

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA**

**U.O. COORDINAMENTO NO CAPTIVE E INGEGNERIA DI SISTEMA**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

**STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - OPERE DI SOSTEGNO**  
Muri di sostegno – Relazione di calcolo

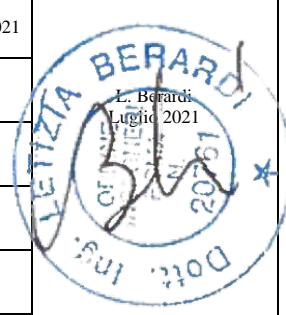
SCALA:

-

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

RS3Y 1B D 10 RH OC0000 002 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione esecutiva	F. Eusepi	Luglio 2021	D. Petrucci	Luglio 2021	S. Vanfiori	Luglio 2021	L. Berardi	Luglio 2021



## INDICE

1	PREMESSA .....	3
2	INTRODUZIONE .....	3
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
4	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	5
5	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	6
5.1	<i>Materiali strutturali</i> .....	6
6	INQUADRAMENTO GEOTECNICO .....	7
7	ANALISI DEI CARICHI .....	8
7.1	<i>Carichi accidentali al piano campagna</i> .....	8
7.2	<i>Azione sismica</i> .....	8
7.2.1	<i>Parametri sismici di calcolo (Stazione Ospedale/ Cisternazzi)</i> .....	9
8	SOFTWARE DI CALCOLO.....	12
8.1	VERIFICA A RIBALTAMENTO.....	14
8.2	VERIFICA A SCORRIMENTO .....	14
8.3	VERIFICA AL CARICO LIMITE.....	15
8.4	VERIFICA ALLA STABILITÀ GLOBALE .....	17
9	VERIFICA DEL MURO .....	19
9.1	ANALISI DEI CARICHI .....	21
9.2	<i>Carichi al piano campagna</i> .....	21
9.3	<i>Azione sismica</i> .....	21
9.4	COMBINAZIONI DI CARICO .....	21
9.5	RISULTATI .....	25
9.5.1	SPINTE E FORZE.....	25
9.5.2	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	31
9.5.3	SOLLECITAZIONI SUL PARAMENTO VERTICALE .....	39
9.5.4	SOLLECITAZIONI SULLA FONDAZIONE .....	43



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 01  
NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	3 di 63

9.5.5	VERIFICHE STRUTTURALI .....	48
9.6	INCIDENZE.....	63

## 1 PREMESSA

Il 23 Gennaio 2017 è stato siglato un Protocollo d'Intesa tra RFI, Regione Sicilia e Comune di Ragusa con il quale è stato istituito un gruppo di lavoro congiunto finalizzato alla realizzazione della "Metropolitana di superficie" nel territorio del comune di Ragusa, con la previsione della realizzazione di nuovi impianti per il servizio ferroviario passeggeri e l'adeguamento di impianti esistenti.

In data 15 Gennaio 2018 è stata sottoscritta la convenzione tra il Comune di Ragusa e la Presidenza del Consiglio dei Ministri per la realizzazione dell'intervento "Riqualificazione della periferia storica di Ragusa: ripristinare accessibilità e connessione con la città moderna attraverso la Ferrovia Urbana".

In particolare, la realizzazione degli interventi proposti è finalizzata al raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- Maggiore competitività del trasporto ferroviario rispetto al trasporto collettivo su gomma;
- Maggiore accessibilità al sistema ferroviario;
- Sviluppo del servizio metropolitano nella zona urbana di Ragusa.

Le fermate della nuova linea "Metroferrovia" sono state concepite come un sistema omogeneo che si sviluppa sul territorio comunale.

In tutti gli interventi di fermata lungo la linea si è previsto di far interagire l'infrastruttura ferroviaria con l'area urbana, su cui si attesta, per creare aree di interesse per la comunità, come piccole piazze.

In tale intervento, è prevista la realizzazione della nuova stazione Cisternazzi/Ospedale.

## 2 INTRODUZIONE

Nella presente relazione si riportano i risultati e le verifiche geotecniche relative alle due tipologie di sezioni dimensionanti e rappresentative della totalità dei muri analizzati. Presso la nuova Stazione Ospedale/Cisternazzi dove sono previsti i seguenti interventi:

- ✓ realizzazione di un nuovo binario attestato e relativi collegamenti al binario esistente con  $V=60\text{km/h}$
- ✓ realizzazione di un nuovo marciapiede a isola, a servizio di entrambi i binari,  $L=125\text{m}$  e  $h=55\text{cm}$
- ✓ realizzazione di una pensilina di lunghezza pari a  $35\text{m}$
- ✓ nuovo apparato tecnologico ACC

Le geometrie della carpenteria delle due tipologie sono esplicitate nella tabella seguente

Il muro di contenimento dimensionante è caratterizzato da un'altezza complessiva del paramento verticale pari a  $H=3.0\text{ m}$  e spessore  $s=0.4\text{ m}$ ; la mensola di fondazione ha lunghezza  $B=1.50\text{ m}$  e spessore pari a  $0.5\text{ m}$ . Il muro sostiene un





LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
 P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
 LOTTO 01  
 NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
 FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
 RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC000002	D	5 di 63

- [2] D.M. 17 gennaio 2018 (G.U. 20 febbraio 2018 n. 42) - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».
- [3] Circolare 21 Gennaio 2019 n. 7 C.S.LL.PP. (G.U. n. 35 del 11 febbraio 2019) - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- [4] RFI DTC SI PS MA IFS 001 C - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 – Ponti e Strutture.
- [5] Eurocodice EN 1997-1: Progettazione Geotecnica – Parte 1: Regole generali.
- [6] Eurocodice EN 1998-5: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazione, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- [7] RFI DTC SICS MA IFS 001 C - Manuale di Progettazione delle Opere Civili.
- [8] RFI DTC SICS SP IFS 001 – Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili.
- [9] Manuale di progettazione MdP sez III – Corpo Stradale.
- [10] Regolamento (UE) N° 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 776/2019 della Commissione del 16 maggio 2019;

#### 4 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Id	Codifiche Italferr																		
	R	S	3	Y	1	B	D	1	0	G	E	O	C	0	0	0	0	0	1
Relazione Geotecnica	R	S	3	Y	1	B	D	1	0	G	E	O	C	0	0	0	0	0	1
Relazione Geologica	R	S	3	Y	1	B	D	6	9	R	G	G	E	0	0	0	0	0	1
Profilo Geotecnico Ospedale / Cisternazzi	R	S	3	Y	1	B	D	1	0	G	E	O	C	0	0	0	0	0	1
Relazione di calcolo degli scavi e delle paratie di sostegno	R	S	3	Y	1	B	D	1	0	R	H	O	C	0	0	0	0	0	3



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 01  
NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC000002	D	6 di 63

## 5 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### 5.1 Materiali strutturali

#### CALCESTRUZZO

- STRUTTURE IN ELEVAZIONE**

##### **Classe C32/40**

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

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

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

- STRUTTURE DI FONDAZIONE**

##### **Classe C30/37**

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

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

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

- MAGRONE DI FONDAZIONE**

##### **Classe C12/15**

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

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

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

#### ACCIAIO

- Per cemento armato

##### **Tipo B450C**

Modulo Elastico  $E = 205000 \text{ MPa}$

Resistenza snervamentofyk = 450 MPa

Resistenza a rottura  $f_{tk} = 540 \text{ MPa}$

Peso Specifico  $\rho = 78.6 \text{ kN/m}^3$



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 01  
NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE – NUOVA  
FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	7 di 63

## 6 INQUADRAMENTO GEOTECNICO


Di seguito sono riportate le caratteristiche geotecniche del terreno di rinterro e dei terreni di fondazione. Per la stratigrafia e le caratterizzazioni si rimanda ai paragrafi relativi (cfr. Relazione Geologica, Relazione Geotecnica, Relazione di calcolo degli scavi e delle opere di sostegno, le cui codifiche sono riportate nella documentazione di riferimento al paragrafo 4). La falda è posizionata a 20 m di profondità e non interagisce con le opere.

In sintesi, i parametri meccanici individuati sono i seguenti

Unità GEO	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	c' [kPa]	$\phi$ [°]
Terreno di riempimento a tergo muro	20	0	30
Calcareni fratturate in fondazione	20	14	34

Legenda della tabella sopra riportata:

- $\gamma$  = Peso di volume del terreno [kN/m<sup>3</sup>];
- c' = Coesione efficace [kPa];
- $\phi$ ' = Angolo di resistenza al taglio [°];

	<b>LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA</b> <b>P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA</b> <b>LOTTO 01</b> <b>NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE – NUOVA</b> <b>FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI</b> <b>RAGUSA</b>					
	Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3Y	LOTTO 01	CODIFICA D10RH	DOCUMENTO OC0000002	REV. D

## 7 ANALISI DEI CARICHI

### 7.1 Carichi accidentali al piano campagna

Data la configurazione dei muri di progetto, le azioni dimensionanti non sono riferibili a modelli di calcolo ferroviario come LM71 piuttosto alle spinte dei terreni e delle strade a tergo degli stessi.

Analogamente, non è stato considerato l'urto dovuto al deragliamento del treno, in quanto l'opera è assimilabile da questo punto di vista ad una trincea a parete continua, per la quale, ai sensi del § 5.2.2.9.3, non è richiesta tale verifica.

In corrispondenza del piano campagna di monte è applicato un carico accidentale uniformemente distribuito pari a 10 kPa per tenere conto della presenza dei mezzi di cantiere.

### 7.2 Azione sismica

Con riferimento alla normativa vigente (NTC-2018), le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

$a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;

$F_o$  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.

Gli spettri di risposta di progetto sono stati definiti per tutti gli stati limite considerati, e, note la latitudine e la longitudine del sito, si sono ricavati i valori dei parametri necessari alla definizione dell'azione sismica e quindi del relativo spettro di risposta. Più avanti sono indicati i valori di  $a_g$ ,  $F_o$  e  $T_{c^*}$  necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

Le strutture di progetto avranno quindi i seguenti parametri sismici:

- vita nominale  $V_N = 50$ ;
- periodo di riferimento pari a  $V_R = 50$ ;
- categoria di sottosuolo B;
- categoria topografica T1



### 7.2.1 Parametri sismici di calcolo (Stazione Ospedale/ Cisternazzi)

#### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: 14.68669    LATITUDINE: 36.90354


Ricerca per comune

REGIONE: Campania    PROVINCIA: Caserta    COMUNE: Grazzanise

Elaborazioni grafiche:  
Grafici spettri di risposta  
Variabilità dei parametri

Elaborazioni:  
Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Controllo sul reticolo:  
● Sito esterno al reticolo  
● Interpolazione su 3 nodi  
● Interpolazione corretta

Interpolazione:  
superficie rigata

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

INTRO    **FASE 1**    FASE 2    FASE 3

Figura 1: Individuazione della pericolosità del sito (Fase 1).

#### FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$ : 50 info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_U$ : 1 info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$ : 50 info

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

Stati limite di esercizio - SLE:

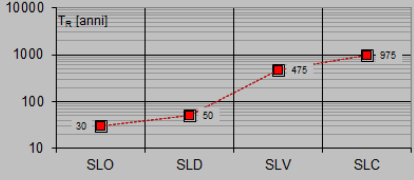
- SLO -  $P_{VR} = 81\%$ : 30
- SLD -  $P_{VR} = 63\%$ : 50

Stati limite ultimi - SLU:

- SLV -  $P_{VR} = 10\%$ : 475
- SLC -  $P_{VR} = 5\%$ : 975

Elaborazioni:  
Grafici parametri azione  
Grafici spettri di risposta  
Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO:  
---○--- Strategia per costruzioni ordinarie  
---■--- Strategia scelta

INTRO    FASE 1    **FASE 2**    FASE 3

Figura 2: Scelta della strategia di progettazione (Fase 2).



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
 P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
 LOTTO 01  
 NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
 FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
 RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	10 di 63

### FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

**Stato Limite**  
 Stato Limite considerato: **SLV** info

**Risposta sismica locale**  
 Categoria di sottosuolo: **B** info  $S_s = 1.200$   $C_c = 1.325$  info  
 Categoria topografica: **T1** info  $h/H = 1.000$   $S_T = 1.000$  info  
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

**Compon. orizzontale**  
 Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento  $\xi$  (%) **5**  $\eta = 1.000$  info  
 Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore  $q_e$  **1** Regol. in altezza **si** info

**Compon. verticale**  
 Spettro di progetto Fattore  $q$  **1**  $\eta = 1.000$  info

**Elaborazioni**  
 Grafici spettri di risposta  
 Parametri e punti spettri di risposta

**Spettri di risposta**

— Spettro di progetto - componente orizzontale  
 — Spettro di progetto - componente verticale  
 — Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

INTRO    FASE 1    FASE 2    FASE 3

**Figura 3: Determinazione dell'azione di progetto (Fase 3).**

### Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.192 g
$F_o$	2.317
$T_C^*$	0.394 s
$S_S$	1.200
$C_C$	1.325
$S_T$	1.000
$q$	1.000

#### Parametri dipendenti

$S$	1.200
$\eta$	1.000
$T_B$	0.174 s
$T_C$	0.522 s
$T_D$	2.368 s

#### Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

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

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

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

#### Punti dello spettro di risposta

	T [s]	$S_e$ [g]
	0.000	0.230
$T_B \leftarrow$	0.174	0.534
$T_C \leftarrow$	0.522	0.534
	0.610	0.457
	0.698	0.399
	0.786	0.355
	0.874	0.319
	0.962	0.290
	1.050	0.266
	1.137	0.245
	1.225	0.227
	1.313	0.212
	1.401	0.199
	1.489	0.187
	1.577	0.177
	1.665	0.167
	1.753	0.159
	1.841	0.151
	1.929	0.145
	2.016	0.138
	2.104	0.132
	2.192	0.127
	2.280	0.122
$T_D \leftarrow$	2.368	0.118
	2.446	0.110
	2.523	0.104
	2.601	0.098
	2.679	0.092
	2.757	0.087
	2.834	0.082
	2.912	0.078
	2.990	0.074
	3.067	0.070
	3.145	0.067
	3.223	0.064
	3.301	0.061
	3.378	0.058
	3.456	0.055
	3.534	0.053
	3.611	0.051
	3.689	0.048
	3.767	0.047
	3.845	0.045
	3.922	0.043
	4.000	0.041

Figura 4: Spettro orizzontale di progetto: valori.

	<b>LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA</b> <b>P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA</b> <b>LOTTO 01</b> <b>NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE – NUOVA</b> <b>FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI</b> <b>RAGUSA</b>												
Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno - Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3Y</td> <td>01</td> <td>D10RH</td> <td>OC0000002</td> <td>D</td> <td>12 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	12 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	12 di 63								

## 8 SOFTWARE DI CALCOLO

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale

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

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

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione  $\rho$  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.

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.

In presenza dell'azione sismica, per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

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



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
 P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
 LOTTO 01  
 NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
 FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
 RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC000002	D	13 di 63

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

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

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

dove  $\theta = \arctg(C)$  essendo  $C$  il coefficiente di intensità sismica.

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

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

dove il coefficiente  $A$  vale

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

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

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

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

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

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

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

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



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 01  
NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC000002	D	14 di 63

## 8.1 VERIFICA A RIBALTAMENTO

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

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza

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

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

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

## 8.2 VERIFICA A SCORRIMENTO

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

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



<b>LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA</b> <b>P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA</b> <b>LOTTO 01</b> <b>NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA</b> <b>FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI</b> <b>RAGUSA</b>							
Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno - Relazione di calcolo		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		RS3Y	01	D10RH	OC000002	D	15 di 63

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

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

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

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

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

### 8.3 VERIFICA AL CARICO LIMITE

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

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

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

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_{c_i} + q N_q d_{q_i} + 0.5 \gamma B N_\gamma d_{\gamma_i}$$

In questa espressione



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 01  
NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	16 di 63

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

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

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

$$N_q = A \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

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

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

Indichiamo con  $K_p$  il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

I fattori  $d$  e  $i$  che compaiono nella formula sono rispettivamente i fattori di profondità ed i fattori di inclinazione del carico espressi dalle seguenti relazioni:

Fattori di profondità

$$d_q = 1 + 0.2 \frac{D}{B} K_p^{0.5}$$

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





LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
 P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
 LOTTO 01  
 NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
 FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
 RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	17 di 63

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \frac{D}{B} K_p^{0.5} \quad \text{per } \phi > 0$$

### Fattori di inclinazione

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

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

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

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

## 8.4 VERIFICA ALLA STABILITÀ GLOBALE

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

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

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



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
 P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
 LOTTO 01  
 NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE – NUOVA  
 FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
 RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC000002	D	18 di 63

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

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

dove il termine  $m$  è espresso da

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

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

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



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 01  
NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	19 di 63

## 9 VERIFICA DEL MURO

Il muro di contenimento della linea ferroviaria ha altezza complessiva del paramento verticale pari a  $H=3.0$  m e spessore  $s=0.4$  m; la mensola di fondazione ha lunghezza  $B=1.5$  m e spessore pari a 0.5 m. Il muro sostiene un terrapieno di altezza pari a 2.60 m. Sul terrapieno è applicato un carico uniformemente distribuito accidentale pari a 5 kPa.

