

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



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

U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 2

Interramento Linea PA-CT - OPERE CIVILI

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

SCALA:

-

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

RS3H 02 D 78 CL GA01A0 001 A

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

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

n. Elab.:

Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10076



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

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

INDICE

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	5
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	5
2.2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
3	DESCRIZIONE DELL'OPERA	7
4	MATERIALI UTILIZZATI	9
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
5	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	12
6	ANALISI DEI CARICHI	15
6.1	PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA E CARICHI PERMANENTI PORTATI	15
6.1.1	<i>Carichi permanenti portati struttura interna</i>	15
6.1.2	<i>Carichi permanenti portati copertura galleria</i>	16
6.1	SPINTE DELLE TERRE E SPINTA IDRAULICA	17
6.1.1	<i>Spinte del terreno modello Paratie plus</i>	17
6.1.2	<i>Spinte del terreno e dell'acqua modello SAP2000</i>	18
6.1.3	<i>Spinta idrostatica fodere</i>	20
6.2	CARICHI ACCIDENTALI.....	22
6.2.1	<i>Carico accidentale sulla soletta di fondazione</i>	25
6.3	AZIONE TERMICA.....	26
6.1	RITIRO	26
6.2	AZIONE SISMICA	27
6.3	COMBINAZIONI DI CARICO	29
6.3.1	<i>Combinazioni di carico per il diaframma</i>	29
6.3.2	<i>Combinazioni di carico per la struttura interna</i>	29
6.3.1	<i>Combinazioni di carico per la galleria (Modello SAP2000)</i>	30
7	MODELLI DI CALCOLO	31



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

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

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

1 PREMESSA

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

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

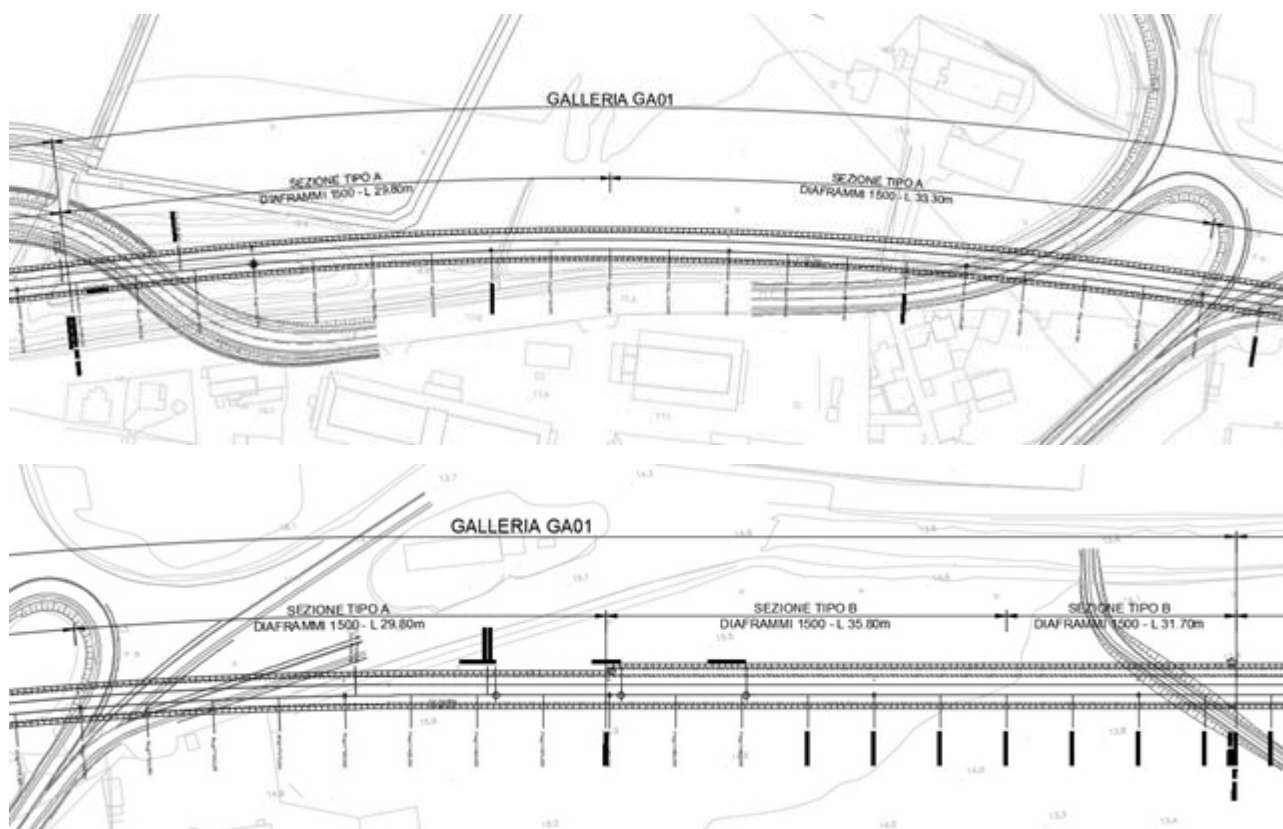


Figura 1. Planimetria GA01.



