

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO  
NODO DI CATANIA**

**U.O. INFRASTRUTTURE SUD**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA  
DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL  
TRATTO DI LINEA INTERESSATO.**

**MACROFASE FUNZIONALE 1**

**LOTTO 2**

**Interramento Linea PA-CT - OPERE CIVILI**

**GA01 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837 - Relazione di calcolo - Sezione tipo A**

SCALA:

-

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

RS3H 02 D 78 CL GA01A0 001 A

| Rev. | Descrizione         | Redatto | Data       | Verificato                             | Data       | Approvato                        | Data       | Autorizzato Data                              |
|------|---------------------|---------|------------|--|------------|----------------------------------|------------|---|
| A    | Emissione esecutiva | L.Nani  | Marzo 2020 | Toraldo/Giustino<br><i>[Signature]</i> | Marzo 2020 | S.Vanfiori<br><i>[Signature]</i> | Marzo 2020 | D.Tiberti<br>Marzo 2020<br><i>[Signature]</i> |
|      |                     |         |            |  |            |                                  |            |   |
|      |                     |         |            |  |            |                                  |            |   |
|      |                     |         |            |  |            |                                  |            |   |

File: RS3H.0.2.D.78.CL.GA.01.A.0.001.A

n. Elab.:

Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10076



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria  
 artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO   |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 1 di 147 |

## INDICE

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>PREMESSA</b> .....   | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO</b> .....                | <b>5</b>  |
| 2.1      | NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....   | 5         |
| 2.2      | DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....  | 5         |
| <b>3</b> | <b>DESCRIZIONE DELL'OPERA</b> .....                                   | <b>7</b>  |
| <b>4</b> | <b>MATERIALI UTILIZZATI</b> .....                                     | <b>9</b>  |
| 4.1      | CALCESTRUZZO DIAFRAMMI E FONDAZIONE C25/30.....                       | 9         |
| 4.2      | CALCESTRUZZO FODERE, COPERTURA E CORDOLI C30/37 .....                 | 9         |
| 4.3      | ACCIAIO IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA B450C .....                   | 9         |
| 4.4      | FESSURAZIONE.....   | 10        |
| 4.5      | VALORI LIMITE DELLE TENSIONI.....                                     | 11        |
| <b>5</b> | <b>INQUADRAMENTO GEOTECNICO</b> .....                                 | <b>12</b> |
| <b>6</b> | <b>ANALISI DEI CARICHI</b> .....                                      | <b>15</b> |
| 6.1      | PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA E CARICHI PERMANENTI PORTATI .....       | 15        |
| 6.1.1    | <i>Carichi permanenti portati struttura interna</i> .....             | 15        |
| 6.1.2    | <i>Carichi permanenti portati copertura galleria</i> .....            | 16        |
| 6.1      | SPINTE DELLE TERRE E SPINTA IDRAULICA .....                           | 17        |
| 6.1.1    | <i>Spinte del terreno modello Paratie plus</i> .....                  | 17        |
| 6.1.2    | <i>Spinte del terreno e dell'acqua modello SAP2000</i> .....          | 18        |
| 6.1.3    | <i>Spinta idrostatica fodere</i> .....                                | 20        |
| 6.2      | CARICHI ACCIDENTALI.....  | 22        |
| 6.2.1    | <i>Carico accidentale sulla soletta di fondazione</i> .....           | 25        |
| 6.3      | AZIONE TERMICA.....   | 26        |
| 6.1      | RITIRO .....  | 26        |
| 6.2      | AZIONE SISMICA .....  | 27        |
| 6.3      | COMBINAZIONI DI CARICO .....  | 29        |
| 6.3.1    | <i>Combinazioni di carico per il diaframma</i> .....                  | 29        |
| 6.3.2    | <i>Combinazioni di carico per la struttura interna</i> .....          | 29        |
| 6.3.1    | <i>Combinazioni di carico per la galleria (Modello SAP2000)</i> ..... | 30        |
| <b>7</b> | <b>MODELLI DI CALCOLO</b> .....                                       | <b>31</b> |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria  
 artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO   |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 2 di 147 |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 7.1      | MODELLO DI CALCOLO DIAFRAMMI IN FASE DI SCAVO – PARATIE PLUS .....     | 31         |
| 7.1.1    | <i>Fasi di scavo e stage di calcolo</i> .....                          | 31         |
| 7.2      | MODELLAZIONE GALLERIA IN FASE FINALE.....                              | 50         |
| 7.3      | MODELLAZIONE STRUTTURA INTERNA.....                                    | 51         |
| <b>8</b> | <b>ANALISI E VERIFICHE .....</b>                                       | <b>53</b>  |
| 8.1      | RISULTATI DIAFRAMMI.....   | 53         |
| 8.1.1    | <i>Sollecitazioni</i> .....  | 53         |
| 8.1.2    | <i>Sollecitazioni Galleri da modello SAP2000</i> .....                 | 64         |
| 8.1.3    | <i>Verifiche diaframma e soletta di copertura</i> .....                | 72         |
| 8.2      | RISULTATI STRUTTURA INTERNA .....                                      | 114        |
| 8.2.1    | <i>Sollecitazioni</i> .....  | 114        |
| 8.2.2    | <i>Verifiche struttura interna</i> .....                               | 122        |
| <b>9</b> | <b>VERIFICHE GEOTECNICHE DIAFRAMMI.....</b>                            | <b>136</b> |
| 9.1      | SEZ1 – PK 0+992 – PK 1+150 .....                                       | 136        |
| 9.1      | SEZ2 – PK 1+150 – PK 1+400 .....                                       | 138        |
| 9.1      | SEZ3 – PK 1+400 – PK 1+599 .....                                       | 140        |
| 9.2      | VERIFICA A COLLASSO PER ROTAZIONE INTORNO A UN PUNTO DELL' OPERA ..... | 142        |
| 9.3      | VERIFICA SPOSTAMENTI INDOTTI SUGLI EDIFICI .....                       | 144        |

## 1 PREMESSA

Nel presente documento si riportano le analisi e le verifiche strutturali delle opere che caratterizzano la galleria artificiale GA01, relative alla sezione tipo A prevista tra il km 0+922 ed il km 1+599 del nodo di catania interramento linea per il prolungamento della pista dell'aeroporto di Fontanarossa.

Per il dimensionamento dei diaframmi e della soletta di copertura sono stati eseguiti due modelli di calcolo distinti, uno rappresentativo delle fasi di scavo della galleria, eseguito con il software Paratie plus e l'altro rappresentativo della fase di esercizio in condizioni di spinta in quiete ed in sisma, eseguito con il software SAP2000. I modelli di calcolo considerano, in modo del tutto conservativo, la lunghezza dei diaframmi inferiore, pari a 29.8m.

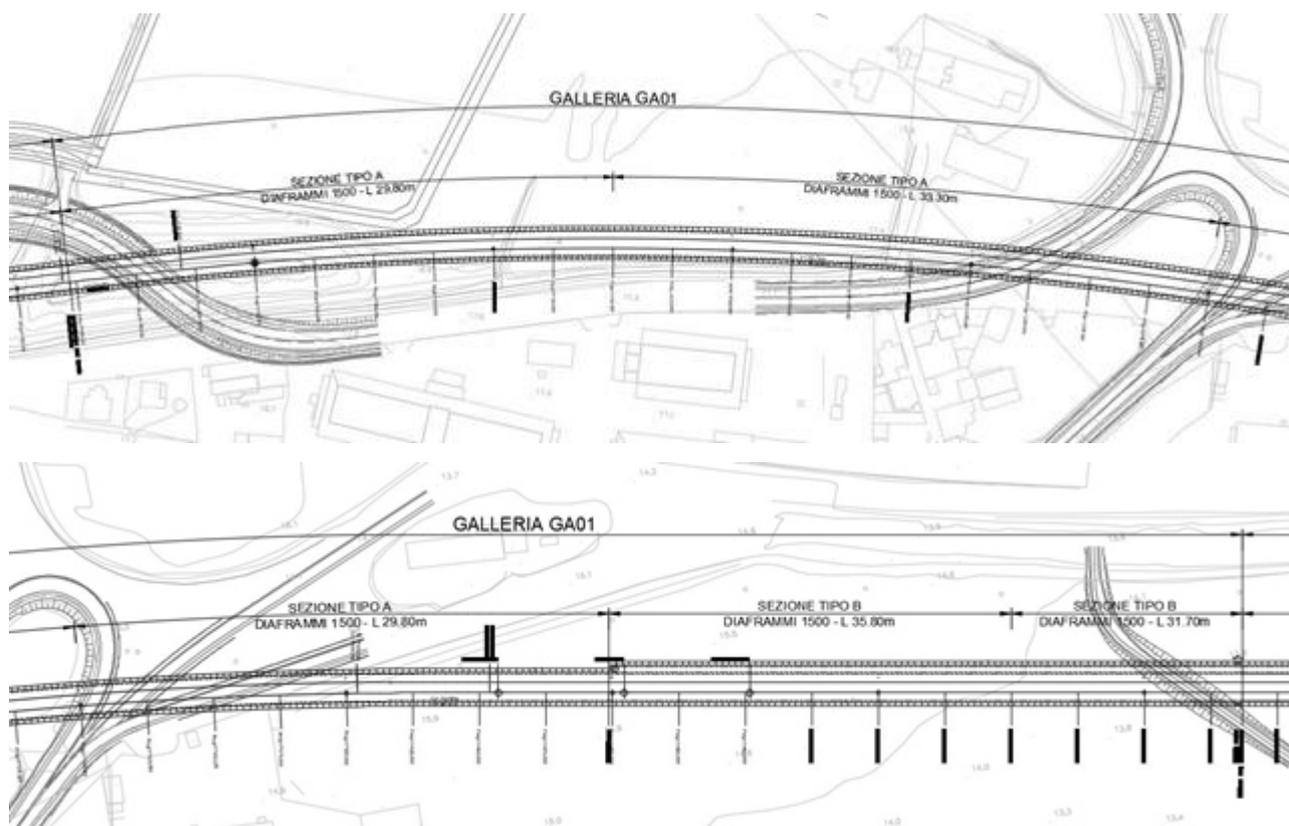


Figura 1. Planimetria GA01.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria  
artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO   |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 4 di 147 |

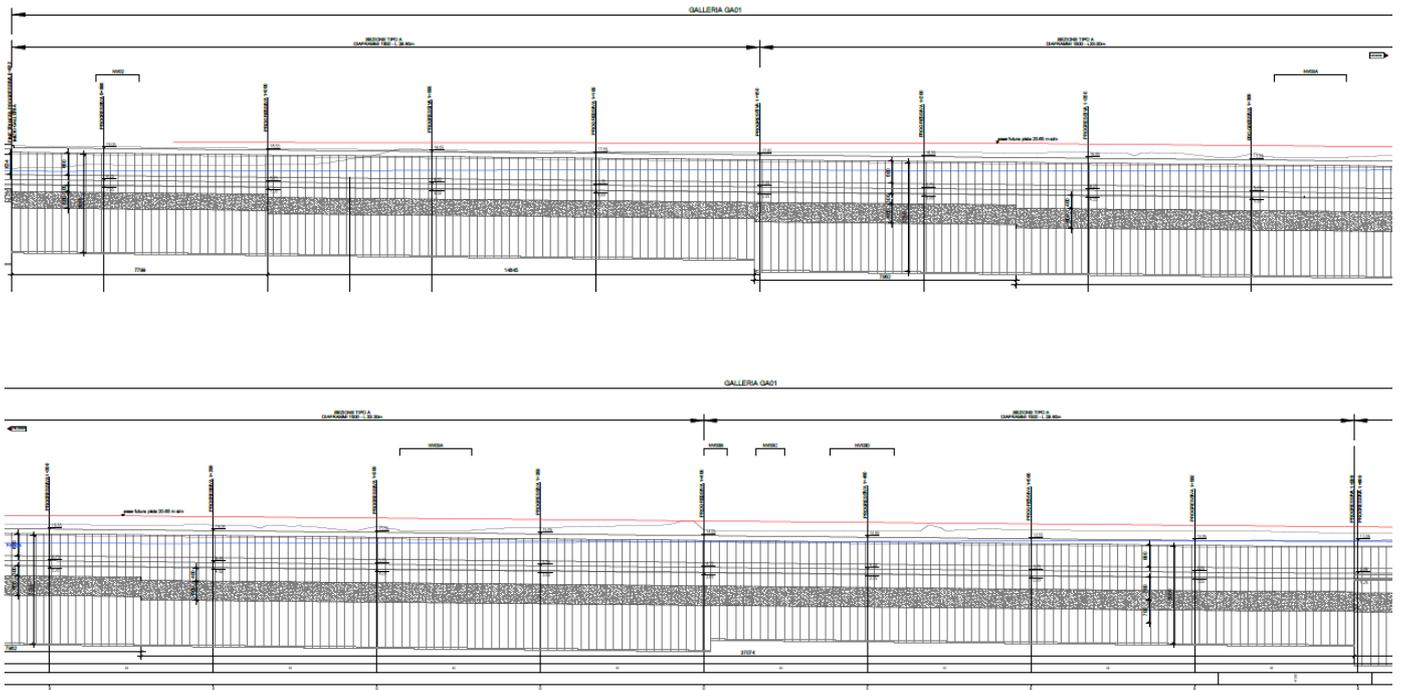


Figura 2. Profilo GA01.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria  
 artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO   |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 5 di 147 |

## 2 NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

### 2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L'interpretazione dei risultati e la redazione della presente relazione sono stati effettuati nel rispetto della Normativa in vigore e di alcune Raccomandazioni.

I principali riferimenti normativi sono i seguenti:

[N.1]. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);

[N.2]. Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;

[N.3]. Regolamento (UE) N.1299/2014 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea. Relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione Europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019.

[N.4]. Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010 – Eurocodice 1 – Parte 2

[N.5]. RFI DTC SI MA IFS 001 C del 21-12-18 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili

### 2.2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Inoltre si fa riferimento ai seguenti documenti:

|   |                                |
|---|--------------------------------|
| Relazione geotecnica generale                     | RS3H.0.2.D.78.RH.GE.00.0.5.001 |
| Piano-Profilo geotecnico INTERRAMENTO PA-CT tav 1 | RS3H.0.2.D.78.F6.GE.00.0.5.001 |
| Piano-Profilo geotecnico INTERRAMENTO PA-CT tav 2 | RS3H.0.2.D.78.F6.GE.00.0.5.002 |
| Planimetria generale - Tav. 1/2                   | RS3H.0.2.D.78.P8.GA.01.0.0.001 |
| Planimetria generale - Tav. 2/2                   | RS3H.0.2.D.78.P8.GA.01.0.0.002 |
| Profilo generale                                  | RS3H.0.2.D.78.F8.GA.01.0.0.001 |
| Pianta profilo e sezioni - Tav. 1/7               | RS3H.0.2.D.78.P9.GA.01.0.0.001 |
| Pianta profilo e sezioni - Tav. 2/7               | RS3H.0.2.D.78.P9.GA.01.0.0.002 |
| Pianta profilo e sezioni - Tav. 3/7               | RS3H.0.2.D.78.P9.GA.01.0.0.003 |
| Pianta profilo e sezioni - Tav. 4/7               | RS3H.0.2.D.78.P9.GA.01.0.0.004 |
| Pianta profilo e sezioni - Tav. 5/7               | RS3H.0.2.D.78.P9.GA.01.0.0.005 |
| Pianta profilo e sezioni - Tav. 6/7               | RS3H.0.2.D.78.P9.GA.01.0.0.006 |
| Pianta profilo e sezioni - Tav. 7/7               | RS3H.0.2.D.78.P9.GA.01.0.0.007 |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

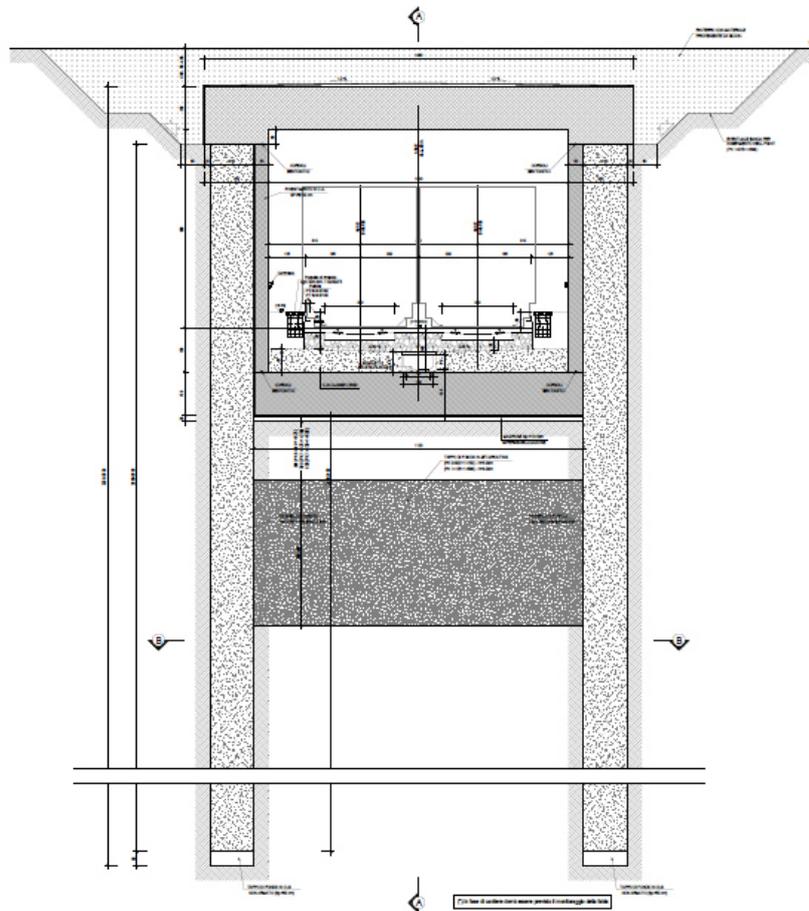
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO   |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 6 di 147 |

|  |                                |
|--|--------------------------------|
| Carpenteria - Sezione tipo A                             | RS3H.0.2.D.78.BB.GA.01.A.0.001 |
| Carpenteria in corrispondenza di bypass - Sezione tipo A | RS3H.0.2.D.78.BB.GA.01.A.0.002 |
| Pianta scavi ed opere provvisionali - Tav. 1/3           | RS3H.0.2.D.78.P9.GA.01.0.0.008 |
| Pianta scavi ed opere provvisionali - Tav. 2/3           | RS3H.0.2.D.78.P9.GA.01.0.0.009 |
| Pianta scavi ed opere provvisionali - Tav. 3/3           | RS3H.0.2.D.78.P9.GA.01.0.0.010 |
| Sezioni fasi realizzative                                | RS3H.0.2.D.78.BA.GA.01.0.0.001 |
| Particolari impermeabilizzazioni e stradelli variabili   | RS3H.0.2.D.78.BZ.GA.01.0.0.001 |

### 3 DESCRIZIONE DELL'OPERA

La galleria artificiale GA01 si sviluppa tra le pk 0+922 e pk 1+837 per una lunghezza complessiva di 915 m in cui si distinguono due sezioni trasversali dei tratti omogenei di galleria in funzione dell'attezza di scavo, della larghezza e dei vincoli orizzontali.

La sezione tipo A, oggetto della presente relazione, è caratterizzata da paratie di diaframmi di spessore pari a 1.50m contrastate in sommità dal solettone di copertura di spessore pari a 1.5m e dal solettone di fondazione, anch'esso di spessore pari a 1.5m, costituente la struttura interna della galleria, che si completa con fodere in c.a di spessore pari a 0.5m. Le paratie sono realizzate con diaframmi gettati in opera, costituiti da pannelli di 1.50 m x 2.50 m aventi una lunghezza complessiva pari a 29.80 tra le pk 0+922 – 1+150 e pk 1+400 – 1+599 mentre lunghezza pari a 33.30m tra le pk 1+150 – 1+400, definite in funzione delle caratteristiche stratigrafiche di riferimento. La struttura di rivestimento interna è costituita da un solettone di fondazione di spessore pari a 1.50 m di larghezza pari a 11.20 m e da fodere dello spessore di 0.50 m e altezza netta pari a 7.80 m. Per maggiori approfondimenti sulle geometrie delle diverse parti dell'opera si rimanda agli elaborati grafici di progetto.



**Figura 3. Sezione trasversale – Sezione tipo A**



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO   |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 8 di 147 |

La realizzazione della Galleria relativa alla sezione trasversale in esame prevede le seguenti fasi esecutive a cui corrispondono appositi stage di calcolo:

- **Fase 0:** Realizzazione wellpoint e loro attivazione per abbassamento falda, prescavo fino a quota intradosso solettone di copertutra;
- **Fase 1:** Realizzazione diaframmi e tappo di fondo con jet-grouting (nel modello di calcolo, a favore di sicurezza, non è stato modellato il jetting);
- **Fase 2:** Realizzazione cordoli e solettone di copertura e successivo rinterro;
- **Fase 3:** Scavo in sotterraneo a quota intradosso fondazione considerando la falda abbassata tramite wellpoint. Realizzazione fondazione e fodere e successiva disattivazione wellpoint;
- **Fase 4:** Realizzazione del rinterro finale nei tratti in cui è presente i wellpoint e opere complementari.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO   |
|----------|-------|----------|---------------|------|----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 9 di 147 |

## 4 MATERIALI UTILIZZATI

### 4.1 CALCESTRUZZO DIAFRAMMI E FONDAZIONE C25/30

|  |   |
|--|---|
| Resistenza cilindrica caratteristica           | $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$                        |
| Resistenza di calcolo a compressione semplice  | $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_m$ ,          |
| dove $\alpha_{cc} = 0.85$ e $\gamma_m = 1.5$ ; | $f_{cd} = 14.17 \text{ N/mm}^2$                     |
| Modulo elastico                                | $E_c = 31476 \text{ N/mm}^2$ .                      |
| Modulo di Poisson                              | $\nu = 0.20$  |
| Densità di Massa                               | $\rho = 25 \text{ kN/m}^3$                          |
| Coefficiente di Espansione Termica:            | $\alpha = 1.00\text{E-}05 \text{ m/}^\circ\text{C}$ |

### 4.2 CALCESTRUZZO FODERE, COPERTURA E CORDOLI C30/37

|  |   |
|--|---|
| Resistenza cilindrica caratteristica           | $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$                        |
| Resistenza di calcolo a compressione semplice  | $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_m$ ,          |
| dove $\alpha_{cc} = 0.85$ e $\gamma_m = 1.5$ ; | $f_{cd} = 17.00 \text{ N/mm}^2$                     |
| Modulo elastico                                | $E_c = 32836 \text{ N/mm}^2$ .                      |
| Modulo di Poisson                              | $\nu = 0.20$  |
| Densità di Massa                               | $\rho = 25 \text{ kN/m}^3$                          |
| Coefficiente di Espansione Termica:            | $\alpha = 1.00\text{E-}05 \text{ m/}^\circ\text{C}$ |

### 4.3 ACCIAIO IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA B450C

|  |  |
|--|--|
| Tensione caratteristica di snervamento | $f_{yk} = 450 \text{ MPa}$                 |
| Tensione caratteristica di calcolo     | $f_{yd} = f_{yk} / 1.15 = 391 \text{ MPa}$ |
| Modulo elastico                        | $E_s = 210000 \text{ Mpa}$                 |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 10 di 147 |

#### 4.4 FESSURAZIONE

Per la fessurazione si riportano di seguito le prescrizioni come da Manuale di progettazione par. 2.5.1.8.3.2.4.

##### Stato limite di decompressione

Le tensioni sono calcolate in base alle caratteristiche geometriche e meccaniche della sezione omogeneizzata; per tutte le strutture precomprese, sia a fili, sia a trefoli che a barre, nelle zone in cui la struttura è considerata precompressa, nella combinazione caratteristica (rara) dello SLE non devono verificarsi tensioni di trazioni.

##### Stato limite di apertura delle fessure

L'apertura convenzionale delle fessure, calcolata con la combinazione caratteristica (rara) per gli SLE, dovrà risultare:

- $\delta_f \leq w_1$  per strutture in condizioni ambientali aggressive e molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.2 del DM 17.01.2018, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
- $\delta_f \leq w_2$  per strutture in condizioni ambientali ordinarie secondo il citato paragrafo del DM 17.01.2018.

Per eseguire le verifiche a fessurazione del cemento armato si individua come classe di esposizione del calcestruzzo, XC2 e XC3 rispettivamente per i diaframmi e le fodere interne, come da tabelle materiali. Tali classi di esposizione rientrano nelle condizioni ambientali Ordinarie come desumibile dalla tabella

4.1.III.,

Tab. 4.1.III - Descrizione delle condizioni ambientali

| Condizioni ambientali | Classe di esposizione             |
|-----------------------|-----------------------------------|
| Ordinario             | XD, XC1, XC2, XC3, XF1            |
| Aggressivo            | XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3 |
| Molto aggressivo      | XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4      |

inoltre la struttura è realizzata con c.a. ordinario e si utilizza pertanto un'armatura definita poco sensibile. A seguito delle condizioni di seguito riassunte: Combinazione rara - Armatura poco sensibile - Ambiente ordinario.

Tab. 4.1.IV - Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

| Gruppo di Esposizione | Condizioni ambientali | Combinazione di azioni | Armatura               |            |                             |            |
|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------|-----------------------------|------------|
|                       |                       |                        | Sensibile Stato limite | $w_1$      | Poco sensibile Stato limite | $w_2$      |
| A                     | Ordinarie             | frequente              | apertura fessure       | $\leq w_2$ | apertura fessure            | $\leq w_1$ |
|                       |                       | quasi permanente       | apertura fessure       | $\leq w_1$ | apertura fessure            | $\leq w_2$ |
|                       |                       | frequente              | apertura fessure       | $\leq w_1$ | apertura fessure            | $\leq w_1$ |
| B                     | Aggressive            | quasi permanente       | decompressione         | -          | apertura fessure            | $\leq w_1$ |
|                       |                       | frequente              | formazione fessure     | -          | apertura fessure            | $\leq w_1$ |
| C                     | Molto aggressive      | frequente              | decompressione         | -          | apertura fessure            | $\leq w_1$ |
|                       |                       | quasi permanente       | decompressione         | -          | apertura fessure            | $\leq w_1$ |

I valori limite sono pari a:  $w_1 = 0.2$  mm;  $w_2 = 0.3$  mm;  $w_3 = 0.4$  mm.

Riepilogando:

combinazione rara  $w_1$  (per le strutture a permanente contatto con il terreno)

combinazione rara  $w_2$  (per le strutture non a permanente contatto con il terreno)

combinazione frequente  $w_3$

combinazione quasi permanente  $w_2$



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 11 di 147 |

## 4.5 VALORI LIMITE DELLE TENSIONI

Come da Manuale di progettazione par. 2.5.1.8.3.2.1 si utilizzano i seguenti limiti tensionali:

### Strutture in C.A.

#### Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- Per combinazione di carico caratteristica (rara):  $0,55 f_{ck}$ ;
- Per combinazioni di carico quasi permanente:  $0,40 f_{ck}$ ;
- Per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

#### Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare  $0,75 f_{yk}$ .



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 12 di 147 |

## 5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Si riportano di seguito la stratigrafia delle unità intercettate ed i parametri geotecnici di progetto del volume di terreno che interagisce con l'opera, desunti dagli elaborati specialistici allegati al progetto:

- da quota 0.00 m a quota -4.50 m: unità U1a

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale

$\phi' = 25^\circ$  angolo di resistenza al taglio

$c' = 10 \text{ kPa}$  coesione drenata

$E' = 25 \text{ MPa}$  modulo di deformazione elastico operativo

- da quota -4.50 m a quota -8.50 m: unità U1

$\gamma = 18.5 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale

$\phi' = 30^\circ$  angolo di resistenza al taglio

$c' = 0 \text{ kPa}$  coesione drenata

$E' = 30 \text{ MPa}$  modulo di deformazione elastico operativo

- da quota -8.50 m a quota -11.50 m: unità U2a

$\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale

$\phi' = 24^\circ$  angolo di resistenza al taglio

$c' = 10 \text{ kPa}$  coesione drenata

$E' = 40 \text{ MPa}$  modulo di deformazione elastico operativo

- da quota -11.50 m a quota -13.50 m: unità U2

$\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale

$\phi' = 31^\circ$  angolo di resistenza al taglio

$c' = 0 \text{ kPa}$  coesione drenata

$E' = 30 \text{ MPa}$  modulo di deformazione elastico operativo

- da quota -24.50 m : unità U3

$\gamma = 20.5 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale

$\phi' = 22^\circ$  angolo di resistenza al taglio



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.  
 MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 13 di 147 |

$c' = 10$  kPa coesione drenata

$E' = 60$  MPa modulo di deformazione elastico operativo

La quota della falda, ricavata del profilo geotecnico di riferimento, è posta a -3.5m da p.c. mentre quella di progetto è pari a -3.0m da p.c. utilizzate in corrispondenza della sezione di calcolo rispettivamente in fase di scavo e in fase definitiva. La falda è presente a quota variabile in corrispondenza della sezione tipo in oggetto con valore massimo in corrispondenza del massimo approfondimento. In fase di scavo si considera la presenza dei wellpoint con falda abbattuta a quota -6.0m da p.c.

Si riporta di seguito tabella riepilogativa della stratigrafia di calcolo :

| Strato di Terreno | Terreno  | $\gamma$ dry      | $\gamma$ sat      | $\phi'$ | $\phi$ | $c_v$ | $c_p$ | $c'$ | Su       | Modulo | Elastico | Eu    | Evc    | Eur | Ah | Avexp | Pa  | Rur/Rvc | Rvc | Ku  | Kvc               | Kur               |                   |
|-------------------|----------|-------------------|-------------------|---------|--------|-------|-------|------|----------|--------|----------|-------|--------|-----|----|-------|-----|---------|-----|-----|-------------------|-------------------|-------------------|
|                   |          | kN/m <sup>3</sup> | kN/m <sup>3</sup> | °       | °      | °     | °     | kPa  | kPa      |        |          |       | kPa    | kPa |    |       | kPa |         |     | kPa | kN/m <sup>3</sup> | kN/m <sup>3</sup> | kN/m <sup>3</sup> |
| 1                 | U1a- bb3 | 19                | 19                | 25      |        |       |       | 10   | Constant |        |          | 25000 | 75000  |     |    |       |     |         |     |     |                   |                   |                   |
| 2                 | U1-bb2   | 18.5              | 18.5              | 30      |        |       |       | 0    | Constant |        |          | 30000 | 40000  |     |    |       |     |         |     |     |                   |                   |                   |
| 3                 | U2a-bn3  | 19                | 19                | 24      |        |       |       | 10   | Constant |        |          | 40000 | 120000 |     |    |       |     |         |     |     |                   |                   |                   |
| 4                 | U2-bn2   | 19.5              | 19.5              | 31      |        |       |       | 0    | Constant |        |          | 30000 | 40000  |     |    |       |     |         |     |     |                   |                   |                   |
| 5                 | U2a-bn3  | 19                | 19                | 24      |        |       |       | 10   | Constant |        |          | 40000 | 120000 |     |    |       |     |         |     |     |                   |                   |                   |
| 6                 | U3-FAG   | 20.5              | 20.5              | 22      |        |       |       | 10   | Constant |        |          | 60000 | 180000 |     |    |       |     |         |     |     |                   |                   |                   |
| 7                 | U3-FAG   | 20.5              | 20.5              | 22      |        |       |       | 10   | Constant |        |          | 60000 | 180000 |     |    |       |     |         |     |     |                   |                   |                   |
| 8                 | U3-FAG   | 20.5              | 20.5              | 22      |        |       |       | 10   | Constant |        |          | 60000 | 180000 |     |    |       |     |         |     |     |                   |                   |                   |

Per le analisi d'interazione struttura-terreno in direzione verticale, il coefficiente di sottofondo alla Winkler, da assegnare al moello di calcolo della struttura interna eseguito con il software SAP2000, è stato determinato con la seguente relazione:

$$k_w = \frac{E}{(1-\nu^2) \cdot B \cdot c_t}$$

dove:

E = modulo di deformazione elastico del terreno;

$\nu$  = coefficiente di Poisson =0.3;

B = larghezza della fondazione.

$c_t$  = fattore di forma, adimensionale, ottenuto dalla interpolazione dei valori dei coefficienti proposti da Bowles, 1960.

|   |                                |
|---|--------------------------------|
| Fondazione Rigida                           | $c_t$                          |
| - rettangolare con $L/B \leq 10$            | $c_t = 0.853 + 0.534 \ln(L/B)$ |
| - rettangolare con $L/B > 10$               | $c_t = 2 + 0.0089 (L/B)$       |
| dove L é il lato maggiore della fondazione. |                                |

Tabella 1. Fattore di forma



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 14 di 147 |

Quindi:

$E = 60 \text{ Mpa}$  (valore medio di intervallo per U2a)

$L = 12 \text{ m}$

$B = 11.2 \text{ m}$

$k_w \approx 6600 \text{ (kN/m}^2\text{) /m}$

Per le analisi d'interazione struttura-terreno in direzione orizzontale, il coefficiente di sottofondo alla Winkler, da assegnare al modello di calcolo della galleria eseguito con il software SAP2000, è stato determinato con la seguente relazione:

$$k_w = \frac{E}{(1-\nu^2)*B} * i$$

dove:

$E$  = modulo di deformazione elastico del terreno;

$\nu$  = coefficiente di Poisson = 0.3;

$i$  = interasse discretizzazione diaframma;

$B$  = Semi lunghezza di infissione del diaframma.

Quindi si assume:

Per strato U2a:

$E = 40 \text{ Mpa}$

$B = 10.25 \text{ m}$

$k_w \approx 2145 \text{ kN/m}$

Per strato U3:

$E = 60 \text{ Mpa}$

$B = 10.25 \text{ m}$

$k_w \approx 3216 \text{ kN/m}$

## 6 ANALISI DEI CARICHI

Si riportano di seguito i carichi utilizzati per il calcolo delle sollecitazioni della struttura in esame applicati ai modelli di calcolo eseguiti con i software Paratie Plus 2018 distribuito da Harpaceas per il calcolo dei diaframmi e SAP200 v21 per il calcolo della struttura di rivestimento interna e della galleria in fase finale; in tutti i casi i calcoli sono riferiti ad una striscia avente lunghezza di 1,00 m. La sezione di calcolo è stata considerata in corrispondenza del massimo approfondimento.

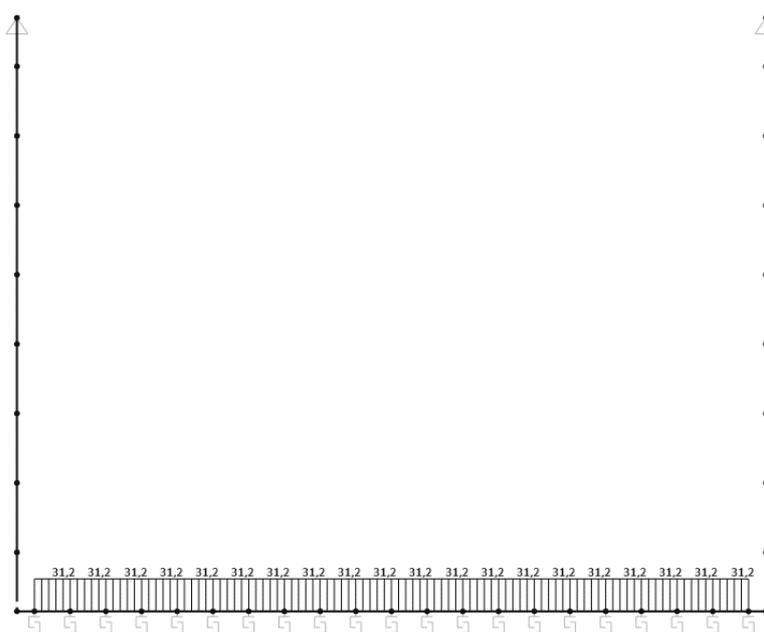
### 6.1 PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA E CARICHI PERMANENTI PORTATI

Il peso proprio delle diverse parti strutturali è stato calcolato automaticamente dai programmi di calcolo utilizzati, considerando per il calcestruzzo  $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ .

#### 6.1.1 Carichi permanenti portati struttura interna

I carichi permanenti portati considerati sono quelli dovuti al peso della massicciata e del massetto in fondazione. Per quanto riguarda la massicciata, gravante sul solettone di fondazione, si è considerato un carico uniformemente distribuito, applicato su tutta la larghezza. Esso è composto da un primo strato di Ballast (peso specifico:  $18 \text{ kN/m}^3$ ) con altezza media di 0,8 m e un massetto (peso specifico:  $24 \text{ kN/m}^3$ ) avente altezza media di 0,7 m.

$$Q_{\text{perm.port.}} = 18.00 \text{ kN/m}^3 \times 0.80 \text{ m} + 24.00 \text{ kN/m}^3 \times 0.7 \text{ m} = 31.2 \text{ kN/m}^2$$



**Figura 3. Permanente portato in fondazione – Sezione tipo A**

### 6.1.2 Carichi permanenti portati copertura galleria

Per quanto riguarda il rinterro, gravante sul solettone di copertura, si è considerato un carico uniformemente distribuito considerando in peso di volume del terreno pari a  $19.00 \text{ kN/m}^3$ , che nel modello di calcolo è definito come  $P_{cop}$ . Il rinterro di 4.25m tiene conto della futura realizzazione del prolungamento della pista aeroportuale di Fontanarossa.

$$P_{cop} = 19.00 \text{ kN/m}^3 \times 4.25 \text{ m} = 80.75 \text{ kN/m}^2$$

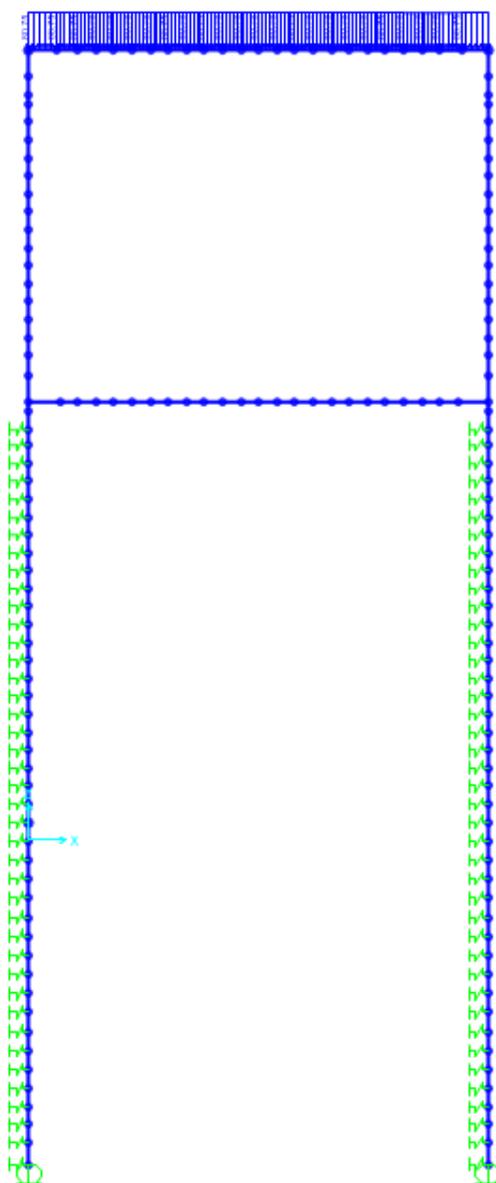


Figura 4. Permanente portata in copertitura – Sezione tipo A

Nel modello di calcolo dei diaframmi, che analizza le fasi realizzative della galleria, eseguito con il software Paratie plus, è stato considerato un carico variabile del rinterro in copertura.

In particolare è stato considerato un ricoprimento parziale (max) di 3.5m in copertura corrispondente ad un carico distribuito di 66.5 kN/m<sup>2</sup>, oltre al carico che vede la futura realizzazione del prolungamento della pista aeroportuale di Fontanarossa, rappresentativo della fase di esercizio.

## 6.1 SPINTE DELLE TERRE E SPINTA IDRAULICA

### 6.1.1 Spinte del terreno modello Paratie plus

L'azione della spinta del terreno, che porta in conto anche la presenza della falda a tergo dei diaframmi, è stata calcolata in automatico dal codice di calcolo Paratie Plus in funzione dei dati immessi in input, ossia i parametri geotecnici di progetto delle diverse unità stratigrafiche ed il livello della falda (presente in tal caso alla quota massima da fondo scavo), precedentemente definiti, nonché dei coefficienti di spinta riportati di seguito:

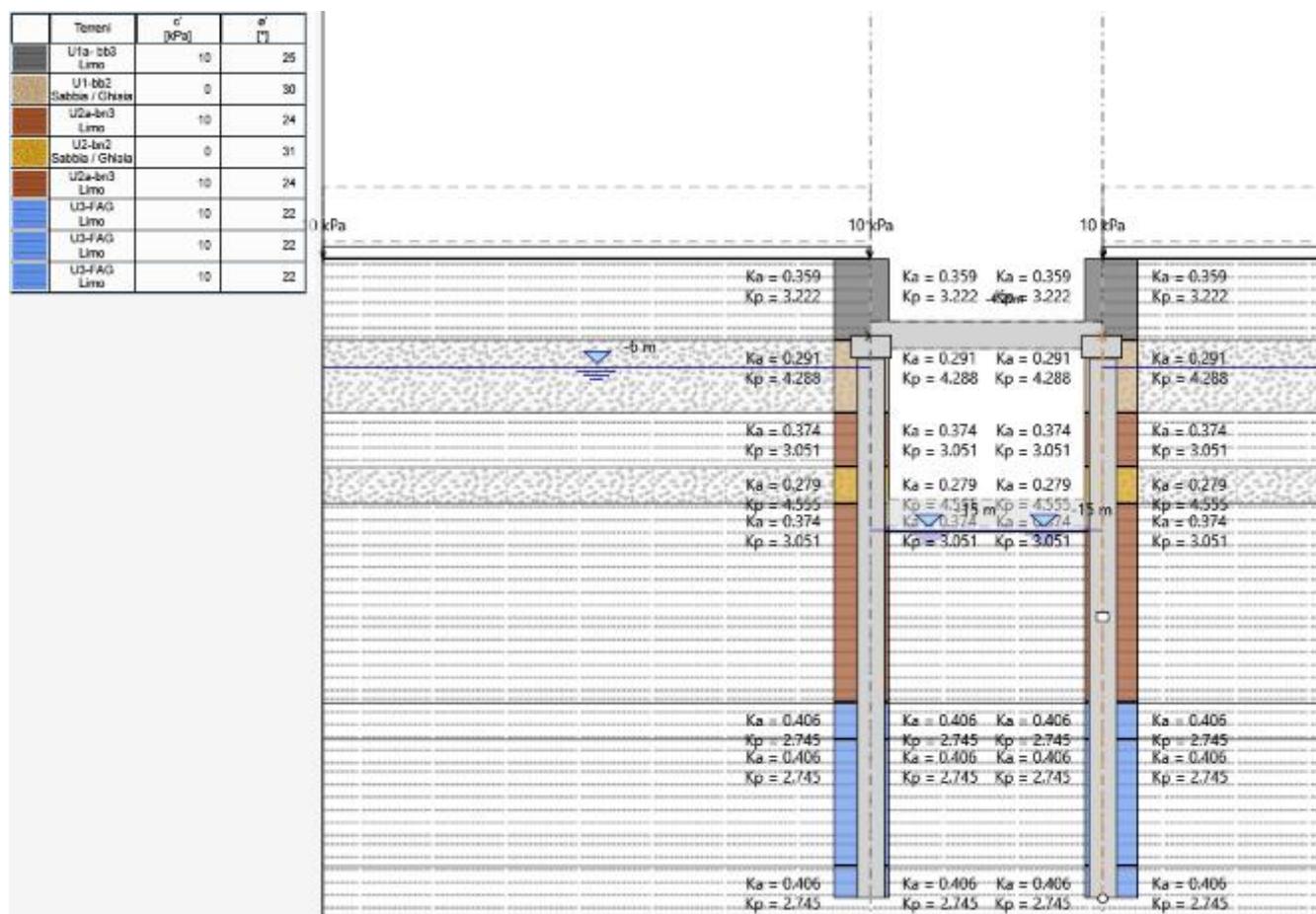


Figura 5. Coefficienti di spinta – Sezione tipo A



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria  
 artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 18 di 147 |

### 6.1.2 Spinte del terreno e dell'acqua modello SAP2000

Nel modello di calcolo della galleria, l'azione della spinta del terreno è stata portata in conto applicando una distribuzione di carico trapezoidale calcolato, sulla base del modello stratigrafico assunto, in condizioni di spinta in quiete.

Si riporta di seguito l'anadamento delle pressioni dovute alla spinta del terreno e dell'acqua ed applicate dall'asse del solettone di copertura fino ad intradosso fondazione.

| Profondità Copertura [m] | Mesh sap [m] | Profondità [m] | Unità - | $\gamma$ kN/m <sup>3</sup> | Falda m | $\sigma_v$ kPa | u kPa  | $\sigma'_v$ kPa | $\phi$ ° | ko   | $\sigma_h = s_v * k_o + u$ kPa |
|--------------------------|--------------|----------------|---------|----------------------------|---------|----------------|--------|-----------------|----------|------|--------------------------------|
| 5                        | 0.50         | 5.00           | U1      | 18.50                      | 3.75    | 92.50          | 12.50  | 80.00           | 30.00    | 0.50 | 52.50                          |
| 5                        | 0.75         | 5.75           | U1      | 18.50                      | 3.75    | 106.38         | 20.00  | 86.38           | 30.00    | 0.50 | 63.19                          |
| 5                        | 0.25         | 6.00           | U1      | 18.50                      | 3.75    | 111.00         | 22.50  | 88.50           | 30.00    | 0.50 | 66.75                          |
| 5                        | 0.50         | 6.50           | U1      | 18.50                      | 3.75    | 120.25         | 27.50  | 92.75           | 30.00    | 0.50 | 73.88                          |
| 5                        | 0.50         | 7.00           | U1      | 18.50                      | 3.75    | 129.50         | 32.50  | 97.00           | 30.00    | 0.50 | 81.00                          |
| 5                        | 0.50         | 7.50           | U1      | 18.50                      | 3.75    | 138.75         | 37.50  | 101.25          | 30.00    | 0.50 | 88.13                          |
| 5                        | 0.50         | 8.00           | U1      | 18.50                      | 3.75    | 148.00         | 42.50  | 105.50          | 30.00    | 0.50 | 95.25                          |
| 5                        | 0.50         | 8.50           | U1      | 18.50                      | 3.75    | 157.25         | 47.50  | 109.75          | 30.00    | 0.50 | 102.38                         |
| 5                        | 0.50         | 9.00           | U2a     | 19.00                      | 3.75    | 171.00         | 52.50  | 118.50          | 24.00    | 0.59 | 122.80                         |
| 5                        | 0.50         | 9.50           | U2a     | 19.00                      | 3.75    | 180.50         | 57.50  | 123.00          | 24.00    | 0.59 | 130.47                         |
| 5                        | 0.50         | 10.00          | U2a     | 19.00                      | 3.75    | 190.00         | 62.50  | 127.50          | 24.00    | 0.59 | 138.14                         |
| 5                        | 0.50         | 10.50          | U2a     | 19.00                      | 3.75    | 199.50         | 67.50  | 132.00          | 24.00    | 0.59 | 145.81                         |
| 5                        | 0.50         | 11.00          | U2a     | 19.00                      | 3.75    | 209.00         | 72.50  | 136.50          | 24.00    | 0.59 | 153.48                         |
| 5                        | 0.50         | 11.50          | U2a     | 19.00                      | 3.75    | 218.50         | 77.50  | 141.00          | 24.00    | 0.59 | 161.15                         |
| 5                        | 0.50         | 12.00          | U2      | 19.50                      | 3.75    | 234.00         | 82.50  | 151.50          | 31.00    | 0.48 | 155.97                         |
| 5                        | 0.50         | 12.50          | U2      | 19.50                      | 3.75    | 243.75         | 87.50  | 156.25          | 31.00    | 0.48 | 163.28                         |
| 5                        | 0.50         | 13.00          | U2      | 19.50                      | 3.75    | 253.50         | 92.50  | 161.00          | 31.00    | 0.48 | 170.58                         |
| 5                        | 0.50         | 13.50          | U2      | 19.50                      | 3.75    | 263.25         | 97.50  | 165.75          | 31.00    | 0.48 | 177.88                         |
| 5                        | 0.45         | 13.95          | U2a     | 19.00                      | 3.75    | 265.05         | 102.00 | 163.05          | 24.00    | 0.59 | 198.73                         |
| 5                        | 0.75         | 14.70          | U2a     | 19.00                      | 3.75    | 279.30         | 109.50 | 169.80          | 24.00    | 0.59 | 210.24                         |
| 5                        | 0.25         | 14.95          | U2a     | 19.00                      | 3.75    | 284.05         | 112.00 | 172.05          | 24.00    | 0.59 | 214.07                         |
| 5                        | 0.50         | 15.45          | U2a     | 19.00                      | 3.75    | 293.55         | 117.00 | 176.55          | 24.00    | 0.59 | 221.74                         |

Nel modello di calcolo sono state considerate due condizioni di carico per la spinte lato in sinistra e spinte su lato destro, nominati rispettivamente SPsx e SPdx.

