_{\text{proprio}}$  = peso proprio micropalo alla quota di -8.70m = 15.40 kN

DIAMETRO ESTERNO ( $D_e$ ):	<b>244</b>	mm
SPESSORE (s):	<b>10</b>	mm
PESO (q):	57.71	kg/m
RAGGIO D'INERZIA (i):	8.28	cm
AREA (A):	73.51	cm <sup>2</sup>
MOMENTO D'INERZIA (J):	5040.80	cm <sup>4</sup>
MODULO RESISTENTE (W):	413.18	cm <sup>3</sup>

Le massime tensioni sull'acciaio risultano:

$\sigma_{est}$	149.7	MPa
$\sigma_{int}$	137.6	MPa
$\tau_{max}$	19.7	MPa
$\sigma_{id\_int}$	141.8	MPa

Risultando  $\sigma_{max} = \sigma_{est} = 150 \text{ MPa} < \sigma_{amm} = 240 \text{ MPa}$ .

Di conseguenza la verifica risulta soddisfatta.

#### Verifica delle centine di contrasto

Le centine di contrasto sono tutte della medesima tipologia, ovvero HE240A. È stata effettuata la verifica a compressione della centina considerando la massima azione di compressione tra tutte quelle sollecitanti:

$$N = 1275 \text{ kN}$$

$$A_{HE240A} = 76.84 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{max} = N / A_{HE240A} = 166 \text{ MPa} < \sigma_{amm} = 240 \text{ MPa}$$

La verifica risulta soddisfatta.

#### 10.2.9. Verifica della lunghezza di immorsamento

Per le due sezioni tipologiche "A" e "B" è stata valutata la sicurezza dell'opera in relazione alla lunghezza di infissione minima  $L_{LIM}$  della paratia.

In particolare si è verificato che:

$$L_I \geq 1.5 \times L_{LIM}$$

dove:

$L_I$ : lunghezza di infissione reale della paratia;

$L_{LIM}$ : lunghezza limite di infissione per la quale si ha il collasso della struttura (o dei vincoli).

Per la sezione "A" l'immorsamento minimo è risultato pari a 0.70 m, di conseguenza risulta:  
 $3.00 \text{ m} = L_I > 1.5 L_{LIM} = 1.5 \times 0,70 \text{ m} = 1.05 \text{ m}$ .

Per la sezione "B" l'immorsamento minimo è risultato pari a 0.90 m, di conseguenza risulta:  
 $3.00 \text{ m} = L_I > 1.5 L_{LIM} = 1.5 \times 0,90 \text{ m} = 1.35 \text{ m}$ .

### 10.3. Analisi de formativa del complesso terreno opera di sostegno

I pozzi di fondazione hanno la funzione di garantire la stabilità del versante artificiale nelle zone più critiche, impedendo la formazione di superfici di scorrimento profonde (la caratterizzazione del terreno di fondazione, derivante da attività antropiche non documentabili, non può essere puntuale), e di permettere all'opera di sostegno in terra rinforzata di essere fondata sul bedrock.

Si riportano nel seguito le considerazioni relative all'analisi tenso-deformativa del pendio consolidato tramite i pozzi di fondazione. Le analisi sono state condotte facendo riferimento alla sezione 4, che risulta essere la più gravosa.

#### 10.3.1. Caratterizzazione geotecnica

Le analisi sono state condotte facendo riferimento ai seguenti parametri geotecnici dei terreni estratti dalla Relazione Geotecnica (elaborato IG51-01-E-CV-RB-DP-04-0-0-001-B00), riportati nella successiva Tabella 3.

Il pozzo di fondazione riempito in calcestruzzo ciclopico presente al piede dell'opera in terra rinforzata è stato modellato come uno strato di terreno equivalente dotato delle seguenti caratteristiche (Tabella 4):

Lo strato di terreno equivalente è caratterizzato da uno spessore pari all'altezza del pozzo (ovvero 12.0 m) e un'area di base equivalente a quella della sezione circolare del pozzo. Lo strato di terreno equivalente è stato inoltre modellato coassiale a quello del pozzo circolare.

Di conseguenza la larghezza dello strato modellato risulta:

$$\pi\Phi^2/4 = b \times i$$

ovvero:

$$b = \pi\Phi^2/(4i) = \pi \times 10^2 / (4 \times 10.3) = 7.625 \text{ m}$$

Si riporta nello schema di Figura 13 quanto appena descritto.

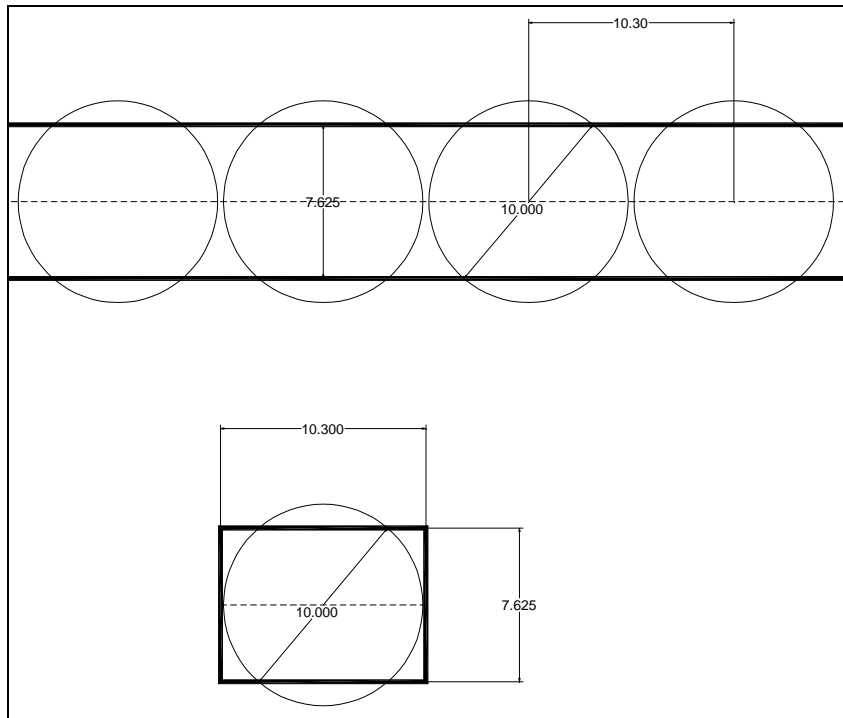
Si riporta quindi in Figura 14 il layout della sezione implementata nel modello di calcolo (sezione 4).

DESCRIZIONE	$\gamma_{\text{sat}}$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$ (°)	c' (kPa)	E (MPa)
<b>Terreno di riempimento</b>	22	30	0	30
<b>Argillite in sito (copertura esistente)</b>	22	35	0	25
<b>Bedrock (argillite+calcare)</b>	23	30	20	5000
<b>Bedrock intatto (calcare versante)</b>	23	30	100	40000

Tabella 3: Parametri geotecnici dei terreni presenti in sito e utilizzati per il riempimento

Formazione	$\gamma_{\text{sat}}$ (kN/m <sup>3</sup> )	c' (kPa)	$\phi'$ (°)	E (MPa)
Calcestruzzo ciclopico	24.0	200	45	27260

Tabella 4: Parametri geotecnici del calcestruzzo ciclopico utilizzato per la realizzazione del pozzo



**Figura 13: Schema di calcolo dei pozzi**

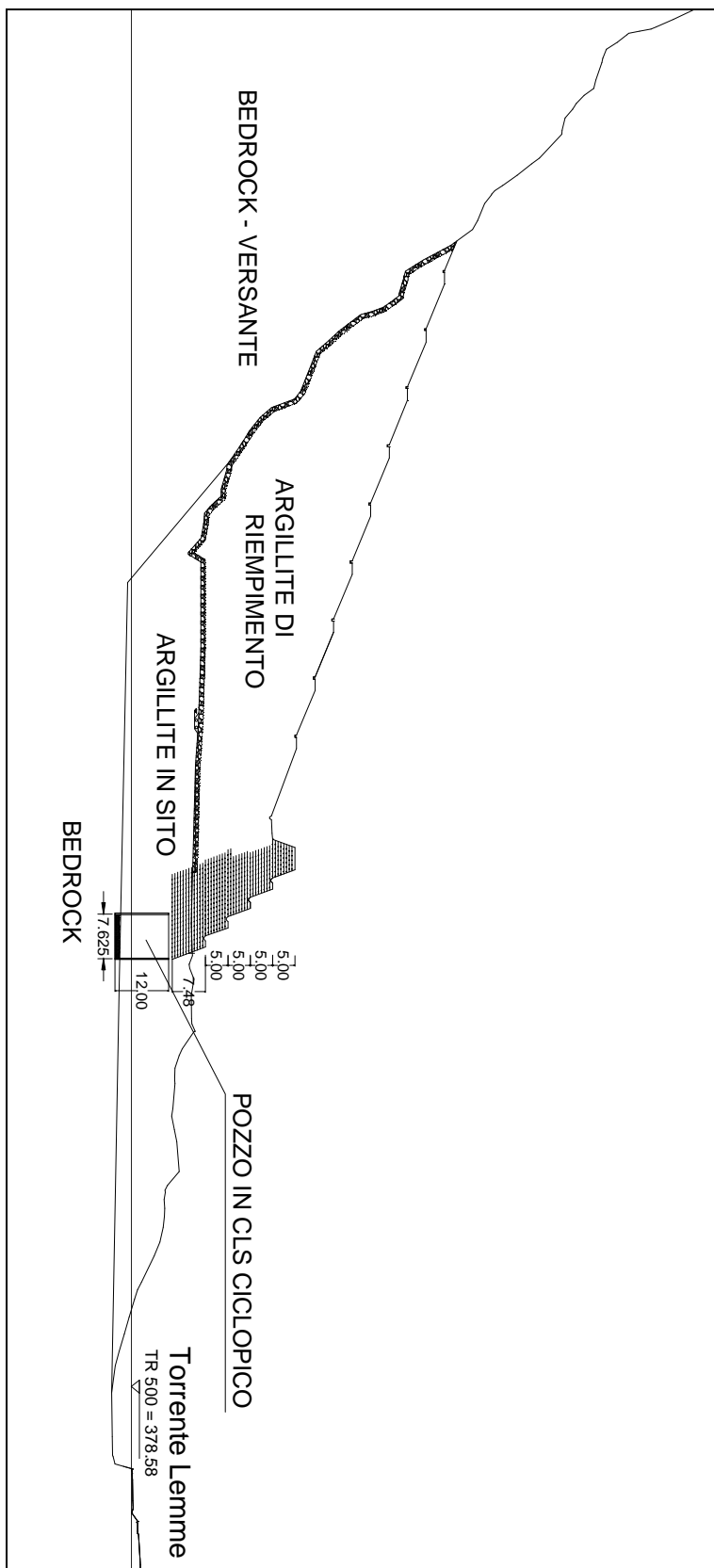


Figura 14: Sezione di calcolo (sezione 4)

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualifica Ambientale Val Lemme	Foglio 151 di 305

### 10.3.2. Programma utilizzato per il calcolo delle deformazioni (PLAXIS)

Si riportano nel seguito le caratteristiche del software di calcolo utilizzato per l'analisi automatica del comportamento deformativo dell'opera. Per simulare il comportamento del complesso terreno-struttura nel modo più realistico possibile, il dimensionamento dell'opera di sostegno è stato condotto tramite un modello di calcolo realizzato tramite il codice di calcolo PLAXIS.

PLAXIS vers. 8.2, Plaxis B.V., Delft, Olanda (FINITE ELEMENT CODE FOR SOIL AND ROCK ANALYSES) è un codice di calcolo agli elementi finiti utilizzabile per eseguire analisi di stabilità e di deformazione nell'ambito di molteplici applicazioni geotecniche. Il programma permette di simulare situazioni reali riconducibili a condizioni di deformazione piane (plain strain) o a condizioni assialsimmetriche (axisymmetric).

Nel caso specifico si è deciso di utilizzare un modello elastoplastico tipo Mohr Coulomb. Il terreno viene schematizzato mediante un insieme di elementi finiti di forma triangolare a sei o quindici nodi; in particolare, il triangolo a quindici nodi, adottato nei seguenti modelli, fornisce un'interpolazione del quarto ordine e l'integrazione numerica adopera dodici punti di Gauss.

Per modellare strutture bidimensionali con una significativa rigidità assiale e flessionale si possono utilizzare elementi lineari del tipo "beam"; è possibile inoltre inserire elementi caratterizzati da sola rigidità assiale, come geotessili e ancoraggi tra nodo e nodo.

Nel caso oggetto di studio i pali e la platea di fondazione sono stati schematizzati come elementi "beam", mentre le reti metalliche e le geogriglie costituenti i rinforzi dell'opera di sostegno in terra rinforzata sono stati modellati come elementi geotessili.

I dati principali richiesti dal programma sono:

- geometria del sistema (coordinate dei vertici di quadrilateri che vengono poi suddivisi in triangoli a 15 nodi, posizione di elementi beam, ancoraggi, geotessili, cerniere, vincoli, falda);
- caratteristiche degli elementi di terreno:
  - $W_{dry}$  = peso totale dell'unità di volume di terreno emerso;
  - $W_{wet}$  = peso totale dell'unità di volume di terreno immerso;
  - $\varphi'$  = angolo d'attrito interno;
  - $\psi$  = angolo di dilatanza;
  - $E$  = modulo di elasticità o di Young;
  - $G$  = modulo di elasticità tagliante;
  - $\nu$  = coefficiente di Poisson;
  - $c'$  = coesione.
- caratteristiche degli elementi lineari:
  - $EJ$  ed  $EA$  per gli elementi beam;
  - $EA$  per ancoraggi e geotessili.
- definizione dei sistemi di carico.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51 01 E CV CL DP04 00 002_A00.DOC Riqualifica Ambientale Val Lemme	Foglio 152 di 305

Il calcolo prevede in genere la suddivisione delle diverse fasi (corrispondenti all'applicazione di carichi, o a modifiche della configurazione geometrica per scavi o riporti, o a modifiche delle pressioni idrostatiche) in successivi "step" di calcolo, attraverso i quali è quindi possibile seguire l'evoluzione delle condizioni del terreno parallelamente alle prevedibili fasi costruttive.

Il programma è concepito in modo tale da applicare per "step" i carichi desiderati, aggiornando di volta in volta i valori delle deformazioni e delle tensioni. All'interno di ogni step di carico il programma perviene all'equilibrio attraverso una serie di iterazioni sfruttando la matrice di rigidità iniziale (metodo di Newton-Raphson modificato). Il controllo della convergenza, al termine della i-esima iterazione viene effettuato attraverso la relazione:

$$\varepsilon_i = \frac{\|P_i\|}{\|\Sigma F\|}$$

dove:

$\varepsilon_i$  = errore della i-esima iterazione;

$P_i$  = norma del vettore costituito dalle forze nodali non bilanciate;  $P_i$  può essere definito come  $\Sigma F - P$ , dove  $P$  è il vettore dei carichi nodali equivalenti al termine della i-esima iterazione (relativo allo stato tensionale ottenuto via legame costitutivo dallo stato deformativo) e  $\Sigma F$  = norma del vettore dei carichi nodali equivalenti relativo al livello finale di carico dello step in esame.

Per ciascuno step è possibile estrarre le seguenti condizioni di output:

- spostamenti in tutti i nodi del sistema,
- stato tensionale in tutti i punti di integrazione
- sollecitazioni di momento flettente, sforzo normale e taglio negli elementi beam e sforzo normale negli ancoraggi e nei geotessili.

Varie routine grafiche permettono di visualizzare velocemente gli spostamenti e lo stato tensionale in ciascuna fase.

### 10.3.3. Quota della falda

L'analisi viene svolta considerando il livello della falda a quota 378.58, ovvero pari al valore del livello di massima piena (tempo di ritorno 500 anni) del Torrente Lemme per la sezione di calcolo 4.

### 10.3.4. Sovraccarichi permanenti

L'analisi viene svolta considerando il peso dovuto al vallo parammassi di altezza pari a 5.0 m realizzato in testa alla terra rinforzata come una sovraccarico nastriforme di intensità pari a:

$$q = 22 \text{ kN/m}^3 \times 5\text{m} = 110 \text{ kPa.}$$

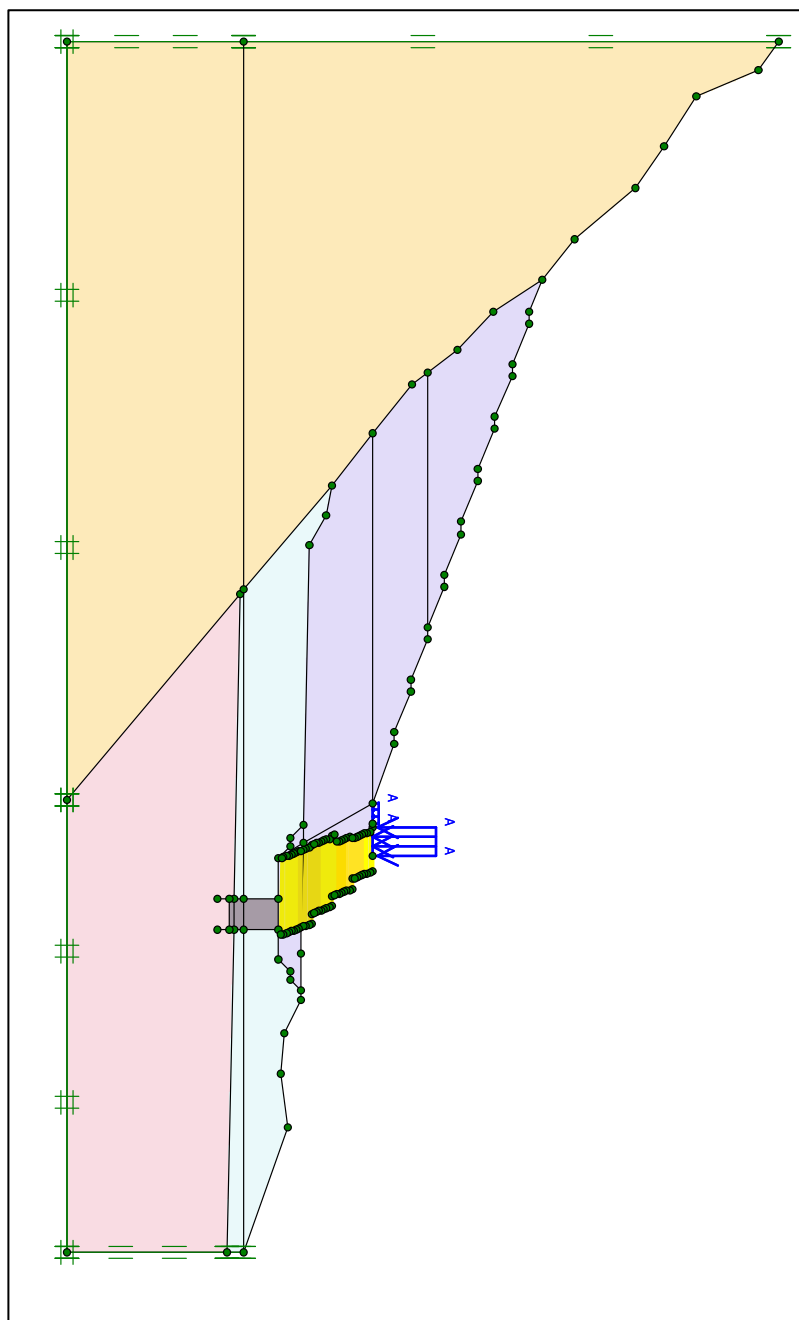


### 10.3.5. Sovraccarichi accidentali

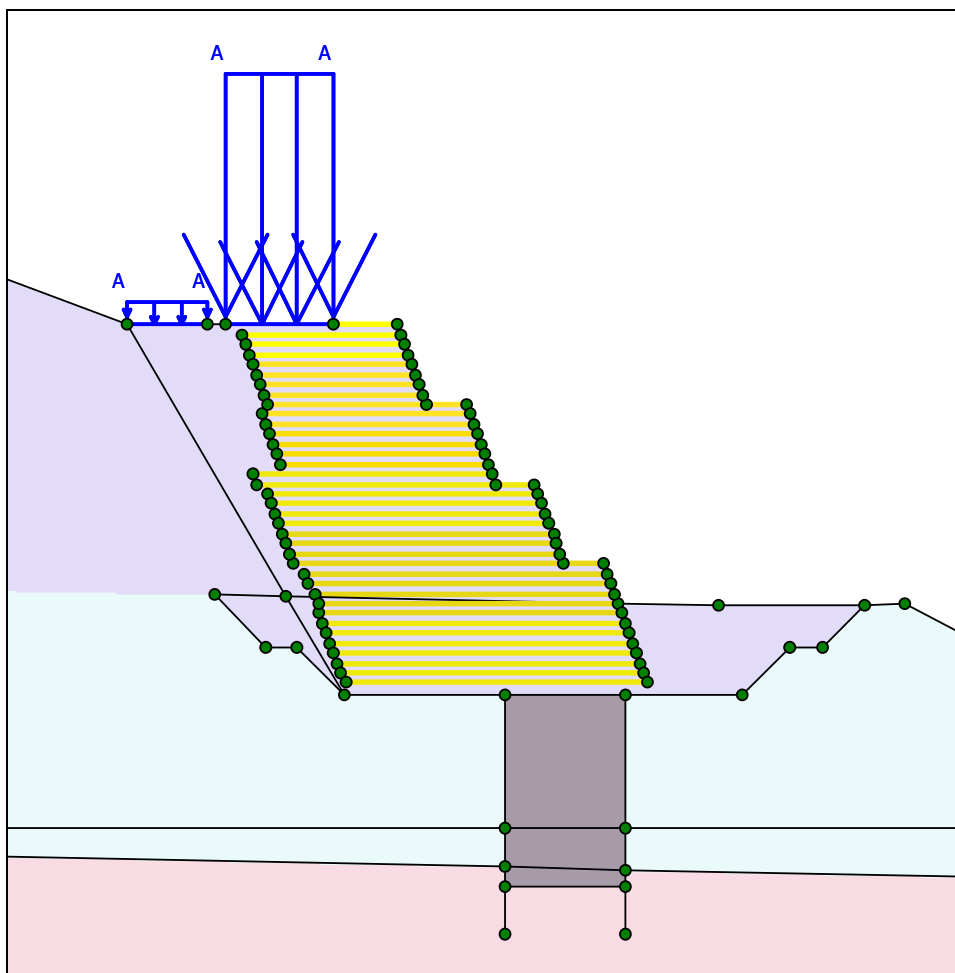
L'analisi viene svolta considerandola presenza del sovraccarico dovuto ad eventuali mezzi di lavoro pari a 10 kPa sulle banche. Tale sovraccarico può essere applicato in ciascuna delle banche del pendio. Nel modello è stato applicato immediatamente a tergo del vallo paramassi in quanto questa risulta la condizione più gravosa.

### 10.3.6. Geometria di calcolo

Si riporta nel seguito la geometria della sezione schematizzata nel modello agli elementi finiti.



Si riporta nella figura sottostante un particolare del modello di calcolo relativo all'opera in terra rinforzata con pozzo di fondazione al piede:



### 10.3.7. Elementi strutturali schematizzati nel modello

Le terre rinforzate parola sono costituite da geogriglie in poliestere rivestito in PVC. Tutti questi elementi sono stati modellati come elementi tipo 'geogrid', aventi rigidità assiale senza alcuna rigidità flessionale. Questi elementi possono sopportare solo forze di trazione e non di compressione.

L'unica proprietà di una geogriglia è quindi la sua rigidità estensionale "EA".

Si riporta di seguito il dettaglio della terra rinforzata della sezione in oggetto (Figura 15).

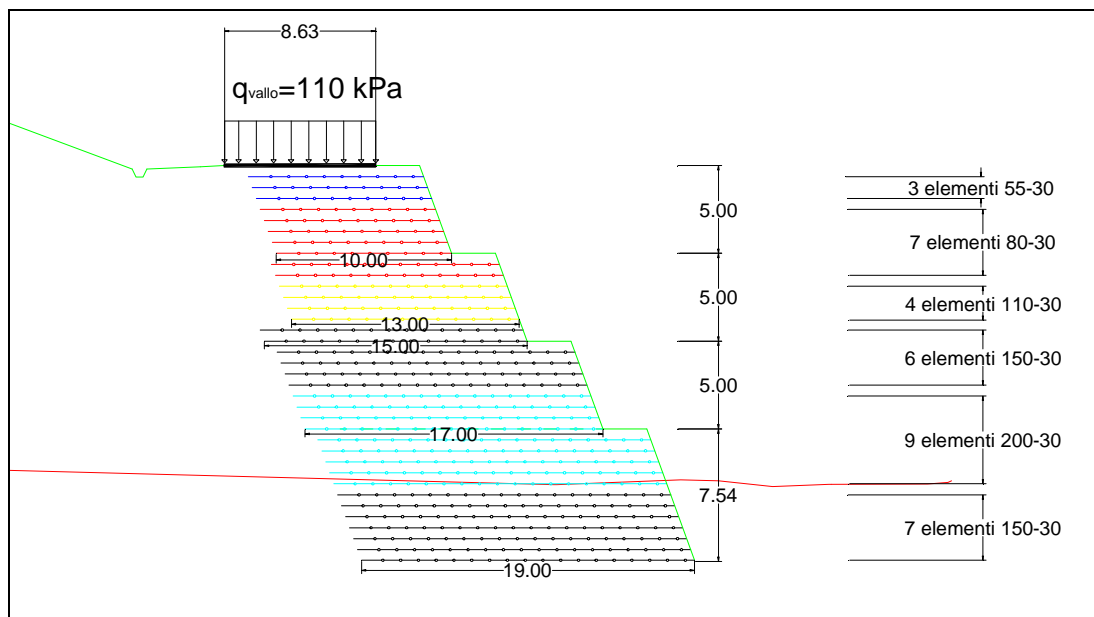


Figura 15: Schematizzazione dei rinforzi per la sezione 4

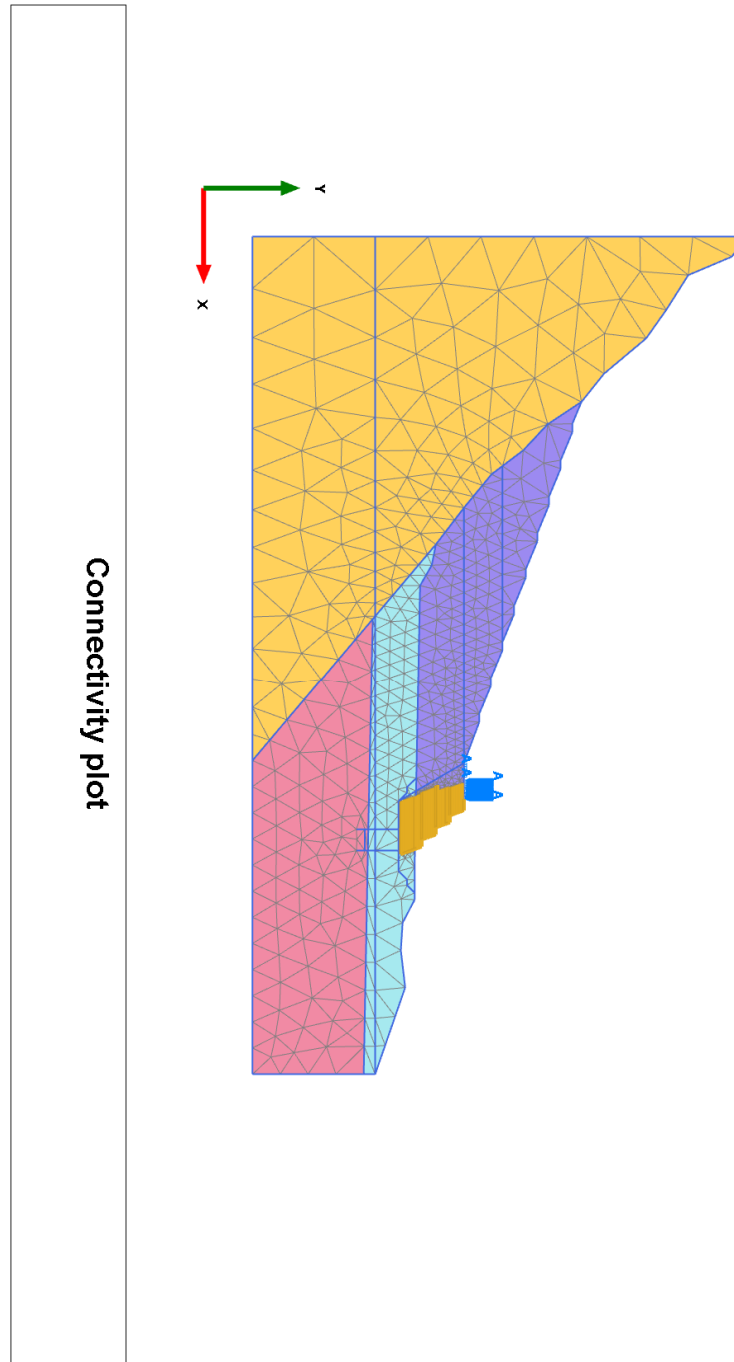
I rinforzi costituenti le terre rinforzate sono stati caratterizzati nel modello quindi come segue:

Elemento di rinforzo	EA [kN/m]
Geogriglia 55-30	600
Geogriglia 80-30	850
Geogriglia 110-30	1150
Geogriglia 150-30	1600
Geogriglia 200-30	2500

La platea di fondazione presente in testa al pozzo, non avendo funzione strutturale, non è stata presa in considerazione in quanto non significativa ai fini della deformabilità del pendio.

### 10.3.8. Discretizzazione del modello agli elementi finiti

Nella figura seguente è rappresentata la mesh costruita per il modello agli elementi finiti.

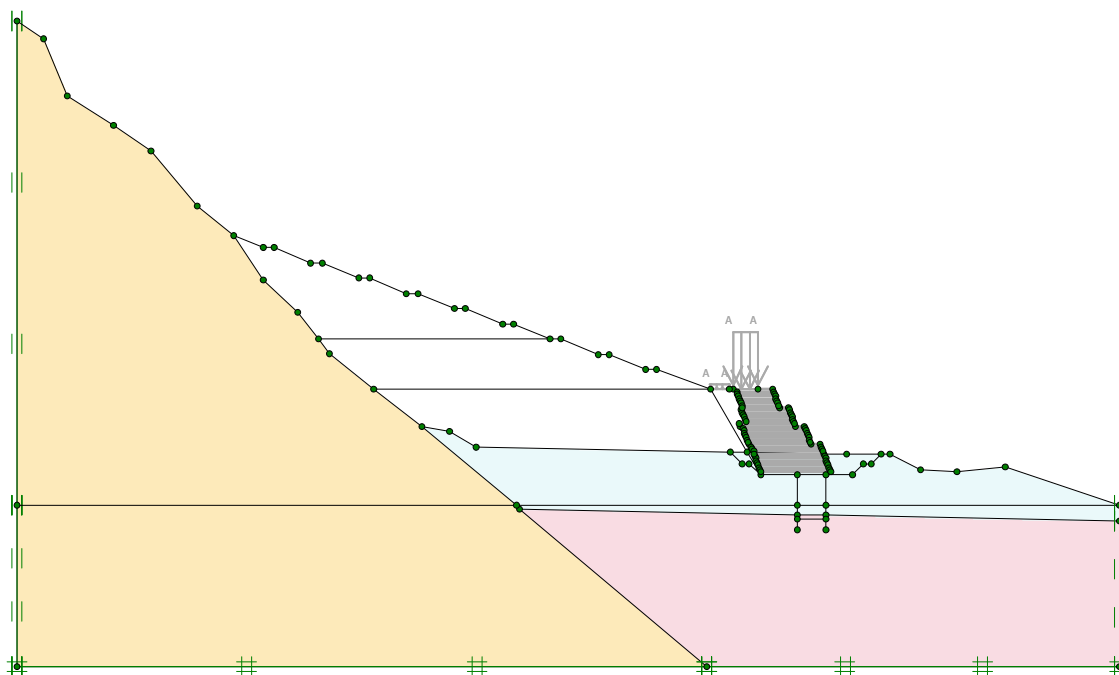


### 10.3.9. Fasi esecutive di calcolo

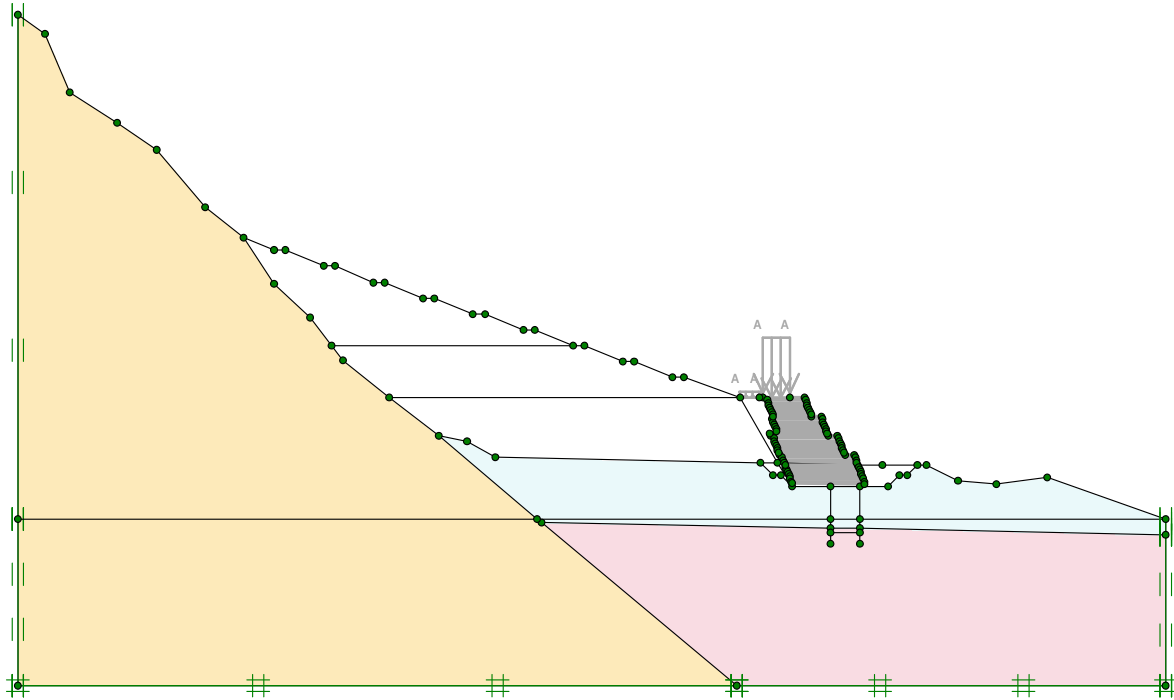
La modellazione condotta tiene conto delle condizioni iniziali del pendio e riproduce le fasi significative di costruzione previste in progetto. La modellazione per fasi è in grado di simulare il reale percorso tenso-deformativo a cui sarà soggetto il complesso struttura-terreno.

Si riportano le fasi di calcolo esaminate nel corso delle analisi.

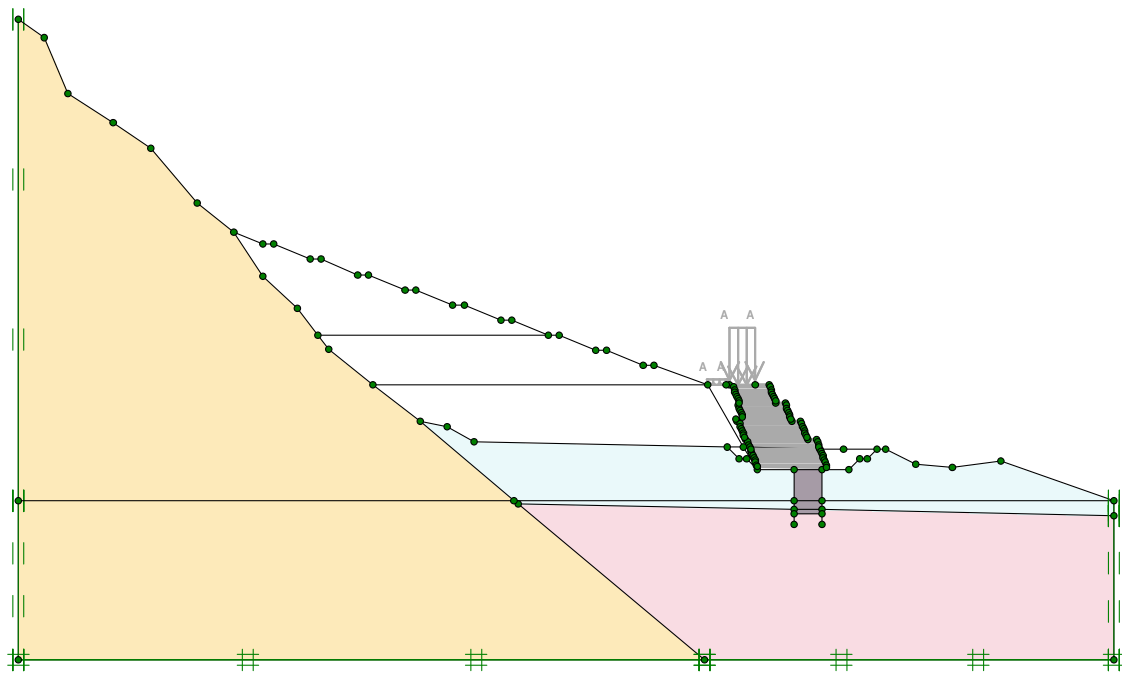
- 1) Condizione geostatica - gravity loading procedure;
- 2) Scavo per realizzazione pozzo di fondazione,
- 3) Realizzazione pozzo di fondazione,
- 4) Realizzazione della prima banca di terra rinforzata;
- 5) Ultimazione della terra rinforzata;
- 6) Realizzazione del vallo paramassi in testa alla terra rinforzata;
- 7) Realizzazione della prima porzione di pendio a monte dell'opera;
- 8) Ultimazione del pendio a monte dell'opera;
- 9) Applicazione del sovraccarico relativo ai mezzi di lavoro a tergo del vallo paramassi.