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

### Geometria muro

#### *Geometria paramento e fondazione*

##### Paramento

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

##### Fondazione

Materiale	C30/37	
Lunghezza mensola di valle	0.00	[m]
Lunghezza mensola di monte	1.10	[m]
Lunghezza totale	1.50	[m]
Inclinazione piano di posa	0.00	[°]
Spessore	0.50	[m]
Spessore magrone	0.00	[m]

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	20 di 63

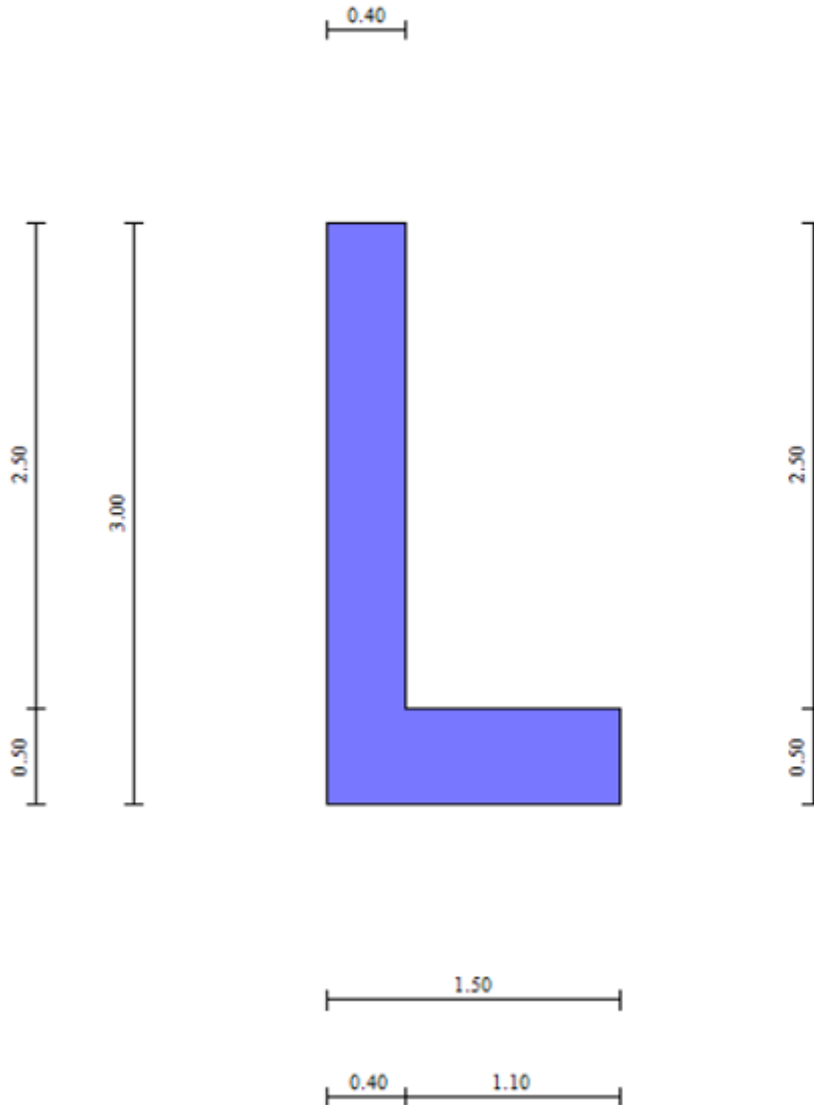


Figura 5: Geometria del muro.



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 01  
NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	21 di 63

## 9.1 ANALISI DEI CARICHI

### 9.2 Carichi al piano campagna

In corrispondenza del piano campagna di monte è applicato un carico accidentale uniformemente distribuito pari a 5 kPa.

### 9.3 Azione sismica

	Simbolo	U.M.		SLU	SLE
Accelerazione al suolo	$a_g$	[m/s <sup>2</sup> ]		1.930	0.470
Accelerazione al suolo	$a_g/g$	[%]		0.197	0.048
Massimo fattore amplificazione spettro orizzontale	F0			2.317	2.514
Periodo inizio tratto spettro a velocità costante	Tc*			0.392	0.257
Tipo di sottosuolo - Coefficiente stratigrafico	Ss		B	1.200	1.200
Categoria topografica - Coefficiente amplificazione topografica	St		T1	1.000	
Coeff. di riduzione	$\beta_m$			0.380	0.470
Coeff. di riduzione verifica a ribaltamento	$\beta_m$			0.000	0.000
Coeff. di intensità sismica orizzontale	$k_h$	[%]		8.971	2.702
Coeff. di intensità sismica verticale	$k_v=0.50 k_h$	[%]		4.486	1.351

## 9.4 COMBINAZIONI DI CARICO

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

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

Coeff. parziali per i parametri geotecnici del terreno

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

Coeff. parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

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



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 01  
NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC000002	D	22 di 63

### Descrizione combinazioni di carico

#### Simbologia adottata

$\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione

$\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - STR A1-M1-R3

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.35	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 2 - STR A1-M1-R3 H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.30	Sfavorevole

#### Combinazione n° 3 - STR A1-M1-R3 H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.30	Sfavorevole

#### Combinazione n° 4 - STR A1-M1-R3

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.35	1.00	Sfavorevole

#### Combinazione n° 5 - STR A1-M1-R3

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.30	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.35	1.00	Sfavorevole



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 01  
NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC000002	D	23 di 63

Combinazione n° 6 - STR A1-M1-R3

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.30	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 7 - GEO A2-M2-R2

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.15	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 8 - GEO A2-M2-R2 H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.30	Sfavorevole

Combinazione n° 9 - GEO A2-M2-R2 H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.30	Sfavorevole

Combinazione n° 10 - EQU

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.30	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.35	1.00	Sfavorevole

Combinazione n° 11 - EQU H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.30	Sfavorevole



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 01  
NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC000002	D	24 di 63

Combinazione n° 12 - EQU H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Favorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Favorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.30	Favorevole

Combinazione n° 13 - SLER

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	1.00	Favorevole

Combinazione n° 14 - SLEF

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.50	Favorevole

Combinazione n° 15 - SLEQ

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.30	Favorevole

Combinazione n° 16 - SLEQ H + V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.30	Favorevole

Combinazione n° 17 - SLEQ H - V

Condizione	$\gamma$	$\Psi$	Effetto
Peso muro	1.00	--	Sfavorevole
Peso terrapieno	1.00	--	Sfavorevole
Spinta terreno	1.00	--	Sfavorevole
Condizione 1	1.00	0.30	Favorevole





LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 01  
NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	25 di 63

## 9.5 RISULTATI

### 9.5.1 SPINTE E FORZE

Ic Indice della combinazione

A Azione

V Valore dell'azione, espressa in [kN]

C<sub>X</sub>, C<sub>Y</sub> Componente in direzione X ed Y dell'azione, espressa in [kN]

P<sub>X</sub>, P<sub>Y</sub> Coordinata X ed Y del punto di applicazione dell'azione, espressa in [m]

I Inclinazione della spinta, espressa in [°]

Ic	A	V [kN]	C <sub>X</sub> [kN]	C <sub>Y</sub> [kN]	P <sub>X</sub> [m]	P <sub>Y</sub> [m]	I [°]
1	Spinta statica	43.03	40.43	14.72	1.10	-1.95	20.00
	Peso/Inerzia muro		0.00	43.75/0.00	0.04	-1.89	
	Peso/Inerzia terrapieno		0.00	49.25/0.00	0.55	-1.38	
2	Spinta statica	26.69	25.08	9.13	1.10	-2.03	20.00
	Incremento di spinta sismica	6.95	6.53	2.38	1.10	-1.85	
	Peso/Inerzia muro		3.92	43.75/1.96	0.04	-1.89	
	Peso/Inerzia terrapieno		4.42	49.25/2.21	0.55	-1.38	
3	Spinta statica	26.69	25.08	9.13	1.10	-2.03	20.00
	Incremento di spinta sismica	4.62	4.34	1.58	1.10	-1.85	
	Peso/Inerzia muro		3.92	43.75/-1.96	0.04	-1.89	
	Peso/Inerzia terrapieno		4.42	49.25/-2.21	0.55	-1.38	
4	Spinta statica	43.03	40.43	14.72	1.10	-1.95	20.00
	Peso/Inerzia muro		0.00	56.87/0.00	0.04	-1.89	
	Peso/Inerzia terrapieno		0.00	64.02/0.00	0.55	-1.38	
5	Spinta statica	43.03	40.43	14.72	1.10	-1.95	20.00
	Peso/Inerzia muro		0.00	43.75/0.00	0.04	-1.89	
	Peso/Inerzia terrapieno		0.00	64.02/0.00	0.55	-1.38	
6	Spinta statica	43.03	40.43	14.72	1.10	-1.95	20.00
	Peso/Inerzia muro		0.00	56.87/0.00	0.04	-1.89	
	Peso/Inerzia terrapieno		0.00	49.25/0.00	0.55	-1.38	
7	Spinta statica	41.99	40.32	11.74	1.10	-1.94	16.23
	Peso/Inerzia muro		0.00	43.75/0.00	0.04	-1.89	
	Peso/Inerzia terrapieno		0.00	49.25/0.00	0.55	-1.38	
8	Spinta statica	26.69	25.08	9.13	1.10	-2.03	20.00
	Incremento di spinta sismica	6.95	6.53	2.38	1.10	-1.85	
	Peso/Inerzia muro		3.92	43.75/1.96	0.04	-1.89	
	Peso/Inerzia terrapieno		4.42	49.25/2.21	0.55	-1.38	
9	Spinta statica	26.69	25.08	9.13	1.10	-2.03	20.00
	Incremento di spinta sismica	4.62	4.34	1.58	1.10	-1.85	
	Peso/Inerzia muro		3.92	43.75/-1.96	0.04	-1.89	
	Peso/Inerzia terrapieno		4.42	49.25/-2.21	0.55	-1.38	
10	Spinta statica	43.03	40.43	14.72	1.10	-1.95	20.00
	Peso/Inerzia muro		0.00	43.75/0.00	0.04	-1.89	
	Peso/Inerzia terrapieno		0.00	49.25/0.00	0.55	-1.38	
11	Spinta statica	26.69	25.08	9.13	1.10	-2.03	20.00
	Incremento di spinta sismica	10.94	10.28	3.74	1.10	-1.85	



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 01  
NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	26 di 63

Ic	A	V	Cx	Cy	Px	Py	I
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[°]
	Peso/Inerzia muro		5.89	43.75/2.94	0.04	-1.89	
	Peso/Inerzia terrapieno		6.63	49.25/3.31	0.55	-1.38	
12	Spinta statica	26.69	25.08	9.13	1.10	-2.03	20.00
	Incremento di spinta sismica	7.59	7.14	2.60	1.10	-1.85	
	Peso/Inerzia muro		5.89	43.75/-2.94	0.04	-1.89	
	Peso/Inerzia terrapieno		6.63	49.25/-3.31	0.55	-1.38	
13	Spinta statica	32.77	30.79	11.21	1.10	-1.95	20.00
	Peso/Inerzia muro		0.00	43.75/0.00	0.04	-1.89	
	Peso/Inerzia terrapieno		0.00	49.25/0.00	0.55	-1.38	
14	Spinta statica	28.43	26.71	9.72	1.10	-2.00	20.00
	Peso/Inerzia muro		0.00	43.75/0.00	0.04	-1.89	
	Peso/Inerzia terrapieno		0.00	49.25/0.00	0.55	-1.38	
15	Spinta statica	26.69	25.08	9.13	1.10	-2.03	20.00
	Peso/Inerzia muro		0.00	43.75/0.00	0.04	-1.89	
	Peso/Inerzia terrapieno		0.00	49.25/0.00	0.55	-1.38	
16	Spinta statica	26.69	25.08	9.13	1.10	-2.03	20.00
	Incremento di spinta sismica	1.96	1.85	0.67	1.10	-1.85	
	Peso/Inerzia muro		1.18	43.75/0.59	0.04	-1.89	
	Peso/Inerzia terrapieno		1.33	49.25/0.67	0.55	-1.38	
17	Spinta statica	26.69	25.08	9.13	1.10	-2.03	20.00
	Incremento di spinta sismica	1.24	1.17	0.43	1.10	-1.85	
	Peso/Inerzia muro		1.18	43.75/-0.59	0.04	-1.89	
	Peso/Inerzia terrapieno		1.33	49.25/-0.67	0.55	-1.38	

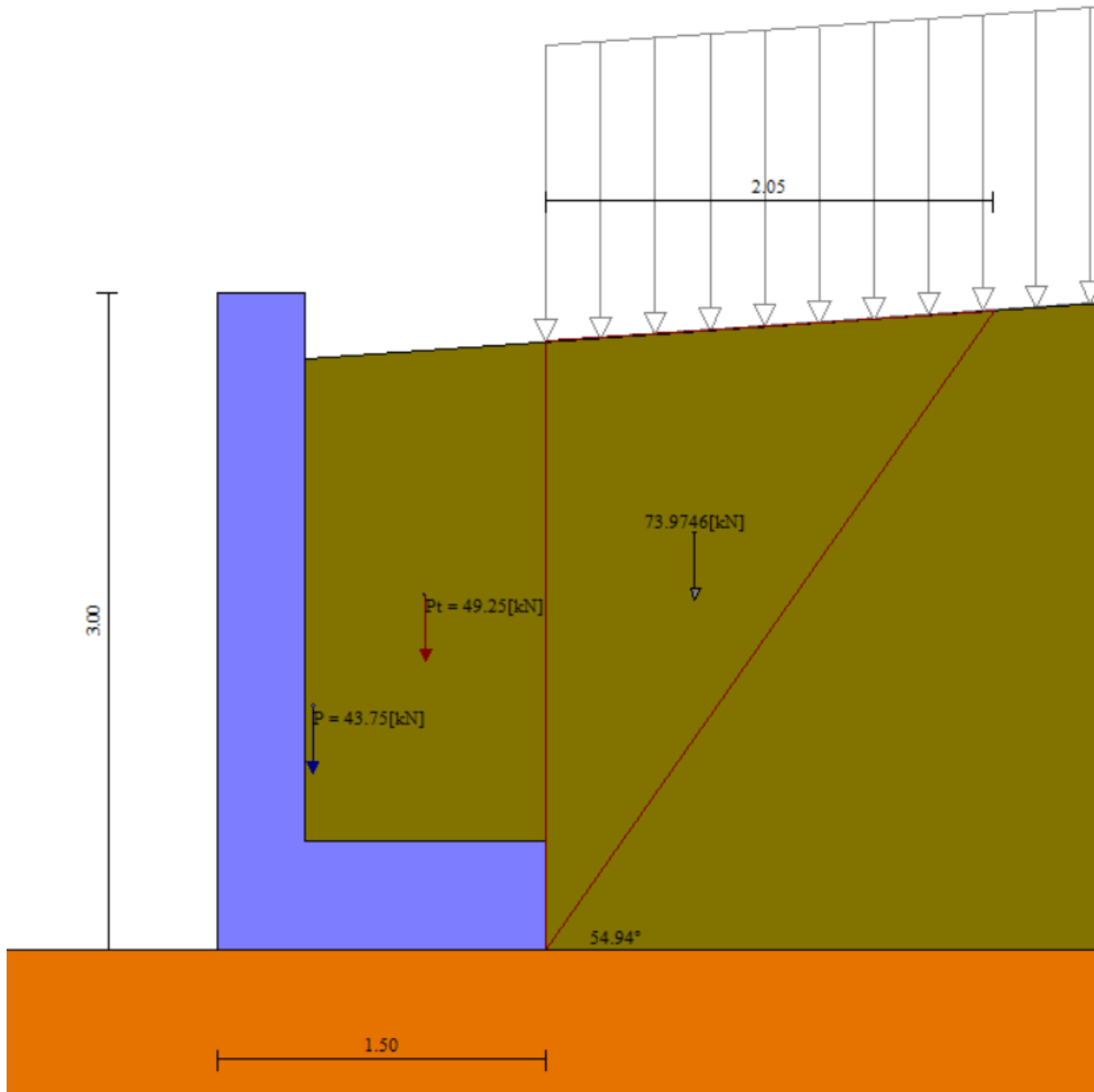


Figura 6: Cuneo di spinta statico (combinazione statica) (Combinazione n° 1).