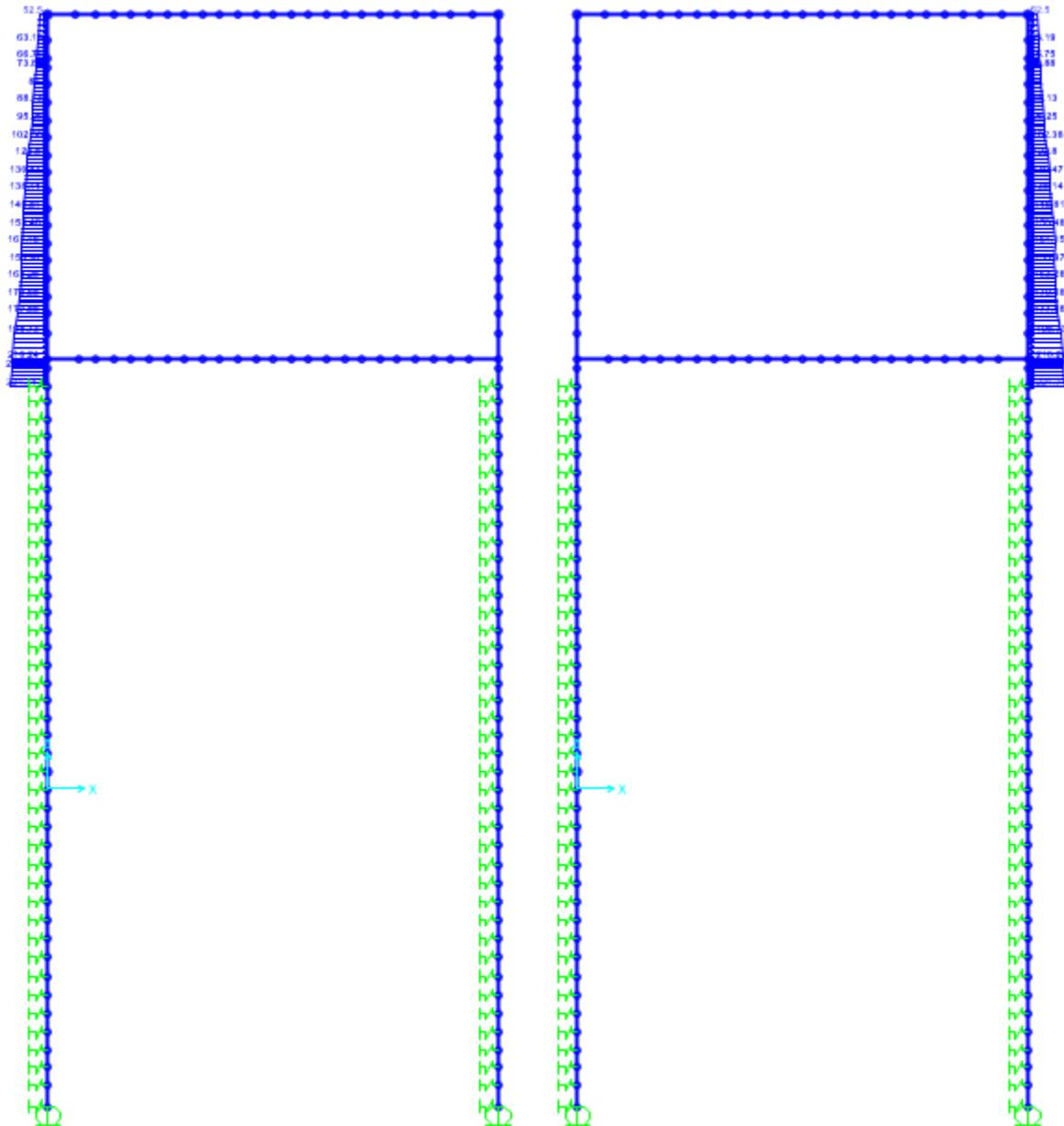


Figura 6. Condizione di carico SPsx e SPdx – Sezione tipo A

### 6.1.3 Spinta idrostatica fodere

L'azione della spinta idraulica orizzontale è stata portata in conto applicando una distribuzione di carico con andamento trapezoidale considerando la falda di progetto posta 2.5m sopra la sommità della fodera. In particolare le spinte sul lato sinistro e destro valgono:

$$\gamma_w * h_{falda, min} = 10 \text{ kN/m}^3 * 2.5 \text{ m} = 25.0 \text{ kN/m}^2 \text{ (min).}$$

$$\gamma_w * h_{falda, max} = 10 \text{ kN/m}^3 * 11.05 \text{ m} = 110.5 \text{ kN/m}^2 \text{ (max).}$$

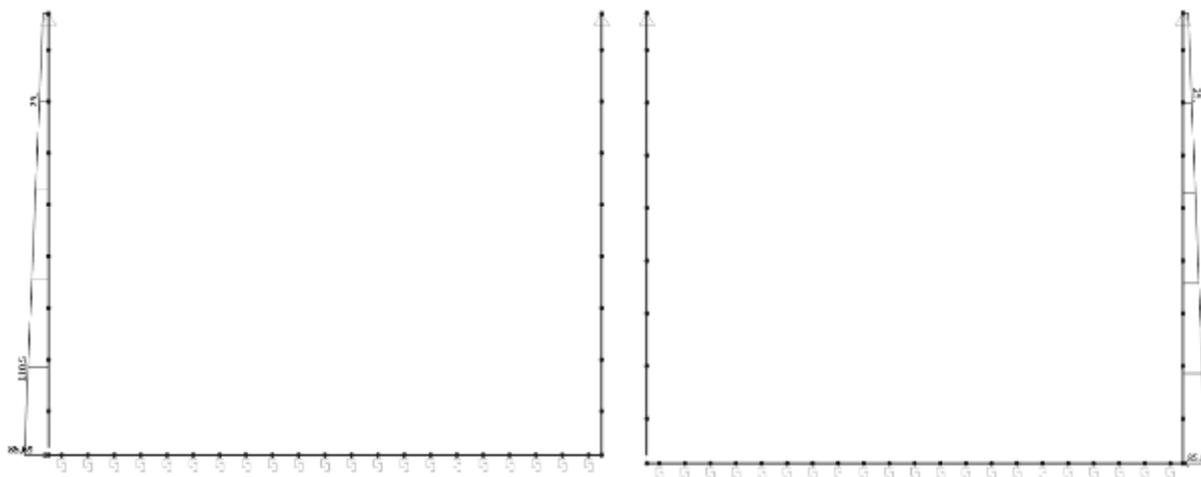


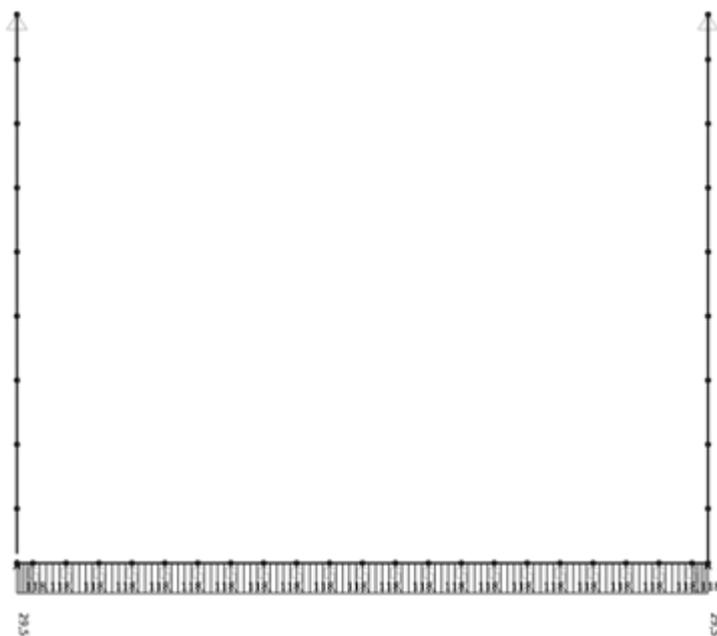
Figura 7. Spinta idrostatica sulle fodere– Lato SX e DX

Oltre ciò, per completezza di analisi, si sono considerate due forze longitudinalmente distribuite che possano riprodurre il contributo dovuto allo spessore del solettone (contributo corrisposto per l'estrusione del modello); ottenute tramite l'integrazione del trapezio finale.

$$F_h = S_{media} * H_{solett} / 2 = (118.5 + 110.5) / 2 \text{ kN/m}^2 * 1.5 / 2 \text{ m} = 85.69 \text{ kN/m.}$$

La sottospinta agente sul solettone vale:

$$\gamma_w * h_{falda, princ} = 10 \text{ kN/m}^3 * 11.8 \text{ m} = 118 \text{ kN/m}^2$$



**Figura 8. Spinta ideostatica sul solettone di fondazione**

Analogamente alle spinte orizzontali, anche in questo caso si sono considerate delle forze verticali distribuite longitudinalmente (estrusione del modello).

Per la sottospinta principale:

$$F_v = S_{\text{sottospinta, princ}} \cdot L_{\text{fod}} / 2 = 118 \text{ kN/m}^2 \cdot 0.5 / 2 \text{ m} = 29.5 \text{ kN/m} .$$

## 6.2 CARICHI ACCIDENTALI

Il sovraccarico a tergo dei diaframmi, dovuto ai mezzi di cantiere in fase di scavo, considerato agente a piano campagna pari a  $10 \text{ kN/m}^2$  viene applicato al modello Paratie Plus che calcola in automatico le relative spinte orizzontali.

Per il carico di esercizio, dovuto al carico degli aereomobili si ipotizza di ripartire il peso di un A380-700 pari a  $5400 \text{ kN}$  al decollo su una superficie di  $12.5 \times 4.3 \text{ m}$ , dove  $12.5 \text{ m}$  è la distanza massima trasversale dei carrelli. Il carico da assumere a tergo dei diaframmi e sulla soletta di copertura pari a circa  $100 \text{ kPa}$  viene ulteriormente ripartito considerando un'altezza del ricoprimento pari a  $3.15 \text{ m}$  e una diffusione del carico nel terreno con un angolo di  $35^\circ$  e nel solettone di copertura con un angolo di  $45^\circ$ . Cautelativamente, il carico è stato ripartito sulla minima altezza di ricoprimento nel tratto di galleria relativo alla sezione tipo A interferente con il futuro Aeroporto. Si assume quindi:

$$Q = 5400 / (12.5 * 7.5) = 57.6 \text{ kN/m}^2.$$

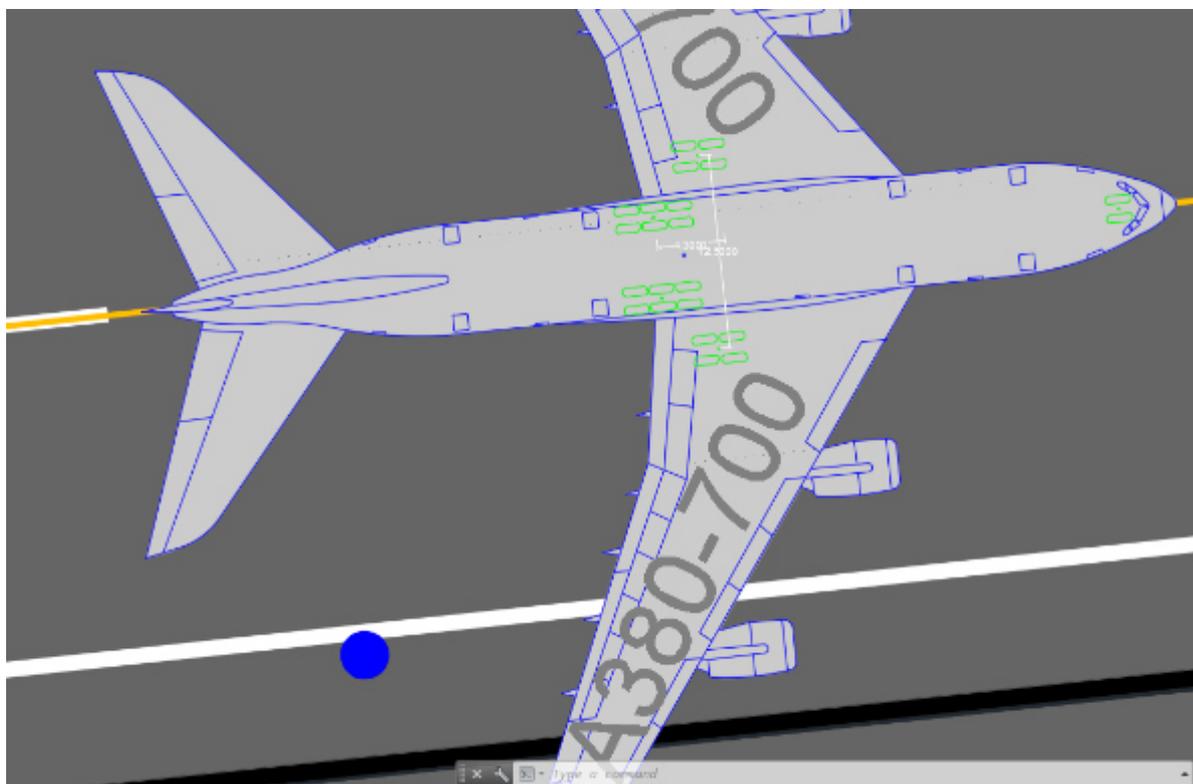


Figura 9. Superficie di ripartizione aereomobile A380-700.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria  
 artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 23 di 147 |

Nella tabella seguente si riassumono le spinte orizzontali dovute al sovraccarico dovuto all'areomobili, applicate al modello di calcolo SAP2000.

| Q                      |       |
|------------------------|-------|
| 57.6 kN/m <sup>2</sup> |       |
| SQsx                   | SQdx  |
| 28.80                  | -28.8 |
| 28.80                  | -28.8 |
| 28.80                  | -28.8 |
| 28.80                  | -28.8 |
| 28.80                  | -28.8 |
| 28.80                  | -28.8 |
| 28.80                  | -28.8 |
| 28.80                  | -28.8 |
| 28.80                  | -28.8 |
| 34.17                  | -34.2 |
| 34.17                  | -34.2 |
| 34.17                  | -34.2 |
| 34.17                  | -34.2 |
| 34.17                  | -34.2 |
| 34.17                  | -34.2 |
| 27.93                  | -27.9 |
| 27.93                  | -27.9 |
| 27.93                  | -27.9 |
| 27.93                  | -27.9 |
| 34.17                  | -34.2 |
| 34.17                  | -34.2 |
| 34.17                  | -34.2 |
| 34.17                  | -34.2 |

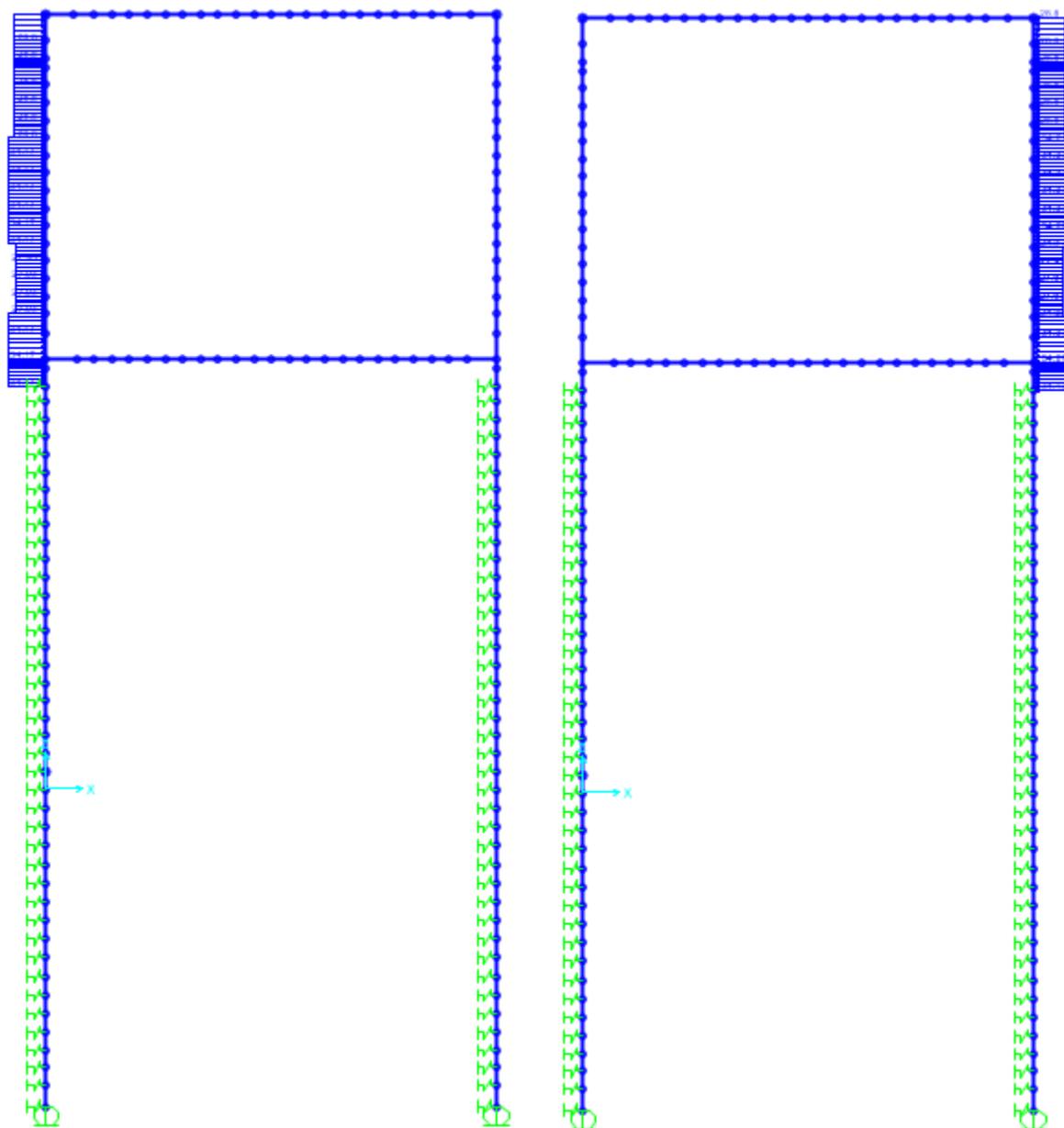
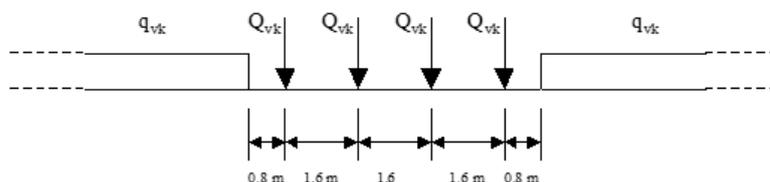


Figura 10. Spinte dovute al carico dell'areomobili SQsx e SQdx.

### 6.2.1 Carico accidentale sulla soletta di fondazione

Per il traffico ferroviario, è stato considerato il treno di carico LM71 che schematizza gli effetti prodotti dal traffico ferroviario normale e risulta costituito da:



**Figura 11. Schema di Carico del treno**

quattro assi da 250 kN disposti ad interasse di 1,60 m ( $Q_{vk} = 250$  kN)  
 carico distribuito di 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,80 m dagli assi di estremità e per una lunghezza illimitata ( $q_{vk} = 80$  kN/m)

In direzione longitudinale i carichi concentrati vengono considerati come carichi uniformemente ripartiti.

In direzione trasversale i carichi vengono ripartiti, a partire da una dimensione pari alla larghezza della traversa (2,4 m). Arrivando fino al piano medio del traverso di fondazione dello scatolare, si è adottata una diffusione di 4:1 all'interno dello strato di ballast (altezza strato: 0,8 m) e di 1:1 nello strato di calcestruzzo della fondazione stessa (altezza massciata + metà solettone: 0,7 m + 0,75 m = 1,45 m).

Il valore del carico uniformemente distribuito, applicato sull'asse del solettone, per una superficie di influenza di 5,7 m. Tale superficie si sovrappone centralmente, è stato modellato ciò raddoppiando la forza nella zona di sovrapposizione.

Quindi:

carico LM71: 1000 kN

diffusione longitudinale: 6,40 m

carico distribuito per metro:  $1000 \text{ kN} / 6,4 \text{ m} = 156,25 \text{ kN/m}$

carico equivalente treno:  $q_{\text{treno},k} = 156,25 \text{ kN/m} / 5,7 \text{ m} * 1 \text{ m} = 27,4 \text{ kN/m}$  (applicato per il concio di 1 m)

Tale carico è stato, infine, moltiplicato per un coefficiente di adattamento  $\alpha = 1,1$

$q_{\text{treno}} = q_{\text{treno},k} * \alpha = 27,4 * 1,1 = 30,2 \text{ kN/m}$ .



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 26 di 147 |

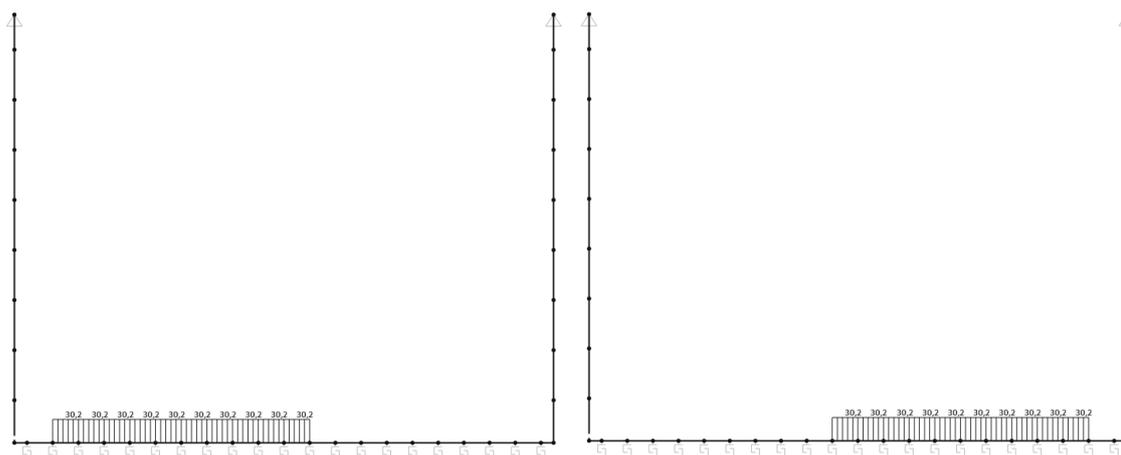


Figura 12. Carico del treno sul solettone di fondo – Accidentale treno SX e DX

### 6.3 AZIONE TERMICA

Essendo la struttura completamente interrata con ricoprimento pari a 4.25m, si trascurano gli effetti dovuti alla variazione termica del solettone di copertura.

### 6.1 RITIRO

I fenomeni di ritiro, considerati attivi solo sul solettone di copertura, sono stati applicati attraverso una variazione termica pari a  $\Delta T_{\text{costante}} = - 26.80^{\circ}\text{C}$  (contrazione), nel modello SAP2000. Invece nel modello di calcolo Paratie plus è stata applicata, in asse al solettone di copertura, una forza concentrata di intensità pari a 13200 kN.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 27 di 147 |

## 6.2 AZIONE SISMICA

L'azione sismica è stata calcolata in funzione dei dati sismici di progetto considerati. Nella fattispecie, assegnando all'opera in esame una vita nominale  $V_N=75$  anni ed una classe d'uso III con  $C_U=1.5$ , dando luogo ad un periodo di riferimento  $V_R=V_N \cdot C_U=112.5$  anni, in funzione della latitudine e della longitudine del sito in esame, ricadente nella zona sismica 2, si ottengono, per lo SLV, i seguenti parametri di pericolosità sismica:

|  |       |
|--|-------|
| Zona Simica  | 2     |
| $a_g$ (g) (SLV)  | 0.321 |
| Categoria di sottosuolo  | C     |
| Coefficiente di amplificazione stratigrafica<br>$S_s$                    | 1.246 |
| Coefficiente di amplificazione topografica<br>$S_t$                      | 1.0   |
| Coefficiente di spostamento $\beta$                                      | 1.0   |
| $a_h$ (g) = $k_h = \alpha \cdot \beta \cdot S_t \cdot S_s \cdot a_g$ (g) | 0.400 |

I coefficienti sismici orizzontali  $k_h$  che interessano tutte le masse sono stati calcolati come:

$$a_h = k_h \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{\max}$$

dove  $a_{\max}$  è valutata come

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_t \cdot a_g ;$$

dove  $\alpha \leq 1$  è un coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera e  $\beta \leq 1$  è un coefficiente funzione della capacità dell'opera di subire spostamenti senza cadute di resistenza. In questo caso si assume  $\alpha = \beta = 1$ . Nei casi in cui i diaframmi contrastati da puntoni definitivi, come ne caso in oggetto, la valutazione delle spinte del terreno è stata effettuata seguendo la formulazione di Wood. In questo caso la procedura di calcolo automatica prevista dal programma Paratie plus fa riferimento ad un comportamento rigido della paratia.

I carichi sismici dovuti all'inerzia dei diaframmi e all'incremento sismico di spinta sono stati calcolati considerando l'approfondimento massimo della galleria ed applicati manualmente nei rispettivi modelli di calcolo previsti. Il carico sismico, dovuto all'incremento di spinta del terreno, applicato ad un solo diaframma vale :

$$D_{sh} = \gamma_{\text{medio}} \cdot k_h \cdot H_{\text{tot}} = 18.99 \cdot 0.4 \cdot 14.95 = 113.56 \text{ kN/m}^2$$

Il carico dovuto all'inerzia del diaframma vale

$$q_{i,\text{diaf}} = 25.0 \cdot 1.5 \cdot 0.4 = 15.0 \text{ kN/m}^2$$

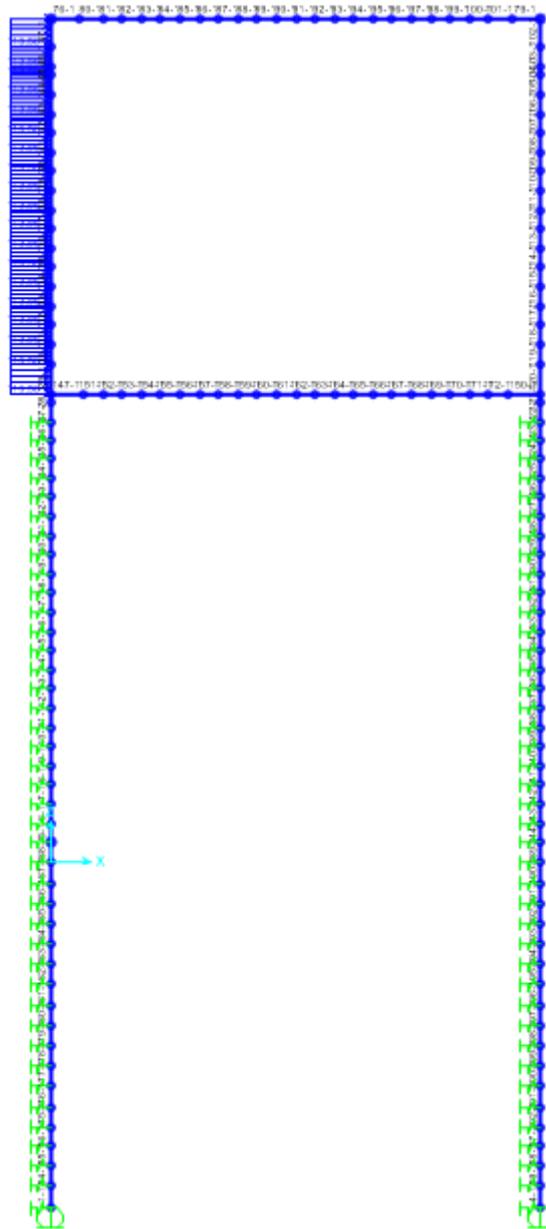


Figura 13. Carico dovuto al sisma – Metodo di Wood



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 29 di 147 |

### 6.3 COMBINAZIONI DI CARICO

Si riporta di seguito le combinazioni di carico assunte nei modelli Paratie plus e SAP2000.

#### 6.3.1 Combinazioni di carico per il diaframma

Tabella 2. Combinazioni per il modello Paratie plus

#### 6.3.2 Combinazioni di carico per la struttura interna

Le azioni descritte in precedenza sono state combinate, secondo le diverse combinazioni di carico statiche, considerato i coefficienti applicativi per i ponti ferroviari, mentre per le condizioni di applicazione la parte della norma applicata è quella canonica per le opere in sotterraneo.

|               | Peso Proprio | Permanenti Portati | Spinta Idrostatica | Accidentale Treno destra | Accidentale Treno sinistra |
|---------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------------|----------------------------|
|               | G1           | G2                 | S                  | $Q_{dx}$                 | $Q_{sx}$                   |
| SLU 1         | 1            | 0                  | 1,35               | 0                        | 0                          |
| SLU 2         | 1,35         | 1,5                | 1                  | 1,45                     | 1,45                       |
| SLU 3         | 1,35         | 1,5                | 1                  | 0                        | 1,45                       |
| SLE rr1       | 1            | 0                  | 1                  | 0                        | 0                          |
| SLE rr2       | 1            | 1                  | 1                  | 1                        | 1                          |
| SLE rr3       | 1            | 1                  | 1                  | 0                        | 1                          |
| SLE fr1 (rr4) | 1            | 1                  | 1                  | 0,8                      | 0,8                        |
| SLE fr2 (rr5) | 1            | 1                  | 1                  | 0                        | 0,8                        |
| SLE qp1 (fr3) | 1            | 1                  | 1                  | 0,2                      | 0,2                        |
| SLE qp2 (fr4) | 1            | 1                  | 1                  | 0                        | 0,2                        |

Tabella 3. Combinazioni per il modello struttura interna SAP2000



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria  
 artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 30 di 147 |

### 6.3.1 Combinazioni di carico per la galleria (Modello SAP2000)

Le azioni descritte in precedenza sono state combinate, secondo le diverse combinazioni di carico statiche, considerando i coefficienti applicativi per i ponti ferroviari, mentre per le condizioni di applicazione la parte della norma applicata è quella canonica per le opere in sotterraneo. Le combinazioni tengono conto della spinta sbilanciata attraverso l'applicazione dei coefficienti favorevoli/sfavorevoli.

| Carico | SLU1 | SLU2 | SLU3 | SLU4 | SLU5 | SLU6 | SLU7 | SLE1 | SLE2 | SLE-F1 | SLE-F2 | SLE-F3 | SLE-QP |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|--------|--------|--------|
| PP     | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.35 | 1.00 | 1.35 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 1.00   |
| Pcop   | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.00 | 1.00 | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 1.00   |
| SPsx   | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.35 | 1.00 | 1.00 | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 1.00   |
| SPdx   | 1.00 | 1.35 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.80 | 0.80 | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 1.00   |
| Q      | 1.35 | 1.35 | 0.00 | 1.35 | 0.00 | 1.01 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.80   | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
| SQsx   | 0.00 | 0.00 | 1.35 | 1.35 | 1.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00   | 0.80   | 0.00   | 0.00   |
| SQdx   | 0.00 | 0.00 | 1.35 | 0.00 | 0.00 | 1.01 | 1.01 | 0.00 | 1.00 | 0.00   | 0.00   | 0.80   | 0.00   |
| ritiro | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.00 | 1.00 | 1.00   | 1.00   | 1.00   | 1.00   |
| term   | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 0.60 | 0.60 | 0.60   | 0.60   | 0.60   | 0.50   |

| Carico | SLV1  | SLV2  | SLV3 | SLV4  | SLV5  | SLV6  | SLV7 | SLV8  | SLV9  | SLV10 | SLV11 | SLV12 | SLV13 | SLV14 | SLV15 | SLV16 |
|--------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| PP     | 1.00  | 1.00  | 1.00 | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00 | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| Pcop   | 1.00  | 1.00  | 1.00 | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00 | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| SPsx   | 1.00  | 1.00  | 1.00 | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00 | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| SPdx   | 1.00  | 1.00  | 1.00 | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00 | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| Q      | 0.20  | 0.20  | 0.20 | 0.20  | 0.20  | 0.20  | 0.20 | 0.20  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  |
| SQsx   | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 0.20  | 0.20  | 0.20  | 0.20  | 0.20  | 0.20  | 0.20  | 0.20  |
| SQdx   | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 0.20  | 0.20  | 0.20  | 0.20  | 0.20  | 0.20  | 0.20  | 0.20  |
| ritiro | 1.00  | 1.00  | 1.00 | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00 | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  | 1.00  |
| term   | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00 | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  | 0.00  |
| Esh    | 1.00  | -1.00 | 1.00 | -1.00 | 0.30  | -0.30 | 0.30 | -0.30 | 1.00  | -1.00 | 1.00  | -1.00 | 0.30  | -0.30 | 0.30  | -0.30 |
| Esv    | -0.30 | 0.30  | 0.30 | 0.30  | -1.00 | -1.00 | 1.00 | 1.00  | -0.30 | 0.30  | 0.30  | 0.30  | -1.00 | -1.00 | 1.00  | 1.00  |
| Ish    | 1.00  | -1.00 | 1.00 | -1.00 | 0.30  | -0.30 | 0.30 | -0.30 | 1.00  | -1.00 | 1.00  | -1.00 | 0.30  | -0.30 | 0.30  | -0.30 |
| IsV    | -0.30 | 0.30  | 0.30 | 0.30  | -1.00 | -1.00 | 1.00 | 1.00  | -0.30 | 0.30  | 0.30  | 0.30  | -1.00 | -1.00 | 1.00  | 1.00  |

**Tabella 4. Combinazioni per il modello Galleria - SAP2000**

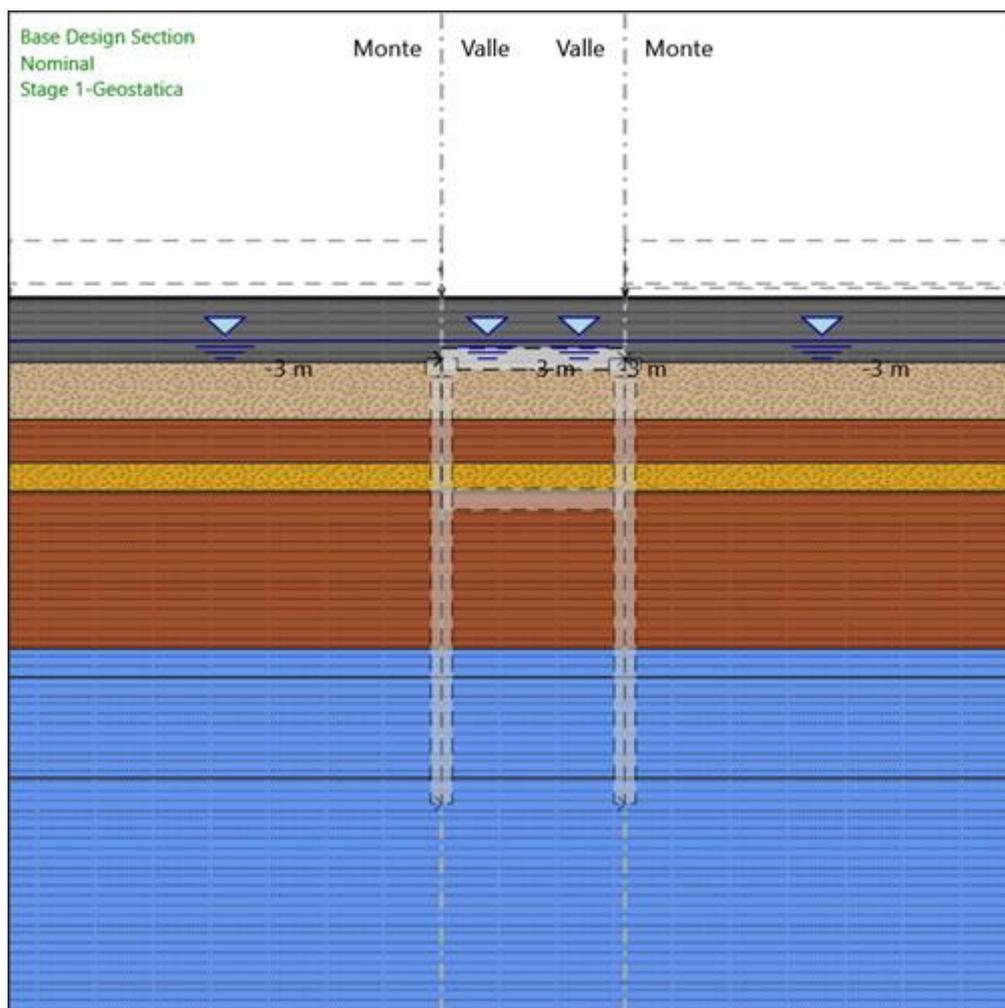
## 7 MODELLI DI CALCOLO

### 7.1 MODELLO DI CALCOLO DIAFRAMMI IN FASE DI SCAVO – PARATIE PLUS

La modellazione dei diaframmi è stata affrontata mediante l'ausilio del software Paratie Plus 2018, un codice agli elementi finiti che simula il problema di uno scavo sostenuto da diaframmi e permette di valutare il comportamento delle pareti durante tutte le fasi intermedie e nella configurazione finale.

#### 7.1.1 Fasi di scavo e stage di calcolo

Stage 1-Geostatica





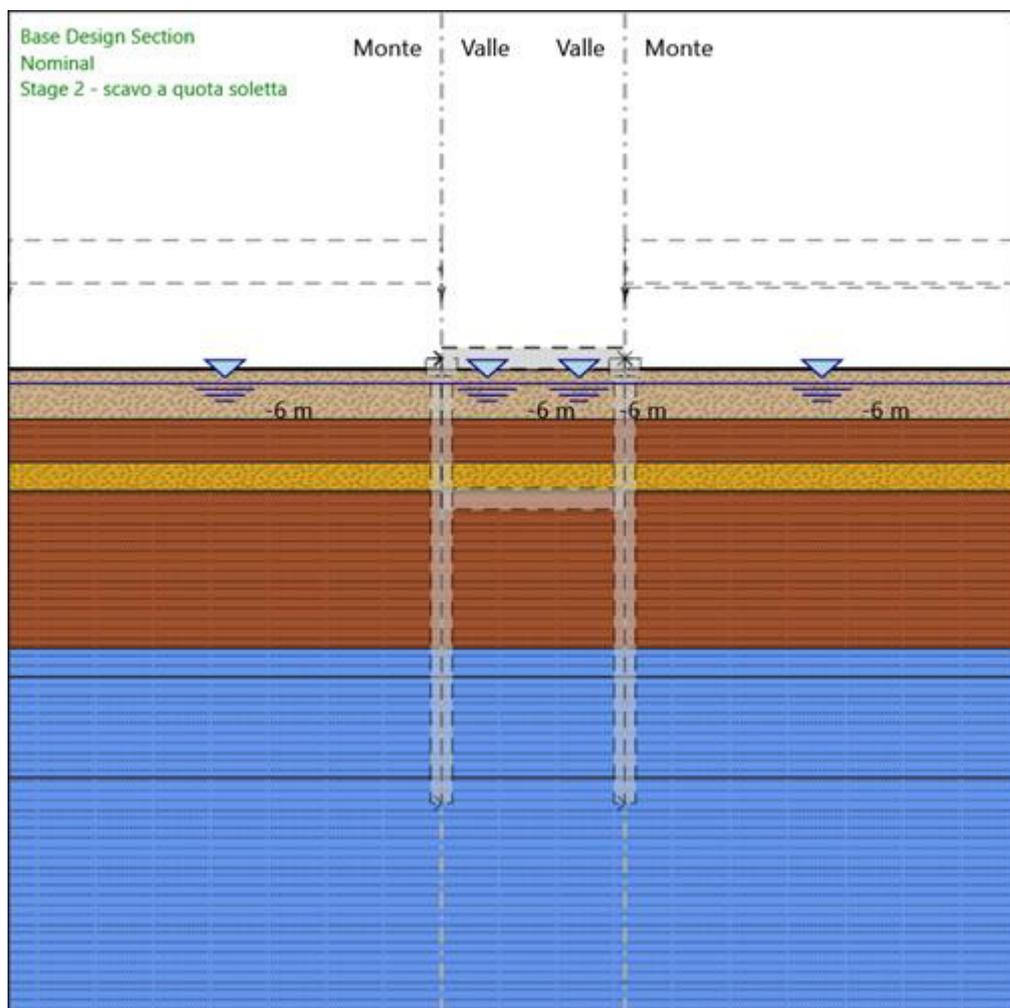
DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

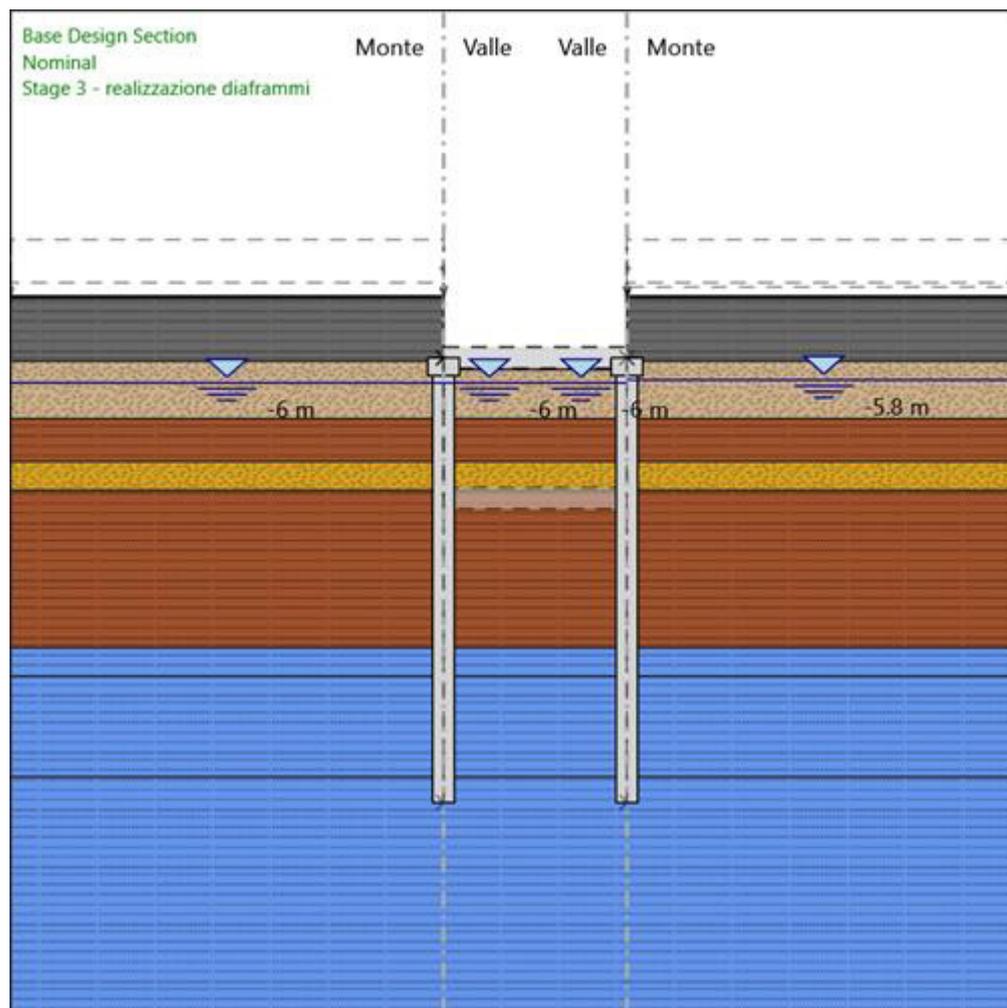
RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria  
artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 32 di 147 |

Stage 2 - scavo a quota soletta



Stage 3 - realizzazione diaframmi



Stage 3 - realizzazione diaframmi

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement\_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement\_New\_New

X : 0 m



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 34 di 147 |

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Paratia : WallElement\_New\_New\_New

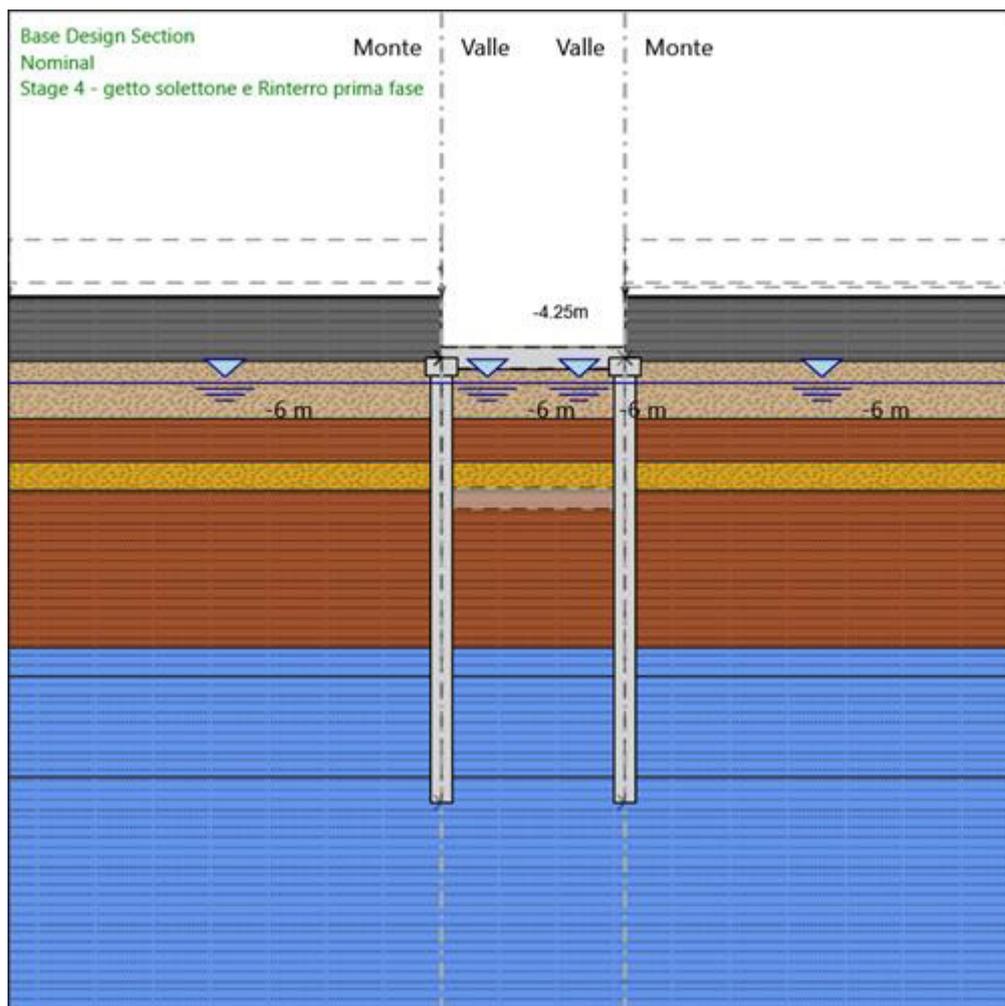
X : 12.7 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Stage 4 - Getto solettone e Rinterro prima fase



Stage 4 - Getto solettone e Rinterro prima fase



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 35 di 147 |

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement\_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement\_New\_New

X : 0 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Paratia : WallElement\_New\_New\_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Soletta : Solettone prima fase

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 12.7 m

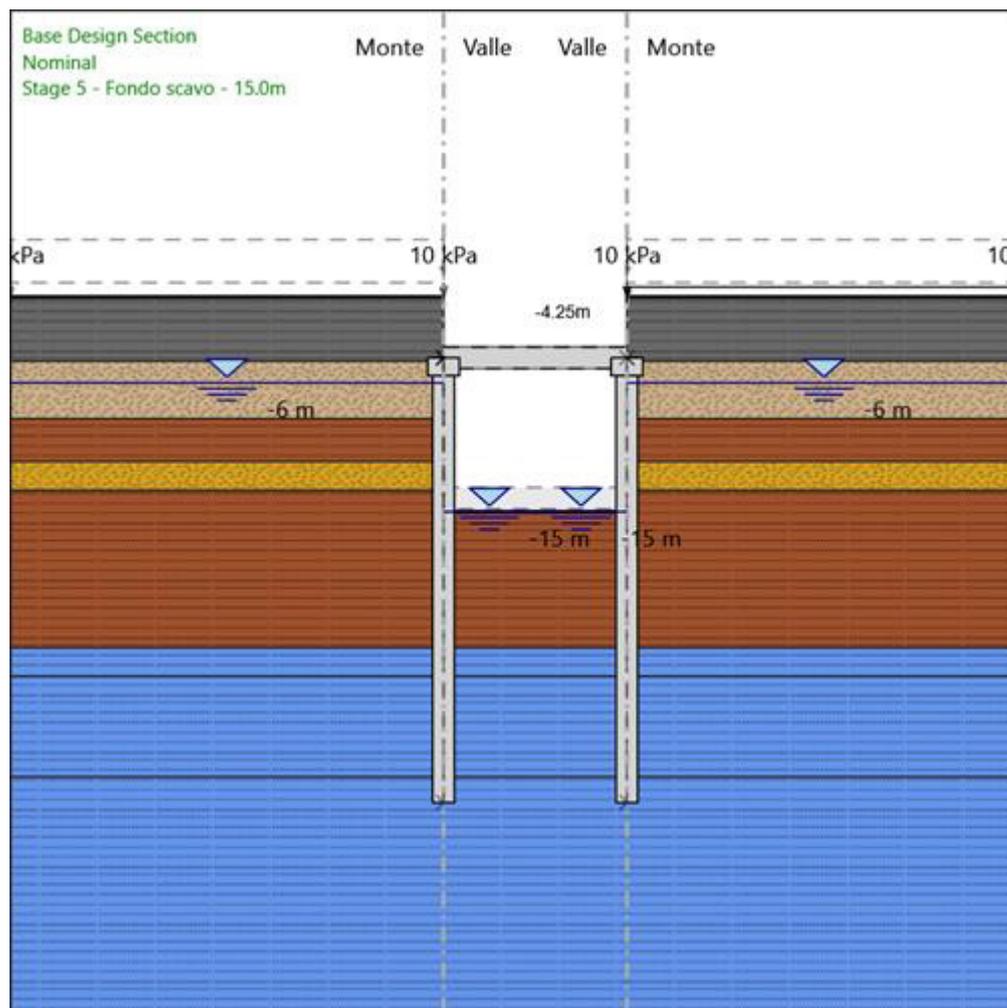
Z : -4.25 m

Lunghezza : 12.7 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta rinterro prima fase