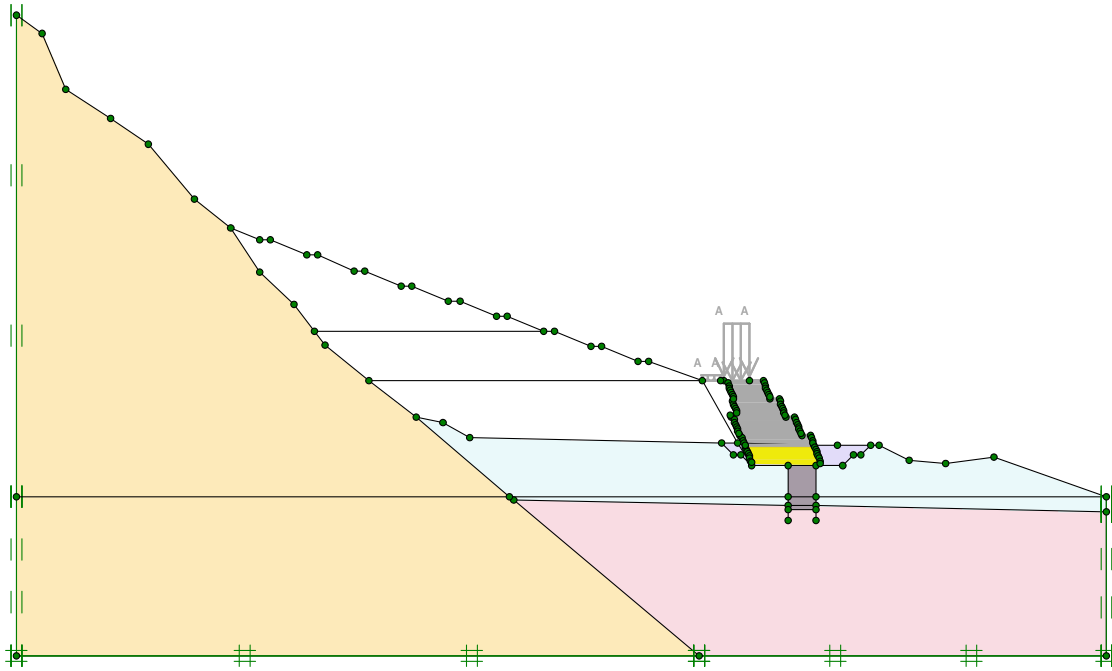
Fase 1



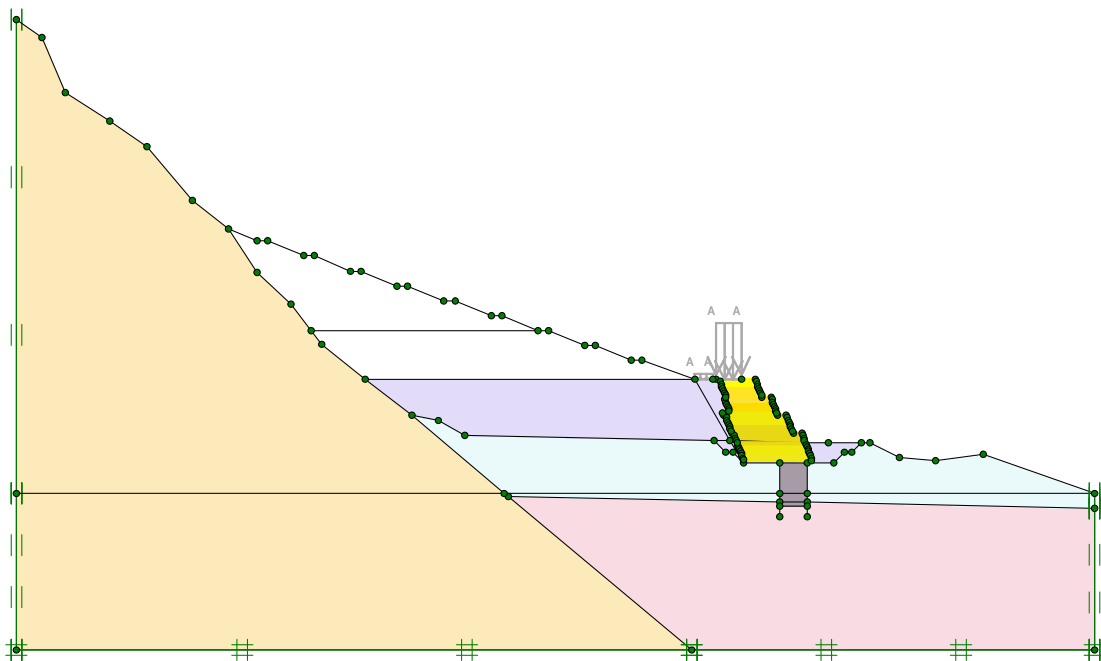
Fase 2



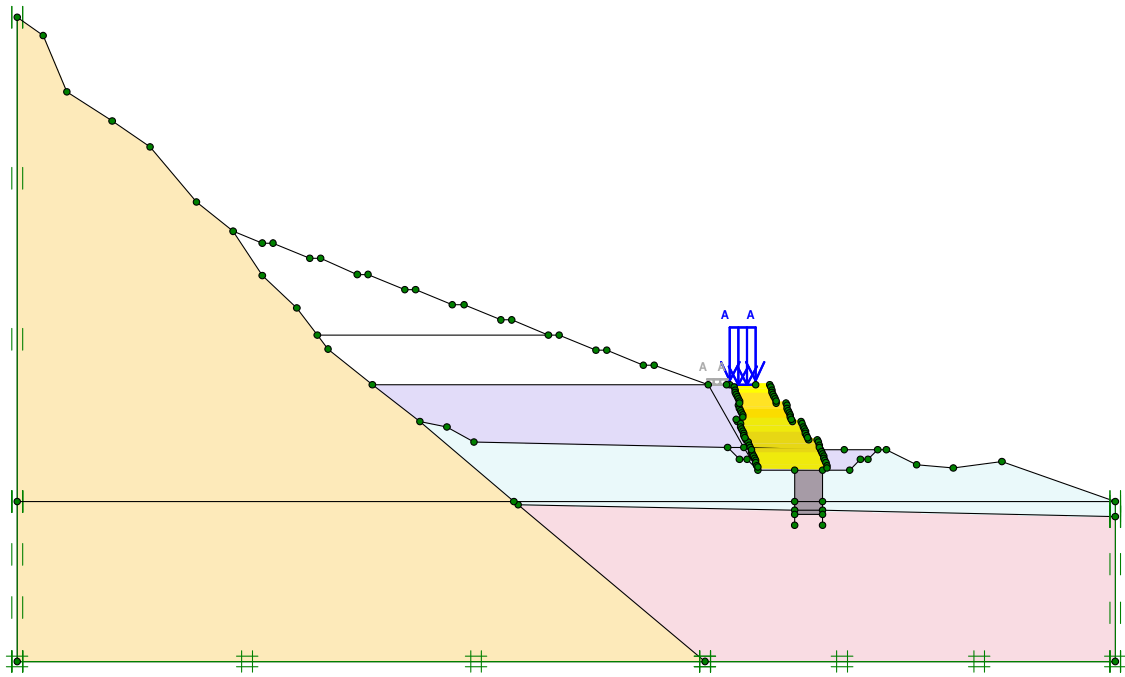
Fase 3



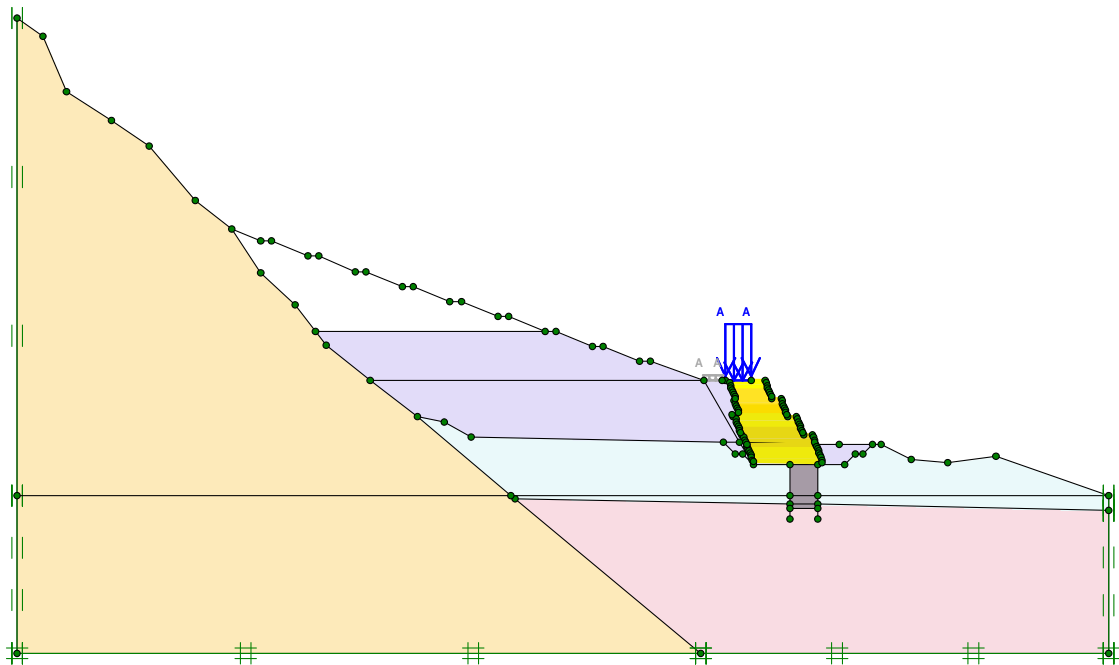
Fase 4



Fase 5

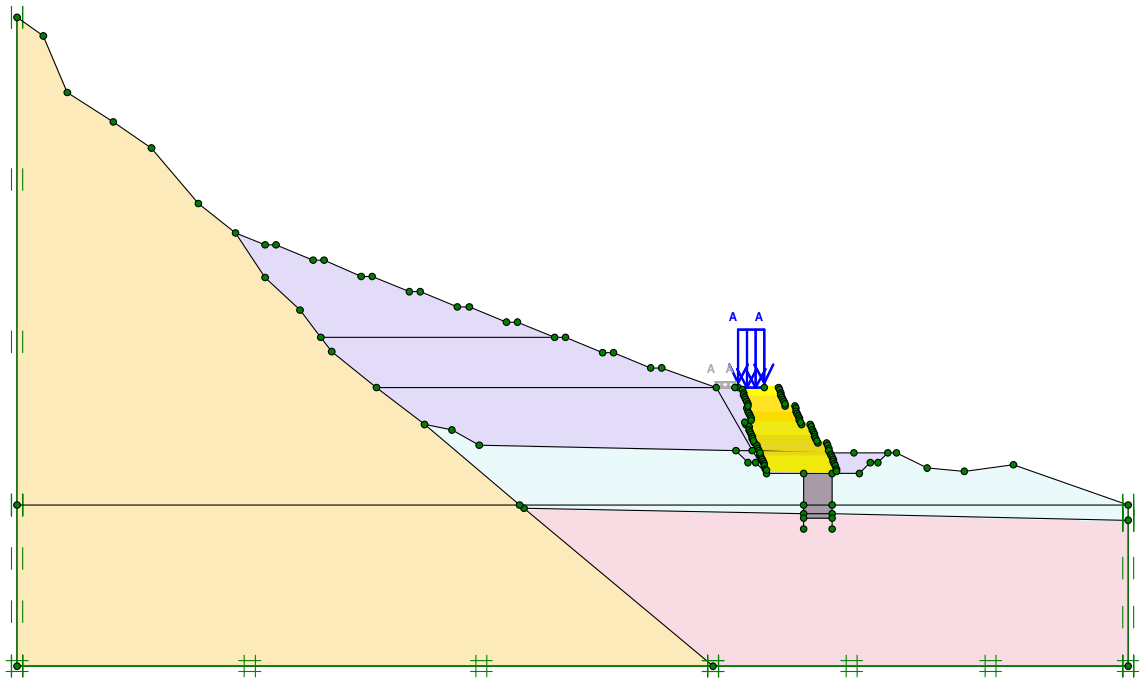


Fase 6

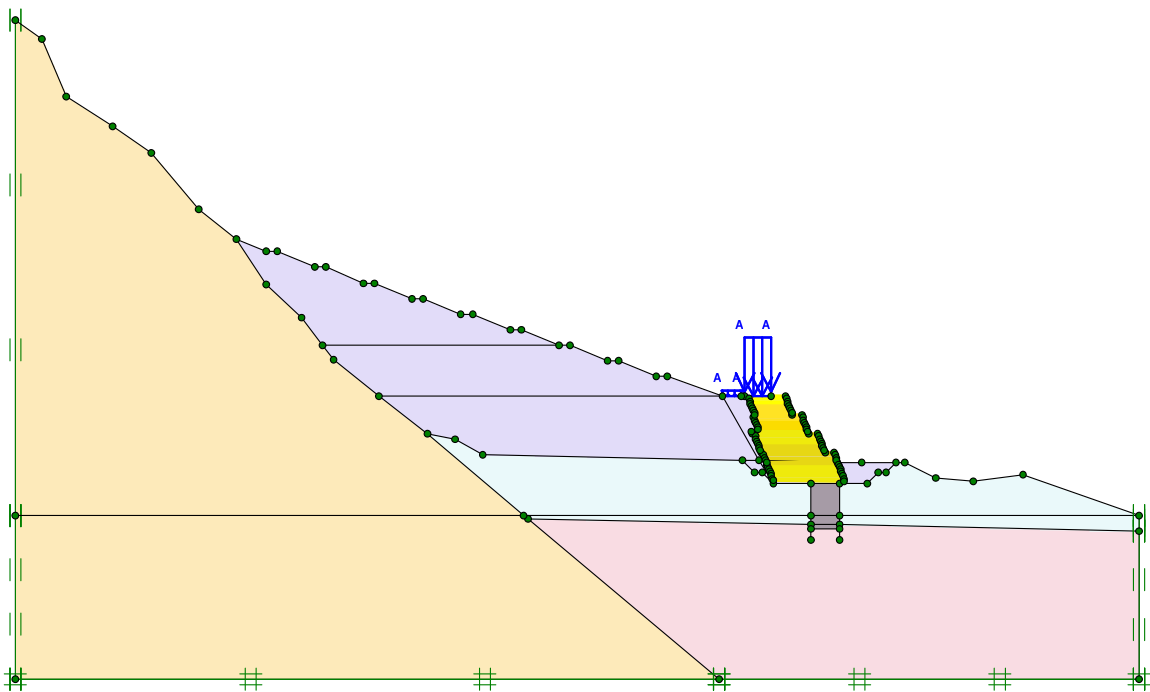


Fase 7





Fase 8



Fase 9

10.3.10. Risultati delle analisi eseguite

Si riportano di seguito i risultati in termini di spostamenti dell'analisi tenso – deformativa effettuata, in particolare per quanto riguarda la fase 8, che risulta essere la più gravosa.

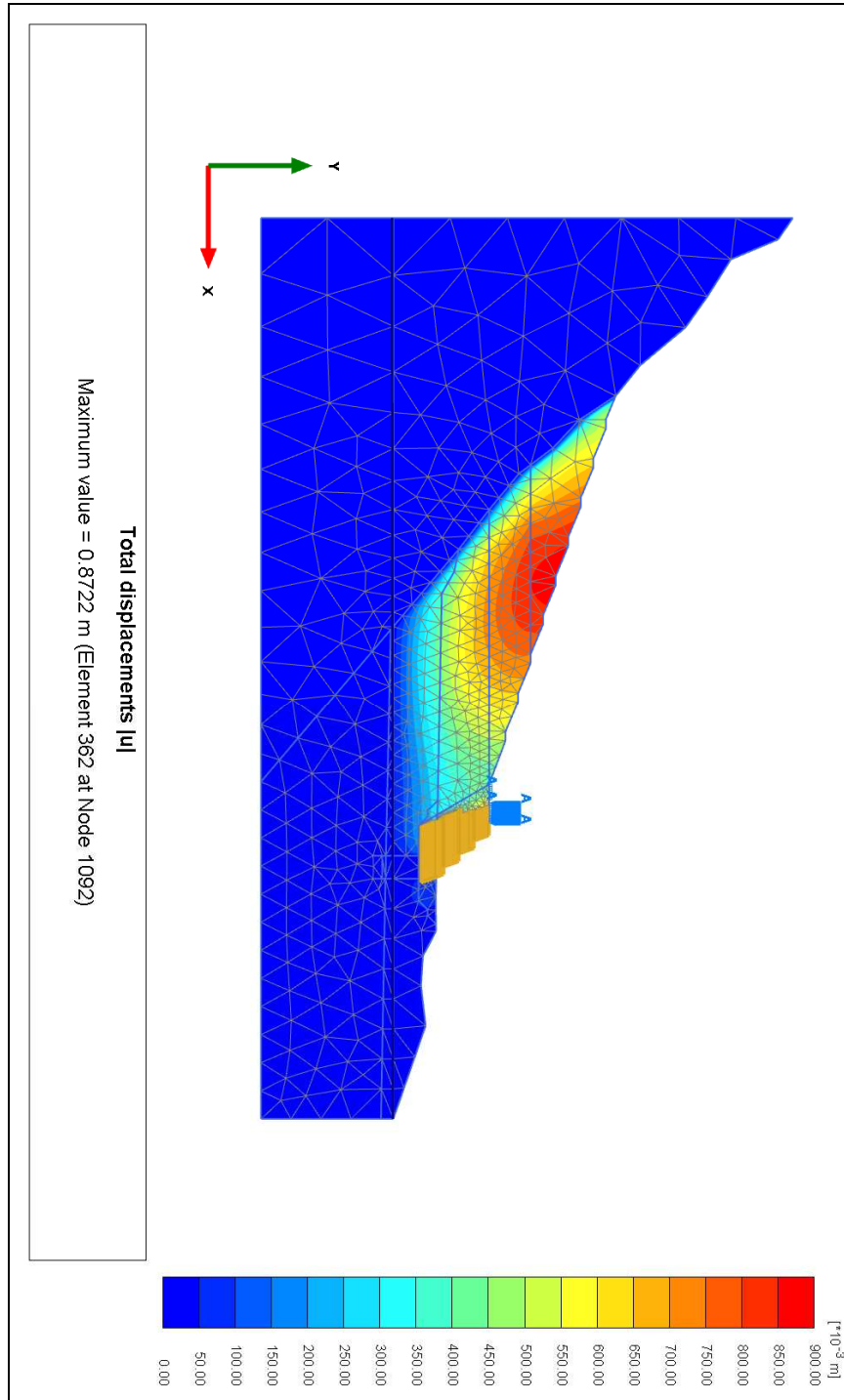


Figura 16: Spostamenti totali del rilevato

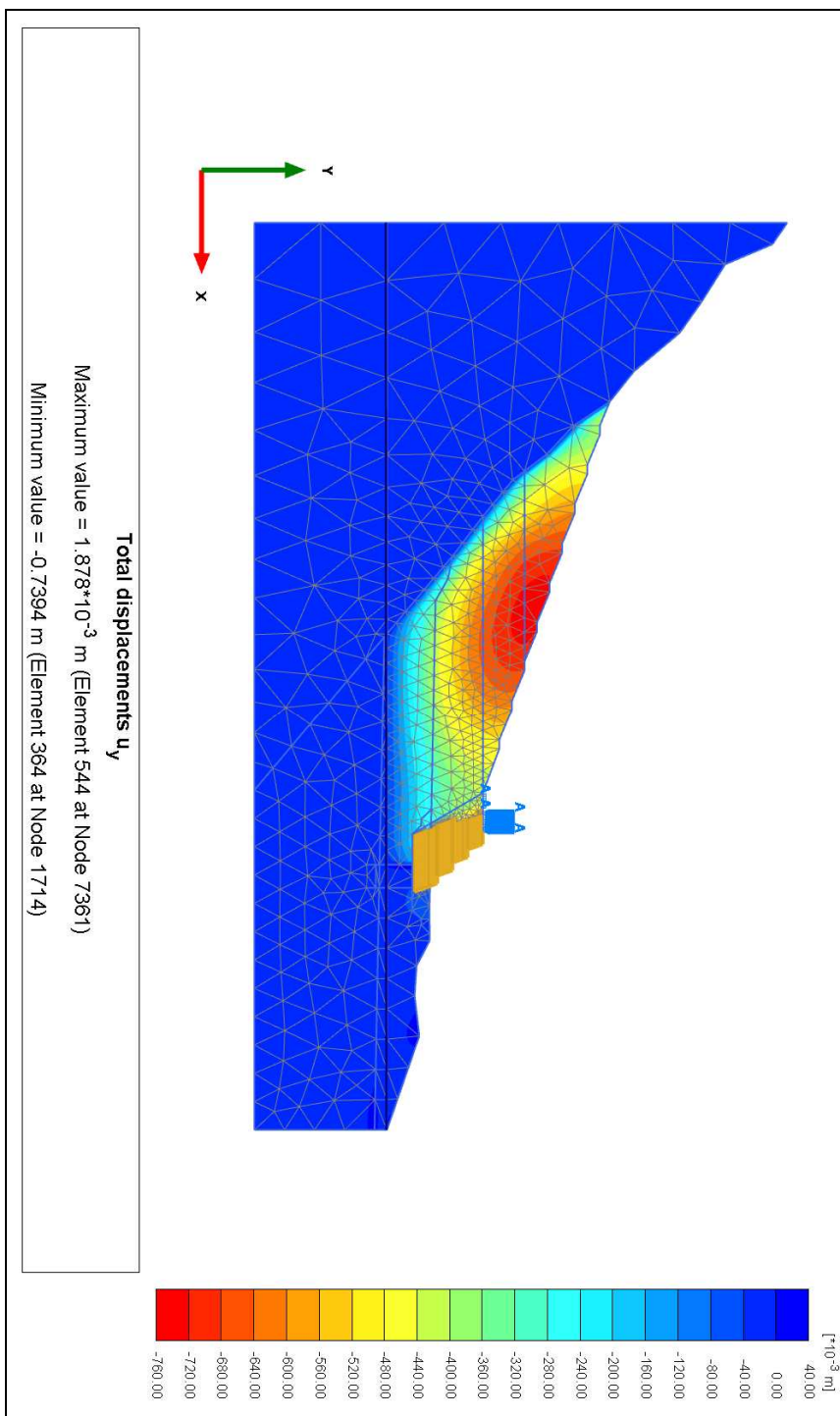
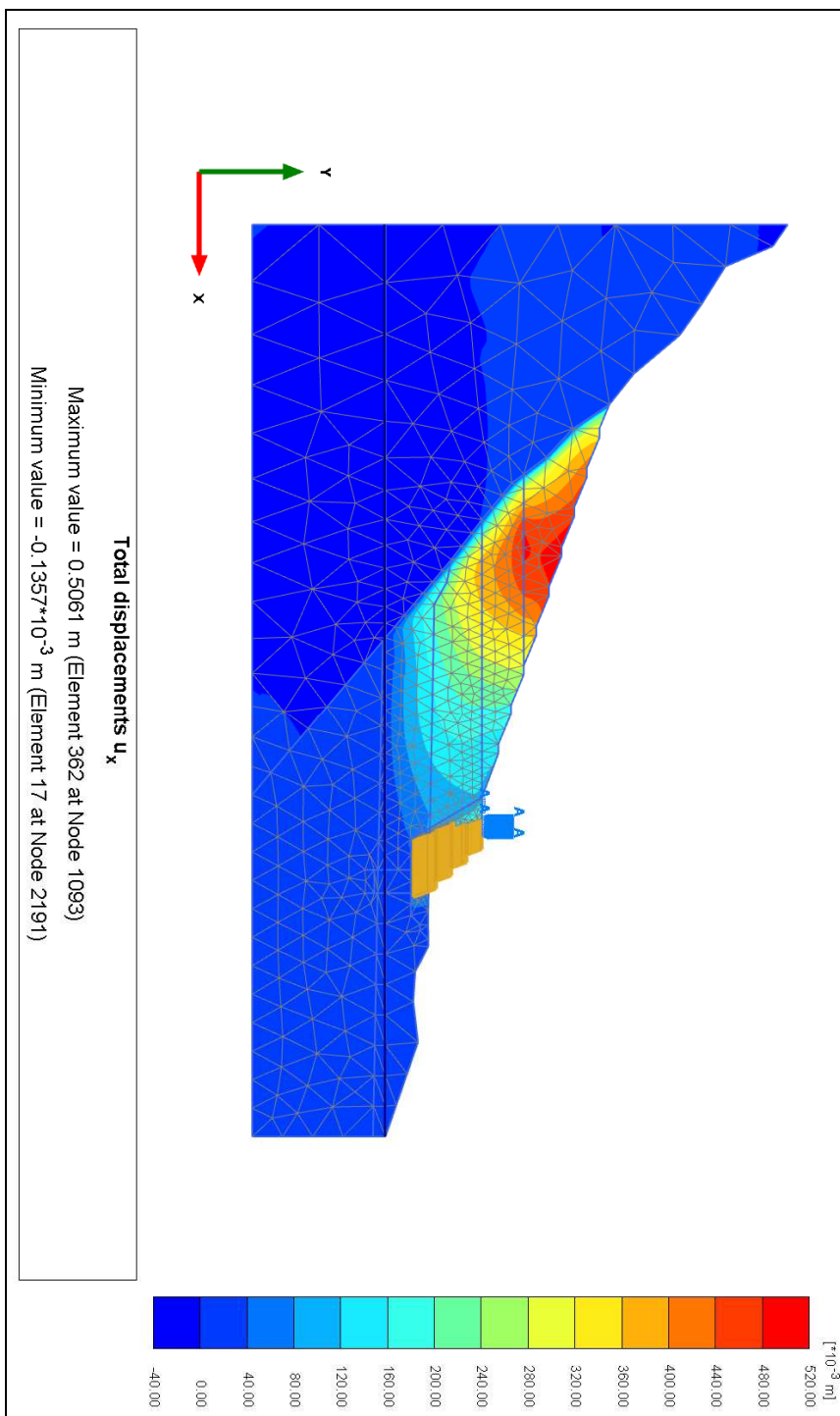


Figura 17: Spostamenti verticali del rilevato



**Figura 18: Spostamenti orizzontali del rilevato**

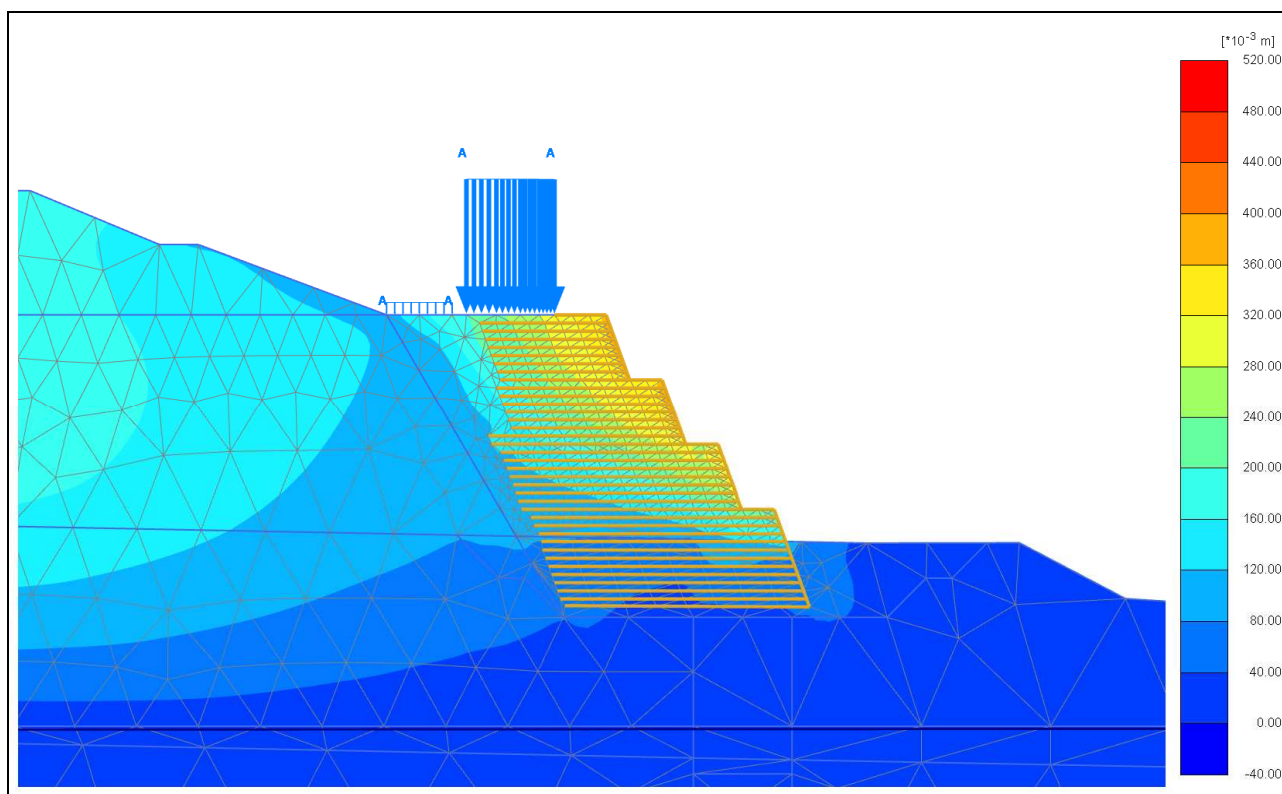
Come desumibile dalla Figura 19, gli spostamenti delle geogriglie di base sono nulli in virtù dell'elevata rigidità del pozzo di fondazione presente al di sotto di esse.

Gli spostamenti totali nel corpo del pendio sono di circa 87 cm; di questi 74 cm sono abbassamenti verticali, quindi recuperabili a termine del costipamento indotto dai mezzi di lavoro.

Si notano sia spostamenti orizzontali di circa 51 cm nel corpo del pendio e di circa 41 cm nelle zone di bordo della terra rinforzata.

I valori delle deformazioni del pendio calcolati sono da intendersi come cautelativi in quanto l'analisi è stata condotta con valori di resistenza e deformabilità del materiale di riempimento modesti.

Ciò detto l'analisi effettuata mostra una sostanziale stabilità del pendio e una piena efficacia dei pozzi di fondazione in relazione sia alla stabilità del versante che alla deformabilità dell'opera in terra rinforzata.



**Figura 19: Spostamenti orizzontali del paramento della terra rinforzata**

# ALLEGATO 1

Tabulati dimensionamento  
opere provvisoriale  
(output del software PARATIE)

Sezione tipo A

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano  
22 OTTOBRE 2012 10:42:53  
History 0 - DH12

PAG. 1

```
*****  
**  
**          P A R A T I E          **  
**  
**          RELEASE 7.00  VERSIONE WIN  **  
**  
** Ce.A.S. s.r.l. - Viale Giustiniano, 10  **  
**                20129 MILANO          **  
**  
*****
```

ELENCO DEI DATI DI INPUT(PARAGEN)

Per il significato dei vari comandi  
si faccia riferimento al manuale di  
input PARAGEN, versione 7.00.

N. comando  
1: \* Paratie for Windows version 7.0  
2: \* Filename=  
 <c:\pi-progetti\cvc\lavoro\oopp\_micropali\sezione\_4\_3centine\_hist00.  
3: \* project with "run time" parameters  
4: \* Force=kN Lenght=m  
5: \*  
6: units m kN  
7: title History 0 - DH12  
8: delta 0.2  
9: option param itemax 20  
10: option noprint echo  
11: option noprint displ  
12: option noprint react  
13: option noprint stresses  
14: wall RightWall 0 -15 0  
15: \*  
16: soil DHRight RightWall -15 0 2 180  
17: soil UHRight RightWall -15 0 1 0  
18: \*  
19: prescribe RightWall -0.5 1 0 REL 3 8  
20: prescribe RightWall -5.5 1 0 REL 5 8  
21: prescribe RightWall -10.2 1 0 REL 7 8  
22: \*  
23: material ACCIAIO 2.1E+008  
24: \*  
25: beam RWall RightWall -15 0 ACCIAIO 0.106882 00 00  
26: \*  
27: \* Soil Profile  
28: \*  
29: ldata Argillite 0  
30: weight 22 12 10  
31: atrest 0.426424 0 1  
32: resistance 0 35 0.224 6.199  
33: young 25000 37500  
34: endlayer  
35: ldata Bedrock -10.5  
36: weight 23 13 10  
37: atrest 0.5 0 1  
38: resistance 20 30 0.279 4.443

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano  
22 OTTOBRE 2012 10:42:53

PAG. 3

History 0 - DH12

N. comando

```
39:      young      50000 75000
40:      endlayer
41: *
42: step 1 : GEOSTATICA
43:      setwall RightWall
44:      geom 0 0
45:      water -8.3 0
46:      surcharge 10 0 0 0
47:      add RWall
48: endstep
49: *
50: step 2 : SCAVO PER CENTINA
51:      setwall RightWall
52:      geom 0 -1
53: endstep
54: *
55: step 3 : PRIMA CENTINA
56:      setwall RightWall
57: endstep
58: *
59: step 4 : SCAVO PER SECONDA CENTINA
60:      setwall RightWall
61:      geom 0 -6
62: endstep
63: *
64: step 5 : SECONDA CENTINA
65:      setwall RightWall
66: endstep
67: *
68: step 6 : SCAVO PER TERZA CENTINA
69:      setwall RightWall
70:      geom 0 -10.7
71:      water -10.7 0
72: endstep
73: *
74: step 7 : TERZA CENTINA
75:      setwall RightWall
76: endstep
77: *
78: step 8 : FONDO SCAVO
79:      setwall RightWall
80:      geom 0 -12
81:      water -12 0
82: endstep
83: *
84: *
```



RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 1

LAYER Argillite			
natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		
quota superiore	= 0.0000	m	
quota inferiore	= -10.500	m	
peso fuori falda	= 22.000	kN/m <sup>3</sup>	
peso efficace in falda	= 12.000	kN/m <sup>3</sup>	
peso dell'acqua	= 10.000	kN/m <sup>3</sup>	
angolo di attrito	= 35.000	DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.22400		(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	= 6.1990		(A MONTE)
Konc normal consolidato	= 0.42642		
OCR: grado di sovraconsolidazione	= 1.0000		
modello di rigidezza	= 1.0000		
modulo el. compr. vergine	= 25000.	kPa	
modulo el. scarico/ricarico	= 37500.	kPa	
natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		(A VALLE)
angolo di attrito	= 35.000	DEG	(A VALLE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.22400		(A VALLE)
coeff. spinta passiva kp	= 6.1990		(A VALLE)
LAYER Bedrock			
natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		
quota superiore	= -10.500	m	
quota inferiore	= -0.10000E+31	m	
peso fuori falda	= 23.000	kN/m <sup>3</sup>	
peso efficace in falda	= 13.000	kN/m <sup>3</sup>	
peso dell'acqua	= 10.000	kN/m <sup>3</sup>	
coesione	= 20.000	kPa	(A MONTE)
angolo di attrito	= 30.000	DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.27900		(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	= 4.4430		(A MONTE)
Konc normal consolidato	= 0.50000		
OCR: grado di sovraconsolidazione	= 1.0000		
modello di rigidezza	= 1.0000		
modulo el. compr. vergine	= 50000.	kPa	
modulo el. scarico/ricarico	= 75000.	kPa	
natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		(A VALLE)
coesione	= 20.000	kPa	(A VALLE)
angolo di attrito	= 30.000	DEG	(A VALLE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.27900		(A VALLE)
coeff. spinta passiva kp	= 4.4430		(A VALLE)

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 2  
(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)  
NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 3  
(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)  
NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 4  
(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)  
NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 5  
(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)  
NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 6  
(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)  
NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 7  
(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)  
NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 8  
(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)  
NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 1

WALL RightWall

coordinata y	=	0.0000	m
quota piano campagna	=	0.0000	m
quota del fondo scavo	=	0.0000	m
quota della falda	=	-8.3000	m
sovraccarico a monte	=	10.000	kPa
quota del sovraccarico a monte	=	0.0000	m
depressione falda a valle	=	0.0000	m
sovraccarico a valle	=	0.0000	kPa
quota del sovraccarico a valle	=	0.0000	m
quota di taglio	=	0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	=	-15.000	m
indicatore comportamento acqua	=	0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	=	0.0000	(1=NO UPD)
accelerazione sismica orizz.	=	0.0000	[g]
accel. sismica vert. a monte	=	0.0000	[g]
accel. sismica vert. a valle	=	0.0000	[g]
angolo beta a monte	=	0.0000	[°]
delta/phi a monte	=	0.0000	
angolo beta a valle	=	0.0000	[°]
delta/phi a valle	=	0.0000	
opzione dyn. acqua	=	0.0000	(1=pervious)
rapporto pressioni in eccesso Ru	=	0.0000	
Wood bottom pressure	=	0.0000	kPa
Wood top pressure	=	0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	=	0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	=	0.0000	m

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 2

WALL RightWall

coordinata y	=	0.0000	m
quota piano campagna	=	0.0000	m
quota del fondo scavo	=	-1.0000	m
quota della falda	=	-8.3000	m
sovraccarico a monte	=	10.000	kPa
quota del sovraccarico a monte	=	0.0000	m
depressione falda a valle	=	0.0000	m
sovraccarico a valle	=	0.0000	kPa
quota del sovraccarico a valle	=	0.0000	m
quota di taglio	=	0.0000	m

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 2

quota di equil. pressioni dell'acqua	= -15.000	m
indicatore comportamento acqua	= 0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	= 0.0000	(1=NO UPD)
accelerazione sismica orizz.	= 0.0000	[g]
accel. sismica vert. a monte	= 0.0000	[g]
accel. sismica vert. a valle	= 0.0000	[g]
angolo beta a monte	= 0.0000	[°]
delta/phi a monte	= 0.0000	
angolo beta a valle	= 0.0000	[°]
delta/phi a valle	= 0.0000	
opzione dyn. acqua	= 0.0000	(1=pervious)
rapporto pressioni in eccesso Ru	= 0.0000	
Wood bottom pressure	= 0.0000	kPa
Wood top pressure	= 0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	= 0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	= 0.0000	m

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 3

WALL RightWall

coordinata y	= 0.0000	m
quota piano campagna	= 0.0000	m
quota del fondo scavo	= -1.0000	m
quota della falda	= -8.3000	m
sovraccarico a monte	= 10.000	kPa
quota del sovraccarico a monte	= 0.0000	m
depressione falda a valle	= 0.0000	m
sovraccarico a valle	= 0.0000	kPa
quota del sovraccarico a valle	= 0.0000	m
quota di taglio	= 0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	= -15.000	m
indicatore comportamento acqua	= 0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	= 0.0000	(1=NO UPD)
accelerazione sismica orizz.	= 0.0000	[g]
accel. sismica vert. a monte	= 0.0000	[g]
accel. sismica vert. a valle	= 0.0000	[g]
angolo beta a monte	= 0.0000	[°]
delta/phi a monte	= 0.0000	
angolo beta a valle	= 0.0000	[°]
delta/phi a valle	= 0.0000	
opzione dyn. acqua	= 0.0000	(1=pervious)
rapporto pressioni in eccesso Ru	= 0.0000	
Wood bottom pressure	= 0.0000	kPa
Wood top pressure	= 0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	= 0.0000	kPa

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 3

Wood top pressure elev. = 0.0000 m

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 4

WALL RightWall

coordinata y = 0.0000 m  
quota piano campagna = 0.0000 m  
quota del fondo scavo = -6.0000 m  
quota della falda = -8.3000 m  
sovraccarico a monte = 10.000 kPa  
quota del sovraccarico a monte = 0.0000 m  
depressione falda a valle = 0.0000 m  
sovraccarico a valle = 0.0000 kPa  
quota del sovraccarico a valle = 0.0000 m  
quota di taglio = 0.0000 m  
quota di equil. pressioni dell'acqua = -15.000 m  
indicatore comportamento acqua = 0.0000 (1=REMOVE)  
opzione aggiornamento pressioni acqua = 0.0000 (1=NO UPD)  
accelerazione sismica orizz. = 0.0000 [g]  
accel. sismica vert. a monte = 0.0000 [g]  
accel. sismica vert. a valle = 0.0000 [g]  
angolo beta a monte = 0.0000 [°]  
delta/phi a monte = 0.0000  
angolo beta a valle = 0.0000 [°]  
delta/phi a valle = 0.0000  
opzione dyn. acqua = 0.0000 (1=pervious)  
rapporto pressioni in eccesso Ru = 0.0000  
Wood bottom pressure = 0.0000 kPa  
Wood top pressure = 0.0000 m  
Wood bottom pressure elev. = 0.0000 kPa  
Wood top pressure elev. = 0.0000 m

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 5

WALL RightWall

coordinata y = 0.0000 m  
quota piano campagna = 0.0000 m  
quota del fondo scavo = -6.0000 m  
quota della falda = -8.3000 m  
sovraccarico a monte = 10.000 kPa  
quota del sovraccarico a monte = 0.0000 m  
depressione falda a valle = 0.0000 m  
sovraccarico a valle = 0.0000 kPa  
quota del sovraccarico a valle = 0.0000 m

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 5

quota di taglio	= 0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	= -15.000	m
indicatore comportamento acqua	= 0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	= 0.0000	(1=NO UPD)
accelerazione sismica orizz.	= 0.0000	[g]
accel. sismica vert. a monte	= 0.0000	[g]
accel. sismica vert. a valle	= 0.0000	[g]
angolo beta a monte	= 0.0000	[°]
delta/phi a monte	= 0.0000	
angolo beta a valle	= 0.0000	[°]
delta/phi a valle	= 0.0000	
opzione dyn. acqua	= 0.0000	(1=pervious)
rapporto pressioni in eccesso Ru	= 0.0000	
Wood bottom pressure	= 0.0000	kPa
Wood top pressure	= 0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	= 0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	= 0.0000	m

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 6

WALL RightWall

coordinata y	= 0.0000	m
quota piano campagna	= 0.0000	m
quota del fondo scavo	= -10.700	m
quota della falda	= -10.700	m
sovraccarico a monte	= 10.000	kPa
quota del sovraccarico a monte	= 0.0000	m
depressione falda a valle	= 0.0000	m
sovraccarico a valle	= 0.0000	kPa
quota del sovraccarico a valle	= 0.0000	m
quota di taglio	= 0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	= -15.000	m
indicatore comportamento acqua	= 0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	= 0.0000	(1=NO UPD)
accelerazione sismica orizz.	= 0.0000	[g]
accel. sismica vert. a monte	= 0.0000	[g]
accel. sismica vert. a valle	= 0.0000	[g]
angolo beta a monte	= 0.0000	[°]
delta/phi a monte	= 0.0000	
angolo beta a valle	= 0.0000	[°]
delta/phi a valle	= 0.0000	
opzione dyn. acqua	= 0.0000	(1=pervious)
rapporto pressioni in eccesso Ru	= 0.0000	
Wood bottom pressure	= 0.0000	kPa
Wood top pressure	= 0.0000	m

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 6

Wood bottom pressure elev. = 0.0000 kPa  
Wood top pressure elev. = 0.0000 m

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 7

WALL RightWall

coordinata y = 0.0000 m  
quota piano campagna = 0.0000 m  
quota del fondo scavo = -10.700 m  
quota della falda = -10.700 m  
sovraccarico a monte = 10.000 kPa  
quota del sovraccarico a monte = 0.0000 m  
depressione falda a valle = 0.0000 m  
sovraccarico a valle = 0.0000 kPa  
quota del sovraccarico a valle = 0.0000 m  
quota di taglio = 0.0000 m  
quota di equil. pressioni dell'acqua = -15.000 m  
indicatore comportamento acqua = 0.0000 (1=REMOVE)  
opzione aggiornamento pressioni acqua = 0.0000 (1=NO UPD)  
accelerazione sismica orizz. = 0.0000 [g]  
accel. sismica vert. a monte = 0.0000 [g]  
accel. sismica vert. a valle = 0.0000 [g]  
angolo beta a monte = 0.0000 [°]  
delta/phi a monte = 0.0000  
angolo beta a valle = 0.0000 [°]  
delta/phi a valle = 0.0000  
opzione dyn. acqua = 0.0000 (1=pervious)  
rapporto pressioni in eccesso Ru = 0.0000  
Wood bottom pressure = 0.0000 kPa  
Wood top pressure = 0.0000 m  
Wood bottom pressure elev. = 0.0000 kPa  
Wood top pressure elev. = 0.0000 m

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 8

WALL RightWall

coordinata y = 0.0000 m  
quota piano campagna = 0.0000 m  
quota del fondo scavo = -12.000 m  
quota della falda = -12.000 m  
sovraccarico a monte = 10.000 kPa  
quota del sovraccarico a monte = 0.0000 m  
depressione falda a valle = 0.0000 m  
sovraccarico a valle = 0.0000 kPa

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 8

quota del sovraccarico a valle	=	0.0000	m
quota di taglio	=	0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	=	-15.0000	m
indicatore comportamento acqua	=	0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	=	0.0000	(1=NO UPD)
accelerazione sismica orizz.	=	0.0000	[g]
accel. sismica vert. a monte	=	0.0000	[g]
accel. sismica vert. a valle	=	0.0000	[g]
angolo beta a monte	=	0.0000	[°]
delta/phi a monte	=	0.0000	
angolo beta a valle	=	0.0000	[°]
delta/phi a valle	=	0.0000	
opzione dyn. acqua	=	0.0000	(1=pervious)
rapporto pressioni in eccesso Ru	=	0.0000	
Wood bottom pressure	=	0.0000	kPa
Wood top pressure	=	0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	=	0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	=	0.0000	m



RIASSUNTO ELEMENTI  
 =====

RIASSUNTO ELEMENTI SOIL						
Name	Wall	Z1	Z2	Flag	Angle	
		m	m		deg	
DHRight	RightWall	0.	-15.00	DOWNHILL	180.0	
UHRight	RightWall	0.	-15.00	UPHILL	0.	

