

# COMUNE DI NAPOLI

IV DIREZIONE LL.PP.

SERVIZIO P.R.M. FOGNATURE E IMP. IDRICI

## ADEGUAMENTO STATICO FUNZIONALE DEL COLLETTORE ARENA SANT' ANTONIO NEL TRATTO DI VIA BEN HUR

### PROGETTO DEFINITIVO

Progettazione:

Ing.Serena Riccio

Geom. Ferdinando Bustelli

Geom. Luigi Imparato

Geom. Carmine Luca Scognamiglio

Responsabile del procedimento:

Ing. Eduardo PANELLI

Geologo:

Dott. Geol. Vincenzo Cimmino

Titolo:

Relazione di calcolo delle strutture

EMISSIONE: Agosto 2009

REVISIONE A:

REVISIONE B:

REVISIONE C:

TAVOLA:

**R-03**

formato

scala

-

## 1. Premessa

Nella presente relazione sono riportati i calcoli strutturali, geotecnici e delle fondazioni delle opere da realizzare nell'ambito del progetto definitivo dei lavori di adeguamento statico e funzionale del collettore fognario "Arena S. Antonio" nello specifico trattasi del tratto di collettore ubicato nell'area di Soccavo in Via Ben Hur.

L'intervento previsto è sostanzialmente divisibile, dal punto di vista strettamente strutturale in n°3 tronchi tipologici ubicati tra il ponte di Via Epomeo e il sottopasso ferroviario della SEPSA.

- A) Il primo tronco è sostanzialmente una sezione scatolare realizzata tra due paratie di pali  $\phi 500$  ad interasse di 60 cm e con lunghezza del fusto palo di 6.00 m, la sezione scatolare ha dimensione costante 6.00x2.10 m e si sviluppa per una lunghezza di circa 142 m dalla sezione 45 alla sezione 68;
- B) Il secondo tronco è sostanzialmente un tronco a sezione scatolare con base di 6.00 m ed altezza variabile da 2.10 m a 4.50 m, è confinato in sinistra idraulica da una paratia di pali  $\phi 500$  ad interasse di 60 cm e con fusto palo di 6.00 m, mentre in destra idraulica è prevista una paratia di pali  $\phi 800$  ad interasse di 1.00 m e con fusto palo di 16.00 m, si sviluppa per una lunghezza di circa 44 m dalla sezione 68 alla sezione 79;
- C) Il terzo tronco è sostanzialmente un tronco a sezione scatolare, costante con base 6.00 m ed altezza 4.50 m, il tratto in questione sottopassa l'esistente ponte della Ferrovia SEPSA, si sviluppa per una lunghezza di circa 30 m dalla sezione 79 alla sezione 83;

## **2. Normativa di riferimento**

I calcoli statici redatti nella presente relazione di calcolo sono stati redatti nel rispetto delle seguenti normative:

### **EN – 1992 1–1 EUROCODICE 2**

“Progettazione delle strutture in calcestruzzo. Parte 1-1: regole generali e regole per gli edifici”.

### **EN – 1993 1–1 EUROCODICE 3**

“Progettazione delle strutture in acciaio. Parte 1-1: regole generali e regole per gli edifici”.

### **EN – 1998 1–1 EUROCODICE 8**

“Indicazioni progettuali per la resistenza sismica degli edifici. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnica.”

### **Decreto Presidente della Repubblica n°380 del 6 giugno 2001:**

“Testo unico delle disposizioni legislative e regolamenti in materia edilizia”.

### **Decreto ministeriale LL. PP. 14 gennaio 2008:**

Nuovo Testo unico per le Costruzioni pubblicato su S.O. n°30 della Gazzetta Ufficiale il 4 febbraio 2008 al n° 29.

### **Nuova Circolare per le Norme Tecniche sulle Costruzioni:**

Circolare del 2 febbraio 2009 n°617 pubblicato su S.O. n°27 della Gazzetta Ufficiale il 26 febbraio 2008 al n° 47.

**UNI EN 10025:** “Prodotti laminati in acciaio”;

**UNI 9858:** “Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità del calcestruzzo”;

### 3. Materiali Utilizzati per le strutture

Il calcolo delle caratteristiche della sollecitazione interna e le verifiche di resistenza delle strutture sono state eseguite con i metodi della Scienza e della Tecnica delle Costruzioni; utilizzando come criterio di resistenza quello degli stati limite ultimi. Di seguito si riportano i valori delle caratteristiche meccaniche fissati dalla normativa, per i materiali utilizzati:

#### Acciaio in barre ad aderenza migliorata, controllato in stabilimento, B 450 C (FeB 44k):

- Modulo Elastico:  $E = 210.000,00 \text{ MPa}$
- Tensione caratteristica di rottura:  $f_{tk} = 540,00 \text{ MPa}$
- Tensione caratteristica di snervamento:  $f_{yk} = 450,00 \text{ MPa}$
- Rapporto medio tra tensione di rottura e tensione di snervamento:  
 $(f_t/f_y)_{\text{medio}} > 1,13$
- Rapporto tra il singolo valore della tensione di snervamento e tensione caratteristica di snervamento:  
 $(f_y/f_{yk}) < 1,35$
- Coefficiente di sicurezza del materiale:  $\gamma_s = 1,15$
- Con riferimento alle Norme Tecniche, per l'acciaio B 450 C (Fe B 44k) si definisce una resistenza di calcolo  $f_{sd}$  determinata dalla seguente relazione:

$$f_{sd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{450,00}{1,15} = 391,00 \text{ MPa}$$

#### Calcestruzzo per i pali di fondazione C 25/30 ( $R_{bk} = 300,00 \text{ daN/cm}^2$ ):

- Resistenza cubica caratteristica per compressione:  $R_{ck} = 30,00 \text{ MPa}$
- Resistenza cilindrica caratteristica per compressione:  $f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} = 24,90 \text{ MPa}$
- Resistenza media a trazione:  
 $f_{ctm} = 0,30 \cdot \sqrt[3]{(f_{ck})^2} = 2,56 \text{ MPa}$
- Resistenza caratteristica a trazione:  
 $f_{ctk} = 0,7 \cdot f_{ctm} = 1,79 \text{ MPa}$
- Coefficiente di sicurezza del materiale:  
 $\gamma_c = 1,50$
- Resistenza di progetto a compressione:  
 $f_{cd} = \frac{0,85 \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = 14,11 \text{ MPa}$

- Resistenza di progetto a trazione:  

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = 1,19\text{MPa}$$
- Resistenza caratteristica a trazione per flessione:  

$$f_{ctk} = \frac{f_{ctm}}{1,20} = 2,13\text{MPa}$$
- Modulo di elasticità normale:  

$$E = 22.000 \cdot [(f_{ck} + 8)/10]^{0,3} = 31.447\text{MPa}$$

Calcestruzzo per cordoli solette e pareti verticali C 28/35 ( $R_{bk} = 350,00 \text{ daN/cm}^2$ ):

- Resistenza cubica caratteristica per compressione:  $R_{ck} = 35,00\text{MPa}$
- Resistenza cilindrica caratteristica per compressione:  $f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} = 29,05\text{MPa}$
- Resistenza media a trazione:  $f_{ctm} = 0,30 \cdot \sqrt[3]{(f_{ck})^2} = 2,83\text{MPa}$
- Resistenza caratteristica a trazione:  $f_{ctk} = 0,7 \cdot f_{ctm} = 1,98\text{MPa}$
- Coefficiente di sicurezza del materiale:  $\gamma_c = 1,50$
- Resistenza di progetto a compressione:  $f_{cd} = \frac{0,85 \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = 16,46\text{MPa}$
- Resistenza di progetto a trazione:  $f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = 1,32\text{MPa}$
- Resistenza caratteristica a trazione per flessione:  $f_{ctk} = \frac{f_{ctm}}{1,20} = 2,36\text{MPa}$
- Modulo di elasticità normale:  $E = 22.000 \cdot [(f_{ck} + 8)/10]^{0,3} = 32.588\text{MPa}$

#### 4. Caratterizzazione meccanica dei terreni

Dalla lettura della relazione geologica si evince che la stratificazione del sottosuolo è quella seguente ai quali strati si attribuiscono le seguenti caratteristiche meccaniche mediante le quali si procede all'analisi delle strutture.

##### UNITA' 1 – Terreno spingente

- Peso unità di volume:  $\gamma = 1600,00 \frac{\text{daN}}{\text{mc}}$
- Angolo di attrito:  $\varphi = 30^\circ$

##### UNITA' 2 – Terreno di fondazione

- Peso unità di volume:  $\gamma = 1600,00 \frac{\text{daN}}{\text{mc}}$
- Angolo di attrito:  $\varphi = 35^\circ$

## 5. Sicurezza e prestazioni attese

Le opere e le componenti strutturali devono essere progettate, eseguite, collaudate e soggette a manutenzione in modo tale da consentirne la prevista utilizzazione, in forma economicamente sostenibile e con il livello di sicurezza previsto dalle presenti norme. La sicurezza e le prestazioni di un'opera o di una parte di essa devono essere valutate in relazione agli stati limite che si possono verificare durante la vita nominale. Stato limite è la condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per le quali è stata progettata. In particolare, secondo quanto stabilito nei capitoli specifici, le opere e le varie tipologie strutturali devono possedere i seguenti requisiti:

**Sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU):** capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone ovvero comportare la perdita di beni, ovvero provocare gravi danni ambientali e sociali, ovvero mettere fuori servizio l'opera. I principali Stati Limite Ultimi sono riportati nel seguente elenco riassuntivo:

- a) perdita di equilibrio della struttura o di una sua parte;
- b) spostamenti o deformazioni eccessive;
- c) raggiungimento della massima capacità di resistenza di parti di strutture, collegamenti, fondazioni;
- d) raggiungimento della massima capacità di resistenza della struttura nel suo insieme;
- e) raggiungimento di meccanismi di collasso nei terreni;
- f) rottura di membrane e collegamenti per fatica;
- g) instabilità di parti della struttura o del suo insieme;

Nei confronti delle azioni sismiche esistono lo *STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA (SLV)* e lo *STATO LIMITE DI PREVENZIONE DEL COLLASSO (SLC)* di cui si dirà in seguito.

**Sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE):** capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio. I principali stati limite di esercizio sono quelli elencati in seguito:

- b) spostamenti e deformazioni che possano limitare l'uso della costruzione, la sua efficienza e il suo aspetto;
- c) spostamenti e deformazioni che possano compromettere l'efficienza e l'aspetto di elementi non strutturali, impianti, macchinari;
- d) vibrazioni che possano compromettere l'uso della costruzione;
- e) danni per fatica che possano compromettere la durabilità;
- f) corrosione e/o eccessivo degrado dei materiali in funzione dell'ambiente di esposizione;

Anche in questo caso nei confronti delle azioni sismiche esistono due diversi stati limite e precisamente lo *STATO LIMITE DI OPERATIVITA' (SLO)* e lo *STATO LIMITE DI DANNO (SLD)* di cui si dirà in seguito.

## 6. Valutazione della sicurezza

Le opere strutturali devono essere verificate per gli **STATI LIMITE ULTIMI** che possono presentarsi, in conseguenza alle diverse combinazioni delle azioni e per gli **STATI LIMITE DI ESERCIZIO** definiti in relazione alle prestazioni attese.

Per la valutazione della sicurezza delle costruzioni si devono adottare criteri probabilistici scientificamente comprovati. La normativa italiana prende in considerazione i criteri del metodo semiprobabilistico agli stati limite basati sull'impiego dei coefficienti parziali di sicurezza, applicabili nella generalità dei casi; tale metodo è detto di primo livello. Per opere di particolare importanza, invece, si possono adottare metodi di livello superiore, tratti da documentazione tecnica di comprovata validità. Nella fattispecie si utilizza il metodo **semiprobabilistico agli stati limite**.

Nel metodo semiprobabilistico agli stati limite, che è quello utilizzato per la risoluzione della struttura in oggetto, la sicurezza strutturale deve essere verificata tramite il confronto tra la resistenza e l'effetto delle azioni. Per la sicurezza strutturale, la resistenza dei materiali e le azioni sono rappresentate dai valori caratteristici,  $R_{ki}$  e  $F_{kj}$  definiti, rispettivamente, come il frattile inferiore delle resistenze e il frattile (superiore o inferiore) delle azioni che minimizzano la sicurezza. In genere, i frattili sono assunti pari al 5%. Per le grandezze con piccoli coefficienti di variazione, ovvero per grandezze che non riguardino univocamente resistenze o azioni, si possono considerare frattili al 50% (valori mediani).

La verifica della sicurezza nei riguardi degli **STATI LIMITE ULTIMI** di resistenza si effettua con il "metodo dei coefficienti parziali" di sicurezza espresso dalla equazione formale riportata di seguito.

$$R_d \geq E_d$$

dove i due parametri della relazione precedente assumono il seguente significato.

$R_d$  è la resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali e ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate;

$E_d$  è il valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto  $F_{dj} = F_{kj} \cdot \gamma_{Fj}$  delle azioni come indicato nel paragrafo in cui si riportano le combinazioni delle azioni, o direttamente  $E_{dj} = E_{kj} \cdot \gamma_{Ej}$ .

I coefficienti parziali di sicurezza,  $\gamma_{Mi}$  e  $\gamma_{Fj}$ , associati rispettivamente al materiale i-esimo e all'azione j-esima, tengono in conto la variabilità delle rispettive grandezze e le incertezze relative alle tolleranze geometriche e alla affidabilità del modello di calcolo.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli **STATI LIMITE DI ESERCIZIO** si esprime controllando aspetti di funzionalità e stato tensionale.



## 7. Vita nominale della struttura

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$  è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale della struttura in oggetto (*paratia e sezioni scatolari di opera fognaria*) essendo essa un'**opera infrastrutturale di importanza normale** è  $\geq 50$  anni.

## 8. Classe d'uso della struttura

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

**Classe I:** Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

**Classe II:** Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

**Classe III:** Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

**Classe IV:** Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia

Nella fattispecie la struttura oggetto dell'analisi e della progettazione (*paratia e sezioni scatolari di opera fognaria*) è associata sicuramente alla **Classe II**.

## 9. Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche, su ciascuna costruzione, vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $N_V$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ . Pertanto si ha:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Per la struttura in questione la vita nominale della struttura  $V_N$  **si pone pari a 50 anni** mentre il coefficiente d'uso per la **classe II** è pari ad **1,0**. Pertanto il periodo di riferimento si calcola nel modo seguente.

$$V_R = V_N \cdot C_U = 50 \cdot 1,0 = 50 \text{anni}$$

## 10. Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento. Le categorie di sottosuolo contemplate dalla normativa sono cinque e precisamente:

**Categoria A**

**Categoria B**

**Categoria C**

**Categoria D**

**Categoria E**

Nella fattispecie il sottosuolo può definirsi di **categoria D** la cui descrizione è quella riportata di seguito: *“Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  inferiori a 180 m/s (ovvero  $NSPT_{30} < 15$  nei terreni a grana grossa e  $c_{u,30} < 70$  kPa nei terreni a grana fina).*

Inoltre bisogna definire le condizioni topografiche del sito che nella fattispecie risulta essere di **categoria T1** che precisamente corrisponde a quella delle superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i < 15^\circ$ .

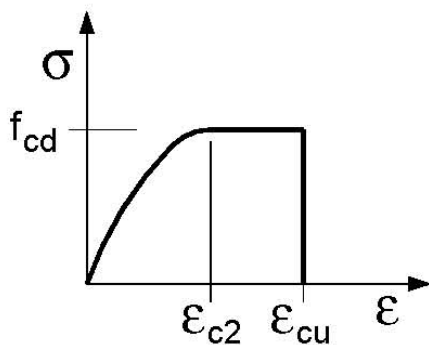
## 11. Classe di duttilità della struttura

Per ogni struttura di progetto bisogna definire la classe di duttilità della stessa. Nella fattispecie si considera un comportamento non dissipativo.

## 12. Modello meccanico

Nel modello meccanico si vogliono definire i legami costitutivi dei materiali utilizzati per la realizzazione dell'opera le cui caratteristiche sono state introdotte precedentemente.

Per il **calcestruzzo C28/30** utilizzato per le strutture in oggetto il legame costitutivo tensione – deformazione viene schematizzato mediante il modello parabola – rettangolo riportato di seguito.



Il calcestruzzo che si utilizza per la struttura oggetto dell'analisi, come già detto, ha una classe di resistenza certamente inferiore a **C50/60** pertanto in virtù di ciò, per quanto riguarda le deformazioni introdotte nella precedente figura, si hanno i valori riportati di seguito.

$$\varepsilon_{c2} = 0,20\%$$

$$\varepsilon_{cu} = 0,35\%$$

Come già visto nei paragrafi precedenti l'ordinata massima del diagramma riportato precedentemente è pari a  $0,85 f_{cd}$  pertanto nella fattispecie  $f_{cd} = 16,46\text{MPa}$ .

Inoltre le caratteristiche meccaniche più significative del calcestruzzo utilizzato per la realizzazione della struttura sono quelle riportate di seguito.

Classe  $R_{ck} = 30,00\text{MPa}$

Peso specifico:  $\gamma_{cls} = 2500,00 \frac{\text{daN}}{\text{mc}}$

Resistenza media a trazione:  $f_{ctm} = 0,30 \cdot \sqrt[3]{(f_{ck})^2} = 2,83\text{MPa}$

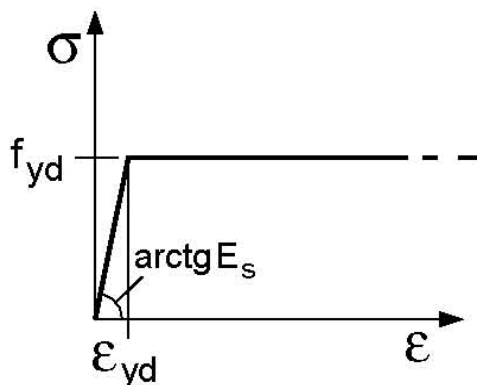
Modulo di elasticità normale:  $E = 22.000 \cdot [(f_{ck} + 8)/10]^{0,3} = 32.588\text{MPa}$

Coefficiente di Poisson: Può adottarsi, a seconda dello stato di sollecitazione, un valore compreso tra "0" (calcestruzzo fessurato) ed "0,2" (calcestruzzo non fessurato). Nella fattispecie si adotta il valore 0,20.

Coefficiente di dilatazione termica:  $\alpha = 10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Coefficiente di sicurezza materiale:  $\gamma_c = 1,50$

Per l'**acciaio in barre B450C** il legame costitutivo tensione – deformazione viene schematizzato mediante il modello elastico perfettamente plastico riportato di seguito.



Considerando il predetto modello si hanno i valori notevoli riportati di seguito.

$$\varepsilon_{uk} = (A_{gt})_k = 7,50\% \quad \text{valore della deformazione ultima;}$$

$$\varepsilon_{ud} = 0,9 \cdot \varepsilon_{uk} = 6,75\% \quad \text{valore della deformazione ultima di calcolo;}$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391,00\text{MPa} \quad \text{valore massimo dell'ordinata.}$$

Inoltre le caratteristiche meccaniche più significative dell'acciaio in barre utilizzato per la realizzazione della struttura sono quelle riportate di seguito.

Peso specifico:  $\gamma_{\text{acciaio}} = 7850,00 \frac{\text{daN}}{\text{mc}}$

Coefficiente di dilatazione termica:  $\alpha = 10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Modulo di elasticità normale:  $E = 206.000\text{MPa}$

Rapporto  $\left( \frac{f_t}{f_y} \right)_k$ :  $1,15 \leq \left( \frac{f_t}{f_y} \right)_k < 1,35$

Coefficiente di Poisson:  $\nu = 0,30$

Coefficiente di sicurezza del materiale:  $\gamma_s = 1,15$

Resistenza a compressione/trazione:  $f_{sd} = 391,00\text{MPa}$

Resistenza a taglio:  $f_{svd} = 225,90\text{Pa}$

### 13. Modello delle azioni

Nel modello delle azioni si intende calcolare e definire tutte le azioni che nel corso della vita utile possono sollecitare la struttura. Le azioni secondo normativa che sollecitano la struttura in oggetto possono riassumersi nelle seguenti categorie:

- G Azioni permanenti;
- Q Azioni variabili,
- E Azioni sismiche.

Nei paragrafi successivi si valuteranno numericamente tutte le azioni introdotte nel presente paragrafo.

#### Azioni permanenti (G)

Le azioni permanenti (G) sono quelle azioni che agiscono durante tutta la vita nominale della costruzione, la cui variazione di intensità nel tempo è così piccola e lenta da poterle considerare, con sufficiente approssimazione, costanti nel tempo.

#### Peso proprio degli elementi strutturali (G 1,1)

Il peso proprio dell'intera struttura va calcolato tenendo conto delle sezioni di ciascun elemento strutturale. La valutazione del peso proprio va effettuata considerando come peso specifico dei materiali i seguenti valori:

Peso specifico del calcestruzzo armato:  $\gamma_{\text{CALCESTRUZZO}} = 2500,00 \frac{\text{daN}}{\text{mc}}$

#### Forze indotte dal terreno (G 1,2)

La valutazione delle spinte esercitate dal terreno spingente viene effettuata mediante il coefficiente di spinta attiva tenendo conto dell'attrito terra – muro.

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

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

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima. La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno. Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb. Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta  $S$  rispetto all'ordinata  $z$ . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

### ***Azioni variabili (Q)***

Le azioni variabili ( $Q$ ) sono quelle azioni che agiscono sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo.

Le predette azioni possono essere:

- di lunga durata: agiscono con un'intensità significativa, anche non continuativamente, per un tempo non trascurabile rispetto alla vita nominale della struttura;
- di breve durata: azioni che agiscono per un periodo di tempo breve rispetto alla vita nominale della struttura.

Nel caso del muro di sostegno in questione essendo la strada carrabile si deve valutare l'incremento della spinta del terreno indotto da un carico mobile che si ipotizza essere pari a 2000 daN/mq.

Pertanto si ha: 
$$Q1 = 2000,00 \frac{\text{daN}}{\text{mq}}$$

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

### Azioni sismiche (S)

Come evidenzia la dicitura, le azioni sismiche sono tutte le azioni indotte su una generica struttura dai terremoti. Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. L'analisi della sicurezza del muro di sostegno in condizioni sismiche viene eseguita mediante il metodo pseudostatico. Nell'analisi pseudostatica, l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

I valori dei coefficienti sismici orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$  possono essere valutati mediante le seguenti espressioni.

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{\max}}{g};$$

dove con " $a_{\max}$ " si indica l'accelerazione massima attesa al sito e con "g" l'accelerazione di gravità e con  $\beta_m$  il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito. Per la determinazione dell'accelerazione massima si fa riferimento alla relazione esplicativa riportata di seguito.

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_T \cdot a_g$$

**S** è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la seguente relazione:  $S = S_s \cdot S_T$ . Essendo  $S_s$  il coefficiente di amplificazione stratigrafica ed  $S_T$  il coefficiente di amplificazione topografica. Per sottosuolo di **categoria D** si ha

che  $S_s = 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g}$  e non deve mai essere > di 1,80 e minore di 0,90. Inoltre per

**Categoria Topografica T1** si ha che  $S_T = 1,00$ .

Per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , si definiscono i valori dei parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

**$a_g$**  accelerazione orizzontale massima al sito;

**$F_0$**  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.

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

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

- *Stato Limite di Operatività (SLO)*: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- *Stato Limite di Danno (SLD)*: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- *Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)*: a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- *Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)*: a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le **probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$** , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella tabella riassuntiva inserita di seguito. Altro parametro fondamentale per la determinazione della pericolosità sismica è il **periodo di ritorno dell'azione sismica ( $T_r$ )** che si ricava mediante la relazione riportata di seguito:

$$T_r = -\frac{V_r}{\ln(1 - P_{vr})}$$

Stati limite		$P_{VR}$	$V_r$	$T_r$
Stati limite di esercizio	SLO	81%	50 anni	30
	SLD	63%		50
Stati limite ultimi	SLV	10%		475
	SLC	5%		975



Come già detto per ciascuna probabilità di superamento e quindi per ciascuno stato limite si hanno i parametri riportati di seguito ed elencati nell'allegato B del DM Infrastrutture del 14/01/2008.

$a_g$  è l'accelerazione orizzontale massima e dipende dalla latitudine e dalla longitudine del sito in questione.

$F_0$  è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha un valore minimo pari a 2,20 e dipende anch'esso dalla longitudine e dalla latitudine del sito.

$T_c^*$  dipende dalla latitudine e dalla longitudine del sito in questione.

Nel caso in cui la pericolosità sismica su reticolo di riferimento riportata nell'allegato B non contempla i tempi di ritorno appena calcolati (infatti l'allegato B riporta i valori per periodi di ritorno pari a 30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) il generico parametro  $p(a_g, F_0, T_c^*)$ , corrispondente ai valori del periodo di ritorno riportati nella precedente tabella, si determina mediante interpolazione lineare con la seguente relazione.

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \cdot \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1}$$

Nella quale "p" è il valore del parametro di interesse  $(a_g, F_0, T_c^*)$  corrispondente al periodo di ritorno  $T_R$  cercato mentre i valori  $T_{R1}$  e  $T_{R2}$  sono i periodi di ritorno più vicini a  $T_R$  per i quali si dispone dei parametri  $p_1$  e  $p_2$  del generico parametro p. Come già detto il tutto è funzione della latitudine e della longitudine del luogo in cui sorge la costruzione.

Nel caso in esame la località in cui sorge la costruzione sorge in Soccavo Napoli le cui coordinate identificative sono quelle riportate nella figura seguente.

Poiché generalmente i valori delle predette coordinate non corrispondono ad alcun nodo del reticolo di riferimento (come si evince dalla figura riassuntiva riportata di seguito nella quale si riportano pure le coordinate dei nodi della maglia elementare) i valori dei parametri  $p(a_g, F_0, T_c^*)$  si determinano come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento in cui ricade il punto dove nasce la costruzione.

Come pesi si utilizzano gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro nodi di vertice attraverso la relazione riportata di seguito.

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

dove “p” è il valore del parametro di interesse  $(a_g, F_0, T_c^*)$ , “ $p_i$ ” è il valore del parametro di interesse nel vertice i-esimo della maglia elementare e “ $d_i$ ” è la distanza tra il punto in esame ed il vertice della maglia elementare.

Il D.M. Infrastrutture 14/01/2008 al paragrafo 7.1 ribadisce, inoltre, che sotto l’effetto delle azioni sismiche deve essere garantito il rispetto degli stati limite ultimi e di esercizio. Inoltre dice che in mancanza di espresse indicazioni in merito, il rispetto dei vari stati limite si considera conseguito:

- nei confronti di tutti gli stati limite di esercizio, qualora siano rispettate le verifiche relative al solo **“SLD” Stato limite di danno.**
- nei confronti di tutti gli stati limite ultimi, qualora siano rispettate le indicazioni progettuali e costruttive riportate nel capitolo 7 della predetta normativa e siano soddisfatte le verifiche relative al solo **“SLV” Stato limite di salvaguardia della vita.**

Per gli edifici di classe d’uso III e IV, per gli elementi non strutturali e gli impianti è richiesta anche la verifica allo **“SLO” Stato limite di operatività.**

Infine per gli edifici esistenti la normativa impone anche il rispetto dello **“SLC” Stato limite di collasso.**

Per quanto concerne la struttura oggetto dell’analisi la cui classe d’uso è stata fissata nei paragrafi precedenti come **classe d’uso II** si verificano esclusivamente lo “SLD” e lo “SLV”.

Nella pagina seguente si ritrova una figura in cui si riportano in funzione della latitudine e della longitudine i parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$ . Pertanto noti i predetti parametri è possibile determinare il parametro S e quindi i valori dei coefficienti sismici.

**ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA**

Nota: per il calcolo dei parametri sismici  
1) inserire le coordinate geografiche 2) introdurre Vn e Cu

Per le isole è possibile utilizzare come località: gruppo isole N  
[con N = 1,2,3,4,5]

**Vertici della maglia elementare**

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza [km]
33200	14.217	40.833	4.352
33201	14.283	40.832	3.196
32979	14.284	40.882	3.606
32978	14.218	40.883	4.693

**Coordinate geografiche**

Località:

Longitudine:  Latitudine:

**Parametri per le forme spettrali**

Pver	Tr [anni]	ag [g]	Fo	T*c [sec]
81	30	0.045	2.340	0.280
63	50	0.059	2.330	0.310
10	475	0.168	2.370	0.340
5	975	0.213	2.440	0.340

**Periodo di riferimento per l'azione sismica**

Vita Vn [anni]  Coeff. uso Cu  Periodo Vr [anni]

### Riepilogo della pericolosità sismica

Nella tabella a seguire si riportano tutti i coefficienti che permettono la determinazione dei parametri sismici di cui prima.

	P <sub>VR</sub>	a <sub>g</sub> [g]	T <sub>c</sub> <sup>*</sup>	F <sub>0</sub>	S <sub>s</sub> ( <sup>*</sup> )	S <sub>s</sub>	S <sub>T</sub>	S
<b>SLO</b>	81	0,045	0,28	2,34	2,242	1,800	1,000	1,800
<b>SLD</b>	63	0,059	0,31	2,33	2,194	1,800	1,000	1,800
<b>SLV</b>	10	0,168	0,34	2,37	1,803	1,800	1,000	1,800
<b>SLC</b>	5	0,213	0,34	2,44	1,620	1,620	1,000	1,620

## 14. Metodo di analisi

### Calcolo della profondità di infissione

Nel caso generale l'equilibrio della paratia è assicurato dal bilanciamento fra la spinta attiva agente da monte sulla parte fuori terra, la resistenza passiva che si sviluppa da valle verso monte nella zona interrata e la controspinta che agisce da monte verso valle nella zona interrata al di sotto del centro di rotazione.

Nel caso di paratia tirantata nell'equilibrio della struttura intervengono gli sforzi dei tiranti (diretti verso monte); in questo caso, se la paratia non è sufficientemente infissa, la controspinta sarà assente.

Pertanto il primo passo da compiere nella progettazione è il calcolo della profondità di infissione necessaria ad assicurare l'equilibrio fra i carichi agenti (spinta attiva, resistenza passiva, controspinta, tiro dei tiranti ed eventuali carichi esterni).

Nel calcolo classico delle paratie si suppone che essa sia infinitamente rigida e che possa subire una rotazione intorno ad un punto (*Centro di rotazione*) posto al di sotto della linea di fondo scavo (per paratie non tirantate).

Occorre pertanto costruire i diagrammi di spinta attiva e di spinta (resistenza) passiva agenti sulla paratia. A partire da questi si costruiscono i diagrammi risultanti.

Nella costruzione dei diagrammi risultanti si adotterà la seguente notazione:

$K_{am}$	diagramma della spinta attiva agente da monte
$K_{av}$	diagramma della spinta attiva agente da valle sulla parte interrata
$K_{pm}$	diagramma della spinta passiva agente da monte
$K_{pv}$	diagramma della spinta passiva agente da valle sulla parte interrata.

Calcolati i diagrammi suddetti si costruiscono i diagrammi risultanti

$$D_m = K_{pm} - K_{av} \quad \text{e} \quad D_v = K_{pv} - K_{am}$$

Questi diagrammi rappresentano i valori limiti delle pressioni agenti sulla paratia. La soluzione è ricercata per tentativi facendo variare la profondità di infissione e la posizione del centro di rotazione fino a quando non si raggiunge l'equilibrio sia alla traslazione che alla rotazione.

Per mettere in conto un fattore di sicurezza nel calcolo delle profondità di infissione

si può agire con tre modalità :

1. applicazione di un coefficiente moltiplicativo alla profondità di infissione strettamente necessaria per l'equilibrio
2. riduzione della spinta passiva tramite un coefficiente di sicurezza
3. riduzione delle caratteristiche del terreno tramite coefficienti di sicurezza su  $\tan(\phi)$  e sulla coesione

### Calcolo della spinte

#### Metodo di Culmann (metodo del cuneo di tentativo)

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb: cuneo di spinta a monte della parete che si muove rigidamente lungo una superficie di rottura rettilinea o spezzata (nel caso di terreno stratificato).

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 valore della 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).

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

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

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima nel caso di spinta attiva e minima nel caso di spinta passiva.

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

### Spinta in presenza di sisma

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

Il metodo di Mononobe-Okabe considera nell'equilibrio del cuneo spingente la forza di inerzia dovuta al sisma. Indicando con  $W$  il peso del cuneo e con  $C$  il coefficiente di intensità sismica la forza di inerzia valutata come

$$F_i = W \cdot C$$

Indicando con  $S$  la spinta calcolata in condizioni statiche e con  $S_s$  la spinta totale in condizioni sismiche l'incremento di spinta è ottenuto come

$$DS = S - S_s$$

L'incremento di spinta viene applicato a  $2/3$  dell'altezza della parete stessa (diagramma triangolare con vertice in basso).

## Analisi ad elementi finiti

La paratia è considerata come una struttura a prevalente sviluppo lineare (si fa riferimento ad un metro di larghezza) con comportamento a trave. Come caratteristiche geometriche della sezione si assume il momento d'inerzia  $I$  e l'area  $A$  per metro lineare di larghezza della paratia. Il modulo elastico è quello del materiale utilizzato per la paratia.

La parte fuori terra della paratia è suddivisa in elementi di lunghezza pari a circa 5 centimetri e più o meno costante per tutti gli elementi. La suddivisione è suggerita anche dalla eventuale presenza di tiranti, carichi e vincoli. Infatti questi elementi devono capitare in corrispondenza di un nodo. Nel caso di tirante è inserito un ulteriore elemento atto a schematizzarlo. Detta  $L$  la lunghezza libera del tirante,  $A_t$  l'area di armatura nel tirante ed  $E_s$  il modulo elastico dell'acciaio è inserito un elemento di lunghezza pari ad  $L$ , area  $A_t$ , inclinazione pari a quella del tirante e modulo elastico  $E_s$ . La parte interrata della paratia è suddivisa in elementi di lunghezza, come visto sopra, pari a circa 5 centimetri.

I carichi agenti possono essere di tipo distribuito (spinta della terra, diagramma aggiuntivo di carico, spinta della falda, diagramma di spinta sismica) oppure concentrati. I carichi distribuiti sono riportati sempre come carichi concentrati nei nodi (sotto forma di reazioni di incastro perfetto cambiate di segno).

## Schematizzazione del terreno

La modellazione del terreno si rifà al classico schema di Winkler. Esso è visto come un letto di molle indipendenti fra di loro reagenti solo a sforzo assiale di compressione. La rigidezza della singola molla è legata alla costante di sottofondo orizzontale del terreno (*costante di Winkler*). La costante di sottofondo,  $k$ , è definita come la pressione unitaria che occorre applicare per ottenere uno spostamento unitario. Dimensionalmente è espressa quindi come rapporto fra una pressione ed uno spostamento al cubo  $[F/L^3]$ . È evidente che i risultati sono tanto migliori quanto più è elevato il numero delle molle che schematizzano il terreno. Se ( $m$  è l'interasse fra le molle (in cm) e  $b$  è la larghezza della paratia in direzione longitudinale ( $b=100$  cm) occorre ricavare l'area equivalente,  $A_m$ , della molla (a cui si assegna una lunghezza pari a 100 cm). Indicato con  $E_m$  il modulo elastico del materiale costituente la paratia (in  $Kg/cm^2$ ), l'equivalenza, in termini di rigidezza, si esprime come

$$A_m = 10000 \times \frac{k \Delta_m}{E_m}$$

Per le molle di estremità, in corrispondenza della linea di fondo scavo ed in corrispondenza dell'estremità inferiore della paratia, si assume una area equivalente dimezzata. Inoltre, tutte le molle hanno, ovviamente, rigidezza flessionale e tagliante nulla e sono vincolate all'estremità alla traslazione. Quindi la matrice di rigidezza di tutto il sistema paratia-terreno sarà data dall'assemblaggio delle matrici di rigidezza degli elementi della paratia (elementi a rigidezza flessionale, tagliante ed assiale), delle matrici di rigidezza dei tiranti (solo rigidezza assiale) e delle molle (rigidezza assiale).

## Modalità di analisi e comportamento elasto-plastico del terreno

A questo punto vediamo come è effettuata l'analisi. Un tipo di analisi molto semplice e veloce sarebbe l'analisi elastica (peraltro disponibile nel programma **PAC**). Ma si intuisce che considerare il terreno con un comportamento infinitamente elastico è una approssimazione alquanto

grossolana. Occorre quindi introdurre qualche correttivo che meglio ci aiuti a modellare il terreno. Fra le varie soluzioni possibili una delle più praticabili e che fornisce risultati soddisfacenti è quella di considerare il terreno con comportamento elasto-plastico perfetto. Si assume cioè che la curva sforzi-deformazioni del terreno abbia andamento bilatero. Rimane da scegliere il criterio di plasticizzazione del terreno (molle). Si può fare riferimento ad un criterio di tipo cinematico: la resistenza della molla cresce con la deformazione fino a quando lo spostamento non raggiunge il valore  $X_{max}$ ; una volta superato tale spostamento limite non si ha più incremento di resistenza all'aumentare degli spostamenti. Un altro criterio può essere di tipo statico: si assume che la molla abbia una resistenza crescente fino al raggiungimento di una pressione  $p_{max}$ . Tale pressione  $p_{max}$  può essere imposta pari al valore della pressione passiva in corrispondenza della quota della molla. D'altronde un ulteriore criterio si può ottenere dalla combinazione dei due descritti precedentemente: plasticizzazione o per raggiungimento dello spostamento limite o per raggiungimento della pressione passiva. Dal punto di vista strettamente numerico è chiaro che l'introduzione di criteri di plasticizzazione porta ad analisi di tipo non lineare (non linearità meccaniche). Questo comporta un aggravio computazionale non indifferente. L'entità di tale aggravio dipende poi dalla particolare tecnica adottata per la soluzione. Nel caso di analisi elastica lineare il problema si risolve immediatamente con la soluzione del sistema fondamentale ( $K$  matrice di rigidezza,  $u$  vettore degli spostamenti nodali,  $p$  vettore dei carichi nodali)

$$Ku=p$$

Un sistema non lineare, invece, deve essere risolto mediante un'analisi al passo per tener conto della plasticizzazione delle molle. Quindi si procede per passi di carico, a partire da un carico iniziale  $p_0$ , fino a raggiungere il carico totale  $p$ . Ogni volta che si incrementa il carico si controllano eventuali plasticizzazioni delle molle. Se si hanno nuove plasticizzazioni la matrice globale andrà riassembleta escludendo il contributo delle molle plasticizzate. Il procedimento descritto se fosse applicato in questo modo sarebbe particolarmente gravoso (la fase di decomposizione della matrice di rigidezza è particolarmente onerosa). Si ricorre pertanto a soluzioni più sofisticate che escludono il riassettaggio e la decomposizione della matrice, ma usano la matrice elastica iniziale (*metodo di Riks*).

Senza addentrarci troppo nei dettagli diremo che si tratta di un metodo di Newton-Raphson modificato e ottimizzato. L'analisi condotta secondo questa tecnica offre dei vantaggi immediati. Essa restituisce l'effettiva deformazione della paratia e le relative sollecitazioni; dà informazioni dettagliate circa la deformazione e la pressione sul terreno. Infatti la deformazione è direttamente leggibile, mentre la pressione sarà data dallo sforzo nella molla diviso per l'area di influenza della molla stessa. Sappiamo quindi quale è la zona di terreno effettivamente plasticizzato. Inoltre dalle deformazioni ci si può rendere conto di un possibile meccanismo di rottura del terreno.

## Analisi per fasi di scavo

L'analisi della paratia per fasi di scavo consente di ottenere informazioni dettagliate sullo stato di sollecitazione e deformazione dell'opera durante la fase di realizzazione. In ogni fase lo stato di sollecitazione e di deformazione dipende dalla 'storia' dello scavo (soprattutto nel caso di paratie tirantate o vincolate).

Definite le varie altezze di scavo (in funzione della posizione di tiranti, vincoli, o altro) si procede per ogni fase al calcolo delle spinte inserendo gli elementi (tiranti, vincoli o carichi) attivi per quella fase, tenendo conto delle deformazioni dello stato precedente. Ad esempio, se sono presenti dei tiranti passivi si inserirà nell'analisi della fase la 'molla' che lo rappresenta. Indicando con  $u$  ed  $u_0$  gli spostamenti nella fase attuale e nella fase precedente, con  $s$  ed  $s_0$  gli sforzi nella fase attuale e nella fase precedente e con  $K$  la matrice di rigidezza della 'struttura' la relazione sforzi-deformazione è esprimibile nella forma

$$s=s_0+K(u-u_0)$$

In sostanza analizzare la paratia per fasi di scavo oppure 'direttamente' porta a risultati abbastanza diversi sia per quanto riguarda lo stato di deformazione e sollecitazione dell'opera sia per quanto riguarda il tiro dei tiranti.



## Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso paratia+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a 1.3.

È usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento è supposta circolare.

In particolare il programma esamina, per un dato centro 3 cerchi differenti: un cerchio passante per la linea di fondo scavo, un cerchio passante per il piede della paratia ed un cerchio passante per il punto medio della parte interrata. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 6x6 posta in prossimità della sommità della paratia. Il numero di strisce è pari a 50.

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

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

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

dove il termine  $m$  è espresso da

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

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

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

### 15. Geometria paratia – Tipo 1

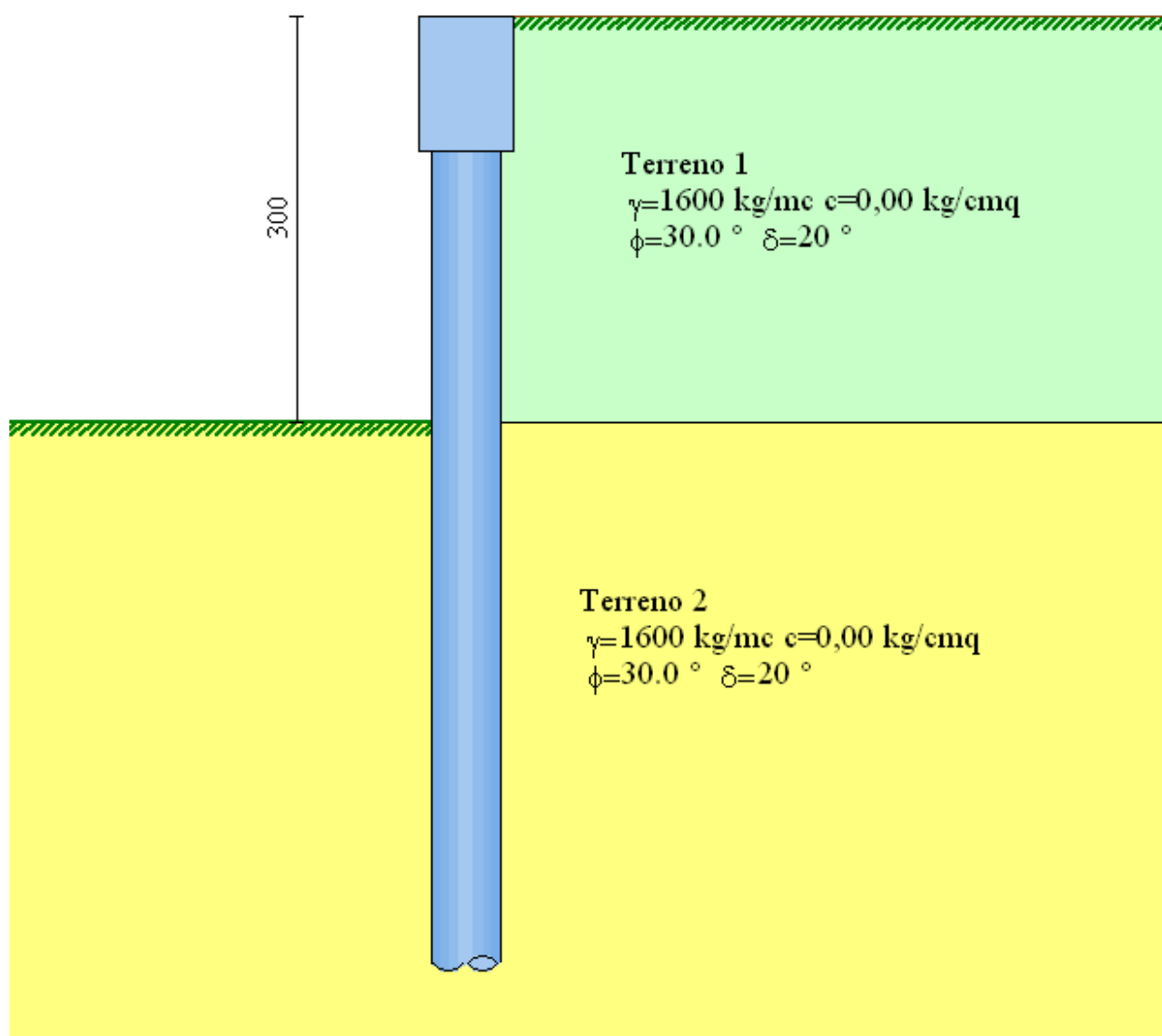
Da realizzare in dx e sx idraulica dalla sezione 45 alla sezione 68

Da realizzare in sx idraulica dalla sezione 68 alla 78

Tipo paratia: **Paratia di pali**

Altezza fuori terra	3,00	[m]
Profondità di infissione	4,00	[m]
Altezza totale della paratia	7,00	[m]
Lunghezza paratia	6,00	[m]

Numero di file di pali	1	
Interasse fra i pali della fila	0,60	[m]
Diametro dei pali	50,00	[cm]
Numero totale di pali	10	
Numero di pali per metro lineare	1.67	



## Geometria profilo terreno

### Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

#### Profilo di monte

N	X	Y	A
2	10,00	0,00	0,00

#### Profilo di valle - Fase n° 1

N	X	Y	A
1	-10,00	-3,00	0,00
2	0,00	-3,00	0,00

#### Profilo di valle - Fase n° 4

N	X	Y	A
1	-10,00	-3,00	0,00
2	0,00	-3,00	0,00

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

n° numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia

Descrizione Descrizione del terreno

$\gamma$  peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]

$\gamma_s$  peso di volume saturo del terreno espresso [kg/mc]

$\phi$  angolo d'attrito interno del terreno espresso in [°]

$\delta$  angolo d'attrito terreno/paratia espresso in [°]

c coesione del terreno espressa in [kg/cm<sup>2</sup>]

n°	Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c
1	Terreno 1	1600,00	2000,00	30,00	20,00	0,000
2	Terreno 2	1600,00	2000,00	30,00	20,00	0,000
3	Terreno 3	1600,00	2000,00	35,00	24,00	0,000

## Descrizione stratigrafia

### Simbologia adottata

n° numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia

sp spessore dello strato in corrispondenza dell'asse della paratia espresso in [m]

kw costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm

$\alpha$  inclinazione dello strato espressa in GRADI(°)

Terreno Terreno associato allo strato

n°	sp	$\alpha$	kw	Terreno
1	3,00	0,00	0,43	Terreno 1

2                      5,00                      0,00                      1,56                      Terreno 2

### Caratteristiche materiali utilizzati

#### Calcestruzzo

Peso specifico	2500	[kg/mc]
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	250	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione ammissibile a compressione $\sigma_c$	85	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione tangenziale ammissibile $\tau_{c0}$	5,3	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione tangenziale ammissibile $\tau_{c1}$	16,9	[kg/cm <sup>2</sup> ]

#### Acciaio

Tipo	FeB44K	
Tensione ammissibile $\sigma_{fa}$	2600	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione di snervamento $f_{yk}$	4400	[kg/cm <sup>2</sup> ]

### Condizioni di carico

#### Simbologia e convenzioni adottate

Le ascisse dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia

Le ordinate dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia

$F_x$	Forza orizzontale espressa in [kg], positiva da monte verso valle
$F_y$	Forza verticale espressa in [kg], positiva verso il basso
$M$	Momento espresso in [kgm], positivo ribaltante
$Q_i, Q_f$	Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kg/mq]
$V_i, V_s$	Intensità dei carichi distribuiti sulla paratia espresse in [kg/mq], positivi da monte verso valle
$R$	Risultante carico distribuito sulla paratia espressa in [kg]

#### Condizione n° 1

Carico distribuito sul profilo                       $X_i = 0,00$                        $X_f = 10,00$                        $Q_i = 2000$                        $Q_f = 2000$

### Vincoli lungo l'altezza della paratia

#### Simbologia adottata

$n^\circ$	numero d'ordine del vincolo
$Y$	ordinata del vincolo rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
$V_x$	Vincolo in direzione orizzontale
$K_x$	Rigidezza vincolo in direzione orizzontale espresso in [Kg/cm]
$V_r$	Vincolo alla rotazione
$K_r$	Rigidezza vincolo alla rotazione espresso in [Kgm/°]

$n^\circ$	$Y$	$V_x$	$K_x$	$V_r$	$K_r$
1	0,00	V. RIGIDO	--	LIBERO	--
2	3,00	V. RIGIDO	--	LIBERO	--

## Fasi di scavo

### Simbologia adottata

n°            identificativo della fase nell'elenco definito  
 Fase        Descrizione dell'i-esima fase  
 Tempo      Tempo in cui avviene la fase di scavo

n°	Fase	Tempo
1	Scavo fino alla profondità di 3.00 metri	0
2	Inserimento vincolo 2 (X=-3.00) [Hscavo=3.00]	1
3	Inserimento vincolo 1 (X=0.00) [Hscavo=3.00]	1
4	Inserimento sisma	2
5	Inserimento condizione di carico nr 1 [Hscavo=3.00]	2

## Impostazioni di progetto

### Spinte e verifiche secondo :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

## Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,30	1,00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,50	1,30

### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$	1,00	1,00

## Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,00	1,00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,00	1,00

### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,25

Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$	1,00	1,00

Verifica materiali : Stato Limite Ultimo

## Impostazioni di analisi

### Analisi per Fasi di Scavo.

Rottura del terreno    Pressione passiva

Impostazioni analisi per fasi di scavo

Analisi per condizioni di esercizio

Analisi per coefficienti tipo A1-M1

Influenza  $\delta$  (angolo di attrito terreno-paratia)

Nel calcolo del coefficiente di spinta attiva  $K_a$  e nell'inclinazione della spinta attiva (non viene considerato per la spinta passiva)

Stabilità globale

Metodo di Bishop

### Impostazioni analisi sismica

#### Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo $[m/s^2]$	1.648
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale $F_0$	2.370
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante $T_c^*$	0.340
Coefficiente di amplificazione topografica ( $St$ )	1.000
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo ( $S_s$ )	1.200
Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo ( $\alpha$ )	1.000
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza $U_s$ [m]	0.035
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo ( $\beta$ )	0.530
Coefficiente di intensità sismica (percento)	10.684

#### Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo $[m/s^2]$	0.579
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale $F_0$	2.330
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante $T_c^*$	0.310
Coefficiente di amplificazione topografica ( $St$ )	1.000
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo ( $S_s$ )	1.200
Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo ( $\alpha$ )	1.000
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza $U_s$ [m]	0.035

Coefficiente di riduzione per spostamento massimo ( $\beta$ )	0.530
Coefficiente di intensità sismica (percento)	3.754
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale ( $k_v$ )	0.00

Influenza sisma nella spinta attiva da monte

Forma diagramma incremento sismico : Triangolare con vertice in alto.

## Analisi della spinta

### Pressioni terreno

#### Simbologia adottata

Sono riportati i valori delle pressioni in corrispondenza delle sezioni di calcolo

Y ordinata rispetto alla testa della paratia espressa in [m] e positiva verso il basso.