Stage 5 - Fondo scavo - 15.0m



Stage 5 - Fondo scavo - 15.0m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement\_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement\_New\_New



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 37 di 147 |

X : 0 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Paratia : WallElement\_New\_New\_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Soletta : Solettone prima fase

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 12.7 m

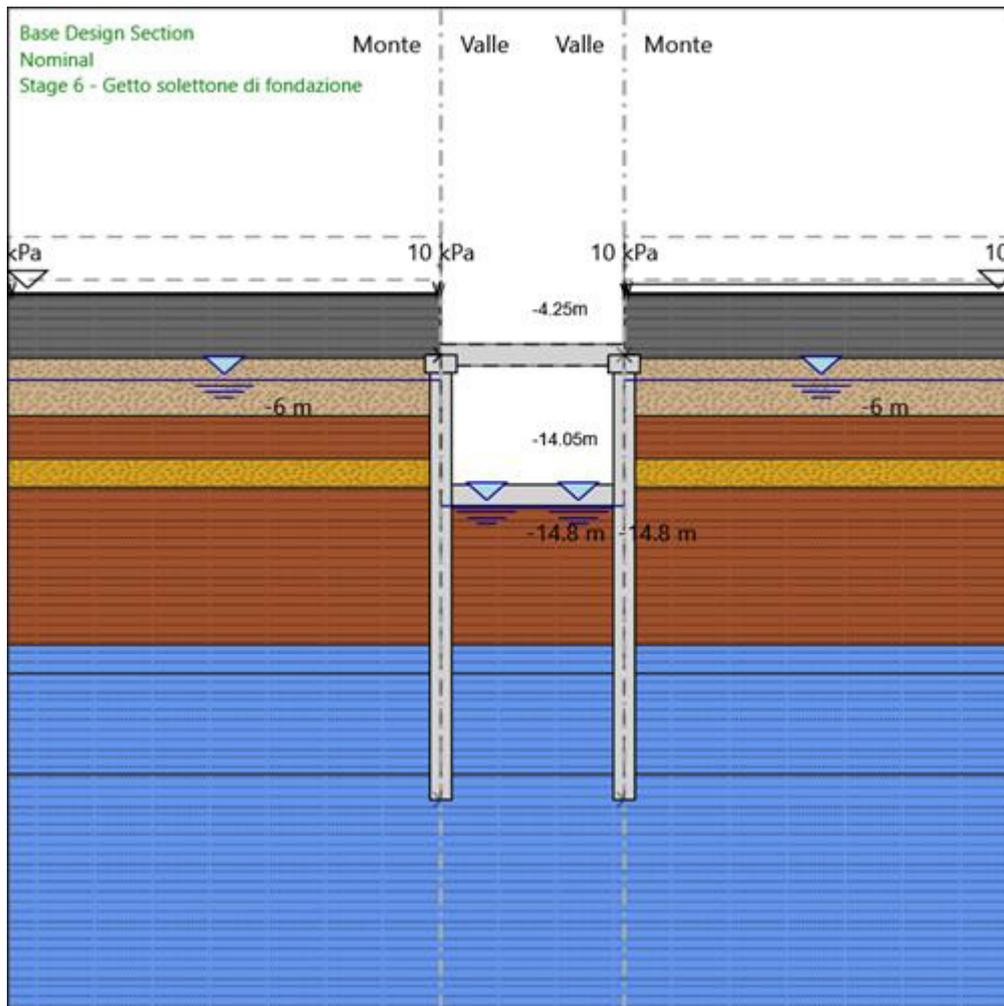
Z : -4.25 m

Lunghezza : 12.7 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta rinterro prima fase

Stage 6 - Getto solettone di fondazione



Stage 6 - Getto solettone di fondazione

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement\_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Soletta : fondazione

X del primo muro : 0 m



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 39 di 147 |

X del secondo muro : 12.7 m

Z : -14.05 m

Lunghezza : 12.7 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta fon

Paratia : WallElement\_New\_New

X : 0 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Paratia : WallElement\_New\_New\_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Soletta : Solettone prima fase

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 12.7 m

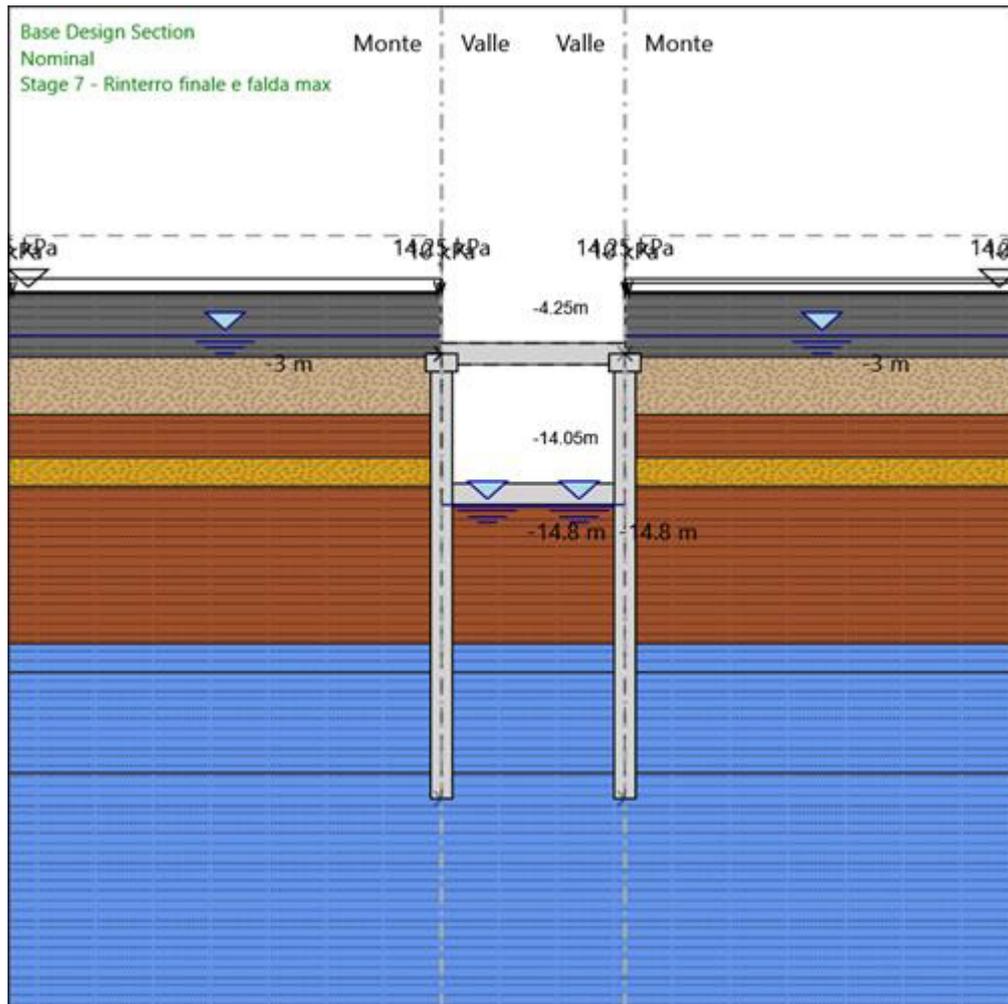
Z : -4.25 m

Lunghezza : 12.7 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta rinterro prima fase

Stage 7 - Rinterro finale e falda max



Stage 7 - Rinterro finale e falda max

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement\_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Soletta : fondazione

X del primo muro : 0 m



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 41 di 147 |

X del secondo muro : 12.7 m

Z : -14.05 m

Lunghezza : 12.7 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta fon

Paratia : WallElement\_New\_New

X : 0 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Paratia : WallElement\_New\_New\_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Soletta : Rinterro finale

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 12.7 m

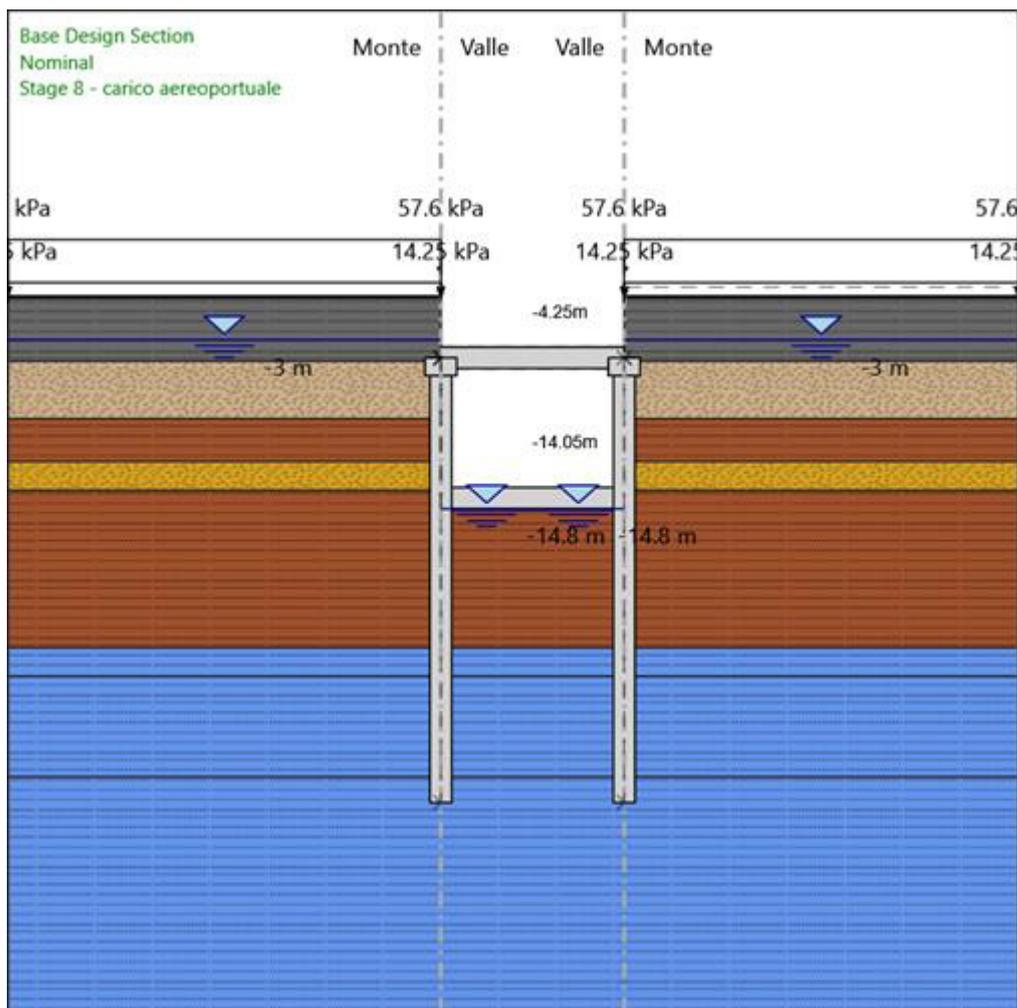
Z : -4.25 m

Lunghezza : 12.7 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta cop finale

Stage 8 - carico aeroportuale



Stage 8 - carico aeroportuale

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement\_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Soletta : fondazione

X del primo muro : 0 m



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 43 di 147 |

X del secondo muro : 12.7 m

Z : -14.05 m

Lunghezza : 12.7 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta fon

Paratia : WallElement\_New\_New

X : 0 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Paratia : WallElement\_New\_New\_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Soletta : Copertura mobili

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 12.7 m

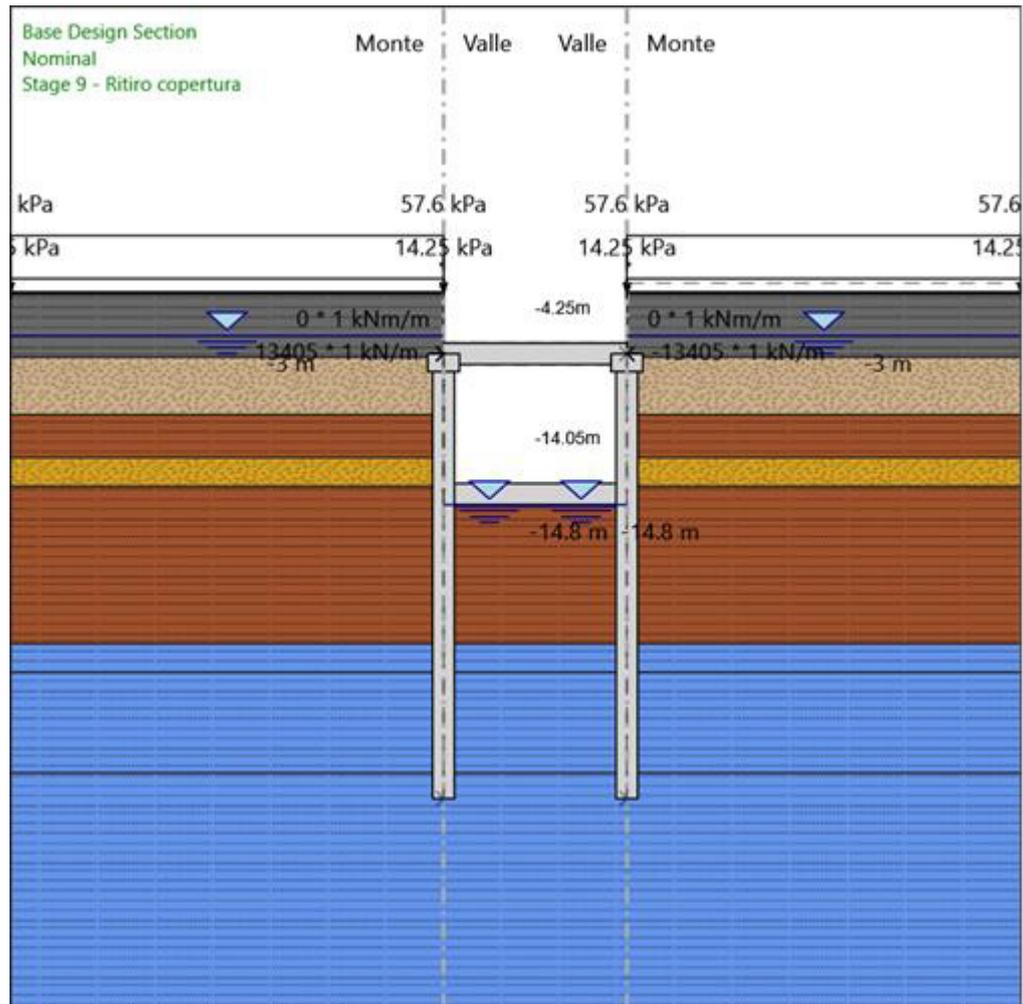
Z : -4.25 m

Lunghezza : 12.7 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta cop mobili

### Stage 9 - Ritiro copertura



### Stage 9 - Ritiro copertura

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement\_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Soletta : fondazione

X del primo muro : 0 m



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 45 di 147 |

X del secondo muro : 12.7 m

Z : -14.05 m

Lunghezza : 12.7 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta fon

Paratia : WallElement\_New\_New

X : 0 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Paratia : WallElement\_New\_New\_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Soletta : Copertura mobili

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 12.7 m

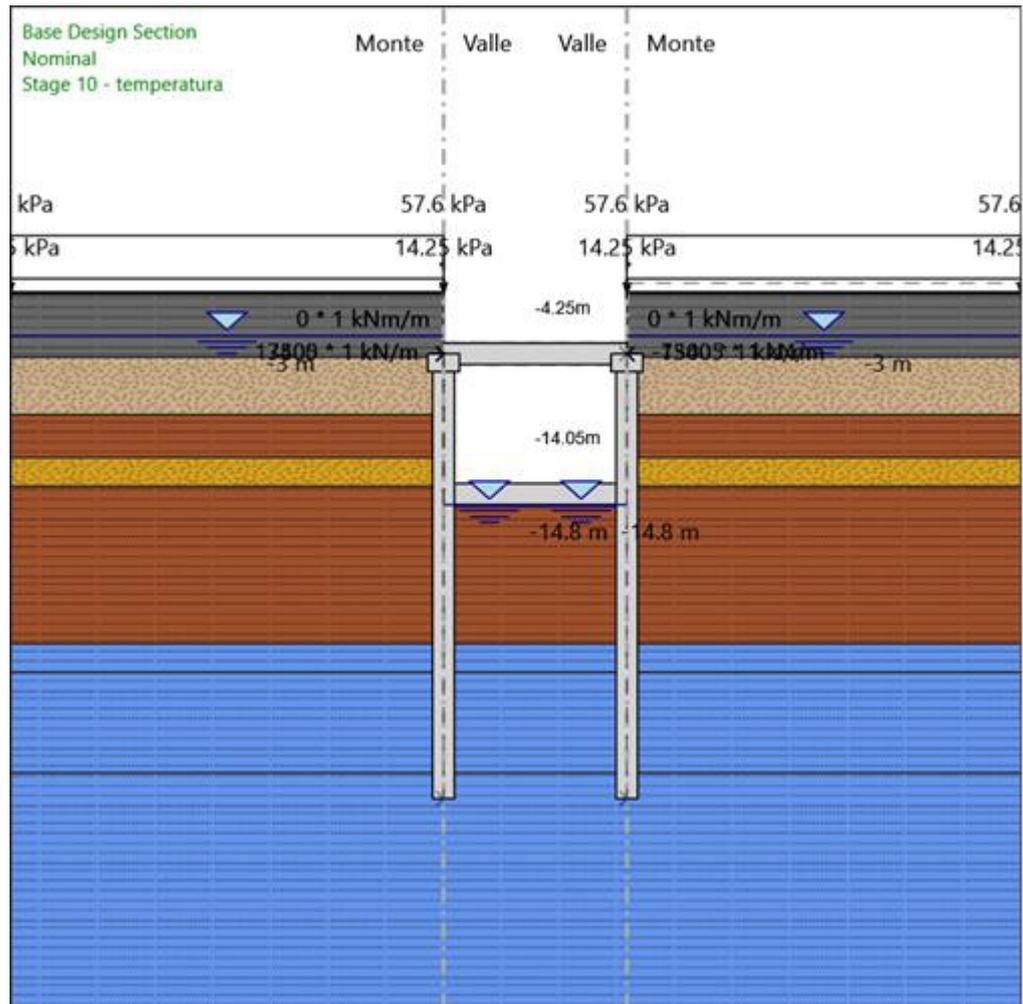
Z : -4.25 m

Lunghezza : 12.7 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta cop mobili

Stage 10 - temperatura



Stage 10 - temperatura

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement\_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Soletta : fondazione

X del primo muro : 0 m



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 47 di 147 |

X del secondo muro : 12.7 m

Z : -14.05 m

Lunghezza : 12.7 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta fon

Paratia : WallElement\_New\_New

X : 0 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Paratia : WallElement\_New\_New\_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Soletta : Copertura mobili

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 12.7 m

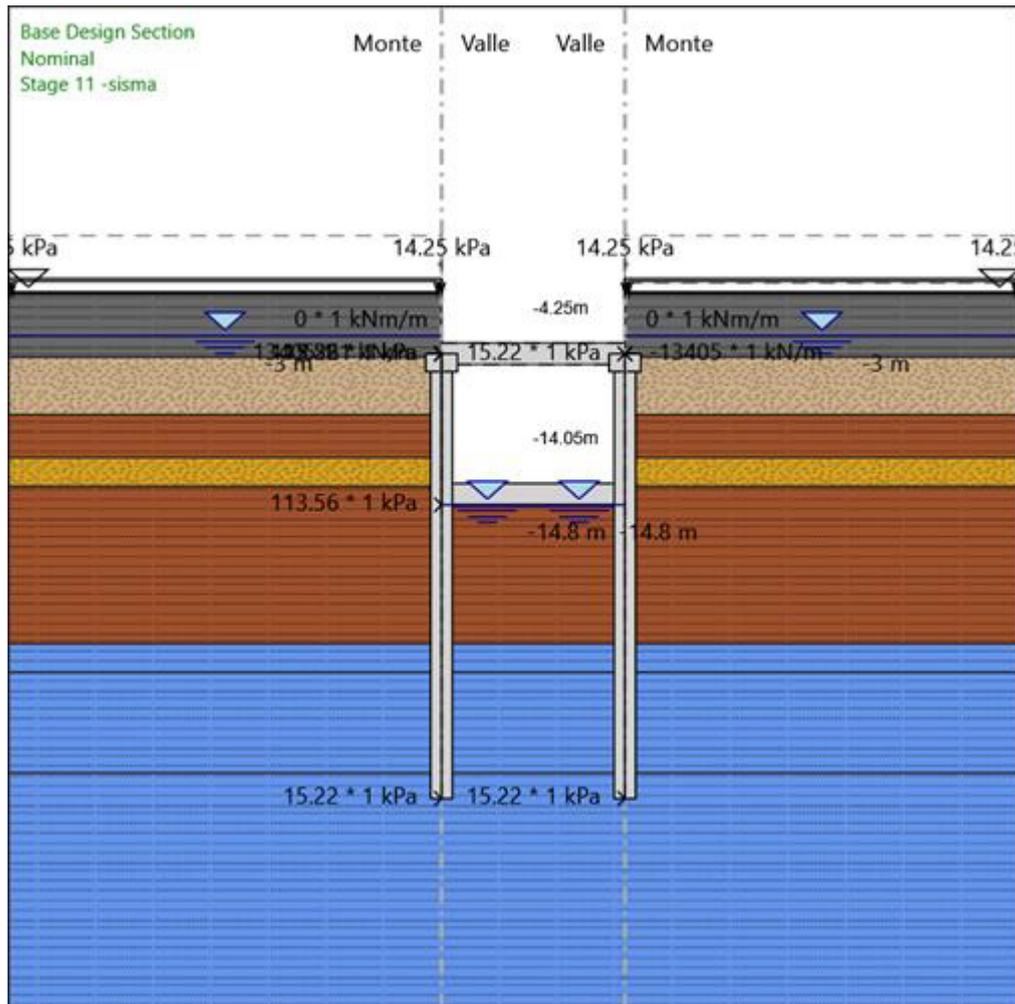
Z : -4.25 m

Lunghezza : 12.7 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta cop mobili

Stage 11 -sisma



Stage 11 -sisma

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement\_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Soletta : fondazione

X del primo muro : 0 m



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 49 di 147 |

X del secondo muro : 12.7 m

Z : -14.05 m

Lunghezza : 12.7 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta fon

Paratia : WallElement\_New\_New

X : 0 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Paratia : WallElement\_New\_New\_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Soletta : Rinterro finale

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 12.7 m

Z : -4.25 m

Lunghezza : 12.7 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta cop finale



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

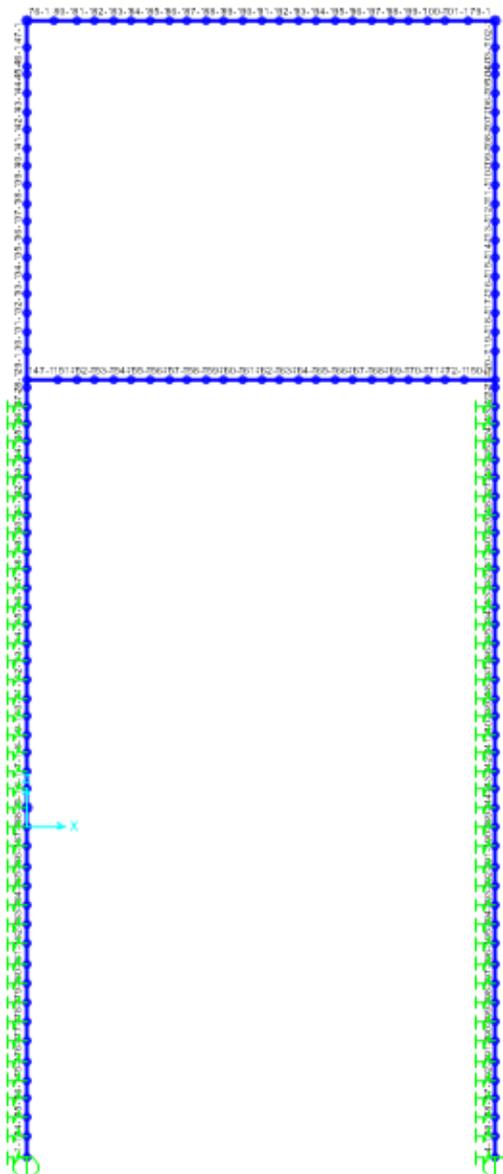
| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 50 di 147 |

## 7.2 MODELLAZIONE GALLERIA IN FASE FINALE

La modellazione della galleria in fase finale è stata affrontata mediante l'ausilio del software SAP2000, analizzando la struttura in condizione di spinta in quiete e le condizioni di carico di esercizio.

Il modello di calcolo di riferimento, riportato di seguito, prevede vincoli alla base dei diaframmi modellati tramite carrelli che bloccano la traslazione verticale mentre nel tratto infisso del diaframma sono state applicate delle molle di tipo elastico lineare con rigidzze orizzontali definite come descritto in precedenza.

In questo modello, il solettone di fondazione è modellato come un pendolo interno.

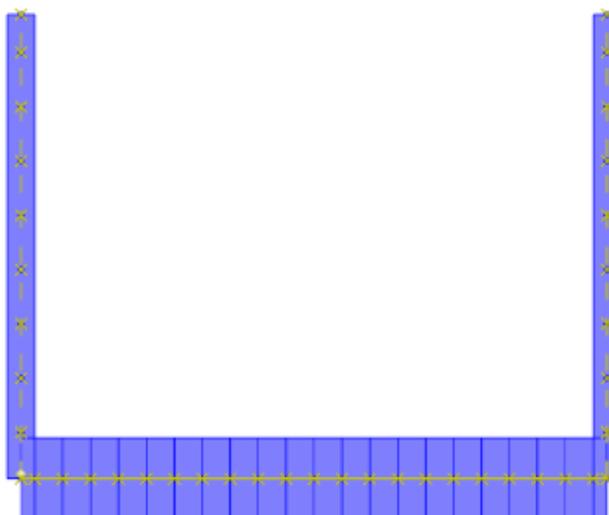


|   |   |             |                  |                            |           |                     |
|---|---|-------------|------------------|----------------------------|-----------|---------------------|
|  | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA<br><br>INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. |             |                  |                            |           |                     |
|   | MACROFASE FUNZIONALE 1<br>LOTTO 02  |             |                  |                            |           |                     |
| RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837 | COMMESSA<br><b>RS3H</b>   | LOTTO<br>02 | CODIFICA<br>D 78 | DOCUMENTO<br>CL GA01A0 001 | REV.<br>A | FOGLIO<br>51 di 147 |

**Figura 14. Modello strutturale galleria – Sez A**

### 7.3 MODELLAZIONE STRUTTURA INTERNA

La modellazione del solettone di fondazione e della fodera è stata affrontata mediante l’ausilio del software SAP2000. Il modello di calcolo di riferimento è riportato di seguito.



**Figura 15. Modello struttura interna**

Per la modellazione geometrica della struttura interna è stato considerato un concio elementare di un metro in direzione longitudinale, facendo riferimento all’asse dell’elemento. Il modello prevede vincoli di tipo cerniera posti in sommità ai piedritti, in corrispondenza della sezione di attacco con il cordolo di coronamento dei diaframmi, con controllo dei risultati in modo da evitare che la struttura risulti “appesa alle fodere”. Nella soletta di fondazione sono stati adattati 14 n-link con comportamento a GAP (non lineare) e rigidezza stimata dalla modellazione secondo Winkler.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria  
artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 52 di 147 |

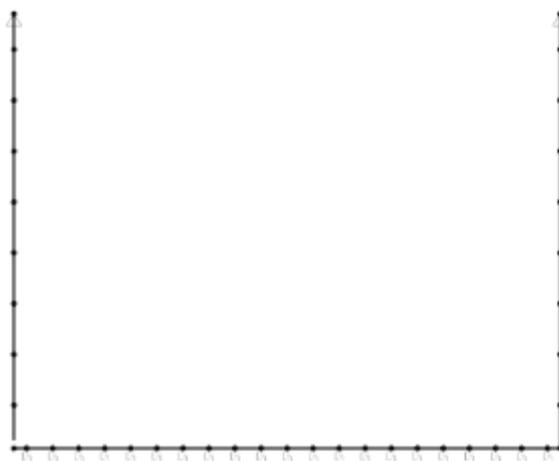


Figura 16. Vincoli

La rigidezza del terreno è stata poi ripartita per l'area di influenza associata ad ogni elemento di collegamento, in particolare:

Costante di Winkler  $k= 6600 \text{ kN/m}^3$  e Interasse tra gli n-link  $i= 0,51 \text{ m}$ .

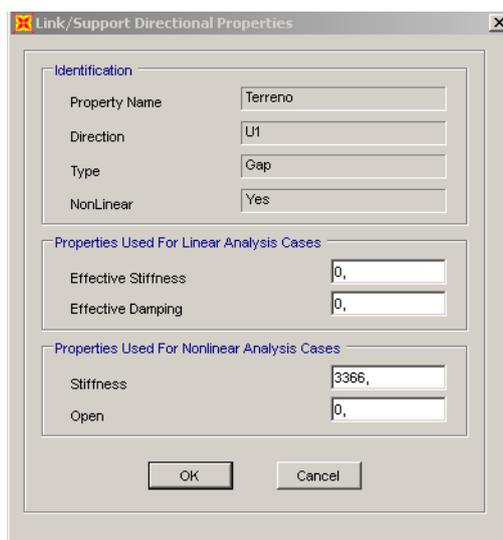


Figura 17. Proprietà n-link.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 53 di 147 |

## 8 ANALISI E VERIFICHE

Si riportano di seguito le analisi e le verifiche dei diaframmi, della copertura e della struttura interna (Fodere e soletta di fondazione).

### 8.1 RISULTATI DIAFRAMMI

#### 8.1.1 Sollecitazioni

Si riportano di seguito gli andamenti delle sollecitazioni ottenute, dalle analisi in fase di scavo, eseguite con il programma Paratie plus.