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

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

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

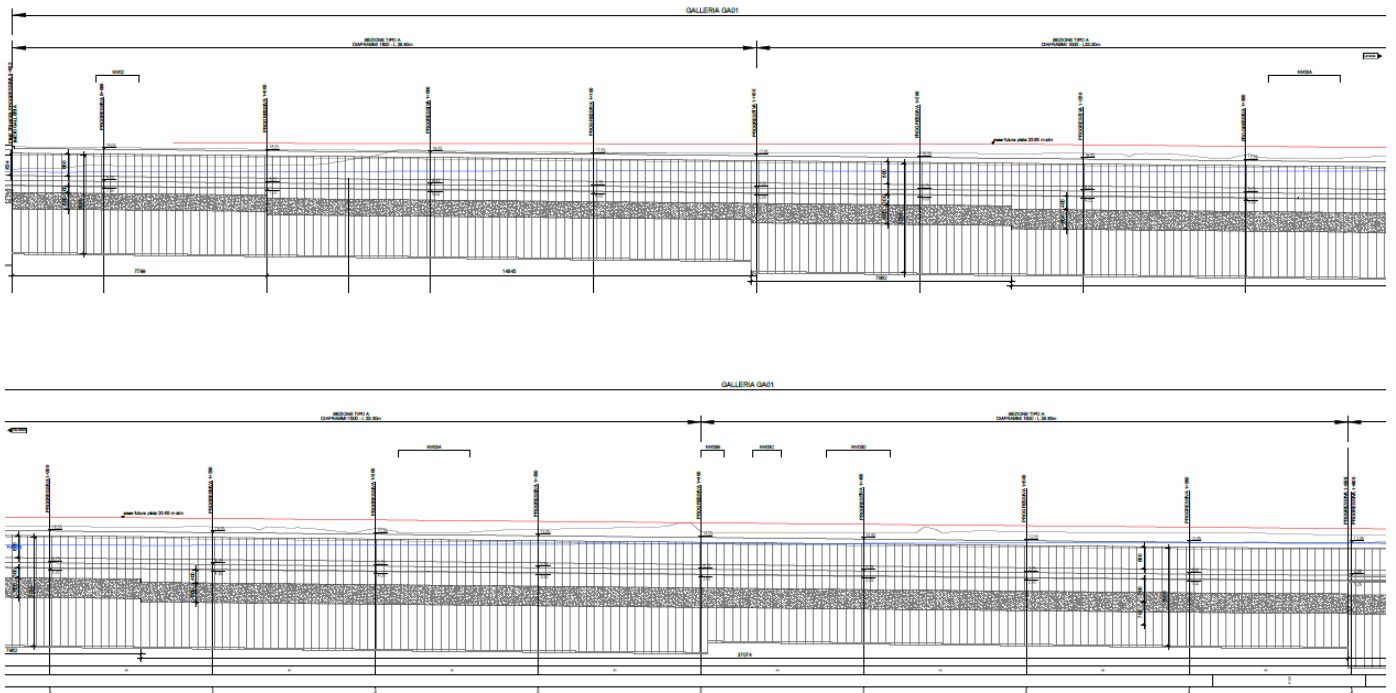


Figura 2. Profilo GA01.



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

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

2 NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

I principali riferimenti normativi sono i seguenti:

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

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

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

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

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

2.2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Inoltre si fa riferimento ai seguenti documenti:

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

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

3 DESCRIZIONE DELL'OPERA

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

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

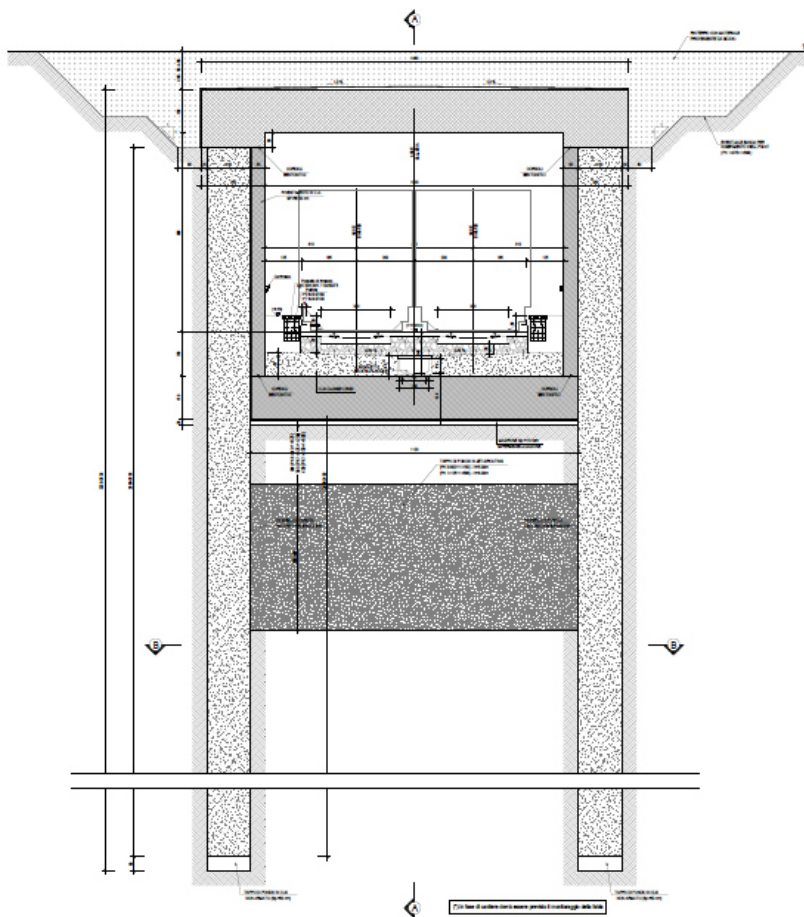


Figura 3. Sezione trasversale – Sezione tipo A



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

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

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

4 MATERIALI UTILIZZATI

4.1 CALCESTRUZZO DIAFRAMMI E FONDAZIONE C25/30

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

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

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

4.4 FESSURAZIONE

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

Stato limite di decompressione

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

Stato limite di apertura delle fessure

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

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

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

4.1.III.,

Tab. 4.1.III - Descrizione delle condizioni ambientali

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

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

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

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

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

Riepilogando:

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

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

combinazione frequente w_3

combinazione quasi permanente w_2



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

4.5 VALORI LIMITE DELLE TENSIONI

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

Strutture in C.A.