Le pressioni sono tutte espresse in [kg/mq]

$\sigma_{am}$  sigma attiva da monte  
 $\sigma_{av}$  sigma attiva da valle  
 $\sigma_{pm}$  sigma passiva da monte  
 $\sigma_{pv}$  sigma passiva da valle  
 $\delta_a$  inclinazione spinta attiva espressa in [°]  
 $\delta_p$  inclinazione spinta passiva espressa in [°]

#### Fase nr. 1 (Altezza di scavo 3,00 [m])

Nr.	Y(m)	$\sigma_{am}$	$\sigma_{av}$	$\sigma_{pm}$	$\sigma_{pv}$	$\delta_a$	$\delta_p$
1	0,00	0	0	0	0	20,0	0,0
4	0,30	143	0	1440	0	20,0	0,0
7	0,60	285	0	2880	0	20,0	0,0
10	0,90	428	0	4320	0	20,0	0,0
13	1,20	571	0	5760	0	20,0	0,0
16	1,50	714	0	7200	0	20,0	0,0
19	1,80	856	0	8640	0	20,0	0,0
22	2,10	999	0	10080	0	20,0	0,0
25	2,40	1142	0	11520	0	20,0	0,0
28	2,70	1284	0	12960	0	20,0	0,0
31	2,98	1410	0	14232	0	20,0	0,0
34	3,10	1477	50	14904	504	20,0	0,0
37	3,40	1617	190	16320	1920	20,0	0,0
40	3,70	1760	333	17760	3360	20,0	0,0
43	4,00	1903	476	19200	4800	20,0	0,0
46	4,30	2046	618	20640	6240	20,0	0,0
49	4,60	2188	761	22080	7680	20,0	0,0
52	4,90	2331	904	23520	9120	20,0	0,0
55	5,20	2474	1047	24960	10560	20,0	0,0
58	5,50	2616	1189	26400	12000	20,0	0,0
61	5,80	2759	1332	27840	13440	20,0	0,0
64	6,10	2902	1475	29280	14880	20,0	0,0
67	6,40	3044	1617	30720	16320	20,0	0,0
70	6,70	3187	1760	32160	17760	20,0	0,0
73	7,00	3330	1903	33600	19200	20,0	0,0

#### Fase nr. 2 (Altezza di scavo 3,00 [m])

Nr.	Y(m)	$\sigma_{am}$	$\sigma_{av}$	$\sigma_{pm}$	$\sigma_{pv}$	$\delta_a$	$\delta_p$
1	0,00	0	0	0	0	20,0	0,0
4	0,30	143	0	1440	0	20,0	0,0
7	0,60	285	0	2880	0	20,0	0,0
10	0,90	428	0	4320	0	20,0	0,0
13	1,20	571	0	5760	0	20,0	0,0
16	1,50	714	0	7200	0	20,0	0,0
19	1,80	856	0	8640	0	20,0	0,0



ADEGUAMENTO STATICO E FUNZIONALE DEL COLLETTORE ARENA S. ANTONIO  
TRATTO DI VIA BEN HUR - PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONE DI CALCOLO GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

22	2,10	999	0	10080	0	20,0	0,0
25	2,40	1142	0	11520	0	20,0	0,0
28	2,70	1284	0	12960	0	20,0	0,0
31	2,98	1410	0	14232	0	20,0	0,0
34	3,10	1477	50	14904	504	20,0	0,0
37	3,40	1617	190	16320	1920	20,0	0,0
40	3,70	1760	333	17760	3360	20,0	0,0
43	4,00	1903	476	19200	4800	20,0	0,0
46	4,30	2046	618	20640	6240	20,0	0,0
49	4,60	2188	761	22080	7680	20,0	0,0
52	4,90	2331	904	23520	9120	20,0	0,0
55	5,20	2474	1047	24960	10560	20,0	0,0
58	5,50	2616	1189	26400	12000	20,0	0,0
61	5,80	2759	1332	27840	13440	20,0	0,0
64	6,10	2902	1475	29280	14880	20,0	0,0
67	6,40	3044	1617	30720	16320	20,0	0,0
70	6,70	3187	1760	32160	17760	20,0	0,0
73	7,00	3330	1903	33600	19200	20,0	0,0

**Fase nr. 3 (Altezza di scavo 3,00 [m])**

Nr.	Y(m)	$\sigma_{am}$	$\sigma_{av}$	$\sigma_{pm}$	$\sigma_{pv}$	$\delta_a$	$\delta_p$
1	0,00	589	0	5940	0	20,0	0,0
4	0,30	754	0	7440	0	20,0	0,0
7	0,60	913	0	8880	0	20,0	0,0
10	0,90	1073	0	10320	0	20,0	0,0
13	1,20	1232	0	11760	0	20,0	0,0
16	1,50	1391	0	13200	0	20,0	0,0
19	1,80	1551	0	14640	0	20,0	0,0
22	2,10	1710	0	16080	0	20,0	0,0
25	2,40	1869	0	17520	0	20,0	0,0
28	2,70	2029	0	18960	0	20,0	0,0
31	2,98	2170	0	20232	0	20,0	0,0
34	3,10	2244	50	20904	504	20,0	0,0
37	3,40	2401	190	22320	1920	20,0	0,0
40	3,70	2355	333	23760	3360	20,0	0,0
43	4,00	2497	476	25200	4800	20,0	0,0
46	4,30	2640	618	26640	6240	20,0	0,0
49	4,60	2783	761	28080	7680	20,0	0,0
52	4,90	2926	904	24940	9120	20,0	0,0
55	5,20	3068	1047	26252	10560	20,0	0,0
58	5,50	3211	1189	27577	12000	20,0	0,0
61	5,80	3354	1332	28914	13440	20,0	0,0
64	6,10	3496	1475	30261	14880	20,0	0,0
67	6,40	3639	1617	31618	16320	20,0	0,0
70	6,70	3782	1760	32983	17760	20,0	0,0
73	7,00	3925	1903	34355	19200	20,0	0,0

**Fase nr. 4 (Altezza di scavo 3,00 [m])**

Nr.	Y(m)	$\sigma_{am}$	$\sigma_{av}$	$\sigma_{pm}$	$\sigma_{pv}$	$\delta_a$	$\delta_p$
1	0,00	0	0	0	0	20,0	0,0
4	0,30	186	0	1872	0	20,0	0,0
7	0,60	371	0	3744	0	20,0	0,0
10	0,90	557	0	5616	0	20,0	0,0

13	1,20	742	0	7488	0	20,0	0,0
16	1,50	928	0	9360	0	20,0	0,0
19	1,80	1113	0	11232	0	20,0	0,0
22	2,10	1299	0	13104	0	20,0	0,0
25	2,40	1484	0	14976	0	20,0	0,0
28	2,70	1670	0	16848	0	20,0	0,0
31	2,98	1834	0	18502	0	20,0	0,0
34	3,10	1920	65	19375	655	20,0	0,0
37	3,40	2103	247	21216	2496	20,0	0,0
40	3,70	2288	433	23088	4368	20,0	0,0
43	4,00	2474	618	24960	6240	20,0	0,0
46	4,30	2659	804	26832	8112	20,0	0,0
49	4,60	2845	989	28704	9984	20,0	0,0
52	4,90	3030	1175	30576	11856	20,0	0,0
55	5,20	3216	1361	32448	13728	20,0	0,0
58	5,50	3401	1546	34320	15600	20,0	0,0
61	5,80	3587	1732	36192	17472	20,0	0,0
64	6,10	3772	1917	38064	19344	20,0	0,0
67	6,40	3958	2103	39936	21216	20,0	0,0
70	6,70	4143	2288	41808	23088	20,0	0,0
73	7,00	4329	2474	43680	24960	20,0	0,0

**Fase nr. 5 (Altezza di scavo 3,00 [m])**

Nr.	Y(m)	$\sigma_{am}$	$\sigma_{av}$	$\sigma_{pm}$	$\sigma_{pv}$	$\delta_a$	$\delta_p$
1	0,00	0	0	0	0	20,0	0,0
4	0,30	186	0	1872	0	20,0	0,0
7	0,60	371	0	3744	0	20,0	0,0
10	0,90	557	0	5616	0	20,0	0,0
13	1,20	742	0	7488	0	20,0	0,0
16	1,50	928	0	9360	0	20,0	0,0
19	1,80	1113	0	11232	0	20,0	0,0
22	2,10	1299	0	13104	0	20,0	0,0
25	2,40	1484	0	14976	0	20,0	0,0
28	2,70	1670	0	16848	0	20,0	0,0
31	2,98	1834	0	18502	0	20,0	0,0
34	3,10	1920	65	19375	655	20,0	0,0
37	3,40	2103	247	21216	2496	20,0	0,0
40	3,70	2288	433	23088	4368	20,0	0,0
43	4,00	2474	618	24960	6240	20,0	0,0
46	4,30	2659	804	26832	8112	20,0	0,0
49	4,60	2845	989	28704	9984	20,0	0,0
52	4,90	3030	1175	30576	11856	20,0	0,0
55	5,20	3216	1361	32448	13728	20,0	0,0
58	5,50	3401	1546	34320	15600	20,0	0,0
61	5,80	3587	1732	36192	17472	20,0	0,0
64	6,10	3772	1917	38064	19344	20,0	0,0
67	6,40	3958	2103	39936	21216	20,0	0,0
70	6,70	4143	2288	41808	23088	20,0	0,0
73	7,00	4329	2474	43680	24960	20,0	0,0

**Fase nr. 6 (Altezza di scavo 3,00 [m])**

Nr.	Y(m)	$\sigma_{am}$	$\sigma_{av}$	$\sigma_{pm}$	$\sigma_{pv}$	$\delta_a$	$\delta_p$
1	0,00	589	0	5940	0	20,0	0,0

ADEGUAMENTO STATICO E FUNZIONALE DEL COLLETTORE ARENA S. ANTONIO  
 TRATTO DI VIA BEN HUR - PROGETTO DEFINITIVO  
 RELAZIONE DI CALCOLO GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

4	0,30	847	0	7872	0	20,0	0,0
7	0,60	1100	0	9744	0	20,0	0,0
10	0,90	1353	0	11616	0	20,0	0,0
13	1,20	1606	0	13488	0	20,0	0,0
16	1,50	1858	0	15360	0	20,0	0,0
19	1,80	2111	0	17232	0	20,0	0,0
22	2,10	2364	0	19104	0	20,0	0,0
25	2,40	2616	0	20976	0	20,0	0,0
28	2,70	2869	0	22848	0	20,0	0,0
31	2,98	3096	0	24502	0	20,0	0,0
34	3,10	3209	65	25375	655	20,0	0,0
37	3,40	3459	247	27216	2496	20,0	0,0
40	3,70	2883	433	29088	4368	20,0	0,0
43	4,00	3068	618	30960	6240	20,0	0,0
46	4,30	3254	804	32832	8112	20,0	0,0
49	4,60	3439	989	34704	9984	20,0	0,0
52	4,90	3625	1175	35693	11856	20,0	0,0
55	5,20	3810	1361	33626	13728	20,0	0,0
58	5,50	3996	1546	35383	15600	20,0	0,0
61	5,80	4181	1732	37154	17472	20,0	0,0
64	6,10	4367	1917	38936	19344	20,0	0,0
67	6,40	4552	2103	40728	21216	20,0	0,0
70	6,70	4738	2288	42528	23088	20,0	0,0
73	7,00	4924	2474	44337	24960	20,0	0,0

## Analisi della paratia

### L'analisi è stata eseguita per fasi di scavo

La paratia è analizzata con il metodo degli elementi finiti.

Essa è discretizzata in 60 elementi fuori terra e 80 elementi al di sotto della linea di fondo scavo.

Le molle che simulano il terreno hanno un comportamento elastoplastico: una volta raggiunta la pressione passiva non reagiscono ad ulteriori incremento di carico.

Altezza fuori terra della paratia	3,00	[m]
Profondità di infissione	4,00	[m]
Altezza totale della paratia	7,00	[m]

## Forze agenti sulla paratia

### Simbologia adottata e sistema di riferimento

Tutte le forze sono espresse in [kg] e si intendono positive se dirette da monte verso valle. Esse sono riferite ad un metro di larghezza della paratia

$Y_a$  rappresenta il punto di applicazione, rispetto alla testa della paratia, espresso in [m]

### Fase nr. 1 (Altezza di scavo 3,00 [m])

	Valore	$Y_a$
Spinta agente sulla paratia	2211,39	2,10
Risultante carichi esterni applicati	0,00	0,00
Resistenza passiva agente sulla paratia	-4538,45	4,38
Controspinta agente sulla paratia	2327,10	6,54
Risultante delle reazioni vincolari sulla paratia	0,00	0,00
Spostamento massimo della paratia	1,21	0,00
Punto di nullo del diagramma	3,31	[m]
Punto di inversione del diagramma	4,25	[m]
Centro di rotazione	5,64	[m]
Percentuale molle plasticizzate	30,86	[%]
Portanza di punta	29736,02	[kg]

### Fase nr. 2 (Altezza di scavo 3,00 [m])

	Valore	$Y_a$
Spinta agente sulla paratia	2211,39	2,10
Risultante carichi esterni applicati	0,00	0,00
Resistenza passiva agente sulla paratia	-4538,45	4,38
Controspinta agente sulla paratia	2327,10	6,54
Risultante delle reazioni vincolari sulla paratia	-0,04	2,32
Spostamento massimo della paratia	1,21	0,00
Punto di nullo del diagramma	3,31	[m]
Punto di inversione del diagramma	4,25	[m]
Centro di rotazione	5,64	[m]
Percentuale molle plasticizzate	23,46	[%]

Portanza di punta 29736,02 [kg]

**Fase nr. 3 (Altezza di scavo 3,00 [m])**

	<b>Valore</b>	<b>Y<sub>a</sub></b>
Spinta agente sulla paratia	4067,19	1,93
Incremento sismico della spinta	339,72	2,00
Risultante carichi esterni applicati	0,00	0,00
Resistenza passiva agente sulla paratia	-4019,26	4,45
Controspinta agente sulla paratia	2333,96	6,54
Risultante delle reazioni vincolari sulla paratia	-2721,60	2,18
Spostamento massimo della paratia	1,21	0,00

Punto di nullo del diagramma	3,48	[m]
Punto di inversione del diagramma	4,30	[m]
Centro di rotazione	5,63	[m]
Percentuale molle plasticizzate	23,46	[%]
Portanza di punta	29736,02	[kg]

**Fase nr. 4 (Altezza di scavo 3,00 [m])**

	<b>Valore</b>	<b>Y<sub>a</sub></b>
Spinta agente sulla paratia	2874,81	2,10
Risultante carichi esterni applicati	0,00	0,00
Resistenza passiva agente sulla paratia	-5899,99	4,38
Controspinta agente sulla paratia	3025,24	6,54
Risultante delle reazioni vincolari sulla paratia	0,00	0,00
Spostamento massimo della paratia	1,58	0,00

Punto di nullo del diagramma	3,31	[m]
Punto di inversione del diagramma	4,25	[m]
Centro di rotazione	5,64	[m]
Percentuale molle plasticizzate	30,86	[%]
Portanza di punta	29736,02	[kg]

**Fase nr. 5 (Altezza di scavo 3,00 [m])**

	<b>Valore</b>	<b>Y<sub>a</sub></b>
Spinta agente sulla paratia	2874,81	2,10
Risultante carichi esterni applicati	0,00	0,00
Resistenza passiva agente sulla paratia	-5899,99	4,38
Controspinta agente sulla paratia	3025,23	6,54
Risultante delle reazioni vincolari sulla paratia	-0,06	2,32
Spostamento massimo della paratia	1,58	0,00

Punto di nullo del diagramma	3,31	[m]
Punto di inversione del diagramma	4,25	[m]
Centro di rotazione	5,64	[m]
Percentuale molle plasticizzate	24,69	[%]

Portanza di punta	29736,02	[kg]
-------------------	----------	------

**Fase nr. 6 (Altezza di scavo 3,00 [m])**

	<b>Valore</b>	<b>Y<sub>a</sub></b>
Spinta agente sulla paratia	4646,88	2,02
Incremento sismico della spinta	1372,03	2,00
Risultante carichi esterni applicati	0,00	0,00
Resistenza passiva agente sulla paratia	-5319,89	4,44
Controspinta agente sulla paratia	3048,61	6,54
Risultante delle reazioni vincolari sulla paratia	-3747,63	2,25
Spostamento massimo della paratia	1,58	0,00
Punto di nullo del diagramma	3,52	[m]
Punto di inversione del diagramma	4,30	[m]
Centro di rotazione	5,63	[m]
Percentuale molle plasticizzate	23,46	[%]
Portanza di punta	29736,02	[kg]

## Reazioni vincolari

### Simbologia adottata

Y	posizione del vincolo rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
$R_x/ml$	reazione in direzione orizzontale a metro lineare, positiva verso valle, espressa in [kg]
$R_\theta/ml$	reazione momento a metro lineare, positiva antioraria, espressa in [kgm]
u	spostamento orizzontale, positivo verso valle, espresso in [cm]

### Reazioni vincolari - Fase nr. 1 (Altezza di scavo 3,00 [m])

Nella fase nr. 1 non sono presenti vincoli

N°	Y	$R_x$	$R_\theta$	u
1	0,00	non presente nella fase 1		
2	3,00	non presente nella fase 1		

### Reazioni vincolari - Fase nr. 2 (Altezza di scavo 3,00 [m])

Il numero di vincoli presenti nella fase sono 2

N°	Y	$R_x$	$R_\theta$	u
1	0,00	-0,01	--	1,21
2	3,00	-0,03	--	0,51

### Reazioni vincolari - Fase nr. 3 (Altezza di scavo 3,00 [m])

Il numero di vincoli presenti nella fase sono 2

N°	Y	$R_x$	$R_\theta$	u
1	0,00	-747,85	--	1,21
2	3,00	-1973,75	--	0,51

### Reazioni vincolari - Fase nr. 4 (Altezza di scavo 3,00 [m])

Nella fase nr. 4 non sono presenti vincoli

N°	Y	$R_x$	$R_\theta$	u
1	0,00	non presente nella fase 4		
2	3,00	non presente nella fase 4		

### Reazioni vincolari - Fase nr. 5 (Altezza di scavo 3,00 [m])

Il numero di vincoli presenti nella fase sono 2

N°	Y	$R_x$	$R_\theta$	u
1	0,00	-0,01	--	1,58
2	3,00	-0,04	--	0,67

### Reazioni vincolari - Fase nr. 6 (Altezza di scavo 3,00 [m])

Il numero di vincoli presenti nella fase sono 2

N°	Y	R <sub>x</sub>	R <sub>θ</sub>	u
1	0,00	-932,58	--	1,58
2	3,00	-2815,05	--	0,67

### Pressioni orizzontali agenti sulla paratia

#### Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione espressa in [m]
P	pressione sulla paratia espressa in [kg/mq] positiva da monte verso valle

### Pressioni terreno - Fase nr. 1 (Altezza di scavo 3,00 [m])

N°	Y	P
1	0,00	0,00
4	0,15	67,05
7	0,30	134,10
10	0,45	201,16
13	0,60	268,21
16	0,75	335,26
19	0,90	402,31
22	1,05	469,36
25	1,20	536,42
28	1,35	603,47
31	1,50	670,52
34	1,65	737,57
37	1,80	804,62
40	1,95	871,68
43	2,10	938,73
46	2,25	1005,78
49	2,40	1072,83
52	2,55	1139,89
55	2,70	1206,94
58	2,85	1272,87
61	3,00	1341,04
64	3,10	883,98
67	3,25	252,79
10	3,45	-617,80
13	3,60	-1270,75
16	3,75	-1923,70
19	3,90	-2576,65
22	4,05	-3229,59
25	4,20	-3882,54
28	4,35	-3579,21
31	4,50	-3128,40
34	4,65	-2687,51
37	4,80	-2256,24



40	4,95	-1834,16
43	5,10	-1420,69
46	5,25	-1015,19
49	5,40	-616,91
52	5,55	-225,04
55	5,70	161,23
58	5,85	542,75
61	6,00	920,34
64	6,15	1294,83
67	6,30	1666,95
70	6,45	2037,40
73	6,60	2406,75
76	6,75	2775,50
79	6,90	3144,00

**Pressioni terreno - Fase nr. 2 (Altezza di scavo 3,00 [m])**

N°	Y	P
1	0,00	0,00
4	0,15	67,05
7	0,30	134,10
10	0,45	201,16
13	0,60	268,21
16	0,75	335,26
19	0,90	402,31
22	1,05	469,36
25	1,20	536,42
28	1,35	603,47
31	1,50	670,52
34	1,65	737,57
37	1,80	804,62
40	1,95	871,68
43	2,10	938,73
46	2,25	1005,78
49	2,40	1072,83
52	2,55	1139,89
55	2,70	1206,94
58	2,85	1272,87
61	3,00	1341,04
64	3,10	883,98
67	3,25	252,79
10	3,45	-617,80
13	3,60	-1270,75
16	3,75	-1923,70
19	3,90	-2576,65
22	4,05	-3229,59
25	4,20	-3882,54
28	4,35	-3579,21
31	4,50	-3128,40
34	4,65	-2687,51
37	4,80	-2256,24
40	4,95	-1834,16
43	5,10	-1420,69
46	5,25	-1015,19
49	5,40	-616,91

52	5,55	-225,04
55	5,70	161,23
58	5,85	542,74
61	6,00	920,34
64	6,15	1294,83
67	6,30	1666,95
70	6,45	2037,40
73	6,60	2406,75
76	6,75	2775,50
79	6,90	3144,00

**Pressioni terreno - Fase nr. 3 (Altezza di scavo 3,00 [m])**

N°	Y	P
1	0,00	0,00
4	0,10	605,89
7	0,25	683,55
10	0,40	758,42
13	0,55	833,29
16	0,70	908,16
19	0,85	983,03
22	1,00	1057,90
25	1,15	1132,77
28	1,30	1207,64
31	1,45	1282,51
34	1,60	1357,38
37	1,75	1432,25
40	1,90	1507,12
43	2,05	1581,99
46	2,20	1656,86
49	2,35	1731,73
52	2,50	1806,60
55	2,65	1881,47
58	2,80	1956,34
61	2,95	2026,18
64	3,05	1793,30
67	3,20	1199,72
70	3,35	556,34
13	3,60	-711,98
16	3,75	-1364,93
19	3,90	-2017,88
22	4,05	-2670,83
25	4,20	-3323,77
28	4,35	-3571,61
31	4,50	-3120,93
34	4,65	-2680,20
37	4,80	-2249,12
40	4,95	-1827,26
43	5,10	-1414,03
46	5,25	-1008,79
49	5,40	-610,77
52	5,55	-219,20
55	5,70	166,78
58	5,85	548,00
61	6,00	925,29

64	6,15	1299,46
67	6,30	1671,27
70	6,45	2041,40
73	6,60	2410,43
76	6,75	2778,87
79	6,90	3147,04

**Pressioni terreno - Fase nr. 4 (Altezza di scavo 3,00 [m])**

N°	Y	P
1	0,00	0,00
4	0,15	87,17
7	0,30	174,34
10	0,45	261,50
13	0,60	348,67
16	0,75	435,84
19	0,90	523,01
22	1,05	610,17
25	1,20	697,34
28	1,35	784,51
31	1,50	871,68
34	1,65	958,84
37	1,80	1046,01
40	1,95	1133,18
43	2,10	1220,35
46	2,25	1307,52
49	2,40	1394,68
52	2,55	1481,85
55	2,70	1569,02
58	2,85	1654,73
61	3,00	1743,35
64	3,10	1149,17
67	3,25	328,63
10	3,45	-803,14
13	3,60	-1651,98
16	3,75	-2500,81
19	3,90	-3349,64
22	4,05	-4198,47
25	4,20	-5047,30
28	4,35	-4652,97
31	4,50	-4066,92
34	4,65	-3493,76
37	4,80	-2933,11
40	4,95	-2384,40
43	5,10	-1846,90
46	5,25	-1319,75
49	5,40	-801,98
52	5,55	-292,56
55	5,70	209,59
58	5,85	705,57
61	6,00	1196,45
64	6,15	1683,28
67	6,30	2167,04
70	6,45	2648,61
73	6,60	3128,78

76	6,75	3608,15
79	6,90	4087,20

**Pressioni terreno - Fase nr. 5 (Altezza di scavo 3,00 [m])**

N°	Y	P
1	0,00	0,00
4	0,15	87,17
7	0,30	174,34
10	0,45	261,50
13	0,60	348,67
16	0,75	435,84
19	0,90	523,01
22	1,05	610,17
25	1,20	697,34
28	1,35	784,51
31	1,50	871,68
34	1,65	958,84
37	1,80	1046,01
40	1,95	1133,18
43	2,10	1220,35
46	2,25	1307,52
49	2,40	1394,68
52	2,55	1481,85
55	2,70	1569,02
58	2,85	1654,73
61	3,00	1743,35
64	3,10	1149,17
67	3,25	328,63
10	3,45	-803,14
13	3,60	-1651,98
16	3,75	-2500,81
19	3,90	-3349,64
22	4,05	-4198,47
25	4,20	-5047,30
28	4,35	-4652,97
31	4,50	-4066,92
34	4,65	-3493,76
37	4,80	-2933,11
40	4,95	-2384,40
43	5,10	-1846,90
46	5,25	-1319,75
49	5,40	-801,98
52	5,55	-292,56
55	5,70	209,59
58	5,85	705,57
61	6,00	1196,45
64	6,15	1683,28
67	6,30	2167,04
70	6,45	2648,61
73	6,60	3128,78
76	6,75	3608,15
79	6,90	4087,20

**Pressioni terreno - Fase nr. 6 (Altezza di scavo 3,00 [m])**

N°	Y	P
1	0,00	0,00
4	0,10	635,13
7	0,25	756,67
10	0,40	875,41
13	0,55	994,15
16	0,70	1112,90
19	0,85	1231,64
22	1,00	1350,38
25	1,15	1469,12
28	1,30	1587,86
31	1,45	1706,61
34	1,60	1825,35
37	1,75	1944,09
40	1,90	2062,83
43	2,05	2181,57
46	2,20	2300,32
49	2,35	2419,06
52	2,50	2537,80
55	2,65	2656,54
58	2,80	2775,28
61	2,95	2887,49
64	3,05	2599,34
67	3,20	1850,08
70	3,35	1036,07
13	3,60	-1093,21
16	3,75	-1942,04
19	3,90	-2790,87
22	4,05	-3639,71
25	4,20	-4488,54
28	4,35	-4635,39
31	4,50	-4049,01
34	4,65	-3475,64
37	4,80	-2914,89
40	4,95	-2366,17
43	5,10	-1828,75
46	5,25	-1301,73
49	5,40	-784,16
52	5,55	-274,98
55	5,70	226,88
58	5,85	722,54
61	6,00	1213,08
64	6,15	1699,55
67	6,30	2182,94
70	6,45	2664,14
73	6,60	3143,92
76	6,75	3622,90
79	6,90	4101,56

## Stabilità globale

### Metodo di Bishop

#### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa alla paratia (spigolo contro terra)

Le strisce sono numerate da monte verso valle

N° numero d'ordine della striscia

W peso della striscia espresso in [kg]

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

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

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cm<sup>2</sup>]

b larghezza della striscia espressa in [m]

L sviluppo della base della striscia espressa in [m] ( $L=b/\cos\alpha$ )

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cm<sup>2</sup>]

Ctn, Ctt contributo alla striscia normale e tangenziale del tirante espressa in [kg]

### Fase nr. 1 (Altezza di scavo 3,00 [m])

Numero di cerchi analizzati 100

Numero di strisce 50,00

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,70 Y[m]= 1,40

Raggio del cerchio R[m] = 8,43

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -7,90

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7,62

Coefficiente di sicurezza C= 3,75

### Caratteristiche delle strisce

N°	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	L	$\phi$	c	u	(Ctn; Ctt)
1	113,69	-56,70	-95,03	-0,58	30	0,000	0,000	(0; 0)
2	341,13	-52,96	-272,30	-0,52	30	0,000	0,000	(0; 0)
3	540,56	-49,52	-411,19	-0,49	30	0,000	0,000	(0; 0)
4	717,77	-46,31	-519,05	-0,46	30	0,000	0,000	(0; 0)
5	876,61	-43,28	-601,03	-0,43	30	0,000	0,000	(0; 0)
6	1019,81	-40,40	-660,94	-0,41	30	0,000	0,000	(0; 0)
7	1149,35	-37,63	-701,79	-0,40	30	0,000	0,000	(0; 0)
8	1266,78	-34,97	-725,98	-0,39	30	0,000	0,000	(0; 0)
9	1373,29	-32,38	-735,52	-0,37	30	0,000	0,000	(0; 0)
10	1469,82	-29,87	-732,10	-0,36	30	0,000	0,000	(0; 0)
11	1557,14	-27,43	-717,20	-0,36	30	0,000	0,000	(0; 0)
12	1635,88	-25,03	-692,13	-0,35	30	0,000	0,000	(0; 0)
13	1706,55	-22,68	-658,04	-0,34	30	0,000	0,000	(0; 0)
14	1769,58	-20,37	-615,99	-0,34	30	0,000	0,000	(0; 0)
15	1825,34	-18,10	-566,96	-0,33	30	0,000	0,000	(0; 0)
16	1874,11	-15,85	-511,84	-0,33	30	0,000	0,000	(0; 0)
17	1916,15	-13,63	-451,48	-0,33	30	0,000	0,000	(0; 0)
18	1951,65	-11,43	-386,68	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)

19	1980,80	-9,24	-318,19	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
20	2003,71	-7,07	-246,74	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
21	2020,48	-4,91	-173,06	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
22	2031,20	-2,76	-97,82	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
23	2035,90	-0,61	-21,72	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
24	2034,61	1,54	54,57	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
25	2027,32	3,69	130,39	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
26	3405,81	5,80	344,46	-0,31	30	0,000	0,000	(0; 0)
27	3387,96	7,89	465,18	-0,31	30	0,000	0,000	(0; 0)
28	3364,57	9,99	583,64	-0,31	30	0,000	0,000	(0; 0)
29	3335,55	12,10	699,22	-0,31	30	0,000	0,000	(0; 0)
30	3300,78	14,23	811,30	-0,31	30	0,000	0,000	(0; 0)
31	3260,10	16,38	919,20	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
32	3213,33	18,55	1022,22	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
33	3160,25	20,75	1119,62	-0,33	30	0,000	0,000	(0; 0)
34	3100,58	22,98	1210,62	-0,33	30	0,000	0,000	(0; 0)
35	3034,02	25,25	1294,36	-0,34	30	0,000	0,000	(0; 0)
36	2960,18	27,57	1369,92	-0,34	30	0,000	0,000	(0; 0)
37	2878,61	29,93	1436,28	-0,35	30	0,000	0,000	(0; 0)
38	2788,76	32,35	1492,32	-0,36	30	0,000	0,000	(0; 0)
39	2689,97	34,84	1536,76	-0,37	30	0,000	0,000	(0; 0)
40	2581,42	37,41	1568,13	-0,38	30	0,000	0,000	(0; 0)
41	2462,11	40,06	1584,73	-0,40	30	0,000	0,000	(0; 0)
42	2330,74	42,83	1584,50	-0,42	30	0,000	0,000	(0; 0)
43	2185,64	45,73	1564,96	-0,44	30	0,000	0,000	(0; 0)
44	2024,60	48,78	1522,94	-0,46	30	0,000	0,000	(0; 0)
45	1844,53	52,04	1454,29	-0,50	30	0,000	0,000	(0; 0)
46	1640,96	55,55	1353,24	-0,54	30	0,000	0,000	(0; 0)
47	1406,86	59,42	1211,23	-0,60	30	0,000	0,000	(0; 0)
48	1130,05	63,81	1014,00	-0,69	30	0,000	0,000	(0; 0)
49	784,88	69,05	733,01	-0,85	30	0,000	0,000	(0; 0)
50	295,39	75,88	286,46	-1,25	30	0,000	0,000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia= 0,00 [kg]

$\Sigma W_i = 99806,87$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 17454,78$  [kg]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 57623,52$  [kg]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.92$

## Fase nr. 2 (Altezza di scavo 3,00 [m])

Numero di cerchi analizzati 100  
 Numero di strisce 50,00

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,70 Y[m]= 1,40

Raggio del cerchio R[m] = 8,43

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -7,90

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7,62

Coefficiente di sicurezza C= 3,75

### Caratteristiche delle strisce

N°	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	L	$\phi$	c	u	(Ctn; Ctt)
1	113,69	-56,70	-95,03	-0,58	30	0,000	0,000	(0; 0)
2	341,13	-52,96	-272,30	-0,52	30	0,000	0,000	(0; 0)
3	540,56	-49,52	-411,19	-0,49	30	0,000	0,000	(0; 0)
4	717,77	-46,31	-519,05	-0,46	30	0,000	0,000	(0; 0)
5	876,61	-43,28	-601,03	-0,43	30	0,000	0,000	(0; 0)
6	1019,81	-40,40	-660,94	-0,41	30	0,000	0,000	(0; 0)
7	1149,35	-37,63	-701,79	-0,40	30	0,000	0,000	(0; 0)
8	1266,78	-34,97	-725,98	-0,39	30	0,000	0,000	(0; 0)
9	1373,29	-32,38	-735,52	-0,37	30	0,000	0,000	(0; 0)
10	1469,82	-29,87	-732,10	-0,36	30	0,000	0,000	(0; 0)
11	1557,14	-27,43	-717,20	-0,36	30	0,000	0,000	(0; 0)
12	1635,88	-25,03	-692,13	-0,35	30	0,000	0,000	(0; 0)
13	1706,55	-22,68	-658,04	-0,34	30	0,000	0,000	(0; 0)
14	1769,58	-20,37	-615,99	-0,34	30	0,000	0,000	(0; 0)
15	1825,34	-18,10	-566,96	-0,33	30	0,000	0,000	(0; 0)
16	1874,11	-15,85	-511,84	-0,33	30	0,000	0,000	(0; 0)
17	1916,15	-13,63	-451,48	-0,33	30	0,000	0,000	(0; 0)
18	1951,65	-11,43	-386,68	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
19	1980,80	-9,24	-318,19	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
20	2003,71	-7,07	-246,74	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
21	2020,48	-4,91	-173,06	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
22	2031,20	-2,76	-97,82	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
23	2035,90	-0,61	-21,72	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
24	2034,61	1,54	54,57	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
25	2027,32	3,69	130,39	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
26	3405,81	5,80	344,46	-0,31	30	0,000	0,000	(0; 0)
27	3387,96	7,89	465,18	-0,31	30	0,000	0,000	(0; 0)
28	3364,57	9,99	583,64	-0,31	30	0,000	0,000	(0; 0)
29	3335,55	12,10	699,22	-0,31	30	0,000	0,000	(0; 0)
30	3300,78	14,23	811,30	-0,31	30	0,000	0,000	(0; 0)
31	3260,10	16,38	919,20	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
32	3213,33	18,55	1022,22	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
33	3160,25	20,75	1119,62	-0,33	30	0,000	0,000	(0; 0)
34	3100,58	22,98	1210,62	-0,33	30	0,000	0,000	(0; 0)
35	3034,02	25,25	1294,36	-0,34	30	0,000	0,000	(0; 0)
36	2960,18	27,57	1369,92	-0,34	30	0,000	0,000	(0; 0)
37	2878,61	29,93	1436,28	-0,35	30	0,000	0,000	(0; 0)
38	2788,76	32,35	1492,32	-0,36	30	0,000	0,000	(0; 0)
39	2689,97	34,84	1536,76	-0,37	30	0,000	0,000	(0; 0)
40	2581,42	37,41	1568,13	-0,38	30	0,000	0,000	(0; 0)
41	2462,11	40,06	1584,73	-0,40	30	0,000	0,000	(0; 0)
42	2330,74	42,83	1584,50	-0,42	30	0,000	0,000	(0; 0)
43	2185,64	45,73	1564,96	-0,44	30	0,000	0,000	(0; 0)
44	2024,60	48,78	1522,94	-0,46	30	0,000	0,000	(0; 0)
45	1844,53	52,04	1454,29	-0,50	30	0,000	0,000	(0; 0)
46	1640,96	55,55	1353,24	-0,54	30	0,000	0,000	(0; 0)
47	1406,86	59,42	1211,23	-0,60	30	0,000	0,000	(0; 0)
48	1130,05	63,81	1014,00	-0,69	30	0,000	0,000	(0; 0)
49	784,88	69,05	733,01	-0,85	30	0,000	0,000	(0; 0)
50	295,39	75,88	286,46	-1,25	30	0,000	0,000	(0; 0)



Resistenza a taglio paratia= 0,00 [kg]

$\Sigma W_i = 199613,74$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 34909,55$  [kg]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 115247,05$  [kg]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 11.85$

### Fase nr. 3 (Altezza di scavo 3,00 [m])

Numero di cerchi analizzati 100  
Numero di strisce 50,00

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,40 Y[m]= 3,50

Raggio del cerchio R[m] = 10,59

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -9,77

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 8,61

Coefficiente di sicurezza C= 2,64

### Caratteristiche delle strisce

N°	W	$\alpha(^{\circ})$	$W \sin \alpha$	L	$\phi$	c	u	(Ctn; Ctt)
1	121,46	-50,68	-93,97	-0,57	30	0,000	0,000	(0; 0)
2	364,54	-47,68	-269,54	-0,54	30	0,000	0,000	(0; 0)
3	583,90	-44,85	-411,77	-0,51	30	0,000	0,000	(0; 0)
4	783,01	-42,15	-525,40	-0,49	30	0,000	0,000	(0; 0)
5	964,43	-39,55	-614,17	-0,47	30	0,000	0,000	(0; 0)
6	1130,15	-37,06	-681,06	-0,45	30	0,000	0,000	(0; 0)
7	1281,72	-34,64	-728,58	-0,44	30	0,000	0,000	(0; 0)
8	1420,38	-32,29	-758,85	-0,43	30	0,000	0,000	(0; 0)
9	1547,15	-30,01	-773,70	-0,42	30	0,000	0,000	(0; 0)
10	1662,86	-27,77	-774,72	-0,41	30	0,000	0,000	(0; 0)
11	1768,21	-25,58	-763,37	-0,40	30	0,000	0,000	(0; 0)
12	1863,79	-23,42	-740,93	-0,39	30	0,000	0,000	(0; 0)
13	1950,08	-21,31	-708,58	-0,39	30	0,000	0,000	(0; 0)
14	2027,49	-19,22	-667,42	-0,38	30	0,000	0,000	(0; 0)
15	2096,39	-17,16	-618,45	-0,38	30	0,000	0,000	(0; 0)
16	2157,07	-15,12	-562,63	-0,37	30	0,000	0,000	(0; 0)
17	2209,78	-13,10	-500,86	-0,37	30	0,000	0,000	(0; 0)
18	2254,73	-11,10	-433,99	-0,37	30	0,000	0,000	(0; 0)
19	2292,09	-9,11	-362,85	-0,37	30	0,000	0,000	(0; 0)
20	2322,01	-7,13	-288,23	-0,36	30	0,000	0,000	(0; 0)
21	2344,59	-5,16	-210,91	-0,36	30	0,000	0,000	(0; 0)
22	2359,91	-3,20	-131,63	-0,36	30	0,000	0,000	(0; 0)
23	2368,03	-1,24	-51,16	-0,36	30	0,000	0,000	(0; 0)
24	2368,98	0,72	29,78	-0,36	30	0,000	0,000	(0; 0)
25	2362,76	2,68	110,45	-0,36	30	0,000	0,000	(0; 0)
26	2349,34	4,64	190,11	-0,36	30	0,000	0,000	(0; 0)
27	2328,69	6,61	268,02	-0,36	30	0,000	0,000	(0; 0)
28	4923,22	8,62	737,76	-0,38	30	0,000	0,000	(0; 0)
29	4885,11	10,67	904,67	-0,38	30	0,000	0,000	(0; 0)
30	4838,66	12,74	1067,06	-0,38	30	0,000	0,000	(0; 0)
31	4783,67	14,82	1223,97	-0,39	30	0,000	0,000	(0; 0)

32	4719,90	16,93	1374,45	-0,39	30	0,000	0,000	(0; 0)
33	4647,08	19,06	1517,46	-0,40	30	0,000	0,000	(0; 0)
34	4564,87	21,22	1651,93	-0,40	30	0,000	0,000	(0; 0)
35	4472,87	23,40	1776,71	-0,41	30	0,000	0,000	(0; 0)
36	4370,61	25,63	1890,55	-0,42	30	0,000	0,000	(0; 0)
37	4257,53	27,90	1992,10	-0,42	30	0,000	0,000	(0; 0)
38	4132,94	30,21	2079,88	-0,43	30	0,000	0,000	(0; 0)
39	3996,06	32,59	2152,23	-0,44	30	0,000	0,000	(0; 0)
40	3845,90	35,02	2207,29	-0,46	30	0,000	0,000	(0; 0)
41	3681,26	37,54	2242,93	-0,47	30	0,000	0,000	(0; 0)
42	3500,68	40,14	2256,65	-0,49	30	0,000	0,000	(0; 0)
43	3302,27	42,84	2245,51	-0,51	30	0,000	0,000	(0; 0)
44	3083,63	45,67	2205,88	-0,54	30	0,000	0,000	(0; 0)
45	2841,58	48,65	2133,24	-0,57	30	0,000	0,000	(0; 0)
46	2571,73	51,82	2021,65	-0,61	30	0,000	0,000	(0; 0)
47	2267,77	55,24	1863,00	-0,66	30	0,000	0,000	(0; 0)
48	1920,01	58,98	1645,35	-0,73	30	0,000	0,000	(0; 0)
49	1512,02	63,18	1349,42	-0,83	30	0,000	0,000	(0; 0)
50	1019,43	67,53	942,02	-0,98	30	0,000	0,000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia= 0,00 [kg]

$\Sigma W_i = 331036,09$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 63316,84$  [kg]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 191123,77$  [kg]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 16,25$

#### Fase nr. 4 (Altezza di scavo 3,00 [m])

Numero di cerchi analizzati 100  
Numero di strisce 50,00

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,70 Y[m]= 1,40

Raggio del cerchio R[m] = 8,43

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -7,90

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7,62

Coefficiente di sicurezza C= 3,75

#### Caratteristiche delle strisce

N°	W	$\alpha(^{\circ})$	$W \sin \alpha$	L	$\phi$	c	u	(Ctn; Ctt)
1	147,80	-56,70	-123,53	-0,58	30	0,000	0,000	(0; 0)
2	443,46	-52,96	-353,99	-0,52	30	0,000	0,000	(0; 0)
3	702,73	-49,52	-534,55	-0,49	30	0,000	0,000	(0; 0)
4	933,10	-46,31	-674,77	-0,46	30	0,000	0,000	(0; 0)
5	1139,60	-43,28	-781,33	-0,43	30	0,000	0,000	(0; 0)
6	1325,75	-40,40	-859,23	-0,41	30	0,000	0,000	(0; 0)
7	1494,16	-37,63	-912,33	-0,40	30	0,000	0,000	(0; 0)
8	1646,82	-34,97	-943,78	-0,39	30	0,000	0,000	(0; 0)
9	1785,28	-32,38	-956,17	-0,37	30	0,000	0,000	(0; 0)
10	1910,77	-29,87	-951,73	-0,36	30	0,000	0,000	(0; 0)

11	2024,28	-27,43	-932,36	-0,36	30	0,000	0,000	(0; 0)
12	2126,64	-25,03	-899,76	-0,35	30	0,000	0,000	(0; 0)
13	2218,51	-22,68	-855,45	-0,34	30	0,000	0,000	(0; 0)
14	2300,46	-20,37	-800,79	-0,34	30	0,000	0,000	(0; 0)
15	2372,94	-18,10	-737,05	-0,33	30	0,000	0,000	(0; 0)
16	2436,34	-15,85	-665,40	-0,33	30	0,000	0,000	(0; 0)
17	2490,99	-13,63	-586,93	-0,33	30	0,000	0,000	(0; 0)
18	2537,15	-11,43	-502,68	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
19	2575,04	-9,24	-413,64	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
20	2604,82	-7,07	-320,77	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
21	2626,63	-4,91	-224,98	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
22	2640,56	-2,76	-127,17	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
23	2646,67	-0,61	-28,24	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
24	2644,99	1,54	70,95	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
25	2635,52	3,69	169,50	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
26	4427,55	5,80	447,80	-0,31	30	0,000	0,000	(0; 0)
27	4404,34	7,89	604,73	-0,31	30	0,000	0,000	(0; 0)
28	4373,94	9,99	758,73	-0,31	30	0,000	0,000	(0; 0)
29	4336,22	12,10	908,99	-0,31	30	0,000	0,000	(0; 0)
30	4291,01	14,23	1054,69	-0,31	30	0,000	0,000	(0; 0)
31	4238,13	16,38	1194,96	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
32	4177,33	18,55	1328,89	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
33	4108,32	20,75	1455,51	-0,33	30	0,000	0,000	(0; 0)
34	4030,76	22,98	1573,80	-0,33	30	0,000	0,000	(0; 0)
35	3944,22	25,25	1682,66	-0,34	30	0,000	0,000	(0; 0)
36	3848,23	27,57	1780,89	-0,34	30	0,000	0,000	(0; 0)
37	3742,19	29,93	1867,17	-0,35	30	0,000	0,000	(0; 0)
38	3625,39	32,35	1940,02	-0,36	30	0,000	0,000	(0; 0)
39	3496,96	34,84	1997,79	-0,37	30	0,000	0,000	(0; 0)
40	3355,85	37,41	2038,57	-0,38	30	0,000	0,000	(0; 0)
41	3200,74	40,06	2060,14	-0,40	30	0,000	0,000	(0; 0)
42	3029,96	42,83	2059,85	-0,42	30	0,000	0,000	(0; 0)
43	2841,33	45,73	2034,45	-0,44	30	0,000	0,000	(0; 0)
44	2631,98	48,78	1979,82	-0,46	30	0,000	0,000	(0; 0)
45	2397,89	52,04	1890,57	-0,50	30	0,000	0,000	(0; 0)
46	2133,24	55,55	1759,22	-0,54	30	0,000	0,000	(0; 0)
47	1828,92	59,42	1574,60	-0,60	30	0,000	0,000	(0; 0)
48	1469,06	63,81	1318,21	-0,69	30	0,000	0,000	(0; 0)
49	1020,35	69,05	952,92	-0,85	30	0,000	0,000	(0; 0)
50	384,01	75,88	372,40	-1,25	30	0,000	0,000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia= 0,00 [kg]

$\Sigma W_i = 460785,02$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 86008,04$  [kg]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 266034,35$  [kg]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 22,17$

#### Fase nr. 5 (Altezza di scavo 3,00 [m])

Numero di cerchi analizzati 100

Numero di strisce 50,00

Cerchio critico

Coordinate del centro	X[m]= -0,70	Y[m]= 1,40
Raggio del cerchio	R[m] = 8,43	
Ascissa a valle del cerchio	Xi[m]= -7,90	
Ascissa a monte del cerchio	Xs[m]= 7,62	
Coefficiente di sicurezza	C= 3,75	

### Caratteristiche delle strisce

N°	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	L	$\phi$	c	u	(Ctn; Ctt)
1	147,80	-56,70	-123,53	-0,58	30	0,000	0,000	(0; 0)
2	443,46	-52,96	-353,99	-0,52	30	0,000	0,000	(0; 0)
3	702,73	-49,52	-534,55	-0,49	30	0,000	0,000	(0; 0)
4	933,10	-46,31	-674,77	-0,46	30	0,000	0,000	(0; 0)
5	1139,60	-43,28	-781,33	-0,43	30	0,000	0,000	(0; 0)
6	1325,75	-40,40	-859,23	-0,41	30	0,000	0,000	(0; 0)
7	1494,16	-37,63	-912,33	-0,40	30	0,000	0,000	(0; 0)
8	1646,82	-34,97	-943,78	-0,39	30	0,000	0,000	(0; 0)
9	1785,28	-32,38	-956,17	-0,37	30	0,000	0,000	(0; 0)
10	1910,77	-29,87	-951,73	-0,36	30	0,000	0,000	(0; 0)
11	2024,28	-27,43	-932,36	-0,36	30	0,000	0,000	(0; 0)
12	2126,64	-25,03	-899,76	-0,35	30	0,000	0,000	(0; 0)
13	2218,51	-22,68	-855,45	-0,34	30	0,000	0,000	(0; 0)
14	2300,46	-20,37	-800,79	-0,34	30	0,000	0,000	(0; 0)
15	2372,94	-18,10	-737,05	-0,33	30	0,000	0,000	(0; 0)
16	2436,34	-15,85	-665,40	-0,33	30	0,000	0,000	(0; 0)
17	2490,99	-13,63	-586,93	-0,33	30	0,000	0,000	(0; 0)
18	2537,15	-11,43	-502,68	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
19	2575,04	-9,24	-413,64	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
20	2604,82	-7,07	-320,77	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
21	2626,63	-4,91	-224,98	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
22	2640,56	-2,76	-127,17	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
23	2646,67	-0,61	-28,24	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
24	2644,99	1,54	70,95	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
25	2635,52	3,69	169,50	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
26	4427,55	5,80	447,80	-0,31	30	0,000	0,000	(0; 0)
27	4404,34	7,89	604,73	-0,31	30	0,000	0,000	(0; 0)
28	4373,94	9,99	758,73	-0,31	30	0,000	0,000	(0; 0)
29	4336,22	12,10	908,99	-0,31	30	0,000	0,000	(0; 0)
30	4291,01	14,23	1054,69	-0,31	30	0,000	0,000	(0; 0)
31	4238,13	16,38	1194,96	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
32	4177,33	18,55	1328,89	-0,32	30	0,000	0,000	(0; 0)
33	4108,32	20,75	1455,51	-0,33	30	0,000	0,000	(0; 0)
34	4030,76	22,98	1573,80	-0,33	30	0,000	0,000	(0; 0)
35	3944,22	25,25	1682,66	-0,34	30	0,000	0,000	(0; 0)
36	3848,23	27,57	1780,89	-0,34	30	0,000	0,000	(0; 0)
37	3742,19	29,93	1867,17	-0,35	30	0,000	0,000	(0; 0)
38	3625,39	32,35	1940,02	-0,36	30	0,000	0,000	(0; 0)
39	3496,96	34,84	1997,79	-0,37	30	0,000	0,000	(0; 0)
40	3355,85	37,41	2038,57	-0,38	30	0,000	0,000	(0; 0)
41	3200,74	40,06	2060,14	-0,40	30	0,000	0,000	(0; 0)
42	3029,96	42,83	2059,85	-0,42	30	0,000	0,000	(0; 0)
43	2841,33	45,73	2034,45	-0,44	30	0,000	0,000	(0; 0)
44	2631,98	48,78	1979,82	-0,46	30	0,000	0,000	(0; 0)

45	2397,89	52,04	1890,57	-0,50	30	0,000	0,000	(0; 0)
46	2133,24	55,55	1759,22	-0,54	30	0,000	0,000	(0; 0)
47	1828,92	59,42	1574,60	-0,60	30	0,000	0,000	(0; 0)
48	1469,06	63,81	1318,21	-0,69	30	0,000	0,000	(0; 0)
49	1020,35	69,05	952,92	-0,85	30	0,000	0,000	(0; 0)
50	384,01	75,88	372,40	-1,25	30	0,000	0,000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia= 0,00 [kg]

$\Sigma W_i = 590533,95$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 108699,25$  [kg]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 340944,94$  [kg]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 28,09$

#### Fase nr. 6 (Altezza di scavo 3,00 [m])

Numero di cerchi analizzati 100  
Numero di strisce 50,00

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1,40 Y[m]= 5,60

Raggio del cerchio R[m] = 12,68

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -10,73

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 9,98

Coefficiente di sicurezza C= 2,26

#### Caratteristiche delle strisce

N°	W	$\alpha(^{\circ})$	$W \sin \alpha$	L	$\phi$	c	u	(Ctn; Ctt)
1	171,38	-46,03	-123,34	-0,59	30	0,000	0,000	(0; 0)
2	522,33	-43,40	-358,90	-0,57	30	0,000	0,000	(0; 0)
3	843,04	-40,88	-551,81	-0,55	30	0,000	0,000	(0; 0)
4	1136,96	-38,46	-707,16	-0,53	30	0,000	0,000	(0; 0)
5	1406,77	-36,12	-829,17	-0,51	30	0,000	0,000	(0; 0)
6	1654,64	-33,84	-921,40	-0,50	30	0,000	0,000	(0; 0)
7	1882,35	-31,62	-986,92	-0,48	30	0,000	0,000	(0; 0)
8	2091,34	-29,46	-1028,41	-0,47	30	0,000	0,000	(0; 0)
9	2282,85	-27,34	-1048,27	-0,46	30	0,000	0,000	(0; 0)
10	2457,88	-25,25	-1048,63	-0,46	30	0,000	0,000	(0; 0)
11	2617,32	-23,21	-1031,45	-0,45	30	0,000	0,000	(0; 0)
12	2761,88	-21,19	-998,52	-0,44	30	0,000	0,000	(0; 0)
13	2892,21	-19,21	-951,49	-0,44	30	0,000	0,000	(0; 0)
14	3008,84	-17,24	-891,91	-0,43	30	0,000	0,000	(0; 0)
15	3112,23	-15,30	-821,26	-0,43	30	0,000	0,000	(0; 0)
16	3202,76	-13,38	-740,89	-0,42	30	0,000	0,000	(0; 0)
17	3280,77	-11,47	-652,15	-0,42	30	0,000	0,000	(0; 0)
18	3346,53	-9,57	-556,29	-0,42	30	0,000	0,000	(0; 0)
19	3400,25	-7,68	-454,54	-0,42	30	0,000	0,000	(0; 0)
20	3442,13	-5,80	-348,10	-0,41	30	0,000	0,000	(0; 0)
21	3472,30	-3,93	-238,12	-0,41	30	0,000	0,000	(0; 0)
22	3490,85	-2,06	-125,77	-0,41	30	0,000	0,000	(0; 0)
23	3497,85	-0,20	-12,17	-0,41	30	0,000	0,000	(0; 0)

ADEGUAMENTO STATICO E FUNZIONALE DEL COLLETTORE ARENA S. ANTONIO  
TRATTO DI VIA BEN HUR - PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONE DI CALCOLO GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

24	3493,32	1,67	101,56	-0,41	30	0,000	0,000	(0; 0)
25	3477,24	3,53	214,27	-0,41	30	0,000	0,000	(0; 0)
26	3449,56	5,40	324,85	-0,41	30	0,000	0,000	(0; 0)
27	6864,94	7,29	870,84	-0,42	30	0,000	0,000	(0; 0)
28	6812,83	9,19	1087,79	-0,42	30	0,000	0,000	(0; 0)
29	6748,44	11,10	1298,95	-0,42	30	0,000	0,000	(0; 0)
30	6671,54	13,02	1503,07	-0,43	30	0,000	0,000	(0; 0)
31	6581,86	14,96	1698,84	-0,43	30	0,000	0,000	(0; 0)
32	6479,08	16,91	1884,92	-0,43	30	0,000	0,000	(0; 0)
33	6362,81	18,89	2059,89	-0,44	30	0,000	0,000	(0; 0)
34	6232,58	20,89	2222,26	-0,45	30	0,000	0,000	(0; 0)
35	6087,85	22,92	2370,43	-0,45	30	0,000	0,000	(0; 0)
36	5927,99	24,97	2502,72	-0,46	30	0,000	0,000	(0; 0)
37	5752,26	27,07	2617,31	-0,47	30	0,000	0,000	(0; 0)
38	5559,78	29,20	2712,19	-0,48	30	0,000	0,000	(0; 0)
39	5349,51	31,38	2785,18	-0,49	30	0,000	0,000	(0; 0)
40	5120,23	33,60	2833,85	-0,50	30	0,000	0,000	(0; 0)
41	4870,45	35,89	2855,47	-0,51	30	0,000	0,000	(0; 0)
42	4598,38	38,25	2846,90	-0,53	30	0,000	0,000	(0; 0)
43	4301,84	40,69	2804,52	-0,55	30	0,000	0,000	(0; 0)
44	3978,09	43,22	2724,06	-0,57	30	0,000	0,000	(0; 0)
45	3623,64	45,86	2600,32	-0,60	30	0,000	0,000	(0; 0)
46	3233,96	48,63	2426,90	-0,63	30	0,000	0,000	(0; 0)
47	2802,96	51,56	2195,54	-0,67	30	0,000	0,000	(0; 0)
48	2322,12	54,70	1895,21	-0,72	30	0,000	0,000	(0; 0)
49	1778,83	58,11	1510,31	-0,79	30	0,000	0,000	(0; 0)
50	1160,78	61,32	1018,35	-0,87	30	0,000	0,000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia= 0,00 [kg]

$\Sigma W_i = 776152,27$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 145239,08$  [kg]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 448111,72$  [kg]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 32.19$

## Valori massimi e minimi sollecitazioni per metro di paratia

### Simbologia adottata

Y            ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]  
 $M_{max}$ ,  $M_{min}$             momento flettente massimo e minimo espresso in [kgm]  
 $N_{max}$ ,  $N_{min}$             sforzo normale massimo e minimo espresso in [kg] (positivo di compressione)  
 $T_{max}$ ,  $T_{min}$             taglio massimo e minimo espresso in [kg]

### Fase nr. 1 (Altezza di scavo 3,00 [m])

$y_{Mmax} = 4,35$	$M_{max} = 4159$	$y_{Mmin} = 7,00$	$M_{min} = 0$
$y_{Tmax} = 3,30$	$T_{max} = 2211$	$y_{Tmin} = 5,60$	$T_{min} = -2327$
$y_{Nmax} = 7,00$	$N_{max} = 5727$	$y_{Nmin} = 0,00$	$N_{min} = 0$

