

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 B**

SCALA:

-

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

RS3H    02    D    78    CL    GA01B0    001    A

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

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

n. Elab.:

Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10876



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	1 di 154

## 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> .....	19
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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	2 di 154

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 .....	49
7.3	MODELLAZIONE STRUTTURA INTERNA.....	50
<b>8</b>	<b>ANALISI E VERIFICHE .....</b>	<b>52</b>
8.1	RISULTATI DIAFRAMMI.....	52
8.1.1	<i>Sollecitazioni</i> .....	52
8.1.2	<i>Sollecitazioni Galleria da modello SAP2000</i> .....	62
8.1.3	<i>Verifiche diaframma e soletta di copertura</i> .....	70
8.2	RISULTATI STRUTTURA INTERNA.....	109
8.2.1	<i>Sollecitazioni</i> .....	109
8.2.2	<i>Verifiche struttura interna</i> .....	119
<b>9</b>	<b>VERIFICHE GEOTECNICHE DIAFRAMMI.....</b>	<b>148</b>
9.1	SEZ4 – PK 1+599 – PK 1+750 .....	148
9.1	SEZ5 – PK 1+750 – PK 1+836 .....	150
9.2	VERIFICA A COLLASSO PER ROTAZIONE INTORNO A UN PUNTO DELL'OPERA .....	153

## 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 B prevista tra il km 1+599 ed il km 1+836 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 31.7m.

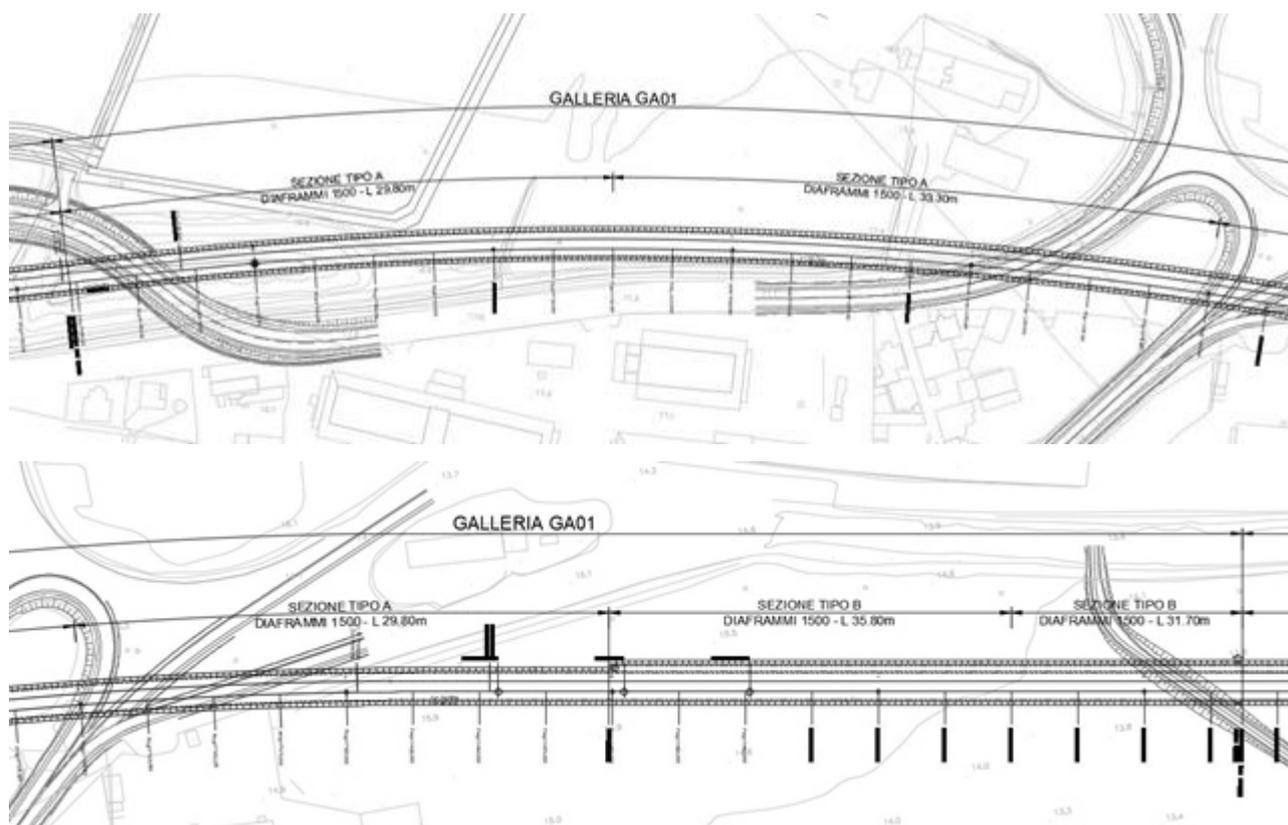


Figura 1. Planimetria GA01.



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 B – GA01  
Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	4 di 154

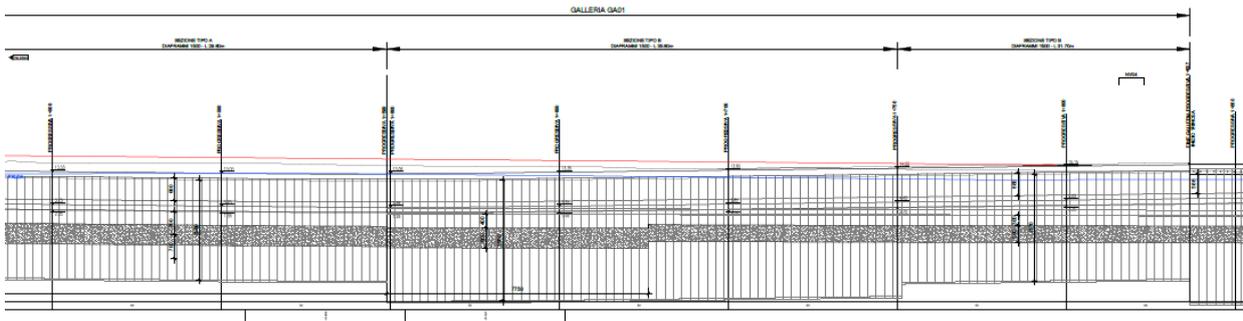


Figura 2. Profilo GA01.



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	5 di 154

## 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 B – GA01  
Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	6 di 154

Carpenteria - Sezione tipo B	RS3H.0.2.D.78.BB.GA.01.B.0.001
Carpenteria in corrispondenza di bypass - Sezione tipo B	RS3H.0.2.D.78.BB.GA.01.B.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 B, 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 1.8m e dal solettone di fondazione, 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 35.80 tra le pk 1+599 – 1+750 mentre lunghezza pari a 31.70m tra le pk 1+750 – 1+837, 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, ribassato in corrispondenza della canaletta di raccolta acque e di larghezza pari a 14.00 m e da fodere dello spessore di 0.50 m e altezza netta pari rispettivamente a 7.80 m, lato ferrovia, e altezza variabile tra 8.15 m e 11.28m lato canaletta. La fordera della canaletta, in corrispondenza del tratto di altezza variabile ha uno spessore pari a 0.70m. La canaletta è separata dal lato ferrovia da un setto di spessore pari a 0.80m e altezza pari a 7.80m. Per maggiori approfondimenti sulle geometrie delle diverse parti dell'opera si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

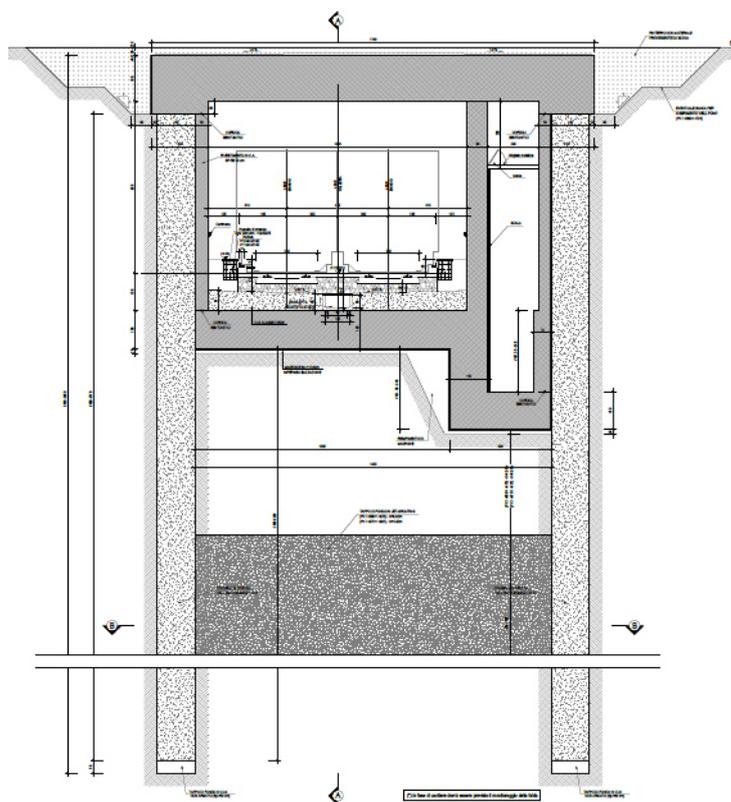


Figura 3. Sezione trasversale – Sezione tipo B



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 B – GA01  
Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	8 di 154

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 B – GA01  
Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	9 di 154

## 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:	$\alpha = 1.00E-05 \text{ m/}^\circ\text{C}$

### 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:	$\alpha = 1.00E-05 \text{ m/}^\circ\text{C}$

### 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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	10 di 154

#### 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	Classi di esposizione
Ordinarie	XD, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	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

Classe di esposizione	Condizioni ambientali	Combinazioni di azioni	Armatura			
			Sensibile Stato limite	$w_k$	Poco sensibile Stato limite	$w_k$
A	Ordinarie	frequente	apertura fessure	$\leq w_2$	apertura fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	apertura fessure	$\leq w_2$	apertura fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_2$
C	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	apertura fessure	$\leq w_2$
		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 B – GA01  
Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	11 di 154

#### 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 B – GA01  
Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	12 di 154

## 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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	13 di 154

$c' = 10$  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	$\phi'$	$\phi$	$c_v$	$\phi_p$	$c'$	Su	Modulo	Elastico	Eu	Ev	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 B – GA01  
Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	14 di 154

Quindi:

E = 60 Mpa (valore medio di intervallo per U2a)

L = 12 m

B = 11.2 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 Mpa

B = 11.20 m

$k_w \approx 1963 \text{ kN/m}$

Per strato U3:

E = 60 Mpa

B = 11.20 m

$k_w \approx 2943 \text{ kN/m}$

## 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.

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

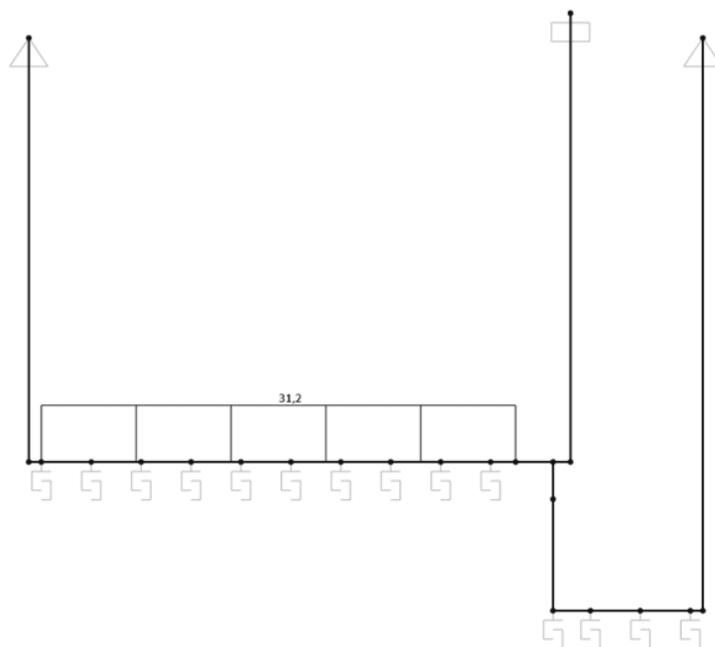


Figura 3. Permanente portato in fondazione – Sezione tipo B

### 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 3.95m tiene conto della futura realizzazione del prolungamento della pista aeroportuale di Fontanarossa.

$$P_{cop} = 19.00 \text{ kN/m}^3 \times 3.95 \text{ m} = 75.05 \text{ kN/m}^2$$

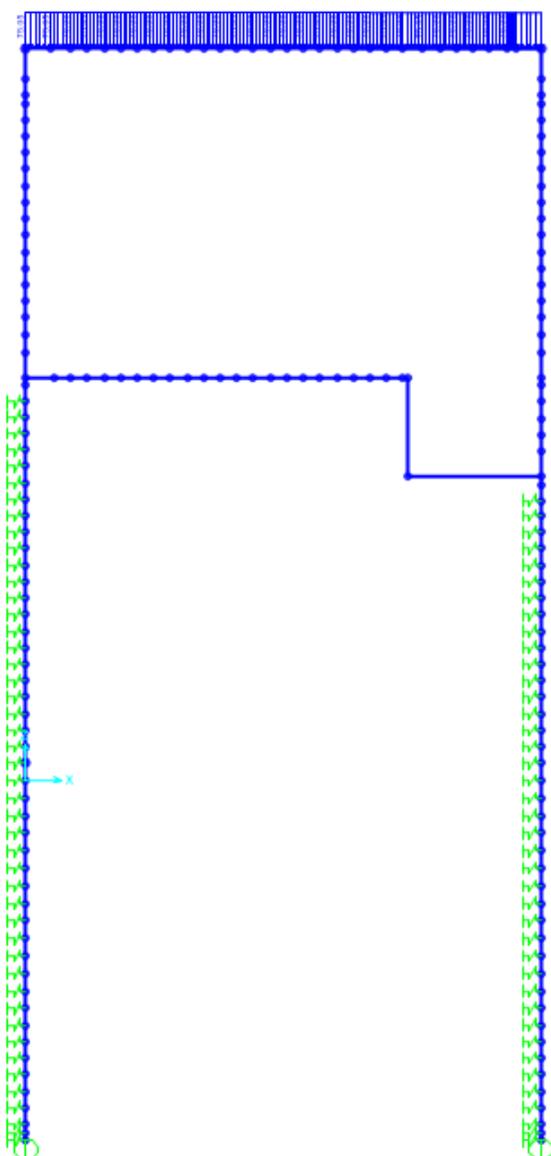


Figura 4. Permanente portata in copertura – Sezione tipo B

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:

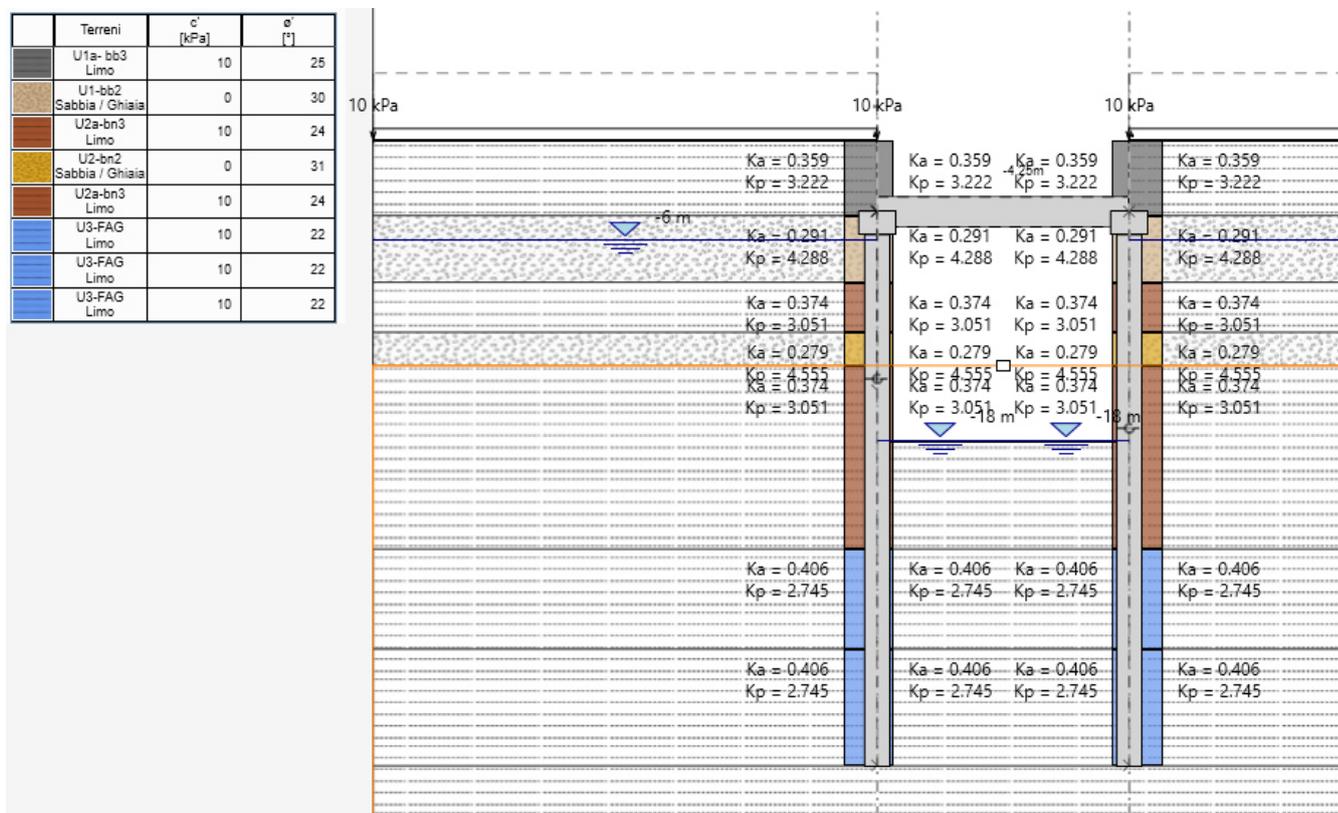


Figura 5. Coefficienti di spinta – Sezione tipo B



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	18 di 154

### 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	$\sigma_h = \sigma'_v * ko + u$ kPa
4.85	0.50	4.85	U1	18.50	3.75	89.73	11.00	78.73	30.00	0.50	50.36
4.85	0.90	5.75	U1	18.50	3.75	106.38	20.00	86.38	30.00	0.50	63.19
4.85	0.25	6.00	U1	18.50	3.75	111.00	22.50	88.50	30.00	0.50	66.75
4.85	0.50	6.50	U1	18.50	3.75	120.25	27.50	92.75	30.00	0.50	73.88
4.85	0.50	7.00	U1	18.50	3.75	129.50	32.50	97.00	30.00	0.50	81.00
4.85	0.50	7.50	U1	18.50	3.75	138.75	37.50	101.25	30.00	0.50	88.13
4.85	0.50	8.00	U1	18.50	3.75	148.00	42.50	105.50	30.00	0.50	95.25
4.85	0.50	8.50	U1	18.50	3.75	157.25	47.50	109.75	30.00	0.50	102.38
4.85	0.50	9.00	U2a	19.00	3.75	171.00	52.50	118.50	24.00	0.59	122.80
4.85	0.50	9.50	U2a	19.00	3.75	180.50	57.50	123.00	24.00	0.59	130.47
4.85	0.50	10.00	U2a	19.00	3.75	190.00	62.50	127.50	24.00	0.59	138.14
4.85	0.50	10.50	U2a	19.00	3.75	199.50	67.50	132.00	24.00	0.59	145.81
4.85	0.50	11.00	U2a	19.00	3.75	209.00	72.50	136.50	24.00	0.59	153.48
4.85	0.50	11.50	U2a	19.00	3.75	218.50	77.50	141.00	24.00	0.59	161.15
4.85	0.50	12.00	U2	19.50	3.75	234.00	82.50	151.50	31.00	0.48	155.97
4.85	0.50	12.50	U2	19.50	3.75	243.75	87.50	156.25	31.00	0.48	163.28
4.85	0.50	13.00	U2	19.50	3.75	253.50	92.50	161.00	31.00	0.48	170.58
4.85	0.50	13.50	U2	19.50	3.75	263.25	97.50	165.75	31.00	0.48	177.88
4.85	0.55	14.05	U2a	19.00	3.75	266.95	103.00	163.95	24.00	0.59	200.27
4.85	0.75	14.80	U2a	19.00	3.75	281.20	110.50	170.70	24.00	0.59	211.77
4.85	0.25	15.05	U2a	19.00	3.75	285.95	113.00	172.95	24.00	0.59	215.60
4.85	0.50	15.55	U2a	19.00	3.75	295.45	118.00	177.45	24.00	0.59	223.27
4.85	0.50	16.05	U2a	19.00	3.75	304.95	123.00	181.95	24.00	0.59	230.94
4.85	0.50	16.55	U2a	19.00	3.75	314.45	128.00	186.45	24.00	0.59	238.61
4.85	0.50	17.05	U2a	19.00	3.75	323.95	133.00	190.95	24.00	0.59	246.28
4.85	0.75	17.80	U2a	19.00	3.75	338.20	140.50	197.70	24.00	0.59	257.79
4.85	0.25	18.05	U2a	19.00	3.75	342.95	143.00	199.95	24.00	0.59	261.62
4.85	0.50	18.55	U2a	19.00	3.75	352.45	148.00	204.45	24.00	0.59	269.29

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.

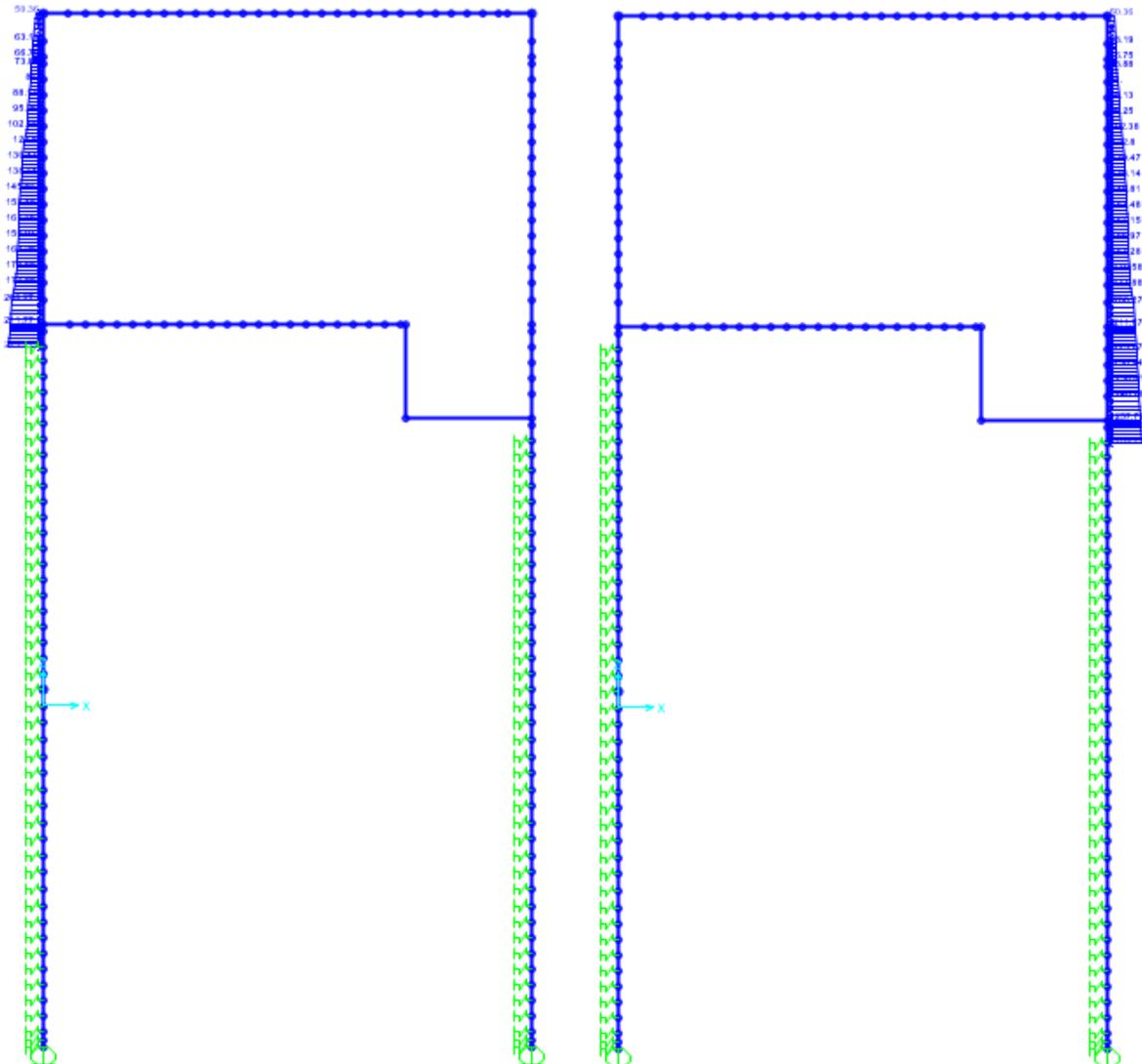


Figura 6. Condizione di carico SPsx e SPdx – Sezione tipo B

### 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:

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

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

Parte bassa

$$\gamma_w * h_{falda, min} = 110,5 \text{ kN/m}^2 + 10 \text{ kN/m}^3 * 0,75 \text{ m} = 118 \text{ kN/m}^2 \text{ in sommità (min).}$$

$$\gamma_w * h_{falda, max} = 118 \text{ kN/m}^2 + 10 \text{ kN/m}^3 * 2,25 \text{ m} = 140,5 \text{ kN/m}^2 \text{ (max).}$$

Mentre per la parte destra si ha:

$$\gamma_w * h_{falda, min} = 10 \text{ kN/m}^3 * 2,5 \text{ m} = 25 \text{ kN/m}^2 \text{ in sommità (min).}$$

$$\gamma_w * h_{falda, max} = 10 \text{ kN/m}^3 * 14,05 \text{ m} = 140,5 \text{ kN/m}^2 \text{ (max).}$$

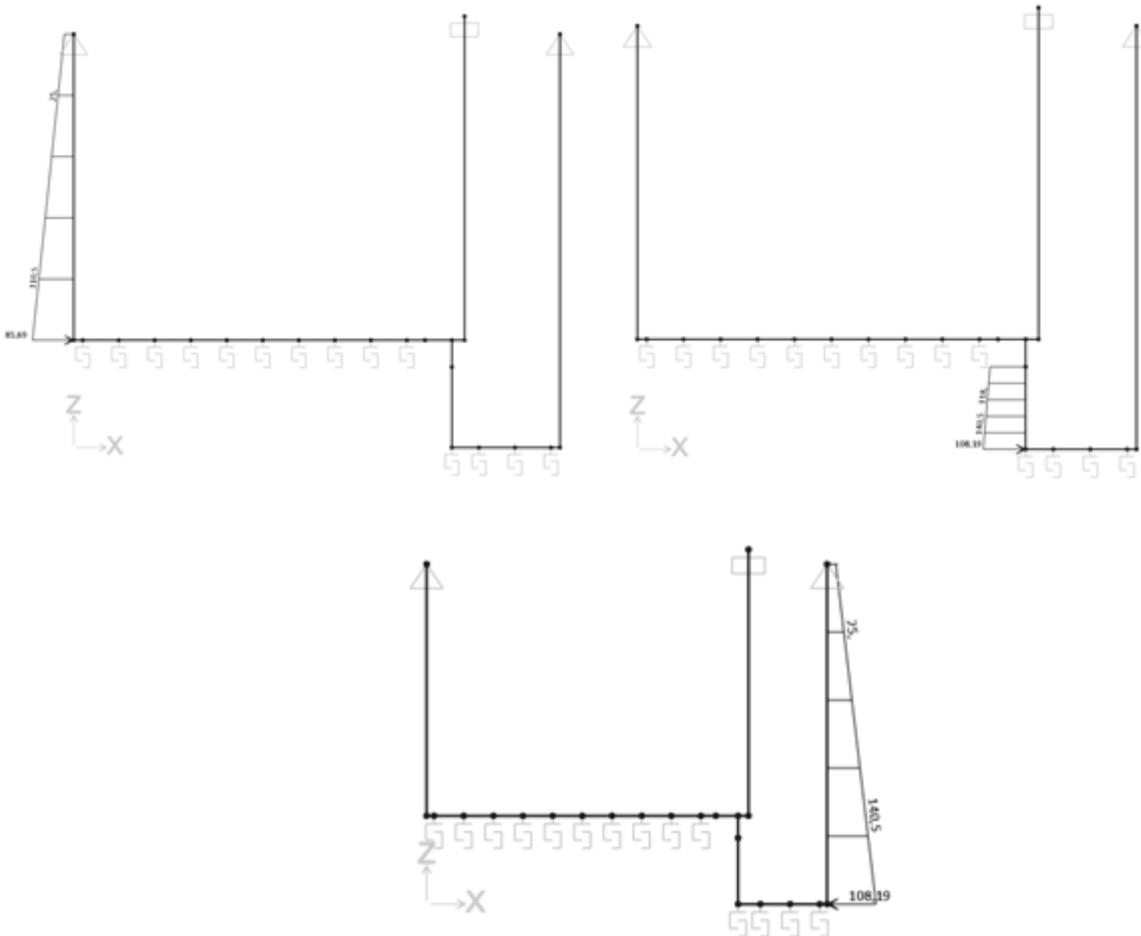


Figura 7. Spinta ideostatica sulle fodere– Lato SX e DX

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.