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC000002	D	28 di 63

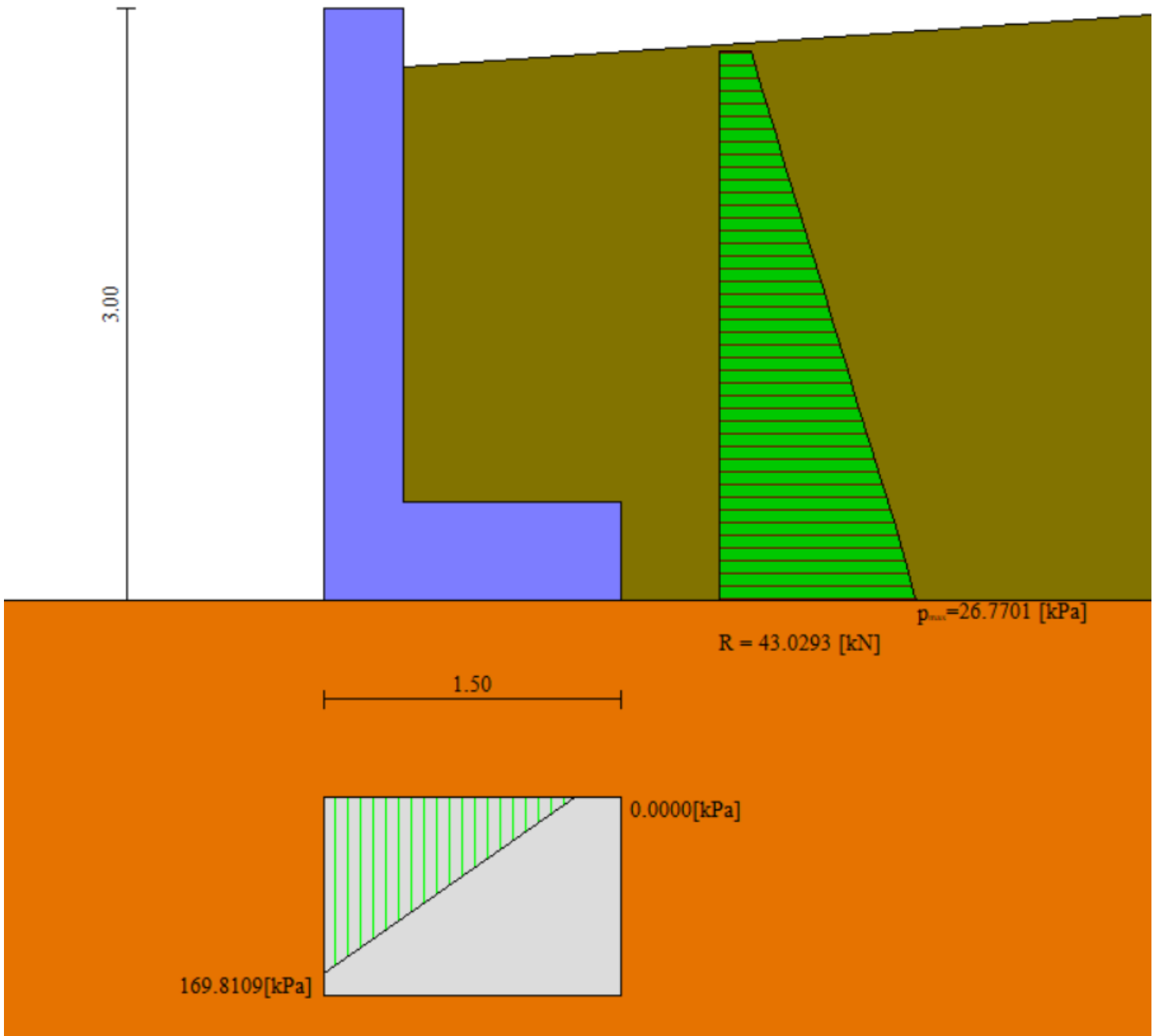


Figura 7: Diagramma delle pressioni agenti sull'opera (combinazione statica) (Combinazione n° 1).

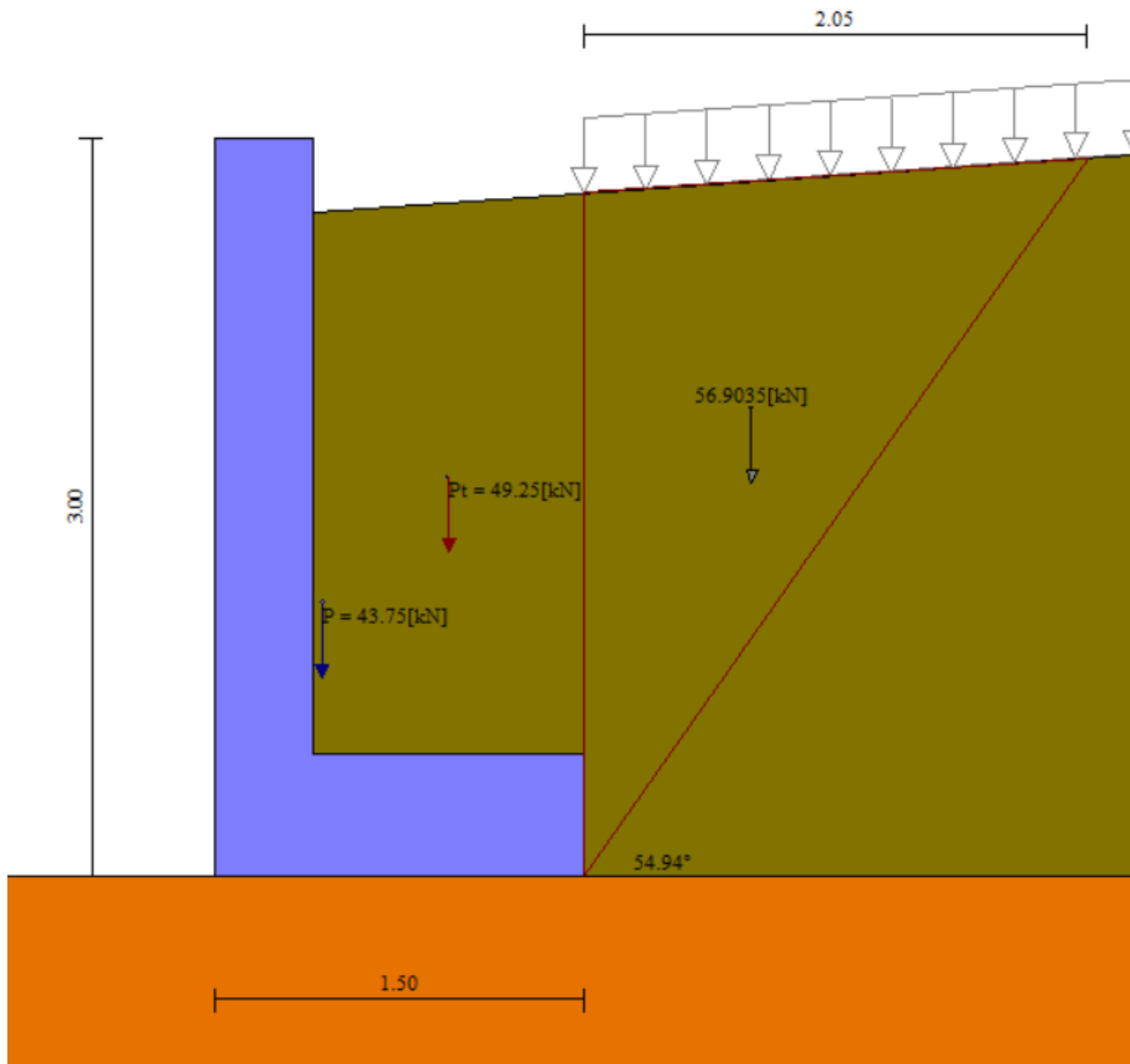


Figura 8: Cuneo di spinta sismico (combinazione sismica) (Combinazione n° 2).

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC000002	D	30 di 63

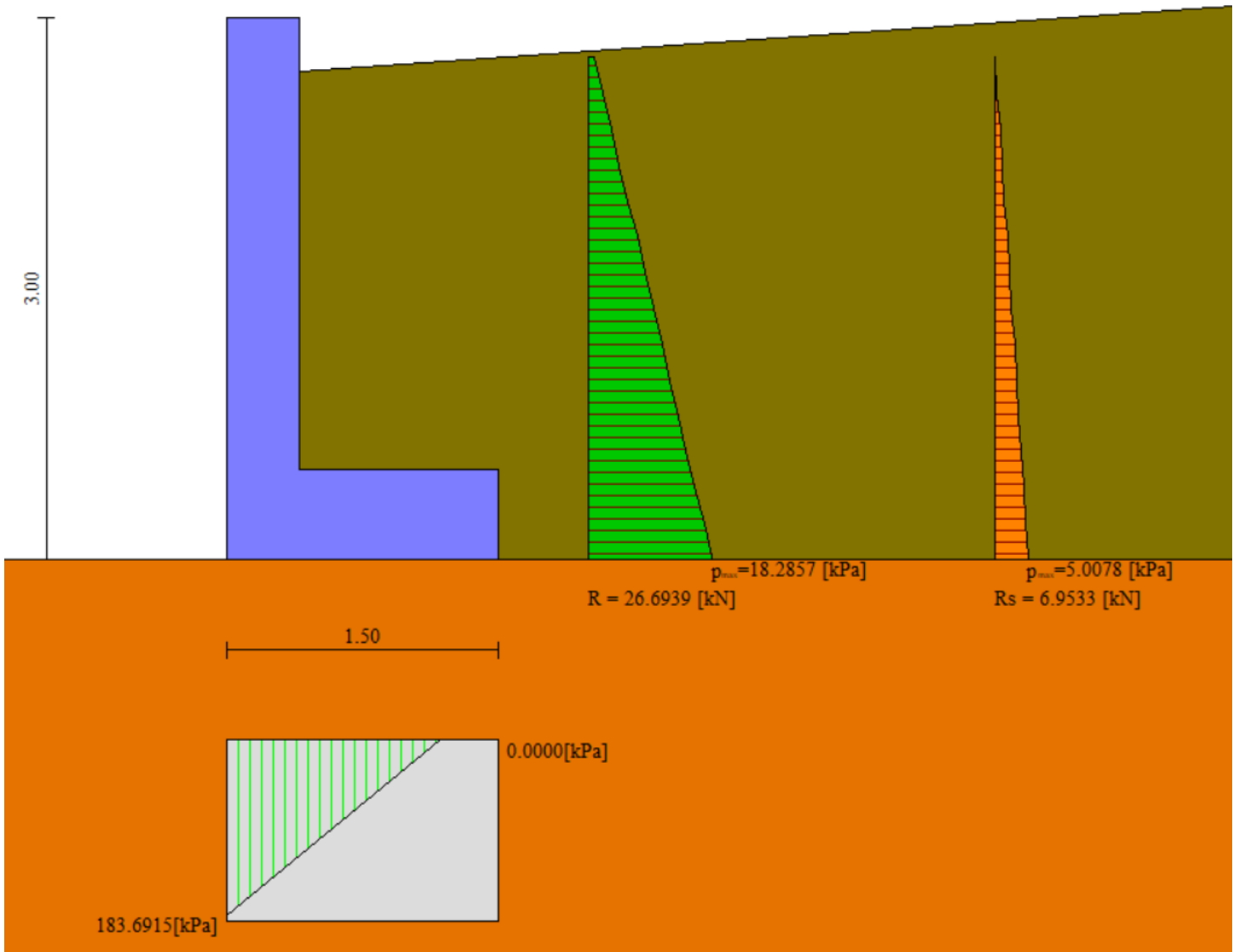


Figura 9: Diagramma delle pressioni agenti sull'opera (combinazione sismica) (Combinazione n° 2).



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 01  
NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	31 di 63

## 9.5.2 VERIFICHE GEOTECNICHE

Quadro riassuntivo dei coefficienti di sicurezza calcolati:

### Simbologia adottata

C	Indice della combinazione
Tipo	Tipo combinazione
Sisma	Combinazione sismica
FS <sub>SCO</sub>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
FS <sub>RIB</sub>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
FS <sub>QLIM</sub>	Coeff. di sicurezza a carico limite
FS <sub>STAB</sub>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale
FS <sub>HYD</sub>	Coeff. di sicurezza a sifonamento
FS <sub>UPL</sub>	Coeff. di sicurezza a sollevamento

n°	Tipo	Sismica	FS <sub>SCO</sub>	FS <sub>QLIM</sub>	FS <sub>STAB</sub>	FS <sub>HYD</sub>	FS <sub>UPL</sub>
1	STR A1-M1-R3		1.112	3.080			
2	STR A1-M1-R3	H + V	1.135	2.872			
3	STR A1-M1-R3	H - V	1.100	2.977			
4	STR A1-M1-R3		1.400	3.349			
5	STR A1-M1-R3		1.265	3.497			
6	STR A1-M1-R3		1.248	3.002			
7	GEO A2-M2-R2				1.629		
8	GEO A2-M2-R2	H + V			1.925		
9	GEO A2-M2-R2	H - V			1.942		
10	EQU						
11	EQU	H + V					
12	EQU	H - V					

### 9.5.2.1 Verifica a scorrimento fondazione

#### Simbologia adottata

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

n°	Rsa	Rpt	Rps	Rp	Rt	R	T	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	44.97	0.00	0.00	--	--	44.97	40.43	1.112
2	45.37	0.00	0.00	--	--	45.37	39.96	1.135
3	41.56	0.00	0.00	--	--	41.56	37.77	1.100
4	56.62	0.00	0.00	--	--	56.62	40.43	1.400
5	51.14	0.00	0.00	--	--	51.14	40.43	1.265
6	50.45	0.00	0.00	--	--	50.45	40.43	1.248



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 01  
NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	32 di 63

## 9.5.2.2 Verifica a carico limite

### Simbologia adottata

n° Indice combinazione  
N Carico verticale totale, espresso in [kN]  
Qu carico limite del terreno, espresso in [kN]  
Qd Portanza di progetto, espresso in [kN]  
FS Fattore di sicurezza (rapporto tra portanza di progetto e carico agente al piano di posa)

n°	N [kN]	Qu [kN]	Qd [kN]	FS
1	107.71	331.80	237.00	3.080
2	108.68	312.15	260.12	2.872
3	99.54	296.28	246.90	2.977
4	135.61	454.12	324.37	3.349
5	122.49	428.32	305.94	3.497
6	120.84	362.72	259.09	3.002

### Dettagli calcolo portanza

#### Simbologia adottata

n° Indece combinazione  
Nc, Nq, Ny Fattori di capacità portante  
ic, iq, iy Fattori di inclinazione del carico  
dc, dq, dy Fattori di profondità del piano di posa  
gc, gq, gy Fattori di inclinazione del profilo topografico  
bc, bq, by Fattori di inclinazione del piano di posa  
sc, sq, sy Fattori di forma della fondazione  
pc, pq, py Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic  
r<sub>γ</sub> Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia 0.5B<sub>γ</sub>N, viene moltiplicato per questo fattore  
D Affondamento del piano di posa, espresso in [m]  
B' Larghezza fondazione ridotta, espresso in [m]  
H Altezza del cuneo di rottura, espresso in [m]  
γ Peso di volume del terreno medio, espresso in [kN/mc]  
φ Angolo di attrito del terreno medio, espresso in [°]  
c Coesione del terreno medio, espresso in [kPa]  
Per i coeff. che in tabella sono indicati con il simbolo '-' sono coeff. non presenti nel metodo scelto (Meyerhof).

n°	Nc Nq Ny	ic iq iy	dc dq dy	gc gq gy	bc bq by	sc sq sy	pc pq py	r <sub>γ</sub>	D [m]	B' H [m]	γ [kN/mc]	φ [°]	c [kPa]
1	42.164	0.595	1.000	--	--	--	--	1.000	0.00	0.85	20.00	34.00	14
	29.440	0.595	1.000	--	--	--	--						
	31.146	0.156	1.000	--	--	--	--						
2	42.164	0.602	1.000	--	--	--	--	1.000	0.00	0.79	20.00	34.00	14
	29.440	0.602	1.000	--	--	--	--						
	31.146	0.165	1.000	--	--	--	--						
3	42.164	0.592	1.000	--	--	--	--	1.000	0.00	0.77	20.00	34.00	14
	29.440	0.592	1.000	--	--	--	--						
	31.146	0.151	1.000	--	--	--	--						
4	42.164	0.665	1.000	--	--	--	--	1.000	0.00	0.96	20.00	34.00	14
	29.440	0.665	1.000	--	--	--	--						
	31.146	0.262	1.000	--	--	--	--						
5	42.164	0.635	1.000	--	--	--	--	1.000	0.00	0.97	20.00	34.00	14
	29.440	0.635	1.000	--	--	--	--						
	31.146	0.214	1.000	--	--	--	--						
6	42.164	0.631	1.000	--	--	--	--	1.000	0.00	0.85	20.00	34.00	14
	29.440	0.631	1.000	--	--	--	--						
	31.146	0.208	1.000	--	--	--	--						





**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 01  
NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
RAGUSA**

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	33 di 63

### 9.5.2.3 Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento è stata eseguita applicando la combinazione A1+M1+R3 con  $\gamma_R=1.15$  per il caso statico e con coefficienti parziali unitari su azioni e parametri geotecnici per il caso sismico, considerando l'incremento del 50% del parametro  $\beta$ , nel caso assunto  $\beta = 1.5 \cdot 0.38 = 0.57$ .

Ne risulta quanto di seguito riportato a conferma dell'accettabilità della verifica.