### Fase nr. 2 (Altezza di scavo 3,00 [m])

$y_{Mmax} = 4,35$	$M_{max} = 4159$	$y_{Mmin} = 7,00$	$M_{min} = 0$
$y_{Tmax} = 3,30$	$T_{max} = 2211$	$y_{Tmin} = 5,60$	$T_{min} = -2327$
$y_{Nmax} = 7,00$	$N_{max} = 5727$	$y_{Nmin} = 0,00$	$N_{min} = 0$

### Fase nr. 3 (Altezza di scavo 3,00 [m])

$y_{Mmax} = 4,30$	$M_{max} = 4176$	$y_{Mmin} = 0,95$	$M_{min} = -387$
$y_{Tmax} = 3,00$	$T_{max} = 3173$	$y_{Tmin} = 5,60$	$T_{min} = -2333$
$y_{Nmax} = 7,00$	$N_{max} = 5727$	$y_{Nmin} = 0,00$	$N_{min} = 0$

### Fase nr. 4 (Altezza di scavo 3,00 [m])

$y_{Mmax} = 4,35$	$M_{max} = 5407$	$y_{Mmin} = 7,00$	$M_{min} = 0$
$y_{Tmax} = 3,30$	$T_{max} = 2875$	$y_{Tmin} = 5,60$	$T_{min} = -3025$
$y_{Nmax} = 7,00$	$N_{max} = 5727$	$y_{Nmin} = 0,00$	$N_{min} = 0$

### Fase nr. 5 (Altezza di scavo 3,00 [m])

$y_{Mmax} = 4,35$	$M_{max} = 5407$	$y_{Mmin} = 0,00$	$M_{min} = 0$
$y_{Tmax} = 3,30$	$T_{max} = 2875$	$y_{Tmin} = 5,60$	$T_{min} = -3025$
$y_{Nmax} = 7,00$	$N_{max} = 5727$	$y_{Nmin} = 0,00$	$N_{min} = 0$

### Fase nr. 6 (Altezza di scavo 3,00 [m])

$y_{Mmax} = 4,30$	$M_{max} = 5466$	$y_{Mmin} = 1,00$	$M_{min} = -522$
$y_{Tmax} = 3,00$	$T_{max} = 4305$	$y_{Tmin} = 5,60$	$T_{min} = -3047$
$y_{Nmax} = 7,00$	$N_{max} = 5727$	$y_{Nmin} = 0,00$	$N_{min} = 0$

## Sollecitazioni per metro di paratia

### Simbologia adottata

n°            numero d'ordine della sezione  
Y            ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]

M momento flettente espresso in [kgm]  
N sforzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)  
T taglio espresso in [kg]

**Fase nr. 1 (Altezza di scavo 3,00 [m])**

n°	Y	M	N	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,15	0,27	122,72	5,03
7	0,30	2,04	245,44	20,11
10	0,45	6,83	368,16	45,26
13	0,60	16,15	490,87	80,46
16	0,75	31,50	613,59	125,71
19	0,90	54,39	736,31	181,03
22	1,05	86,34	859,03	246,41
25	1,20	128,84	981,75	321,84
28	1,35	183,42	1104,47	407,33
31	1,50	251,57	1227,18	502,88
34	1,65	334,81	1349,90	608,48
37	1,80	434,65	1472,62	724,15
40	1,95	552,59	1595,34	849,87
43	2,10	690,14	1718,06	985,65
46	2,25	848,81	1840,78	1131,48
49	2,40	1030,12	1963,50	1287,38
52	2,55	1235,56	2086,21	1453,33
55	2,70	1466,65	2208,93	1629,34
58	2,85	1724,89	2331,65	1815,38
61	3,00	2011,77	2454,37	2010,92
64	3,15	2325,36	2577,09	2157,39
67	3,30	2654,09	2699,81	2211,36
70	3,45	2983,88	2822,52	2151,34
73	3,60	3299,77	2945,24	1993,37
76	3,75	3587,07	3067,96	1737,46
79	3,90	3831,09	3190,68	1383,61
82	4,05	4017,13	3313,40	931,81
85	4,20	4130,50	3436,12	382,08
88	4,35	4159,06	3558,84	-177,73
91	4,50	4107,06	3681,55	-669,42
94	4,65	3984,67	3804,27	-1094,48
97	4,80	3801,78	3926,99	-1454,38
100	4,95	3568,12	4049,71	-1750,51
103	5,10	3293,17	4172,43	-1984,19
106	5,25	2986,24	4295,15	-2156,66
109	5,40	2656,46	4417,86	-2269,04
112	5,55	2312,79	4540,58	-2322,32
115	5,70	1964,05	4663,30	-2317,39
118	5,85	1618,93	4786,02	-2255,01
121	6,00	1286,01	4908,74	-2135,80
124	6,15	973,79	5031,46	-1960,27
127	6,30	690,70	5154,18	-1728,81
130	6,45	445,12	5276,89	-1441,70
133	6,60	245,38	5399,61	-1099,15
136	6,75	99,79	5522,33	-701,26
139	6,90	16,64	5645,05	-248,08



**Fase nr. 2 (Altezza di scavo 3,00 [m])**

n°	Y	M	N	T
1	0,00	0,00	0,00	-0,01
4	0,15	0,26	122,72	5,02
7	0,30	2,04	245,44	20,11
10	0,45	6,83	368,16	45,25
13	0,60	16,14	490,87	80,45
16	0,75	31,49	613,59	125,71
19	0,90	54,39	736,31	181,03
22	1,05	86,33	859,03	246,41
25	1,20	128,84	981,75	321,84
28	1,35	183,42	1104,47	407,33
31	1,50	251,57	1227,18	502,88
34	1,65	334,81	1349,90	608,49
37	1,80	434,65	1472,62	724,15
40	1,95	552,59	1595,34	849,87
43	2,10	690,14	1718,06	985,66
46	2,25	848,81	1840,78	1131,49
49	2,40	1030,12	1963,50	1287,39
52	2,55	1235,56	2086,21	1453,34
55	2,70	1466,65	2208,93	1629,35
58	2,85	1724,90	2331,65	1815,40
61	3,00	2011,77	2454,37	2010,90
64	3,15	2325,37	2577,09	2157,38
67	3,30	2654,10	2699,81	2211,35
70	3,45	2983,89	2822,52	2151,33
73	3,60	3299,78	2945,24	1993,36
76	3,75	3587,07	3067,96	1737,45
79	3,90	3831,09	3190,68	1383,60
82	4,05	4017,13	3313,40	931,81
85	4,20	4130,50	3436,12	382,08
88	4,35	4159,06	3558,84	-177,73
91	4,50	4107,06	3681,55	-669,42
94	4,65	3984,66	3804,27	-1094,48
97	4,80	3801,78	3926,99	-1454,38
100	4,95	3568,12	4049,71	-1750,51
103	5,10	3293,17	4172,43	-1984,19
106	5,25	2986,24	4295,15	-2156,66
109	5,40	2656,46	4417,86	-2269,04
112	5,55	2312,79	4540,58	-2322,32
115	5,70	1964,05	4663,30	-2317,39
118	5,85	1618,93	4786,02	-2255,01
121	6,00	1286,01	4908,74	-2135,80
124	6,15	973,79	5031,46	-1960,27
127	6,30	690,70	5154,18	-1728,81
130	6,45	445,12	5276,89	-1441,70
133	6,60	245,38	5399,61	-1099,15
136	6,75	99,79	5522,33	-701,26
139	6,90	16,64	5645,05	-248,08

**Fase nr. 3 (Altezza di scavo 3,00 [m])**

n°	Y	M	N	T
1	0,00	0,00	0,00	-747,85

4	0,15	-105,64	122,72	-658,94
7	0,30	-197,06	245,44	-558,32
10	0,45	-272,54	368,16	-446,43
13	0,60	-330,40	490,87	-323,30
16	0,75	-368,94	613,59	-188,95
19	0,90	-386,49	736,31	-43,37
22	1,05	-381,36	859,03	113,44
25	1,20	-351,86	981,75	281,49
28	1,35	-296,32	1104,47	460,76
31	1,50	-213,04	1227,18	651,27
34	1,65	-100,35	1349,90	853,00
37	1,80	43,45	1472,62	1065,97
40	1,95	220,04	1595,34	1290,16
43	2,10	431,09	1718,06	1525,59
46	2,25	678,30	1840,78	1772,25
49	2,40	963,36	1963,50	2030,14
52	2,55	1287,94	2086,21	2299,25
55	2,70	1653,73	2208,93	2579,60
58	2,85	2062,41	2331,65	2871,15
61	3,00	2515,64	2454,37	3173,38
64	3,10	2644,80	2536,18	1379,12
67	3,25	2867,34	2658,90	1574,61
70	3,40	3112,10	2781,62	1674,39
73	3,55	3364,50	2904,34	1661,40
76	3,70	3607,83	3027,06	1521,96
79	3,85	3825,34	3149,77	1284,57
82	4,00	4002,35	3272,49	949,24
85	4,15	4124,16	3395,21	515,97
88	4,30	4176,08	3517,93	-13,49
91	4,45	4147,65	3640,65	-526,59
94	4,60	4045,62	3763,37	-972,58
97	4,75	3879,99	3886,08	-1352,95
100	4,90	3660,54	4008,80	-1669,13
103	5,05	3396,81	4131,52	-1922,46
106	5,20	3098,17	4254,24	-2114,22
109	5,35	2773,81	4376,96	-2245,56
112	5,50	2432,72	4499,68	-2317,53
115	5,65	2083,77	4622,40	-2331,06
118	5,80	1735,68	4745,11	-2286,93
121	5,95	1397,07	4867,83	-2185,83
124	6,10	1076,44	4990,55	-2028,30
127	6,25	782,26	5113,27	-1814,76
130	6,40	522,88	5235,99	-1545,55
133	6,55	306,67	5358,71	-1220,88
136	6,70	141,92	5481,42	-840,89
139	6,85	36,94	5604,14	-405,65
142	7,00	0,00	5726,86	84,81

**Fase nr. 4 (Altezza di scavo 3,00 [m])**

n°	Y	M	N	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,15	0,34	122,72	6,54
7	0,30	2,65	245,44	26,15
10	0,45	8,88	368,16	58,83

13	0,60	20,99	490,87	104,59
16	0,75	40,95	613,59	163,43
19	0,90	70,71	736,31	235,34
22	1,05	112,24	859,03	320,33
25	1,20	167,50	981,75	418,39
28	1,35	238,45	1104,47	529,53
31	1,50	327,05	1227,18	653,74
34	1,65	435,26	1349,90	791,03
37	1,80	565,04	1472,62	941,39
40	1,95	718,37	1595,34	1104,83
43	2,10	897,18	1718,06	1281,34
46	2,25	1103,46	1840,78	1470,93
49	2,40	1339,15	1963,50	1673,59
52	2,55	1606,23	2086,21	1889,33
55	2,70	1906,64	2208,93	2118,15
58	2,85	2242,36	2331,65	2360,00
61	3,00	2615,30	2454,37	2614,20
64	3,15	3022,97	2577,09	2804,61
67	3,30	3450,32	2699,81	2874,77
70	3,45	3879,05	2822,52	2796,74
73	3,60	4289,71	2945,24	2591,38
76	3,75	4663,19	3067,96	2258,70
79	3,90	4980,41	3190,68	1798,69
82	4,05	5222,26	3313,40	1211,36
85	4,20	5369,65	3436,12	496,70
88	4,35	5406,77	3558,84	-231,05
91	4,50	5339,18	3681,55	-870,25
94	4,65	5180,06	3804,27	-1422,83
97	4,80	4942,32	3926,99	-1890,69
100	4,95	4638,55	4049,71	-2275,66
103	5,10	4281,12	4172,43	-2579,45
106	5,25	3882,12	4295,15	-2803,66
109	5,40	3453,40	4417,86	-2949,75
112	5,55	3006,63	4540,58	-3019,01
115	5,70	2553,26	4663,30	-3012,61
118	5,85	2104,60	4786,02	-2931,51
121	6,00	1671,81	4908,74	-2776,53
124	6,15	1265,93	5031,46	-2548,35
127	6,30	897,91	5154,18	-2247,45
130	6,45	578,66	5276,89	-1874,22
133	6,60	318,99	5399,61	-1428,90
136	6,75	129,72	5522,33	-911,63
139	6,90	21,63	5645,05	-322,51

**Fase nr. 5 (Altezza di scavo 3,00 [m])**

n°	Y	M	N	T
1	0,00	0,00	0,00	-0,01
4	0,15	0,34	122,72	6,52
7	0,30	2,65	245,44	26,14
10	0,45	8,87	368,16	58,82
13	0,60	20,98	490,87	104,59
16	0,75	40,94	613,59	163,43
19	0,90	70,70	736,31	235,34
22	1,05	112,23	859,03	320,33

25	1,20	167,49	981,75	418,39
28	1,35	238,44	1104,47	529,53
31	1,50	327,04	1227,18	653,74
34	1,65	435,25	1349,90	791,03
37	1,80	565,04	1472,62	941,40
40	1,95	718,36	1595,34	1104,84
43	2,10	897,18	1718,06	1281,35
46	2,25	1103,46	1840,78	1470,94
49	2,40	1339,15	1963,50	1673,61
52	2,55	1606,23	2086,21	1889,35
55	2,70	1906,65	2208,93	2118,16
58	2,85	2242,37	2331,65	2360,02
61	3,00	2615,31	2454,37	2614,17
64	3,15	3022,98	2577,09	2804,59
67	3,30	3450,33	2699,81	2874,75
70	3,45	3879,05	2822,52	2796,72
73	3,60	4289,71	2945,24	2591,37
76	3,75	4663,19	3067,96	2258,69
79	3,90	4980,41	3190,68	1798,69
82	4,05	5222,26	3313,40	1211,36
85	4,20	5369,65	3436,12	496,70
88	4,35	5406,77	3558,84	-231,05
91	4,50	5339,18	3681,55	-870,25
94	4,65	5180,06	3804,27	-1422,83
97	4,80	4942,31	3926,99	-1890,69
100	4,95	4638,55	4049,71	-2275,66
103	5,10	4281,12	4172,43	-2579,45
106	5,25	3882,12	4295,15	-2803,66
109	5,40	3453,40	4417,86	-2949,75
112	5,55	3006,63	4540,58	-3019,01
115	5,70	2553,26	4663,30	-3012,61
118	5,85	2104,60	4786,02	-2931,51
121	6,00	1671,81	4908,74	-2776,53
124	6,15	1265,93	5031,46	-2548,34
127	6,30	897,91	5154,18	-2247,45
130	6,45	578,66	5276,89	-1874,22
133	6,60	318,99	5399,61	-1428,89
136	6,75	129,72	5522,33	-911,63
139	6,90	21,63	5645,05	-322,51

**Fase nr. 6 (Altezza di scavo 3,00 [m])**

n°	Y	M	N	T
1	0,00	0,00	0,00	-932,58
4	0,15	-133,18	122,72	-840,39
7	0,30	-251,15	245,44	-729,89
10	0,45	-351,20	368,16	-601,55
13	0,60	-430,67	490,87	-455,39
16	0,75	-486,88	613,59	-291,42
19	0,90	-517,16	736,31	-109,65
22	1,05	-518,83	859,03	89,94
25	1,20	-489,24	981,75	307,34
28	1,35	-425,69	1104,47	542,55
31	1,50	-325,53	1227,18	795,57
34	1,65	-186,08	1349,90	1066,41

ADEGUAMENTO STATICO E FUNZIONALE DEL COLLETTORE ARENA S. ANTONIO  
TRATTO DI VIA BEN HUR - PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONE DI CALCOLO GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

37	1,80	-4,67	1472,62	1355,05
40	1,95	221,38	1595,34	1661,51
43	2,10	494,72	1718,06	1985,78
46	2,25	818,05	1840,78	2327,85
49	2,40	1194,02	1963,50	2687,75
52	2,55	1625,31	2086,21	3065,45
55	2,70	2114,59	2208,93	3460,96
58	2,85	2664,54	2331,65	3874,25
61	3,00	3277,77	2454,37	4304,62
64	3,10	3440,02	2536,18	1749,76
67	3,25	3726,06	2658,90	2047,10
70	3,40	4047,70	2781,62	2223,28
73	3,55	4386,48	2904,34	2250,77
76	3,70	4715,19	3027,06	2044,35
79	3,85	5006,57	3149,77	1710,61
82	4,00	5241,52	3272,49	1249,53
85	4,15	5400,94	3395,21	661,14
88	4,30	5465,74	3517,93	-43,55
91	4,45	5424,94	3640,65	-709,40
94	4,60	5288,64	3763,37	-1287,94
97	4,75	5069,85	3886,08	-1781,11
100	4,90	4781,29	4008,80	-2190,78
103	5,05	4435,37	4131,52	-2518,71
106	5,20	4044,29	4254,24	-2766,56
109	5,35	3619,98	4376,96	-2935,84
112	5,50	3174,15	4499,68	-3027,92
115	5,65	2718,32	4622,40	-3044,00
118	5,80	2263,84	4745,11	-2985,12
121	5,95	1821,90	4867,83	-2852,16
124	6,10	1403,58	4990,55	-2645,84
127	6,25	1019,85	5113,27	-2366,70
130	6,40	681,62	5235,99	-2015,18
133	6,55	399,72	5358,71	-1591,56
136	6,70	184,97	5481,42	-1096,02
139	6,85	48,14	5604,14	-528,65
142	7,00	0,00	5726,86	110,52

## Spostamenti massimi e minimi della paratia

### Simbologia adottata

Y ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]  
 $u_{max}$ ,  $u_{min}$  spostamento orizzontale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso valle  
 $v_{max}$ ,  $v_{min}$  spostamento verticale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso il basso

#### Fase nr. 1 (Altezza di scavo 3,00 [m])

$y_{Umax} = 0,00$	$u_{max}=1,2145$	$y_{Umin}=7,00$	$u_{min}=-0,2167$
$y_{Vmax} = 0,00$	$v_{max}=0,0022$	$y_{Vmin}=0,00$	$v_{min}=0,0000$

#### Fase nr. 2 (Altezza di scavo 3,00 [m])

$y_{Umax} = 0,00$	$u_{max}=1,2145$	$y_{Umin}=7,00$	$u_{min}=-0,2167$
$y_{Vmax} = 0,00$	$v_{max}=0,0022$	$y_{Vmin}=0,00$	$v_{min}=0,0000$

#### Fase nr. 3 (Altezza di scavo 3,00 [m])

$y_{Umax} = 0,00$	$u_{max}=1,2145$	$y_{Umin}=7,00$	$u_{min}=-0,2168$
$y_{Vmax} = 0,00$	$v_{max}=0,0022$	$y_{Vmin}=0,00$	$v_{min}=0,0000$

#### Fase nr. 4 (Altezza di scavo 3,00 [m])

$y_{Umax} = 0,00$	$u_{max}=1,5788$	$y_{Umin}=7,00$	$u_{min}=-0,2817$
$y_{Vmax} = 0,00$	$v_{max}=0,0022$	$y_{Vmin}=0,00$	$v_{min}=0,0000$

#### Fase nr. 5 (Altezza di scavo 3,00 [m])

$y_{Umax} = 0,00$	$u_{max}=1,5788$	$y_{Umin}=7,00$	$u_{min}=-0,2817$
$y_{Vmax} = 0,00$	$v_{max}=0,0022$	$y_{Vmin}=0,00$	$v_{min}=0,0000$

#### Fase nr. 6 (Altezza di scavo 3,00 [m])

$y_{Umax} = 0,00$	$u_{max}=1,5788$	$y_{Umin}=7,00$	$u_{min}=-0,2826$
$y_{Vmax} = 0,00$	$v_{max}=0,0022$	$y_{Vmin}=0,00$	$v_{min}=0,0000$

## Spostamenti della paratia

### Simbologia adottata

N° numero d'ordine della sezione  
Y ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]  
u spostamento orizzontale espresso in [cm] positivo verso valle  
v spostamento verticale espresso in [cm] positivo verso il basso

#### Fase nr. 1 (Altezza di scavo 3,00 [m])

N°	Y	u	v
----	---	---	---

1	0,00	1,21446	0,00215
4	0,15	1,17914	0,00215
7	0,30	1,14382	0,00215
10	0,45	1,10850	0,00214
13	0,60	1,07318	0,00214
16	0,75	1,03786	0,00213
19	0,90	1,00255	0,00212
22	1,05	0,96725	0,00210
25	1,20	0,93196	0,00209
28	1,35	0,89669	0,00207
31	1,50	0,86145	0,00205
34	1,65	0,82624	0,00203
37	1,80	0,79109	0,00201
40	1,95	0,75601	0,00199
43	2,10	0,72101	0,00196
46	2,25	0,68613	0,00193
49	2,40	0,65137	0,00190
52	2,55	0,61677	0,00187
55	2,70	0,58236	0,00183
58	2,85	0,54818	0,00180
61	3,00	0,51427	0,00176
64	3,15	0,48067	0,00172
67	3,30	0,44742	0,00167
70	3,45	0,41459	0,00163
73	3,60	0,38222	0,00158
76	3,75	0,35036	0,00153
79	3,90	0,31905	0,00148
82	4,05	0,28834	0,00143
85	4,20	0,25824	0,00138
88	4,35	0,22878	0,00132
91	4,50	0,19997	0,00126
94	4,65	0,17179	0,00120
97	4,80	0,14422	0,00114
100	4,95	0,11724	0,00108
103	5,10	0,09081	0,00101
106	5,25	0,06489	0,00094
109	5,40	0,03943	0,00087
112	5,55	0,01438	0,00080
115	5,70	-0,01031	0,00073
118	5,85	-0,03469	0,00065
121	6,00	-0,05883	0,00057
124	6,15	-0,08277	0,00049
127	6,30	-0,10655	0,00041
130	6,45	-0,13023	0,00032
133	6,60	-0,15384	0,00024
136	6,75	-0,17741	0,00015
139	6,90	-0,20097	0,00006

**Fase nr. 2 (Altezza di scavo 3,00 [m])**

N°	Y	u	v
1	0,00	1,21446	0,00215
4	0,15	1,17914	0,00215
7	0,30	1,14382	0,00215
10	0,45	1,10850	0,00214

13	0,60	1,07318	0,00214
16	0,75	1,03786	0,00213
19	0,90	1,00255	0,00212
22	1,05	0,96725	0,00210
25	1,20	0,93196	0,00209
28	1,35	0,89669	0,00207
31	1,50	0,86145	0,00205
34	1,65	0,82624	0,00203
37	1,80	0,79109	0,00201
40	1,95	0,75601	0,00199
43	2,10	0,72102	0,00196
46	2,25	0,68613	0,00193
49	2,40	0,65137	0,00190
52	2,55	0,61677	0,00187
55	2,70	0,58236	0,00183
58	2,85	0,54818	0,00180
61	3,00	0,51427	0,00176
64	3,15	0,48067	0,00172
67	3,30	0,44742	0,00167
70	3,45	0,41459	0,00163
73	3,60	0,38222	0,00158
76	3,75	0,35036	0,00153
79	3,90	0,31905	0,00148
82	4,05	0,28834	0,00143
85	4,20	0,25824	0,00138
88	4,35	0,22878	0,00132
91	4,50	0,19997	0,00126
94	4,65	0,17179	0,00120
97	4,80	0,14422	0,00114
100	4,95	0,11724	0,00108
103	5,10	0,09081	0,00101
106	5,25	0,06489	0,00094
109	5,40	0,03943	0,00087
112	5,55	0,01438	0,00080
115	5,70	-0,01031	0,00073
118	5,85	-0,03469	0,00065
121	6,00	-0,05883	0,00057
124	6,15	-0,08277	0,00049
127	6,30	-0,10655	0,00041
130	6,45	-0,13023	0,00032
133	6,60	-0,15384	0,00024
136	6,75	-0,17741	0,00015
139	6,90	-0,20097	0,00006

**Fase nr. 3 (Altezza di scavo 3,00 [m])**

N°	Y	u	v
1	0,00	1,21446	0,00215
4	0,15	1,17961	0,00215
7	0,30	1,14474	0,00215
10	0,45	1,10984	0,00214
13	0,60	1,07491	0,00214
16	0,75	1,03992	0,00213
19	0,90	1,00487	0,00212
22	1,05	0,96976	0,00210



25	1,20	0,93460	0,00209
28	1,35	0,89938	0,00207
31	1,50	0,86411	0,00205
34	1,65	0,82882	0,00203
37	1,80	0,79351	0,00201
40	1,95	0,75820	0,00199
43	2,10	0,72293	0,00196
46	2,25	0,68773	0,00193
49	2,40	0,65263	0,00190
52	2,55	0,61768	0,00187
55	2,70	0,58293	0,00183
58	2,85	0,54844	0,00180
61	3,00	0,51427	0,00176
64	3,15	0,48048	0,00172
67	3,30	0,44711	0,00167
70	3,45	0,41419	0,00163
73	3,60	0,38177	0,00158
76	3,75	0,34988	0,00153
79	3,90	0,31856	0,00148
82	4,05	0,28784	0,00143
85	4,20	0,25775	0,00138
88	4,35	0,22830	0,00132
91	4,50	0,19949	0,00126
94	4,65	0,17132	0,00120
97	4,80	0,14376	0,00114
100	4,95	0,11680	0,00108
103	5,10	0,09039	0,00101
106	5,25	0,06448	0,00094
109	5,40	0,03904	0,00087
112	5,55	0,01401	0,00080
115	5,70	-0,01066	0,00073
118	5,85	-0,03503	0,00065
121	6,00	-0,05914	0,00057
124	6,15	-0,08306	0,00049
127	6,30	-0,10683	0,00041
130	6,45	-0,13049	0,00032
133	6,60	-0,15408	0,00024
136	6,75	-0,17763	0,00015
139	6,90	-0,20116	0,00006

**Fase nr. 4 (Altezza di scavo 3,00 [m])**

N°	Y	u	v
1	0,00	1,57880	0,00215
4	0,15	1,53288	0,00215
7	0,30	1,48696	0,00215
10	0,45	1,44105	0,00214
13	0,60	1,39513	0,00214
16	0,75	1,34922	0,00213
19	0,90	1,30331	0,00212
22	1,05	1,25742	0,00210
25	1,20	1,21154	0,00209
28	1,35	1,16569	0,00207
31	1,50	1,11988	0,00205
34	1,65	1,07412	0,00203

37	1,80	1,02842	0,00201
40	1,95	0,98282	0,00199
43	2,10	0,93732	0,00196
46	2,25	0,89196	0,00193
49	2,40	0,84678	0,00190
52	2,55	0,80180	0,00187
55	2,70	0,75707	0,00183
58	2,85	0,71263	0,00180
61	3,00	0,66855	0,00176
64	3,15	0,62486	0,00172
67	3,30	0,58165	0,00167
70	3,45	0,53897	0,00163
73	3,60	0,49689	0,00158
76	3,75	0,45547	0,00153
79	3,90	0,41477	0,00148
82	4,05	0,37484	0,00143
85	4,20	0,33572	0,00138
88	4,35	0,29742	0,00132
91	4,50	0,25996	0,00126
94	4,65	0,22332	0,00120
97	4,80	0,18749	0,00114
100	4,95	0,15241	0,00108
103	5,10	0,11805	0,00101
106	5,25	0,08436	0,00094
109	5,40	0,05126	0,00087
112	5,55	0,01870	0,00080
115	5,70	-0,01340	0,00073
118	5,85	-0,04510	0,00065
121	6,00	-0,07648	0,00057
124	6,15	-0,10760	0,00049
127	6,30	-0,13852	0,00041
130	6,45	-0,16930	0,00032
133	6,60	-0,19999	0,00024
136	6,75	-0,23063	0,00015
139	6,90	-0,26126	0,00006

**Fase nr. 5 (Altezza di scavo 3,00 [m])**

N°	Y	u	v
1	0,00	1,57880	0,00215
4	0,15	1,53288	0,00215
7	0,30	1,48696	0,00215
10	0,45	1,44105	0,00214
13	0,60	1,39513	0,00214
16	0,75	1,34922	0,00213
19	0,90	1,30331	0,00212
22	1,05	1,25742	0,00210
25	1,20	1,21154	0,00209
28	1,35	1,16569	0,00207
31	1,50	1,11988	0,00205
34	1,65	1,07412	0,00203
37	1,80	1,02842	0,00201
40	1,95	0,98282	0,00199
43	2,10	0,93732	0,00196
46	2,25	0,89196	0,00193

49	2,40	0,84678	0,00190
52	2,55	0,80180	0,00187
55	2,70	0,75707	0,00183
58	2,85	0,71263	0,00180
61	3,00	0,66855	0,00176
64	3,15	0,62486	0,00172
67	3,30	0,58165	0,00167
70	3,45	0,53897	0,00163
73	3,60	0,49689	0,00158
76	3,75	0,45547	0,00153
79	3,90	0,41477	0,00148
82	4,05	0,37484	0,00143
85	4,20	0,33572	0,00138
88	4,35	0,29742	0,00132
91	4,50	0,25996	0,00126
94	4,65	0,22332	0,00120
97	4,80	0,18749	0,00114
100	4,95	0,15241	0,00108
103	5,10	0,11805	0,00101
106	5,25	0,08436	0,00094
109	5,40	0,05126	0,00087
112	5,55	0,01870	0,00080
115	5,70	-0,01340	0,00073
118	5,85	-0,04510	0,00065
121	6,00	-0,07648	0,00057
124	6,15	-0,10760	0,00049
127	6,30	-0,13852	0,00041
130	6,45	-0,16930	0,00032
133	6,60	-0,19999	0,00024
136	6,75	-0,23063	0,00015
139	6,90	-0,26126	0,00006

**Fase nr. 6 (Altezza di scavo 3,00 [m])**

N°	Y	u	v
1	0,00	1,57880	0,00215
4	0,15	1,53352	0,00215
7	0,30	1,48823	0,00215
10	0,45	1,44290	0,00214
13	0,60	1,39751	0,00214
16	0,75	1,35206	0,00213
19	0,90	1,30654	0,00212
22	1,05	1,26093	0,00210
25	1,20	1,21524	0,00209
28	1,35	1,16948	0,00207
31	1,50	1,12366	0,00205
34	1,65	1,07778	0,00203
37	1,80	1,03188	0,00201
40	1,95	0,98597	0,00199
43	2,10	0,94010	0,00196
46	2,25	0,89431	0,00193
49	2,40	0,84864	0,00190
52	2,55	0,80316	0,00187
55	2,70	0,75794	0,00183
58	2,85	0,71303	0,00180

ADEGUAMENTO STATICO E FUNZIONALE DEL COLLETTORE ARENA S. ANTONIO  
TRATTO DI VIA BEN HUR - PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONE DI CALCOLO GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

61	3,00	0,66855	0,00176
64	3,15	0,62456	0,00172
67	3,30	0,58111	0,00167
70	3,45	0,53826	0,00163
73	3,60	0,49605	0,00158
76	3,75	0,45454	0,00153
79	3,90	0,41377	0,00148
82	4,05	0,37379	0,00143
85	4,20	0,33462	0,00138
88	4,35	0,29630	0,00132
91	4,50	0,25881	0,00126
94	4,65	0,22216	0,00120
97	4,80	0,18632	0,00114
100	4,95	0,15125	0,00108
103	5,10	0,11689	0,00101
106	5,25	0,08321	0,00094
109	5,40	0,05012	0,00087
112	5,55	0,01758	0,00080
115	5,70	-0,01450	0,00073
118	5,85	-0,04619	0,00065
121	6,00	-0,07754	0,00057
124	6,15	-0,10864	0,00049
127	6,30	-0,13953	0,00041
130	6,45	-0,17029	0,00032
133	6,60	-0,20096	0,00024
136	6,75	-0,23158	0,00015
139	6,90	-0,26217	0,00006

## Verifica armatura pali

Per la verifica delle sezioni si adotta il metodo degli stati limite

Coefficiente di sicurezza (Sollecitazione ultima/Sollecitazione esercizio)  $\geq 1.75$ .

## Descrizione armatura adottata e caratteristiche sezione

Diametro del palo	50,00	[cm]
Area della sezione trasversale	1963,50	[cmq]
Copriferro	5,00	[cm]

L'armatura del palo è costituita da 8 $\phi$ 20( $A_f=25,13$  cmq) longitudinali e staffe  $\phi$ 10/20,0 cm

### Simbologia adottata

$n^\circ$	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
M	momento flettente agente sul palo espresso in [kgm]
N	sforzo normale agente sul palo espresso in [kg] (positivo di compressione)
T	taglio agente sul palo espresso in [kg]
$A_f$	area di armatura espressa in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
$\sigma_f$	tensione nell'acciaio espressa in [kg/cmq]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
$\sigma_{st}$	tensione nelle staffe espressa in [kg/cmq]
$M_u$	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
$N_u$	sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
CS	coefficiente di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)
$T_R$	taglio resistente espresso in [kg]
$CS_T$	coefficiente di sicurezza a taglio

## Verifica armature a presso-flessione - Fase nr. 1 (Altezza di scavo 3,00 m)

$n^\circ$	Y	M	N	$A_f$	$\sigma_c$	$\sigma_f$
1	0,00	0	0	25,13	0,00	0,00
4	0,15	0	74	25,13	0,03	0,48
7	0,30	1	147	25,13	0,07	1,03
10	0,45	4	221	25,13	0,12	1,72
13	0,60	10	295	25,13	0,19	2,60
16	0,75	19	368	25,13	0,29	3,75
19	0,90	33	442	25,13	0,41	5,24
22	1,05	52	515	25,13	0,60	7,31
25	1,20	77	589	25,13	0,87	10,23
28	1,35	110	663	25,13	1,25	14,13
31	1,50	151	736	25,13	1,76	19,01
34	1,65	201	810	25,13	2,39	31,07
37	1,80	261	884	25,13	3,14	46,71
40	1,95	332	957	25,13	4,03	66,04
43	2,10	414	1031	25,13	5,08	89,30
46	2,25	509	1104	25,13	6,28	116,76
49	2,40	618	1178	25,13	7,66	148,70
52	2,55	741	1252	25,13	9,21	185,40
55	2,70	880	1325	25,13	10,97	227,16
58	2,85	1035	1399	25,13	12,92	274,25
61	3,00	1207	1473	25,13	15,10	326,97
64	3,15	1395	1546	25,13	17,47	384,94

67	3,30	1592	1620	25,13	19,97	445,90
70	3,45	1790	1694	25,13	22,46	507,08
73	3,60	1980	1767	25,13	24,86	565,55
76	3,75	2152	1841	25,13	27,03	618,43
79	3,90	2299	1914	25,13	28,88	662,85
82	4,05	2410	1988	25,13	30,28	695,91
85	4,20	2478	2062	25,13	31,13	714,76
88	4,35	2495	2135	25,13	31,34	717,00
91	4,50	2464	2209	25,13	30,93	703,48
94	4,65	2391	2283	25,13	29,99	676,20
97	4,80	2281	2356	25,13	28,59	637,10
100	4,95	2141	2430	25,13	26,80	588,10
103	5,10	1976	2503	25,13	24,70	531,08
106	5,25	1792	2577	25,13	22,35	467,90
109	5,40	1594	2651	25,13	19,82	400,40
112	5,55	1388	2724	25,13	17,17	330,42
115	5,70	1178	2798	25,13	14,48	259,85
118	5,85	971	2872	25,13	11,80	190,74
121	6,00	772	2945	25,13	9,20	125,50
124	6,15	584	3019	25,13	6,77	73,95
127	6,30	414	3093	25,13	4,66	54,65
130	6,45	267	3166	25,13	3,21	40,25
133	6,60	147	3240	25,13	2,38	31,57
136	6,75	60	3313	25,13	1,82	25,63
139	6,90	10	3387	25,13	1,52	22,44

**Verifica armature a taglio - Fase nr. 1 (Altezza di scavo 3,00 m)**

n°	Y	T	$\tau_c$	$\sigma_{st}$
1	0,00	0	0,00	0,00
4	0,15	3	0,00	0,88
7	0,30	12	0,01	3,50
10	0,45	27	0,02	7,88
13	0,60	48	0,03	14,01
16	0,75	75	0,05	21,89
19	0,90	109	0,08	32,87
22	1,05	148	0,12	50,23
25	1,20	193	0,17	70,17
28	1,35	244	0,21	88,94
31	1,50	302	0,25	106,68
34	1,65	365	0,29	125,12
37	1,80	434	0,34	145,24
40	1,95	510	0,39	167,35
43	2,10	591	0,45	191,54
46	2,25	679	0,51	217,80
49	2,40	772	0,58	246,09
52	2,55	872	0,65	276,38
55	2,70	978	0,73	308,66
58	2,85	1089	0,81	342,89
61	3,00	1207	0,89	378,97
64	3,15	1294	0,96	405,86
67	3,30	1327	0,98	415,48
70	3,45	1291	0,95	403,82
73	3,60	1196	0,88	373,92

76	3,75	1042	0,77	325,78
79	3,90	830	0,61	259,36
82	4,05	559	0,41	174,66
85	4,20	229	0,17	71,62
88	4,35	-107	0,08	33,33
91	4,50	-402	0,30	125,58
94	4,65	-657	0,48	205,47
97	4,80	-873	0,64	273,31
100	4,95	-1050	0,78	329,45
103	5,10	-1191	0,88	374,22
106	5,25	-1294	0,96	408,01
109	5,40	-1361	1,02	431,26
112	5,55	-1393	1,05	444,56
115	5,70	-1390	1,06	448,75
118	5,85	-1353	1,05	445,13
121	6,00	-1281	1,03	435,51
124	6,15	-1176	0,99	419,68
127	6,30	-1037	0,89	377,80
130	6,45	-865	0,65	275,01
133	6,60	-659	0,45	191,38
136	6,75	-421	0,29	122,10
139	6,90	-149	0,10	43,20

#### Verifica armature a presso-flessione - Fase nr. 2 (Altezza di scavo 3,00 m)

n°	Y	M	N	A <sub>f</sub>	$\sigma_c$	$\sigma_f$
1	0,00	0	0	25,13	0,00	0,00
4	0,15	0	74	25,13	0,03	0,48
7	0,30	1	147	25,13	0,07	1,03
10	0,45	4	221	25,13	0,12	1,72
13	0,60	10	295	25,13	0,19	2,60
16	0,75	19	368	25,13	0,29	3,75
19	0,90	33	442	25,13	0,41	5,24
22	1,05	52	515	25,13	0,59	7,31
25	1,20	77	589	25,13	0,87	10,23
28	1,35	110	663	25,13	1,25	14,13
31	1,50	151	736	25,13	1,76	19,01
34	1,65	201	810	25,13	2,38	31,07
37	1,80	261	884	25,13	3,14	46,71
40	1,95	332	957	25,13	4,03	66,04
43	2,10	414	1031	25,13	5,08	89,30
46	2,25	509	1104	25,13	6,28	116,76
49	2,40	618	1178	25,13	7,66	148,70
52	2,55	741	1252	25,13	9,21	185,40
55	2,70	880	1325	25,13	10,97	227,16
58	2,85	1035	1399	25,13	12,92	274,25
61	3,00	1207	1473	25,13	15,10	326,97
64	3,15	1395	1546	25,13	17,47	384,95
67	3,30	1592	1620	25,13	19,97	445,90
70	3,45	1790	1694	25,13	22,46	507,08
73	3,60	1980	1767	25,13	24,86	565,55
76	3,75	2152	1841	25,13	27,03	618,43
79	3,90	2299	1914	25,13	28,88	662,85
82	4,05	2410	1988	25,13	30,28	695,91

85	4,20	2478	2062	25,13	31,13	714,76
88	4,35	2495	2135	25,13	31,34	717,00
91	4,50	2464	2209	25,13	30,93	703,48
94	4,65	2391	2283	25,13	29,99	676,20
97	4,80	2281	2356	25,13	28,59	637,10
100	4,95	2141	2430	25,13	26,80	588,10
103	5,10	1976	2503	25,13	24,70	531,08
106	5,25	1792	2577	25,13	22,35	467,90
109	5,40	1594	2651	25,13	19,82	400,40
112	5,55	1388	2724	25,13	17,17	330,42
115	5,70	1178	2798	25,13	14,48	259,85
118	5,85	971	2872	25,13	11,80	190,74
121	6,00	772	2945	25,13	9,20	125,50
124	6,15	584	3019	25,13	6,77	73,95
127	6,30	414	3093	25,13	4,66	54,65
130	6,45	267	3166	25,13	3,21	40,25
133	6,60	147	3240	25,13	2,38	31,57
136	6,75	60	3313	25,13	1,82	25,63
139	6,90	10	3387	25,13	1,52	22,44

**Verifica armature a taglio - Fase nr. 2 (Altezza di scavo 3,00 m)**

n°	Y	T	$\tau_c$	$\sigma_{st}$
1	0,00	0	0,00	0,00
4	0,15	3	0,00	0,87
7	0,30	12	0,01	3,50
10	0,45	27	0,02	7,88
13	0,60	48	0,03	14,01
16	0,75	75	0,05	21,89
19	0,90	109	0,08	32,87
22	1,05	148	0,12	50,23
25	1,20	193	0,17	70,17
28	1,35	244	0,21	88,94
31	1,50	302	0,25	106,68
34	1,65	365	0,29	125,12
37	1,80	434	0,34	145,24
40	1,95	510	0,39	167,36
43	2,10	591	0,45	191,55
46	2,25	679	0,51	217,80
49	2,40	772	0,58	246,09
52	2,55	872	0,65	276,38
55	2,70	978	0,73	308,66
58	2,85	1089	0,81	342,90
61	3,00	1207	0,89	378,96
64	3,15	1294	0,96	405,86
67	3,30	1327	0,98	415,47
70	3,45	1291	0,95	403,82
73	3,60	1196	0,88	373,92
76	3,75	1042	0,77	325,77
79	3,90	830	0,61	259,36
82	4,05	559	0,41	174,66
85	4,20	229	0,17	71,62
88	4,35	-107	0,08	33,33
91	4,50	-402	0,30	125,58



94	4,65	-657	0,48	205,46
97	4,80	-873	0,64	273,31
100	4,95	-1050	0,78	329,45
103	5,10	-1191	0,88	374,22
106	5,25	-1294	0,96	408,01
109	5,40	-1361	1,02	431,26
112	5,55	-1393	1,05	444,56
115	5,70	-1390	1,06	448,75
118	5,85	-1353	1,05	445,13
121	6,00	-1281	1,03	435,51
124	6,15	-1176	0,99	419,68
127	6,30	-1037	0,89	377,80
130	6,45	-865	0,65	275,01
133	6,60	-659	0,45	191,38
136	6,75	-421	0,29	122,10
139	6,90	-149	0,10	43,20

**Verifica armature a presso-flessione - Fase nr. 3 (Altezza di scavo 3,00 m)**

n°	Y	M	N	A <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>f</sub>
1	0,00	0	0	25,13	0,00	0,00
4	0,15	-63	74	25,13	0,79	17,34
7	0,30	-118	147	25,13	1,48	31,89
10	0,45	-164	221	25,13	2,04	43,34
13	0,60	-198	295	25,13	2,47	51,35
16	0,75	-221	368	25,13	2,75	55,61
19	0,90	-232	442	25,13	2,87	55,80
22	1,05	-229	515	25,13	2,82	51,64
25	1,20	-211	589	25,13	2,57	42,89
28	1,35	-178	663	25,13	2,13	29,52
31	1,50	-128	736	25,13	1,46	16,34
34	1,65	-60	810	25,13	0,76	9,63
37	1,80	26	884	25,13	0,55	7,58
40	1,95	132	957	25,13	1,49	17,33
43	2,10	259	1031	25,13	3,07	40,45
46	2,25	407	1104	25,13	4,97	83,96
49	2,40	578	1178	25,13	7,14	135,76
52	2,55	773	1252	25,13	9,61	195,60
55	2,70	992	1325	25,13	12,39	263,65
58	2,85	1237	1399	25,13	15,49	340,17
61	3,00	1509	1473	25,13	18,93	425,48
64	3,10	1587	1522	25,13	19,91	448,52
67	3,25	1720	1595	25,13	21,59	488,73
70	3,40	1867	1669	25,13	23,44	533,28
73	3,55	2019	1743	25,13	25,35	579,33
76	3,70	2165	1816	25,13	27,19	623,61
79	3,85	2295	1890	25,13	28,83	662,84
82	4,00	2401	1963	25,13	30,17	694,14
85	4,15	2474	2037	25,13	31,09	714,63
88	4,30	2506	2111	25,13	31,47	721,45
91	4,45	2489	2184	25,13	31,25	712,54
94	4,60	2427	2258	25,13	30,46	689,24
97	4,75	2328	2332	25,13	29,19	653,50
100	4,90	2196	2405	25,13	27,51	607,27

103	5,05	2038	2479	25,13	25,49	552,42
106	5,20	1859	2553	25,13	23,21	490,83
109	5,35	1664	2626	25,13	20,72	424,32
112	5,50	1460	2700	25,13	18,10	354,75
115	5,65	1250	2773	25,13	15,41	283,98
118	5,80	1041	2847	25,13	12,71	213,98
121	5,95	838	2921	25,13	10,07	147,00
124	6,10	646	2994	25,13	7,56	86,09
127	6,25	469	3068	25,13	5,31	60,79
130	6,40	314	3142	25,13	3,61	44,35
133	6,55	184	3215	25,13	2,62	34,11
136	6,70	85	3289	25,13	1,98	27,33
139	6,85	22	3362	25,13	1,59	23,18
142	7,00	0	3436	25,13	1,47	22,02

### Verifica armature a taglio - Fase nr. 3 (Altezza di scavo 3,00 m)

n°	Y	T	$\tau_c$	$\sigma_{st}$
1	0,00	-449	0,23	96,99
4	0,15	-395	0,29	124,07
7	0,30	-335	0,25	105,26
10	0,45	-268	0,20	84,32
13	0,60	-194	0,14	61,22
16	0,75	-113	0,08	35,91
19	0,90	-26	0,02	8,29
22	1,05	68	0,05	21,89
25	1,20	169	0,13	55,24
28	1,35	276	0,22	93,63
31	1,50	391	0,33	141,55
34	1,65	512	0,37	155,23
37	1,80	640	0,44	185,60
40	1,95	774	0,67	282,64
43	2,10	915	0,74	313,13
46	2,25	1063	0,82	346,92
49	2,40	1218	0,92	389,39
52	2,55	1380	1,03	436,59
55	2,70	1548	1,15	487,10
58	2,85	1723	1,27	540,32
61	3,00	1904	1,40	595,89
64	3,10	827	0,61	258,91
67	3,25	945	0,70	295,49
70	3,40	1005	0,74	314,09
73	3,55	997	0,73	311,54
76	3,70	913	0,67	285,32
79	3,85	771	0,57	240,77
82	4,00	570	0,42	177,91
85	4,15	310	0,23	96,71
88	4,30	-8	0,01	2,53
91	4,45	-316	0,23	98,76
94	4,60	-584	0,43	182,52
97	4,75	-812	0,60	254,14
100	4,90	-1001	0,74	313,95
103	5,05	-1153	0,85	362,28
106	5,20	-1269	0,94	399,49

109	5,35	-1347	1,00	426,02
112	5,50	-1391	1,04	442,39
115	5,65	-1399	1,06	449,33
118	5,80	-1372	1,06	447,98
121	5,95	-1311	1,04	440,01
124	6,10	-1217	1,01	426,67
127	6,25	-1089	0,94	398,31
130	6,40	-927	0,74	314,33
133	6,55	-733	0,50	212,58
136	6,70	-505	0,34	146,41
139	6,85	-243	0,17	70,63
142	7,00	51	0,03	14,77

**Verifica armature a presso-flessione - Fase nr. 4 (Altezza di scavo 3,00 m)**

n°	Y	A <sub>f</sub>	M	N	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	CS
1	0,00	25,13	0	0	0	0	1000,00
4	0,15	25,13	0	74	785	279347	3793,87
7	0,30	25,13	2	147	2971	275134	1868,33
10	0,45	25,13	5	221	6473	268387	1215,01
13	0,60	25,13	13	295	10817	252953	858,85
16	0,75	25,13	25	368	14540	217880	591,82
19	0,90	25,13	42	442	17454	181754	411,41
22	1,05	25,13	67	515	19478	149079	289,24
25	1,20	25,13	100	589	20786	121831	206,83
28	1,35	25,13	143	663	21446	99334	149,90
31	1,50	25,13	196	736	21211	79590	108,09
34	1,65	25,13	261	810	20470	63486	78,38
37	1,80	25,13	339	884	19782	51556	58,35
40	1,95	25,13	431	957	19228	42700	44,61
43	2,10	25,13	538	1031	18766	35936	34,86
46	2,25	25,13	662	1104	18290	30511	27,63
49	2,40	25,13	803	1178	17918	26272	22,30
52	2,55	25,13	964	1252	17621	22887	18,28
55	2,70	25,13	1144	1325	17380	20135	15,19
58	2,85	25,13	1345	1399	17181	17865	12,77
61	3,00	25,13	1569	1473	17014	15967	10,84
64	3,15	25,13	1814	1546	16876	14386	9,30
67	3,30	25,13	2070	1620	16764	13118	8,10
70	3,45	25,13	2327	1694	16678	12136	7,17
73	3,60	25,13	2574	1767	16614	11407	6,46
76	3,75	25,13	2798	1841	16570	10901	5,92
79	3,90	25,13	2988	1914	16543	10598	5,54
82	4,05	25,13	3133	1988	16534	10490	5,28
85	4,20	25,13	3222	2062	16542	10586	5,13
88	4,35	25,13	3244	2135	16570	10907	5,11
91	4,50	25,13	3204	2209	16619	11459	5,19
94	4,65	25,13	3108	2283	16689	12256	5,37
97	4,80	25,13	2965	2356	16783	13335	5,66
100	4,95	25,13	2783	2430	16908	14762	6,08
103	5,10	25,13	2569	2503	17073	16640	6,65
106	5,25	25,13	2329	2577	17292	19132	7,42
109	5,40	25,13	2072	2651	17587	22499	8,49
112	5,55	25,13	1804	2724	17998	27180	9,98

115	5,70	25,13	1532	2798	18592	33957	12,14
118	5,85	25,13	1263	2872	19302	43895	15,29
121	6,00	25,13	1003	2945	20251	59459	20,19
124	6,15	25,13	760	3019	21343	84827	28,10
127	6,30	25,13	539	3093	20870	119795	38,74
130	6,45	25,13	347	3166	18393	167726	52,97
133	6,60	25,13	191	3240	13507	228643	70,57
136	6,75	25,13	78	3313	6312	268697	81,09
139	6,90	25,13	13	3387	1068	278801	82,31

#### Verifica armature a taglio - Fase nr. 4 (Altezza di scavo 3,00 m)

n°	Y	T	T <sub>R</sub>	CS <sub>T</sub>
1	0,00	0	2055399783336,63	
4	0,15	4	20553	5241,73
7	0,30	16	20553	1310,16
10	0,45	35	20553	582,26
13	0,60	63	20553	327,51
16	0,75	98	20553	209,60
19	0,90	141	20553	145,56
22	1,05	192	20553	106,94
25	1,20	251	20553	81,87
28	1,35	318	20553	64,69
31	1,50	392	20553	52,40
34	1,65	475	20553	43,30
37	1,80	565	20553	36,39
40	1,95	663	20553	31,00
43	2,10	769	20553	26,73
46	2,25	883	20553	23,29
49	2,40	1004	20553	20,47
52	2,55	1134	20553	18,13
55	2,70	1271	20553	16,17
58	2,85	1416	20553	14,51
61	3,00	1569	20553	13,10
64	3,15	1683	20553	12,21
67	3,30	1725	20553	11,92
16. 70	3,45	1678	20553	12,25
73	3,60	1555	20553	13,22
76	3,75	1355	20553	15,17
79	3,90	1079	20553	19,04
82	4,05	727	20553	28,28
85	4,20	298	20553	68,97
88	4,35	-139	20553	148,26
91	4,50	-522	20553	39,36
94	4,65	-854	20553	24,08
97	4,80	-1134	20553	18,12
100	4,95	-1365	20553	15,05
103	5,10	-1548	20553	13,28
106	5,25	-1682	20553	12,22
109	5,40	-1770	20553	11,61
112	5,55	-1811	20553	11,35
115	5,70	-1808	20553	11,37
118	5,85	-1759	20553	11,69
121	6,00	-1666	20553	12,34

124	6,15	-1529	20553	13,44
127	6,30	-1348	20553	15,24
130	6,45	-1125	20553	18,28
133	6,60	-857	20553	23,97
136	6,75	-547	20553	37,58
139	6,90	-194	20553	106,22

**Verifica armature a presso-flessione - Fase nr. 5 (Altezza di scavo 3,00 m)**

n°	Y	A <sub>r</sub>	M	N	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	CS
1	0,00	25,13	0	0	0	0	1000,00
4	0,15	25,13	0	74	781	279355	3793,98
7	0,30	25,13	2	147	2968	275141	1868,37
10	0,45	25,13	5	221	6470	268393	1215,04
13	0,60	25,13	13	295	10815	252970	858,91
16	0,75	25,13	25	368	14539	217894	591,85
19	0,90	25,13	42	442	17454	181764	411,43
22	1,05	25,13	67	515	19478	149085	289,25
25	1,20	25,13	100	589	20786	121835	206,83
28	1,35	25,13	143	663	21446	99337	149,90
31	1,50	25,13	196	736	21211	79592	108,10
34	1,65	25,13	261	810	20470	63487	78,38
37	1,80	25,13	339	884	19782	51557	58,35
40	1,95	25,13	431	957	19228	42701	44,61
43	2,10	25,13	538	1031	18766	35936	34,86
46	2,25	25,13	662	1104	18290	30511	27,63
49	2,40	25,13	803	1178	17918	26272	22,30
52	2,55	25,13	964	1252	17621	22887	18,28
55	2,70	25,13	1144	1325	17380	20135	15,19
58	2,85	25,13	1345	1399	17181	17865	12,77
61	3,00	25,13	1569	1473	17014	15967	10,84
64	3,15	25,13	1814	1546	16876	14386	9,30
67	3,30	25,13	2070	1620	16764	13118	8,10
70	3,45	25,13	2327	1694	16678	12136	7,17
73	3,60	25,13	2574	1767	16614	11407	6,46
76	3,75	25,13	2798	1841	16570	10901	5,92
79	3,90	25,13	2988	1914	16543	10598	5,54
82	4,05	25,13	3133	1988	16534	10490	5,28
85	4,20	25,13	3222	2062	16542	10586	5,13
88	4,35	25,13	3244	2135	16570	10907	5,11
91	4,50	25,13	3204	2209	16619	11459	5,19
94	4,65	25,13	3108	2283	16689	12256	5,37
97	4,80	25,13	2965	2356	16783	13335	5,66
100	4,95	25,13	2783	2430	16908	14762	6,08
103	5,10	25,13	2569	2503	17073	16640	6,65
106	5,25	25,13	2329	2577	17292	19132	7,42
109	5,40	25,13	2072	2651	17587	22499	8,49
112	5,55	25,13	1804	2724	17998	27180	9,98
115	5,70	25,13	1532	2798	18592	33957	12,14
118	5,85	25,13	1263	2872	19302	43895	15,29
121	6,00	25,13	1003	2945	20251	59459	20,19
124	6,15	25,13	760	3019	21343	84827	28,10
127	6,30	25,13	539	3093	20870	119795	38,74
130	6,45	25,13	347	3166	18393	167726	52,97