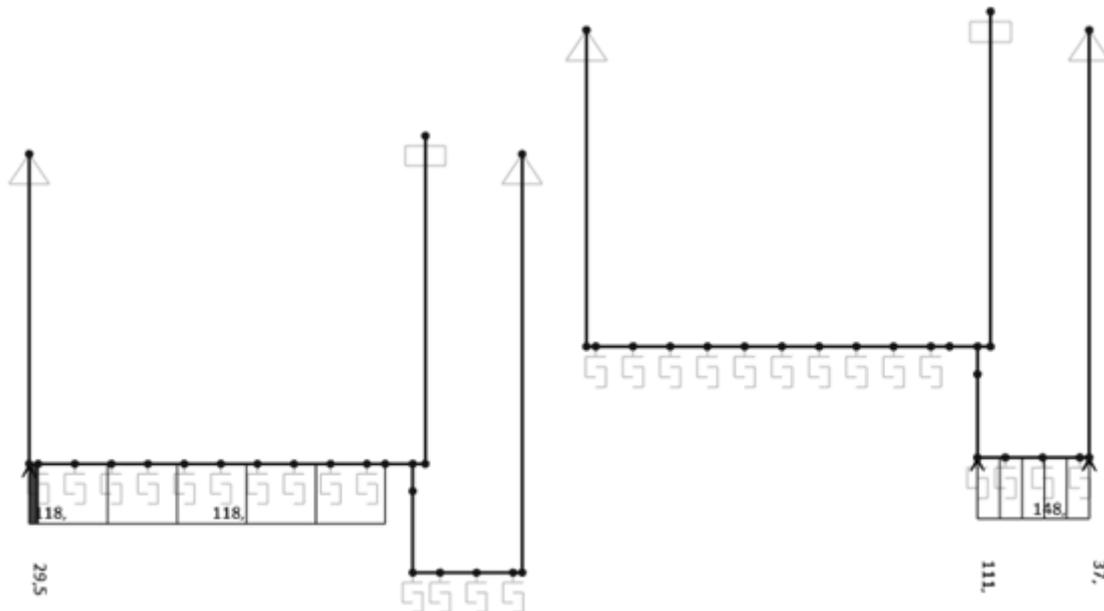
$$Fh_{\text{superiore}} = S_{\text{media}} * H_{\text{solett}} / 2 = (118.5 + 110.5) / 2 \text{ kN/m}^2 * 1.5 / 2 \text{ m} = 85.69 \text{ kN/m.}$$

$$Fh_{\text{inferiore}} = S_{\text{media}} * H_{\text{solett}} / 2 = (148 + 140.5) / 2 \text{ kN/m}^2 * 1.5 / 2 \text{ m} = 108.19 \text{ kN/m.}$$

La sottospinta agente sul solettone vale:

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

$$\gamma_w * h_{\text{falda, princ}} = 10 \text{ kN/m}^3 * 14.8 \text{ m} = 148 \text{ kN/m}^2 \text{ (sottospinta su parte ribassata)}$$



**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:

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

$$Fv_{\text{sinistra}} = S_{\text{sottospinta, rib}} * H_{\text{solettone}} / 2 = 148 \text{ kN/m}^2 * 1.5 / 2 \text{ m} = 111 \text{ kN/m.}$$

$$Fv_{\text{destra}} = S_{\text{sottospinta, rib}} * L_{\text{fod}} / 2 = 148 \text{ kN/m}^2 * 0.5 / 2 \text{ m} = 37 \text{ kN/m.}$$

## 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  $3.05 \text{ m}$  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:

$$Q = 5400 / (12.5 * 7.3) = 59.2 \text{ kN/m}^2.$$

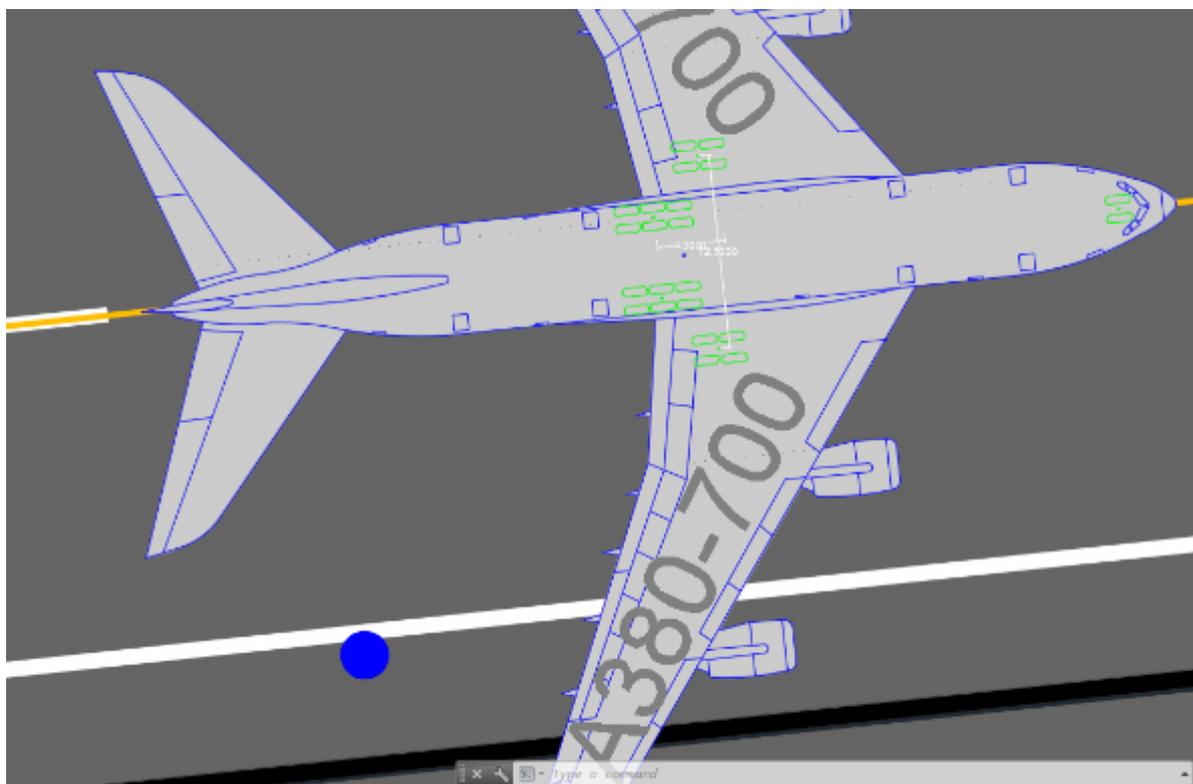
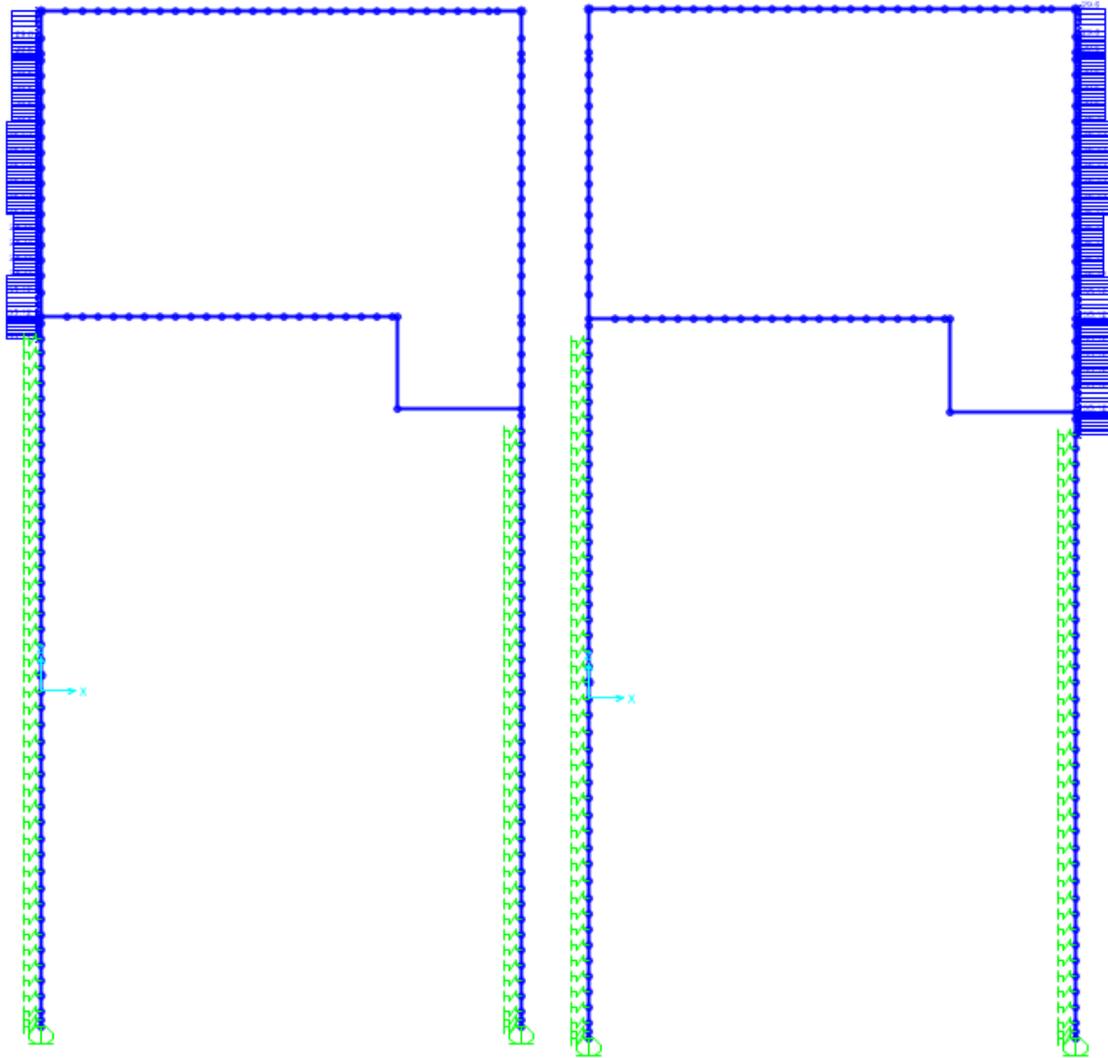


Figura 9. Superficie di ripartizione aereomobile A380-700.

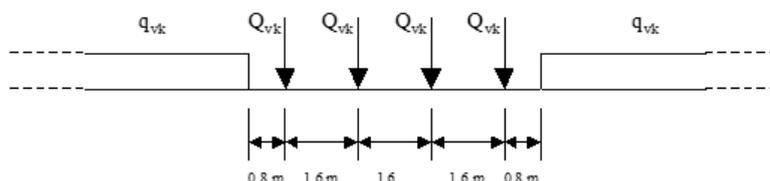




**Figura 10. Spinte dovute al carico dell'areomobili SQsx e SQdx.**

### 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:  $1000\text{kN} / 6.4\text{ m} = 156.25$  kN/m

carico equivalente treno:  $q_{\text{treno},k} = 156.25\text{ kN/m} / 5.7\text{ m} * 1\text{ m} = 27.4$  kN/m (applicato per il concio di 1m)

Tale carico è stato, infine, moltiplicato per un coefficiente di adattamento  $\alpha = 1.1$

$q_{\text{treno}} = q_{\text{treno},k} * \alpha = 27.4 * 1.1 = 30.2$  kN/m.

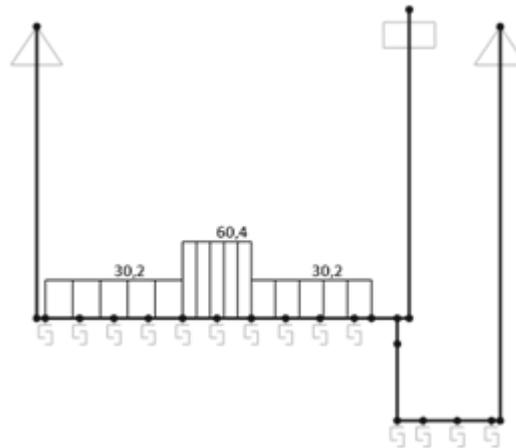


Figura 12. Carico del treno sul solettone di fondo – Accidentale treno

### 6.3 AZIONE TERMICA

Essendo la struttura completamente interrata con ricoprimento pari a 3.95m, 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 15840 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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	27 di 154

## 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 $S_s$	1.246
Coefficiente di amplificazione topografica $S_t$	1.0
Coefficiente di spostamento $\beta$	1.0
$a_h$ (g) = $k_h = \alpha * \beta * S_t * S_s * a_g$ (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

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

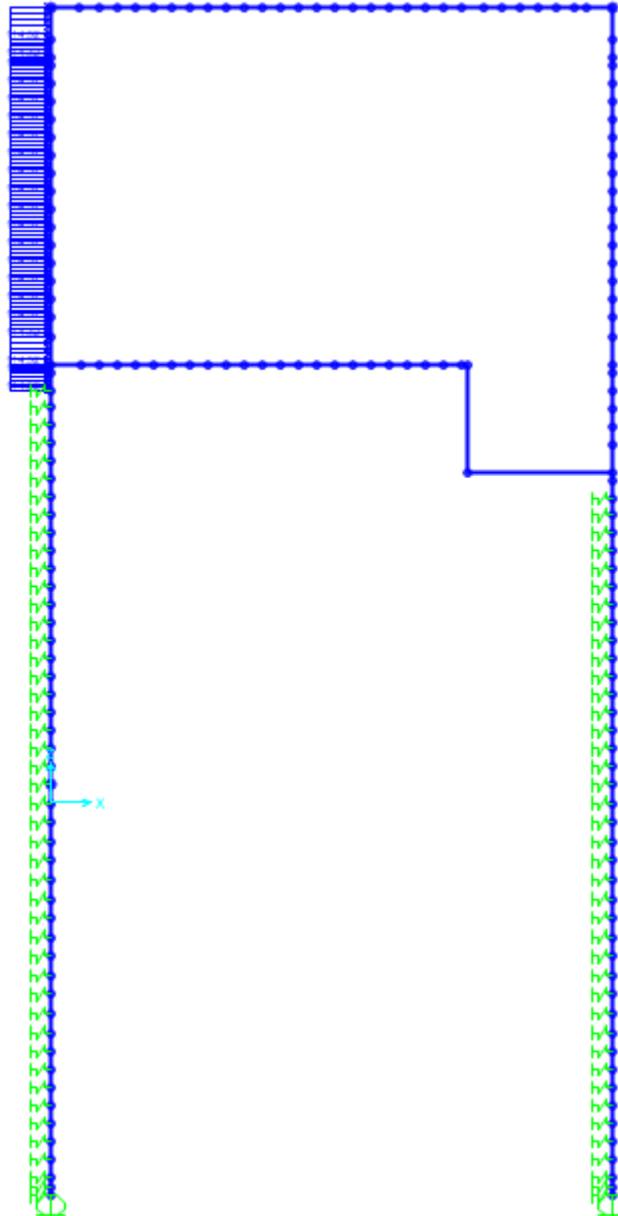
dove  $\alpha \leq 1$  è un coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera e  $\beta \leq 1$  è un coefficiente funzione della capacità dell'opera di subire spostamenti senza cadute di resistenza. In questo caso si assume  $\alpha = \beta = 1$ . Nei casi in cui i 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 simico di spinta sono stati calcolati considerando l'approfondimento massimo della galleria ed applicati manualmente nei rispettivi modelli di calcolo previsti. Il carico simico, dovuto all'incremento di spinta del terreno, applicato ad un solo diaframma vale :

$$D_{sh} = \gamma_{\text{medio}} * k_h * H_{\text{tot}} = 18.99 * 0.4 * 15.09 = 114.32 \text{ kN/m}^2$$

Il carico dovuto all'inerzia del diaframma vale

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



**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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	30 di 154

### 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**

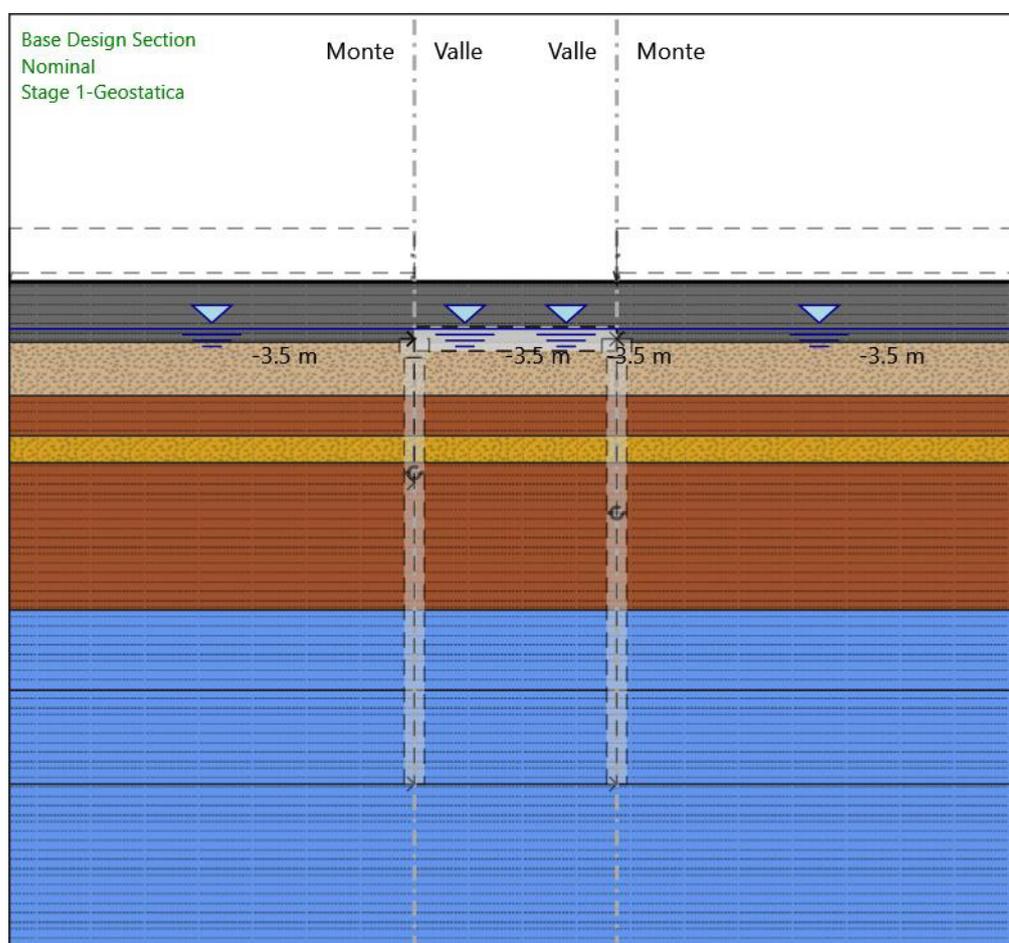
## 7 MODELLI DI CALCOLO

### 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. Il solettone di fondazione è stato modellato con dei vincoli fissi posti alla quota in asse strutturale considerando l'approfondimento massimo della canaletta laterale.

#### 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.

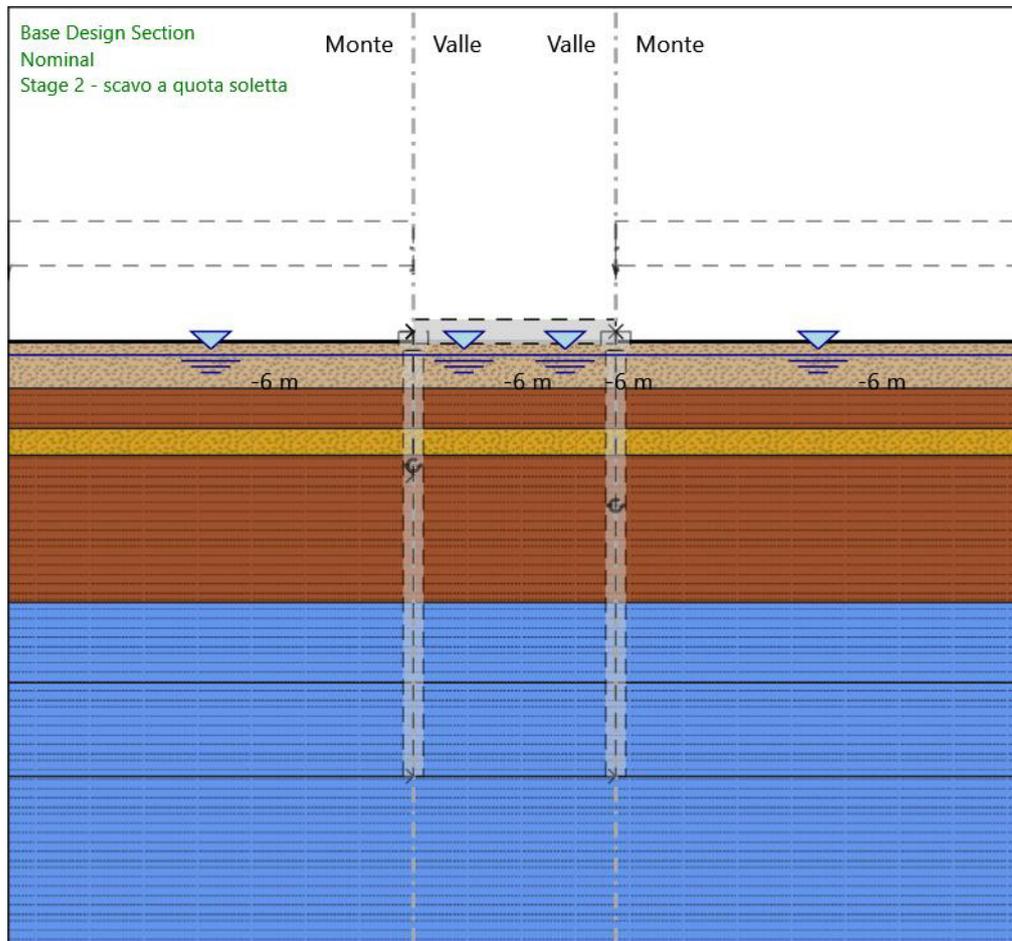
MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

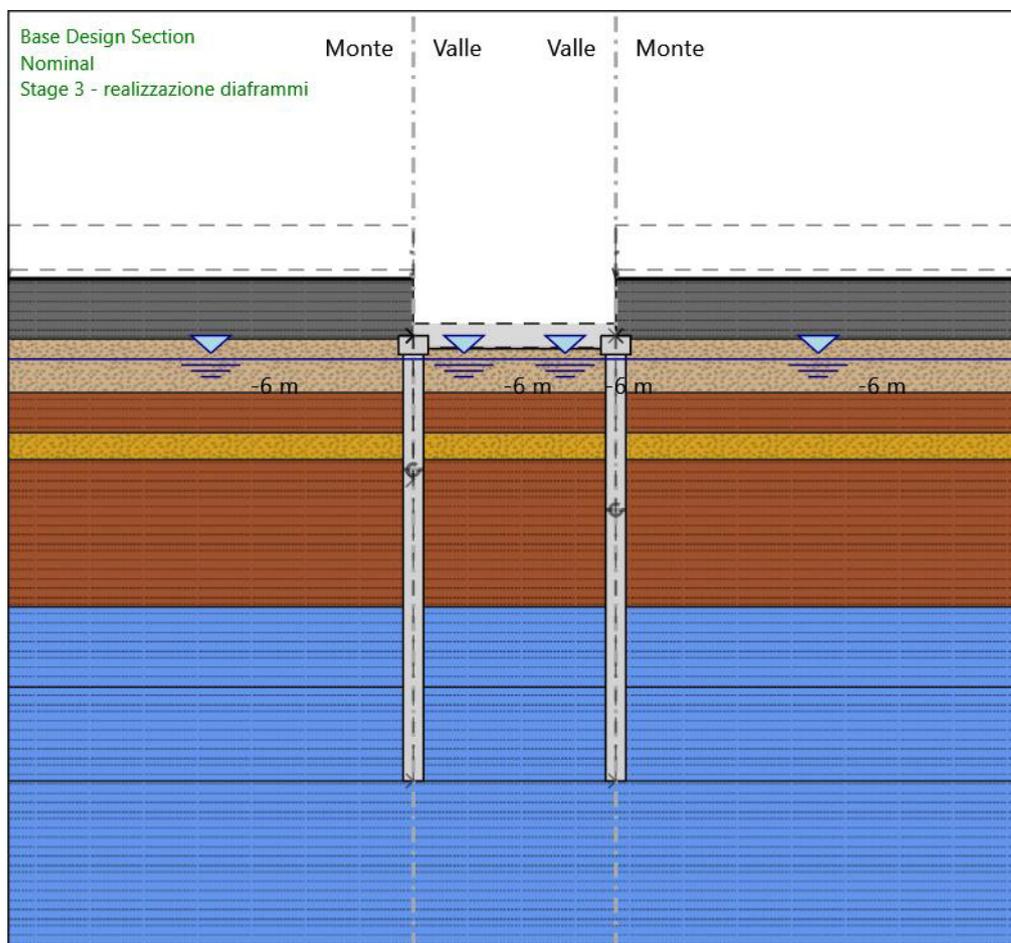
RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – GA01  
Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	32 di 154

### Stage 2 - scavo a quota soletta



### Stage 3 - realizzazione diaframmi



### Stage 3 - realizzazione diaframmi

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -5.65 m

Quota di fondo : -37.5 m

Sezione : Diaf1500

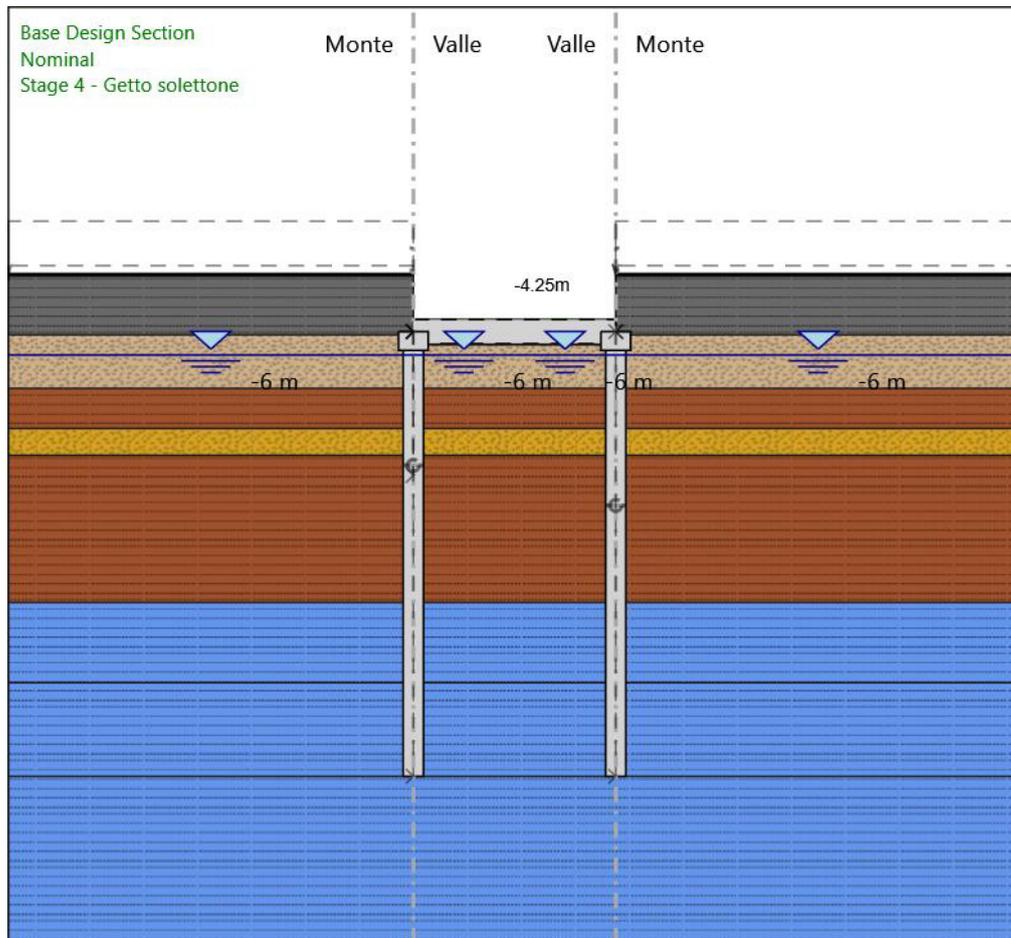
Paratia : WallElement\_New

X : 15 m

Quota in alto : -5.65 m

Quota di fondo : -37.5 m  
Sezione : Diaf1500  
Paratia : WallElement\_New\_New  
X : 0 m  
Quota in alto : -4.25 m  
Quota di fondo : -5.65 m  
Sezione : Cordolo 2200  
Paratia : WallElement\_New\_New\_New  
X : 15 m  
Quota in alto : -4.25 m  
Quota di fondo : -5.65 m  
Sezione : Cordolo 2200

#### Stage 4 - Getto solettone



#### Stage 4 - Getto solettone



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 B – GA01  
Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	35 di 154

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -5.65 m

Quota di fondo : -37.5 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement\_New

X : 15 m

Quota in alto : -5.65 m

Quota di fondo : -37.5 m

Sezione : Diaf1500

Soletta : Slab

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 15 m

Z : -4.25 m

Lunghezza : 15 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta cop

Paratia : WallElement\_New\_New

X : 0 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.65 m

Sezione : Cordolo 2200

Paratia : WallElement\_New\_New\_New

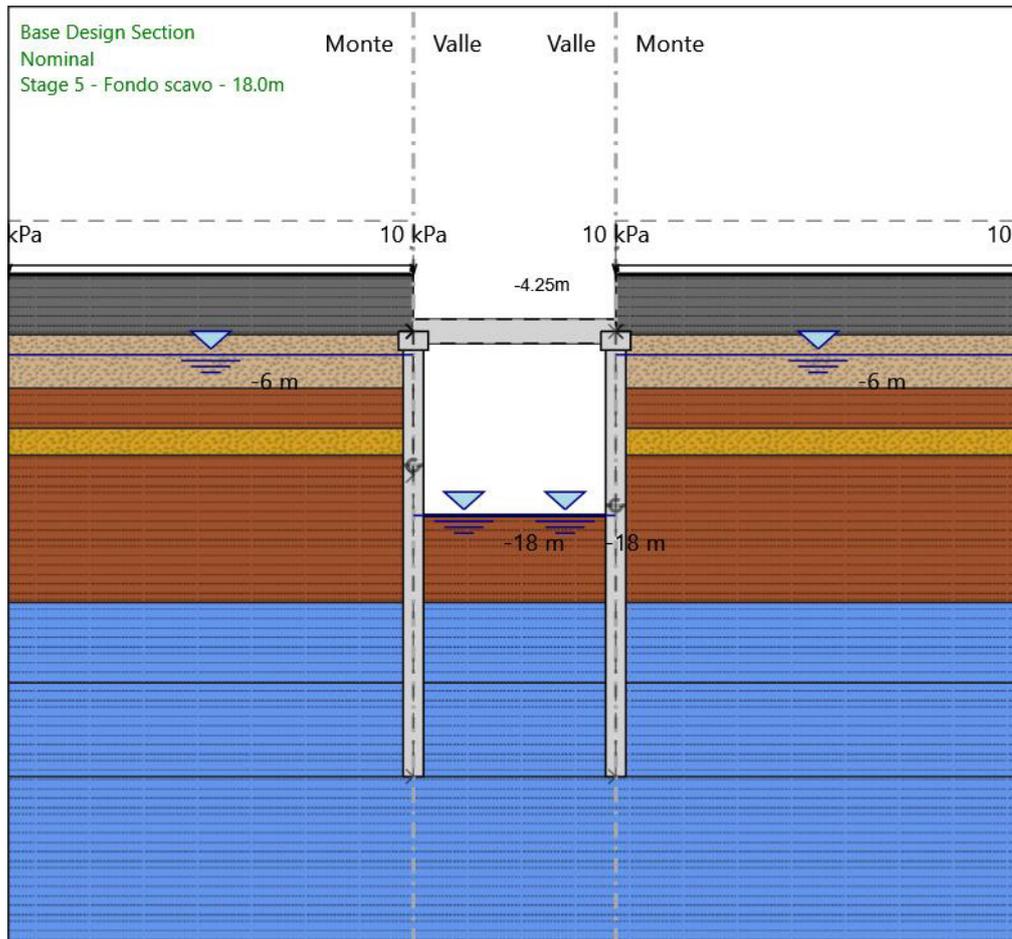
X : 15 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.65 m

Sezione : Cordolo 2200

Stage 5 - Fondo scavo - 18.0m



Stage 5 - Fondo scavo - 18.0m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -5.65 m

Quota di fondo : -37.5 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement\_New

X : 15 m

Quota in alto : -5.65 m

Quota di fondo : -37.5 m

Sezione : Diaf1500

Soletta : Slab

X del primo muro : 0 m

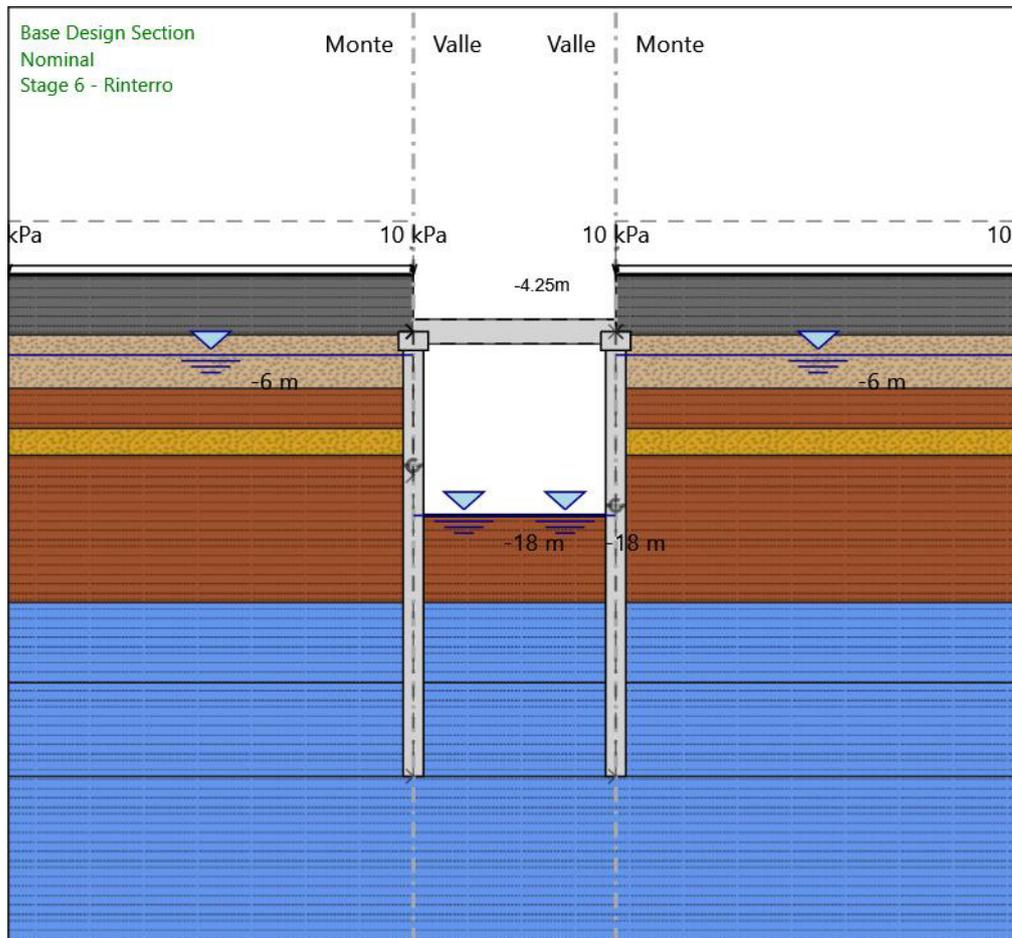
X del secondo muro : 15 m

Z : -4.25 m

Lunghezza : 15 m

Angolo : 0 °  
 Sezione : Soletta cop  
 Paratia : WallElement\_New\_New  
 X : 0 m  
 Quota in alto : -4.25 m  
 Quota di fondo : -5.65 m  
 Sezione : Cordolo 2200  
 Paratia : WallElement\_New\_New\_New  
 X : 15 m  
 Quota in alto : -4.25 m  
 Quota di fondo : -5.65 m  
 Sezione : Cordolo 2200

### Stage 6 - Rinterro



### Stage 6 - Rinterro



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 B – GA01  
Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	38 di 154

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -5.65 m

Quota di fondo : -37.5 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement\_New

X : 15 m

Quota in alto : -5.65 m

Quota di fondo : -37.5 m

Sezione : Diaf1500

Soletta : Slab\_New\_New

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 15 m

Z : -4.25 m

Lunghezza : 15 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta cop finale