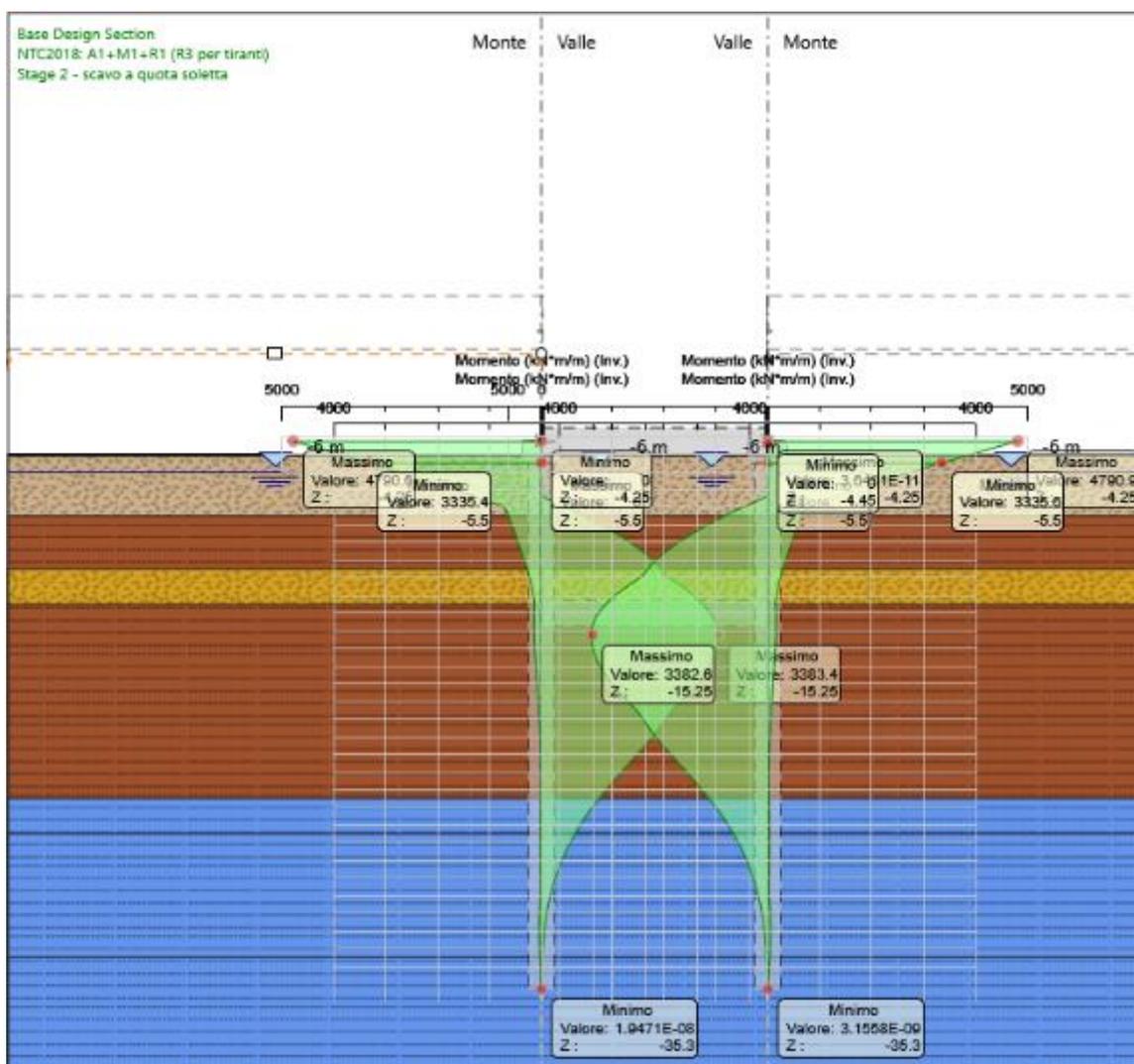


Figura 18. Involuppo Momenti flettenti – A1+M1+R3

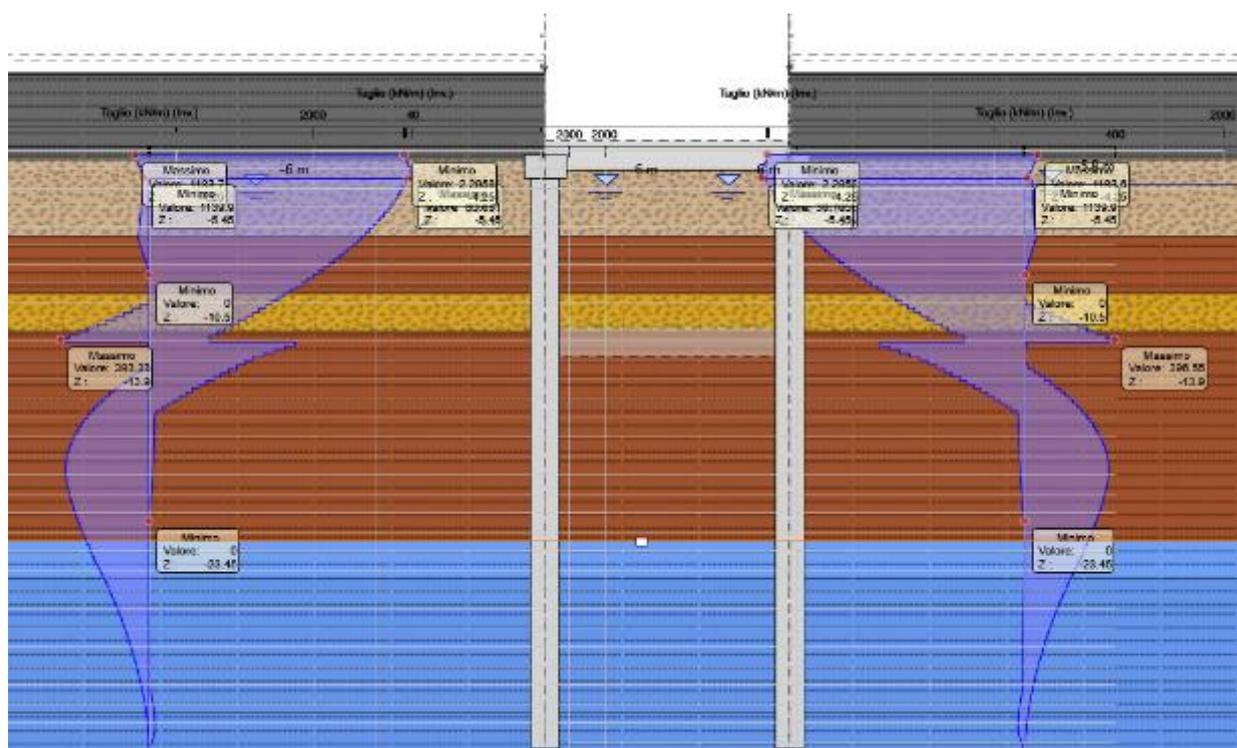


Figura 19. Involuppo Sforzo di taglio – A1+M1+R3

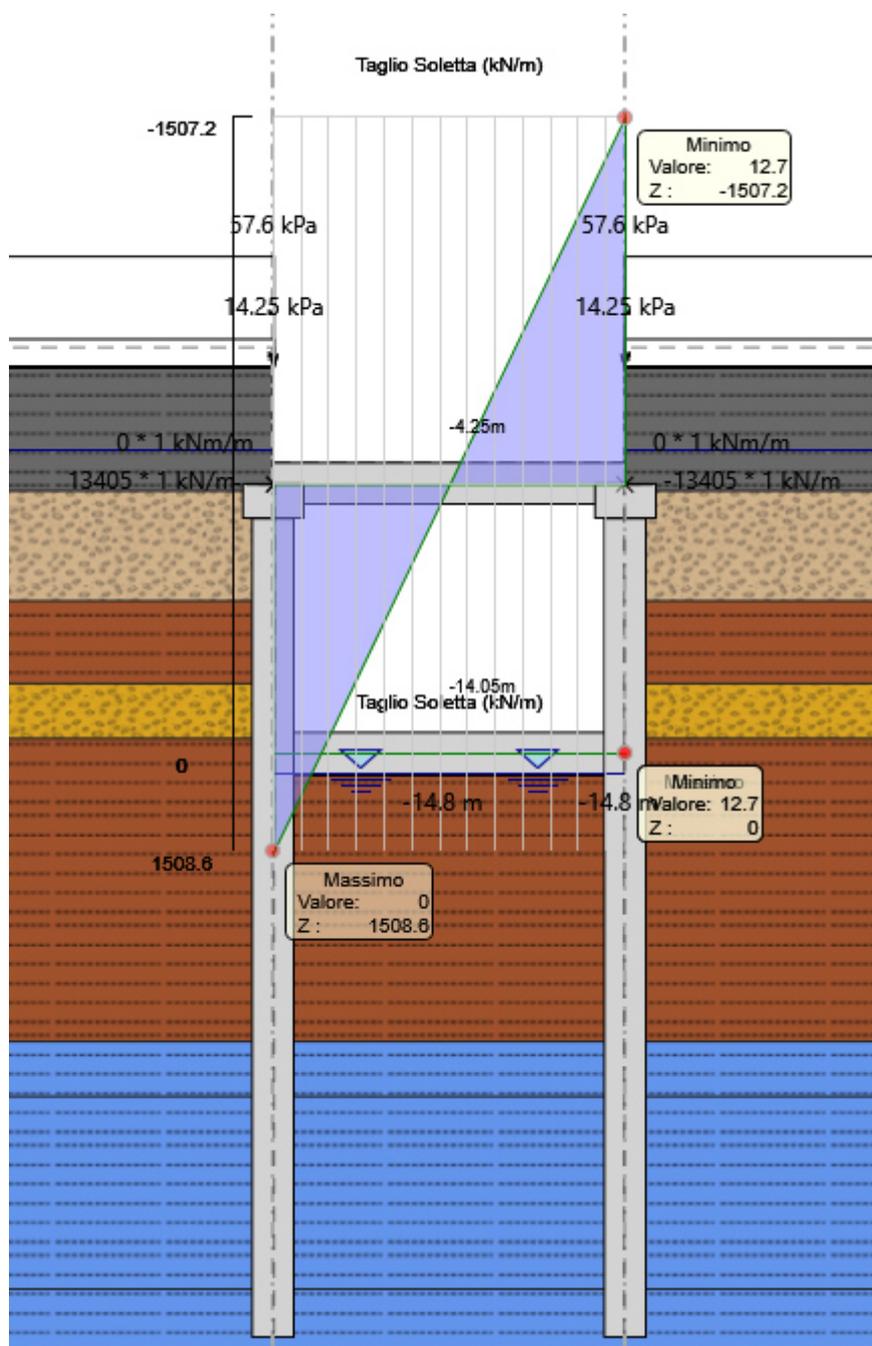


Figura 20. Sforzo normale in sommità al diaframma – A1+M1+R3

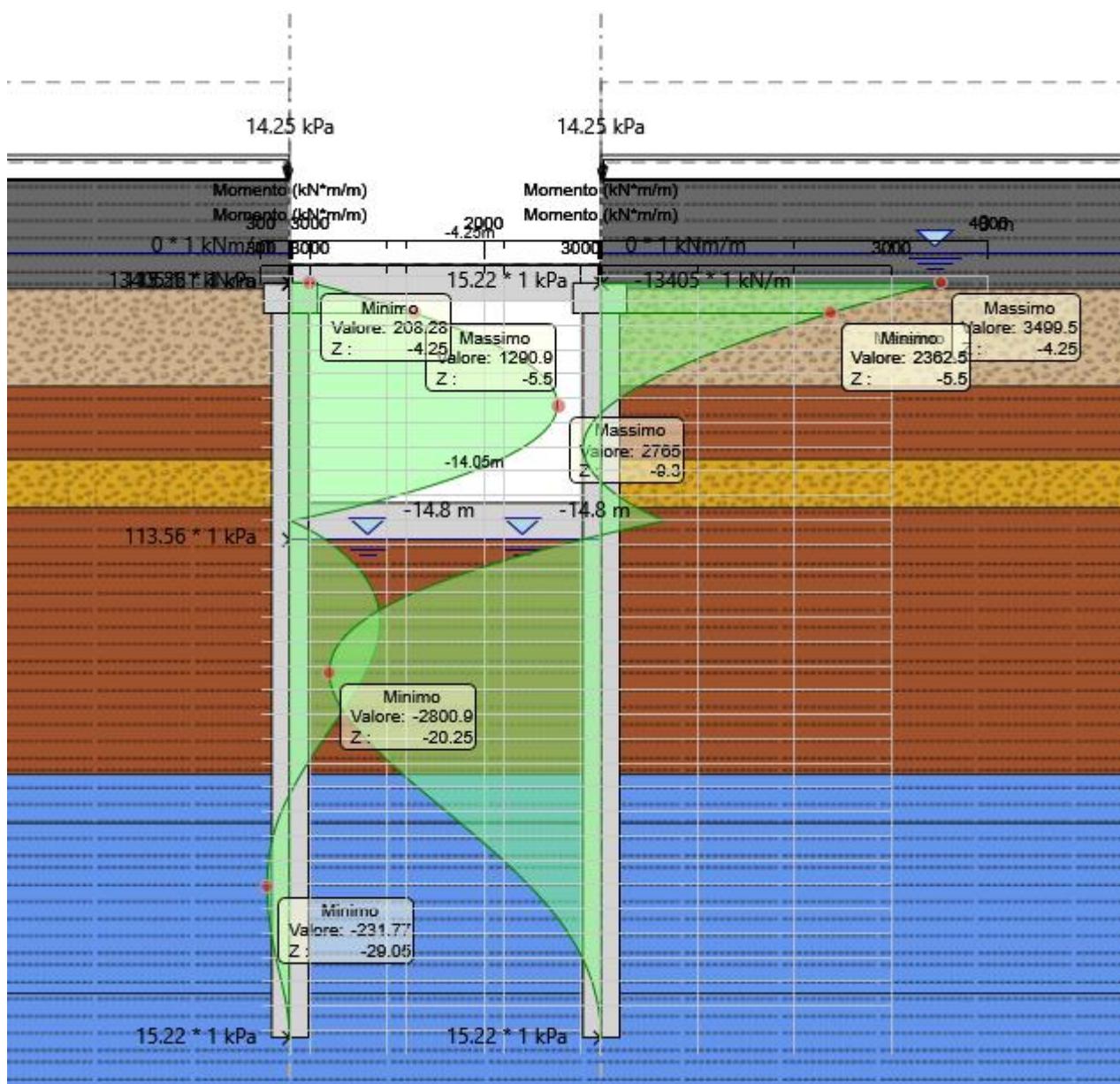


Figura 21. Momenti flettenti – Sisma

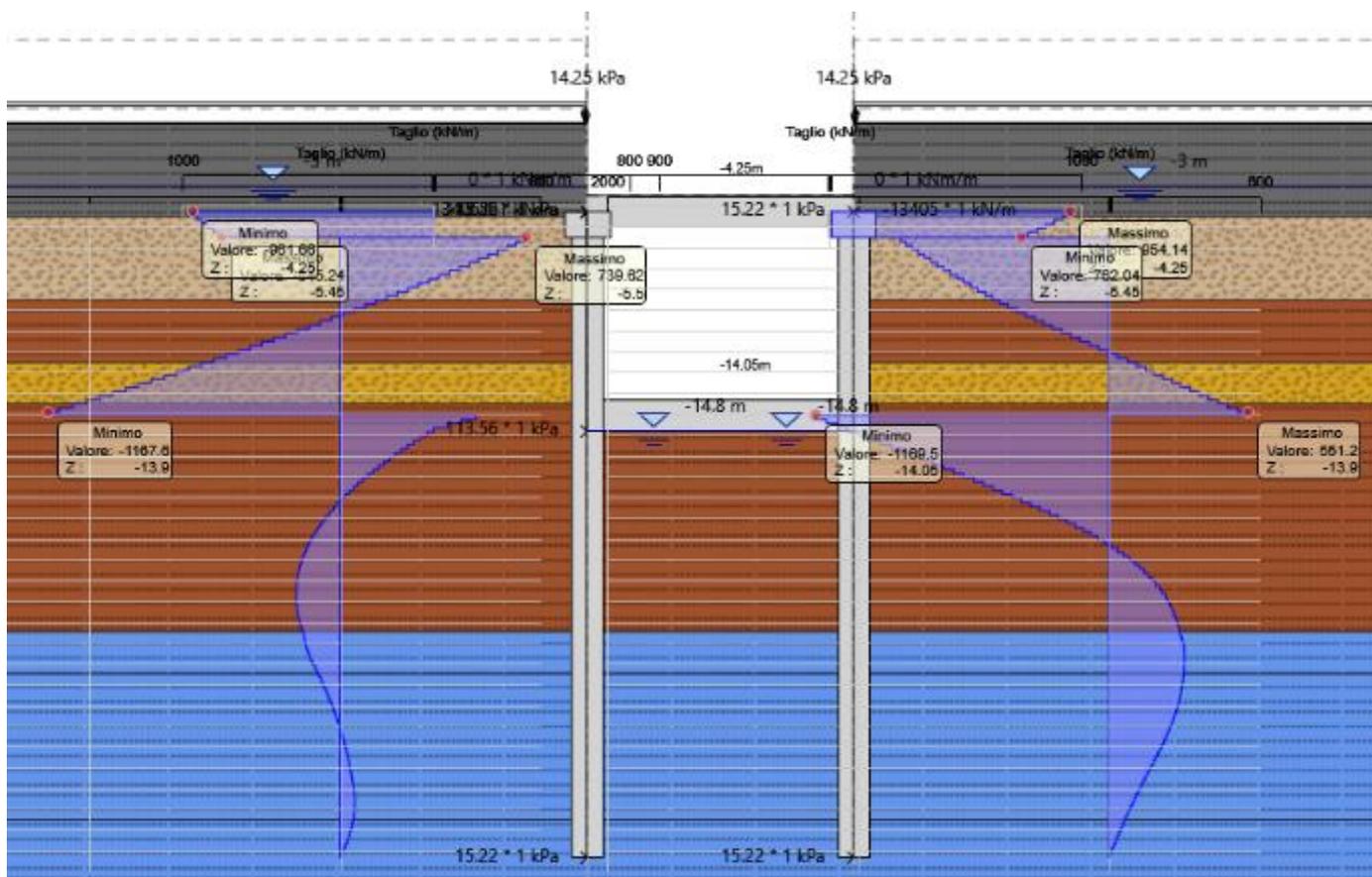


Figura 22. Sforzo di taglio – Sisma

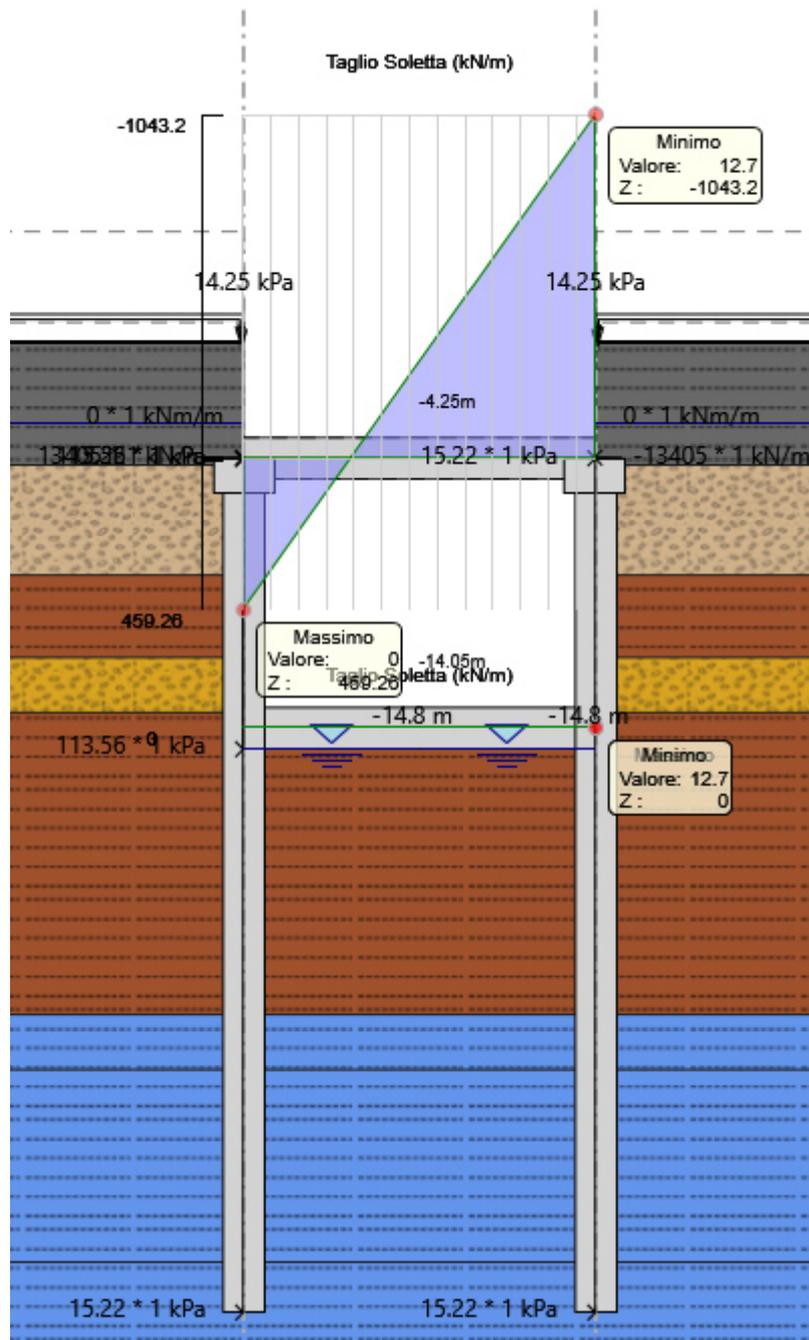


Figura 23. Sforzo normale in sommità al diaframma – Sisma

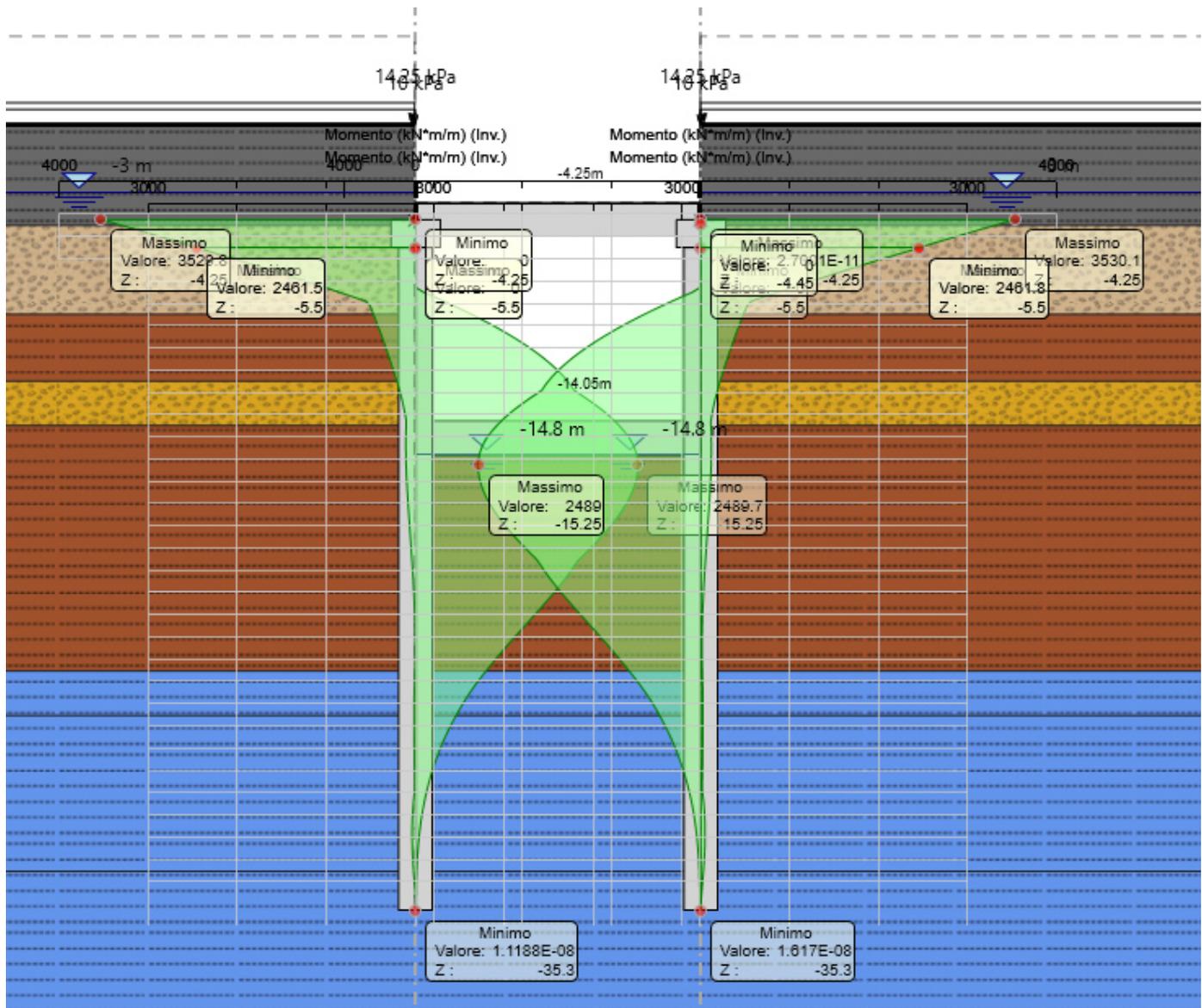


Figura 24. Momenti flettenti – SLE Rara\Frequente\QP

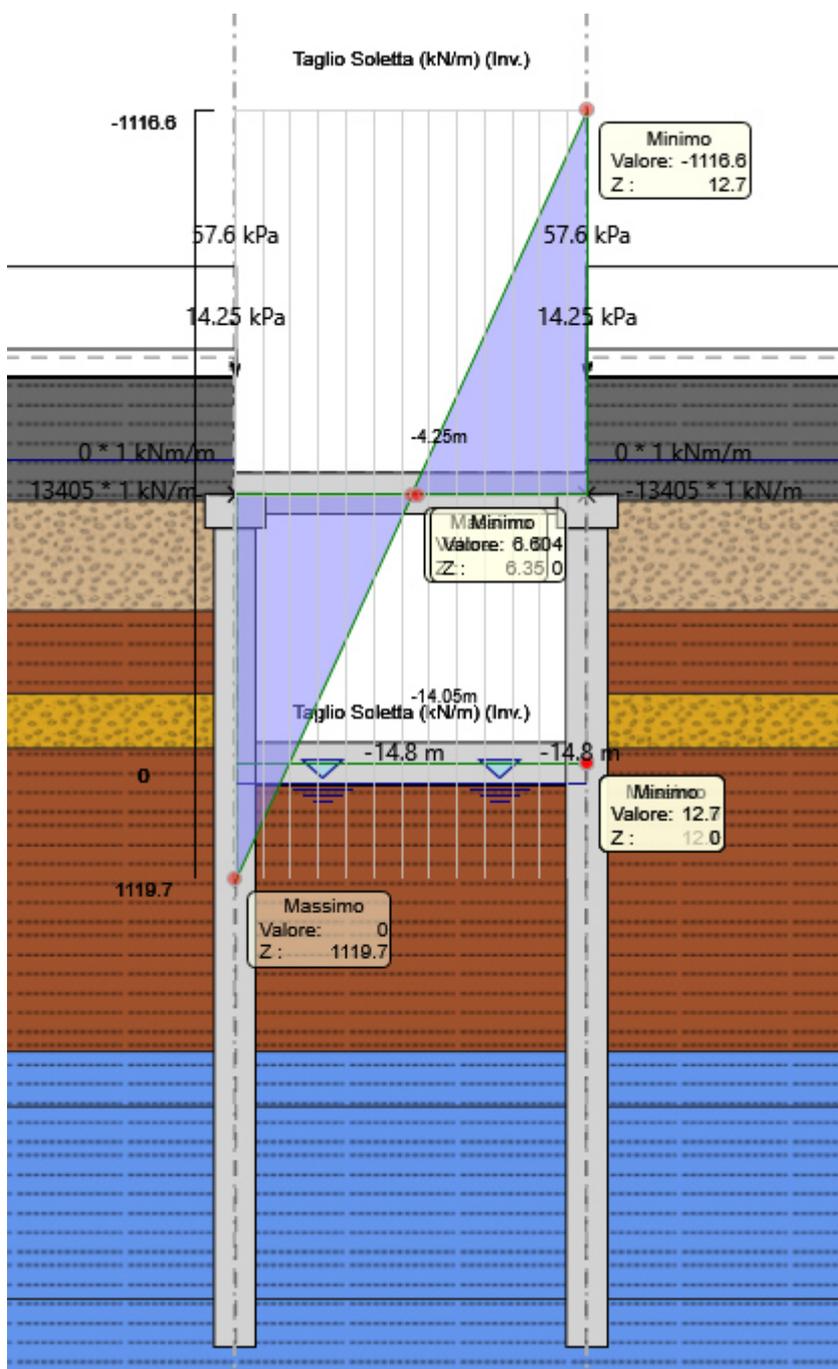


Figura 25. Sforzo normale in sommità al diaframma – SLE Rara\Frequente\QP

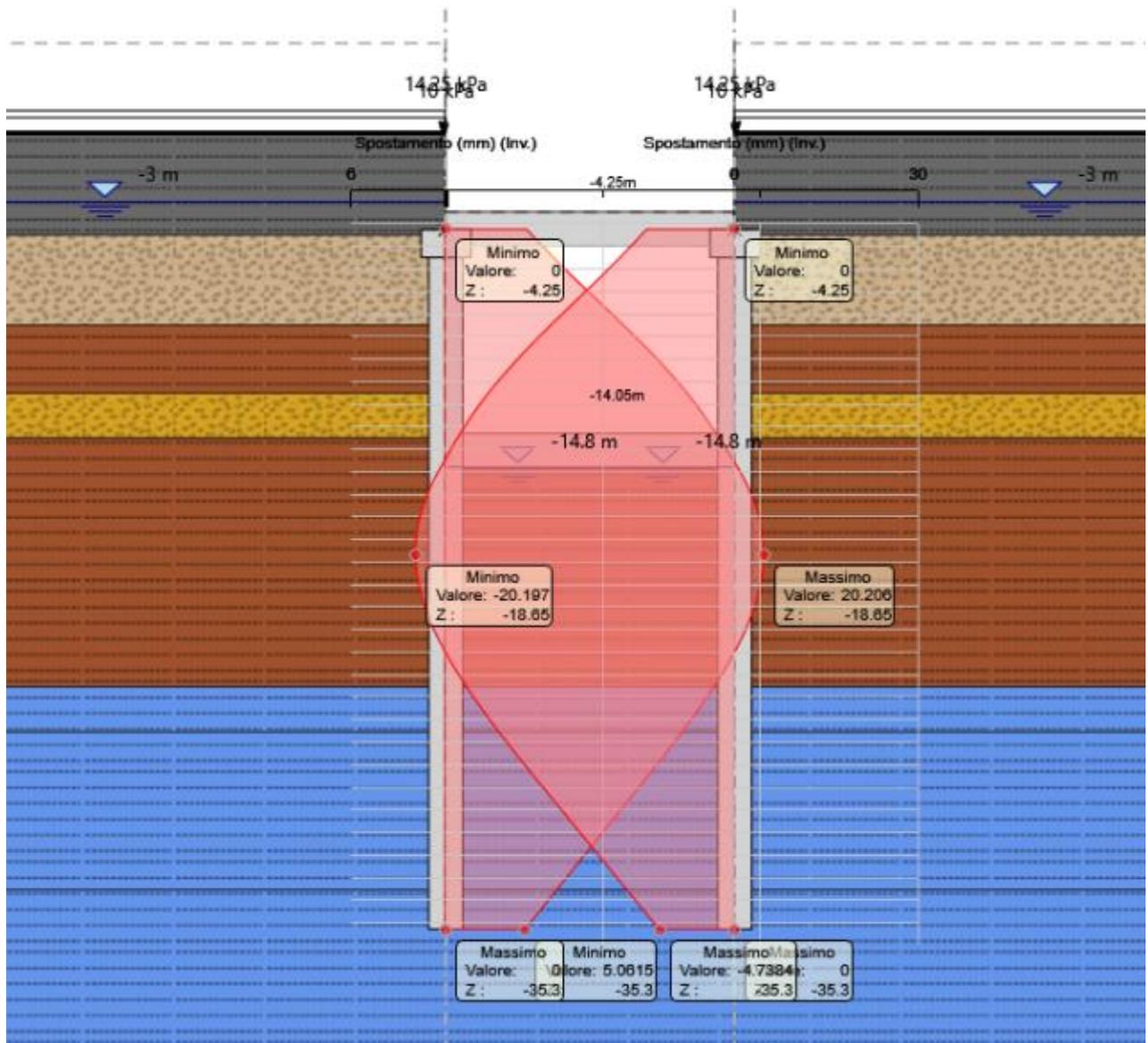
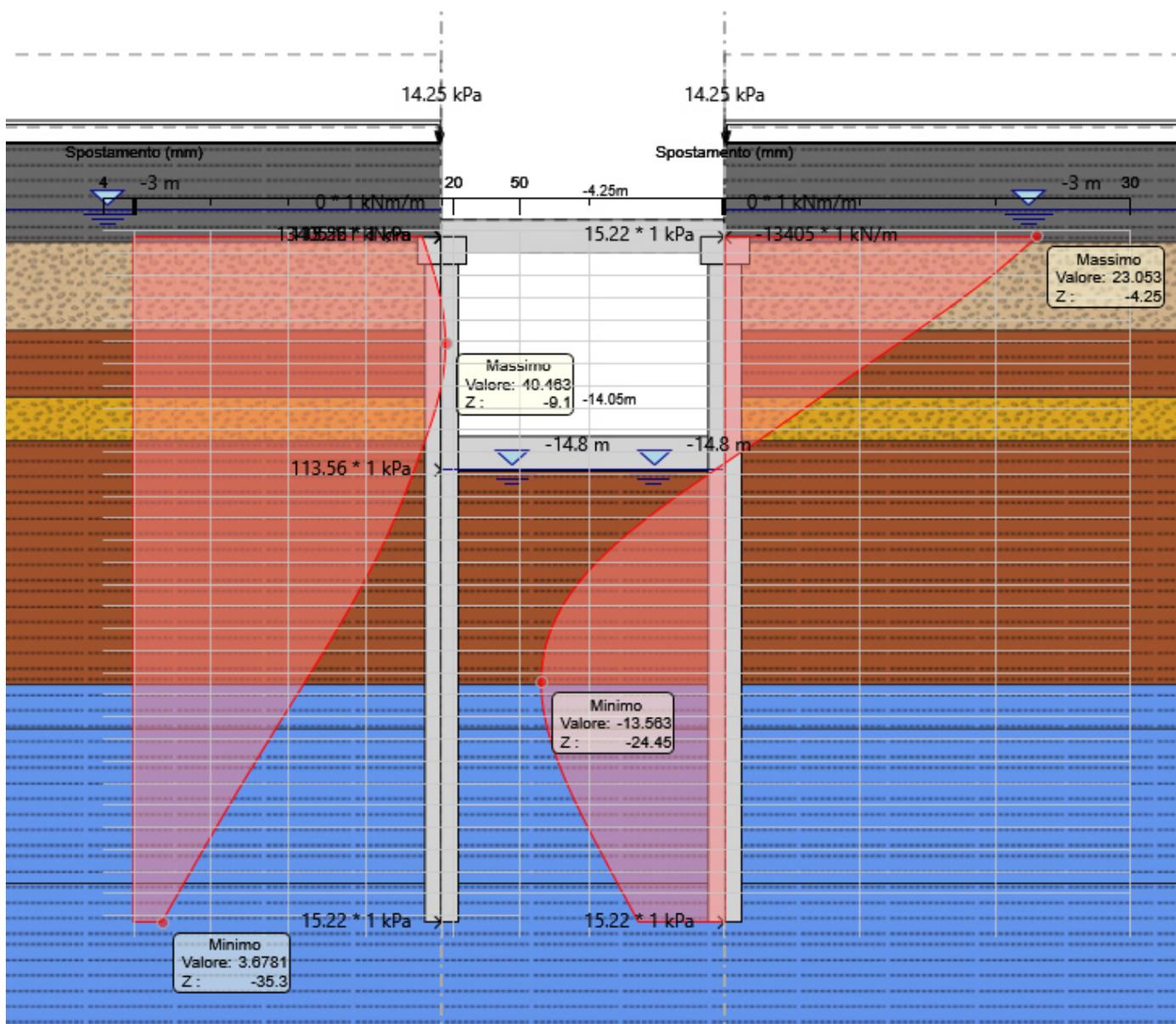


Figura 26. Spostamento – SLE



**Figura 27. Spostamento – Sisma**

Lo spostamento massimo in sisma, in asse soletta di copertura, vale dunque:

$$S_{max} = 23.0 - 3.6 = 19.4 \text{ mm}$$

In ottemperanza al 3.10.3.2.3 del Manuale di progettazione Corpo stradale, si dimostra che lo spostamento massimo in testa ad opere di sostegno di contenimento delle sede ferroviaria, in condizioni sismiche, è inferiore a 2 cm.

### 8.1.2 Sollecitazioni Galleri da modello SAP2000

Si riportano i diagrammi delle sollecitazioni ottenuti dal modello di calcolo eseguito con il software SAP2000.

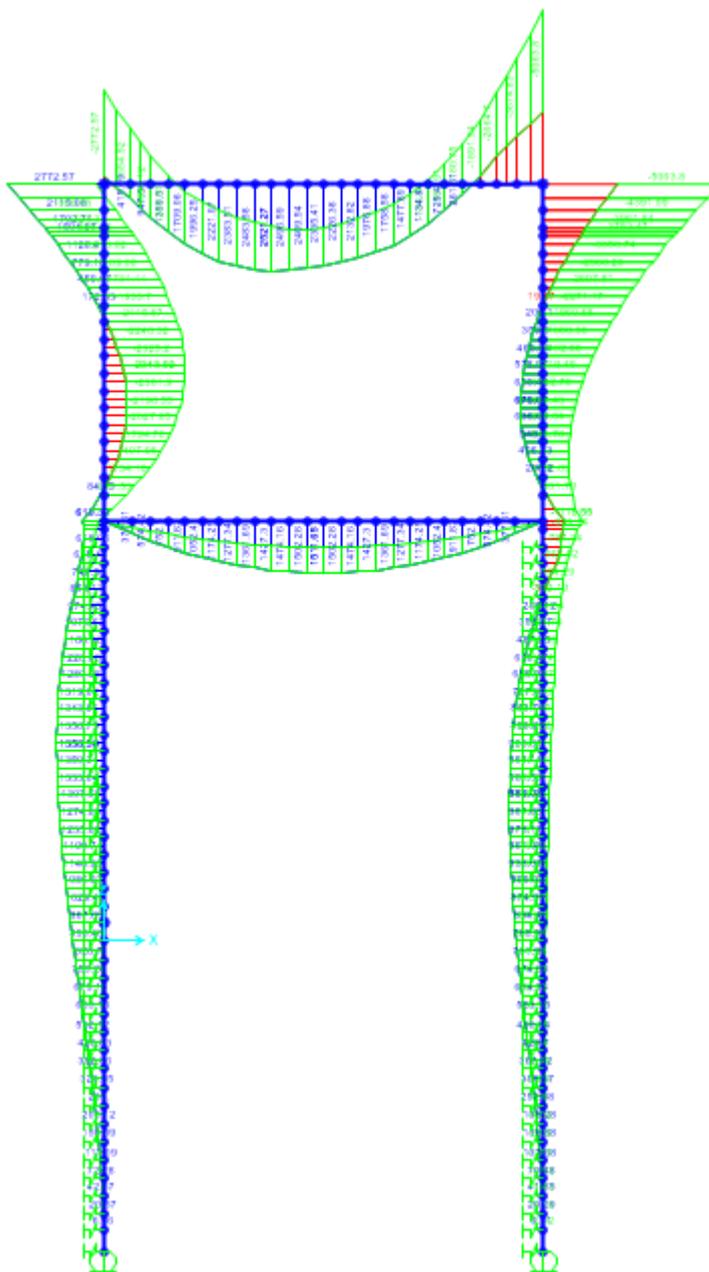


Figura 28. Involuppo Momenti Flettenti – SLU

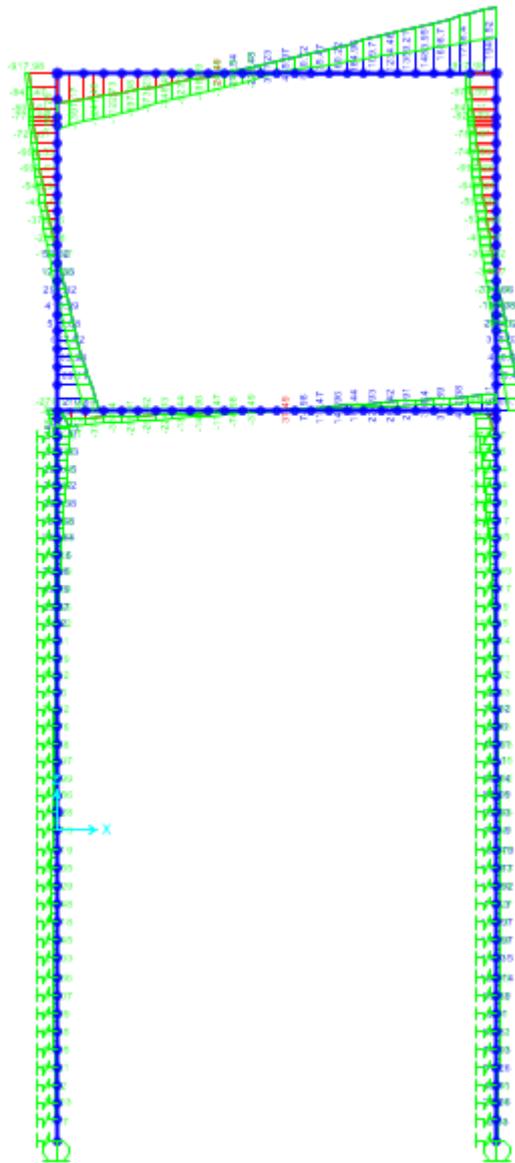
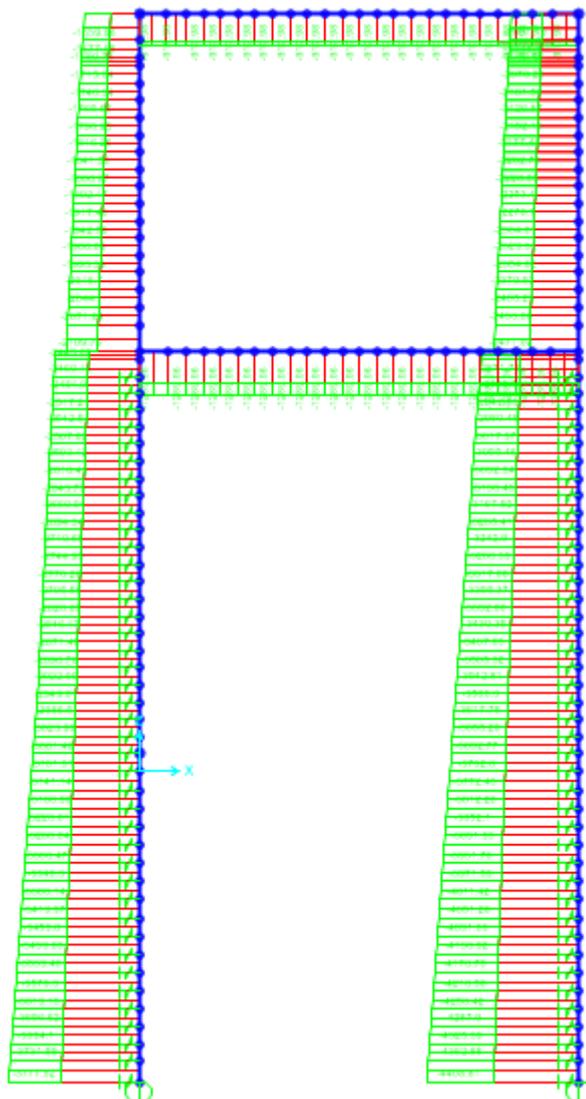
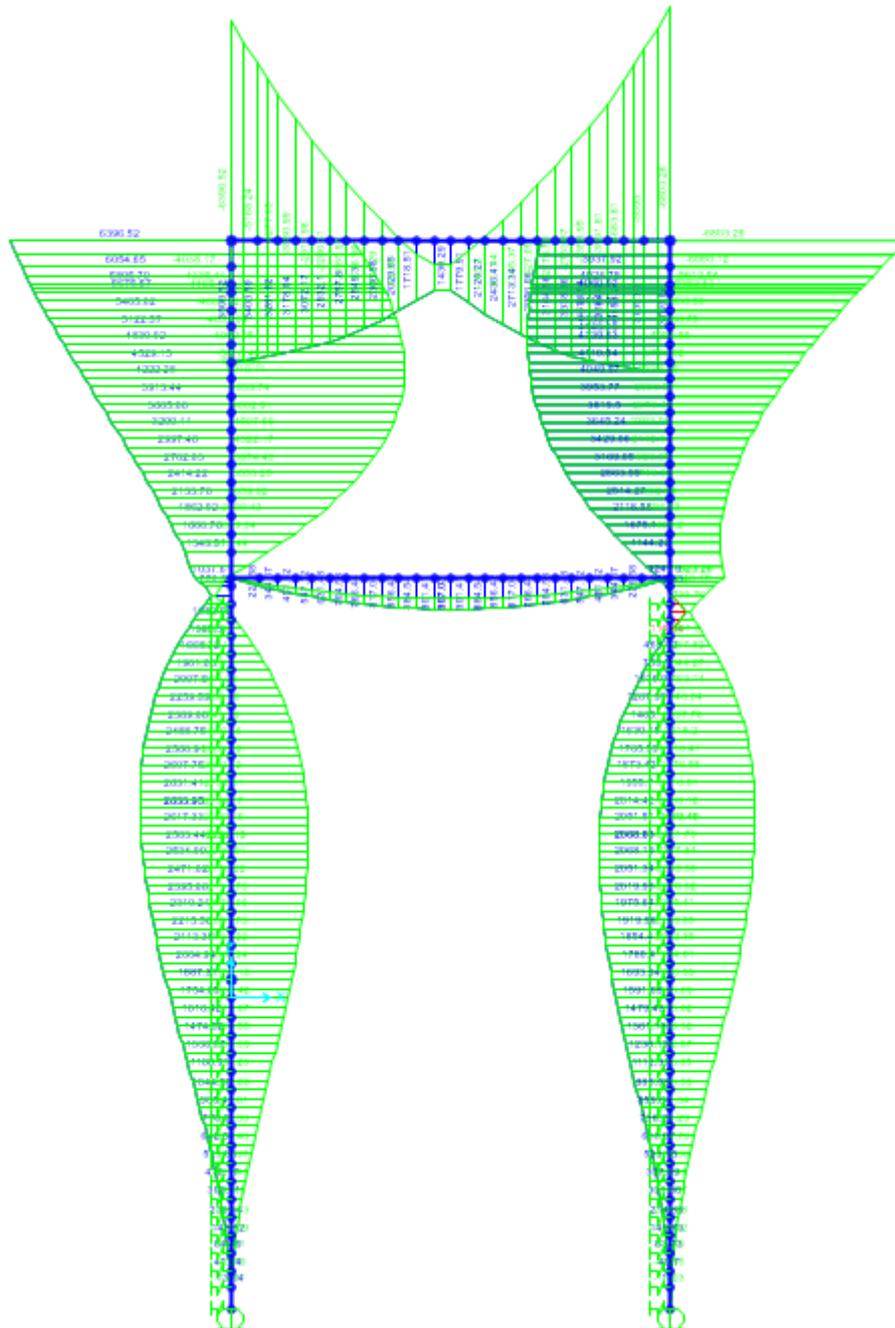


Figura 29. Involuppo Sforzo di taglio – SLU



**Figura 30. Inviluppo Sforzo normale – SLU**



**Figura 31. Involuppo Momenti Flettenti – SLV**

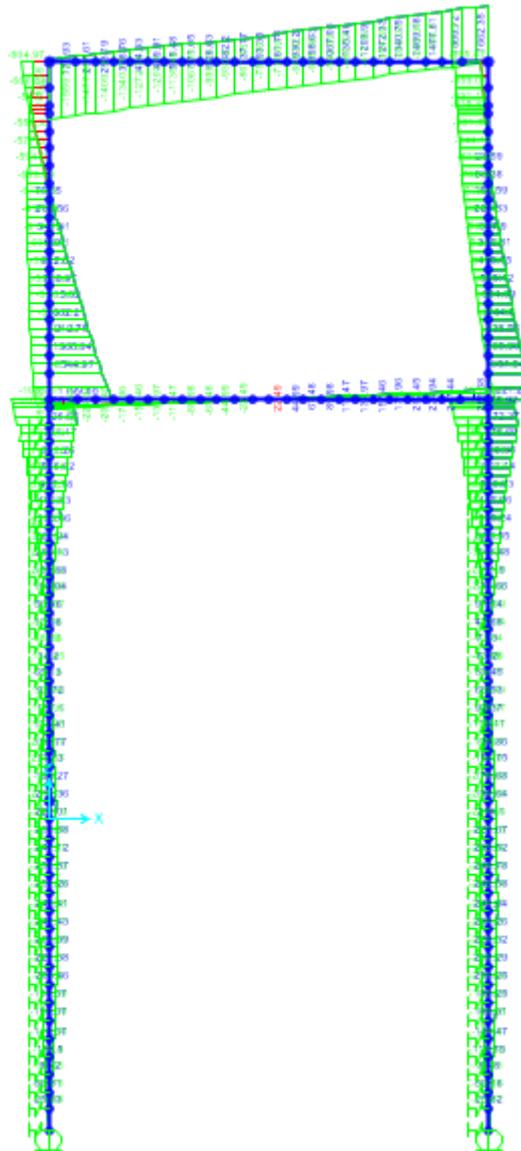
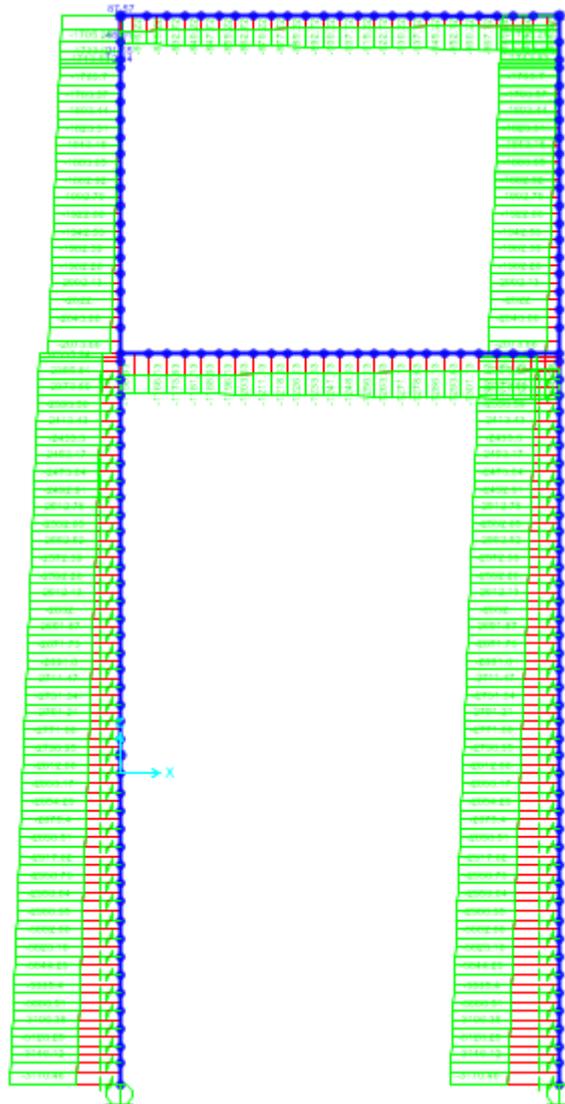
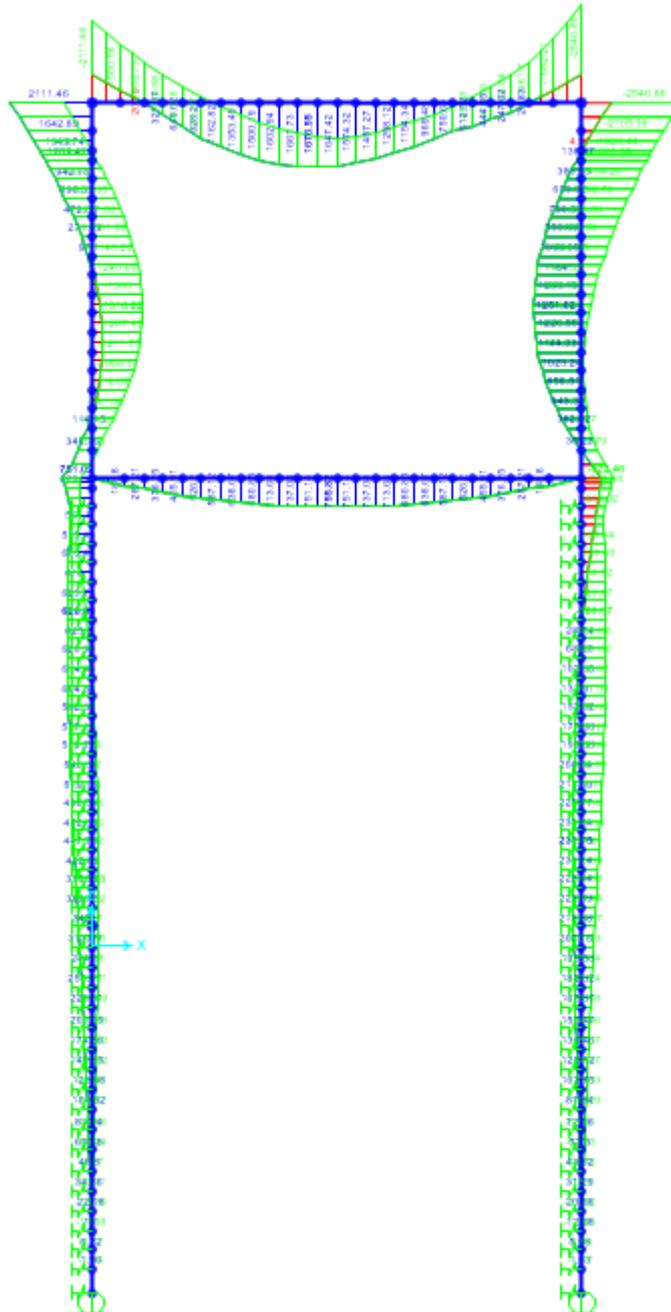


Figura 32. Involuppo Sforzo di taglio – SLV



**Figura 33. Involuppo Sforzo normale – SLV**



**Figura 34. Inviluppo Momenti Flettenti – SLE**

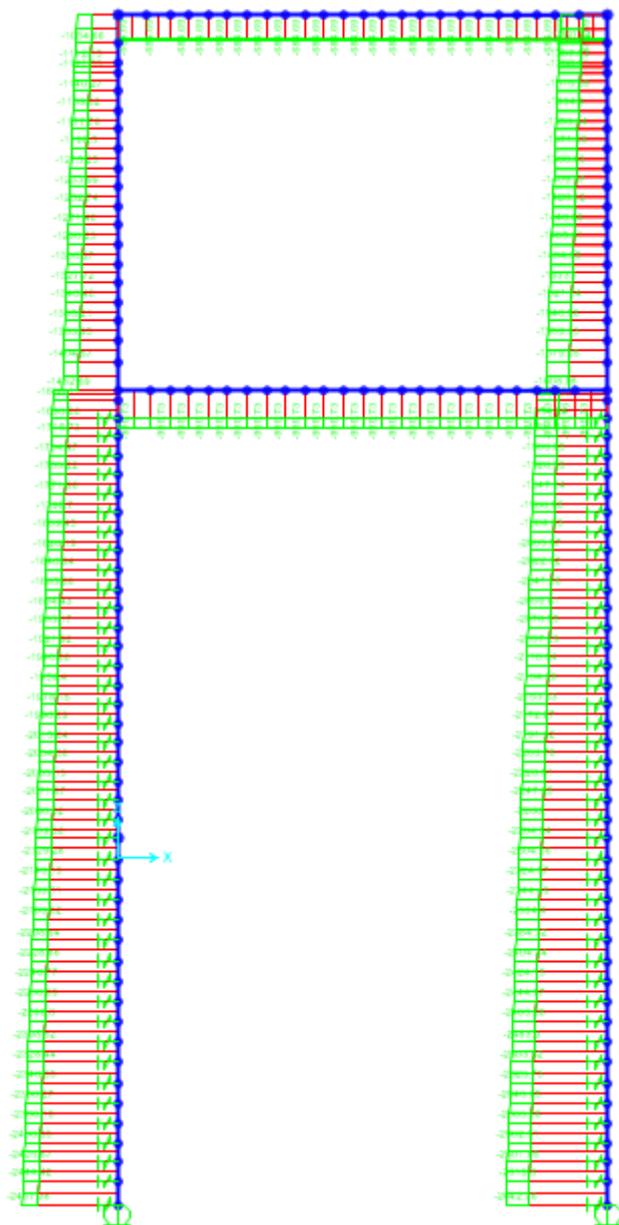


Figura 35. Inviluppo Sforzo normale – SLE

### 8.1.3 Verifiche diaframma e soletta di copertura

Nella figura seguente si riportano le sezioni di verifica del diaframma e del solettone di copertura.

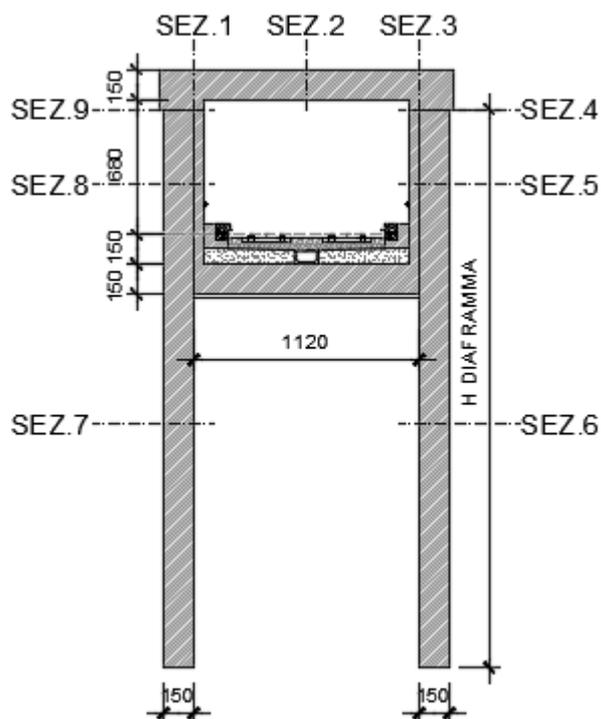


Figura 36. Sezioni di verifica diaframmi e solettone di copertura.

#### Riepilogo sollecitazioni soletta di copertura

| TABLE: Element Forces - Frames |         |            |             |          |         |          |      |      |      |          |         |
|--------------------------------|---------|------------|-------------|----------|---------|----------|------|------|------|----------|---------|
| Frame                          | Station | OutputCase | CaseType    | StepType | P       | V2       | V3   | T    | M2   | M3       | Sezione |
| Text                           | m       | Text       | Text        | Text     | KN      | KN       | KN   | KN-m | KN-m | KN-m     | Text    |
| 79                             | 0       | INVSLV     | Combination | Max      | -249.39 | 1559.72  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3735.66  | SEZ3    |
| 79                             | 0       | INVSLV     | Combination | Min      | -984.22 | -91.50   | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -5595.00 | SEZ3    |
| 79                             | 0       | INVSLU     | Combination | Max      | -786.17 | 1758.40  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -1390.44 | SEZ3    |
| 79                             | 0       | INVSLU     | Combination | Min      | -917.98 | 930.38   | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -3674.83 | SEZ3    |
| 79                             | 0       | INVSLE     | Combination | Max      | -605.46 | 1086.93  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -290.34  | SEZ3    |
| 79                             | 0       | INVSLE     | Combination | Min      | -684.69 | 554.08   | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -1682.21 | SEZ3    |
| 80                             | 0       | INVSLV     | Combination | Max      | -417.39 | 170.93   | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3403.59  | SEZ1    |
| 80                             | 0       | INVSLV     | Combination | Min      | -816.22 | -1559.72 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -5188.24 | SEZ1    |
| 80                             | 0       | INVSLU     | Combination | Max      | -786.17 | -709.36  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 415.69   | SEZ1    |

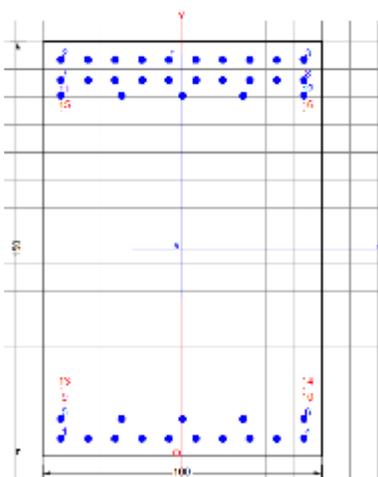
RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 73 di 147 |

|    |   |         |             |     |         |          |      |      |      |          |      |
|----|---|---------|-------------|-----|---------|----------|------|------|------|----------|------|
| 80 | 0 | INVS LU | Combination | Min | -917.98 | -1397.17 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -1654.52 | SEZ1 |
| 80 | 0 | INVS LE | Combination | Max | -605.46 | -554.09  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -290.39  | SEZ1 |
| 80 | 0 | INVS LE | Combination | Min | -684.69 | -920.19  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -1500.56 | SEZ1 |
| 88 | 0 | INVS LV | Combination | Max | -355.89 | 626.63   | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2029.65  | SEZ2 |
| 88 | 0 | INVS LV | Combination | Min | -877.72 | -998.63  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -72.95   | SEZ2 |
| 88 | 0 | INVS LU | Combination | Max | -786.17 | 21.49    | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2521.27  | SEZ2 |
| 88 | 0 | INVS LU | Combination | Min | -917.98 | -374.24  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1217.38  | SEZ2 |
| 88 | 0 | INVS LE | Combination | Max | -605.46 | -69.31   | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1602.94  | SEZ2 |
| 88 | 0 | INVS LE | Combination | Min | -684.69 | -285.41  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 663.43   | SEZ2 |

**Tabella 5 – Tabella di riepilogo sollecitazioni Copertura – Modello SAP2000**

Il solettone di copertura, in corrispondenza delle sezioni di incastro, SEZ1 e SEZ3, è armato con 2 registri  $\phi$  26/10 e 1 registro  $\phi$  26/20 sul lato superiore e 1 registro  $\phi$  26/10 ed 1 registro  $\phi$  26/20 sul lato inferiore. Il baricentro del primo registro è posto ad una distanza pari a  $4.0 + 2.0 + 1.3 = 7.3$  cm, mentre i successivi registri sono posti a  $3.0 + 2.6 = 5.6$  cm dal precedente.