133	6,60	25,13	191	3240	13507	228643	70,57
136	6,75	25,13	78	3313	6312	268697	81,09
139	6,90	25,13	13	3387	1068	278801	82,31

#### Verifica armature a taglio - Fase nr. 5 (Altezza di scavo 3,00 m)

n°	Y	T	T <sub>R</sub>	CS <sub>T</sub>
1	0,00	0	20553	2617454,34
4	0,15	4	20553	5250,34
7	0,30	16	20553	1310,60
10	0,45	35	20553	582,32
13	0,60	63	20553	327,52
16	0,75	98	20553	209,61
19	0,90	141	20553	145,56
22	1,05	192	20553	106,94
25	1,20	251	20553	81,87
28	1,35	318	20553	64,69
31	1,50	392	20553	52,40
34	1,65	475	20553	43,30
37	1,80	565	20553	36,39
40	1,95	663	20553	31,00
43	2,10	769	20553	26,73
46	2,25	883	20553	23,29
49	2,40	1004	20553	20,47
52	2,55	1134	20553	18,13
55	2,70	1271	20553	16,17
58	2,85	1416	20553	14,51
61	3,00	1569	20553	13,10
64	3,15	1683	20553	12,21
67	3,30	1725	20553	11,92
70	3,45	1678	20553	12,25
73	3,60	1555	20553	13,22
76	3,75	1355	20553	15,17
79	3,90	1079	20553	19,04
82	4,05	727	20553	28,28
85	4,20	298	20553	68,96
88	4,35	-139	20553	148,26
91	4,50	-522	20553	39,36
94	4,65	-854	20553	24,08
97	4,80	-1134	20553	18,12
100	4,95	-1365	20553	15,05
103	5,10	-1548	20553	13,28
106	5,25	-1682	20553	12,22
109	5,40	-1770	20553	11,61
112	5,55	-1811	20553	11,35
115	5,70	-1808	20553	11,37
118	5,85	-1759	20553	11,69
121	6,00	-1666	20553	12,34
124	6,15	-1529	20553	13,44
127	6,30	-1348	20553	15,24
130	6,45	-1125	20553	18,28
133	6,60	-857	20553	23,97
136	6,75	-547	20553	37,58
139	6,90	-194	20553	106,22

**Verifica armature a presso-flessione - Fase nr. 6 (Altezza di scavo 3,00 m)**

<b>n°</b>	<b>Y</b>	<b>A<sub>f</sub></b>	<b>M</b>	<b>N</b>	<b>M<sub>u</sub></b>	<b>N<sub>u</sub></b>	<b>CS</b>
1	0,00	25,13	0	0	0	0	1000,00
4	0,15	25,13	-80	74	-16987	15653	212,58
7	0,30	25,13	-151	147	-17078	16689	113,33
10	0,45	25,13	-211	221	-17195	18025	81,60
13	0,60	25,13	-258	295	-17348	19773	67,14
16	0,75	25,13	-292	368	-17554	22123	60,09
19	0,90	25,13	-310	442	-17842	25403	57,50
22	1,05	25,13	-311	515	-18267	30244	58,68
25	1,20	25,13	-294	589	-18933	37992	64,50
28	1,35	25,13	-255	663	-19765	51280	77,38
31	1,50	25,13	-195	736	-21221	80000	108,65
34	1,65	25,13	-112	810	-19770	143419	177,07
37	1,80	25,13	-3	884	-885	279154	315,94
40	1,95	25,13	133	957	19806	142728	149,11
43	2,10	25,13	297	1031	20982	72866	70,69
46	2,25	25,13	491	1104	19269	43359	39,26
49	2,40	25,13	716	1178	18246	30004	25,47
52	2,55	25,13	975	1252	17595	22584	18,04
55	2,70	25,13	1269	1325	17189	17955	13,55
58	2,85	25,13	1599	1399	16912	14799	10,58
61	3,00	25,13	1967	1473	16711	12513	8,50
64	3,10	25,13	2064	1522	16693	12307	8,09
67	3,25	25,13	2236	1595	16656	11886	7,45
70	3,40	25,13	2429	1669	16615	11418	6,84
73	3,55	25,13	2632	1743	16576	10975	6,30
76	3,70	25,13	2829	1816	16545	10622	5,85
79	3,85	25,13	3004	1890	16526	10397	5,50
82	4,00	25,13	3145	1963	16518	10313	5,25
85	4,15	25,13	3241	2037	16525	10388	5,10
88	4,30	25,13	3279	2111	16548	10651	5,05
91	4,45	25,13	3255	2184	16590	11134	5,10
94	4,60	25,13	3173	2258	16653	11850	5,25
97	4,75	25,13	3042	2332	16739	12831	5,50
100	4,90	25,13	2869	2405	16853	14130	5,87
103	5,05	25,13	2661	2479	17003	15838	6,39
106	5,20	25,13	2427	2553	17201	18094	7,09
109	5,35	25,13	2172	2626	17466	21118	8,04
112	5,50	25,13	1904	2700	17831	25277	9,36
115	5,65	25,13	1631	2773	18351	31205	11,25
118	5,80	25,13	1358	2847	19055	39940	14,03
121	5,95	25,13	1093	2921	19880	53116	18,19
124	6,10	25,13	842	2994	21096	75007	25,05
127	6,25	25,13	612	3068	21292	106751	34,80
130	6,40	25,13	409	3142	19458	149471	47,58
133	6,55	25,13	240	3215	15480	207521	64,54
136	6,70	25,13	111	3289	8899	263712	80,18
139	6,85	25,13	29	3362	2373	276287	82,17
142	7,00	25,13	0	3436	0	-96160	27,99

**Verifica armature a taglio - Fase nr. 6 (Altezza di scavo 3,00 m)**

n°	Y	T	T <sub>R</sub>	CS <sub>T</sub>
1	0,00	-560	20553	36,73
4	0,15	-504	20553	40,76
7	0,30	-438	20553	46,93
10	0,45	-361	20553	56,95
13	0,60	-273	20553	75,22
16	0,75	-175	20553	117,54
19	0,90	-66	20553	312,41
22	1,05	54	20553	380,86
25	1,20	184	20553	111,46
28	1,35	326	20553	63,14
31	1,50	477	20553	43,06
34	1,65	640	20553	32,12
37	1,80	813	20553	25,28
40	1,95	997	20553	20,62
43	2,10	1191	20553	17,25
46	2,25	1397	20553	14,72
49	2,40	1613	20553	12,74
52	2,55	1839	20553	11,17
55	2,70	2077	20553	9,90
58	2,85	2325	20553	8,84
61	3,00	2583	20553	7,96
64	3,10	1050	20553	19,58
67	3,25	1228	20553	16,73
70	3,40	1334	20553	15,41
73	3,55	1350	20553	15,22
76	3,70	1227	20553	16,76
79	3,85	1026	20553	20,03
82	4,00	750	20553	27,41
85	4,15	397	20553	51,81
88	4,30	-26	20553	786,52
91	4,45	-426	20553	48,29
94	4,60	-773	20553	26,60
97	4,75	-1069	20553	19,23
100	4,90	-1314	20553	15,64
103	5,05	-1511	20553	13,60
106	5,20	-1660	20553	12,38
109	5,35	-1762	20553	11,67
112	5,50	-1817	20553	11,31
115	5,65	-1826	20553	11,25
118	5,80	-1791	20553	11,48
121	5,95	-1711	20553	12,01
124	6,10	-1588	20553	12,95
127	6,25	-1420	20553	14,47
130	6,40	-1209	20553	17,00
133	6,55	-955	20553	21,52
136	6,70	-658	20553	31,25
139	6,85	-317	20553	64,80
142	7,00	66	20553	309,96



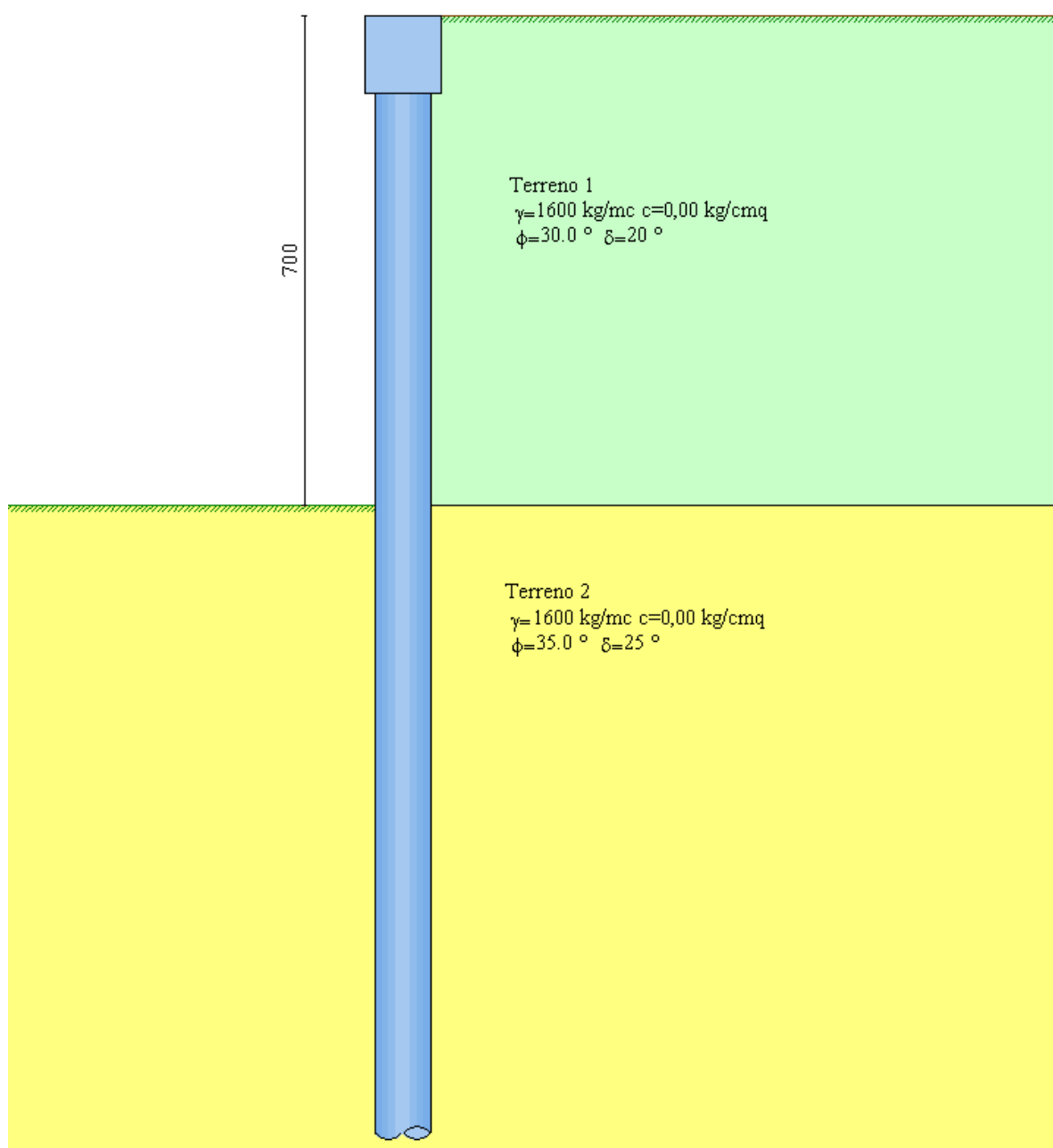
### 17. Geometria paratia – Tipo 2

Da realizzare in destra idraulica dalla sezione 68 alla 78

Tipo paratia: **Paratia di pali**

Altezza fuori terra	7,00	[m]
Profondità di infissione	9,00	[m]
Altezza totale della paratia	16,00	[m]
Lunghezza paratia	12,00	[m]

Numero di file di pali	1	
Interasse fra i pali della fila	1,00	[m]
Diametro dei pali	80,00	[cm]
Numero totale di pali	12	
Numero di pali per metro lineare	1.00	



## Geometria profilo terreno

### Simbologia adottata e sistema di riferimento

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

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

#### Profilo di monte

N	X	Y	A
2	10,00	0,00	0,00

#### Profilo di valle - Fase n° 1

N	X	Y	A
1	-10,00	-7,00	0,00
2	0,00	-7,00	0,00

#### Profilo di valle - Fase n° 4

N	X	Y	A
1	-10,00	-7,00	0,00
2	0,00	-7,00	0,00

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

n° numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia

Descrizione Descrizione del terreno

$\gamma$  peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]

$\gamma_s$  peso di volume saturo del terreno espresso [kg/mc]

$\phi$  angolo d'attrito interno del terreno espresso in [°]

$\delta$  angolo d'attrito terreno/paratia espresso in [°]

c coesione del terreno espressa in [kg/cm<sup>q</sup>]

n°	Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c
1	Terreno 1	1600,00	2000,00	30,00	20,00	0,000
2	Terreno 2	1600,00	2000,00	35,00	25,00	0,000

## Descrizione stratigrafia

### Simbologia adottata

n° numero d'ordine dello strato a partire dalla sommità della paratia

sp spessore dello strato in corrispondenza dell'asse della paratia espresso in [m]

kw costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm

$\alpha$  inclinazione dello strato espressa in GRADI(°)

Terreno Terreno associato allo strato

n°	sp	$\alpha$	kw	Terreno
1	7,00	0,00	1,00	Terreno 1
2	10,00	0,00	4,38	Terreno 2

## Caratteristiche materiali utilizzati

### Calcestruzzo

Peso specifico	2500	[kg/mc]
Resistenza caratteristica a compressione $R_{ck}$	300	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione ammissibile a compressione $\sigma_c$	98	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione tangenziale ammissibile $\tau_{c0}$	6,0	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione tangenziale ammissibile $\tau_{c1}$	18,3	[kg/cm <sup>2</sup> ]

### Acciaio

Tipo	FeB44K	
Tensione ammissibile $\sigma_{fa}$	2600	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione di snervamento $f_{yk}$	4400	[kg/cm <sup>2</sup> ]

## Condizioni di carico

### Simbologia e convenzioni adottate

Le ascisse dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia

Le ordinate dei punti di applicazione del carico sono espresse in [m] rispetto alla testa della paratia

$F_x$	Forza orizzontale espressa in [kg], positiva da monte verso valle
$F_y$	Forza verticale espressa in [kg], positiva verso il basso
$M$	Momento espresso in [kgm], positivo ribaltante
$Q_i, Q_f$	Intensità dei carichi distribuiti sul profilo espresse in [kg/mq]
$V_i, V_s$	Intensità dei carichi distribuiti sulla paratia espresse in [kg/mq], positivi da monte verso valle
$R$	Risultante carico distribuito sulla paratia espressa in [kg]

### Condizione n° 1

Carico distribuito sul profilo	$X_i = 0,00$	$X_f = 10,00$	$Q_i = 2000$	$Q_f = 2000$
--------------------------------	--------------	---------------	--------------	--------------

## Vincoli lungo l'altezza della paratia

### Simbologia adottata

$n^\circ$	numero d'ordine del vincolo
$Y$	ordinata del vincolo rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
$V_x$	Vincolo in direzione orizzontale
$K_x$	Rigidezza vincolo in direzione orizzontale espresso in [Kg/cm]
$V_r$	Vincolo alla rotazione
$K_r$	Rigidezza vincolo alla rotazione espresso in [Kgm/°]

$n^\circ$	$Y$	$V_x$	$K_x$	$V_r$	$K_r$
1	3,00	V. RIGIDO	--	LIBERO	--
2	7,00	V. RIGIDO	--	LIBERO	--

## Fasi di scavo

### Simbologia adottata

n°            identificativo della fase nell'elenco definito  
Fase        Descrizione dell'i-esima fase  
Tempo    Tempo in cui avviene la fase di scavo

n°	Fase	Tempo
1	Scavo fino alla profondità di 7.00 metri	0
2	Inserimento vincolo 2 (X=-7.00) [Hscavo=7.00]	1
3	Inserimento vincolo 1 (X=-3.00) [Hscavo=7.00]	1
4	Inserimento sisma	2
5	Inserimento condizione di carico nr 1 [Hscavo=7.00]	2

## Impostazioni di progetto

### Spinte e verifiche secondo :

Norme Tecniche sulle Costruzioni 14/01/2008

## Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,30	1,00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,50	1,30

### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$	1,00	1,00

## Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,00	1,00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,00	1,00

### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40

Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1,00	1,00

Verifica materiali : Stato Limite Ultimo

## **Impostazioni di analisi**

### **Analisi per Fasi di Scavo.**

Rottura del terreno    Pressione passiva

Impostazioni analisi per fasi di scavo

Analisi per condizioni di esercizio

Analisi per coefficienti tipo A1-M1

Influenza  $\delta$  (angolo di attrito terreno-paratia)

Nel calcolo del coefficiente di spinta attiva  $K_a$  e nell'inclinazione della spinta attiva (non viene considerato per la spinta passiva)

Stabilità globale

Metodo di Bishop

## Impostazioni analisi sismica

### Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo [m/s <sup>2</sup> ]	1.648
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale $F_0$	2.370
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante $T_c^*$	0.340
Coefficiente di amplificazione topografica ( $S_t$ )	1.000
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo ( $S_s$ )	1.200
Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo ( $\alpha$ )	1.000
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza $U_s$ [m]	0.060
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo ( $\beta$ )	0.454
Coefficiente di intensità sismica (percento)	9.162

### Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo [m/s <sup>2</sup> ]	0.579
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale $F_0$	2.330
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante $T_c^*$	0.310
Coefficiente di amplificazione topografica ( $S_t$ )	1.000
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo ( $S_s$ )	1.200
Coefficiente di riduzione per tipo di sottosuolo ( $\alpha$ )	1.000
Spostamento massimo senza riduzione di resistenza $U_s$ [m]	0.060
Coefficiente di riduzione per spostamento massimo ( $\beta$ )	0.454
Coefficiente di intensità sismica (percento)	3.219
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale (kv)	0.00

Influenza sisma nella spinta attiva da monte

Forma diagramma incremento sismico : Triangolare con vertice in alto.

## Analisi della spinta

### Pressioni terreno

#### Simbologia adottata

Sono riportati i valori delle pressioni in corrispondenza delle sezioni di calcolo

Y ordinata rispetto alla testa della paratia espressa in [m] e positiva verso il basso.

Le pressioni sono tutte espresse in [kg/mq]

$\sigma_{am}$	sigma attiva da monte
$\sigma_{av}$	sigma attiva da valle
$\sigma_{pm}$	sigma passiva da monte
$\sigma_{pv}$	sigma passiva da valle
$\delta_a$	inclinazione spinta attiva espressa in [°]
$\delta_p$	inclinazione spinta passiva espressa in [°]

#### Fase nr. 1 (Altezza di scavo 7,00 [m])

Nr.	Y(m)	$\sigma_{am}$	$\sigma_{av}$	$\sigma_{pm}$	$\sigma_{pv}$	$\delta_a$	$\delta_p$
1	0,00	0	0	0	0	20,0	0,0
4	0,30	143	0	1440	0	20,0	0,0
7	0,60	285	0	2880	0	20,0	0,0
10	0,90	428	0	4320	0	20,0	0,0
13	1,20	571	0	5760	0	20,0	0,0
16	1,50	714	0	7200	0	20,0	0,0
19	1,80	856	0	8640	0	20,0	0,0
22	2,10	999	0	10080	0	20,0	0,0
25	2,40	1142	0	11520	0	20,0	0,0
28	2,70	1284	0	12960	0	20,0	0,0
31	3,00	1427	0	14400	0	20,0	0,0
34	3,30	1570	0	15840	0	20,0	0,0
37	3,60	1713	0	17280	0	20,0	0,0
40	3,90	1855	0	18720	0	20,0	0,0
43	4,20	1998	0	20160	0	20,0	0,0
46	4,50	2141	0	21600	0	20,0	0,0
49	4,80	2283	0	23040	0	20,0	0,0
52	5,10	2426	0	24480	0	20,0	0,0
55	5,40	2569	0	25920	0	20,0	0,0
58	5,70	2712	0	27360	0	20,0	0,0
61	6,00	2854	0	28800	0	20,0	0,0
64	6,30	2997	0	30240	0	20,0	0,0
67	6,60	3140	0	31680	0	20,0	0,0
70	6,90	3280	0	33096	0	20,0	0,0
73	7,02	2574	14	41537	207	25,0	0,0
76	7,30	2858	117	43101	1771	25,0	0,0
79	7,60	2973	235	44872	3543	25,0	0,0
82	7,90	3093	352	46644	5314	25,0	0,0
85	8,20	3208	469	48415	7085	25,0	0,0
88	8,50	3326	587	50186	8856	25,0	0,0
91	8,80	3443	704	51958	10628	25,0	0,0
94	9,10	3560	821	53729	12399	25,0	0,0
97	9,40	3678	939	55500	14170	25,0	0,0
100	9,70	3795	1056	57271	15942	25,0	0,0
103	10,00	3913	1173	59043	17713	25,0	0,0
106	10,30	4030	1291	60814	19484	25,0	0,0
109	10,60	4148	1408	62585	21255	25,0	0,0
112	10,90	4265	1525	64357	23027	25,0	0,0

ADEGUAMENTO STATICO E FUNZIONALE DEL COLLETTORE ARENA S. ANTONIO  
TRATTO DI VIA BEN HUR - PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONE DI CALCOLO GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

115	11,20	4380	1643	66128	24798	25,0	0,0
118	11,50	4500	1760	67899	26569	25,0	0,0
121	11,80	4617	1877	69670	28341	25,0	0,0
124	12,10	4732	1995	71442	30112	25,0	0,0
127	12,40	4852	2112	73213	31883	25,0	0,0
130	12,70	4967	2229	74984	33654	25,0	0,0
133	13,00	5086	2347	76756	35426	25,0	0,0
136	13,30	5202	2464	78527	37197	25,0	0,0
139	13,60	5319	2581	80298	38968	25,0	0,0
142	13,90	5439	2699	82069	40740	25,0	0,0
145	14,20	5554	2816	83841	42511	25,0	0,0
148	14,50	5671	2933	85612	44282	25,0	0,0
151	14,80	5791	3051	87383	46053	25,0	0,0
154	15,10	5906	3168	89155	47825	25,0	0,0
157	15,40	6023	3285	90926	49596	25,0	0,0
160	15,70	6140	3403	92697	51367	25,0	0,0
163	16,00	6258	3520	94468	53138	25,0	0,0

**Fase nr. 2 (Altezza di scavo 7,00 [m])**

Nr.	Y(m)	$\sigma_{am}$	$\sigma_{av}$	$\sigma_{pm}$	$\sigma_{pv}$	$\delta_a$	$\delta_p$
1	0,00	0	0	0	0	20,0	0,0
4	0,30	143	0	1440	0	20,0	0,0
7	0,60	285	0	2880	0	20,0	0,0
10	0,90	428	0	4320	0	20,0	0,0
13	1,20	571	0	5760	0	20,0	0,0
16	1,50	714	0	7200	0	20,0	0,0
19	1,80	856	0	8640	0	20,0	0,0
22	2,10	999	0	10080	0	20,0	0,0
25	2,40	1142	0	11520	0	20,0	0,0
28	2,70	1284	0	12960	0	20,0	0,0
31	3,00	1427	0	14400	0	20,0	0,0
34	3,30	1570	0	15840	0	20,0	0,0
37	3,60	1713	0	17280	0	20,0	0,0
40	3,90	1855	0	18720	0	20,0	0,0
43	4,20	1998	0	20160	0	20,0	0,0
46	4,50	2141	0	21600	0	20,0	0,0
49	4,80	2283	0	23040	0	20,0	0,0
52	5,10	2426	0	24480	0	20,0	0,0
55	5,40	2569	0	25920	0	20,0	0,0
58	5,70	2712	0	27360	0	20,0	0,0
61	6,00	2854	0	28800	0	20,0	0,0
64	6,30	2997	0	30240	0	20,0	0,0
67	6,60	3140	0	31680	0	20,0	0,0
70	6,90	3280	0	33096	0	20,0	0,0
73	7,02	2574	14	41537	207	25,0	0,0
76	7,30	2858	117	43101	1771	25,0	0,0
79	7,60	2973	235	44872	3543	25,0	0,0
82	7,90	3093	352	46644	5314	25,0	0,0
85	8,20	3208	469	48415	7085	25,0	0,0
88	8,50	3326	587	50186	8856	25,0	0,0
91	8,80	3443	704	51958	10628	25,0	0,0
94	9,10	3560	821	53729	12399	25,0	0,0
97	9,40	3678	939	55500	14170	25,0	0,0
100	9,70	3795	1056	57271	15942	25,0	0,0



103	10,00	3913	1173	59043	17713	25,0	0,0
106	10,30	4030	1291	60814	19484	25,0	0,0
109	10,60	4148	1408	62585	21255	25,0	0,0
112	10,90	4265	1525	64357	23027	25,0	0,0
115	11,20	4380	1643	66128	24798	25,0	0,0
118	11,50	4500	1760	67899	26569	25,0	0,0
121	11,80	4617	1877	69670	28341	25,0	0,0
124	12,10	4732	1995	71442	30112	25,0	0,0
127	12,40	4852	2112	73213	31883	25,0	0,0
130	12,70	4967	2229	74984	33654	25,0	0,0
133	13,00	5086	2347	76756	35426	25,0	0,0
136	13,30	5202	2464	78527	37197	25,0	0,0
139	13,60	5319	2581	80298	38968	25,0	0,0
142	13,90	5439	2699	82069	40740	25,0	0,0
145	14,20	5554	2816	83841	42511	25,0	0,0
148	14,50	5671	2933	85612	44282	25,0	0,0
151	14,80	5791	3051	87383	46053	25,0	0,0
154	15,10	5906	3168	89155	47825	25,0	0,0
157	15,40	6023	3285	90926	49596	25,0	0,0
160	15,70	6140	3403	92697	51367	25,0	0,0
163	16,00	6258	3520	94468	53138	25,0	0,0

**Fase nr. 3 (Altezza di scavo 7,00 [m])**

Nr.	Y(m)	$\sigma_{am}$	$\sigma_{av}$	$\sigma_{pm}$	$\sigma_{pv}$	$\delta_a$	$\delta_p$
1	0,00	589	0	5940	0	20,0	0,0
4	0,30	749	0	7440	0	20,0	0,0
7	0,60	904	0	8880	0	20,0	0,0
10	0,90	1058	0	10320	0	20,0	0,0
13	1,20	1213	0	11760	0	20,0	0,0
16	1,50	1367	0	13200	0	20,0	0,0
19	1,80	1522	0	14640	0	20,0	0,0
22	2,10	1676	0	16080	0	20,0	0,0
25	2,40	1831	0	17520	0	20,0	0,0
28	2,70	1986	0	18960	0	20,0	0,0
31	3,00	2140	0	20400	0	20,0	0,0
34	3,30	2295	0	21840	0	20,0	0,0
37	3,60	2449	0	23280	0	20,0	0,0
40	3,90	2604	0	24720	0	20,0	0,0
43	4,20	2758	0	26160	0	20,0	0,0
46	4,50	2913	0	27600	0	20,0	0,0
49	4,80	3067	0	26129	0	20,0	0,0
52	5,10	3222	0	25813	0	20,0	0,0
55	5,40	3376	0	27134	0	20,0	0,0
58	5,70	3531	0	28467	0	20,0	0,0
61	6,00	3686	0	29811	0	20,0	0,0
64	6,30	3840	0	31165	0	20,0	0,0
67	6,60	3995	0	32527	0	20,0	0,0
70	6,90	4147	0	33874	0	20,0	0,0
73	7,02	3272	14	43395	207	25,0	0,0
76	7,30	3636	117	44811	1771	25,0	0,0
79	7,60	3765	235	46446	3543	25,0	0,0
82	7,90	3583	352	48107	5314	25,0	0,0
85	8,20	3697	469	49788	7085	25,0	0,0
88	8,50	3815	587	51484	8856	25,0	0,0

91	8,80	3932	704	53192	10628	25,0	0,0
94	9,10	4047	821	54910	12399	25,0	0,0
97	9,40	4167	939	56635	14170	25,0	0,0
100	9,70	4285	1056	58367	15942	25,0	0,0
103	10,00	4402	1173	60103	17713	25,0	0,0
106	10,30	4520	1291	61844	19484	25,0	0,0
109	10,60	4634	1408	63589	21255	25,0	0,0
112	10,90	4751	1525	65337	23027	25,0	0,0
115	11,20	4872	1643	67088	24798	25,0	0,0
118	11,50	4989	1760	68841	26569	25,0	0,0
121	11,80	5104	1877	70287	28341	25,0	0,0
124	12,10	5224	1995	71691	30112	25,0	0,0
127	12,40	5338	2112	73444	31883	25,0	0,0
130	12,70	5459	2229	75199	33654	25,0	0,0
133	13,00	5573	2347	76956	35426	25,0	0,0
136	13,30	5693	2464	78714	37197	25,0	0,0
139	13,60	5808	2581	80473	38968	25,0	0,0
142	13,90	5925	2699	82233	40740	25,0	0,0
145	14,20	6042	2816	83994	42511	25,0	0,0
148	14,50	6160	2933	85756	44282	25,0	0,0
151	14,80	6277	3051	87519	46053	25,0	0,0
154	15,10	6395	3168	89282	47825	25,0	0,0
157	15,40	6512	3285	91046	49596	25,0	0,0
160	15,70	6619	3403	92810	51367	25,0	0,0
163	16,00	6646	3520	94575	53138	25,0	0,0

**Fase nr. 4 (Altezza di scavo 7,00 [m])**

Nr.	Y(m)	$\sigma_{am}$	$\sigma_{av}$	$\sigma_{pm}$	$\sigma_{pv}$	$\delta_a$	$\delta_p$
1	0,00	0	0	0	0	20,0	0,0
4	0,30	186	0	1872	0	20,0	0,0
7	0,60	371	0	3744	0	20,0	0,0
10	0,90	557	0	5616	0	20,0	0,0
13	1,20	742	0	7488	0	20,0	0,0
16	1,50	928	0	9360	0	20,0	0,0
19	1,80	1113	0	11232	0	20,0	0,0
22	2,10	1299	0	13104	0	20,0	0,0
25	2,40	1484	0	14976	0	20,0	0,0
28	2,70	1670	0	16848	0	20,0	0,0
31	3,00	1855	0	18720	0	20,0	0,0
34	3,30	2041	0	20592	0	20,0	0,0
37	3,60	2226	0	22464	0	20,0	0,0
40	3,90	2412	0	24336	0	20,0	0,0
43	4,20	2597	0	26208	0	20,0	0,0
46	4,50	2783	0	28080	0	20,0	0,0
49	4,80	2968	0	29952	0	20,0	0,0
52	5,10	3154	0	31824	0	20,0	0,0
55	5,40	3339	0	33696	0	20,0	0,0
58	5,70	3525	0	35568	0	20,0	0,0
61	6,00	3710	0	37440	0	20,0	0,0
64	6,30	3896	0	39312	0	20,0	0,0
67	6,60	4082	0	41184	0	20,0	0,0
70	6,90	4264	0	43025	0	20,0	0,0
73	7,02	3346	18	53998	269	25,0	0,0
76	7,30	3715	153	56032	2303	25,0	0,0

79	7,60	3865	305	58334	4605	25,0	0,0
82	7,90	4021	458	60637	6908	25,0	0,0
85	8,20	4170	610	62940	9211	25,0	0,0
88	8,50	4323	763	65242	11513	25,0	0,0
91	8,80	4476	915	67545	13816	25,0	0,0
94	9,10	4629	1068	69848	16119	25,0	0,0
97	9,40	4781	1220	72150	18421	25,0	0,0
100	9,70	4934	1373	74453	20724	25,0	0,0
103	10,00	5087	1525	76756	23027	25,0	0,0
106	10,30	5239	1678	79058	25329	25,0	0,0
109	10,60	5392	1830	81361	27632	25,0	0,0
112	10,90	5544	1983	83664	29935	25,0	0,0
115	11,20	5694	2136	85966	32237	25,0	0,0
118	11,50	5850	2288	88269	34540	25,0	0,0
121	11,80	6002	2441	90572	36843	25,0	0,0
124	12,10	6152	2593	92874	39145	25,0	0,0
127	12,40	6307	2746	95177	41448	25,0	0,0
130	12,70	6457	2898	97480	43751	25,0	0,0
133	13,00	6612	3051	99782	46053	25,0	0,0
136	13,30	6762	3203	102085	48356	25,0	0,0
139	13,60	6915	3356	104388	50659	25,0	0,0
142	13,90	7070	3508	106690	52961	25,0	0,0
145	14,20	7220	3661	108993	55264	25,0	0,0
148	14,50	7372	3813	111296	57567	25,0	0,0
151	14,80	7528	3966	113598	59869	25,0	0,0
154	15,10	7677	4119	115901	62172	25,0	0,0
157	15,40	7830	4271	118204	64475	25,0	0,0
160	15,70	7983	4424	120506	66777	25,0	0,0
163	16,00	8135	4576	122809	69080	25,0	0,0

**Fase nr. 5 (Altezza di scavo 7,00 [m])**

Nr.	Y(m)	$\sigma_{am}$	$\sigma_{av}$	$\sigma_{pm}$	$\sigma_{pv}$	$\delta_a$	$\delta_p$
1	0,00	0	0	0	0	20,0	0,0
4	0,30	186	0	1872	0	20,0	0,0
7	0,60	371	0	3744	0	20,0	0,0
10	0,90	557	0	5616	0	20,0	0,0
13	1,20	742	0	7488	0	20,0	0,0
16	1,50	928	0	9360	0	20,0	0,0
19	1,80	1113	0	11232	0	20,0	0,0
22	2,10	1299	0	13104	0	20,0	0,0
25	2,40	1484	0	14976	0	20,0	0,0
28	2,70	1670	0	16848	0	20,0	0,0
31	3,00	1855	0	18720	0	20,0	0,0
34	3,30	2041	0	20592	0	20,0	0,0
37	3,60	2226	0	22464	0	20,0	0,0
40	3,90	2412	0	24336	0	20,0	0,0
43	4,20	2597	0	26208	0	20,0	0,0
46	4,50	2783	0	28080	0	20,0	0,0
49	4,80	2968	0	29952	0	20,0	0,0
52	5,10	3154	0	31824	0	20,0	0,0
55	5,40	3339	0	33696	0	20,0	0,0
58	5,70	3525	0	35568	0	20,0	0,0
61	6,00	3710	0	37440	0	20,0	0,0
64	6,30	3896	0	39312	0	20,0	0,0

ADEGUAMENTO STATICO E FUNZIONALE DEL COLLETTORE ARENA S. ANTONIO  
TRATTO DI VIA BEN HUR - PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONE DI CALCOLO GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

67	6,60	4082	0	41184	0	20,0	0,0
70	6,90	4264	0	43025	0	20,0	0,0
73	7,02	3346	18	53998	269	25,0	0,0
76	7,30	3715	153	56032	2303	25,0	0,0
79	7,60	3865	305	58334	4605	25,0	0,0
82	7,90	4021	458	60637	6908	25,0	0,0
85	8,20	4170	610	62940	9211	25,0	0,0
88	8,50	4323	763	65242	11513	25,0	0,0
91	8,80	4476	915	67545	13816	25,0	0,0
94	9,10	4629	1068	69848	16119	25,0	0,0
97	9,40	4781	1220	72150	18421	25,0	0,0
100	9,70	4934	1373	74453	20724	25,0	0,0
103	10,00	5087	1525	76756	23027	25,0	0,0
106	10,30	5239	1678	79058	25329	25,0	0,0
109	10,60	5392	1830	81361	27632	25,0	0,0
112	10,90	5544	1983	83664	29935	25,0	0,0
115	11,20	5694	2136	85966	32237	25,0	0,0
118	11,50	5850	2288	88269	34540	25,0	0,0
121	11,80	6002	2441	90572	36843	25,0	0,0
124	12,10	6152	2593	92874	39145	25,0	0,0
127	12,40	6307	2746	95177	41448	25,0	0,0
130	12,70	6457	2898	97480	43751	25,0	0,0
133	13,00	6612	3051	99782	46053	25,0	0,0
136	13,30	6762	3203	102085	48356	25,0	0,0
139	13,60	6915	3356	104388	50659	25,0	0,0
142	13,90	7070	3508	106690	52961	25,0	0,0
145	14,20	7220	3661	108993	55264	25,0	0,0
148	14,50	7372	3813	111296	57567	25,0	0,0
151	14,80	7528	3966	113598	59869	25,0	0,0
154	15,10	7677	4119	115901	62172	25,0	0,0
157	15,40	7830	4271	118204	64475	25,0	0,0
160	15,70	7983	4424	120506	66777	25,0	0,0
163	16,00	8135	4576	122809	69080	25,0	0,0

**Fase nr. 6 (Altezza di scavo 7.00 [m])**

Nr.	Y(m)	$\sigma_{am}$	$\sigma_{av}$	$\sigma_{pm}$	$\sigma_{pv}$	$\delta_a$	$\delta_p$
1	0,00	589	0	5940	0	20,0	0,0
4	0,30	827	0	7872	0	20,0	0,0
7	0,60	1059	0	9744	0	20,0	0,0
10	0,90	1291	0	11616	0	20,0	0,0
13	1,20	1523	0	13488	0	20,0	0,0
16	1,50	1755	0	15360	0	20,0	0,0
19	1,80	1987	0	17232	0	20,0	0,0
22	2,10	2219	0	19104	0	20,0	0,0
25	2,40	2451	0	20976	0	20,0	0,0
28	2,70	2683	0	22848	0	20,0	0,0
31	3,00	2915	0	24720	0	20,0	0,0
34	3,30	3147	0	26592	0	20,0	0,0
37	3,60	3379	0	28464	0	20,0	0,0
40	3,90	3611	0	30336	0	20,0	0,0
43	4,20	3843	0	32208	0	20,0	0,0
46	4,50	4075	0	34080	0	20,0	0,0
49	4,80	4307	0	35952	0	20,0	0,0
52	5,10	4540	0	33043	0	20,0	0,0

ADEGUAMENTO STATICO E FUNZIONALE DEL COLLETTORE ARENA S. ANTONIO  
 TRATTO DI VIA BEN HUR - PROGETTO DEFINITIVO  
 RELAZIONE DI CALCOLO GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

55	5,40	4772	0	34796	0	20,0	0,0
58	5,70	5004	0	36562	0	20,0	0,0
61	6,00	5236	0	38341	0	20,0	0,0
64	6,30	5468	0	40129	0	20,0	0,0
67	6,60	5700	0	41927	0	20,0	0,0
70	6,90	5929	0	43703	0	20,0	0,0
73	7,02	4855	18	55703	269	25,0	0,0
76	7,30	5337	153	57602	2303	25,0	0,0
79	7,60	5533	305	59783	4605	25,0	0,0
82	7,90	4507	458	61988	6908	25,0	0,0
85	8,20	4664	610	64211	9211	25,0	0,0
88	8,50	4813	763	66448	11513	25,0	0,0
91	8,80	4962	915	68695	13816	25,0	0,0
94	9,10	5118	1068	70951	16119	25,0	0,0
97	9,40	5271	1220	73214	18421	25,0	0,0
100	9,70	5423	1373	75483	20724	25,0	0,0
103	10,00	5576	1525	77756	23027	25,0	0,0
106	10,30	5729	1678	80033	25329	25,0	0,0
109	10,60	5881	1830	82314	27632	25,0	0,0
112	10,90	6030	1983	84597	29935	25,0	0,0
115	11,20	6183	2136	86882	32237	25,0	0,0
118	11,50	6339	2288	89170	34540	25,0	0,0
121	11,80	6488	2441	91436	36843	25,0	0,0
124	12,10	6641	2593	93076	39145	25,0	0,0
127	12,40	6793	2746	95364	41448	25,0	0,0
130	12,70	6946	2898	97653	43751	25,0	0,0
133	13,00	7098	3051	99944	46053	25,0	0,0
136	13,30	7251	3203	102235	48356	25,0	0,0
139	13,60	7403	3356	104528	50659	25,0	0,0
142	13,90	7560	3508	106821	52961	25,0	0,0
145	14,20	7709	3661	109116	55264	25,0	0,0
148	14,50	7861	3813	111411	57567	25,0	0,0
151	14,80	8017	3966	113706	59869	25,0	0,0
154	15,10	8166	4119	116002	62172	25,0	0,0
157	15,40	8319	4271	118299	64475	25,0	0,0
160	15,70	8460	4424	120596	66777	25,0	0,0
163	16,00	8497	4576	122894	69080	25,0	0,0

## Analisi della paratia

### L'analisi è stata eseguita per fasi di scavo

La paratia è analizzata con il metodo degli elementi finiti.

Essa è discretizzata in 140 elementi fuori terra e 180 elementi al di sotto della linea di fondo scavo.

Le molle che simulano il terreno hanno un comportamento elastoplastico: una volta raggiunta la pressione passiva non reagiscono ad ulteriori incremento di carico.

Altezza fuori terra della paratia	7,00	[m]
Profondità di infissione	9,00	[m]
Altezza totale della paratia	16,00	[m]

## Forze agenti sulla paratia

### Simbologia adottata e sistema di riferimento

Tutte le forze sono espresse in [kg] e si intendono positive se dirette da monte verso valle. Esse sono riferite ad un metro di larghezza della paratia

$Y_a$  rappresenta il punto di applicazione, rispetto alla testa della paratia, espresso in [m]

### Fase nr. 1 (Altezza di scavo 7,00 [m])

	Valore	$Y_a$
Spinta agente sulla paratia	11482,48	4,78
Risultante carichi esterni applicati	0,00	0,00
Resistenza passiva agente sulla paratia	-22869,81	9,47
Controspinta agente sulla paratia	11387,59	14,20
Risultante delle reazioni vincolari sulla paratia	0,00	0,00
Spostamento massimo della paratia	3,91	0,00
Punto di nullo del diagramma	7,45	[m]
Punto di inversione del diagramma	9,55	[m]
Centro di rotazione	11,67	[m]
Percentuale molle plasticizzate	28,73	[%]
Portanza di punta	314915,88	[kg]

### Fase nr. 2 (Altezza di scavo 7,00 [m])

	Valore	$Y_a$
Spinta agente sulla paratia	11482,51	4,78
Risultante carichi esterni applicati	0,00	0,00
Resistenza passiva agente sulla paratia	-22869,91	9,47
Controspinta agente sulla paratia	11387,54	14,20
Risultante delle reazioni vincolari sulla paratia	-0,68	4,30
Spostamento massimo della paratia	3,91	0,00
Punto di nullo del diagramma	7,45	[m]
Punto di inversione del diagramma	9,55	[m]
Centro di rotazione	11,67	[m]
Percentuale molle plasticizzate	28,18	[%]
Portanza di punta	314915,88	[kg]

### Fase nr. 3 (Altezza di scavo 7,00 [m])

	Valore	Y <sub>a</sub>
Spinta agente sulla paratia	15557,47	4,52
Incremento sismico della spinta	1139,29	4,67
Risultante carichi esterni applicati	0,00	0,00
Resistenza passiva agente sulla paratia	-22073,06	9,52
Controspinta agente sulla paratia	11308,99	14,21
Risultante delle reazioni vincolari sulla paratia	-5933,09	4,42
Spostamento massimo della paratia	3,93	0,00
Punto di nullo del diagramma	7,58	[m]
Punto di inversione del diagramma	9,60	[m]
Centro di rotazione	11,69	[m]
Percentuale molle plasticizzate	28,73	[%]
Portanza di punta	314915,88	[kg]

### Fase nr. 4 (Altezza di scavo 7,00 [m])

	Valore	Y <sub>a</sub>
Spinta agente sulla paratia	14927,23	4,78
Risultante carichi esterni applicati	0,00	0,00
Resistenza passiva agente sulla paratia	-29730,77	9,47
Controspinta agente sulla paratia	14803,87	14,20
Risultante delle reazioni vincolari sulla paratia	0,00	0,00
Spostamento massimo della paratia	5,08	0,00
Punto di nullo del diagramma	7,45	[m]
Punto di inversione del diagramma	9,55	[m]
Centro di rotazione	11,67	[m]
Percentuale molle plasticizzate	28,73	[%]
Portanza di punta	314915,88	[kg]

### Fase nr. 5 (Altezza di scavo 7,00 [m])

	Valore	Y <sub>a</sub>
Spinta agente sulla paratia	14927,27	4,78
Risultante carichi esterni applicati	0,00	0,00
Resistenza passiva agente sulla paratia	-29730,90	9,47
Controspinta agente sulla paratia	14803,81	14,20
Risultante delle reazioni vincolari sulla paratia	-0,86	4,25
Spostamento massimo della paratia	5,08	0,00
Punto di nullo del diagramma	7,45	[m]
Punto di inversione del diagramma	9,55	[m]
Centro di rotazione	11,67	[m]
Percentuale molle plasticizzate	28,18	[%]
Portanza di punta	314915,88	[kg]

**Fase nr. 6 (Altezza di scavo 7,00 [m])**

	<b>Valore</b>	<b>Y<sub>a</sub></b>
Spinta agente sulla paratia	18739,68	4,63
Incremento sismico della spinta	4479,10	4,67
Risultante carichi esterni applicati	0,00	0,00
Resistenza passiva agente sulla paratia	-28827,90	9,51
Controspinta agente sulla paratia	14747,02	14,20
Risultante delle reazioni vincolari sulla paratia	-9138,48	4,70
Spostamento massimo della paratia	5,10	0,00
Punto di nullo del diagramma	7,62	[m]
Punto di inversione del diagramma	9,60	[m]
Centro di rotazione	11,68	[m]
Percentuale molle plasticizzate	28,73	[%]
Portanza di punta	314915,88	[kg]



## Reazioni vincolari

### Simbologia adottata

Y	posizione del vincolo rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
$R_x$ /ml	reazione in direzione orizzontale a metro lineare, positiva verso valle, espressa in [kg]
$R_\theta$ /ml	reazione momento a metro lineare, positiva antioraria, espressa in [kgm]
u	spostamento orizzontale, positivo verso valle, espresso in [cm]

### Reazioni vincolari - Fase nr. 1 (Altezza di scavo 7,00 [m])

Nella fase nr. 1 non sono presenti vincoli

N°	Y	$R_x$	$R_\theta$	u
1	3,00	non presente nella fase 1		
2	7,00	non presente nella fase 1		

### Reazioni vincolari - Fase nr. 2 (Altezza di scavo 7,00 [m])

Il numero di vincoli presenti nella fase sono 2

N°	Y	$R_x$	$R_\theta$	u
1	3,00	-0,46	--	2,63
2	7,00	-0,22	--	1,01

### Reazioni vincolari - Fase nr. 3 (Altezza di scavo 7,00 [m])

Il numero di vincoli presenti nella fase sono 2

N°	Y	$R_x$	$R_\theta$	u
1	3,00	-3831,89	--	2,63
2	7,00	-2101,21	--	1,01

### Reazioni vincolari - Fase nr. 4 (Altezza di scavo 7,00 [m])

Nella fase nr. 4 non sono presenti vincoli

N°	Y	$R_x$	$R_\theta$	u
1	3,00	non presente nella fase 4		
2	7,00	non presente nella fase 4		

### Reazioni vincolari - Fase nr. 5 (Altezza di scavo 7,00 [m])

Il numero di vincoli presenti nella fase sono 2

N°	Y	$R_x$	$R_\theta$	u
1	3,00	-0,59	--	3,41
2	7,00	-0,27	--	1,31

### Reazioni vincolari - Fase nr. 6 (Altezza di scavo 7,00 [m])

Il numero di vincoli presenti nella fase sono 2

N°	Y	R <sub>x</sub>	R <sub>θ</sub>	u
1	3,00	-5255,76	--	3,41
2	7,00	-3882,72	--	1,31

### Pressioni orizzontali agenti sulla paratia

#### *Simbologia adottata*

N°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione espressa in [m]
P	pressione sulla paratia espressa in [kg/mq] positiva da monte verso valle

### Pressioni terreno - Fase nr. 1 (Altezza di scavo 7,00 [m])

N°	Y	P
1	0,00	0,00
4	0,15	67,05
7	0,30	134,10
10	0,45	201,16
13	0,60	268,21
16	0,75	335,26
19	0,90	402,31
22	1,05	469,36
25	1,20	536,42
28	1,35	603,47
31	1,50	670,52
34	1,65	737,57
37	1,80	804,62
40	1,95	871,68
43	2,10	938,73
46	2,25	1005,78
49	2,40	1072,83
52	2,55	1139,89
55	2,70	1206,94
58	2,85	1273,99
61	3,00	1341,04
64	3,15	1408,09
67	3,30	1475,15
70	3,45	1542,20
73	3,60	1609,25
76	3,75	1676,30
79	3,90	1743,35
82	4,05	1810,41
85	4,20	1877,46
88	4,35	1944,51
91	4,50	2011,56
94	4,65	2078,61
97	4,80	2145,67
100	4,95	2212,72
103	5,10	2279,77
106	5,25	2346,82

109	5,40	2413,87
112	5,55	2480,93
115	5,70	2547,98
118	5,85	2615,03
121	6,00	2682,08
124	6,15	2749,13
127	6,30	2816,19
130	6,45	2883,24
133	6,60	2950,29
136	6,75	3017,34
139	6,90	3082,16
142	7,00	2578,41
145	7,15	1635,40
148	7,30	818,69
10	7,45	-13,68
13	7,60	-848,07
16	7,75	-1679,44
19	7,90	-2510,83
22	8,05	-3345,22
25	8,20	-4177,63
28	8,35	-5010,03
31	8,50	-5842,43
34	8,65	-6674,85
37	8,80	-7507,26
40	8,95	-8339,68
43	9,10	-9172,11
46	9,25	-10004,54
49	9,40	-10836,96
52	9,55	-11670,40
55	9,70	-10787,21
58	9,85	-9571,87
61	10,00	-8427,84
64	10,15	-7354,04
67	10,30	-6349,05
70	10,45	-5411,20
73	10,60	-4538,61
76	10,75	-3729,20
79	10,90	-2980,72
82	11,05	-2290,81
85	11,20	-1656,98
88	11,35	-1076,67
91	11,50	-547,26
94	11,65	-66,09
97	11,80	369,51
100	11,95	762,22
103	12,10	1114,72
106	12,25	1429,64
109	12,40	1709,59
112	12,55	1957,11
115	12,70	2174,70
118	12,85	2364,78
121	13,00	2529,69
124	13,15	2671,70
127	13,30	2792,98
130	13,45	2895,61

133	13,60	2981,57
136	13,75	3052,73
139	13,90	3110,86
142	14,05	3157,64
145	14,20	3194,62
148	14,35	3223,23
151	14,50	3244,82
154	14,65	3260,58
157	14,80	3271,64
160	14,95	3278,97
163	15,10	3283,44
166	15,25	3285,81
169	15,40	3286,72
172	15,55	3286,69
175	15,70	3286,13
178	15,85	3285,32
181	16,00	3284,45

**Pressioni terreno - Fase nr. 2 (Altezza di scavo 7,00 [m])**

N°	Y	P
1	0,00	0,00
4	0,15	67,05
7	0,30	134,10
10	0,45	201,16
13	0,60	268,21
16	0,75	335,26
19	0,90	402,31
22	1,05	469,36
25	1,20	536,42
28	1,35	603,47
31	1,50	670,52
34	1,65	737,57
37	1,80	804,62
40	1,95	871,68
43	2,10	938,73
46	2,25	1005,78
49	2,40	1072,83
52	2,55	1139,89
55	2,70	1206,94
58	2,85	1273,99
61	3,00	1341,04
64	3,15	1408,10
67	3,30	1475,15
70	3,45	1542,20
73	3,60	1609,26
76	3,75	1676,31
79	3,90	1743,36
82	4,05	1810,42
85	4,20	1877,47
88	4,35	1944,52
91	4,50	2011,57
94	4,65	2078,62
97	4,80	2145,68
100	4,95	2212,73

103	5,10	2279,78
106	5,25	2346,83
109	5,40	2413,88
112	5,55	2480,94
115	5,70	2547,99
118	5,85	2615,04
121	6,00	2682,09
124	6,15	2749,14
127	6,30	2816,19
130	6,45	2883,24
133	6,60	2950,29
136	6,75	3017,35
139	6,90	3082,16
142	7,00	2578,41
145	7,15	1635,40
148	7,30	818,69
10	7,45	-13,68
13	7,60	-848,07
16	7,75	-1679,44
19	7,90	-2510,83
22	8,05	-3345,22
25	8,20	-4177,63
28	8,35	-5010,03
31	8,50	-5842,43
34	8,65	-6674,85
37	8,80	-7507,26
40	8,95	-8339,68
43	9,10	-9172,11
46	9,25	-10004,54
49	9,40	-10836,96
52	9,55	-11670,40
55	9,70	-10787,26
58	9,85	-9571,92
61	10,00	-8427,90
64	10,15	-7354,09
67	10,30	-6349,10
70	10,45	-5411,25
73	10,60	-4538,66
76	10,75	-3729,25
79	10,90	-2980,77
82	11,05	-2290,86
85	11,20	-1657,02
88	11,35	-1076,71
91	11,50	-547,30
94	11,65	-66,13
97	11,80	369,47
100	11,95	762,19
103	12,10	1114,69
106	12,25	1429,61
109	12,40	1709,56
112	12,55	1957,09
115	12,70	2174,68
118	12,85	2364,76
121	13,00	2529,67
124	13,15	2671,69

127	13,30	2792,97
130	13,45	2895,60
133	13,60	2981,55
136	13,75	3052,72
139	13,90	3110,86
142	14,05	3157,64
145	14,20	3194,61
148	14,35	3223,23
151	14,50	3244,81
154	14,65	3260,58
157	14,80	3271,64
160	14,95	3278,97
163	15,10	3283,45
166	15,25	3285,82
169	15,40	3286,73
172	15,55	3286,70
175	15,70	3286,14
178	15,85	3285,33
181	16,00	3284,46

**Pressioni terreno - Fase nr. 3 (Altezza di scavo 7,00 [m])**

N°	Y	P
1	0,00	0,00
4	0,10	604,38
7	0,25	679,79
10	0,40	752,40
13	0,55	825,01
16	0,70	897,63
19	0,85	970,24
22	1,00	1042,85
25	1,15	1115,46
28	1,30	1188,08
31	1,45	1260,69
34	1,60	1333,30
37	1,75	1405,91
40	1,90	1478,53
43	2,05	1551,14
46	2,20	1623,75
49	2,35	1696,36
52	2,50	1768,98
55	2,65	1841,59
58	2,80	1914,20
61	2,95	1986,81
64	3,10	2062,31
67	3,25	2138,53
70	3,40	2213,95
73	3,55	2288,68
76	3,70	2362,81
79	3,85	2436,41
82	4,00	2509,58
85	4,15	2582,37
88	4,30	2654,86
91	4,45	2727,10
94	4,60	2799,16