Paratia : WallElement\_New\_New

X : 0 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.65 m

Sezione : Cordolo 2200

Paratia : WallElement\_New\_New\_New

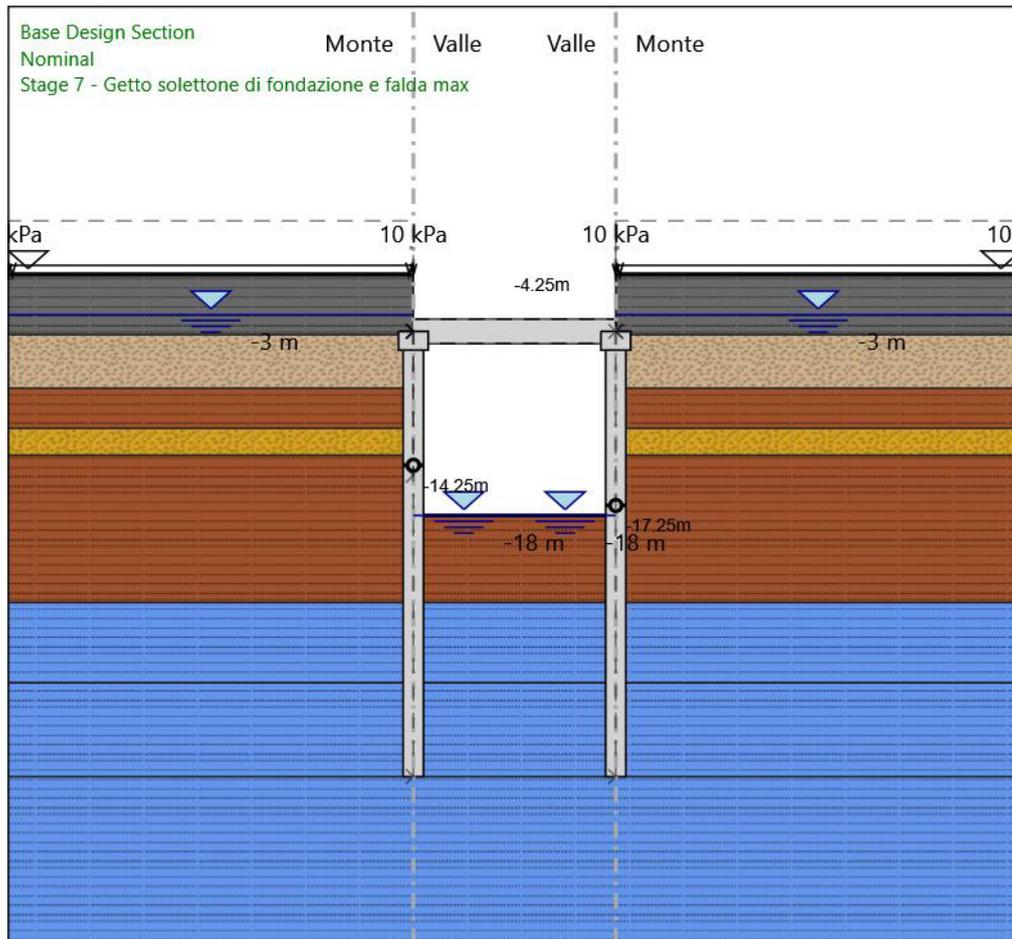
X : 15 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.65 m

Sezione : Cordolo 2200

Stage 7 - Getto solettone di fondazione e falda max



Stage 7 - Getto solettone di fondazione e falda max

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -5.65 m

Quota di fondo : -37.5 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement\_New

X : 15 m

Quota in alto : -5.65 m

Quota di fondo : -37.5 m

Sezione : Diaf1500

Soletta : Slab\_New\_New

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 15 m

Z : -4.25 m

Lunghezza : 15 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 B – GA01  
Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	40 di 154

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta cop finale

Vincolo fisso : FixedSupport

X : 0 m

Z : -14.25 m

Angolo : 0 °

Vincolo fisso : FixedSupport\_New

X : 15 m

Z : -17.25 m

Angolo : 0 °

Paratia : WallElement\_New\_New

X : 0 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.65 m

Sezione : Cordolo 2200

Paratia : WallElement\_New\_New\_New

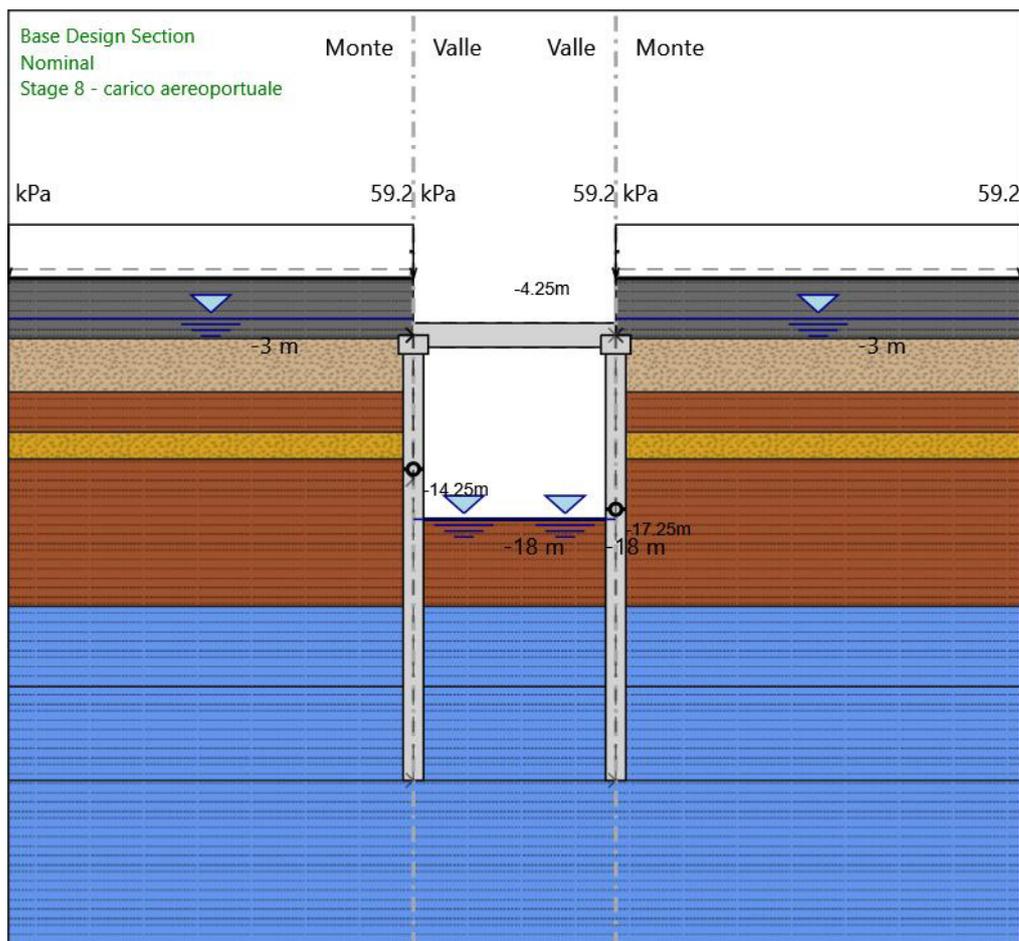
X : 15 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.65 m

Sezione : Cordolo 2200

Stage 8 - carico aeroportuale



Stage 8 - carico aeroportuale

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -5.65 m

Quota di fondo : -37.5 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement\_New

X : 15 m

Quota in alto : -5.65 m

Quota di fondo : -37.5 m

Sezione : Diaf1500

Soletta : Slab\_New\_New\_New

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 15 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 B – GA01  
Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	42 di 154

Z : -4.25 m

Lunghezza : 15 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta cop mobili

Vincolo fisso : FixedSupport

X : 0 m

Z : -14.25 m

Angolo : 0 °

Vincolo fisso : FixedSupport\_New

X : 15 m

Z : -17.25 m

Angolo : 0 °

Paratia : WallElement\_New\_New

X : 0 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.65 m

Sezione : Cordolo 2200

Paratia : WallElement\_New\_New\_New

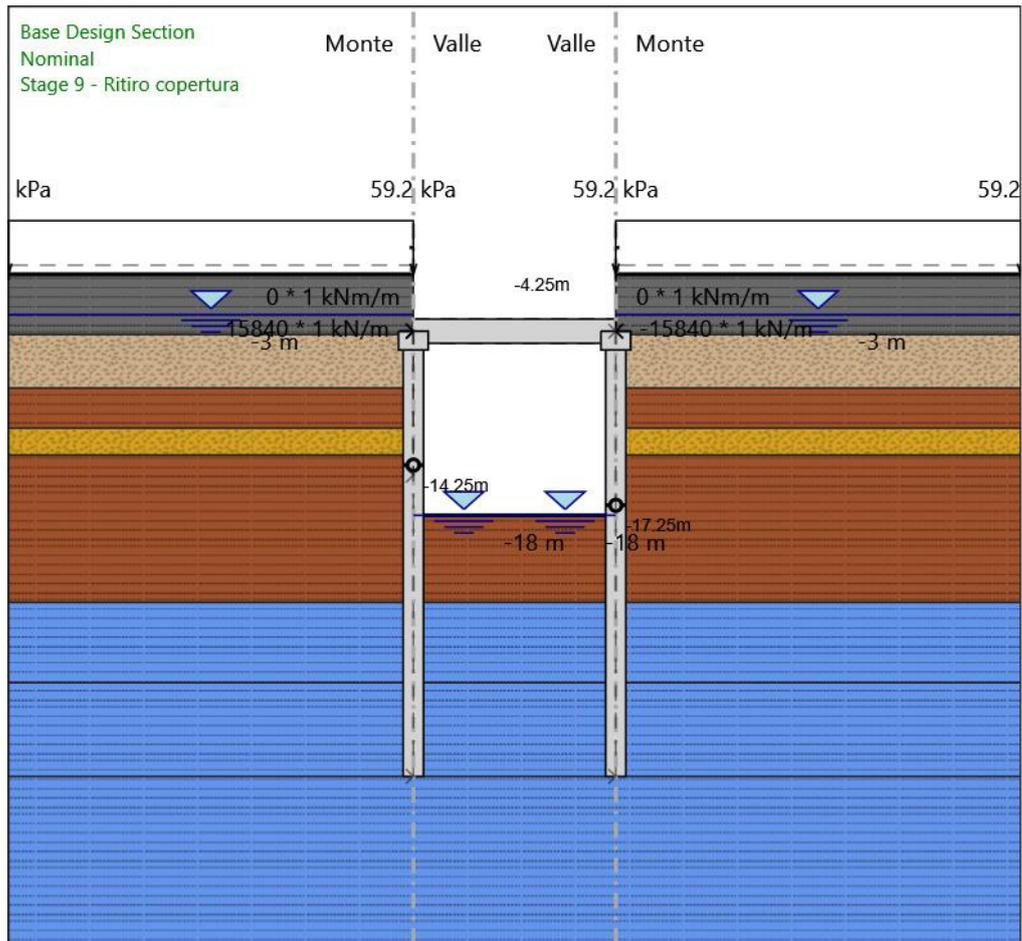
X : 15 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.65 m

Sezione : Cordolo 2200

Stage 9 - Ritiro copertura



Stage 9 - Ritiro copertura

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -5.65 m

Quota di fondo : -37.5 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement\_New

X : 15 m

Quota in alto : -5.65 m

Quota di fondo : -37.5 m

Sezione : Diaf1500

Soletta : Slab\_New\_New\_New

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 15 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 B – GA01  
Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	44 di 154

Z : -4.25 m

Lunghezza : 15 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta cop mobili

Vincolo fisso : FixedSupport

X : 0 m

Z : -14.25 m

Angolo : 0 °

Vincolo fisso : FixedSupport\_New

X : 15 m

Z : -17.25 m

Angolo : 0 °

Paratia : WallElement\_New\_New

X : 0 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.65 m

Sezione : Cordolo 2200

Paratia : WallElement\_New\_New\_New

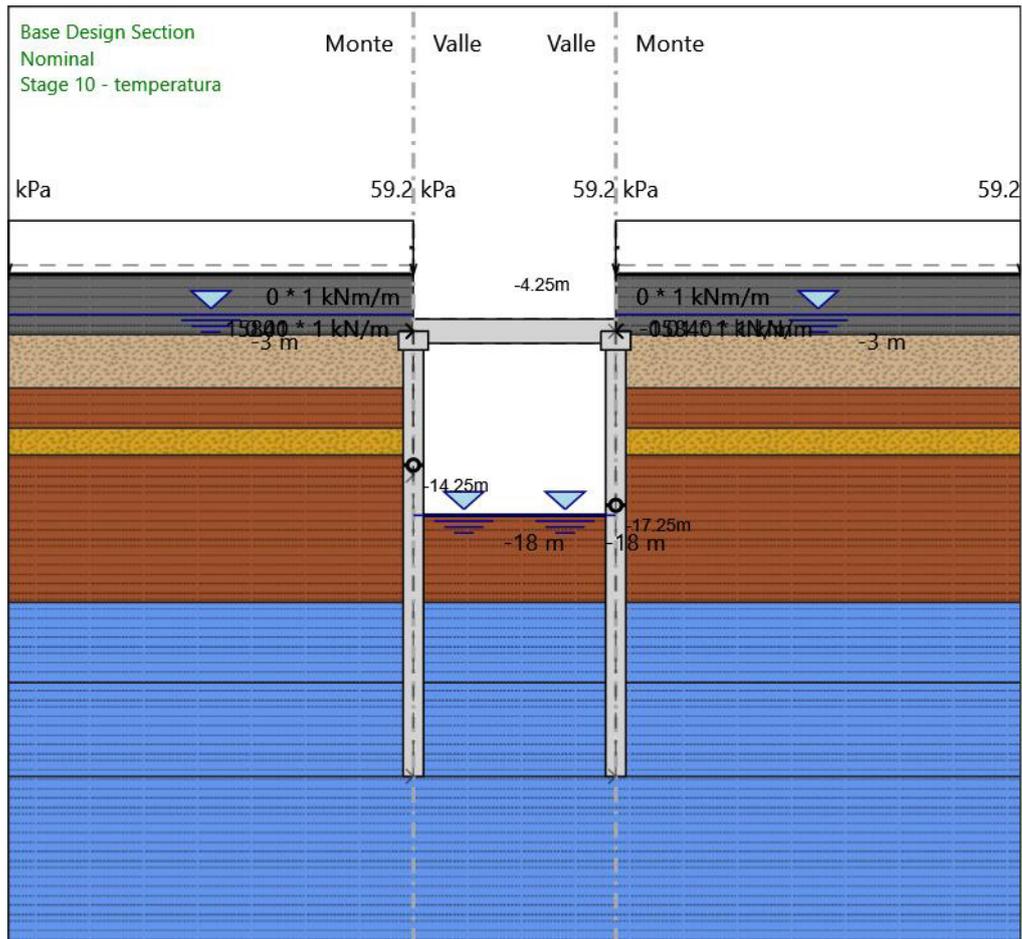
X : 15 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.65 m

Sezione : Cordolo 2200

Stage 10 - temperatura



Stage 10 - temperatura

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -5.65 m

Quota di fondo : -37.5 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement\_New

X : 15 m

Quota in alto : -5.65 m

Quota di fondo : -37.5 m

Sezione : Diaf1500

Soletta : Slab\_New\_New\_New

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 15 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 B – GA01  
Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	46 di 154

Z : -4.25 m

Lunghezza : 15 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta cop mobili

Vincolo fisso : FixedSupport

X : 0 m

Z : -14.25 m

Angolo : 0 °

Vincolo fisso : FixedSupport\_New

X : 15 m

Z : -17.25 m

Angolo : 0 °

Paratia : WallElement\_New\_New

X : 0 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.65 m

Sezione : Cordolo 2200

Paratia : WallElement\_New\_New\_New

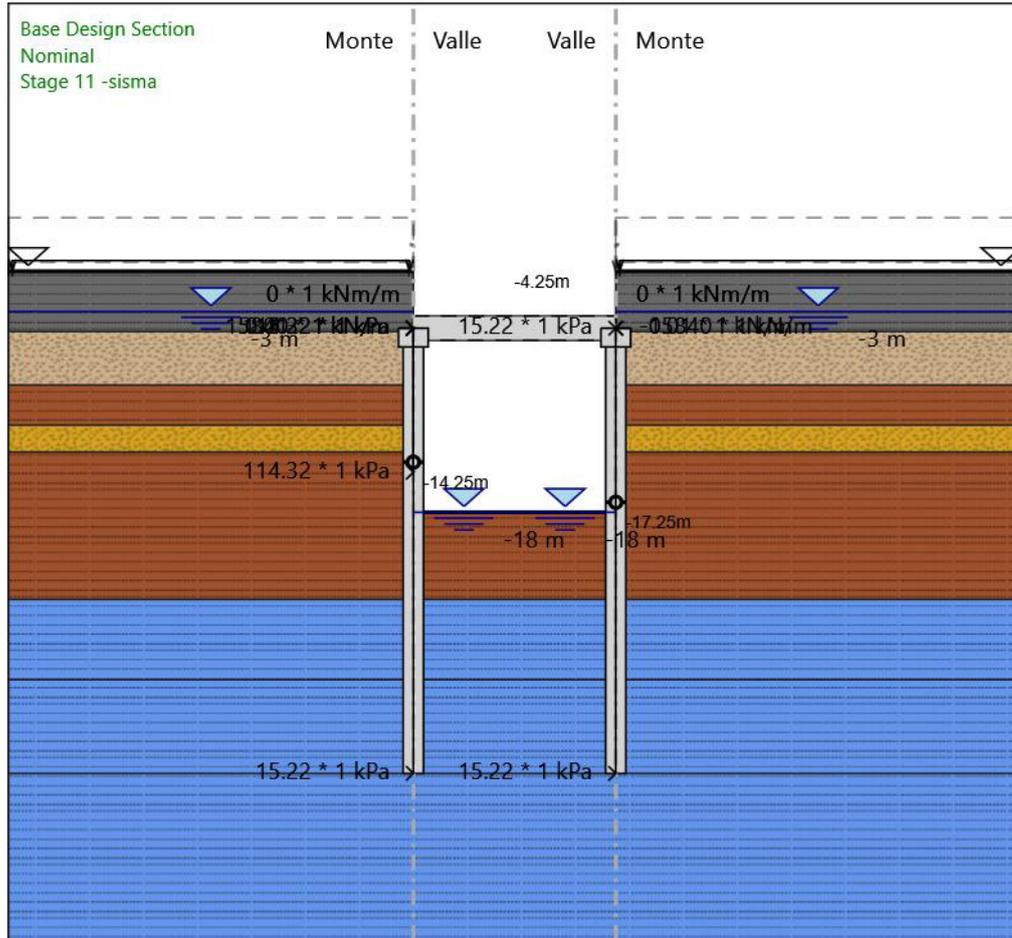
X : 15 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.65 m

Sezione : Cordolo 2200

Stage 11 -sisma



Stage 11 -sisma

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -5.65 m

Quota di fondo : -37.5 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement\_New

X : 15 m

Quota in alto : -5.65 m

Quota di fondo : -37.5 m

Sezione : Diaf1500

Soletta : Slab\_New\_New

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 15 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 B – GA01  
Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	48 di 154

Z : -4.25 m

Lunghezza : 15 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta cop finale

Vincolo fisso : FixedSupport

X : 0 m

Z : -14.25 m

Angolo : 0 °

Vincolo fisso : FixedSupport\_New

X : 15 m

Z : -17.25 m

Angolo : 0 °

Paratia : WallElement\_New\_New

X : 0 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.65 m

Sezione : Cordolo 2200

Paratia : WallElement\_New\_New\_New

X : 15 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.65 m

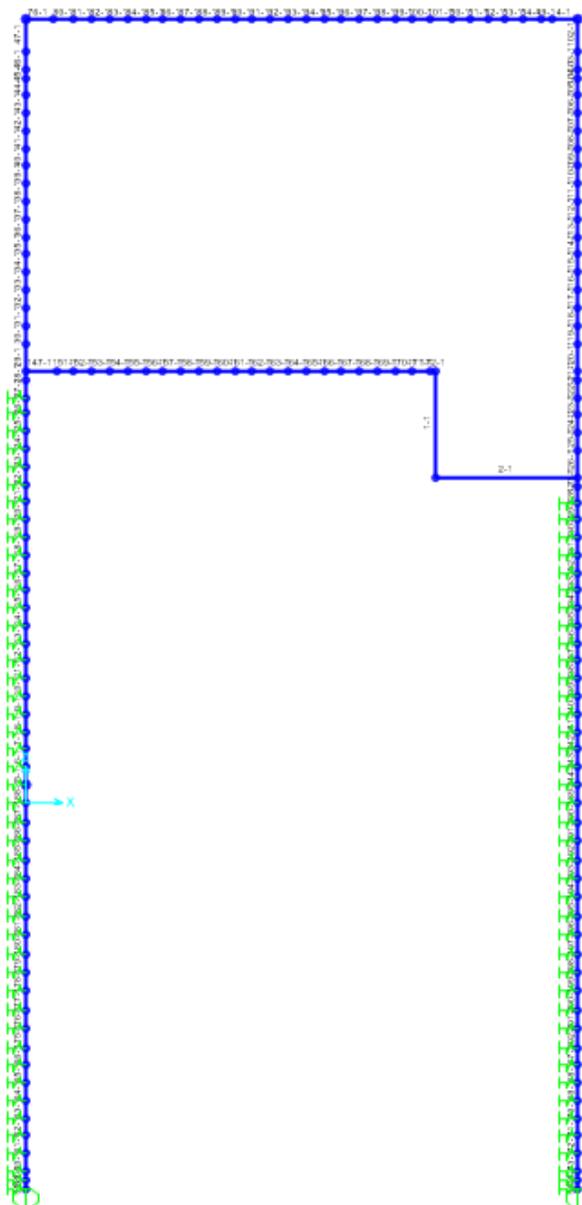
Sezione : Cordolo 2200

## 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.

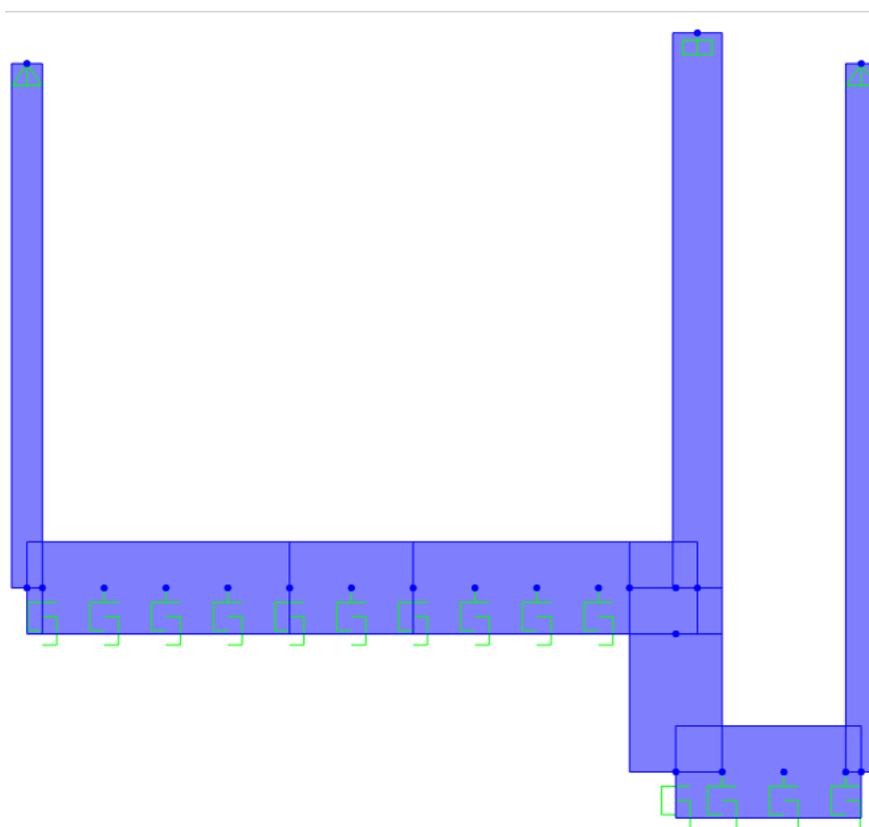


	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA					
	INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.					
	MACROFASE FUNZIONALE 1					
	LOTTO 02					
RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – GA01 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837	COMMESSA <b>RS3H</b>	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO CL GA01B0 001	REV. A	FOGLIO 50 di 154

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

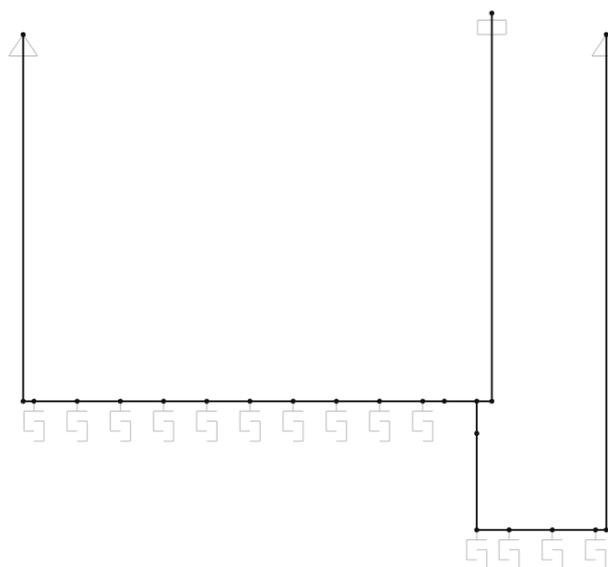
### 7.3 MODELLAZIONE STRUTTURA INTERNA

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**

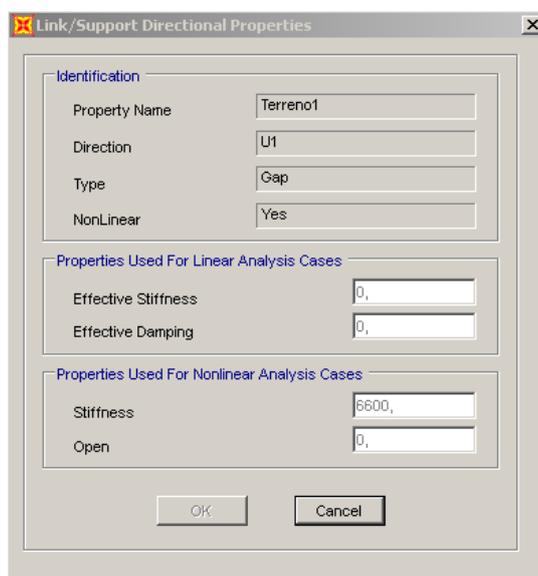
Per la modellazione geometrica della struttura interna è stato considerato un concio elementare di un metro in direzione longitudinale, facendo riferimento all’asse dell’elemento. Il modello prevede vincoli di tipo cerniera posti in sommità ai piedritti, in corrispondenza della sezione di attacco con 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.



**Figura 16. Vincoli**

La rigidità 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  $i = 1.00 \text{ m}$ .



**Figura 17. Proprietà n-link.**

## 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.

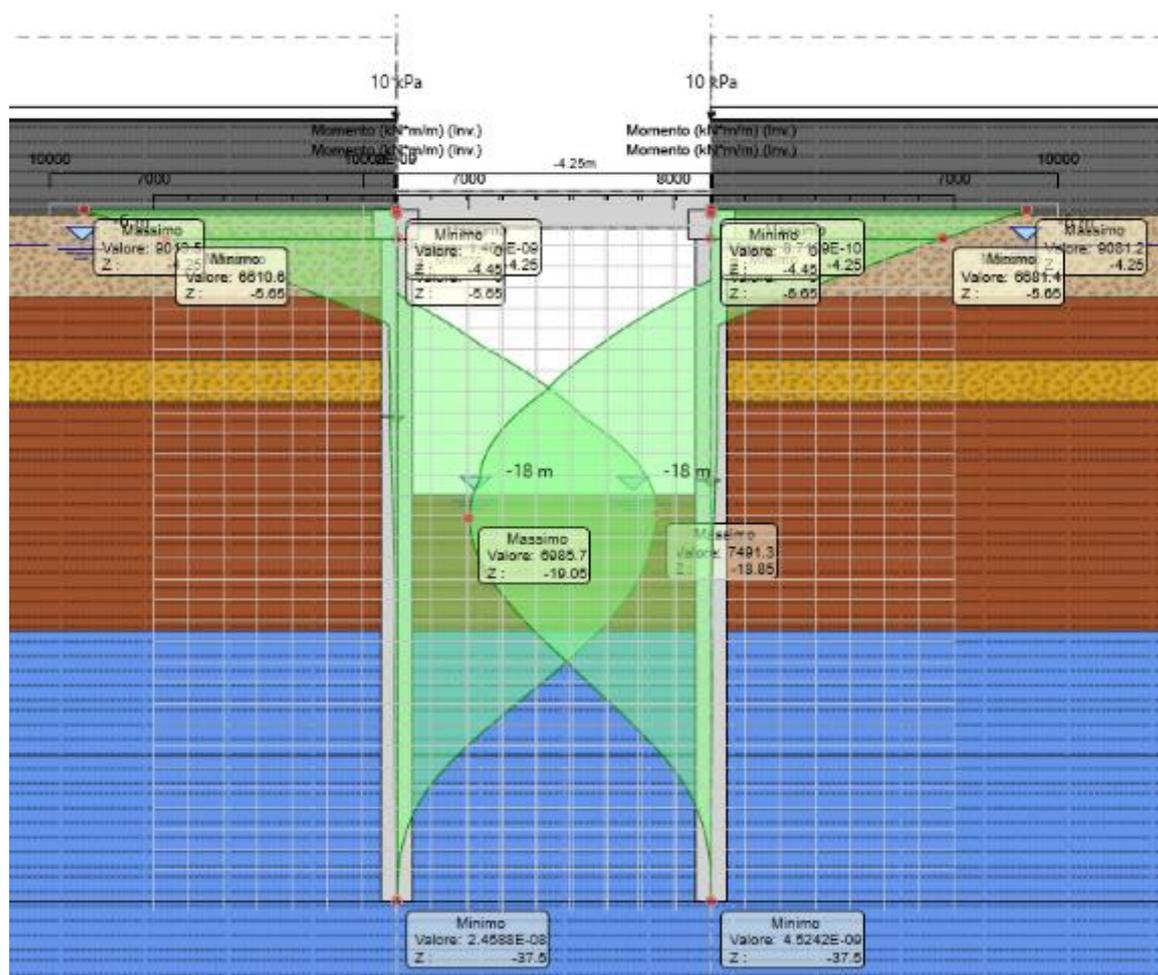


Figura 18. Involuppo Momenti flettenti – A1+M1+R3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	53 di 154