Tensioni di compressione del calcestruzzo

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

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

Tensioni di trazione nell'acciaio

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- da quota -24.50 m : unità U3

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

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



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

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

$c' = 10$ kPa coesione drenata

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

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

Si riporta di seguito tabella riepilogativa della stratigrafia di calcolo :

Strato di Terreno	Terreno	γ dry	γ sat	ϕ'	ϕ	c_v	c_p	c'	Su	Modulo	Elastico	Eu	Evc	Eur	Ah	Avexp	Pa	Rur/Rvc	Rvc	Ku	Kvc	Kur	
		kN/m ³	kN/m ³	°	°	°	°	kPa	kPa				kPa	kPa			kPa			kPa	kN/m ³	kN/m ³	kN/m ³
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;

ν = coefficiente di Poisson =0.3;

B = larghezza della fondazione.

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

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

Tabella 1. Fattore di forma



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

Quindi:

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

$L = 12 \text{ m}$

$B = 11.2 \text{ m}$

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

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

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

dove:

E = modulo di deformazione elastico del terreno;

ν = coefficiente di Poisson = 0.3;

i = interasse discretizzazione diaframma;

B = Semi lunghezza di infissione del diaframma.

Quindi si assume:

Per strato U2a:

$E = 40 \text{ Mpa}$

$B = 10.25 \text{ m}$

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

Per strato U3:

$E = 60 \text{ Mpa}$

$B = 10.25 \text{ m}$

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

6 ANALISI DEI CARICHI

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

6.1 PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA E CARICHI PERMANENTI PORTATI

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

6.1.1 Carichi permanenti portati struttura interna

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

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

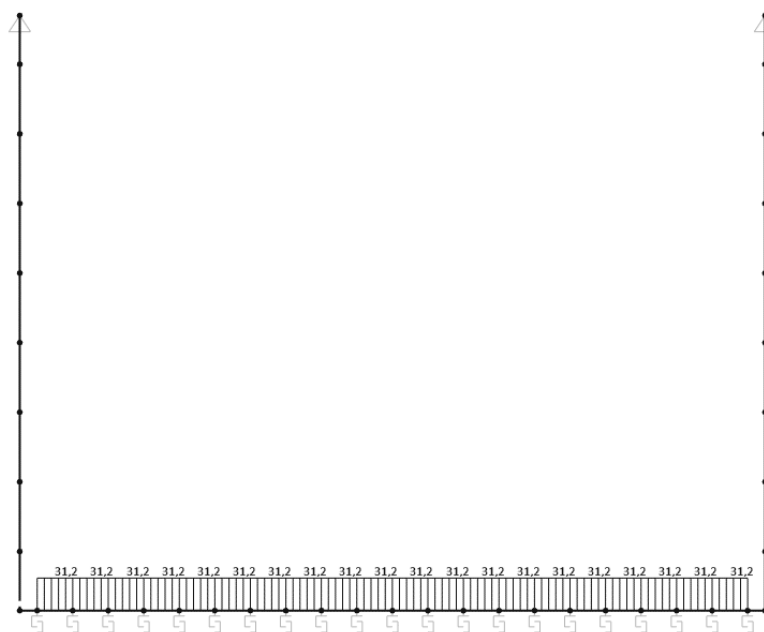


Figura 3. Permanente portato in fondazione – Sezione tipo A

6.1.2 Carichi permanenti portati copertura galleria

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

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

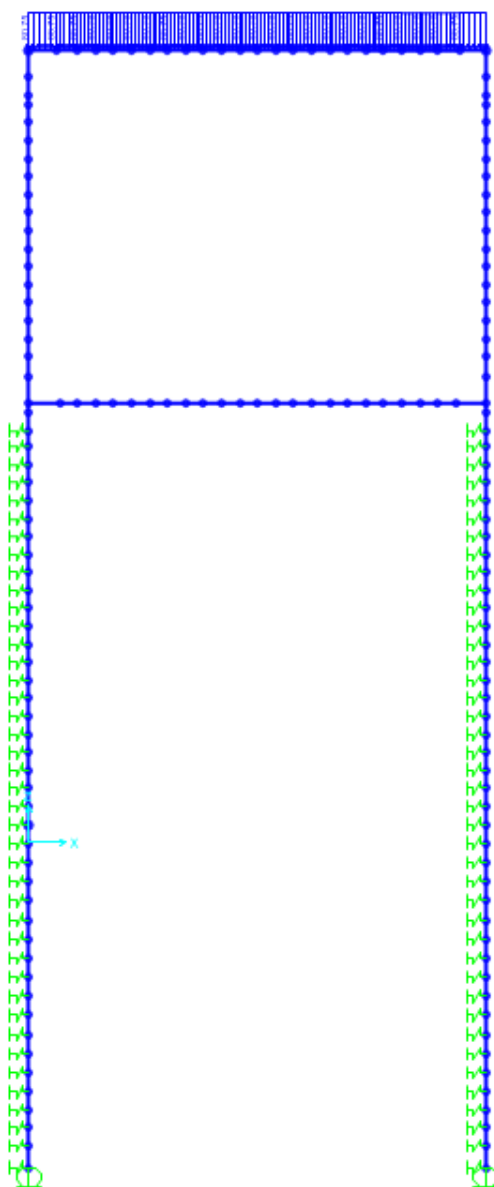


Figura 4. Permanente portata in copertitura – Sezione tipo A

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

In particolare è stato considerato un ricoprimento parziale (max) di 3.5m in copertura corrispondente ad un carico distribuito di 66.5 kN/m², oltre al carico che vede la futura realizzazione del prolungamento della pista aeroportuale di Fontanarossa, rappresentativo della fase di esercizio.