RIASSUNTO ELEMENTI BEAM						
Name	Wall	Z1	Z2	Mat	thick	
		m	m		m	
RWall	RightWall	0.	-15.00	_	0.1069	

RIASSUNTO DATI VARI  
 =====

MATERIALI	
Name	YOUNG MODULUS
	kPa
ACCI	2.1E+008

SPOSTAMENTI IMPRESSI							
Wall	Zeta	Dir.	type	value	units	from	to
						step	step
Righ	-0.5	ydispl	REL	0	m	3	8
Righ	-5.5	ydispl	REL	0	m	5	8
Righ	-10.2	ydispl	REL	0	m	7	8

RIASSUNTO ANALISI INCREMENTALE

FASE	N. DI ITERAZIONI	CONVERGENZA
1	3	SI
2	5	SI
3	2	SI
4	5	SI
5	2	SI
6	6	SI
7	2	SI
8	4	SI

MASSIMI SPOSTAMENTI LATERALI

\*TUTTI I PASSI\*

\* PARETE RightWall\*

\* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI \*

\* NOTA: LE QUOTE ESPRESSE IN m  
E GLI SPOSTAMENTI IN m

NODO	QUOTA ZETA	SPOSTAMENTO MASSIMO	FASE	PARETE RightWall
1	0.0000	-0.41453E-02	5	
2	-0.20000	-0.21260E-02	5	
3	-0.40000	0.94829E-03	3	
4	-0.50000	0.90686E-03	8	
5	-0.70000	0.29324E-02	5	
6	-0.90000	0.49478E-02	5	
7	-1.1000	0.69369E-02	5	
8	-1.3000	0.88844E-02	5	
9	-1.5000	0.10775E-01	5	
10	-1.7000	0.12595E-01	5	
11	-1.9000	0.14331E-01	5	
12	-2.1000	0.15970E-01	5	
13	-2.3000	0.17499E-01	5	
14	-2.5000	0.18909E-01	5	
15	-2.7000	0.20188E-01	5	
16	-2.9000	0.21329E-01	5	
17	-3.1000	0.22324E-01	5	
18	-3.3000	0.23166E-01	5	
19	-3.5000	0.23849E-01	5	
20	-3.7000	0.24371E-01	5	
21	-3.9000	0.24730E-01	5	
22	-4.1000	0.24923E-01	5	
23	-4.3000	0.24953E-01	5	
24	-4.5000	0.24821E-01	5	
25	-4.7000	0.24533E-01	5	
26	-4.9000	0.24094E-01	5	
27	-5.1000	0.23511E-01	5	
28	-5.3000	0.22797E-01	5	
29	-5.5000	0.21961E-01	8	
30	-5.7000	0.22580E-01	7	
31	-5.9000	0.23344E-01	7	
32	-6.1000	0.24211E-01	7	
33	-6.3000	0.25144E-01	7	
34	-6.5000	0.26105E-01	7	
35	-6.7000	0.27061E-01	7	
36	-6.9000	0.27981E-01	7	
37	-7.1000	0.28837E-01	7	
38	-7.3000	0.29603E-01	7	

PARATIE 7.00  
22 OTTOBRE 2012 10:42:53  
History 0 - DH12

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 16

NODO	QUOTA ZETA	SPOSTAMENTO MASSIMO	FASE PARETE RightWall
39	-7.5000	0.30256E-01	7
40	-7.7000	0.30776E-01	7
41	-7.9000	0.31146E-01	7
42	-8.1000	0.31351E-01	7
43	-8.3000	0.31381E-01	7
44	-8.5000	0.31228E-01	7
45	-8.7000	0.30888E-01	7
46	-8.9000	0.30358E-01	7
47	-9.1000	0.29640E-01	7
48	-9.3000	0.28742E-01	7
49	-9.5000	0.27670E-01	7
50	-9.7000	0.26439E-01	7
51	-9.9000	0.25063E-01	7
52	-10.100	0.23564E-01	7
53	-10.200	0.22776E-01	8
54	-10.400	0.21611E-01	8
55	-10.600	0.20442E-01	8
56	-10.800	0.19264E-01	8
57	-11.000	0.18071E-01	8
58	-11.200	0.16865E-01	8
59	-11.400	0.15648E-01	8
60	-11.600	0.14430E-01	8
61	-11.800	0.13220E-01	8
62	-12.000	0.12036E-01	8
63	-12.200	0.10894E-01	8
64	-12.400	0.98124E-02	8
65	-12.600	0.88056E-02	8
66	-12.800	0.78840E-02	8
67	-13.000	0.70536E-02	8
68	-13.200	0.63152E-02	8
69	-13.400	0.56648E-02	8
70	-13.600	0.50947E-02	8
71	-13.800	0.45939E-02	8
72	-14.000	0.41498E-02	8
73	-14.200	0.37489E-02	8
74	-14.400	0.33784E-02	8
75	-14.600	0.30265E-02	8
76	-14.800	0.27252E-02	7
77	-15.000	0.26265E-02	7

PARATIE 7.00  
22 OTTOBRE 2012 10:42:53  
History 0 - DH12

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 17

STEP DI CARICO	NO.	
	3	
NOD	Y-REACT [kN/m]	X-MOM-R [kN*m/m]
4	-0.17276403E-10	0.00000000E+00

PARATIE 7.00  
22 OTTOBRE 2012 10:42:53  
History 0 - DH12

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 18

STEP DI CARICO	NO.	
	4	
NOD	Y-REACT [kN/m]	X-MOM-R [kN*m/m]
4	-0.54424923E+02	0.00000000E+00

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano  
22 OTTOBRE 2012 10:42:53  
History 0 - DH12

PAG. 19

STEP DI CARICO NO. 5

NOD	Y-REACT [kN/m]	X-MOM-R [kN*m/m]
4	-0.54424923E+02	0.00000000E+00
29	-0.45282889E-10	0.00000000E+00

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano  
22 OTTOBRE 2012 10:42:53  
History 0 - DH12

PAG. 20

STEP DI CARICO NO. 6

NOD	Y-REACT [kN/m]	X-MOM-R [kN*m/m]
4	-0.57527237E+02	0.00000000E+00
29	-0.24162239E+03	0.00000000E+00

PARATIE 7.00  
22 OTTOBRE 2012 10:42:53  
History 0 - DH12

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 21

STEP DI CARICO NO. 7

NOD	Y-REACT [kN/m]	X-MOM-R [kN*m/m]
4	-0.57527237E+02	0.00000000E+00
29	-0.24162239E+03	0.00000000E+00
53	-0.17401192E-09	0.00000000E+00

PARATIE 7.00  
22 OTTOBRE 2012 10:42:53  
History 0 - DH12

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 22

STEP DI CARICO NO. 8

NOD	Y-REACT [kN/m]	X-MOM-R [kN*m/m]
4	-0.57387371E+02	0.00000000E+00
29	-0.23675226E+03	0.00000000E+00
53	-0.13548224E+03	0.00000000E+00

PARATIE 7.00  
22 OTTOBRE 2012 10:42:53  
History 0 - DH12

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 23

INVILUPPO AZIONI INTERNE NEGLI ELEMENTI DI PARETE  
(PER UNITA' DI PROFONDITA')  
\* PARETE RightWall GRUPPO RWall\*  
\*STEP 1 - 8\*  
\* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI \*

Nella tabella si stampano i seguenti risultati:

MOMENTO SX = Momento che tende le fibre sulla faccia sinistra [kN\*m/m]  
MOMENTO DX = Momento che tende le fibre sulla faccia destra [kN\*m/m]  
TAGLIO = forza tagliante (valore assoluto, priva di segno)[kN/m ]

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
1	A	0.	0.1819E-11	0.9095E-12	3.449
	B	-0.2000	0.6898	0.	3.449
2	A	-0.2000	0.6898	0.	8.079
	B	-0.4000	2.306	0.	8.079
3	A	-0.4000	2.306	0.	9.850
	B	-0.5000	3.291	0.	9.850
4	A	-0.5000	3.291	0.	48.22
	B	-0.7000	0.8100	6.800	48.22
5	A	-0.7000	0.8100	6.800	46.68
	B	-0.9000	1.479	16.14	46.68
6	A	-0.9000	1.479	16.14	44.54
	B	-1.100	2.415	25.04	44.54
7	A	-1.100	2.415	25.04	41.79
	B	-1.300	3.148	33.40	41.79
8	A	-1.300	3.148	33.40	38.45
	B	-1.500	3.680	41.09	38.45
9	A	-1.500	3.680	41.09	36.21
	B	-1.700	4.023	48.00	36.21
10	A	-1.700	4.023	48.00	34.09
	B	-1.900	4.188	54.03	34.09
11	A	-1.900	4.188	54.03	31.76
	B	-2.100	4.180	59.06	31.76
12	A	-2.100	4.180	59.06	29.25
	B	-2.300	4.000	64.17	29.25

13	A	-2.300	4.000	64.17	26.53
	B	-2.500	3.659	69.48	26.53
14	A	-2.500	3.659	69.48	23.62
	B	-2.700	3.223	74.20	23.62
15	A	-2.700	3.223	74.20	20.51
	B	-2.900	2.746	78.30	20.51
16	A	-2.900	2.746	78.30	17.20
	B	-3.100	2.264	81.74	17.20
17	A	-3.100	2.264	81.74	16.29
	B	-3.300	1.806	84.48	16.29

PARATIE 7.00  
22 OTTOBRE 2012 10:42:53  
History 0 - DH12

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 24

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
18	A	-3.300	1.806	84.48	25.02
	B	-3.500	1.390	86.48	25.02
19	A	-3.500	1.390	86.48	34.19
	B	-3.700	1.024	87.70	34.19
20	A	-3.700	1.024	87.70	43.75
	B	-3.900	0.7144	88.11	43.75
21	A	-3.900	0.7144	88.11	53.63
	B	-4.100	0.4604	87.65	53.63
22	A	-4.100	0.4604	87.65	63.75
	B	-4.300	0.2592	86.29	63.75
23	A	-4.300	0.2592	86.29	74.00
	B	-4.500	0.1060	84.00	74.00
24	A	-4.500	0.1060	84.00	84.27
	B	-4.700	13.59	80.73	84.27
25	A	-4.700	13.59	80.73	94.41
	B	-4.900	32.47	76.45	94.41
26	A	-4.900	32.47	76.45	104.1
	B	-5.100	53.30	71.11	104.1
27	A	-5.100	53.30	71.11	112.9
	B	-5.300	75.88	64.68	112.9
28	A	-5.300	75.88	64.68	120.4
	B	-5.500	99.97	57.11	120.4
29	A	-5.500	99.97	57.11	115.3
	B	-5.700	76.91	48.36	115.3
30	A	-5.700	76.91	48.36	109.2
	B	-5.900	55.06	38.41	109.2
31	A	-5.900	55.06	38.41	103.0
	B	-6.100	34.47	27.20	103.0
32	A	-6.100	34.47	27.20	96.52
	B	-6.300	15.16	15.24	96.52
33	A	-6.300	15.16	15.24	89.86
	B	-6.500	0.4160E-02	6.051	89.86
34	A	-6.500	0.4160E-02	6.051	83.01
	B	-6.700	6.700	21.99	83.01
35	A	-6.700	6.700	21.99	75.96
	B	-6.900	15.29	36.38	75.96
36	A	-6.900	15.29	36.38	68.71
	B	-7.100	22.30	49.17	68.71
37	A	-7.100	22.30	49.17	61.26
	B	-7.300	27.83	60.60	61.26
38	A	-7.300	27.83	60.60	53.62
	B	-7.500	32.01	71.32	53.62
39	A	-7.500	32.01	71.32	45.78
	B	-7.700	34.94	80.48	45.78
40	A	-7.700	34.94	80.48	37.74
	B	-7.900	36.78	88.02	37.74

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
41	A	-7.900	36.78	88.02	29.51
	B	-8.100	37.69	93.92	29.51
42	A	-8.100	37.69	93.92	21.08
	B	-8.300	37.79	98.14	21.08
43	A	-8.300	37.79	98.14	12.45
	B	-8.500	37.20	100.6	12.45
44	A	-8.500	37.20	100.6	12.39
	B	-8.700	36.05	101.4	12.39
45	A	-8.700	36.05	101.4	23.24
	B	-8.900	34.45	100.3	23.24
46	A	-8.900	34.45	100.3	34.29
	B	-9.100	32.49	97.35	34.29
47	A	-9.100	32.49	97.35	45.48
	B	-9.300	30.25	92.54	45.48
48	A	-9.300	30.25	92.54	56.75
	B	-9.500	27.82	85.81	56.75
49	A	-9.500	27.82	85.81	68.01
	B	-9.700	25.25	77.12	68.01
50	A	-9.700	25.25	77.12	79.20
	B	-9.900	22.75	66.43	79.20
51	A	-9.900	22.75	66.43	90.19
	B	-10.10	20.51	53.69	90.19
52	A	-10.10	20.51	53.69	98.22
	B	-10.20	19.55	46.54	98.22
53	A	-10.20	19.55	46.54	79.35
	B	-10.40	17.99	30.67	79.35
54	A	-10.40	17.99	30.67	90.05
	B	-10.60	17.04	12.66	90.05
55	A	-10.60	17.04	12.66	99.40
	B	-10.80	15.64	7.727	99.40
56	A	-10.80	15.64	7.727	90.94
	B	-11.00	25.41	7.673	90.94
57	A	-11.00	25.41	7.673	80.30
	B	-11.20	41.47	5.647	80.30
58	A	-11.20	41.47	5.647	67.51
	B	-11.40	54.97	1.597	67.51
59	A	-11.40	54.97	1.597	52.55
	B	-11.60	65.48	0.	52.55
60	A	-11.60	65.48	0.	41.26
	B	-11.80	72.56	0.	41.26
61	A	-11.80	72.56	0.	52.15
	B	-12.00	76.10	0.	52.15
62	A	-12.00	76.10	0.	46.44
	B	-12.20	76.56	0.	46.44
63	A	-12.20	76.56	0.	38.56
	B	-12.40	74.35	0.	38.56

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
64	A	-12.40	74.35	0.	28.51
	B	-12.60	69.98	0.	28.51
65	A	-12.60	69.98	0.	30.36
	B	-12.80	63.91	0.	30.36
66	A	-12.80	63.91	0.	36.95
	B	-13.00	56.52	0.	36.95
67	A	-13.00	56.52	0.	40.52
	B	-13.20	48.41	0.	40.52
68	A	-13.20	48.41	0.	41.59
	B	-13.40	43.12	0.	41.59
69	A	-13.40	43.12	0.	40.66
	B	-13.60	37.22	0.1092	40.66
70	A	-13.60	37.22	0.1092	38.17
	B	-13.80	30.33	0.1985	38.17
71	A	-13.80	30.33	0.1985	36.21
	B	-14.00	23.09	0.2199	36.21
72	A	-14.00	23.09	0.2199	35.13
	B	-14.20	16.06	0.1936	35.13
73	A	-14.20	16.06	0.1936	31.47
	B	-14.40	9.768	0.1394	31.47
74	A	-14.40	9.768	0.1394	25.40
	B	-14.60	4.688	0.7651E-01	25.40
75	A	-14.60	4.688	0.7651E-01	17.03
	B	-14.80	1.283	0.2379E-01	17.03
76	A	-14.80	1.283	0.2379E-01	6.416
	B	-15.00	0.2046E-11	0.7674E-12	6.416



INVILUPPO RISULTATI NEGLI ELEMENTI TERRENO

\* PARETE RightWall GRUPPO DHRight\*

\*STEP 1 - 8\*

\* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI \*

Nella tabella si stampano i seguenti risultati:

SIGMA-H = massimo sforzo orizzontale efficace [kPa ]

TAGLIO = massimo sforzo di taglio [kPa ]

PR. ACQUA =massima pressione interstiziale [kPa ]

GRAD. MAX =massimo gradiente idraulico

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
1	0.	0.	0.	0.	0.
2	-0.2000	3.161	0.6196	0.	0.
3	-0.4000	5.008	1.896	0.	0.
4	-0.5000	5.933	2.534	0.	0.
5	-0.7000	7.784	3.808	0.	0.
6	-0.9000	9.638	5.081	0.	0.
7	-1.100	12.74	6.353	0.	0.
8	-1.300	13.66	7.622	0.	0.
9	-1.500	15.22	8.890	0.	0.
10	-1.700	17.09	10.16	0.	0.
11	-1.900	18.96	11.42	0.	0.
12	-2.100	20.82	12.69	0.	0.
13	-2.300	22.70	13.95	0.	0.
14	-2.500	24.57	15.21	0.	0.
15	-2.700	26.45	16.48	0.	0.
16	-2.900	28.32	17.74	0.	0.
17	-3.100	30.20	19.00	0.	0.
18	-3.300	32.08	20.26	0.	0.
19	-3.500	33.95	21.52	0.	0.
20	-3.700	35.83	22.78	0.	0.
21	-3.900	37.71	24.05	0.	0.
22	-4.100	39.59	25.31	0.	0.
23	-4.300	41.47	26.57	0.	0.
24	-4.500	43.34	27.83	0.	0.
25	-4.700	45.22	29.09	0.	0.
26	-4.900	47.10	30.35	0.	0.
27	-5.100	48.98	31.61	0.	0.
28	-5.300	50.85	32.87	0.	0.
29	-5.500	52.73	34.13	0.	0.
30	-5.700	54.61	35.40	0.	0.
31	-5.900	56.48	36.66	0.	0.
32	-6.100	58.36	37.92	0.	0.
33	-6.300	60.24	39.18	0.	0.
34	-6.500	68.19	40.44	0.	0.
35	-6.700	77.81	41.70	0.	0.

PARATIE 7.00  
22 OTTOBRE 2012  
History 0 - DH12

10:42:53

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 28

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
36	-6.900	75.86	42.96	0.	0.
37	-7.100	74.00	44.22	0.	0.
38	-7.300	72.27	45.49	0.	0.
39	-7.500	71.51	46.75	0.	0.
40	-7.700	73.38	48.01	0.	0.
41	-7.900	75.26	49.27	0.	0.
42	-8.100	77.13	50.53	0.	0.
43	-8.300	79.01	51.80	0.	0.
44	-8.500	80.02	52.49	2.000	0.
45	-8.700	81.04	53.18	4.000	0.
46	-8.900	82.05	53.87	6.000	0.
47	-9.100	83.06	54.57	8.000	0.
48	-9.300	84.06	55.27	10.00	0.
49	-9.500	85.06	55.97	12.00	0.
50	-9.700	86.06	56.67	14.00	0.
51	-9.900	87.05	57.38	16.00	0.
52	-10.10	88.03	58.08	18.00	0.
53	-10.20	88.53	58.44	19.00	0.
54	-10.40	89.51	59.15	21.00	0.
55	-10.60	107.1	51.62	23.00	0.
56	-10.80	108.3	52.32	25.00	0.
57	-11.00	109.5	53.00	27.00	0.
58	-11.20	113.2	53.69	29.00	0.
59	-11.40	124.7	57.82	31.00	0.
60	-11.60	136.3	62.30	33.00	0.
61	-11.80	140.1	62.89	35.00	0.
62	-12.00	129.0	56.36	37.00	0.
63	-12.20	119.4	57.02	39.00	0.
64	-12.40	118.4	57.67	41.00	0.
65	-12.60	119.7	58.32	43.00	0.
66	-12.80	130.5	60.06	45.00	0.
67	-13.00	123.4	59.62	47.00	0.
68	-13.20	123.6	60.27	49.00	0.
69	-13.40	124.9	60.92	51.00	0.
70	-13.60	126.2	61.56	53.00	0.
71	-13.80	127.5	62.21	55.00	0.
72	-14.00	128.8	62.86	57.00	0.
73	-14.20	130.1	63.51	59.00	0.
74	-14.40	131.4	64.16	61.00	0.
75	-14.60	132.7	64.81	63.00	0.
76	-14.80	134.0	65.45	65.00	0.
77	-15.00	135.3	66.10	67.00	0.

INVILUPPO RISULTATI NEGLI ELEMENTI TERRENO

\* PARETE RightWall GRUPPO UHRight\*

\*STEP 1 - 8\*

\* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI \*

Nella tabella si stampano i seguenti risultati:

SIGMA-H = massimo sforzo orizzontale efficace [kPa ]

TAGLIO = massimo sforzo di taglio [kPa ]

PR. ACQUA =massima pressione interstiziale [kPa ]

GRAD. MAX =massimo gradiente idraulico

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
1	0.	34.49	12.25	0.	0.
2	-0.2000	23.15	5.587	0.	0.
3	-0.4000	11.80	7.294	0.	0.
4	-0.5000	5.518	8.148	0.	0.
5	-0.7000	7.701	9.855	0.	0.
6	-0.9000	10.72	11.56	0.	0.
7	-1.100	13.76	13.27	0.	0.
8	-1.300	16.71	14.98	0.	0.
9	-1.500	19.42	16.68	0.	0.
10	-1.700	22.15	18.39	0.	0.
11	-1.900	24.91	20.10	0.	0.
12	-2.100	27.69	21.81	0.	0.
13	-2.300	30.47	23.51	0.	0.
14	-2.500	33.24	25.22	0.	0.
15	-2.700	35.97	26.93	0.	0.
16	-2.900	38.64	28.63	0.	0.
17	-3.100	41.21	30.34	0.	0.
18	-3.300	43.63	32.05	0.	0.
19	-3.500	45.84	33.76	0.	0.
20	-3.700	47.79	35.46	0.	0.
21	-3.900	49.41	37.17	0.	0.
22	-4.100	50.60	38.88	0.	0.
23	-4.300	51.28	40.58	0.	0.
24	-4.500	51.34	42.29	0.	0.
25	-4.700	50.68	44.00	0.	0.
26	-4.900	48.63	45.71	0.	0.
27	-5.100	48.98	47.41	0.	0.
28	-5.300	50.85	49.12	0.	0.
29	-5.500	52.72	50.83	0.	0.
30	-5.700	54.60	52.54	0.	0.
31	-5.900	56.47	54.24	0.	0.
32	-6.100	58.34	55.95	0.	0.
33	-6.300	60.22	57.66	0.	0.
34	-6.500	62.09	59.36	0.	0.
35	-6.700	63.96	61.07	0.	0.

PARATIE 7.00  
22 OTTOBRE 2012  
History 0 - DH12

10:42:53

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 30

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
36	-6.900	65.83	62.78	0.	0.
37	-7.100	67.70	64.49	0.	0.
38	-7.300	69.57	66.19	0.	0.
39	-7.500	71.45	67.90	0.	0.
40	-7.700	73.32	69.61	0.	0.
41	-7.900	75.20	71.31	0.	0.
42	-8.100	77.08	73.02	0.	0.
43	-8.300	78.97	74.73	0.	0.
44	-8.500	80.01	76.44	2.000	0.
45	-8.700	81.05	78.14	4.000	0.
46	-8.900	82.11	79.85	6.000	0.
47	-9.100	83.18	81.56	8.000	0.
48	-9.300	84.25	83.26	10.00	0.
49	-9.500	85.34	84.97	12.00	0.
50	-9.700	86.45	86.68	14.00	0.
51	-9.900	87.56	88.39	16.00	0.
52	-10.10	88.69	90.09	18.00	0.
53	-10.20	89.25	90.95	19.00	0.
54	-10.40	90.39	92.65	21.00	0.
55	-10.60	105.9	98.27	23.00	0.
56	-10.80	107.4	99.93	25.00	0.
57	-11.00	108.8	101.6	27.00	0.
58	-11.20	110.3	103.2	29.00	0.
59	-11.40	111.7	104.9	31.00	0.
60	-11.60	113.1	106.6	33.00	0.
61	-11.80	114.5	108.2	35.00	0.
62	-12.00	115.8	109.9	37.00	0.
63	-12.20	117.1	110.8	39.00	0.
64	-12.40	118.4	111.8	41.00	0.
65	-12.60	119.8	112.7	43.00	0.
66	-12.80	121.1	113.6	45.00	0.
67	-13.00	122.4	114.6	47.00	0.
68	-13.20	123.6	115.5	49.00	0.
69	-13.40	124.9	116.4	51.00	0.
70	-13.60	126.2	114.3	53.00	0.
71	-13.80	127.5	111.8	55.00	0.
72	-14.00	128.8	109.6	57.00	0.
73	-14.20	130.1	107.6	59.00	0.
74	-14.40	131.4	105.9	61.00	0.
75	-14.60	132.7	104.3	63.00	0.
76	-14.80	134.0	102.8	65.00	0.
77	-15.00	135.3	101.3	67.00	0.

RIASSUNTO SPINTE NEGLI ELEMENTI TERRENO  
(LE SPINTE SONO CALCOLATE INTEGRANDO GLI SFORZI NEI SINGOLI ELEMENTI MOLLA)

SPINTA EFFICACE VERA = Integrale delle pressioni orizzontali efficaci in tutti gli elementi nel gruppo: unita' di misura kN/m

SPINTA ACQUA = Integrale delle pressioni interstiziali in tutti gli elementi nel gruppo: unita' di misura kN/m

SPINTA TOTALE VERA = Somma della SPINTA EFFICACE e della SPINTA DELL'ACQUA: e' l' azione totale sulla parete: unita' di misura kN/m

SPINTA ATTIVA POSSIBILE = La minima spinta che puo' essere esercitata da questo gruppo di elementi terreno, in questa fase: unita' di misura kN/m

SPINTA PASSIVA POSSIBILE = La massima spinta che puo' essere esercitata da questo gruppo di elementi terreno, in questa fase: unita' di misura kN/m

RAPPORTO PASSIVA/VERA = e' il rapporto tra la massima spinta possibile e la spinta efficace vera: fornisce un'indicazione su quanta spinta passiva venga mobilitata;

SPINTA PASSIVA MOBILITATA = e' l'inverso del rapporto precedente, espresso in unita' percentuale: indica quanta parte della massima spinta possibile e' stata mobilitata;

RAPPORTO VERA/ATTIVA = e' il rapporto tra la spinta efficace vera e la minima spinta possibile: fornisce un'indicazione di quanto questa porzione di terreno sia prossima alla condizione di massimo rilascio.

FASE	1	GRUPPO -->	DHRi	UHRi
SPINTA EFFICACE VERA			1061.7	1061.7
SPINTA ACQUA			224.45	224.45
SPINTA TOTALE VERA			1286.1	1286.2
SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)			470.29	506.36
SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)			12511.	13361.
RAPPORTO PASSIVA/VERA			11.784	12.585
SPINTA PASSIVA MOBILITATA			8.%	8.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA			2.2576	2.0967

PARATIE 7.00  
22 OTTOBRE 2012 10:42:53  
History 0 - DH12

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 32

FASE	2	GRUPPO -->	DHRi	UHRi
		SPINTA EFFICACE VERA	973.86	973.86
		SPINTA ACQUA	224.45	224.45
		SPINTA TOTALE VERA	1198.3	1198.3
		SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	393.41	506.36
		SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	10708.	13361.
		RAPPORTO PASSIVA/VERA	10.995	13.720
		SPINTA PASSIVA MOBILITATA	9.%	7.%
		RAPPORTO VERA/ATTIVA	2.4754	1.9232

FASE	3	GRUPPO -->	DHRi	UHRi
		SPINTA EFFICACE VERA	973.86	973.86
		SPINTA ACQUA	224.45	224.45
		SPINTA TOTALE VERA	1198.3	1198.3
		SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	393.41	506.36
		SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	10708.	13361.
		RAPPORTO PASSIVA/VERA	10.995	13.720
		SPINTA PASSIVA MOBILITATA	9.%	7.%
		RAPPORTO VERA/ATTIVA	2.4754	1.9232

FASE	4	GRUPPO -->	DHRi	UHRi
		SPINTA EFFICACE VERA	619.84	674.27
		SPINTA ACQUA	224.45	224.45
		SPINTA TOTALE VERA	844.29	898.72
		SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	82.825	506.36
		SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	3735.1	13361.
		RAPPORTO PASSIVA/VERA	6.0259	19.816
		SPINTA PASSIVA MOBILITATA	17.%	5.%
		RAPPORTO VERA/ATTIVA	7.4838	1.3316

FASE	5	GRUPPO -->	DHRi	UHRi
		SPINTA EFFICACE VERA	619.84	674.27
		SPINTA ACQUA	224.45	224.45
		SPINTA TOTALE VERA	844.29	898.72
		SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	82.825	506.36
		SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	3735.1	13361.
		RAPPORTO PASSIVA/VERA	6.0259	19.816
		SPINTA PASSIVA MOBILITATA	17.%	5.%
		RAPPORTO VERA/ATTIVA	7.4838	1.3316

PARATIE 7.00  
22 OTTOBRE 2012 10:42:53  
History 0 - DH12

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 33

FASE	6	GRUPPO -->	DHRi	UHRi
		SPINTA EFFICACE VERA	391.48	690.63
		SPINTA ACQUA	92.500	92.500
		SPINTA TOTALE VERA	483.98	783.13
		SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	0.	541.85
		SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	896.82	13990.
		RAPPORTO PASSIVA/VERA	2.2908	20.257
		SPINTA PASSIVA MOBILITATA	44.%	5.%
		RAPPORTO VERA/ATTIVA	0.10000E+06	1.2746

FASE	7	GRUPPO -->	DHRi	UHRi
		SPINTA EFFICACE VERA	391.48	690.63
		SPINTA ACQUA	92.500	92.500
		SPINTA TOTALE VERA	483.98	783.13
		SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	0.	541.85
		SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	896.82	13990.
		RAPPORTO PASSIVA/VERA	2.2908	20.257
		SPINTA PASSIVA MOBILITATA	44.%	5.%
		RAPPORTO VERA/ATTIVA	0.10000E+06	1.2746

FASE	8	GRUPPO -->	DHRi	UHRi
		SPINTA EFFICACE VERA	279.80	709.42
		SPINTA ACQUA	45.000	45.000
		SPINTA TOTALE VERA	324.80	754.42
		SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	0.	555.10
		SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	521.29	14201.
		RAPPORTO PASSIVA/VERA	1.8631	20.018
		SPINTA PASSIVA MOBILITATA	54.%	5.%
		RAPPORTO VERA/ATTIVA	0.10000E+06	1.2780

OUTPUT PLOTS:

Sezione tipo B

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 1  
22 OTTOBRE 2012 10:29:08  
History 0 - DH12

```
*****  
**  
**          P A R A T I E          **  
**  
**          RELEASE 7.00  VERSIONE WIN  **  
**  
** Ce.A.S. s.r.l. - Viale Giustiniano, 10 **  
**                20129 MILANO          **  
**  
*****
```

PARATIE 7.00 Ce.A.S. s.r.l. - Milano PAG. 2  
22 OTTOBRE 2012 10:29:08  
History 0 - DH12

ELENCO DEI DATI DI INPUT(PARAGEN)

Per il significato dei vari comandi  
si faccia riferimento al manuale di  
input PARAGEN, versione 7.00.