### Verifiche in condizioni statiche soletta di copertura

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.  
 NOME SEZIONE: Copertura 1500-SEZA\_01

|                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Descrizione Sezione:          |                               |
| Metodo di calcolo resistenza: | Stati Limite Ultimi           |
| Tipologia sezione:            | Sezione generica              |
| Normativa di riferimento:     | N.T.C.                        |
| Percorso sollecitazione:      | A Sforzo Norm. costante       |
| Condizioni Ambientali:        | Molto aggressive              |
| Riferimento Sforzi assegnati: | Assi x,y principali d'inerzia |
| Riferimento alla sismicità:   | Zona non sismica              |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 74 di 147 |

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

|  |  |                     |                     |
|--|--|---------------------|---------------------|
| CALCESTRUZZO -                               | Classe:  | C30/37              |                     |
|  | Resis. compr. di calcolo fcd:                  | 170.00              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Resis. compr. ridotta fcd':                    | 0.00                | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Def.unit. max resistenza ec2:                  | 0.0020              |                     |
|  | Def.unit. ultima ecu:                          | 0.0035              |                     |
|  | Diagramma tensione-deformaz.:                  | Parabola-Rettangolo |                     |
|  | Modulo Elastico Normale Ec:                    | 328360              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Coeff. di Poisson:                             | 0.20                |                     |
|  | Resis. media a trazione fctm:                  | 29.00               | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Coeff. Omogen. S.L.E.:                         | 15.0                |                     |
|  | Sc limite S.L.E. comb. Rare:                   | 150.00              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:              | 150.00              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:      | 0.200               | mm                  |
|  | Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:           | 120.00              | daN/cm <sup>2</sup> |
| Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 0.200  | mm                  |                     |
| ACCIAIO -                                    | Tipo:  | B450C               |                     |
|  | Resist. caratt. snervam. fyk:                  | 4500.0              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Resist. caratt. rottura ftk:                   | 4500.0              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Resist. snerv. di calcolo fyd:                 | 3913.0              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Resist. ultima di calcolo ftd:                 | 3913.0              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Deform. ultima di calcolo Epu:                 | 0.068               |                     |
|  | Modulo Elastico Ef                             | 2000000             | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Diagramma tensione-deformaz.:                  | Bilineare finito    |                     |
|  | Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \beta_2$ : | 1.00                |                     |
|  | Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$ :  | 0.50                |                     |
| Sf limite S.L.E. Comb. Rare:                 | 3600.0   | daN/cm <sup>2</sup> |                     |

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C30/37

| N°vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|------------|--------|--------|
| 1          | -50.0  | 0.0    |
| 2          | -50.0  | 150.0  |
| 3          | 50.0   | 150.0  |
| 4          | 50.0   | 0.0    |

#### DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1       | -43.5  | 7.3    | 26        |
| 2       | -43.5  | 142.7  | 26        |
| 3       | 43.5   | 142.7  | 26        |
| 4       | 43.5   | 7.3    | 26        |
| 5       | -43.5  | 12.9   | 26        |
| 6       | 43.5   | 12.9   | 26        |
| 7       | -43.5  | 137.1  | 26        |
| 8       | 43.5   | 137.1  | 26        |
| 9       | -43.5  | 18.5   | 1         |
| 10      | 43.5   | 18.5   | 1         |
| 11      | -43.5  | 131.5  | 26        |
| 12      | 43.5   | 131.5  | 26        |
| 13      | -43.5  | 24.1   | 1         |
| 14      | 43.5   | 24.1   | 1         |
| 15      | -43.5  | 125.9  | 1         |
| 16      | 43.5   | 125.9  | 1         |

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 75 di 147 |

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø  |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1      | 1            | 4            | 8       | 26 |
| 2      | 2            | 3            | 8       | 26 |
| 3      | 5            | 6            | 3       | 26 |
| 4      | 7            | 8            | 8       | 26 |
| 5      | 11           | 12           | 3       | 26 |

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

| N°Comb. | N     | Mx      | My | Vy | Vx |
|---------|-------|---------|----|----|----|
| 1       | 78617 | -139044 | 0  | 0  | 0  |
| 2       | 91798 | -367483 | 0  | 0  | 0  |
| 3       | 78617 | 41569   | 0  | 0  | 0  |
| 4       | 91798 | -165452 | 0  | 0  | 0  |
| 5       | 78617 | 252127  | 0  | 0  | 0  |
| 6       | 91798 | 121738  | 0  | 0  | 0  |

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N     | Mx      | My |
|---------|-------|---------|----|
| 1       | 60546 | -29034  | 0  |
| 2       | 68469 | -168221 | 0  |
| 3       | 60546 | -29039  | 0  |
| 4       | 68469 | -150056 | 0  |
| 5       | 60546 | 160294  | 0  |
| 6       | 68469 | 66343   | 0  |

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria  
 artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 76 di 147 |

| N°Comb. | N     | Mx                | My    |
|---------|-------|-------------------|-------|
| 1       | 60546 | -29034 (-410393)  | 0 (0) |
| 2       | 68469 | -168221 (-186748) | 0 (0) |
| 3       | 60546 | -29039 (-410288)  | 0 (0) |
| 4       | 68469 | -150056 (-189785) | 0 (0) |
| 5       | 60546 | 160294 (174907)   | 0 (0) |
| 6       | 68469 | 66343 (229027)    | 0 (0) |

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N     | Mx                | My    |
|---------|-------|-------------------|-------|
| 1       | 60546 | -29034 (-410393)  | 0 (0) |
| 2       | 68469 | -168221 (-186748) | 0 (0) |
| 3       | 60546 | -29039 (-410288)  | 0 (0) |
| 4       | 68469 | -150056 (-189785) | 0 (0) |
| 5       | 60546 | 160294 (174907)   | 0 (0) |
| 6       | 68469 | 66343 (229027)    | 0 (0) |

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.2 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.0 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] intorno all'asse X di riferimento della sezione  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

| N°Comb | Ver | N     | Mx      | My | N ult | Mx ult  | My ult | Mis.Sic. | As Tesa |
|--------|-----|-------|---------|----|-------|---------|--------|----------|---------|
| 1      | S   | 78617 | -139044 | 0  | 78610 | -722311 | 0      | 5.110    | -----   |
| 2      | S   | 91798 | -367483 | 0  | 91793 | -729888 | 0      | 1.977    | -----   |
| 3      | S   | 78617 | 41569   | 0  | 78597 | 474523  | 0      | 12.186   | -----   |
| 4      | S   | 91798 | -165452 | 0  | 91793 | -729888 | 0      | 4.344    | -----   |
| 5      | S   | 78617 | 252127  | 0  | 78597 | 474523  | 0      | 1.892    | -----   |
| 6      | S   | 91798 | 121738  | 0  | 91780 | 482685  | 0      | 4.049    | -----   |

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 77 di 147 |

es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max  | ec 3/7   | Xc max | Yc max | es min  | Xs min | Ys min | es max   | Xs max | Ys max |
|--------|---------|----------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1      | 0.00350 | -0.00647 | -50.0  | 0.0    | 0.00237 | -43.5  | 7.3    | -0.01863 | -43.5  | 142.7  |
| 2      | 0.00350 | -0.00616 | -50.0  | 0.0    | 0.00240 | -43.5  | 7.3    | -0.01794 | -43.5  | 142.7  |
| 3      | 0.00350 | -0.01175 | -50.0  | 150.0  | 0.00177 | -43.5  | 142.7  | -0.03035 | -43.5  | 7.3    |
| 4      | 0.00350 | -0.00616 | -50.0  | 0.0    | 0.00240 | -43.5  | 7.3    | -0.01794 | -43.5  | 142.7  |
| 5      | 0.00350 | -0.01175 | -50.0  | 150.0  | 0.00177 | -43.5  | 142.7  | -0.03035 | -43.5  | 7.3    |
| 6      | 0.00350 | -0.01154 | -50.0  | 150.0  | 0.00179 | -43.5  | 142.7  | -0.02988 | -43.5  | 7.3    |

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

| N°Comb | a           | b            | c            | x/d  | C.Rid. |
|--------|-------------|--------------|--------------|------|--------|
| 1      | 0.000000000 | -0.000155056 | 0.003500000  | ---- | ----   |
| 2      | 0.000000000 | -0.000150252 | 0.003500000  | ---- | ----   |
| 3      | 0.000000000 | 0.000237184  | -0.032077605 | ---- | ----   |
| 4      | 0.000000000 | -0.000150252 | 0.003500000  | ---- | ----   |
| 5      | 0.000000000 | 0.000237184  | -0.032077605 | ---- | ----   |
| 6      | 0.000000000 | 0.000233913  | -0.031587009 | ---- | ----   |

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm<sup>2</sup>]  
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm<sup>2</sup>]  
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
 D barre Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure  
 Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1\*Beta2

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1      | S   | 9.4    | 0.0    | 0.0    | -34    | 33.8   | 142.7  | 1750    | 106.2   | 5.6     | 1.00   |
| 2      | S   | 42.9   | 0.0    | 0.0    | -851   | 33.8   | 142.7  | 3562    | 132.7   | 5.6     | 1.00   |
| 3      | S   | 9.4    | 0.0    | 0.0    | -34    | 33.8   | 142.7  | 1750    | 106.2   | 5.6     | 1.00   |
| 4      | S   | 38.6   | 0.0    | 0.0    | -736   | 33.8   | 142.7  | 3562    | 132.7   | 5.6     | 1.00   |
| 5      | S   | 41.0   | -50.0  | 150.0  | -1245  | 33.8   | 7.3    | 3004    | 79.7    | 9.7     | 1.00   |
| 6      | S   | 18.1   | -50.0  | 150.0  | -296   | 33.8   | 7.3    | 3004    | 79.7    | 9.7     | 1.00   |

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1      | S   | 9.4    | 0.0    | 0.0    | -34    | 33.8   | 142.7  | 1750    | 106.2   | 5.6     | 0.50   |
| 2      | S   | 42.9   | 0.0    | 0.0    | -851   | 33.8   | 142.7  | 3562    | 132.7   | 5.6     | 0.50   |
| 3      | S   | 9.4    | 0.0    | 0.0    | -34    | 33.8   | 142.7  | 1750    | 106.2   | 5.6     | 0.50   |
| 4      | S   | 38.6   | 0.0    | 0.0    | -736   | 33.8   | 142.7  | 3562    | 132.7   | 5.6     | 0.50   |
| 5      | S   | 41.0   | -50.0  | 150.0  | -1245  | 33.8   | 7.3    | 3004    | 79.7    | 9.7     | 0.50   |
| 6      | S   | 18.1   | -50.0  | 150.0  | -296   | 33.8   | 7.3    | 3004    | 79.7    | 9.7     | 0.50   |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria  
 artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 78 di 147 |

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$

|          |   |
|----------|---|
| Ver.     | Esito della verifica  |
| S1       | Massima tensione [daN/cm <sup>2</sup> ] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata                   |
| S2       | Minima di trazione [daN/cm <sup>2</sup> ] del cls. (in sezione non fessurata) nella fibra più interna dell'area Ac eff    |
| k2       | = 0.4 per barre ad aderenza migliorata  |
| k3       | = (S1 + S2)/(2*S1) con riferimento all'area tesa Ac eff   |
| Ø        | Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff   |
| Cf       | Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa   |
| Psi      | = $1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96] |
| e sm     | Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * Ss/Es$ è tra parentesi           |
| srm      | Distanza media tra le fessure [mm]  |
| wk       | Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e * sm$ . Valore limite tra parentesi                           |
| MX fess. | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]  |
| MY fess. | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]  |

| Comb. | Ver | S1    | S2    | k3    | Ø  | Cf   | Psi     | e sm              | srm | wk           | Mx fess | My fess |
|-------|-----|-------|-------|-------|----|------|---------|-------------------|-----|--------------|---------|---------|
| 1     | S   | -2.1  | -0.8  | 0.172 | 26 | 60.0 | -98.898 | 0.00001 (0.00001) | 161 | 0.002 (0.20) | -410393 | 0       |
| 2     | S   | -26.1 | -11.2 | 0.178 | 26 | 60.0 | 0.384   | 0.00017 (0.00017) | 181 | 0.052 (0.20) | -186748 | 0       |
| 3     | S   | -2.1  | -0.8  | 0.172 | 26 | 60.0 | -98.812 | 0.00001 (0.00001) | 161 | 0.002 (0.20) | -410288 | 0       |
| 4     | S   | -22.9 | -9.6  | 0.177 | 26 | 60.0 | 0.200   | 0.00015 (0.00015) | 180 | 0.045 (0.20) | -189785 | 0       |
| 5     | S   | -26.6 | -14.7 | 0.194 | 26 | 60.0 | 0.405   | 0.00025 (0.00025) | 215 | 0.092 (0.20) | 174907  | 0       |
| 6     | S   | -8.4  | -3.6  | 0.178 | 26 | 60.0 | -4.959  | 0.00006 (0.00006) | 209 | 0.021 (0.20) | 229027  | 0       |

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1      | S   | 9.4    | 0.0    | 0.0    | -34    | 33.8   | 142.7  | 1750    | 106.2   | 5.6     | 0.50   |
| 2      | S   | 42.9   | 0.0    | 0.0    | -851   | 33.8   | 142.7  | 3562    | 132.7   | 5.6     | 0.50   |
| 3      | S   | 9.4    | 0.0    | 0.0    | -34    | 33.8   | 142.7  | 1750    | 106.2   | 5.6     | 0.50   |
| 4      | S   | 38.6   | 0.0    | 0.0    | -736   | 33.8   | 142.7  | 3562    | 132.7   | 5.6     | 0.50   |
| 5      | S   | 41.0   | -50.0  | 150.0  | -1245  | 33.8   | 7.3    | 3004    | 79.7    | 9.7     | 0.50   |
| 6      | S   | 18.1   | -50.0  | 150.0  | -296   | 33.8   | 7.3    | 3004    | 79.7    | 9.7     | 0.50   |

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

| Comb. | Ver | S1    | S2    | k3    | Ø  | Cf   | Psi     | e sm              | srm | wk           | Mx fess | My fess |
|-------|-----|-------|-------|-------|----|------|---------|-------------------|-----|--------------|---------|---------|
| 1     | S   | -2.1  | -0.8  | 0.172 | 26 | 60.0 | -98.898 | 0.00001 (0.00001) | 161 | 0.002 (0.20) | -410393 | 0       |
| 2     | S   | -26.1 | -11.2 | 0.178 | 26 | 60.0 | 0.384   | 0.00017 (0.00017) | 181 | 0.052 (0.20) | -186748 | 0       |
| 3     | S   | -2.1  | -0.8  | 0.172 | 26 | 60.0 | -98.812 | 0.00001 (0.00001) | 161 | 0.002 (0.20) | -410288 | 0       |
| 4     | S   | -22.9 | -9.6  | 0.177 | 26 | 60.0 | 0.200   | 0.00015 (0.00015) | 180 | 0.045 (0.20) | -189785 | 0       |
| 5     | S   | -26.6 | -14.7 | 0.194 | 26 | 60.0 | 0.405   | 0.00025 (0.00025) | 215 | 0.092 (0.20) | 174907  | 0       |
| 6     | S   | -8.4  | -3.6  | 0.178 | 26 | 60.0 | -4.959  | 0.00006 (0.00006) | 209 | 0.021 (0.20) | 229027  | 0       |

Il solettone di copertura, in corrispondenza della sezione di mezzeria, SEZ2, è armato con 1 registro  $\phi$  26/10 lato superiore e 1 registro  $\phi$  26/10 ed 1 registro  $\phi$  26/20 sul lato inferiore.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

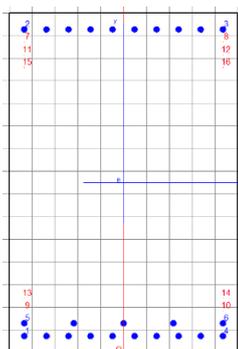
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 79 di 147 |



#### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Copertura 1500-SEZ2\_01

|                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Descrizione Sezione:          |                               |
| Metodo di calcolo resistenza: | Stati Limite Ultimi           |
| Tipologia sezione:            | Sezione generica              |
| Normativa di riferimento:     | N.T.C.                        |
| Percorso sollecitazione:      | A Sforzo Norm. costante       |
| Condizioni Ambientali:        | Molto aggressive              |
| Riferimento Sforzi assegnati: | Assi x,y principali d'inerzia |
| Riferimento alla sismicità:   | Zona non sismica              |

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

|  |   |                     |                     |
|--|---|---------------------|---------------------|
| CALCESTRUZZO -                               | Classe:                                   | C30/37              |                     |
|  | Resis. compr. di calcolo fcd:             | 170.00              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Resis. compr. ridotta fcd':               | 0.00                | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Def.unit. max resistenza ec2:             | 0.0020              |                     |
|  | Def.unit. ultima ecu:                     | 0.0035              |                     |
|  | Diagramma tensione-deformaz.:             | Parabola-Rettangolo |                     |
|  | Modulo Elastico Normale Ec:               | 328360              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Coeff. di Poisson:                        | 0.20                |                     |
|  | Resis. media a trazione fctm:             | 29.00               | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Coeff. Omogen. S.L.E.:                    | 15.0                |                     |
|  | Sc limite S.L.E. comb. Rare:              | 150.00              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:         | 150.00              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: | 0.200               | mm                  |
|  | Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:      | 120.00              | daN/cm <sup>2</sup> |
| Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 0.200                                     | mm                  |                     |

|                              |  |                     |                     |
|------------------------------|--|---------------------|---------------------|
| ACCIAIO -                    | Tipo:  | B450C               |                     |
|                              | Resist. caratt. snervam. fyk:                  | 4500.0              | daN/cm <sup>2</sup> |
|                              | Resist. caratt. rottura ftk:                   | 4500.0              | daN/cm <sup>2</sup> |
|                              | Resist. snerv. di calcolo fyd:                 | 3913.0              | daN/cm <sup>2</sup> |
|                              | Resist. ultima di calcolo ftd:                 | 3913.0              | daN/cm <sup>2</sup> |
|                              | Deform. ultima di calcolo Epu:                 | 0.068               |                     |
|                              | Modulo Elastico Ef                             | 2000000             | daN/cm <sup>2</sup> |
|                              | Diagramma tensione-deformaz.:                  | Bilineare finito    |                     |
|                              | Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \beta_2$ : | 1.00                |                     |
|                              | Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$ :  | 0.50                |                     |
| Sf limite S.L.E. Comb. Rare: | 3600.0   | daN/cm <sup>2</sup> |                     |

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

|                      |            |
|----------------------|------------|
| Forma del Dominio:   | Poligonale |
| Classe Conglomerato: | C30/37     |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 80 di 147 |

| N°vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|------------|--------|--------|
| 1          | -50.0  | 0.0    |
| 2          | -50.0  | 150.0  |
| 3          | 50.0   | 150.0  |
| 4          | 50.0   | 0.0    |

#### DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1       | -43.5  | 7.3    | 26        |
| 2       | -43.5  | 142.7  | 26        |
| 3       | 43.5   | 142.7  | 26        |
| 4       | 43.5   | 7.3    | 26        |
| 5       | -43.5  | 12.9   | 26        |
| 6       | 43.5   | 12.9   | 26        |
| 7       | -43.5  | 137.1  | 1         |
| 8       | 43.5   | 137.1  | 1         |
| 9       | -43.5  | 18.5   | 1         |
| 10      | 43.5   | 18.5   | 1         |
| 11      | -43.5  | 131.5  | 1         |
| 12      | 43.5   | 131.5  | 1         |
| 13      | -43.5  | 24.1   | 1         |
| 14      | 43.5   | 24.1   | 1         |
| 15      | -43.5  | 125.9  | 1         |
| 16      | 43.5   | 125.9  | 1         |

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø  |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1      | 1            | 4            | 8       | 26 |
| 2      | 2            | 3            | 8       | 26 |
| 3      | 5            | 6            | 3       | 26 |

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

| N°Comb. | N     | Mx     | My | Vy | Vx |
|---------|-------|--------|----|----|----|
| 1       | 78617 | 252127 | 0  | 0  | 0  |
| 2       | 91798 | 121738 | 0  | 0  | 0  |

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria  
 artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 81 di 147 |

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N     | Mx     | My |
|---------|-------|--------|----|
| 1       | 60546 | 160294 | 0  |
| 2       | 68469 | 66343  | 0  |

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N     | Mx              | My    |
|---------|-------|-----------------|-------|
| 1       | 60546 | 160294 (162901) | 0 (0) |
| 2       | 68469 | 66343 (205078)  | 0 (0) |

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N     | Mx              | My    |
|---------|-------|-----------------|-------|
| 1       | 60546 | 160294 (162901) | 0 (0) |
| 2       | 68469 | 66343 (205078)  | 0 (0) |

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.2 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.0 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] intorno all'asse X di riferimento della sezione  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

| N°Comb | Ver | N     | Mx     | My | N ult | Mx ult | My ult | Mis.Sic. | As Tesa |
|--------|-----|-------|--------|----|-------|--------|--------|----------|---------|
| 1      | S   | 78617 | 252127 | 0  | 78614 | 471884 | 0      | 1.866    | -----   |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria  
 artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 82 di 147 |

|   |   |       |        |   |       |        |   |       |       |
|---|---|-------|--------|---|-------|--------|---|-------|-------|
| 2 | S | 91798 | 121738 | 0 | 91780 | 480435 | 0 | 3.901 | ----- |
|---|---|-------|--------|---|-------|--------|---|-------|-------|

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

|        |  |
|--------|--|
| ec max | Deform. unit. massima del conglomerato a compressione                  |
| ec 3/7 | Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace |
| Xc max | Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| es min | Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)            |
| Xs min | Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  |
| Ys min | Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.) |
| es max | Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)          |
| Xs max | Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  |
| Ys max | Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.) |

| N°Comb | ec max  | ec 3/7   | Xc max | Yc max | es min  | Xs min | Ys min | es max   | Xs max | Ys max |
|--------|---------|----------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1      | 0.00350 | -0.01176 | -50.0  | 150.0  | 0.00177 | -43.5  | 142.7  | -0.03038 | -43.5  | 7.3    |
| 2      | 0.00350 | -0.01125 | -50.0  | 150.0  | 0.00182 | -43.5  | 142.7  | -0.02925 | -43.5  | 7.3    |

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

|         |  |
|---------|--|
| a, b, c | Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen. |
| x/d     | Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)           |
| C.Rid.  | Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue            |

| N°Comb | a           | b           | c            | x/d  | C.Rid. |
|--------|-------------|-------------|--------------|------|--------|
| 1      | 0.000000000 | 0.000237401 | -0.032110167 | ---- | ----   |
| 2      | 0.000000000 | 0.000229471 | -0.030920580 | ---- | ----   |

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

|                |  |
|----------------|--|
| Ver            | S = comb. verificata/ N = comb. non verificata   |
| Sc max         | Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm <sup>2</sup> ]       |
| Xc max, Yc max | Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)                      |
| Sf min         | Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm <sup>2</sup> ]                |
| Xs min, Ys min | Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)                    |
| Ac eff.        | Area di calcestruzzo [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre         |
| As eff.        | Area barre [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure |
| D barre        | Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure                    |
| Beta12         | Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2                                      |

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1      | S   | 48.5   | -50.0  | 150.0  | -1266  | 33.8   | 7.3    | 3004    | 79.7    | 9.7     | 1.00   |
| 2      | S   | 21.6   | -50.0  | 150.0  | -318   | 33.8   | 7.3    | 3004    | 79.7    | 9.7     | 1.00   |

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1      | S   | 48.5   | -50.0  | 150.0  | -1266  | 33.8   | 7.3    | 3004    | 79.7    | 9.7     | 0.50   |
| 2      | S   | 21.6   | -50.0  | 150.0  | -318   | 33.8   | 7.3    | 3004    | 79.7    | 9.7     | 0.50   |

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

|      |   |
|------|---|
| Ver. | La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a $f_{ctm}$<br>Esito della verifica |
| S1   | Massima tensione [daN/cm <sup>2</sup> ] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata   |
| S2   | Minima di trazione [daN/cm <sup>2</sup> ] del cls. (in sezione non fessurata) nella fibra più interna dell'area Ac eff                                |
| k2   | = 0.4 per barre ad aderenza migliorata  |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria  
 artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 83 di 147 |

k3 =  $(S1 + S2)/(2 \cdot S1)$  con riferimento all'area tesa Ac eff  
 Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff  
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
 Psi =  $1 - \text{Beta}12 \cdot (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (fctm/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (Mfess/M)^2$  [B.6.6 DM96]  
 e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite =  $0.4 \cdot Ss/Es$  è tra parentesi  
 srm Distanza media tra le fessure [mm]  
 wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure =  $1.7 \cdot e \cdot sm$ . Valore limite tra parentesi  
 MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]  
 MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

| Comb. | Ver | S1    | S2    | k3    | Ø  | Cf   | Psi    | e sm              | srm | wk           | Mx fess | My fess |
|-------|-----|-------|-------|-------|----|------|--------|-------------------|-----|--------------|---------|---------|
| 1     | S   | -28.5 | -15.1 | 0.191 | 26 | 60.0 | 0.484  | 0.00031 (0.00025) | 214 | 0.111 (0.20) | 162901  | 0       |
| 2     | S   | -9.4  | -3.8  | 0.175 | 26 | 60.0 | -3.778 | 0.00006 (0.00006) | 207 | 0.022 (0.20) | 205078  | 0       |

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1      | S   | 48.5   | -50.0  | 150.0  | -1266  | 33.8   | 7.3    | 3004    | 79.7    | 9.7     | 0.50   |
| 2      | S   | 21.6   | -50.0  | 150.0  | -318   | 33.8   | 7.3    | 3004    | 79.7    | 9.7     | 0.50   |

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

| Comb. | Ver | S1    | S2    | k3    | Ø  | Cf   | Psi    | e sm              | srm | wk           | Mx fess | My fess |
|-------|-----|-------|-------|-------|----|------|--------|-------------------|-----|--------------|---------|---------|
| 1     | S   | -28.5 | -15.1 | 0.191 | 26 | 60.0 | 0.484  | 0.00031 (0.00025) | 214 | 0.111 (0.20) | 162901  | 0       |
| 2     | S   | -9.4  | -3.8  | 0.175 | 26 | 60.0 | -3.778 | 0.00006 (0.00006) | 207 | 0.022 (0.20) | 205078  | 0       |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 84 di 147 |

## Verifica a taglio in condizioni statiche.

### Caratteristiche materiali

Cl<sub>s</sub> R<sub>ck</sub>

Cl<sub>s</sub>  condizioni calcestruzzo

Acciaio 1  acciaio barre longitudinali

Acciaio 2  acciaio armature trasversali

v.  coefficiente parziale relativo al calcestruzzo

v.  coefficiente parziale relativo all'acciaio

### Geometrie sezione

b<sub>w</sub>  mm larghezza dell'anima anima resistente (larghezza minima d'anima)

d  mm altezza utile della sezione

A<sub>c</sub>  mm<sup>2</sup> area della sezione di calcestruzzo

### Caratteristiche armature

n<sub>bl</sub>  numero di barre longitudinali

Ø<sub>bl</sub>  mm diametro delle barre longitudinali

n<sub>bw</sub>  numero di bracci delle staffe

Ø<sub>st</sub>  mm diametro delle staffe

s<sub>st</sub>  mm passo delle staffe

α  ° inclinazione delle staffe (α=90° per staffe ortogonali all'asse)

### Caratteristiche sollecitazioni

N<sub>Ed</sub>  KN sforzo normale di calcolo (+ per compressione)

V<sub>Ed</sub>  KN taglio di calcolo

N<sub>Rd</sub> 30710.0 KN sforzo normale di compressione massimo

### Dati traliccio resistente

θ  ° inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse

ctgθ 2.48 (il valore deve essere compreso fra 1.0 e 2.5)

Lo sforzo normale agente è "significativo" (vedi par. 4.1.2.1.3.2 NTC)

Sì

No

τ N/mm<sup>2</sup> tensione tangenziale corda baricentrica

σ<sub>1</sub> N/mm<sup>2</sup> tensione principale di trazione sulla corda baricentrica

ctgθ<sub>lim</sub> valore limite dell'inclinazione delle bielle

### Valore di verifica del taglio resistente

V<sub>Rd</sub>  KN taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale

V<sub>Rd</sub>  KN taglio resistente per elemento con armatura trasversale



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria  
 artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 85 di 147 |

## Verifica in condizioni sismiche soletta di copertura SEZ1 e SEZ3 .

La verifica è condotta in campo sostanzialmente elastico.

### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Copertura 1500-SEZA\_sisma\_01

|                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Descrizione Sezione:          |                               |
| Metodo di calcolo resistenza: | Stati Limite Ultimi           |
| Tipologia sezione:            | Sezione generica              |
| Normativa di riferimento:     | N.T.C.                        |
| Percorso sollecitazione:      | A Sforzo Norm. costante       |
| Riferimento Sforzi assegnati: | Assi x,y principali d'inerzia |
| Riferimento alla sismicità:   | Zona non sismica              |

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

|                               |                                |                     |                     |
|-------------------------------|--------------------------------|---------------------|---------------------|
| CALCESTRUZZO -                | Classe:                        | C30/37              |                     |
|                               | Resis. compr. di calcolo fcd:  | 170.00              | daN/cm <sup>2</sup> |
|                               | Resis. compr. ridotta fcd':    | 0.00                | daN/cm <sup>2</sup> |
|                               | Def.unit. max resistenza ec2:  | 0.0020              |                     |
|                               | Def.unit. ultima ecu:          | 0.0035              |                     |
|                               | Diagramma tensione-deformaz.:  | Parabola-Rettangolo |                     |
|                               | Modulo Elastico Normale Ec:    | 328360              | daN/cm <sup>2</sup> |
|                               | Coeff. di Poisson:             | 0.20                |                     |
| Resis. media a trazione fctm: | 29.00                          | daN/cm <sup>2</sup> |                     |
| ACCIAIO -                     | Tipo:                          | B450Ce              |                     |
|                               | Resist. caratt. snervam. fyk:  | 4500.0              | daN/cm <sup>2</sup> |
|                               | Resist. caratt. rottura ftk:   | 4500.0              | daN/cm <sup>2</sup> |
|                               | Resist. snerv. di calcolo fyd: | 3913.0              | daN/cm <sup>2</sup> |
|                               | Resist. ultima di calcolo ftd: | 3913.0              | daN/cm <sup>2</sup> |
|                               | Deform. ultima di calcolo Epu: | 0.002               |                     |
|                               | Modulo Elastico Ef             | 2000000             | daN/cm <sup>2</sup> |
| Diagramma tensione-deformaz.: | Bilineare finito               |                     |                     |

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

|                      |            |        |
|----------------------|------------|--------|
| Forma del Dominio:   | Poligonale |        |
| Classe Conglomerato: | C30/37     |        |
| N°vertice:           | X [cm]     | Y [cm] |
| 1                    | -50.0      | 0.0    |
| 2                    | -50.0      | 150.0  |
| 3                    | 50.0       | 150.0  |
| 4                    | 50.0       | 0.0    |

### DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1       | -43.5  | 7.3    | 26        |
| 2       | -43.5  | 142.7  | 26        |
| 3       | 43.5   | 142.7  | 26        |
| 4       | 43.5   | 7.3    | 26        |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 86 di 147 |

|    |       |       |    |
|----|-------|-------|----|
| 5  | -43.5 | 12.9  | 26 |
| 6  | 43.5  | 12.9  | 26 |
| 7  | -43.5 | 137.1 | 26 |
| 8  | 43.5  | 137.1 | 26 |
| 9  | -43.5 | 18.5  | 1  |
| 10 | 43.5  | 18.5  | 1  |
| 11 | -43.5 | 131.5 | 26 |
| 12 | 43.5  | 131.5 | 26 |
| 13 | 0.0   | 0.0   | 1  |

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø  |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1      | 1            | 4            | 8       | 26 |
| 2      | 2            | 3            | 8       | 26 |
| 3      | 5            | 6            | 3       | 26 |
| 4      | 7            | 8            | 8       | 26 |
| 5      | 11           | 12           | 3       | 26 |

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

| N°Comb. | N     | Mx      | My | Vy | Vx |
|---------|-------|---------|----|----|----|
| 1       | 24939 | 373566  | 0  | 0  | 0  |
| 2       | 98422 | -559500 | 0  | 0  | 0  |
| 3       | 41739 | 340359  | 0  | 0  | 0  |
| 4       | 81622 | -518824 | 0  | 0  | 0  |
| 5       | 35589 | 202965  | 0  | 0  | 0  |
| 6       | 87772 | -7295   | 0  | 0  | 0  |

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: -0.1 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.0 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria  
 artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 87 di 147 |

My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] intorno all'asse X di riferimento della sezione  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Tesa Area armature [cm<sup>2</sup>] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

| N°Comb | Ver | N     | Mx      | My | N ult | Mx ult  | My ult | Mis.Sic. | As Tesa |
|--------|-----|-------|---------|----|-------|---------|--------|----------|---------|
| 1      | S   | 24939 | 373566  | 0  | 24939 | 374385  | 0      | 1.002    | ----    |
| 2      | S   | 98422 | -559500 | 0  | 98429 | -642754 | 0      | 1.148    | ----    |
| 3      | S   | 41739 | 340359  | 0  | 41756 | 383891  | 0      | 1.128    | ----    |
| 4      | S   | 81622 | -518824 | 0  | 81602 | -634381 | 0      | 1.221    | ----    |
| 5      | S   | 35589 | 202965  | 0  | 35571 | 380402  | 0      | 1.880    | ----    |
| 6      | S   | 87772 | -7295   | 0  | 87778 | -637462 | 0      | 61.156   | ----    |

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max  | ec 3/7   | Xc max | Yc max | es min  | Xs min | Ys min | es max   | Xs max | Ys max |
|--------|---------|----------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1      | 0.00064 | -0.00045 | -50.0  | 150.0  | 0.00052 | -43.5  | 142.7  | -0.00190 | 0.0    | 0.0    |
| 2      | 0.00115 | -0.00022 | -50.0  | 0.0    | 0.00115 | 0.0    | 0.0    | -0.00190 | -43.5  | 142.7  |
| 3      | 0.00067 | -0.00043 | -50.0  | 150.0  | 0.00054 | -43.5  | 142.7  | -0.00190 | 0.0    | 0.0    |
| 4      | 0.00112 | -0.00024 | -50.0  | 0.0    | 0.00112 | 0.0    | 0.0    | -0.00190 | -43.5  | 142.7  |
| 5      | 0.00066 | -0.00044 | -50.0  | 150.0  | 0.00053 | -43.5  | 142.7  | -0.00190 | 0.0    | 0.0    |
| 6      | 0.00113 | -0.00023 | -50.0  | 0.0    | 0.00113 | 0.0    | 0.0    | -0.00190 | -43.5  | 142.7  |

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

| N°Comb | a           | b            | c            | x/d  | C.Rid. |
|--------|-------------|--------------|--------------|------|--------|
| 1      | 0.000000000 | 0.000016960  | -0.001900000 | ---- | ----   |
| 2      | 0.000000000 | -0.000021369 | 0.001149365  | ---- | ----   |
| 3      | 0.000000000 | 0.000017114  | -0.001900000 | ---- | ----   |
| 4      | 0.000000000 | -0.000021193 | 0.001124234  | ---- | ----   |
| 5      | 0.000000000 | 0.000017057  | -0.001900000 | ---- | ----   |
| 6      | 0.000000000 | -0.000021258 | 0.001133463  | ---- | ----   |

Verifica in condizioni sismiche soletta di copertura SEZ2 .

La verifica è condotta in campo sostanzialmente elastico.

#### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 88 di 147 |

### NOME SEZIONE: Copertura 1500-SEZ2\_sisma\_01

Descrizione Sezione:  
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi  
 Tipologia sezione: Sezione generica  
 Normativa di riferimento: N.T.C.  
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
 Riferimento alla sismicit : Zona non sismica

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

|                               |                                |                             |
|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| CALCESTRUZZO -                | Classe:                        | C30/37                      |
|                               | Resis. compr. di calcolo fcd:  | 170.00 daN/cm <sup>2</sup>  |
|                               | Resis. compr. ridotta fcd':    | 0.00 daN/cm <sup>2</sup>    |
|                               | Def.unit. max resistenza ec2:  | 0.0020                      |
|                               | Def.unit. ultima ecu:          | 0.0035                      |
|                               | Diagramma tensione-deformaz.:  | Parabola-Rettangolo         |
|                               | Modulo Elastico Normale Ec:    | 328360 daN/cm <sup>2</sup>  |
|                               | Coeff. di Poisson:             | 0.20                        |
| Resis. media a trazione fctm: | 29.00 daN/cm <sup>2</sup>      |                             |
| ACCIAIO -                     | Tipo:                          | B450Ce                      |
|                               | Resist. caratt. snervam. fyk:  | 4500.0 daN/cm <sup>2</sup>  |
|                               | Resist. caratt. rottura ftk:   | 4500.0 daN/cm <sup>2</sup>  |
|                               | Resist. snerv. di calcolo fyd: | 3913.0 daN/cm <sup>2</sup>  |
|                               | Resist. ultima di calcolo ftd: | 3913.0 daN/cm <sup>2</sup>  |
|                               | Deform. ultima di calcolo Epu: | 0.002                       |
|                               | Modulo Elastico Ef             | 2000000 daN/cm <sup>2</sup> |
| Diagramma tensione-deformaz.: | Bilineare finito               |                             |

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
 Classe Conglomerato: C30/37

| N°vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|------------|--------|--------|
| 1          | -50.0  | 0.0    |
| 2          | -50.0  | 150.0  |
| 3          | 50.0   | 150.0  |
| 4          | 50.0   | 0.0    |

### DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | Diam [mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1       | -43.5  | 7.3    | 26        |
| 2       | -43.5  | 142.7  | 26        |
| 3       | 43.5   | 142.7  | 26        |
| 4       | 43.5   | 7.3    | 26        |
| 5       | -43.5  | 12.9   | 26        |
| 6       | 43.5   | 12.9   | 26        |
| 7       | -43.5  | 137.1  | 1         |
| 8       | 43.5   | 137.1  | 1         |
| 9       | -43.5  | 18.5   | 1         |
| 10      | 43.5   | 18.5   | 1         |
| 11      | -43.5  | 131.5  | 1         |
| 12      | 43.5   | 131.5  | 1         |
| 13      | 0.0    | 0.0    | 1         |

### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 89 di 147 |

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø  |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1      | 1            | 4            | 8       | 26 |
| 2      | 2            | 3            | 8       | 26 |
| 3      | 5            | 6            | 3       | 26 |

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

| N°Comb. | N     | Mx     | My | Vy | Vx |
|---------|-------|--------|----|----|----|
| 1       | 35589 | 202965 | 0  | 0  | 0  |
| 2       | 87772 | -7295  | 0  | 0  | 0  |

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: -0.1 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.0 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] intorno all'asse X di riferimento della sezione  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Tesa Area armature [cm<sup>2</sup>] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

| N°Comb | Ver | N     | Mx     | My | N ult | Mx ult  | My ult | Mis.Sic. | As Tesa |
|--------|-----|-------|--------|----|-------|---------|--------|----------|---------|
| 1      | S   | 35589 | 202965 | 0  | 35602 | 375278  | 0      | 1.846    | -----   |
| 2      | S   | 87772 | -7295  | 0  | 87777 | -319108 | 0      | 58.204   | -----   |

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 90 di 147 |

Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max  | ec 3/7   | Xc max | Yc max | es min  | Xs min | Ys min | es max   | Xs max | Ys max |
|--------|---------|----------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1      | 0.00077 | -0.00038 | -50.0  | 150.0  | 0.00064 | -43.5  | 142.7  | -0.00190 | 0.0    | 0.0    |
| 2      | 0.00070 | -0.00047 | -50.0  | 0.0    | 0.00070 | 0.0    | 0.0    | -0.00190 | -43.5  | 142.7  |

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

| N°Comb | a           | b            | c            | x/d  | C.Rid. |
|--------|-------------|--------------|--------------|------|--------|
| 1      | 0.000000000 | 0.000017773  | -0.001900000 | ---- | ----   |
| 2      | 0.000000000 | -0.000018252 | 0.000704584  | ---- | ----   |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 91 di 147 |

## Verifica a taglio in sisma soletta di copertura.

### Caratteristiche materiali

Cl<sub>s</sub> R<sub>ck</sub>

Cl<sub>s</sub>  condizioni calcestruzzo

Acciaio 1  acciaio barre longitudinali

Acciaio 2  acciaio armature trasversali

v.  coefficiente parziale relativo al calcestruzzo

v.  coefficiente parziale relativo all'acciaio

### Geometrie sezione

b<sub>w</sub>  mm larghezza dell'anima resistente (larghezza minima d'anima)

d  mm altezza utile della sezione

A<sub>c</sub>  mm<sup>2</sup> area della sezione di calcestruzzo

### Caratteristiche armature

n<sub>bl</sub>  numero di barre longitudinali

Ø<sub>bl</sub>  mm diametro delle barre longitudinali

n<sub>bw</sub>  numero di bracci delle staffe

Ø<sub>st</sub>  mm diametro delle staffe

s<sub>st</sub>  mm passo delle staffe

α  ° inclinazione delle staffe (α=90° per staffe ortogonali all'asse)

### Caratteristiche sollecitazioni

N<sub>Ed</sub>  KN sforzo normale di calcolo (+ per compressione)

V<sub>Ed</sub>  KN taglio di calcolo

N<sub>Rd</sub> 30710.0 KN sforzo normale di compressione massimo

### Dati traliccio resistente

θ  ° inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse

ctgθ 2.48 (il valore deve essere compreso fra 1.0 e 2.5)

Lo sforzo normale agente è "significativo" (vedi par. 4.1.2.1.3.2 NTC)

Sì  
 No

τ N/mm<sup>2</sup> tensione tangenziale corda baricentrica

σ<sub>1</sub> N/mm<sup>2</sup> tensione principale di trazione sulla corda baricentrica

ctgθ<sub>l</sub> valore limite dell'inclinazione delle bielle

### Valore di verifica del taglio resistente

V<sub>Rd</sub>  KN taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale

V<sub>Rd</sub>  KN taglio resistente per elemento con armatura trasversale



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria  
 artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 92 di 147 |

### Riepilogo sollecitazioni diaframma

TABLE: Element Forces - Frames

| Frame | Station | OutputCase | CaseType    | StepType | P        | V2      | V3   | T    | M2   | M3       | FrameElem |
|-------|---------|------------|-------------|----------|----------|---------|------|------|------|----------|-----------|
| Text  | m       | Text       | Text        | Text     | KN       | KN      | KN   | KN-m | KN-m | KN-m     | Text      |
| 15    | 0       | INVS LV    | Combination | Max      | -739.51  | 13.98   | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2633.95  | SEZ7      |
| 15    | 0       | INVS LV    | Combination | Min      | -2592.26 | -90.78  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -2199.17 | SEZ7      |
| 15    | 0       | INVS LU    | Combination | Max      | -1706.81 | 3.62    | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1358.56  | SEZ7      |
| 15    | 0       | INVS LU    | Combination | Min      | -2770.26 | -38.62  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 214.91   | SEZ7      |
| 15    | 0       | INVS LE    | Combination | Max      | -1521.26 | -13.79  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 577.19   | SEZ7      |
| 15    | 0       | INVS LE    | Combination | Min      | -1921.92 | -52.84  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -98.82   | SEZ7      |
| 41    | 0       | INVS LV    | Combination | Min      | -1823.31 | -48.44  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4529.15  | SEZ8      |
| 41    | 0       | INVS LV    | Combination | Min      | -1823.31 | -608.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -5016.46 | SEZ8      |
| 37    | 0       | INVS LU    | Combination | Max      | -1056.37 | 53.02   | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -578.97  | SEZ8      |
| 37    | 0       | INVS LU    | Combination | Min      | -1892.17 | -192.97 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -2343.92 | SEZ8      |
| 37    | 0       | INVS LE    | Combination | Max      | -870.83  | 16.99   | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -235.81  | SEZ8      |
| 37    | 0       | INVS LE    | Combination | Min      | -1271.48 | -118.33 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -1316.22 | SEZ8      |
| 46    | 0       | INVS LV    | Combination | Max      | 21.65    | -490.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 5805.79  | SEZ9      |
| 46    | 0       | INVS LV    | Combination | Min      | -1733.90 | -567.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -4335.41 | SEZ9      |
| 46    | 0       | INVS LU    | Combination | Max      | -897.05  | -683.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1702.71  | SEZ9      |
| 46    | 0       | INVS LU    | Combination | Min      | -1677.08 | -802.61 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -727.30  | SEZ9      |
| 46    | 0       | INVS LE    | Combination | Max      | -711.50  | -529.59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1349.74  | SEZ9      |
| 46    | 0       | INVS LE    | Combination | Min      | -1112.15 | -572.82 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -4.51    | SEZ9      |
| 103   | 0       | INVS LV    | Combination | Max      | -45.42   | -183.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3937.92  | SEZ4      |
| 103   | 0       | INVS LV    | Combination | Min      | -1705.28 | -959.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -6080.12 | SEZ4      |
| 103   | 0       | INVS LU    | Combination | Max      | -1090.58 | -720.91 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -1567.17 | SEZ4      |
| 103   | 0       | INVS LU    | Combination | Min      | -2001.19 | -874.59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -4391.09 | SEZ4      |
| 103   | 0       | INVS LE    | Combination | Max      | -684.00  | -570.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -277.06  | SEZ4      |
| 103   | 0       | INVS LE    | Combination | Min      | -1260.04 | -628.39 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -2105.38 | SEZ4      |
| 108   | 0       | INVS LV    | Combination | Max      | -143.58  | 28.59   | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4139.63  | SEZ5      |
| 108   | 0       | INVS LV    | Combination | Min      | -1803.44 | -804.32 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -4094.86 | SEZ5      |
| 112   | 0       | INVS LU    | Combination | Max      | -1258.65 | -175.72 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 468.64   | SEZ5      |
| 112   | 0       | INVS LU    | Combination | Min      | -2228.09 | -461.51 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -1432.66 | SEZ5      |
| 112   | 0       | INVS LE    | Combination | Max      | -852.07  | -67.66  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1238.19  | SEZ5      |
| 112   | 0       | INVS LE    | Combination | Min      | -1428.12 | -240.28 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -286.56  | SEZ5      |
| 137   | 0       | INVS LV    | Combination | Max      | -972.14  | 5.02    | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2068.83  | SEZ6      |
| 137   | 0       | INVS LV    | Combination | Min      | -2632.00 | -71.66  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -2421.79 | SEZ6      |
| 137   | 0       | INVS LU    | Combination | Max      | -1965.32 | -15.11  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 981.53   | SEZ6      |
| 137   | 0       | INVS LU    | Combination | Min      | -3392.86 | -43.52  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -178.81  | SEZ6      |
| 137   | 0       | INVS LE    | Combination | Max      | -1558.74 | -20.30  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 208.54   | SEZ6      |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 93 di 147 |

137      0 INVSLE      Combination Min      -2134.78      -43.67      0.00      0.00      0.00      -532.59      SEZ6

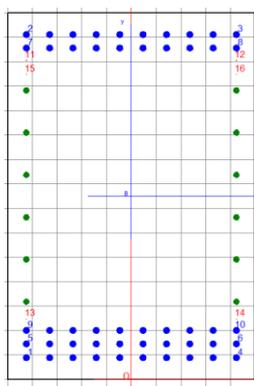
**Tabella 6 –Tabella di riepilogo sollecitazioni diaframma – Modello SAP2000**

Sollecitazioni dal modello Paratie Plus

| SLU                | N (kN) (min – max) | M(kNm) (min – max) | V (kN) max |
|--------------------|--------------------|--------------------|------------|
| Max SEZ 4 e 9      | -1507.2            | 3335.4             | 1139.9     |
| Max SEZ 5, 6, 7, 8 | -1507.2            | -3382.6            |            |
| SLV                | N (kN) (min – max) | M(kNm) (min – max) | V (kN) max |
| Max SEZ 4 e 9      | -459.26            | 2362.5             |            |
| Max SEZ 5, 6, 7, 8 | -429.26            | -2800.9            | 1169.5     |
| SLE – RR, FR e QP  | N (kN) (min – max) | M(kNm) (min – max) |            |
| Max SEZ 4 e 9      | -1116.6            | 2461.8             |            |
| Max SEZ 5, 6, 7, 8 | -1116.6            | -2489.7            |            |

**Tabella 7 –Tabella di riepilogo sollecitazioni diaframma – Modello Paratie plus**

Il diaframma, in corrispondenza delle sezioni di incastro, SEZ4 e SEZ9, è armato con 3 registri  $\phi$  26/10 lato esterno e 2 registri  $\phi$  26/10 lato interno. Il baricentro del primo registro è posto ad una distanza pari a  $6.0 + 1.6 + 1.3 = 8.9$  cm, mentre i successivi registri sono posti a  $3.0+2.6 = 5.6$  cm dal precedente.





DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria  
 artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 94 di 147 |

## Verifiche in condizioni statiche diaframma

Si considerano positive le sollecitazioni che tendono le fibre esterne del diaframma.

### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A. NOME SEZIONE: Diaframma1500-SEZA\_01

|                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Descrizione Sezione:          |                               |
| Metodo di calcolo resistenza: | Stati Limite Ultimi           |
| Tipologia sezione:            | Sezione generica              |
| Normativa di riferimento:     | N.T.C.                        |
| Percorso sollecitazione:      | A Sforzo Norm. costante       |
| Condizioni Ambientali:        | Molto aggressive              |
| Riferimento Sforzi assegnati: | Assi x,y principali d'inerzia |
| Riferimento alla sismicità:   | Zona non sismica              |

### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

|  |  |                     |                     |
|--|--|---------------------|---------------------|
| CALCESTRUZZO -                               | Classe:  | C25/30              |                     |
|  | Resis. compr. di calcolo fcd:                  | 141.60              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Resis. compr. ridotta fcd':                    | 0.00                | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Def.unit. max resistenza ec2:                  | 0.0020              |                     |
|  | Def.unit. ultima ecu:                          | 0.0035              |                     |
|  | Diagramma tensione-deformaz.:                  | Parabola-Rettangolo |                     |
|  | Modulo Elastico Normale Ec:                    | 314750              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Coeff. di Poisson:                             | 0.20                |                     |
|  | Resis. media a trazione fctm:                  | 25.60               | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Coeff. Omogen. S.L.E.:                         | 15.0                |                     |
|  | Sc limite S.L.E. comb. Rare:                   | 125.00              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:              | 125.00              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:      | 0.200               | mm                  |
|  | Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:           | 100.00              | daN/cm <sup>2</sup> |
| Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 0.200  | mm                  |                     |
| ACCIAIO -                                    | Tipo:  | B450C               |                     |
|  | Resist. caratt. snervam. fyk:                  | 4500.0              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Resist. caratt. rottura ftk:                   | 4500.0              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Resist. snerv. di calcolo fyd:                 | 3913.0              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Resist. ultima di calcolo ftd:                 | 3913.0              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Deform. ultima di calcolo Epu:                 | 0.068               |                     |
|  | Modulo Elastico Ef                             | 2000000             | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Diagramma tensione-deformaz.:                  | Bilineare finito    |                     |
|  | Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \beta_2$ : | 1.00                |                     |
|  | Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$ :  | 0.50                |                     |
|  | Sf limite S.L.E. Comb. Rare:                   | 3600.0              | daN/cm <sup>2</sup> |

### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

|                      |            |
|----------------------|------------|
| Forma del Dominio:   | Poligonale |
| Classe Conglomerato: | C25/30     |

| N°vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|------------|--------|--------|
| 1          | -50.0  | 0.0    |
| 2          | -50.0  | 150.0  |
| 3          | 50.0   | 150.0  |
| 4          | 50.0   | 0.0    |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 95 di 147 |

#### DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1       | -42.5  | 8.9    | 26        |
| 2       | -42.5  | 141.1  | 26        |
| 3       | 42.5   | 141.1  | 26        |
| 4       | 42.5   | 8.9    | 26        |
| 5       | -42.5  | 14.5   | 26        |
| 6       | 42.5   | 14.5   | 26        |
| 7       | -42.5  | 135.5  | 26        |
| 8       | 42.5   | 135.5  | 26        |
| 9       | -42.5  | 20.1   | 26        |
| 10      | 42.5   | 20.1   | 26        |
| 11      | -42.5  | 130.5  | 1         |
| 12      | 42.5   | 130.5  | 1         |
| 13      | -42.5  | 24.8   | 1         |
| 14      | 42.5   | 24.8   | 1         |
| 15      | -42.5  | 124.9  | 1         |
| 16      | 42.5   | 124.9  | 1         |

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø  |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1      | 1            | 4            | 8       | 26 |
| 2      | 2            | 3            | 8       | 26 |
| 3      | 5            | 6            | 8       | 26 |
| 4      | 9            | 10           | 8       | 26 |
| 5      | 5            | 7            | 6       | 24 |
| 6      | 6            | 8            | 6       | 24 |
| 7      | 7            | 8            | 8       | 26 |

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

| N°Comb. | N      | Mx      | My | Vy | Vx |
|---------|--------|---------|----|----|----|
| 1       | 170681 | 135856  | 0  | 0  | 0  |
| 2       | 277026 | 21491   | 0  | 0  | 0  |
| 3       | 105637 | -57897  | 0  | 0  | 0  |
| 4       | 189217 | -234392 | 0  | 0  | 0  |
| 5       | 89705  | 170271  | 0  | 0  | 0  |
| 6       | 167708 | -72730  | 0  | 0  | 0  |
| 7       | 109058 | 156717  | 0  | 0  | 0  |
| 8       | 200119 | 439109  | 0  | 0  | 0  |
| 9       | 125865 | -46864  | 0  | 0  | 0  |
| 10      | 222809 | 143266  | 0  | 0  | 0  |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 96 di 147 |

|    |        |         |   |   |   |
|----|--------|---------|---|---|---|
| 11 | 196532 | -98153  | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 339286 | 17881   | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 150720 | 333540  | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 150720 | -338260 | 0 | 0 | 0 |

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N      | Mx      | My |
|---------|--------|---------|----|
| 1       | 152126 | 57719   | 0  |
| 2       | 192192 | -9882   | 0  |
| 3       | 87083  | -23581  | 0  |
| 4       | 127148 | -131622 | 0  |
| 5       | 71150  | 134974  | 0  |
| 6       | 111215 | -451    | 0  |
| 7       | 68400  | 27706   | 0  |
| 8       | 126004 | 210538  | 0  |
| 9       | 85207  | -123819 | 0  |
| 10      | 142812 | 28656   | 0  |
| 11      | 155874 | -20854  | 0  |
| 12      | 213478 | 53259   | 0  |
| 13      | 111660 | 246180  | 0  |
| 14      | 111660 | -248970 | 0  |

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N      | Mx                | My    |
|---------|--------|-------------------|-------|
| 1       | 152126 | 57719 (606476)    | 0 (0) |
| 2       | 192192 | -9882 (205078)    | 0 (0) |
| 3       | 87083  | -23581 (-410288)  | 0 (0) |
| 4       | 127148 | -131622 (-207777) | 0 (0) |
| 5       | 71150  | 134974 (181556)   | 0 (0) |
| 6       | 111215 | -451 (229027)     | 0 (0) |
| 7       | 68400  | 27706 (511705)    | 0 (0) |
| 8       | 126004 | 210538 (185965)   | 0 (0) |
| 9       | 85207  | -123819 (-185075) | 0 (0) |
| 10      | 142812 | 28656 (0)         | 0 (0) |
| 11      | 155874 | -20854 (0)        | 0 (0) |
| 12      | 213478 | 53259 (0)         | 0 (0) |
| 13      | 111660 | 246180 (177224)   | 0 (0) |
| 14      | 111660 | -248970 (-169134) | 0 (0) |

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 97 di 147 |

con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N      | Mx                | My    |
|---------|--------|-------------------|-------|
| 1       | 152126 | 57719 (606476)    | 0 (0) |
| 2       | 192192 | -9882 (205078)    | 0 (0) |
| 3       | 87083  | -23581 (-410288)  | 0 (0) |
| 4       | 127148 | -131622 (-207777) | 0 (0) |
| 5       | 71150  | 134974 (181556)   | 0 (0) |
| 6       | 111215 | -451 (229027)     | 0 (0) |
| 7       | 68400  | 27706 (511705)    | 0 (0) |
| 8       | 126004 | 210538 (185965)   | 0 (0) |
| 9       | 85207  | -123819 (-185075) | 0 (0) |
| 10      | 142812 | 28656 (0)         | 0 (0) |
| 11      | 155874 | -20854 (0)        | 0 (0) |
| 12      | 213478 | 53259 (0)         | 0 (0) |
| 13      | 111660 | 246180 (177224)   | 0 (0) |
| 14      | 111660 | -248970 (-169134) | 0 (0) |

## RISULTATI DEL CALCOLO

### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.2 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.0 cm

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] intorno all'asse X di riferimento della sezione  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

| N°Comb | Ver | N      | Mx      | My | N ult  | Mx ult  | My ult | Mis.Sic. | As Tesa |
|--------|-----|--------|---------|----|--------|---------|--------|----------|---------|
| 1      | S   | 170681 | 135856  | 0  | 170674 | 957310  | 0      | 6.800    | ----    |
| 2      | S   | 277026 | 21491   | 0  | 277033 | 991179  | 0      | 32.433   | ----    |
| 3      | S   | 105637 | -57897  | 0  | 105657 | -723558 | 0      | 13.253   | ----    |
| 4      | S   | 189217 | -234392 | 0  | 189244 | -769248 | 0      | 3.346    | ----    |
| 5      | S   | 89705  | 170271  | 0  | 89718  | 926876  | 0      | 5.366    | ----    |
| 6      | S   | 167708 | -72730  | 0  | 167733 | -757554 | 0      | 11.211   | ----    |
| 7      | S   | 109058 | 156717  | 0  | 109088 | 934639  | 0      | 5.850    | ----    |
| 8      | S   | 200119 | 439109  | 0  | 200124 | 967041  | 0      | 2.184    | ----    |
| 9      | S   | 125865 | -46864  | 0  | 125868 | -734664 | 0      | 17.141   | ----    |
| 10     | S   | 222809 | 143266  | 0  | 222796 | 974359  | 0      | 6.511    | ----    |
| 11     | S   | 196532 | -98153  | 0  | 196556 | -773208 | 0      | 8.377    | ----    |
| 12     | S   | 339286 | 17881   | 0  | 339294 | 1008269 | 0      | 34.753   | ----    |
| 13     | S   | 150720 | 333540  | 0  | 150746 | 950592  | 0      | 2.822    | ----    |
| 14     | S   | 150720 | -338260 | 0  | 150733 | -748279 | 0      | 2.231    | ----    |

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO    |
|----------|-------|----------|---------------|------|-----------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 98 di 147 |

es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max  | ec 3/7   | Xc max | Yc max | es min  | Xs min | Ys min | es max   | Xs max | Ys max |
|--------|---------|----------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1      | 0.00350 | -0.00160 | -50.0  | 150.0  | 0.00279 | -42.5  | 141.1  | -0.00769 | -42.5  | 8.9    |
| 2      | 0.00350 | -0.00092 | -50.0  | 150.0  | 0.00289 | -42.5  | 141.1  | -0.00619 | -42.5  | 8.9    |
| 3      | 0.00350 | -0.00558 | -50.0  | 0.0    | 0.00224 | -42.5  | 8.9    | -0.01643 | -42.5  | 141.1  |
| 4      | 0.00350 | -0.00475 | -50.0  | 0.0    | 0.00236 | -42.5  | 8.9    | -0.01460 | -42.5  | 141.1  |
| 5      | 0.00350 | -0.00230 | -50.0  | 150.0  | 0.00270 | -42.5  | 141.1  | -0.00924 | -42.5  | 8.9    |
| 6      | 0.00350 | -0.00496 | -50.0  | 0.0    | 0.00233 | -42.5  | 8.9    | -0.01506 | -42.5  | 141.1  |
| 7      | 0.00350 | -0.00211 | -50.0  | 150.0  | 0.00272 | -42.5  | 141.1  | -0.00882 | -42.5  | 8.9    |
| 8      | 0.00350 | -0.00140 | -50.0  | 150.0  | 0.00282 | -42.5  | 141.1  | -0.00724 | -42.5  | 8.9    |
| 9      | 0.00350 | -0.00537 | -50.0  | 0.0    | 0.00227 | -42.5  | 8.9    | -0.01598 | -42.5  | 141.1  |
| 10     | 0.00350 | -0.00125 | -50.0  | 150.0  | 0.00284 | -42.5  | 141.1  | -0.00692 | -42.5  | 8.9    |
| 11     | 0.00350 | -0.00468 | -50.0  | 0.0    | 0.00237 | -42.5  | 8.9    | -0.01445 | -42.5  | 141.1  |
| 12     | 0.00350 | -0.00059 | -50.0  | 150.0  | 0.00293 | -42.5  | 141.1  | -0.00548 | -42.5  | 8.9    |
| 13     | 0.00350 | -0.00174 | -50.0  | 150.0  | 0.00277 | -42.5  | 141.1  | -0.00801 | -42.5  | 8.9    |
| 14     | 0.00350 | -0.00512 | -50.0  | 0.0    | 0.00231 | -42.5  | 8.9    | -0.01543 | -42.5  | 141.1  |

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

| N°Comb | a           | b            | c            | x/d | C.Rid. |
|--------|-------------|--------------|--------------|-----|--------|
| 1      | 0.000000000 | 0.000079310  | -0.008396526 | --- | ---    |
| 2      | 0.000000000 | 0.000068704  | -0.006805634 | --- | ---    |
| 3      | 0.000000000 | -0.000141232 | 0.003500000  | --- | ---    |
| 4      | 0.000000000 | -0.000128302 | 0.003500000  | --- | ---    |
| 5      | 0.000000000 | 0.000090264  | -0.010039588 | --- | ---    |
| 6      | 0.000000000 | -0.000131553 | 0.003500000  | --- | ---    |
| 7      | 0.000000000 | 0.000087313  | -0.009596971 | --- | ---    |
| 8      | 0.000000000 | 0.000076147  | -0.007922059 | --- | ---    |
| 9      | 0.000000000 | -0.000138033 | 0.003500000  | --- | ---    |
| 10     | 0.000000000 | 0.000073833  | -0.007574996 | --- | ---    |
| 11     | 0.000000000 | -0.000127218 | 0.003500000  | --- | ---    |
| 12     | 0.000000000 | 0.000063648  | -0.006047256 | --- | ---    |
| 13     | 0.000000000 | 0.000081558  | -0.008733705 | --- | ---    |
| 14     | 0.000000000 | -0.000134159 | 0.003500000  | --- | ---    |

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm<sup>2</sup>]  
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm<sup>2</sup>]  
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
 D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure  
 Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1\*Beta2

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1      | S   | 18.6   | -50.0  | 150.0  | -24    | 33.1   | 8.9    | 1000    | 53.1    | 5.6     | 1.00   |





DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria  
 artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 100 di 147 |

|    |   |       |       |       |    |      |       |                   |     |              |         |   |
|----|---|-------|-------|-------|----|------|-------|-------------------|-----|--------------|---------|---|
| 13 | S | -35.6 | -11.9 | 0.167 | 26 | 76.0 | 0.741 | 0.00037 (0.00020) | 204 | 0.129 (0.20) | 177224  | 0 |
| 14 | S | -37.7 | -11.5 | 0.163 | 26 | 76.0 | 0.769 | 0.00051 (0.00027) | 219 | 0.192 (0.20) | -169134 | 0 |

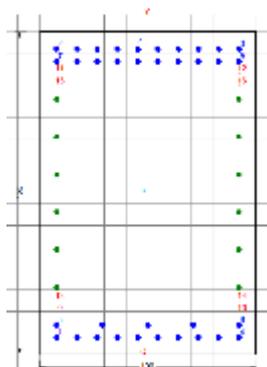
**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1      | S   | 18.6   | -50.0  | 150.0  | -24    | 33.1   | 8.9    | 1000    | 53.1    | 5.6     | 0.50   |
| 2      | S   | 10.6   | -50.0  | 150.0  | 132    | 33.1   | 141.1  | ---     | ---     | ---     | ---    |
| 3      | S   | 8.0    | 0.0    | 0.0    | 15     | 33.1   | 141.1  | ---     | ---     | ---     | ---    |
| 4      | S   | 32.6   | -50.0  | 150.0  | -482   | 33.1   | 141.1  | 3577    | 115.3   | 5.6     | 0.50   |
| 5      | S   | 32.3   | -50.0  | 150.0  | -528   | -23.6  | 8.9    | 3941    | 168.3   | 5.6     | 0.50   |
| 6      | S   | 6.0    | -50.0  | 150.0  | 80     | 33.1   | 8.9    | ---     | ---     | ---     | ---    |
| 7      | S   | 8.7    | -50.0  | 150.0  | -17    | 33.1   | 8.9    | 1250    | 53.1    | 5.6     | 0.50   |
| 8      | S   | 51.1   | -50.0  | 150.0  | -789   | 33.1   | 8.9    | 3897    | 168.3   | 5.6     | 0.50   |
| 9      | S   | 29.8   | 50.0   | 0.0    | -564   | 33.1   | 141.1  | 3766    | 115.3   | 5.6     | 0.50   |
| 10     | S   | 12.8   | -50.0  | 150.0  | 39     | 42.5   | 8.9    | ---     | ---     | ---     | ---    |
| 11     | S   | 10.8   | 0.0    | 0.0    | 77     | 33.1   | 141.1  | ---     | ---     | ---     | ---    |
| 12     | S   | 21.0   | -50.0  | 150.0  | 35     | 33.1   | 8.9    | ---     | ---     | ---     | ---    |
| 13     | S   | 58.2   | -50.0  | 150.0  | -1006  | 33.1   | 8.9    | 3983    | 168.3   | 5.6     | 0.50   |
| 14     | S   | 58.3   | 0.0    | 0.0    | -1337  | 33.1   | 141.1  | 3868    | 115.3   | 5.6     | 0.50   |

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

| Comb. | Ver | S1    | S2    | k3    | Ø   | Cf   | Psi      | e sm              | srm | wk           | Mx fess | My fess |
|-------|-----|-------|-------|-------|-----|------|----------|-------------------|-----|--------------|---------|---------|
| 1     | S   | -2.4  | -1.1  | 0.180 | 26  | 76.0 | -54.203  | 0.00000 (0.00000) | 199 | 0.002 (0.20) | 606476  | 0       |
| 2     | S   | 8.7   | -3.8  | ---   | --- | ---  | ---      | ---               | --- | ---          | 205078  | 0       |
| 3     | S   | 0.6   | -0.8  | ---   | --- | ---  | ---      | ---               | --- | ---          | -410288 | 0       |
| 4     | S   | -16.2 | -4.7  | 0.161 | 26  | 76.0 | -0.246   | 0.00010 (0.00010) | 215 | 0.035 (0.20) | -207777 | 0       |
| 5     | S   | -19.0 | -6.4  | 0.167 | 26  | 76.0 | 0.095    | 0.00011 (0.00011) | 204 | 0.037 (0.20) | 181556  | 0       |
| 6     | S   | 5.3   | -3.6  | ---   | --- | ---  | ---      | ---               | --- | ---          | 229027  | 0       |
| 7     | S   | -1.4  | -0.6  | 0.177 | 26  | 76.0 | -169.554 | 0.00000 (0.00000) | 206 | 0.001 (0.20) | 511705  | 0       |
| 8     | S   | -29.0 | -9.7  | 0.167 | 26  | 76.0 | 0.610    | 0.00024 (0.00016) | 203 | 0.083 (0.20) | 185965  | 0       |
| 9     | S   | -17.1 | -5.0  | 0.161 | 26  | 76.0 | -0.117   | 0.00011 (0.00011) | 217 | 0.042 (0.20) | -185075 | 0       |
| 10    | S   | 1.9   | 0     | ---   | --- | ---  | ---      | ---               | --- | ---          | 0       | 0       |
| 11    | S   | 4.8   | 0     | ---   | --- | ---  | ---      | ---               | --- | ---          | 0       | 0       |
| 12    | S   | 1.2   | 0     | ---   | --- | ---  | ---      | ---               | --- | ---          | 0       | 0       |
| 13    | S   | -35.6 | -11.9 | 0.167 | 26  | 76.0 | 0.741    | 0.00037 (0.00020) | 204 | 0.129 (0.20) | 177224  | 0       |
| 14    | S   | -37.7 | -11.5 | 0.163 | 26  | 76.0 | 0.769    | 0.00051 (0.00027) | 219 | 0.192 (0.20) | -169134 | 0       |

Il diaframma, in corrispondenza delle sezioni da SEZ5 a SEZ8, è armato con 1 registro  $\phi$  26/10 e 1 registro  $\phi$  26/20 lato esterno lato esterno e 2 registri  $\phi$  26/10 lato interno.





DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 101 di 147 |

#### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Diaframma1500-SEZ5-8\_01

Descrizione Sezione:

|                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Metodo di calcolo resistenza: | Stati Limite Ultimi           |
| Tipologia sezione:            | Sezione generica              |
| Normativa di riferimento:     | N.T.C.                        |
| Percorso sollecitazione:      | A Sforzo Norm. costante       |
| Condizioni Ambientali:        | Molto aggressive              |
| Riferimento Sforzi assegnati: | Assi x,y principali d'inerzia |
| Riferimento alla sismicit :   | Zona non sismica              |

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

|  |  |                     |                     |
|--|--|---------------------|---------------------|
| CALCESTRUZZO -                               | Classe:  | C25/30              |                     |
|  | Resis. compr. di calcolo fcd:                  | 141.60              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Resis. compr. ridotta fcd':                    | 0.00                | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Def.unit. max resistenza ec2:                  | 0.0020              |                     |
|  | Def.unit. ultima ecu:                          | 0.0035              |                     |
|  | Diagramma tensione-deformaz.:                  | Parabola-Rettangolo |                     |
|  | Modulo Elastico Normale Ec:                    | 314750              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Coeff. di Poisson:                             | 0.20                |                     |
|  | Resis. media a trazione fctm:                  | 25.60               | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Coeff. Omogen. S.L.E.:                         | 15.0                |                     |
|  | Sc limite S.L.E. comb. Rare:                   | 125.00              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:              | 125.00              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:      | 0.200               | mm                  |
|  | Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:           | 100.00              | daN/cm <sup>2</sup> |
| Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 0.200  | mm                  |                     |
| ACCIAIO -                                    | Tipo:  | B450C               |                     |
|  | Resist. caratt. snervam. fyk:                  | 4500.0              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Resist. caratt. rottura ftk:                   | 4500.0              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Resist. snerv. di calcolo fyd:                 | 3913.0              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Resist. ultima di calcolo ftd:                 | 3913.0              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Deform. ultima di calcolo Epu:                 | 0.068               |                     |
|  | Modulo Elastico Ef                             | 2000000             | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Diagramma tensione-deformaz.:                  | Bilineare finito    |                     |
|  | Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \beta_2$ : | 1.00                |                     |
|  | Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$ :  | 0.50                |                     |
| Sf limite S.L.E. Comb. Rare:                 | 3600.0   | daN/cm <sup>2</sup> |                     |

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

|                      |            |        |
|----------------------|------------|--------|
| Forma del Dominio:   | Poligonale |        |
| Classe Conglomerato: | C25/30     |        |
| N°vertice:           | X [cm]     | Y [cm] |
| 1                    | -50.0      | 0.0    |
| 2                    | -50.0      | 150.0  |
| 3                    | 50.0       | 150.0  |
| 4                    | 50.0       | 0.0    |

#### DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1       | -42.0  | 8.9    | 26        |
| 2       | -42.0  | 141.1  | 26        |
| 3       | 42.0   | 141.1  | 26        |
| 4       | 42.0   | 8.9    | 26        |
| 5       | -42.0  | 14.5   | 26        |
| 6       | 42.0   | 14.5   | 26        |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 102 di 147 |

|    |       |       |    |
|----|-------|-------|----|
| 7  | -42.0 | 135.5 | 26 |
| 8  | 42.0  | 135.5 | 26 |
| 9  | -42.0 | 19.2  | 1  |
| 10 | 42.0  | 19.2  | 1  |
| 11 | -42.0 | 130.5 | 1  |
| 12 | 42.0  | 130.5 | 1  |
| 13 | -42.0 | 24.8  | 1  |
| 14 | 42.0  | 24.8  | 1  |
| 15 | -42.0 | 124.9 | 1  |
| 16 | 42.0  | 124.9 | 1  |

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø  |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1      | 1            | 4            | 8       | 26 |
| 2      | 2            | 3            | 8       | 26 |
| 3      | 5            | 7            | 6       | 24 |
| 4      | 6            | 8            | 6       | 24 |
| 5      | 7            | 8            | 8       | 26 |
| 6      | 5            | 6            | 3       | 26 |

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

| N°Comb. | N      | Mx      | My | Vy | Vx |
|---------|--------|---------|----|----|----|
| 1       | 125865 | -46864  | 0  | 0  | 0  |
| 2       | 222809 | 143266  | 0  | 0  | 0  |
| 3       | 196532 | -98153  | 0  | 0  | 0  |
| 4       | 339286 | 17881   | 0  | 0  | 0  |
| 5       | 170681 | 135856  | 0  | 0  | 0  |
| 6       | 277026 | 21491   | 0  | 0  | 0  |
| 7       | 105637 | -57897  | 0  | 0  | 0  |
| 8       | 189217 | -234392 | 0  | 0  | 0  |
| 9       | 150720 | -338260 | 0  | 0  | 0  |

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N | Mx | My |
|---------|---|----|----|
|---------|---|----|----|



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 103 di 147 |

|   |        |         |   |
|---|--------|---------|---|
| 1 | 85207  | -123819 | 0 |
| 2 | 142812 | 28656   | 0 |
| 3 | 155874 | -20854  | 0 |
| 4 | 213478 | 53259   | 0 |
| 5 | 152126 | 57719   | 0 |
| 6 | 192192 | -9882   | 0 |
| 7 | 87083  | -23581  | 0 |
| 8 | 127148 | -131622 | 0 |
| 9 | 111660 | -248970 | 0 |

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N      | Mx                | My    |
|---------|--------|-------------------|-------|
| 1       | 85207  | -123819 (-172901) | 0 (0) |
| 2       | 142812 | 28656 (205078)    | 0 (0) |
| 3       | 155874 | -20854 (-410288)  | 0 (0) |
| 4       | 213478 | 53259 (-202970)   | 0 (0) |
| 5       | 152126 | 57719 (614199)    | 0 (0) |
| 6       | 192192 | -9882 (229027)    | 0 (0) |
| 7       | 87083  | -23581 (510661)   | 0 (0) |
| 8       | 127148 | -131622 (-191339) | 0 (0) |
| 9       | 111660 | -248970 (-159633) | 0 (0) |

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N      | Mx                | My    |
|---------|--------|-------------------|-------|
| 1       | 85207  | -123819 (-172901) | 0 (0) |
| 2       | 142812 | 28656 (205078)    | 0 (0) |
| 3       | 155874 | -20854 (-410288)  | 0 (0) |
| 4       | 213478 | 53259 (-202970)   | 0 (0) |
| 5       | 152126 | 57719 (614199)    | 0 (0) |
| 6       | 192192 | -9882 (229027)    | 0 (0) |
| 7       | 87083  | -23581 (510661)   | 0 (0) |
| 8       | 127148 | -131622 (-191339) | 0 (0) |
| 9       | 111660 | -248970 (-159633) | 0 (0) |

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.7 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.0 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 104 di 147 |

My Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] intorno all'asse X di riferimento della sezione  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Tesa Area armature [cm<sup>2</sup>] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

| N°Comb | Ver | N      | Mx      | My | N ult  | Mx ult  | My ult | Mis.Sic. | As Tesa |
|--------|-----|--------|---------|----|--------|---------|--------|----------|---------|
| 1      | S   | 125865 | -46864  | 0  | 125837 | -722674 | 0      | 14.658   | ----    |
| 2      | S   | 222809 | 143266  | 0  | 222801 | 668267  | 0      | 4.787    | ----    |
| 3      | S   | 196532 | -98153  | 0  | 196524 | -752047 | 0      | 7.396    | ----    |
| 4      | S   | 339286 | 17881   | 0  | 339315 | 725112  | 0      | 66.306   | ----    |
| 5      | S   | 170681 | 135856  | 0  | 170651 | 640167  | 0      | 4.812    | ----    |
| 6      | S   | 277026 | 21491   | 0  | 277033 | 696724  | 0      | 43.917   | ----    |
| 7      | S   | 105637 | -57897  | 0  | 105627 | -713996 | 0      | 11.918   | ----    |
| 8      | S   | 189217 | -234392 | 0  | 189216 | -749089 | 0      | 3.160    | ----    |
| 9      | S   | 150720 | -338260 | 0  | 150703 | -733191 | 0      | 2.157    | ----    |

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max  | ec 3/7   | Xc max | Yc max | es min  | Xs min | Ys min | es max   | Xs max | Ys max |
|--------|---------|----------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1      | 0.00350 | -0.00305 | -50.0  | 0.0    | 0.00259 | -42.0  | 8.9    | -0.01092 | -42.0  | 141.5  |
| 2      | 0.00350 | -0.00437 | -50.0  | 150.0  | 0.00246 | -42.0  | 141.1  | -0.01377 | -42.0  | 8.9    |
| 3      | 0.00350 | -0.00227 | -50.0  | 0.0    | 0.00270 | -42.0  | 8.9    | -0.00921 | -42.0  | 141.5  |
| 4      | 0.00350 | -0.00298 | -50.0  | 150.0  | 0.00264 | -42.0  | 141.1  | -0.01072 | 42.0   | 8.9    |
| 5      | 0.00350 | -0.00510 | -50.0  | 150.0  | 0.00236 | -42.0  | 141.1  | -0.01539 | -42.0  | 8.9    |
| 6      | 0.00350 | -0.00368 | -50.0  | 150.0  | 0.00255 | -42.0  | 141.1  | -0.01226 | 42.0   | 8.9    |
| 7      | 0.00350 | -0.00330 | -50.0  | 0.0    | 0.00256 | -42.0  | 8.9    | -0.01147 | -42.0  | 141.5  |
| 8      | 0.00350 | -0.00235 | -50.0  | 0.0    | 0.00269 | -42.0  | 8.9    | -0.00937 | -42.0  | 141.5  |
| 9      | 0.00350 | -0.00276 | -50.0  | 0.0    | 0.00263 | -42.0  | 8.9    | -0.01028 | -42.0  | 141.5  |

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

| N°Comb | a           | b            | c            | x/d  | C.Rid. |
|--------|-------------|--------------|--------------|------|--------|
| 1      | 0.000000000 | -0.000101885 | 0.003500000  | ---- | ----   |
| 2      | 0.000000000 | 0.000122430  | -0.014864433 | ---- | ----   |
| 3      | 0.000000000 | -0.000089803 | 0.003500000  | ---- | ----   |
| 4      | 0.000000000 | 0.000100815  | -0.011622242 | ---- | ----   |
| 5      | 0.000000000 | 0.000133852  | -0.016577785 | ---- | ----   |
| 6      | 0.000000000 | 0.000111688  | -0.013253222 | ---- | ----   |
| 7      | 0.000000000 | -0.000105783 | 0.003500000  | ---- | ----   |
| 8      | 0.000000000 | -0.000090949 | 0.003500000  | ---- | ----   |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria  
 artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 105 di 147 |

9 0.00000000 -0.000097373 0.003500000 --- ---

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm<sup>2</sup>]  
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm<sup>2</sup>]  
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
 D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure  
 Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1\*Beta2

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1      | S   | 34.3   | -50.0  | 150.0  | -583   | 32.7   | 141.1  | 3695    | 115.3   | 6.0     | 1.00   |
| 2      | S   | 12.6   | -50.0  | 150.0  | 48     | 32.7   | 8.9    | ---     | ---     | ---     | ---    |
| 3      | S   | 12.7   | 0.0    | 0.0    | 70     | 32.7   | 141.1  | ---     | ---     | ---     | ---    |
| 4      | S   | 20.7   | -50.0  | 150.0  | 45     | 32.7   | 8.9    | ---     | ---     | ---     | ---    |
| 5      | S   | 18.6   | -50.0  | 150.0  | -25    | 32.7   | 8.9    | 1050    | 53.1    | 9.3     | 1.00   |
| 6      | S   | 12.7   | -50.0  | 150.0  | 125    | 42.0   | 141.1  | ---     | ---     | ---     | ---    |
| 7      | S   | 9.4    | -50.0  | 150.0  | 10     | 42.0   | 141.1  | ---     | ---     | ---     | ---    |
| 8      | S   | 37.7   | 50.0   | 150.0  | -508   | 32.7   | 141.1  | 3491    | 115.3   | 6.0     | 1.00   |
| 9      | S   | 66.8   | 50.0   | 0.0    | -1367  | 14.0   | 141.1  | 3815    | 115.3   | 6.0     | 1.00   |

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1      | S   | 34.3   | -50.0  | 150.0  | -583   | 32.7   | 141.1  | 3695    | 115.3   | 6.0     | 0.50   |
| 2      | S   | 12.6   | -50.0  | 150.0  | 48     | 32.7   | 8.9    | ---     | ---     | ---     | ---    |
| 3      | S   | 12.7   | 0.0    | 0.0    | 70     | 32.7   | 141.1  | ---     | ---     | ---     | ---    |
| 4      | S   | 20.7   | -50.0  | 150.0  | 45     | 32.7   | 8.9    | ---     | ---     | ---     | ---    |
| 5      | S   | 18.6   | -50.0  | 150.0  | -25    | 32.7   | 8.9    | 1050    | 53.1    | 9.3     | 0.50   |
| 6      | S   | 12.7   | -50.0  | 150.0  | 125    | 42.0   | 141.1  | ---     | ---     | ---     | ---    |
| 7      | S   | 9.4    | -50.0  | 150.0  | 10     | 42.0   | 141.1  | ---     | ---     | ---     | ---    |
| 8      | S   | 37.7   | 50.0   | 150.0  | -508   | 32.7   | 141.1  | 3491    | 115.3   | 6.0     | 0.50   |
| 9      | S   | 66.8   | 50.0   | 0.0    | -1367  | 14.0   | 141.1  | 3815    | 115.3   | 6.0     | 0.50   |

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm

Ver. Esito della verifica  
 S1 Massima tensione [daN/cm<sup>2</sup>] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata  
 S2 Minima di trazione [daN/cm<sup>2</sup>] del cls. (in sezione non fessurata) nella fibra più interna dell'area Ac eff  
 k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata  
 k3 = (S1 + S2)/(2\*S1) con riferimento all'area tesa Ac eff  
 Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff  
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
 Psi = 1-Beta12\*(Ssr/Ss)<sup>2</sup> = 1-Beta12\*(fctm/S2)<sup>2</sup> = 1-Beta12\*(Mfess/M)<sup>2</sup> [B.6.6 DM96]  
 e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = 0.4\*Ss/Es è tra parentesi  
 srm Distanza media tra le fessure [mm]  
 wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = 1.7 \* e sm \* srm . Valore limite tra parentesi  
 MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]  
 MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

| Comb. | Ver | S1    | S2   | k3    | Ø   | Cf   | Psi   | e sm              | srm | wk           | Mx fess | My fess |
|-------|-----|-------|------|-------|-----|------|-------|-------------------|-----|--------------|---------|---------|
| 1     | S   | -18.3 | -5.4 | 0.161 | 26  | 72.0 | 0.025 | 0.00012 (0.00012) | 209 | 0.041 (0.20) | -172901 | 0       |
| 2     | S   | 2.6   | -3.8 | ---   | --- | ---  | ---   | ---               | --- | ---          | 205078  | 0       |
| 3     | S   | 4.2   | -0.8 | ---   | --- | ---  | ---   | ---               | --- | ---          | -410288 | 0       |
| 4     | S   | 1.9   | -4.8 | ---   | --- | ---  | ---   | ---               | --- | ---          | -202970 | 0       |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria  
 artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 106 di 147 |

|   |   |       |       |       |     |      |         |                   |     |              |         |   |
|---|---|-------|-------|-------|-----|------|---------|-------------------|-----|--------------|---------|---|
| 5 | S | -2.4  | -1.0  | 0.176 | 26  | 76.0 | -55.617 | 0.00001 (0.00001) | 207 | 0.002 (0.20) | 614199  | 0 |
| 6 | S | 8.1   | -3.6  | ---   | --- | ---  | ---     | ---               | --- | ---          | 229027  | 0 |
| 7 | S | 0.1   | -0.6  | ---   | --- | ---  | ---     | ---               | --- | ---          | 510661  | 0 |
| 8 | S | -17.6 | -5.3  | 0.162 | 26  | 72.0 | -0.057  | 0.00010 (0.00010) | 206 | 0.036 (0.20) | -191339 | 0 |
| 9 | S | -39.9 | -12.0 | 0.163 | 26  | 72.0 | 0.794   | 0.00054 (0.00027) | 211 | 0.195 (0.20) | -159633 | 0 |

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1      | S   | 34.3   | -50.0  | 150.0  | -583   | 32.7   | 141.1  | 3695    | 115.3   | 6.0     | 0.50   |
| 2      | S   | 12.6   | -50.0  | 150.0  | 48     | 32.7   | 8.9    | ---     | ---     | ---     | ---    |
| 3      | S   | 12.7   | 0.0    | 0.0    | 70     | 32.7   | 141.1  | ---     | ---     | ---     | ---    |
| 4      | S   | 20.7   | -50.0  | 150.0  | 45     | 32.7   | 8.9    | ---     | ---     | ---     | ---    |
| 5      | S   | 18.6   | -50.0  | 150.0  | -25    | 32.7   | 8.9    | 1050    | 53.1    | 9.3     | 0.50   |
| 6      | S   | 12.7   | -50.0  | 150.0  | 125    | 42.0   | 141.1  | ---     | ---     | ---     | ---    |
| 7      | S   | 9.4    | -50.0  | 150.0  | 10     | 42.0   | 141.1  | ---     | ---     | ---     | ---    |
| 8      | S   | 37.7   | 50.0   | 150.0  | -508   | 32.7   | 141.1  | 3491    | 115.3   | 6.0     | 0.50   |
| 9      | S   | 66.8   | 50.0   | 0.0    | -1367  | 14.0   | 141.1  | 3815    | 115.3   | 6.0     | 0.50   |

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

| Comb. | Ver | S1    | S2    | k3    | Ø   | Cf   | Psi     | e sm              | srm | wk           | Mx fess | My fess |
|-------|-----|-------|-------|-------|-----|------|---------|-------------------|-----|--------------|---------|---------|
| 1     | S   | -18.3 | -5.4  | 0.161 | 26  | 72.0 | 0.025   | 0.00012 (0.00012) | 209 | 0.041 (0.20) | -172901 | 0       |
| 2     | S   | 2.6   | -3.8  | ---   | --- | ---  | ---     | ---               | --- | ---          | 205078  | 0       |
| 3     | S   | 4.2   | -0.8  | ---   | --- | ---  | ---     | ---               | --- | ---          | -410288 | 0       |
| 4     | S   | 1.9   | -4.8  | ---   | --- | ---  | ---     | ---               | --- | ---          | -202970 | 0       |
| 5     | S   | -2.4  | -1.0  | 0.176 | 26  | 76.0 | -55.617 | 0.00001 (0.00001) | 207 | 0.002 (0.20) | 614199  | 0       |
| 6     | S   | 8.1   | -3.6  | ---   | --- | ---  | ---     | ---               | --- | ---          | 229027  | 0       |
| 7     | S   | 0.1   | -0.6  | ---   | --- | ---  | ---     | ---               | --- | ---          | 510661  | 0       |
| 8     | S   | -17.6 | -5.3  | 0.162 | 26  | 72.0 | -0.057  | 0.00010 (0.00010) | 206 | 0.036 (0.20) | -191339 | 0       |
| 9     | S   | -39.9 | -12.0 | 0.163 | 26  | 72.0 | 0.794   | 0.00054 (0.00027) | 211 | 0.195 (0.20) | -159633 | 0       |

#### Verifiche in condizioni sismiche diaframma SEZ4 e SEZ9

La verifica è condotta in campo sostanzialmente elastico e si considerano positive le sollecitazioni che tendono le fibre esterne del diaframma.

#### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Diaframma1500-SEZA\_sisma\_01

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Stati Limite Ultimi

Tipologia sezione:

Sezione generica

Normativa di riferimento:

N.T.C.

Percorso sollecitazione:

A Sforzo Norm. costante

Riferimento Sforzi assegnati:

Assi x,y principali d'inerzia

Riferimento alla sismicità:

Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -

Classe:

C25/30

Resis. compr. di calcolo fcd:

141.60 daN/cm<sup>2</sup>

Resis. compr. ridotta fcd':

0.00 daN/cm<sup>2</sup>

Def.unit. max resistenza ec2:

0.0020

Def.unit. ultima ecu:

0.0035



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 107 di 147 |

|           |                                |                     |                     |
|-----------|--------------------------------|---------------------|---------------------|
|           | Diagramma tensione-deformaz.:  | Parabola-Rettangolo |                     |
|           | Modulo Elastico Normale Ec:    | 314750              | daN/cm <sup>2</sup> |
|           | Coeff. di Poisson:             | 0.20                |                     |
|           | Resis. media a trazione fctm:  | 25.60               | daN/cm <sup>2</sup> |
| ACCIAIO - | Tipo:                          | B450Ce              |                     |
|           | Resist. caratt. snervam. fyk:  | 4500.0              | daN/cm <sup>2</sup> |
|           | Resist. caratt. rottura ftk:   | 4500.0              | daN/cm <sup>2</sup> |
|           | Resist. snerv. di calcolo fyd: | 3913.0              | daN/cm <sup>2</sup> |
|           | Resist. ultima di calcolo ftd: | 3913.0              | daN/cm <sup>2</sup> |
|           | Deform. ultima di calcolo Epu: | 0.002               |                     |
|           | Modulo Elastico Ef             | 2000000             | daN/cm <sup>2</sup> |
|           | Diagramma tensione-deformaz.:  | Bilineare finito    |                     |

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C25/30

| N°vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|------------|--------|--------|
| 1          | -50.0  | 0.0    |
| 2          | -50.0  | 150.0  |
| 3          | 50.0   | 150.0  |
| 4          | 50.0   | 0.0    |

#### DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1       | -42.5  | 8.9    | 26        |
| 2       | -42.5  | 141.1  | 26        |
| 3       | 42.5   | 141.1  | 26        |
| 4       | 42.5   | 8.9    | 26        |
| 5       | -42.5  | 14.5   | 26        |
| 6       | 42.5   | 14.5   | 26        |
| 7       | -42.5  | 135.5  | 26        |
| 8       | 42.5   | 135.5  | 26        |
| 9       | -42.5  | 20.1   | 26        |
| 10      | 42.5   | 20.1   | 26        |
| 11      | -42.5  | 131.0  | 1         |
| 12      | 42.5   | 131.0  | 1         |
| 13      | 0.0    | 0.0    | 1         |

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø  |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1      | 1            | 4            | 8       | 26 |
| 2      | 2            | 3            | 8       | 26 |
| 3      | 5            | 6            | 8       | 26 |
| 4      | 7            | 8            | 8       | 26 |
| 5      | 5            | 7            | 6       | 24 |
| 6      | 6            | 8            | 6       | 24 |
| 7      | 9            | 10           | 8       | 26 |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria  
 artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 108 di 147 |

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

| N°Comb. | N      | Mx      | My | Vy | Vx |
|---------|--------|---------|----|----|----|
| 1       | -2165  | 580579  | 0  | 0  | 0  |
| 2       | 173390 | -433541 | 0  | 0  | 0  |
| 3       | 4542   | -393792 | 0  | 0  | 0  |
| 4       | 170528 | 608012  | 0  | 0  | 0  |
| 5       | 45926  | 236250  | 0  | 0  | 0  |

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: -0.1 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.0 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] intorno all'asse X di riferimento della sezione  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

| N°Comb | Ver | N      | Mx      | My | N ult  | Mx ult  | My ult | Mis.Sic. | As Tesa     |
|--------|-----|--------|---------|----|--------|---------|--------|----------|-------------|
| 1      | S   | -2165  | 580579  | 0  | -2155  | 650850  | 0      | 1.121    | 168.3(30.0) |
| 2      | S   | 173390 | -433541 | 0  | 173365 | -626937 | 0      | 1.452    | -----       |
| 3      | S   | 4542   | -393792 | 0  | 4541   | -541938 | 0      | 1.376    | -----       |
| 4      | S   | 170528 | 608012  | 0  | 170506 | 723241  | 0      | 1.188    | -----       |
| 5      | S   | 45926  | 236250  | 0  | 45927  | 671503  | 0      | 2.830    | -----       |

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max | ec 3/7 | Xc max | Yc max | es min | Xs min | Ys min | es max | Xs max | Ys max |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria  
 artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 109 di 147 |

|   |         |          |       |       |         |       |       |          |       |       |
|---|---------|----------|-------|-------|---------|-------|-------|----------|-------|-------|
| 1 | 0.00113 | -0.00017 | -50.0 | 150.0 | 0.00095 | -42.5 | 141.1 | -0.00190 | 0.0   | 0.0   |
| 2 | 0.00115 | -0.00024 | -50.0 | 0.0   | 0.00115 | 0.0   | 0.0   | -0.00190 | -42.5 | 141.1 |
| 3 | 0.00093 | -0.00036 | -50.0 | 0.0   | 0.00093 | 0.0   | 0.0   | -0.00190 | -42.5 | 141.1 |
| 4 | 0.00137 | -0.00003 | -50.0 | 150.0 | 0.00117 | -42.5 | 141.1 | -0.00190 | 0.0   | 0.0   |
| 5 | 0.00119 | -0.00013 | -50.0 | 150.0 | 0.00101 | -42.5 | 141.1 | -0.00190 | 0.0   | 0.0   |

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

| N°Comb | a           | b            | c            | x/d  | C.Rid. |
|--------|-------------|--------------|--------------|------|--------|
| 1      | 0.000000000 | 0.000020187  | -0.001900000 | ---- | ----   |
| 2      | 0.000000000 | -0.000021603 | 0.001148129  | ---- | ----   |
| 3      | 0.000000000 | -0.000020028 | 0.000925903  | ---- | ----   |
| 4      | 0.000000000 | 0.000021769  | -0.001900000 | ---- | ----   |
| 5      | 0.000000000 | 0.000020626  | -0.001900000 | ---- | ----   |

#### Verifiche in condizioni sismiche diaframma da SEZ5 a SEZ8

La verifica è condotta in campo sostanzialmente elastico e si considerano positive le sollecitazioni che tendono le fibre esterne del diaframma.

#### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Diaframma1500-SEZ5-8\_sisma\_01

Descrizione Sezione:  
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi  
 Tipologia sezione: Sezione generica  
 Normativa di riferimento: N.T.C.  
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante  
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia  
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

|                               |                                |                             |
|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| CALCESTRUZZO -                | Classe:                        | C25/30                      |
|                               | Resis. compr. di calcolo fcd:  | 141.60 daN/cm <sup>2</sup>  |
|                               | Resis. compr. ridotta fcd':    | 0.00 daN/cm <sup>2</sup>    |
|                               | Def.unit. max resistenza ec2:  | 0.0020                      |
|                               | Def.unit. ultima ecu:          | 0.0035                      |
|                               | Diagramma tensione-deformaz.:  | Parabola-Rettangolo         |
|                               | Modulo Elastico Normale Ec:    | 314750 daN/cm <sup>2</sup>  |
|                               | Coeff. di Poisson:             | 0.20                        |
| Resis. media a trazione fctm: | 25.60 daN/cm <sup>2</sup>      |                             |
| ACCIAIO -                     | Tipo:                          | B450Ce                      |
|                               | Resist. caratt. snervam. fyk:  | 4500.0 daN/cm <sup>2</sup>  |
|                               | Resist. caratt. rottura ftk:   | 4500.0 daN/cm <sup>2</sup>  |
|                               | Resist. snerv. di calcolo fyd: | 3913.0 daN/cm <sup>2</sup>  |
|                               | Resist. ultima di calcolo ftd: | 3913.0 daN/cm <sup>2</sup>  |
|                               | Deform. ultima di calcolo Epu: | 0.002                       |
|                               | Modulo Elastico Ef:            | 2000000 daN/cm <sup>2</sup> |
| Diagramma tensione-deformaz.: | Bilineare finito               |                             |

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 110 di 147 |

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C25/30

| N°vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|------------|--------|--------|
| 1          | -50.0  | 0.0    |
| 2          | -50.0  | 150.0  |
| 3          | 50.0   | 150.0  |
| 4          | 50.0   | 0.0    |

#### DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1       | -42.5  | 8.9    | 26        |
| 2       | -42.5  | 141.1  | 26        |
| 3       | 42.5   | 141.1  | 26        |
| 4       | 42.5   | 8.9    | 26        |
| 5       | -42.5  | 14.5   | 26        |
| 6       | 42.5   | 14.5   | 26        |
| 7       | -42.5  | 135.5  | 26        |
| 8       | 42.5   | 135.5  | 26        |
| 9       | -42.5  | 20.1   | 1         |
| 10      | 42.5   | 20.1   | 1         |
| 11      | -42.5  | 131.0  | 1         |
| 12      | 42.5   | 131.0  | 1         |
| 13      | 0.0    | 0.0    | 1         |

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø  |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1      | 1            | 4            | 8       | 26 |
| 2      | 2            | 3            | 8       | 26 |
| 3      | 7            | 8            | 8       | 26 |
| 4      | 5            | 7            | 6       | 24 |
| 5      | 6            | 8            | 6       | 24 |
| 6      | 5            | 6            | 3       | 26 |

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

| N°Comb. | N      | Mx      | My | Vy | Vx |
|---------|--------|---------|----|----|----|
| 1       | 14358  | -413963 | 0  | 0  | 0  |
| 2       | 180344 | 409486  | 0  | 0  | 0  |
| 3       | 97214  | -206883 | 0  | 0  | 0  |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria  
 artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 111 di 147 |

|   |        |         |   |   |   |
|---|--------|---------|---|---|---|
| 4 | 263200 | 242179  | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 73951  | 263395  | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 259226 | -219917 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 182331 | 452915  | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 182331 | -501646 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 42926  | -280090 | 0 | 0 | 0 |

## RISULTATI DEL CALCOLO

### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: -0.1 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.0 cm

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] intorno all'asse X di riferimento della sezione  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Tesa Area armature [cm<sup>2</sup>] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

| N°Comb | Ver | N      | Mx      | My | N ult  | Mx ult  | My ult | Mis.Sic. | As Tesa |
|--------|-----|--------|---------|----|--------|---------|--------|----------|---------|
| 1      | S   | 14358  | -413963 | 0  | 14335  | -539875 | 0      | 1.304    | ----    |
| 2      | S   | 180344 | 409486  | 0  | 180334 | 483490  | 0      | 1.182    | ----    |
| 3      | S   | 97214  | -206883 | 0  | 97215  | -579204 | 0      | 2.782    | ----    |
| 4      | S   | 263200 | 242179  | 0  | 263213 | 521964  | 0      | 2.182    | ----    |
| 5      | S   | 73951  | 263395  | 0  | 73940  | 432302  | 0      | 1.645    | ----    |
| 6      | S   | 259226 | -219917 | 0  | 259235 | -652166 | 0      | 2.919    | ----    |
| 7      | S   | 182331 | 452915  | 0  | 182313 | 484423  | 0      | 1.070    | ----    |
| 8      | S   | 182331 | -501646 | 0  | 182342 | -618186 | 0      | 1.231    | ----    |
| 9      | S   | 42926  | -280090 | 0  | 42914  | -553592 | 0      | 1.973    | ----    |

### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max  | ec 3/7   | Xc max | Yc max | es min  | Xs min | Ys min | es max   | Xs max | Ys max |
|--------|---------|----------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1      | 0.00109 | -0.00027 | -50.0  | 0.0    | 0.00109 | 0.0    | 0.0    | -0.00190 | -42.5  | 141.1  |
| 2      | 0.00104 | -0.00022 | -50.0  | 150.0  | 0.00087 | -42.5  | 141.1  | -0.00190 | 0.0    | 0.0    |
| 3      | 0.00122 | -0.00020 | -50.0  | 0.0    | 0.00122 | 0.0    | 0.0    | -0.00190 | -42.5  | 141.1  |
| 4      | 0.00116 | -0.00015 | -50.0  | 150.0  | 0.00098 | -42.5  | 141.1  | -0.00190 | 0.0    | 0.0    |
| 5      | 0.00089 | -0.00031 | -50.0  | 150.0  | 0.00072 | -42.5  | 141.1  | -0.00190 | 0.0    | 0.0    |
| 6      | 0.00148 | -0.00006 | -50.0  | 0.0    | 0.00148 | 0.0    | 0.0    | -0.00190 | -42.5  | 141.1  |
| 7      | 0.00104 | -0.00022 | -50.0  | 150.0  | 0.00087 | -42.5  | 141.1  | -0.00190 | 0.0    | 0.0    |
| 8      | 0.00136 | -0.00013 | -50.0  | 0.0    | 0.00136 | 0.0    | 0.0    | -0.00190 | -42.5  | 141.1  |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria  
 artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 112 di 147 |

9    0.00113    -0.00025    -50.0    0.0    0.00113    0.0    0.0    -0.00190    -42.5    141.1

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

a, b, c    Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d    Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
 C.Rid.    Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

| N°Comb | a           | b            | c            | x/d  | C.Rid. |
|--------|-------------|--------------|--------------|------|--------|
| 1      | 0.000000000 | -0.000021161 | 0.001085754  | ---- | ----   |
| 2      | 0.000000000 | 0.000019609  | -0.001900000 | ---- | ----   |
| 3      | 0.000000000 | -0.000022102 | 0.001218579  | ---- | ----   |
| 4      | 0.000000000 | 0.000020388  | -0.001900000 | ---- | ----   |
| 5      | 0.000000000 | 0.000018600  | -0.001900000 | ---- | ----   |
| 6      | 0.000000000 | -0.000023961 | 0.001480850  | ---- | ----   |
| 7      | 0.000000000 | 0.000019628  | -0.001900000 | ---- | ----   |
| 8      | 0.000000000 | -0.000023073 | 0.001355606  | ---- | ----   |
| 9      | 0.000000000 | -0.000021485 | 0.001131567  | ---- | ----   |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 113 di 147 |

## Verifica a taglio diaframma.

### Caratteristiche materiali

Cl<sub>s</sub> R<sub>ck</sub>

Cl<sub>s</sub>  condizioni calcestruzzo

Acciaio 1  acciaio barre longitudinali

Acciaio 2  acciaio armature trasversali

v.  coefficiente parziale relativo al calcestruzzo

v.  coefficiente parziale relativo all'acciaio

### Geometrie sezione

b<sub>w</sub>  mm larghezza dell'anima resistente (larghezza minima d'anima)

d  mm altezza utile della sezione

A<sub>c</sub>  mm<sup>2</sup> area della sezione di calcestruzzo

### Caratteristiche armature

n<sub>bl</sub>  numero di barre longitudinali

Ø<sub>bl</sub>  mm diametro delle barre longitudinali

n<sub>bw</sub>  numero di bracci delle staffe

Ø<sub>st</sub>  mm diametro delle staffe

s<sub>st</sub>  mm passo delle staffe

α  ° inclinazione delle staffe (α=90° per staffe ortogonali all'asse)

### Caratteristiche sollecitazioni

N<sub>Ed</sub>  KN sforzo normale di calcolo (+ per compressione)

V<sub>Ed</sub>  KN taglio di calcolo

N<sub>Rd</sub> 24900.0 KN sforzo normale di compressione massimo

### Dati traliccio resistente

θ  ° inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse

ctgθ 2.48 (il valore deve essere compreso fra 1.0 e 2.5)

Lo sforzo normale agente è "significativo" (vedi par. 4.1.2.1.3.2 NTC)

Sì

No

τ N/mm<sup>2</sup> tensione tangenziale corda baricentrica

σ<sub>i</sub> N/mm<sup>2</sup> tensione principale di trazione sulla corda baricentrica

ctgθ<sub>l</sub> valore limite dell'inclinazione delle bielle

### Valore di verifica del taglio resistente

V<sub>Rd</sub>  KN taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale

V<sub>Rd</sub>  KN taglio resistente per elemento con armatura trasversale

## 8.2 RISULTATI STRUTTURA INTERNA

Si riportano di seguito le sollecitazioni e le verifiche allo SLU e allo SLE del solettone di fondo e della fodera costituenti la struttura interna della sezione tipo in oggetto.