97	4,75	2871,07
100	4,90	2942,89
103	5,05	3014,64
106	5,20	3086,37
109	5,35	3158,08
112	5,50	3229,81
115	5,65	3301,57
118	5,80	3373,35
121	5,95	3445,16
124	6,10	3517,00
127	6,25	3588,85
130	6,40	3660,69
133	6,55	3732,50
136	6,70	3804,23
139	6,85	3874,75
142	7,00	3390,09
145	7,10	2596,04
148	7,25	1799,53
151	7,40	969,80
13	7,60	-130,12
16	7,75	-1236,96
19	7,90	-2066,60
22	8,05	-2901,72
25	8,20	-3734,11
28	8,35	-4566,51
31	8,50	-5398,91
34	8,65	-6231,31
37	8,80	-7063,72
40	8,95	-7896,14
43	9,10	-8731,29
46	9,25	-9560,97
49	9,40	-10393,40
52	9,55	-11227,18
55	9,70	-10874,45
58	9,85	-9659,12
61	10,00	-8514,64
64	10,15	-7439,94
67	10,30	-6433,68
70	10,45	-5494,23
73	10,60	-4619,74
76	10,75	-3808,18
79	10,90	-3057,33
82	11,05	-2364,86
85	11,20	-1728,30
88	11,35	-1145,14
91	11,50	-612,78
94	11,65	-128,58
97	11,80	310,12
100	11,95	705,99
103	12,10	1061,66
106	12,25	1379,77
109	12,40	1662,92
112	12,55	1913,63
115	12,70	2134,40
118	12,85	2327,63

121	13,00	2495,67
124	13,15	2640,78
127	13,30	2765,12
130	13,45	2870,78
133	13,60	2959,73
136	13,75	3033,84
139	13,90	3094,90
142	14,05	3144,56
145	14,20	3184,39
148	14,35	3215,83
151	14,50	3240,20
154	14,65	3258,75
157	14,80	3272,55
160	14,95	3282,61
163	15,10	3289,81
166	15,25	3294,89
169	15,40	3298,50
172	15,55	3301,16
175	15,70	3303,29
178	15,85	3305,17
181	16,00	3306,99

**Pressioni terreno - Fase nr. 4 (Altezza di scavo 7,00 [m])**

N°	Y	P
1	0,00	0,00
4	0,15	87,17
7	0,30	174,34
10	0,45	261,50
13	0,60	348,67
16	0,75	435,84
19	0,90	523,01
22	1,05	610,17
25	1,20	697,34
28	1,35	784,51
31	1,50	871,68
34	1,65	958,84
37	1,80	1046,01
40	1,95	1133,18
43	2,10	1220,35
46	2,25	1307,52
49	2,40	1394,68
52	2,55	1481,85
55	2,70	1569,02
58	2,85	1656,19
61	3,00	1743,35
64	3,15	1830,52
67	3,30	1917,69
70	3,45	2004,86
73	3,60	2092,02
76	3,75	2179,19
79	3,90	2266,36
82	4,05	2353,53
85	4,20	2440,70
88	4,35	2527,86



91	4,50	2615,03
94	4,65	2702,20
97	4,80	2789,37
100	4,95	2876,53
103	5,10	2963,70
106	5,25	3050,87
109	5,40	3138,04
112	5,55	3225,20
115	5,70	3312,37
118	5,85	3399,54
121	6,00	3486,71
124	6,15	3573,88
127	6,30	3661,04
130	6,45	3748,21
133	6,60	3835,38
136	6,75	3922,55
139	6,90	4006,81
142	7,00	3351,93
145	7,15	2126,02
148	7,30	1064,29
10	7,45	-17,79
13	7,60	-1102,50
16	7,75	-2183,27
19	7,90	-3264,08
22	8,05	-4348,79
25	8,20	-5430,92
28	8,35	-6513,04
31	8,50	-7595,17
34	8,65	-8677,30
37	8,80	-9759,44
40	8,95	-10841,59
43	9,10	-11923,74
46	9,25	-13005,90
49	9,40	-14088,05
52	9,55	-15171,53
55	9,70	-14023,39
58	9,85	-12443,44
61	10,00	-10956,21
64	10,15	-9560,27
67	10,30	-8253,77
70	10,45	-7034,57
73	10,60	-5900,21
76	10,75	-4847,97
79	10,90	-3874,95
82	11,05	-2978,06
85	11,20	-2154,08
88	11,35	-1399,67
91	11,50	-711,44
94	11,65	-85,92
97	11,80	480,36
100	11,95	990,89
103	12,10	1449,14
106	12,25	1858,53
109	12,40	2222,47
112	12,55	2544,24

115	12,70	2827,11
118	12,85	3074,21
121	13,00	3288,60
124	13,15	3473,22
127	13,30	3630,88
130	13,45	3764,30
133	13,60	3876,04
136	13,75	3968,55
139	13,90	4044,13
142	14,05	4104,94
145	14,20	4153,01
148	14,35	4190,21
151	14,50	4218,26
154	14,65	4238,76
157	14,80	4253,14
160	14,95	4262,66
163	15,10	4268,48
166	15,25	4271,56
169	15,40	4272,75
172	15,55	4272,71
175	15,70	4271,97
178	15,85	4270,92
181	16,00	4269,79

**Pressioni terreno - Fase nr. 5 (Altezza di scavo 7,00 [m])**

N°	Y	P
1	0,00	0,00
4	0,15	87,17
7	0,30	174,34
10	0,45	261,50
13	0,60	348,67
16	0,75	435,84
19	0,90	523,01
22	1,05	610,17
25	1,20	697,34
28	1,35	784,51
31	1,50	871,68
34	1,65	958,84
37	1,80	1046,01
40	1,95	1133,18
43	2,10	1220,35
46	2,25	1307,52
49	2,40	1394,68
52	2,55	1481,85
55	2,70	1569,02
58	2,85	1656,19
61	3,00	1743,35
64	3,15	1830,52
67	3,30	1917,69
70	3,45	2004,86
73	3,60	2092,03
76	3,75	2179,20
79	3,90	2266,37
82	4,05	2353,54

85	4,20	2440,71
88	4,35	2527,88
91	4,50	2615,04
94	4,65	2702,21
97	4,80	2789,38
100	4,95	2876,55
103	5,10	2963,71
106	5,25	3050,88
109	5,40	3138,05
112	5,55	3225,22
115	5,70	3312,38
118	5,85	3399,55
121	6,00	3486,72
124	6,15	3573,88
127	6,30	3661,05
130	6,45	3748,22
133	6,60	3835,38
136	6,75	3922,55
139	6,90	4006,81
142	7,00	3351,93
145	7,15	2126,02
148	7,30	1064,29
10	7,45	-17,79
13	7,60	-1102,50
16	7,75	-2183,27
19	7,90	-3264,08
22	8,05	-4348,79
25	8,20	-5430,92
28	8,35	-6513,04
31	8,50	-7595,17
34	8,65	-8677,30
37	8,80	-9759,44
40	8,95	-10841,59
43	9,10	-11923,74
46	9,25	-13005,90
49	9,40	-14088,05
52	9,55	-15171,53
55	9,70	-14023,46
58	9,85	-12443,51
61	10,00	-10956,28
64	10,15	-9560,33
67	10,30	-8253,84
70	10,45	-7034,64
73	10,60	-5900,27
76	10,75	-4848,03
79	10,90	-3875,01
82	11,05	-2978,12
85	11,20	-2154,13
88	11,35	-1399,73
91	11,50	-711,49
94	11,65	-85,97
97	11,80	480,31
100	11,95	990,85
103	12,10	1449,10
106	12,25	1858,50

109	12,40	2222,43
112	12,55	2544,21
115	12,70	2827,08
118	12,85	3074,19
121	13,00	3288,58
124	13,15	3473,19
127	13,30	3630,86
130	13,45	3764,28
133	13,60	3876,02
136	13,75	3968,53
139	13,90	4044,11
142	14,05	4104,93
145	14,20	4153,00
148	14,35	4190,20
151	14,50	4218,26
154	14,65	4238,76
157	14,80	4253,14
160	14,95	4262,67
163	15,10	4268,49
166	15,25	4271,57
169	15,40	4272,76
172	15,55	4272,72
175	15,70	4271,99
178	15,85	4270,94
181	16,00	4269,80

**Pressioni terreno - Fase nr. 6 (Altezza di scavo 7,00 [m])**

N°	Y	P
1	0,00	0,00
4	0,10	628,66
7	0,25	740,48
10	0,40	849,51
13	0,55	958,54
16	0,70	1067,57
19	0,85	1176,60
22	1,00	1285,63
25	1,15	1394,65
28	1,30	1503,68
31	1,45	1612,71
34	1,60	1721,74
37	1,75	1830,77
40	1,90	1939,80
43	2,05	2048,83
46	2,20	2157,86
49	2,35	2266,88
52	2,50	2375,91
55	2,65	2484,94
58	2,80	2593,97
61	2,95	2703,00
64	3,10	2814,20
67	3,25	2925,64
70	3,40	3036,19
73	3,55	3146,01
76	3,70	3255,20

79	3,85	3363,91
82	4,00	3472,23
85	4,15	3580,28
88	4,30	3688,15
91	4,45	3795,92
94	4,60	3903,67
97	4,75	4011,47
100	4,90	4120,37
103	5,05	4229,40
106	5,20	4338,43
109	5,35	4447,46
112	5,50	4556,49
115	5,65	4665,52
118	5,80	4774,54
121	5,95	4883,57
124	6,10	4992,60
127	6,25	5101,63
130	6,40	5210,66
133	6,55	5319,69
136	6,70	5428,72
139	6,85	5536,29
142	7,00	4955,27
145	7,10	3909,80
148	7,25	2888,24
151	7,40	1827,24
154	7,55	762,94
16	7,75	-1739,43
19	7,90	-2823,18
22	8,05	-3905,29
25	8,20	-4984,07
28	8,35	-6069,52
31	8,50	-7151,64
34	8,65	-8233,77
37	8,80	-9319,24
40	8,95	-10398,04
43	9,10	-11480,19
46	9,25	-12562,34
49	9,40	-13644,49
52	9,55	-14728,31
55	9,70	-14076,63
58	9,85	-12497,20
61	10,00	-11010,15
64	10,15	-9614,06
67	10,30	-8307,15
70	10,45	-7087,28
73	10,60	-5952,03
76	10,75	-4898,71
79	10,90	-3924,43
82	11,05	-3026,14
85	11,20	-2200,62
88	11,35	-1444,57
91	11,50	-754,61
94	11,65	-127,28
97	11,80	440,87
100	11,95	953,32

103	12,10	1413,52
106	12,25	1824,90
109	12,40	2190,83
112	12,55	2514,62
115	12,70	2799,50
118	12,85	3048,61
121	13,00	3265,00
124	13,15	3451,61
127	13,30	3611,25
130	13,45	3746,63
133	13,60	3860,32
136	13,75	3954,75
139	13,90	4032,24
142	14,05	4094,94
145	14,20	4144,89
148	14,35	4183,94
151	14,50	4213,84
154	14,65	4236,17
157	14,80	4252,36
160	14,95	4263,70
163	15,10	4271,31
166	15,25	4276,19
169	15,40	4279,16
172	15,55	4280,90
175	15,70	4281,95
178	15,85	4282,69
181	16,00	4283,33

## Stabilità globale

### Metodo di Bishop

#### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa alla paratia (spigolo contro terra)

Le strisce sono numerate da monte verso valle

N° numero d'ordine della striscia

W peso della striscia espresso in [kg]

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

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

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

b larghezza della striscia espressa in [m]

L sviluppo della base della striscia espressa in [m] ( $L=b/\cos\alpha$ )

u pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

Ctn, Ctt contributo alla striscia normale e tangenziale del tirante espressa in [kg]

### Fase nr. 1 (Altezza di scavo 7,00 [m])

Numero di cerchi analizzati 100

Numero di strisce 50,00

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -3,20 Y[m]= 8,00

Raggio del cerchio R[m] = 18,28

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -13,67

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 13,25

Coefficiente di sicurezza C= 4,04

### Caratteristiche delle strisce

N°	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	L	$\phi$	c	u	(Ctn; Ctt)
1	151,22	-33,90	-84,33	-0,66	35	0,000	0,000	(0; 0)
2	460,41	-31,85	-242,99	-0,64	35	0,000	0,000	(0; 0)
3	746,23	-29,86	-371,51	-0,63	35	0,000	0,000	(0; 0)
4	1010,08	-27,90	-472,66	-0,62	35	0,000	0,000	(0; 0)
5	1253,18	-25,98	-548,94	-0,61	35	0,000	0,000	(0; 0)
6	1476,57	-24,09	-602,63	-0,60	35	0,000	0,000	(0; 0)
7	1681,15	-22,22	-635,84	-0,59	35	0,000	0,000	(0; 0)
8	1867,68	-20,38	-650,53	-0,58	35	0,000	0,000	(0; 0)
9	2036,83	-18,57	-648,53	-0,58	35	0,000	0,000	(0; 0)
10	2189,18	-16,77	-631,57	-0,57	35	0,000	0,000	(0; 0)
11	2325,22	-14,99	-601,27	-0,57	35	0,000	0,000	(0; 0)
12	2445,39	-13,22	-559,21	-0,56	35	0,000	0,000	(0; 0)
13	2550,05	-11,47	-506,88	-0,56	35	0,000	0,000	(0; 0)
14	2639,50	-9,72	-445,73	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
15	2714,02	-7,99	-377,14	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
16	2773,80	-6,26	-302,50	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
17	2819,02	-4,54	-223,12	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
18	2849,79	-2,82	-140,33	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)

19	2866,20	-1,11	-55,42	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
20	2868,30	0,61	30,32	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
21	2856,08	2,32	115,60	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
22	2829,53	4,04	199,15	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
23	2788,56	5,76	279,66	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
24	2733,06	7,48	355,83	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
25	2662,89	9,21	426,33	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
26	8434,87	10,93	1598,79	-0,54	35	0,000	0,000	(0; 0)
27	8341,20	12,62	1822,83	-0,54	35	0,000	0,000	(0; 0)
28	8233,51	14,33	2037,96	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
29	8111,49	16,05	2242,89	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
30	7974,79	17,79	2436,27	-0,56	35	0,000	0,000	(0; 0)
31	7823,00	19,54	2616,67	-0,56	35	0,000	0,000	(0; 0)
32	7655,64	21,31	2782,61	-0,57	35	0,000	0,000	(0; 0)
33	7472,15	23,11	2932,53	-0,58	35	0,000	0,000	(0; 0)
34	7271,91	24,93	3064,74	-0,58	35	0,000	0,000	(0; 0)
35	7054,19	26,77	3177,48	-0,59	35	0,000	0,000	(0; 0)
36	6818,14	28,65	3268,82	-0,60	35	0,000	0,000	(0; 0)
37	6562,81	30,56	3336,66	-0,62	35	0,000	0,000	(0; 0)
38	6287,04	32,51	3378,72	-0,63	35	0,000	0,000	(0; 0)
39	5989,51	34,50	3392,48	-0,64	33	0,000	0,000	(0; 0)
40	5668,67	36,54	3375,10	-0,66	30	0,000	0,000	(0; 0)
41	5322,65	38,64	3323,41	-0,68	30	0,000	0,000	(0; 0)
42	4949,22	40,80	3233,75	-0,70	30	0,000	0,000	(0; 0)
43	4545,66	43,03	3101,89	-0,72	30	0,000	0,000	(0; 0)
44	4108,60	45,35	2922,80	-0,75	30	0,000	0,000	(0; 0)
45	3633,81	47,76	2690,43	-0,79	30	0,000	0,000	(0; 0)
46	3115,82	50,30	2397,31	-0,83	30	0,000	0,000	(0; 0)
47	2547,39	52,98	2033,88	-0,88	30	0,000	0,000	(0; 0)
48	1918,54	55,84	1587,49	-0,94	30	0,000	0,000	(0; 0)
49	1214,82	58,92	1040,48	-1,03	30	0,000	0,000	(0; 0)
50	421,04	61,92	371,48	-1,13	30	0,000	0,000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia= 91914,03 [kg]

$\Sigma W_i = 195070,36$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 57473,22$  [kg]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 131611,04$  [kg]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 7.72$

## Fase nr. 2 (Altezza di scavo 7,00 [m])

Numero di cerchi analizzati 100  
Numero di strisce 50,00

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -3,20 Y[m]= 8,00

Raggio del cerchio R[m] = 18,28

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -13,67

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 13,25

Coefficiente di sicurezza C= 4,04



### Caratteristiche delle strisce

N°	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	L	$\phi$	c	u	(Ctn; Ctt)
1	151,22	-33,90	-84,33	-0,66	35	0,000	0,000	(0; 0)
2	460,41	-31,85	-242,99	-0,64	35	0,000	0,000	(0; 0)
3	746,23	-29,86	-371,51	-0,63	35	0,000	0,000	(0; 0)
4	1010,08	-27,90	-472,66	-0,62	35	0,000	0,000	(0; 0)
5	1253,18	-25,98	-548,94	-0,61	35	0,000	0,000	(0; 0)
6	1476,57	-24,09	-602,63	-0,60	35	0,000	0,000	(0; 0)
7	1681,15	-22,22	-635,84	-0,59	35	0,000	0,000	(0; 0)
8	1867,68	-20,38	-650,53	-0,58	35	0,000	0,000	(0; 0)
9	2036,83	-18,57	-648,53	-0,58	35	0,000	0,000	(0; 0)
10	2189,18	-16,77	-631,57	-0,57	35	0,000	0,000	(0; 0)
11	2325,22	-14,99	-601,27	-0,57	35	0,000	0,000	(0; 0)
12	2445,39	-13,22	-559,21	-0,56	35	0,000	0,000	(0; 0)
13	2550,05	-11,47	-506,88	-0,56	35	0,000	0,000	(0; 0)
14	2639,50	-9,72	-445,73	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
15	2714,02	-7,99	-377,14	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
16	2773,80	-6,26	-302,50	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
17	2819,02	-4,54	-223,12	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
18	2849,79	-2,82	-140,33	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
19	2866,20	-1,11	-55,42	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
20	2868,30	0,61	30,32	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
21	2856,08	2,32	115,60	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
22	2829,53	4,04	199,15	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
23	2788,56	5,76	279,66	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
24	2733,06	7,48	355,83	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
25	2662,89	9,21	426,33	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
26	8434,87	10,93	1598,79	-0,54	35	0,000	0,000	(0; 0)
27	8341,20	12,62	1822,83	-0,54	35	0,000	0,000	(0; 0)
28	8233,51	14,33	2037,96	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
29	8111,49	16,05	2242,89	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
30	7974,79	17,79	2436,27	-0,56	35	0,000	0,000	(0; 0)
31	7823,00	19,54	2616,67	-0,56	35	0,000	0,000	(0; 0)
32	7655,64	21,31	2782,61	-0,57	35	0,000	0,000	(0; 0)
33	7472,15	23,11	2932,53	-0,58	35	0,000	0,000	(0; 0)
34	7271,91	24,93	3064,74	-0,58	35	0,000	0,000	(0; 0)
35	7054,19	26,77	3177,48	-0,59	35	0,000	0,000	(0; 0)
36	6818,14	28,65	3268,82	-0,60	35	0,000	0,000	(0; 0)
37	6562,81	30,56	3336,66	-0,62	35	0,000	0,000	(0; 0)
38	6287,04	32,51	3378,72	-0,63	35	0,000	0,000	(0; 0)
39	5989,51	34,50	3392,48	-0,64	33	0,000	0,000	(0; 0)
40	5668,67	36,54	3375,10	-0,66	30	0,000	0,000	(0; 0)
41	5322,65	38,64	3323,41	-0,68	30	0,000	0,000	(0; 0)
42	4949,22	40,80	3233,75	-0,70	30	0,000	0,000	(0; 0)
43	4545,66	43,03	3101,89	-0,72	30	0,000	0,000	(0; 0)
44	4108,60	45,35	2922,80	-0,75	30	0,000	0,000	(0; 0)
45	3633,81	47,76	2690,43	-0,79	30	0,000	0,000	(0; 0)
46	3115,82	50,30	2397,31	-0,83	30	0,000	0,000	(0; 0)
47	2547,39	52,98	2033,88	-0,88	30	0,000	0,000	(0; 0)
48	1918,54	55,84	1587,49	-0,94	30	0,000	0,000	(0; 0)
49	1214,82	58,92	1040,48	-1,03	30	0,000	0,000	(0; 0)
50	421,04	61,92	371,48	-1,13	30	0,000	0,000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia= 91914,03 [kg]

$\Sigma W_i = 390140,72$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 114946,45$  [kg]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 263222,07$  [kg]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 15,44$

### Fase nr. 3 (Altezza di scavo 7,00 [m])

Numero di cerchi analizzati 100  
Numero di strisce 50,00

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -3,20 Y[m]= 3,20

Raggio del cerchio R[m] = 13,58

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -12,18

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 10,01

Coefficiente di sicurezza C= 3,36

### Caratteristiche delle strisce

N°	W	$\alpha(^{\circ})$	$W \sin \alpha$	L	$\phi$	c	u	(Ctn; Ctt)
1	128,83	-40,16	-83,08	-0,59	35	0,000	0,000	(0; 0)
2	392,15	-37,71	-239,85	-0,57	35	0,000	0,000	(0; 0)
3	633,54	-35,34	-366,44	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
4	854,92	-33,04	-466,07	-0,54	35	0,000	0,000	(0; 0)
5	1057,89	-30,79	-541,57	-0,53	35	0,000	0,000	(0; 0)
6	1243,75	-28,60	-595,39	-0,51	35	0,000	0,000	(0; 0)
7	1413,58	-26,45	-629,72	-0,50	35	0,000	0,000	(0; 0)
8	1568,31	-24,35	-646,53	-0,50	35	0,000	0,000	(0; 0)
9	1708,71	-22,27	-647,64	-0,49	35	0,000	0,000	(0; 0)
10	1835,44	-20,23	-634,68	-0,48	35	0,000	0,000	(0; 0)
11	1949,05	-18,21	-609,21	-0,47	35	0,000	0,000	(0; 0)
12	2050,02	-16,22	-572,66	-0,47	35	0,000	0,000	(0; 0)
13	2138,76	-14,25	-526,39	-0,47	35	0,000	0,000	(0; 0)
14	2215,60	-12,29	-471,69	-0,46	35	0,000	0,000	(0; 0)
15	2280,83	-10,35	-409,79	-0,46	35	0,000	0,000	(0; 0)
16	2334,69	-8,42	-341,90	-0,46	35	0,000	0,000	(0; 0)
17	2377,36	-6,50	-269,16	-0,45	35	0,000	0,000	(0; 0)
18	2408,99	-4,59	-192,71	-0,45	35	0,000	0,000	(0; 0)
19	2429,68	-2,68	-113,64	-0,45	35	0,000	0,000	(0; 0)
20	2439,52	-0,78	-33,05	-0,45	35	0,000	0,000	(0; 0)
21	2438,52	1,13	47,98	-0,45	35	0,000	0,000	(0; 0)
22	2426,68	3,03	128,37	-0,45	35	0,000	0,000	(0; 0)
23	2403,98	4,94	207,04	-0,45	35	0,000	0,000	(0; 0)
24	2370,32	6,85	282,89	-0,45	35	0,000	0,000	(0; 0)
25	2325,60	8,78	354,82	-0,46	35	0,000	0,000	(0; 0)
26	2269,66	10,71	421,70	-0,46	35	0,000	0,000	(0; 0)
27	2202,31	12,65	482,35	-0,46	35	0,000	0,000	(0; 0)
28	7792,45	14,58	1960,98	-0,45	35	0,000	0,000	(0; 0)
29	7708,27	16,48	2186,77	-0,45	35	0,000	0,000	(0; 0)
30	7613,06	18,40	2403,68	-0,46	35	0,000	0,000	(0; 0)
31	7506,49	20,35	2610,54	-0,46	35	0,000	0,000	(0; 0)

32	7388,13	22,32	2806,10	-0,47	35	0,000	0,000	(0; 0)
33	7257,50	24,32	2989,02	-0,48	35	0,000	0,000	(0; 0)
34	7114,02	26,35	3157,88	-0,49	35	0,000	0,000	(0; 0)
35	6957,04	28,42	3311,11	-0,49	35	0,000	0,000	(0; 0)
36	6785,77	30,53	3447,03	-0,51	35	0,000	0,000	(0; 0)
37	6599,28	32,69	3563,77	-0,52	35	0,000	0,000	(0; 0)
38	6396,47	34,89	3659,23	-0,53	35	0,000	0,000	(0; 0)
39	6176,02	37,17	3731,04	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
40	5936,33	39,51	3776,50	-0,56	35	0,000	0,000	(0; 0)
41	5675,43	41,93	3792,43	-0,58	33	0,000	0,000	(0; 0)
42	5390,83	44,45	3775,06	-0,61	30	0,000	0,000	(0; 0)
43	5079,38	47,08	3719,81	-0,64	30	0,000	0,000	(0; 0)
44	4736,94	49,85	3620,93	-0,67	30	0,000	0,000	(0; 0)
45	4357,88	52,80	3470,97	-0,72	30	0,000	0,000	(0; 0)
46	3934,25	55,95	3259,82	-0,78	30	0,000	0,000	(0; 0)
47	3454,08	59,39	2972,92	-0,85	30	0,000	0,000	(0; 0)
48	2897,75	63,24	2587,32	-0,97	30	0,000	0,000	(0; 0)
49	2228,32	67,69	2061,56	-1,15	30	0,000	0,000	(0; 0)
50	1350,00	72,97	1290,82	-1,49	30	0,000	0,000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia= 91914,03 [kg]

$\Sigma W_i = 570375,14$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 178635,72$  [kg]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 384958,19$  [kg]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 24,91$

#### Fase nr. 4 (Altezza di scavo 7,00 [m])

Numero di cerchi analizzati 100  
Numero di strisce 50,00

Cerchio critico

Coordinate del centro  $X[m] = -1,60$   $Y[m] = 4,80$

Raggio del cerchio  $R[m] = 14,89$

Ascissa a valle del cerchio  $X_i[m] = -10,69$

Ascissa a monte del cerchio  $X_s[m] = 12,50$

Coefficiente di sicurezza  $C = 3,64$

#### Caratteristiche delle strisce

N°	W	$\alpha(^{\circ})$	$W \sin \alpha$	L	$\phi$	c	u	(Ctn; Ctt)
1	154,54	-36,53	-91,98	-0,58	35	0,000	0,000	(0; 0)
2	474,46	-34,33	-267,58	-0,56	35	0,000	0,000	(0; 0)
3	769,39	-32,19	-409,89	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
4	1041,11	-30,10	-522,12	-0,54	35	0,000	0,000	(0; 0)
5	1291,12	-28,05	-607,18	-0,53	35	0,000	0,000	(0; 0)
6	1520,67	-26,04	-667,63	-0,52	35	0,000	0,000	(0; 0)
7	1730,84	-24,07	-705,85	-0,51	35	0,000	0,000	(0; 0)
8	1922,56	-22,12	-723,98	-0,50	35	0,000	0,000	(0; 0)
9	2096,59	-20,20	-724,04	-0,50	35	0,000	0,000	(0; 0)
10	2253,63	-18,31	-707,89	-0,49	35	0,000	0,000	(0; 0)

11	2394,26	-16,43	-677,29	-0,48	35	0,000	0,000	(0; 0)
12	2518,96	-14,58	-633,89	-0,48	35	0,000	0,000	(0; 0)
13	2628,17	-12,73	-579,30	-0,48	35	0,000	0,000	(0; 0)
14	2722,25	-10,91	-515,02	-0,47	35	0,000	0,000	(0; 0)
15	2801,49	-9,09	-442,52	-0,47	35	0,000	0,000	(0; 0)
16	2866,14	-7,28	-363,22	-0,47	35	0,000	0,000	(0; 0)
17	2916,41	-5,48	-278,51	-0,47	35	0,000	0,000	(0; 0)
18	2952,44	-3,68	-189,75	-0,47	35	0,000	0,000	(0; 0)
19	2974,34	-1,89	-98,27	-0,47	35	0,000	0,000	(0; 0)
20	2982,18	-0,10	-5,39	-0,46	35	0,000	0,000	(0; 0)
21	2975,97	1,69	87,55	-0,47	35	0,000	0,000	(0; 0)
22	2955,70	3,48	179,26	-0,47	35	0,000	0,000	(0; 0)
23	2921,31	5,27	268,41	-0,47	35	0,000	0,000	(0; 0)
24	9602,94	7,07	1181,63	-0,47	35	0,000	0,000	(0; 0)
25	9540,51	8,87	1470,72	-0,47	35	0,000	0,000	(0; 0)
26	9463,69	10,68	1753,27	-0,47	35	0,000	0,000	(0; 0)
27	9372,25	12,50	2027,88	-0,47	35	0,000	0,000	(0; 0)
28	9265,89	14,33	2293,10	-0,48	35	0,000	0,000	(0; 0)
29	9144,27	16,18	2547,46	-0,48	35	0,000	0,000	(0; 0)
30	9006,98	18,04	2789,41	-0,49	35	0,000	0,000	(0; 0)
31	8853,54	19,93	3017,31	-0,49	35	0,000	0,000	(0; 0)
32	8683,40	21,83	3229,45	-0,50	35	0,000	0,000	(0; 0)
33	8495,89	23,77	3424,01	-0,51	35	0,000	0,000	(0; 0)
34	8290,27	25,73	3599,05	-0,51	35	0,000	0,000	(0; 0)
35	8065,64	27,73	3752,46	-0,52	35	0,000	0,000	(0; 0)
36	7820,99	29,76	3881,95	-0,53	35	0,000	0,000	(0; 0)
37	7555,10	31,83	3985,03	-0,54	35	0,000	0,000	(0; 0)
38	7266,53	33,96	4058,91	-0,56	35	0,000	0,000	(0; 0)
39	6953,60	36,14	4100,47	-0,57	35	0,000	0,000	(0; 0)
40	6614,26	38,38	4106,17	-0,59	30	0,000	0,000	(0; 0)
41	6246,03	40,69	4071,94	-0,61	30	0,000	0,000	(0; 0)
42	5845,85	43,08	3992,98	-0,63	30	0,000	0,000	(0; 0)
43	5409,87	45,58	3863,57	-0,66	30	0,000	0,000	(0; 0)
44	4933,17	48,18	3676,69	-0,69	30	0,000	0,000	(0; 0)
45	4409,26	50,94	3423,51	-0,73	30	0,000	0,000	(0; 0)
46	3829,27	53,86	3092,45	-0,79	30	0,000	0,000	(0; 0)
47	3180,54	57,01	2667,67	-0,85	30	0,000	0,000	(0; 0)
48	2443,83	60,45	2125,99	-0,94	30	0,000	0,000	(0; 0)
49	1586,96	64,32	1430,15	-1,07	30	0,000	0,000	(0; 0)
50	561,69	68,35	522,07	-1,26	30	0,000	0,000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia= 91914,03 [kg]

$\Sigma W_i = 802681,91$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 250044,94$  [kg]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 542085,11$  [kg]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 33,62$

#### Fase nr. 5 (Altezza di scavo 7,00 [m])

Numero di cerchi analizzati 100

Numero di strisce 50,00

Cerchio critico

Coordinate del centro	X[m]= -1,60	Y[m]= 4,80
Raggio del cerchio	R[m] = 14,89	
Ascissa a valle del cerchio	Xi[m]= -10,69	
Ascissa a monte del cerchio	Xs[m]= 12,50	
Coefficiente di sicurezza	C= 3,64	

### Caratteristiche delle strisce

N°	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	L	$\phi$	c	u	(Ctn; Ctt)
1	154,54	-36,53	-91,98	-0,58	35	0,000	0,000	(0; 0)
2	474,46	-34,33	-267,58	-0,56	35	0,000	0,000	(0; 0)
3	769,39	-32,19	-409,89	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
4	1041,11	-30,10	-522,12	-0,54	35	0,000	0,000	(0; 0)
5	1291,12	-28,05	-607,18	-0,53	35	0,000	0,000	(0; 0)
6	1520,67	-26,04	-667,63	-0,52	35	0,000	0,000	(0; 0)
7	1730,84	-24,07	-705,85	-0,51	35	0,000	0,000	(0; 0)
8	1922,56	-22,12	-723,98	-0,50	35	0,000	0,000	(0; 0)
9	2096,59	-20,20	-724,04	-0,50	35	0,000	0,000	(0; 0)
10	2253,63	-18,31	-707,89	-0,49	35	0,000	0,000	(0; 0)
11	2394,26	-16,43	-677,29	-0,48	35	0,000	0,000	(0; 0)
12	2518,96	-14,58	-633,89	-0,48	35	0,000	0,000	(0; 0)
13	2628,17	-12,73	-579,30	-0,48	35	0,000	0,000	(0; 0)
14	2722,25	-10,91	-515,02	-0,47	35	0,000	0,000	(0; 0)
15	2801,49	-9,09	-442,52	-0,47	35	0,000	0,000	(0; 0)
16	2866,14	-7,28	-363,22	-0,47	35	0,000	0,000	(0; 0)
17	2916,41	-5,48	-278,51	-0,47	35	0,000	0,000	(0; 0)
18	2952,44	-3,68	-189,75	-0,47	35	0,000	0,000	(0; 0)
19	2974,34	-1,89	-98,27	-0,47	35	0,000	0,000	(0; 0)
20	2982,18	-0,10	-5,39	-0,46	35	0,000	0,000	(0; 0)
21	2975,97	1,69	87,55	-0,47	35	0,000	0,000	(0; 0)
22	2955,70	3,48	179,26	-0,47	35	0,000	0,000	(0; 0)
23	2921,31	5,27	268,41	-0,47	35	0,000	0,000	(0; 0)
24	9602,94	7,07	1181,63	-0,47	35	0,000	0,000	(0; 0)
25	9540,51	8,87	1470,72	-0,47	35	0,000	0,000	(0; 0)
26	9463,69	10,68	1753,27	-0,47	35	0,000	0,000	(0; 0)
27	9372,25	12,50	2027,88	-0,47	35	0,000	0,000	(0; 0)
28	9265,89	14,33	2293,10	-0,48	35	0,000	0,000	(0; 0)
29	9144,27	16,18	2547,46	-0,48	35	0,000	0,000	(0; 0)
30	9006,98	18,04	2789,41	-0,49	35	0,000	0,000	(0; 0)
31	8853,54	19,93	3017,31	-0,49	35	0,000	0,000	(0; 0)
32	8683,40	21,83	3229,45	-0,50	35	0,000	0,000	(0; 0)
33	8495,89	23,77	3424,01	-0,51	35	0,000	0,000	(0; 0)
34	8290,27	25,73	3599,05	-0,51	35	0,000	0,000	(0; 0)
35	8065,64	27,73	3752,46	-0,52	35	0,000	0,000	(0; 0)
36	7820,99	29,76	3881,95	-0,53	35	0,000	0,000	(0; 0)
37	7555,10	31,83	3985,03	-0,54	35	0,000	0,000	(0; 0)
38	7266,53	33,96	4058,91	-0,56	35	0,000	0,000	(0; 0)
39	6953,60	36,14	4100,47	-0,57	35	0,000	0,000	(0; 0)
40	6614,26	38,38	4106,17	-0,59	30	0,000	0,000	(0; 0)
41	6246,03	40,69	4071,94	-0,61	30	0,000	0,000	(0; 0)
42	5845,85	43,08	3992,98	-0,63	30	0,000	0,000	(0; 0)
43	5409,87	45,58	3863,57	-0,66	30	0,000	0,000	(0; 0)
44	4933,17	48,18	3676,69	-0,69	30	0,000	0,000	(0; 0)

45	4409,26	50,94	3423,51	-0,73	30	0,000	0,000	(0; 0)
46	3829,27	53,86	3092,45	-0,79	30	0,000	0,000	(0; 0)
47	3180,54	57,01	2667,67	-0,85	30	0,000	0,000	(0; 0)
48	2443,83	60,45	2125,99	-0,94	30	0,000	0,000	(0; 0)
49	1586,96	64,32	1430,15	-1,07	30	0,000	0,000	(0; 0)
50	561,69	68,35	522,07	-1,26	30	0,000	0,000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia= 91914,03 [kg]

$\Sigma W_i = 1034988,69$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 321454,16$  [kg]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 699212,02$  [kg]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 42,33$

#### Fase nr. 6 (Altezza di scavo 7,00 [m])

Numero di cerchi analizzati 100  
Numero di strisce 50,00

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -3,20 Y[m]= 6,40

Raggio del cerchio R[m] = 16,71

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -13,19

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 12,24

Coefficiente di sicurezza C= 2,79

#### Caratteristiche delle strisce

N°	W	$\alpha(^{\circ})$	$W \sin \alpha$	L	$\phi$	c	u	(Ctn; Ctt)
1	182,53	-35,66	-106,42	-0,62	35	0,000	0,000	(0; 0)
2	552,34	-33,55	-305,26	-0,61	35	0,000	0,000	(0; 0)
3	893,98	-31,49	-466,91	-0,60	35	0,000	0,000	(0; 0)
4	1209,34	-29,47	-594,88	-0,58	35	0,000	0,000	(0; 0)
5	1500,00	-27,49	-692,29	-0,57	35	0,000	0,000	(0; 0)
6	1767,31	-25,54	-761,98	-0,56	35	0,000	0,000	(0; 0)
7	2012,45	-23,63	-806,54	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
8	2236,41	-21,74	-828,36	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
9	2440,05	-19,88	-829,67	-0,54	35	0,000	0,000	(0; 0)
10	2624,11	-18,04	-812,54	-0,53	35	0,000	0,000	(0; 0)
11	2789,22	-16,22	-778,95	-0,53	35	0,000	0,000	(0; 0)
12	2935,94	-14,41	-730,74	-0,52	35	0,000	0,000	(0; 0)
13	3064,75	-12,62	-669,71	-0,52	35	0,000	0,000	(0; 0)
14	3176,03	-10,84	-597,56	-0,52	35	0,000	0,000	(0; 0)
15	3270,13	-9,08	-515,93	-0,51	35	0,000	0,000	(0; 0)
16	3347,32	-7,32	-426,44	-0,51	35	0,000	0,000	(0; 0)
17	3407,83	-5,57	-330,64	-0,51	35	0,000	0,000	(0; 0)
18	3451,83	-3,82	-230,06	-0,51	35	0,000	0,000	(0; 0)
19	3479,44	-2,08	-126,21	-0,51	35	0,000	0,000	(0; 0)
20	3490,74	-0,34	-20,59	-0,51	35	0,000	0,000	(0; 0)
21	3485,77	1,40	85,31	-0,51	35	0,000	0,000	(0; 0)
22	3464,50	3,14	190,02	-0,51	35	0,000	0,000	(0; 0)
23	3426,88	4,89	292,05	-0,51	35	0,000	0,000	(0; 0)

24	3372,80	6,64	389,89	-0,51	35	0,000	0,000	(0; 0)
25	3302,11	8,39	482,01	-0,51	35	0,000	0,000	(0; 0)
26	3214,61	10,16	566,88	-0,52	35	0,000	0,000	(0; 0)
27	11574,85	11,93	2393,70	-0,52	35	0,000	0,000	(0; 0)
28	11451,50	13,73	2717,88	-0,53	35	0,000	0,000	(0; 0)
29	11310,10	15,54	3029,70	-0,53	35	0,000	0,000	(0; 0)
30	11150,20	17,36	3327,36	-0,53	35	0,000	0,000	(0; 0)
31	10971,27	19,21	3609,00	-0,54	35	0,000	0,000	(0; 0)
32	10772,70	21,07	3872,66	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
33	10553,76	22,96	4116,24	-0,55	35	0,000	0,000	(0; 0)
34	10313,62	24,87	4337,54	-0,56	35	0,000	0,000	(0; 0)
35	10051,32	26,81	4534,19	-0,57	35	0,000	0,000	(0; 0)
36	9765,72	28,79	4703,60	-0,58	35	0,000	0,000	(0; 0)
37	9455,53	30,81	4842,97	-0,59	35	0,000	0,000	(0; 0)
38	9119,19	32,87	4949,21	-0,61	35	0,000	0,000	(0; 0)
39	8754,88	34,98	5018,89	-0,62	35	0,000	0,000	(0; 0)
40	8360,45	37,14	5048,14	-0,64	33	0,000	0,000	(0; 0)
41	7933,27	39,37	5032,53	-0,66	30	0,000	0,000	(0; 0)
42	7470,17	41,68	4966,96	-0,68	30	0,000	0,000	(0; 0)
43	6967,22	44,06	4845,39	-0,71	30	0,000	0,000	(0; 0)
44	6419,45	46,55	4660,59	-0,74	30	0,000	0,000	(0; 0)
45	5820,48	49,16	4403,61	-0,78	30	0,000	0,000	(0; 0)
46	4754,70	51,92	3742,61	-0,83	30	0,000	0,000	(0; 0)
47	3411,47	54,86	2789,62	-0,89	30	0,000	0,000	(0; 0)
48	2593,25	58,03	2199,89	-0,96	30	0,000	0,000	(0; 0)
49	1660,69	61,52	1459,65	-1,07	30	0,000	0,000	(0; 0)
50	580,91	65,02	526,55	-1,21	30	0,000	0,000	(0; 0)

Resistenza a taglio paratia= 91914,03 [kg]

$\Sigma W_i = 1294303,81$  [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 403957,11$  [kg]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 874409,14$  [kg]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 50.24$

## Valori massimi e minimi sollecitazioni per metro di paratia

### Simbologia adottata

Y            ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]  
 $M_{max}$ ,  $M_{min}$             momento flettente massimo e minimo espresso in [kgm]  
 $N_{max}$ ,  $N_{min}$             sforzo normale massimo e minimo espresso in [kg] (positivo di compressione)  
 $T_{max}$ ,  $T_{min}$             taglio massimo e minimo espresso in [kg]

### Fase nr. 1 (Altezza di scavo 7,00 [m])

$y_{Mmax} = 9,50$	$M_{max} = 46185$	$y_{Mmin} = 0,00$	$M_{min} = 0$
$y_{Tmax} = 7,40$	$T_{max} = 11482$	$y_{Tmin} = 11,65$	$T_{min} = -11388$
$y_{Nmax} = 16,00$	$N_{max} = 20106$	$y_{Nmin} = 0,00$	$N_{min} = 0$

### Fase nr. 2 (Altezza di scavo 7,00 [m])

$y_{Mmax} = 9,50$	$M_{max} = 46185$	$y_{Mmin} = 16,00$	$M_{min} = 0$
$y_{Tmax} = 7,40$	$T_{max} = 11482$	$y_{Tmin} = 11,65$	$T_{min} = -11388$
$y_{Nmax} = 16,00$	$N_{max} = 20106$	$y_{Nmin} = 0,00$	$N_{min} = 0$

### Fase nr. 3 (Altezza di scavo 7,00 [m])

$y_{Mmax} = 9,50$	$M_{max} = 45802$	$y_{Mmin} = 16,00$	$M_{min} = 0$
$y_{Tmax} = 7,00$	$T_{max} = 11974$	$y_{Tmin} = 11,65$	$T_{min} = -11309$
$y_{Nmax} = 16,00$	$N_{max} = 20106$	$y_{Nmin} = 0,00$	$N_{min} = 0$

### Fase nr. 4 (Altezza di scavo 7,00 [m])

$y_{Mmax} = 9,50$	$M_{max} = 60041$	$y_{Mmin} = 0,00$	$M_{min} = 0$
$y_{Tmax} = 7,40$	$T_{max} = 14927$	$y_{Tmin} = 11,65$	$T_{min} = -14804$
$y_{Nmax} = 16,00$	$N_{max} = 20106$	$y_{Nmin} = 0,00$	$N_{min} = 0$

### Fase nr. 5 (Altezza di scavo 7,00 [m])

$y_{Mmax} = 9,50$	$M_{max} = 60040$	$y_{Mmin} = 0,00$	$M_{min} = 0$
$y_{Tmax} = 7,40$	$T_{max} = 14927$	$y_{Tmin} = 11,65$	$T_{min} = -14804$
$y_{Nmax} = 16,00$	$N_{max} = 20106$	$y_{Nmin} = 0,00$	$N_{min} = 0$

### Fase nr. 6 (Altezza di scavo 7,00 [m])

$y_{Mmax} = 9,50$	$M_{max} = 59768$	$y_{Mmin} = 0,00$	$M_{min} = 0$
$y_{Tmax} = 7,00$	$T_{max} = 16470$	$y_{Tmin} = 11,65$	$T_{min} = -14747$
$y_{Nmax} = 16,00$	$N_{max} = 20106$	$y_{Nmin} = 0,00$	$N_{min} = 0$



## Sollecitazioni per metro di paratia

### Simbologia adottata

n°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
M	momento flettente espresso in [kgm]
N	sforzo normale espresso in [kg] (positivo di compressione)
T	taglio espresso in [kg]

### Fase nr. 1 (Altezza di scavo 7,00 [m])

n°	Y	M	N	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,15	0,27	188,50	5,03
7	0,30	2,04	376,99	20,12
10	0,45	6,83	565,49	45,26
13	0,60	16,15	753,98	80,46
16	0,75	31,50	942,48	125,72
19	0,90	54,40	1130,97	181,04
22	1,05	86,34	1319,47	246,42
25	1,20	128,85	1507,96	321,85
28	1,35	183,43	1696,46	407,34
31	1,50	251,58	1884,96	502,89
34	1,65	334,83	2073,45	608,50
37	1,80	434,66	2261,95	724,16
40	1,95	552,61	2450,44	849,88
43	2,10	690,16	2638,94	985,67
46	2,25	848,84	2827,43	1131,50
49	2,40	1030,14	3015,93	1287,40
52	2,55	1235,59	3204,42	1453,35
55	2,70	1466,68	3392,92	1629,37
58	2,85	1724,93	3581,42	1815,43
61	3,00	2011,84	3769,91	2011,56
64	3,15	2328,93	3958,41	2217,75
67	3,30	2677,70	4146,90	2433,99
70	3,45	3059,66	4335,40	2660,29
73	3,60	3476,31	4523,89	2896,65
76	3,75	3929,18	4712,39	3143,07
79	3,90	4419,76	4900,88	3399,54
82	4,05	4949,57	5089,38	3666,07
85	4,20	5520,12	5277,88	3942,66
88	4,35	6132,90	5466,37	4229,31
91	4,50	6789,44	5654,87	4526,01
94	4,65	7491,24	5843,36	4832,78
97	4,80	8239,81	6031,86	5149,60
100	4,95	9036,65	6220,35	5476,48
103	5,10	9883,28	6408,85	5813,41
106	5,25	10781,20	6597,34	6160,41
109	5,40	11731,93	6785,84	6517,46
112	5,55	12736,97	6974,34	6884,57
115	5,70	13797,83	7162,83	7261,74
118	5,85	14916,03	7351,33	7648,96
121	6,00	16093,06	7539,82	8046,25
124	6,15	17330,43	7728,32	8453,59

127	6,30	18629,66	7916,81	8870,99
130	6,45	19992,26	8105,31	9298,45
133	6,60	21419,73	8293,80	9735,96
136	6,75	22913,58	8482,30	10183,53
139	6,90	24475,31	8670,80	10641,05
142	7,05	26105,10	8859,29	11056,80
145	7,20	27784,44	9047,79	11318,82
148	7,35	29494,41	9236,28	11462,31
151	7,50	31216,24	9424,78	11467,17
154	7,65	32931,34	9613,27	11339,99
157	7,80	34621,13	9801,77	11088,06
160	7,95	36266,89	9990,26	10711,37
163	8,10	37849,89	10178,76	10209,57
166	8,25	39351,38	10367,26	9582,91
169	8,40	40752,63	10555,75	8831,39
172	8,55	42034,91	10744,25	7955,01
175	8,70	43179,48	10932,74	6953,77
178	8,85	44167,63	11121,24	5827,67
181	9,00	44980,62	11309,73	4576,70
184	9,15	45599,72	11498,23	3200,87
187	9,30	46006,21	11686,72	1700,18
190	9,45	46181,34	11875,22	74,58
193	9,60	46106,38	12063,72	-1660,52
196	9,75	45774,30	12252,21	-3279,00
199	9,90	45208,67	12440,71	-4715,18
202	10,05	44436,32	12629,20	-5979,74
205	10,20	43482,45	12817,70	-7083,23
208	10,35	42370,71	13006,19	-8035,96
211	10,50	41123,21	13194,69	-8848,00
214	10,65	39760,55	13383,18	-9529,15
217	10,80	38301,89	13571,68	-10088,87
220	10,95	36764,99	13760,18	-10536,30
223	11,10	35166,25	13948,67	-10880,23
226	11,25	33520,76	14137,17	-11129,08
229	11,40	31842,38	14325,66	-11290,86
232	11,55	30143,80	14514,16	-11373,22
235	11,70	28436,54	14702,65	-11383,38
238	11,85	26731,10	14891,15	-11328,20
241	12,00	25036,96	15079,64	-11214,09
244	12,15	23362,64	15268,14	-11047,09
247	12,30	21715,80	15456,64	-10832,83
250	12,45	20103,24	15645,13	-10576,57
253	12,60	18531,04	15833,63	-10283,17
256	12,75	17004,53	16022,12	-9957,12
259	12,90	15528,39	16210,62	-9602,54
262	13,05	14106,72	16399,11	-9223,22
265	13,20	12743,05	16587,61	-8822,58
268	13,35	11440,42	16776,10	-8403,73
271	13,50	10201,42	16964,60	-7969,48
274	13,65	9028,22	17153,10	-7522,33
277	13,80	7922,66	17341,59	-7064,49
280	13,95	6886,23	17530,09	-6597,93
283	14,10	5920,15	17718,58	-6124,34
286	14,25	5025,40	17907,08	-5645,19
289	14,40	4202,75	18095,57	-5161,74

292	14,55	3452,79	18284,07	-4675,05
295	14,70	2775,97	18472,56	-4185,99
298	14,85	2172,59	18661,06	-3695,27
301	15,00	1642,88	18849,56	-3203,44
304	15,15	1186,99	19038,05	-2710,93
307	15,30	804,99	19226,55	-2218,07
310	15,45	496,93	19415,04	-1725,07
313	15,60	262,82	19603,54	-1232,06
316	15,75	102,65	19792,03	-739,15
319	15,90	16,42	19980,53	-246,35

**Fase nr. 2 (Altezza di scavo 7,00 [m])**

<b>n°</b>	<b>Y</b>	<b>M</b>	<b>N</b>	<b>T</b>
1	0,00	0,00	0,00	0,01
4	0,15	0,27	188,50	5,07
7	0,30	2,05	376,99	20,18
10	0,45	6,85	565,49	45,35
13	0,60	16,18	753,98	80,58
16	0,75	31,56	942,48	125,87
19	0,90	54,47	1130,97	181,21
22	1,05	86,45	1319,47	246,60
25	1,20	128,99	1507,96	322,06
28	1,35	183,60	1696,46	407,56
31	1,50	251,79	1884,96	503,13
34	1,65	335,06	2073,45	608,75
37	1,80	434,94	2261,95	724,43
40	1,95	552,92	2450,44	850,16
43	2,10	690,52	2638,94	985,95
46	2,25	849,24	2827,43	1131,79
49	2,40	1030,59	3015,93	1287,69
52	2,55	1236,07	3204,42	1453,65
55	2,70	1467,21	3392,92	1629,67
58	2,85	1725,50	3581,42	1815,74
61	3,00	2012,46	3769,91	2011,86
64	3,10	2220,39	3895,57	2147,75
67	3,25	2558,41	4084,07	2360,64
70	3,40	2929,11	4272,57	2583,59
73	3,55	3334,02	4461,06	2816,59
76	3,70	3774,62	4649,56	3059,66
79	3,85	4252,44	4838,05	3312,78
82	4,00	4768,99	5026,55	3575,96
85	4,15	5325,76	5215,04	3849,20
88	4,30	5924,28	5403,54	4132,50
91	4,45	6566,04	5592,03	4425,85
94	4,60	7252,57	5780,53	4729,26
97	4,75	7985,35	5969,03	5042,73
100	4,90	8765,92	6157,52	5366,26
103	5,05	9595,76	6346,02	5699,85
106	5,20	10476,40	6534,51	6043,49
109	5,35	11409,34	6723,01	6397,19
112	5,50	12396,09	6911,50	6760,95
115	5,65	13438,16	7100,00	7134,77
118	5,80	14537,05	7288,49	7518,64
121	5,95	15694,28	7476,99	7912,57

ADEGUAMENTO STATICO E FUNZIONALE DEL COLLETTORE ARENA S. ANTONIO  
TRATTO DI VIA BEN HUR - PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONE DI CALCOLO GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

124	6,10	16911,35	7665,49	8316,56
127	6,25	18189,78	7853,98	8730,61
130	6,40	19531,07	8042,48	9154,72
133	6,55	20936,73	8230,97	9588,88
136	6,70	22408,26	8419,47	10033,10
139	6,85	23947,19	8607,96	10487,35
142	7,00	25554,97	8796,46	10951,10
145	7,10	26660,44	8922,12	11154,96
148	7,25	28351,91	9110,62	11380,18
151	7,40	30067,97	9299,11	11482,15
154	7,55	31789,50	9487,61	11438,44
157	7,70	33498,21	9676,11	11269,62
160	7,85	35175,36	9864,60	10976,19
163	8,00	36802,27	10053,10	10557,81
166	8,15	38360,16	10241,59	10014,42
169	8,30	39830,29	10430,09	9346,17
172	8,45	41193,95	10618,58	8553,06
175	8,60	42432,40	10807,08	7635,09
178	8,75	43526,91	10995,57	6592,26
181	8,90	44458,75	11184,07	5424,57
184	9,05	45209,19	11372,57	4132,01
187	9,20	45759,51	11561,06	2714,59
190	9,35	46090,98	11749,56	1172,31
193	9,50	46184,85	11938,05	-494,99
196	9,65	46023,16	12126,55	-2220,79
199	9,80	45610,17	12315,04	-3777,32
202	9,95	44972,75	12503,54	-5155,12
205	10,10	44137,19	12692,03	-6364,84
208	10,25	43128,16	12880,53	-7416,95
211	10,40	41968,80	13069,03	-8321,68
214	10,55	40680,71	13257,52	-9089,03
217	10,70	39284,01	13446,02	-9728,67
220	10,85	37797,38	13634,51	-10249,97
223	11,00	36238,12	13823,01	-10661,95
226	11,15	34622,19	14011,50	-10973,28
229	11,30	32964,27	14200,00	-11192,23
232	11,45	31277,81	14388,49	-11326,72
235	11,60	29575,11	14576,99	-11384,23
238	11,75	27867,36	14765,49	-11371,88
241	11,90	26164,69	14953,98	-11296,36
244	12,05	24476,25	15142,48	-11163,98
247	12,20	22810,29	15330,97	-10980,62
250	12,35	21174,16	15519,47	-10751,81
253	12,50	19574,43	15707,96	-10482,65
256	12,65	18016,89	15896,46	-10177,89
259	12,80	16506,69	16084,95	-9841,89
262	12,95	15048,28	16273,45	-9478,67
265	13,10	13645,58	16461,95	-9091,87
268	13,25	12301,94	16650,44	-8684,84
271	13,40	11020,25	16838,94	-8260,57
274	13,55	9802,96	17027,43	-7821,75
277	13,70	8652,12	17215,93	-7370,81
280	13,85	7569,45	17404,42	-6909,86
283	14,00	6556,34	17592,92	-6440,77
286	14,15	5613,94	17781,41	-5965,18