N. comando  
1: \* Paratie for Windows version 7.0  
2: \* Filename=  
<c:\pi-progetti\cvc\lavoro\oopp\_micropali\pozzo\_h\_8m\_hist00.d> Date  
3: \* project with "run time" parameters  
4: \* Force=kN Lenght=m  
5: \*  
6: units m kN  
7: title History 0 - DH12  
8: delta 0.2  
9: option param itemax 20  
10: option noprint echo  
11: option noprint displ  
12: option noprint react  
13: option noprint stresses  
14: wall RightWall 0 -11 0  
15: \*  
16: soil DHRight RightWall -11 0 2 180  
17: soil UHRight RightWall -11 0 1 0  
18: \*  
19: prescribe RightWall -0.5 1 0 REL 3 6  
20: prescribe RightWall -5.5 1 0 REL 5 6  
21: \*  
22: material ACCIAIO 2.1E+008  
23: \*  
24: beam RWall RightWall -11 0 ACCIAIO 0.106882 00 00  
25: \*  
26: \* Soil Profile  
27: \*  
28: ldata Argillite 0  
29: weight 22 12 10  
30: atrest 0.426424 0 1  
31: resistance 0 35 0.224 6.199  
32: young 25000 37500  
33: endlayer  
34: ldata Bedrock -7  
35: weight 23 13 10  
36: atrest 0.5 0 1  
37: resistance 20 30 0.279 4.443  
38: young 50000 75000



N. comando

```
39:   endlayer
40: *
41: step 1 : GEOSTATICA
42:   setwall RightWall
43:     geom 0 0
44:     water -8.3 0
45:     surcharge 10 0 0 0
46:     add RWall
47: endstep
48: *
49: step 2 : SCAVO PER CENTINA
50:   setwall RightWall
51:     geom 0 -1
52: endstep
53: *
54: step 3 : PRIMA CENTINA
55:   setwall RightWall
56: endstep
57: *
58: step 4 : SCAVO PER SECONDA CENTINA
59:   setwall RightWall
60:     geom 0 -6
61: endstep
62: *
63: step 5 : SECONDA CENTINA
64:   setwall RightWall
65: endstep
66: *
67: step 6 : FONDO SCAVO
68:   setwall RightWall
69:     geom 0 -8
70: endstep
71: *
72: *
```

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 1

LAYER Argillite			
natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		
quota superiore	= 0.0000	m	
quota inferiore	= -7.0000	m	
peso fuori falda	= 22.000	kN/m <sup>3</sup>	
peso efficace in falda	= 12.000	kN/m <sup>3</sup>	
peso dell'acqua	= 10.000	kN/m <sup>3</sup>	
angolo di attrito	= 35.000	DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.22400		(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	= 6.1990		(A MONTE)
Konc normal consolidato	= 0.42642		
OCR: grado di sovraconsolidazione	= 1.0000		
modello di rigidezza	= 1.0000		
modulo el. compr. vergine	= 25000.	kPa	
modulo el. scarico/ricarico	= 37500.	kPa	
natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		(A VALLE)
angolo di attrito	= 35.000	DEG	(A VALLE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.22400		(A VALLE)
coeff. spinta passiva kp	= 6.1990		(A VALLE)
LAYER Bedrock			
natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		
quota superiore	= -7.0000	m	
quota inferiore	= -0.10000E+31	m	
peso fuori falda	= 23.000	kN/m <sup>3</sup>	
peso efficace in falda	= 13.000	kN/m <sup>3</sup>	
peso dell'acqua	= 10.000	kN/m <sup>3</sup>	
coesione	= 20.000	kPa	(A MONTE)
angolo di attrito	= 30.000	DEG	(A MONTE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.27900		(A MONTE)
coeff. spinta passiva kp	= 4.4430		(A MONTE)
Konc normal consolidato	= 0.50000		
OCR: grado di sovraconsolidazione	= 1.0000		
modello di rigidezza	= 1.0000		
modulo el. compr. vergine	= 50000.	kPa	
modulo el. scarico/ricarico	= 75000.	kPa	
natura 1=granulare, 2=argilla	= 1.0000		(A VALLE)
coesione	= 20.000	kPa	(A VALLE)
angolo di attrito	= 30.000	DEG	(A VALLE)
coeff. spinta attiva ka	= 0.27900		(A VALLE)
coeff. spinta passiva kp	= 4.4430		(A VALLE)

RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 2  
(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)  
NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE  
RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 3  
(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)  
NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE  
RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 4  
(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)  
NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE  
RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 5  
(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)  
NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE  
RIASSUNTO PARAMETRI GEOTECNICI PER LA FASE 6  
(SOLO I PARAMETRI CHE POSSONO VARIARE)  
NESSUN CAMBIAMENTO RISPETTO AL PASSO PRECEDENTE

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 1

WALL RightWall

coordinata y	=	0.0000	m
quota piano campagna	=	0.0000	m
quota del fondo scavo	=	0.0000	m
quota della falda	=	-8.3000	m
sovraccarico a monte	=	10.000	kPa
quota del sovraccarico a monte	=	0.0000	m
depressione falda a valle	=	0.0000	m
sovraccarico a valle	=	0.0000	kPa
quota del sovraccarico a valle	=	0.0000	m
quota di taglio	=	0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	=	-11.000	m
indicatore comportamento acqua	=	0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	=	0.0000	(1=NO UPD)
accelerazione sismica orizz.	=	0.0000	[g]
accel. sismica vert. a monte	=	0.0000	[g]
accel. sismica vert. a valle	=	0.0000	[g]
angolo beta a monte	=	0.0000	[°]
delta/phi a monte	=	0.0000	
angolo beta a valle	=	0.0000	[°]
delta/phi a valle	=	0.0000	
opzione dyn. acqua	=	0.0000	(1=pervious)
rapporto pressioni in eccesso Ru	=	0.0000	

Wood bottom pressure	=	0.0000	kPa
Wood top pressure	=	0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	=	0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	=	0.0000	m

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 2

WALL RightWall

coordinata y	=	0.0000	m
quota piano campagna	=	0.0000	m
quota del fondo scavo	=	-1.0000	m
quota della falda	=	-8.3000	m
sovraccarico a monte	=	10.000	kPa
quota del sovraccarico a monte	=	0.0000	m
depressione falda a valle	=	0.0000	m
sovraccarico a valle	=	0.0000	kPa
quota del sovraccarico a valle	=	0.0000	m
quota di taglio	=	0.0000	m

PARATIE 7.00

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 7

22 OTTOBRE 2012 10:29:08

History 0 - DH12

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 2

quota di equil. pressioni dell'acqua	=	-11.000	m
indicatore comportamento acqua	=	0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	=	0.0000	(1=NO UPD)
accelerazione sismica orizz.	=	0.0000	[g]
accel. sismica vert. a monte	=	0.0000	[g]
accel. sismica vert. a valle	=	0.0000	[g]
angolo beta a monte	=	0.0000	[°]
delta/phi a monte	=	0.0000	
angolo beta a valle	=	0.0000	[°]
delta/phi a valle	=	0.0000	
opzione dyn. acqua	=	0.0000	(1=pervious)
rapporto pressioni in eccesso Ru	=	0.0000	
Wood bottom pressure	=	0.0000	kPa
Wood top pressure	=	0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	=	0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	=	0.0000	m

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 3

WALL RightWall

coordinata y	=	0.0000	m
quota piano campagna	=	0.0000	m
quota del fondo scavo	=	-1.0000	m
quota della falda	=	-8.3000	m
sovraccarico a monte	=	10.000	kPa
quota del sovraccarico a monte	=	0.0000	m
depressione falda a valle	=	0.0000	m
sovraccarico a valle	=	0.0000	kPa
quota del sovraccarico a valle	=	0.0000	m
quota di taglio	=	0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	=	-11.000	m
indicatore comportamento acqua	=	0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	=	0.0000	(1=NO UPD)
accelerazione sismica orizz.	=	0.0000	[g]
accel. sismica vert. a monte	=	0.0000	[g]
accel. sismica vert. a valle	=	0.0000	[g]
angolo beta a monte	=	0.0000	[°]
delta/phi a monte	=	0.0000	
angolo beta a valle	=	0.0000	[°]
delta/phi a valle	=	0.0000	

opzione dyn. acqua	=	0.0000	(1=pervious)
rapporto pressioni in eccesso Ru	=	0.0000	
Wood bottom pressure	=	0.0000	kPa
Wood top pressure	=	0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	=	0.0000	kPa

PARATIE 7.00  
22 OTTOBRE 2012 10:29:08  
History 0 - DH12

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 8

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 3

Wood top pressure elev.	=	0.0000	m
-------------------------	---	--------	---

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 4

WALL RightWall

coordinata y	=	0.0000	m
quota piano campagna	=	0.0000	m
quota del fondo scavo	=	-6.0000	m
quota della falda	=	-8.3000	m
sovraccarico a monte	=	10.000	kPa
quota del sovraccarico a monte	=	0.0000	m
depressione falda a valle	=	0.0000	m
sovraccarico a valle	=	0.0000	kPa
quota del sovraccarico a valle	=	0.0000	m
quota di taglio	=	0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	=	-11.000	m
indicatore comportamento acqua	=	0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	=	0.0000	(1=NO UPD)
accelerazione sismica orizz.	=	0.0000	[g]
accel. sismica vert. a monte	=	0.0000	[g]
accel. sismica vert. a valle	=	0.0000	[g]
angolo beta a monte	=	0.0000	[°]
delta/phi a monte	=	0.0000	
angolo beta a valle	=	0.0000	[°]
delta/phi a valle	=	0.0000	
opzione dyn. acqua	=	0.0000	(1=pervious)
rapporto pressioni in eccesso Ru	=	0.0000	
Wood bottom pressure	=	0.0000	kPa
Wood top pressure	=	0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	=	0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	=	0.0000	m

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 5

WALL RightWall

coordinata y	=	0.0000	m
quota piano campagna	=	0.0000	m
quota del fondo scavo	=	-6.0000	m
quota della falda	=	-8.3000	m
sovraccarico a monte	=	10.000	kPa
quota del sovraccarico a monte	=	0.0000	m
depressione falda a valle	=	0.0000	m
sovraccarico a valle	=	0.0000	kPa
quota del sovraccarico a valle	=	0.0000	m

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 5

quota di taglio	= 0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	= -11.000	m
indicatore comportamento acqua	= 0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	= 0.0000	(1=NO UPD)
accelerazione sismica orizz.	= 0.0000	[g]
accel. sismica vert. a monte	= 0.0000	[g]
accel. sismica vert. a valle	= 0.0000	[g]
angolo beta a monte	= 0.0000	[°]
delta/phi a monte	= 0.0000	
angolo beta a valle	= 0.0000	[°]
delta/phi a valle	= 0.0000	
opzione dyn. acqua	= 0.0000	(1=pervious)
rapporto pressioni in eccesso Ru	= 0.0000	
Wood bottom pressure	= 0.0000	kPa
Wood top pressure	= 0.0000	m
Wood bottom pressure elev.	= 0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	= 0.0000	m

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 6

WALL RightWall

coordinata y	= 0.0000	m
quota piano campagna	= 0.0000	m
quota del fondo scavo	= -8.0000	m
quota della falda	= -8.3000	m
sovraccarico a monte	= 10.000	kPa
quota del sovraccarico a monte	= 0.0000	m
depressione falda a valle	= 0.0000	m
sovraccarico a valle	= 0.0000	kPa
quota del sovraccarico a valle	= 0.0000	m
quota di taglio	= 0.0000	m
quota di equil. pressioni dell'acqua	= -11.000	m
indicatore comportamento acqua	= 0.0000	(1=REMOVE)
opzione aggiornamento pressioni acqua	= 0.0000	(1=NO UPD)
accelerazione sismica orizz.	= 0.0000	[g]
accel. sismica vert. a monte	= 0.0000	[g]
accel. sismica vert. a valle	= 0.0000	[g]
angolo beta a monte	= 0.0000	[°]
delta/phi a monte	= 0.0000	
angolo beta a valle	= 0.0000	[°]
delta/phi a valle	= 0.0000	
opzione dyn. acqua	= 0.0000	(1=pervious)
rapporto pressioni in eccesso Ru	= 0.0000	
Wood bottom pressure	= 0.0000	kPa
Wood top pressure	= 0.0000	m

RIASSUNTO DATI RELATIVI ALLA FASE 6

Wood bottom pressure elev.	= 0.0000	kPa
Wood top pressure elev.	= 0.0000	m

RIASSUNTO ELEMENTI  
=====

RIASSUNTO ELEMENTI SOIL					
Name	Wall	Z1	Z2	Flag	Angle
		m	m		deg
DHRight	RightWall	0.	-11.00	DOWNHILL	180.0
UHRight	RightWall	0.	-11.00	UPHILL	0.

RIASSUNTO ELEMENTI BEAM					
Name	Wall	Z1	Z2	Mat	thick
		m	m		m
RWall	RightWall	0.	-11.00	_	0.1069

RIASSUNTO DATI VARI  
=====

MATERIALI	
Name	YOUNG MODULUS
	kPa
ACCI	2.1E+008

SPOSTAMENTI IMPRESSI							
Wall	Zeta	Dir.	type	value	units	from	to
						step	step
Righ	-0.5	ydispl	REL	0	m	3	6
Righ	-5.5	ydispl	REL	0	m	5	6

RIASSUNTO ANALISI INCREMENTALE

FASE	N. DI ITERAZIONI	CONVERGENZA
1	3	SI
2	5	SI
3	2	SI
4	6	SI
5	2	SI
6	4	SI



MASSIMI SPOSTAMENTI LATERALI  
\*TUTTI I PASSI\*  
\* PARETE RightWall\*  
\* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI \*  
\* NOTA: LE QUOTE ESPRESSE IN m  
E GLI SPOSTAMENTI IN m

NODO	QUOTA ZETA	SPOSTAMENTO MASSIMO	FASE PARETE RightWall
1	0.0000	-0.34261E-02	5
2	-0.20000	-0.17615E-02	5
3	-0.40000	0.77608E-03	3
4	-0.50000	0.73898E-03	6
5	-0.70000	0.24092E-02	5
6	-0.90000	0.40698E-02	5
7	-1.1000	0.57056E-02	5
8	-1.3000	0.73022E-02	5
9	-1.5000	0.88456E-02	5
10	-1.7000	0.10323E-01	5
11	-1.9000	0.11721E-01	5
12	-2.1000	0.13028E-01	5
13	-2.3000	0.14234E-01	5
14	-2.5000	0.15328E-01	5
15	-2.7000	0.16301E-01	5
16	-2.9000	0.17146E-01	5
17	-3.1000	0.17856E-01	5
18	-3.3000	0.18426E-01	5
19	-3.5000	0.18851E-01	5
20	-3.7000	0.19128E-01	5
21	-3.9000	0.19257E-01	5
22	-4.1000	0.19238E-01	5
23	-4.3000	0.19072E-01	5
24	-4.5000	0.18762E-01	5
25	-4.7000	0.18316E-01	5
26	-4.9000	0.17738E-01	5
27	-5.1000	0.17039E-01	5
28	-5.3000	0.16229E-01	5
29	-5.5000	0.15322E-01	6
30	-5.7000	0.14727E-01	6
31	-5.9000	0.14123E-01	6
32	-6.1000	0.13499E-01	6
33	-6.3000	0.12852E-01	6
34	-6.5000	0.12176E-01	6
35	-6.7000	0.11470E-01	6
36	-6.9000	0.10737E-01	6
37	-7.1000	0.99806E-02	6
38	-7.3000	0.92070E-02	6

PARATIE 7.00  
22 OTTOBRE 2012 10:29:08  
History 0 - DH12

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 15

NODO	QUOTA ZETA	SPOSTAMENTO MASSIMO	FASE PARETE RightWall
39	-7.5000	0.84251E-02	6
40	-7.7000	0.76457E-02	6
41	-7.9000	0.68815E-02	6
42	-8.1000	0.61475E-02	6
43	-8.3000	0.54598E-02	6
44	-8.5000	0.48309E-02	6
45	-8.7000	0.42684E-02	6
46	-8.9000	0.37753E-02	6
47	-9.1000	0.33511E-02	6
48	-9.3000	0.29918E-02	6
49	-9.5000	0.26910E-02	6
50	-9.7000	0.24404E-02	6
51	-9.9000	0.22309E-02	6
52	-10.100	0.20531E-02	6
53	-10.300	0.18981E-02	6
54	-10.500	0.17579E-02	6
55	-10.700	0.16259E-02	6
56	-10.900	0.14973E-02	6
57	-11.000	0.14869E-02	5

PARATIE 7.00  
22 OTTOBRE 2012 10:29:08  
History 0 - DH12

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 16

STEP DI CARICO	NO.	
	3	
NOD	Y-REACT [kN/m]	X-MOM-R [kN*m/m]
4	0.12736923E-10	0.00000000E+00

PARATIE 7.00  
22 OTTOBRE 2012 10:29:08  
History 0 - DH12

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 17

STEP DI CARICO	NO.	
	4	
NOD	Y-REACT [kN/m]	X-MOM-R [kN*m/m]
4	-0.51019676E+02	0.00000000E+00

PARATIE 7.00  
22 OTTOBRE 2012 10:29:08  
History 0 - DH12

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 18

STEP DI CARICO	NO.	
	5	
NOD	Y-REACT [kN/m]	X-MOM-R [kN*m/m]
4	-0.51019676E+02	0.00000000E+00
29	0.43847592E-10	0.00000000E+00

STEP DI CARICO NO. 6

NOD	Y-REACT [kN/m]	X-MOM-R [kN*m/m]
4	-0.52763096E+02	0.00000000E+00
29	-0.10051984E+03	0.00000000E+00

INVILUPPO AZIONI INTERNE NEGLI ELEMENTI DI PARETE  
(PER UNITA' DI PROFONDITA')  
\* PARETE RightWall GRUPPO RWall\*  
\*STEP 1 - 6\*  
\* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI \*

Nella tabella si stampano i seguenti risultati:

MOMENTO SX = Momento che tende le fibre sulla faccia sinistra [kN\*m/m]  
MOMENTO DX = Momento che tende le fibre sulla faccia destra [kN\*m/m]  
TAGLIO = forza tagliante (valore assoluto, priva di segno)[kN/m ]

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
1	A	0.	0.4547E-12	0.1364E-11	3.141
	B	-0.2000	0.6282	0.	3.141
2	A	-0.2000	0.6282	0.	7.402
	B	-0.4000	2.109	0.	7.402
3	A	-0.4000	2.109	0.	9.080
	B	-0.5000	3.016	0.	9.080
4	A	-0.5000	3.016	0.	43.26
	B	-0.7000	0.8100	5.735	43.26
5	A	-0.7000	0.8100	5.735	42.03
	B	-0.9000	1.479	14.14	42.03
6	A	-0.9000	1.479	14.14	40.51
	B	-1.100	2.415	22.24	40.51
7	A	-1.100	2.415	22.24	38.70
	B	-1.300	3.122	29.98	38.70
8	A	-1.300	3.122	29.98	36.59
	B	-1.500	3.612	37.30	36.59
9	A	-1.500	3.612	37.30	34.18
	B	-1.700	3.895	44.14	34.18
10	A	-1.700	3.895	44.14	31.46
	B	-1.900	3.991	50.43	31.46
11	A	-1.900	3.991	50.43	29.13
	B	-2.100	3.913	56.12	29.13
12	A	-2.100	3.913	56.12	26.61
	B	-2.300	3.666	61.13	26.61
13	A	-2.300	3.666	61.13	23.90
	B	-2.500	3.272	65.41	23.90
14	A	-2.500	3.272	65.41	20.98
	B	-2.700	2.803	68.88	20.98
15	A	-2.700	2.803	68.88	17.88
	B	-2.900	2.312	72.25	17.88
16	A	-2.900	2.312	72.25	14.57
	B	-3.100	1.835	75.17	14.57
17	A	-3.100	1.835	75.17	11.07
	B	-3.300	1.395	77.38	11.07

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
18	A	-3.300	1.395	77.38	7.366
	B	-3.500	1.007	78.85	7.366
19	A	-3.500	1.007	78.85	7.773
	B	-3.700	0.6749	79.55	7.773
20	A	-3.700	0.6749	79.55	13.74
	B	-3.900	0.3984	79.42	13.74
21	A	-3.900	0.3984	79.42	19.98
	B	-4.100	0.1731	78.44	19.98
22	A	-4.100	0.1731	78.44	26.44
	B	-4.300	0.	76.56	26.44
23	A	-4.300	0.	76.56	33.08
	B	-4.500	0.	73.74	33.08
24	A	-4.500	0.	73.74	39.83
	B	-4.700	0.	69.94	39.83
25	A	-4.700	0.	69.94	46.62
	B	-4.900	0.	65.13	46.62
26	A	-4.900	0.	65.13	53.37
	B	-5.100	0.	59.26	53.37
27	A	-5.100	0.	59.26	59.95
	B	-5.300	0.	52.30	59.95
28	A	-5.300	0.	52.30	66.25
	B	-5.500	0.3441E-01	44.21	66.25
29	A	-5.500	0.3441E-01	44.21	46.35
	B	-5.700	0.	34.94	46.35
30	A	-5.700	0.	34.94	52.42
	B	-5.900	0.	24.45	52.42
31	A	-5.900	0.	24.45	58.68
	B	-6.100	0.	13.33	58.68
32	A	-6.100	0.	13.33	62.41
	B	-6.300	0.	15.25	62.41
33	A	-6.300	0.	15.25	60.89
	B	-6.500	11.94	15.85	60.89
34	A	-6.500	11.94	15.85	54.84
	B	-6.700	22.91	15.07	54.84
35	A	-6.700	22.91	15.07	49.68
	B	-6.900	32.85	12.88	49.68
36	A	-6.900	32.85	12.88	45.62
	B	-7.100	41.97	9.238	45.62
37	A	-7.100	41.97	9.238	31.25
	B	-7.300	48.22	4.588	31.25
38	A	-7.300	48.22	4.588	28.56
	B	-7.500	51.88	0.	28.56
39	A	-7.500	51.88	0.	34.13
	B	-7.700	53.21	0.	34.13
40	A	-7.700	53.21	0.	39.95
	B	-7.900	52.53	0.	39.95

BEAM EL.	ESTREMO	QUOTA	MOMENTO SX	MOMENTO DX	TAGLIO
41	A	-7.900	52.53	0.	46.03
	B	-8.100	50.12	0.	46.03
42	A	-8.100	50.12	0.	33.46
	B	-8.300	46.24	0.	33.46
43	A	-8.300	46.24	0.	24.07
	B	-8.500	41.43	0.	24.07
44	A	-8.500	41.43	0.	26.51
	B	-8.700	37.47	0.	26.51
45	A	-8.700	37.47	0.	27.21
	B	-8.900	37.05	0.	27.21
46	A	-8.900	37.05	0.	26.58
	B	-9.100	34.92	0.	26.58
47	A	-9.100	34.92	0.	25.00
	B	-9.300	31.38	0.	25.00
48	A	-9.300	31.38	0.	22.76
	B	-9.500	26.91	0.	22.76
49	A	-9.500	26.91	0.	24.73
	B	-9.700	21.96	0.	24.73
50	A	-9.700	21.96	0.	25.22
	B	-9.900	16.92	0.3379E-02	25.22
51	A	-9.900	16.92	0.3379E-02	24.10
	B	-10.10	12.10	0.8514E-02	24.10
52	A	-10.10	12.10	0.8514E-02	21.60
	B	-10.30	7.778	0.8921E-02	21.60
53	A	-10.30	7.778	0.8921E-02	17.86
	B	-10.50	4.206	0.6507E-02	17.86
54	A	-10.50	4.206	0.6507E-02	13.01
	B	-10.70	1.604	0.3088E-02	13.01
55	A	-10.70	1.604	0.3088E-02	7.088
	B	-10.90	0.1869	0.4142E-03	7.088
56	A	-10.90	0.1869	0.4142E-03	1.869
	B	-11.00	0.2274E-12	0.3041E-11	1.869

INVILUPPO RISULTATI NEGLI ELEMENTI TERRENO

\* PARETE RightWall GRUPPO DHRight\*

\*STEP 1 - 6\*

\* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI \*

Nella tabella si stampano i seguenti risultati:

SIGMA-H = massimo sforzo orizzontale efficace [kPa ]

TAGLIO = massimo sforzo di taglio [kPa ]

PR. ACQUA =massima pressione interstiziale [kPa ]

GRAD. MAX =massimo gradiente idraulico

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
1	0.	0.	0.	0.	0.
2	-0.2000	3.175	0.6127	0.	0.
3	-0.4000	5.017	1.892	0.	0.
4	-0.5000	5.939	2.531	0.	0.
5	-0.7000	7.785	3.807	0.	0.
6	-0.9000	9.636	5.082	0.	0.
7	-1.100	13.37	6.354	0.	0.
8	-1.300	14.10	7.625	0.	0.
9	-1.500	15.21	8.893	0.	0.
10	-1.700	17.08	10.16	0.	0.
11	-1.900	18.95	11.43	0.	0.
12	-2.100	20.82	12.69	0.	0.

13	-2.300	22.69	13.95	0.	0.
14	-2.500	24.57	15.22	0.	0.
15	-2.700	26.45	16.48	0.	0.
16	-2.900	28.33	17.74	0.	0.
17	-3.100	30.21	19.00	0.	0.
18	-3.300	32.09	20.26	0.	0.
19	-3.500	33.97	21.52	0.	0.
20	-3.700	35.85	22.78	0.	0.
21	-3.900	37.73	24.04	0.	0.
22	-4.100	39.60	25.30	0.	0.
23	-4.300	41.48	26.56	0.	0.
24	-4.500	43.36	27.82	0.	0.
25	-4.700	45.24	29.08	0.	0.
26	-4.900	47.11	30.34	0.	0.
27	-5.100	48.98	31.61	0.	0.
28	-5.300	50.85	32.87	0.	0.
29	-5.500	52.71	34.14	0.	0.
30	-5.700	54.57	35.41	0.	0.
31	-5.900	56.43	36.69	0.	0.
32	-6.100	58.28	37.96	0.	0.
33	-6.300	60.12	39.24	0.	0.
34	-6.500	64.49	40.52	0.	0.
35	-6.700	63.80	41.80	0.	0.

PARATIE 7.00

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 24

22 OTTOBRE 2012 10:29:08

History 0 - DH12

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
36	-6.900	65.63	43.08	0.	0.
37	-7.100	97.12	38.13	0.	0.
38	-7.300	91.23	39.32	0.	0.
39	-7.500	86.14	40.51	0.	0.
40	-7.700	86.71	41.69	0.	0.
41	-7.900	88.96	42.87	0.	0.
42	-8.100	94.53	46.12	0.	0.
43	-8.300	99.87	46.48	0.	0.
44	-8.500	94.77	45.86	2.000	0.
45	-8.700	96.06	46.52	4.000	0.
46	-8.900	97.36	47.17	6.000	0.
47	-9.100	98.66	47.82	8.000	0.
48	-9.300	99.96	48.47	10.00	0.
49	-9.500	101.3	49.12	12.00	0.
50	-9.700	102.6	49.77	14.00	0.
51	-9.900	103.9	50.41	16.00	0.
52	-10.10	105.2	51.06	18.00	0.
53	-10.30	106.5	51.71	20.00	0.
54	-10.50	107.8	52.36	22.00	0.
55	-10.70	109.1	53.01	24.00	0.
56	-10.90	110.4	53.65	26.00	0.
57	-11.00	111.0	53.98	27.00	0.

INVILUPPO RISULTATI NEGLI ELEMENTI TERRENO

\* PARETE RightWall GRUPPO UHRight\*

\*STEP 1 - 6\*

\* I PASSI NON EQUILIBRATI SONO ESCLUSI \*

Nella tabella si stampano i seguenti risultati:

SIGMA-H = massimo sforzo orizzontale efficace [kPa ]

TAGLIO = massimo sforzo di taglio [kPa ]

PR. ACQUA =massima pressione interstiziale [kPa ]

GRAD. MAX =massimo gradiente idraulico

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
1	0.	31.41	10.71	0.	0.
2	-0.2000	21.30	5.587	0.	0.
3	-0.4000	11.19	7.294	0.	0.
4	-0.5000	5.501	8.148	0.	0.
5	-0.7000	7.459	9.855	0.	0.
6	-0.9000	9.405	11.56	0.	0.
7	-1.100	11.34	13.27	0.	0.
8	-1.300	13.26	14.98	0.	0.
9	-1.500	15.17	16.68	0.	0.
10	-1.700	17.08	18.39	0.	0.
11	-1.900	18.97	20.10	0.	0.
12	-2.100	20.86	21.81	0.	0.
13	-2.300	22.74	23.51	0.	0.
14	-2.500	24.61	25.22	0.	0.
15	-2.700	26.49	26.93	0.	0.
16	-2.900	28.36	28.63	0.	0.
17	-3.100	30.23	30.34	0.	0.
18	-3.300	32.09	32.05	0.	0.
19	-3.500	33.96	33.76	0.	0.
20	-3.700	35.83	35.46	0.	0.
21	-3.900	37.70	37.17	0.	0.
22	-4.100	39.56	38.88	0.	0.
23	-4.300	41.43	40.58	0.	0.
24	-4.500	43.31	42.29	0.	0.
25	-4.700	45.19	44.00	0.	0.
26	-4.900	47.07	45.71	0.	0.
27	-5.100	48.96	47.41	0.	0.
28	-5.300	50.86	49.12	0.	0.
29	-5.500	52.77	50.83	0.	0.
30	-5.700	54.69	52.54	0.	0.
31	-5.900	56.62	54.24	0.	0.
32	-6.100	58.57	55.95	0.	0.
33	-6.300	60.54	57.66	0.	0.
34	-6.500	62.52	59.36	0.	0.
35	-6.700	64.51	61.07	0.	0.

SOIL EL.	QUOTA	SIGMA-H	TAGLIO	PR. ACQUA	GRAD. MAX
36	-6.900	66.50	62.78	0.	0.
37	-7.100	78.88	70.52	0.	0.
38	-7.300	81.38	72.17	0.	0.
39	-7.500	83.86	73.83	0.	0.
40	-7.700	86.31	75.49	0.	0.
41	-7.900	88.73	77.15	0.	0.
42	-8.100	91.12	78.81	0.	0.
43	-8.300	93.48	80.47	0.	0.
44	-8.500	94.82	81.40	2.000	0.
45	-8.700	96.14	82.34	4.000	0.
46	-8.900	97.46	83.28	6.000	0.
47	-9.100	98.76	84.21	8.000	0.
48	-9.300	100.1	82.17	10.00	0.
49	-9.500	101.3	80.17	12.00	0.
50	-9.700	102.6	78.61	14.00	0.
51	-9.900	103.9	77.42	16.00	0.
52	-10.10	105.2	76.50	18.00	0.
53	-10.30	106.5	75.79	20.00	0.
54	-10.50	107.8	75.21	22.00	0.
55	-10.70	109.1	74.71	24.00	0.
56	-10.90	110.4	74.23	26.00	0.
57	-11.00	111.0	74.46	27.00	0.

RIASSUNTO SPINTE NEGLI ELEMENTI TERRENO  
 (LE SPINTE SONO CALCOLATE INTEGRANDO GLI SFORZI NEI SINGOLI ELEMENTI MOLLA)

SPINTA EFFICACE VERA = Integrale delle pressioni orizzontali efficaci in tutti gli elementi nel gruppo: unita' di misura kN/m

SPINTA ACQUA = Integrale delle pressioni interstiziali in tutti gli elementi nel gruppo: unita' di misura kN/m

SPINTA TOTALE VERA = Somma della SPINTA EFFICACE e della SPINTA DELL'ACQUA: e' l' azione totale sulla parete: unita' di misura kN/m

SPINTA ATTIVA POSSIBILE = La minima spinta che puo' essere esercitata da questo gruppo di elementi terreno, in questa fase: unita' di misura kN/m

SPINTA PASSIVA POSSIBILE = La massima spinta che puo' essere esercitata da questo gruppo di elementi terreno, in questa fase: unita' di misura kN/m

RAPPORTO PASSIVA/VERA = e' il rapporto tra la massima spinta possibile e la spinta efficace vera: fornisce un'indicazione su quanta spinta passiva venga mobilitata;

SPINTA PASSIVA MOBILITATA = e' l'inverso del rapporto precedente, espresso in unita' percentuale: indica quanta parte della massima spinta possibile e' stata mobilitata;

RAPPORTO VERA/ATTIVA = e' il rapporto tra la spinta efficace vera e la minima spinta possibile: fornisce un'indicazione di quanto questa porzione di terreno sia prossima alla condizione di massimo rilascio.

FASE	1	GRUPPO -->	DHRi	UHRi
SPINTA EFFICACE VERA			625.70	625.71
SPINTA ACQUA			36.450	36.450
SPINTA TOTALE VERA			662.15	662.16



SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	249.26	276.10
SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	7070.8	7682.4
RAPPORTO PASSIVA/VERA	11.301	12.278
SPINTA PASSIVA MOBILITATA	9.%	8.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA	2.5102	2.2662

PARATIE 7.00

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 28

22 OTTOBRE 2012 10:29:08

History 0 - DH12

FASE 2	GRUPPO -->	DHRi	UHRi
	SPINTA EFFICACE VERA	562.67	562.67
	SPINTA ACQUA	36.450	36.450
	SPINTA TOTALE VERA	599.12	599.12
	SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	192.70	276.10
	SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	5794.0	7682.4
	RAPPORTO PASSIVA/VERA	10.297	13.653
	SPINTA PASSIVA MOBILITATA	10.%	7.%
	RAPPORTO VERA/ATTIVA	2.9199	2.0379

FASE 3	GRUPPO -->	DHRi	UHRi
	SPINTA EFFICACE VERA	562.67	562.67
	SPINTA ACQUA	36.450	36.450
	SPINTA TOTALE VERA	599.12	599.12
	SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	192.70	276.10
	SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	5794.0	7682.4
	RAPPORTO PASSIVA/VERA	10.297	13.653
	SPINTA PASSIVA MOBILITATA	10.%	7.%
	RAPPORTO VERA/ATTIVA	2.9199	2.0379

FASE 4	GRUPPO -->	DHRi	UHRi
	SPINTA EFFICACE VERA	316.48	367.50
	SPINTA ACQUA	36.450	36.450
	SPINTA TOTALE VERA	352.93	403.95
	SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	3.8374	276.10
	SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	1452.5	7682.4
	RAPPORTO PASSIVA/VERA	4.5896	20.905
	SPINTA PASSIVA MOBILITATA	22.%	5.%
	RAPPORTO VERA/ATTIVA	82.473	1.3310

FASE 5	GRUPPO -->	DHRi	UHRi
	SPINTA EFFICACE VERA	316.48	367.50
	SPINTA ACQUA	36.450	36.450
	SPINTA TOTALE VERA	352.93	403.95
	SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)	3.8374	276.10
	SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)	1452.5	7682.4
	RAPPORTO PASSIVA/VERA	4.5896	20.905
	SPINTA PASSIVA MOBILITATA	22.%	5.%
	RAPPORTO VERA/ATTIVA	82.473	1.3310

PARATIE 7.00  
22 OTTOBRE 2012 10:29:08  
History 0 - DH12

Ce.A.S. s.r.l. - Milano

PAG. 29

FASE	6	GRUPPO -->	DHri	UHri
SPINTA EFFICACE VERA			200.10	353.38
SPINTA ACQUA			36.450	36.450
SPINTA TOTALE VERA			236.55	389.83
SPINTA ATTIVA (POSSIBILE)			0.	276.10
SPINTA PASSIVA (POSSIBILE)			551.36	7682.4
RAPPORTO PASSIVA/VERA			2.7555	21.740
SPINTA PASSIVA MOBILITATA			36.%	5.%
RAPPORTO VERA/ATTIVA			0.10000E+06	1.2799

OUTPUT PLOTS:

# ALLEGATO 2

Tabulati analisi deformativa  
del complesso terreno-opera di  
sostegno  
(output del software PLAXIS)

**Table of Nodes**

<b>Index</b>	<b>Node [10<sup>3</sup>]</b>	<b>X [m]</b>	<b>Y [m]</b>
0	1807	352,799	179,390
1	3483	379,510	156,916
2	3987	430,365	114,110
3	4173	542,369	114,110
4	1257	242,794	114,110
5	10	242,794	289,651
6	17	249,940	284,737
7	46	256,541	269,194
8	53	268,952	261,380
9	69	279,170	254,194
10	131	291,802	239,194
11	201	301,870	231,178
12	291	309,800	219,194
13	307	319,188	210,454
14	773	327,733	199,194
15	8867	436,668	172,420
16	6803	468,332	171,807
17	5765	477,593	171,825
18	205	309,704	227,933
19	215	312,704	227,933
20	240	322,704	223,791
21	253	325,704	223,791
22	317	335,704	219,649
23	553	338,704	219,649
24	783	348,704	215,507
25	1087	351,704	215,507
26	1393	361,704	211,365

Index	Node [ $10^3$ ]	X [m]	Y [m]
27	1707	364,704	211,365
28	1977	374,704	207,223
29	2269	377,704	207,223
30	2555	387,704	203,081
31	2843	390,704	203,081
32	3599	400,704	198,939
33	3711	403,704	198,939
34	5727	413,704	194,796
35	6089	416,704	194,796
36	8531	431,237	189,396
37	10250	448,194	189,390
38	9199	444,194	189,390
39	9033	437,400	189,396
40	14111	450,014	184,390
41	14694	452,514	184,390
42	14863	454,334	179,390
43	14607	456,834	179,390
44	11117	458,654	174,390
45	9627	461,154	174,390
46	1135	339,674	189,396
47	517	324,784	203,081
48	1951	360,252	177,901
49	2523	367,529	173,760
50	8665	439,878	169,110
51	8359	441,878	169,110
52	8309	444,878	166,110
53	7371	454,915	166,110
54	6683	454,915	155,331
55	4289	542,369	153,701

Index	Node [ $10^3$ ]	X [m]	Y [m]
56	6389	462,540	166,110
57	6303	469,878	166,110
58	6293	472,878	169,110
59	5791	474,878	169,110
60	5357	480,074	171,830
61	5353	488,270	167,550
62	4901	498,142	166,910
63	4737	511,409	168,455
64	4373	542,369	157,774
65	873	242,794	157,774
66	5659	454,915	151,110
67	8045	462,050	171,928
68	3361	378,491	157,774
69	6709	454,915	157,774
70	6351	462,540	155,189
71	6699	462,540	157,774
72	5379	462,540	151,110
73	6273	454,915	154,110
74	5695	462,540	154,110
75	9125	438,422	188,765
76	10953	448,422	188,765
77	9262	438,649	188,140
78	11369	448,649	188,140
79	9815	438,877	187,515
80	12043	448,877	187,515
81	9825	439,104	186,890
82	12445	449,104	186,890
83	9835	439,332	186,265
84	13023	449,332	186,265

Index	Node [ $10^3$ ]	X [m]	Y [m]
85	9947	439,559	185,640
86	13355	449,559	185,640
87	9979	439,787	185,015
88	13853	449,787	185,015
89	10803	439,742	183,765
90	14915	452,742	183,765
91	11171	439,969	183,140
92	15041	452,969	183,140
93	11681	440,197	182,515
94	15150	453,197	182,515
95	11813	440,424	181,890
96	15178	453,424	181,890
97	11101	439,334	179,390
98	10863	440,061	178,765
99	14375	457,061	178,765
100	10835	441,654	174,390
101	10819	442,381	173,765
102	9011	461,381	173,765
103	10469	442,609	173,140
104	8585	461,609	173,140
105	8251	461,836	172,515
106	8685	443,291	171,265
107	7791	462,291	171,265
108	8413	443,519	170,640
109	7413	462,519	170,640
110	8349	443,746	170,015
111	7047	462,746	170,015
112	8339	443,974	169,390
113	6483	462,974	169,390

Index	Node [10 <sup>3</sup> ]	X [m]	Y [m]
114	8329	444,201	168,765
115	5975	463,201	168,765
116	8319	444,429	168,140
117	5903	463,429	168,140
118	8299	444,656	167,515
119	5881	463,656	167,515
120	5837	463,876	166,910
121	9707	441,233	172,332
122	10549	440,000	184,400
123	7837	445,000	167,000
124	15163	453,650	181,270
125	12165	440,650	181,270
126	12175	440,880	180,640
127	15139	453,883	180,640
128	11459	439,110	180,020
129	15087	454,110	180,020
130	11085	440,290	178,140
131	14063	457,290	178,140
132	11075	440,520	177,520
133	13709	457,520	177,520
134	10911	440,740	176,890
135	13307	457,740	176,890
136	10921	441,000	176,270
137	12847	458,000	176,270
138	10895	441,200	175,640
139	12343	458,200	175,640
140	10879	441,400	175,000
141	11797	458,400	175,000
142	10437	443,000	172,515



<b>Index</b>	<b>Node [10<sup>3</sup> ]</b>	<b>X [m]</b>	<b>Y [m]</b>
143	8941	443,200	171,928
144	8995	436,300	189,396

<b>Node</b>	<b>Fixity<sub>x</sub></b>	<b>Fixity<sub>y</sub></b>
869	X	
873	X	
877	X	
878	X	
879	X	
1257	X	X
1258	X	X
1259	X	X
1260	X	X
1261	X	
1262	X	
1263	X	
1267	X	
1271	X	X
1275	X	X
1276	X	X
1277	X	X
1627	X	X
1631	X	X
1632	X	X
1633	X	X
1791	X	X
1795	X	X
1796	X	X
1797	X	X
2129	X	X
2133	X	X
2134	X	X
2135	X	X

<b>Node</b>	<b>Fixity<sub>x</sub></b>	<b>Fixity<sub>y</sub></b>
2331	X	X
2335	X	X
2336	X	X
2337	X	X
2623	X	X
2627	X	X
2628	X	X
2629	X	X
2899	X	X
2903	X	X
2904	X	X
2905	X	X
3165	X	X
3169	X	X
3170	X	X
3171	X	X
3329	X	X
3333	X	X
3334	X	X
3335	X	X
3647	X	X
3648	X	X
3649	X	X
3650	X	X
3673	X	X
3677	X	X
3678	X	X
3679	X	X
3961	X	X

<b>Node</b>	<b>Fixity<sub>x</sub></b>	<b>Fixity<sub>y</sub></b>
3962	X	X
3963	X	X
3967	X	X
3971	X	X
3975	X	X
3976	X	X
3977	X	X
3987	X	X
3991	X	X
3992	X	X
3993	X	X
4003	X	X
4007	X	X
4008	X	X
4009	X	X
4019	X	X
4023	X	X
4024	X	X
4025	X	X
4035	X	X
4036	X	X
4037	X	X
4041	X	X
4051	X	X
4052	X	X
4053	X	X
4057	X	X
4067	X	X
4071	X	X

<b>Node</b>	<b>Fixity<sub>x</sub></b>	<b>Fixity<sub>y</sub></b>
4072	X	X
4073	X	X
4083	X	X
4087	X	X
4088	X	X
4089	X	X
4099	X	X
4100	X	X
4101	X	X
4105	X	X
4115	X	X
4119	X	X
4120	X	X
4121	X	X
4131	X	X
4132	X	X
4133	X	X
4137	X	X
4147	X	X
4148	X	X
4149	X	X
4153	X	X
4163	X	X
4164	X	X
4165	X	X
4169	X	X
4173	X	X
4177	X	
4178	X	