#### FORZE VERTICALI

		SLE	STR/GEO
- Peso del Muro (Pm)			
Pm1 =	$(B2 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})/2$	(kN/m)	0,00
Pm2 =	$(B3 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	25,00
Pm3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma_{cls})/2$	(kN/m)	0,00
Pm4 =	$(B \cdot H2 \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	18,75
Pm5 =	$(Bd \cdot Hd \cdot \gamma_{cls})$	(kN/m)	0,00
Pm =	$Pm1 + Pm2 + Pm3 + Pm4 + Pm5$	(kN/m)	43,75
- Peso del terreno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro (Pt)			
Pt1 =	$(B5 \cdot H3 \cdot \gamma)$	(kN/m)	55,00
Pt2 =	$(0,5 \cdot (B4+B5) \cdot H4 \cdot \gamma)$	(kN/m)	2,13
Pt3 =	$(B4 \cdot H3 \cdot \gamma)/2$	(kN/m)	0,00
Sovr =	$q_p \cdot (B4+B5)$	(kN/m)	0,00
Pt =	$Pt1 + Pt2 + Pt3 + Sovr$	(kN/m)	57,13
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro			
Sovr acc. Stat	$q \cdot (B4+B5)$	(kN/m)	11
Sovr acc. Sism	$q_s \cdot (B4+B5)$	(kN/m)	0

#### MOMENTI DELLE FORZE VERT. RISPETTO AL PIEDE DI VALLE DEL MURO

		SLE	STR/GEO
- Muro (Mm)			
Mm1 =	$Pm1 \cdot (B1+2/3 \cdot B2)$	(kNm/m)	0,00
Mm2 =	$Pm2 \cdot (B1+B2+0,5 \cdot B3)$	(kNm/m)	5,00
Mm3 =	$Pm3 \cdot (B1+B2+B3+1/3 \cdot B4)$	(kNm/m)	0,00
Mm4 =	$Pm4 \cdot (B/2)$	(kNm/m)	14,06
Mm5 =	$Pm5 \cdot (B - Bd/2)$	(kNm/m)	0,00
Mm =	$Mm1 + Mm2 + Mm3 + Mm4 + Mm5$	(kNm/m)	19,06
- Terrapieno e sovr. perm. sulla scarpa di monte del muro			
Mt1 =	$Pt1 \cdot (B1+B2+B3+B4+0,5 \cdot B5)$	(kNm/m)	52,25
Mt2 =	$Pt2 \cdot (B1+B2+B3+2/3 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	2,42
Mt3 =	$Pt3 \cdot (B1+B2+B3+2/3 \cdot B4)$	(kNm/m)	0,00
Msovr =	$Sovr \cdot (B1+B2+B3+1/2 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	0,00
Mt =	$Mt1 + Mt2 + Mt3 + Msovr$	(kNm/m)	54,67
- Sovraccarico accidentale sulla scarpa di monte del muro			
Sovr acc. Stat	$q \cdot (B1+B2+B3+1/2 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	10,45
Sovr acc. Sism	$q_s \cdot (B1+B2+B3+1/2 \cdot (B4+B5))$	(kNm/m)	0



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 01  
NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	34 di 63

**INERZIA DEL MURO E DEL TERRAPIENO**

- Inerzia orizzontale e verticale del muro (Ps)

Ps h =	Pm*kh	(kN/m)	3,82
Ps v =	Pm*kv	(kN/m)	1,91

- Inerzia orizzontale e verticale del terrapieno a tergo del muro (Pts)

Ptsh =	Pt*kh	(kN/m)	4,99
Ptsh =	Pt*kv	(kN/m)	2,50

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs h)

MPs1 h =	kh*Pm1*(H2+H3/3)	(kNm/m)	0,00
MPs2 h =	kh*Pm2*(H2 + H3/2)	(kNm/m)	3,82
MPs3 h =	kh*Pm3*(H2+H3/3)	(kNm/m)	0,00
MPs4 h =	kh*Pm4*(H2/2)	(kNm/m)	0,41
MPs5 h =	-kh*Pm5*(Hd/2)	(kNm/m)	0,00
MPs h =	MPs1+MPs2+MPs3+MPs4+MPs5	(kNm/m)	4,23

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del muro (MPs v)

MPs1 v =	kv*Pm1*(B1+2/3*B2)	(kNm/m)	0,00
MPs2 v =	kv*Pm2*(B1+B2+B3/2)	(kNm/m)	0,22
MPs3 v =	kv*Pm3*(B1+B2+B3+B4/3)	(kNm/m)	0,00
MPs4 v =	kv*Pm4*(B/2)	(kNm/m)	0,61
MPs5 v =	kv*Pm5*(B-Bd/2)	(kNm/m)	0,00
MPs v =	MPs1+MPs2+MPs3+MPs4+MPs5	(kNm/m)	0,83

- Incremento orizzontale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts h)

MPts1 h =	kh*Pt1*(H2 + H3/2)	( kNm/m )	8,41
MPts2 h =	kh*Pt2*(H2 + H3 + H4/3)	( kNm/m )	0,76
MPts3 h =	kh*Pt3*(H2+H3*2/3)	( kNm/m )	0,00
MPts h =	MPts1 + MPts2 + MPts3	( kNm/m )	9,17

- Incremento verticale di momento dovuto all'inerzia del terrapieno (MPts v)

MPts1 v =	kv*Pt1*((H2 + H3/2) - (B - B5/2)*0.5)	( kNm/m )	2,28
MPts2 v =	kv*Pt2*((H2 + H3 + H4/3) - (B - B5/3)*0.5)	( kNm/m )	0,11
MPts3 v =	kv*Pt3*((H2+H3*2/3)-(B1+B2+B3+2/3*B4)*0.5)	( kNm/m )	0,00
MPts v =	MPts1 + MPts2 + MPts3	( kNm/m )	2,39

**CONDIZIONE STATICA**

**SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO**

- Spinta totale condizione statica

	SLE	STR/GEO
St =	0,5*γ*(H2+H3+H4+Hd)*ka	(kN/m) 34,69 45,09
Sq perm =	q*(H2+H3+H4+Hd)*ka	(kN/m) 0,00 0,00
Sq acc =	q*(H2+H3+H4+Hd)*ka	(kN/m) 10,86 16,29

- Componente orizzontale condizione statica

Sth =	St*cosδ	(kN/m)	32,60	42,37
Sqh perm =	Sq perm*cosδ	(kN/m)	0,00	0,00
Sqh acc =	Sq acc*cosδ	(kN/m)	10,21	15,31

- Componente verticale condizione statica

Stv =	St*senδ	(kN/m)	11,86	15,42
Sqv perm =	Sq perm*senδ	(kN/m)	0,00	0,00
Sqv acc =	Sq acc*senδ	(kN/m)	3,71	5,57

- Spinta passiva sul dente

Sp =	1/2*γ1*Hd2*1/2*γ1*Hd2*kp+(2*c1*kp0.5+γ1*kp*H2)*Hd	(kN/m)	0,00	0,00
------	---	--------	------	------

**MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO**

	SLE	STR/GEO
MS1 =	Sth*((H2+H3+H4+Hd)/3-Hd)	( kNm/m ) 34,70 45,11
MS2 =	Stv*B	( kNm/m ) 17,80 23,13
MSq1 perm =	Sqh perm*((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)	( kNm/m ) 0,00 0,00
MSq1 acc =	Sqh acc*((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)	( kNm/m ) 16,30 24,45
MSq2 perm =	Sqv perm*B	( kNm/m ) 0,00 0,00
MSq2 acc =	Sqv acc*B	( kNm/m ) 5,57 8,36
MSp =	γ1*Hd3*kp/3+(2*c1*kp0.5+γ1*kp*H2)*Hd2/2	( kNm/m ) 0,00 0,00

**MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE**

Mfext1 =	mp + m	( kNm/m )	0,00	0,00
Mfext2 =	(fp + f)*f*(H3 + H2)	( kNm/m )	0,00	0,00
Mfext3 =	(vp+v)*(B1 +B2 + B3/2)	( kNm/m )	0,00	0,00

Momento stabilizzante (Ms)

Ms =	Mm + Mt + Mfext3		73,73	( kNm/m )
------	------------------	--	-------	-----------

Momento ribaltante (Mr)

Mr =	MS1 + MSq + Mfext1 + Mfext2 + MSp		38,07	( kNm/m )
------	-----------------------------------	--	-------	-----------

**Fs ribaltamento Ms / Mr 1,94 > 1,15**



Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	35 di 63

### CONDIZIONE SISMICA -

#### SPINTE DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

	SLE	STR/GEO
- Spinta condizione sismica -		
Sst1 stat = $0,5 \cdot \gamma \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot ka$	(kN/m) 34,69	34,69
Sst1 sism = $0,5 \cdot \gamma \cdot (1-kv) \cdot (H2+H3+H4+Hd)^2 \cdot kas - Sst1 \text{ stat}$	(kN/m) 11,25	11,25
Ssq1 perm = $qp \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas$	(kN/m) 0,00	0,00
Ssq1 acc = $qs \cdot (H2+H3+H4+Hd) \cdot kas$	(kN/m) 0,00	0,00
- Componente orizzontale condizione sismica -		
Sst1h stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 32,60	32,60
Sst1h sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 10,57	10,57
Ssq1h perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 0,00	0,00
Ssq1h acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \cos \delta$	(kN/m) 0,00	0,00
- Componente verticale condizione sismica -		
Sst1v stat = $Sst1 \text{ stat} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 11,86	11,86
Sst1v sism = $Sst1 \text{ sism} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 3,85	3,85
Ssq1v perm = $Ssq1 \text{ perm} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0,00	0,00
Ssq1v acc = $Ssq1 \text{ acc} \cdot \sin \delta$	(kN/m) 0,00	0,00
- Spinta passiva sul dente		
$Sp = \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot (1-kv) \cdot Hd^2 \cdot kps + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{0.5} + \gamma_1 \cdot (1-kv) \cdot kps \cdot H2) \cdot Hd$	(kN/m) 0,00	0,00

#### MOMENTI DELLA SPINTA DEL TERRENO E DEL SOVRACCARICO

	SLE	STR/GEO
- Condizione sismica -		
MSst1 stat = $Sst1h \text{ stat} \cdot ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)$	(kNm/m) 34,70	34,70
MSst1 sism = $Sst1h \text{ sism} \cdot ((H2+H3+H4+hd)/3-hd)$	(kNm/m) 11,25	11,25
MSst2 stat = $Sst1v \text{ stat} \cdot B$	(kNm/m) 17,80	17,80
MSst2 sism = $Sst1v \text{ sism} \cdot B$	(kNm/m) 5,77	5,77
MSsq1 = $Ssq1h \cdot ((H2+H3+H4+Hd)/2-Hd)$	(kNm/m) 0,00	0,00
MSsq2 = $Ssq1v \cdot B$	(kNm/m) 0,00	0,00
MSp = $\gamma_1 \cdot Hd^3 \cdot kps / 3 + (2 \cdot c_1 \cdot kps^{0.5} + \gamma_1 \cdot kps \cdot H2) \cdot Hd^2 / 2$	(kNm/m) 0,00	0,00

#### MOMENTI DOVUTI ALLE FORZE ESTERNE

Mfext1 = $mp+ms$	(kNm/m)	0,00
Mfext2 = $(fp+fs) \cdot (H3 + H2)$	(kNm/m)	0,00
Mfext3 = $(vp+vs) \cdot (B1 + B2 + B3/2)$	(kNm/m)	0,00
Momento stabilizzante (Ms)		
Ms = $Mm + Mt + Mfext3$	73,73	(kNm/m)
Momento ribaltante (Mr)		
Mr = $MSst+MSsq+Mfext1+Mfext2+MSp+MPs+Mpts$	47,33	(kNm/m)
<b>Fr = Ms / Mr</b>	<b>1,56</b>	<b>&gt; 1</b>

### 9.5.2.4 Verifica stabilità globale muro + terreno

#### Simbologia adottata

Ic	Indice combinazione
C	Centro superficie di scorrimento, espresso in [m]
R	Raggio, espresso in [m]
FS	Fattore di sicurezza

Ic	C	R	FS
	[m]	[m]	
7	-0.50; 1.50	4.79	1.629
8	-0.50; 1.50	4.79	1.925
9	-0.50; 3.50	6.70	1.942

#### Simbologia adottata

Le ascisse X sono considerate positive verso monte



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA**  
**P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA**  
**LOTTO 01**  
**NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA**  
**FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI**  
**RAGUSA**

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	36 di 63

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

Qy carico sulla striscia espresso in [kN]

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

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

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

b larghezza della striscia espressa in [m]

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

Tx; Ty Resistenza al taglio fornita dai tiranti in direzione X ed Y espressa in [kPa]

Combinazione n° 7 - GEO A2-M2-R2

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	1.42	2.85	4.05 - 0.25	67.154	24.791	0	0.0	
2	3.90	2.85	0.25	60.849	24.791	0	0.0	
3	5.80	2.85	0.25	55.197	24.791	0	0.0	
4	7.34	2.85	0.25	50.270	24.791	0	0.0	
5	8.63	2.85	0.25	45.815	24.791	0	0.0	
6	9.72	2.85	0.25	41.695	24.791	0	0.0	
7	10.66	2.85	0.25	37.826	24.791	0	0.0	
8	11.47	2.85	0.25	34.151	24.791	0	0.0	
9	12.17	2.85	0.25	30.630	24.791	0	0.0	
10	12.76	2.85	0.25	27.234	24.791	0	0.0	
11	13.26	2.85	0.25	23.938	24.791	0	0.0	
12	13.76	2.50	0.25	20.726	24.791	0	0.0	
13	14.65	0.00	0.25	17.580	28.352	11	0.0	
14	14.91	0.00	0.25	14.488	28.352	11	0.0	
15	15.11	0.00	0.25	11.439	28.352	11	0.0	
16	15.24	0.00	0.25	8.422	28.352	11	0.0	
17	18.49	0.00	0.25	5.429	28.352	11	0.0	
18	18.54	0.00	0.25	2.451	28.352	11	0.0	
19	1.41	0.00	0.25	-0.521	28.352	11	0.0	
20	1.37	0.00	0.25	-3.494	28.352	11	0.0	
21	1.26	0.00	0.25	-6.476	28.352	11	0.0	
22	1.09	0.00	0.25	-9.477	28.352	11	0.0	
23	0.85	0.00	0.25	-12.503	28.352	11	0.0	
24	0.54	0.00	0.25	-15.566	28.352	11	0.0	
25	0.16	0.00	-2.16 - 0.25	-16.655	28.352	11	0.0	

Combinazione n° 8 - GEO A2-M2-R2 H + V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	1.42	0.74	4.05 - 0.25	67.154	30.000	0	0.0	
2	3.90	0.74	0.25	60.849	30.000	0	0.0	
3	5.80	0.74	0.25	55.197	30.000	0	0.0	
4	7.34	0.74	0.25	50.270	30.000	0	0.0	
5	8.63	0.74	0.25	45.815	30.000	0	0.0	
6	9.72	0.74	0.25	41.695	30.000	0	0.0	
7	10.66	0.74	0.25	37.826	30.000	0	0.0	
8	11.47	0.74	0.25	34.151	30.000	0	0.0	
9	12.17	0.74	0.25	30.630	30.000	0	0.0	
10	12.76	0.74	0.25	27.234	30.000	0	0.0	
11	13.26	0.74	0.25	23.938	30.000	0	0.0	
12	13.76	0.65	0.25	20.726	30.000	0	0.0	
13	14.65	0.00	0.25	17.580	34.000	14	0.0	
14	14.91	0.00	0.25	14.488	34.000	14	0.0	
15	15.11	0.00	0.25	11.439	34.000	14	0.0	
16	15.24	0.00	0.25	8.422	34.000	14	0.0	
17	18.49	0.00	0.25	5.429	34.000	14	0.0	
18	18.54	0.00	0.25	2.451	34.000	14	0.0	
19	1.41	0.00	0.25	-0.521	34.000	14	0.0	
20	1.37	0.00	0.25	-3.494	34.000	14	0.0	
21	1.26	0.00	0.25	-6.476	34.000	14	0.0	



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
 P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
 LOTTO 01  
 NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
 FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
 RAGUSA

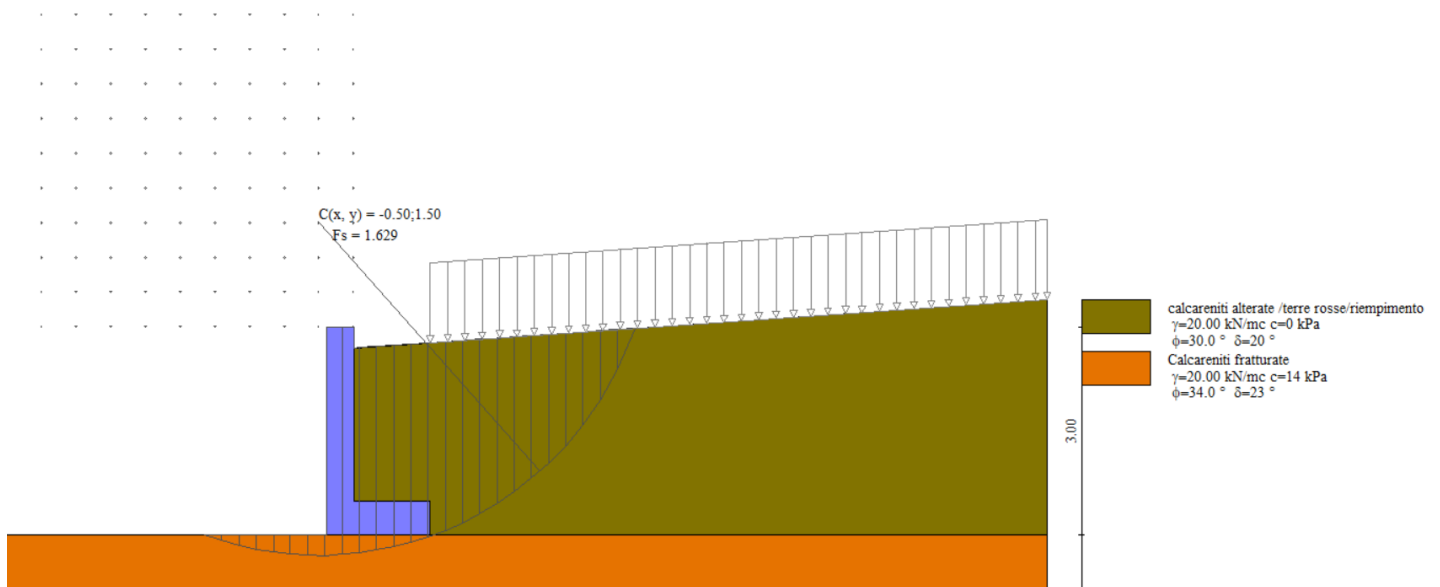
Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
 Relazione di calcolo


COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	37 di 63

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
22	1.09	0.00	0.25	-9.477	34.000	14	0.0	
23	0.85	0.00	0.25	-12.503	34.000	14	0.0	
24	0.54	0.00	0.25	-15.566	34.000	14	0.0	
25	0.16	0.00	-2.16 - 0.25	-16.655	34.000	14	0.0	