### 8.2.1 Sollecitazioni

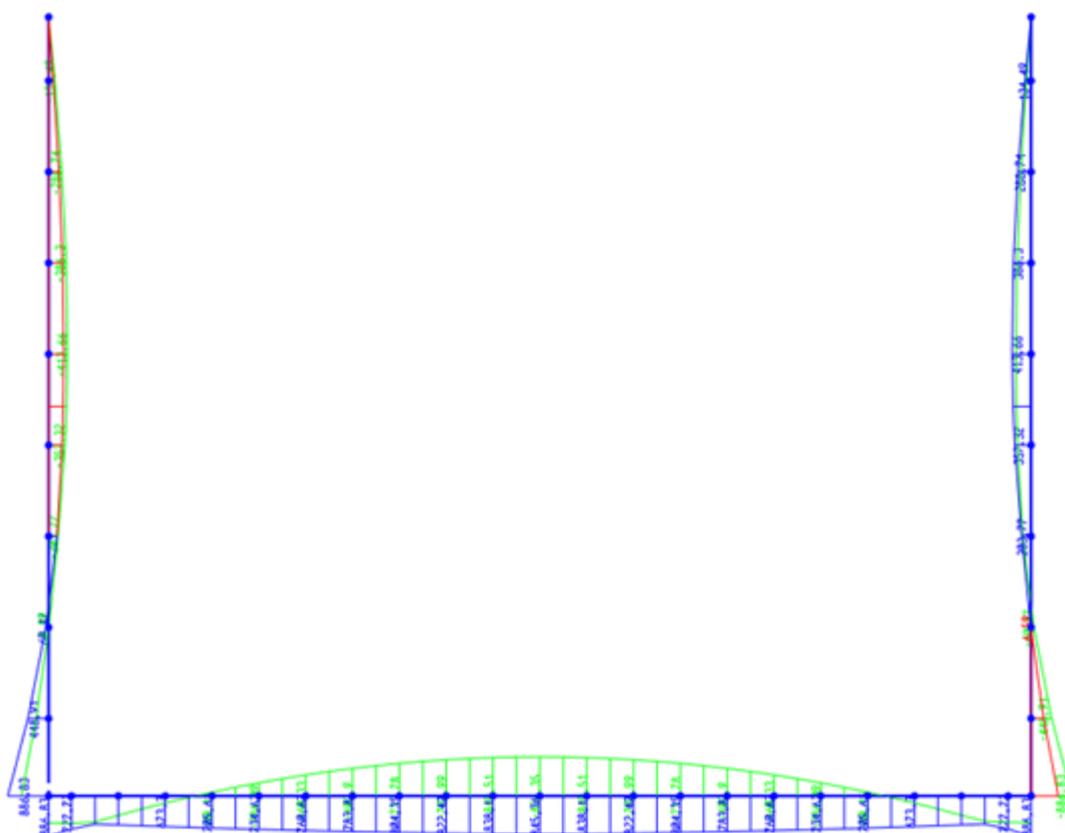


Figura 37. Inviluppo Momenti flettenti – SLU

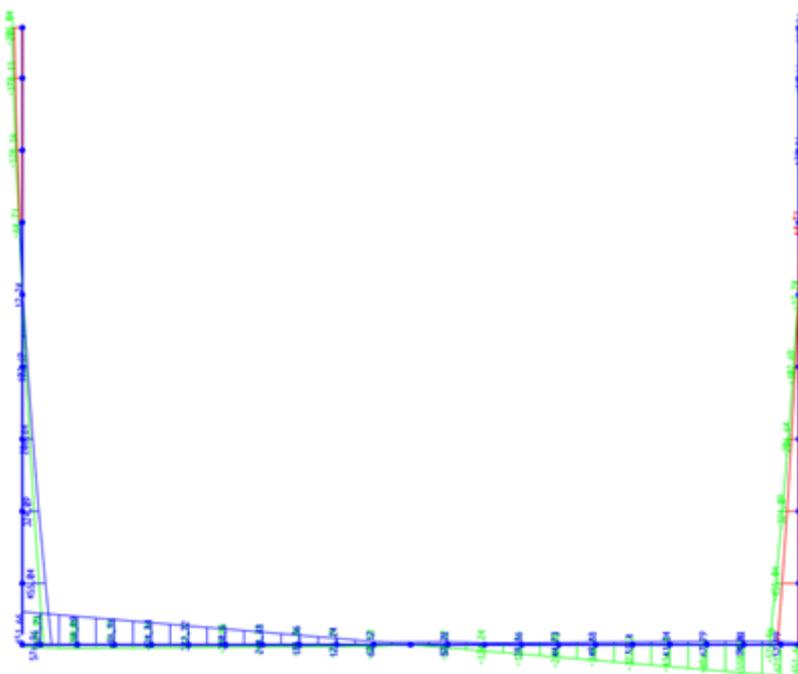


Figura 38. Involuppo sforzo di taglio – SLU



Figura 39. Involuppo Sforzo normale – SLU



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

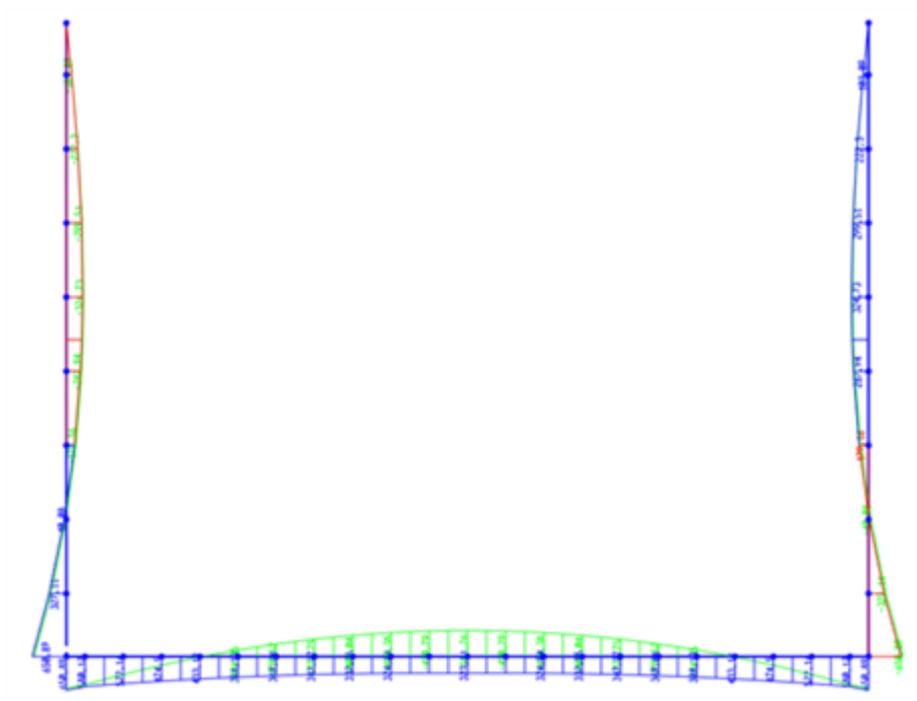
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 116 di 147 |



Figura 40. Involuppo Sforzo normale – SLE- Rara





DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria  
 artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 117 di 147 |

**Figura 41. Involuppo Momento Flettente – SLE- Rara**



**Figura 42. Involuppo Sforzo normale – SLE- FR**



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 118 di 147 |

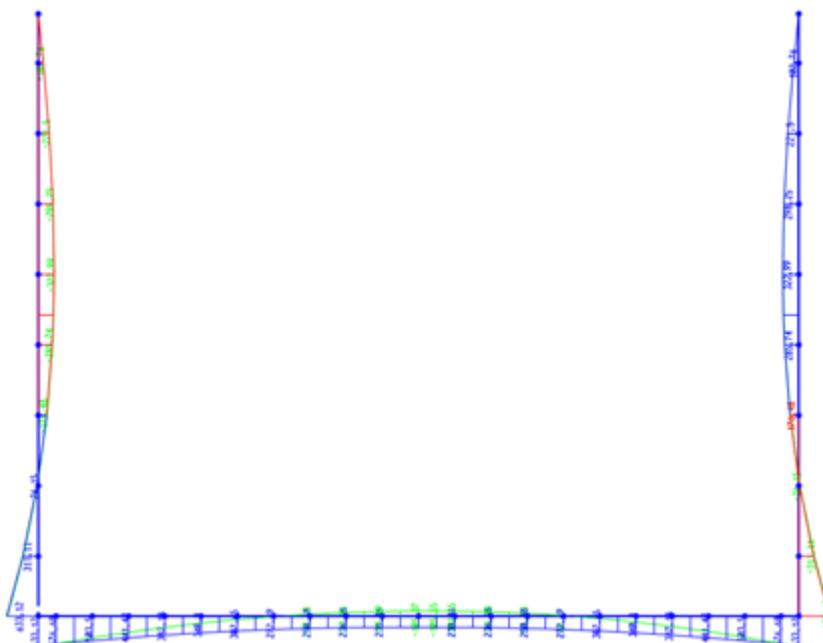
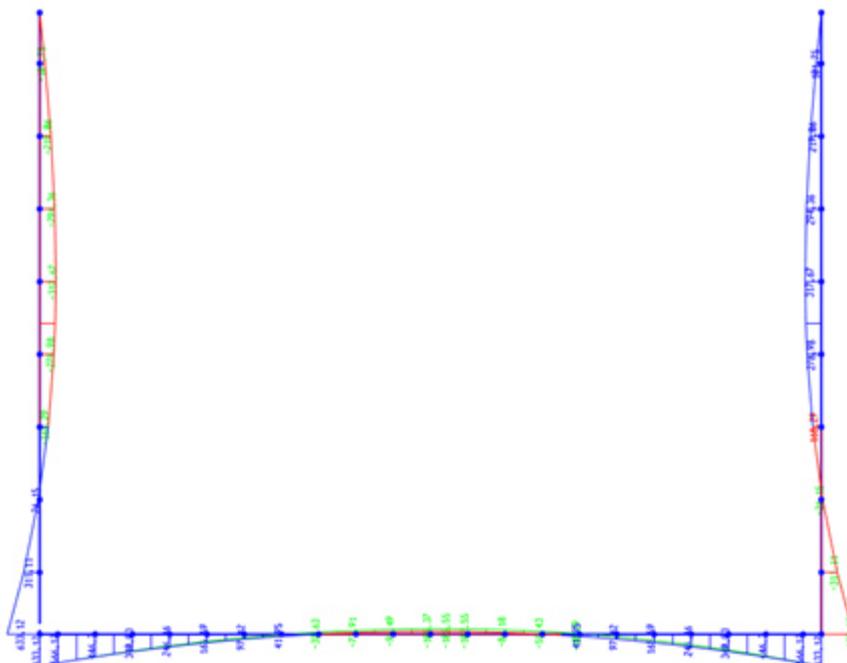


Figura 43. Involuppo Momento Flettente – SLE- FR

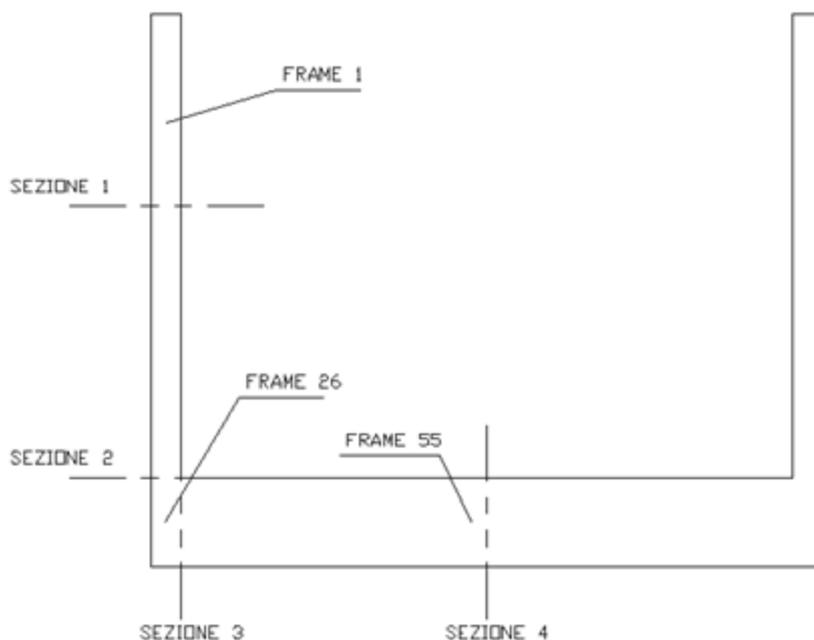


**Figura 44. Involuppo Sforzo normale – SLE- QP**



**Figura 45. Involuppo Momento Flettente – SLE- QP**

Nella figura seguente si riportano le sezioni di verifica della fodera e del solettone di fondazione.



**Figura 46. Sezioni di verifica diaframmi e solettone di copertura.**

Si riportano di seguito le sollecitazioni in corrispondenza delle sezioni di verifica.

| TABLE: Element Forces - Frames |         |            |          |         |        |      |      |      |         |
|--------------------------------|---------|------------|----------|---------|--------|------|------|------|---------|
| Frame                          | SEZIONE | OutputCase | StepType | P       | V2     | V3   | T    | M2   | M3      |
| Text                           | Text    | Text       | Text     | KN      | KN     | KN   | KN-m | KN-m | KN-m    |
| 1                              | 1       | SLU        | Max      | 120.55  | 12.24  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -330.23 |
| 1                              | 1       | SLU        | Min      | -630.88 | 1.05   | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -413.66 |
| 1                              | 1       | SLE rr     | Max      | -99.06  | 8.37   | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -309.02 |
| 1                              | 1       | SLE rr     | Min      | -399.61 | 3.89   | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -325.58 |
| 1                              | 1       | SLE fr     | Max      | -126.83 | 5.87   | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -318.24 |
| 1                              | 1       | SLE fr     | Min      | -219.23 | 4.33   | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -323.96 |
| 1                              | 1       | SLE qp     | Max      | -210.39 | 5.87   | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -318.24 |
| 1                              | 1       | SLE qp     | Min      | -219.23 | 5.64   | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -319.10 |
| 1                              | 2       | SLU        | Max      | 53.07   | 455.04 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 448.91  |
| 1                              | 2       | SLU        | Min      | -680.86 | 329.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 270.76  |
| 1                              | 2       | SLE rr     | Max      | -149.04 | 336.37 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 327.11  |
| 1                              | 2       | SLE rr     | Min      | -449.60 | 331.89 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 292.65  |
| 1                              | 2       | SLE fr     | Max      | -176.82 | 333.87 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 307.91  |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 121 di 147 |

|    |   |        |     |         |        |      |      |      |         |
|----|---|--------|-----|---------|--------|------|------|------|---------|
| 1  | 2 | SLE fr | Min | -269.22 | 332.33 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 296.02  |
| 1  | 2 | SLE qp | Max | -260.37 | 333.87 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 307.91  |
| 1  | 2 | SLE qp | Min | -269.22 | 333.64 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 306.13  |
| 26 | 3 | SLU    | Max | -505.05 | 621.21 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 727.72  |
| 26 | 3 | SLU    | Min | -692.65 | -85.08 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 606.43  |
| 26 | 3 | SLE rr | Max | -507.89 | 410.59 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 582.60  |
| 26 | 3 | SLE rr | Min | -512.37 | 110.03 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 545.73  |
| 26 | 3 | SLE fr | Max | -508.33 | 230.21 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 579.40  |
| 26 | 3 | SLE fr | Min | -509.88 | 137.81 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 569.51  |
| 26 | 3 | SLE qp | Max | -509.64 | 230.21 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 569.74  |
| 26 | 3 | SLE qp | Min | -509.88 | 221.37 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 569.51  |
| 55 | 4 | SLU    | Max | -505.05 | 44.74  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 909.57  |
| 55 | 4 | SLU    | Min | -692.65 | -2.36  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -856.35 |
| 55 | 4 | SLE rr | Max | -507.89 | 31.56  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 364.88  |
| 55 | 4 | SLE rr | Min | -512.37 | -0.93  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -501.26 |
| 55 | 4 | SLE fr | Max | -508.33 | 25.28  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 278.37  |
| 55 | 4 | SLE fr | Min | -509.88 | -0.71  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -26.90  |
| 55 | 4 | SLE qp | Max | -509.64 | 6.45   | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.72   |
| 55 | 4 | SLE qp | Min | -509.88 | -0.06  | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -26.90  |

**Tabella 8 – Tabella di riepilogo sollecitazioni struttura interna**



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria  
 artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 122 di 147 |

## 8.2.2 Verifiche struttura interna

### Verifiche Fodera

La fodera è armata con  $\phi$  26/10 lato interno e lato esterno. Il baricentro del primo registro è posto ad una distanza pari a  $4.0 + 0.8 + 1.2 + 1.3 = 7.3$  cm.

#### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A. NOME SEZIONE: Fodera-SEZA\_01

|                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Descrizione Sezione:          |                               |
| Metodo di calcolo resistenza: | Stati Limite Ultimi           |
| Tipologia sezione:            | Sezione generica              |
| Normativa di riferimento:     | N.T.C.                        |
| Percorso sollecitazione:      | A Sforzo Norm. costante       |
| Condizioni Ambientali:        | Molto aggressive              |
| Riferimento Sforzi assegnati: | Assi x,y principali d'inerzia |
| Riferimento alla sismicità:   | Zona non sismica              |

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

|  |  |                     |                     |
|--|--|---------------------|---------------------|
| CALCESTRUZZO -                               | Classe:  | C30/37              |                     |
|  | Resis. compr. di calcolo fcd:                  | 170.00              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Resis. compr. ridotta fcd':                    | 0.00                | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Def.unit. max resistenza ec2:                  | 0.0020              |                     |
|  | Def.unit. ultima ecu:                          | 0.0035              |                     |
|  | Diagramma tensione-deformaz.:                  | Parabola-Rettangolo |                     |
|  | Modulo Elastico Normale Ec:                    | 328360              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Coeff. di Poisson:                             | 0.20                |                     |
|  | Resis. media a trazione fctm:                  | 29.00               | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Coeff. Omogen. S.L.E.:                         | 15.0                |                     |
|  | Sc limite S.L.E. comb. Rare:                   | 150.00              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:              | 150.00              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:      | 0.200               | mm                  |
| Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:         | 120.00   | daN/cm <sup>2</sup> |                     |
| Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 0.200  | mm                  |                     |
| ACCIAIO -                                    | Tipo:  | B450C               |                     |
|  | Resist. caratt. snervam. fyk:                  | 4500.0              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Resist. caratt. rottura ftk:                   | 4500.0              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Resist. snerv. di calcolo fyd:                 | 3913.0              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Resist. ultima di calcolo ftd:                 | 3913.0              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Deform. ultima di calcolo Epu:                 | 0.068               |                     |
|  | Modulo Elastico Ef                             | 200000              | daN/cm <sup>2</sup> |
|  | Diagramma tensione-deformaz.:                  | Bilineare finito    |                     |
|  | Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \beta_2$ : | 1.00                |                     |
|  | Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$ :  | 0.50                |                     |
| Sf limite S.L.E. Comb. Rare:                 | 3600.0   | daN/cm <sup>2</sup> |                     |

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

|                      |            |        |
|----------------------|------------|--------|
| Forma del Dominio:   | Poligonale |        |
| Classe Conglomerato: | C30/37     |        |
| N°vertice:           | X [cm]     | Y [cm] |
| 1                    | -50.0      | 0.0    |
| 2                    | -50.0      | 50.0   |
| 3                    | 50.0       | 50.0   |
| 4                    | 50.0       | 0.0    |

#### DATI BARRE ISOLATE



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria  
 artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 123 di 147 |

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1       | -44.5  | 7.3    | 26        |
| 2       | -44.5  | 42.7   | 26        |
| 3       | 44.5   | 42.7   | 26        |
| 4       | 44.5   | 7.3    | 26        |
| 5       | -44.5  | 39.0   | 1         |
| 6       | 44.5   | 39.0   | 1         |

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø  |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1      | 1            | 4            | 8       | 26 |
| 2      | 2            | 3            | 8       | 26 |

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

| N°Comb. | N      | Mx     | My | Vy | Vx |
|---------|--------|--------|----|----|----|
| 1       | -12055 | -33023 | 0  | 0  | 0  |
| 2       | 63088  | -41366 | 0  | 0  | 0  |
| 3       | -5307  | 44891  | 0  | 0  | 0  |
| 4       | 68086  | 27076  | 0  | 0  | 0  |

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)  
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N     | Mx     | My |
|---------|-------|--------|----|
| 1       | 9906  | -30902 | 0  |
| 2       | 39961 | -32558 | 0  |
| 3       | 12683 | -31824 | 0  |
| 4       | 21923 | -32396 | 0  |
| 5       | 21039 | -31824 | 0  |
| 6       | 21923 | -31910 | 0  |
| 7       | 14904 | 32711  | 0  |
| 8       | 44960 | 29265  | 0  |
| 9       | 17682 | 30791  | 0  |
| 10      | 26922 | 29602  | 0  |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 124 di 147 |

|    |       |       |   |
|----|-------|-------|---|
| 11 | 26037 | 30791 | 0 |
| 12 | 26922 | 30613 | 0 |

#### COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N     | Mx              | My    |
|---------|-------|-----------------|-------|
| 1       | 9906  | -30902 (-18635) | 0 (0) |
| 2       | 39961 | -32558 (-20442) | 0 (0) |
| 3       | 12683 | -31824 (-18778) | 0 (0) |
| 4       | 21923 | -32396 (-19305) | 0 (0) |
| 5       | 21039 | -31824 (-19275) | 0 (0) |
| 6       | 21923 | -31910 (-19325) | 0 (0) |
| 7       | 14904 | 32711 (18883)   | 0 (0) |
| 8       | 44960 | 29265 (21139)   | 0 (0) |
| 9       | 17682 | 30791 (19107)   | 0 (0) |
| 10      | 26922 | 29602 (19769)   | 0 (0) |
| 11      | 26037 | 30791 (19639)   | 0 (0) |
| 12      | 26922 | 30613 (19708)   | 0 (0) |

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N     | Mx              | My    |
|---------|-------|-----------------|-------|
| 1       | 9906  | -30902 (-18635) | 0 (0) |
| 2       | 39961 | -32558 (-20442) | 0 (0) |
| 3       | 12683 | -31824 (-18778) | 0 (0) |
| 4       | 21923 | -32396 (-19305) | 0 (0) |
| 5       | 21039 | -31824 (-19275) | 0 (0) |
| 6       | 21923 | -31910 (-19325) | 0 (0) |
| 7       | 14904 | 32711 (18883)   | 0 (0) |
| 8       | 44960 | 29265 (21139)   | 0 (0) |
| 9       | 17682 | 30791 (19107)   | 0 (0) |
| 10      | 26922 | 29602 (19769)   | 0 (0) |
| 11      | 26037 | 30791 (19639)   | 0 (0) |
| 12      | 26922 | 30613 (19708)   | 0 (0) |

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.2 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.7 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 125 di 147 |

N ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] intorno all'asse X di riferimento della sezione  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1,000  
 As Tesa Area armature [cm<sup>2</sup>] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

| N°Comb | Ver | N      | Mx     | My | N ult  | Mx ult | My ult | Mis.Sic. | As Tesa    |
|--------|-----|--------|--------|----|--------|--------|--------|----------|------------|
| 1      | S   | -12055 | -33023 | 0  | -12066 | -76684 | 0      | 2.322    | 53.1(10.0) |
| 2      | S   | 63088  | -41366 | 0  | 63081  | -89950 | 0      | 2.174    | -----      |
| 3      | S   | -5307  | 44891  | 0  | -5291  | 77875  | 0      | 1.735    | 53.1(10.0) |
| 4      | S   | 68086  | 27076  | 0  | 68081  | 90799  | 0      | 3.354    | -----      |

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)  
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)  
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max  | ec 3/7   | Xc max | Yc max | es min  | Xs min | Ys min | es max   | Xs max | Ys max |
|--------|---------|----------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1      | 0.00350 | -0.00505 | -50.0  | 0.0    | 0.00071 | -44.5  | 7.3    | -0.01365 | 44.5   | 43.0   |
| 2      | 0.00350 | -0.00360 | -50.0  | 0.0    | 0.00118 | -44.5  | 7.3    | -0.01074 | 44.5   | 43.0   |
| 3      | 0.00350 | -0.00491 | 50.0   | 50.0   | 0.00075 | 44.5   | 42.7   | -0.01338 | -44.5  | 7.0    |
| 4      | 0.00350 | -0.00351 | 50.0   | 50.0   | 0.00121 | 44.5   | 42.7   | -0.01056 | -44.5  | 7.0    |

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

| N°Comb | a           | b            | c            | x/d  | C.Rid. |
|--------|-------------|--------------|--------------|------|--------|
| 1      | 0.000000000 | -0.000398942 | 0.003500000  | ---- | ----   |
| 2      | 0.000000000 | -0.000331243 | 0.003500000  | ---- | ----   |
| 3      | 0.000000000 | 0.000392670  | -0.016133477 | ---- | ----   |
| 4      | 0.000000000 | 0.000326997  | -0.012849843 | ---- | ----   |

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm<sup>2</sup>]  
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm<sup>2</sup>]  
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
 D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure  
 Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1\*Beta2

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria  
 artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 126 di 147 |

| N° | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|----|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1  | S   | 66.4   | 50.0   | 0.0    | -1486  | 34.6   | 42.7   | 1650    | 53.1    | 9.9     | 1.00   |
| 2  | S   | 73.3   | 0.0    | 0.0    | -1310  | 34.6   | 42.7   | 1500    | 53.1    | 9.9     | 1.00   |
| 3  | S   | 68.7   | 50.0   | 0.0    | -1508  | 34.6   | 42.7   | 1650    | 53.1    | 9.9     | 1.00   |
| 4  | S   | 71.0   | 50.0   | 0.0    | -1456  | 34.6   | 42.7   | 1600    | 53.1    | 9.9     | 1.00   |
| 5  | S   | 69.7   | 0.0    | 0.0    | -1435  | 34.6   | 42.7   | 1600    | 53.1    | 9.9     | 1.00   |
| 6  | S   | 70.0   | 50.0   | 0.0    | -1432  | 34.6   | 42.7   | 1600    | 53.1    | 9.9     | 1.00   |
| 7  | S   | 70.9   | -50.0  | 50.0   | -1534  | 34.6   | 7.3    | 1600    | 53.1    | 9.9     | 1.00   |
| 8  | S   | 66.8   | -50.0  | 50.0   | -1102  | 34.6   | 7.3    | 1500    | 53.1    | 9.9     | 1.00   |
| 9  | S   | 67.1   | -50.0  | 50.0   | -1412  | 24.7   | 7.3    | 1600    | 53.1    | 9.9     | 1.00   |
| 10 | S   | 65.7   | -50.0  | 50.0   | -1271  | 34.6   | 7.3    | 1550    | 53.1    | 9.9     | 1.00   |
| 11 | S   | 68.1   | 50.0   | 50.0   | -1339  | 34.6   | 7.3    | 1550    | 53.1    | 9.9     | 1.00   |
| 12 | S   | 67.8   | -50.0  | 50.0   | -1323  | 34.6   | 7.3    | 1550    | 53.1    | 9.9     | 1.00   |

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1      | S   | 66.4   | 50.0   | 0.0    | -1486  | 34.6   | 42.7   | 1650    | 53.1    | 9.9     | 0.50   |
| 2      | S   | 73.3   | 0.0    | 0.0    | -1310  | 34.6   | 42.7   | 1500    | 53.1    | 9.9     | 0.50   |
| 3      | S   | 68.7   | 50.0   | 0.0    | -1508  | 34.6   | 42.7   | 1650    | 53.1    | 9.9     | 0.50   |
| 4      | S   | 71.0   | 50.0   | 0.0    | -1456  | 34.6   | 42.7   | 1600    | 53.1    | 9.9     | 0.50   |
| 5      | S   | 69.7   | 0.0    | 0.0    | -1435  | 34.6   | 42.7   | 1600    | 53.1    | 9.9     | 0.50   |
| 6      | S   | 70.0   | 50.0   | 0.0    | -1432  | 34.6   | 42.7   | 1600    | 53.1    | 9.9     | 0.50   |
| 7      | S   | 70.9   | -50.0  | 50.0   | -1534  | 34.6   | 7.3    | 1600    | 53.1    | 9.9     | 0.50   |
| 8      | S   | 66.8   | -50.0  | 50.0   | -1102  | 34.6   | 7.3    | 1500    | 53.1    | 9.9     | 0.50   |
| 9      | S   | 67.1   | -50.0  | 50.0   | -1412  | 24.7   | 7.3    | 1600    | 53.1    | 9.9     | 0.50   |
| 10     | S   | 65.7   | -50.0  | 50.0   | -1271  | 34.6   | 7.3    | 1550    | 53.1    | 9.9     | 0.50   |
| 11     | S   | 68.1   | 50.0   | 50.0   | -1339  | 34.6   | 7.3    | 1550    | 53.1    | 9.9     | 0.50   |
| 12     | S   | 67.8   | -50.0  | 50.0   | -1323  | 34.6   | 7.3    | 1550    | 53.1    | 9.9     | 0.50   |

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$   
 Esito della verifica  
 S1 Massima tensione [daN/cm<sup>2</sup>] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata  
 S2 Minima di trazione [daN/cm<sup>2</sup>] del cls. (in sezione non fessurata) nella fibra più interna dell'area Ac eff  
 k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata  
 k3 = (S1 + S2)/(2\*S1) con riferimento all'area tesa Ac eff  
 Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff  
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
 Psi =  $1 - \text{Beta}12 * (\text{Ssr}/\text{Ss})^2 = 1 - \text{Beta}12 * (\text{fctm}/\text{S2})^2 = 1 - \text{Beta}12 * (\text{Mfess}/\text{M})^2$  [B.6.6 DM96]  
 e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite =  $0.4 * \text{Ss}/\text{Es}$  è tra parentesi  
 srm Distanza media tra le fessure [mm]  
 wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure =  $1.7 * e \text{ sm} * \text{srm}$ . Valore limite tra parentesi  
 MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]  
 MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

| Comb. | Ver | S1    | S2    | k3    | Ø  | Cf   | Psi   | e sm              | srm | wk           | Mx fess | My fess |
|-------|-----|-------|-------|-------|----|------|-------|-------------------|-----|--------------|---------|---------|
| 1     | S   | -48.1 | -15.9 | 0.166 | 26 | 57.0 | 0.818 | 0.00061 (0.00030) | 187 | 0.193 (0.20) | -18635  | 0       |
| 2     | S   | -46.2 | -15.4 | 0.167 | 26 | 57.0 | 0.803 | 0.00053 (0.00026) | 182 | 0.163 (0.20) | -20442  | 0       |
| 3     | S   | -49.1 | -16.0 | 0.166 | 26 | 57.0 | 0.826 | 0.00062 (0.00030) | 187 | 0.198 (0.20) | -18778  | 0       |
| 4     | S   | -48.7 | -15.9 | 0.166 | 26 | 57.0 | 0.822 | 0.00060 (0.00029) | 185 | 0.189 (0.20) | -19305  | 0       |
| 5     | S   | -47.9 | -15.7 | 0.166 | 26 | 57.0 | 0.817 | 0.00059 (0.00029) | 185 | 0.185 (0.20) | -19275  | 0       |
| 6     | S   | -47.9 | -15.6 | 0.166 | 26 | 57.0 | 0.817 | 0.00058 (0.00029) | 185 | 0.184 (0.20) | -19325  | 0       |
| 7     | S   | -50.2 | -17.2 | 0.168 | 26 | 57.0 | 0.833 | 0.00064 (0.00031) | 186 | 0.199 (0.20) | 18883   | 0       |
| 8     | S   | -40.1 | -12.4 | 0.164 | 26 | 57.0 | 0.739 | 0.00041 (0.00022) | 182 | 0.126 (0.20) | 21139   | 0       |
| 9     | S   | -46.7 | -15.6 | 0.167 | 26 | 57.0 | 0.807 | 0.00057 (0.00028) | 186 | 0.180 (0.20) | 19107   | 0       |
| 10    | S   | -43.4 | -14.4 | 0.167 | 26 | 57.0 | 0.777 | 0.00049 (0.00025) | 184 | 0.155 (0.20) | 19769   | 0       |
| 11    | S   | -45.5 | -15.3 | 0.167 | 26 | 57.0 | 0.797 | 0.00053 (0.00027) | 185 | 0.167 (0.20) | 19639   | 0       |
| 12    | S   | -45.0 | -15.1 | 0.167 | 26 | 57.0 | 0.793 | 0.00052 (0.00026) | 184 | 0.164 (0.20) | 19708   | 0       |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria  
 artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 127 di 147 |

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1      | S   | 66.4   | 50.0   | 0.0    | -1486  | 34.6   | 42.7   | 1650    | 53.1    | 9.9     | 0.50   |
| 2      | S   | 73.3   | 0.0    | 0.0    | -1310  | 34.6   | 42.7   | 1500    | 53.1    | 9.9     | 0.50   |
| 3      | S   | 68.7   | 50.0   | 0.0    | -1508  | 34.6   | 42.7   | 1650    | 53.1    | 9.9     | 0.50   |
| 4      | S   | 71.0   | 50.0   | 0.0    | -1456  | 34.6   | 42.7   | 1600    | 53.1    | 9.9     | 0.50   |
| 5      | S   | 69.7   | 0.0    | 0.0    | -1435  | 34.6   | 42.7   | 1600    | 53.1    | 9.9     | 0.50   |
| 6      | S   | 70.0   | 50.0   | 0.0    | -1432  | 34.6   | 42.7   | 1600    | 53.1    | 9.9     | 0.50   |
| 7      | S   | 70.9   | -50.0  | 50.0   | -1534  | 34.6   | 7.3    | 1600    | 53.1    | 9.9     | 0.50   |
| 8      | S   | 66.8   | -50.0  | 50.0   | -1102  | 34.6   | 7.3    | 1500    | 53.1    | 9.9     | 0.50   |
| 9      | S   | 67.1   | -50.0  | 50.0   | -1412  | 24.7   | 7.3    | 1600    | 53.1    | 9.9     | 0.50   |
| 10     | S   | 65.7   | -50.0  | 50.0   | -1271  | 34.6   | 7.3    | 1550    | 53.1    | 9.9     | 0.50   |
| 11     | S   | 68.1   | 50.0   | 50.0   | -1339  | 34.6   | 7.3    | 1550    | 53.1    | 9.9     | 0.50   |
| 12     | S   | 67.8   | -50.0  | 50.0   | -1323  | 34.6   | 7.3    | 1550    | 53.1    | 9.9     | 0.50   |

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

| Comb. | Ver | S1    | S2    | k3    | Ø  | Cf   | Psi   | e sm              | srm | wk           | Mx fess | My fess |
|-------|-----|-------|-------|-------|----|------|-------|-------------------|-----|--------------|---------|---------|
| 1     | S   | -48.1 | -15.9 | 0.166 | 26 | 57.0 | 0.818 | 0.00061 (0.00030) | 187 | 0.193 (0.20) | -18635  | 0       |
| 2     | S   | -46.2 | -15.4 | 0.167 | 26 | 57.0 | 0.803 | 0.00053 (0.00026) | 182 | 0.163 (0.20) | -20442  | 0       |
| 3     | S   | -49.1 | -16.0 | 0.166 | 26 | 57.0 | 0.826 | 0.00062 (0.00030) | 187 | 0.198 (0.20) | -18778  | 0       |
| 4     | S   | -48.7 | -15.9 | 0.166 | 26 | 57.0 | 0.822 | 0.00060 (0.00029) | 185 | 0.189 (0.20) | -19305  | 0       |
| 5     | S   | -47.9 | -15.7 | 0.166 | 26 | 57.0 | 0.817 | 0.00059 (0.00029) | 185 | 0.185 (0.20) | -19275  | 0       |
| 6     | S   | -47.9 | -15.6 | 0.166 | 26 | 57.0 | 0.817 | 0.00058 (0.00029) | 185 | 0.184 (0.20) | -19325  | 0       |
| 7     | S   | -50.2 | -17.2 | 0.168 | 26 | 57.0 | 0.833 | 0.00064 (0.00031) | 186 | 0.199 (0.20) | 18883   | 0       |
| 8     | S   | -40.1 | -12.4 | 0.164 | 26 | 57.0 | 0.739 | 0.00041 (0.00022) | 182 | 0.126 (0.20) | 21139   | 0       |
| 9     | S   | -46.7 | -15.6 | 0.167 | 26 | 57.0 | 0.807 | 0.00057 (0.00028) | 186 | 0.180 (0.20) | 19107   | 0       |
| 10    | S   | -43.4 | -14.4 | 0.167 | 26 | 57.0 | 0.777 | 0.00049 (0.00025) | 184 | 0.155 (0.20) | 19769   | 0       |
| 11    | S   | -45.5 | -15.3 | 0.167 | 26 | 57.0 | 0.797 | 0.00053 (0.00027) | 185 | 0.167 (0.20) | 19639   | 0       |
| 12    | S   | -45.0 | -15.1 | 0.167 | 26 | 57.0 | 0.793 | 0.00052 (0.00026) | 184 | 0.164 (0.20) | 19708   | 0       |

#### Verifiche Soletta di fondazione

La sezione del solettone di fondazione è armata con  $\phi$  24/20 su entrambi i lati. Il baricentro del primo registro è posto ad una distanza pari a  $4.0 + 2.0 + 1.2 = 7.2$  cm.

#### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: fondazione1500-SEZA\_01

|                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| Descrizione Sezione:          |                               |
| Metodo di calcolo resistenza: | Stati Limite Ultimi           |
| Tipologia sezione:            | Sezione generica              |
| Normativa di riferimento:     | N.T.C.                        |
| Percorso sollecitazione:      | A Sforzo Norm. costante       |
| Condizioni Ambientali:        | Molto aggressive              |
| Riferimento Sforzi assegnati: | Assi x,y principali d'inerzia |
| Riferimento alla sismicità:   | Zona non sismica              |

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

|                |                               |                            |
|----------------|-------------------------------|----------------------------|
| CALCESTRUZZO - | Classe:                       | C25/30                     |
|                | Resis. compr. di calcolo fcd: | 141.60 daN/cm <sup>2</sup> |
|                | Resis. compr. ridotta fcd':   | 0.00 daN/cm <sup>2</sup>   |
|                | Def.unit. max resistenza ec2: | 0.0020                     |
|                | Def.unit. ultima ecu:         | 0.0035                     |
|                | Diagramma tensione-deformaz.: | Parabola-Rettangolo        |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 128 di 147 |

|  |        |                     |
|--|--------|---------------------|
| Modulo Elastico Normale Ec:                  | 314750 | daN/cm <sup>2</sup> |
| Coeff. di Poisson:                           | 0.20   |                     |
| Resis. media a trazione fctm:                | 25.60  | daN/cm <sup>2</sup> |
| Coeff. Omogen. S.L.E.:                       | 15.0   |                     |
| Sc limite S.L.E. comb. Rare:                 | 125.00 | daN/cm <sup>2</sup> |
| Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:            | 125.00 | daN/cm <sup>2</sup> |
| Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:    | 0.200  | mm                  |
| Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:         | 100.00 | daN/cm <sup>2</sup> |
| Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: | 0.200  | mm                  |

ACCIAIO -

|  |                  |                     |
|--|------------------|---------------------|
| Tipo:  | B450C            |                     |
| Resist. caratt. snervam. fyk:                  | 4500.0           | daN/cm <sup>2</sup> |
| Resist. caratt. rottura ftk:                   | 4500.0           | daN/cm <sup>2</sup> |
| Resist. snerv. di calcolo fyd:                 | 3913.0           | daN/cm <sup>2</sup> |
| Resist. ultima di calcolo ftd:                 | 3913.0           | daN/cm <sup>2</sup> |
| Deform. ultima di calcolo Epu:                 | 0.068            |                     |
| Modulo Elastico Ef                             | 2000000          | daN/cm <sup>2</sup> |
| Diagramma tensione-deformaz.:                  | Bilineare finito |                     |
| Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \beta_2$ : | 1.00             |                     |
| Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$ :  | 0.50             |                     |
| Sf limite S.L.E. Comb. Rare:                   | 3600.0           | daN/cm <sup>2</sup> |

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C25/30

| N°vertice: | X [cm] | Y [cm] |
|------------|--------|--------|
| 1          | -50.0  | 0.0    |
| 2          | -50.0  | 150.0  |
| 3          | 50.0   | 150.0  |
| 4          | 50.0   | 0.0    |

#### DATI BARRE ISOLATE

| N°Barra | X [cm] | Y [cm] | DiamØ[mm] |
|---------|--------|--------|-----------|
| 1       | -44.5  | 7.2    | 24        |
| 2       | -44.5  | 142.8  | 24        |
| 3       | 44.5   | 142.8  | 24        |
| 4       | 44.5   | 7.2    | 24        |
| 5       | -44.5  | 13.6   | 1         |
| 6       | 44.5   | 13.6   | 1         |
| 7       | -44.5  | 136.1  | 1         |
| 8       | 44.5   | 136.1  | 1         |
| 9       | -42.0  | 19.2   | 1         |

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre  
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione  
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione  
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione  
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

| N°Gen. | N°Barra Ini. | N°Barra Fin. | N°Barre | Ø  |
|--------|--------------|--------------|---------|----|
| 1      | 1            | 4            | 3       | 24 |
| 2      | 2            | 3            | 3       | 24 |

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 129 di 147 |

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

| N°Comb. | N     | Mx     | My | Vy | Vx |
|---------|-------|--------|----|----|----|
| 1       | 50505 | 72772  | 0  | 0  | 0  |
| 2       | 69265 | 60643  | 0  | 0  | 0  |
| 3       | 50505 | 90957  | 0  | 0  | 0  |
| 4       | 69265 | -85635 | 0  | 0  | 0  |

**COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N     | Mx     | My |
|---------|-------|--------|----|
| 1       | 50789 | 58260  | 0  |
| 2       | 51237 | 54573  | 0  |
| 3       | 50833 | 57940  | 0  |
| 4       | 50988 | 56951  | 0  |
| 5       | 50964 | 56974  | 0  |
| 6       | 50988 | 56951  | 0  |
| 7       | 50789 | 36488  | 0  |
| 8       | 51237 | -50126 | 0  |
| 9       | 50833 | 27837  | 0  |
| 10      | 50988 | -2690  | 0  |
| 11      | 50964 | 1872   | 0  |
| 12      | 50988 | -2690  | 0  |

**COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA**

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N     | Mx               | My    |
|---------|-------|------------------|-------|
| 1       | 50789 | 58260 (138807)   | 0 (0) |
| 2       | 51237 | 54573 (142105)   | 0 (0) |
| 3       | 50833 | 57940 (139075)   | 0 (0) |
| 4       | 50988 | 56951 (139946)   | 0 (0) |
| 5       | 50964 | 56974 (139908)   | 0 (0) |
| 6       | 50988 | 56951 (139946)   | 0 (0) |
| 7       | 50789 | 36488 (169253)   | 0 (0) |
| 8       | 51237 | -50126 (-146420) | 0 (0) |
| 9       | 50833 | 27837 (207183)   | 0 (0) |
| 10      | 50988 | -2690 (19691)    | 0 (0) |
| 11      | 50964 | 1872 (19558)     | 0 (0) |
| 12      | 50988 | -2690 (19628)    | 0 (0) |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 130 di 147 |

#### COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)

Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

| N°Comb. | N     | Mx               | My    |
|---------|-------|------------------|-------|
| 1       | 50789 | 58260 (138807)   | 0 (0) |
| 2       | 51237 | 54573 (142105)   | 0 (0) |
| 3       | 50833 | 57940 (139075)   | 0 (0) |
| 4       | 50988 | 56951 (139946)   | 0 (0) |
| 5       | 50964 | 56974 (139908)   | 0 (0) |
| 6       | 50988 | 56951 (139946)   | 0 (0) |
| 7       | 50789 | 36488 (169253)   | 0 (0) |
| 8       | 51237 | -50126 (-146420) | 0 (0) |
| 9       | 50833 | 27837 (207183)   | 0 (0) |
| 10      | 50988 | -2690 (19691)    | 0 (0) |
| 11      | 50964 | 1872 (19558)     | 0 (0) |
| 12      | 50988 | -2690 (19628)    | 0 (0) |

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.3 cm

Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.2 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata

N Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)

Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia

My Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia

N ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)

Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia

My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia

My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia

Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] intorno all'asse X di riferimento della sezione

Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)  
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

| N°Comb | Ver | N     | Mx     | My | N ult | Mx ult  | My ult | Mis.Sic. | As Tesa |
|--------|-----|-------|--------|----|-------|---------|--------|----------|---------|
| 1      | S   | 50505 | 72772  | 0  | 50476 | 157922  | 14     | 2.170    | -----   |
| 2      | S   | 69265 | 60643  | 0  | 69277 | 170598  | 14     | 2.813    | -----   |
| 3      | S   | 50505 | 90957  | 0  | 50477 | 157922  | 13     | 1.736    | -----   |
| 4      | S   | 69265 | -85635 | 0  | 69281 | -170566 | 14     | 1.992    | -----   |

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione

ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace

Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)

Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)

es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)

Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)

Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)

es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 131 di 147 |

Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)  
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

| N°Comb | ec max  | ec 3/7   | Xc max | Yc max | es min  | Xs min | Ys min | es max   | Xs max | Ys max |
|--------|---------|----------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|
| 1      | 0.00350 | -0.02103 | 50.0   | 150.0  | 0.00075 | 44.5   | 142.8  | -0.05100 | -44.5  | 7.2    |
| 2      | 0.00350 | -0.01911 | 50.0   | 150.0  | 0.00097 | 44.5   | 142.8  | -0.04672 | -44.5  | 7.2    |
| 3      | 0.00350 | -0.02103 | 50.0   | 150.0  | 0.00075 | 44.5   | 142.8  | -0.05100 | -44.5  | 7.2    |
| 4      | 0.00350 | -0.01911 | 50.0   | 0.0    | 0.00097 | 44.5   | 7.2    | -0.04672 | -44.5  | 142.8  |

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

| N°Comb | a           | b            | c            | x/d  | C.Rid. |
|--------|-------------|--------------|--------------|------|--------|
| 1      | 0.000000001 | 0.000381624  | -0.053743638 | ---- | ----   |
| 2      | 0.000000002 | 0.000351660  | -0.049249050 | ---- | ----   |
| 3      | 0.000000001 | 0.000381624  | -0.053743652 | ---- | ----   |
| 4      | 0.000000002 | -0.000351660 | 0.003499920  | ---- | ----   |

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm<sup>2</sup>]  
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm<sup>2</sup>]  
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
 D barre Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure  
 Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1\*Beta2

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1      | S   | 28.5   | -50.0  | 150.0  | -937   | 44.5   | 7.2    | 2279    | 22.6    | 6.4     | 1.00   |
| 2      | S   | 26.5   | -50.0  | 150.0  | -816   | 44.5   | 7.2    | 2279    | 22.6    | 6.4     | 1.00   |
| 3      | S   | 28.4   | -50.0  | 150.0  | -926   | 44.5   | 7.2    | 2279    | 22.6    | 6.4     | 1.00   |
| 4      | S   | 27.8   | -50.0  | 150.0  | -893   | 44.5   | 7.2    | 2279    | 22.6    | 6.4     | 1.00   |
| 5      | S   | 27.8   | -50.0  | 150.0  | -894   | 44.5   | 7.2    | 2279    | 22.6    | 6.4     | 1.00   |
| 6      | S   | 27.8   | -50.0  | 150.0  | -893   | 44.5   | 7.2    | 2279    | 22.6    | 6.4     | 1.00   |
| 7      | S   | 16.6   | -50.0  | 150.0  | -308   | 44.5   | 7.2    | 2279    | 22.6    | 6.4     | 1.00   |
| 8      | S   | 24.1   | 50.0   | 0.0    | -682   | -44.5  | 142.8  | 2279    | 22.6    | 6.7     | 1.00   |
| 9      | S   | 11.9   | -50.0  | 150.0  | -124   | 44.5   | 7.2    | 2279    | 22.6    | 6.4     | 1.00   |
| 10     | S   | 3.9    | 50.0   | 0.0    | 40     | -44.5  | 142.8  | ----    | ----    | ----    | ----   |
| 11     | S   | 3.7    | 50.0   | 150.0  | 43     | -44.5  | 7.2    | ----    | ----    | ----    | ----   |
| 12     | S   | 3.9    | 50.0   | 0.0    | 40     | -44.5  | 142.8  | ----    | ----    | ----    | ----   |