<b>Node</b>	<b>Fixity<sub>x</sub></b>	<b>Fixity<sub>y</sub></b>
4179	X	
4199	X	
4203	X	
4204	X	
4205	X	
4215	X	
4219	X	
4220	X	
4221	X	
4263	X	
4267	X	
4268	X	
4269	X	
4289	X	
4293	X	
4294	X	
4295	X	
4373	X	

## Line load

ID	Node	Local node	X [m]	Y [m]	$q_x$ [kN/m]	$q_y$ [kN/m]	$q_{a,x}$ [kN/m]	$q_{a,y}$ [kN/m]
1	9033	1	437,400	189,396	0,000	-110,000	0,000	-109,953
1	9029	2	437,981	189,395	0,000	-110,000	0,000	-109,953
1	9028	3	438,562	189,395	0,000	-110,000	0,000	-109,953
1	9027	4	439,143	189,394	0,000	-110,000	0,000	-109,953
1	9058	5	439,724	189,394	0,000	-110,000	0,000	-109,953
2	9058	1	439,724	189,394	0,000	-110,000	0,000	-109,953
2	9054	2	440,185	189,393	0,000	-110,000	0,000	-109,953
2	9053	3	440,646	189,393	0,000	-110,000	0,000	-109,953
2	9052	4	441,107	189,393	0,000	-110,000	0,000	-109,953
2	9071	5	441,568	189,392	0,000	-110,000	0,000	-109,953
3	9071	1	441,568	189,392	0,000	-110,000	0,000	-109,953
3	9067	2	441,934	189,392	0,000	-110,000	0,000	-109,953
3	9066	3	442,300	189,391	0,000	-110,000	0,000	-109,953
3	9065	4	442,666	189,391	0,000	-110,000	0,000	-109,953
3	9103	5	443,032	189,391	0,000	-110,000	0,000	-109,953
4	9103	1	443,032	189,391	0,000	-110,000	0,000	-109,953
4	9109	2	443,323	189,391	0,000	-110,000	0,000	-109,953
4	9108	3	443,613	189,390	0,000	-110,000	0,000	-109,953
4	9107	4	443,904	189,390	0,000	-110,000	0,000	-109,953
4	9199	5	444,194	189,390	0,000	-110,000	0,000	-109,953

## Line load

ID	Node	Local node	X [m]	Y [m]	$q_x$ [kN/m]	$q_y$ [kN/m]	$q_{a,x}$ [kN/m]	$q_{a,y}$ [kN/m]
1	9033	1	437,400	189,396	0,000	-110,000	0,000	-110,000
1	9029	2	437,981	189,395	0,000	-110,000	0,000	-110,000
1	9028	3	438,562	189,395	0,000	-110,000	0,000	-110,000
1	9027	4	439,143	189,394	0,000	-110,000	0,000	-110,000
1	9058	5	439,724	189,394	0,000	-110,000	0,000	-110,000
2	9058	1	439,724	189,394	0,000	-110,000	0,000	-110,000
2	9054	2	440,185	189,393	0,000	-110,000	0,000	-110,000
2	9053	3	440,646	189,393	0,000	-110,000	0,000	-110,000
2	9052	4	441,107	189,393	0,000	-110,000	0,000	-110,000
2	9071	5	441,568	189,392	0,000	-110,000	0,000	-110,000
3	9071	1	441,568	189,392	0,000	-110,000	0,000	-110,000
3	9067	2	441,934	189,392	0,000	-110,000	0,000	-110,000
3	9066	3	442,300	189,391	0,000	-110,000	0,000	-110,000
3	9065	4	442,666	189,391	0,000	-110,000	0,000	-110,000
3	9103	5	443,032	189,391	0,000	-110,000	0,000	-110,000
4	9103	1	443,032	189,391	0,000	-110,000	0,000	-110,000
4	9109	2	443,323	189,391	0,000	-110,000	0,000	-110,000
4	9108	3	443,613	189,390	0,000	-110,000	0,000	-110,000
4	9107	4	443,904	189,390	0,000	-110,000	0,000	-110,000
4	9199	5	444,194	189,390	0,000	-110,000	0,000	-110,000



## Line load

ID	Node	Local node	X [m]	Y [m]	$q_x$ [kN/m]	$q_y$ [kN/m]	$q_{a,x}$ [kN/m]	$q_{a,y}$ [kN/m]
1	9033	1	437,400	189,396	0,000	-110,000	0,000	-110,000
1	9029	2	437,981	189,395	0,000	-110,000	0,000	-110,000
1	9028	3	438,562	189,395	0,000	-110,000	0,000	-110,000
1	9027	4	439,143	189,394	0,000	-110,000	0,000	-110,000
1	9058	5	439,724	189,394	0,000	-110,000	0,000	-110,000
2	9058	1	439,724	189,394	0,000	-110,000	0,000	-110,000
2	9054	2	440,185	189,393	0,000	-110,000	0,000	-110,000
2	9053	3	440,646	189,393	0,000	-110,000	0,000	-110,000
2	9052	4	441,107	189,393	0,000	-110,000	0,000	-110,000
2	9071	5	441,568	189,392	0,000	-110,000	0,000	-110,000
3	9071	1	441,568	189,392	0,000	-110,000	0,000	-110,000
3	9067	2	441,934	189,392	0,000	-110,000	0,000	-110,000
3	9066	3	442,300	189,391	0,000	-110,000	0,000	-110,000
3	9065	4	442,666	189,391	0,000	-110,000	0,000	-110,000
3	9103	5	443,032	189,391	0,000	-110,000	0,000	-110,000
4	9103	1	443,032	189,391	0,000	-110,000	0,000	-110,000
4	9109	2	443,323	189,391	0,000	-110,000	0,000	-110,000
4	9108	3	443,613	189,390	0,000	-110,000	0,000	-110,000
4	9107	4	443,904	189,390	0,000	-110,000	0,000	-110,000
4	9199	5	444,194	189,390	0,000	-110,000	0,000	-110,000






## Line load

ID	Node	Local node	X [m]	Y [m]	$q_x$ [kN/m]	$q_y$ [kN/m]	$q_{a,x}$ [kN/m]	$q_{a,y}$ [kN/m]
1	9033	1	437,400	189,396	0,000	-110,000	0,000	-110,000
1	9029	2	437,981	189,395	0,000	-110,000	0,000	-110,000
1	9028	3	438,562	189,395	0,000	-110,000	0,000	-110,000
1	9027	4	439,143	189,394	0,000	-110,000	0,000	-110,000
1	9058	5	439,724	189,394	0,000	-110,000	0,000	-110,000
2	9058	1	439,724	189,394	0,000	-110,000	0,000	-110,000
2	9054	2	440,185	189,393	0,000	-110,000	0,000	-110,000
2	9053	3	440,646	189,393	0,000	-110,000	0,000	-110,000
2	9052	4	441,107	189,393	0,000	-110,000	0,000	-110,000
2	9071	5	441,568	189,392	0,000	-110,000	0,000	-110,000
3	9071	1	441,568	189,392	0,000	-110,000	0,000	-110,000
3	9067	2	441,934	189,392	0,000	-110,000	0,000	-110,000
3	9066	3	442,300	189,391	0,000	-110,000	0,000	-110,000
3	9065	4	442,666	189,391	0,000	-110,000	0,000	-110,000
3	9103	5	443,032	189,391	0,000	-110,000	0,000	-110,000
4	9103	1	443,032	189,391	0,000	-110,000	0,000	-110,000
4	9109	2	443,323	189,391	0,000	-110,000	0,000	-110,000
4	9108	3	443,613	189,390	0,000	-110,000	0,000	-110,000
4	9107	4	443,904	189,390	0,000	-110,000	0,000	-110,000
4	9199	5	444,194	189,390	0,000	-110,000	0,000	-110,000
5	8995	1	436,300	189,396	0,000	-10,000	0,000	-10,000
5	8605	2	435,667	189,396	0,000	-10,000	0,000	-10,000
5	8606	3	435,034	189,396	0,000	-10,000	0,000	-10,000
5	8607	4	434,401	189,396	0,000	-10,000	0,000	-10,000
5	8601	5	433,769	189,396	0,000	-10,000	0,000	-10,000
6	8601	1	433,769	189,396	0,000	-10,000	0,000	-10,000
6	8525	2	433,136	189,396	0,000	-10,000	0,000	-10,000
6	8526	3	432,503	189,396	0,000	-10,000	0,000	-10,000
6	8527	4	431,870	189,396	0,000	-10,000	0,000	-10,000
6	8531	5	431,237	189,396	0,000	-10,000	0,000	-10,000

## Area information






<b>Area information</b>		
Bounds		
Min <sub>x</sub>	242,8	m
Min <sub>y</sub>	114,1	m
Max <sub>x</sub>	542,4	m
Max <sub>y</sub>	289,7	m
Total area		
Total	27,43*10 <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>
Area per cluster		
Cluster 1	7058	m <sup>2</sup>
Cluster 2	8506	m <sup>2</sup>
Cluster 3	1084	m <sup>2</sup>
Cluster 4	907,8	m <sup>2</sup>
Cluster 5	1364	m <sup>2</sup>
Cluster 6	1246	m <sup>2</sup>
Cluster 7	124,9	m <sup>2</sup>
Cluster 8	5604	m <sup>2</sup>
Cluster 9	14,50	m <sup>2</sup>
Cluster 10	8,770	m <sup>2</sup>
Cluster 11	19,17	m <sup>2</sup>
Cluster 12	180,7	m <sup>2</sup>
Cluster 13	63,56	m <sup>2</sup>
Cluster 14	314,1	m <sup>2</sup>
Cluster 15	265,7	m <sup>2</sup>
Cluster 16	670,5	m <sup>2</sup>

## Materials - Soil and interfaces - Mohr-Coulomb

Identification		Argillite - Sito	Bedrock	Calcare-Versante	Cls Ciclopico	Riempimento
Identification number		1	2	3	4	5
Drainage type		Drained	Drained	Drained	Drained	Drained
Colour						
Comments						
$\gamma_{unsat}$	kN/m <sup>3</sup>	22,00	23,00	23,00	24,00	22,00
$\gamma_{sat}$	kN/m <sup>3</sup>	22,00	23,00	23,00	24,00	22,00
Dilatancy cut-off		No	No	No	No	No
$e_{init}$		0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
$e_{min}$		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
$e_{max}$		999,0	999,0	999,0	999,0	999,0
Rayleigh $\alpha$		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Rayleigh $\beta$		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
E	kN/m <sup>2</sup>	25,00E3	5,000E6	40,00E6	27,20E6	30,00E3
$\nu$ (nu)		0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
G	kN/m <sup>2</sup>	10,42E3	2,083E6	16,67E6	11,33E6	12,50E3
$E_{oed}$	kN/m <sup>2</sup>	27,78E3	5,556E6	44,44E6	30,22E6	33,33E3
$c_{ref}$	kN/m <sup>2</sup>	2,000	20,00	100,0	200,0	0,1000
$\phi$ (phi)	°	35,00	30,00	30,00	45,00	30,00
$\psi$ (psi)	°	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
$V_s$	m/s	68,12	942,2	2665	2151	74,62
$V_p$	m/s	111,2	1539	4352	3513	121,9
Set to default values		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
$E_{inc}$	kN/m <sup>2</sup> /m	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
$y_{ref}$	m	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
$c_{inc}$	kN/m <sup>2</sup> /m	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
$y_{ref}$	m	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Tension cut-off		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Tensile strength	kN/m <sup>2</sup>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Strength		Manual	Manual	Manual	Manual	Manual
$R_{inter}$		0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
$\delta_{inter}$		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
$K_0$ determination		Automatic	Automatic	Automatic	Automatic	Automatic
$K_{0,x}$		0,4264	0,5000	0,5000	0,2929	0,5000
Data set		Standard	Standard	Standard	Standard	Standard
Type		Coarse	Coarse	Coarse	Coarse	Coarse
< 2 $\mu$ m	%	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
2 $\mu$ m - 50 $\mu$ m	%	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
50 $\mu$ m - 2 mm	%	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00

Identification		Argillite - Sito	Bedrock	Calcare-Versante	Cls Ciclopico	Riempimento
Set to default values		No	No	No	No	No
$k_x$	m/day	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
$k_y$	m/day	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
$-\Psi_{\text{unsat}}$	m	10,00E3	10,00E3	10,00E3	10,00E3	10,00E3
$\theta_{\text{nit}}$		0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
$c_k$		1,000E15	1,000E15	1,000E15	1,000E15	1,000E15

## Materials - Geogrids -

Identification		55	80	110	150	200
Identification number		1	2	3	4	5
Comments						
Colour						
Material type		Elastic	Elastic	Elastic	Elastic	Elastic
Isotropic		Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
EA <sub>1</sub>	kN/m	600,0	850,0	1150	1600	2500
EA <sub>2</sub>	kN/m	600,0	850,0	1150	1600	2500

## General information

<b>General information</b>	
Project	
Filename	Pendio_3a.PLX
Directory	C:\PI-PROGETTI\CVC\LAVORO\POZZI_FONDAZIONE\Pendio_3a.P2DAT\
Title	
General	
Model	Plane strain
Elements	15-Noded
Acceleration	
Gravity angle	-90,00°
x-acceleration	0,04000 G
y-acceleration	0,000 G
Earth gravity	9,800 m/s <sup>2</sup>
Mesh	
Nr of soil elements	1871
Nr of nodes	15219
Average elem. size	5,302 m
Comments	

## Calculation information

<b>Calculation information</b>				
Step info				
Phase	Initial phase			
Step	28 of 28			
Calculation mode	Classical mode			
Step type	Gravity loading			
Solver type	Classic			
Kernel type	32 bit			
Extrapolation factor	0,2838			
Relative stiffness	0,4785			
Design approach				
Index	0			
Name	Reference values			
Multipliers				
Prescribed displacements X	$M_{DispX}$	0,000	$\Sigma M_{DispX}$	1,000
Prescribed displacements Y	$M_{DispY}$	0,000	$\Sigma M_{DispY}$	1,000
Load system A	$M_{LoadA}$	0,000	$\Sigma M_{LoadA}$	1,000
Load system B	$M_{LoadB}$	0,000	$\Sigma M_{LoadB}$	1,000
Soil weight	$M_{Weight}$	0,01253	$\Sigma M_{Weight}$	1,000
Acceleration	$M_{Accel}$	0,000	$\Sigma M_{Accel}$	0,000
Strength reduction factor	$M_{sf}$	0,000	$\Sigma M_{sf}$	1,000
Time	Increment	0,000	End time	0,000
Staged construction				
Active proportion total area	$M_{Area}$	0,000	$\Sigma M_{Area}$	0,8662
Active proportion of stage	$M_{Stage}$	0,000	$\Sigma M_{Stage}$	0,000
Forces				
$F_X$	0,000 kN/m			
$F_Y$	0,000 kN/m			



<b>Calculation information</b>				
Consolidation				
Realised $P_{\text{Excess,Max}}$	0,000 kN/m <sup>2</sup>			

## Calculation information

<b>Calculation information</b>				
Step info				
Phase	Scavo_per_realizzazione_pozzo			
Step	30 of 30			
Calculation mode	Classical mode			
Step type	Plastic			
Updated mesh	False			
Solver type	Classic			
Kernel type	32 bit			
Extrapolation factor	1,000			
Relative stiffness	0,9851			
Design approach				
Index	0			
Name	Reference values			
Multipliers				
Prescribed displacements X	$M_{DispX}$	0,000	$\Sigma M_{DispX}$	1,000
Prescribed displacements Y	$M_{DispY}$	0,000	$\Sigma M_{DispY}$	1,000
Load system A	$M_{LoadA}$	0,000	$\Sigma M_{LoadA}$	1,000
Load system B	$M_{LoadB}$	0,000	$\Sigma M_{LoadB}$	1,000
Soil weight	$M_{Weight}$	0,000	$\Sigma M_{Weight}$	1,000
Acceleration	$M_{Accel}$	0,000	$\Sigma M_{Accel}$	0,000
Strength reduction factor	$M_{sf}$	0,000	$\Sigma M_{sf}$	1,000
Time	Increment	0,000	End time	0,000
Staged construction				
Active proportion total area	$M_{Area}$	-3,557E-3	$\Sigma M_{Area}$	0,8591
Active proportion of stage	$M_{Stage}$	0,5000	$\Sigma M_{Stage}$	1,000
Forces				
$F_x$	0,000 kN/m			
$F_y$	0,000 kN/m			
Consolidation				
Realised $P_{Excess,Max}$	0,000 kN/m <sup>2</sup>			

<b>Calculation information</b>				

## Calculation information

<b>Calculation information</b>				
Step info				
Phase	Realizzazione_pozzo			
Step	47 of 47			
Calculation mode	Classical mode			
Step type	Plastic			
Updated mesh	False			
Solver type	Classic			
Kernel type	32 bit			
Extrapolation factor	0,2182			
Relative stiffness	0,03498			
Design approach				
Index	0			
Name	Reference values			
Multipliers				
Prescribed displacements X	$M_{DispX}$	0,000	$\Sigma M_{DispX}$	1,000
Prescribed displacements Y	$M_{DispY}$	0,000	$\Sigma M_{DispY}$	1,000
Load system A	$M_{LoadA}$	0,000	$\Sigma M_{LoadA}$	1,000
Load system B	$M_{LoadB}$	0,000	$\Sigma M_{LoadB}$	1,000
Soil weight	$M_{Weight}$	0,000	$\Sigma M_{Weight}$	1,000
Acceleration	$M_{Accel}$	0,000	$\Sigma M_{Accel}$	0,000
Strength reduction factor	$M_{sf}$	0,000	$\Sigma M_{sf}$	1,000
Time	Increment	0,000	End time	0,000
Staged construction				
Active proportion total area	$M_{Area}$	0,000	$\Sigma M_{Area}$	0,8591
Active proportion of stage	$M_{Stage}$	0,01051	$\Sigma M_{Stage}$	1,000
Forces				
$F_x$	0,000 kN/m			
$F_y$	0,000 kN/m			
Consolidation				

<b>Calculation information</b>				
Realised $P_{\text{Excess,Max}}$	0,000 kN/m <sup>2</sup>			

## Calculation information

<b>Calculation information</b>				
Step info				
Phase	Realizz_terra_di_piede			
Step	63 of 63			
Calculation mode	Classical mode			
Step type	Plastic			
Updated mesh	False			
Solver type	Classic			
Kernel type	32 bit			
Extrapolation factor	0,8372			
Relative stiffness	0,4361			
Design approach				
Index	0			
Name	Reference values			
Multipliers				
Prescribed displacements X	$M_{DispX}$	0,000	$\Sigma M_{DispX}$	1,000
Prescribed displacements Y	$M_{DispY}$	0,000	$\Sigma M_{DispY}$	1,000
Load system A	$M_{LoadA}$	0,000	$\Sigma M_{LoadA}$	1,000
Load system B	$M_{LoadB}$	0,000	$\Sigma M_{LoadB}$	1,000
Soil weight	$M_{Weight}$	0,000	$\Sigma M_{Weight}$	1,000
Acceleration	$M_{Accel}$	0,000	$\Sigma M_{Accel}$	0,000
Strength reduction factor	$M_{sf}$	0,000	$\Sigma M_{sf}$	1,000
Time	Increment	0,000	End time	0,000
Staged construction				
Active proportion total area	$M_{Area}$	0,9080E-3	$\Sigma M_{Area}$	0,8662
Active proportion of stage	$M_{Stage}$	0,1059	$\Sigma M_{Stage}$	1,000
Forces				
$F_x$	0,000 kN/m			
$F_y$	0,000 kN/m			
Consolidation				

<b>Calculation information</b>				
Realised $P_{\text{Excess,Max}}$	0,000 kN/m <sup>2</sup>			

## Calculation information

<b>Calculation information</b>				
Step info				
Phase	Realizz_Terra_Rinf			
Step	90 of 90			
Calculation mode	Classical mode			
Step type	Plastic			
Updated mesh	False			
Solver type	Classic			
Kernel type	32 bit			
Extrapolation factor	1,513			
Relative stiffness	0,6124			
Design approach				
Index	0			
Name	Reference values			
Multipliers				
Prescribed displacements X	$M_{DispX}$	0,000	$\Sigma M_{DispX}$	1,000
Prescribed displacements Y	$M_{DispY}$	0,000	$\Sigma M_{DispY}$	1,000
Load system A	$M_{LoadA}$	0,000	$\Sigma M_{LoadA}$	1,000
Load system B	$M_{LoadB}$	0,000	$\Sigma M_{LoadB}$	1,000
Soil weight	$M_{Weight}$	0,000	$\Sigma M_{Weight}$	1,000
Acceleration	$M_{Accel}$	0,000	$\Sigma M_{Accel}$	0,000
Strength reduction factor	$M_{sf}$	0,000	$\Sigma M_{sf}$	1,000
Time	Increment	0,000	End time	0,000
Staged construction				
Active proportion total area	$M_{Area}$	0,01268	$\Sigma M_{Area}$	0,9274
Active proportion of stage	$M_{Stage}$	0,2072	$\Sigma M_{Stage}$	1,000
Forces				
$F_x$	0,000 kN/m			
$F_y$	0,000 kN/m			
Consolidation				



<b>Calculation information</b>				
Realised $P_{\text{Excess,Max}}$	0,000 kN/m <sup>2</sup>			

## Calculation information

<b>Calculation information</b>				
Step info				
Phase	Realizz_Vallo			
Step	120 of 120			
Calculation mode	Classical mode			
Step type	Plastic			
Updated mesh	False			
Solver type	Classic			
Kernel type	32 bit			
Extrapolation factor	1,000			
Relative stiffness	2,487E-3			
Design approach				
Index	0			
Name	Reference values			
Multipliers				
Prescribed displacements X	$M_{DispX}$	0,000	$\Sigma M_{DispX}$	1,000
Prescribed displacements Y	$M_{DispY}$	0,000	$\Sigma M_{DispY}$	1,000
Load system A	$M_{LoadA}$	0,000	$\Sigma M_{LoadA}$	1,000
Load system B	$M_{LoadB}$	0,000	$\Sigma M_{LoadB}$	1,000
Soil weight	$M_{Weight}$	0,000	$\Sigma M_{Weight}$	1,000
Acceleration	$M_{Accel}$	0,000	$\Sigma M_{Accel}$	0,000
Strength reduction factor	$M_{sf}$	0,000	$\Sigma M_{sf}$	1,000
Time	Increment	0,000	End time	0,000
Staged construction				
Active proportion total area	$M_{Area}$	0,000	$\Sigma M_{Area}$	0,9274
Active proportion of stage	$M_{Stage}$	0,01471	$\Sigma M_{Stage}$	0,9996
Forces				
$F_x$	0,000 kN/m			

<b>Calculation information</b>				
$F_Y$	0,000 kN/m			
Consolidation				
Realised $P_{\text{Excess,Max}}$	0,000 kN/m <sup>2</sup>			

## Calculation information

<b>Calculation information</b>				
Step info				
Phase	Primo_Riemp_Tergo			
Step	127 of 127			
Calculation mode	Classical mode			
Step type	Plastic			
Updated mesh	False			
Solver type	Classic			
Kernel type	32 bit			
Extrapolation factor	1,370			
Relative stiffness	0,6415			
Design approach				
Index	0			
Name	Reference values			
Multipliers				
Prescribed displacements X	$M_{DispX}$	0,000	$\Sigma M_{DispX}$	1,000
Prescribed displacements Y	$M_{DispY}$	0,000	$\Sigma M_{DispY}$	1,000
Load system A	$M_{LoadA}$	0,000	$\Sigma M_{LoadA}$	1,000
Load system B	$M_{LoadB}$	0,000	$\Sigma M_{LoadB}$	1,000
Soil weight	$M_{Weight}$	0,000	$\Sigma M_{Weight}$	1,000
Acceleration	$M_{Accel}$	0,000	$\Sigma M_{Accel}$	0,000
Strength reduction factor	$M_{sf}$	0,000	$\Sigma M_{sf}$	1,000
Time	Increment	0,000	End time	0,000
Staged construction				
Active proportion total area	$M_{Area}$	0,01422	$\Sigma M_{Area}$	0,9669
Active proportion of stage	$M_{Stage}$	0,3137	$\Sigma M_{Stage}$	1,000
Forces				
$F_x$	0,000 kN/m			
$F_y$	0,000 kN/m			
Consolidation				

<b>Calculation information</b>				
Realised $P_{\text{Excess,Max}}$	0,000 kN/m <sup>2</sup>			

## Calculation information

<b>Calculation information</b>				
Step info				
Phase	Config_Permanente			
Step	145 of 145			
Calculation mode	Classical mode			
Step type	Plastic			
Updated mesh	False			
Solver type	Classic			
Kernel type	32 bit			
Extrapolation factor	0,3249			
Relative stiffness	0,06393			
Design approach				
Index	0			
Name	Reference values			
Multipliers				
Prescribed displacements X	$M_{DispX}$	0,000	$\Sigma M_{DispX}$	1,000
Prescribed displacements Y	$M_{DispY}$	0,000	$\Sigma M_{DispY}$	1,000
Load system A	$M_{LoadA}$	0,000	$\Sigma M_{LoadA}$	1,000
Load system B	$M_{LoadB}$	0,000	$\Sigma M_{LoadB}$	1,000
Soil weight	$M_{Weight}$	0,000	$\Sigma M_{Weight}$	1,000
Acceleration	$M_{Accel}$	0,000	$\Sigma M_{Accel}$	0,000
Strength reduction factor	$M_{sf}$	0,000	$\Sigma M_{sf}$	1,000
Time	Increment	0,000	End time	0,000
Staged construction				
Active proportion total area	$M_{Area}$	1,709E-3	$\Sigma M_{Area}$	1,000
Active proportion of stage	$M_{Stage}$	0,02493	$\Sigma M_{Stage}$	1,000
Forces				
$F_x$	0,000 kN/m			
$F_y$	0,000 kN/m			
Consolidation				

<b>Calculation information</b>				
Realised $P_{\text{Excess,Max}}$	0,000 kN/m <sup>2</sup>			

## Calculation information

<b>Calculation information</b>				
Step info				
Phase	Svc_Mezzi			
Step	147 of 147			
Calculation mode	Classical mode			
Step type	Plastic			
Updated mesh	False			
Solver type	Classic			
Kernel type	32 bit			
Extrapolation factor	1,000			
Relative stiffness	0,5842			
Design approach				
Index	0			
Name	Reference values			
Multipliers				
Prescribed displacements X	$M_{DispX}$	0,000	$\Sigma M_{DispX}$	1,000
Prescribed displacements Y	$M_{DispY}$	0,000	$\Sigma M_{DispY}$	1,000
Load system A	$M_{LoadA}$	0,000	$\Sigma M_{LoadA}$	1,000
Load system B	$M_{LoadB}$	0,000	$\Sigma M_{LoadB}$	1,000
Soil weight	$M_{Weight}$	0,000	$\Sigma M_{Weight}$	1,000
Acceleration	$M_{Accel}$	0,000	$\Sigma M_{Accel}$	0,000
Strength reduction factor	$M_{sf}$	0,000	$\Sigma M_{sf}$	1,000
Time	Increment	0,000	End time	0,000
Staged construction				
Active proportion total area	$M_{Area}$	0,000	$\Sigma M_{Area}$	1,000
Active proportion of stage	$M_{Stage}$	0,5000	$\Sigma M_{Stage}$	1,000
Forces				
$F_x$	0,000 kN/m			

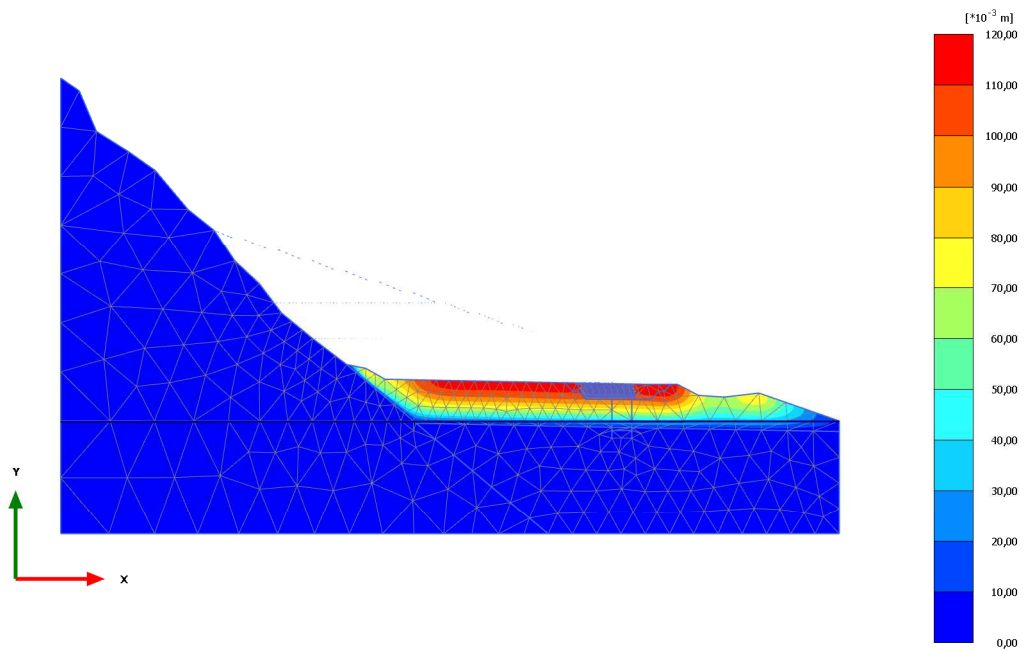


<b>Calculation information</b>				
$F_Y$	0,000 kN/m			
Consolidation				
Realised $P_{\text{Excess,Max}}$	0,000 kN/m <sup>2</sup>			

## Calculation information per phase

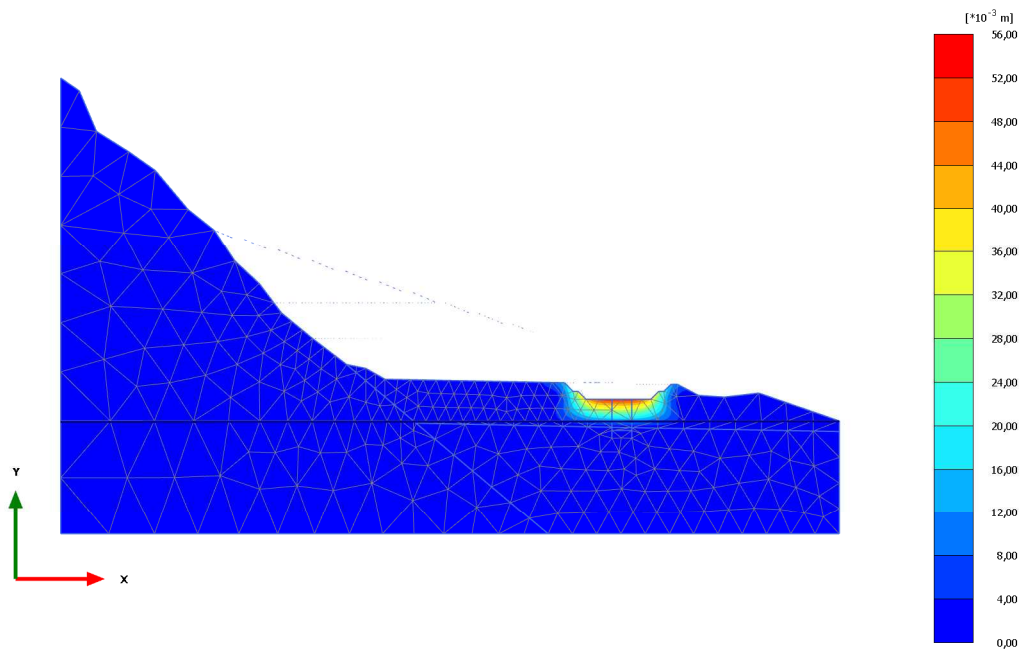
Identification	Phase	Start from	Calculation type	Loading input	Pore pressure	Time step [day]	First step	Last step	Log
Initial phase	0	N/A	Gravity loading	N/A	Pneatic	0.000	1	28	OK
Scavo_get_realizzazione_pozzo	1	0	Plastic	Staged construction	Use pressures from previous phase	0.000	29	30	OK
Realizzazione_pozzo	2	1	Plastic	Staged construction	Use pressures from previous phase	0.000	31	47	OK
Realizz_terra_dipiede	3	2	Plastic	Staged construction	Use pressures from previous phase	0.000	48	63	OK
Realizz_Terra_Rinf	4	3	Plastic	Staged construction	Use pressures from previous phase	0.000	64	90	OK
Realizz_Valle	5	4	Plastic	Staged construction	Use pressures from previous phase	0.000	91	120	OK
Primo_Riemp_Tergo	6	5	Plastic	Staged construction	Use pressures from previous phase	0.000	121	127	OK
Config_Permanente	7	6	Plastic	Staged construction	Use pressures from previous phase	0.000	128	146	OK
Svc_Mezzi	8	7	Plastic	Staged construction	Use pressures from previous phase	0.000	146	147	OK
FS_atica	9	8	Safety	Incremental multipliers	Use pressures from previous phase	0.000	148	247	OK
Sisma	10	8	Plastic	Total multipliers	Use pressures from previous phase	0.000	248	255	Load advancement procedure fails. [103]

Calculation results, Initial phase (0/28), Total displacements |u|



**Total displacements |u|**  
Maximum value = 0,1183 m (Element 1042 at Node 5771)

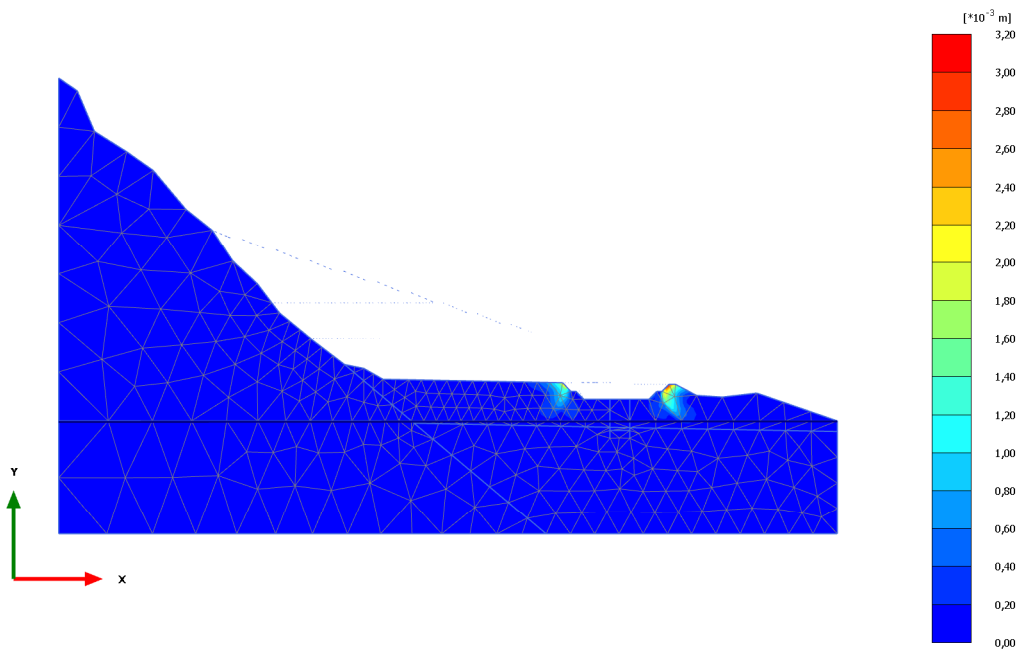
Calculation results, Scavo\_per\_realizzazione\_pozzo (1/30), Total displacements |u|



**Total displacements |u|**

Maximum value = 0,05201 m (Element 1046 at Node 6834)

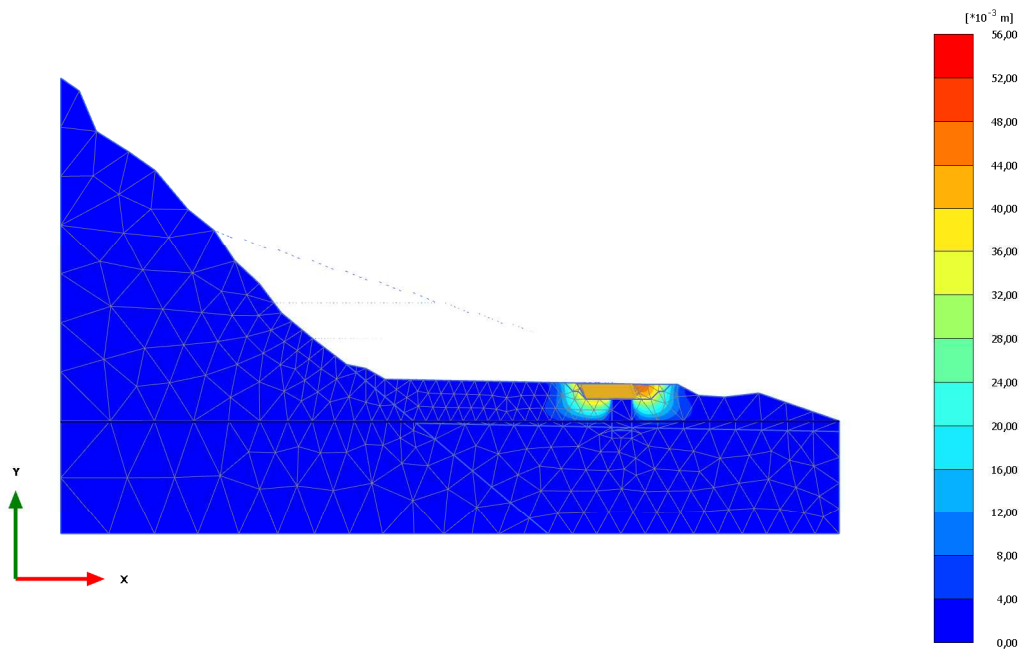
Calculation results, Realizzazione\_pozzo (2/47), Total displacements |u|



**Total displacements |u|**

Maximum value =  $3,188 \times 10^{-3}$  m (Element 1853 at Node 5766)

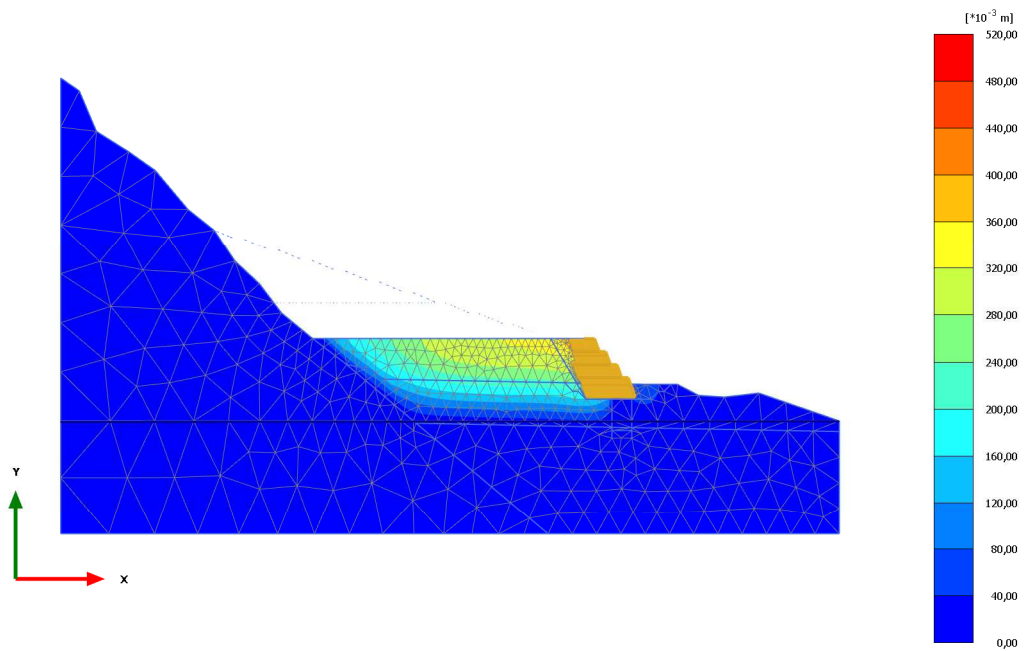
Calculation results, Realizz\_terra\_di\_piede (3/63), Total displacements |u|