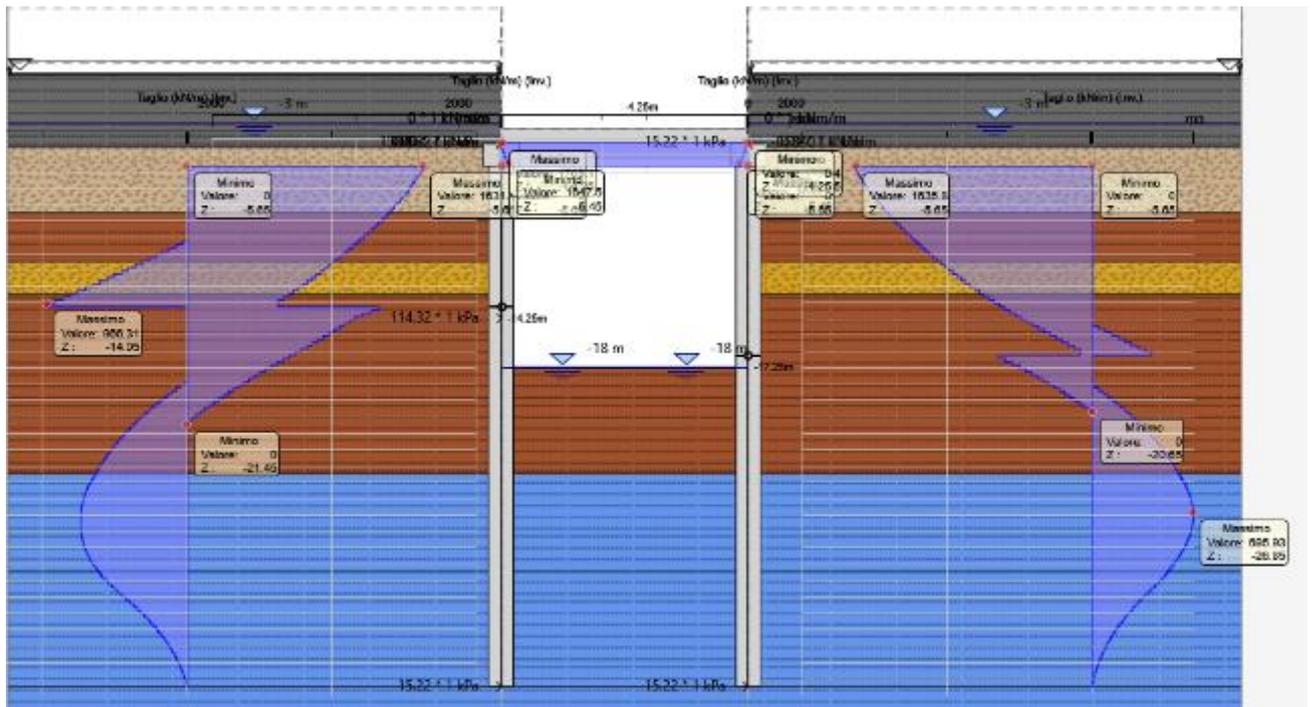


Figura 19. Involuppo Sforzo di taglio – A1+M1+R3

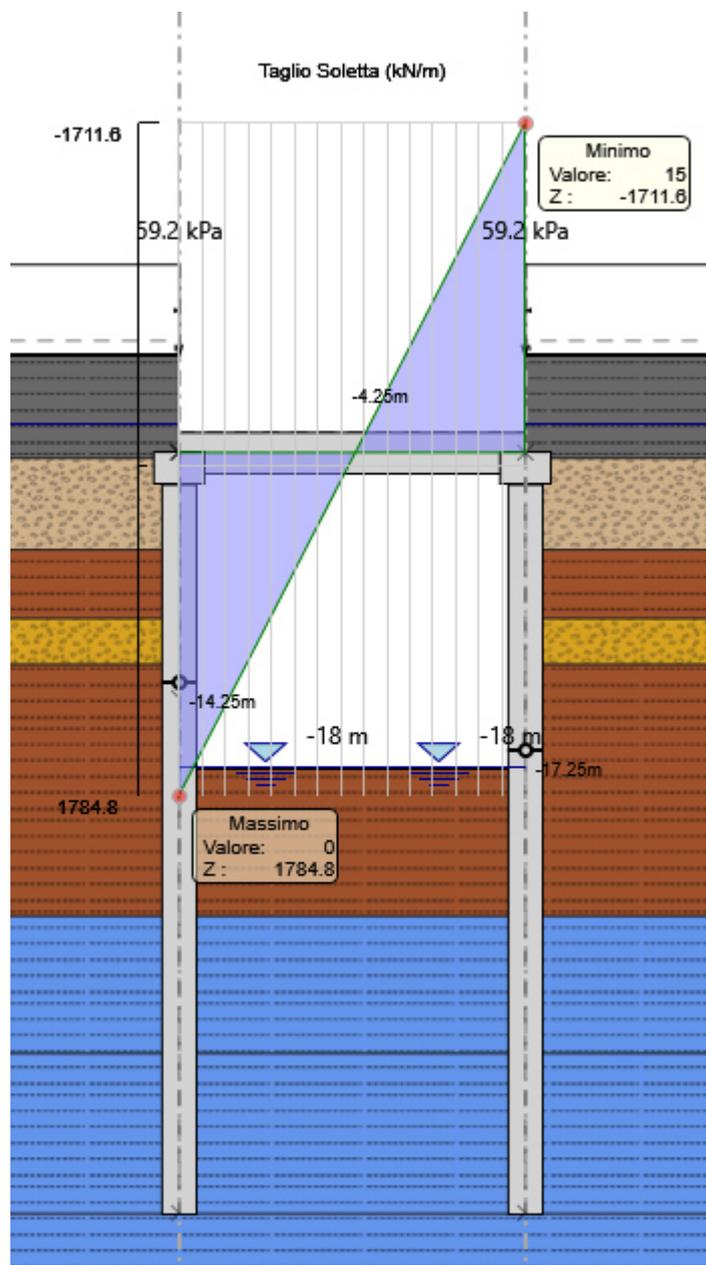


Figura 20. Sforzo normale in sommità al diaframma – A1+M1+R3

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	55 di 154

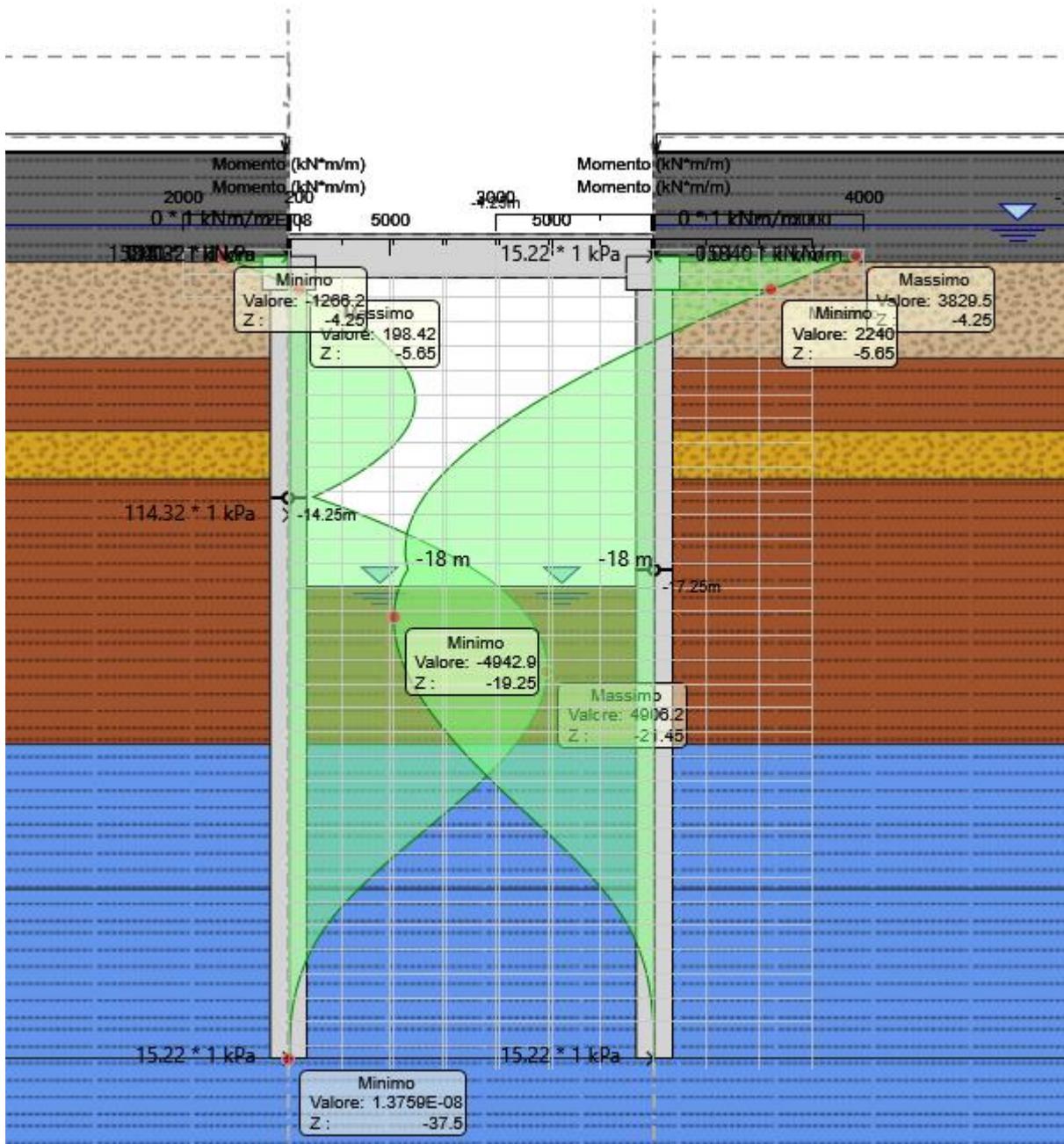


Figura 21. Momenti flettenti – Sisma

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	56 di 154

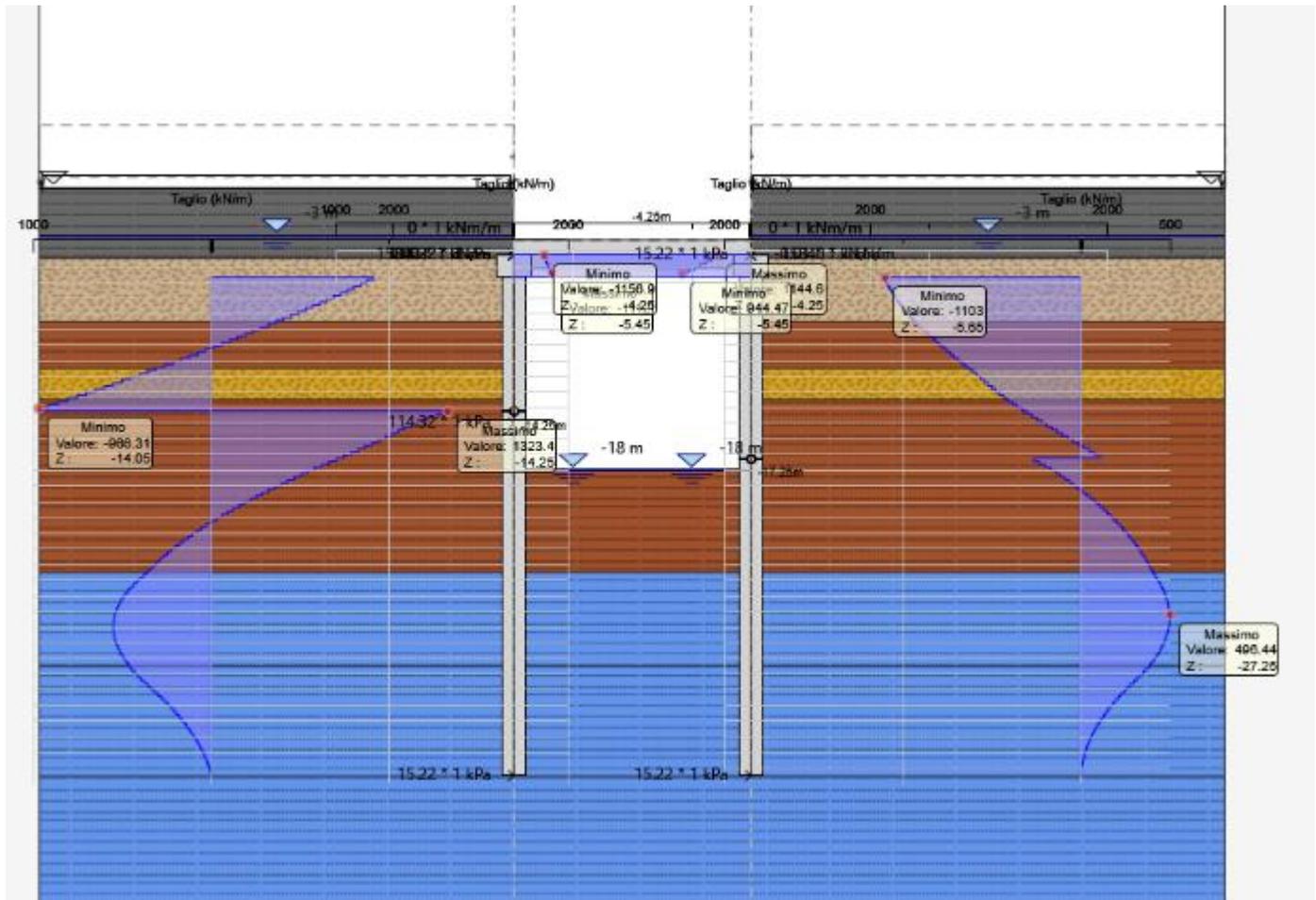


Figura 22. Sforzo di taglio – Sisma

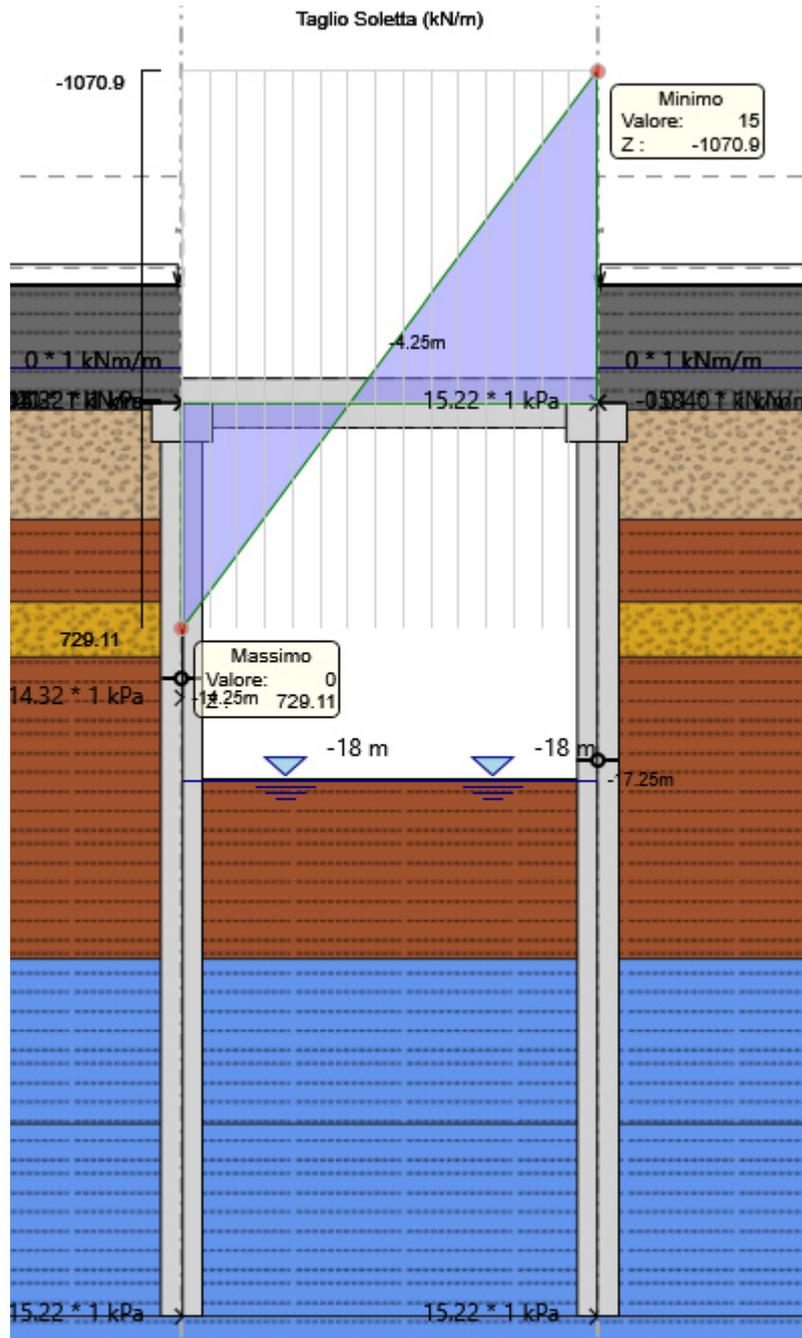


Figura 23. Sforzo normale in sommità al diaframma – Sisma

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	58 di 154

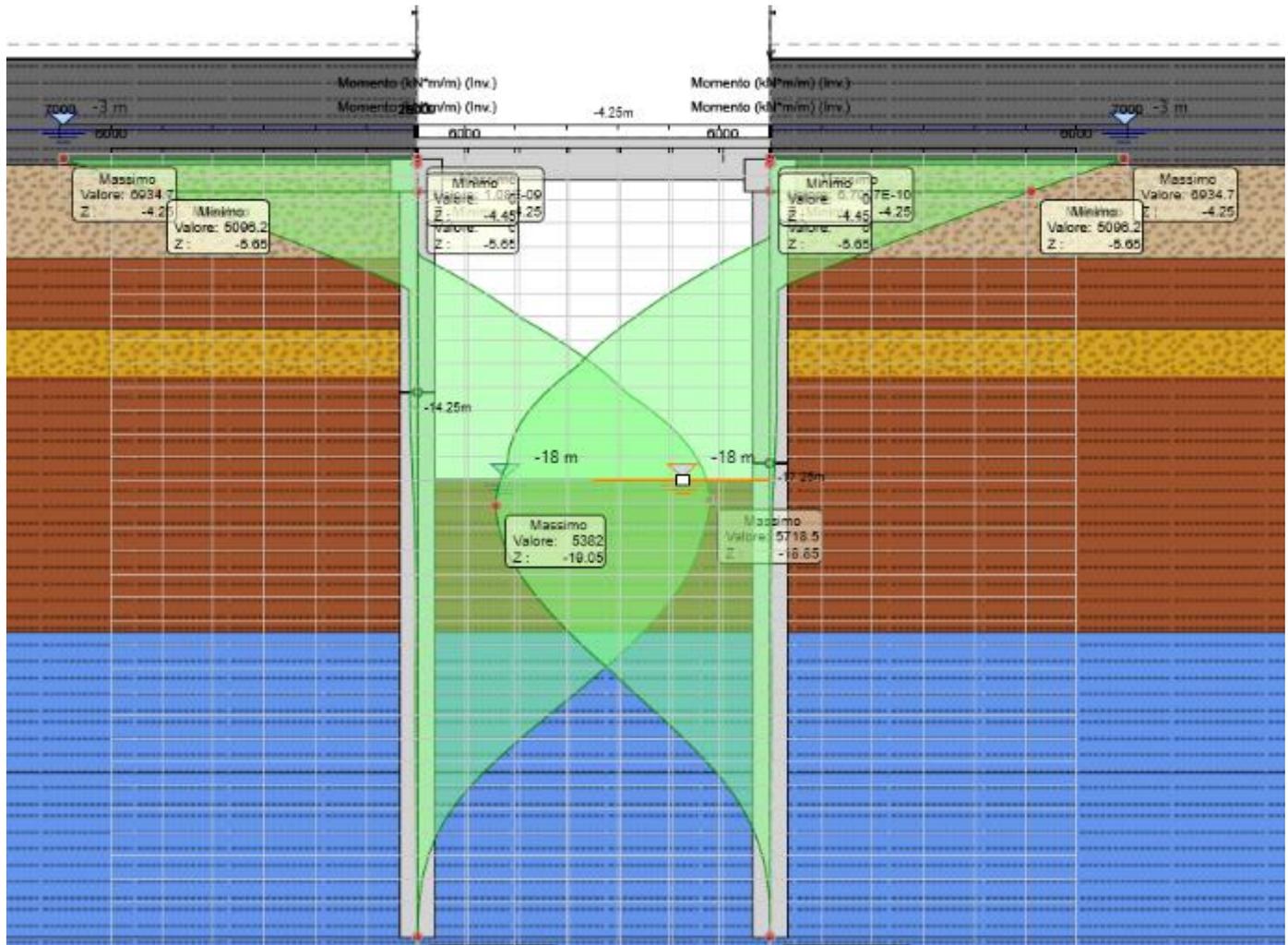


Figura 24. Momenti flettenti – SLE Rara\Frequente\QP

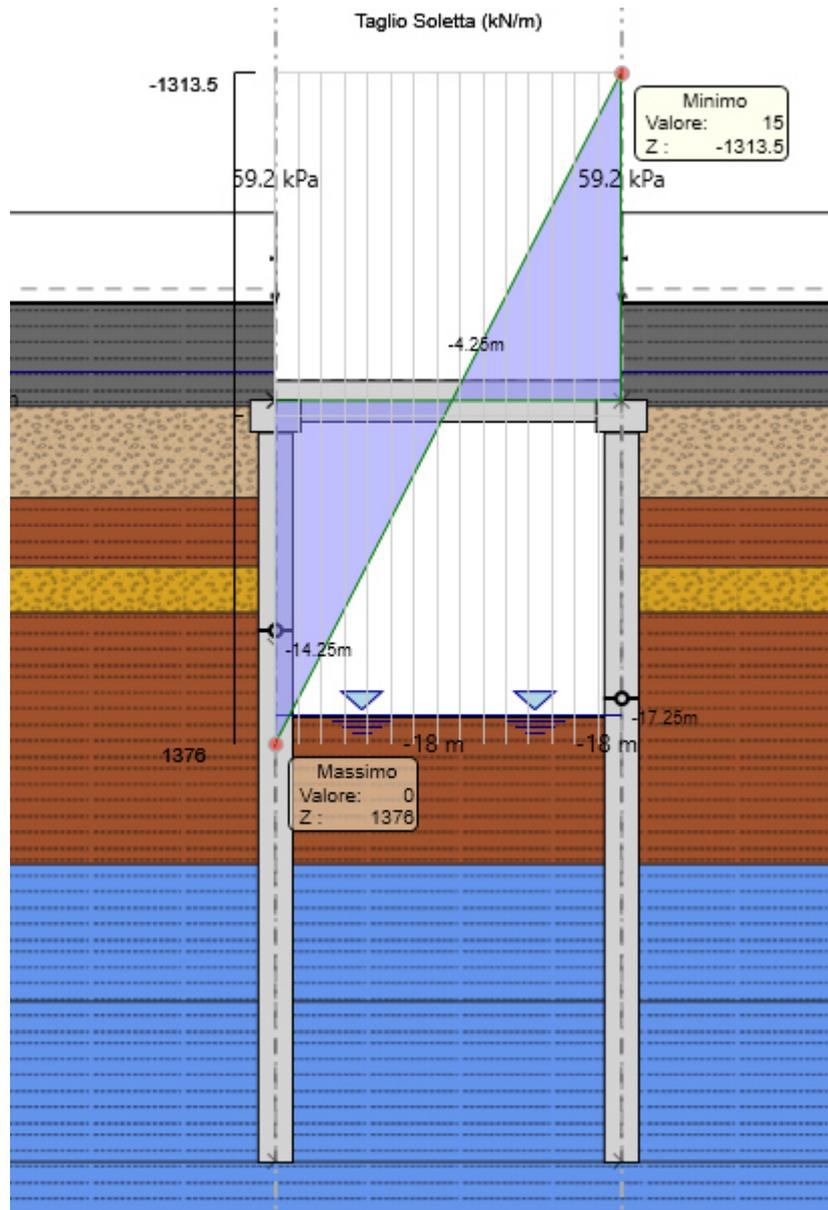


Figura 25. Sforzo normale in sommità al diaframma – SLE Rara\Frequente\QP

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	60 di 154

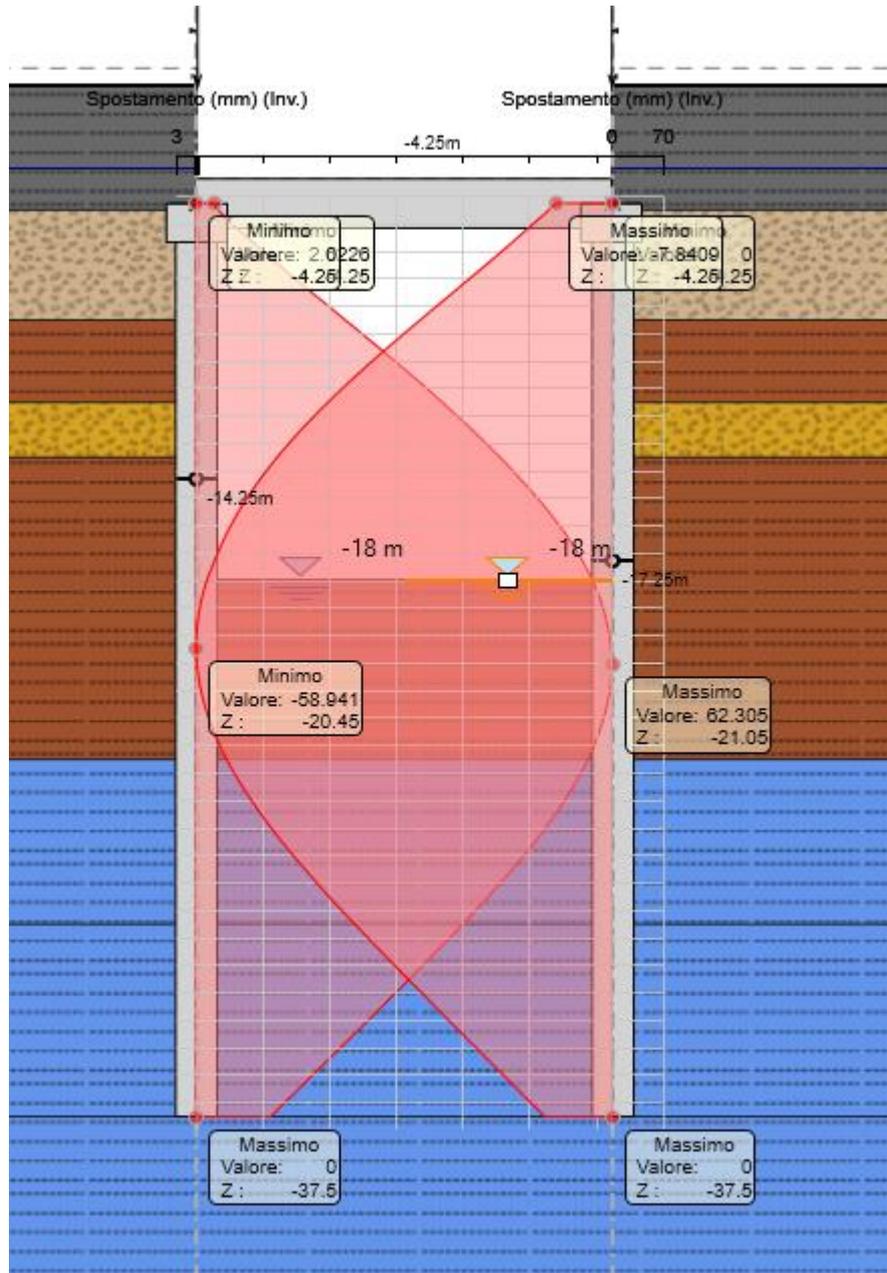
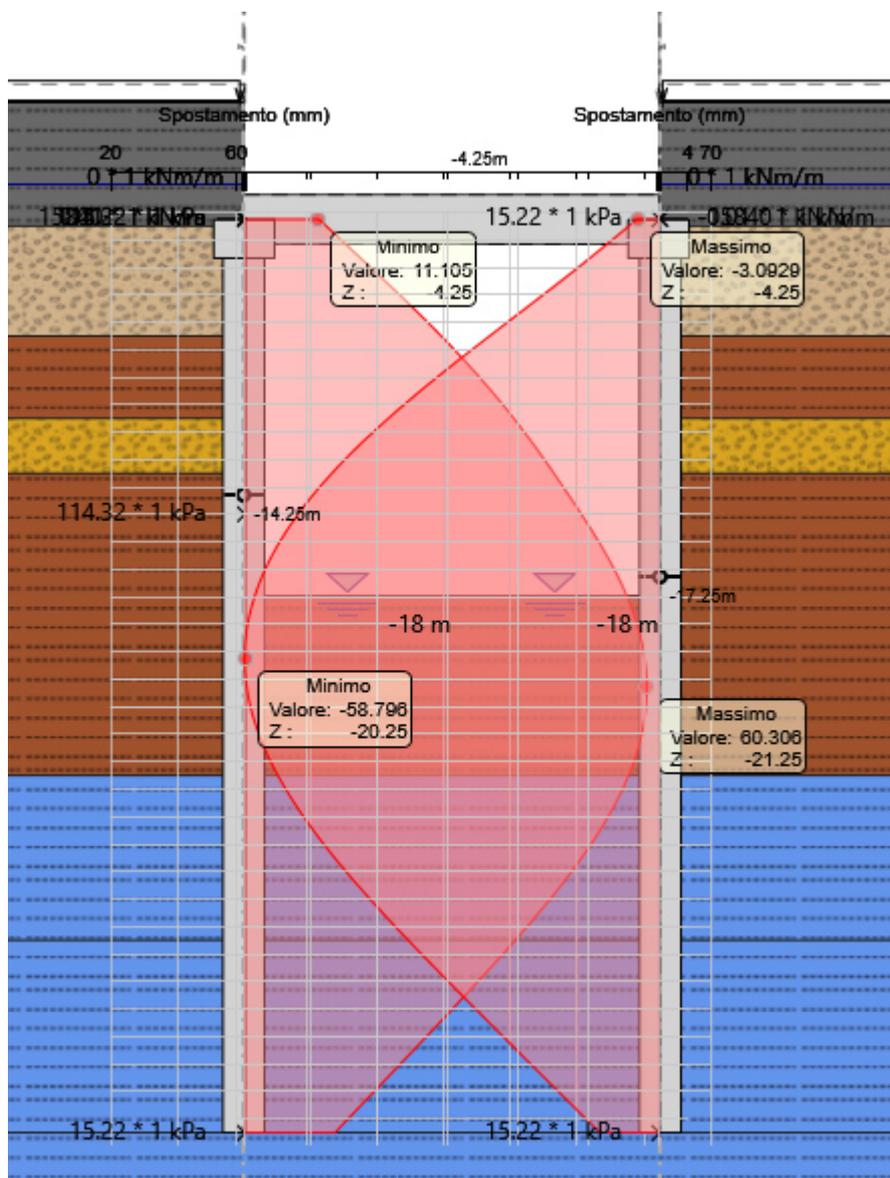


Figura 26. Spostamento – SLE



**Figura 27. Spostamento – Sisma**

Lo spostamento relativo massimo in sisma, vale dunque:

$$S_{max} = 62.3 - 60.3 = 2.0 \text{ mm}$$

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 Galleria da modello SAP2000