6.1 SPINTE DELLE TERRE E SPINTA IDRAULICA

6.1.1 Spinte del terreno modello Paratie plus

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

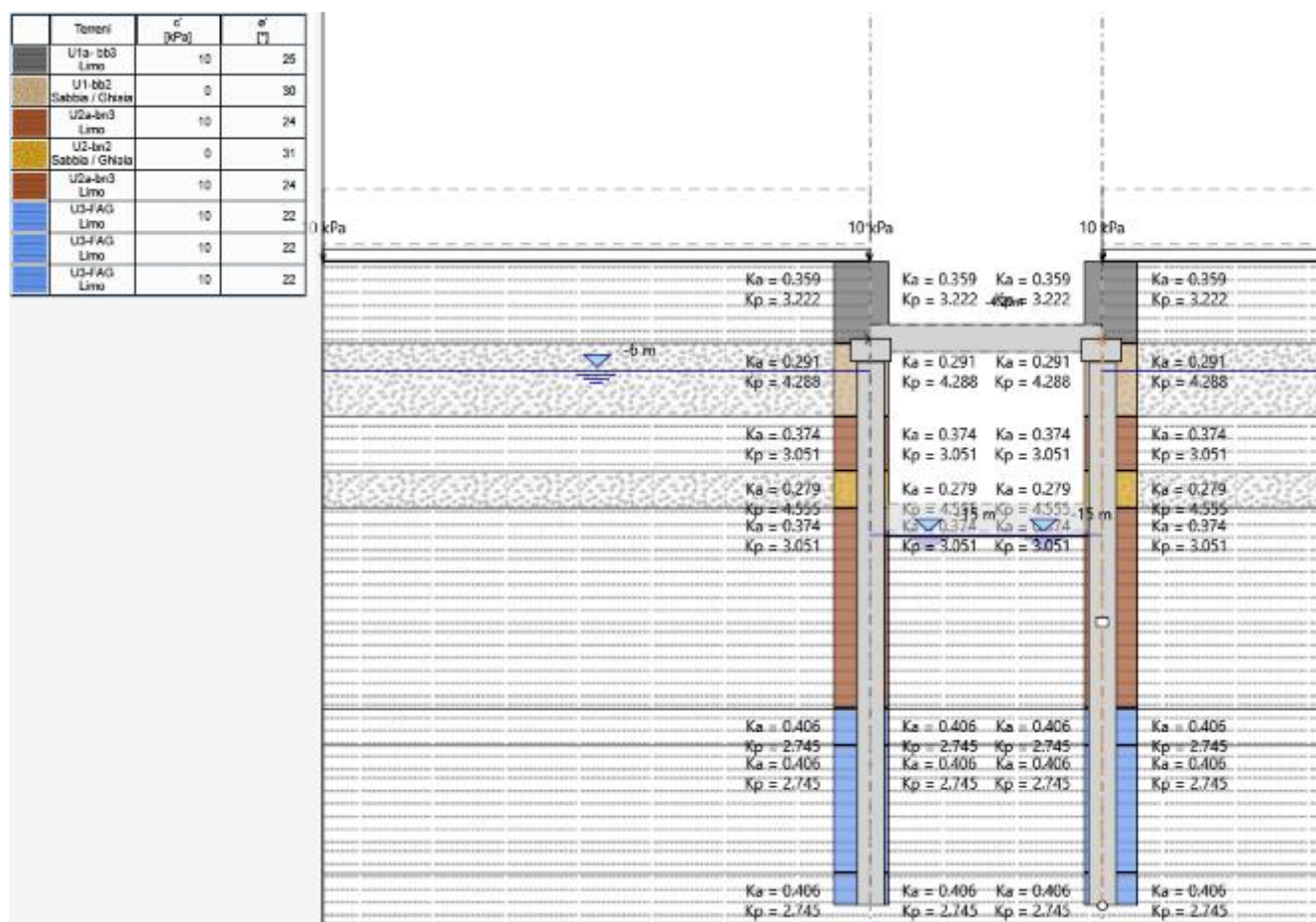


Figura 5. Coefficienti di spinta – Sezione tipo A



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

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

6.1.2 Spinte del terreno e dell'acqua modello SAP2000

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

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

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

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

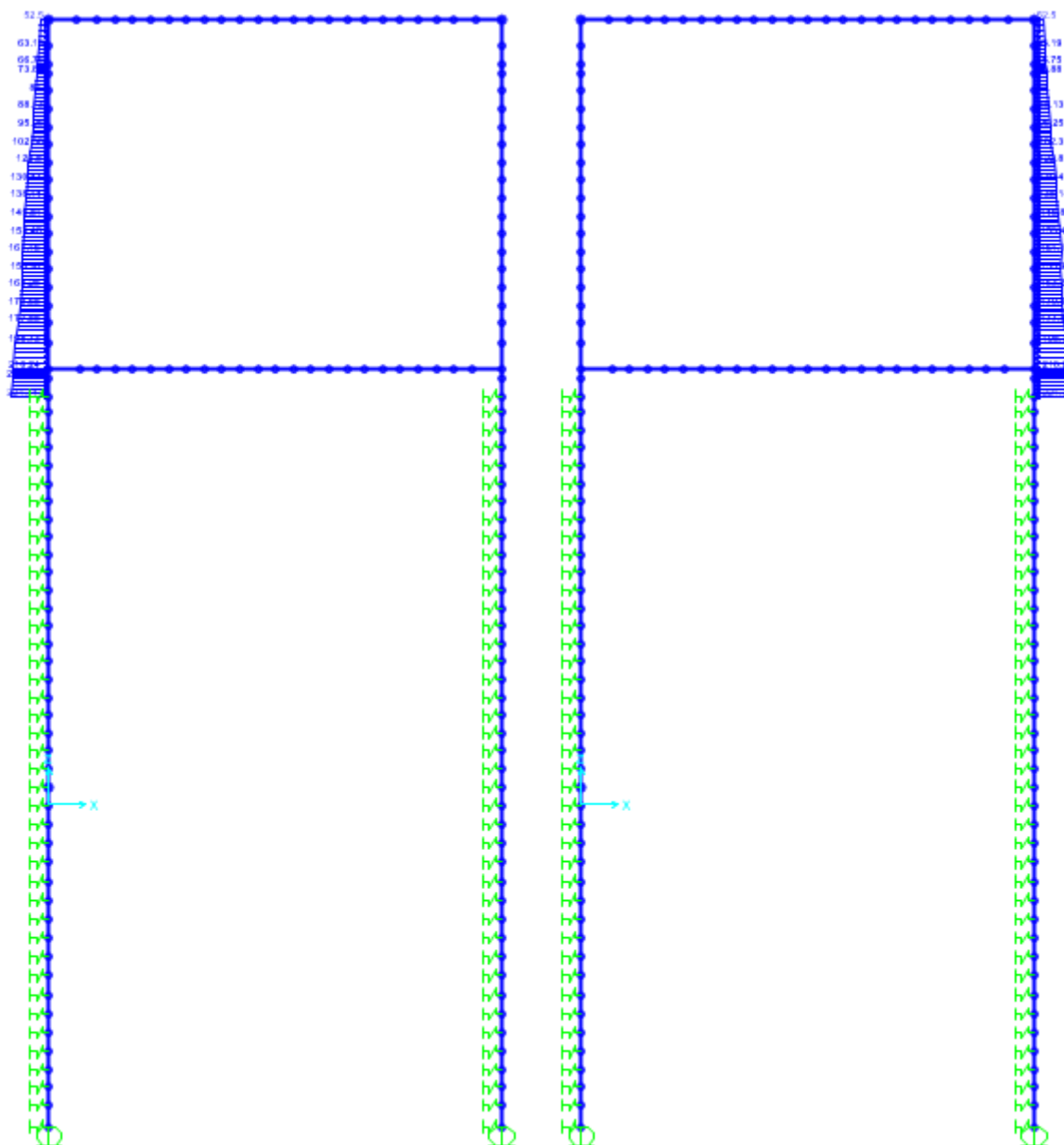


Figura 6. Condizione di carico SPsx e SPdx – Sezione tipo A

6.1.3 Spinta idrostatica fodere

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

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

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

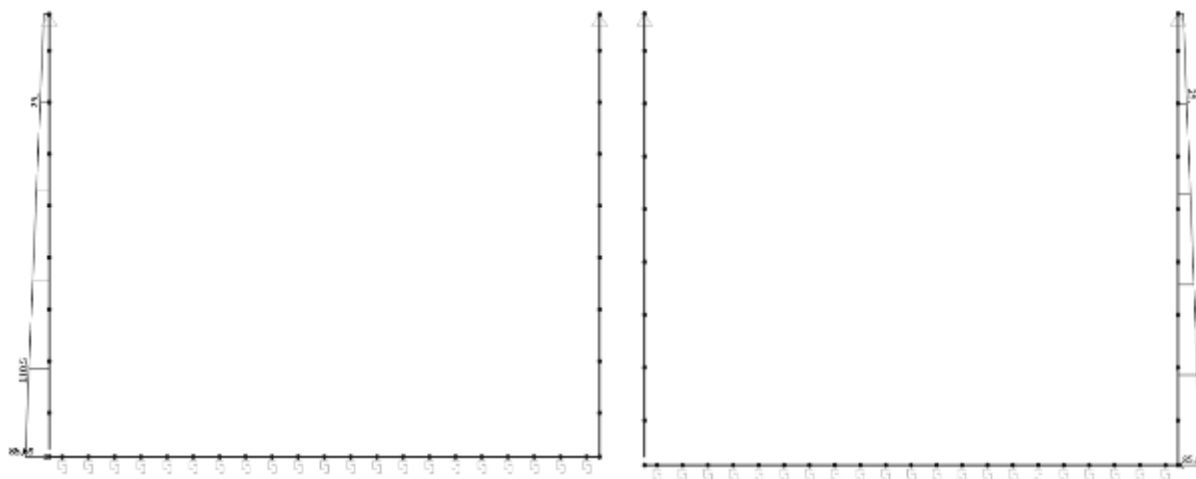


Figura 7. Spinta idrostatica sulle fodere– Lato SX e DX

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