**Total displacements |u|**

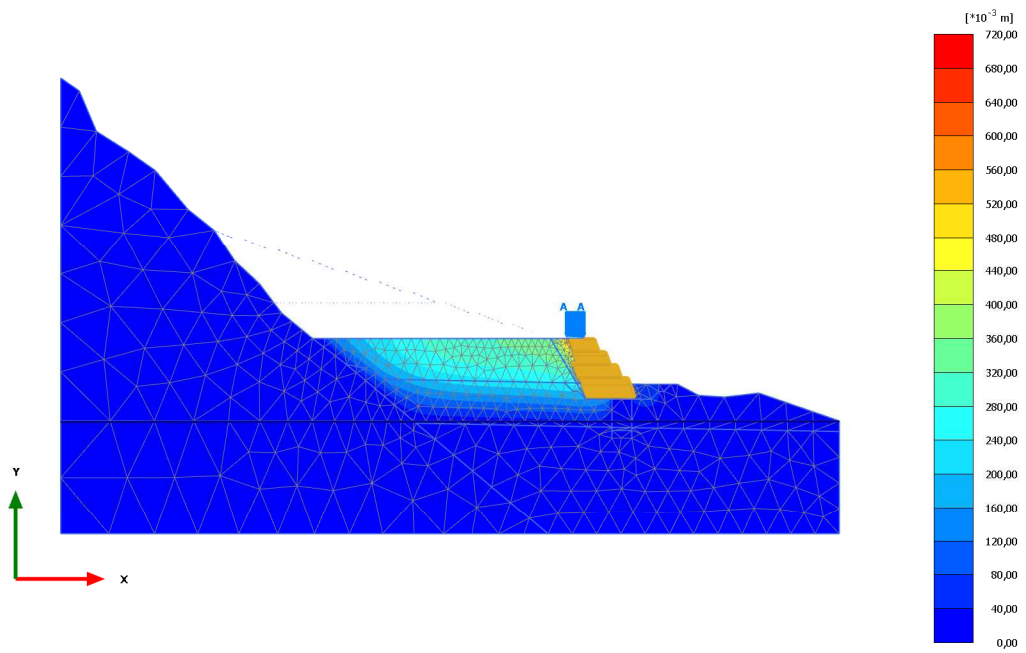
Maximum value = 0,05230 m (Element 1039 at Node 8396)

Calculation results, Realizz\_Terra\_Rinf (4/90), Total displacements |u|



**Total displacements |u|**  
Maximum value = 0,5075 m (Element 1121 at Node 10252)

Calculation results, Realizz\_Vallo (5/120), Total displacements |u|

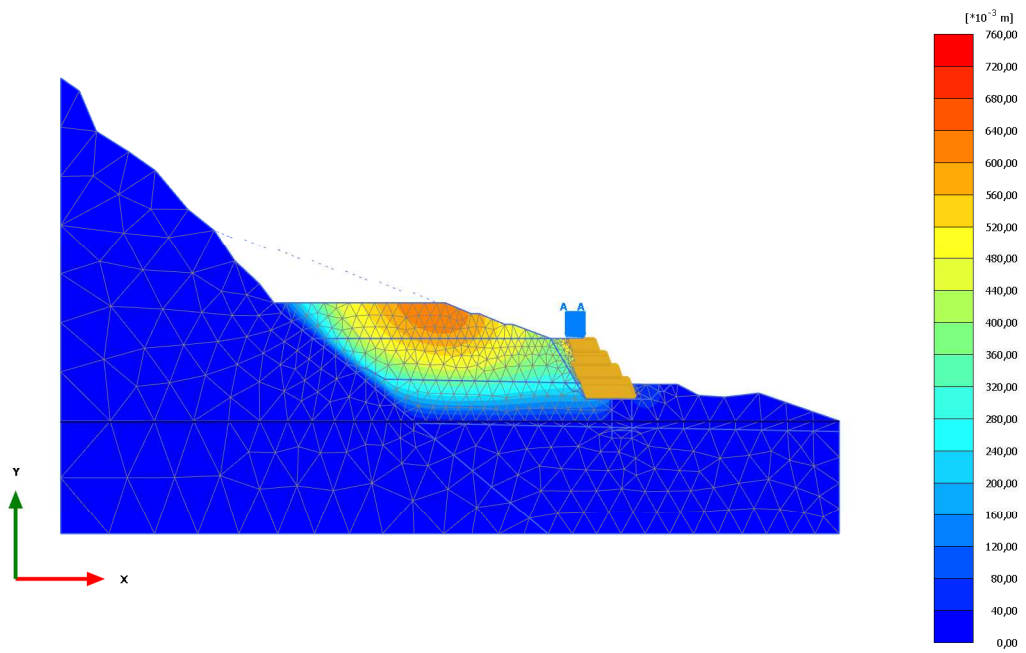


**Total displacements |u|**

Maximum value = 0,7040 m (Element 1112 at Node 10961)



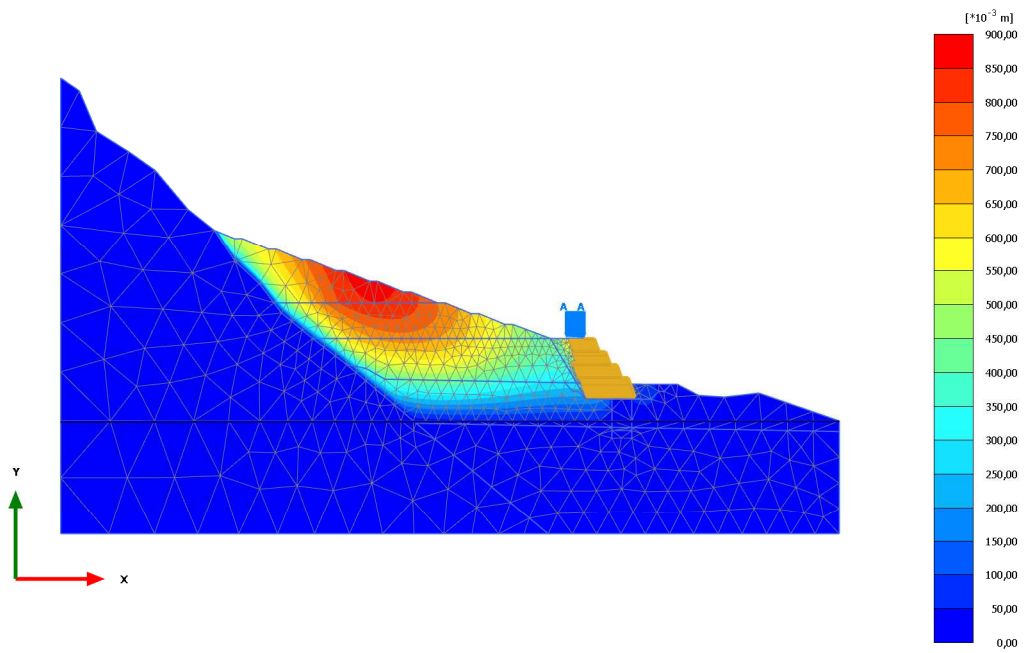
Calculation results, Primo\_Riemp\_Tergo (6/127), Total displacements |u|



**Total displacements |u|**

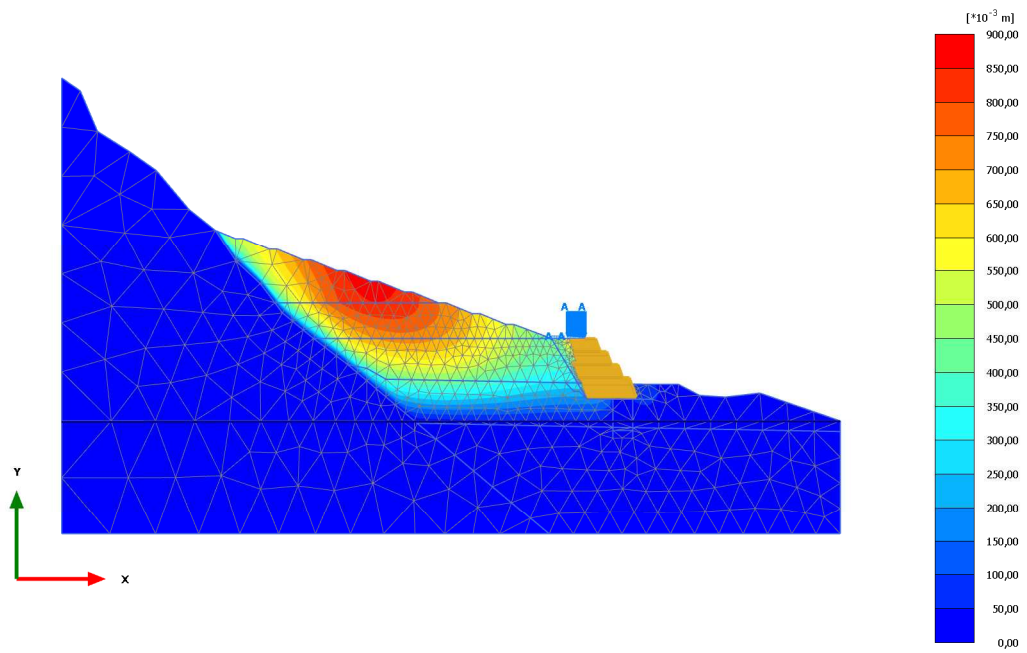
Maximum value = 0,7303 m (Element 1112 at Node 10961)

Calculation results, Config\_Permanente (7/145), Total displacements |u|



**Total displacements |u|**  
Maximum value = 0,8721 m (Element 362 at Node 1092)

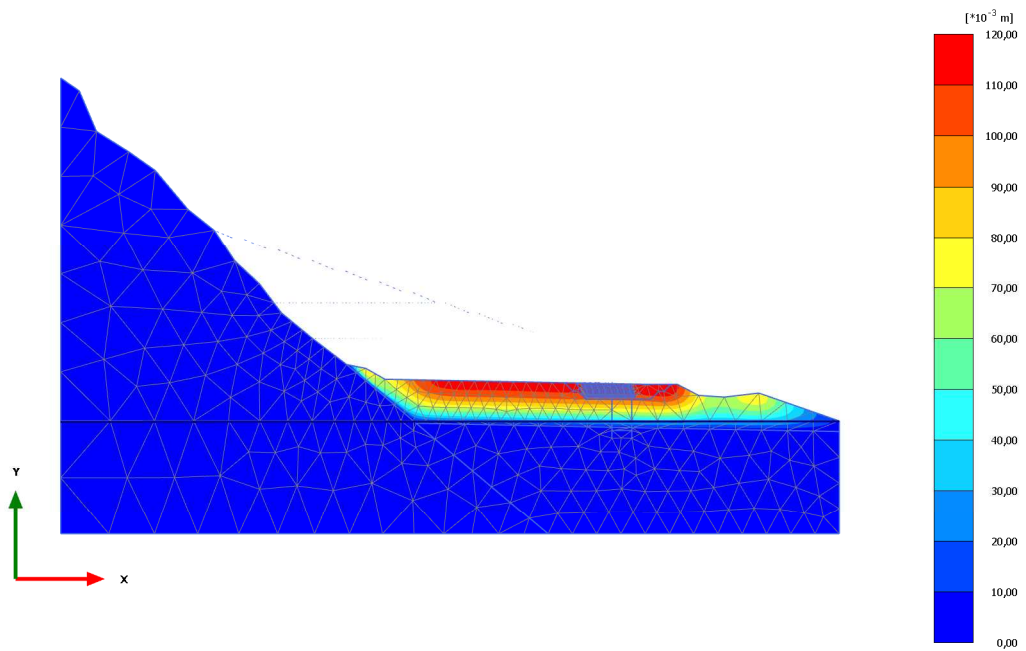
Calculation results, Svc\_Mezzi (8/147), Total displacements |u|



**Total displacements |u|**

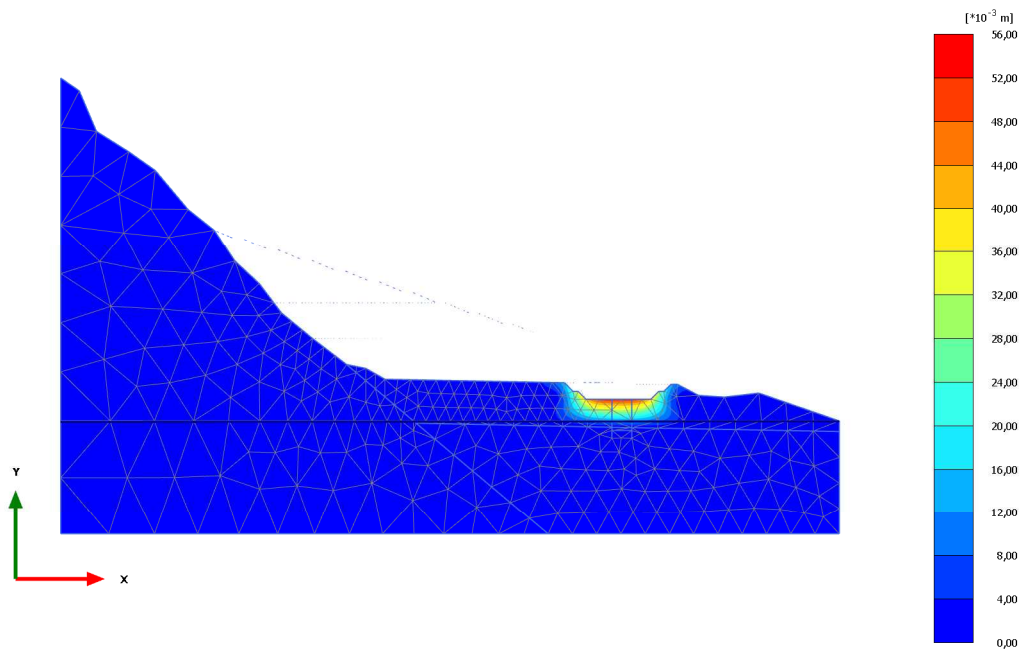
Maximum value = 0,8722 m (Element 362 at Node 1092)

Calculation results, Initial phase (0/28), Phase displacements |Pu|



**Phase displacements |Pu|**  
Maximum value = 0,1183 m (Element 1042 at Node 5771)

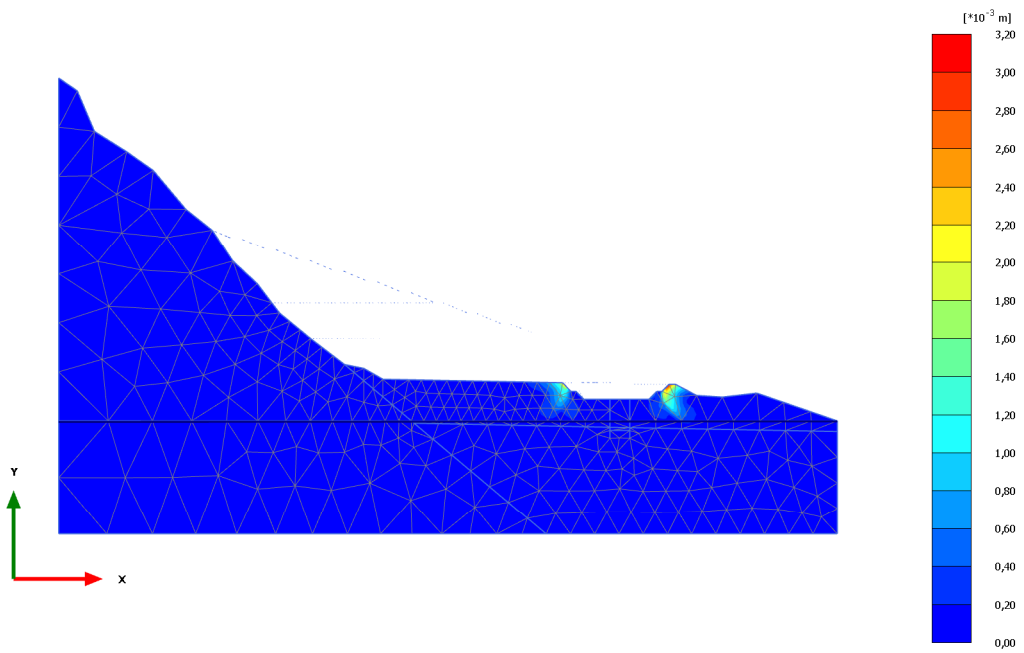
Calculation results, Scavo\_per\_realizzazione\_pozzo (1/30), Phase displacements |Pu|



**Phase displacements |Pu|**

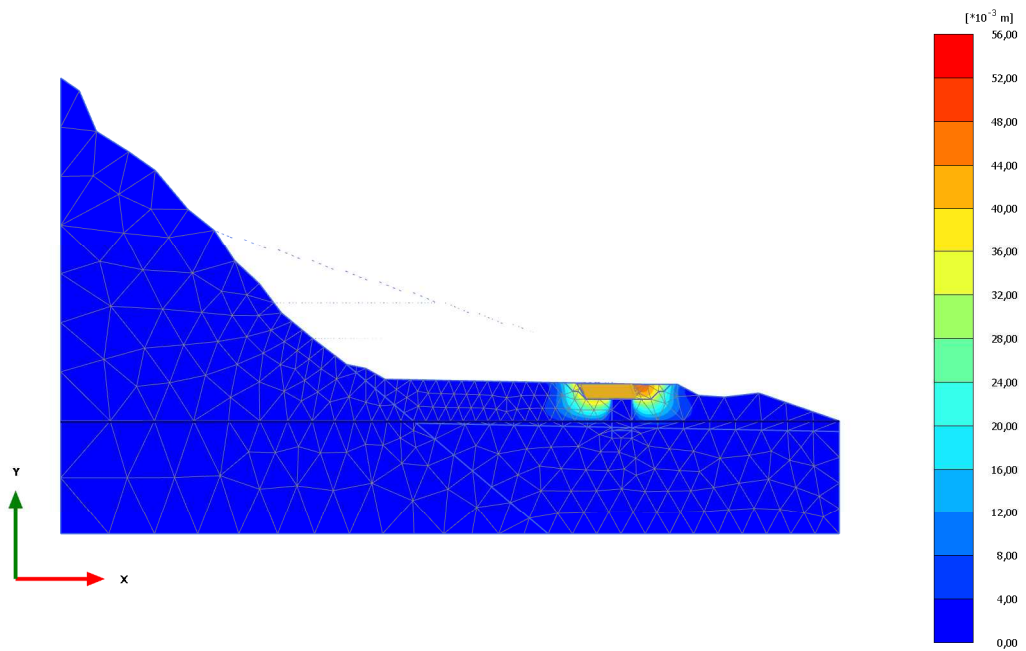
Maximum value = 0,05201 m (Element 1046 at Node 6834)

Calculation results, Realizzazione\_pozzo (2/47), Phase displacements |Pu|



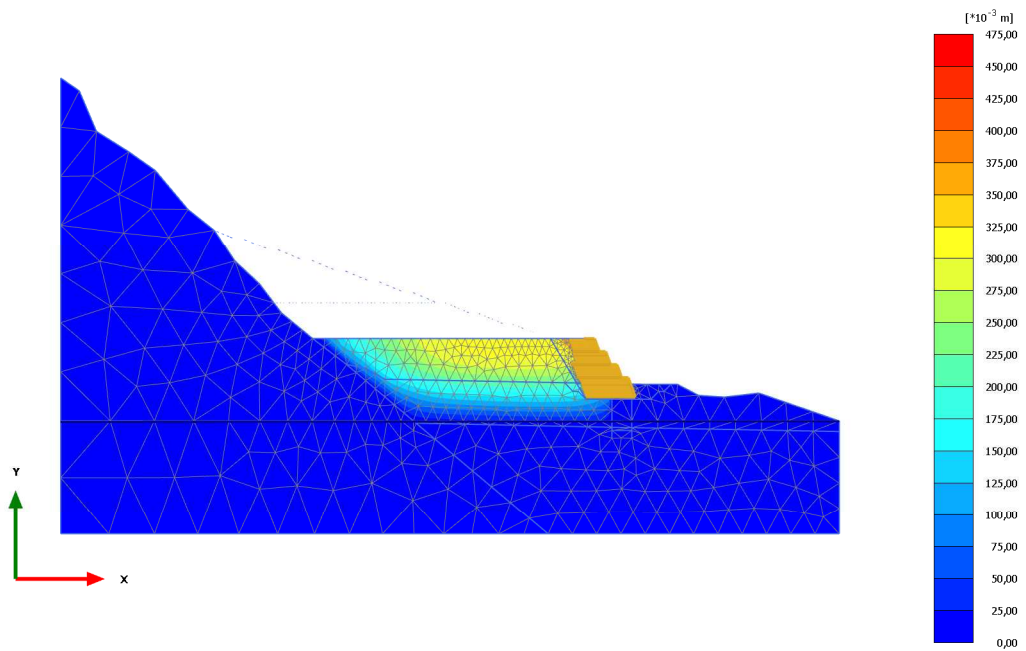
**Phase displacements |Pu|**  
Maximum value =  $3,188 \cdot 10^{-3}$  m (Element 1853 at Node 5766)

Calculation results, Realizz\_terra\_di\_piede (3/63), Phase displacements |Pu|



**Phase displacements |Pu|**  
Maximum value = 0,05230 m (Element 1039 at Node 8396)

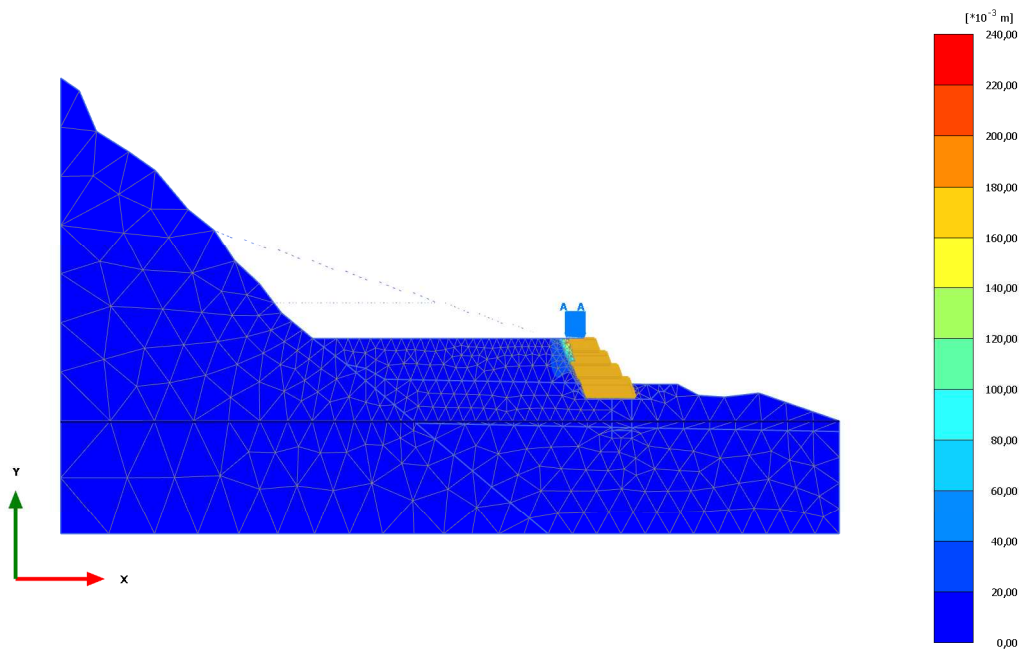
Calculation results, Realizz\_Terra\_Rinf (4/90), Phase displacements |Pu|



**Phase displacements |Pu|**  
Maximum value = 0,4627 m (Element 1121 at Node 10252)

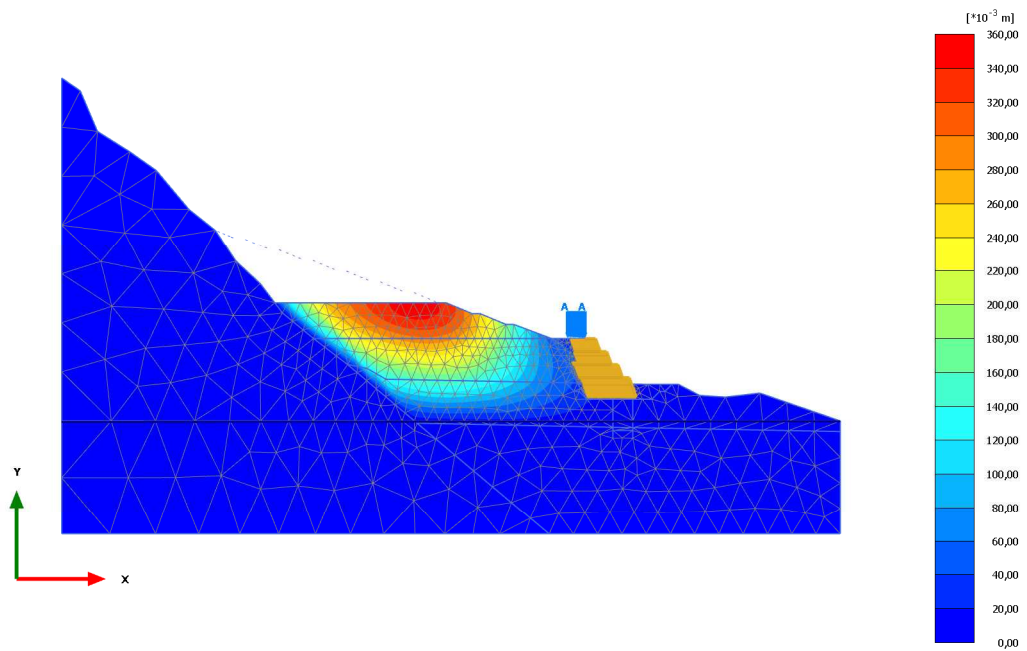


Calculation results, Realizz\_Vallo (5/120), Phase displacements |Pu|



**Phase displacements |Pu|**  
Maximum value = 0,2246 m (Element 1118 at Node 9199)

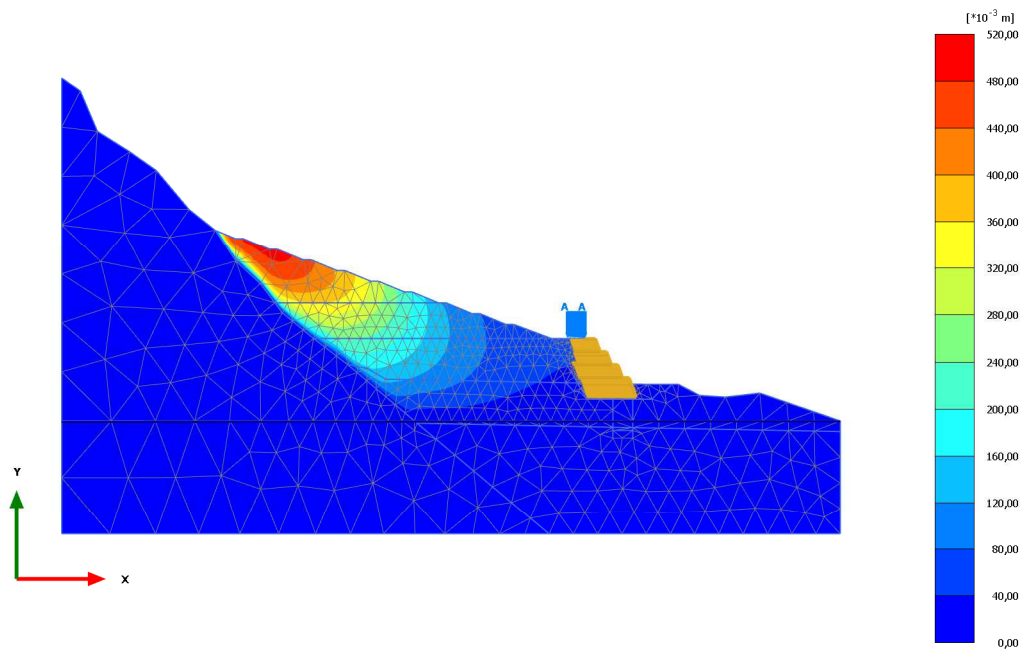
Calculation results, Primo\_Riemp\_Tergo (6/127), Phase displacements |Pu|



**Phase displacements |Pu|**

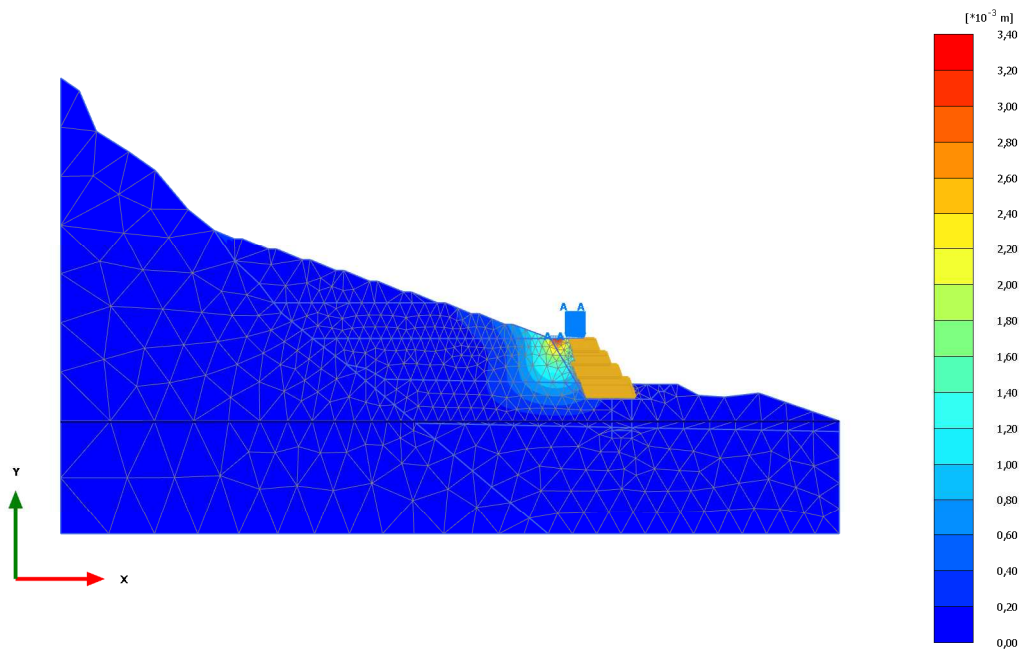
Maximum value = 0,3504 m (Element 261 at Node 2213)

Calculation results, Config\_Permanente (7/145), Phase displacements |Pu|



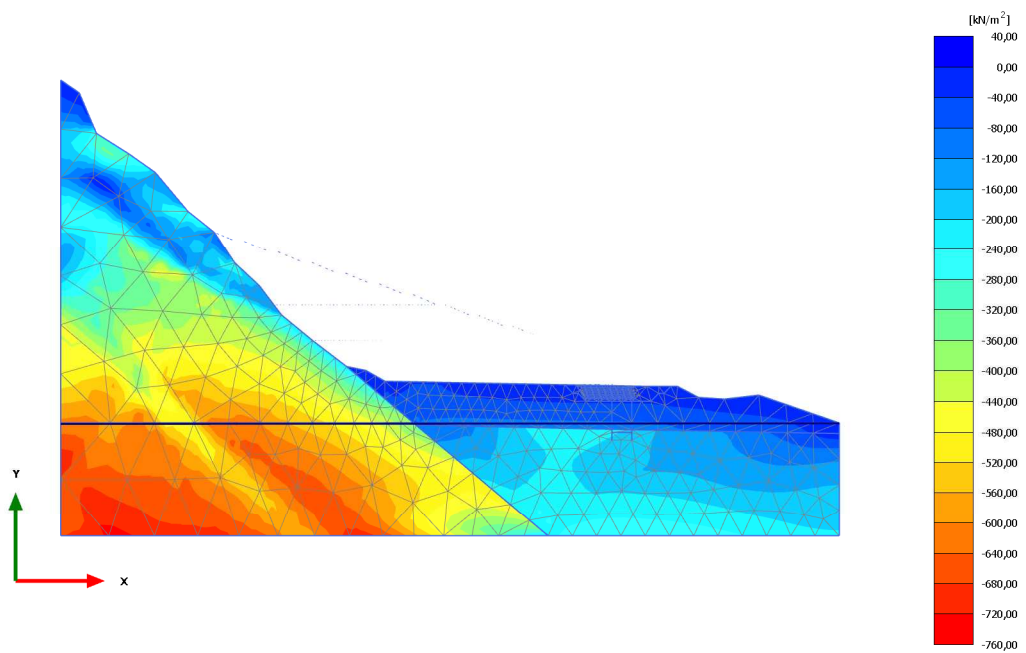
**Phase displacements |Pu|**  
Maximum value = 0,5002 m (Element 370 at Node 220)

Calculation results, Svc\_Mezzi (8/147), Phase displacements |Pu|



**Phase displacements |Pu|**  
Maximum value =  $3,354 \cdot 10^{-3}$  m (Element 1784 at Node 8601)

Calculation results, Initial phase (0/28), Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$

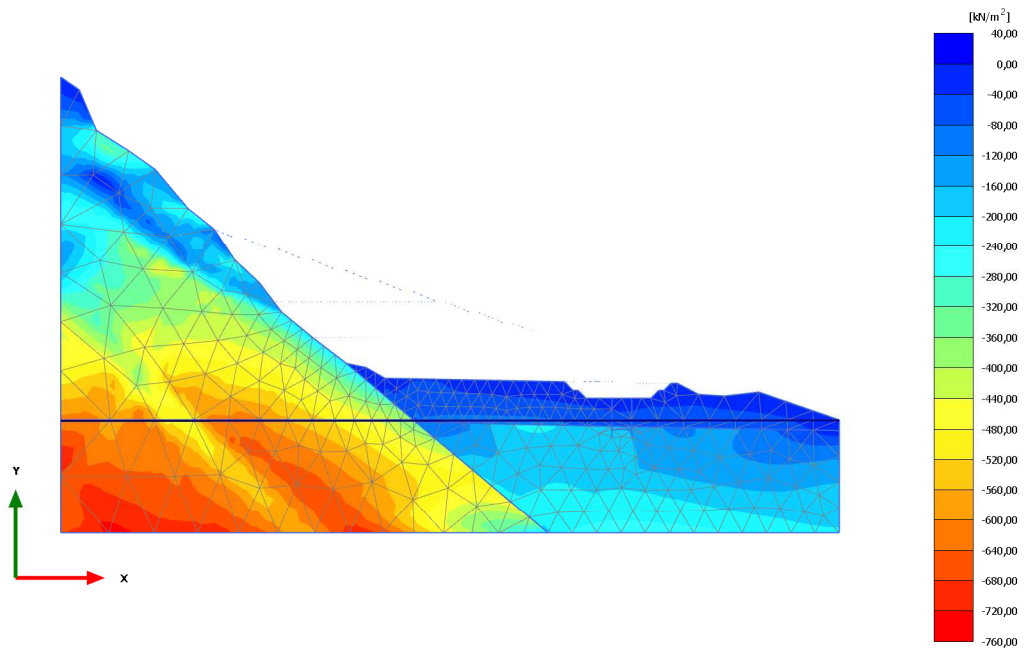


**Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$**

Maximum value = 4,206 kN/m<sup>2</sup> (Element 1868 at Node 4906)

Minimum value = -734,9 kN/m<sup>2</sup> (Element 66 at Node 1271)

Calculation results, Scavo\_per\_realizzazione\_pozzo (1/30), Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$

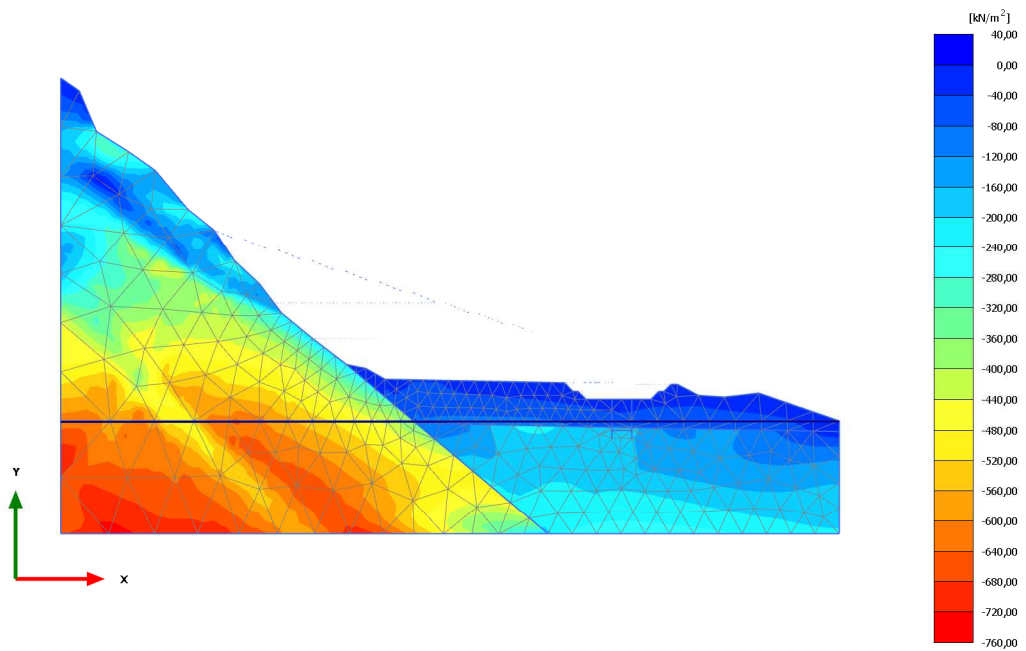


**Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$**

Maximum value = 4,536 kN/m<sup>2</sup> (Element 184 at Node 93)

Minimum value = -735,1 kN/m<sup>2</sup> (Element 66 at Node 1271)

Calculation results, Realizzazione\_pozzo (2/47), Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$