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

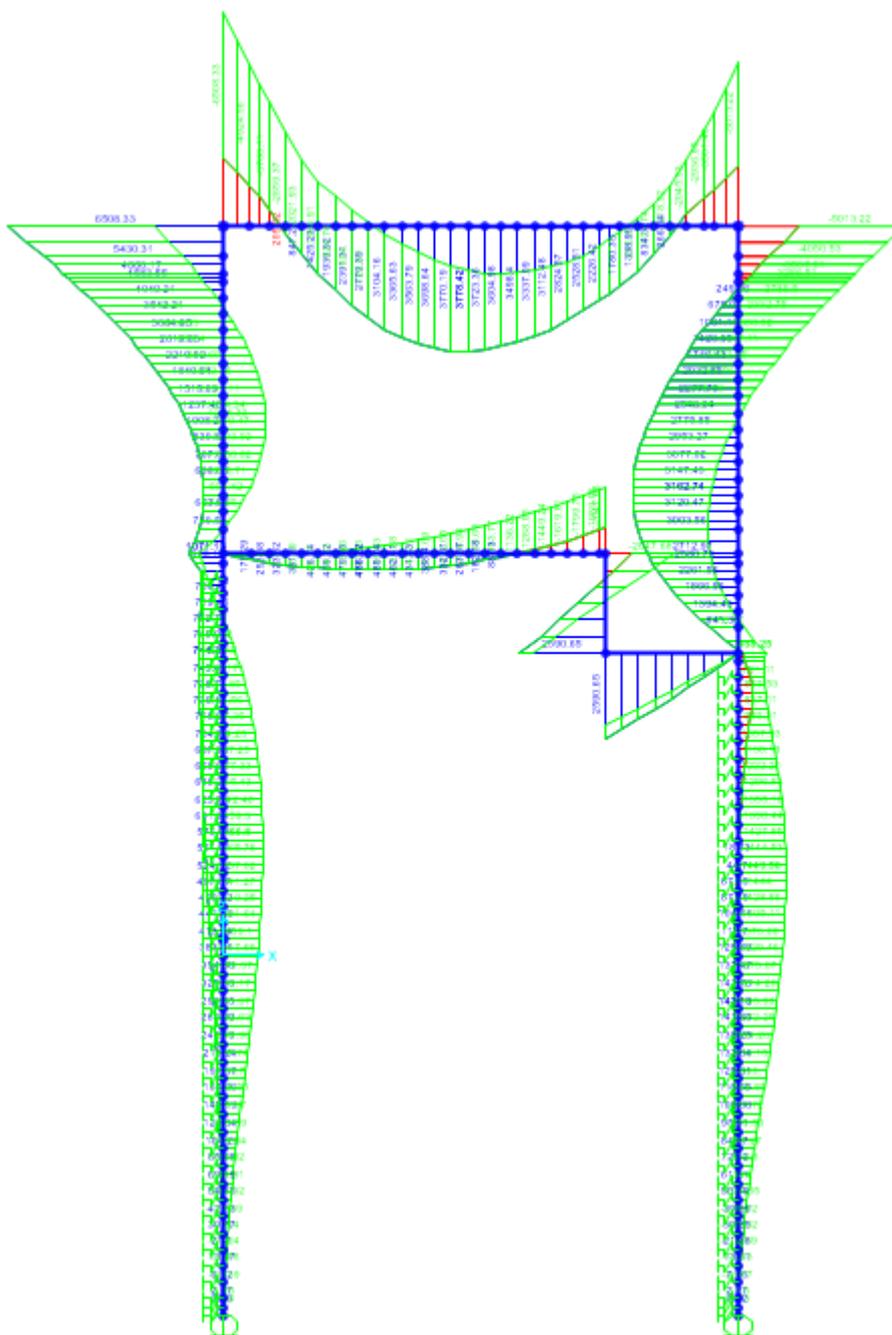


Figura 28. Involuppo Momenti Flettenti – SLU

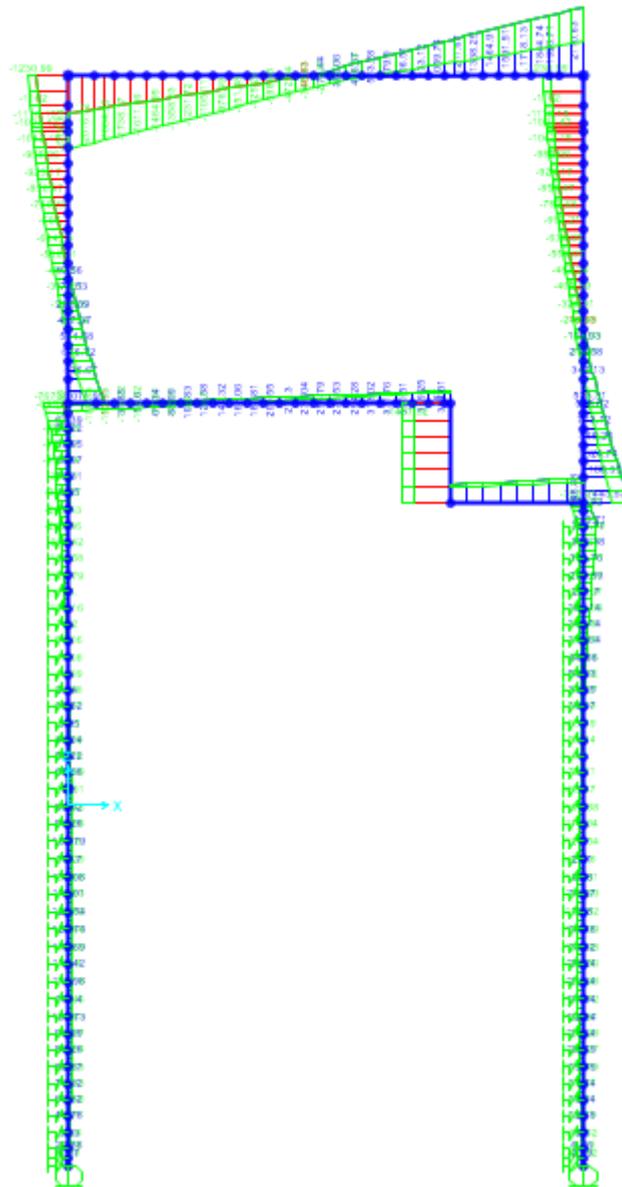
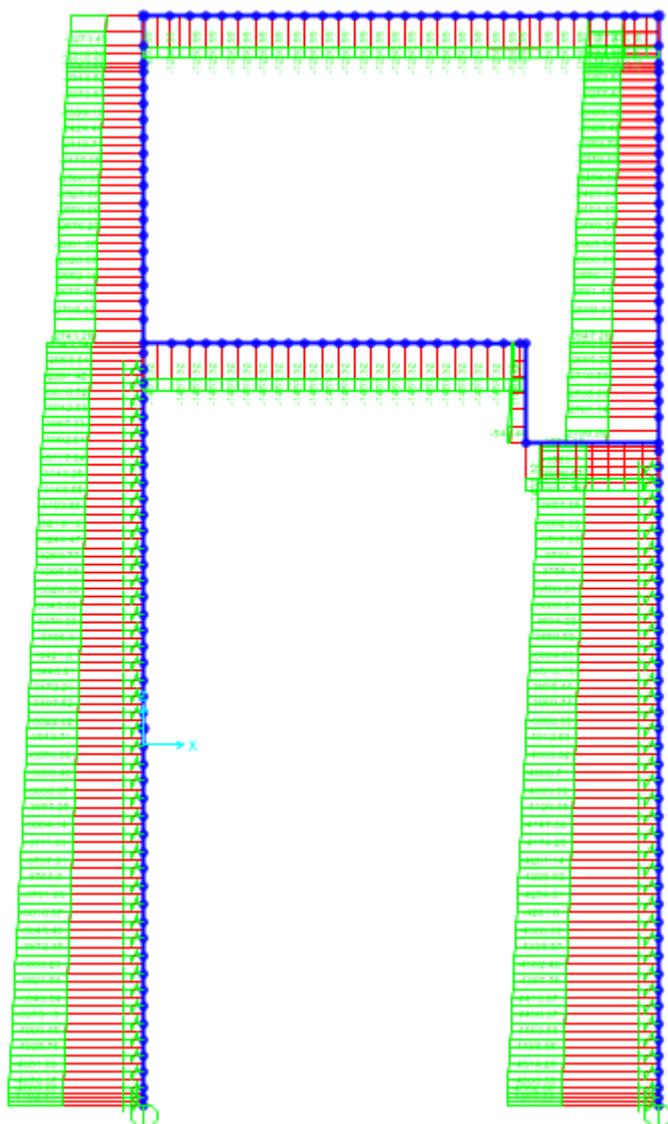
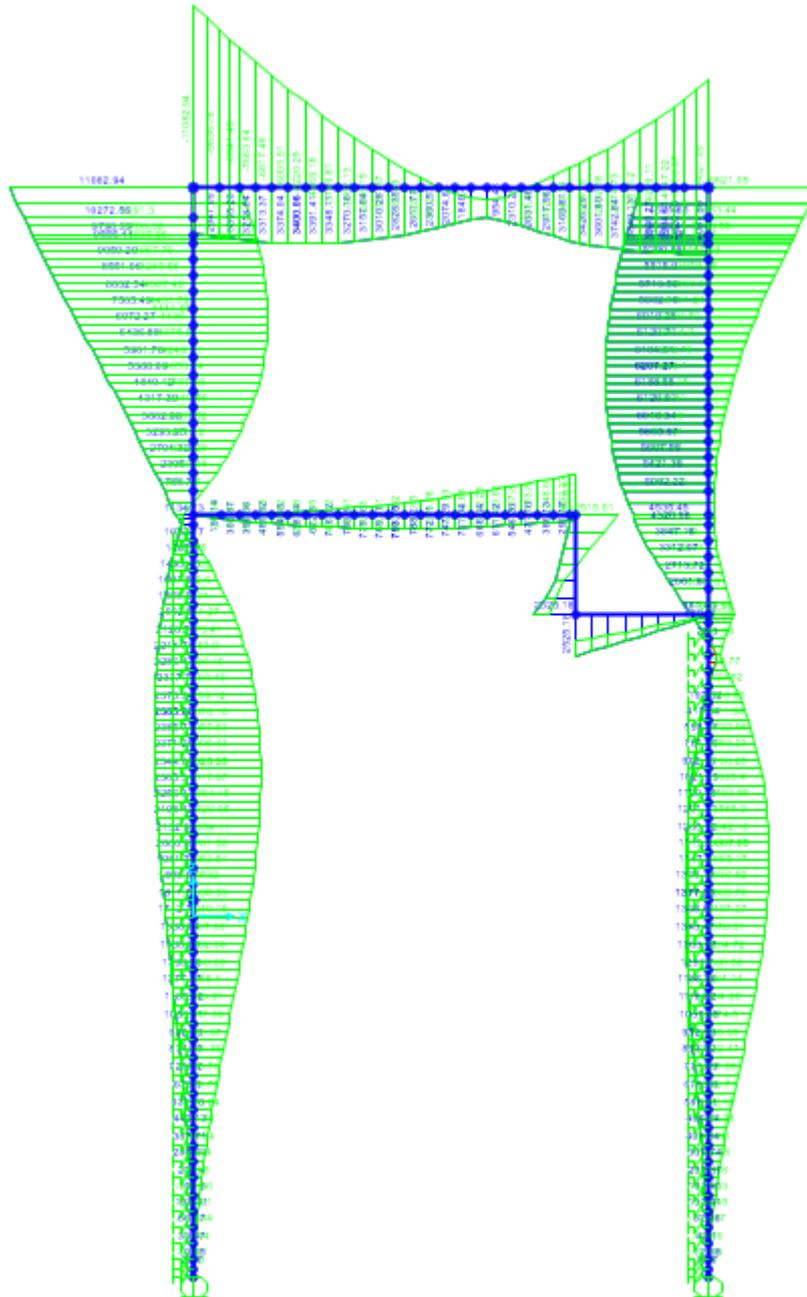


Figura 29. Inviluppo Sforzo di taglio – SLU



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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	65 di 154



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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	66 di 154

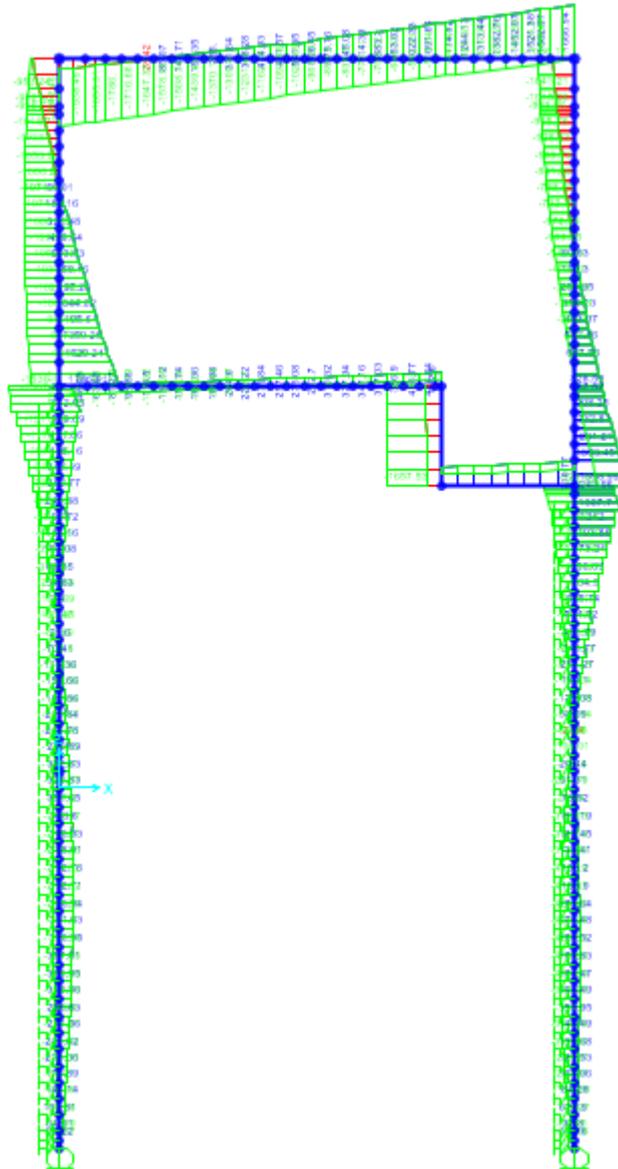
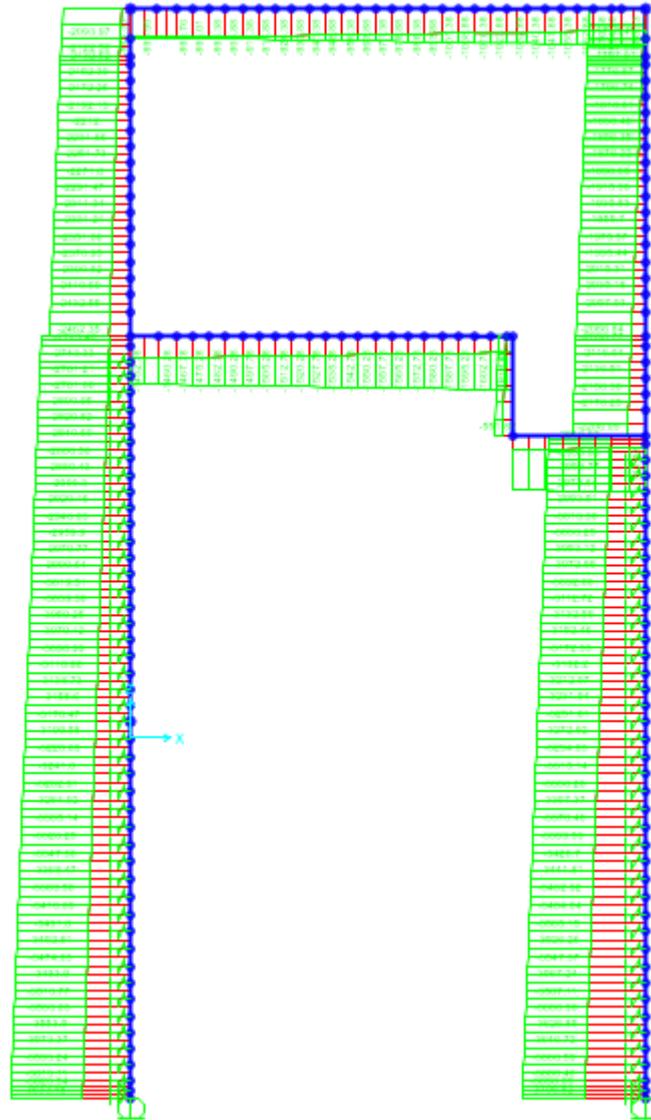


Figura 32. Involuppo Sforzo di taglio – SLV



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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	68 di 154

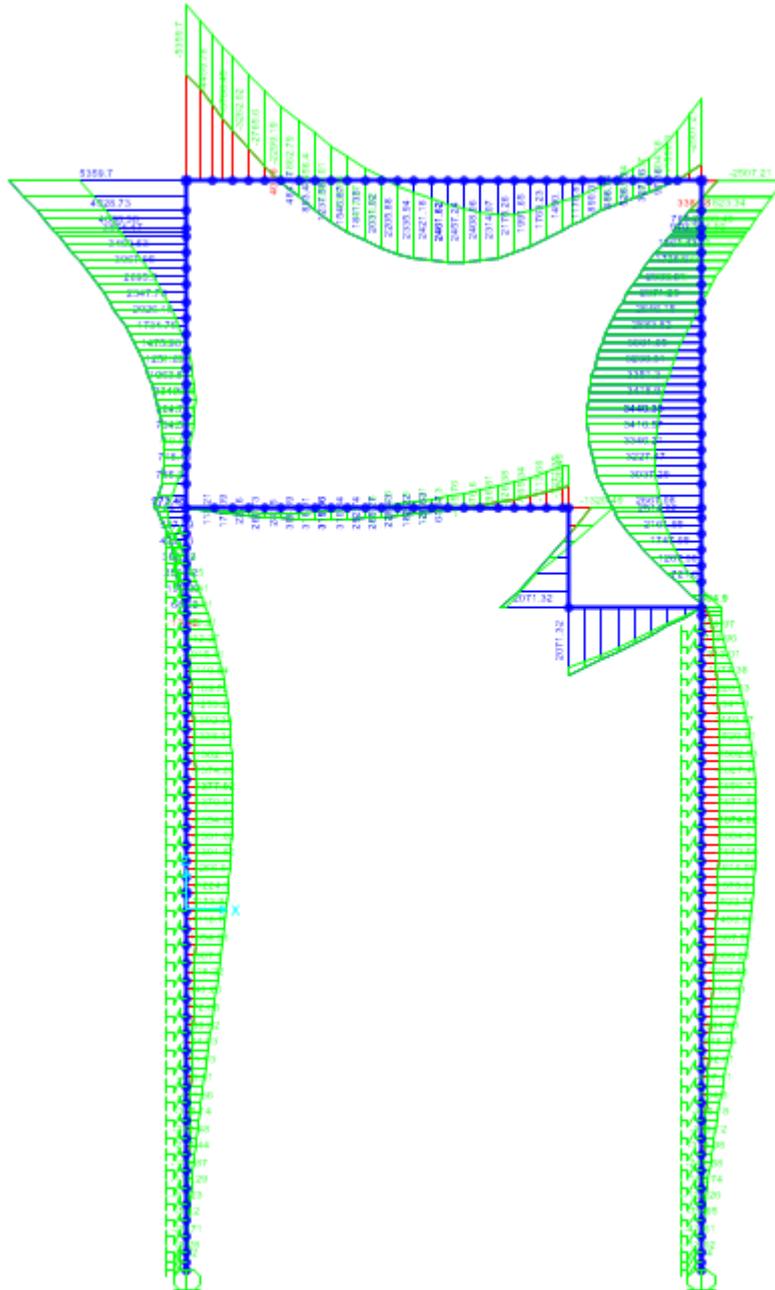
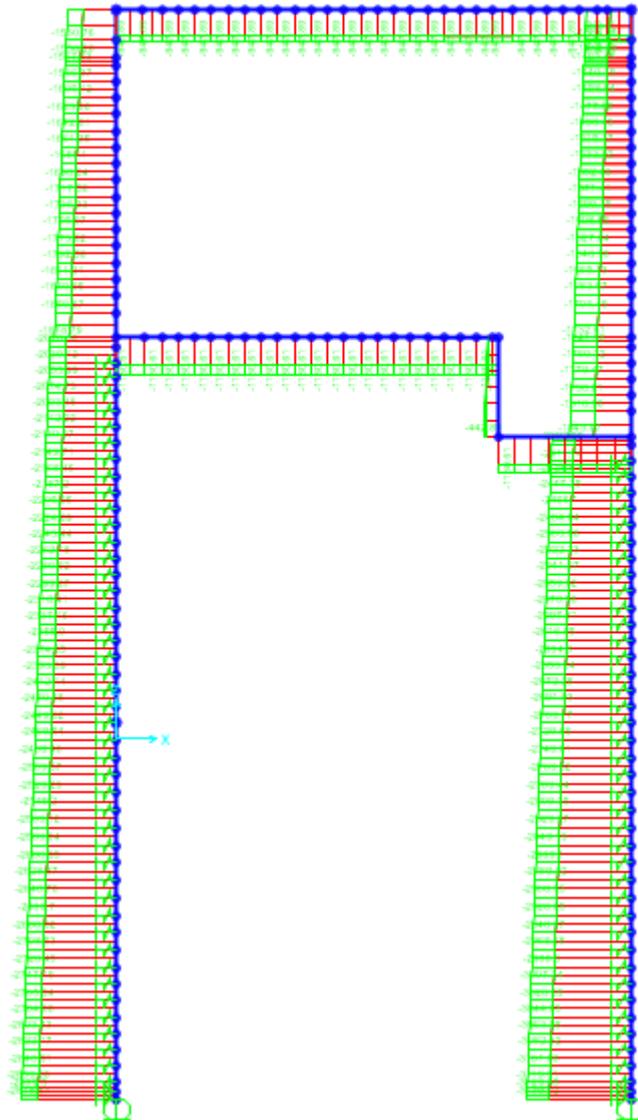


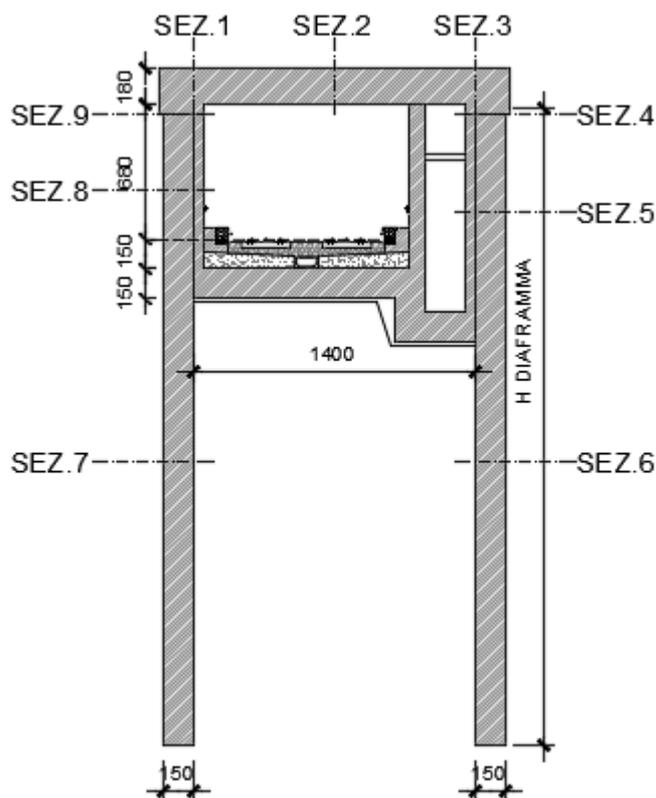
Figura 34. Involuppo Momenti Flettenti – SLE



**Figura 35. Involuppo 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
4	0	INVSLV	Combination	Max	-645.56	1562.97	0.00	0.00	0.00	4026.86	SEZ3
4	0	INVSLV	Combination	Min	-1074.88	-88.47	0.00	0.00	0.00	-5409.87	SEZ3
4	0	INVSLU	Combination	Max	-972.22	1920.71	0.00	0.00	0.00	-1120.69	SEZ3
4	0	INVSLU	Combination	Min	-1230.99	915.29	0.00	0.00	0.00	-3501.46	SEZ3
4	0	INVSLE	Combination	Max	-779.52	1200.67	0.00	0.00	0.00	-54.93	SEZ3
4	0	INVSLE	Combination	Min	-947.89	525.62	0.00	0.00	0.00	-1556.30	SEZ3
80	0	INVSLV	Combination	Max	-816.70	-209.48	0.00	0.00	0.00	2947.09	SEZ1
80	0	INVSLV	Combination	Min	-890.95	-1938.49	0.00	0.00	0.00	-9636.76	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

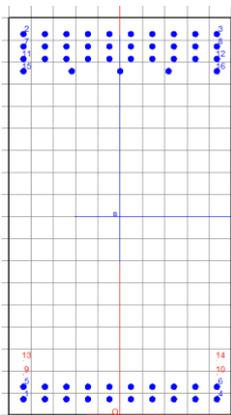
RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	71 di 154

80	0	INVSLU	Combination	Max	-972.22	-1007.08	0.00	0.00	0.00	-1265.32	SEZ1
80	0	INVSLU	Combination	Min	-1230.99	-2016.72	0.00	0.00	0.00	-4924.56	SEZ1
80	0	INVSLE	Combination	Max	-779.52	-930.89	0.00	0.00	0.00	-2312.07	SEZ1
80	0	INVSLE	Combination	Min	-947.89	-1355.73	0.00	0.00	0.00	-4459.78	SEZ1
93	0	INVSLV	Combination	Max	-756.56	541.35	0.00	0.00	0.00	2360.53	SEZ2
93	0	INVSLV	Combination	Min	-963.88	-1026.69	0.00	0.00	0.00	-99.21	SEZ2
93	0	INVSLU	Combination	Max	-972.22	46.83	0.00	0.00	0.00	3778.42	SEZ2
93	0	INVSLU	Combination	Min	-1230.99	-345.43	0.00	0.00	0.00	1338.41	SEZ2
93	0	INVSLE	Combination	Max	-779.52	-125.68	0.00	0.00	0.00	2421.18	SEZ2
93	0	INVSLE	Combination	Min	-947.89	-362.65	0.00	0.00	0.00	548.09	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 3 registri  $\phi$  26/10 e ed 1 registro  $\phi$  26/20 sul lato superiore e 2 registri  $\phi$  26/10 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 – SEZ1 e SEZ3

**DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.**

**NOME SEZIONE:** Copertura 1800-SEZA\_S1 e S3\_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**



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	72 di 154

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	180.0
3	50.0	180.0
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	172.7	26
3	43.5	172.7	26
4	43.5	7.3	26
5	-43.5	12.9	26
6	43.5	12.9	26
7	-43.5	167.1	26
8	43.5	167.1	26
9	-43.5	18.5	1
10	43.5	18.5	1
11	-43.5	161.5	26
12	43.5	161.5	26
13	-43.5	24.8	1
14	43.5	24.8	1
15	-43.5	155.9	26
16	43.5	155.9	26

#### 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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	73 di 154

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	11	12	8	26
5	5	6	8	26
6	15	16	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	97222	-112069	0	0	0
2	123099	-350146	0	0	0
3	97222	-126532	0	0	0
4	123099	-492456	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	77952	-5493	0
2	94789	-155630	0
3	77952	-231207	0
4	94789	-445978	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	77952	-5493 (0)	0 (0)
2	94789	-155630 (-317649)	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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	74 di 154

3	77952	-231207 (-283551)	0 (0)
4	94789	-445978 (-270256)	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	77952	-5493 (0)	0 (0)
2	94789	-155630 (-317649)	0 (0)
3	77952	-231207 (-283551)	0 (0)
4	94789	-445978 (-270256)	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 [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	97222	-112069	0	97235	-1198426	0	10.278	-----
2	S	123099	-350146	0	123121	-1215122	0	3.426	-----
3	S	97222	-126532	0	97235	-1198426	0	9.148	-----
4	S	123099	-492456	0	123121	-1215122	0	2.449	-----

#### 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	-0.00559	-50.0	0.0	0.00264	-43.5	7.3	-0.01685	-43.5	172.7



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	75 di 154

2	0.00350	-0.00505	-50.0	0.0	0.00269	-43.5	7.3	-0.01564	-43.5	172.7
3	0.00350	-0.00559	-50.0	0.0	0.00264	-43.5	7.3	-0.01685	-43.5	172.7
4	0.00350	-0.00505	-50.0	0.0	0.00269	-43.5	7.3	-0.01564	-43.5	172.7

#### 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	-0.000117817	0.003500000	----	----
2	0.000000000	-0.000110813	0.003500000	----	----
3	0.000000000	-0.000117817	0.003500000	----	----
4	0.000000000	-0.000110813	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	4.5	0.0	0.0	39	33.8	172.7	----	----	----	----
2	S	27.6	0.0	0.0	-392	33.8	172.7	4127	185.8	5.6	1.00
3	S	38.4	0.0	0.0	-717	33.8	172.7	4127	185.8	5.6	1.00
4	S	71.6	0.0	0.0	-1509	33.8	172.7	4127	185.8	5.6	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	4.5	0.0	0.0	39	33.8	172.7	----	----	----	----
2	S	27.6	0.0	0.0	-392	33.8	172.7	4127	185.8	5.6	0.50
3	S	38.4	0.0	0.0	-717	33.8	172.7	4127	185.8	5.6	0.50
4	S	71.6	0.0	0.0	-1509	33.8	172.7	4127	185.8	5.6	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  $f_{ctm}$

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 =  $1.7 * e * sm * srm$ . 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]



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	76 di 154

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	2.5	0	----	----	----	----	----	----	----	0	0
2	S	-14.2	-5.2	0.171	26	60.0	-1.083	0.00008 (0.00008)	171	0.023 (0.20)	-317649	0
3	S	-23.6	-10.4	0.180	26	60.0	0.248	0.00014 (0.00014)	173	0.042 (0.20)	-283551	0
4	S	-47.9	-22.3	0.183	26	60.0	0.816	0.00062 (0.00030)	174	0.182 (0.20)	-270256	0

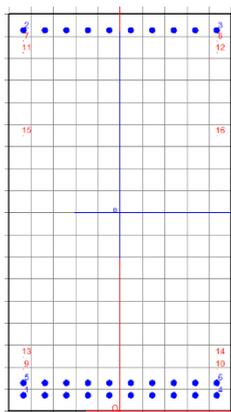
**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.5	0.0	0.0	39	33.8	172.7	----	----	----	----
2	S	27.6	0.0	0.0	-392	33.8	172.7	4127	185.8	5.6	0.50
3	S	38.4	0.0	0.0	-717	33.8	172.7	4127	185.8	5.6	0.50
4	S	71.6	0.0	0.0	-1509	33.8	172.7	4127	185.8	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	2.5	0	----	----	----	----	----	----	----	0	0
2	S	-14.2	-5.2	0.171	26	60.0	-1.083	0.00008 (0.00008)	171	0.023 (0.20)	-317649	0
3	S	-23.6	-10.4	0.180	26	60.0	0.248	0.00014 (0.00014)	173	0.042 (0.20)	-283551	0
4	S	-47.9	-22.3	0.183	26	60.0	0.816	0.00062 (0.00030)	174	0.182 (0.20)	-270256	0

Il solettone di copertura in corrispondenza della sezione di mezzzeria, SEZ2 è armato con 1 registro  $\phi$  26/10 lato superiore e 2 registri  $\phi$  26/10 lato inferiore.



**Verifiche in condizioni statiche soletta di copertura – SEZ2**

**DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.**

**NOME SEZIONE: Copertura 1800-SEZA\_S2\_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**



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	77 di 154

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	180.0
3	50.0	180.0
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	172.7	26
3	43.5	172.7	26
4	43.5	7.3	26
5	-43.5	12.9	26
6	43.5	12.9	26
7	-43.5	167.9	1
8	43.5	167.9	1
9	-43.5	19.2	1
10	43.5	19.2	1
11	-43.5	162.5	1
12	43.5	162.5	1
13	-43.5	24.8	1
14	43.5	24.8	1
15	-43.5	124.9	1
16	43.5	124.9	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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	78 di 154

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

#### 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	97222	377842	0	0	0
2	123099	133841	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	77952	242118	0
2	94789	54809	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	77952	242118 (238986)	0 (0)
2	94789	54809 (499360)	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



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	79 di 154

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	77952	242118 (238986)	0 (0)
2	94789	54809 (499360)	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
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 [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	97222	377842	0	97249	750379	0	1.975	-----
2	S	123099	133841	0	123104	768678	0	5.561	-----

#### 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	-0.00868	-50.0	180.0	0.00235	-43.5	172.7	-0.02376	-43.5	7.3
2	0.00350	-0.00773	-50.0	180.0	0.00244	-43.5	172.7	-0.02164	-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	0.000157859	-0.024914655	----	----
2	0.000000000	0.000145548	-0.022698585	----	----



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	80 di 154

#### 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	50.2	-50.0	180.0	-1203	33.8	7.3	3084	106.2	5.6	1.00
2	S	13.6	50.0	180.0	-62	14.5	7.3	2350	106.2	5.6	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	50.2	-50.0	180.0	-1203	33.8	7.3	3084	106.2	5.6	0.50
2	S	13.6	50.0	180.0	-62	14.5	7.3	2350	106.2	5.6	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 $f_{ctm}$
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [daN/cm <sup>2</sup> ] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata
k2	Minima di trazione [daN/cm <sup>2</sup> ] del cls. (in sezione non fessurata) nella fibra più interna dell'area Ac eff
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= $(S1 + S2)/(2 \cdot S1)$ con riferimento all'area tesa Ac eff
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm	$\Psi = 1 - \text{Beta}12 \cdot (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot Ss/Es$ è tra parentesi
wk	Distanza media tra le fessure [mm]
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \cdot srm$ . Valore limite tra parentesi
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]
	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	-29.4	-17.6	0.200	26	60.0	0.513	0.00031 (0.00024)	191	0.100 (0.20)	238986	0
2	S	-3.2	-1.1	0.168	26	60.0	-40.504	0.00001 (0.00001)	170	0.004 (0.20)	499360	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	50.2	-50.0	180.0	-1203	33.8	7.3	3084	106.2	5.6	0.50
2	S	13.6	50.0	180.0	-62	14.5	7.3	2350	106.2	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	-29.4	-17.6	0.200	26	60.0	0.513	0.00031 (0.00024)	191	0.100 (0.20)	238986	0
2	S	-3.2	-1.1	0.168	26	60.0	-40.504	0.00001 (0.00001)	170	0.004 (0.20)	499360	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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	81 di 154

## Verifica a taglio in condizioni statiche.

### Caratteristiche materiali

Cls  $R_{ck}$    
 Cls  condizioni calcestruzzo  
 Acciaio 1  acciaio barre longitudinali  
 Acciaio 2  acciaio armature trasversali  
 $\gamma_c$   coefficiente parziale relativo al calcestruzzo  
 $\gamma_s$   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  
 $N_{Rd}$  30710.0 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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	82 di 154

### 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 1800-SEZA\_S1 e S3\_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	180.0
3	50.0	180.0
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	172.7	26
3	43.5	172.7	26
4	43.5	7.3	26
5	-43.5	12.9	26
6	43.5	12.9	26
7	-43.5	167.1	26
8	43.5	167.1	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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	83 di 154

9	-43.5	155.9	26
10	43.5	155.9	26
11	-43.5	161.5	26
12	43.5	161.5	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	7	8	8	26
4	11	12	8	26
5	5	6	8	26
6	9	10	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	64556	402686	0	0	0
2	107488	-540987	0	0	0
3	81670	294709	0	0	0
4	89095	-963676	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



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	84 di 154

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	64556	402686	0	64555	624137	0	1.555	----
2	S	107488	-540987	0	107484	-1036221	0	1.906	----
3	S	81670	294709	0	81677	635627	0	2.174	----
4	S	89095	-963676	0	89067	-1025486	0	1.064	----

#### 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	0.00070	-0.00041	-50.0	180.0	0.00059	-43.5	172.7	-0.00190	0.0	0.0
2	0.00120	-0.00018	-50.0	0.0	0.00120	0.0	0.0	-0.00190	-43.5	172.7
3	0.00072	-0.00040	-50.0	180.0	0.00061	-43.5	172.7	-0.00190	0.0	0.0
4	0.00118	-0.00019	-50.0	0.0	0.00118	0.0	0.0	-0.00190	-43.5	172.7

#### 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	0.000014445	-0.001900000	----	----
2	0.000000000	-0.000017976	0.001204448	----	----
3	0.000000000	0.000014546	-0.001900000	----	----
4	0.000000000	-0.000017848	0.001182407	----	----



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	85 di 154

## Verifica in condizioni sismiche soletta di copertura- SEZ2

La verifica è condotta in campo sostanzialmente elastico.

### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Copertura 1800-SEZA\_S2\_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	180.0
3	50.0	180.0
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	172.7	26
3	43.5	172.7	26
4	43.5	7.3	26
5	-43.5	12.9	26
6	43.5	12.9	26
7	-43.5	167.9	1
8	43.5	167.9	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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	86 di 154

9	-43.5	19.0	1
10	43.5	19.0	1
11	-43.5	162.5	1
12	43.5	162.5	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

#### 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	75656	236053	0	0	0
2	96388	-9921	0	0	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Copriferro netto minimo barre longitudinali: -0.1 cm  
 Interfero 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	75656	236053	0	75663	619500	0	2.602	-----
2	S	96388	-9921	0	96389	-396746	0	68.508	-----



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	87 di 154

#### 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	0.00088	-0.00031	-50.0	180.0	0.00077	-43.5	172.7	-0.00190	0.0	0.0
2	0.00062	-0.00051	-50.0	0.0	0.00062	0.0	0.0	-0.00190	-43.5	172.7

#### 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	0.000015451	-0.001900000	----	----
2	0.000000000	-0.000014569	0.000616006	----	----



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	88 di 154

## 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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	89 di 154

### 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
10	0	INVS LV	Combination	Max	-977.69	106.86	0.00	0.00	0.00	2198.42	SE27
10	0	INVS LV	Combination	Min	-3079.12	-112.82	0.00	0.00	0.00	-3929.05	SE27
10	0	INVS LU	Combination	Max	-1932.61	2.04	0.00	0.00	0.00	551.01	SE27
10	0	INVS LU	Combination	Min	-3396.30	-51.88	0.00	0.00	0.00	-1165.78	SE27
10	0	INVS LE	Combination	Max	-1864.06	13.96	0.00	0.00	0.00	-276.02	SE27
10	0	INVS LE	Combination	Min	-2355.90	-19.65	0.00	0.00	0.00	-1370.04	SE27
36	0	INVS LV	Combination	Max	-535.66	603.63	0.00	0.00	0.00	4840.12	SE28
36	0	INVS LV	Combination	Min	-2311.34	-1052.14	0.00	0.00	0.00	-3787.93	SE28
36	0	INVS LU	Combination	Max	-1380.30	49.56	0.00	0.00	0.00	1008.24	SE28
36	0	INVS LU	Combination	Min	-2550.96	-407.50	0.00	0.00	0.00	-1259.47	SE28
36	0	INVS LE	Combination	Max	-1275.97	-100.84	0.00	0.00	0.00	1063.87	SE28
36	0	INVS LE	Combination	Min	-1736.33	-337.90	0.00	0.00	0.00	-217.77	SE28
46	0	INVS LV	Combination	Max	-368.27	-549.75	0.00	0.00	0.00	9798.39	SE29
46	0	INVS LV	Combination	Min	-2122.58	-982.46	0.00	0.00	0.00	-3700.36	SE29
46	0	INVS LU	Combination	Max	-1202.22	-817.42	0.00	0.00	0.00	4860.17	SE29
46	0	INVS LU	Combination	Min	-2310.56	-1118.15	0.00	0.00	0.00	808.43	SE29
46	0	INVS LE	Combination	Max	-1097.89	-695.94	0.00	0.00	0.00	4088.38	SE29
46	0	INVS LE	Combination	Min	-1558.26	-864.31	0.00	0.00	0.00	2087.54	SE29
103	0	INVS LV	Combination	Max	-58.13	-569.72	0.00	0.00	0.00	4621.65	SE24
103	0	INVS LV	Combination	Min	-1718.45	-1043.21	0.00	0.00	0.00	-5683.44	SE24
103	0	INVS LU	Combination	Max	-1082.95	-921.12	0.00	0.00	0.00	-919.18	SE24
103	0	INVS LU	Combination	Min	-2177.43	-1162.00	0.00	0.00	0.00	-4050.53	SE24
103	0	INVS LE	Combination	Max	-665.14	-738.65	0.00	0.00	0.00	338.48	SE24
103	0	INVS LE	Combination	Min	-1384.59	-875.48	0.00	0.00	0.00	-1823.34	SE24
117	0	INVS LV	Combination	Max	-335.12	350.13	0.00	0.00	0.00	5865.97	SE25
117	0	INVS LV	Combination	Min	-1995.44	-326.68	0.00	0.00	0.00	-701.91	SE25
117	0	INVS LU	Combination	Max	-1344.74	18.93	0.00	0.00	0.00	3147.43	SE25
117	0	INVS LU	Combination	Min	-2530.86	-246.49	0.00	0.00	0.00	731.48	SE25
117	0	INVS LE	Combination	Max	-926.94	93.54	0.00	0.00	0.00	3416.57	SE25
117	0	INVS LE	Combination	Min	-1646.38	-101.33	0.00	0.00	0.00	1355.18	SE25
141	0	INVS LV	Combination	Max	-1306.73	51.49	0.00	0.00	0.00	1265.12	SE26
141	0	INVS LV	Combination	Min	-3172.33	-97.44	0.00	0.00	0.00	-3642.16	SE26
141	0	INVS LU	Combination	Max	-2413.59	-11.12	0.00	0.00	0.00	44.70	SE26
141	0	INVS LU	Combination	Min	-3884.83	-55.49	0.00	0.00	0.00	-1449.56	SE26
141	0	INVS LE	Combination	Max	-1962.02	-14.07	0.00	0.00	0.00	-550.11	SE26
141	0	INVS LE	Combination	Min	-2634.80	-41.14	0.00	0.00	0.00	-1674.02	SE26

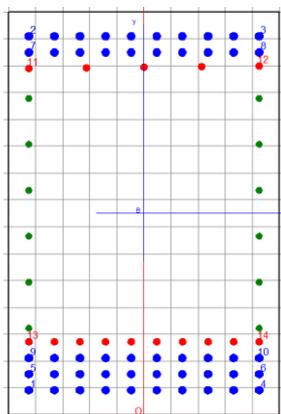
**Tabella 6 –Tabella di riepilogo sollecitazioni diaframma – Modello SAP2000**

Sollecitazioni dal modello Paratie Plus

SLU	N (kN) (min – max)	M(kNm) (min – max)	V (kN) max
Max SEZ 4 e 9	-1711.8	6681.4	1631.4
Max SEZ 5, 6, 7, 8	-1711.8	-7491.3	
SLV	N (kN) (min – max)	M(kNm) (min – max)	V (kN) max
Max SEZ 4 e 9	-729.1	2362.5	
Max SEZ 5, 6, 7, 8	-729.1	-2800.9	1323.4
SLE – RR, FR e QP	N (kN) (min – max)	M(kNm) (min – max)	
Max SEZ 4 e 9	-1313.5	5096.2	
Max SEZ 5, 6, 7, 8	-1988.5	-5725.2	

**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  $\phi$  30/10 più 1 registro  $\phi$  26/10 lato esterno e 2 registri  $\phi$  30/10 più 1 registro  $\phi$  26/20 lato interno. Il baricentro del primo registro è posto ad una distanza pari a  $6.0 + 1.6 + 1.5 = 9.1$  cm, mentre i successivi registri sono posti a  $3.0+3.0 = 6.0$  cm dal precedente.



Verifiche in condizioni statiche diaframma-SEZ4 e SEZ9



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	91 di 154

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

**DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.**

**NOME SEZIONE: Diaframma1500-SEZA\_4-9\_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 $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	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	-42.5	9.1	30
2	-42.5	140.9	30
3	42.5	140.9	30
4	42.5	9.1	30
5	-42.5	15.1	30



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	92 di 154

6	42.5	15.1	30
7	-42.5	134.9	30
8	42.5	134.9	30
9	-42.5	21.1	30
10	42.5	21.1	30
11	-42.5	128.9	26
12	42.5	128.9	26
13	-42.5	27.1	26
14	42.5	27.1	26
15	-42.5	125.0	1
16	42.5	125.0	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	30
2	2	3	8	30
3	5	6	8	30
4	9	10	8	30
5	5	7	6	24
6	6	8	6	24
7	7	8	8	30
8	11	12	3	26
9	13	14	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	120222	486017	0	0	0
2	231056	80843	0	0	0
3	108295	91918	0	0	0
4	217743	405053	0	0	0
5	171180	668140	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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	93 di 154

1	109789	408838	0
2	155826	208754	0
3	66514	-33848	0
4	138459	182334	0
5	131350	509620	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	109789	408838 (199194)	0 (0)
2	155826	208754 (234219)	0 (0)
3	66514	-33848 (-472298)	0 (0)
4	138459	182334 (235337)	0 (0)
5	131350	509620 (198524)	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	109789	408838 (199194)	0 (0)
2	155826	208754 (234219)	0 (0)
3	66514	-33848 (-472298)	0 (0)
4	138459	182334 (235337)	0 (0)
5	131350	509620 (198524)	0 (0)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.0 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.6 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	120222	486017	0	120215	1355847	0	2.769	-----



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	94 di 154

2	S	231056	80843	0	231065	1382813	0	15.170	----
3	S	108295	91918	0	108299	1352321	0	13.982	----
4	S	217743	405053	0	217728	1379876	0	3.346	----
5	S	171180	668140	0	171151	1369190	0	2.037	----

#### 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	-0.00082	-50.0	150.0	0.00289	-42.5	140.9	-0.00597	-42.5	9.1
2	0.00350	-0.00031	-50.0	150.0	0.00296	-42.5	140.9	-0.00485	-42.5	9.1
3	0.00350	-0.00089	-50.0	150.0	0.00288	-42.5	140.9	-0.00612	-42.5	9.1
4	0.00350	-0.00036	-50.0	150.0	0.00295	-42.5	140.9	-0.00497	-42.5	9.1
5	0.00350	-0.00057	-50.0	150.0	0.00292	-42.5	140.9	-0.00541	-42.5	9.1

#### 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	0.000067221	-0.006583128	----	----
2	0.000000000	0.000059246	-0.005386945	----	----
3	0.000000000	0.000068262	-0.006739319	----	----
4	0.000000000	0.000060108	-0.005516188	----	----
5	0.000000000	0.000063268	-0.005990261	----	----

#### 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	76.3	-50.0	150.0	-1251	-42.5	9.1	4150	274.2	6.0	1.00
2	S	43.3	-50.0	150.0	-488	33.1	9.1	3500	274.2	6.0	1.00
3	S	7.6	0.0	0.0	-28	33.1	140.9	1850	141.4	6.0	1.00
4	S	37.9	50.0	150.0	-423	33.1	9.1	3450	274.2	6.0	1.00
5	S	94.9	50.0	150.0	-1568	-4.7	9.1	4150	274.2	6.0	1.00

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



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	95 di 154

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	76.3	-50.0	150.0	-1251	-42.5	9.1	4150	274.2	6.0	0.50
2	S	43.3	-50.0	150.0	-488	33.1	9.1	3500	274.2	6.0	0.50
3	S	7.6	0.0	0.0	-28	33.1	140.9	1850	141.4	6.0	0.50
4	S	37.9	50.0	150.0	-423	33.1	9.1	3450	274.2	6.0	0.50
5	S	94.9	50.0	150.0	-1568	-4.7	9.1	4150	274.2	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  $f_{ctm}$

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 =  $1 - \text{Beta}12 * (\text{Ssr}/\text{Ss})^2 = 1 - \text{Beta}12 * (\text{fctm}/\text{S}2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (\text{Mfess}/\text{M})^2$  [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	-52.5	-19.5	0.171	29	60.0	0.881	0.00055 (0.00025)	162	0.152 (0.20)	199194	0
2	S	-22.8	-8.4	0.171	29	76.0	0.371	0.00010 (0.00010)	189	0.031 (0.20)	234219	0
3	S	-1.8	-0.7	0.174	30	76.0	-96.350	0.00001 (0.00001)	191	0.002 (0.20)	-472298	0
4	S	-19.8	-7.4	0.172	29	76.0	0.167	0.00008 (0.00008)	189	0.027 (0.20)	235337	0
5	S	-65.7	-24.5	0.172	29	76.0	0.924	0.00072 (0.00031)	194	0.199 (0.20)	198524	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	76.3	-50.0	150.0	-1251	-42.5	9.1	4150	274.2	6.0	0.50
2	S	43.3	-50.0	150.0	-488	33.1	9.1	3500	274.2	6.0	0.50
3	S	7.6	0.0	0.0	-28	33.1	140.9	1850	141.4	6.0	0.50
4	S	37.9	50.0	150.0	-423	33.1	9.1	3450	274.2	6.0	0.50
5	S	94.9	50.0	150.0	-1568	-4.7	9.1	4150	274.2	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	-52.5	-19.5	0.171	29	60.0	0.881	0.00055 (0.00025)	162	0.152 (0.20)	199194	0
2	S	-22.8	-8.4	0.171	29	76.0	0.371	0.00010 (0.00010)	189	0.031 (0.20)	234219	0
3	S	-1.8	-0.7	0.174	30	76.0	-96.350	0.00001 (0.00001)	191	0.002 (0.20)	-472298	0
4	S	-19.8	-7.4	0.172	29	76.0	0.167	0.00008 (0.00008)	189	0.027 (0.20)	235337	0
5	S	-65.7	-24.5	0.172	29	76.0	0.924	0.00072 (0.00031)	194	0.199 (0.20)	198524	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.

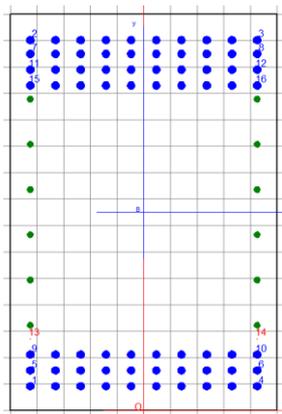
MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – GA01  
Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	96 di 154

Il diaframma, in corrispondenza delle sezioni da SEZ5 a SEZ8, è armato con 3 registri  $\phi$  30/10 lato esterno e 4 registri  $\phi$  30/10 lato interno.



### Verifiche in condizioni statiche diaframma-da SEZ5 a SEZ8

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

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

NOME SEZIONE: Diaframma1500-SEZA\_5\_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>	



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	97 di 154

Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito  
 Coeff. Aderenza istantaneo  $\beta_1 \cdot \beta_2$ : 1.00  
 Coeff. Aderenza differito  $\beta_1 \cdot \beta_2$ : 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	-42.5	9.1	30
2	-42.5	140.1	30
3	42.5	140.1	30
4	42.5	9.1	30
5	-42.5	15.1	30
6	42.5	15.1	30
7	-42.5	134.9	30
8	42.5	134.9	30
9	-42.5	21.1	30
10	42.5	21.1	30
11	-42.5	128.9	30
12	42.5	128.9	30
13	-42.5	27.1	1
14	42.5	27.1	1
15	-42.5	122.9	30
16	42.5	122.9	30

#### 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	30
2	2	3	8	30
3	5	6	8	30
4	5	7	6	24
5	6	8	6	24
6	7	8	8	30
7	11	12	8	30
8	15	16	8	30
9	9	10	8	30

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

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	98 di 154

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	193261	55101	0	0	0
2	339630	-116578	0	0	0
3	138030	100824	0	0	0
4	255096	-125947	0	0	0
5	134474	-314743	0	0	0
6	253086	-73148	0	0	0
7	241359	-4470	0	0	0
8	388483	144956	0	0	0
9	171180	-749130	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	186406	-27602	0
2	235590	-137004	0
3	127597	106387	0
4	173633	-21777	0
5	92694	-341657	0
6	164638	-135518	0
7	196202	55011	0
8	263480	167402	0
9	198850	-572520	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	186406	-27602 (199194)	0 (0)
2	235590	-137004 (-388736)	0 (0)
3	127597	106387 (292457)	0 (0)
4	173633	-21777 (235337)	0 (0)
5	92694	-341657 (-206477)	0 (0)
6	164638	-135518 (-297287)	0 (0)
7	196202	55011 (0)	0 (0)
8	263480	167402 (364336)	0 (0)
9	198850	-572520 (-211686)	0 (0)

**COMB. QUASI PERMANENTI (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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	99 di 154

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	186406	-27602 (199194)	0 (0)
2	235590	-137004 (-388736)	0 (0)
3	127597	106387 (292457)	0 (0)
4	173633	-21777 (235337)	0 (0)
5	92694	-341657 (-206477)	0 (0)
6	164638	-135518 (-297287)	0 (0)
7	196202	55011 (0)	0 (0)
8	263480	167402 (364336)	0 (0)
9	198850	-572520 (-211686)	0 (0)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.0 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.2 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 [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	193261	55101	0	193249	1227221	0	24.819	-----
2	S	339630	-116578	0	339602	-1507681	0	11.960	-----
3	S	138030	100824	0	138025	1199936	0	12.376	-----
4	S	255096	-125947	0	255069	-1488276	0	11.188	-----
5	S	134474	-314743	0	134500	-1450702	0	4.563	-----
6	S	253086	-73148	0	253095	-1487799	0	18.494	-----
7	S	241359	-4470	0	241355	-1484717	0	126.153	-----
8	S	388483	144956	0	388460	1319178	0	9.821	-----
9	S	171180	-749130	0	171187	-1463648	0	1.947	-----

#### 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.)



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	100 di 154

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	-0.00330	-50.0	150.0	0.00245	-42.5	140.1	-0.01140	42.5	9.1
2	0.00350	-0.00029	-50.0	0.0	0.00296	-42.5	9.1	-0.00476	-42.5	140.1
3	0.00350	-0.00355	-50.0	150.0	0.00241	-42.5	140.1	-0.01196	-42.5	9.1
4	0.00350	-0.00066	-50.0	0.0	0.00291	-42.5	9.1	-0.00556	-42.5	140.1
5	0.00350	-0.00133	-50.0	0.0	0.00282	-42.5	9.1	-0.00702	-42.5	140.1
6	0.00350	-0.00067	-50.0	0.0	0.00291	-42.5	9.1	-0.00558	-42.5	140.1
7	0.00350	-0.00073	-50.0	0.0	0.00290	-42.5	9.1	-0.00571	-42.5	140.1
8	0.00350	-0.00233	-50.0	150.0	0.00260	-42.5	140.1	-0.00928	42.5	9.1
9	0.00350	-0.00113	-50.0	0.0	0.00284	-42.5	9.1	-0.00659	-42.5	140.1

**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	0.000105748	-0.012362201	----	----
2	0.000000000	-0.000058949	0.003500000	----	----
3	0.000000000	0.000109726	-0.012958917	----	----
4	0.000000000	-0.000064695	0.003500000	----	----
5	0.000000000	-0.000075104	0.003500000	----	----
6	0.000000000	-0.000064839	0.003500000	----	----
7	0.000000000	-0.000065750	0.003500000	----	----
8	0.000000000	0.000090701	-0.010105128	----	----
9	0.000000000	-0.000072046	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 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	12.5	-50.0	150.0	65	33.1	140.1	----	----	----	----
2	S	31.5	-50.0	150.0	-139	33.1	140.1	2100	141.4	5.2	1.00
3	S	21.0	-50.0	150.0	-195	33.1	9.1	3150	212.1	6.0	1.00
4	S	11.1	50.0	150.0	67	33.1	140.1	----	----	----	----
5	S	59.7	50.0	150.0	-987	33.1	140.1	4150	291.8	5.2	1.00
6	S	28.6	0.0	0.0	-215	33.1	140.1	2850	282.7	5.2	1.00
7	S	15.3	-50.0	150.0	31	42.5	9.1	----	----	----	----
8	S	34.8	-50.0	150.0	-213	33.1	9.1	2500	212.1	6.0	1.00
9	S	99.9	0.0	0.0	-1588	33.1	140.1	4050	291.8	5.2	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	12.5	-50.0	150.0	65	33.1	140.1	----	----	----	----
2	S	31.5	-50.0	150.0	-139	33.1	140.1	2100	141.4	5.2	0.50
3	S	21.0	-50.0	150.0	-195	33.1	9.1	3150	212.1	6.0	0.50
4	S	11.1	50.0	150.0	67	33.1	140.1	----	----	----	----



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	101 di 154

5	S	59.7	50.0	150.0	-987	33.1	140.1	4150	291.8	5.2	0.50
6	S	28.6	0.0	0.0	-215	33.1	140.1	2850	282.7	5.2	0.50
7	S	15.3	-50.0	150.0	31	42.5	9.1	----	----	----	----
8	S	34.8	-50.0	150.0	-213	33.1	9.1	2500	212.1	6.0	0.50
9	S	99.9	0.0	0.0	-1588	33.1	140.1	4050	291.8	5.2	0.50

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

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	3.8	-19.5	----	----	----	----	----	----	----	199194	0
2	S	-9.0	-3.6	0.174	30	84.0	-3.025	0.00003 (0.00003)	209	0.010 (0.20)	-388736	0
3	S	-9.3	-3.3	0.170	30	76.0	-2.778	0.00004 (0.00004)	194	0.013 (0.20)	292457	0
4	S	4.0	-7.4	----	----	----	----	----	----	----	235337	0
5	S	-42.4	-16.1	0.173	30	84.0	0.817	0.00040 (0.00020)	208	0.142 (0.20)	-206477	0
6	S	-11.7	-4.4	0.172	30	84.0	-1.406	0.00004 (0.00004)	199	0.015 (0.20)	-297287	0
7	S	1.2	0	----	----	----	----	----	----	----	0	0
8	S	-11.8	-4.4	0.171	30	76.0	-1.368	0.00004 (0.00004)	188	0.014 (0.20)	364336	0
9	S	-69.2	-26.3	0.172	30	84.0	0.932	0.00074 (0.00032)	207	0.199 (0.20)	-211686	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	12.5	-50.0	150.0	65	33.1	140.1	----	----	----	----
2	S	31.5	-50.0	150.0	-139	33.1	140.1	2100	141.4	5.2	0.50
3	S	21.0	-50.0	150.0	-195	33.1	9.1	3150	212.1	6.0	0.50
4	S	11.1	50.0	150.0	67	33.1	140.1	----	----	----	----
5	S	59.7	50.0	150.0	-987	33.1	140.1	4150	291.8	5.2	0.50
6	S	28.6	0.0	0.0	-215	33.1	140.1	2850	282.7	5.2	0.50
7	S	15.3	-50.0	150.0	31	42.5	9.1	----	----	----	----
8	S	34.8	-50.0	150.0	-213	33.1	9.1	2500	212.1	6.0	0.50
9	S	99.9	0.0	0.0	-1588	33.1	140.1	4050	291.8	5.2	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	3.8	-19.5	----	----	----	----	----	----	----	199194	0
2	S	-9.0	-3.6	0.174	30	84.0	-3.025	0.00003 (0.00003)	209	0.010 (0.20)	-388736	0
3	S	-9.3	-3.3	0.170	30	76.0	-2.778	0.00004 (0.00004)	194	0.013 (0.20)	292457	0
4	S	4.0	-7.4	----	----	----	----	----	----	----	235337	0
5	S	-42.4	-16.1	0.173	30	84.0	0.817	0.00040 (0.00020)	208	0.142 (0.20)	-206477	0
6	S	-11.7	-4.4	0.172	30	84.0	-1.406	0.00004 (0.00004)	199	0.015 (0.20)	-297287	0
7	S	1.2	0	----	----	----	----	----	----	----	0	0
8	S	-11.8	-4.4	0.171	30	76.0	-1.368	0.00004 (0.00004)	188	0.014 (0.20)	364336	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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	102 di 154

9 S -69.2 -26.3 0.172 30 84.0 0.932 0.00074 (0.00032) 207 0.199 (0.20) -211686 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\_4-9\_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

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	9.1	30
2	-42.5	140.9	30
3	42.5	140.9	30



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	103 di 154

4	42.5	9.1	30
5	-42.5	15.1	30
6	42.5	15.1	30
7	-42.5	134.9	30
8	42.5	134.9	30
9	-42.5	21.1	30
10	42.5	21.1	30
11	-42.5	128.9	26
12	42.5	129.8	26
13	-42.5	27.1	26
14	42.5	27.1	26

#### 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	30
2	2	3	8	30
3	5	6	8	30
4	5	7	6	24
5	6	8	6	24
6	9	10	8	30
7	7	8	8	30
8	11	12	3	26
9	13	14	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	36827	979839	0	0	0
2	212258	-370036	0	0	0
3	5813	-462165	0	0	0
4	171845	568344	0	0	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.0 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.3 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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	104 di 154

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	36827	979839	0	36817	1084234	126	1.106	-----
2	S	212258	-370036	0	212237	-885652	-114	2.433	-----
3	S	5813	-462165	0	5806	-784045	-106	1.697	-----
4	S	171845	568344	0	171869	1140100	133	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.)  
 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	0.00160	0.00000	-50.0	150.0	0.00138	-42.5	140.9	-0.00190	-42.5	9.1
2	0.00127	-0.00018	-50.0	0.0	0.00106	-42.5	9.1	-0.00190	-42.5	140.9
3	0.00105	-0.00030	-50.0	0.0	0.00086	-42.5	9.1	-0.00190	-42.5	140.9
4	0.00178	0.00010	-50.0	150.0	0.00154	-42.5	140.9	-0.00190	-42.5	9.1

#### 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	0.000024859	-0.002126217	----	----
2	0.000000000	-0.000022483	0.001267853	----	----
3	0.000000000	-0.000020935	0.001049706	----	----
4	0.000000000	0.000026105	-0.002137552	----	----

#### Verifiche in condizioni sismiche diaframma- 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-SEZA\_5\_sisma\_01

Descrizione 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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	105 di 154

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

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	9.1	30
2	-42.5	140.1	30
3	42.5	140.1	30
4	42.5	9.1	30
5	-42.5	15.1	30
6	42.5	15.1	30
7	-42.5	134.9	30
8	42.5	134.9	30
9	-42.5	128.9	30
10	42.5	128.9	30
11	-42.5	122.9	30
12	42.5	122.9	30
13	-42.5	21.1	30
14	42.5	21.1	30

#### 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



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	106 di 154

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	30
2	2	3	8	30
3	5	6	8	30
4	5	7	6	24
5	6	8	6	24
6	11	12	8	30
7	7	8	8	30
8	9	10	8	30
9	13	14	8	30

#### 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	97769	219842	0	0	0
2	307912	-392905	0	0	0
3	535666	484012	0	0	0
4	231134	-378793	0	0	0
5	33512	-586597	0	0	0
6	199544	70191	0	0	0
7	130673	-126512	0	0	0
8	317233	364216	0	0	0
9	72910	-494290	0	0	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.0 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.2 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
--------	-----	---	----	----	-------	--------	--------	----------	---------



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	107 di 154

1	S	97769	219842	0	97769	974700	0	4.481	----
2	S	307912	-392905	0	307882	-1260984	0	3.158	----
3	S	53566	484012	0	53568	953700	0	1.974	----
4	S	231134	-378793	0	231143	-1229442	0	3.205	----
5	S	33512	-586597	0	33525	-1145572	0	1.951	----
6	S	199544	70191	0	199539	1022471	0	15.855	----
7	S	130673	-126512	0	130679	-1187278	0	9.129	----
8	S	317233	364216	0	317220	1076710	0	3.010	----
9	S	72910	-494290	0	72900	-1162585	0	2.346	----

**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	0.00128	-0.00017	-50.0	150.0	0.00105	-42.5	140.1	-0.00190	-42.5	9.1
2	0.00189	0.00015	-50.0	0.0	0.00164	-42.5	9.1	-0.00190	-42.5	140.1
3	0.00123	-0.00020	-50.0	150.0	0.00101	-42.5	140.1	-0.00190	-42.5	9.1
4	0.00180	0.00010	-50.0	0.0	0.00156	-42.5	9.1	-0.00190	-42.5	140.1
5	0.00156	-0.00003	-50.0	0.0	0.00134	-42.5	9.1	-0.00190	-42.5	140.1
6	0.00138	-0.00012	-50.0	150.0	0.00115	-42.5	140.1	-0.00190	42.5	9.1
7	0.00168	0.00004	-50.0	0.0	0.00144	-42.5	9.1	-0.00190	-42.5	140.1
8	0.00150	-0.00005	-50.0	150.0	0.00126	-42.5	140.1	-0.00190	-42.5	9.1
9	0.00161	0.00000	-50.0	0.0	0.00138	-42.5	9.1	-0.00190	-42.5	140.1

**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	0.000022543	-0.002105141	----	----
2	0.000000000	-0.000027054	0.001890201	----	----
3	0.000000000	0.000022223	-0.002102230	----	----
4	0.000000000	-0.000026388	0.001796927	----	----
5	0.000000000	-0.000024719	0.001563083	----	----
6	0.000000000	0.000023282	-0.002111865	----	----
7	0.000000000	-0.000025532	0.001677039	----	----
8	0.000000000	0.000024143	-0.002119698	----	----
9	0.000000000	-0.000025047	0.001609061	----	----



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	108 di 154

## Verifica a taglio diaframma.

### Caratteristiche materiali

Cls $R_{ck}$	<input type="text" value="30"/>	
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 anima resistente (larghezza minima d'anima)
$d$	<input type="text" value="1420"/>	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="30"/>	mm	diametro delle barre longitudinali
$n_{bw}$	<input type="text" value="2"/>		numero di bracci delle staffe
$\varnothing_{st}$	<input type="text" value="14"/>	mm	diametro delle staffe
$s_{st}$	<input type="text" value="200"/>	mm	passo delle staffe
$\alpha$	<input type="text" value="90"/>	°	inclinazione delle staffe ( $\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

### Caratteristiche sollecitazioni

$N_{Ed}$	<input type="text" value="0.00"/>	KN	sforzo normale di calcolo (+ per compressione)
$V_{Ed}$	<input type="text" value="1631.40"/>	KN	taglio di calcolo
$N_{Rd}$	24900.0	KN	sforzo 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)

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
$ctg\theta_1$			valore limite dell'inclinazione delle bielle

### Valore di verifica del taglio resistente

$V_{Rd}$	<input type="text" value="542.3"/>	KN	taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale
$V_{Rd}$	<input type="text" value="1905.4"/>	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

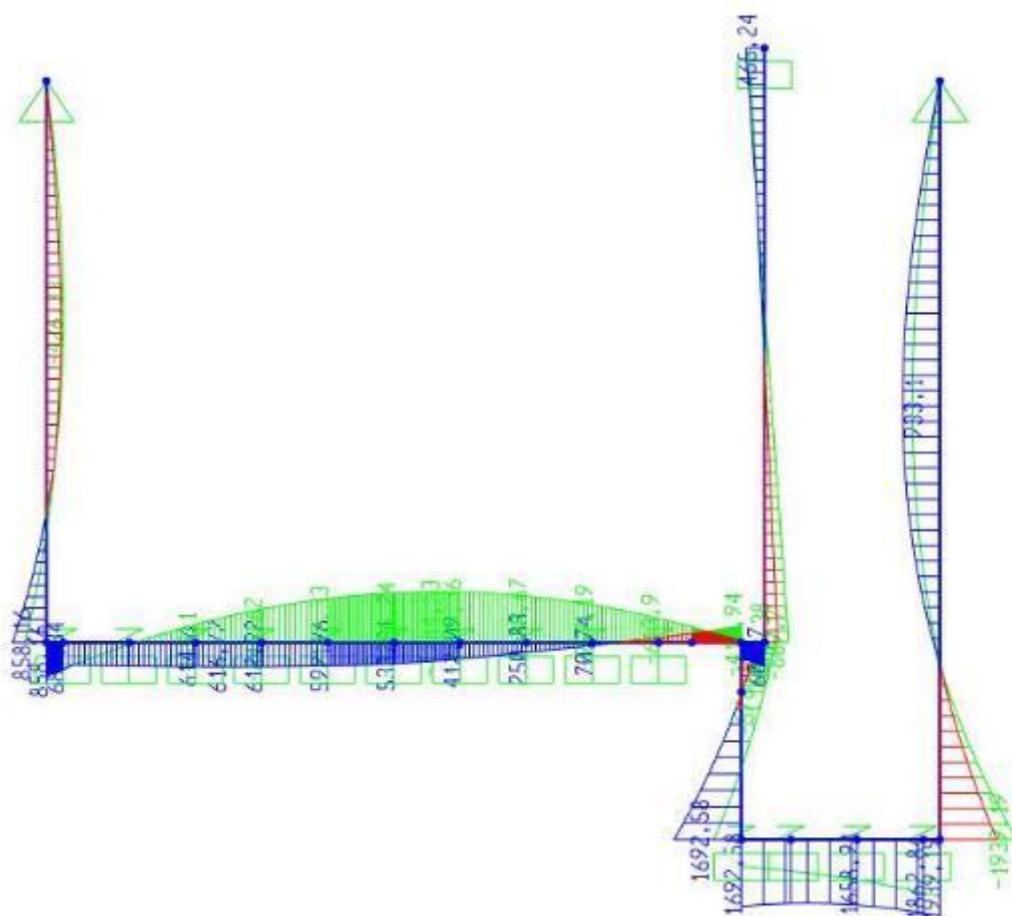
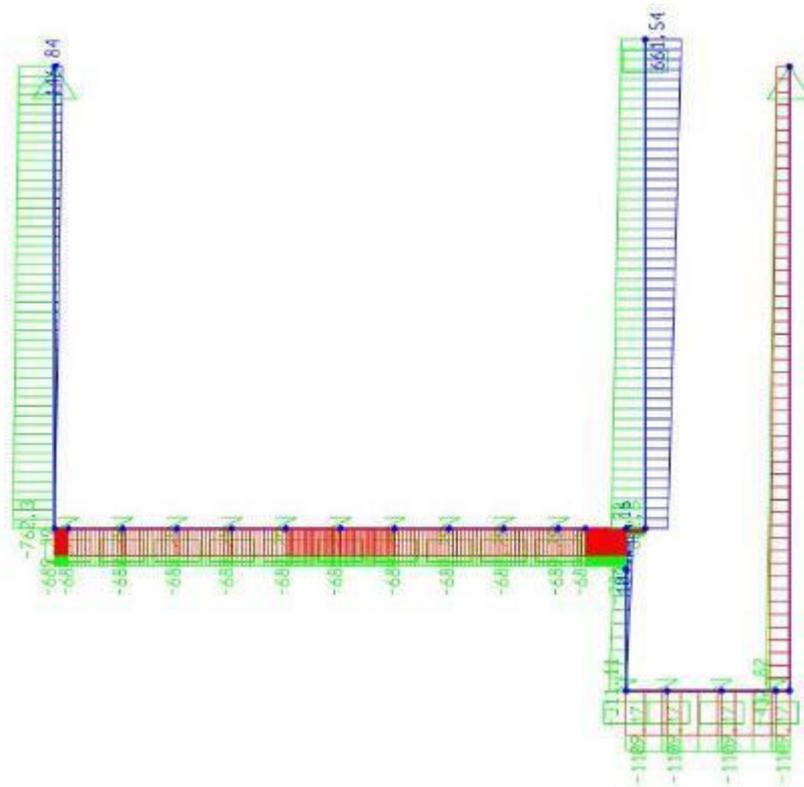
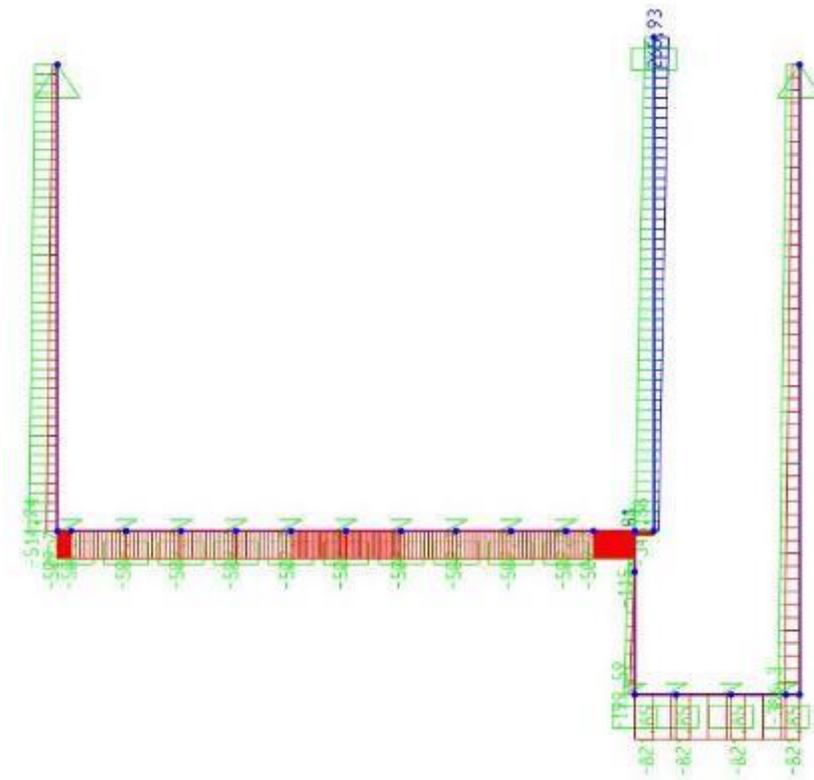