Combinazione n° 9 - GEO A2-M2-R2 H - V

n°	W [kN]	Qy [kN]	b [m]	$\alpha$ [°]	$\phi$ [°]	c [kPa]	u [kPa]	Tx; Ty [kN]
1	1.26	0.89	5.27 - 0.30	56.093	30.000	0	0.0	
2	3.62	0.89	0.30	52.599	30.000	0	0.0	
3	5.66	0.89	0.30	48.578	30.000	0	0.0	
4	7.42	0.89	0.30	44.857	30.000	0	0.0	
5	8.96	0.89	0.30	41.364	30.000	0	0.0	
6	10.32	0.89	0.30	38.051	30.000	0	0.0	
7	11.50	0.89	0.30	34.882	30.000	0	0.0	
8	12.55	0.89	0.30	31.831	30.000	0	0.0	
9	13.47	0.89	0.30	28.878	30.000	0	0.0	
10	14.26	0.89	0.30	26.008	30.000	0	0.0	
11	14.95	0.89	0.30	23.206	30.000	0	0.0	
12	15.54	0.89	0.30	20.462	30.000	0	0.0	
13	16.03	0.89	0.30	17.766	30.000	0	0.0	
14	16.44	0.89	0.30	15.110	30.000	0	0.0	
15	17.49	0.00	0.30	12.487	34.000	14	0.0	
16	17.72	0.00	0.30	9.891	34.000	14	0.0	
17	17.86	0.00	0.30	7.314	34.000	14	0.0	
18	19.66	0.00	0.30	4.753	34.000	14	0.0	
19	23.52	0.00	0.30	2.202	34.000	14	0.0	
20	1.84	0.00	0.30	-0.346	34.000	14	0.0	
21	1.15	0.00	0.30	-2.894	34.000	14	0.0	
22	1.03	0.00	0.30	-5.448	34.000	14	0.0	
23	0.82	0.00	0.30	-8.012	34.000	14	0.0	
24	0.52	0.00	0.30	-10.593	34.000	14	0.0	
25	0.15	0.00	-2.18 - 0.30	-11.428	34.000	14	0.0	



	<p>LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  LOTTO 01  NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  RAGUSA</p>												
<p>Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  Relazione di calcolo</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3Y</td> <td>01</td> <td>D10RH</td> <td>OC000002</td> <td>D</td> <td>38 di 63</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3Y	01	D10RH	OC000002	D	38 di 63
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3Y	01	D10RH	OC000002	D	38 di 63								

**Figura 10: Stabilità fronte di scavo - Cerchio critico (Combinazione n° 7).**



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
 P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
 LOTTO 01  
 NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
 FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
 RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	39 di 63

### 9.5.3 SOLLECITAZIONI SUL PARAMENTO VERTICALE

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

#### Combinazione n° 1 - STR A1-M1-R3

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.13	1.25	0.00	0.00
3	-0.25	2.50	0.00	0.00
4	-0.38	3.75	0.02	0.00
5	-0.50	5.00	0.15	0.01
6	-0.63	6.25	0.41	0.04
7	-0.75	7.50	0.78	0.12
8	-0.88	8.75	1.27	0.24
9	-1.00	10.00	1.87	0.44
10	-1.13	11.25	2.60	0.72
11	-1.25	12.50	3.45	1.09
12	-1.38	13.75	4.45	1.59
13	-1.50	15.00	5.68	2.22
14	-1.63	16.25	7.13	3.01
15	-1.75	17.50	8.81	4.01
16	-1.88	18.75	10.64	5.22
17	-2.00	20.00	12.61	6.67
18	-2.13	21.25	14.71	8.38
19	-2.25	22.50	16.94	10.36
20	-2.38	23.75	19.30	12.62
21	-2.50	25.00	21.79	15.19

#### Combinazione n° 2 - STR A1-M1-R3 H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.13	1.25	0.11	0.01
3	-0.25	2.50	0.22	0.03
4	-0.38	3.75	0.36	0.06
5	-0.50	5.00	0.60	0.12
6	-0.63	6.25	0.96	0.22
7	-0.75	7.50	1.44	0.37
8	-0.88	8.75	2.04	0.58
9	-1.00	10.00	2.76	0.88
10	-1.13	11.25	3.59	1.28
11	-1.25	12.50	4.55	1.79
12	-1.38	13.75	5.62	2.42
13	-1.50	15.00	6.81	3.20
14	-1.63	16.25	8.14	4.13
15	-1.75	17.50	9.62	5.24
16	-1.88	18.75	11.25	6.54
17	-2.00	20.00	13.01	8.06
18	-2.13	21.25	14.90	9.80
19	-2.25	22.50	16.90	11.79
20	-2.38	23.75	19.03	14.03
21	-2.50	25.00	21.27	16.55



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
 P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
 LOTTO 01  
 NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
 FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
 RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	40 di 63

Combinazione n° 3 - STR A1-M1-R3 H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.13	1.25	0.11	0.01
3	-0.25	2.50	0.22	0.03
4	-0.38	3.75	0.36	0.06
5	-0.50	5.00	0.59	0.12
6	-0.63	6.25	0.94	0.22
7	-0.75	7.50	1.39	0.36
8	-0.88	8.75	1.95	0.57
9	-1.00	10.00	2.63	0.85
10	-1.13	11.25	3.41	1.23
11	-1.25	12.50	4.31	1.71
12	-1.38	13.75	5.31	2.31
13	-1.50	15.00	6.43	3.04
14	-1.63	16.25	7.67	3.92
15	-1.75	17.50	9.06	4.97
16	-1.88	18.75	10.58	6.19
17	-2.00	20.00	12.24	7.62
18	-2.13	21.25	14.01	9.26
19	-2.25	22.50	15.88	11.12
20	-2.38	23.75	17.87	13.23
21	-2.50	25.00	19.97	15.60

Combinazione n° 4 - STR A1-M1-R3

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.13	1.63	0.00	0.00
3	-0.25	3.25	0.00	0.00
4	-0.38	4.88	0.02	0.00
5	-0.50	6.50	0.15	0.01
6	-0.63	8.13	0.41	0.04
7	-0.75	9.75	0.78	0.12
8	-0.88	11.38	1.27	0.24
9	-1.00	13.00	1.87	0.44
10	-1.13	14.63	2.60	0.72
11	-1.25	16.25	3.45	1.09
12	-1.38	17.88	4.45	1.59
13	-1.50	19.50	5.68	2.22
14	-1.63	21.13	7.13	3.01
15	-1.75	22.75	8.81	4.01
16	-1.88	24.38	10.64	5.22
17	-2.00	26.00	12.61	6.67
18	-2.13	27.63	14.71	8.38
19	-2.25	29.25	16.94	10.36
20	-2.38	30.88	19.30	12.62
21	-2.50	32.50	21.79	15.19

Combinazione n° 5 - STR A1-M1-R3

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.13	1.25	0.00	0.00
3	-0.25	2.50	0.00	0.00
4	-0.38	3.75	0.02	0.00
5	-0.50	5.00	0.15	0.01
6	-0.63	6.25	0.41	0.04





LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
 P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
 LOTTO 01  
 NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
 FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
 RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	41 di 63

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
7	-0.75	7.50	0.78	0.12
8	-0.88	8.75	1.27	0.24
9	-1.00	10.00	1.87	0.44
10	-1.13	11.25	2.60	0.72
11	-1.25	12.50	3.45	1.09
12	-1.38	13.75	4.45	1.59
13	-1.50	15.00	5.68	2.22
14	-1.63	16.25	7.13	3.01
15	-1.75	17.50	8.81	4.01
16	-1.88	18.75	10.64	5.22
17	-2.00	20.00	12.61	6.67
18	-2.13	21.25	14.71	8.38
19	-2.25	22.50	16.94	10.36
20	-2.38	23.75	19.30	12.62
21	-2.50	25.00	21.79	15.19

Combinazione n° 6 - STR A1-M1-R3

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.13	1.63	0.00	0.00
3	-0.25	3.25	0.00	0.00
4	-0.38	4.88	0.02	0.00
5	-0.50	6.50	0.15	0.01
6	-0.63	8.13	0.41	0.04
7	-0.75	9.75	0.78	0.12
8	-0.88	11.38	1.27	0.24
9	-1.00	13.00	1.87	0.44
10	-1.13	14.63	2.60	0.72
11	-1.25	16.25	3.45	1.09
12	-1.38	17.88	4.45	1.59
13	-1.50	19.50	5.68	2.22
14	-1.63	21.13	7.13	3.01
15	-1.75	22.75	8.81	4.01
16	-1.88	24.38	10.64	5.22
17	-2.00	26.00	12.61	6.67
18	-2.13	27.63	14.71	8.38
19	-2.25	29.25	16.94	10.36
20	-2.38	30.88	19.30	12.62
21	-2.50	32.50	21.79	15.19

Combinazione n° 13 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.13	1.25	0.00	0.00
3	-0.25	2.50	0.00	0.00
4	-0.38	3.75	0.02	0.00
5	-0.50	5.00	0.12	0.01
6	-0.63	6.25	0.31	0.03
7	-0.75	7.50	0.60	0.09
8	-0.88	8.75	0.97	0.19
9	-1.00	10.00	1.44	0.34
10	-1.13	11.25	2.00	0.55
11	-1.25	12.50	2.65	0.84
12	-1.38	13.75	3.42	1.22
13	-1.50	15.00	4.35	1.70
14	-1.63	16.25	5.46	2.31
15	-1.75	17.50	6.74	3.08
16	-1.88	18.75	8.14	4.00
17	-2.00	20.00	9.64	5.11
18	-2.13	21.25	11.25	6.42



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
 P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
 LOTTO 01  
 NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
 FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
 RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	42 di 63

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
19	-2.25	22.50	12.95	7.93
20	-2.38	23.75	14.76	9.66
21	-2.50	25.00	16.66	11.62

Combinazione n° 14 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.13	1.25	0.00	0.00
3	-0.25	2.50	0.00	0.00
4	-0.38	3.75	0.02	0.00
5	-0.50	5.00	0.12	0.01
6	-0.63	6.25	0.31	0.03
7	-0.75	7.50	0.60	0.09
8	-0.88	8.75	0.97	0.19
9	-1.00	10.00	1.44	0.34
10	-1.13	11.25	2.00	0.55
11	-1.25	12.50	2.65	0.84
12	-1.38	13.75	3.40	1.22
13	-1.50	15.00	4.26	1.70
14	-1.63	16.25	5.24	2.29
15	-1.75	17.50	6.36	3.01
16	-1.88	18.75	7.61	3.88
17	-2.00	20.00	8.97	4.92
18	-2.13	21.25	10.42	6.13
19	-2.25	22.50	11.98	7.53
20	-2.38	23.75	13.62	9.13
21	-2.50	25.00	15.36	10.94

Combinazione n° 15 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	-0.13	1.25	0.00	0.00
3	-0.25	2.50	0.00	0.00
4	-0.38	3.75	0.02	0.00
5	-0.50	5.00	0.12	0.01
6	-0.63	6.25	0.31	0.03
7	-0.75	7.50	0.60	0.09
8	-0.88	8.75	0.97	0.19
9	-1.00	10.00	1.44	0.34
10	-1.13	11.25	2.00	0.55
11	-1.25	12.50	2.65	0.84
12	-1.38	13.75	3.40	1.22
13	-1.50	15.00	4.23	1.69
14	-1.63	16.25	5.18	2.28
15	-1.75	17.50	6.25	2.99
16	-1.88	18.75	7.44	3.85
17	-2.00	20.00	8.74	4.86
18	-2.13	21.25	10.14	6.04
19	-2.25	22.50	11.62	7.40
20	-2.38	23.75	13.20	8.95
21	-2.50	25.00	14.88	10.70

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	43 di 63

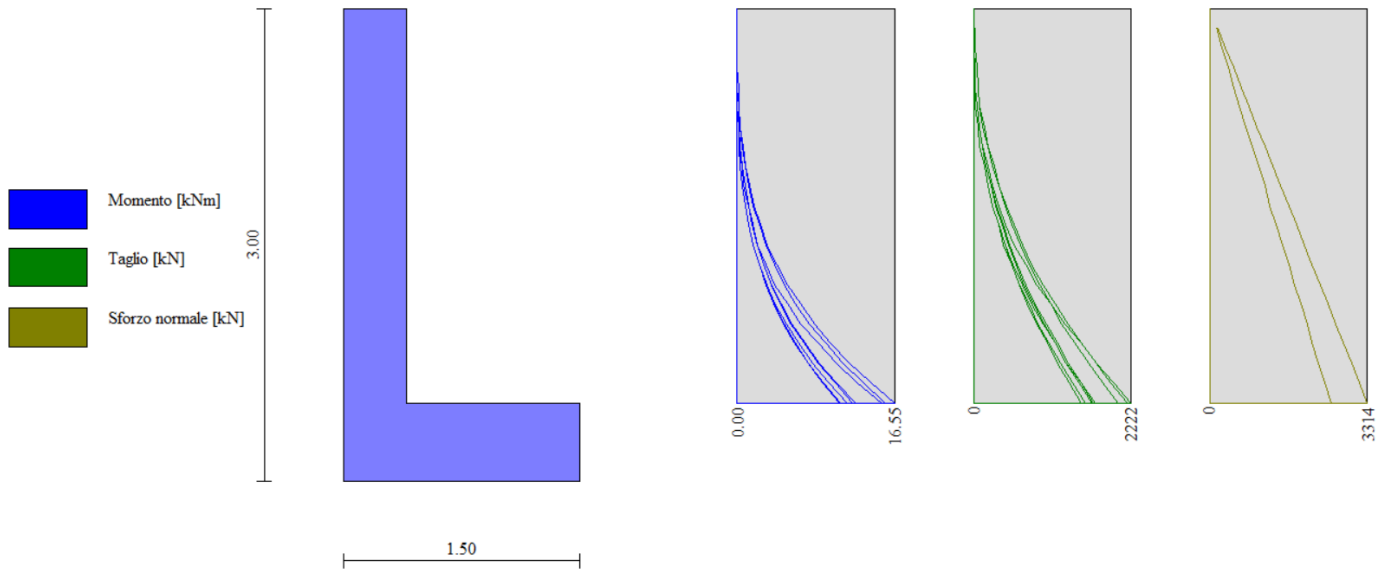


Figura 11: Paramento (involuppo).

## 9.5.4 SOLLECITAZIONI SULLA FONDAZIONE

Combinazione n° 1 - STR A1-M1-R3

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	-27.27	-28.35
2	0.10	0.00	-31.25	-25.42
3	0.20	0.00	-33.87	-22.15
4	0.30	0.00	-35.14	-18.69
5	0.40	0.00	-35.05	-15.17
6	0.50	0.00	-33.60	-11.72
7	0.60	0.00	-30.79	-8.49
8	0.70	0.00	-26.63	-5.61
9	0.80	0.00	-21.11	-3.21
10	0.90	0.00	-14.30	-1.43
11	1.00	0.00	-7.16	-0.36
12	1.10	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 2 - STR A1-M1-R3 H + V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	-15.38	-22.37
2	0.10	0.00	-21.10	-20.53
3	0.20	0.00	-25.26	-18.20
4	0.30	0.00	-27.86	-15.53
5	0.40	0.00	-28.88	-12.68
6	0.50	0.00	-28.34	-9.81
7	0.60	0.00	-26.24	-7.07
8	0.70	0.00	-22.57	-4.61
9	0.80	0.00	-17.35	-2.61
10	0.90	0.00	-11.58	-1.16
11	1.00	0.00	-5.80	-0.29
12	1.10	0.00	0.00	0.00



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
 P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
 LOTTO 01  
 NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
 FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
 RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	44 di 63

Combinazione n° 3 - STR A1-M1-R3 H - V

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	-20.54	-24.14
2	0.10	0.00	-25.40	-21.83
3	0.20	0.00	-28.76	-19.11
4	0.30	0.00	-30.61	-16.13
5	0.40	0.00	-30.95	-13.04
6	0.50	0.00	-29.77	-9.99
7	0.60	0.00	-27.09	-7.14
8	0.70	0.00	-22.89	-4.62
9	0.80	0.00	-17.35	-2.61
10	0.90	0.00	-11.58	-1.16
11	1.00	0.00	-5.80	-0.29
12	1.10	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 4 - STR A1-M1-R3

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	-10.95	-20.51
2	0.10	0.00	-16.51	-19.13
3	0.20	0.00	-20.76	-17.26
4	0.30	0.00	-23.70	-15.02
5	0.40	0.00	-25.32	-12.56
6	0.50	0.00	-25.62	-10.00
7	0.60	0.00	-24.61	-7.48
8	0.70	0.00	-22.28	-5.12
9	0.80	0.00	-18.64	-3.07
10	0.90	0.00	-13.68	-1.44
11	1.00	0.00	-7.40	-0.37
12	1.10	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 5 - STR A1-M1-R3

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	-13.19	-20.15
2	0.10	0.00	-17.81	-18.59
3	0.20	0.00	-21.27	-16.62
4	0.30	0.00	-23.57	-14.37
5	0.40	0.00	-24.69	-11.95
6	0.50	0.00	-24.65	-9.47
7	0.60	0.00	-23.45	-7.06
8	0.70	0.00	-21.07	-4.82
9	0.80	0.00	-17.53	-2.88
10	0.90	0.00	-12.82	-1.35
11	1.00	0.00	-6.95	-0.35
12	1.10	0.00	0.00	0.00



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
 P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
 LOTTO 01  
 NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
 FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
 RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC000002	D	45 di 63

Combinazione n° 6 - STR A1-M1-R3

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	-25.07	-28.71
2	0.10	0.00	-29.99	-25.95
3	0.20	0.00	-33.40	-22.76
4	0.30	0.00	-35.31	-19.32
5	0.40	0.00	-35.70	-15.75
6	0.50	0.00	-34.58	-12.23
7	0.60	0.00	-31.95	-8.89
8	0.70	0.00	-27.81	-5.89
9	0.80	0.00	-22.16	-3.38
10	0.90	0.00	-15.05	-1.51
11	1.00	0.00	-7.54	-0.38
12	1.10	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 13 - SLER