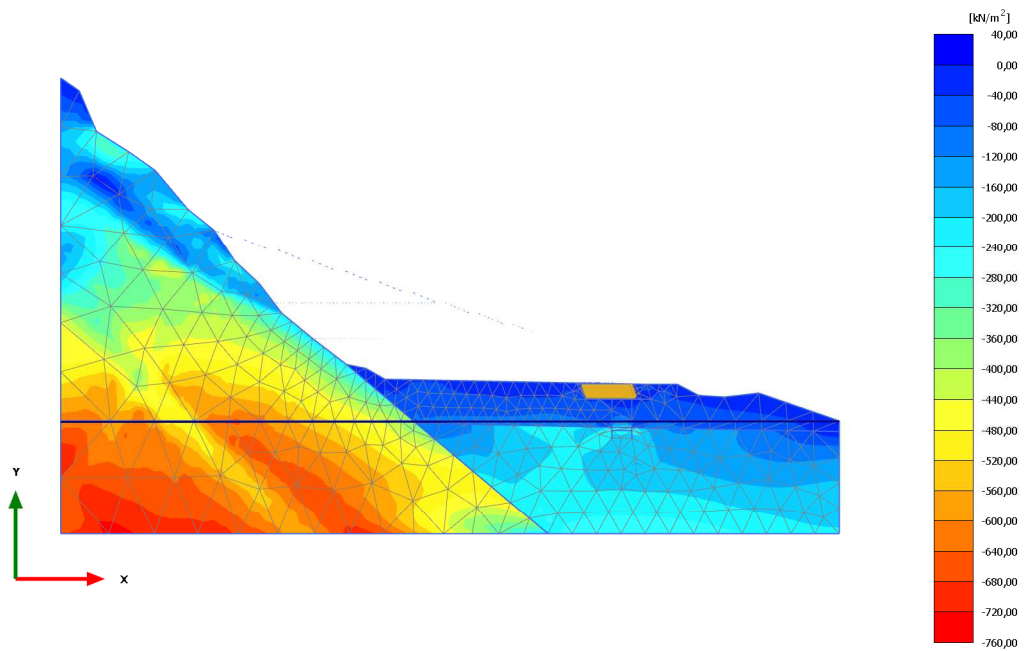


**Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$**

Maximum value = 11,42 kN/m<sup>2</sup> (Element 184 at Node 93)

Minimum value = -736,4 kN/m<sup>2</sup> (Element 66 at Node 1271)

Calculation results, Realizz\_terra\_di\_piede (3/63), Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$



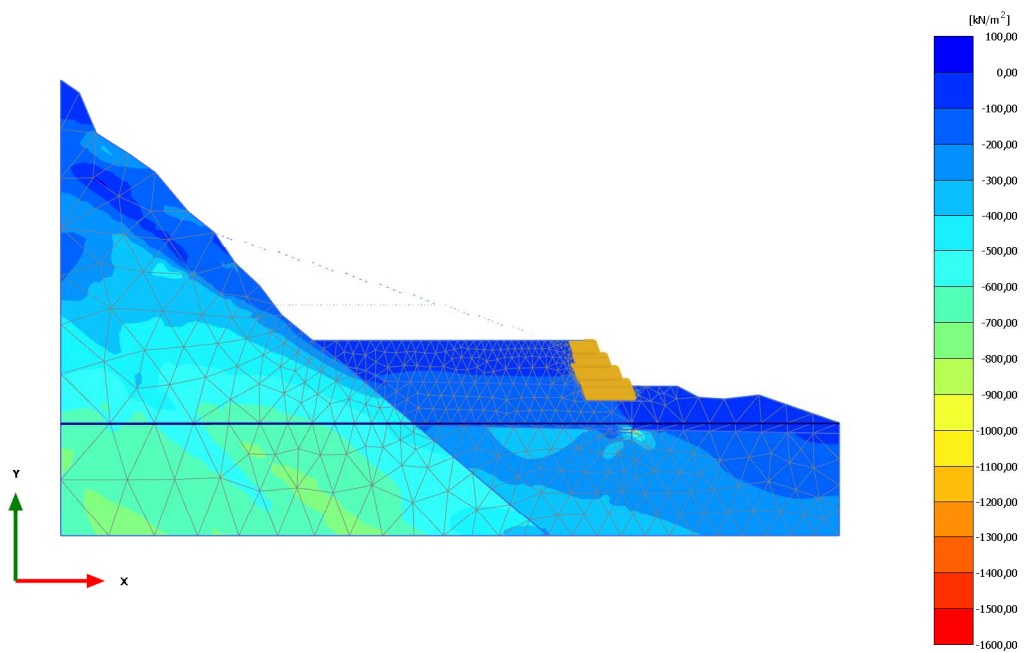
**Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$**

Maximum value = 11,80 kN/m<sup>2</sup> (Element 184 at Node 93)

Minimum value = -736,6 kN/m<sup>2</sup> (Element 66 at Node 1271)

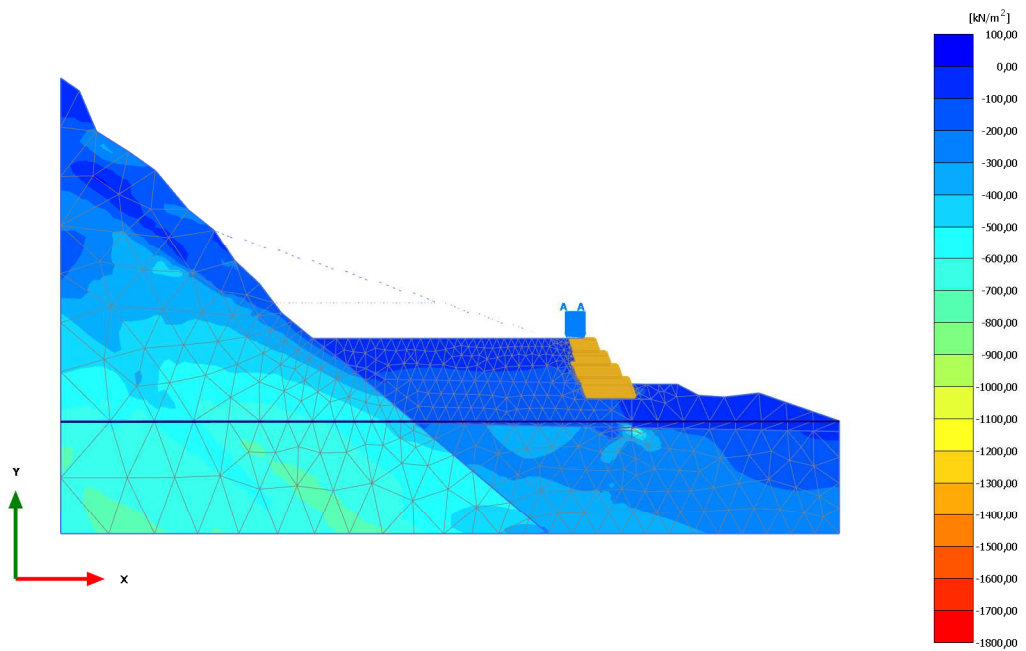


Calculation results, Realizz\_Terra\_Rinf (4/90), Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$



**Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$**   
Maximum value = 14,73 kN/m<sup>2</sup> (Element 169 at Node 89)  
Minimum value = -1521 kN/m<sup>2</sup> (Element 681 at Node 6351)

Calculation results, Realizz\_Vallo (5/120), Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$

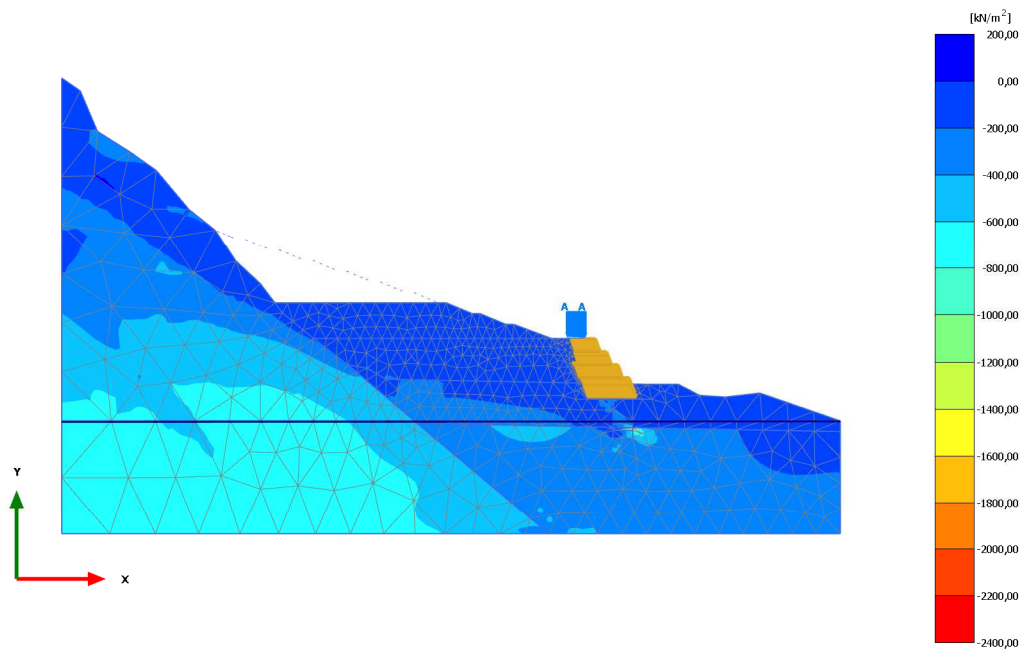


**Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$**

Maximum value = 23,04  $\text{kN/m}^2$  (Element 831 at Node 6279)

Minimum value = -1780  $\text{kN/m}^2$  (Element 681 at Node 6351)

Calculation results, Primo\_Riemp\_Tergo (6/127), Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$

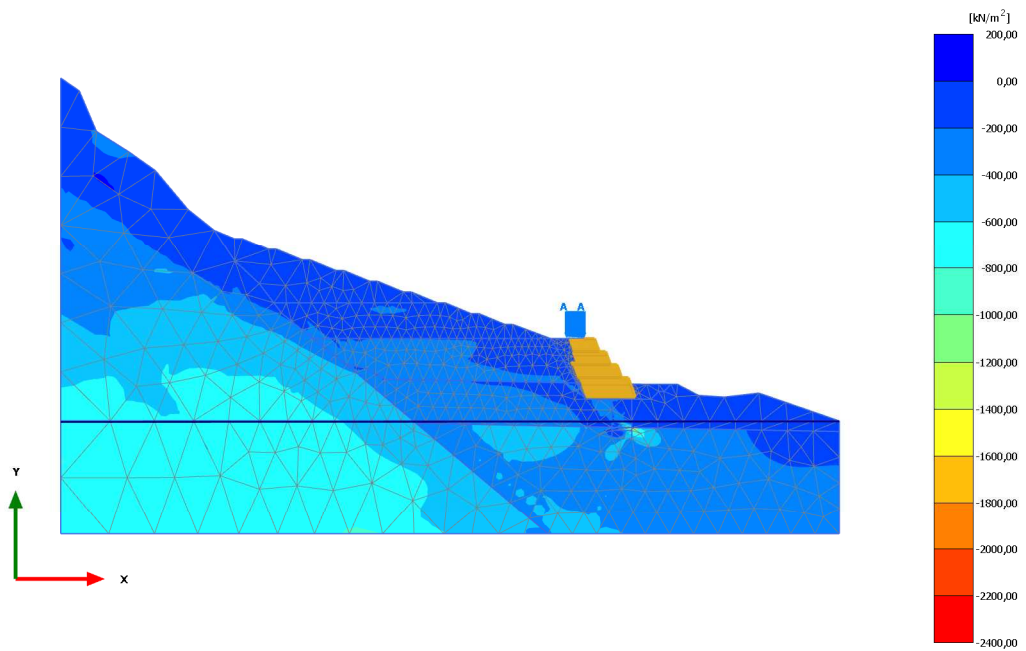


**Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$**

Maximum value = 21,11  $\text{kN/m}^2$  (Element 831 at Node 6683)

Minimum value = -2314  $\text{kN/m}^2$  (Element 681 at Node 6351)

Calculation results, Config\_Permanente (7/145), Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$

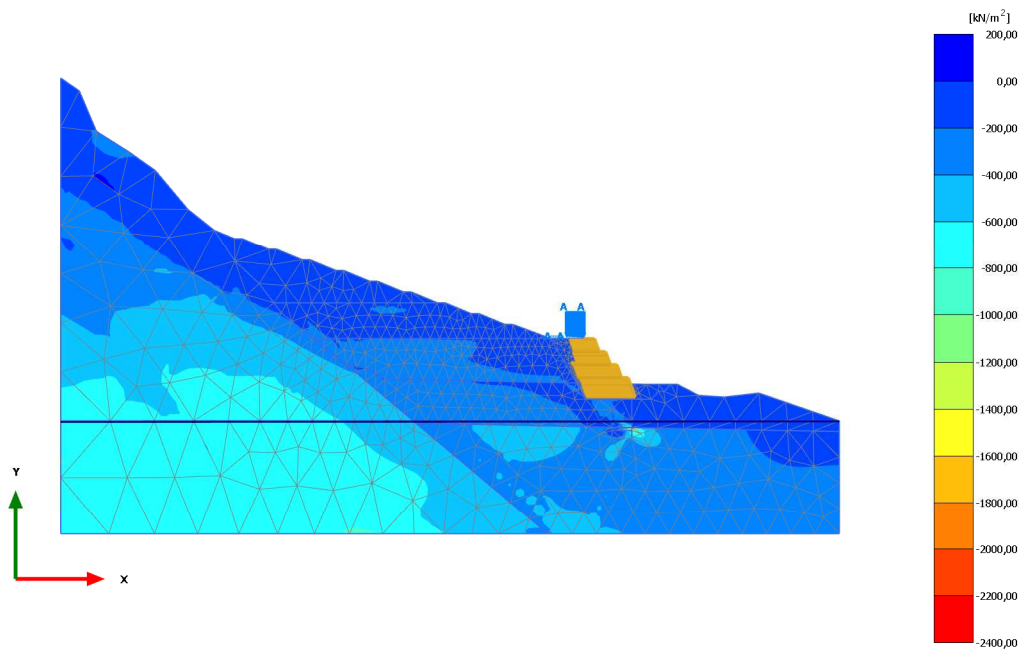


**Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$**

Maximum value = 83,60  $\text{kN/m}^2$  (Element 830 at Node 6273)

Minimum value = -2303  $\text{kN/m}^2$  (Element 681 at Node 6351)

Calculation results, Svc\_Mezzi (8/147), Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$

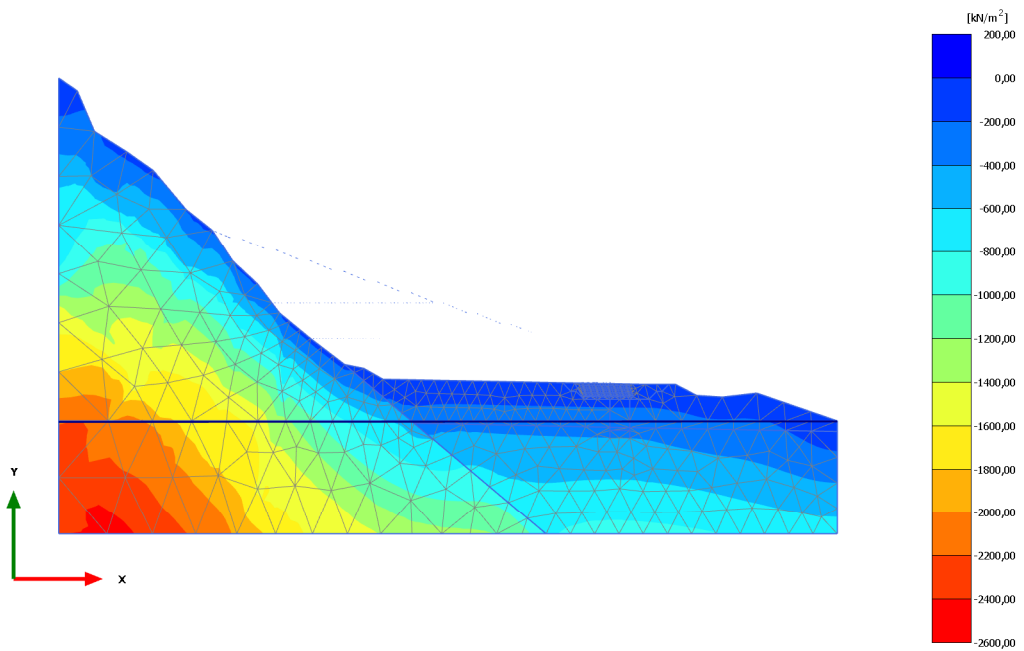


**Cartesian effective stress  $\sigma'_{xx}$**

Maximum value = 83,00  $\text{kN/m}^2$  (Element 830 at Node 6273)

Minimum value = -2306  $\text{kN/m}^2$  (Element 681 at Node 6351)

Calculation results, Initial phase (0/28), Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$

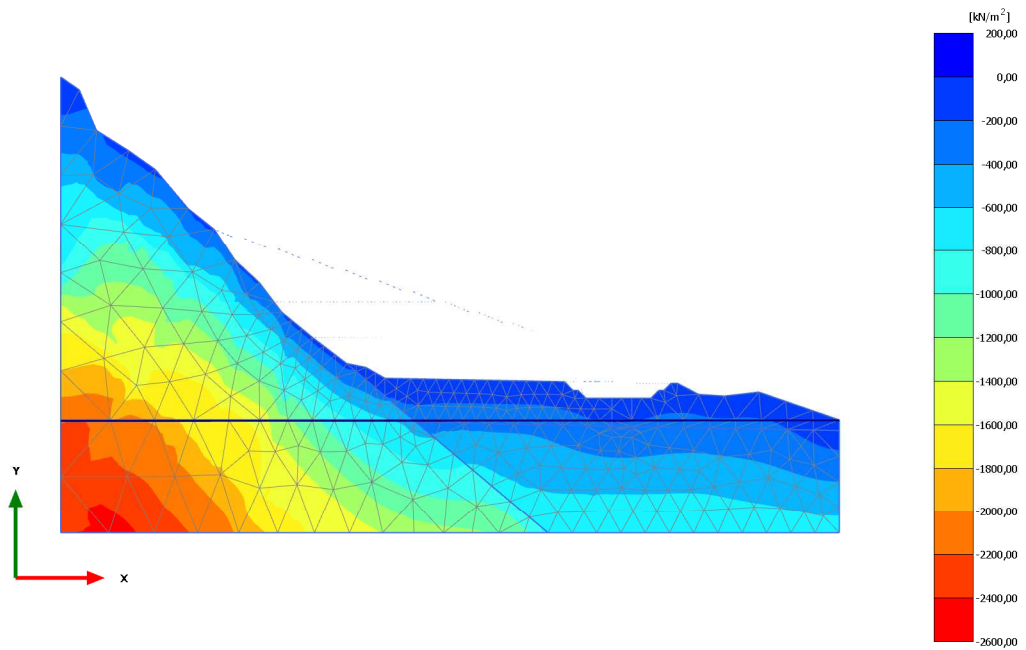


**Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$**

Maximum value = 5,935  $\text{kN/m}^2$  (Element 562 at Node 2256)

Minimum value = -2486  $\text{kN/m}^2$  (Element 66 at Node 1271)

Calculation results, Scavo\_per\_realizzazione\_pozzo (1/30), Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$

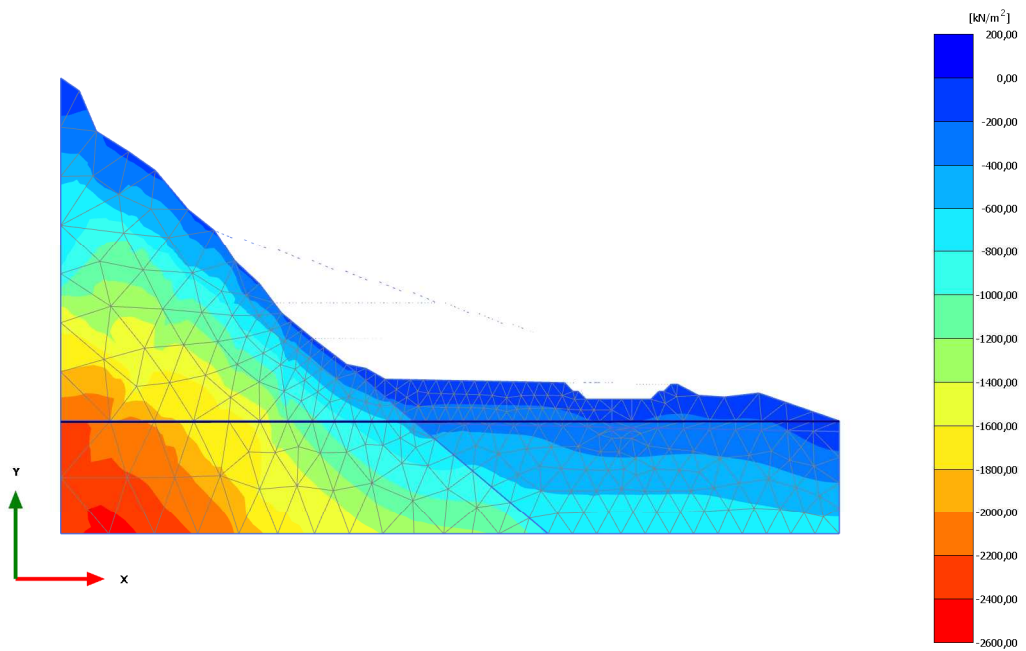


**Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$**

Maximum value = 5,918 kN/m<sup>2</sup> (Element 562 at Node 2256)

Minimum value = -2487 kN/m<sup>2</sup> (Element 66 at Node 1271)

Calculation results, Realizzazione\_pozzo (2/47), Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$



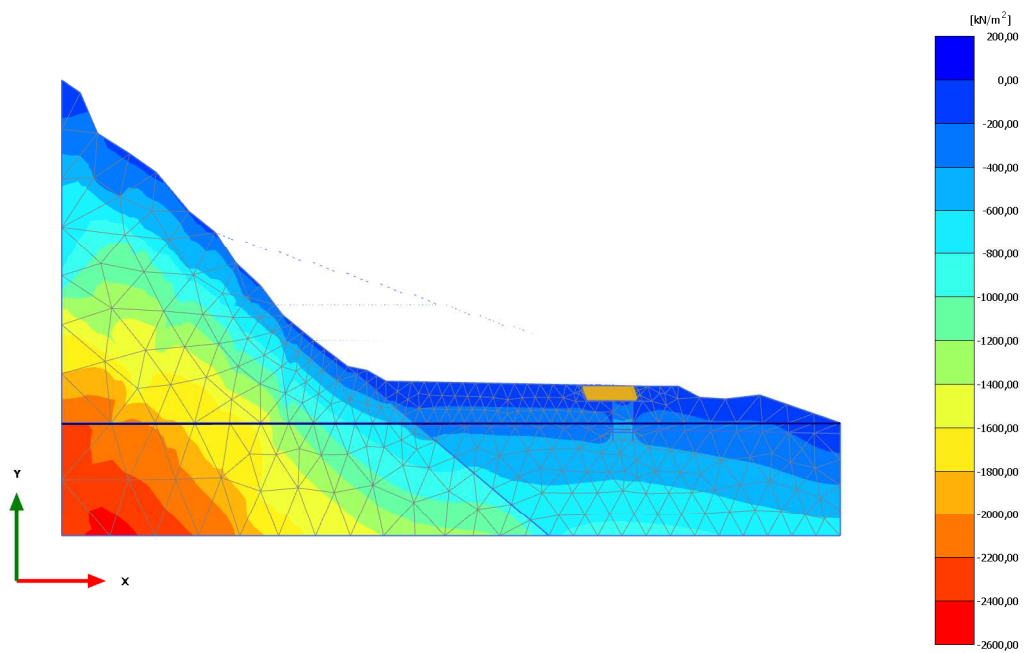
**Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$**

Maximum value = 5,918 kN/m<sup>2</sup> (Element 562 at Node 2256)

Minimum value = -2489 kN/m<sup>2</sup> (Element 66 at Node 1271)



Calculation results, Realizz\_terra\_di\_piede (3/63), Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$

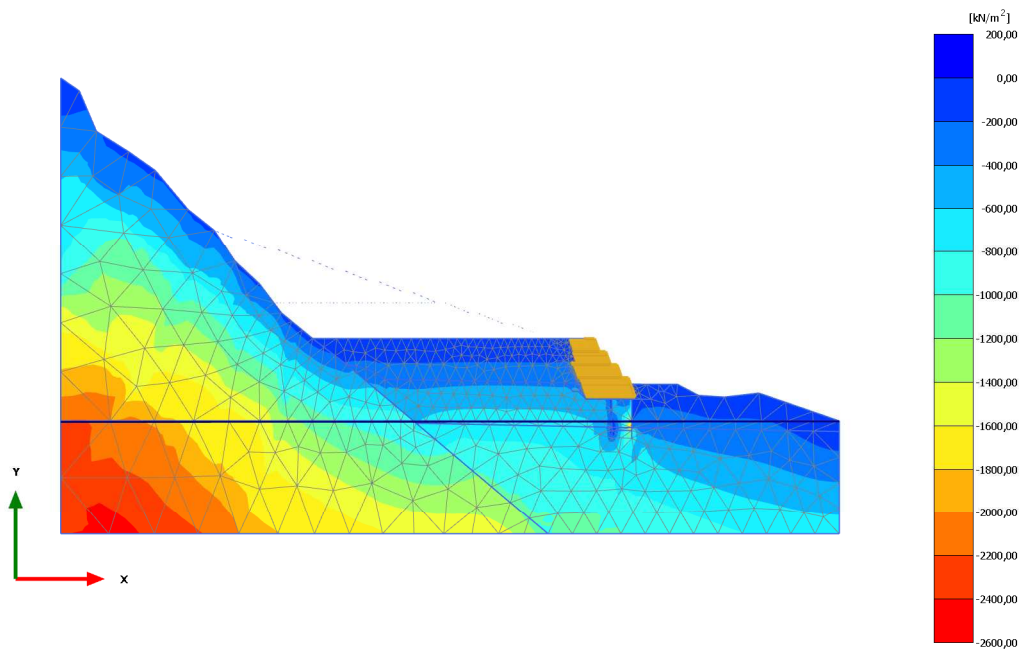


**Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$**

Maximum value = 18,43 kN/m<sup>2</sup> (Element 868 at Node 5837)

Minimum value = -2489 kN/m<sup>2</sup> (Element 66 at Node 1271)

Calculation results, Realizz\_Terra\_Rinf (4/90), Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$

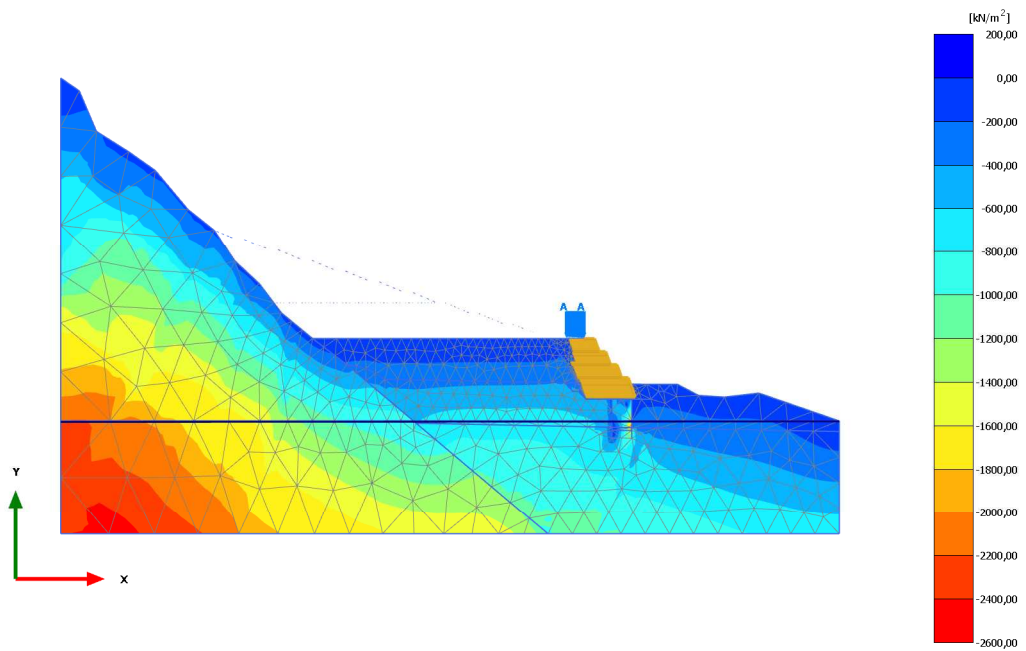


**Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$**

Maximum value = 91,03  $\text{kN/m}^2$  (Element 830 at Node 6273)

Minimum value = -2498  $\text{kN/m}^2$  (Element 66 at Node 1271)

Calculation results, Realizz\_Vallo (5/120), Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$

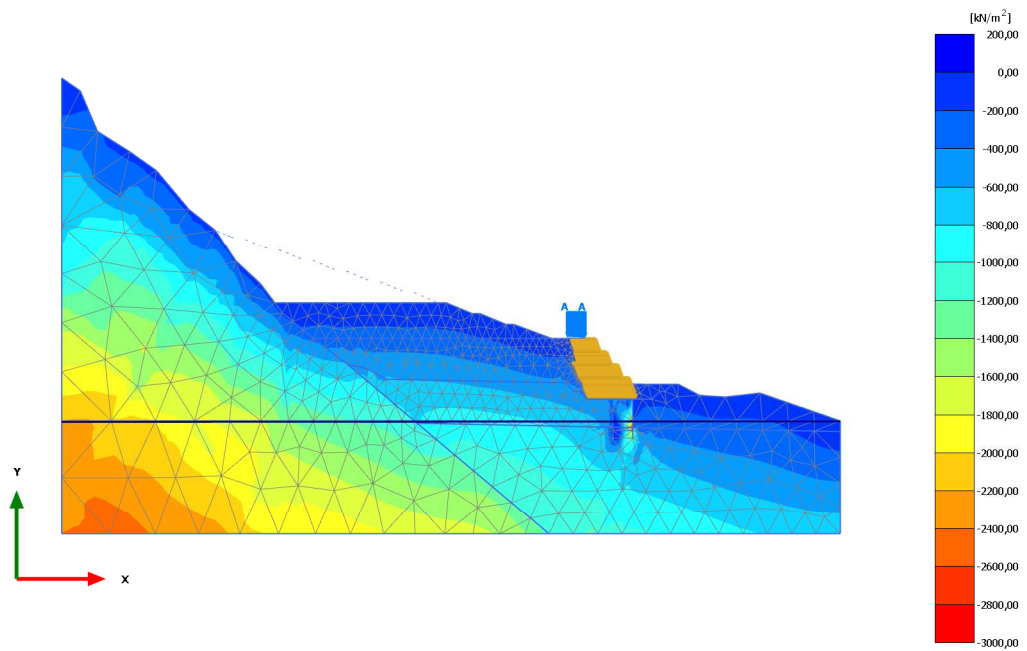


**Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$**

Maximum value = 48,85 kN/m<sup>2</sup> (Element 1497 at Node 11681)

Minimum value = -2498 kN/m<sup>2</sup> (Element 66 at Node 1271)

Calculation results, Primo\_Riemp\_Tergo (6/127), Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$

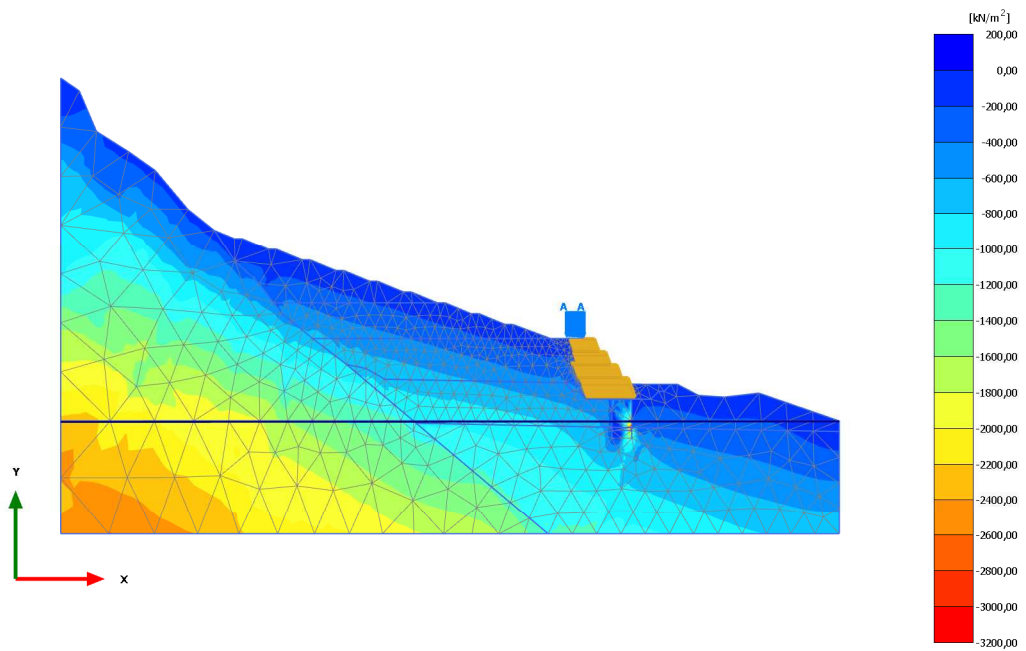


**Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$**

Maximum value = 54,81 kN/m<sup>2</sup> (Element 832 at Node 6709)

Minimum value = -2875 kN/m<sup>2</sup> (Element 830 at Node 5700)

Calculation results, Config\_Permanente (7/145), Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$

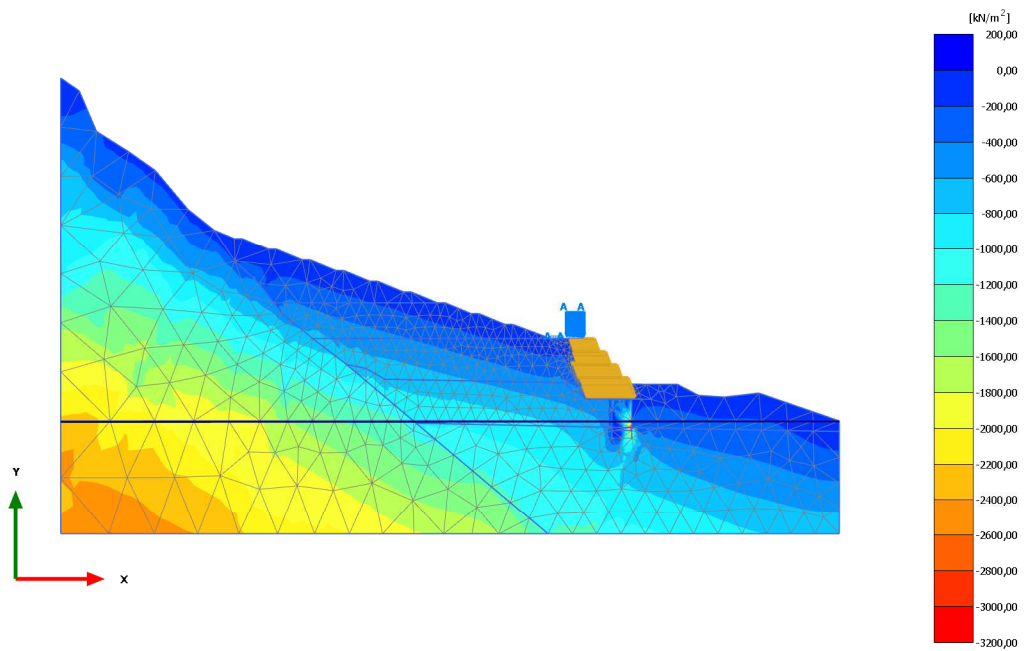


**Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$**

Maximum value = 42,10  $\text{kN/m}^2$  (Element 1047 at Node 6711)

Minimum value = -3064  $\text{kN/m}^2$  (Element 830 at Node 5700)

Calculation results, Svc\_Mezzi (8/147), Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$

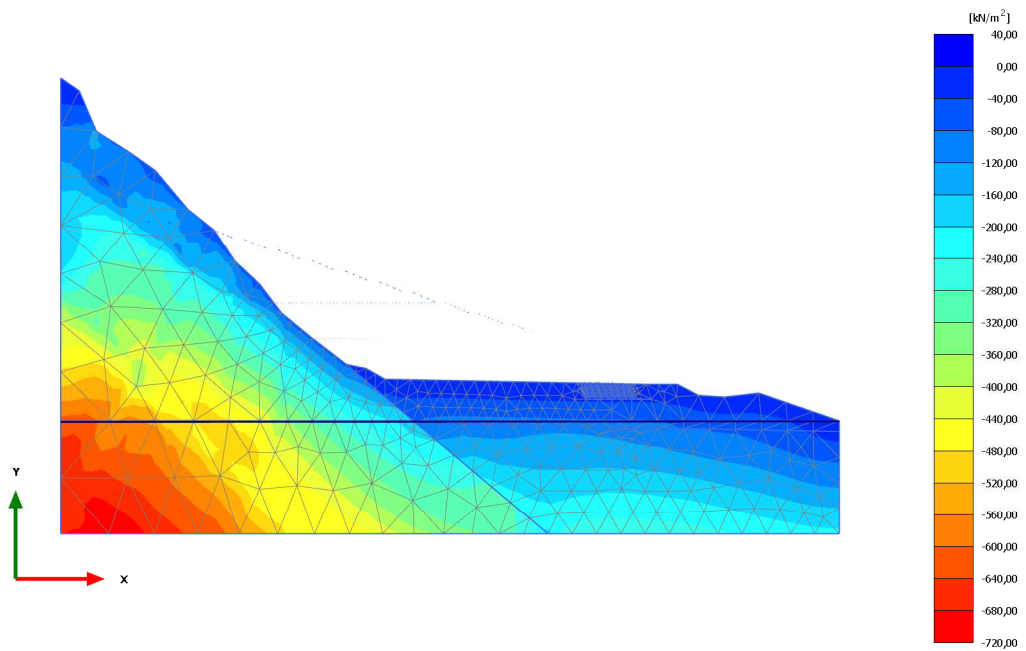


**Cartesian effective stress  $\sigma'_{yy}$**

Maximum value = 41,18 kN/m<sup>2</sup> (Element 1047 at Node 6711)

Minimum value = -3068 kN/m<sup>2</sup> (Element 830 at Node 5700)

Calculation results, Initial phase (0/28), Cartesian effective stress  $\sigma'_{zz}$

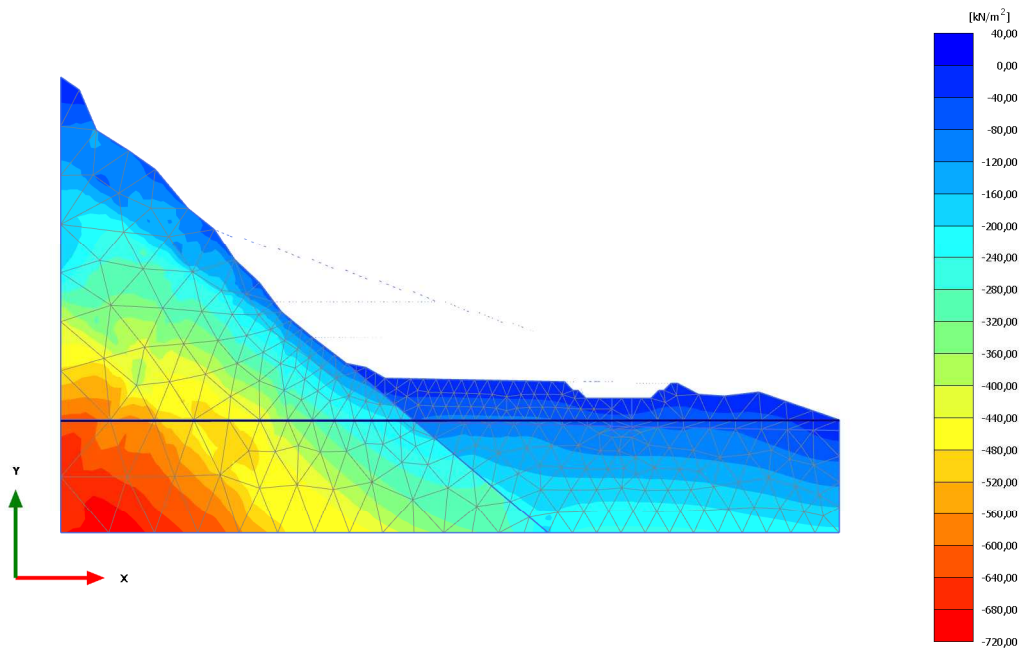


**Cartesian effective stress  $\sigma'_{zz}$**

Maximum value = 1,208  $\text{kN/m}^2$  (Element 565 at Node 1807)