289	14,30	4743,15	17969,91	-5484,47
292	14,45	3944,68	18158,41	-4999,84
295	14,60	3219,05	18346,90	-4512,27
298	14,75	2566,67	18535,40	-4022,58
301	14,90	1987,83	18723,89	-3531,43
304	15,05	1482,71	18912,39	-3039,33
307	15,20	1051,44	19100,88	-2546,68
310	15,35	694,09	19289,38	-2053,75
313	15,50	410,67	19477,87	-1560,73
316	15,65	201,21	19666,37	-1067,75
319	15,80	65,70	19854,87	-574,87
322	15,95	4,11	20043,36	-82,11

**Fase nr. 3 (Altezza di scavo 7,00 [m])**

n°	Y	M	N	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,15	6,53	188,50	88,76
7	0,30	27,23	376,99	188,90
10	0,45	63,77	565,49	299,97
13	0,60	117,79	753,98	421,92
16	0,75	190,92	942,48	554,77
19	0,90	284,80	1130,97	698,50
22	1,05	401,05	1319,47	853,13
25	1,20	541,31	1507,96	1018,65
28	1,35	707,22	1696,46	1195,05
31	1,50	900,40	1884,96	1382,35
34	1,65	1122,50	2073,45	1580,54
37	1,80	1375,14	2261,95	1789,62
40	1,95	1659,96	2450,44	2009,59
43	2,10	1978,59	2638,94	2240,45
46	2,25	2332,67	2827,43	2482,20
49	2,40	2723,83	3015,93	2734,85
52	2,55	3153,70	3204,42	2998,38
55	2,70	3623,91	3392,92	3272,81
58	2,85	4136,11	3581,42	3558,12
61	3,00	4691,93	3769,91	3854,33
64	3,10	4704,32	3895,57	226,11
67	3,25	4761,74	4084,07	541,19
70	3,40	4867,27	4272,57	867,63
73	3,55	5022,62	4461,06	1205,33
76	3,70	5229,46	4649,56	1554,20
79	3,85	5489,46	4838,05	1914,15
82	4,00	5804,28	5026,55	2285,10
85	4,15	6175,57	5215,04	2667,00
88	4,30	6604,96	5403,54	3059,80
91	4,45	7094,08	5592,03	3463,45
94	4,60	7644,56	5780,53	3877,92
97	4,75	8258,03	5969,03	4303,19
100	4,90	8936,09	6157,52	4739,23
103	5,05	9680,37	6346,02	5186,05
106	5,20	10492,47	6534,51	5643,62
109	5,35	11374,02	6723,01	6111,96
112	5,50	12326,63	6911,50	6591,05
115	5,65	13351,91	7100,00	7080,90

ADEGUAMENTO STATICO E FUNZIONALE DEL COLLETTORE ARENA S. ANTONIO  
TRATTO DI VIA BEN HUR - PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONE DI CALCOLO GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

118	5,80	14451,47	7288,49	7581,52
121	5,95	15626,93	7476,99	8092,91
124	6,10	16879,91	7665,49	8615,07
127	6,25	18212,02	7853,98	9148,01
130	6,40	19624,88	8042,48	9691,73
133	6,55	21120,11	8230,97	10246,21
136	6,70	22699,32	8419,47	10811,47
139	6,85	24364,12	8607,96	11387,45
142	7,00	26116,09	8796,46	11973,61
145	7,10	27116,95	8922,12	10142,21
148	7,25	28664,38	9110,62	10472,64
151	7,40	30252,25	9299,11	10680,41
154	7,55	31861,95	9487,61	10763,90
157	7,70	33474,52	9676,11	10682,19
160	7,85	35066,88	9864,60	10455,10
163	8,00	36618,95	10053,10	10103,29
166	8,15	38111,98	10241,59	9626,43
169	8,30	39527,25	10430,09	9024,70
172	8,45	40846,01	10618,58	8298,12
175	8,60	42049,55	10807,08	7446,67
178	8,75	43119,12	10995,57	6470,37
181	8,90	44036,00	11184,07	5369,20
184	9,05	44781,47	11372,57	4143,11
187	9,20	45336,76	11561,06	2792,01
190	9,35	45683,16	11749,56	1316,26
193	9,50	45801,96	11938,05	-284,36
196	9,65	45674,40	12126,55	-1985,78
199	9,80	45296,01	12315,04	-3555,39
202	9,95	44691,23	12503,54	-4946,25
205	10,10	43886,35	12692,03	-6168,94
208	10,25	42906,07	12880,53	-7233,87
211	10,40	41773,54	13069,03	-8151,21
214	10,55	40510,39	13257,52	-8930,91
217	10,70	39136,80	13446,02	-9582,61
220	10,85	37671,49	13634,51	-10115,63
223	11,00	36131,81	13823,01	-10538,97
226	11,15	34533,77	14011,50	-10861,27
229	11,30	32892,12	14200,00	-11090,77
232	11,45	31220,38	14388,49	-11235,38
235	11,60	29530,89	14576,99	-11302,56
238	11,75	27834,92	14765,49	-11299,43
241	11,90	26142,67	14953,98	-11232,65
244	12,05	24463,38	15142,48	-11108,54
247	12,20	22805,33	15330,97	-10932,98
250	12,35	21175,98	15519,47	-10711,48
253	12,50	19581,95	15707,96	-10449,16
256	12,65	18029,12	15896,46	-10150,76
259	12,80	16522,68	16084,95	-9820,65
262	12,95	15067,19	16273,45	-9462,83
265	13,10	13666,60	16461,95	-9080,99
268	13,25	12324,37	16650,44	-8678,43
271	13,40	11043,44	16838,94	-8258,18
274	13,55	9826,32	17027,43	-7822,95
277	13,70	8675,14	17215,93	-7375,13
280	13,85	7591,68	17404,42	-6916,86

283	14,00	6577,41	17592,92	-6450,03
286	14,15	5633,52	17781,41	-5976,25
289	14,30	4761,00	17969,91	-5496,93
292	14,45	3960,60	18158,41	-5013,27
295	14,60	3232,93	18346,90	-4526,25
298	14,75	2578,44	18535,40	-4036,70
301	14,90	1997,49	18723,89	-3545,28
304	15,05	1490,32	18912,39	-3052,50
307	15,20	1057,13	19100,88	-2558,76
310	15,35	698,03	19289,38	-2064,33
313	15,50	413,12	19477,87	-1569,42
316	15,65	202,47	19666,37	-1074,13
319	15,80	66,12	19854,87	-578,54
322	15,95	4,13	20043,36	-82,67

#### Fase nr. 4 (Altezza di scavo 7,00 [m])

n°	Y	M	N	T
1	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,15	0,35	188,50	6,54
7	0,30	2,65	376,99	26,15
10	0,45	8,88	565,49	58,84
13	0,60	20,99	753,98	104,60
16	0,75	40,95	942,48	163,44
19	0,90	70,71	1130,97	235,35
22	1,05	112,25	1319,47	320,34
25	1,20	167,51	1507,96	418,40
28	1,35	238,46	1696,46	529,54
31	1,50	327,06	1884,96	653,76
34	1,65	435,28	2073,45	791,05
37	1,80	565,06	2261,95	941,41
40	1,95	718,39	2450,44	1104,85
43	2,10	897,21	2638,94	1281,36
46	2,25	1103,49	2827,43	1470,95
49	2,40	1339,19	3015,93	1673,62
52	2,55	1606,26	3204,42	1889,36
55	2,70	1906,68	3392,92	2118,17
58	2,85	2242,41	3581,42	2360,07
61	3,00	2615,39	3769,91	2615,03
64	3,15	3027,61	3958,41	2883,07
67	3,30	3481,01	4146,90	3164,19
70	3,45	3977,55	4335,40	3458,38
73	3,60	4519,21	4523,89	3765,64
76	3,75	5107,94	4712,39	4085,99
79	3,90	5745,69	4900,88	4419,40
82	4,05	6434,45	5089,38	4765,89
85	4,20	7176,15	5277,88	5125,46
88	4,35	7972,77	5466,37	5498,10
91	4,50	8826,27	5654,87	5883,82
94	4,65	9738,61	5843,36	6282,61
97	4,80	10711,75	6031,86	6694,48
100	4,95	11747,64	6220,35	7119,42
103	5,10	12848,26	6408,85	7557,44
106	5,25	14015,57	6597,34	8008,53
109	5,40	15251,51	6785,84	8472,70

ADEGUAMENTO STATICO E FUNZIONALE DEL COLLETTORE ARENA S. ANTONIO  
TRATTO DI VIA BEN HUR - PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONE DI CALCOLO GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

112	5,55	16558,07	6974,34	8949,94
115	5,70	17937,19	7162,83	9440,26
118	5,85	19390,83	7351,33	9943,65
121	6,00	20920,97	7539,82	10460,12
124	6,15	22529,56	7728,32	10989,67
127	6,30	24218,56	7916,81	11532,29
130	6,45	25989,94	8105,31	12087,98
133	6,60	27845,65	8293,80	12656,75
136	6,75	29787,65	8482,30	13238,59
139	6,90	31817,91	8670,80	13833,37
142	7,05	33936,64	8859,29	14373,84
145	7,20	36119,77	9047,79	14714,46
148	7,35	38342,73	9236,28	14901,00
151	7,50	40581,11	9424,78	14907,33
154	7,65	42810,75	9613,27	14742,00
157	7,80	45007,47	9801,77	14414,48
160	7,95	47146,96	9990,26	13924,79
163	8,10	49204,87	10178,76	13272,45
166	8,25	51156,81	10367,26	12457,79
169	8,40	52978,43	10555,75	11480,82
172	8,55	54645,39	10744,25	10341,52
175	8,70	56133,34	10932,74	9039,91
178	8,85	57417,94	11121,24	7575,98
181	9,00	58474,82	11309,73	5949,73
184	9,15	59279,66	11498,23	4161,15
187	9,30	59808,09	11686,72	2210,25
190	9,45	60035,77	11875,22	96,97
193	9,60	59938,32	12063,72	-2158,66
196	9,75	59506,61	12252,21	-4262,69
199	9,90	58771,30	12440,71	-6129,72
202	10,05	57767,25	12629,20	-7773,66
205	10,20	56527,22	12817,70	-9208,20
208	10,35	55081,96	13006,19	-10446,75
211	10,50	53460,20	13194,69	-11502,40
214	10,65	51688,75	13383,18	-12387,89
217	10,80	49792,49	13571,68	-13115,53
220	10,95	47794,52	13760,18	-13697,19
223	11,10	45716,16	13948,67	-14144,31
226	11,25	43577,02	14137,17	-14467,81
229	11,40	41395,13	14325,66	-14678,12
232	11,55	39186,97	14514,16	-14785,19
235	11,70	36967,53	14702,65	-14798,41
238	11,85	34750,46	14891,15	-14726,66
241	12,00	32548,08	15079,64	-14578,32
244	12,15	30371,46	15268,14	-14361,22
247	12,30	28230,56	15456,64	-14082,69
250	12,45	26134,24	15645,13	-13749,56
253	12,60	24090,38	15833,63	-13368,14
256	12,75	22105,91	16022,12	-12944,27
259	12,90	20186,93	16210,62	-12483,32
262	13,05	18338,76	16399,11	-11990,19
265	13,20	16565,99	16587,61	-11469,36
268	13,35	14872,57	16776,10	-10924,86
271	13,50	13261,86	16964,60	-10360,34
274	13,65	11736,70	17153,10	-9779,04



277	13,80	10299,47	17341,59	-9183,85
280	13,95	8952,10	17530,09	-8577,31
283	14,10	7696,20	17718,58	-7961,64
286	14,25	6533,03	17907,08	-7338,75
289	14,40	5463,58	18095,57	-6710,27
292	14,55	4488,64	18284,07	-6077,58
295	14,70	3608,76	18472,56	-5441,80
298	14,85	2824,37	18661,06	-4803,85
301	15,00	2135,75	18849,56	-4164,47
304	15,15	1543,08	19038,05	-3524,22
307	15,30	1046,48	19226,55	-2883,49
310	15,45	646,00	19415,04	-2242,59
313	15,60	341,66	19603,54	-1601,69
316	15,75	133,45	19792,03	-960,89
319	15,90	21,35	19980,53	-320,25

#### Fase nr. 5 (Altezza di scavo 7,00 [m])

n°	Y	M	N	T
1	0,00	0,00	0,00	0,01
4	0,15	0,35	188,50	6,59
7	0,30	2,66	376,99	26,24
10	0,45	8,91	565,49	58,96
13	0,60	21,04	753,98	104,76
16	0,75	41,02	942,48	163,63
19	0,90	70,82	1130,97	235,57
22	1,05	112,38	1319,47	320,59
25	1,20	167,68	1507,96	418,67
28	1,35	238,67	1696,46	529,83
31	1,50	327,32	1884,96	654,07
34	1,65	435,58	2073,45	791,37
37	1,80	565,42	2261,95	941,75
40	1,95	718,80	2450,44	1105,21
43	2,10	897,67	2638,94	1281,73
46	2,25	1104,01	2827,43	1471,33
49	2,40	1339,76	3015,93	1674,00
52	2,55	1606,90	3204,42	1889,75
55	2,70	1907,37	3392,92	2118,56
58	2,85	2243,16	3581,42	2360,46
61	3,00	2616,20	3769,91	2615,42
64	3,10	2886,51	3895,57	2792,07
67	3,25	3325,93	4084,07	3068,83
70	3,40	3807,85	4272,57	3358,66
73	3,55	4334,22	4461,06	3661,57
76	3,70	4907,01	4649,56	3977,55
79	3,85	5528,18	4838,05	4306,61
82	4,00	6199,68	5026,55	4648,75
85	4,15	6923,49	5215,04	5003,96
88	4,30	7701,56	5403,54	5372,24
91	4,45	8535,86	5592,03	5753,60
94	4,60	9428,33	5780,53	6148,04
97	4,75	10380,96	5969,03	6555,55
100	4,90	11395,69	6157,52	6976,14
103	5,05	12474,49	6346,02	7409,80
106	5,20	13619,32	6534,51	7856,54

ADEGUAMENTO STATICO E FUNZIONALE DEL COLLETTORE ARENA S. ANTONIO  
TRATTO DI VIA BEN HUR - PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONE DI CALCOLO GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

109	5,35	14832,14	6723,01	8316,35
112	5,50	16114,91	6911,50	8789,23
115	5,65	17469,60	7100,00	9275,20
118	5,80	18898,16	7288,49	9774,23
121	5,95	20402,56	7476,99	10286,34
124	6,10	21984,75	7665,49	10811,53
127	6,25	23646,71	7853,98	11349,79
130	6,40	25390,38	8042,48	11901,13
133	6,55	27217,74	8230,97	12465,54
136	6,70	29130,73	8419,47	13043,03
139	6,85	31131,33	8607,96	13633,55
142	7,00	33221,45	8796,46	14236,43
145	7,10	34658,56	8922,12	14501,47
148	7,25	36857,48	9110,62	14794,24
151	7,40	39088,36	9299,11	14926,81
154	7,55	41326,35	9487,61	14869,98
157	7,70	43547,67	9676,11	14650,52
160	7,85	45727,98	9864,60	14269,07
163	8,00	47842,95	10053,10	13725,17
166	8,15	49868,21	10241,59	13018,76
169	8,30	51779,39	10430,09	12150,04
172	8,45	53552,15	10618,58	11118,99
175	8,60	55162,13	10807,08	9925,63
178	8,75	56585,00	10995,57	8569,95
181	8,90	57796,40	11184,07	7051,95
184	9,05	58771,98	11372,57	5371,63
187	9,20	59487,39	11561,06	3528,99
190	9,35	59918,30	11749,56	1524,02
193	9,50	60040,33	11938,05	-643,47
196	9,65	59830,14	12126,55	-2887,02
199	9,80	59293,25	12315,04	-4910,50
202	9,95	58464,61	12503,54	-6701,65
205	10,10	57378,38	12692,03	-8274,29
208	10,25	56066,65	12880,53	-9642,03
211	10,40	54559,48	13069,03	-10818,19
214	10,55	52884,96	13257,52	-11815,74
217	10,70	51069,25	13446,02	-12647,27
220	10,85	49136,63	13634,51	-13324,96
223	11,00	47109,59	13823,01	-13860,54
226	11,15	45008,88	14011,50	-14265,27
229	11,30	42853,58	14200,00	-14549,91
232	11,45	40661,19	14388,49	-14724,74
235	11,60	38447,68	14576,99	-14799,51
238	11,75	36227,60	14765,49	-14783,46
241	11,90	34014,12	14953,98	-14685,28
244	12,05	31819,16	15142,48	-14513,18
247	12,20	29653,40	15330,97	-14274,82
250	12,35	27526,43	15519,47	-13977,36
253	12,50	25446,78	15707,96	-13627,46
256	12,65	23421,98	15896,46	-13231,27
259	12,80	21458,71	16084,95	-12794,47
262	12,95	19562,79	16273,45	-12322,28
265	13,10	17739,27	16461,95	-11819,45
268	13,25	15992,54	16650,44	-11290,30
271	13,40	14326,34	16838,94	-10738,75

274	13,55	12743,86	17027,43	-10168,29
277	13,70	11247,77	17215,93	-9582,06
280	13,85	9840,29	17404,42	-8982,83
283	14,00	8523,26	17592,92	-8373,01
286	14,15	7298,13	17781,41	-7754,74
289	14,30	6166,10	17969,91	-7129,82
292	14,45	5128,08	18158,41	-6499,79
295	14,60	4184,77	18346,90	-5865,95
298	14,75	3336,68	18535,40	-5229,36
301	14,90	2584,18	18723,89	-4590,87
304	15,05	1927,53	18912,39	-3951,14
307	15,20	1366,88	19100,88	-3310,69
310	15,35	902,31	19289,38	-2669,88
313	15,50	533,88	19477,87	-2028,95
316	15,65	261,58	19666,37	-1388,08
319	15,80	85,41	19854,87	-747,33
322	15,95	5,34	20043,36	-106,75

**Fase nr. 6 (Altezza di scavo 7,00 [m])**

n°	Y	M	N	T
1	0,00	0,00	0,00	0,01
4	0,15	6,67	188,50	91,51
7	0,30	28,34	376,99	199,85
10	0,45	67,49	565,49	324,58
13	0,60	126,58	753,98	465,67
16	0,75	208,05	942,48	623,10
19	0,90	314,37	1130,97	796,89
22	1,05	447,98	1319,47	987,03
25	1,20	611,34	1507,96	1193,52
28	1,35	806,90	1696,46	1416,37
31	1,50	1037,12	1884,96	1655,57
34	1,65	1304,44	2073,45	1911,12
37	1,80	1611,31	2261,95	2183,02
40	1,95	1960,20	2450,44	2471,27
43	2,10	2353,56	2638,94	2775,88
46	2,25	2793,83	2827,43	3096,84
49	2,40	3283,47	3015,93	3434,15
52	2,55	3824,94	3204,42	3787,82
55	2,70	4420,68	3392,92	4157,84
58	2,85	5073,15	3581,42	4544,21
61	3,00	5784,81	3769,91	4946,93
64	3,10	5767,76	3895,57	-31,15
67	3,25	5795,19	4084,07	399,35
70	3,40	5888,44	4272,57	846,50
73	3,55	6050,01	4461,06	1310,17
76	3,70	6282,36	4649,56	1790,27
79	3,85	6587,95	4838,05	2286,71
82	4,00	6969,23	5026,55	2799,42
85	4,15	7428,64	5215,04	3328,36
88	4,30	7968,60	5403,54	3873,49
91	4,45	8591,54	5592,03	4434,80
94	4,60	9299,89	5780,53	5012,27
97	4,75	10096,07	5969,03	5605,91
100	4,90	10982,52	6157,52	6215,78

ADEGUAMENTO STATICO E FUNZIONALE DEL COLLETTORE ARENA S. ANTONIO  
TRATTO DI VIA BEN HUR - PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONE DI CALCOLO GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

103	5,05	11961,67	6346,02	6842,01
106	5,20	13035,99	6534,51	7484,59
109	5,35	14207,91	6723,01	8143,53
112	5,50	15479,91	6911,50	8818,82
115	5,65	16854,42	7100,00	9510,46
118	5,80	18333,91	7288,49	10218,46
121	5,95	19920,83	7476,99	10942,82
124	6,10	21617,62	7665,49	11683,53
127	6,25	23426,75	7853,98	12440,59
130	6,40	25350,66	8042,48	13214,01
133	6,55	27391,81	8230,97	14003,79
136	6,70	29552,66	8419,47	14809,92
139	6,85	31835,65	8607,96	15632,37
142	7,00	34243,20	8796,46	16470,44
145	7,10	35522,39	8922,12	12992,59
148	7,25	37511,28	9110,62	13503,44
151	7,40	39565,09	9299,11	13857,11
154	7,55	41660,00	9487,61	14051,31
157	7,70	43770,15	9676,11	13987,58
160	7,85	45854,33	9864,60	13672,40
163	8,00	47883,12	10053,10	13194,84
166	8,15	49832,15	10241,59	12555,04
169	8,30	51677,12	10430,09	11753,09
172	8,45	53393,66	10618,58	10788,57
175	8,60	54957,41	10807,08	9661,74
178	8,75	56344,02	10995,57	8372,51
181	8,90	57529,10	11184,07	6920,78
184	9,05	58488,34	11372,57	5306,99
187	9,20	59197,38	11561,06	3530,88
190	9,35	59631,90	11749,56	1592,45
193	9,50	59767,53	11938,05	-508,56
196	9,65	59579,88	12126,55	-2730,51
199	9,80	59066,07	12315,04	-4762,01
202	9,95	58259,31	12503,54	-6561,21
205	10,10	57193,74	12692,03	-8141,93
208	10,25	55901,46	12880,53	-9517,71
211	10,40	54412,54	13069,03	-10701,84
214	10,55	52755,08	13257,52	-11707,24
217	10,70	50955,25	13446,02	-12546,49
220	10,85	49037,37	13634,51	-13231,72
223	11,00	47023,95	13823,01	-13774,64
226	11,15	44935,76	14011,50	-14186,50
229	11,30	42791,93	14200,00	-14478,03
232	11,45	40609,99	14388,49	-14659,51
235	11,60	38405,94	14576,99	-14740,65
238	11,75	36194,38	14765,49	-14730,70
241	11,90	33988,52	14953,98	-14638,35
244	12,05	31800,32	15142,48	-14471,78
247	12,20	29640,51	15330,97	-14238,66
250	12,35	27518,71	15519,47	-13946,14
253	12,50	25443,51	15707,96	-13600,87
256	12,65	23422,48	15896,46	-13209,02
259	12,80	21462,34	16084,95	-12776,26
262	12,95	19568,96	16273,45	-12307,80
265	13,10	17747,44	16461,95	-11808,41

268	13,25	16002,20	16650,44	-11282,40
271	13,40	14337,05	16838,94	-10733,69
274	13,55	12755,19	17027,43	-10165,78
277	13,70	11259,36	17215,93	-9581,81
280	13,85	9851,82	17404,42	-8984,55
283	14,00	8534,44	17592,92	-8376,42
286	14,15	7308,73	17781,41	-7759,55
289	14,30	6175,92	17969,91	-7135,76
292	14,45	5136,96	18158,41	-6506,58
295	14,60	4192,60	18346,90	-5873,31
298	14,75	3343,39	18535,40	-5237,01
301	14,90	2589,74	18723,89	-4598,55
304	15,05	1931,94	18912,39	-3958,58
307	15,20	1370,20	19100,88	-3317,61
310	15,35	904,63	19289,38	-2676,02
313	15,50	535,32	19477,87	-2034,04
316	15,65	262,32	19666,37	-1391,85
319	15,80	85,66	19854,87	-749,52
322	15,95	5,35	20043,36	-107,08

## Spostamenti massimi e minimi della paratia

### Simbologia adottata

Y ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]  
 $u_{max}$ ,  $u_{min}$  spostamento orizzontale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso valle  
 $v_{max}$ ,  $v_{min}$  spostamento verticale massimo e minimo espresso in [cm] positivo verso il basso

#### Fase nr. 1 (Altezza di scavo 7,00 [m])

$y_{Umax} = 0,00$	$u_{max}=3,9109$	$y_{Umin}=15,45$	$u_{min}=-0,0751$
$y_{Vmax} = 0,00$	$v_{max}=0,0103$	$y_{Vmin}=0,00$	$v_{min}=0,0000$

#### Fase nr. 2 (Altezza di scavo 7,00 [m])

$y_{Umax} = 0,00$	$u_{max}=3,9109$	$y_{Umin}=15,45$	$u_{min}=-0,0751$
$y_{Vmax} = 0,00$	$v_{max}=0,0103$	$y_{Vmin}=0,00$	$v_{min}=0,0000$

#### Fase nr. 3 (Altezza di scavo 7,00 [m])

$y_{Umax} = 0,00$	$u_{max}=3,9297$	$y_{Umin}=16,00$	$u_{min}=-0,0756$
$y_{Vmax} = 0,00$	$v_{max}=0,0103$	$y_{Vmin}=0,00$	$v_{min}=0,0000$

#### Fase nr. 4 (Altezza di scavo 7,00 [m])

$y_{Umax} = 0,00$	$u_{max}=5,0842$	$y_{Umin}=15,45$	$u_{min}=-0,0976$
$y_{Vmax} = 0,00$	$v_{max}=0,0103$	$y_{Vmin}=0,00$	$v_{min}=0,0000$

#### Fase nr. 5 (Altezza di scavo 7,00 [m])

$y_{Umax} = 0,00$	$u_{max}=5,0842$	$y_{Umin}=15,45$	$u_{min}=-0,0976$
$y_{Vmax} = 0,00$	$v_{max}=0,0103$	$y_{Vmin}=0,00$	$v_{min}=0,0000$

#### Fase nr. 6 (Altezza di scavo 7,00 [m])

$y_{Umax} = 0,00$	$u_{max}=5,1024$	$y_{Umin}=16,00$	$u_{min}=-0,0979$
$y_{Vmax} = 0,00$	$v_{max}=0,0103$	$y_{Vmin}=0,00$	$v_{min}=0,0000$

## Spostamenti della paratia

### Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa della paratia espressa in [m]
u	spostamento orizzontale espresso in [cm] positivo verso valle
v	spostamento verticale espresso in [cm] positivo verso il basso

### Fase nr. 1 (Altezza di scavo 7,00 [m])

N°	Y	u	v
1	0,00	3,91092	0,01026
4	0,15	3,84658	0,01026
7	0,30	3,78223	0,01026
10	0,45	3,71789	0,01026
13	0,60	3,65355	0,01025
16	0,75	3,58920	0,01024
19	0,90	3,52486	0,01023
22	1,05	3,46052	0,01022
25	1,20	3,39618	0,01021
28	1,35	3,33185	0,01019
31	1,50	3,26752	0,01017
34	1,65	3,20321	0,01015
37	1,80	3,13890	0,01013
40	1,95	3,07461	0,01011
43	2,10	3,01034	0,01009
46	2,25	2,94610	0,01006
49	2,40	2,88188	0,01003
52	2,55	2,81771	0,01000
55	2,70	2,75357	0,00997
58	2,85	2,68950	0,00994
61	3,00	2,62548	0,00990
64	3,15	2,56153	0,00987
67	3,30	2,49767	0,00983
70	3,45	2,43390	0,00979
73	3,60	2,37025	0,00974
76	3,75	2,30672	0,00970
79	3,90	2,24333	0,00965
82	4,05	2,18010	0,00961
85	4,20	2,11705	0,00956
88	4,35	2,05419	0,00951
91	4,50	1,99156	0,00945
94	4,65	1,92917	0,00940
97	4,80	1,86704	0,00934
100	4,95	1,80522	0,00928
103	5,10	1,74372	0,00922
106	5,25	1,68257	0,00916
109	5,40	1,62181	0,00909
112	5,55	1,56147	0,00903
115	5,70	1,50159	0,00896
118	5,85	1,44221	0,00889
121	6,00	1,38336	0,00882
124	6,15	1,32509	0,00875
127	6,30	1,26744	0,00867

ADEGUAMENTO STATICO E FUNZIONALE DEL COLLETTORE ARENA S. ANTONIO  
TRATTO DI VIA BEN HUR - PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONE DI CALCOLO GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

130	6,45	1,21046	0,00860
133	6,60	1,15419	0,00852
136	6,75	1,09870	0,00844
139	6,90	1,04403	0,00836
142	7,05	0,99024	0,00827
145	7,20	0,93738	0,00819
148	7,35	0,88552	0,00810
151	7,50	0,83472	0,00801
154	7,65	0,78504	0,00792
157	7,80	0,73655	0,00782
160	7,95	0,68929	0,00773
163	8,10	0,64334	0,00763
166	8,25	0,59875	0,00754
169	8,40	0,55556	0,00743
172	8,55	0,51384	0,00733
175	8,70	0,47363	0,00723
178	8,85	0,43497	0,00712
181	9,00	0,39789	0,00702
184	9,15	0,36243	0,00691
187	9,30	0,32860	0,00680
190	9,45	0,29642	0,00668
193	9,60	0,26590	0,00657
196	9,75	0,23704	0,00645
199	9,90	0,20981	0,00633
202	10,05	0,18421	0,00621
205	10,20	0,16021	0,00609
208	10,35	0,13776	0,00597
211	10,50	0,11683	0,00584
214	10,65	0,09738	0,00572
217	10,80	0,07936	0,00559
220	10,95	0,06271	0,00546
223	11,10	0,04738	0,00532
226	11,25	0,03331	0,00519
229	11,40	0,02044	0,00505
232	11,55	0,00872	0,00492
235	11,70	-0,00192	0,00478
238	11,85	-0,01154	0,00463
241	12,00	-0,02020	0,00449
244	12,15	-0,02796	0,00435
247	12,30	-0,03488	0,00420
250	12,45	-0,04103	0,00405
253	12,60	-0,04645	0,00390
256	12,75	-0,05120	0,00375
259	12,90	-0,05535	0,00359
262	13,05	-0,05894	0,00344
265	13,20	-0,06202	0,00328
268	13,35	-0,06464	0,00312
271	13,50	-0,06686	0,00296
274	13,65	-0,06870	0,00279
277	13,80	-0,07023	0,00263
280	13,95	-0,07146	0,00246
283	14,10	-0,07245	0,00229
286	14,25	-0,07323	0,00212
289	14,40	-0,07383	0,00195
292	14,55	-0,07427	0,00178



295	14,70	-0,07460	0,00160
298	14,85	-0,07482	0,00142
301	15,00	-0,07496	0,00124
304	15,15	-0,07505	0,00106
307	15,30	-0,07509	0,00088
310	15,45	-0,07510	0,00069
313	15,60	-0,07509	0,00051
316	15,75	-0,07508	0,00032
319	15,90	-0,07506	0,00013

**Fase nr. 2 (Altezza di scavo 7,00 [m])**

N°	Y	u	v
1	0,00	3,91093	0,01026
4	0,15	3,84658	0,01026
7	0,30	3,78224	0,01026
10	0,45	3,71789	0,01026
13	0,60	3,65355	0,01025
16	0,75	3,58921	0,01024
19	0,90	3,52486	0,01023
22	1,05	3,46052	0,01022
25	1,20	3,39619	0,01021
28	1,35	3,33185	0,01019
31	1,50	3,26753	0,01017
34	1,65	3,20321	0,01015
37	1,80	3,13890	0,01013
40	1,95	3,07461	0,01011
43	2,10	3,01034	0,01009
46	2,25	2,94610	0,01006
49	2,40	2,88189	0,01003
52	2,55	2,81771	0,01000
55	2,70	2,75358	0,00997
58	2,85	2,68950	0,00994
61	3,00	2,62548	0,00990
64	3,15	2,56153	0,00987
67	3,30	2,49767	0,00983
70	3,45	2,43390	0,00979
73	3,60	2,37025	0,00974
76	3,75	2,30672	0,00970
79	3,90	2,24333	0,00965
82	4,05	2,18010	0,00961
85	4,20	2,11704	0,00956
88	4,35	2,05419	0,00951
91	4,50	1,99155	0,00945
94	4,65	1,92916	0,00940
97	4,80	1,86704	0,00934
100	4,95	1,80522	0,00928
103	5,10	1,74372	0,00922
106	5,25	1,68257	0,00916
109	5,40	1,62181	0,00909
112	5,55	1,56147	0,00903
115	5,70	1,50159	0,00896
118	5,85	1,44221	0,00889
121	6,00	1,38336	0,00882
124	6,15	1,32509	0,00875

127	6,30	1,26744	0,00867
130	6,45	1,21046	0,00860
133	6,60	1,15419	0,00852
136	6,75	1,09870	0,00844
139	6,90	1,04403	0,00836
142	7,05	0,99024	0,00827
145	7,20	0,93738	0,00819
148	7,35	0,88552	0,00810
151	7,50	0,83472	0,00801
154	7,65	0,78504	0,00792
157	7,80	0,73655	0,00782
160	7,95	0,68929	0,00773
163	8,10	0,64334	0,00763
166	8,25	0,59875	0,00754
169	8,40	0,55556	0,00743
172	8,55	0,51385	0,00733
175	8,70	0,47363	0,00723
178	8,85	0,43497	0,00712
181	9,00	0,39789	0,00702
184	9,15	0,36243	0,00691
187	9,30	0,32860	0,00680
190	9,45	0,29643	0,00668
193	9,60	0,26591	0,00657
196	9,75	0,23704	0,00645
199	9,90	0,20982	0,00633
202	10,05	0,18421	0,00621
205	10,20	0,16021	0,00609
208	10,35	0,13776	0,00597
211	10,50	0,11683	0,00584
214	10,65	0,09738	0,00572
217	10,80	0,07936	0,00559
220	10,95	0,06271	0,00546
223	11,10	0,04738	0,00532
226	11,25	0,03331	0,00519
229	11,40	0,02044	0,00505
232	11,55	0,00872	0,00492
235	11,70	-0,00192	0,00478
238	11,85	-0,01154	0,00463
241	12,00	-0,02020	0,00449
244	12,15	-0,02796	0,00435
247	12,30	-0,03488	0,00420
250	12,45	-0,04103	0,00405
253	12,60	-0,04645	0,00390
256	12,75	-0,05120	0,00375
259	12,90	-0,05535	0,00359
262	13,05	-0,05894	0,00344
265	13,20	-0,06202	0,00328
268	13,35	-0,06464	0,00312
271	13,50	-0,06686	0,00296
274	13,65	-0,06870	0,00279
277	13,80	-0,07023	0,00263
280	13,95	-0,07146	0,00246
283	14,10	-0,07245	0,00229
286	14,25	-0,07323	0,00212
289	14,40	-0,07383	0,00195

292	14,55	-0,07427	0,00178
295	14,70	-0,07460	0,00160
298	14,85	-0,07482	0,00142
301	15,00	-0,07496	0,00124
304	15,15	-0,07505	0,00106
307	15,30	-0,07509	0,00088
310	15,45	-0,07510	0,00069
313	15,60	-0,07509	0,00051
316	15,75	-0,07508	0,00032
319	15,90	-0,07506	0,00013

**Fase nr. 3 (Altezza di scavo 7,00 [m])**

N°	Y	u	v
1	0,00	3,92975	0,01026
4	0,15	3,86430	0,01026
7	0,30	3,79886	0,01026
10	0,45	3,73342	0,01026
13	0,60	3,66798	0,01025
16	0,75	3,60255	0,01024
19	0,90	3,53712	0,01023
22	1,05	3,47171	0,01022
25	1,20	3,40630	0,01021
28	1,35	3,34092	0,01019
31	1,50	3,27556	0,01017
34	1,65	3,21024	0,01015
37	1,80	3,14495	0,01013
40	1,95	3,07972	0,01011
43	2,10	3,01454	0,01009
46	2,25	2,94944	0,01006
49	2,40	2,88442	0,01003
52	2,55	2,81950	0,01000
55	2,70	2,75469	0,00997
58	2,85	2,69001	0,00994
61	3,00	2,62548	0,00990
64	3,15	2,56111	0,00987
67	3,30	2,49692	0,00983
70	3,45	2,43289	0,00979
73	3,60	2,36905	0,00974
76	3,75	2,30538	0,00970
79	3,90	2,24191	0,00965
82	4,05	2,17863	0,00961
85	4,20	2,11557	0,00956
88	4,35	2,05274	0,00951
91	4,50	1,99015	0,00945
94	4,65	1,92782	0,00940
97	4,80	1,86577	0,00934
100	4,95	1,80403	0,00928
103	5,10	1,74262	0,00922
106	5,25	1,68156	0,00916
109	5,40	1,62089	0,00909
112	5,55	1,56064	0,00903
115	5,70	1,50084	0,00896
118	5,85	1,44154	0,00889
121	6,00	1,38277	0,00882

124	6,15	1,32458	0,00875
127	6,30	1,26700	0,00867
130	6,45	1,21010	0,00860
133	6,60	1,15392	0,00852
136	6,75	1,09852	0,00844
139	6,90	1,04395	0,00836
142	7,05	0,99028	0,00827
145	7,20	0,93756	0,00819
148	7,35	0,88585	0,00810
151	7,50	0,83521	0,00801
154	7,65	0,78569	0,00792
157	7,80	0,73736	0,00782
160	7,95	0,69026	0,00773
163	8,10	0,64446	0,00763
166	8,25	0,60002	0,00754
169	8,40	0,55697	0,00743
172	8,55	0,51537	0,00733
175	8,70	0,47527	0,00723
178	8,85	0,43670	0,00712
181	9,00	0,39971	0,00702
184	9,15	0,36431	0,00691
187	9,30	0,33053	0,00680
190	9,45	0,29839	0,00668
193	9,60	0,26789	0,00657
196	9,75	0,23903	0,00645
199	9,90	0,21181	0,00633
202	10,05	0,18619	0,00621
205	10,20	0,16216	0,00609
208	10,35	0,13968	0,00597
211	10,50	0,11871	0,00584
214	10,65	0,09922	0,00572
217	10,80	0,08114	0,00559
220	10,95	0,06444	0,00546
223	11,10	0,04905	0,00532
226	11,25	0,03492	0,00519
229	11,40	0,02198	0,00505
232	11,55	0,01019	0,00492
235	11,70	-0,00052	0,00478
238	11,85	-0,01021	0,00463
241	12,00	-0,01894	0,00449
244	12,15	-0,02677	0,00435
247	12,30	-0,03377	0,00420
250	12,45	-0,03999	0,00405
253	12,60	-0,04548	0,00390
256	12,75	-0,05031	0,00375
259	12,90	-0,05453	0,00359
262	13,05	-0,05818	0,00344
265	13,20	-0,06134	0,00328
268	13,35	-0,06403	0,00312
271	13,50	-0,06631	0,00296
274	13,65	-0,06823	0,00279
277	13,80	-0,06982	0,00263
280	13,95	-0,07112	0,00246
283	14,10	-0,07218	0,00229
286	14,25	-0,07302	0,00212

289	14,40	-0,07368	0,00195
292	14,55	-0,07419	0,00178
295	14,70	-0,07458	0,00160
298	14,85	-0,07486	0,00142
301	15,00	-0,07507	0,00124
304	15,15	-0,07521	0,00106
307	15,30	-0,07532	0,00088
310	15,45	-0,07539	0,00069
313	15,60	-0,07545	0,00051
316	15,75	-0,07549	0,00032
319	15,90	-0,07553	0,00013

**Fase nr. 4 (Altezza di scavo 7,00 [m])**

N°	Y	u	v
1	0,00	5,08420	0,01026
4	0,15	5,00055	0,01026
7	0,30	4,91691	0,01026
10	0,45	4,83326	0,01026
13	0,60	4,74961	0,01025
16	0,75	4,66597	0,01024
19	0,90	4,58232	0,01023
22	1,05	4,49868	0,01022
25	1,20	4,41504	0,01021
28	1,35	4,33141	0,01019
31	1,50	4,24778	0,01017
34	1,65	4,16417	0,01015
37	1,80	4,08057	0,01013
40	1,95	3,99700	0,01011
43	2,10	3,91345	0,01009
46	2,25	3,82993	0,01006
49	2,40	3,74645	0,01003
52	2,55	3,66302	0,01000
55	2,70	3,57965	0,00997
58	2,85	3,49635	0,00994
61	3,00	3,41312	0,00990
64	3,15	3,32999	0,00987
67	3,30	3,24697	0,00983
70	3,45	3,16408	0,00979
73	3,60	3,08133	0,00974
76	3,75	2,99874	0,00970
79	3,90	2,91633	0,00965
82	4,05	2,83413	0,00961
85	4,20	2,75216	0,00956
88	4,35	2,67045	0,00951
91	4,50	2,58902	0,00945
94	4,65	2,50792	0,00940
97	4,80	2,42716	0,00934
100	4,95	2,34678	0,00928
103	5,10	2,26683	0,00922
106	5,25	2,18734	0,00916
109	5,40	2,10836	0,00909
112	5,55	2,02992	0,00903
115	5,70	1,95207	0,00896
118	5,85	1,87487	0,00889

121	6,00	1,79837	0,00882
124	6,15	1,72261	0,00875
127	6,30	1,64767	0,00867
130	6,45	1,57359	0,00860
133	6,60	1,50045	0,00852
136	6,75	1,42831	0,00844
139	6,90	1,35724	0,00836
142	7,05	1,28731	0,00827
145	7,20	1,21860	0,00819
148	7,35	1,15118	0,00810
151	7,50	1,08514	0,00801
154	7,65	1,02056	0,00792
157	7,80	0,95751	0,00782
160	7,95	0,89608	0,00773
163	8,10	0,83634	0,00763
166	8,25	0,77837	0,00754
169	8,40	0,72223	0,00743
172	8,55	0,66800	0,00733
175	8,70	0,61572	0,00723
178	8,85	0,56546	0,00712
181	9,00	0,51726	0,00702
184	9,15	0,47116	0,00691
187	9,30	0,42718	0,00680
190	9,45	0,38535	0,00668
193	9,60	0,34568	0,00657
196	9,75	0,30815	0,00645
199	9,90	0,27276	0,00633
202	10,05	0,23948	0,00621
205	10,20	0,20827	0,00609
208	10,35	0,17909	0,00597
211	10,50	0,15188	0,00584
214	10,65	0,12659	0,00572
217	10,80	0,10316	0,00559
220	10,95	0,08152	0,00546
223	11,10	0,06159	0,00532
226	11,25	0,04330	0,00519
229	11,40	0,02658	0,00505
232	11,55	0,01134	0,00492
235	11,70	-0,00250	0,00478
238	11,85	-0,01500	0,00463
241	12,00	-0,02626	0,00449
244	12,15	-0,03635	0,00435
247	12,30	-0,04535	0,00420
250	12,45	-0,05334	0,00405
253	12,60	-0,06038	0,00390
256	12,75	-0,06657	0,00375
259	12,90	-0,07196	0,00359
262	13,05	-0,07662	0,00344
265	13,20	-0,08063	0,00328
268	13,35	-0,08404	0,00312
271	13,50	-0,08691	0,00296
274	13,65	-0,08931	0,00279
277	13,80	-0,09129	0,00263
280	13,95	-0,09290	0,00246
283	14,10	-0,09419	0,00229

286	14,25	-0,09520	0,00212
289	14,40	-0,09598	0,00195
292	14,55	-0,09656	0,00178
295	14,70	-0,09698	0,00160
298	14,85	-0,09726	0,00142
301	15,00	-0,09745	0,00124
304	15,15	-0,09756	0,00106
307	15,30	-0,09761	0,00088
310	15,45	-0,09763	0,00069
313	15,60	-0,09762	0,00051
316	15,75	-0,09760	0,00032
319	15,90	-0,09758	0,00013

**Fase nr. 5 (Altezza di scavo 7,00 [m])**

N°	Y	u	v
1	0,00	5,08421	0,01026
4	0,15	5,00056	0,01026
7	0,30	4,91691	0,01026
10	0,45	4,83327	0,01026
13	0,60	4,74962	0,01025
16	0,75	4,66597	0,01024
19	0,90	4,58233	0,01023
22	1,05	4,49868	0,01022
25	1,20	4,41504	0,01021
28	1,35	4,33141	0,01019
31	1,50	4,24779	0,01017
34	1,65	4,16417	0,01015
37	1,80	4,08058	0,01013
40	1,95	3,99700	0,01011
43	2,10	3,91345	0,01009
46	2,25	3,82993	0,01006
49	2,40	3,74645	0,01003
52	2,55	3,66302	0,01000
55	2,70	3,57965	0,00997
58	2,85	3,49635	0,00994
61	3,00	3,41312	0,00990
64	3,15	3,32999	0,00987
67	3,30	3,24697	0,00983
70	3,45	3,16408	0,00979
73	3,60	3,08133	0,00974
76	3,75	2,99873	0,00970
79	3,90	2,91633	0,00965
82	4,05	2,83413	0,00961
85	4,20	2,75216	0,00956
88	4,35	2,67045	0,00951
91	4,50	2,58902	0,00945
94	4,65	2,50791	0,00940
97	4,80	2,42716	0,00934
100	4,95	2,34678	0,00928
103	5,10	2,26683	0,00922
106	5,25	2,18734	0,00916
109	5,40	2,10835	0,00909
112	5,55	2,02992	0,00903
115	5,70	1,95207	0,00896

118	5,85	1,87487	0,00889
121	6,00	1,79837	0,00882
124	6,15	1,72261	0,00875
127	6,30	1,64767	0,00867
130	6,45	1,57359	0,00860
133	6,60	1,50045	0,00852
136	6,75	1,42831	0,00844
139	6,90	1,35724	0,00836
142	7,05	1,28731	0,00827
145	7,20	1,21860	0,00819
148	7,35	1,15118	0,00810
151	7,50	1,08514	0,00801
154	7,65	1,02056	0,00792
157	7,80	0,95751	0,00782
160	7,95	0,89608	0,00773
163	8,10	0,83634	0,00763
166	8,25	0,77837	0,00754
169	8,40	0,72224	0,00743
172	8,55	0,66800	0,00733
175	8,70	0,61572	0,00723
178	8,85	0,56546	0,00712
181	9,00	0,51726	0,00702
184	9,15	0,47116	0,00691
187	9,30	0,42718	0,00680
190	9,45	0,38535	0,00668
193	9,60	0,34568	0,00657
196	9,75	0,30815	0,00645
199	9,90	0,27276	0,00633
202	10,05	0,23948	0,00621
205	10,20	0,20827	0,00609
208	10,35	0,17909	0,00597
211	10,50	0,15188	0,00584
214	10,65	0,12660	0,00572
217	10,80	0,10316	0,00559
220	10,95	0,08152	0,00546
223	11,10	0,06159	0,00532
226	11,25	0,04330	0,00519
229	11,40	0,02658	0,00505
232	11,55	0,01134	0,00492
235	11,70	-0,00250	0,00478
238	11,85	-0,01500	0,00463
241	12,00	-0,02626	0,00449
244	12,15	-0,03635	0,00435
247	12,30	-0,04535	0,00420
250	12,45	-0,05333	0,00405
253	12,60	-0,06038	0,00390
256	12,75	-0,06657	0,00375
259	12,90	-0,07195	0,00359
262	13,05	-0,07662	0,00344
265	13,20	-0,08063	0,00328
268	13,35	-0,08404	0,00312
271	13,50	-0,08691	0,00296
274	13,65	-0,08931	0,00279
277	13,80	-0,09129	0,00263
280	13,95	-0,09290	0,00246



283	14,10	-0,09419	0,00229
286	14,25	-0,09520	0,00212
289	14,40	-0,09598	0,00195
292	14,55	-0,09656	0,00178
295	14,70	-0,09698	0,00160
298	14,85	-0,09726	0,00142
301	15,00	-0,09745	0,00124
304	15,15	-0,09756	0,00106
307	15,30	-0,09761	0,00088
310	15,45	-0,09763	0,00069
313	15,60	-0,09762	0,00051
316	15,75	-0,09760	0,00032
319	15,90	-0,09758	0,00013

**Fase nr. 6 (Altezza di scavo 7,00 [m])**

N°	Y	u	v
1	0,00	5,10238	0,01026
4	0,15	5,01765	0,01026
7	0,30	4,93292	0,01026
10	0,45	4,84819	0,01026
13	0,60	4,76346	0,01025
16	0,75	4,67874	0,01024
19	0,90	4,59403	0,01023
22	1,05	4,50932	0,01022
25	1,20	4,42464	0,01021
28	1,35	4,33997	0,01019
31	1,50	4,25534	0,01017
34	1,65	4,17074	0,01015
37	1,80	4,08619	0,01013
40	1,95	4,00169	0,01011
43	2,10	3,91727	0,01009
46	2,25	3,83293	0,01006
49	2,40	3,74869	0,01003
52	2,55	3,66457	0,01000
55	2,70	3,58059	0,00997
58	2,85	3,49676	0,00994
61	3,00	3,41312	0,00990
64	3,15	3,32968	0,00987
67	3,30	3,24645	0,00983
70	3,45	3,16343	0,00979
73	3,60	3,08062	0,00974
76	3,75	2,99803	0,00970
79	3,90	2,91567	0,00965
82	4,05	2,83355	0,00961
85	4,20	2,75169	0,00956
88	4,35	2,67010	0,00951
91	4,50	2,58880	0,00945
94	4,65	2,50782	0,00940
97	4,80	2,42718	0,00934
100	4,95	2,34692	0,00928
103	5,10	2,26706	0,00922
106	5,25	2,18765	0,00916
109	5,40	2,10871	0,00909
112	5,55	2,03030	0,00903

ADEGUAMENTO STATICO E FUNZIONALE DEL COLLETTORE ARENA S. ANTONIO  
TRATTO DI VIA BEN HUR - PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONE DI CALCOLO GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

115	5,70	1,95246	0,00896
118	5,85	1,87525	0,00889
121	6,00	1,79871	0,00882
124	6,15	1,72291	0,00875
127	6,30	1,64790	0,00867
130	6,45	1,57376	0,00860
133	6,60	1,50056	0,00852
136	6,75	1,42836	0,00844
139	6,90	1,35725	0,00836
142	7,05	1,28731	0,00827
145	7,20	1,21862	0,00819
148	7,35	1,15125	0,00810
151	7,50	1,08529	0,00801
154	7,65	1,02079	0,00792
157	7,80	0,95783	0,00782
160	7,95	0,89650	0,00773
163	8,10	0,83686	0,00763
166	8,25	0,77899	0,00754
169	8,40	0,72295	0,00743
172	8,55	0,66880	0,00733
175	8,70	0,61661	0,00723
178	8,85	0,56643	0,00712
181	9,00	0,51830	0,00702
184	9,15	0,47225	0,00691
187	9,30	0,42832	0,00680
190	9,45	0,38653	0,00668
193	9,60	0,34688	0,00657
196	9,75	0,30937	0,00645
199	9,90	0,27399	0,00633
202	10,05	0,24071	0,00621
205	10,20	0,20949	0,00609
208	10,35	0,18030	0,00597
211	10,50	0,15308	0,00584
214	10,65	0,12777	0,00572
217	10,80	0,10431	0,00559
220	10,95	0,08264	0,00546
223	11,10	0,06268	0,00532
226	11,25	0,04435	0,00519
229	11,40	0,02759	0,00505
232	11,55	0,01231	0,00492
235	11,70	-0,00157	0,00478
238	11,85	-0,01411	0,00463
241	12,00	-0,02542	0,00449
244	12,15	-0,03555	0,00435
247	12,30	-0,04460	0,00420
250	12,45	-0,05263	0,00405
253	12,60	-0,05972	0,00390
256	12,75	-0,06595	0,00375
259	12,90	-0,07139	0,00359
262	13,05	-0,07610	0,00344
265	13,20	-0,08015	0,00328
268	13,35	-0,08360	0,00312
271	13,50	-0,08652	0,00296
274	13,65	-0,08897	0,00279
277	13,80	-0,09099	0,00263

ADEGUAMENTO STATICO E FUNZIONALE DEL COLLETTORE ARENA S. ANTONIO  
TRATTO DI VIA BEN HUR - PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONE DI CALCOLO GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

280	13,95	-0,09265	0,00246
283	14,10	-0,09398	0,00229
286	14,25	-0,09503	0,00212
289	14,40	-0,09585	0,00195
292	14,55	-0,09647	0,00178
295	14,70	-0,09693	0,00160
298	14,85	-0,09726	0,00142
301	15,00	-0,09749	0,00124
304	15,15	-0,09764	0,00106
307	15,30	-0,09773	0,00088
310	15,45	-0,09779	0,00069
313	15,60	-0,09782	0,00051
316	15,75	-0,09784	0,00032
319	15,90	-0,09786	0,00013

### Verifica armatura pali

Per la verifica delle sezioni si adotta il metodo degli stati limite

Coefficiente di sicurezza (Sollecitazione ultima/Sollecitazione esercizio)  $\geq 1.75$ .