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	-8.22	-15.54
2	0.10	0.00	-12.45	-14.50
3	0.20	0.00	-15.69	-13.08
4	0.30	0.00	-17.93	-11.39
5	0.40	0.00	-19.17	-9.53
6	0.50	0.00	-19.42	-7.59
7	0.60	0.00	-18.66	-5.68
8	0.70	0.00	-16.90	-3.89
9	0.80	0.00	-14.15	-2.33
10	0.90	0.00	-10.40	-1.10
11	1.00	0.00	-5.65	-0.29
12	1.10	0.00	0.00	0.00

Combinazione n° 14 - SLEF

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	-5.72	-12.40
2	0.10	0.00	-9.37	-11.64
3	0.20	0.00	-12.19	-10.55
4	0.30	0.00	-14.17	-9.23
5	0.40	0.00	-15.32	-7.75
6	0.50	0.00	-15.63	-6.19
7	0.60	0.00	-15.11	-4.65
8	0.70	0.00	-13.76	-3.20
9	0.80	0.00	-11.57	-1.92
10	0.90	0.00	-8.55	-0.91
11	1.00	0.00	-4.69	-0.24
12	1.10	0.00	0.00	0.00



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 01  
NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
Relazione di calcolo

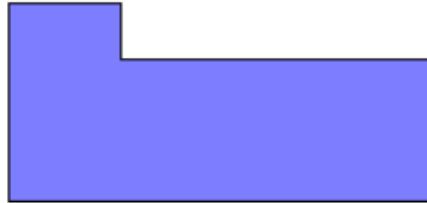
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC000002	D	46 di 63

Combinazione n° 15 - SLEQ

n°	X [m]	N [kN]	T [kN]	M [kNm]
1	0.00	0.00	-4.73	-11.14
2	0.10	0.00	-8.15	-10.49
3	0.20	0.00	-10.80	-9.53
4	0.30	0.00	-12.68	-8.35
5	0.40	0.00	-13.79	-7.02
6	0.50	0.00	-14.13	-5.62
7	0.60	0.00	-13.70	-4.23
8	0.70	0.00	-12.50	-2.91
9	0.80	0.00	-10.53	-1.75
10	0.90	0.00	-7.79	-0.83
11	1.00	0.00	-4.28	-0.22
12	1.10	0.00	0.00	0.00

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	47 di 63



1.50

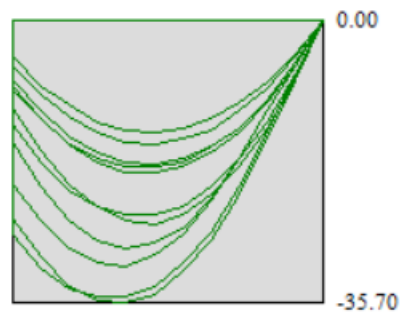
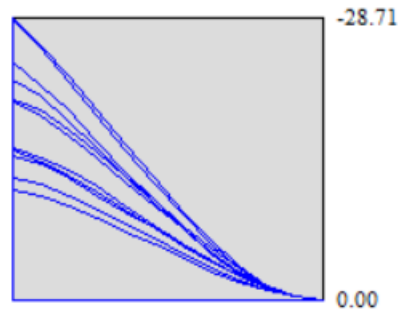


Figura 12: Fondazione (inviluppo).



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
 P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
 LOTTO 01  
 NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
 FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
 RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	48 di 63

## 9.5.5 VERIFICHE STRUTTURALI

### 9.5.5.1 Verifica a flessione

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [m]
H	altezza sezione espressa in [m]
Afi	area ferri inferiori espresso in [mq]
Afs	area ferri superiori espressa in [mq]
M	momento agente espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente espressa in [kN]
Mu	momento ultimi espresso in [kNm]
Nu	sforzo normale ultimo espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione ultima e sollecitazione agente)

### Paramento

#### Combinazione n° 1 - STR A1-M1-R3

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[m]	[m]	[mq]	[mq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	0.00	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
2	-0.13	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.00	1.25	0.00	0.00	1000.000
3	-0.25	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.00	2.50	0.00	0.00	1000.000
4	-0.38	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.00	3.75	0.00	0.00	1000.000
5	-0.50	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.01	5.00	0.00	0.00	1000.000
6	-0.63	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.04	6.25	0.00	0.00	1000.000
7	-0.75	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.12	7.50	137.01	7.50	157.475
8	-0.88	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.24	8.75	137.22	8.75	184.748
9	-1.00	1.00	0.40	0.001005	0.001407	0.44	10.00	189.43	10.00	347.367
10	-1.13	1.00	0.40	0.001005	0.001407	0.72	11.25	189.64	11.25	714.383
11	-1.25	1.00	0.40	0.001005	0.001407	1.09	12.50	0.00	0.00	1000.000
12	-1.38	1.00	0.40	0.001005	0.001407	1.59	13.75	190.05	13.75	312.352
13	-1.50	1.00	0.40	0.001005	0.001407	2.22	15.00	190.26	15.00	153.126
14	-1.63	1.00	0.40	0.001005	0.001407	3.01	16.25	190.47	16.25	93.156
15	-1.75	1.00	0.40	0.001005	0.001407	4.01	17.50	190.68	17.50	62.645
16	-1.88	1.00	0.40	0.001005	0.001407	5.22	18.75	190.89	18.75	44.766
17	-2.00	1.00	0.40	0.001005	0.001407	6.67	20.00	191.10	20.00	33.389
18	-2.13	1.00	0.40	0.001005	0.001407	8.38	21.25	191.31	21.25	25.719
19	-2.25	1.00	0.40	0.001005	0.001407	10.36	22.50	191.52	22.50	20.319
20	-2.38	1.00	0.40	0.001005	0.001407	12.62	23.75	191.72	23.75	16.385
21	-2.50	1.00	0.40	0.001005	0.001407	15.19	25.00	191.93	25.00	13.440

#### Combinazione n° 2 - STR A1-M1-R3 H + V

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[m]	[m]	[mq]	[mq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	0.00	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
2	-0.13	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.01	1.25	0.00	0.00	1000.000
3	-0.25	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.03	2.50	0.00	0.00	1000.000
4	-0.38	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.06	3.75	0.00	0.00	1000.000
5	-0.50	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.12	5.00	136.59	5.00	157.991
6	-0.63	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.22	6.25	136.80	6.25	178.312





LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 01  
NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	49 di 63

n°	Y [m]	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
7	-0.75	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.37	7.50	137.01	7.50	222.112
8	-0.88	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.58	8.75	137.22	8.75	344.191
9	-1.00	1.00	0.40	0.001005	0.001407	0.88	10.00	0.00	0.00	1000.000
10	-1.13	1.00	0.40	0.001005	0.001407	1.28	11.25	189.64	11.25	631.622
11	-1.25	1.00	0.40	0.001005	0.001407	1.79	12.50	189.84	12.50	234.259
12	-1.38	1.00	0.40	0.001005	0.001407	2.42	13.75	190.05	13.75	131.267
13	-1.50	1.00	0.40	0.001005	0.001407	3.20	15.00	190.26	15.00	85.408
14	-1.63	1.00	0.40	0.001005	0.001407	4.13	16.25	190.47	16.25	60.166
15	-1.75	1.00	0.40	0.001005	0.001407	5.24	17.50	190.68	17.50	44.548
16	-1.88	1.00	0.40	0.001005	0.001407	6.54	18.75	190.89	18.75	34.149
17	-2.00	1.00	0.40	0.001005	0.001407	8.06	20.00	191.10	20.00	26.868
18	-2.13	1.00	0.40	0.001005	0.001407	9.80	21.25	191.31	21.25	21.581
19	-2.25	1.00	0.40	0.001005	0.001407	11.79	22.50	191.52	22.50	17.634
20	-2.38	1.00	0.40	0.001005	0.001407	14.03	23.75	191.72	23.75	14.617
21	-2.50	1.00	0.40	0.001005	0.001407	16.55	25.00	191.93	25.00	12.267

Combinazione n° 3 - STR A1-M1-R3 H - V

n°	Y [m]	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	0.00	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
2	-0.13	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.01	1.25	0.00	0.00	1000.000
3	-0.25	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.03	2.50	0.00	0.00	1000.000
4	-0.38	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.06	3.75	0.00	0.00	1000.000
5	-0.50	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.12	5.00	136.59	5.00	157.860
6	-0.63	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.22	6.25	136.80	6.25	177.598
7	-0.75	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.36	7.50	137.01	7.50	219.204
8	-0.88	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.57	8.75	137.22	8.75	330.056
9	-1.00	1.00	0.40	0.001005	0.001407	0.85	10.00	0.00	0.00	1000.000
10	-1.13	1.00	0.40	0.001005	0.001407	1.23	11.25	189.64	11.25	758.826
11	-1.25	1.00	0.40	0.001005	0.001407	1.71	12.50	189.84	12.50	258.800
12	-1.38	1.00	0.40	0.001005	0.001407	2.31	13.75	190.05	13.75	142.203
13	-1.50	1.00	0.40	0.001005	0.001407	3.04	15.00	190.26	15.00	91.790
14	-1.63	1.00	0.40	0.001005	0.001407	3.92	16.25	190.47	16.25	64.407
15	-1.75	1.00	0.40	0.001005	0.001407	4.97	17.50	190.68	17.50	47.586
16	-1.88	1.00	0.40	0.001005	0.001407	6.19	18.75	190.89	18.75	36.431
17	-2.00	1.00	0.40	0.001005	0.001407	7.62	20.00	191.10	20.00	28.641
18	-2.13	1.00	0.40	0.001005	0.001407	9.26	21.25	191.31	21.25	22.994
19	-2.25	1.00	0.40	0.001005	0.001407	11.12	22.50	191.52	22.50	18.783
20	-2.38	1.00	0.40	0.001005	0.001407	13.23	23.75	191.72	23.75	15.567
21	-2.50	1.00	0.40	0.001005	0.001407	15.60	25.00	191.93	25.00	13.064

Combinazione n° 4 - STR A1-M1-R3

n°	Y [m]	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	0.00	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
2	-0.13	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.00	1.63	0.00	0.00	1000.000
3	-0.25	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.00	3.25	0.00	0.00	1000.000
4	-0.38	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.00	4.88	0.00	0.00	1000.000
5	-0.50	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.01	6.50	0.00	0.00	1000.000
6	-0.63	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.04	8.13	0.00	0.00	1000.000
7	-0.75	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.12	9.75	137.39	9.75	157.915
8	-0.88	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.24	11.38	137.66	11.38	185.349
9	-1.00	1.00	0.40	0.001005	0.001407	0.44	13.00	189.93	13.00	348.291
10	-1.13	1.00	0.40	0.001005	0.001407	0.72	14.63	190.20	14.63	716.518
11	-1.25	1.00	0.40	0.001005	0.001407	1.09	16.25	0.00	0.00	1000.000
12	-1.38	1.00	0.40	0.001005	0.001407	1.59	17.88	-138.65	17.87	230.671
13	-1.50	1.00	0.40	0.001005	0.001407	2.22	19.50	-138.92	19.50	113.174
14	-1.63	1.00	0.40	0.001005	0.001407	3.01	21.13	-139.18	21.13	68.906
15	-1.75	1.00	0.40	0.001005	0.001407	4.01	22.75	191.56	22.75	62.935
16	-1.88	1.00	0.40	0.001005	0.001407	5.22	24.38	191.83	24.38	44.987
17	-2.00	1.00	0.40	0.001005	0.001407	6.67	26.00	192.10	26.00	33.565
18	-2.13	1.00	0.40	0.001005	0.001407	8.38	27.63	192.37	27.62	25.863



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA**  
**P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA**  
**LOTTO 01**  
**NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA**  
**FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI**  
**RAGUSA**

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	50 di 63

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[m]	[m]	[mq]	[mq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
19	-2.25	1.00	0.40	0.001005	0.001407	10.36	29.25	192.64	29.25	20.439
20	-2.38	1.00	0.40	0.001005	0.001407	12.62	30.88	192.91	30.88	16.488
21	-2.50	1.00	0.40	0.001005	0.001407	15.19	32.50	193.19	32.50	13.528

Combinazione n° 5 - STR A1-M1-R3

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[m]	[m]	[mq]	[mq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	0.00	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
2	-0.13	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.00	1.25	0.00	0.00	1000.000
3	-0.25	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.00	2.50	0.00	0.00	1000.000
4	-0.38	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.00	3.75	0.00	0.00	1000.000
5	-0.50	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.01	5.00	0.00	0.00	1000.000
6	-0.63	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.04	6.25	0.00	0.00	1000.000
7	-0.75	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.12	7.50	137.01	7.50	157.475
8	-0.88	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.24	8.75	137.22	8.75	184.748
9	-1.00	1.00	0.40	0.001005	0.001407	0.44	10.00	189.43	10.00	347.367
10	-1.13	1.00	0.40	0.001005	0.001407	0.72	11.25	189.64	11.25	714.383
11	-1.25	1.00	0.40	0.001005	0.001407	1.09	12.50	0.00	0.00	1000.000
12	-1.38	1.00	0.40	0.001005	0.001407	1.59	13.75	190.05	13.75	312.352
13	-1.50	1.00	0.40	0.001005	0.001407	2.22	15.00	190.26	15.00	153.126
14	-1.63	1.00	0.40	0.001005	0.001407	3.01	16.25	190.47	16.25	93.156
15	-1.75	1.00	0.40	0.001005	0.001407	4.01	17.50	190.68	17.50	62.645
16	-1.88	1.00	0.40	0.001005	0.001407	5.22	18.75	190.89	18.75	44.766
17	-2.00	1.00	0.40	0.001005	0.001407	6.67	20.00	191.10	20.00	33.389
18	-2.13	1.00	0.40	0.001005	0.001407	8.38	21.25	191.31	21.25	25.719
19	-2.25	1.00	0.40	0.001005	0.001407	10.36	22.50	191.52	22.50	20.319
20	-2.38	1.00	0.40	0.001005	0.001407	12.62	23.75	191.72	23.75	16.385
21	-2.50	1.00	0.40	0.001005	0.001407	15.19	25.00	191.93	25.00	13.440

Combinazione n° 6 - STR A1-M1-R3

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	Mu	Nu	FS
	[m]	[m]	[m]	[mq]	[mq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
1	0.00	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000
2	-0.13	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.00	1.63	0.00	0.00	1000.000
3	-0.25	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.00	3.25	0.00	0.00	1000.000
4	-0.38	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.00	4.88	0.00	0.00	1000.000
5	-0.50	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.01	6.50	0.00	0.00	1000.000
6	-0.63	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.04	8.13	0.00	0.00	1000.000
7	-0.75	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.12	9.75	137.39	9.75	157.915
8	-0.88	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.24	11.38	137.66	11.38	185.349
9	-1.00	1.00	0.40	0.001005	0.001407	0.44	13.00	189.93	13.00	348.291
10	-1.13	1.00	0.40	0.001005	0.001407	0.72	14.63	190.20	14.63	716.518
11	-1.25	1.00	0.40	0.001005	0.001407	1.09	16.25	0.00	0.00	1000.000
12	-1.38	1.00	0.40	0.001005	0.001407	1.59	17.88	-138.65	17.87	230.671
13	-1.50	1.00	0.40	0.001005	0.001407	2.22	19.50	-138.92	19.50	113.174
14	-1.63	1.00	0.40	0.001005	0.001407	3.01	21.13	-139.18	21.13	68.906
15	-1.75	1.00	0.40	0.001005	0.001407	4.01	22.75	191.56	22.75	62.935
16	-1.88	1.00	0.40	0.001005	0.001407	5.22	24.38	191.83	24.38	44.987
17	-2.00	1.00	0.40	0.001005	0.001407	6.67	26.00	192.10	26.00	33.565
18	-2.13	1.00	0.40	0.001005	0.001407	8.38	27.63	192.37	27.62	25.863
19	-2.25	1.00	0.40	0.001005	0.001407	10.36	29.25	192.64	29.25	20.439
20	-2.38	1.00	0.40	0.001005	0.001407	12.62	30.88	192.91	30.88	16.488
21	-2.50	1.00	0.40	0.001005	0.001407	15.19	32.50	193.19	32.50	13.528



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
 P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
 LOTTO 01  
 NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
 FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
 RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	51 di 63

**Fondazione**

Combinazione n° 1 - STR A1-M1-R3

n°	Y [m]	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	0.00	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-28.35	0.00	-173.59	0.00	5.951
2	0.10	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-25.42	0.00	-173.59	0.00	6.613
3	0.20	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-22.15	0.00	-173.59	0.00	7.547
4	0.30	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-18.69	0.00	-173.59	0.00	8.876
5	0.40	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-15.17	0.00	-173.59	0.00	10.811
6	0.50	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-11.72	0.00	-173.59	0.00	13.741
7	0.60	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-8.49	0.00	-173.59	0.00	18.428
8	0.70	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-5.61	0.00	-173.59	0.00	26.488
9	0.80	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-3.21	0.00	-173.59	0.00	41.645
10	0.90	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-1.43	0.00	-173.59	0.00	72.367
11	1.00	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.36	0.00	-173.59	0.00	130.385
12	1.10	1.00	0.50	0.001005	0.001005	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000