Minimum value = -718,8  $\text{kN/m}^2$  (Element 66 at Node 1271)

Calculation results, Scavo\_per\_realizzazione\_pozzo (1/30), Cartesian effective stress  $\sigma'_{zz}$



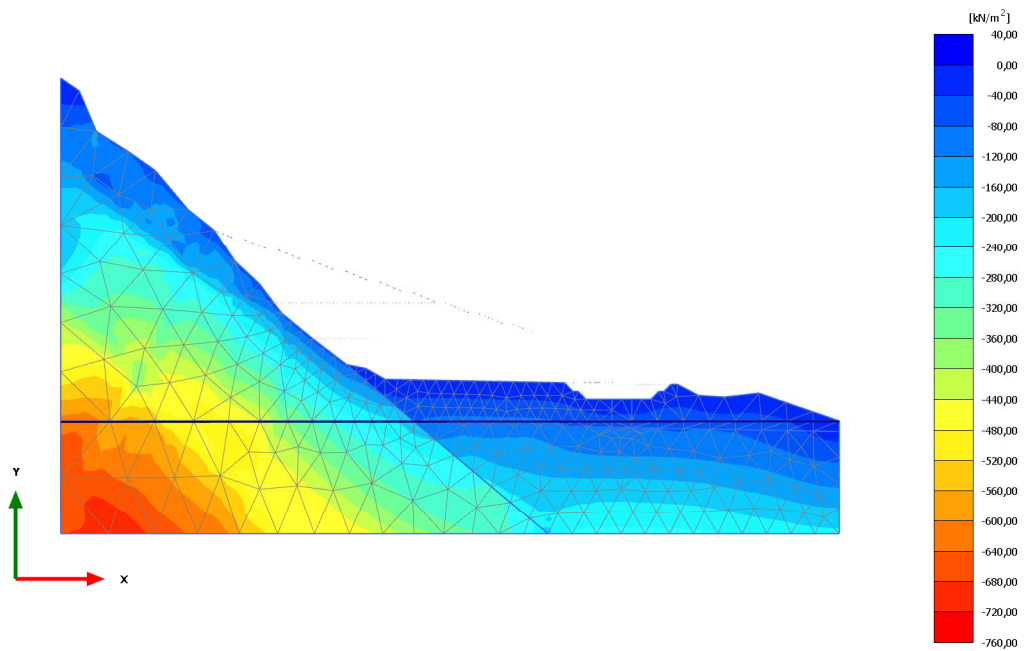
**Cartesian effective stress  $\sigma'_{zz}$**

Maximum value = 1,192 kN/m<sup>2</sup> (Element 565 at Node 1807)

Minimum value = -718,9 kN/m<sup>2</sup> (Element 66 at Node 1271)



Calculation results, Realizzazione\_pozzo (2/47), Cartesian effective stress  $\sigma'_{zz}$

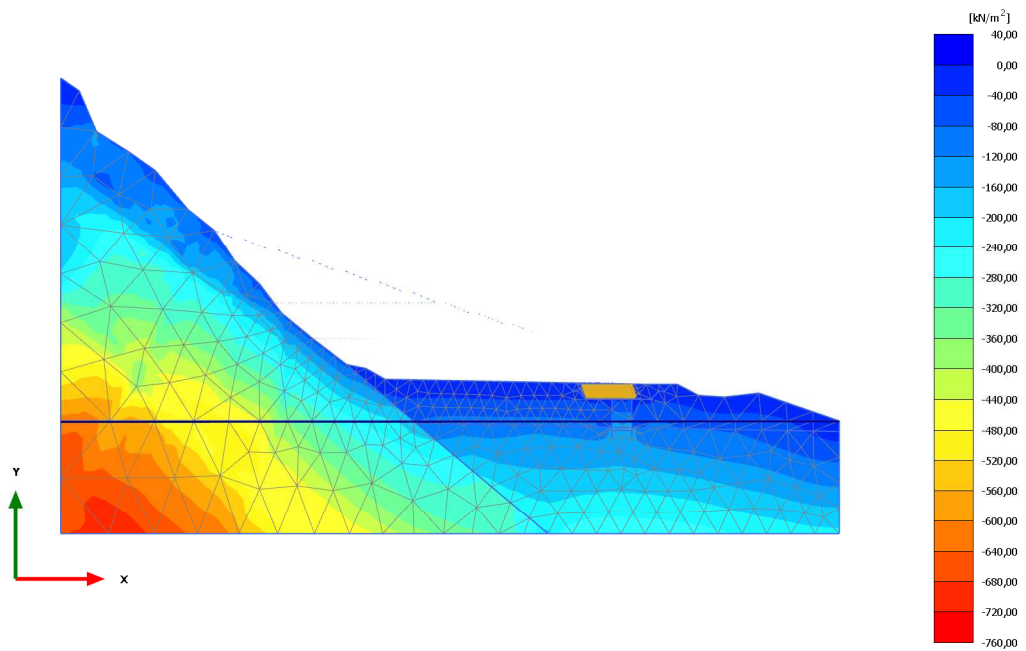


**Cartesian effective stress  $\sigma'_{zz}$**

Maximum value = 1,179 kN/m<sup>2</sup> (Element 565 at Node 1807)

Minimum value = -719,8 kN/m<sup>2</sup> (Element 66 at Node 1271)

Calculation results, Realizz\_terra\_di\_piede (3/63), Cartesian effective stress  $\sigma'_{zz}$

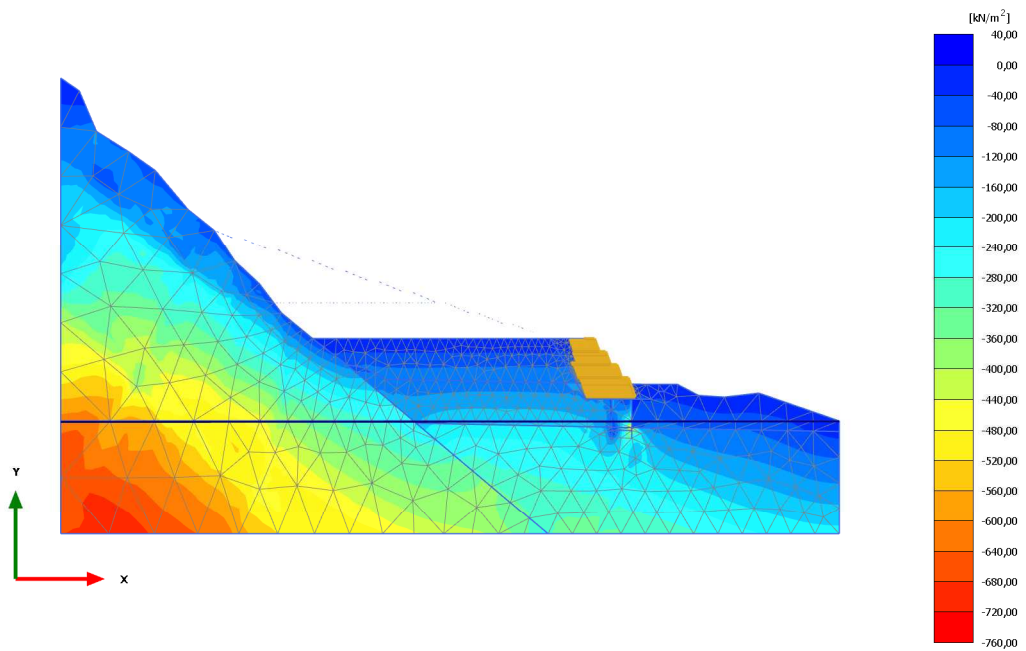


**Cartesian effective stress  $\sigma'_{zz}$**

Maximum value = 3,037 kN/m<sup>2</sup> (Element 835 at Node 7791)

Minimum value = -720,0 kN/m<sup>2</sup> (Element 66 at Node 1271)

Calculation results, Realizz\_Terra\_Rinf (4/90), Cartesian effective stress  $\sigma'_{zz}$

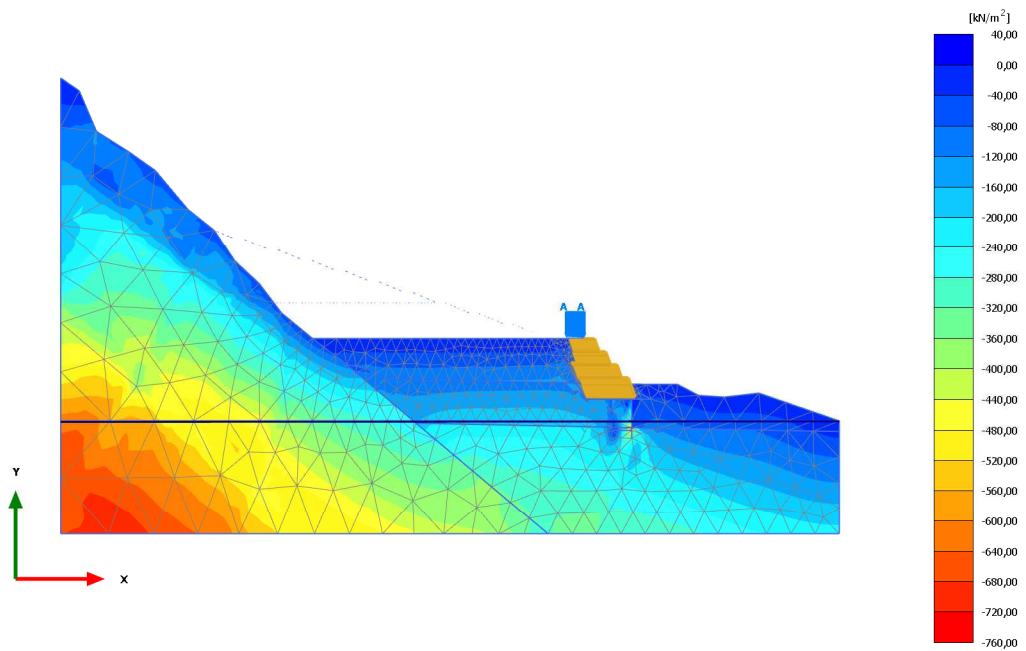


**Cartesian effective stress  $\sigma'_{zz}$**

Maximum value = 7,821 kN/m<sup>2</sup> (Element 1852 at Node 6389)

Minimum value = -722,3 kN/m<sup>2</sup> (Element 66 at Node 1271)

Calculation results, Realizz\_Vallo (5/120), Cartesian effective stress  $\sigma'_{zz}$

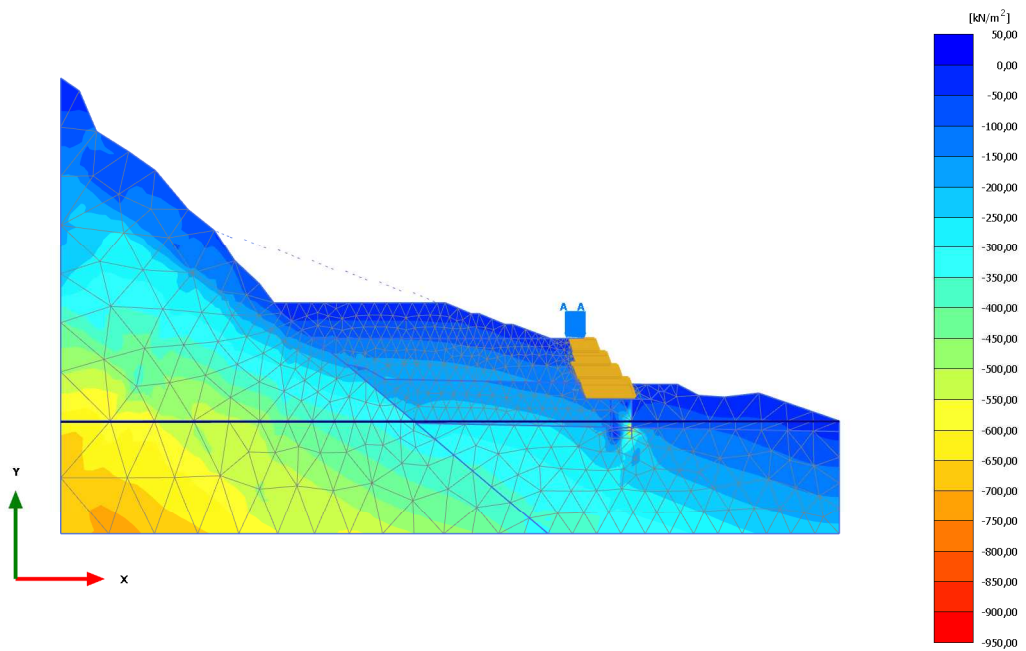


**Cartesian effective stress  $\sigma'_{zz}$**

Maximum value = 9,630  $\text{kN/m}^2$  (Element 1245 at Node 14999)

Minimum value = -722,3  $\text{kN/m}^2$  (Element 66 at Node 1271)

Calculation results, Primo\_Riemp\_Tergo (6/127), Cartesian effective stress  $\sigma'_{zz}$

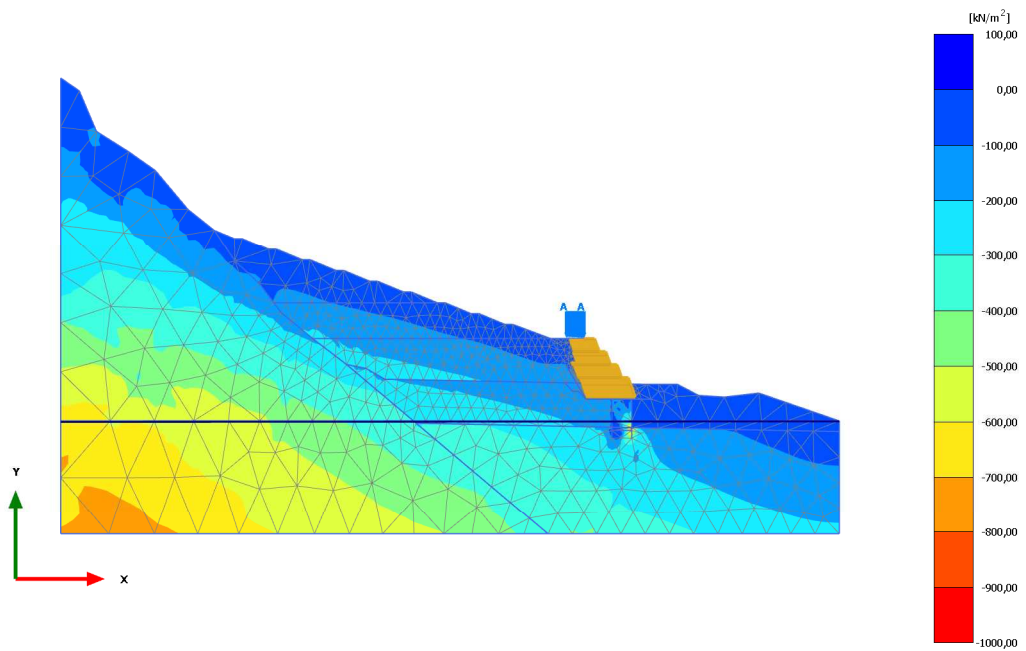


**Cartesian effective stress  $\sigma'_{zz}$**

Maximum value = 8,205 kN/m<sup>2</sup> (Element 1245 at Node 14999)

Minimum value = -929,4 kN/m<sup>2</sup> (Element 681 at Node 6351)

Calculation results, Config\_Permanente (7/145), Cartesian effective stress  $\sigma'_{zz}$

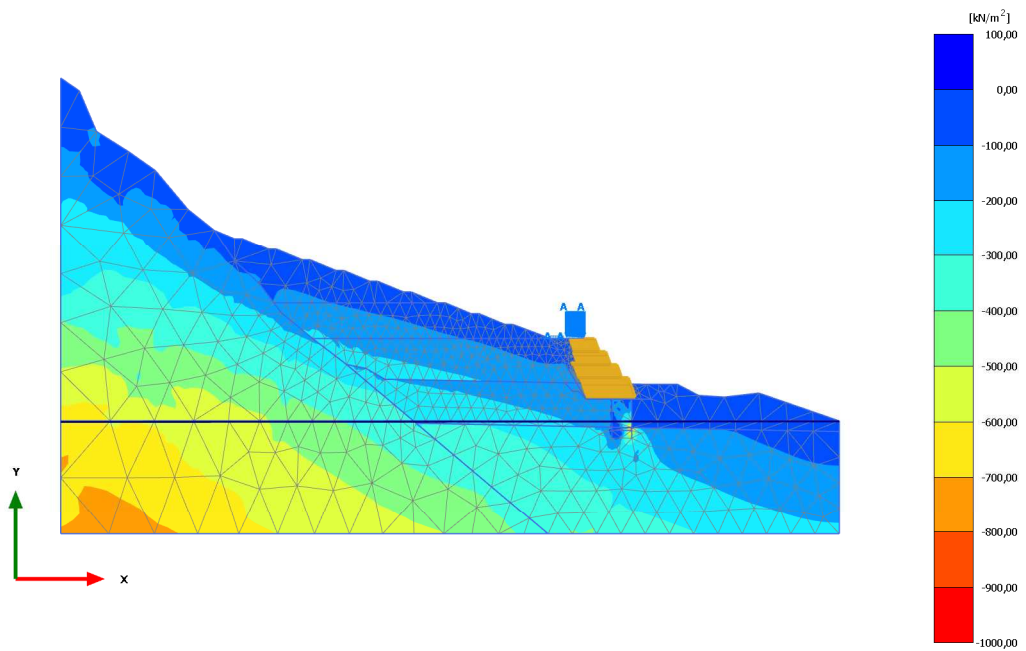


**Cartesian effective stress  $\sigma'_{zz}$**

Maximum value = 10,42 kN/m<sup>2</sup> (Element 1309 at Node 14185)

Minimum value = -990,4 kN/m<sup>2</sup> (Element 681 at Node 6351)

Calculation results, Svc\_Mezzi (8/147), Cartesian effective stress  $\sigma'_{zz}$

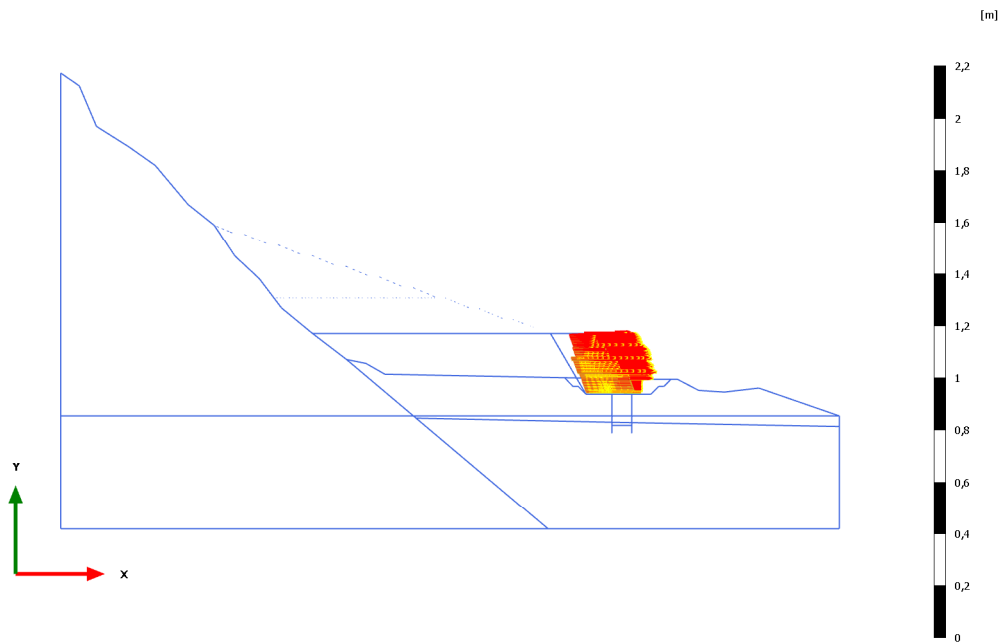


**Cartesian effective stress  $\sigma'_{zz}$**

Maximum value = 10,28 kN/m<sup>2</sup> (Element 1309 at Node 14185)

Minimum value = -991,2 kN/m<sup>2</sup> (Element 681 at Node 6351)

Calculation results, Geogrid, Realizz\_Terra\_Rinf (4/90), Total displacements ux

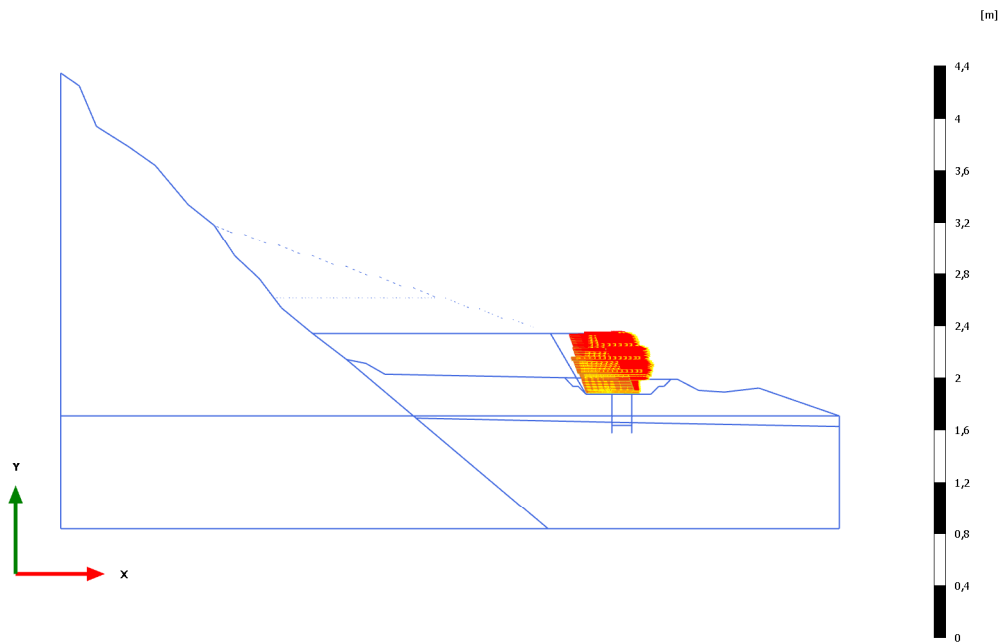


**Total displacements  $u_x$  (scaled up 100 times)**

Maximum value = 0,1756 m (Element 51 at Node 13858)  
Minimum value =  $-0,9615 \cdot 10^{-3}$  m (Element 276 at Node 6902)



Calculation results, Geogrid, Realizz\_Vallo (5/120), Total displacements ux

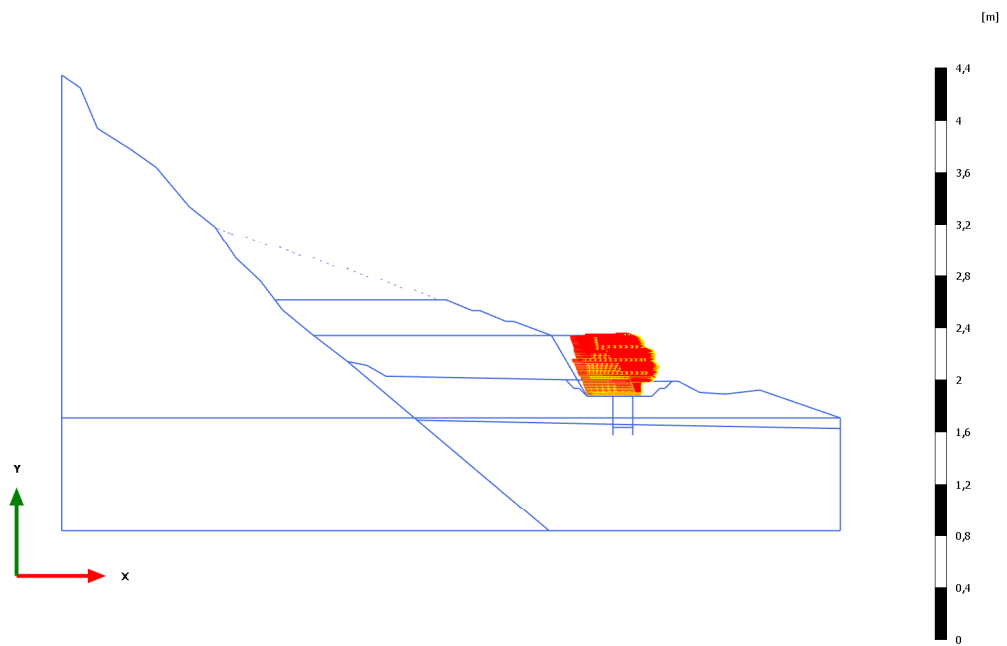


**Total displacements  $u_x$  (scaled up 50,0 times)**

Maximum value = 0,3205 m (Element 138 at Node 15176)

Minimum value =  $2,960 \cdot 10^{-3}$  m (Element 276 at Node 6902)

Calculation results, Geogrid, Primo\_Riemp\_Tergo (6/127), Total displacements ux

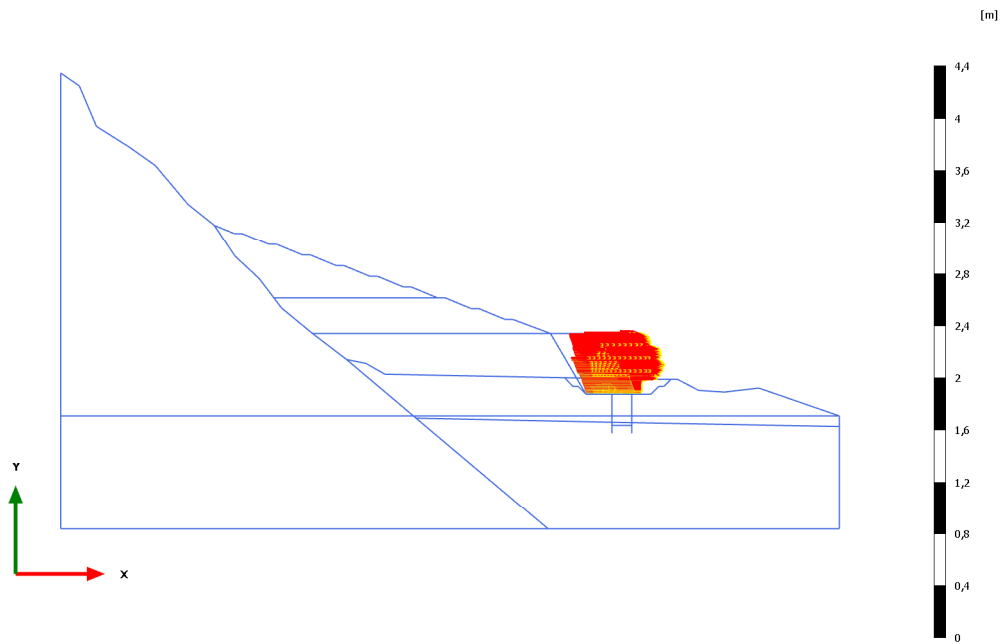


**Total displacements  $u_x$  (scaled up 50,0 times)**

Maximum value = 0,3576 m (Element 138 at Node 15176)

Minimum value = 0,01360 m (Element 276 at Node 6901)

Calculation results, Geogrid, Config\_Permanente (7/145), Total displacements ux

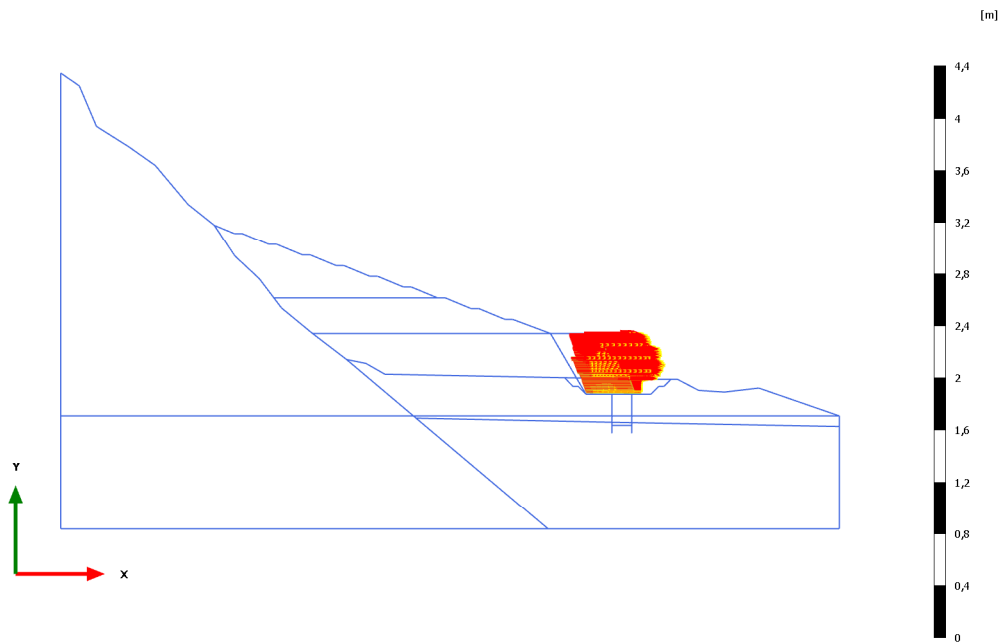


**Total displacements  $u_x$  (scaled up 50,0 times)**

Maximum value = 0,4116 m (Element 108 at Node 13028)

Minimum value = 0,02417 m (Element 276 at Node 6901)

Calculation results, Geogrid, Svc\_Mezzi (8/147), Total displacements ux

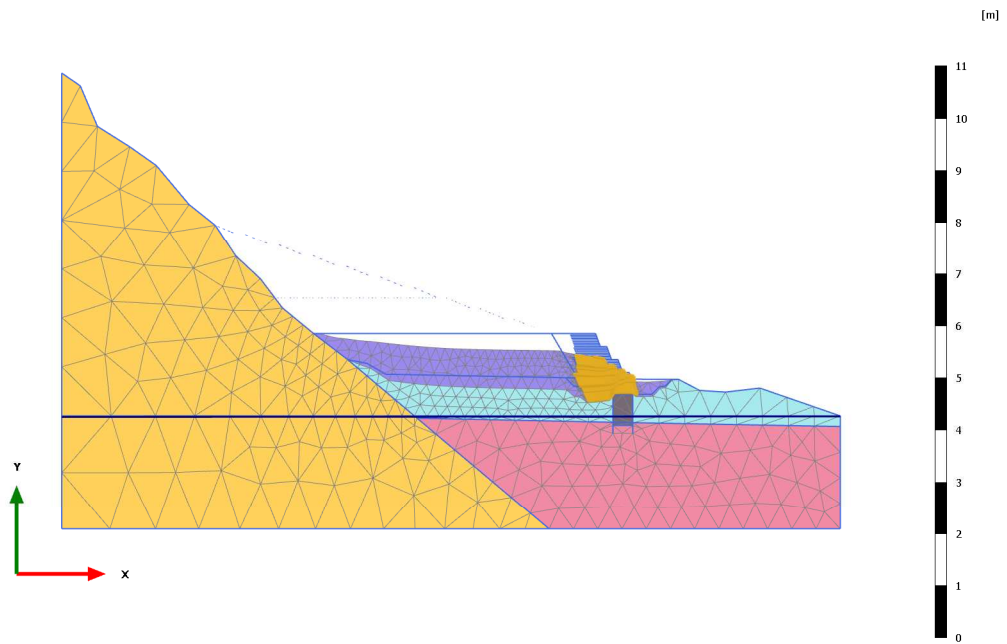


**Total displacements  $u_x$  (scaled up 50,0 times)**

Maximum value = 0,4115 m (Element 108 at Node 13028)

Minimum value = 0,02423 m (Element 276 at Node 6901)

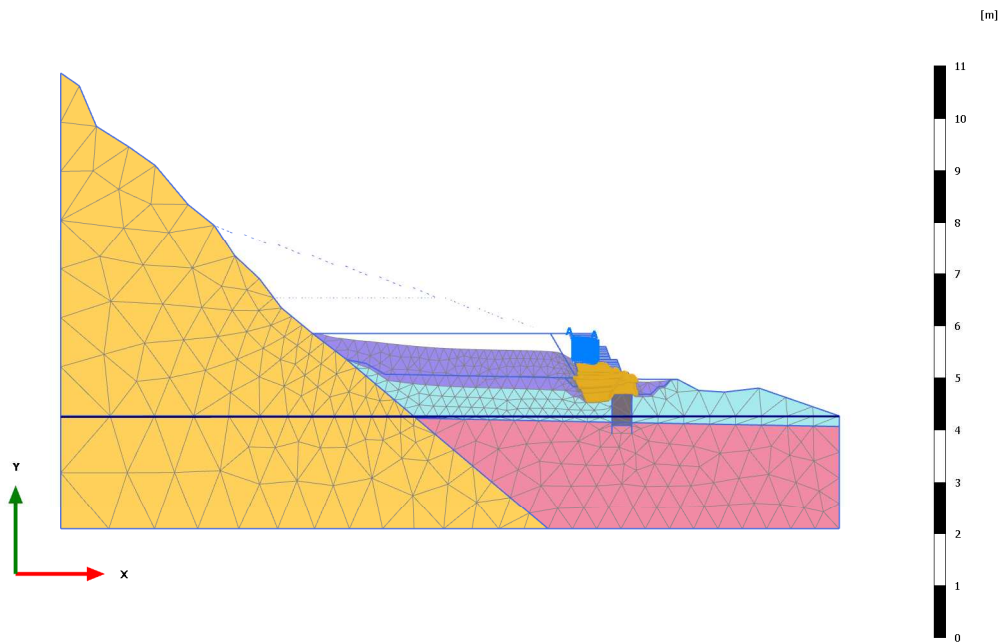
Calculation results, Realizz\_Terra\_Rinf (4/90), Deformed mesh |u|



**Deformed mesh |u| (scaled up 20,0 times)**

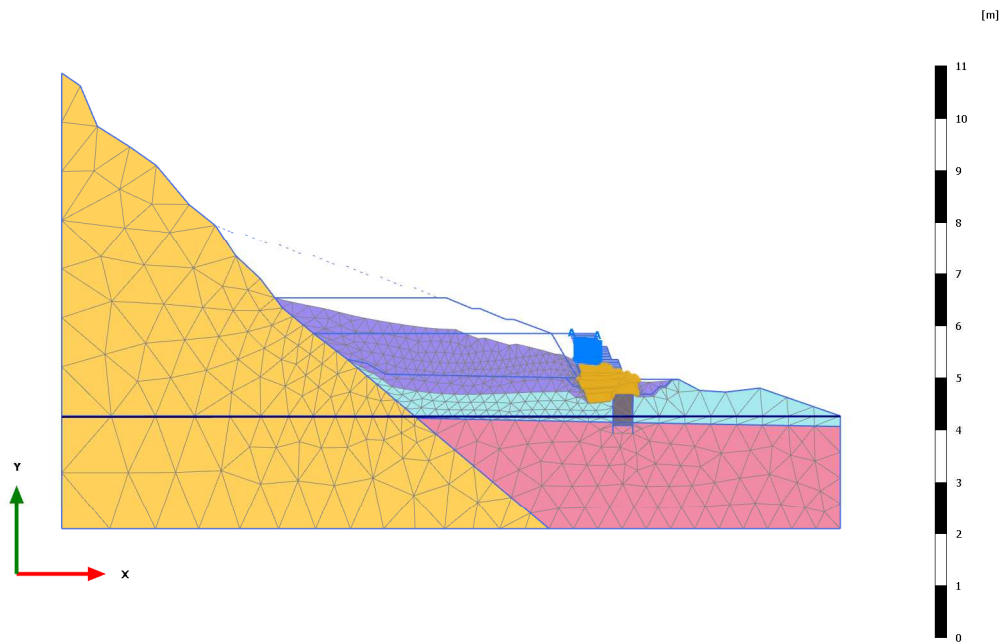
Maximum value = 0,5075 m (Element 1121 at Node 10252)

Calculation results, Realizz\_Vallo (5/120), Deformed mesh |u|



**Deformed mesh |u| (scaled up 20,0 times)**  
Maximum value = 0,7040 m (Element 1112 at Node 10961)

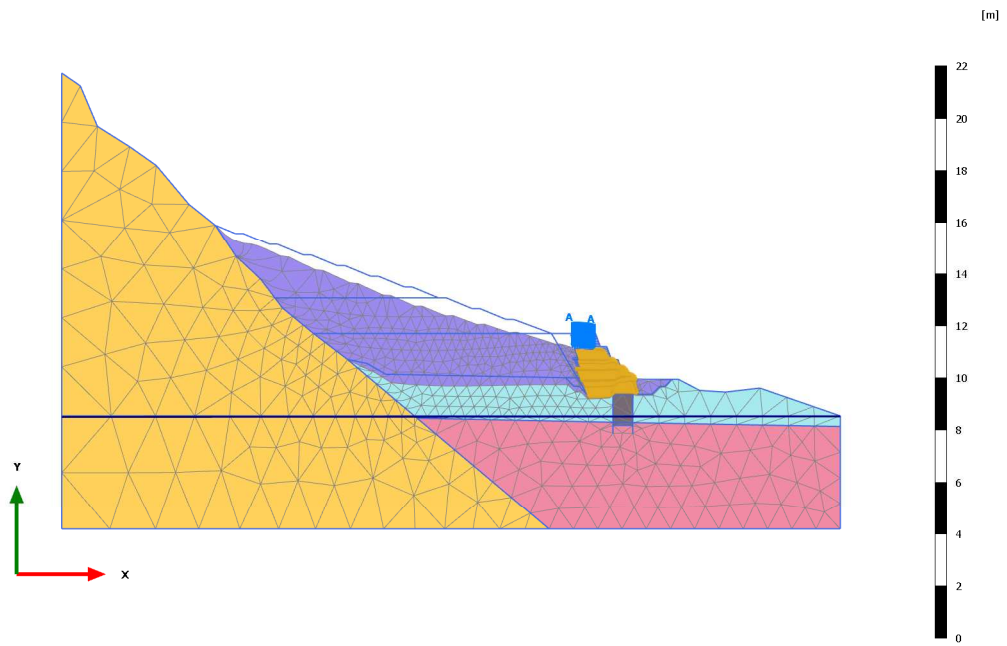
Calculation results, Primo\_Riemp\_Tergo (6/127), Deformed mesh  
 $|u|$



**Deformed mesh  $|u|$  (scaled up 20,0 times)**

Maximum value = 0,7303 m (Element 1112 at Node 10961)

Calculation results, Config\_Permanente (7/145), Deformed mesh |u|



**Deformed mesh |u| (scaled up 10,0 times)**

Maximum value = 0,8721 m (Element 362 at Node 1092)



Svc\_Mezzi (8/147), Deformed mesh |u|

Output Version 2011.2.8486.7510