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

La sottospinta agente sul solettone vale:

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

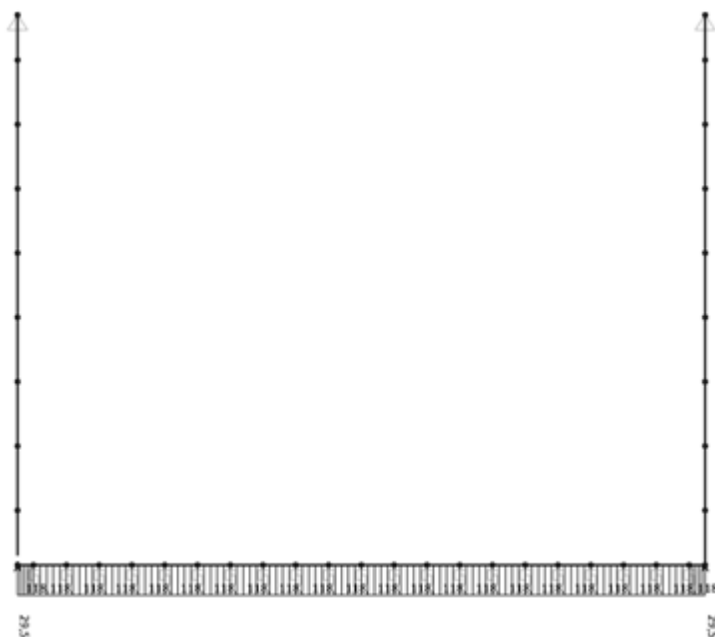


Figura 8. Spinta ideostatica sul solettone di fondazione

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

Per la sottospinta principale:

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

6.2 CARICHI ACCIDENTALI

Il sovraccarico a tergo dei diaframmi, dovuto ai mezzi di cantiere in fase di scavo, considerato agente a piano campagna pari a 10 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 kN al decollo su una superficie di $12.5 \times 4.3 \text{ m}$, dove 12.5 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 kPa viene ulteriormente ripartito considerando un'altezza del ricoprimento pari a 3.15 m e una diffusione del carico nel terreno con un angolo di 35° e nel solettone di copertura con un angolo di 45° . Cautelativamente, il carico è stato ripartito sulla minima altezza di ricoprimento nel tratto di galleria relativo alla sezione tipo A interferente con il futuro Aeroporto. Si assume quindi:

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

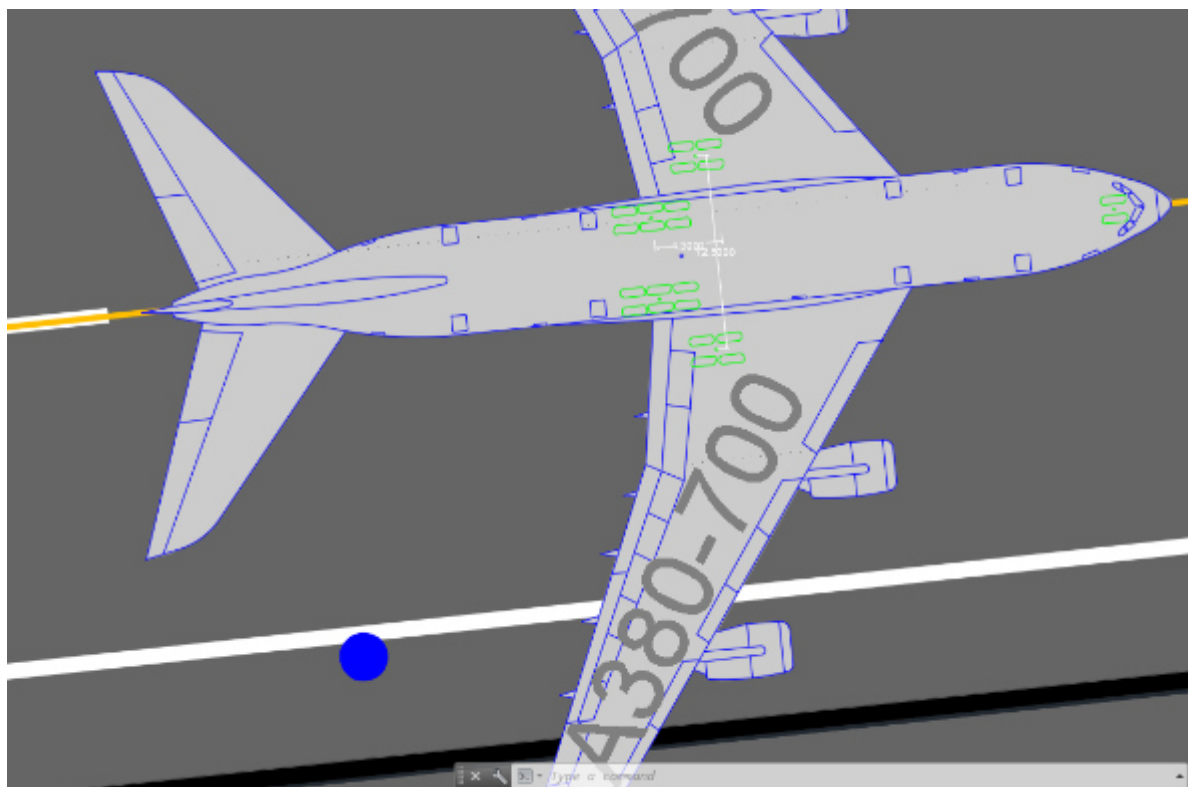


Figura 9. Superficie di ripartizione aereomobile A380-700.



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

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

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

Q	
57.6 kN/m ²	
SQsx	SQdx
28.80	-28.8
28.80	-28.8
28.80	-28.8
28.80	-28.8
28.80	-28.8
28.80	-28.8
28.80	-28.8
28.80	-28.8
28.80	-28.8
34.17	-34.2
34.17	-34.2
34.17	-34.2
34.17	-34.2
34.17	-34.2
34.17	-34.2
27.93	-27.9
27.93	-27.9
27.93	-27.9
27.93	-27.9
34.17	-34.2
34.17	-34.2
34.17	-34.2
34.17	-34.2