Combinazione n° 2 - STR A1-M1-R3 H + V

n°	Y [m]	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	0.00	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-22.37	0.00	-173.59	0.00	7.476
2	0.10	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-20.53	0.00	-173.59	0.00	8.114
3	0.20	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-18.20	0.00	-173.59	0.00	9.100
4	0.30	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-15.53	0.00	-173.59	0.00	10.571
5	0.40	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-12.68	0.00	-173.59	0.00	12.776
6	0.50	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-9.81	0.00	-173.59	0.00	16.180
7	0.60	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-7.07	0.00	-173.59	0.00	21.693
8	0.70	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-4.61	0.00	-173.59	0.00	31.207
9	0.80	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-2.61	0.00	-173.59	0.00	48.679
10	0.90	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-1.16	0.00	-173.59	0.00	81.590
11	1.00	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.29	0.00	-173.59	0.00	137.387
12	1.10	1.00	0.50	0.001005	0.001005	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000

Combinazione n° 3 - STR A1-M1-R3 H - V

n°	Y [m]	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	0.00	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-24.14	0.00	-173.59	0.00	6.949
2	0.10	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-21.83	0.00	-173.59	0.00	7.652
3	0.20	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-19.11	0.00	-173.59	0.00	8.688
4	0.30	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-16.13	0.00	-173.59	0.00	10.202
5	0.40	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-13.04	0.00	-173.59	0.00	12.451
6	0.50	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-9.99	0.00	-173.59	0.00	15.910
7	0.60	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-7.14	0.00	-173.59	0.00	21.507
8	0.70	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-4.62	0.00	-173.59	0.00	31.144
9	0.80	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-2.61	0.00	-173.59	0.00	48.679
10	0.90	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-1.16	0.00	-173.59	0.00	81.590
11	1.00	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.29	0.00	-173.59	0.00	137.387
12	1.10	1.00	0.50	0.001005	0.001005	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000

Combinazione n° 4 - STR A1-M1-R3

n°	Y [m]	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	0.00	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-20.51	0.00	-173.59	0.00	8.121
2	0.10	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-19.13	0.00	-173.59	0.00	8.680



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 01  
NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	52 di 63

n°	Y [m]	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
3	0.20	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-17.26	0.00	-173.59	0.00	9.573
4	0.30	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-15.02	0.00	-173.59	0.00	10.909
5	0.40	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-12.56	0.00	-173.59	0.00	12.893
6	0.50	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-10.00	0.00	-173.59	0.00	15.896
7	0.60	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-7.48	0.00	-173.59	0.00	20.636
8	0.70	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-5.12	0.00	-173.59	0.00	28.599
9	0.80	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-3.07	0.00	-173.59	0.00	43.134
10	0.90	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-1.44	0.00	-173.59	0.00	72.124
11	1.00	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.37	0.00	-173.59	0.00	128.779
12	1.10	1.00	0.50	0.001005	0.001005	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000

Combinazione n° 5 - STR A1-M1-R3

n°	Y [m]	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	0.00	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-20.15	0.00	-173.59	0.00	8.263
2	0.10	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-18.59	0.00	-173.59	0.00	8.922
3	0.20	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-16.62	0.00	-173.59	0.00	9.917
4	0.30	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-14.37	0.00	-173.59	0.00	11.372
5	0.40	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-11.95	0.00	-173.59	0.00	13.503
6	0.50	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-9.47	0.00	-173.59	0.00	16.704
7	0.60	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-7.06	0.00	-173.59	0.00	21.723
8	0.70	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-4.82	0.00	-173.59	0.00	30.095
9	0.80	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-2.88	0.00	-173.59	0.00	45.218
10	0.90	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-1.35	0.00	-173.59	0.00	74.822
11	1.00	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.35	0.00	-173.59	0.00	130.799
12	1.10	1.00	0.50	0.001005	0.001005	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000

Combinazione n° 6 - STR A1-M1-R3

n°	Y [m]	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1	0.00	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-28.71	0.00	-173.59	0.00	5.879
2	0.10	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-25.95	0.00	-173.59	0.00	6.483
3	0.20	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-22.76	0.00	-173.59	0.00	7.352
4	0.30	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-19.32	0.00	-173.59	0.00	8.601
5	0.40	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-15.75	0.00	-173.59	0.00	10.432
6	0.50	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-12.23	0.00	-173.59	0.00	13.217
7	0.60	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-8.89	0.00	-173.59	0.00	17.688
8	0.70	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-5.89	0.00	-173.59	0.00	25.414
9	0.80	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-3.38	0.00	-173.59	0.00	40.055
10	0.90	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-1.51	0.00	-173.59	0.00	70.185
11	1.00	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.38	0.00	-173.59	0.00	128.584
12	1.10	1.00	0.50	0.001005	0.001005	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.000



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
 P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
 LOTTO 01  
 NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
 FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
 RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	53 di 63

### 9.5.5.2 Verifica a taglio

#### Elementi calcolati a trave

#### Simbologia adottata

In	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [m]
H	altezza sezione espressa in [m]
Afw	area ferri a taglio espresso in [mq]
cotgθ	inclinazione delle bielle compresse, · inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
VRcd	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kN]
VRsd	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kN]
VRd	resistenza di progetto a taglio (min(VRcd, VRsd)) espresso in [kN]
T	taglio agente espressa in [kN]
FS	fattore di sicurezza (rapporto tra sollecitazione resistente e sollecitazione agente)

#### Paramento

#### Combinazione n° 1 - STR A1-M1-R3

n°	Y [m]	B [m]	H [m]	Afw [mq]	cotθ	VRcd [kN]	VRsd [kN]	VRd [kN]	T [kN]	FS
1	0.00	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	201.01	0.00	100.000
2	-0.13	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	201.18	0.00	100.000
3	-0.25	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	201.35	0.00	100.000
4	-0.38	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	201.52	0.02	9272.624
5	-0.50	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	201.68	0.15	1305.055
6	-0.63	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	201.85	0.41	496.449
7	-0.75	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	202.02	0.78	260.163
8	-0.88	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	202.19	1.27	159.781
9	-1.00	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	214.95	1.87	114.730
10	-1.13	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	215.12	2.60	82.703
11	-1.25	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	215.29	3.45	62.325
12	-1.38	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	215.46	4.45	48.370
13	-1.50	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	215.63	5.68	37.985
14	-1.63	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	215.80	7.13	30.266
15	-1.75	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	215.97	8.81	24.520
16	-1.88	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	216.14	10.64	20.312
17	-2.00	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	216.30	12.61	17.154
18	-2.13	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	216.47	14.71	14.715
19	-2.25	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	216.64	16.94	12.787
20	-2.38	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	216.81	19.30	11.232
21	-2.50	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	216.98	21.79	9.957

#### Combinazione n° 2 - STR A1-M1-R3 H + V

n°	Y [m]	B [m]	H [m]	Afw [mq]	cotθ	VRcd [kN]	VRsd [kN]	VRd [kN]	T [kN]	FS
1	0.00	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	201.01	0.00	100.000
2	-0.13	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	201.18	0.11	1793.976
3	-0.25	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	201.35	0.22	897.740
4	-0.38	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	201.52	0.36	562.954
5	-0.50	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	201.68	0.60	335.177
6	-0.63	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	201.85	0.96	209.391
7	-0.75	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	202.02	1.44	139.931
8	-0.88	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	202.19	2.04	99.027
9	-1.00	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	214.95	2.76	77.930



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
 P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
 LOTTO 01  
 NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
 FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
 RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	54 di 63

n°	Y [m]	B [m]	H [m]	Afw [mq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
10	-1.13	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	215.12	3.59	59.867
11	-1.25	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	215.29	4.55	47.349
12	-1.38	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	215.46	5.62	38.341
13	-1.50	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	215.63	6.81	31.646
14	-1.63	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	215.80	8.14	26.499
15	-1.75	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	215.97	9.62	22.445
16	-1.88	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	216.14	11.25	19.216
17	-2.00	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	216.30	13.01	16.624
18	-2.13	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	216.47	14.90	14.532
19	-2.25	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	216.64	16.90	12.818
20	-2.38	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	216.81	19.03	11.396
21	-2.50	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	216.98	21.27	10.201

Combinazione n° 3 - STR A1-M1-R3 H - V

n°	Y [m]	B [m]	H [m]	Afw [mq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	0.00	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	201.01	0.00	100.000
2	-0.13	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	201.18	0.11	1793.976
3	-0.25	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	201.35	0.22	897.740
4	-0.38	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	201.52	0.36	565.330
5	-0.50	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	201.68	0.59	341.245
6	-0.63	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	201.85	0.94	215.714
7	-0.75	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	202.02	1.39	145.386
8	-0.88	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	202.19	1.95	103.511
9	-1.00	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	214.95	2.63	81.818
10	-1.13	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	215.12	3.41	63.062
11	-1.25	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	215.29	4.31	50.004
12	-1.38	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	215.46	5.31	40.573
13	-1.50	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	215.63	6.43	33.542
14	-1.63	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	215.80	7.67	28.121
15	-1.75	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	215.97	9.06	23.838
16	-1.88	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	216.14	10.58	20.421
17	-2.00	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	216.30	12.24	17.674
18	-2.13	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	216.47	14.01	15.456
19	-2.25	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	216.64	15.88	13.639
20	-2.38	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	216.81	17.87	12.130
21	-2.50	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	216.98	19.97	10.863

Combinazione n° 4 - STR A1-M1-R3

n°	Y [m]	B [m]	H [m]	Afw [mq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	0.00	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	201.01	0.00	100.000
2	-0.13	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	201.23	0.00	100.000
3	-0.25	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	201.45	0.00	100.000
4	-0.38	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	201.67	0.02	9279.612
5	-0.50	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	201.89	0.15	1306.365
6	-0.63	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	202.11	0.41	497.071
7	-0.75	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	202.33	0.78	260.554
8	-0.88	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	202.54	1.27	160.061
9	-1.00	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	215.36	1.87	114.946
10	-1.13	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	215.58	2.60	82.878
11	-1.25	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	215.80	3.45	62.472
12	-1.38	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	216.02	4.45	48.495
13	-1.50	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	216.24	5.68	38.092
14	-1.63	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	216.46	7.13	30.358
15	-1.75	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	216.68	8.81	24.600
16	-1.88	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	216.89	10.64	20.384
17	-2.00	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	217.11	12.61	17.218
18	-2.13	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	217.33	14.71	14.774
19	-2.25	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	217.55	16.94	12.841
20	-2.38	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	217.77	19.30	11.282
21	-2.50	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	217.99	21.79	10.004



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 01  
NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC000002	D	55 di 63



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 01  
NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	56 di 63

Combinazione n° 5 - STR A1-M1-R3

n°	Y [m]	B [m]	H [m]	Afw [mq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	0.00	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	201.01	0.00	100.000
2	-0.13	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	201.18	0.00	100.000
3	-0.25	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	201.35	0.00	100.000
4	-0.38	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	201.52	0.02	9272.624
5	-0.50	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	201.68	0.15	1305.055
6	-0.63	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	201.85	0.41	496.449
7	-0.75	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	202.02	0.78	260.163
8	-0.88	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	202.19	1.27	159.781
9	-1.00	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	214.95	1.87	114.730
10	-1.13	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	215.12	2.60	82.703
11	-1.25	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	215.29	3.45	62.325
12	-1.38	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	215.46	4.45	48.370
13	-1.50	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	215.63	5.68	37.985
14	-1.63	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	215.80	7.13	30.266
15	-1.75	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	215.97	8.81	24.520
16	-1.88	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	216.14	10.64	20.312
17	-2.00	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	216.30	12.61	17.154
18	-2.13	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	216.47	14.71	14.715
19	-2.25	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	216.64	16.94	12.787
20	-2.38	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	216.81	19.30	11.232
21	-2.50	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	216.98	21.79	9.957

Combinazione n° 6 - STR A1-M1-R3

n°	Y [m]	B [m]	H [m]	Afw [mq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	0.00	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	201.01	0.00	100.000
2	-0.13	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	201.23	0.00	100.000
3	-0.25	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	201.45	0.00	100.000
4	-0.38	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	201.67	0.02	9279.612
5	-0.50	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	201.89	0.15	1306.365
6	-0.63	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	202.11	0.41	497.071
7	-0.75	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	202.33	0.78	260.554
8	-0.88	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	202.54	1.27	160.061
9	-1.00	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	215.36	1.87	114.946
10	-1.13	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	215.58	2.60	82.878
11	-1.25	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	215.80	3.45	62.472
12	-1.38	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	216.02	4.45	48.495
13	-1.50	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	216.24	5.68	38.092
14	-1.63	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	216.46	7.13	30.358
15	-1.75	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	216.68	8.81	24.600
16	-1.88	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	216.89	10.64	20.384
17	-2.00	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	217.11	12.61	17.218
18	-2.13	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	217.33	14.71	14.774
19	-2.25	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	217.55	16.94	12.841
20	-2.38	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	217.77	19.30	11.282
21	-2.50	1.00	0.40	0.000000	--	0.00	0.00	217.99	21.79	10.004





LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
 P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
 LOTTO 01  
 NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
 FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
 RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	57 di 63

**Fondazione**

Combinazione n° 1 - STR A1-M1-R3

n°	Y [m]	B [m]	H [m]	Afw [mq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	0.00	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-27.27	7.892
2	0.10	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-31.25	6.887
3	0.20	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-33.87	6.354
4	0.30	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-35.14	6.125
5	0.40	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-35.05	6.141
6	0.50	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-33.60	6.406
7	0.60	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-30.79	6.990
8	0.70	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-26.63	8.082
9	0.80	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-21.11	10.194
10	0.90	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-14.30	15.047
11	1.00	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-7.16	30.056
12	1.10	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	0.00	100.000

Combinazione n° 2 - STR A1-M1-R3 H + V

n°	Y [m]	B [m]	H [m]	Afw [mq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	0.00	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-15.38	13.997
2	0.10	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-21.10	10.199
3	0.20	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-25.26	8.520
4	0.30	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-27.86	7.727
5	0.40	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-28.88	7.452
6	0.50	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-28.34	7.594
7	0.60	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-26.24	8.203
8	0.70	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-22.57	9.538
9	0.80	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-17.35	12.406
10	0.90	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-11.58	18.587
11	1.00	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-5.80	37.129
12	1.10	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	0.00	100.000

Combinazione n° 3 - STR A1-M1-R3 H - V

n°	Y [m]	B [m]	H [m]	Afw [mq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	0.00	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-20.54	10.481
2	0.10	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-25.40	8.472
3	0.20	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-28.76	7.483
4	0.30	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-30.61	7.031
5	0.40	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-30.95	6.955
6	0.50	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-29.77	7.229
7	0.60	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-27.09	7.946
8	0.70	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-22.89	9.402
9	0.80	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-17.35	12.406
10	0.90	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-11.58	18.587
11	1.00	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-5.80	37.129
12	1.10	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	0.00	100.000

Combinazione n° 4 - STR A1-M1-R3

n°	Y [m]	B [m]	H [m]	Afw [mq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	0.00	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-10.95	19.663
2	0.10	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-16.51	13.034



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 01  
NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	58 di 63

n°	Y [m]	B [m]	H [m]	Afw [mq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
3	0.20	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-20.76	10.366
4	0.30	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-23.70	9.082
5	0.40	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-25.32	8.501
6	0.50	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-25.62	8.400
7	0.60	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-24.61	8.746
8	0.70	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-22.28	9.660
9	0.80	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-18.64	11.549
10	0.90	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-13.68	15.737
11	1.00	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-7.40	29.083
12	1.10	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	0.00	100.000

Combinazione n° 5 - STR A1-M1-R3

n°	Y [m]	B [m]	H [m]	Afw [mq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	0.00	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-13.19	16.320
2	0.10	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-17.81	12.082
3	0.20	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-21.27	10.117
4	0.30	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-23.57	9.133
5	0.40	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-24.69	8.716
6	0.50	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-24.65	8.731
7	0.60	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-23.45	9.180
8	0.70	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-21.07	10.214
9	0.80	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-17.53	12.277
10	0.90	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-12.82	16.783
11	1.00	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-6.95	30.966
12	1.10	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	0.00	100.000

Combinazione n° 6 - STR A1-M1-R3

n°	Y [m]	B [m]	H [m]	Afw [mq]	cotθ	V <sub>Rcd</sub> [kN]	V <sub>Rsd</sub> [kN]	V <sub>Rd</sub> [kN]	T [kN]	FS
1	0.00	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-25.07	8.584
2	0.10	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-29.99	7.176
3	0.20	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-33.40	6.443
4	0.30	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-35.31	6.096
5	0.40	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-35.70	6.030
6	0.50	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-34.58	6.225
7	0.60	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-31.95	6.737
8	0.70	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-27.81	7.740
9	0.80	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-22.16	9.714
10	0.90	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-15.05	14.298
11	1.00	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	-7.54	28.561
12	1.10	1.00	0.50	0.000000	--	0.00	0.00	215.24	0.00	100.000



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
 P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
 LOTTO 01  
 NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
 FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
 RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	59 di 63

### 9.5.5.3 Verifica a tensione

Simbologia adottata

n°	indice sezione
Y	ordinata sezione espressa in [m]
B	larghezza sezione espresso in [m]
H	altezza sezione espressa in [m]
Afi	area ferri inferiori espresso in [mq]
Afs	area ferri superiori espressa in [mq]
M	momento agente espressa in [kNm]
N	sforzo normale agente espressa in [kN]
σc	area ferri a taglio espresso in [kPa]
σfi	resistenza di progetto a 'taglio compressione' espressa in [kPa]
σfs	resistenza di progetto a 'taglio trazione' espressa in [kPa]