Figura 37. Involuppo Momenti flettenti – SLU



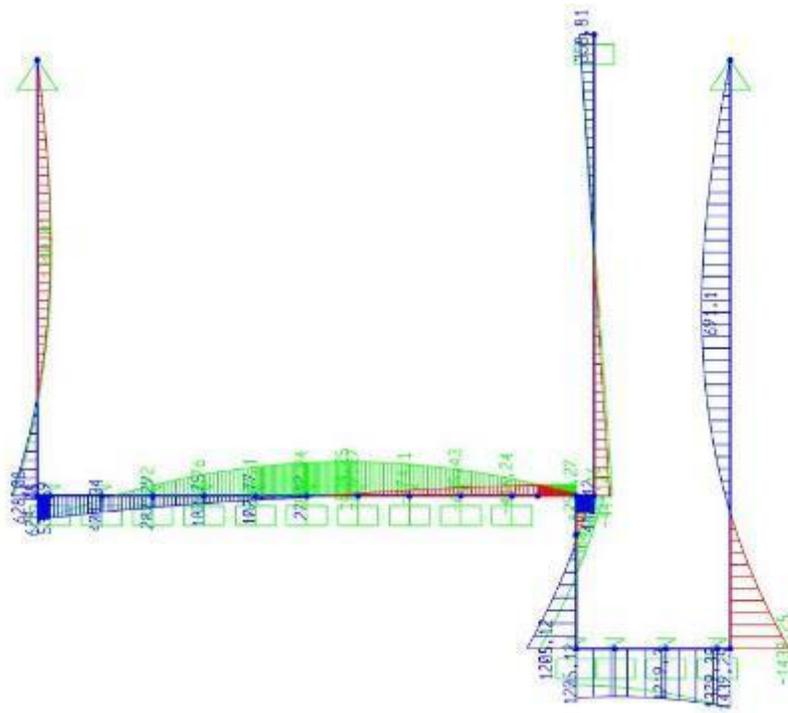


**Figura 39. Involuppo Sforzo normale – SLU**

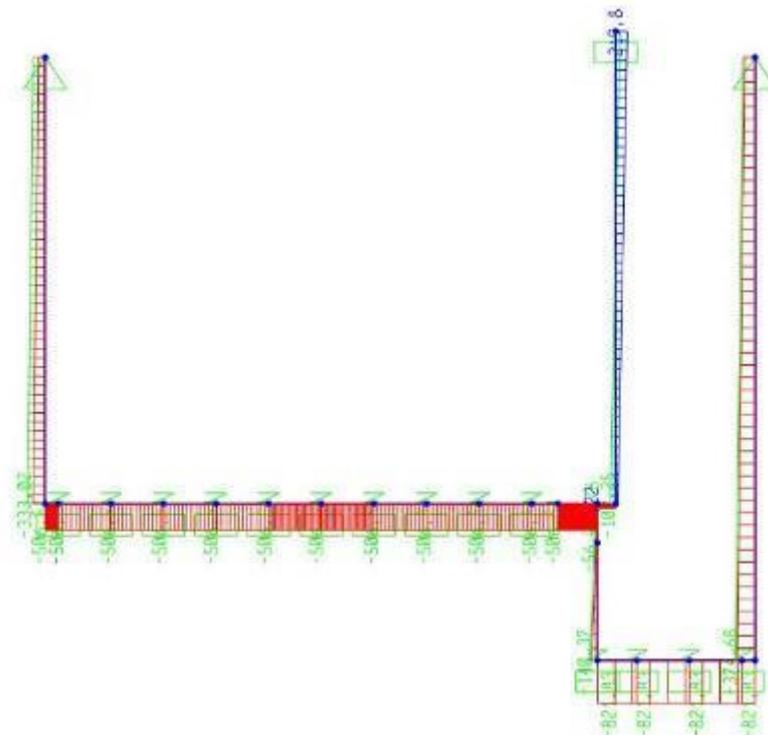


**Figura 40. Inviluppo Sforzo normale – SLE- Rara**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	113 di 154

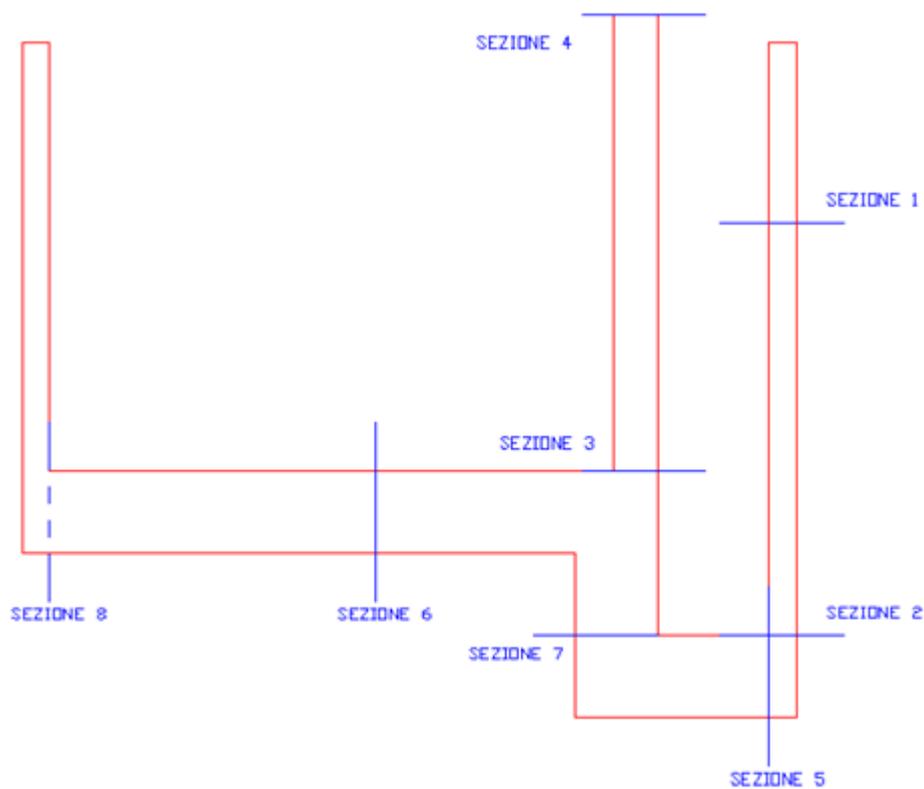


**Figura 41. Involuppo Momento Flettente – SLE- Rara**









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



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	117 di 154

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
9	Sezione 1	SLU	Max	-293.10	5.30	0.00	0.00	0.00	933.10
9	Sezione 1	SLE rr	Max	-197.50	4.20	0.00	0.00	0.00	691.10
9	Sezione 1	SLE qp	Max	-256.70	4.10	0.00	0.00	0.00	690.50
9	Sezione 1	SLE qp	Min	-256.70	4.10	0.00	0.00	0.00	690.50
9	Sezione 1	SLE fr	Max	-256.70	4.10	0.00	0.00	0.00	690.50
9	Sezione 1	SLE fr	Min	-292.20	4.10	0.00	0.00	0.00	690.10
9	Sezione 1	SLE rr	Min	-303.80	3.90	0.00	0.00	0.00	690.00
9	Sezione 1	SLU	Min	-321.50	4.30	0.00	0.00	0.00	689.40
9	Sezione 2	SLU	Max	-362.36	769.61	0.00	0.00	0.00	-761.44
9	Sezione 2	SLU	Min	-414.93	570.44	0.00	0.00	0.00	-1022.84
9	Sezione 2	SLE rr	Max	-266.68	570.33	0.00	0.00	0.00	-682.05
9	Sezione 2	SLE rr	Min	-373.04	570.10	0.00	0.00	0.00	-684.19
9	Sezione 2	SLE qp	Max	-325.90	570.22	0.00	0.00	0.00	-683.23
9	Sezione 2	SLE qp	Min	-325.90	570.22	0.00	0.00	0.00	-683.23
9	Sezione 2	SLE fr	Max	-325.90	570.30	0.00	0.00	0.00	-683.23
9	Sezione 2	SLE fr	Min	-361.42	570.22	0.00	0.00	0.00	-683.96
14	Sezione 3	SLU	Min	-607.73	-118.78	0.00	0.00	0.00	-521.95
14	Sezione 3	SLE rr	Min	-330.81	-87.08	0.00	0.00	0.00	-377.09
14	Sezione 3	SLE qp	Max	-87.48	-83.76	0.00	0.00	0.00	-342.67
14	Sezione 3	SLE qp	Min	-87.48	-83.76	0.00	0.00	0.00	-342.67
14	Sezione 3	SLE fr	Min	-87.48	-83.76	0.00	0.00	0.00	-342.67
14	Sezione 3	SLE fr	Max	-87.48	-81.78	0.00	0.00	0.00	-322.19
14	Sezione 3	SLE rr	Max	-330.81	-81.13	0.00	0.00	0.00	-315.51
14	Sezione 3	SLU	Max	437.21	-77.46	0.00	0.00	0.00	-277.26
14	Sezione 4	SLE rr	Min	-164.63	-87.08	0.00	0.00	0.00	346.64
14	Sezione 4	SLE qp	Max	0.00	-83.76	0.00	0.00	0.00	353.47
14	Sezione 4	SLE qp	Min	0.00	-83.76	0.00	0.00	0.00	353.47
14	Sezione 4	SLE fr	Min	0.00	-83.76	0.00	0.00	0.00	353.47
14	Sezione 4	SLE fr	Max	0.00	-81.78	0.00	0.00	0.00	357.49
14	Sezione 4	SLE rr	Max	-164.63	-81.13	0.00	0.00	0.00	358.81
14	Sezione 4	SLU	Min	-441.55	-118.78	0.00	0.00	0.00	366.54
14	Sezione 4	SLU	Max	661.54	-77.46	0.00	0.00	0.00	465.24
12	Sezione 5	SLU	Max	-821.97	-285.09	0.00	0.00	0.00	1862.85
12	Sezione 5	SLE rr	Max	-821.62	-215.31	0.00	0.00	0.00	1379.36



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	118 di 154

12	Sezione 5	SLE qp	Max	-821.75	-274.53	0.00	0.00	0.00	1365.99
12	Sezione 5	SLE qp	Min	-821.75	-274.53	0.00	0.00	0.00	1365.99
12	Sezione 5	SLE fr	Max	-821.75	-274.53	0.00	0.00	0.00	1365.99
12	Sezione 5	SLE fr	Min	-821.83	-310.05	0.00	0.00	0.00	1358.00
12	Sezione 5	SLE rr	Min	-821.85	-321.67	0.00	0.00	0.00	1355.38
12	Sezione 5	SLU	Min	-1109.17	-371.48	0.00	0.00	0.00	1344.69
13	sezione 6	SLU	Min	-689.29	0.98	0.00	0.00	0.00	-1284.53
13	sezione 6	SLE rr	Min	-509.70	8.37	0.00	0.00	0.00	-833.83
13	sezione 6	SLE qp	Max	-506.51	48.02	0.00	0.00	0.00	-392.50
13	sezione 6	SLE qp	Min	-506.51	48.02	0.00	0.00	0.00	-392.50
13	sezione 6	SLE fr	Min	-506.51	48.02	0.00	0.00	0.00	-392.50
13	sezione 6	SLE fr	Max	-504.60	78.75	0.00	0.00	0.00	-119.30
13	sezione 6	SLE rr	Max	-503.98	88.50	0.00	0.00	0.00	-29.96
13	sezione 6	SLU	Max	-500.43	132.84	0.00	0.00	0.00	459.04
6	Sezione 7	SLU	Max	27.28	-611.22	0.00	0.00	0.00	1022.64
6	Sezione 7	SLU	Min	-282.99	-824.65	0.00	0.00	0.00	196.67
6	Sezione 7	SLE rr	Max	-65.84	-610.87	0.00	0.00	0.00	708.86
6	Sezione 7	SLE rr	Min	-171.48	-611.10	0.00	0.00	0.00	392.62
6	Sezione 7	SLE qp	Max	-112.26	-611.00	0.00	0.00	0.00	532.54
6	Sezione 7	SLE qp	Min	-112.26	-611.00	0.00	0.00	0.00	532.54
6	Sezione 7	SLE fr	Max	-77.13	-611.00	0.00	0.00	0.00	532.54
6	Sezione 7	SLE fr	Min	-112.26	-611.07	0.00	0.00	0.00	427.06
10	Sezione 8	SLU	Max	-500.43	692.03	0.00	0.00	0.00	681.34
10	Sezione 8	SLE rr	Max	-503.98	465.12	0.00	0.00	0.00	539.69
10	Sezione 8	SLE qp	Max	-506.51	283.39	0.00	0.00	0.00	527.41
10	Sezione 8	SLE qp	Min	-506.51	283.39	0.00	0.00	0.00	527.41
10	Sezione 8	SLE fr	Max	-504.60	283.39	0.00	0.00	0.00	536.72
10	Sezione 8	SLE fr	Min	-506.51	181.01	0.00	0.00	0.00	527.41
10	Sezione 8	SLE rr	Min	-509.70	147.91	0.00	0.00	0.00	509.29
10	Sezione 8	SLU	Min	-689.29	-49.73	0.00	0.00	0.00	558.93

**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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	119 di 154

## 8.2.2 Verifiche struttura interna

La fodera lato ferrovia è armata con  $\phi$  26/10 lato interno e lato esterno. Per le verifiche si rimanda alla sezione tipo A della galleria.

### Verifiche Fodera lato canaletta SEZ1

La fodera lato canaletta è armata con 2 registri  $\phi$  26/10 lato interno e 1 registro  $\phi$  26/10 più 1 registro  $\phi$  26/20 lato esterno. Il baricentro del primo registro è posto ad una distanza pari a  $4.0 + 1.0 + 1.2 + 1.3 = 7.5$  cm.

#### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A. NOME SEZIONE: Fodera-SEZ1\_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 $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	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]



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	120 di 154

1	-50.0	0.0
2	-50.0	50.0
3	50.0	50.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-44.5	7.5	26
2	-44.5	42.5	26
3	44.5	42.5	26
4	44.5	7.5	26
5	-44.5	37.0	26
6	44.5	37.0	26
7	-44.5	13.0	26
8	44.5	13.0	26

#### 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	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	29310	93310	0	0	0
2	32150	68940	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	19750	69110	0
2	25670	69050	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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	121 di 154

3	25670	69050	0
4	25670	69050	0
5	29220	69010	0
6	30380	69000	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	19750	69110 (22640)	0 (0)
2	25670	69050 (22822)	0 (0)
3	25670	69050 (22822)	0 (0)
4	25670	69050 (22822)	0 (0)
5	29220	69010 (22933)	0 (0)
6	30380	69000 (22970)	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	19750	69110 (22640)	0 (0)
2	25670	69050 (22822)	0 (0)
3	25670	69050 (22822)	0 (0)
4	25670	69050 (22822)	0 (0)
5	29220	69010 (22933)	0 (0)
6	30380	69000 (22970)	0 (0)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.2 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.4 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  $\geq 1.000$   
 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
--------	-----	---	----	----	-------	--------	--------	----------	---------



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	122 di 154

1	S	29310	93310	0	29331	151176	0	1.618	----
2	S	32150	68940	0	32135	151555	0	2.193	----

#### 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	-0.00178	50.0	50.0	0.00202	44.5	42.5	-0.00735	-44.5	6.0
2	0.00350	-0.00174	50.0	50.0	0.00203	44.5	42.5	-0.00726	-44.5	6.0

#### 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	0.000246608	-0.008830403	----	----
2	0.000000000	0.000244582	-0.008729120	----	----

#### 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	116.9	-50.0	50.0	-1988	34.6	7.5	1450	106.2	5.0	1.00
2	S	117.5	50.0	50.0	-1959	-4.9	7.5	1450	106.2	5.0	1.00
3	S	117.5	50.0	50.0	-1959	-4.9	7.5	1450	106.2	5.0	1.00
4	S	117.5	50.0	50.0	-1959	-4.9	7.5	1450	106.2	5.0	1.00
5	S	117.9	-50.0	50.0	-1941	34.6	7.5	1450	106.2	5.0	1.00
6	S	118.0	-50.0	50.0	-1936	34.6	7.5	1450	106.2	5.0	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	116.9	-50.0	50.0	-1988	34.6	7.5	1450	106.2	5.0	0.50
2	S	117.5	50.0	50.0	-1959	-4.9	7.5	1450	106.2	5.0	0.50
3	S	117.5	50.0	50.0	-1959	-4.9	7.5	1450	106.2	5.0	0.50
4	S	117.5	50.0	50.0	-1959	-4.9	7.5	1450	106.2	5.0	0.50
5	S	117.9	-50.0	50.0	-1941	34.6	7.5	1450	106.2	5.0	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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	123 di 154

6 S 118.0 -50.0 50.0 -1936 34.6 7.5 1450 106.2 5.0 0.50

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

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	-88.5	-35.1	0.175	26	47.0	0.946	0.00094 (0.00040)	129	0.199 (0.20)	22640	0
2	S	-87.7	-34.3	0.174	26	47.0	0.945	0.00093 (0.00039)	129	0.193 (0.20)	22822	0
3	S	-87.7	-34.3	0.174	26	47.0	0.945	0.00093 (0.00039)	129	0.193 (0.20)	22822	0
4	S	-87.7	-34.3	0.174	26	47.0	0.945	0.00093 (0.00039)	129	0.193 (0.20)	22822	0
5	S	-87.3	-33.9	0.173	26	47.0	0.945	0.00092 (0.00039)	129	0.191 (0.20)	22933	0
6	S	-87.1	-33.7	0.173	26	47.0	0.945	0.00091 (0.00039)	129	0.190 (0.20)	22970	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	116.9	-50.0	50.0	-1988	34.6	7.5	1450	106.2	5.0	0.50
2	S	117.5	50.0	50.0	-1959	-4.9	7.5	1450	106.2	5.0	0.50
3	S	117.5	50.0	50.0	-1959	-4.9	7.5	1450	106.2	5.0	0.50
4	S	117.5	50.0	50.0	-1959	-4.9	7.5	1450	106.2	5.0	0.50
5	S	117.9	-50.0	50.0	-1941	34.6	7.5	1450	106.2	5.0	0.50
6	S	118.0	-50.0	50.0	-1936	34.6	7.5	1450	106.2	5.0	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	-88.5	-35.1	0.175	26	47.0	0.946	0.00094 (0.00040)	129	0.199 (0.20)	22640	0
2	S	-87.7	-34.3	0.174	26	47.0	0.945	0.00093 (0.00039)	129	0.193 (0.20)	22822	0
3	S	-87.7	-34.3	0.174	26	47.0	0.945	0.00093 (0.00039)	129	0.193 (0.20)	22822	0
4	S	-87.7	-34.3	0.174	26	47.0	0.945	0.00093 (0.00039)	129	0.193 (0.20)	22822	0
5	S	-87.3	-33.9	0.173	26	47.0	0.945	0.00092 (0.00039)	129	0.191 (0.20)	22933	0
6	S	-87.1	-33.7	0.173	26	47.0	0.945	0.00091 (0.00039)	129	0.190 (0.20)	22970	0

#### Verifiche Fodera lato canaletta SEZ2

La fodera lato canaletta è armata con 1 registro  $\phi$  26/10 più 1 registro  $\phi$  22/10 sia lato interno e lato esterno. Il baricentro del primo registro è posto ad una distanza pari a  $4.0 + 1.0 + 1.2 + 1.3 = 7.5$  cm.



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	124 di 154

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

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	70.0
3	50.0	70.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-44.5	7.5	26
2	-44.5	62.5	26
3	44.5	62.5	26
4	44.5	7.5	26
5	-44.5	57.0	22
6	44.5	57.0	22
7	-44.5	13.0	22
8	44.5	13.0	22



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	125 di 154

#### 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	22
4	5	6	8	22

#### 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	36236	-76144	0	0	0
2	41493	-102284	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	26668	-68205	0
2	37304	-68419	0
3	32590	-68323	0
4	32590	-68323	0
5	32590	-68323	0
6	36142	-68396	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	26668	-68205 (-40376)	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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	126 di 154

2	37304	-68419 (-41287)	0 (0)
3	32590	-68323 (-40879)	0 (0)
4	32590	-68323 (-40879)	0 (0)
5	32590	-68323 (-40879)	0 (0)
6	36142	-68396 (-41185)	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	26668	-68205 (-40376)	0 (0)
2	37304	-68419 (-41287)	0 (0)
3	32590	-68323 (-40879)	0 (0)
4	32590	-68323 (-40879)	0 (0)
5	32590	-68323 (-40879)	0 (0)
6	36142	-68396 (-41185)	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: 3.1 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  $\geq 1.000$   
 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	36236	-76144	0	36252	-199756	0	2.623	-----
2	S	41493	-102284	0	41472	-201011	0	1.965	-----

#### 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.)



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	127 di 154

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	-0.00390	-50.0	0.0	0.00165	-44.5	7.5	-0.01192	44.5	62.5
2	0.00350	-0.00384	-50.0	0.0	0.00167	-44.5	7.5	-0.01179	44.5	62.5

**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	-0.000246665	0.003500000	----	----
2	0.000000000	-0.000244643	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	67.3	0.0	0.0	-1396	34.6	62.5	2200	91.1	5.5	1.00
2	S	68.3	0.0	0.0	-1345	34.6	62.5	2150	91.1	5.5	1.00
3	S	67.9	0.0	0.0	-1367	34.6	62.5	2150	91.1	5.5	1.00
4	S	67.9	0.0	0.0	-1367	34.6	62.5	2150	91.1	5.5	1.00
5	S	67.9	0.0	0.0	-1367	34.6	62.5	2150	91.1	5.5	1.00
6	S	68.2	0.0	0.0	-1351	34.6	62.5	2150	91.1	5.5	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	67.3	0.0	0.0	-1396	34.6	62.5	2200	91.1	5.5	0.50
2	S	68.3	0.0	0.0	-1345	34.6	62.5	2150	91.1	5.5	0.50
3	S	67.9	0.0	0.0	-1367	34.6	62.5	2150	91.1	5.5	0.50
4	S	67.9	0.0	0.0	-1367	34.6	62.5	2150	91.1	5.5	0.50
5	S	67.9	0.0	0.0	-1367	34.6	62.5	2150	91.1	5.5	0.50
6	S	68.2	0.0	0.0	-1351	34.6	62.5	2150	91.1	5.5	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 =  $1 - \text{Beta}12*(Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12*(f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12*(M_{fess}/M)^2$  [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 =  $1.7 * e \text{ sm} * srm$ . Valore limite tra parentesi



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	128 di 154

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	-49.0	-16.8	0.168	24	62.0	0.825	0.00058 (0.00028)	174	0.170 (0.20)	-40376	0
2	S	-48.1	-16.6	0.168	24	62.0	0.818	0.00055 (0.00027)	173	0.162 (0.20)	-41287	0
3	S	-48.5	-17.0	0.169	24	62.0	0.821	0.00056 (0.00027)	174	0.166 (0.20)	-40879	0
4	S	-48.5	-17.0	0.169	24	62.0	0.821	0.00056 (0.00027)	174	0.166 (0.20)	-40879	0
5	S	-48.5	-17.0	0.169	24	62.0	0.821	0.00056 (0.00027)	174	0.166 (0.20)	-40879	0
6	S	-48.2	-16.7	0.168	24	62.0	0.819	0.00055 (0.00027)	173	0.163 (0.20)	-41185	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	67.3	0.0	0.0	-1396	34.6	62.5	2200	91.1	5.5	0.50
2	S	68.3	0.0	0.0	-1345	34.6	62.5	2150	91.1	5.5	0.50
3	S	67.9	0.0	0.0	-1367	34.6	62.5	2150	91.1	5.5	0.50
4	S	67.9	0.0	0.0	-1367	34.6	62.5	2150	91.1	5.5	0.50
5	S	67.9	0.0	0.0	-1367	34.6	62.5	2150	91.1	5.5	0.50
6	S	68.2	0.0	0.0	-1351	34.6	62.5	2150	91.1	5.5	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	-49.0	-16.8	0.168	24	62.0	0.825	0.00058 (0.00028)	174	0.170 (0.20)	-40376	0
2	S	-48.1	-16.6	0.168	24	62.0	0.818	0.00055 (0.00027)	173	0.162 (0.20)	-41287	0
3	S	-48.5	-17.0	0.169	24	62.0	0.821	0.00056 (0.00027)	174	0.166 (0.20)	-40879	0
4	S	-48.5	-17.0	0.169	24	62.0	0.821	0.00056 (0.00027)	174	0.166 (0.20)	-40879	0
5	S	-48.5	-17.0	0.169	24	62.0	0.821	0.00056 (0.00027)	174	0.166 (0.20)	-40879	0
6	S	-48.2	-16.7	0.168	24	62.0	0.819	0.00055 (0.00027)	173	0.163 (0.20)	-41185	0

### Verifiche Soletta di fondazione SEZ6, 7 e 8

La sezione del solettone di fondazione è armata con  $\phi$  26/20 su entrambi i lati. Il baricentro del primo registro è posto ad una distanza pari a  $4.0 + 2.0 + 1.3 = 7.3$  cm.

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

NOME SEZIONE: fondazione1500-SEZ6 e 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 sismicità: Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	129 di 154

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	-44.5	7.3	26
2	-44.5	142.7	26
3	44.5	142.7	26
4	44.5	7.3	26
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



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	130 di 154

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	26
2	2	3	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	68929	-128453	0	0	0
2	50043	45904	0	0	0
3	-2728	102264	0	0	0
4	28299	19667	0	0	0
5	50043	68134	0	0	0
6	68929	55893	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	50970	-83383	0
2	50651	-39250	0
3	50651	-39250	0
4	50651	-39250	0
5	50460	-11930	0
6	50398	-2996	0
7	6584	70886	0
8	17148	39262	0
9	11226	53254	0
10	11226	53254	0
11	7713	53254	0
12	11226	42706	0
13	50398	53969	0
14	50651	52741	0
15	50651	52741	0
16	50460	53672	0
17	50651	52741	0
18	50970	50929	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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	131 di 154

N°Comb.	N	Mx	My
1	50970	-83383 (-129734)	0 (0)
2	50651	-39250 (-165876)	0 (0)
3	50651	-39250 (-165876)	0 (0)
4	50651	-39250 (-165876)	0 (0)
5	50460	-11930 (-40879)	0 (0)
6	50398	-2996 (-41185)	0 (0)
7	6584	70886 (111237)	0 (0)
8	17148	39262 (122857)	0 (0)
9	11226	53254 (114965)	0 (0)
10	11226	53254 (114965)	0 (0)
11	7713	53254 (112849)	0 (0)
12	11226	42706 (116693)	0 (0)
13	50398	53969 (144710)	0 (0)
14	50651	52741 (146098)	0 (0)
15	50651	52741 (146098)	0 (0)
16	50460	53672 (145038)	0 (0)
17	50651	52741 (146098)	0 (0)
18	50970	50929 (148263)	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	50970	-83383 (-129734)	0 (0)
2	50651	-39250 (-165876)	0 (0)
3	50651	-39250 (-165876)	0 (0)
4	50651	-39250 (-165876)	0 (0)
5	50460	-11930 (-40879)	0 (0)
6	50398	-2996 (-41185)	0 (0)
7	6584	70886 (111237)	0 (0)
8	17148	39262 (122857)	0 (0)
9	11226	53254 (114965)	0 (0)
10	11226	53254 (114965)	0 (0)
11	7713	53254 (112849)	0 (0)
12	11226	42706 (116693)	0 (0)
13	50398	53969 (144710)	0 (0)
14	50651	52741 (146098)	0 (0)
15	50651	52741 (146098)	0 (0)
16	50460	53672 (145038)	0 (0)
17	50651	52741 (146098)	0 (0)
18	50970	50929 (148263)	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: 5.0 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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	132 di 154

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	68929	-128453	0	68936	-190958	13	1.487	-----
2	S	50043	45904	0	50063	178300	14	3.884	-----
3	S	-2728	102264	0	-2754	142530	13	1.394	26.6(30.0)
4	S	28299	19667	0	28288	163592	15	8.318	-----
5	S	50043	68134	0	50064	178301	14	2.617	-----
6	S	68929	55893	0	68930	190989	14	3.417	-----

#### 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	-0.01828	50.0	0.0	0.00103	44.5	7.3	-0.04484	-44.5	142.7
2	0.00350	-0.01999	50.0	150.0	0.00083	44.5	142.7	-0.04863	-44.5	7.3
3	0.00350	-0.02534	-50.0	150.0	0.00022	-44.5	142.7	-0.06053	44.5	7.3
4	0.00350	-0.02208	50.0	150.0	0.00059	44.5	142.7	-0.05329	-44.5	7.3
5	0.00350	-0.01999	50.0	150.0	0.00083	44.5	142.7	-0.04863	-44.5	7.3
6	0.00350	-0.01828	50.0	150.0	0.00103	44.5	142.7	-0.04484	-44.5	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	0.000000001	-0.000338761	0.003499950	----	----
2	0.000000002	0.000365331	-0.051299747	----	----
3	-0.000000001	0.000448690	-0.063803508	----	----
4	0.000000003	0.000397979	-0.056196977	----	----
5	0.000000001	0.000365331	-0.051299783	----	----
6	0.000000002	0.000338761	-0.047314191	----	----

#### 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/cm²]  
 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/cm²]



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	133 di 154

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	38.8	50.0	0.0	-1491	-44.5	142.7	2442	26.6	6.6	1.00
2	S	17.3	50.0	0.0	-337	-44.5	142.7	2442	26.6	6.6	1.00
3	S	17.3	50.0	0.0	-337	-44.5	142.7	2442	26.6	6.6	1.00
4	S	17.3	50.0	0.0	-337	-44.5	142.7	2442	26.6	6.6	1.00
5	S	6.0	50.0	0.0	10	-44.5	142.7	----	----	----	----
6	S	3.9	50.0	0.0	38	-44.5	142.7	----	----	----	----
7	S	32.2	-50.0	150.0	-1878	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	1.00
8	S	18.3	-50.0	150.0	-812	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	1.00
9	S	24.5	-50.0	150.0	-1303	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	1.00
10	S	24.5	-50.0	150.0	-1303	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	1.00
11	S	24.3	-50.0	150.0	-1363	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	1.00
12	S	19.7	-50.0	150.0	-1007	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	1.00
13	S	24.7	-50.0	150.0	-705	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	1.00
14	S	24.1	-50.0	150.0	-670	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	1.00
15	S	24.1	-50.0	150.0	-670	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	1.00
16	S	24.6	-50.0	150.0	-697	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	1.00
17	S	24.1	-50.0	150.0	-670	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	1.00
18	S	23.2	-50.0	150.0	-619	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	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	38.8	50.0	0.0	-1491	-44.5	142.7	2442	26.6	6.6	0.50
2	S	17.3	50.0	0.0	-337	-44.5	142.7	2442	26.6	6.6	0.50
3	S	17.3	50.0	0.0	-337	-44.5	142.7	2442	26.6	6.6	0.50
4	S	17.3	50.0	0.0	-337	-44.5	142.7	2442	26.6	6.6	0.50
5	S	6.0	50.0	0.0	10	-44.5	142.7	----	----	----	----
6	S	3.9	50.0	0.0	38	-44.5	142.7	----	----	----	----
7	S	32.2	-50.0	150.0	-1878	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	0.50
8	S	18.3	-50.0	150.0	-812	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	0.50
9	S	24.5	-50.0	150.0	-1303	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	0.50
10	S	24.5	-50.0	150.0	-1303	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	0.50
11	S	24.3	-50.0	150.0	-1363	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	0.50
12	S	19.7	-50.0	150.0	-1007	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	0.50
13	S	24.7	-50.0	150.0	-705	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	0.50
14	S	24.1	-50.0	150.0	-670	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	0.50
15	S	24.1	-50.0	150.0	-670	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	0.50
16	S	24.6	-50.0	150.0	-697	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	0.50
17	S	24.1	-50.0	150.0	-670	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	0.50
18	S	23.2	-50.0	150.0	-619	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	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 =  $1 - \text{Beta}12^2 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12^2 * (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12^2 * (M_{fess}/M)^2$  [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