### Descrizione armatura adottata e caratteristiche sezione

Diametro del palo	80,00	[cm]
Area della sezione trasversale	5026,55	[cmq]
Copriferro	5,00	[cm]

L'armatura del palo è costituita da 20 $\phi$ 26( $A_f=106,19$  cmq) longitudinali e staffe  $\phi$ 12/20,0 cm

### Simbologia adottata

$n^\circ$	numero d'ordine della sezione
Y	ordinata della sezione rispetto alla testa espressa in [m]
M	momento flettente agente sul palo espresso in [kgm]
N	sforzo normale agente sul palo espresso in [kg] (positivo di compressione)
T	taglio agente sul palo espresso in [kg]
$A_f$	area di armatura espressa in [cmq]
$\sigma_c$	tensione nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
$\sigma_f$	tensione nell'acciaio espressa in [kg/cmq]
$\tau_c$	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kg/cmq]
$\sigma_{st}$	tensione nelle staffe espressa in [kg/cmq]
$M_u$	momento ultimo di riferimento espresso in [kgm]
$N_u$	sforzo normale ultimo di riferimento espresso in [kg]
CS	coefficiente di sicurezza (rapporto fra la sollecitazione ultima e la sollecitazione di esercizio)
$T_R$	taglio resistente espresso in [kg]
$CS_T$	coefficiente di sicurezza a taglio

### Verifica armature a presso-flessione - Fase nr. 1 (Altezza di scavo 7,00 m)

$n^\circ$	Y	M	N	$A_f$	$\sigma_c$	$\sigma_f$
1	0,00	0	0	106,19	0,00	0,00
4	0,15	0	188	106,19	0,03	0,43
7	0,30	2	377	106,19	0,06	0,89
10	0,45	7	565	106,19	0,10	1,40
13	0,60	16	754	106,19	0,14	1,98
16	0,75	32	942	106,19	0,19	2,67
19	0,90	54	1131	106,19	0,25	3,49
22	1,05	86	1319	106,19	0,32	4,47
25	1,20	129	1508	106,19	0,41	5,62
28	1,35	183	1696	106,19	0,51	6,98
31	1,50	252	1885	106,19	0,64	8,60
34	1,65	335	2073	106,19	0,80	10,60
37	1,80	435	2262	106,19	1,00	13,04
40	1,95	553	2450	106,19	1,24	15,97
43	2,10	690	2639	106,19	1,53	19,42
46	2,25	849	2827	106,19	1,86	23,40
49	2,40	1030	3016	106,19	2,25	27,93
52	2,55	1236	3204	106,19	2,68	33,03
55	2,70	1467	3393	106,19	3,18	38,73
58	2,85	1725	3581	106,19	3,73	49,00
61	3,00	2012	3770	106,19	4,34	60,75
64	3,15	2329	3958	106,19	5,01	73,99
67	3,30	2678	4147	106,19	5,74	88,79

ADEGUAMENTO STATICO E FUNZIONALE DEL COLLETTORE ARENA S. ANTONIO  
TRATTO DI VIA BEN HUR - PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONE DI CALCOLO GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

70	3,45	3060	4335	106,19	6,55	105,22
73	3,60	3476	4524	106,19	7,43	123,35
76	3,75	3929	4712	106,19	8,38	143,26
79	3,90	4420	4901	106,19	9,41	165,00
82	4,05	4950	5089	106,19	10,52	188,65
85	4,20	5520	5278	106,19	11,72	214,29
88	4,35	6133	5466	106,19	13,00	241,98
91	4,50	6789	5655	106,19	14,37	271,81
94	4,65	7491	5843	106,19	15,84	303,83
97	4,80	8240	6032	106,19	17,40	338,12
100	4,95	9037	6220	106,19	19,07	374,76
103	5,10	9883	6409	106,19	20,83	413,82
106	5,25	10781	6597	106,19	22,71	455,37
109	5,40	11732	6786	106,19	24,69	499,48
112	5,55	12737	6974	106,19	26,78	546,23
115	5,70	13798	7163	106,19	28,99	595,69
118	5,85	14916	7351	106,19	31,32	647,93
121	6,00	16093	7540	106,19	33,76	703,03
124	6,15	17330	7728	106,19	36,34	761,05
127	6,30	18630	7917	106,19	39,04	822,08
130	6,45	19992	8105	106,19	41,87	886,18
133	6,60	21420	8294	106,19	44,84	953,43
136	6,75	22914	8482	106,19	47,94	1023,90
139	6,90	24475	8671	106,19	51,19	1097,66
142	7,05	26105	8859	106,19	54,57	1174,72
145	7,20	27784	9048	106,19	58,06	1254,19
148	7,35	29494	9236	106,19	61,61	1335,15
151	7,50	31216	9425	106,19	65,18	1416,68
154	7,65	32931	9613	106,19	68,74	1497,89
157	7,80	34621	9802	106,19	72,25	1577,87
160	7,95	36267	9990	106,19	75,67	1655,72
163	8,10	37850	10179	106,19	78,96	1730,53
166	8,25	39351	10367	106,19	82,07	1801,39
169	8,40	40753	10556	106,19	84,98	1867,39
172	8,55	42035	10744	106,19	87,65	1927,62
175	8,70	43179	10933	106,19	90,03	1981,17
178	8,85	44168	11121	106,19	92,09	2027,15
181	9,00	44981	11310	106,19	93,78	2064,63
184	9,15	45600	11498	106,19	95,07	2092,70
187	9,30	46006	11687	106,19	95,93	2110,48
190	9,45	46181	11875	106,19	96,30	2117,03
193	9,60	46106	12064	106,19	96,16	2111,46
196	9,75	45774	12252	106,19	95,48	2093,43
199	9,90	45209	12441	106,19	94,32	2064,08
202	10,05	44436	12629	106,19	92,74	2024,70
205	10,20	43482	12818	106,19	90,78	1976,53
208	10,35	42371	13006	106,19	88,49	1920,71
211	10,50	41123	13195	106,19	85,92	1858,31
214	10,65	39761	13383	106,19	83,11	1790,34
217	10,80	38302	13572	106,19	80,10	1717,72
220	10,95	36765	13760	106,19	76,93	1641,31
223	11,10	35166	13949	106,19	73,63	1561,92
226	11,25	33521	14137	106,19	70,24	1480,28
229	11,40	31842	14326	106,19	66,77	1397,05
232	11,55	30144	14514	106,19	63,27	1312,87

235	11,70	28437	14703	106,19	59,74	1228,28
238	11,85	26731	14891	106,19	56,22	1143,81
241	12,00	25037	15080	106,19	52,72	1059,92
244	12,15	23363	15268	106,19	49,25	977,02
247	12,30	21716	15457	106,19	45,85	895,50
250	12,45	20103	15645	106,19	42,51	815,70
253	12,60	18531	15834	106,19	39,25	737,92
256	12,75	17005	16022	106,19	36,09	662,43
259	12,90	15528	16211	106,19	33,02	589,49
262	13,05	14107	16399	106,19	30,07	519,32
265	13,20	12743	16588	106,19	27,23	452,13
268	13,35	11440	16776	106,19	24,51	388,13
271	13,50	10201	16965	106,19	21,92	327,51
274	13,65	9028	17153	106,19	19,46	270,51
277	13,80	7923	17342	106,19	17,14	217,37
280	13,95	6886	17530	106,19	14,96	183,71
283	14,10	5920	17719	106,19	12,92	160,96
286	14,25	5025	17907	106,19	11,06	139,88
289	14,40	4203	18096	106,19	9,38	120,77
292	14,55	3453	18284	106,19	7,94	104,08
295	14,70	2776	18473	106,19	6,77	90,27
298	14,85	2173	18661	106,19	5,87	79,45
301	15,00	1643	18850	106,19	5,15	70,80
304	15,15	1187	19038	106,19	4,54	63,43
307	15,30	805	19227	106,19	4,03	57,33
310	15,45	497	19415	106,19	3,63	52,49
313	15,60	263	19604	106,19	3,33	48,92
316	15,75	103	19792	106,19	3,13	46,61
319	15,90	16	19981	106,19	3,04	45,56

#### Verifica armature a taglio - Fase nr. 1 (Altezza di scavo 7,00 m)

n°	Y	T	$\tau_c$	$\sigma_{st}$
1	0,00	0	0,00	0,00
4	0,15	5	0,00	0,61
7	0,30	20	0,01	2,46
10	0,45	45	0,01	5,53
13	0,60	80	0,02	9,84
16	0,75	126	0,03	15,37
19	0,90	181	0,05	22,13
22	1,05	246	0,06	30,12
25	1,20	322	0,08	39,35
28	1,35	407	0,11	49,81
31	1,50	503	0,14	64,41
34	1,65	608	0,17	81,74
37	1,80	724	0,21	100,21
40	1,95	850	0,25	118,78
43	2,10	986	0,29	137,13
46	2,25	1132	0,33	155,52
49	2,40	1287	0,37	174,38
52	2,55	1453	0,41	194,08
55	2,70	1629	0,46	214,83
58	2,85	1815	0,50	236,78
61	3,00	2012	0,55	259,98

ADEGUAMENTO STATICO E FUNZIONALE DEL COLLETTORE ARENA S. ANTONIO  
TRATTO DI VIA BEN HUR - PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONE DI CALCOLO GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

64	3,15	2218	0,60	284,48
67	3,30	2434	0,66	310,29
70	3,45	2660	0,72	337,41
73	3,60	2897	0,78	365,83
76	3,75	3143	0,84	395,56
79	3,90	3400	0,90	426,59
82	4,05	3666	0,97	458,91
85	4,20	3943	1,04	492,52
88	4,35	4229	1,12	527,41
91	4,50	4526	1,20	563,58
94	4,65	4833	1,27	601,02
97	4,80	5150	1,36	639,73
100	4,95	5476	1,44	679,71
103	5,10	5813	1,53	720,95
106	5,25	6160	1,62	763,45
109	5,40	6517	1,71	807,21
112	5,55	6885	1,81	852,23
115	5,70	7262	1,91	898,50
118	5,85	7649	2,01	946,03
121	6,00	8046	2,11	994,81
124	6,15	8454	2,22	1044,84
127	6,30	8871	2,32	1096,12
130	6,45	9298	2,44	1148,65
133	6,60	9736	2,55	1202,43
136	6,75	10184	2,67	1257,46
139	6,90	10641	2,79	1313,72
142	7,05	11057	2,89	1364,83
145	7,20	11319	2,96	1396,97
148	7,35	11462	3,00	1414,51
151	7,50	11467	3,00	1414,96
154	7,65	11340	2,97	1399,13
157	7,80	11088	2,90	1367,94
160	7,95	10711	2,80	1321,38
163	8,10	10210	2,67	1259,41
166	8,25	9583	2,51	1182,05
169	8,40	8831	2,31	1089,31
172	8,55	7955	2,08	981,19
175	8,70	6954	1,82	857,68
178	8,85	5828	1,52	718,78
181	9,00	4577	1,20	564,48
184	9,15	3201	0,84	394,79
187	9,30	1700	0,44	209,70
190	9,45	75	0,02	9,20
193	9,60	-1661	0,43	204,82
196	9,75	-3279	0,86	404,48
199	9,90	-4715	1,23	581,67
202	10,05	-5980	1,56	737,73
205	10,20	-7083	1,85	873,96
208	10,35	-8036	2,10	991,62
211	10,50	-8848	2,32	1091,97
214	10,65	-9529	2,49	1176,22
217	10,80	-10089	2,64	1245,55
220	10,95	-10536	2,76	1301,08
223	11,10	-10880	2,85	1343,91
226	11,25	-11129	2,92	1375,08

229	11,40	-11291	2,96	1395,60
232	11,55	-11373	2,98	1406,41
235	11,70	-11383	2,99	1408,43
238	11,85	-11328	2,97	1402,52
241	12,00	-11214	2,95	1389,50
244	12,15	-11047	2,91	1370,14
247	12,30	-10833	2,85	1345,17
250	12,45	-10577	2,79	1315,28
253	12,60	-10283	2,72	1281,15
256	12,75	-9957	2,64	1243,38
259	12,90	-9603	2,55	1202,59
262	13,05	-9223	2,46	1159,36
265	13,20	-8823	2,36	1114,27
268	13,35	-8404	2,26	1067,87
271	13,50	-7969	2,16	1020,72
274	13,65	-7522	2,06	973,34
277	13,80	-7064	1,96	926,14
280	13,95	-6598	1,86	879,19
283	14,10	-6124	1,76	831,71
286	14,25	-5645	1,66	781,05
289	14,40	-5162	1,53	721,44
292	14,55	-4675	1,37	645,57
295	14,70	-4186	1,17	552,89
298	14,85	-3695	0,97	457,39
301	15,00	-3203	0,83	391,62
304	15,15	-2711	0,70	331,41
307	15,30	-2218	0,58	271,16
310	15,45	-1725	0,45	210,89
313	15,60	-1232	0,32	150,62
316	15,75	-739	0,19	90,36
319	15,90	-246	0,06	30,12

#### Verifica armature a presso-flessione - Fase nr. 2 (Altezza di scavo 7,00 m)

n°	Y	M	N	A <sub>f</sub>	$\sigma_c$	$\sigma_f$
1	0,00	0	0	106,19	0,00	0,00
4	0,15	0	188	106,19	0,03	0,43
7	0,30	2	377	106,19	0,06	0,89
10	0,45	7	565	106,19	0,10	1,40
13	0,60	16	754	106,19	0,14	1,99
16	0,75	32	942	106,19	0,19	2,68
19	0,90	54	1131	106,19	0,25	3,49
22	1,05	86	1319	106,19	0,32	4,47
25	1,20	129	1508	106,19	0,41	5,62
28	1,35	184	1696	106,19	0,51	6,98
31	1,50	252	1885	106,19	0,64	8,61
34	1,65	335	2073	106,19	0,80	10,60
37	1,80	435	2262	106,19	1,00	13,05
40	1,95	553	2450	106,19	1,24	15,98
43	2,10	691	2639	106,19	1,53	19,43
46	2,25	849	2827	106,19	1,86	23,41
49	2,40	1031	3016	106,19	2,25	27,94
52	2,55	1236	3204	106,19	2,69	33,04
55	2,70	1467	3393	106,19	3,18	38,74



ADEGUAMENTO STATICO E FUNZIONALE DEL COLLETTORE ARENA S. ANTONIO  
TRATTO DI VIA BEN HUR - PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONE DI CALCOLO GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

58	2,85	1726	3581	106,19	3,73	49,03
61	3,00	2012	3770	106,19	4,34	60,78
64	3,10	2220	3896	106,19	4,78	69,43
67	3,25	2558	4084	106,19	5,49	83,71
70	3,40	2929	4273	106,19	6,28	99,59
73	3,55	3334	4461	106,19	7,13	117,14
76	3,70	3775	4650	106,19	8,06	136,45
79	3,85	4252	4838	106,19	9,06	157,57
82	4,00	4769	5027	106,19	10,14	180,57
85	4,15	5326	5215	106,19	11,31	205,54
88	4,30	5924	5404	106,19	12,56	232,54
91	4,45	6566	5592	106,19	13,91	261,64
94	4,60	7253	5781	106,19	15,34	292,92
97	4,75	7985	5969	106,19	16,87	326,45
100	4,90	8766	6158	106,19	18,50	362,30
103	5,05	9596	6346	106,19	20,23	400,54
106	5,20	10476	6535	106,19	22,07	441,25
109	5,35	11409	6723	106,19	24,01	484,50
112	5,50	12396	6912	106,19	26,07	530,36
115	5,65	13438	7100	106,19	28,24	578,91
118	5,80	14537	7288	106,19	30,53	630,21
121	5,95	15694	7477	106,19	32,93	684,35
124	6,10	16911	7665	106,19	35,47	741,39
127	6,25	18190	7854	106,19	38,12	801,41
130	6,40	19531	8042	106,19	40,91	864,47
133	6,55	20937	8231	106,19	43,83	930,66
136	6,70	22408	8419	106,19	46,89	1000,05
139	6,85	23947	8608	106,19	50,09	1072,70
142	7,00	25555	8796	106,19	53,43	1148,70
145	7,10	26660	8922	106,19	55,72	1200,99
148	7,25	28352	9111	106,19	59,24	1281,05
151	7,40	30068	9299	106,19	62,80	1362,30
154	7,55	31789	9488	106,19	66,37	1443,82
157	7,70	33498	9676	106,19	69,92	1524,72
160	7,85	35175	9865	106,19	73,40	1604,09
163	8,00	36802	10053	106,19	76,78	1681,03
166	8,15	38360	10242	106,19	80,01	1754,62
169	8,30	39830	10430	106,19	83,07	1823,96
172	8,45	41194	10619	106,19	85,90	1888,14
175	8,60	42432	10807	106,19	88,48	1946,24
178	8,75	43527	10996	106,19	90,75	1997,37
181	8,90	44459	11184	106,19	92,69	2040,61
184	9,05	45209	11373	106,19	94,26	2075,06
187	9,20	45760	11561	106,19	95,41	2099,81
190	9,35	46091	11750	106,19	96,10	2113,94
193	9,50	46185	11938	106,19	96,31	2116,56
196	9,65	46023	12127	106,19	95,99	2106,78
199	9,80	45610	12315	106,19	95,15	2084,83
202	9,95	44973	12504	106,19	93,84	2052,00
205	10,10	44137	12692	106,19	92,12	2009,56
208	10,25	43128	12881	106,19	90,05	1958,71
211	10,40	41969	13069	106,19	87,66	1900,59
214	10,55	40681	13258	106,19	85,01	1836,22
217	10,70	39284	13446	106,19	82,13	1766,60
220	10,85	37797	13635	106,19	79,06	1692,63

223	11,00	36238	13823	106,19	75,84	1615,14
226	11,15	34622	14012	106,19	72,51	1534,92
229	11,30	32964	14200	106,19	69,09	1452,68
232	11,45	31278	14388	106,19	65,61	1369,07
235	11,60	29575	14577	106,19	62,09	1284,69
238	11,75	27867	14765	106,19	58,56	1200,09
241	11,90	26165	14954	106,19	55,05	1115,76
244	12,05	24476	15142	106,19	51,56	1032,16
247	12,20	22810	15331	106,19	48,11	949,68
250	12,35	21174	15519	106,19	44,73	868,70
253	12,50	19574	15708	106,19	41,41	789,53
256	12,65	18017	15896	106,19	38,19	712,49
259	12,80	16507	16085	106,19	35,05	637,82
262	12,95	15048	16273	106,19	32,03	565,78
265	13,10	13646	16462	106,19	29,11	496,58
268	13,25	12302	16650	106,19	26,31	430,44
271	13,40	11020	16839	106,19	23,63	367,54
274	13,55	9803	17027	106,19	21,09	308,10
277	13,70	8652	17216	106,19	18,67	252,35
280	13,85	7569	17404	106,19	16,40	200,57
283	14,00	6556	17593	106,19	14,26	175,95
286	14,15	5614	17781	106,19	12,28	153,74
289	14,30	4743	17970	106,19	10,48	133,28
292	14,45	3945	18158	106,19	8,88	114,91
295	14,60	3219	18347	106,19	7,52	99,14
298	14,75	2567	18535	106,19	6,44	86,35
301	14,90	1988	18724	106,19	5,62	76,41
304	15,05	1483	18912	106,19	4,94	68,20
307	15,20	1051	19101	106,19	4,36	61,26
310	15,35	694	19289	106,19	3,89	55,58
313	15,50	411	19478	106,19	3,52	51,16
316	15,65	201	19666	106,19	3,25	48,01
319	15,80	66	19855	106,19	3,09	46,12
322	15,95	4	20043	106,19	3,03	45,49

#### Verifica armature a taglio - Fase nr. 2 (Altezza di scavo 7,00 m)

n°	Y	T	$\tau_c$	$\sigma_{st}$
1	0,00	0	0,00	0,00
4	0,15	5	0,00	0,62
7	0,30	20	0,01	2,47
10	0,45	45	0,01	5,54
13	0,60	81	0,02	9,85
16	0,75	126	0,03	15,39
19	0,90	181	0,05	22,15
22	1,05	247	0,06	30,15
25	1,20	322	0,08	39,37
28	1,35	408	0,11	49,84
31	1,50	503	0,14	64,46
34	1,65	609	0,17	81,78
37	1,80	724	0,21	100,26
40	1,95	850	0,25	118,82
43	2,10	986	0,29	137,16
46	2,25	1132	0,33	155,55

ADEGUAMENTO STATICO E FUNZIONALE DEL COLLETTORE ARENA S. ANTONIO  
TRATTO DI VIA BEN HUR - PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONE DI CALCOLO GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

49	2,40	1288	0,37	174,41
52	2,55	1454	0,41	194,11
55	2,70	1630	0,46	214,86
58	2,85	1816	0,50	236,81
61	3,00	2012	0,55	260,01
64	3,10	2148	0,59	276,15
67	3,25	2361	0,64	301,52
70	3,40	2584	0,70	328,20
73	3,55	2817	0,76	356,19
76	3,70	3060	0,82	385,49
79	3,85	3313	0,88	416,09
82	4,00	3576	0,95	447,98
85	4,15	3849	1,02	481,16
88	4,30	4132	1,09	515,62
91	4,45	4426	1,17	551,36
94	4,60	4729	1,25	588,38
97	4,75	5043	1,33	626,67
100	4,90	5366	1,41	666,22
103	5,05	5700	1,50	707,04
106	5,20	6043	1,59	749,13
109	5,35	6397	1,68	792,47
112	5,50	6761	1,78	837,07
115	5,65	7135	1,87	882,92
118	5,80	7519	1,97	930,03
121	5,95	7913	2,07	978,40
124	6,10	8317	2,18	1028,01
127	6,25	8731	2,29	1078,88
130	6,40	9155	2,40	1130,99
133	6,55	9589	2,51	1184,35
136	6,70	10033	2,63	1238,96
139	6,85	10487	2,75	1294,82
142	7,00	10951	2,87	1351,85
145	7,10	11155	2,92	1376,88
148	7,25	11380	2,98	1404,49
151	7,40	11482	3,00	1416,90
154	7,55	11438	2,99	1411,36
157	7,70	11270	2,95	1390,41
160	7,85	10976	2,87	1354,11
163	8,00	10558	2,76	1302,41
166	8,15	10014	2,62	1235,32
169	8,30	9346	2,44	1152,84
172	8,45	8553	2,24	1054,97
175	8,60	7635	2,00	941,72
178	8,75	6592	1,72	813,08
181	8,90	5425	1,42	669,06
184	9,05	4132	1,08	509,64
187	9,20	2715	0,71	334,82
190	9,35	1172	0,31	144,59
193	9,50	-495	0,13	61,05
196	9,65	-2221	0,58	273,93
199	9,80	-3777	0,99	465,96
202	9,95	-5155	1,35	635,96
205	10,10	-6365	1,67	785,27
208	10,25	-7417	1,94	915,16
211	10,40	-8322	2,18	1026,92

214	10,55	-9089	2,38	1121,77
217	10,70	-9729	2,55	1200,92
220	10,85	-10250	2,68	1265,53
223	11,00	-10662	2,79	1316,71
226	11,15	-10973	2,87	1355,54
229	11,30	-11192	2,93	1383,05
232	11,45	-11327	2,97	1400,23
235	11,60	-11384	2,99	1408,01
238	11,75	-11372	2,98	1407,30
241	11,90	-11296	2,97	1398,93
244	12,05	-11164	2,93	1383,71
247	12,20	-10981	2,89	1362,40
250	12,35	-10752	2,83	1335,72
253	12,50	-10483	2,77	1304,34
256	12,65	-10178	2,69	1268,93
259	12,80	-9842	2,61	1230,09
262	12,95	-9479	2,52	1188,42
265	13,10	-9092	2,43	1144,51
268	13,25	-8685	2,33	1098,92
271	13,40	-8261	2,23	1052,21
274	13,55	-7822	2,13	1004,93
277	13,70	-7371	2,03	957,57
280	13,85	-6910	1,93	910,47
283	14,00	-6441	1,83	863,50
286	14,15	-5965	1,73	815,39
289	14,30	-5484	1,62	762,55
292	14,45	-5000	1,48	698,24
295	14,60	-4512	1,31	616,17
298	14,75	-4023	1,10	520,27
301	14,90	-3531	0,92	431,72
304	15,05	-3039	0,79	371,56
307	15,20	-2547	0,66	311,33
310	15,35	-2054	0,53	251,07
313	15,50	-1561	0,40	190,80
316	15,65	-1068	0,28	130,53
319	15,80	-575	0,15	70,28
322	15,95	-82	0,02	10,04

### Verifica armature a presso-flessione - Fase nr. 3 (Altezza di scavo 7,00 m)

n°	Y	M	N	A <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>f</sub>
1	0,00	0	0	106,19	0,00	0,00
4	0,15	7	188	106,19	0,04	0,54
7	0,30	27	377	106,19	0,10	1,32
10	0,45	64	565	106,19	0,17	2,37
13	0,60	118	754	106,19	0,28	3,77
16	0,75	191	942	106,19	0,43	5,65
19	0,90	285	1131	106,19	0,63	8,06
22	1,05	401	1319	106,19	0,88	11,04
25	1,20	541	1508	106,19	1,18	14,59
28	1,35	707	1696	106,19	1,53	18,75
31	1,50	900	1885	106,19	1,95	25,44
34	1,65	1122	2073	106,19	2,42	34,16
37	1,80	1375	2262	106,19	2,95	44,38

ADEGUAMENTO STATICO E FUNZIONALE DEL COLLETTORE ARENA S. ANTONIO  
TRATTO DI VIA BEN HUR - PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONE DI CALCOLO GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

40	1,95	1660	2450	106,19	3,56	56,16
43	2,10	1979	2639	106,19	4,23	69,60
46	2,25	2333	2827	106,19	4,98	84,76
49	2,40	2724	3016	106,19	5,80	101,73
52	2,55	3154	3204	106,19	6,70	120,58
55	2,70	3624	3393	106,19	7,69	141,39
58	2,85	4136	3581	106,19	8,76	164,23
61	3,00	4692	3770	106,19	9,93	189,20
64	3,10	4704	3896	106,19	9,96	188,55
67	3,25	4762	4084	106,19	10,09	189,46
70	3,40	4867	4273	106,19	10,32	192,69
73	3,55	5023	4461	106,19	10,65	198,33
76	3,70	5229	4650	106,19	11,09	206,45
79	3,85	5489	4838	106,19	11,63	217,14
82	4,00	5804	5027	106,19	12,30	230,47
85	4,15	6176	5215	106,19	13,08	246,52
88	4,30	6605	5404	106,19	13,98	265,39
91	4,45	7094	5592	106,19	15,00	287,14
94	4,60	7645	5781	106,19	16,16	311,86
97	4,75	8258	5969	106,19	17,44	339,63
100	4,90	8936	6158	106,19	18,86	370,53
103	5,05	9680	6346	106,19	20,41	404,64
106	5,20	10492	6535	106,19	22,10	442,03
109	5,35	11374	6723	106,19	23,94	482,79
112	5,50	12327	6912	106,19	25,93	527,00
115	5,65	13352	7100	106,19	28,06	574,73
118	5,80	14451	7288	106,19	30,35	626,07
121	5,95	15627	7477	106,19	32,80	681,09
124	6,10	16880	7665	106,19	35,40	739,87
127	6,25	18212	7854	106,19	38,17	802,48
130	6,40	19625	8042	106,19	41,11	869,02
133	6,55	21120	8231	106,19	44,21	939,55
136	6,70	22699	8419	106,19	47,49	1014,15
139	6,85	24364	8608	106,19	50,95	1092,91
142	7,00	26116	8796	106,19	54,59	1175,90
145	7,10	27117	8922	106,19	56,67	1223,12
148	7,25	28664	9111	106,19	59,88	1296,20
151	7,40	30252	9299	106,19	63,18	1371,24
154	7,55	31862	9488	106,19	66,52	1447,33
157	7,70	33475	9676	106,19	69,87	1523,57
160	7,85	35067	9865	106,19	73,18	1598,83
163	8,00	36619	10053	106,19	76,40	1672,14
166	8,15	38112	10242	106,19	79,50	1742,59
169	8,30	39527	10430	106,19	82,44	1809,27
172	8,45	40846	10619	106,19	85,18	1871,27
175	8,60	42050	10807	106,19	87,68	1927,68
178	8,75	43119	10996	106,19	89,91	1977,60
181	8,90	44036	11184	106,19	91,82	2020,12
184	9,05	44781	11373	106,19	93,37	2054,32
187	9,20	45337	11561	106,19	94,53	2079,31
190	9,35	45683	11750	106,19	95,26	2094,17
193	9,50	45802	11938	106,19	95,52	2098,00
196	9,65	45674	12127	106,19	95,27	2089,88
199	9,80	45296	12315	106,19	94,50	2069,60
202	9,95	44691	12504	106,19	93,26	2038,35

205	10,10	43886	12692	106,19	91,60	1997,40
208	10,25	42906	12881	106,19	89,59	1947,95
211	10,40	41774	13069	106,19	87,26	1891,12
214	10,55	40510	13258	106,19	84,65	1827,97
217	10,70	39137	13446	106,19	81,82	1759,47
220	10,85	37671	13635	106,19	78,80	1686,53
223	11,00	36132	13823	106,19	75,62	1609,99
226	11,15	34534	14012	106,19	72,33	1530,64
229	11,30	32892	14200	106,19	68,94	1449,18
232	11,45	31220	14388	106,19	65,49	1366,29
235	11,60	29531	14577	106,19	62,00	1282,55
238	11,75	27835	14765	106,19	58,50	1198,52
241	11,90	26143	14954	106,19	55,00	1114,70
244	12,05	24463	15142	106,19	51,53	1031,53
247	12,20	22805	15331	106,19	48,10	949,44
250	12,35	21176	15519	106,19	44,73	868,78
253	12,50	19582	15708	106,19	41,43	789,90
256	12,65	18029	15896	106,19	38,21	713,08
259	12,80	16523	16085	106,19	35,09	638,59
262	12,95	15067	16273	106,19	32,07	566,69
265	13,10	13667	16462	106,19	29,15	497,59
268	13,25	12324	16650	106,19	26,36	431,51
271	13,40	11043	16839	106,19	23,68	368,64
274	13,55	9826	17027	106,19	21,14	309,20
277	13,70	8675	17216	106,19	18,72	253,42
280	13,85	7592	17404	106,19	16,44	201,59
283	14,00	6577	17593	106,19	14,31	176,45
286	14,15	5634	17781	106,19	12,32	154,20
289	14,30	4761	17970	106,19	10,51	133,70
292	14,45	3961	18158	106,19	8,91	115,28
295	14,60	3233	18347	106,19	7,55	99,43
298	14,75	2578	18535	106,19	6,46	86,57
301	14,90	1997	18724	106,19	5,63	76,58
304	15,05	1490	18912	106,19	4,95	68,33
307	15,20	1057	19101	106,19	4,37	61,36
310	15,35	698	19289	106,19	3,89	55,64
313	15,50	413	19478	106,19	3,52	51,20
316	15,65	202	19666	106,19	3,26	48,03
319	15,80	66	19855	106,19	3,09	46,12
322	15,95	4	20043	106,19	3,03	45,49

### Verifica armature a taglio - Fase nr. 3 (Altezza di scavo 7,00 m)

n°	Y	T	$\tau_c$	$\sigma_{st}$
1	0,00	0	0,00	0,00
4	0,15	89	0,02	10,85
7	0,30	189	0,05	23,09
10	0,45	300	0,08	36,89
13	0,60	422	0,12	56,25
16	0,75	555	0,16	77,17
19	0,90	699	0,21	97,39
22	1,05	853	0,25	117,10
25	1,20	1019	0,29	137,17
28	1,35	1195	0,34	158,19

ADEGUAMENTO STATICO E FUNZIONALE DEL COLLETTORE ARENA S. ANTONIO  
TRATTO DI VIA BEN HUR - PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONE DI CALCOLO GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

31	1,50	1382	0,38	180,43
34	1,65	1581	0,43	204,04
37	1,80	1790	0,49	229,04
40	1,95	2010	0,54	255,46
43	2,10	2240	0,60	283,29
46	2,25	2482	0,66	312,53
49	2,40	2735	0,73	343,17
52	2,55	2998	0,80	375,20
55	2,70	3273	0,87	408,62
58	2,85	3558	0,94	443,42
61	3,00	3854	1,02	479,60
64	3,10	226	0,06	28,15
67	3,25	541	0,14	67,43
70	3,40	868	0,23	108,16
73	3,55	1205	0,32	150,30
76	3,70	1554	0,41	193,80
79	3,85	1914	0,51	238,64
82	4,00	2285	0,60	284,78
85	4,15	2667	0,70	332,19
88	4,30	3060	0,81	380,87
91	4,45	3463	0,91	430,81
94	4,60	3878	1,02	482,01
97	4,75	4303	1,13	534,47
100	4,90	4739	1,25	588,21
103	5,05	5186	1,36	643,24
106	5,20	5644	1,48	699,55
109	5,35	6112	1,61	757,16
112	5,50	6591	1,73	816,08
115	5,65	7081	1,86	876,31
118	5,80	7582	1,99	937,85
121	5,95	8093	2,12	1000,73
124	6,10	8615	2,26	1064,92
127	6,25	9148	2,40	1130,45
130	6,40	9692	2,54	1197,30
133	6,55	10246	2,68	1265,49
136	6,70	10811	2,83	1335,01
139	6,85	11387	2,98	1405,85
142	7,00	11974	3,13	1477,96
145	7,10	10142	2,65	1251,80
148	7,25	10473	2,74	1292,44
151	7,40	10680	2,79	1317,94
154	7,55	10764	2,82	1328,13
157	7,70	10682	2,79	1317,94
160	7,85	10455	2,74	1289,83
163	8,00	10103	2,64	1246,36
166	8,15	9626	2,52	1187,47
169	8,30	9025	2,36	1113,20
172	8,45	8298	2,17	1023,54
175	8,60	7447	1,95	918,50
178	8,75	6470	1,69	798,07
181	8,90	5369	1,40	662,24
184	9,05	4143	1,08	511,01
187	9,20	2792	0,73	344,37
190	9,35	1316	0,34	162,35
193	9,50	-284	0,07	35,07

196	9,65	-1986	0,52	244,95
199	9,80	-3555	0,93	438,59
202	9,95	-4946	1,29	610,20
205	10,10	-6169	1,61	761,11
208	10,25	-7234	1,89	892,59
211	10,40	-8151	2,13	1005,90
214	10,55	-8931	2,34	1102,28
217	10,70	-9583	2,51	1182,91
220	10,85	-10116	2,65	1248,96
223	11,00	-10539	2,76	1301,54
226	11,15	-10861	2,85	1341,72
229	11,30	-11091	2,91	1370,53
232	11,45	-11235	2,95	1388,95
235	11,60	-11303	2,96	1397,93
238	11,75	-11299	2,97	1398,35
241	11,90	-11233	2,95	1391,05
244	12,05	-11109	2,92	1376,85
247	12,20	-10933	2,88	1356,49
250	12,35	-10711	2,82	1330,70
253	12,50	-10449	2,76	1300,17
256	12,65	-10151	2,68	1265,53
259	12,80	-9821	2,60	1227,40
262	12,95	-9463	2,52	1186,39
265	13,10	-9081	2,42	1143,07
268	13,25	-8678	2,33	1098,01
271	13,40	-8258	2,23	1051,77
274	13,55	-7823	2,13	1004,90
277	13,70	-7375	2,03	957,90
280	13,85	-6917	1,93	911,11
283	14,00	-6450	1,83	864,42
286	14,15	-5976	1,73	816,59
289	14,30	-5497	1,62	764,08
292	14,45	-5013	1,48	700,20
295	14,60	-4526	1,31	618,54
298	14,75	-4037	1,11	522,72
301	14,90	-3545	0,92	433,41
304	15,05	-3053	0,79	373,17
307	15,20	-2559	0,66	312,81
310	15,35	-2064	0,54	252,36
313	15,50	-1569	0,41	191,86
316	15,65	-1074	0,28	131,31
319	15,80	-579	0,15	70,73
322	15,95	-83	0,02	10,11

#### Verifica armature a presso-flessione - Fase nr. 4 (Altezza di scavo 7,00 m)

n°	Y	A <sub>r</sub>	M	N	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	CS
1	0,00	106,19	0	0	0	0	1000,00
4	0,15	106,19	0	188	1778	971485	5153,89
7	0,30	106,19	3	377	6789	965319	2560,59
10	0,45	106,19	9	565	15000	955216	1689,19
13	0,60	106,19	21	754	26212	941421	1248,60
16	0,75	106,19	41	942	40159	924259	980,67
19	0,90	106,19	71	1131	55912	894229	790,67



ADEGUAMENTO STATICO E FUNZIONALE DEL COLLETTORE ARENA S. ANTONIO  
TRATTO DI VIA BEN HUR - PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONE DI CALCOLO GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

22	1,05	106,19	112	1319	70299	826375	626,29
25	1,20	106,19	168	1508	83857	754918	500,62
28	1,35	106,19	238	1696	95910	682330	402,21
31	1,50	106,19	327	1885	106043	611163	324,23
34	1,65	106,19	435	2073	114381	544859	262,78
37	1,80	106,19	565	2262	121261	485406	214,60
40	1,95	106,19	718	2450	126865	432740	176,60
43	2,10	106,19	897	2639	131285	386144	146,33
46	2,25	106,19	1103	2827	133293	341533	120,79
49	2,40	106,19	1339	3016	133977	301724	100,04
52	2,55	106,19	1606	3204	133854	267033	83,33
55	2,70	106,19	1907	3393	132738	236206	69,62
58	2,85	106,19	2242	3581	131522	210058	58,65
61	3,00	106,19	2615	3770	130307	187829	49,82
64	3,15	106,19	3028	3958	128902	168532	42,58
67	3,30	106,19	3481	4147	127709	152139	36,69
70	3,45	106,19	3978	4335	126686	138083	31,85
73	3,60	106,19	4519	4524	125520	125651	27,77
76	3,75	106,19	5108	4712	123999	114397	24,28
79	3,90	106,19	5746	4901	122681	104643	21,35
82	4,05	106,19	6434	5089	121530	96125	18,89
85	4,20	106,19	7176	5278	120518	88638	16,79
88	4,35	106,19	7973	5466	119623	82017	15,00
91	4,50	106,19	8826	5655	118827	76131	13,46
94	4,65	106,19	9739	5843	118117	70872	12,13
97	4,80	106,19	10712	6032	117479	66153	10,97
100	4,95	106,19	11748	6220	116904	61900	9,95
103	5,10	106,19	12848	6409	116384	58054	9,06
106	5,25	106,19	14016	6597	115912	54562	8,27
109	5,40	106,19	15252	6786	115482	51381	7,57
112	5,55	106,19	16558	6974	115090	48476	6,95
115	5,70	106,19	17937	7163	114730	45815	6,40
118	5,85	106,19	19391	7351	114399	43370	5,90
121	6,00	106,19	20921	7540	114095	41119	5,45
124	6,15	106,19	22530	7728	113814	39042	5,05
127	6,30	106,19	24219	7917	113555	37120	4,69
130	6,45	106,19	25990	8105	113314	35338	4,36
133	6,60	106,19	27846	8294	113090	33684	4,06
136	6,75	106,19	29788	8482	112882	32144	3,79
139	6,90	106,19	31818	8671	112688	30709	3,54
142	7,05	106,19	33937	8859	112507	29370	3,32
145	7,20	106,19	36120	9048	112341	28141	3,11
148	7,35	106,19	38343	9236	112190	27025	2,93
151	7,50	106,19	40581	9425	112055	26024	2,76
154	7,65	106,19	42811	9613	111935	25135	2,61
157	7,80	106,19	45007	9802	111829	24354	2,48
160	7,95	106,19	47147	9990	111738	23677	2,37
163	8,10	106,19	49205	10179	111660	23098	2,27
166	8,25	106,19	51157	10367	111594	22615	2,18
169	8,40	106,19	52978	10556	111541	22224	2,11
172	8,55	106,19	54645	10744	111501	21923	2,04
175	8,70	106,19	56133	10933	111472	21711	1,99
178	8,85	106,19	57418	11121	111455	21588	1,94
181	9,00	106,19	58475	11310	111451	21556	1,91
184	9,15	106,19	59280	11498	111460	21619	1,88

187	9,30	106,19	59808	11687	111482	21784	1,86
190	9,45	106,19	60036	11875	111519	22059	1,86
193	9,60	106,19	59938	12064	111573	22456	1,86
196	9,75	106,19	59507	12252	111644	22987	1,88
199	9,90	106,19	58771	12441	111734	23652	1,90
202	10,05	106,19	57767	12629	111842	24451	1,94
205	10,20	106,19	56527	12818	111969	25389	1,98
208	10,35	106,19	55082	13006	112116	26473	2,04
211	10,50	106,19	53460	13195	112283	27713	2,10
214	10,65	106,19	51689	13383	112474	29122	2,18
217	10,80	106,19	49792	13572	112689	30715	2,26
220	10,95	106,19	47795	13760	112932	32513	2,36
223	11,10	106,19	45716	13949	113206	34541	2,48
226	11,25	106,19	43577	14137	113515	36826	2,60
229	11,40	106,19	41395	14326	113863	39405	2,75
232	11,55	106,19	39187	14514	114257	42319	2,92
235	11,70	106,19	36968	14703	114703	45620	3,10
238	11,85	106,19	34750	14891	115210	49370	3,32
241	12,00	106,19	32548	15080	115788	53645	3,56
244	12,15	106,19	30371	15268	116450	58541	3,83
247	12,30	106,19	28231	15457	117211	64175	4,15
250	12,45	106,19	26134	15645	118093	70696	4,52
253	12,60	106,19	24090	15834	119119	78292	4,94
256	12,75	106,19	22106	16022	120325	87210	5,44
259	12,90	106,19	20187	16211	121752	97770	6,03
262	13,05	106,19	18339	16399	123459	110401	6,73
265	13,20	106,19	16566	16588	125526	125689	7,58
268	13,35	106,19	14873	16776	127068	143331	8,54
271	13,50	106,19	13262	16965	128610	164518	9,70
274	13,65	106,19	11737	17153	130520	190754	11,12
277	13,80	106,19	10299	17342	132097	222417	12,83
280	13,95	106,19	8952	17530	133837	262080	14,95
283	14,10	106,19	7696	17719	134001	308504	17,41
286	14,25	106,19	6533	17907	132338	362741	20,26
289	14,40	106,19	5464	18096	127799	423275	23,39
292	14,55	106,19	4489	18284	120605	491274	26,87
295	14,70	106,19	3609	18473	111346	569960	30,85
298	14,85	106,19	2824	18661	99615	658170	35,27
301	15,00	106,19	2136	18850	84878	749113	39,74
304	15,15	106,19	1543	19038	67948	838323	44,03
307	15,30	106,19	1046	19227	49670	912556	47,46
310	15,45	106,19	646	19415	31123	935377	48,18
313	15,60	106,19	342	19604	16613	953231	48,63
316	15,75	106,19	133	19792	6511	965661	48,79
319	15,90	106,19	21	19981	1039	972394	48,67

#### Verifica armature a taglio - Fase nr. 4 (Altezza di scavo 7,00 m)

n°	Y	T	T <sub>R</sub>	CS <sub>T</sub>
1	0,00	0	56095	1000,00
4	0,15	7	56095	8580,61
7	0,30	26	56095	2145,12
10	0,45	59	56095	953,38
13	0,60	105	56095	536,28

ADEGUAMENTO STATICO E FUNZIONALE DEL COLLETTORE ARENA S. ANTONIO  
TRATTO DI VIA BEN HUR - PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONE DI CALCOLO GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

16	0,75	163	56095	343,22
19	0,90	235	56095	238,35
22	1,05	320	56095	175,11
25	1,20	418	56095	134,07
28	1,35	530	56095	105,93
31	1,50	654	56095	85,80
34	1,65	791	56095	70,91
37	1,80	941	56095	59,59
40	1,95	1105	56095	50,77
43	2,10	1281	56095	43,78
46	2,25	1471	56095	38,14
49	2,40	1674	56095	33,52
52	2,55	1889	56095	29,69
55	2,70	2118	56095	26,48
58	2,85	2360	56095	23,77
61	3,00	2615	56095	21,45
64	3,15	2883	56095	19,46
67	3,30	3164	56095	17,73
70	3,45	3458	56095	16,22
73	3,60	3766	56095	14,90
76	3,75	4086	56095	13,73
79	3,90	4419	56095	12,69
82	4,05	4766	56095	11,77
85	4,20	5125	56095	10,94
88	4,35	5498	56095	10,20
91	4,50	5884	56095	9,53
94	4,65	6283	56095	8,93
97	4,80	6694	56095	8,38
100	4,95	7119	56095	7,88
103	5,10	7557	56095	7,42
106	5,25	8009	56095	7,00
109	5,40	8473	56095	6,62
112	5,55	8950	56095	6,27
115	5,70	9440	56095	5,94
118	5,85	9944	56095	5,64
121	6,00	10460	56095	5,36
124	6,15	10990	56095	5,10
127	6,30	11532	56095	4,86
130	6,45	12088	56095	4,64
133	6,60	12657	56095	4,43
136	6,75	13239	56095	4,24
139	6,90	13833	56095	4,06
142	7,05	14374	56095	3,90
145	7,20	14714	56095	3,81
148	7,35	14901	56095	3,76
151	7,50	14907	56095	3,76
154	7,65	14742	56095	3,81
157	7,80	14414	56095	3,89
160	7,95	13925	56095	4,03
163	8,10	13272	56095	4,23
166	8,25	12458	56095	4,50
169	8,40	11481	56095	4,89
172	8,55	10342	56095	5,42
175	8,70	9040	56095	6,21
178	8,85	7576	56095	7,40

181	9,00	5950	56095	9,43
184	9,15	4161	56095	13,48
187	9,30	2210	56095	25,38
190	9,45	97	56095	578,50
193	9,60	-2159	56095	25,99
196	9,75	-4263	56095	13,16
199	9,90	-6130	56095	9,15
202	10,05	-7774	56095	7,22
205	10,20	-9208	56095	6,09
208	10,35	-10447	56095	5,37
211	10,50	-11502	56095	4,88
214	10,65	-12388	56095	4,53
217	10,80	-13116	56095	4,28
220	10,95	-13697	56095	4,10
223	11,10	-14144	56095	3,97
226	11,25	-14468	56095	3,88
229	11,40	-14678	56095	3,82
232	11,55	-14785	56095	3,79
235	11,70	-14798	56095	3,79
238	11,85	-14727	56095	3,81
241	12,00	-14578	56095	3,85
244	12,15	-14361	56095	3,91
247	12,30	-14083	56095	3,98
250	12,45	-13750	56095	4,08
253	12,60	-13368	56095	4,20
256	12,75	-12944	56095	4,33
259	12,90	-12483	56095	4,49
262	13,05	-11990	56095	4,68
265	13,20	-11469	56095	4,89
268	13,35	-10925	56095	5,13
271	13,50	-10360	56095	5,41
274	13,65	-9779	56095	5,74
277	13,80	-9184	56095	6,11
280	13,95	-8577	56095	6,54
283	14,10	-7962	56095	7,05
286	14,25	-7339	56095	7,64
289	14,40	-6710	56095	8,36
292	14,55	-6078	56095	9,23
295	14,70	-5442	56095	10,31
298	14,85	-4804	56095	11,68
301	15,00	-4164	56095	13,47
304	15,15	-3524	56095	15,92
307	15,30	-2883	56095	19,45
310	15,45	-2243	56095	25,01
313	15,60	-1602	56095	35,02
316	15,75	-961	56095	58,38
319	15,90	-320	56095	175,16

**Verifica armature a presso-flessione - Fase nr. 5 (Altezza di scavo 7,00 m)**

n°	Y	A <sub>f</sub>	M	N	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	CS
1	0,00	106,19	0	0	0	0	1000,00
4	0,15	106,19	0	188	1794	971465	5153,78
7	0,30	106,19	3	377	6820	965281	2560,49

ADEGUAMENTO STATICO E FUNZIONALE DEL COLLETTORE ARENA S. ANTONIO  
TRATTO DI VIA BEN HUR - PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONE DI CALCOLO GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

10	0,45	106,19	9	565	15046	955160	1689,09
13	0,60	106,19	21	754	26269	941350	1248,50
16	0,75	106,19	41	942	40227	924176	980,58
19	0,90	106,19	71	1131	55975	893939	790,42
22	1,05	106,19	112	1319	70359	826072	626,06
25	1,20	106,19	168	1508	83911	754613	500,42
28	1,35	106,19	239	1696	95955	682035	402,03
31	1,50	106,19	327	1885	106080	610888	324,09
34	1,65	106,19	436	2073	114411	544615	262,66
37	1,80	106,19	565	2262	121285	485194	214,50
40	1,95	106,19	719	2450	126883	432555	176,52
43	2,10	106,19	898	2639	131293	385968	146,26
46	2,25	106,19	1104	2827	133300	341389	120,74
49	2,40	106,19	1340	3016	133976	301594	100,00
52	2,55	106,19	1607	3204	133854	266927	83,30
55	2,70	106,19	1907	3393	132734	236113	69,59
58	2,85	106,19	2243	3581	131519	209983	58,63
61	3,00	106,19	2616	3770	130302	187764	49,81
64	3,10	106,19	2887	3896	129341	174556	44,81
67	3,25	106,19	3326	4084	128083	157279	38,51
70	3,40	106,19	3808	4273	127008	142508	33,35
73	3,55	106,19	4334	4461	126077	129766	29,09
76	3,70	106,19	4907	4650	124479	117948	25,37
79	3,85	106,19	5528	4838	123098	107731	22,27
82	4,00	106,19	6200	5027	121895	98830	19,66
85	4,15	106,19	6923	5215	120840	91021	17,45
88	4,30	106,19	7702	5404	119908	84130	15,57
91	4,45	106,19	8536	5592	119082	78013	13,95
94	4,60	106,19	9428	5781	118344	72557	12,55
97	4,75	106,19	10381	5969	117683	67668	11,34
100	4,90	106,19	11396	6158	117089	63267	10,27
103	5,05	106,19	12474	6346	116551	59292	9,34
106	5,20	106,19	13619	6535	116064	55687	8,52
109	5,35	106,19	14832	6723	115621	52408	7,80
112	5,50	106,19	16115	6912	115216	49415	7,15
115	5,65	106,19	17470	7100	114846	46676	6,57
118	5,80	106,19	18898	7288	114506	44162	6,06
121	5,95	106,19	20403	7477	114194	41849	5,60
124	6,10	106,19	21985	7665	113906	39716	5,18
127	6,25	106,19	23647	7854	113639	37744	4,81
130	6,40	106,19	25390	8042	113392	35917	4,47
133	6,55	106,19	27218	8231	113163	34222	4,16
136	6,70	106,19	29131	8419	112950	32645	3,88
139	6,85	106,19	31131	8608	112751	31176	3,62
142	7,00	106,19	33221	8796	112566	29806	3,39
145	7,10	106,19	34659	8922	112450	28948	3,24
148	7,25	106,19	36857	9111	112289	27756	3,05
151	7,40	106,19	39088	9299	112143	26679	2,87
154	7,55	106,19	41326	9488	112013	25716	2,71
157	7,70	106,19	43548	9676	111898	24863	2,57
160	7,85	106,19	45728	9865	111797	24117	2,44
163	8,00	106,19	47843	10053	111710	23473	2,33
166	8,15	106,19	49868	10242	111636	22927	2,24
169	8,30	106,19	51779	10430	111575	22475	2,15
172	8,45	106,19	53552	10619	111526	22114	2,08

175	8,60	106,19	55162	10807	111490	21842	2,02
178	8,75	106,19	56585	10996	111465	21660	1,97
181	8,90	106,19	57796	11184	111453	21567	1,93
184	9,05	106,19	58772	11373	111452	21566	1,90
187	9,20	106,19	59487	11561	111465	21663	1,87
190	9,35	106,19	59918	11750	111493	21863	1,86
193	9,50	106,19	60040	11938	111535	22177	1,86
196	9,65	106,19	59830	12127	111595	22618	1,87
199	9,80	106,19	59293	12315	111672	23194	1,88
202	9,95	106,19	58465	12504	111768	23903	1,91
205	10,10	106,19	57378	12692	111883	24748	1,95
208	10,25	106,19	56067	12881	112016	25734	2,00
211	10,40	106,19	54559	13069	112169	26869	2,06
214	10,55	106,19	52885	13258	112344	28163	2,12
217	10,70	106,19	51069	13446	112542	29631	2,20
220	10,85	106,19	49137	13635	112767	31291	2,29
223	11,00	106,19	47110	13823	113020	33163	2,40
226	11,15	106,19	45009	14012	113305	35272	2,52
229	11,30	106,19	42854	14200	113626	37651	2,65
232	11,45	106,19	40661	14388	113989	40337	2,80
235	11,60	106,19	38448	14577	114400	43373	2,98
238	11,75	106,19	36228	14765	114865	46816	3,17
241	11,90	106,19	34014	14954	115394	50732	3,39
244	12,05	106,19	31819	15142	115999	55203	3,65
247	12,20	106,19	29653	15331	116692	60330	3,94
250	12,35	106,19	27526	15519	117491	66242	4,27
253	12,50	106,19	25447	15708	118417	73097	4,65
256	12,65	106,19	23422	15896	119500	81104	5,10
259	12,80	106,19	21459	16085	120773	90529	5,63
262	12,95	106,19	19563	16273	122287	101725	6,25
265	13,10	106,19	17739	16462	124103	115167	7,00
268	13,25	106,19	15993	16650	126198	131390	7,89
271	13,40	106,19	14326	16839	127547	149917	8,90
274	13,55	106,19	12744	17027	129201	172629	10,14
277	13,70	106,19	11248	17216	131084	200639	11,65
280	13,85	106,19	9840	17404	132666	234644	13,48
283	14,00	106,19	8523	17593	133887	276358	15,71
286	14,15	106,19	7298	17781	133974	326418	18,36
289	14,30	106,19	6166	17970	131426	383014	21,31
292	14,45	106,19	5128	18158	125659	444957	24,50
295	14,60	106,19	4185	18347	117793	516428	28,15
298	14,75	106,19	3337	18535	107731	598453	32,29
301	14,90	106,19	2584	18724	94995	688294	36,76
304	15,05	106,19	1928	18912	79472	779756	41,23
307	15,20	106,19	1367	19101	61990	866261	45,35
310	15,35	106,19	902	19289	43067	920680	47,73
313	15,50	106,19	534	19478	25817	941906	48,36
316	15,65	106,19	262	19666	12742	957994	48,71
319	15,80	106,19	85	19855	4166	968547	48,78
322	15,95	106,19	5	20043	259	973354	48,56

**Verifica armature a taglio - Fase nr. 5 (Altezza di scavo 7,00 m)**

n°	Y	T	T <sub>R</sub>	CS <sub>T</sub>
----	---	---	----------------	-----------------

ADEGUAMENTO STATICO E FUNZIONALE DEL COLLETTORE ARENA S. ANTONIO  
TRATTO DI VIA BEN HUR - PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONE DI CALCOLO GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