### Paramento

Combinazione n° 13 - SLER

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[m]	[m]	[m]	[mq]	[mq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	0.00	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.00	0.00	0	0	0
2	-0.13	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.00	1.25	3	44	44
3	-0.25	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.00	2.50	6	87	87
4	-0.38	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.00	3.75	9	131	131
5	-0.50	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.01	5.00	12	171	177
6	-0.63	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.03	6.25	16	205	231
7	-0.75	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.09	7.50	20	226	297
8	-0.88	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.19	8.75	26	232	379
9	-1.00	1.00	0.40	0.001407	0.001005	0.34	10.00	35	208	484
10	-1.13	1.00	0.40	0.001407	0.001005	0.55	11.25	44	169	611
11	-1.25	1.00	0.40	0.001407	0.001005	0.84	12.50	57	101	768
12	-1.38	1.00	0.40	0.001407	0.001005	1.22	13.75	73	24	967
13	-1.50	1.00	0.40	0.001407	0.001005	1.70	15.00	96	307	1241
14	-1.63	1.00	0.40	0.001407	0.001005	2.31	16.25	128	867	1609
15	-1.75	1.00	0.40	0.001407	0.001005	3.08	17.50	171	1816	2074
16	-1.88	1.00	0.40	0.001407	0.001005	4.00	18.75	224	3208	2630
17	-2.00	1.00	0.40	0.001407	0.001005	5.11	20.00	288	5057	3272
18	-2.13	1.00	0.40	0.001407	0.001005	6.42	21.25	362	7370	4003
19	-2.25	1.00	0.40	0.001407	0.001005	7.93	22.50	447	10160	4826
20	-2.38	1.00	0.40	0.001407	0.001005	9.66	23.75	543	13447	5749
21	-2.50	1.00	0.40	0.001407	0.001005	11.62	25.00	652	17250	6777

Combinazione n° 14 - SLEF

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	σc	σfi	σfs
	[m]	[m]	[m]	[mq]	[mq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	0.00	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.00	0.00	0	0	0
2	-0.13	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.00	1.25	3	44	44
3	-0.25	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.00	2.50	6	87	87
4	-0.38	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.00	3.75	9	131	131
5	-0.50	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.01	5.00	12	171	177
6	-0.63	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.03	6.25	16	205	231
7	-0.75	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.09	7.50	20	226	297
8	-0.88	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.19	8.75	26	232	379
9	-1.00	1.00	0.40	0.001407	0.001005	0.34	10.00	35	208	484
10	-1.13	1.00	0.40	0.001407	0.001005	0.55	11.25	44	169	611
11	-1.25	1.00	0.40	0.001407	0.001005	0.84	12.50	57	101	768



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 01  
NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	60 di 63

n°	Y [m]	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
12	-1.38	1.00	0.40	0.001407	0.001005	1.22	13.75	73	24	967
13	-1.50	1.00	0.40	0.001407	0.001005	1.70	15.00	95	299	1237
14	-1.63	1.00	0.40	0.001407	0.001005	2.29	16.25	126	831	1593
15	-1.75	1.00	0.40	0.001407	0.001005	3.01	17.50	167	1709	2036
16	-1.88	1.00	0.40	0.001407	0.001005	3.88	18.75	217	2981	2561
17	-2.00	1.00	0.40	0.001407	0.001005	4.92	20.00	276	4665	3164
18	-2.13	1.00	0.40	0.001407	0.001005	6.13	21.25	345	6773	3849
19	-2.25	1.00	0.40	0.001407	0.001005	7.53	22.50	424	9316	4619
20	-2.38	1.00	0.40	0.001407	0.001005	9.13	23.75	514	12312	5479
21	-2.50	1.00	0.40	0.001407	0.001005	10.94	25.00	614	15783	6435

Combinazione n° 15 - SLEQ

n°	Y [m]	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	0.00	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.00	0.00	0	0	0
2	-0.13	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.00	1.25	3	44	44
3	-0.25	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.00	2.50	6	87	87
4	-0.38	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.00	3.75	9	131	131
5	-0.50	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.01	5.00	12	171	177
6	-0.63	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.03	6.25	16	205	231
7	-0.75	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.09	7.50	20	226	297
8	-0.88	1.00	0.40	0.001005	0.001005	0.19	8.75	26	232	379
9	-1.00	1.00	0.40	0.001407	0.001005	0.34	10.00	35	208	484
10	-1.13	1.00	0.40	0.001407	0.001005	0.55	11.25	44	169	611
11	-1.25	1.00	0.40	0.001407	0.001005	0.84	12.50	57	101	768
12	-1.38	1.00	0.40	0.001407	0.001005	1.22	13.75	73	23	967
13	-1.50	1.00	0.40	0.001407	0.001005	1.69	15.00	95	298	1236
14	-1.63	1.00	0.40	0.001407	0.001005	2.28	16.25	126	823	1589
15	-1.75	1.00	0.40	0.001407	0.001005	2.99	17.50	166	1683	2026
16	-1.88	1.00	0.40	0.001407	0.001005	3.85	18.75	215	2920	2542
17	-2.00	1.00	0.40	0.001407	0.001005	4.86	20.00	273	4551	3133
18	-2.13	1.00	0.40	0.001407	0.001005	6.04	21.25	340	6589	3801
19	-2.25	1.00	0.40	0.001407	0.001005	7.40	22.50	417	9045	4551
20	-2.38	1.00	0.40	0.001407	0.001005	8.95	23.75	504	11937	5388
21	-2.50	1.00	0.40	0.001407	0.001005	10.70	25.00	601	15284	6318

Fondazione

Combinazione n° 13 - SLER

n°	Y [m]	B [m]	H [m]	Afi [mq]	Afs [mq]	M [kNm]	N [kN]	σc [kPa]	σfi [kPa]	σfs [kPa]
1	0.00	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-15.54	0.00	639	5607	36232
2	0.10	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-14.50	0.00	597	5232	33803
3	0.20	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-13.08	0.00	538	4721	30503
4	0.30	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-11.39	0.00	469	4111	26565
5	0.40	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-9.53	0.00	392	3439	22220
6	0.50	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-7.59	0.00	312	2740	17703
7	0.60	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-5.68	0.00	234	2050	13245
8	0.70	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-3.89	0.00	160	1405	9080
9	0.80	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-2.33	0.00	96	842	5441
10	0.90	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-1.10	0.00	45	396	2560
11	1.00	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.29	0.00	12	104	670
12	1.10	1.00	0.50	0.001005	0.001005	0.00	0.00	0	0	0

Combinazione n° 14 - SLEF



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 01  
NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	61 di 63

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[m]	[m]	[m]	[mq]	[mq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	0.00	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-12.40	0.00	510	4473	28905
2	0.10	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-11.64	0.00	479	4199	27130
3	0.20	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-10.55	0.00	434	3807	24601
4	0.30	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-9.23	0.00	380	3329	21513
5	0.40	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-7.75	0.00	319	2795	18059
6	0.50	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-6.19	0.00	255	2234	14435
7	0.60	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-4.65	0.00	191	1677	10835
8	0.70	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-3.20	0.00	132	1153	7453
9	0.80	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-1.92	0.00	79	694	4484
10	0.90	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.91	0.00	37	329	2123
11	1.00	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.24	0.00	10	87	563
12	1.10	1.00	0.50	0.001005	0.001005	0.00	0.00	0	0	0

Combinazione n° 15 - SLEQ

n°	Y	B	H	Afi	Afs	M	N	$\sigma_c$	$\sigma_{fi}$	$\sigma_{fs}$
	[m]	[m]	[m]	[mq]	[mq]	[kNm]	[kN]	[kPa]	[kPa]	[kPa]
1	0.00	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-11.14	0.00	458	4019	25967
2	0.10	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-10.49	0.00	432	3784	24451
3	0.20	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-9.53	0.00	392	3440	22227
4	0.30	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-8.35	0.00	344	3014	19476
5	0.40	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-7.02	0.00	289	2535	16377
6	0.50	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-5.62	0.00	231	2029	13109
7	0.60	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-4.23	0.00	174	1525	9851
8	0.70	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-2.91	0.00	120	1050	6783
9	0.80	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-1.75	0.00	72	632	4085
10	0.90	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.83	0.00	34	299	1935
11	1.00	1.00	0.50	0.001005	0.001005	-0.22	0.00	9	79	514
12	1.10	1.00	0.50	0.001005	0.001005	0.00	0.00	0	0	0

9.5.5.4 Verifica a fessurazione

Simbologia adottata

- n° indice sezione
- Y ordinata sezione espressa in [m]
- B larghezza sezione espresso in [m]
- H altezza sezione espressa in [m]
- Af area ferri zona tesa espresso in [mq]
- Aeff area efficace espressa in [mq]
- M momento agente espressa in [kNm]
- Mpf momento di prima fessurazione espressa in [kNm]
- $\varepsilon$  deformazione espresso in %
- Sm spaziatura tra le fessure espressa in [m]
- w apertura delle fessure espressa in [m]

Combinazione n° 14 - SLEF

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

n°	Y	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	$\varepsilon$	Sm	w
	[m]	[m]	[m]	[mq]	[mq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[m]	[m]
1	0.00	1.00	0.40	0.000000	0.000000	0.00	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	-0.13	1.00	0.40	0.000000	0.000000	0.00	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
3	-0.25	1.00	0.40	0.000000	0.000000	0.00	0.00	0.0000	0.00000	0.000000



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
 P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
 LOTTO 01  
 NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
 FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
 RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC0000002	D	62 di 63

n°	Y	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[m]	[m]	[m]	[mq]	[mq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[m]	[m]
4	-0.38	1.00	0.40	0.000000	0.000000	0.00	0.15	0.0000	0.00000	0.000000
5	-0.50	1.00	0.40	0.000000	0.000000	0.01	2.18	0.0000	0.00000	0.000000
6	-0.63	1.00	0.40	0.000000	0.000000	0.03	7.92	0.0000	0.00000	0.000000
7	-0.75	1.00	0.40	0.000000	0.000000	0.09	19.41	0.0000	0.00000	0.000000
8	-0.88	1.00	0.40	0.000000	0.000000	0.19	41.19	0.0000	0.00000	0.000000
9	-1.00	1.00	0.40	0.000000	0.000000	0.34	91.11	0.0000	0.00000	0.000000
10	-1.13	1.00	0.40	0.000000	0.000000	0.55	227.44	0.0000	0.00000	0.000000
11	-1.25	1.00	0.40	0.000000	0.000000	0.84	2193.99	0.0000	0.00000	0.000000
12	-1.38	1.00	0.40	0.000000	0.000000	1.22	479.91	0.0000	0.00000	0.000000
13	-1.50	1.00	0.40	0.001407	0.051180	1.70	261.97	0.0000	0.00000	0.000000
14	-1.63	1.00	0.40	0.001407	0.074848	2.29	197.80	0.0000	0.00000	0.000000
15	-1.75	1.00	0.40	0.001407	0.093021	3.01	167.41	0.0000	0.00000	0.000000
16	-1.88	1.00	0.40	0.001407	0.106071	3.88	149.88	0.0000	0.00000	0.000000
17	-2.00	1.00	0.40	0.001407	0.115333	4.92	138.63	0.0000	0.00000	0.000000
18	-2.13	1.00	0.40	0.001407	0.122019	6.13	130.90	0.0000	0.00000	0.000000
19	-2.25	1.00	0.40	0.001407	0.126967	7.53	125.32	0.0000	0.00000	0.000000
20	-2.38	1.00	0.40	0.001407	0.130729	9.13	121.15	0.0000	0.00000	0.000000
21	-2.50	1.00	0.40	0.001407	0.133658	10.94	117.93	0.0000	0.00000	0.000000

Combinazione n° 15 - SLEO

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

n°	Y	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[m]	[m]	[m]	[mq]	[mq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[m]	[m]
1	0.00	1.00	0.40	0.000000	0.000000	0.00	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
2	-0.13	1.00	0.40	0.000000	0.000000	0.00	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
3	-0.25	1.00	0.40	0.000000	0.000000	0.00	0.00	0.0000	0.00000	0.000000
4	-0.38	1.00	0.40	0.000000	0.000000	0.00	0.15	0.0000	0.00000	0.000000
5	-0.50	1.00	0.40	0.000000	0.000000	0.01	2.18	0.0000	0.00000	0.000000
6	-0.63	1.00	0.40	0.000000	0.000000	0.03	7.92	0.0000	0.00000	0.000000
7	-0.75	1.00	0.40	0.000000	0.000000	0.09	19.41	0.0000	0.00000	0.000000
8	-0.88	1.00	0.40	0.000000	0.000000	0.19	41.19	0.0000	0.00000	0.000000
9	-1.00	1.00	0.40	0.000000	0.000000	0.34	91.11	0.0000	0.00000	0.000000
10	-1.13	1.00	0.40	0.000000	0.000000	0.55	227.44	0.0000	0.00000	0.000000
11	-1.25	1.00	0.40	0.000000	0.000000	0.84	2193.99	0.0000	0.00000	0.000000
12	-1.38	1.00	0.40	0.000000	0.000000	1.22	480.02	0.0000	0.00000	0.000000
13	-1.50	1.00	0.40	0.001407	0.051086	1.69	262.33	0.0000	0.00000	0.000000
14	-1.63	1.00	0.40	0.001407	0.074581	2.28	198.33	0.0000	0.00000	0.000000
15	-1.75	1.00	0.40	0.001407	0.092587	2.99	168.04	0.0000	0.00000	0.000000
16	-1.88	1.00	0.40	0.001407	0.105539	3.85	150.55	0.0000	0.00000	0.000000
17	-2.00	1.00	0.40	0.001407	0.114770	4.86	139.29	0.0000	0.00000	0.000000
18	-2.13	1.00	0.40	0.001407	0.121465	6.04	131.53	0.0000	0.00000	0.000000
19	-2.25	1.00	0.40	0.001407	0.126440	7.40	125.91	0.0000	0.00000	0.000000
20	-2.38	1.00	0.40	0.001407	0.130237	8.95	121.69	0.0000	0.00000	0.000000
21	-2.50	1.00	0.40	0.001407	0.133204	10.70	118.43	0.0000	0.00000	0.000000

Fondazione

Combinazione n° 14 - SLEF

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.30$

n°	Y	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[m]	[m]	[m]	[mq]	[mq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[m]	[m]
1	0.00	1.00	0.50	0.001005	0.308328	-12.40	-134.47	0.0000	0.00000	0.000000



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
 P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
 LOTTO 01  
 NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE - NUOVA  
 FERMATA COLAJANNI E ADEGUAMENTO STAZIONE DI  
 RAGUSA

Stazione Cisternazzi/Ospedale - Opere di sostegno -  
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	01	D10RH	OC000002	D	63 di 63

n°	Y	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[m]	[m]	[m]	[mq]	[mq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[m]	[m]
2	0.10	1.00	0.50	0.001005	0.308328	-11.64	-134.47	0.0000	0.00000	0.000000
3	0.20	1.00	0.50	0.001005	0.308328	-10.55	-134.47	0.0000	0.00000	0.000000
4	0.30	1.00	0.50	0.001005	0.308328	-9.23	-134.47	0.0000	0.00000	0.000000
5	0.40	1.00	0.50	0.001005	0.308328	-7.75	-134.47	0.0000	0.00000	0.000000
6	0.50	1.00	0.50	0.001005	0.308328	-6.19	-134.47	0.0000	0.00000	0.000000
7	0.60	1.00	0.50	0.001005	0.308328	-4.65	-134.47	0.0000	0.00000	0.000000
8	0.70	1.00	0.50	0.001005	0.308328	-3.20	-134.47	0.0000	0.00000	0.000000
9	0.80	1.00	0.50	0.001005	0.308328	-1.92	-134.47	0.0000	0.00000	0.000000
10	0.90	1.00	0.50	0.001005	0.308328	-0.91	-134.47	0.0000	0.00000	0.000000
11	1.00	1.00	0.50	0.001005	0.308328	-0.24	-134.47	0.0000	0.00000	0.000000
12	1.10	1.00	0.50	0.000000	0.000000	0.00	0.00	0.0000	0.00000	0.000000

Combinazione n° 15 - SLEQ

Apertura limite fessure  $w_{lim}=0.20$

n°	Y	B	H	Af	Aeff	M	Mpf	ε	Sm	w
	[m]	[m]	[m]	[mq]	[mq]	[kNm]	[kNm]	[%]	[m]	[m]
1	0.00	1.00	0.50	0.001005	0.308328	-11.14	-134.47	0.0000	0.00000	0.000000
2	0.10	1.00	0.50	0.001005	0.308328	-10.49	-134.47	0.0000	0.00000	0.000000
3	0.20	1.00	0.50	0.001005	0.308328	-9.53	-134.47	0.0000	0.00000	0.000000
4	0.30	1.00	0.50	0.001005	0.308328	-8.35	-134.47	0.0000	0.00000	0.000000
5	0.40	1.00	0.50	0.001005	0.308328	-7.02	-134.47	0.0000	0.00000	0.000000
6	0.50	1.00	0.50	0.001005	0.308328	-5.62	-134.47	0.0000	0.00000	0.000000
7	0.60	1.00	0.50	0.001005	0.308328	-4.23	-134.47	0.0000	0.00000	0.000000
8	0.70	1.00	0.50	0.001005	0.308328	-2.91	-134.47	0.0000	0.00000	0.000000
9	0.80	1.00	0.50	0.001005	0.308328	-1.75	-134.47	0.0000	0.00000	0.000000
10	0.90	1.00	0.50	0.001005	0.308328	-0.83	-134.47	0.0000	0.00000	0.000000
11	1.00	1.00	0.50	0.001005	0.308328	-0.22	-134.47	0.0000	0.00000	0.000000
12	1.10	1.00	0.50	0.000000	0.000000	0.00	0.00	0.0000	0.00000	0.000000

## 9.6 INCIDENZE

Nel presente capitolo si esplicitano le incidenze di progetto delle fondazioni in c.a.

Fondazione = 80 kg/mc

Elevazione = 100 kg/mc