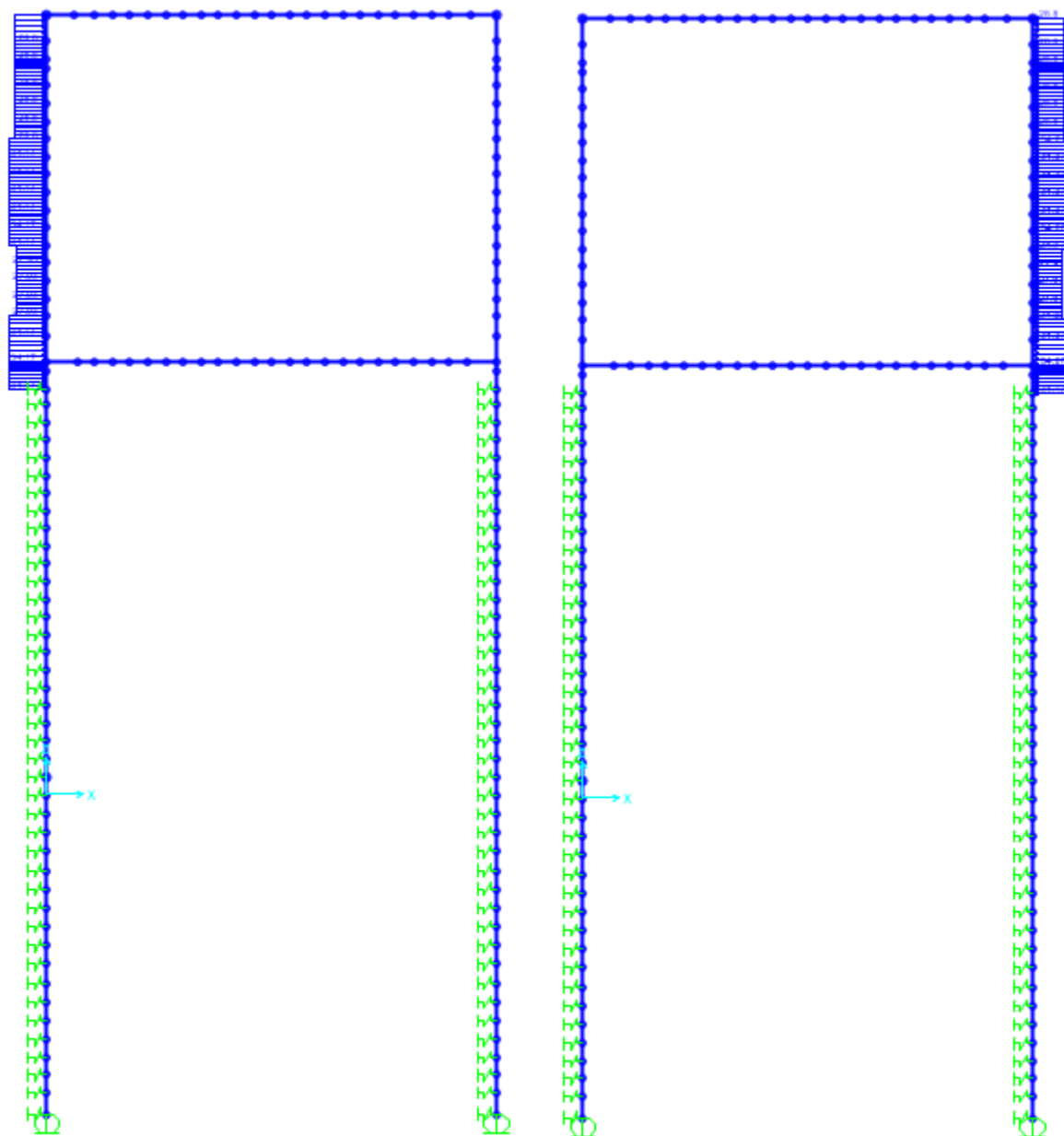


Figura 10. Spinte dovute al carico dell'areomobili SQsx e SQdx.

6.2.1 Carico accidentale sulla soletta di fondazione

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

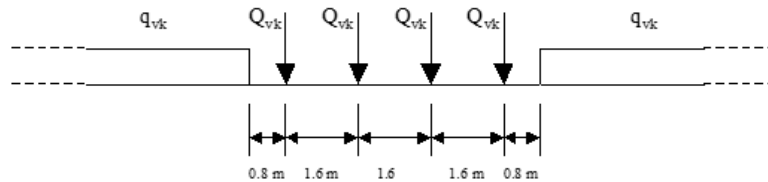


Figura 11. Schema di Carico del treno

quattro assi da 250 kN disposti ad interasse di 1,60 m ($Q_{vk} = 250$ kN)
 carico distribuito di 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0.80 m dagli assi di estremità e per una lunghezza illimitata ($q_{vk} = 80$ kN/m)

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

In direzione trasversale i carichi vengono ripartiti, a partire da una dimensione pari alla larghezza della traversa (2.4 m). Arrivando fino al piano medio del traverso di fondazione dello scatolare, si è adottata una diffusione di 4:1 all'interno dello strato di ballast (altezza strato: 0.8 m) e di 1:1 nello strato di calcestruzzo della fondazione stessa (altezza massciata + metà solettone: 0.7 m + 0.75 m = 1.45 m).

Il valore del carico uniformemente distribuito, applicato sull'asse del solettone, per una superficie di influenza di 5.7 m. Tale superficie si sovrappone centralmente, è stato modellato ciò raddoppiando la forza nella zona di sovrapposizione.

Quindi:

carico LM71: 1000 kN

diffusione longitudinale: 6.40 m

carico distribuito per metro: $1000\text{kN} / 6.4\text{ m} = 156.25$ 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.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

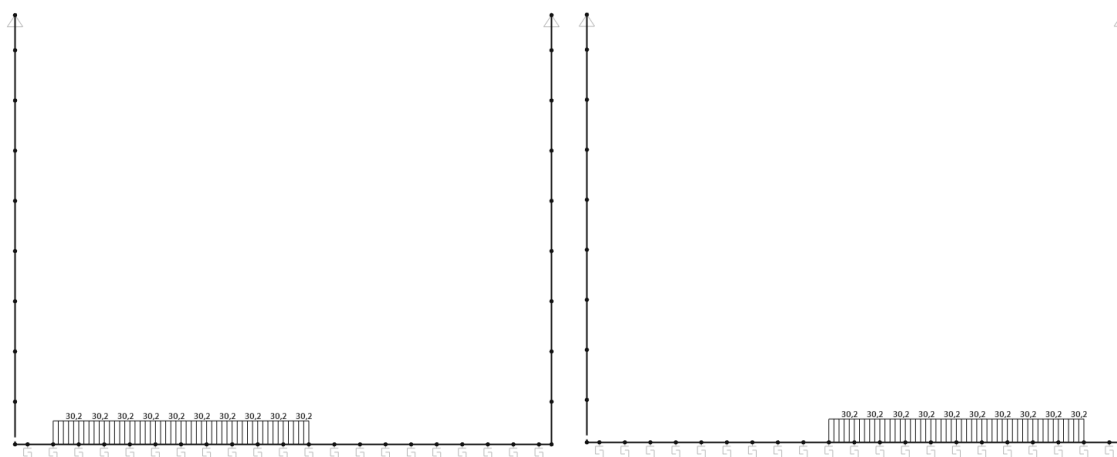


Figura 12. Carico del treno sul solettone di fondo – Accidentale treno SX e DX

6.3 AZIONE TERMICA

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

6.1 RITIRO

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



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

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

6.2 AZIONE SISMICA

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

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

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

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

dove a_{\max} è valutata come

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

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

I carichi sismici dovuti all'inerzia dei diaframmi e all'incremento 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 :