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	134 di 154

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	-16.5	-9.8	0.200	26	42.0	-0.210	0.00030 (0.00030)	285	0.145 (0.20)	-129734	0
2	S	-6.1	-2.9	0.186	26	42.0	-7.930	0.00007 (0.00007)	272	0.031 (0.20)	-165876	0
3	S	-6.1	-2.9	0.186	26	42.0	-7.930	0.00007 (0.00007)	272	0.031 (0.20)	-165876	0
4	S	-6.1	-2.9	0.186	26	42.0	-7.930	0.00007 (0.00007)	272	0.031 (0.20)	-165876	0
5	S	0.4	-17.0	---	---	---	---	---	---	---	-40879	0
6	S	2.5	-16.7	---	---	---	---	---	---	---	-41185	0
7	S	-16.3	-10.7	0.207	25	42.0	-0.231	0.00038 (0.00038)	290	0.185 (0.20)	111237	0
8	S	-8.2	-5.1	0.202	25	42.0	-3.896	0.00016 (0.00016)	286	0.079 (0.20)	122857	0
9	S	-11.9	-7.6	0.205	25	42.0	-1.330	0.00026 (0.00026)	289	0.128 (0.20)	114965	0
10	S	-11.9	-7.6	0.205	25	42.0	-1.330	0.00026 (0.00026)	289	0.128 (0.20)	114965	0
11	S	-12.1	-7.8	0.206	25	42.0	-1.245	0.00027 (0.00027)	289	0.134 (0.20)	112849	0
12	S	-9.4	-6.0	0.205	25	42.0	-2.733	0.00020 (0.00020)	288	0.099 (0.20)	116693	0
13	S	-9.5	-5.3	0.194	25	42.0	-2.595	0.00014 (0.00014)	278	0.067 (0.20)	144710	0
14	S	-9.2	-5.1	0.193	25	42.0	-2.837	0.00013 (0.00013)	277	0.063 (0.20)	146098	0
15	S	-9.2	-5.1	0.193	25	42.0	-2.837	0.00013 (0.00013)	277	0.063 (0.20)	146098	0
16	S	-9.5	-5.2	0.194	25	42.0	-2.651	0.00014 (0.00014)	278	0.066 (0.20)	145038	0
17	S	-9.2	-5.1	0.193	25	42.0	-2.837	0.00013 (0.00013)	277	0.063 (0.20)	146098	0
18	S	-8.8	-4.7	0.192	25	42.0	-3.237	0.00012 (0.00012)	277	0.058 (0.20)	148263	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	38.8	50.0	0.0	-1491	-44.5	142.7	2442	26.6	6.6	0.50
2	S	17.3	50.0	0.0	-337	-44.5	142.7	2442	26.6	6.6	0.50
3	S	17.3	50.0	0.0	-337	-44.5	142.7	2442	26.6	6.6	0.50
4	S	17.3	50.0	0.0	-337	-44.5	142.7	2442	26.6	6.6	0.50
5	S	6.0	50.0	0.0	10	-44.5	142.7	---	---	---	---
6	S	3.9	50.0	0.0	38	-44.5	142.7	---	---	---	---
7	S	32.2	-50.0	150.0	-1878	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	0.50
8	S	18.3	-50.0	150.0	-812	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	0.50
9	S	24.5	-50.0	150.0	-1303	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	0.50
10	S	24.5	-50.0	150.0	-1303	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	0.50
11	S	24.3	-50.0	150.0	-1363	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	0.50
12	S	19.7	-50.0	150.0	-1007	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	0.50
13	S	24.7	-50.0	150.0	-705	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	0.50
14	S	24.1	-50.0	150.0	-670	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	0.50
15	S	24.1	-50.0	150.0	-670	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	0.50
16	S	24.6	-50.0	150.0	-697	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	0.50
17	S	24.1	-50.0	150.0	-670	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	0.50
18	S	23.2	-50.0	150.0	-619	44.5	7.3	2442	26.6	6.3	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	-16.5	-9.8	0.200	26	42.0	-0.210	0.00030 (0.00030)	285	0.145 (0.20)	-129734	0
2	S	-6.1	-2.9	0.186	26	42.0	-7.930	0.00007 (0.00007)	272	0.031 (0.20)	-165876	0
3	S	-6.1	-2.9	0.186	26	42.0	-7.930	0.00007 (0.00007)	272	0.031 (0.20)	-165876	0
4	S	-6.1	-2.9	0.186	26	42.0	-7.930	0.00007 (0.00007)	272	0.031 (0.20)	-165876	0
5	S	0.4	-17.0	---	---	---	---	---	---	---	-40879	0
6	S	2.5	-16.7	---	---	---	---	---	---	---	-41185	0
7	S	-16.3	-10.7	0.207	25	42.0	-0.231	0.00038 (0.00038)	290	0.185 (0.20)	111237	0
8	S	-8.2	-5.1	0.202	25	42.0	-3.896	0.00016 (0.00016)	286	0.079 (0.20)	122857	0
9	S	-11.9	-7.6	0.205	25	42.0	-1.330	0.00026 (0.00026)	289	0.128 (0.20)	114965	0
10	S	-11.9	-7.6	0.205	25	42.0	-1.330	0.00026 (0.00026)	289	0.128 (0.20)	114965	0
11	S	-12.1	-7.8	0.206	25	42.0	-1.245	0.00027 (0.00027)	289	0.134 (0.20)	112849	0
12	S	-9.4	-6.0	0.205	25	42.0	-2.733	0.00020 (0.00020)	288	0.099 (0.20)	116693	0
13	S	-9.5	-5.3	0.194	25	42.0	-2.595	0.00014 (0.00014)	278	0.067 (0.20)	144710	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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	135 di 154

14	S	-9.2	-5.1	0.193	25	42.0	-2.837	0.00013 (0.00013)	277	0.063 (0.20)	146098	0
15	S	-9.2	-5.1	0.193	25	42.0	-2.837	0.00013 (0.00013)	277	0.063 (0.20)	146098	0
16	S	-9.5	-5.2	0.194	25	42.0	-2.651	0.00014 (0.00014)	278	0.066 (0.20)	145038	0
17	S	-9.2	-5.1	0.193	25	42.0	-2.837	0.00013 (0.00013)	277	0.063 (0.20)	146098	0
18	S	-8.8	-4.7	0.192	25	42.0	-3.237	0.00012 (0.00012)	277	0.058 (0.20)	148263	0

### Verifiche Soletta di fondazione parte ribassata SEZ5

La sezione del solettone di fondazione è armata con 1 registro  $\phi$  24/20 lato superiore e con 1 registro  $\phi$  24/10 lato inferiore. 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-SEZ5\_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	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: C25/30



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	136 di 154

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	8	24
2	2	3	3	24

#### 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	82197	186285	0	0	0
2	110917	134469	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	82162	137936	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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	137 di 154

2	82175	136599	0
3	82175	136599	0
4	82175	136599	0
5	82183	135800	0
6	82185	135538	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	82162	137936 (135306)	0 (0)
2	82175	136599 (135557)	0 (0)
3	82175	136599 (135557)	0 (0)
4	82175	136599 (135557)	0 (0)
5	82183	135800 (135710)	0 (0)
6	82185	135538 (135761)	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	82162	137936 (135306)	0 (0)
2	82175	136599 (135557)	0 (0)
3	82175	136599 (135557)	0 (0)
4	82175	136599 (135557)	0 (0)
5	82183	135800 (135710)	0 (0)
6	82185	135538 (135761)	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



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	138 di 154

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	82197	186285	0	82225	297365	13	1.590	----
2	S	110917	134469	0	110891	315261	13	2.317	----

#### 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	-0.01120	50.0	150.0	0.00185	44.5	142.8	-0.02915	-44.5	7.2
2	0.00350	-0.00943	50.0	150.0	0.00205	44.5	142.8	-0.02522	-44.5	7.2

#### 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	0.000228625	-0.030793714	----	----
2	0.000000001	0.000201148	-0.026672247	----	----

#### 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	54.9	-50.0	150.0	-1547	44.5	7.2	2379	45.3	6.4	1.00
2	S	54.4	-50.0	150.0	-1525	44.5	7.2	2379	45.3	6.4	1.00
3	S	54.4	-50.0	150.0	-1525	44.5	7.2	2379	45.3	6.4	1.00
4	S	54.4	-50.0	150.0	-1525	44.5	7.2	2379	45.3	6.4	1.00
5	S	54.1	-50.0	150.0	-1512	44.5	7.2	2379	45.3	6.4	1.00
6	S	54.0	-50.0	150.0	-1508	44.5	7.2	2379	45.3	6.4	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	54.9	-50.0	150.0	-1547	44.5	7.2	2379	45.3	6.4	0.50
2	S	54.4	-50.0	150.0	-1525	44.5	7.2	2379	45.3	6.4	0.50
3	S	54.4	-50.0	150.0	-1525	44.5	7.2	2379	45.3	6.4	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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	139 di 154

4	S	54.4	-50.0	150.0	-1525	44.5	7.2	2379	45.3	6.4	0.50
5	S	54.1	-50.0	150.0	-1512	44.5	7.2	2379	45.3	6.4	0.50
6	S	54.0	-50.0	150.0	-1508	44.5	7.2	2379	45.3	6.4	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  $f_{ctm}$

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	= $1 - \text{Beta}12^2 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12^2 * (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12^2 * (M_{fess}/M)^2$ [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 = $1.7 * e_{sm} * s_{rm}$ . 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	-26.1	-16.0	0.202	24	43.0	0.519	0.00040 (0.00031)	199	0.136 (0.20)	135306	0
2	S	-25.8	-15.8	0.202	24	43.0	0.508	0.00039 (0.00031)	199	0.131 (0.20)	135557	0
3	S	-25.8	-15.8	0.202	24	43.0	0.508	0.00039 (0.00031)	199	0.131 (0.20)	135557	0
4	S	-25.8	-15.8	0.202	24	43.0	0.508	0.00039 (0.00031)	199	0.131 (0.20)	135557	0
5	S	-25.6	-15.7	0.202	24	43.0	0.501	0.00038 (0.00030)	199	0.128 (0.20)	135710	0
6	S	-25.6	-15.6	0.202	24	43.0	0.498	0.00038 (0.00030)	199	0.127 (0.20)	135761	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	54.9	-50.0	150.0	-1547	44.5	7.2	2379	45.3	6.4	0.50
2	S	54.4	-50.0	150.0	-1525	44.5	7.2	2379	45.3	6.4	0.50
3	S	54.4	-50.0	150.0	-1525	44.5	7.2	2379	45.3	6.4	0.50
4	S	54.4	-50.0	150.0	-1525	44.5	7.2	2379	45.3	6.4	0.50
5	S	54.1	-50.0	150.0	-1512	44.5	7.2	2379	45.3	6.4	0.50
6	S	54.0	-50.0	150.0	-1508	44.5	7.2	2379	45.3	6.4	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	-26.1	-16.0	0.202	24	43.0	0.519	0.00040 (0.00031)	199	0.136 (0.20)	135306	0
2	S	-25.8	-15.8	0.202	24	43.0	0.508	0.00039 (0.00031)	199	0.131 (0.20)	135557	0
3	S	-25.8	-15.8	0.202	24	43.0	0.508	0.00039 (0.00031)	199	0.131 (0.20)	135557	0
4	S	-25.8	-15.8	0.202	24	43.0	0.508	0.00039 (0.00031)	199	0.131 (0.20)	135557	0
5	S	-25.6	-15.7	0.202	24	43.0	0.501	0.00038 (0.00030)	199	0.128 (0.20)	135710	0
6	S	-25.6	-15.6	0.202	24	43.0	0.498	0.00038 (0.00030)	199	0.127 (0.20)	135761	0

#### Verifiche setto

La sezione del setto è armata con  $\phi$  20/10 lato esterno e interno. Il baricentro del primo registro è posto ad una distanza pari a  $4.0 + 0.8 + 1.2 + 1.0 = 7.0$  cm.

#### 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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	140 di 154

#### NOME SEZIONE: Setto-SEZ3 4\_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	80.0
3	50.0	80.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-44.5	7.0	20
2	-44.5	73.0	20
3	44.5	73.0	20
4	44.5	7.0	20
5	-44.5	69.0	1
6	44.5	69.0	1
7	-44.5	11.0	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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	142 di 154

My con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione  
 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	33081	-37709 (-44103)	0 (0)
2	8748	-34267 (-39884)	0 (0)
3	8748	-34267 (-39884)	0 (0)
4	8748	-34267 (-39884)	0 (0)
5	8748	-32219 (-39984)	0 (0)
6	33081	-31551 (-45425)	0 (0)
7	16463	34664 (41278)	0 (0)
8	0	35347 (38377)	0 (0)
9	0	35347 (38377)	0 (0)
10	0	35347 (38377)	0 (0)
11	0	35749 (38377)	0 (0)
12	16463	35881 (41173)	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	33081	-37709 (-44103)	0 (0)
2	8748	-34267 (-39884)	0 (0)
3	8748	-34267 (-39884)	0 (0)
4	8748	-34267 (-39884)	0 (0)
5	8748	-32219 (-39984)	0 (0)
6	33081	-31551 (-45425)	0 (0)
7	16463	34664 (41278)	0 (0)
8	0	35347 (38377)	0 (0)
9	0	35347 (38377)	0 (0)
10	0	35347 (38377)	0 (0)
11	0	35749 (38377)	0 (0)
12	16463	35881 (41173)	0 (0)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

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

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.5 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



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	143 di 154

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	60773	-52195	0	60798	-105238	0	2.016	-----
2	S	-43721	-27726	0	-43734	-70613	0	2.547	31.4(16.0)
3	S	44155	36654	0	44134	99779	0	2.722	-----
4	S	-66154	46524	0	-66139	63119	0	1.357	31.4(16.0)

#### 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	-0.00934	-50.0	0.0	0.00088	-44.5	7.0	-0.02384	-44.5	73.0
2	0.00350	-0.01458	-50.0	0.0	-0.00019	-44.5	7.0	-0.03500	-44.5	73.0
3	0.00350	-0.01009	-50.0	80.0	0.00073	-44.5	73.0	-0.02543	44.5	7.0
4	0.00350	-0.01585	50.0	80.0	-0.00045	44.5	73.0	-0.03770	-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	-0.000374495	0.003500000	----	----
2	0.000000000	-0.000527338	0.003500000	----	----
3	0.000000000	0.000396265	-0.028201203	----	----
4	0.000000000	0.000564416	-0.041653240	----	----

#### 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	46.8	50.0	0.0	-1331	34.6	73.0	2071	31.4	9.9	1.00
2	S	41.1	50.0	0.0	-1514	34.6	73.0	2071	31.4	9.9	1.00
3	S	41.1	50.0	0.0	-1514	34.6	73.0	2071	31.4	9.9	1.00
4	S	41.1	50.0	0.0	-1514	34.6	73.0	2071	31.4	9.9	1.00
5	S	38.7	50.0	0.0	-1415	34.6	73.0	2071	31.4	9.9	1.00
6	S	39.4	-50.0	150.0	-1040	34.6	73.0	2071	31.4	9.9	1.00
7	S	42.2	-50.0	80.0	-1421	24.7	7.0	2071	31.4	9.9	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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	144 di 154

8	S	41.5	50.0	80.0	-1695	-24.7	7.0	2071	31.4	9.9	1.00
9	S	41.5	50.0	80.0	-1695	-24.7	7.0	2071	31.4	9.9	1.00
10	S	41.5	50.0	80.0	-1695	-24.7	7.0	2071	31.4	9.9	1.00
11	S	42.0	-50.0	80.0	-1714	34.6	7.0	2071	31.4	9.9	1.00
12	S	43.6	-50.0	80.0	-1479	34.6	7.0	2071	31.4	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	46.8	50.0	0.0	-1331	34.6	73.0	2071	31.4	9.9	0.50
2	S	41.1	50.0	0.0	-1514	34.6	73.0	2071	31.4	9.9	0.50
3	S	41.1	50.0	0.0	-1514	34.6	73.0	2071	31.4	9.9	0.50
4	S	41.1	50.0	0.0	-1514	34.6	73.0	2071	31.4	9.9	0.50
5	S	38.7	50.0	0.0	-1415	34.6	73.0	2071	31.4	9.9	0.50
6	S	39.4	-50.0	150.0	-1040	34.6	73.0	2071	31.4	9.9	0.50
7	S	42.2	-50.0	80.0	-1421	24.7	7.0	2071	31.4	9.9	0.50
8	S	41.5	50.0	80.0	-1695	-24.7	7.0	2071	31.4	9.9	0.50
9	S	41.5	50.0	80.0	-1695	-24.7	7.0	2071	31.4	9.9	0.50
10	S	41.5	50.0	80.0	-1695	-24.7	7.0	2071	31.4	9.9	0.50
11	S	42.0	-50.0	80.0	-1714	34.6	7.0	2071	31.4	9.9	0.50
12	S	43.6	-50.0	80.0	-1479	34.6	7.0	2071	31.4	9.9	0.50

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

- 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	-24.8	-10.0	0.175	20	60.0	0.316	0.00027 (0.00027)	231	0.105 (0.20)	-44103	0
2	S	-24.9	-11.5	0.183	20	60.0	0.323	0.00030 (0.00030)	235	0.121 (0.20)	-39884	0
3	S	-24.9	-11.5	0.183	20	60.0	0.323	0.00030 (0.00030)	235	0.121 (0.20)	-39884	0
4	S	-24.9	-11.5	0.183	20	60.0	0.323	0.00030 (0.00030)	235	0.121 (0.20)	-39884	0
5	S	-23.4	-10.7	0.182	20	60.0	0.230	0.00028 (0.00028)	235	0.113 (0.20)	-39984	0
6	S	-20.1	-7.8	0.173	20	60.0	-0.036	0.00021 (0.00021)	230	0.081 (0.20)	-45425	0
7	S	-24.4	-10.8	0.180	20	60.0	0.291	0.00028 (0.00028)	234	0.113 (0.20)	41278	0
8	S	-26.7	-12.9	0.185	20	60.0	0.411	0.00035 (0.00034)	236	0.140 (0.20)	38377	0
9	S	-26.7	-12.9	0.185	20	60.0	0.411	0.00035 (0.00034)	236	0.140 (0.20)	38377	0
10	S	-26.7	-12.9	0.185	20	60.0	0.411	0.00035 (0.00034)	236	0.140 (0.20)	38377	0
11	S	-27.0	-13.0	0.185	20	60.0	0.424	0.00036 (0.00034)	236	0.146 (0.20)	38377	0
12	S	-25.3	-11.2	0.180	20	60.0	0.342	0.00030 (0.00030)	234	0.118 (0.20)	41173	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	46.8	50.0	0.0	-1331	34.6	73.0	2071	31.4	9.9	0.50
2	S	41.1	50.0	0.0	-1514	34.6	73.0	2071	31.4	9.9	0.50
3	S	41.1	50.0	0.0	-1514	34.6	73.0	2071	31.4	9.9	0.50
4	S	41.1	50.0	0.0	-1514	34.6	73.0	2071	31.4	9.9	0.50
5	S	38.7	50.0	0.0	-1415	34.6	73.0	2071	31.4	9.9	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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	145 di 154

6	S	39.4	-50.0	150.0	-1040	34.6	73.0	2071	31.4	9.9	0.50
7	S	42.2	-50.0	80.0	-1421	24.7	7.0	2071	31.4	9.9	0.50
8	S	41.5	50.0	80.0	-1695	-24.7	7.0	2071	31.4	9.9	0.50
9	S	41.5	50.0	80.0	-1695	-24.7	7.0	2071	31.4	9.9	0.50
10	S	41.5	50.0	80.0	-1695	-24.7	7.0	2071	31.4	9.9	0.50
11	S	42.0	-50.0	80.0	-1714	34.6	7.0	2071	31.4	9.9	0.50
12	S	43.6	-50.0	80.0	-1479	34.6	7.0	2071	31.4	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	-24.8	-10.0	0.175	20	60.0	0.316	0.00027 (0.00027)	231	0.105 (0.20)	-44103	0
2	S	-24.9	-11.5	0.183	20	60.0	0.323	0.00030 (0.00030)	235	0.121 (0.20)	-39884	0
3	S	-24.9	-11.5	0.183	20	60.0	0.323	0.00030 (0.00030)	235	0.121 (0.20)	-39884	0
4	S	-24.9	-11.5	0.183	20	60.0	0.323	0.00030 (0.00030)	235	0.121 (0.20)	-39884	0
5	S	-23.4	-10.7	0.182	20	60.0	0.230	0.00028 (0.00028)	235	0.113 (0.20)	-39984	0
6	S	-20.1	-7.8	0.173	20	60.0	-0.036	0.00021 (0.00021)	230	0.081 (0.20)	-45425	0
7	S	-24.4	-10.8	0.180	20	60.0	0.291	0.00028 (0.00028)	234	0.113 (0.20)	41278	0
8	S	-26.7	-12.9	0.185	20	60.0	0.411	0.00035 (0.00034)	236	0.140 (0.20)	38377	0
9	S	-26.7	-12.9	0.185	20	60.0	0.411	0.00035 (0.00034)	236	0.140 (0.20)	38377	0
10	S	-26.7	-12.9	0.185	20	60.0	0.411	0.00035 (0.00034)	236	0.140 (0.20)	38377	0
11	S	-27.0	-13.0	0.185	20	60.0	0.424	0.00036 (0.00034)	236	0.146 (0.20)	38377	0
12	S	-25.3	-11.2	0.180	20	60.0	0.342	0.00030 (0.00030)	234	0.118 (0.20)	41173	0

Verifica a taglio Fodera

#### 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

γ<sub>c</sub>  coefficiente parziale relativo al calcestruzzo

γ<sub>s</sub>  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> 14331.3 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

#### 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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	147 di 154

#### Caratteristiche materiali

Cls  $R_{ck}$    
 Cls  condizioni calcestruzzo  
 Acciaio 1  acciaio barre longitudinali  
 Acciaio 2  acciaio armature trasversali  
 $\gamma_c$   coefficiente parziale relativo al calcestruzzo  
 $\gamma_s$   coefficiente parziale relativo all'acciaio

#### Geometrie sezione

$b_w$   mm larghezza dell'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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	148 di 154

## 9 VERIFICHE GEOTECNICHE DIAFRAMMI

Si riportano di seguito le verifiche a portanza verticale dei diaframmi individuando due 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 17.40 m ed i valori corrispondenti ad ogni sezione rappresentativa del carico dovuto al ricoprimento. Per il carico dell'aereomobile è stata considerata la presenza del setto che separa la canaletta laterale e una luce di calcolo pari a 12.80m.

Sugli approcci adottati per il calcolo del carico limite delle paratie si rimanda alla relazione geotecnica allegata al progetto.

### 9.1 SEZ4 – PK 1+599 – PK 1+750

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)	$\gamma_a$	N <sub>slu</sub> (kN/m)
PP copertura	1.80	25.00	45.00	17.40	391.50	1.35	528.5
Ricoprimento finale	3.95	19.00	75.05	17.40	652.94	1.5	979.4
Aereomobile			42.50	12.80	272.00	1.35	367.2
Carico Totale					<b>1316.4</b>		<b>1875.1</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 Sez 4	
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

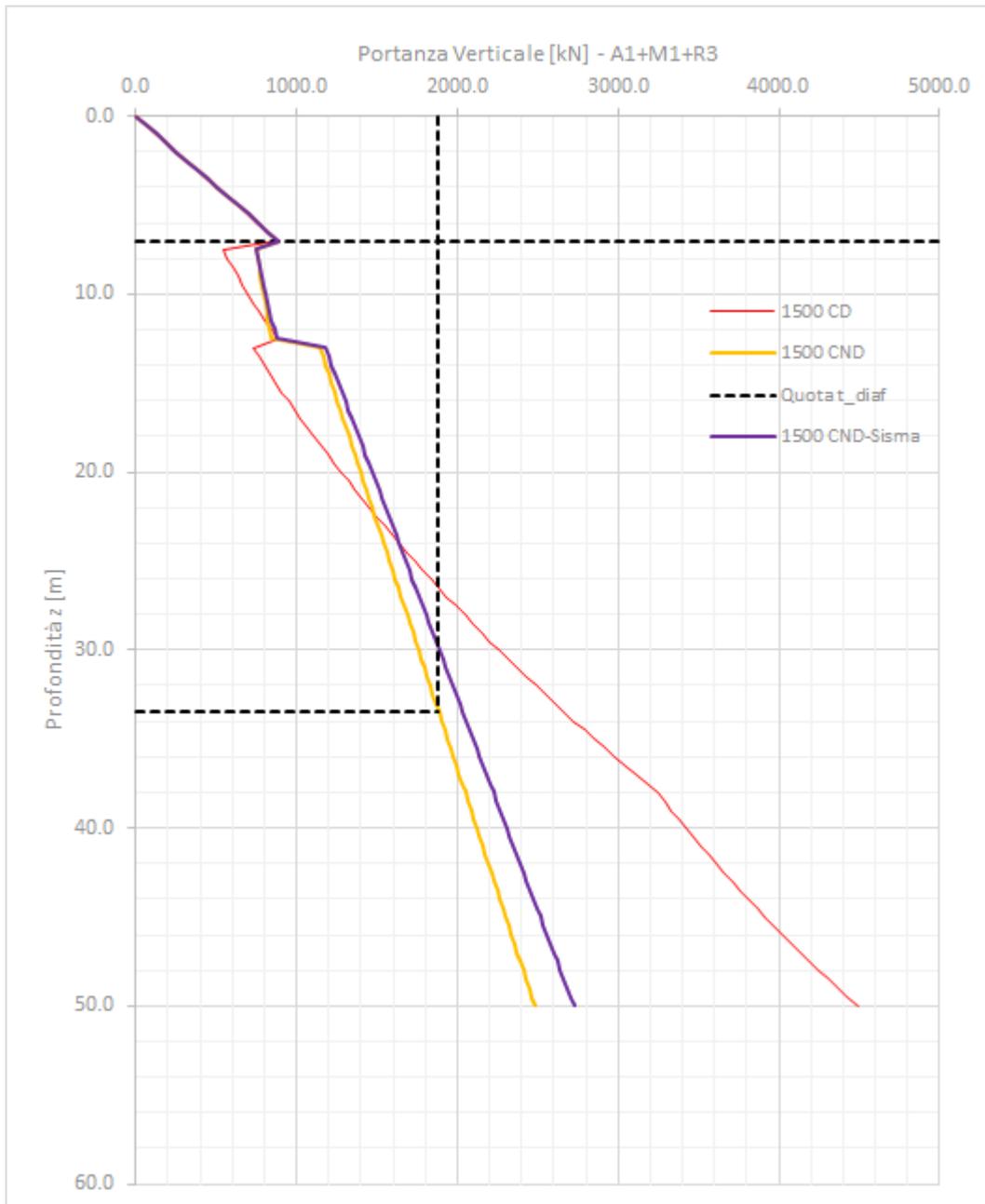


Figura 47. Curva di capacità portante – SEZ4



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	150 di 154

<b>Lutile</b>	<b>LsNP</b>	<b>Ltotale</b>
Linfissione da verifica a portanza (m)	L tratto non portante (m)	L totale diaframma (m)
26.5	9.3	<b>35.8</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, 26.5m.

### 9.1 SEZ5 – PK 1+750 – PK 1+836

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)	$\gamma_a$	$N_{\text{slu}}$ (kN/m)
PP copertura	1.80	25.00	45.00	17.40	391.50	1.35	528.5
Ricoprimento finale	1.82	19.00	34.58	17.40	300.85	1.50	451.3
Aereomobile			60.50	12.80	387.20	1.35	522.7
Carico Totale					<b>1079.5</b>		<b>1502.5</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 <b>Sez 5</b>	
Profondità da p.c. [m]	Unità geotecnica
Da 4.5* a 8.0	Unità U1
Da 8.0 a 13.5	Unità U2
Da 13.5 a 26.5	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 B – GA01  
Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	151 di 154

Da 26.5 a 27.5	Unità U2
Da 27.5 a 50.0	Unità U3
da 6.0* a 24.0	Unità U2a
da 24.0 a 50.0	Unità U3

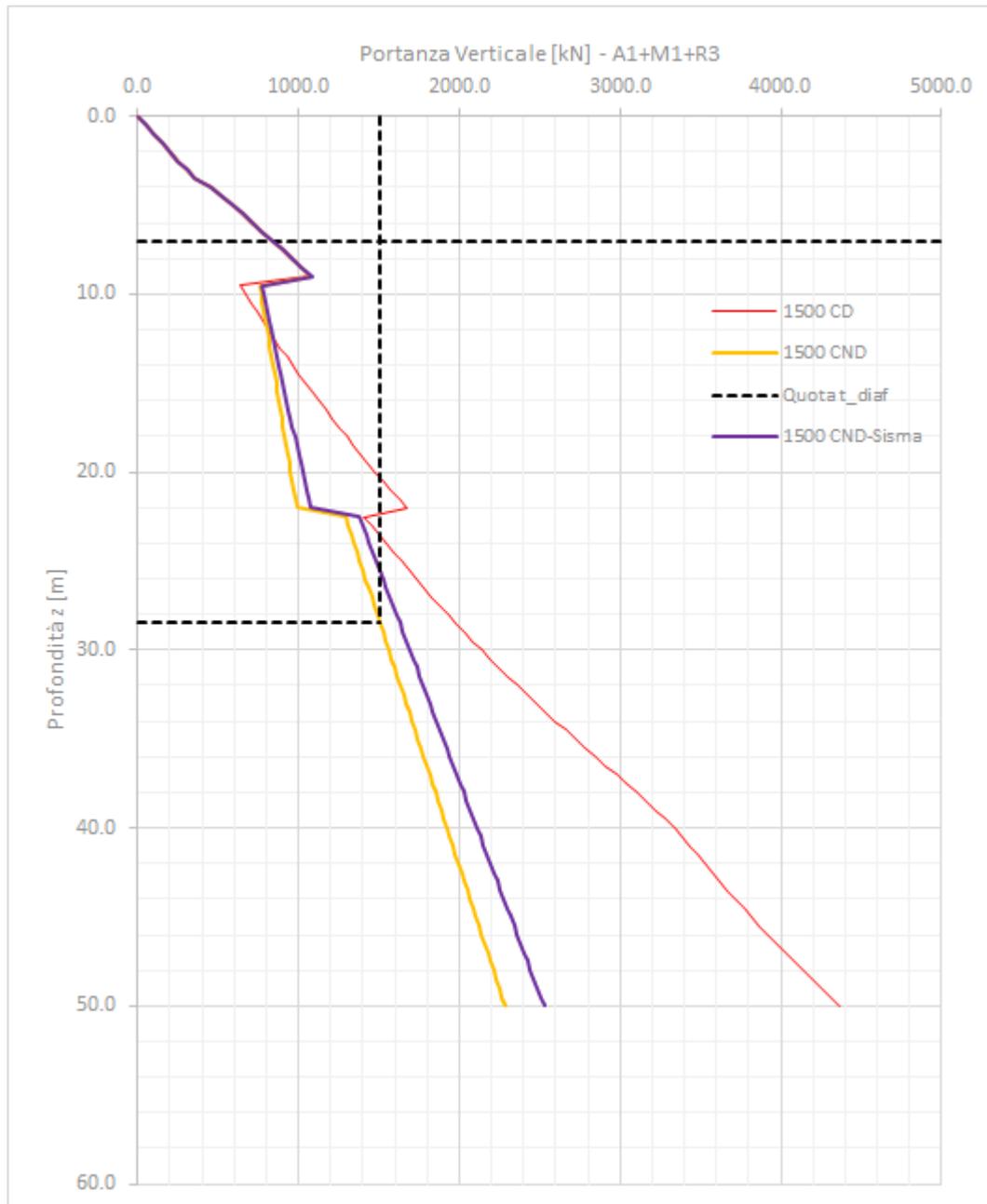


Figura 48. Curva di capacità portante – SEZ5



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	153 di 154

<b>Lutile</b>	<b>LsNP</b>	<b>Ltotale</b>
Linfissione da verifica a portanza (m)	L tratto non portante (m)	L totale diaframma (m)
21.5	9.3	<b>30.8</b>

La verifica a capacità portante è soddisfatta poiché la lunghezza di infissione del diaframma in questo tratto di galleria, pari a 22.4m, è superiore alla lunghezza utile di infissione pari a 21.5m.

## 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] a quota soletta)	0	Z = -37.5 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 2 - scavo
Max. spostamento laterale [mm] (sisma)	63.34	Z = -37.5 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 11 -
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX) a quota soletta)	0.24		D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 2 - scavo
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX) solettone di fondazione e falda max) (>0.5)	1		D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 7 - Getto

Parete <Right wall>

Min. spostamento laterale [mm] (temperatura)	-43.72	Z = -37.5 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 10 -
Max. spostamento laterale [mm] (Rinterro )	12.87	Z = -4.25 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 6 -
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX) solettone di fondazione e falda max) (>0.5)	1		D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 7 - Getto
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX) a quota soletta)	0.24		D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 2 - scavo



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 B – GA01  
 Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01B0 001	A	154 di 154