1	0,00	0	560957882391,66
4	0,15	7	56095 8517,60
7	0,30	26	56095 2138,00
10	0,45	59	56095 951,39
13	0,60	105	56095 535,47
16	0,75	164	56095 342,82
19	0,90	236	56095 238,13
22	1,05	321	56095 174,98
25	1,20	419	56095 133,98
28	1,35	530	56095 105,87
31	1,50	654	56095 85,76
34	1,65	791	56095 70,88
37	1,80	942	56095 59,56
40	1,95	1105	56095 50,76
43	2,10	1282	56095 43,77
46	2,25	1471	56095 38,13
49	2,40	1674	56095 33,51
52	2,55	1890	56095 29,68
55	2,70	2119	56095 26,48
58	2,85	2360	56095 23,76
61	3,00	2615	56095 21,45
64	3,10	2792	56095 20,09
67	3,25	3069	56095 18,28
70	3,40	3359	56095 16,70
73	3,55	3662	56095 15,32
76	3,70	3978	56095 14,10
79	3,85	4307	56095 13,03
82	4,00	4649	56095 12,07
85	4,15	5004	56095 11,21
88	4,30	5372	56095 10,44
91	4,45	5754	56095 9,75
94	4,60	6148	56095 9,12
97	4,75	6556	56095 8,56
100	4,90	6976	56095 8,04
103	5,05	7410	56095 7,57
106	5,20	7857	56095 7,14
109	5,35	8316	56095 6,75
112	5,50	8789	56095 6,38
115	5,65	9275	56095 6,05
118	5,80	9774	56095 5,74
121	5,95	10286	56095 5,45
124	6,10	10812	56095 5,19
127	6,25	11350	56095 4,94
130	6,40	11901	56095 4,71
133	6,55	12466	56095 4,50
136	6,70	13043	56095 4,30
139	6,85	13634	56095 4,11
142	7,00	14236	56095 3,94
145	7,10	14501	56095 3,87
148	7,25	14794	56095 3,79
151	7,40	14927	56095 3,76
154	7,55	14870	56095 3,77
157	7,70	14651	56095 3,83
160	7,85	14269	56095 3,93
163	8,00	13725	56095 4,09

ADEGUAMENTO STATICO E FUNZIONALE DEL COLLETTORE ARENA S. ANTONIO  
TRATTO DI VIA BEN HUR - PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONE DI CALCOLO GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

166	8,15	13019	56095	4,31
169	8,30	12150	56095	4,62
172	8,45	11119	56095	5,04
175	8,60	9926	56095	5,65
178	8,75	8570	56095	6,55
181	8,90	7052	56095	7,95
184	9,05	5372	56095	10,44
187	9,20	3529	56095	15,90
190	9,35	1524	56095	36,81
193	9,50	-643	56095	87,18
196	9,65	-2887	56095	19,43
199	9,80	-4911	56095	11,42
202	9,95	-6702	56095	8,37
205	10,10	-8274	56095	6,78
208	10,25	-9642	56095	5,82
211	10,40	-10818	56095	5,19
214	10,55	-11816	56095	4,75
217	10,70	-12647	56095	4,44
220	10,85	-13325	56095	4,21
223	11,00	-13861	56095	4,05
226	11,15	-14265	56095	3,93
229	11,30	-14550	56095	3,86
232	11,45	-14725	56095	3,81
235	11,60	-14800	56095	3,79
238	11,75	-14783	56095	3,79
241	11,90	-14685	56095	3,82
244	12,05	-14513	56095	3,87
247	12,20	-14275	56095	3,93
250	12,35	-13977	56095	4,01
253	12,50	-13627	56095	4,12
256	12,65	-13231	56095	4,24
259	12,80	-12794	56095	4,38
262	12,95	-12322	56095	4,55
265	13,10	-11819	56095	4,75
268	13,25	-11290	56095	4,97
271	13,40	-10739	56095	5,22
274	13,55	-10168	56095	5,52
277	13,70	-9582	56095	5,85
280	13,85	-8983	56095	6,24
283	14,00	-8373	56095	6,70
286	14,15	-7755	56095	7,23
289	14,30	-7130	56095	7,87
292	14,45	-6500	56095	8,63
295	14,60	-5866	56095	9,56
298	14,75	-5229	56095	10,73
301	14,90	-4591	56095	12,22
304	15,05	-3951	56095	14,20
307	15,20	-3311	56095	16,94
310	15,35	-2670	56095	21,01
313	15,50	-2029	56095	27,65
316	15,65	-1388	56095	40,41
319	15,80	-747	56095	75,06
322	15,95	-107	56095	525,51



**Verifica armature a presso-flessione - Fase nr. 6 (Altezza di scavo 7,00 m)**

n°	Y	A <sub>r</sub>	M	N	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	CS
1	0,00	106,19	0	0	0	0	1000,00
4	0,15	106,19	7	188	33036	933024	4949,85
7	0,30	106,19	28	377	64319	855545	2269,40
10	0,45	106,19	67	565	87577	733768	1297,59
13	0,60	106,19	127	754	104524	622608	825,76
16	0,75	106,19	208	942	116468	527597	559,80
19	0,90	106,19	314	1131	125142	450205	398,07
22	1,05	106,19	448	1319	131263	386617	293,01
25	1,20	106,19	611	1508	133810	330061	218,88
28	1,35	106,19	807	1696	133906	281528	165,95
31	1,50	106,19	1037	1885	132994	241717	128,23
34	1,65	106,19	1304	2073	131472	208980	100,79
37	1,80	106,19	1611	2262	129909	182366	80,62
40	1,95	106,19	1960	2450	128310	160400	65,46
43	2,10	106,19	2354	2639	127000	142399	53,96
46	2,25	106,19	2794	2827	125736	127249	45,01
49	2,40	106,19	3283	3016	123922	113825	37,74
52	2,55	106,19	3825	3204	122397	102541	32,00
55	2,70	106,19	4421	3393	121100	92946	27,39
58	2,85	106,19	5073	3581	119986	84705	23,65
61	3,00	106,19	5785	3770	119021	77565	20,57
64	3,10	106,19	5768	3896	119441	80671	20,71
67	3,25	106,19	5795	4084	119964	84543	20,70
70	3,40	106,19	5888	4273	120339	87316	20,44
73	3,55	106,19	6050	4461	120552	88891	19,93
76	3,70	106,19	6282	4650	120601	89257	19,20
79	3,85	106,19	6588	4838	120498	88491	18,29
82	4,00	106,19	6969	5027	120261	86738	17,26
85	4,15	106,19	7429	5215	119916	84183	16,14
88	4,30	106,19	7969	5404	119489	81026	14,99
91	4,45	106,19	8592	5592	119007	77459	13,85
94	4,60	106,19	9300	5781	118492	73651	12,74
97	4,75	106,19	10096	5969	117964	69743	11,68
100	4,90	106,19	10983	6158	117437	65843	10,69
103	5,05	106,19	11962	6346	116922	62030	9,77
106	5,20	106,19	13036	6535	116425	58360	8,93
109	5,35	106,19	14208	6723	115953	54868	8,16
112	5,50	106,19	15480	6912	115508	51572	7,46
115	5,65	106,19	16854	7100	115090	48482	6,83
118	5,80	106,19	18334	7288	114701	45598	6,26
121	5,95	106,19	19921	7477	114338	42915	5,74
124	6,10	106,19	21618	7665	114001	40424	5,27
127	6,25	106,19	23427	7854	113689	38115	4,85
130	6,40	106,19	25351	8042	113400	35976	4,47
133	6,55	106,19	27392	8231	113132	33995	4,13
136	6,70	106,19	29553	8419	112884	32160	3,82
139	6,85	106,19	31836	8608	112655	30460	3,54
142	7,00	106,19	34243	8796	112442	28884	3,28
145	7,10	106,19	35522	8922	112352	28219	3,16
148	7,25	106,19	37511	9111	112221	27256	2,99
151	7,40	106,19	39565	9299	112099	26347	2,83
154	7,55	106,19	41660	9488	111985	25503	2,69

ADEGUAMENTO STATICO E FUNZIONALE DEL COLLETTORE ARENA S. ANTONIO  
TRATTO DI VIA BEN HUR - PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONE DI CALCOLO GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

157	7,70	106,19	43770	9676	111880	24733	2,56
160	7,85	106,19	45854	9865	111788	24049	2,44
163	8,00	106,19	47883	10053	111707	23453	2,33
166	8,15	106,19	49832	10242	111639	22944	2,24
169	8,30	106,19	51677	10430	111581	22521	2,16
172	8,45	106,19	53394	10619	111536	22181	2,09
175	8,60	106,19	54957	10807	111501	21926	2,03
178	8,75	106,19	56344	10996	111478	21755	1,98
181	8,90	106,19	57529	11184	111466	21670	1,94
184	9,05	106,19	58488	11373	111467	21674	1,91
187	9,20	106,19	59197	11561	111480	21772	1,88
190	9,35	106,19	59632	11750	111507	21971	1,87
193	9,50	106,19	59768	11938	111549	22281	1,87
196	9,65	106,19	59580	12127	111608	22716	1,87
199	9,80	106,19	59066	12315	111685	23286	1,89
202	9,95	106,19	58259	12504	111780	23990	1,92
205	10,10	106,19	57194	12692	111894	24831	1,96
208	10,25	106,19	55901	12881	112026	25813	2,00
211	10,40	106,19	54413	13069	112179	26944	2,06
214	10,55	106,19	52755	13258	112354	28235	2,13
217	10,70	106,19	50955	13446	112552	29700	2,21
220	10,85	106,19	49037	13635	112776	31357	2,30
223	11,00	106,19	47024	13823	113028	33225	2,40
226	11,15	106,19	44936	14012	113313	35332	2,52
229	11,30	106,19	42792	14200	113634	37708	2,66
232	11,45	106,19	40610	14388	113997	40390	2,81
235	11,60	106,19	38406	14577	114407	43423	2,98
238	11,75	106,19	36194	14765	114871	46862	3,17
241	11,90	106,19	33989	14954	115400	50773	3,40
244	12,05	106,19	31800	15142	116003	55238	3,65
247	12,20	106,19	29641	15331	116696	60358	3,94
250	12,35	106,19	27519	15519	117493	66262	4,27
253	12,50	106,19	25444	15708	118419	73108	4,65
256	12,65	106,19	23422	15896	119499	81102	5,10
259	12,80	106,19	21462	16085	120771	90512	5,63
262	12,95	106,19	19569	16273	122282	101689	6,25
265	13,10	106,19	17747	16462	124095	115107	6,99
268	13,25	106,19	16002	16650	126192	131304	7,89
271	13,40	106,19	14337	16839	127538	149794	8,90
274	13,55	106,19	12755	17027	129188	172459	10,13
277	13,70	106,19	11259	17216	131074	200417	11,64
280	13,85	106,19	9852	17404	132652	234345	13,46
283	14,00	106,19	8534	17593	133886	275993	15,69
286	14,15	106,19	7309	17781	133993	325992	18,33
289	14,30	106,19	6176	17970	131450	382476	21,28
292	14,45	106,19	5137	18158	125716	444387	24,47
295	14,60	106,19	4193	18347	117865	515780	28,11
298	14,75	106,19	3343	18535	107823	597761	32,25
301	14,90	106,19	2590	18724	95103	687594	36,72
304	15,05	106,19	1932	18912	79592	779148	41,20
307	15,20	106,19	1370	19101	62104	865740	45,32
310	15,35	106,19	905	19289	43172	920552	47,72
313	15,50	106,19	535	19478	25885	941823	48,35
316	15,65	106,19	262	19666	12778	957950	48,71
319	15,80	106,19	86	19855	4179	968531	48,78

322    15,95    106,19    5    20043    260    973353    48,56

**Verifica armature a taglio - Fase nr. 6 (Altezza di scavo 7,00 m)**

n°	Y	T	T <sub>R</sub>	CS <sub>T</sub>
1	0,00	0	560959367447,99	
4	0,15	92	56095	613,01
7	0,30	200	56095	280,68
10	0,45	325	56095	172,82
13	0,60	466	56095	120,46
16	0,75	623	56095	90,03
19	0,90	797	56095	70,39
22	1,05	987	56095	56,83
25	1,20	1194	56095	47,00
28	1,35	1416	56095	39,60
31	1,50	1656	56095	33,88
34	1,65	1911	56095	29,35
37	1,80	2183	56095	25,70
40	1,95	2471	56095	22,70
43	2,10	2776	56095	20,21
46	2,25	3097	56095	18,11
49	2,40	3434	56095	16,33
52	2,55	3788	56095	14,81
55	2,70	4158	56095	13,49
58	2,85	4544	56095	12,34
61	3,00	4947	56095	11,34
64	3,10	-31	56095	1800,98
67	3,25	399	56095	140,47
70	3,40	846	56095	66,27
73	3,55	1310	56095	42,82
76	3,70	1790	56095	31,33
79	3,85	2287	56095	24,53
82	4,00	2799	56095	20,04
85	4,15	3328	56095	16,85
88	4,30	3873	56095	14,48
91	4,45	4435	56095	12,65
94	4,60	5012	56095	11,19
97	4,75	5606	56095	10,01
100	4,90	6216	56095	9,02
103	5,05	6842	56095	8,20
106	5,20	7485	56095	7,49
109	5,35	8144	56095	6,89
112	5,50	8819	56095	6,36
115	5,65	9510	56095	5,90
118	5,80	10218	56095	5,49
121	5,95	10943	56095	5,13
124	6,10	11684	56095	4,80
127	6,25	12441	56095	4,51
130	6,40	13214	56095	4,25
133	6,55	14004	56095	4,01
136	6,70	14810	56095	3,79
139	6,85	15632	56095	3,59
142	7,00	16470	56095	3,41
145	7,10	12993	56095	4,32

ADEGUAMENTO STATICO E FUNZIONALE DEL COLLETTORE ARENA S. ANTONIO  
TRATTO DI VIA BEN HUR - PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONE DI CALCOLO GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

148	7,25	13503	56095	4,15
151	7,40	13857	56095	4,05
154	7,55	14051	56095	3,99
157	7,70	13988	56095	4,01
160	7,85	13672	56095	4,10
163	8,00	13195	56095	4,25
166	8,15	12555	56095	4,47
169	8,30	11753	56095	4,77
172	8,45	10789	56095	5,20
175	8,60	9662	56095	5,81
178	8,75	8373	56095	6,70
181	8,90	6921	56095	8,11
184	9,05	5307	56095	10,57
187	9,20	3531	56095	15,89
190	9,35	1592	56095	35,23
193	9,50	-509	56095	110,30
196	9,65	-2731	56095	20,54
199	9,80	-4762	56095	11,78
202	9,95	-6561	56095	8,55
205	10,10	-8142	56095	6,89
208	10,25	-9518	56095	5,89
211	10,40	-10702	56095	5,24
214	10,55	-11707	56095	4,79
217	10,70	-12546	56095	4,47
220	10,85	-13232	56095	4,24
223	11,00	-13775	56095	4,07
226	11,15	-14186	56095	3,95
229	11,30	-14478	56095	3,87
232	11,45	-14660	56095	3,83
235	11,60	-14741	56095	3,81
238	11,75	-14731	56095	3,81
241	11,90	-14638	56095	3,83
244	12,05	-14472	56095	3,88
247	12,20	-14239	56095	3,94
250	12,35	-13946	56095	4,02
253	12,50	-13601	56095	4,12
256	12,65	-13209	56095	4,25
259	12,80	-12776	56095	4,39
262	12,95	-12308	56095	4,56
265	13,10	-11808	56095	4,75
268	13,25	-11282	56095	4,97
271	13,40	-10734	56095	5,23
274	13,55	-10166	56095	5,52
277	13,70	-9582	56095	5,85
280	13,85	-8985	56095	6,24
283	14,00	-8376	56095	6,70
286	14,15	-7760	56095	7,23
289	14,30	-7136	56095	7,86
292	14,45	-6507	56095	8,62
295	14,60	-5873	56095	9,55
298	14,75	-5237	56095	10,71
301	14,90	-4599	56095	12,20
304	15,05	-3959	56095	14,17
307	15,20	-3318	56095	16,91
310	15,35	-2676	56095	20,96

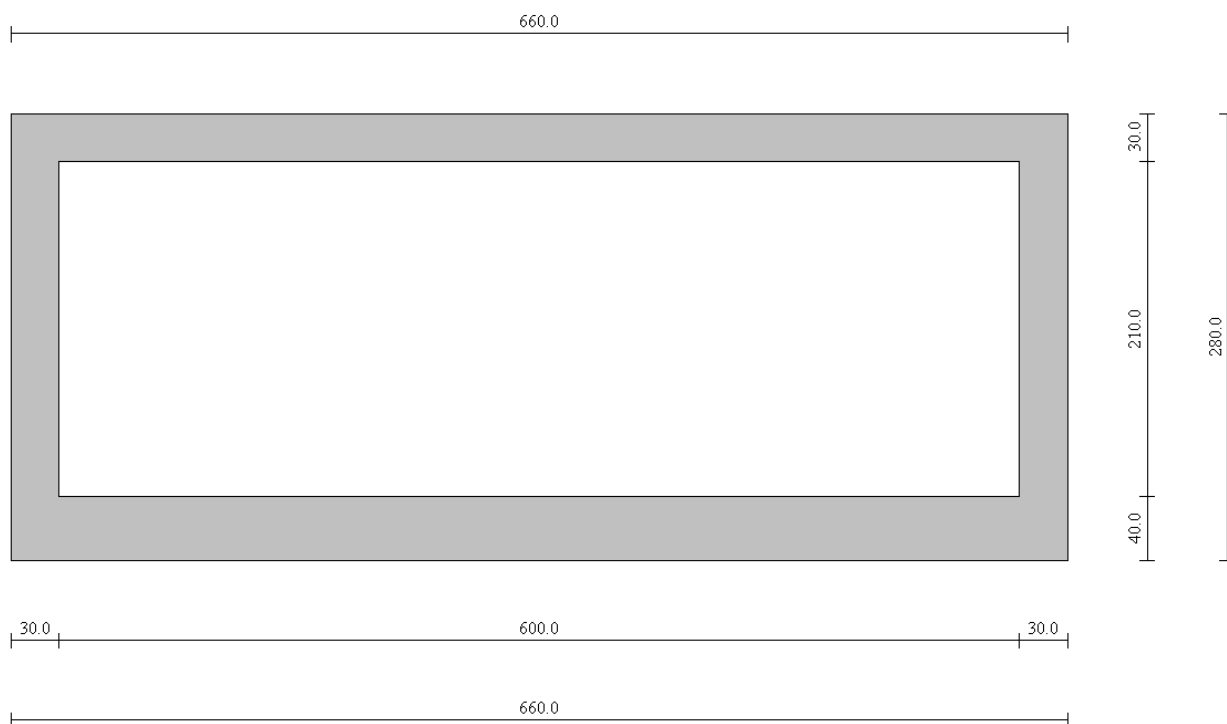
ADEGUAMENTO STATICO E FUNZIONALE DEL COLLETTORE ARENA S. ANTONIO  
TRATTO DI VIA BEN HUR - PROGETTO DEFINITIVO  
RELAZIONE DI CALCOLO GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

313	15,50	-2034	56095	27,58
316	15,65	-1392	56095	40,30
319	15,80	-750	56095	74,84
322	15,95	-107	56095	523,85

### 18. Geometria scatolare – tratto tra le sezioni 45 e 70

Descrizione: Scatolare semplice

Altezza esterna	2,80	[m]
Larghezza esterna	6,60	[m]
Lunghezza mensola di fondazione sinistra	0,00	[m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0,00	[m]
Spessore piedritto sinistro	0,30	[m]
Spessore piedritto destro	0,30	[m]
Spessore fondazione	0,40	[m]
Spessore traverso	0,30	[m]



### Caratteristiche strati terreno

#### Strato di ricoprimento

Descrizione	Terreno di ricoprimento	
Spessore dello strato	0,50	[m]
Peso di volume	1800,00	[kg/mc]
Peso di volume saturo	2000,00	[kg/mc]
Angolo di attrito	30,00	[°]
Coesione	0,00	[kg/cm <sup>2</sup> ]

### Vincoli

#### Simbologia adottata

X	Ascissa del vincolo espressa in m
V <sub>x</sub>	Grado di libertà in direzione X
V <sub>y</sub>	Grado di libertà in direzione Y
V <sub>r</sub>	Grado di libertà rotazionale
δ	Cedimento imposto espresso in cm
	Rotazione imposta espressa in °
K	Rigidezza traslazionale espressa in kg/cm
	Rigidezza rotazionale espressa in kgm/°

Nr.	X [m]	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>	V <sub>r</sub>
1	0,30	VINCOLATO	VINCOLATO	LIBERO
2	6,30	VINCOLATO	VINCOLATO	LIBERO

## Condizioni di carico

### Convenzioni adottate

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura  
 Carichi verticali positivi se diretti verso il basso  
 Carichi orizzontali positivi se diretti verso destra  
 Coppie concentrate positive se antiorarie  
 Ascisse X (esprese in m) positive verso destra  
 Ordinate Y (esprese in m) positive verso l'alto  
 Carichi concentrati espressi in kg  
 Coppie concentrate espressi in kgm  
 Carichi distribuiti espressi in kg/m

### Simbologia adottata e unità di misura

#### Forze concentrate

X ascissa del punto di applicazione dei carichi verticali concentrati  
 Y ordinata del punto di applicazione dei carichi orizzontali concentrati  
 $F_y$  componente Y del carico concentrato  
 $F_x$  componente X del carico concentrato  
 M momento

#### Forze distribuite

$X_i, X_f$  ascisse del punto iniziale e finale per carichi distribuiti verticali  
 $Y_i, Y_f$  ordinate del punto iniziale e finale per carichi distribuiti orizzontali  
 $V_{ni}$  componente normale del carico distribuito nel punto iniziale  
 $V_{nf}$  componente normale del carico distribuito nel punto finale  
 $V_{ti}$  componente tangenziale del carico distribuito nel punto iniziale  
 $V_{tf}$  componente tangenziale del carico distribuito nel punto finale  
 $D_{te}$  variazione termica lembo esterno espressa in gradi centigradi  
 $D_{ti}$  variazione termica lembo interno espressa in gradi centigradi

#### Condizione di carico n°1 (Peso Proprio)

#### Condizione di carico n°2 (Spinta terreno sinistra)

#### Condizione di carico n°3 (Spinta terreno destra)

#### Condizione di carico n°4 (Sisma da sinistra)

#### Condizione di carico n°5 (Sisma da destra)

#### Condizione di carico n° 7 (Condizione 1)

Distr	Terreno	$X_i = 0,00$	$X_f = 6,60$	$V_{ni} = 2000$	$V_{nf} = 2000$
-------	---------	--------------	--------------	-----------------	-----------------

## Impostazioni di progetto

Verifica materiali:

### Stato Limite Ultimo

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

### Verifica Taglio - Metodo dell'inclinazione variabile del traliccio

$$V_{Rd} = [0.18 \cdot k \cdot (100.0 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d > (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd}' \cdot (\operatorname{ctg}(\theta) + \operatorname{ctg}(\alpha)) / (1.0 + \operatorname{ctg} \theta^2)$$

con:

d	altezza utile sezione [mm]
$b_w$	larghezza minima sezione [mm]
$\sigma_{cp}$	tensione media di compressione [N/mm <sup>2</sup> ]
$\rho_l$	rapporto geometrico di armatura
$A_{sw}$	area armatura trasversale [mm <sup>2</sup> ]
s	interasse tra due armature trasversali consecutive [mm]
$\alpha_c$	coefficiente maggiorativo, funzione di $f_{cd}$ e $\sigma_{cp}$

$$f_{cd}' = 0.5 \cdot f_{cd}$$

$$k = 1 + (200/d)^{1/2}$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

Verifiche secondo :

Norme Tecniche 2008 - Approccio 1

Copriferro sezioni 5,00 [cm]



## Descrizione combinazioni di carico

### Simbologia adottata

$\gamma$	Coefficiente di partecipazione della condizione
$\Psi$	Coefficiente di combinazione della condizione
C	Coefficiente totale di partecipazione della condizione

## Norme Tecniche 2008

### Simbologia adottata

$\gamma_{G1sfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{G1fav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{G2sfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti non strutturali
$\gamma_{G2fav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti non strutturali
$\gamma_Q$	Coefficiente parziale sulle azioni variabili
$\gamma_{\tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_{c'}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo

## Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1fav}$	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G1sfav}$	1,30	1,00
Permanenti non strutturali	Favorevole	$\gamma_{G2fav}$	0,00	0,00
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	$\gamma_{G2sfav}$	1,50	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,50	1,30

### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1,00	1,00

## Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	Effetto		A1	A2
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1fav}$	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G1sfav}$	1,00	1,00
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G2fav}$	0,00	0,00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G2sfav}$	1,00	1,00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,00	1,00

### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	1,00	1,00

### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1fav}$	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G1sfav}$	1,30	1,00
Permanenti non strutturali	Favorevole	$\gamma_{G2fav}$	0,00	0,00
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	$\gamma_{G2sfav}$	1,50	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,50	1,30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1fav}$	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G1sfav}$	1,00	1,00
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G2fav}$	0,00	0,00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G2sfav}$	1,00	1,00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,00	1,00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

Coeff. di combinazione       $\Psi_0 = 0,70$        $\Psi_1 = 0,50$        $\Psi_2 = 0,20$

Combinazione n° 1 SLU (Caso A1-M1)

	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>
Peso Proprio	1.30	1.00	1.30
Condizione 1	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 2 SLU (Caso A2-M2)

	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 3 SLE (Quasi Permanente)

	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	1.00	0.20	0.20

Combinazione n° 4 SLE (Frequente)

	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	1.00	0.50	0.50

Combinazione n° 5 SLE (Rara)

	$\gamma$	$\Psi$	<b>C</b>
Peso Proprio	1.00	1.00	1.00
Condizione 1	1.00	1.00	1.00

## Analisi della spinta e verifiche

### Simbologia adottata ed unità di misura

Origine in corrispondenza dello spigolo inferiore sinistro della struttura

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti verso destra

Le forze verticali sono considerate positive se agenti verso il basso

$X$	ascisse (esprese in m) positive verso destra
$Y$	ordinate (esprese in m) positive verso l'alto
$M$	momento espresso in kgm
$V$	taglio espresso in kg
$SN$	sforzo normale espresso in kg
$ux$	spostamento direzione X espresso in cm
$uy$	spostamento direzione Y espresso in cm
$\sigma_t$	pressione sul terreno espressa in kg/cmq

### Tipo di analisi

Pressione in calotta

Spinta sui piedritti

Pressione geostatica

Attiva [combinazione 3]

Attiva [combinazione 4]

Attiva [combinazione 5]

### Sisma

#### Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo $a_g =$	1.65 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * Ss) = 4.84$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 2.42$

#### Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo $a_g =$	0.58 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h = (a_g/g * \beta_m * St * Ss) = 1.27$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v = 0.50 * k_h = 0.64$
Forma diagramma incremento sismico	Rettangolare

Spinta sismica

Mononobe-Okabe

Pressione in calotta(solo peso terreno)

0,00

Angolo diffusione sovraccarico

30,00 [°]

### Discretizzazione strutturale

Numero elementi fondazione	66
Numero elementi trasverso	34
Numero elementi piedritto sinistro	26
Numero elementi piedritto destro	26
Numero molle fondazione	67
Numero molle piedritto sinistro	27
Numero molle piedritto destro	27

### Analisi della combinazione n° 1

#### Carichi verticali in calotta

$X_i$	$X_j$	$Q[\text{kg/mq}]$
-11,39	-0,29	0,00
-0,29	6,89	2758,68
6,89	17,99	0,00

### Analisi della combinazione n° 2

#### Carichi verticali in calotta

$X_i$	$X_j$	$Q[\text{kg/mq}]$
-11,39	-0,29	0,00
-0,29	6,89	2390,85
6,89	17,99	0,00

### Analisi della combinazione n° 3

#### Carichi verticali in calotta

$X_i$	$X_j$	$Q[\text{kg/mq}]$
-11,39	-0,29	900,00
-0,29	6,89	1267,82
6,89	17,99	900,00

#### Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro      Terreno assente

Piedritto destro Terreno assente

### Analisi della combinazione n° 4

#### Carichi verticali in calotta

$X_i$	$X_j$	$Q[\text{kg/mq}]$
-11,39	-0,29	900,00
-0,29	6,89	1819,56
6,89	17,99	900,00

#### Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro      Terreno assente

Piedritto destro Terreno assente

### Analisi della combinazione n° 5

#### Carichi verticali in calotta

$X_i$	$X_j$	$Q[\text{kg/mq}]$
-11,39	-0,29	900,00
-0,29	6,89	2739,12

6,89            17,99            900,00

Spinte sui piedritti

Piedritto sinistro            Terreno assente

Piedritto destro Terreno assente

## Sollecitazioni

### Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kgm]	V [kg]	N [kg]
0,15	2243,23	3657,03	-912,48
1,75	-1946,56	1574,94	-912,48
3,30	-3008,20	28,77	-912,48
4,85	-1946,56	-1574,94	-912,48
6,45	2243,23	-3657,03	-912,48

### Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 1)

X [m]	M [kgm]	V [kg]	N [kg]
0,15	0,00	-6045,78	915,60
1,80	11652,29	5600,52	0,00
3,30	15852,68	0,00	0,00
4,80	11652,29	-5600,52	0,00
6,45	0,00	6045,78	915,60

### Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kgm]	V [kg]	N [kg]
0,20	2243,23	-915,60	-3657,03
1,43	1121,62	-915,60	-4851,41
2,65	0,00	-915,60	-6045,78

### Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 1)

Y [m]	M [kgm]	V [kg]	N [kg]
0,20	2243,23	915,60	-3657,03
1,43	1121,62	915,60	-4851,41
2,65	0,00	915,60	-6045,78

### Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kgm]	V [kg]	N [kg]
0,15	1813,12	2906,74	-737,53
1,75	-1559,77	1305,13	-737,53
3,30	-2469,83	18,25	-737,53
4,85	-1559,77	-1305,13	-737,53
6,45	1813,12	-2906,74	-737,53

### Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 2)

X [m]	M [kgm]	V [kg]	N [kg]
0,15	0,00	-4744,24	740,05
1,80	9853,41	4711,28	0,00
3,30	13386,87	0,00	0,00
4,80	9853,41	-4711,28	0,00
6,45	0,00	4744,24	740,05

### Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 2)

Y [m]	M [kgm]	V [kg]	N [kg]
-------	---------	--------	--------

0,20	1813,12	-740,05	-2906,74
1,43	906,56	-740,05	-3825,49
2,65	0,00	-740,05	-4744,24

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 2)**

Y [m]	M [kgm]	V [kg]	N [kg]
0,20	1813,12	740,05	-2906,74
1,43	906,56	740,05	-3825,49
2,65	0,00	740,05	-4744,24

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 3)**

X [m]	M [kgm]	V [kg]	N [kg]
0,15	1418,78	2474,95	-577,12
1,75	-1262,55	873,33	-577,12
3,30	-1800,73	32,29	-577,12
4,85	-1262,55	-873,33	-577,12
6,45	1418,78	-2474,95	-577,12

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 3)**

X [m]	M [kgm]	V [kg]	N [kg]
0,15	0,00	-4312,45	579,09
1,80	6140,59	3026,74	0,00
3,30	8410,64	0,00	0,00
4,80	6140,59	-3026,74	0,00
6,45	0,00	4312,45	579,09

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 3)**

Y [m]	M [kgm]	V [kg]	N [kg]
0,20	1418,78	-579,09	-2474,95
1,43	709,39	-579,09	-3393,70
2,65	0,00	-579,09	-4312,45

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 3)**

Y [m]	M [kgm]	V [kg]	N [kg]
0,20	1418,78	579,09	-2474,95
1,43	709,39	579,09	-3393,70
2,65	0,00	579,09	-4312,45

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 4)**

X [m]	M [kgm]	V [kg]	N [kg]
0,15	1622,06	2701,06	-659,81
1,75	-1421,41	1099,45	-659,81
3,30	-2134,95	26,11	-659,81
4,85	-1421,41	-1099,45	-659,81
6,45	1622,06	-2701,06	-659,81

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 4)**

X [m]	M [kgm]	V [kg]	N [kg]
0,15	0,00	-4538,56	662,07
1,80	7962,57	3854,34	0,00



3,30	10853,33	0,00	0,00
4,80	7962,57	-3854,34	0,00
6,45	0,00	4538,56	662,07

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 4)**

Y [m]	M [kgm]	V [kg]	N [kg]
0,20	1622,06	-662,07	-2701,06
1,43	811,03	-662,07	-3619,81
2,65	0,00	-662,07	-4538,56

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 4)**

Y [m]	M [kgm]	V [kg]	N [kg]
0,20	1622,06	662,07	-2701,06
1,43	811,03	662,07	-3619,81
2,65	0,00	662,07	-4538,56

**Sollecitazioni fondazione (Combinazione n° 5)**

X [m]	M [kgm]	V [kg]	N [kg]
0,15	1918,06	3017,50	-780,21
1,75	-1632,22	1415,88	-780,21
3,30	-2663,68	12,52	-780,21
4,85	-1632,22	-1415,88	-780,21
6,45	1918,06	-3017,50	-780,21

**Sollecitazioni traverso (Combinazione n° 5)**

X [m]	M [kgm]	V [kg]	N [kg]
0,15	0,00	-4855,00	782,88
1,80	11008,27	5233,68	0,00
3,30	14933,53	0,00	0,00
4,80	11008,27	-5233,68	0,00
6,45	0,00	4855,00	782,88

**Sollecitazioni piedritto sinistro (Combinazione n° 5)**

Y [m]	M [kgm]	V [kg]	N [kg]
0,20	1918,06	-782,88	-3017,50
1,43	959,03	-782,88	-3936,25
2,65	0,00	-782,88	-4855,00

**Sollecitazioni piedritto destro (Combinazione n° 5)**

Y [m]	M [kgm]	V [kg]	N [kg]
0,20	1918,06	782,88	-3017,50
1,43	959,03	782,88	-3936,25
2,65	0,00	782,88	-4855,00

## Verifiche combinazioni SLU

Simbologia adottata ed unità di misura

N°	Indice sezione
X	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in cm
M	Momento flettente, espresso in kgm
V	Taglio, espresso in kg
N	Sforzo normale, espresso in kg
N <sub>u</sub>	Sforzo normale ultimo, espressa in kg
M <sub>u</sub>	Momento ultimo, espressa in kgm
A <sub>fi</sub>	Area armatura inferiore, espresse in cmq
A <sub>fs</sub>	Area armatura superiore, espresse in cmq
CS	Coeff. di sicurezza sezione
V <sub>Rd</sub>	Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi senza armature trasversali, espressa in kg
V <sub>Rcd</sub>	Aliquota taglio assorbita dal calcestruzzo in elementi con armature trasversali, espressa in kg
V <sub>Rsd</sub>	Aliquota taglio assorbita armature trasversali, espressa in kg
A <sub>sw</sub>	Area armature trasversali nella sezione, espressa in cmq

### Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 1 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 40,00 cm

#### Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0,15	-2243	-912	-7457	-18331	15,71	15,71	8,17
2	1,75	1947	-912	-6883	18424	15,71	15,71	7,54
3	3,30	3008	-912	-5650	18625	15,71	15,71	6,19
4	4,85	1947	-912	-6883	18424	15,71	15,71	7,54
5	6,45	-2243	-912	-7457	-18331	15,71	15,71	8,17

#### Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0,15	3657	16705	0	0	0,00
2	1,75	1575	16705	0	0	0,00
3	3,30	29	16705	0	0	0,00
4	4,85	-1575	16705	0	0	0,00
5	6,45	-3657	16705	0	0	0,00

### Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 1 - SLU (Caso A1-M1)]

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30,00 cm

#### Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0,15	0	916	23430	-24282	26,55	26,55	25,59
2	1,80	11652	0	0	22020	26,55	26,55	1,71
3	3,30	15853	0	0	22020	26,55	26,55	1,39
4	4,80	11652	0	0	22020	26,55	26,55	1,71
5	6,45	0	916	23430	-24282	26,55	26,55	25,59

#### Verifiche taglio

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0,15	-6046	18302	0	0	0,00
2	1,80	5601	18188	0	0	0,00
3	3,30	0	18188	0	0	0,00
4	4,80	-5601	18188	0	0	0,00

5    6,45    6046    18302    0    0    0,00

#### **Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 1 - SLU (Caso A1-M1)]**

Base sezione    B = 100 cm  
Altezza sezioneH = 30,00 cm

##### **Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0,20	2243	-3657	-18770	11514	15,71	15,71	5,13
2	1,43	1122	-4851	-35241	9644	15,71	15,71	7,26
3	2,65	0	-6046	-120200	0	15,71	15,71	19,88

##### **Verifiche taglio**

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0,20	-916	14047	0	0	0,00
2	1,43	-916	13898	0	0	0,00
3	2,65	-916	13749	0	0	0,00

#### **Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 1 - SLU (Caso A1-M1)]**

Base sezione    B = 100 cm  
Altezza sezioneH = 30,00 cm

##### **Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0,20	2243	-3657	-18770	11514	15,71	15,71	5,13
2	1,43	1122	-4851	-35241	9644	15,71	15,71	7,26
3	2,65	0	-6046	-92449	3150	15,71	15,71	15,29

##### **Verifiche taglio**

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0,20	916	14047	0	0	0,00
2	1,43	916	13898	0	0	0,00
3	2,65	916	13749	0	0	0,00

#### **Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 2 - SLU (Caso A2-M2)]**

Base sezione    B = 100 cm  
Altezza sezioneH = 40,00 cm

##### **Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0,15	-1813	-738	-7457	-18331	15,71	15,71	10,11
2	1,75	1560	-738	-6894	18423	15,71	15,71	9,35
3	3,30	2470	-738	-5566	18639	15,71	15,71	7,55
4	4,85	1560	-738	-6894	18423	15,71	15,71	9,35
5	6,45	-1813	-738	-7457	-18331	15,71	15,71	10,11

##### **Verifiche taglio**

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0,15	2907	16728	0	0	0,00

2	1,75	1305	16728	0	0	0,00
3	3,30	18	16728	0	0	0,00
4	4,85	-1305	16728	0	0	0,00
5	6,45	-2907	16728	0	0	0,00

#### **Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 2 - SLU (Caso A2-M2)]**

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30,00 cm

##### **Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0,15	0	740	16361	23599	26,55	26,55	22,11
2	1,80	9853	0	0	22020	26,55	26,55	2,02
3	3,30	13387	0	0	22020	26,55	26,55	1,64
4	4,80	9853	0	0	22020	26,55	26,55	2,02
5	6,45	0	740	24123	-24349	26,55	26,55	32,60

##### **Verifiche taglio**

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0,15	-4744	18280	0	0	0,00
2	1,80	4711	18188	0	0	0,00
3	3,30	0	18188	0	0	0,00
4	4,80	-4711	18188	0	0	0,00
5	6,45	4744	18280	0	0	0,00

#### **Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 2 - SLU (Caso A2-M2)]**

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30,00 cm

##### **Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0,20	1813	-2907	-18507	11544	15,71	15,71	6,37
2	1,43	907	-3825	-34629	9714	15,71	15,71	9,05
3	2,65	0	-4744	-120200	0	15,71	15,71	25,34

##### **Verifiche taglio**

N°	X	V	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0,20	-740	14141	0	0	0,00
2	1,43	-740	14026	0	0	0,00
3	2,65	-740	13911	0	0	0,00

#### **Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 2 - SLU (Caso A2-M2)]**

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30,00 cm

##### **Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	N <sub>u</sub>	M <sub>u</sub>	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
1	0,20	1813	-2907	-18507	11544	15,71	15,71	6,37
2	1,43	907	-3825	-34629	9714	15,71	15,71	9,05
3	2,65	0	-4744	-91813	3222	15,71	15,71	19,35

Verifiche taglio

<b>N°</b>	<b>X</b>	<b>V</b>	<b>V<sub>Rd</sub></b>	<b>V<sub>Rsd</sub></b>	<b>V<sub>Rcd</sub></b>	<b>A<sub>sw</sub></b>
1	0,20	740	14141	0	0	0,00
2	1,43	740	14026	0	0	0,00
3	2,65	740	13911	0	0	0,00

## Verifiche combinazioni SLE

Simbologia adottata ed unità di misura

$N^{\circ}$	Indice sezione
$X$	Ascissa/Ordinata sezione, espresso in m
$M$	Momento flettente, espresso in kgm
$V$	Taglio, espresso in kg
$N$	Sforzo normale, espresso in kg
$A_{fi}$	Area armatura inferiore, espressa in cmq
$A_{fs}$	Area armatura superiore, espressa in cmq
$\sigma_{fi}$	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore, espresse in kg/cm <sup>2</sup>
$\sigma_{fs}$	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore, espresse in kg/cm <sup>2</sup>
$\sigma_c$	Tensione nel calcestruzzo, espresse in kg/cm <sup>2</sup>
$\tau_c$	Tensione tangenziale nel calcestruzzo, espresse in kg/cm <sup>2</sup>
$A_{sw}$	Area armature trasversali nella sezione, espressa in cmq

### Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 3 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione  $B = 100$  cm  
Altezza sezione  $H = 40,00$  cm

#### Verifiche presso-flessione

$N^{\circ}$	$X$	$M$	$N$	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_c$
1	0,15	-1419	-577	15,71	15,71	305,6	51,0	7,4
2	1,75	1263	-577	15,71	15,71	45,0	274,0	6,5
3	3,30	1801	-577	15,71	15,71	65,8	383,0	9,4
4	4,85	1263	-577	15,71	15,71	45,0	274,0	6,5
5	6,45	-1419	-577	15,71	15,71	305,6	51,0	7,4

#### Verifiche taglio

$N^{\circ}$	$X$	$V$	$\tau_c$	$A_{sw}$
1	0,15	2475	0,83	0,00
2	1,75	873	0,29	0,00
3	3,30	32	0,01	0,00
4	4,85	-873	-0,29	0,00
5	6,45	-2475	-0,83	0,00

### Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 3 - SLE (Quasi Permanente)]

Base sezione  $B = 100$  cm  
Altezza sezione  $H = 30,00$  cm

#### Verifiche presso-flessione

$N^{\circ}$	$X$	$M$	$N$	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_c$
1	0,15	0	579	26,55	26,55	2,3	2,3	0,2
2	1,80	6141	0	26,55	26,55	308,0	1084,4	43,7
3	3,30	8411	0	26,55	26,55	421,9	1485,3	59,9
4	4,80	6141	0	26,55	26,55	308,0	1084,4	43,7
5	6,45	0	579	26,55	26,55	2,3	2,3	0,2

#### Verifiche taglio

$N^{\circ}$	$X$	$V$	$\tau_c$	$A_{sw}$
1	0,15	-4312	-2,03	0,00
2	1,80	3027	1,42	0,00
3	3,30	0	0,00	0,00
4	4,80	-3027	-1,42	0,00
5	6,45	4312	2,03	0,00

### **Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 3 - SLE (Quasi Permanente)]**

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30,00 cm

#### **Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0,20	1419	-2475	15,71	15,71	53,7	492,7	12,7
2	1,43	709	-3394	15,71	15,71	5,1	318,2	5,7
3	2,65	0	-4312	15,71	15,71	137,3	137,3	0,0

#### **Verifiche taglio**

N°	X	V	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0,20	-579	-0,27	0,00
2	1,43	-579	-0,27	0,00
3	2,65	-579	-0,27	0,00

### **Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 3 - SLE (Quasi Permanente)]**

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30,00 cm

#### **Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0,20	1419	-2475	15,71	15,71	53,7	492,7	12,7
2	1,43	709	-3394	15,71	15,71	5,1	318,2	5,7
3	2,65	0	-4312	15,71	15,71	137,3	137,3	0,0

#### **Verifiche taglio**

N°	X	V	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0,20	579	0,27	0,00
2	1,43	579	0,27	0,00
3	2,65	579	0,27	0,00

### **Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 4 - SLE (Frequente)]**

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 40,00 cm

#### **Verifiche presso-flessione**

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0,15	-1622	-660	15,71	15,71	349,4	58,3	8,4
2	1,75	1421	-660	15,71	15,71	50,6	308,8	7,4
3	3,30	2135	-660	15,71	15,71	78,2	453,4	11,1
4	4,85	1421	-660	15,71	15,71	50,6	308,8	7,4
5	6,45	-1622	-660	15,71	15,71	349,4	58,3	8,4

#### **Verifiche taglio**

N°	X	V	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0,15	2701	0,91	0,00

2	1,75	1099	0,37	0,00
3	3,30	26	0,01	0,00
4	4,85	-1099	-0,37	0,00
5	6,45	-2701	-0,91	0,00

#### **Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 4 - SLE (Frequente)]**

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30,00 cm

##### Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0,15	0	662	26,55	26,55	2,6	2,6	0,2
2	1,80	7963	0	26,55	26,55	399,4	1406,2	56,7
3	3,30	10853	0	26,55	26,55	544,4	1916,7	77,3
4	4,80	7963	0	26,55	26,55	399,4	1406,2	56,7
5	6,45	0	662	26,55	26,55	2,6	2,6	0,2

##### Verifiche taglio

N°	X	V	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0,15	-4539	-2,14	0,00
2	1,80	3854	1,81	0,00
3	3,30	0	0,00	0,00
4	4,80	-3854	-1,81	0,00
5	6,45	4539	2,14	0,00

#### **Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 4 - SLE (Frequente)]**

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30,00 cm

##### Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0,20	1622	-2701	15,71	15,71	62,6	559,1	14,5
2	1,43	811	-3620	15,71	15,71	8,7	355,0	6,6
3	2,65	0	-4539	15,71	15,71	144,5	144,5	0,0

##### Verifiche taglio

N°	X	V	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0,20	-662	-0,31	0,00
2	1,43	-662	-0,31	0,00
3	2,65	-662	-0,31	0,00

#### **Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 4 - SLE (Frequente)]**

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30,00 cm

##### Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0,20	1622	-2701	15,71	15,71	62,6	559,1	14,5
2	1,43	811	-3620	15,71	15,71	8,7	355,0	6,6



3	2,65	0	-4539	15,71	15,71	144,5	144,5	0,0
---	------	---	-------	-------	-------	-------	-------	-----

Verifiche taglio

N°	X	V	$\tau_c$	$A_{sw}$
1	0,20	662	0,31	0,00
2	1,43	662	0,31	0,00
3	2,65	662	0,31	0,00

**Verifica sezioni fondazione [Combinazione n° 5 - SLE (Rara)]**

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 40,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_c$
1	0,15	-1918	-780	15,71	15,71	413,2	69,0	10,0
2	1,75	1632	-780	15,71	15,71	57,9	355,3	8,5
3	3,30	2664	-780	15,71	15,71	97,8	564,3	13,9
4	4,85	1632	-780	15,71	15,71	57,9	355,3	8,5
5	6,45	-1918	-780	15,71	15,71	413,2	69,0	10,0

Verifiche taglio

N°	X	V	$\tau_c$	$A_{sw}$
1	0,15	3017	1,01	0,00
2	1,75	1416	0,48	0,00
3	3,30	13	0,00	0,00
4	4,85	-1416	-0,48	0,00
5	6,45	-3017	-1,01	0,00

**Verifica sezioni traverso [Combinazione n° 5 - SLE (Rara)]**

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	$A_{fi}$	$A_{fs}$	$\sigma_{fs}$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_c$
1	0,15	0	783	26,55	26,55	3,1	3,1	0,2
2	1,80	11008	0	26,55	26,55	552,2	1944,0	78,4
3	3,30	14934	0	26,55	26,55	749,1	2637,2	106,4
4	4,80	11008	0	26,55	26,55	552,2	1944,0	78,4
5	6,45	0	783	26,55	26,55	3,1	3,1	0,2

Verifiche taglio

N°	X	V	$\tau_c$	$A_{sw}$
1	0,15	-4855	-2,28	0,00
2	1,80	5234	2,46	0,00
3	3,30	0	0,00	0,00
4	4,80	-5234	-2,46	0,00
5	6,45	4855	2,28	0,00

**Verifica sezioni piedritto sinistro [Combinazione n° 5 - SLE (Rara)]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 30,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0,20	1918	-3017	15,71	15,71	75,6	655,4	17,2
2	1,43	959	-3936	15,71	15,71	14,0	408,2	8,0
3	2,65	0	-4855	15,71	15,71	154,5	154,5	0,0

Verifiche taglio

N°	X	V	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0,20	-783	-0,37	0,00
2	1,43	-783	-0,37	0,00
3	2,65	-783	-0,37	0,00

**Verifica sezioni piedritto destro [Combinazione n° 5 - SLE (Rara)]**

Base sezione B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 30,00 cm

Verifiche presso-flessione

N°	X	M	N	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>fs</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>c</sub>
1	0,20	1918	-3017	15,71	15,71	75,6	655,4	17,2
2	1,43	959	-3936	15,71	15,71	14,0	408,2	8,0
3	2,65	0	-4855	15,71	15,71	154,5	154,5	0,0

Verifiche taglio

N°	X	V	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
1	0,20	783	0,37	0,00
2	1,43	783	0,37	0,00
3	2,65	783	0,37	0,00

### Inviluppo sollecitazioni nodali

#### Inviluppo sollecitazioni fondazione

X [m]	M <sub>min</sub> [kgm]	M <sub>max</sub> [kgm]	V <sub>min</sub> [kg]	V <sub>max</sub> [kg]	N <sub>min</sub> [kg]	N <sub>max</sub> [kg]
0,15	1419	2243	2475	3657	-912	-577
1,75	-1947	-1263	873	1575	-912	-577
3,30	-3008	-1801	13	32	-912	-577
4,85	-1947	-1263	-1575	-873	-912	-577
6,45	1419	2243	-3657	-2475	-912	-577

#### Inviluppo sollecitazioni trasverso

X [m]	M <sub>min</sub> [kgm]	M <sub>max</sub> [kgm]	V <sub>min</sub> [kg]	V <sub>max</sub> [kg]	N <sub>min</sub> [kg]	N <sub>max</sub> [kg]
0,15	0	0	-6046	-4312	579	916
1,80	6141	11652	3027	5601	0	0
3,30	8411	15853	0	0	0	0
4,80	6141	11652	-5601	-3027	0	0
6,45	0	0	4312	6046	579	916

#### Inviluppo sollecitazioni piedritto sinistro

Y [m]	M <sub>min</sub> [kgm]	M <sub>max</sub> [kgm]	V <sub>min</sub> [kg]	V <sub>max</sub> [kg]	N <sub>min</sub> [kg]	N <sub>max</sub> [kg]
0,20	1419	2243	-916	-579	-3657	-2475
1,43	709	1122	-916	-579	-4851	-3394
2,65	0	0	-916	-579	-6046	-4312

#### Inviluppo sollecitazioni piedritto destro

Y [m]	M <sub>min</sub> [kgm]	M <sub>max</sub> [kgm]	V <sub>min</sub> [kg]	V <sub>max</sub> [kg]	N <sub>min</sub> [kg]	N <sub>max</sub> [kg]
0,20	1419	2243	579	916	-3657	-2475
1,43	709	1122	579	916	-4851	-3394
2,65	0	0	579	916	-6046	-4312

### Inviluppo verifiche stato limite ultimo (SLU)

#### Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 40,00 cm

X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
0,15	15,71	15,71	8,17
1,75	15,71	15,71	7,54
3,30	15,71	15,71	6,19
4,85	15,71	15,71	7,54
6,45	15,71	15,71	8,17

X	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
0,15	16705	0	0	0,00
1,75	16705	0	0	0,00
3,30	16705	0	0	0,00

4,85	16705	0	0	0,00
6,45	16705	0	0	0,00

#### Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30,00 cm

X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
0,15	26,55	26,55	22,11
1,80	26,55	26,55	1,71
3,30	26,55	26,55	1,39
4,80	26,55	26,55	1,71
6,45	26,55	26,55	25,59

X	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
0,15	18302	0	0	0,00
1,80	18188	0	0	0,00
3,30	18188	0	0	0,00
4,80	18188	0	0	0,00
6,45	18302	0	0	0,00

#### Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30,00 cm

Y	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
0,20	15,71	15,71	5,13
1,43	15,71	15,71	7,26
2,65	15,71	15,71	19,88

Y	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
0,20	14047	0	0	0,00
1,43	13898	0	0	0,00
2,65	13749	0	0	0,00

#### Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30,00 cm

Y	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	CS
0,20	15,71	15,71	5,13
1,43	15,71	15,71	7,26
2,65	15,71	15,71	15,29

Y	V <sub>Rd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	A <sub>sw</sub>
0,20	14047	0	0	0,00
1,43	13898	0	0	0,00
2,65	13749	0	0	0,00

### Inviluppo verifiche stato limite esercizio (SLE)

#### Verifica sezioni fondazione (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 40,00 cm

X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
0,15	15,71	15,71	9,96	68,99	413,18
1,75	15,71	15,71	8,45	355,26	57,92
3,30	15,71	15,71	13,88	564,31	97,85
4,85	15,71	15,71	8,45	355,26	57,92
6,45	15,71	15,71	9,96	68,99	413,18

X	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
0,15	1,0	0,00
1,75	0,5	0,00
3,30	0,0	0,00
4,85	-0,5	0,00
6,45	-1,0	0,00

#### Verifica sezioni traverso (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30,00 cm

X	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
0,15	26,55	26,55	0,21	3,09	3,09
1,80	26,55	26,55	78,42	1944,05	552,17
3,30	26,55	26,55	106,38	2637,24	749,06
4,80	26,55	26,55	78,42	1944,05	552,17
6,45	26,55	26,55	0,21	3,09	3,09

X	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
0,15	-2,3	0,00
1,80	2,5	0,00
3,30	0,0	0,00
4,80	-2,5	0,00
6,45	2,3	0,00

#### Verifica sezioni piedritto sinistro (Inviluppo)

Base sezione B = 100 cm  
Altezza sezione H = 30,00 cm

Y	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
0,20	15,71	15,71	17,23	655,35	75,64
1,43	15,71	15,71	7,97	408,21	13,99
2,65	15,71	15,71	0,00	154,54	154,54

Y	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
0,20	-0,4	0,00
1,43	-0,4	0,00

2,65                      -0,4                      0,00

**Verifica sezioni piedritto destro (Inviluppo)**

Base sezione    B = 100 cm  
 Altezza sezione H = 30,00 cm

Y	A <sub>fi</sub>	A <sub>fs</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>fi</sub>	σ <sub>fs</sub>
0,20	15,71	15,71	17,23	655,35	75,64
1,43	15,71	15,71	7,97	408,21	13,99
2,65	15,71	15,71	0,00	154,54	154,54

Y	τ <sub>c</sub>	A <sub>sw</sub>
0,20	0,4	0,00
1,43	0,4	0,00
2,65	0,4	0,00

## **19. Conclusioni**

Dalle analisi condotte, con l'ausilio di un idoneo codice di calcolo agli elementi finiti, si evince che il complesso delle strutture esaminate sotto l'effetto delle azioni verticali ed orizzontali si trovano sempre in condizioni di equilibrio stabile e le caratteristiche della sollecitazione, indotte in ogni elemento di esse ed in ogni punto, risulta compatibile per i materiali ipotizzati in progetto.

Il progetto presentato è stato redatto di concerto con il Committente, con le "Nuove norme tecniche per le costruzioni D.M. Infrastrutture 14/01/2008 e con le successive "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni" Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009.

***Il progettista delle strutture***