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1      | S   | 28.5   | -50.0  | 150.0  | -937   | 44.5   | 7.2    | 2279    | 22.6    | 6.4     | 0.50   |
| 2      | S   | 26.5   | -50.0  | 150.0  | -816   | 44.5   | 7.2    | 2279    | 22.6    | 6.4     | 0.50   |
| 3      | S   | 28.4   | -50.0  | 150.0  | -926   | 44.5   | 7.2    | 2279    | 22.6    | 6.4     | 0.50   |
| 4      | S   | 27.8   | -50.0  | 150.0  | -893   | 44.5   | 7.2    | 2279    | 22.6    | 6.4     | 0.50   |
| 5      | S   | 27.8   | -50.0  | 150.0  | -894   | 44.5   | 7.2    | 2279    | 22.6    | 6.4     | 0.50   |
| 6      | S   | 27.8   | -50.0  | 150.0  | -893   | 44.5   | 7.2    | 2279    | 22.6    | 6.4     | 0.50   |
| 7      | S   | 16.6   | -50.0  | 150.0  | -308   | 44.5   | 7.2    | 2279    | 22.6    | 6.4     | 0.50   |
| 8      | S   | 24.1   | 50.0   | 0.0    | -682   | -44.5  | 142.8  | 2279    | 22.6    | 6.7     | 0.50   |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria  
 artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 132 di 147 |

|    |   |      |       |       |      |       |       |      |      |     |      |
|----|---|------|-------|-------|------|-------|-------|------|------|-----|------|
| 9  | S | 11.9 | -50.0 | 150.0 | -124 | 44.5  | 7.2   | 2279 | 22.6 | 6.4 | 0.50 |
| 10 | S | 3.9  | 50.0  | 0.0   | 40   | -44.5 | 142.8 | ---  | ---  | --- | ---  |
| 11 | S | 3.7  | 50.0  | 150.0 | 43   | -44.5 | 7.2   | ---  | ---  | --- | ---  |
| 12 | S | 3.9  | 50.0  | 0.0   | 40   | -44.5 | 142.8 | ---  | ---  | --- | ---  |

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$

|          |   |
|----------|---|
| Ver.     | Esito della verifica  |
| S1       | Massima tensione [daN/cm <sup>2</sup> ] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata                   |
| S2       | Minima di trazione [daN/cm <sup>2</sup> ] del cls. (in sezione non fessurata) nella fibra più interna dell'area Ac eff    |
| k2       | = 0.4 per barre ad aderenza migliorata  |
| k3       | = (S1 + S2)/(2*S1) con riferimento all'area tesa Ac eff   |
| Ø        | Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff   |
| Cf       | Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa   |
| Psi      | = $1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96] |
| e sm     | Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * Ss/Es$ è tra parentesi           |
| srm      | Distanza media tra le fessure [mm]  |
| wk       | Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e * sm$ . Valore limite tra parentesi                           |
| MX fess. | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]  |
| MY fess. | Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]  |

| Comb. | Ver | S1    | S2    | k3    | Ø   | Cf   | Psi     | e sm              | srm | wk           | Mx fess | My fess |
|-------|-----|-------|-------|-------|-----|------|---------|-------------------|-----|--------------|---------|---------|
| 1     | S   | -10.7 | -6.3  | 0.198 | 23  | 43.0 | -1.838  | 0.00019 (0.00019) | 286 | 0.091 (0.20) | 138807  | 0       |
| 2     | S   | -9.8  | -5.7  | 0.197 | 23  | 43.0 | -2.390  | 0.00016 (0.00016) | 285 | 0.079 (0.20) | 142105  | 0       |
| 3     | S   | -10.7 | -6.3  | 0.198 | 23  | 43.0 | -1.881  | 0.00019 (0.00019) | 286 | 0.090 (0.20) | 139075  | 0       |
| 4     | S   | -10.4 | -6.1  | 0.198 | 23  | 43.0 | -2.019  | 0.00018 (0.00018) | 286 | 0.087 (0.20) | 139946  | 0       |
| 5     | S   | -10.4 | -6.1  | 0.198 | 23  | 43.0 | -2.015  | 0.00018 (0.00018) | 286 | 0.087 (0.20) | 139908  | 0       |
| 6     | S   | -10.4 | -6.1  | 0.198 | 23  | 43.0 | -2.019  | 0.00018 (0.00018) | 286 | 0.087 (0.20) | 139946  | 0       |
| 7     | S   | -5.5  | -2.7  | 0.187 | 23  | 43.0 | -9.758  | 0.00006 (0.00006) | 275 | 0.029 (0.20) | 169253  | 0       |
| 8     | S   | -8.8  | -5.0  | 0.196 | 24  | 43.0 | -3.266  | 0.00014 (0.00014) | 286 | 0.066 (0.20) | -146420 | 0       |
| 9     | S   | -3.4  | -1.3  | 0.173 | 23  | 43.0 | -26.697 | 0.00002 (0.00002) | 262 | 0.011 (0.20) | 207183  | 0       |
| 10    | S   | 2.6   | -13.5 | ---   | --- | ---  | ---     | ---               | --- | ---          | 19691   | 0       |
| 11    | S   | 2.8   | -14.3 | ---   | --- | ---  | ---     | ---               | --- | ---          | 19558   | 0       |
| 12    | S   | 2.6   | -14.1 | ---   | --- | ---  | ---     | ---               | --- | ---          | 19628   | 0       |

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

| N°Comb | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xs min | Ys min | Ac eff. | As eff. | D barre | Beta12 |
|--------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--------|
| 1      | S   | 28.5   | -50.0  | 150.0  | -937   | 44.5   | 7.2    | 2279    | 22.6    | 6.4     | 0.50   |
| 2      | S   | 26.5   | -50.0  | 150.0  | -816   | 44.5   | 7.2    | 2279    | 22.6    | 6.4     | 0.50   |
| 3      | S   | 28.4   | -50.0  | 150.0  | -926   | 44.5   | 7.2    | 2279    | 22.6    | 6.4     | 0.50   |
| 4      | S   | 27.8   | -50.0  | 150.0  | -893   | 44.5   | 7.2    | 2279    | 22.6    | 6.4     | 0.50   |
| 5      | S   | 27.8   | -50.0  | 150.0  | -894   | 44.5   | 7.2    | 2279    | 22.6    | 6.4     | 0.50   |
| 6      | S   | 27.8   | -50.0  | 150.0  | -893   | 44.5   | 7.2    | 2279    | 22.6    | 6.4     | 0.50   |
| 7      | S   | 16.6   | -50.0  | 150.0  | -308   | 44.5   | 7.2    | 2279    | 22.6    | 6.4     | 0.50   |
| 8      | S   | 24.1   | 50.0   | 0.0    | -682   | -44.5  | 142.8  | 2279    | 22.6    | 6.7     | 0.50   |
| 9      | S   | 11.9   | -50.0  | 150.0  | -124   | 44.5   | 7.2    | 2279    | 22.6    | 6.4     | 0.50   |
| 10     | S   | 3.9    | 50.0   | 0.0    | 40     | -44.5  | 142.8  | ---     | ---     | ---     | ---    |
| 11     | S   | 3.7    | 50.0   | 150.0  | 43     | -44.5  | 7.2    | ---     | ---     | ---     | ---    |
| 12     | S   | 3.9    | 50.0   | 0.0    | 40     | -44.5  | 142.8  | ---     | ---     | ---     | ---    |

#### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

| Comb. | Ver | S1    | S2   | k3    | Ø  | Cf   | Psi    | e sm              | srm | wk           | Mx fess | My fess |
|-------|-----|-------|------|-------|----|------|--------|-------------------|-----|--------------|---------|---------|
| 1     | S   | -10.7 | -6.3 | 0.198 | 23 | 43.0 | -1.838 | 0.00019 (0.00019) | 286 | 0.091 (0.20) | 138807  | 0       |
| 2     | S   | -9.8  | -5.7 | 0.197 | 23 | 43.0 | -2.390 | 0.00016 (0.00016) | 285 | 0.079 (0.20) | 142105  | 0       |
| 3     | S   | -10.7 | -6.3 | 0.198 | 23 | 43.0 | -1.881 | 0.00019 (0.00019) | 286 | 0.090 (0.20) | 139075  | 0       |
| 4     | S   | -10.4 | -6.1 | 0.198 | 23 | 43.0 | -2.019 | 0.00018 (0.00018) | 286 | 0.087 (0.20) | 139946  | 0       |
| 5     | S   | -10.4 | -6.1 | 0.198 | 23 | 43.0 | -2.015 | 0.00018 (0.00018) | 286 | 0.087 (0.20) | 139908  | 0       |
| 6     | S   | -10.4 | -6.1 | 0.198 | 23 | 43.0 | -2.019 | 0.00018 (0.00018) | 286 | 0.087 (0.20) | 139946  | 0       |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 133 di 147 |

|    |   |      |       |       |     |      |         |                   |     |              |         |   |
|----|---|------|-------|-------|-----|------|---------|-------------------|-----|--------------|---------|---|
| 7  | S | -5.5 | -2.7  | 0.187 | 23  | 43.0 | -9.758  | 0.00006 (0.00006) | 275 | 0.029 (0.20) | 169253  | 0 |
| 8  | S | -8.8 | -5.0  | 0.196 | 24  | 43.0 | -3.266  | 0.00014 (0.00014) | 286 | 0.066 (0.20) | -146420 | 0 |
| 9  | S | -3.4 | -1.3  | 0.173 | 23  | 43.0 | -26.697 | 0.00002 (0.00002) | 262 | 0.011 (0.20) | 207183  | 0 |
| 10 | S | 2.6  | -13.5 | ---   | --- | ---  | ---     | ---               | --- | ---          | 19691   | 0 |
| 11 | S | 2.8  | -14.3 | ---   | --- | ---  | ---     | ---               | --- | ---          | 19558   | 0 |
| 12 | S | 2.6  | -14.1 | ---   | --- | ---  | ---     | ---               | --- | ---          | 19628   | 0 |

Verifica a taglio Fodera



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria  
 artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 134 di 147 |

#### Caratteristiche materiali

|              |  |  |
|--------------|--|--|
| Cls $R_{ck}$ | <input type="text" value="37"/>              |  |
| Cls          | <input type="text" value="Fessurato (v=0)"/> | condizioni calcestruzzo                        |
| Acciaio 1    | <input type="text" value="B450"/>            | acciaio barre longitudinali                    |
| Acciaio 2    | <input type="text" value="B450"/>            | acciaio armature trasversali                   |
| $\gamma_c$   | <input type="text" value="1.5"/>             | coefficiente parziale relativo al calcestruzzo |
| $\gamma_s$   | <input type="text" value="1.15"/>            | coefficiente parziale relativo all'acciaio     |

#### Geometrie sezione

|       |                                      |                 |  |
|-------|--------------------------------------|-----------------|--|
| $b_w$ | <input type="text" value="1000"/>    | mm              | larghezza dell'anima resistente (larghezza minima d'anima) |
| $d$   | <input type="text" value="437"/>     | mm              | altezza utile della sezione                                |
| $A_c$ | <input type="text" value="1500000"/> | mm <sup>2</sup> | area della sezione di calcestruzzo                         |

#### Caratteristiche armature

|                    |                                  |    |   |
|--------------------|----------------------------------|----|---|
| $n_{bl}$           | <input type="text" value="10"/>  |    | numero di barre longitudinali   |
| $\varnothing_{bl}$ | <input type="text" value="24"/>  | mm | diametro delle barre longitudinali  |
| $n_{bw}$           | <input type="text" value="5"/>   |    | numero di bracci delle staffe   |
| $\varnothing_{st}$ | <input type="text" value="8"/>   | mm | diametro delle staffe   |
| $s_{st}$           | <input type="text" value="200"/> | mm | passo delle staffe  |
| $\alpha$           | <input type="text" value="45"/>  | °  | inclinazione delle staffe ( $\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse) |

#### Caratteristiche sollecitazioni

|          |                                     |    |   |
|----------|-------------------------------------|----|---|
| $N_{Ed}$ | <input type="text" value="0.00"/>   | KN | sfuerzo normale di calcolo (+ per compressione) |
| $V_{Ed}$ | <input type="text" value="455.00"/> | KN | taglio di calcolo                               |
| $N_{Rd}$ | 30710.0                             | KN | sfuerzo normale di compressione massimo         |

#### Dati traliccio resistente

|             |                                    |   |   |
|-------------|------------------------------------|---|---|
| $\theta$    | <input type="text" value="22.00"/> | ° | inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse |
| $ctg\theta$ | 2.48                               |   | (il valore deve essere compreso fra 1.0 e 2.5)              |

Lo sforzo normale agente è "significativo" (vedi par. 4.1.2.1.3.2 NTC)

Si  
 No

|               |  |                   |  |
|---------------|--|-------------------|--|
| $\tau$        |  | N/mm <sup>2</sup> | tensione tangenziale corda baricentrica                  |
| $\sigma_1$    |  | N/mm <sup>2</sup> | tensione principale di trazione sulla corda baricentrica |
| $ctg\theta_l$ |  |                   | valore limite dell'inclinazione delle bielle             |

#### Valore di verifica del taglio resistente

|          |                                    |    |  |
|----------|------------------------------------|----|--|
| $V_{Rd}$ | <input type="text" value="278.5"/> | KN | taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale |
| $V_{Rd}$ | <input type="text" value="475.2"/> | KN | taglio resistente per elemento con armatura trasversale      |

### Verifica a taglio Fondazione



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria  
artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 135 di 147 |

#### Caratteristiche materiali

Cls  $R_{ck}$    
Cls  condizioni calcestruzzo  
Acciaio 1  acciaio barre longitudinali  
Acciaio 2  acciaio armature trasversali  
v.  coefficiente parziale relativo al calcestruzzo  
v.  coefficiente parziale relativo all'acciaio

#### Geometrie sezione

$b_w$   mm larghezza dell'anima anima resistente (larghezza minima d'anima)  
d  mm altezza utile della sezione  
 $A_c$   mm<sup>2</sup> area della sezione di calcestruzzo

#### Caratteristiche armature

$n_{bl}$   numero di barre longitudinali  
 $\varnothing_{bl}$   mm diametro delle barre longitudinali  
 $n_{bw}$   numero di bracci delle staffe  
 $\varnothing_{st}$   mm diametro delle staffe  
 $s_{st}$   mm passo delle staffe  
 $\alpha$   ° inclinazione delle staffe ( $\alpha=90^\circ$  per staffe ortogonali all'asse)

#### Caratteristiche sollecitazioni

$N_{Ed}$   KN sforzo normale di calcolo (+ per compressione)  
 $V_{Ed}$   KN taglio di calcolo

$N_{Rd}$  24900.0 KN sforzo normale di compressione massimo

#### Dati traliccio resistente

$\theta$   ° inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse

$ctg\theta$  2.48 (il valore deve essere compreso fra 1.0 e 2.5)

Lo sforzo normale agente è "significativo" (vedi par. 4.1.2.1.3.2 NTC)

Sì  
 No

$\tau$  N/mm<sup>2</sup> tensione tangenziale corda baricentrica  
 $\sigma_1$  N/mm<sup>2</sup> tensione principale di trazione sulla corda baricentrica  
 $ctg\theta_l$  valore limite dell'inclinazione delle bielle

#### Valore di verifica del taglio resistente

$V_{Rd}$   KN taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale  
 $V_{Rd}$   KN taglio resistente per elemento con armatura trasversale



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO  
 DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria  
 artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 136 di 147 |

## 9 VERIFICHE GEOTECNICHE DIAFRAMMI

Si riportano di seguito le verifiche a portanza verticale dei diaframmi individuando tre sezioni rappresentative nell'ambito della sezione tipo in oggetto.

Il carico verticale agente in sommità al diaframma è stato definito considerando la larghezza totale della copertura pari a 14.6 m ed i valori corrispondenti ad ogni sezione rappresentativa del carico dovuto al ricoprimento e al carico dell'aereomobile.

Sugli approcci adottati per il calcolo del carico limite delle paratie si rimanda alla relazione geotecnica allegata al progetto.

### 9.1 SEZ1 – PK 0+992 – PK 1+150

Nella tabella seguente si riporta il calcolo del carico massimo agente in sommità ai diaframmi per il tratto di galleria in oggetto.

| Carico              | Spessore (m) | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | p (kN/m <sup>2</sup> ) | $L_{\text{calcolo}}$ | N (kN/m)      | $\gamma_a$ | Nslu (kN/m)   |
|---------------------|--------------|-------------------------------|------------------------|----------------------|---------------|------------|---------------|
| PP copertura        | 1.50         | 25.00                         | 37.50                  | 14.60                | 273.75        | 1.35       | 369.6         |
| Ricoprimento finale | 3.15         | 19.00                         | 59.85                  | 14.60                | 436.91        | 1.5        | 655.4         |
| Aereomobile         |              |                               | 57.60                  | 14.60                | 420.48        | 1.35       | 567.6         |
| Carico Totale       |              |                               |                        |                      | <b>1131.1</b> |            | <b>1592.6</b> |

**Tabella 9 – Carico massimo diaframmi – A1+M1+R3**

La stratigrafia di riferimento per il tratto in esame è riportato di seguito.

| * coincidente con z=0 piano campagna fittizio<br>Sez 1 |                  |
|--|------------------|
| Profondità da p.c. [m]                                 | Unità geotecnica |
| da 5.0* a 13.0   | Unità U2a        |
| da 13.0 a 16.0   | Unità U2         |
| da 16.0 a 20.0   | Unità U2a        |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 137 di 147 |

|                |          |
|----------------|----------|
| da 20.0 a 26.0 | Unità U2 |
| da 26.0 a 50.0 | Unità U3 |

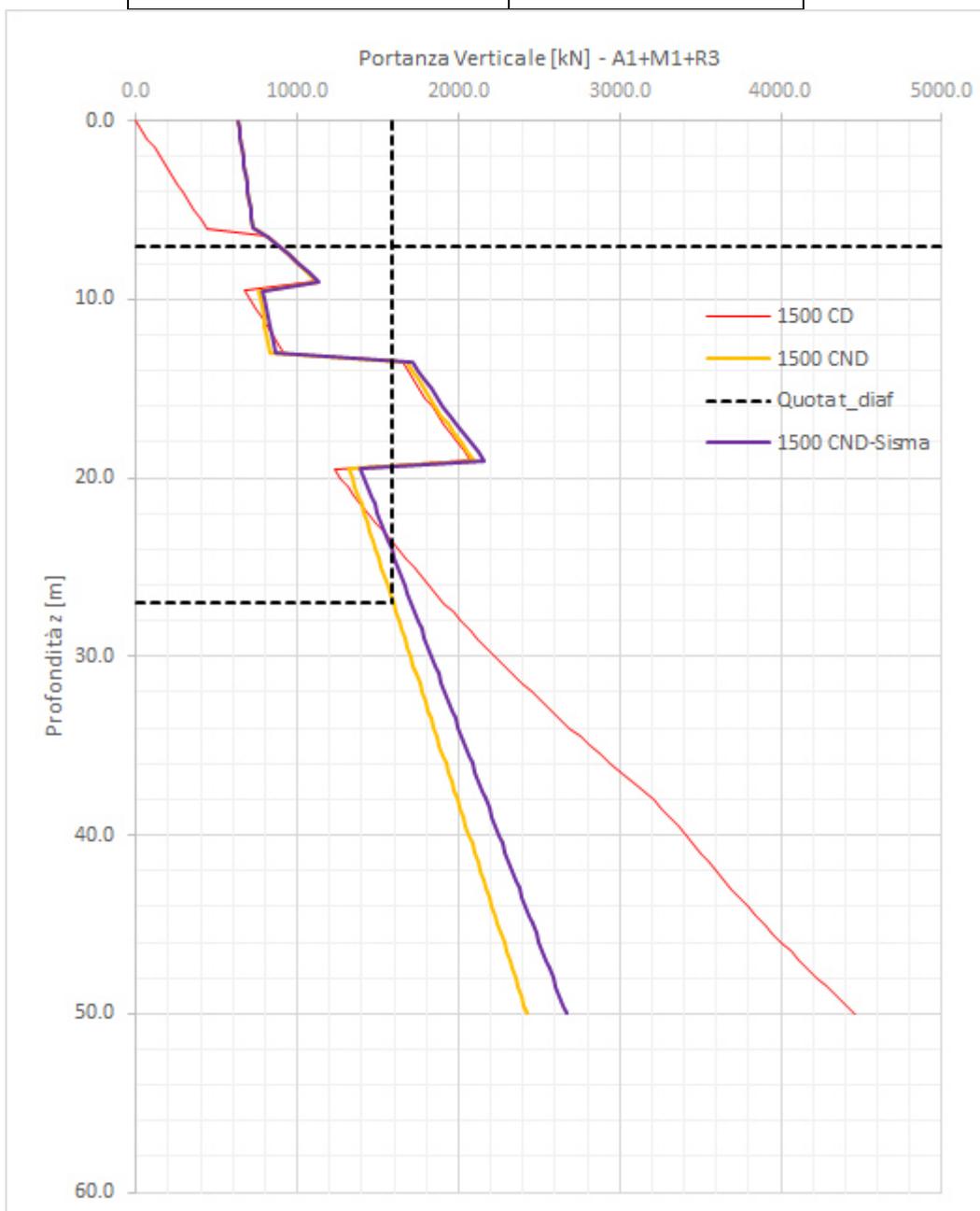


Figura 47. Curva di capacità portante - SEZ1



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 138 di 147 |

| <b>Lutile</b>                          | <b>LsNP</b>               | <b>Ltotale</b>         |
|--|---------------------------|------------------------|
| Linfissione da verifica a portanza (m) | L tratto non portante (m) | L totale diaframma (m) |
| 20.0                                   | 9.3                       | <b>29.3</b>            |

La verifica a capacità portante è soddisfatta poiché la lunghezza di infissione del diaframma in questo tratto di galleria, pari a 20.5m, è superiore alla lunghezza utile di infissione pari a 20.0m.

### 9.1 SEZ2 – PK 1+150 – PK 1+400

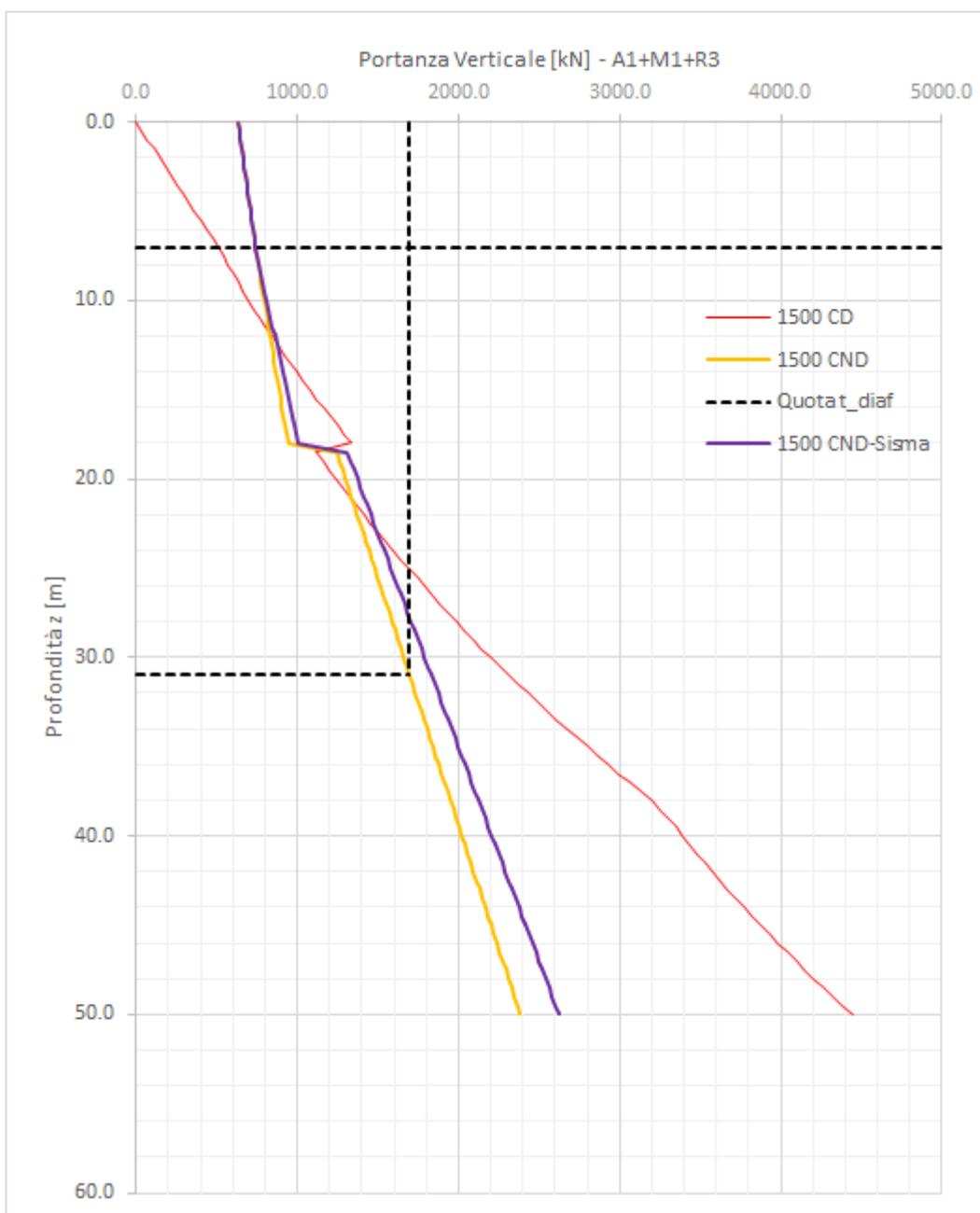
Nella tabella seguente si riporta il calcolo del carico massimo agente in sommità ai diaframmi per il tratto di galleria in oggetto.

| Carico              | Spessore (m) | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | p (kN/m <sup>2</sup> ) | L <sub>calcolo</sub> | N (kN/m)      | $\gamma_a$ | Nslu (kN/m)   |
|---------------------|--------------|-------------------------------|------------------------|----------------------|---------------|------------|---------------|
| PP copertura        | 1.50         | 25.00                         | 37.50                  | 14.60                | 273.75        | 1.35       | 369.6         |
| Ricoprimento finale | 4.15         | 19.00                         | 78.85                  | 14.60                | 575.61        | 1.5        | 863.4         |
| Aereomobile         |              |                               | 46.50                  | 14.60                | 339.45        | 1.35       | 458.3         |
| Carico Totale       |              |                               |                        |                      | <b>1188.8</b> |            | <b>1691.2</b> |

**Tabella 10 – Carico massimo diaframmi – A1+M1+R3**

La stratigrafia di riferimento per il tratto in esame è riportato di seguito.

| * coincidente con z=0 piano campagna fittizio<br><b>Sez 2</b> |                  |
|---|------------------|
| Profondità da p.c. [m]  | Unità geotecnica |
| da 6.0* a 24.0  | Unità U2a        |
| da 24.0 a 50.0  | Unità U3         |



**Figura 48. Curva di capacità portante – SEZ2**



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 140 di 147 |

| <b>Lutile</b>                          | <b>LsNP</b>               | <b>Ltotale</b>         |
|--|---------------------------|------------------------|
| Linfissione da verifica a portanza (m) | L tratto non portante (m) | L totale diaframma (m) |
| 24                                     | 9.3                       | <b>33.3</b>            |

La verifica a capacità portante è soddisfatta poiché la lunghezza di infissione del diaframma in questo tratto di galleria è pari alla lunghezza utile di infissione, 24.0m.

### 9.1 SEZ3 – PK 1+400 – PK 1+599

Nella tabella seguente si riporta il calcolo del carico massimo agente in sommità ai diaframmi per il tratto di galleria in oggetto. Il tratto rappresentativo in esame corrisponde con la sezione di calcolo della sezione tipo A oggetto della presente relazione.

| Carico              | Spessore (m) | $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> ) | p (kN/m <sup>2</sup> ) | L <sub>calcolo</sub> | N (kN/m)      | $\gamma_a$ | Nslu (kN/m)   |
|---------------------|--------------|-------------------------------|------------------------|----------------------|---------------|------------|---------------|
| PP copertura        | 1.50         | 25.00                         | 37.50                  | 14.60                | 273.75        | 1.35       | 369.6         |
| Ricoprimento finale | 4.25         | 19.00                         | 80.75                  | 14.60                | 589.48        | 1.5        | 884.2         |
| Aereomobile         |              |                               | 40.80                  | 14.60                | 297.84        | 1.35       | 402.1         |
| Carico Totale       |              |                               |                        |                      | <b>1161.1</b> |            | <b>1655.9</b> |

**Tabella 11 – Carico massimo diaframmi – A1+M1+R3**

La stratigrafia di riferimento per il tratto in esame è riportato di seguito.

| * coincidente con z=0 piano campagna fittizio<br><b>Sez 3</b> |                  |
|---|------------------|
| Profondità da p.c. [m]  | Unità geotecnica |
| Da 7.0* a 14.0  | Unità U2         |
| Da 14.0 a 19.5  | Unità U2a        |
| Da 19.5 a 50.0  | Unità U3         |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 141 di 147 |

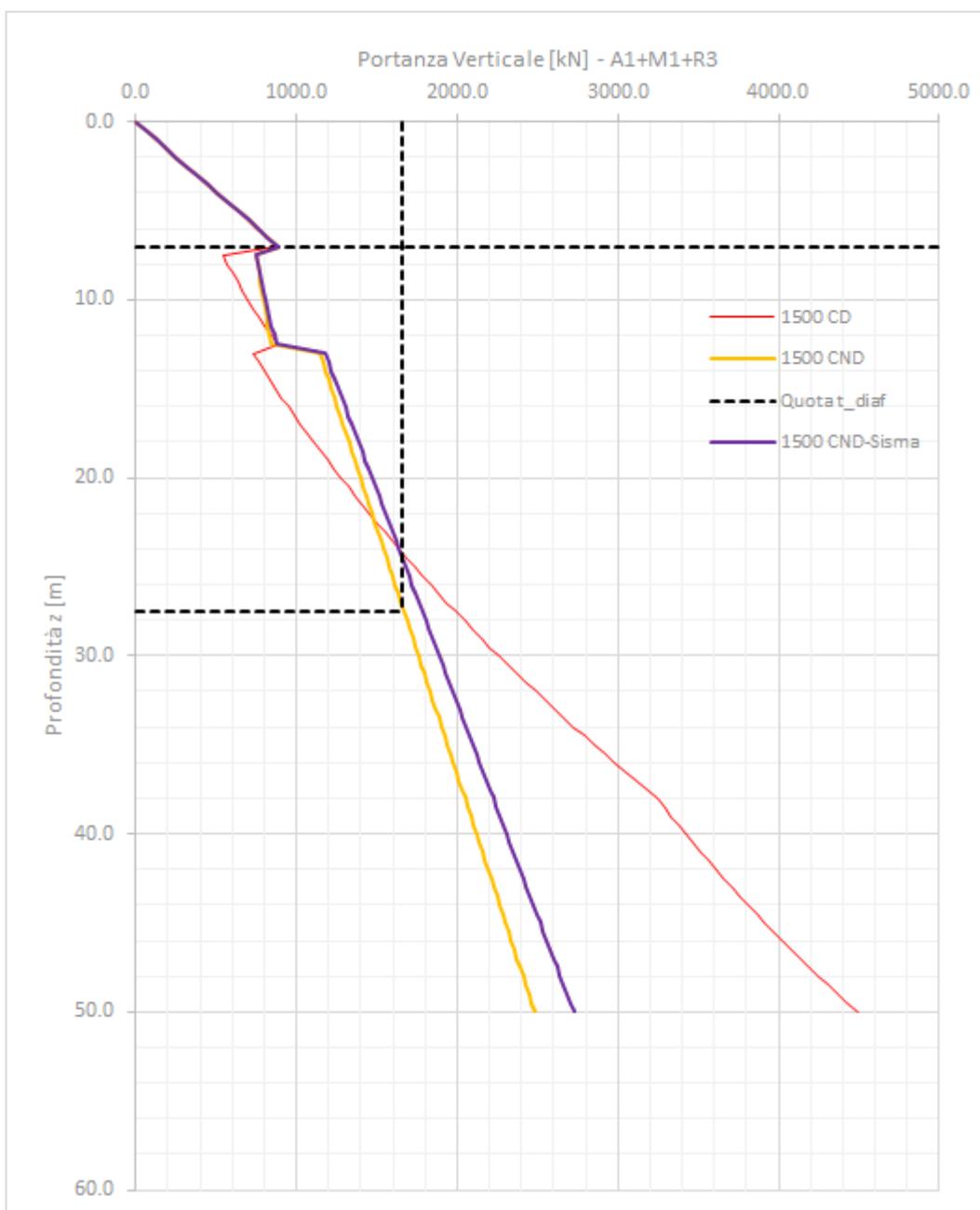


Figura 49. Curva di capacità portante – SEZ3



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 142 di 147 |

| <b>Lutile</b>                          | <b>LsNP</b>               | <b>Ltotale</b>         |
|--|---------------------------|------------------------|
| Linfissione da verifica a portanza (m) | L tratto non portante (m) | L totale diaframma (m) |
| 20.5                                   | 9.3                       | <b>29.8</b>            |

La verifica a capacità portante è soddisfatta poiché la lunghezza di infissione del diaframma in questo tratto di galleria è pari alla lunghezza utile di infissione, 20.5m.

## 9.2 VERIFICA A COLLASSO PER ROTAZIONE INTORNO A UN PUNTO DELL'OPERA

Si riporta di seguito i risultati dell'analisi per la Combinazione 2 (A2+M2+R1) delle spinte mobilitate per l'equilibrio della struttura.

Riepilogo per la DA <NTC2018: A2+M2+R1>

Parete <Left Wall>

|   |       |              |  |
|---|-------|--------------|--|
| Min. spostamento laterale [mm]                    | 0     | Z = -35.3 m  | D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 2 - scavo a quota soletta)       |
| Max. spostamento laterale [mm]                    | 57.58 | Z = -16.85 m | D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 11 - sisma)                      |
| Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX) | 0.24  |              | D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 2 - scavo a quota soletta)       |
| Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX) | 0.94  |              | D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 8 - carico aereoportuale) (>0.5) |

Parete <Right wall>

|   |        |              |  |
|---|--------|--------------|--|
| Min. spostamento laterale [mm]                    | -45.08 | Z = -21.65 m | D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 8 - carico aereoportuale)        |
| Max. spostamento laterale [mm]                    | 25.48  | Z = -4.25 m  | D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 11 - sisma)                      |
| Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX) | 0.94   |              | D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 8 - carico aereoportuale) (>0.5) |
| Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX) | 0.24   |              | D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 11 - sisma)                      |



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

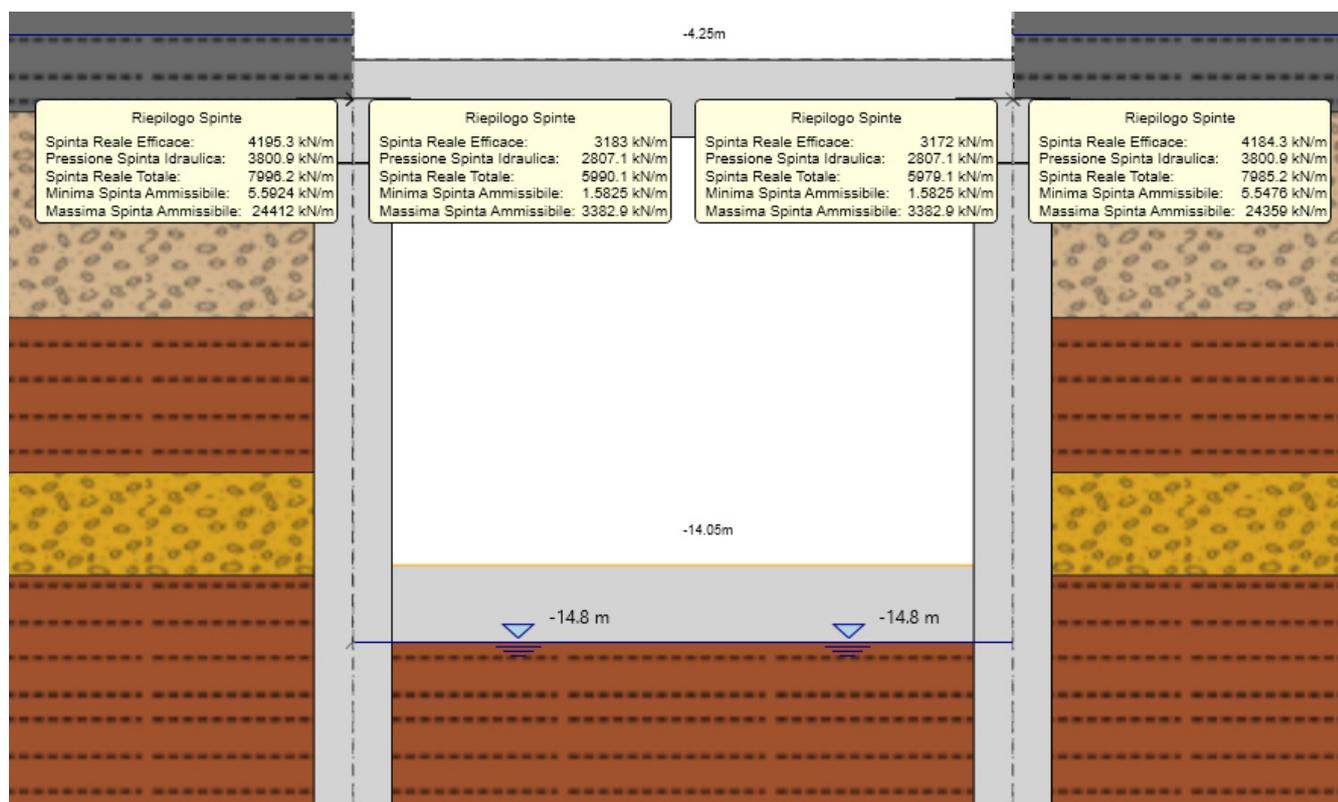
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 143 di 147 |



|   |   |       |          |               |      |            |
|---|---|-------|----------|---------------|------|------------|
|  | DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA  |       |          |               |      |            |
|   | INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. |       |          |               |      |            |
|   | MACROFASE FUNZIONALE 1  |       |          |               |      |            |
|   | LOTTO 02  |       |          |               |      |            |
| RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837 | COMMESSA  | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|   | RS3H  | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 144 di 147 |

### 9.3 VERIFICA SPOSTAMENTI INDOTTI SUGLI EDIFICI

I movimenti del terreno a tergo della paratia vengono generalmente interpretati mediante i seguenti due cinematismi elementari.

- *Cinematismo tipo “a sbalzo”*

Nel caso di opere di sostegno non contrastate, ovvero nella fase iniziale degli scavi prima dell’installazione del primo livello di contrasti, la parete mostra la tipica deformata di strutture a sbalzo, con spostamenti orizzontali decrescenti all’aumentare della profondità. In tali condizioni il terreno a tergo subisce degli spostamenti che risultano circa proporzionali all’inverso della distanza dalla parete, con una distribuzione circa triangolare.

- *Cinematismo tipo “profondo”*

Quando il movimento della parte superiore della struttura è impedito dalla presenza di uno o più livelli di supporti, la distribuzione degli spostamenti nel terreno è caratterizzata da movimenti profondi, al di sotto del piano di scavo. La deformata incrementale della parete presenta uno spanciamento con spostamenti orizzontali massimi nell’intorno del fondo scavo (movimenti profondi). In tale circostanza i movimenti del piano campagna crescono con la distanza dalla parete fino ad un valore massimo per poi diminuire nuovamente ed annullarsi oltre una certa distanza limite.

La composizione di questi due cinematismi da luogo a cinematismi composti.

I metodi empirici attualmente disponibili in letteratura tendono a correlare gli spostamenti verticali massimi del piano campagna ( $S_{v,max}$ ) con gli spostamenti orizzontali massimi della parete ( $S_{w,max}$ ), questi ultimi di più facile determinazione.

La correlazione proposta da Mana & Clough (1981), successivamente modificata da Pane & Tamagnini (1997) sulla base di numerosi case-histories documentati in letteratura, con altezze di scavo comprese tra 6 m e 60 m, distinguendo le misure in base al cinematismo esibito dalla parete (tipo “a sbalzo” o “profondo”).

L’interpolazione lineare dei dati sperimentali disponibili fornisce un relazione:

$$\frac{S_{v,max}}{S_{w,max}} \approx 0.94 \div 0.64$$

Il limite superiore del rapporto si riferisce a strutture con cinematismo “profondo” e costituisce una correlazione molto soddisfacente dei risultati. Il valore inferiore fa riferimento a cinematismi di tipo “a sbalzo”, i cui dati sperimentali sono meno numerosi e più dispersi. In generale si assume in via cautelativa:

$$\frac{S_{v,max}}{S_{w,max}} \approx 1.0 \div 0.7$$

Nota lo spostamento verticale massimo una stima dei movimenti al piano campagna può essere fatta mediante i profili di subsidenza normalizzati, espressi in termini di distanza relativa  $X/H$  pari al rapporto tra la distanza dalla parete di sostegno ( $X$ ) e la profondità di scavo ( $H$ ).

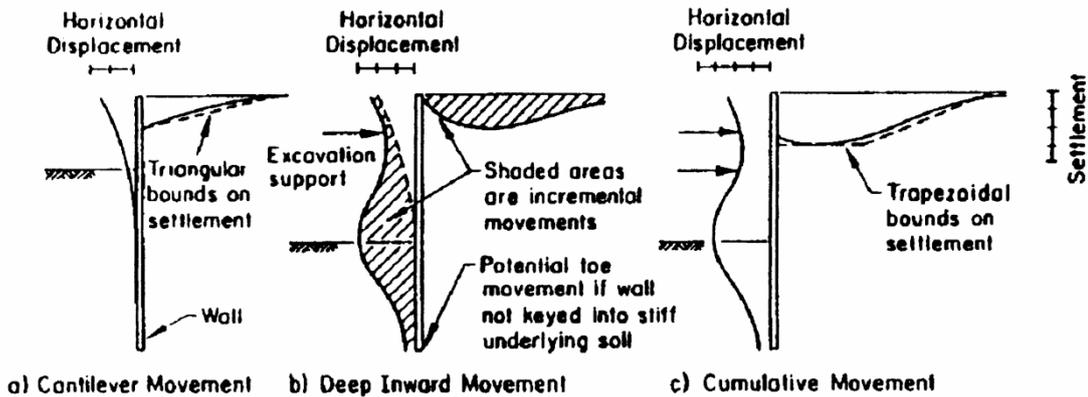
Per le strutture di sostegno non contrastate in cui prevale un comportamento deformativo “a sbalzo”, il profilo di subsidenza può essere determinato con una forma circa triangolare che si estende fino ad una distanza pari a  $2 \cdot H$ , ove  $H$  è la massima profondità di scavo. In questo caso, la distorsione angolare media a tergo della paratia sarà quindi la seguente:

$$\beta = \frac{S_{v,max}}{2H} = \frac{0.7 S_{w,max}}{2H}$$

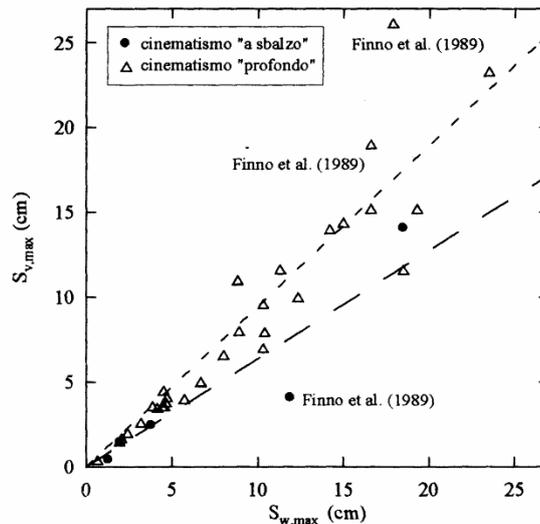
Si riporta quello proposto sempre da Mana & Clough (1981), successivamente modificato da Pane & Tamagnini (1997) per strutture contrastate ovvero caratterizzate da cinematici prevalentemente “profondi”. In questo caso le misure sperimentali sono ben approssimate da un involucro di forma trapezoidale che si estende fino ad una distanza pari a 2·H dalla parete e presenta un gradiente costante in corrispondenza della zona  $0.75 \cdot H < X < 2 \cdot H$ . Quindi la distorsione angolare media a tergo della paratia sarà la seguente:

$$\beta = \frac{S_{v,max}}{1.25 H} = \frac{S_{w,max}}{1.25 H}$$

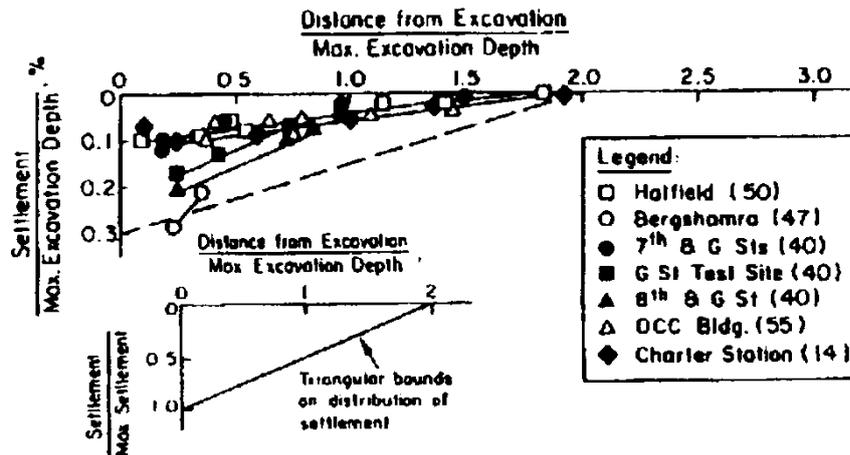
Nel caso di edifici si dovrà quindi verificare che le distorsioni angolari non superino i valori ammissibili. In letteratura i valori di distorsioni angolari ammissibili per le strutture portanti sono indicati in  $1/300 \div 1/250$  ( $3.3 \div 4.0 \text{ ‰}$ ); mentre per le murature di tamponamento i valori scendono a  $1/500 \div 1/300$  ( $2.0 \div 3.0 \text{ ‰}$ ).



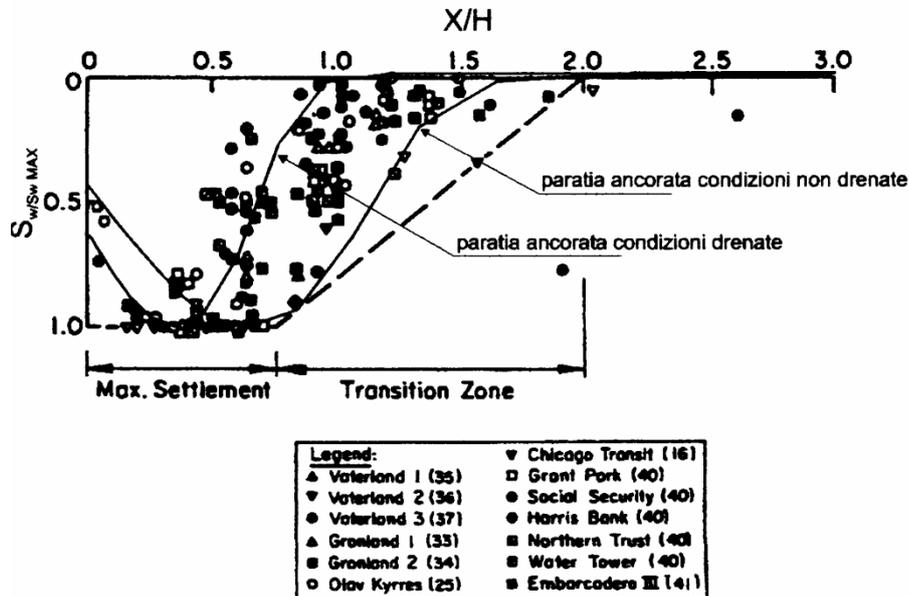
cinematici tipo (Clough & O'Rourke, 1990)



correlazione tra cedimento massimo del piano campagna e spostamento max della parete (Pane e Tamagnini, 1997 dopo Mana & Clough, 1981)



spostamenti verticali misurati in funzione della distanza dalla parete (Clough & O'Rourke, 1990)



profili di subsidenza normalizzati (Pane & Tamagnini, 1997; Mana & Clough, 1981)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO     | REV. | FOGLIO     |
|----------|-------|----------|---------------|------|------------|
| RS3H     | 02    | D 78     | CL GA01A0 001 | A    | 147 di 147 |

Dunque, avendo uno spostamento orizzontale  $S_{w,max}$  di 20.0 mm, si può determinare lo spostamento verticale massimo  $S_{v,max}$  atteso a tergo dei diaframmi e, in funzione dell'altezza di scavo H, una stima della distorsione angolare media  $\beta$  sugli edifici. Tali risultati sono esposti nella seguente tabella, per un cinematismo di tipo "profondo".

*distorsione angolare sugli edifici*

| H     | $S_{v,max}/S_{w,max}$ | $S_{w,max}$ | $\beta$ |
|-------|-----------------------|-------------|---------|
| mm    | -                     | mm          | -       |
| 15000 | 1                     | 20.0        | 1.06 ‰  |

In letteratura i valori di distorsioni angolari ammissibili per le strutture portanti sono indicati in 1/300÷1/250 (3.3÷4.0 ‰); mentre per le murature di tamponamento i valori scendono a 1/500÷1/300 (2.0÷3.0 ‰).

Si può quindi concludere che l'entità e la distribuzione dei cedimenti indotti sugli edifici esistenti non sono tali da provocare danni né alle strutture né alle tamponature.