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

Il carico dovuto all'inerzia del diaframma vale

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

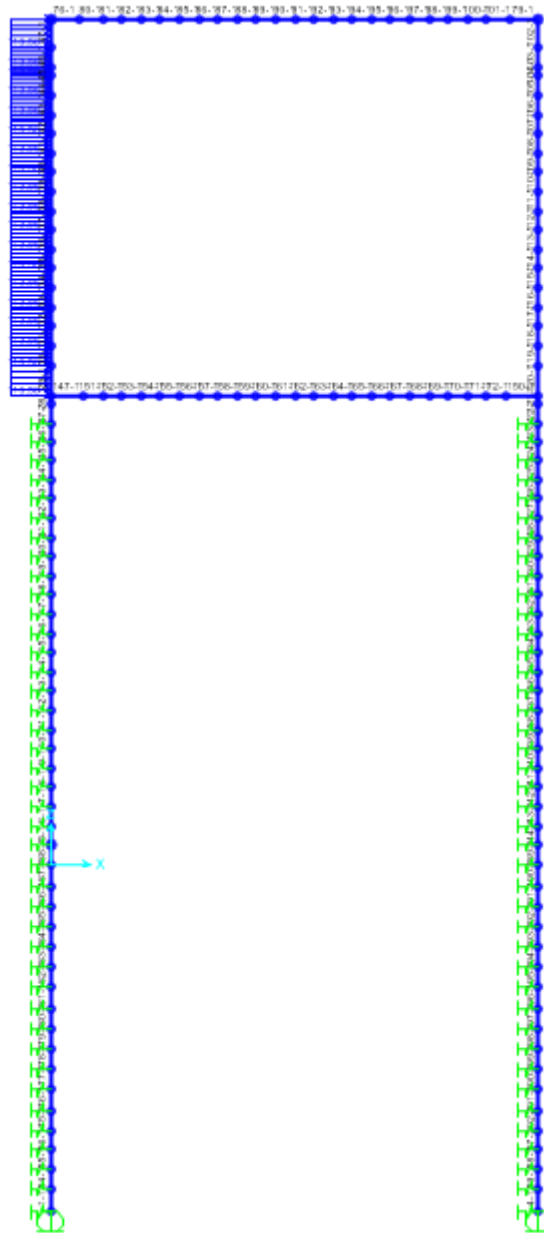


Figura 13. Carico dovuto al sisma – Metodo di Wood



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

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

6.3 COMBINAZIONI DI CARICO

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

6.3.1 Combinazioni di carico per il diaframma

Tabella 2. Combinazioni per il modello Paratie plus

6.3.2 Combinazioni di carico per la struttura interna

Le azioni descritte in precedenza sono state combinate, secondo le diverse combinazioni di carico statiche, 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.

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

Tabella 3. Combinazioni per il modello struttura interna SAP2000



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

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

6.3.1 Combinazioni di carico per la galleria (Modello SAP2000)

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

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

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

Tabella 4. Combinazioni per il modello Galleria - SAP2000

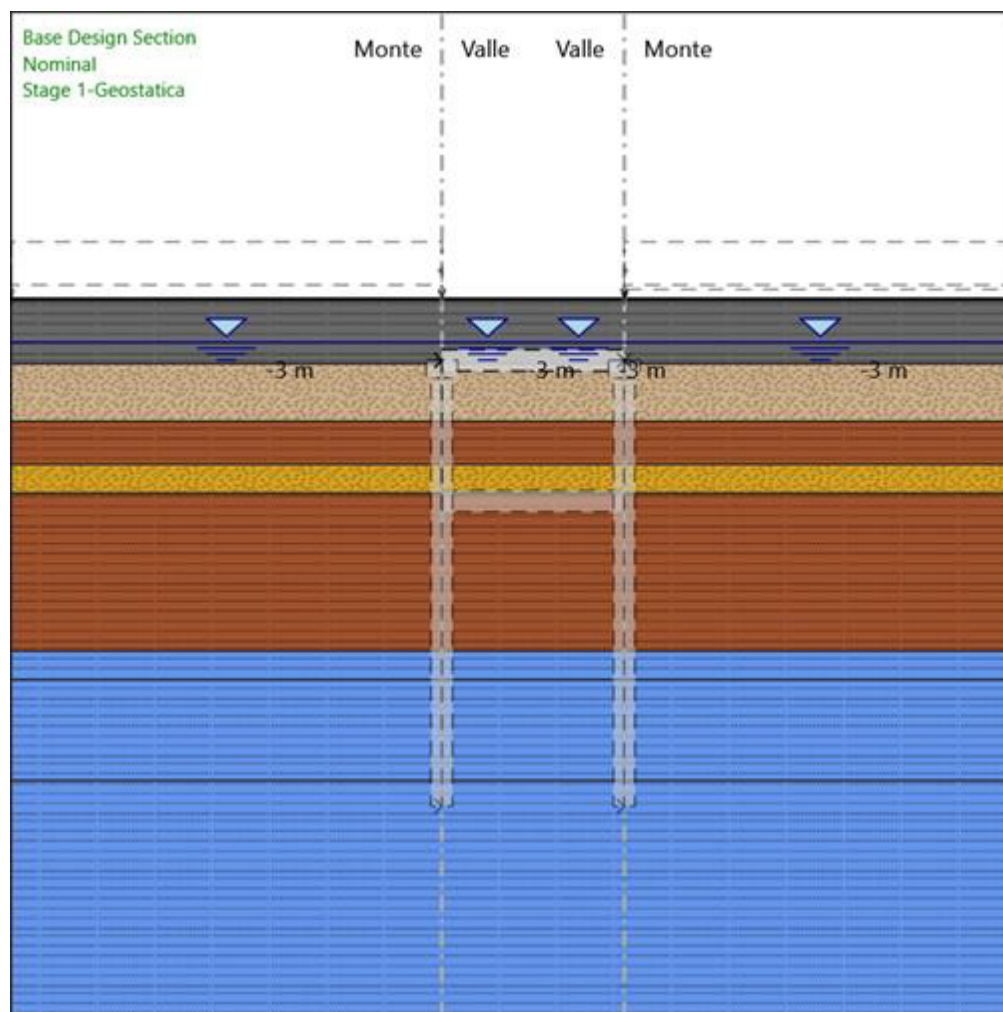
7 MODELLI DI CALCOLO

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

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

7.1.1 Fasi di scavo e stage di calcolo

Stage 1-Geostatica





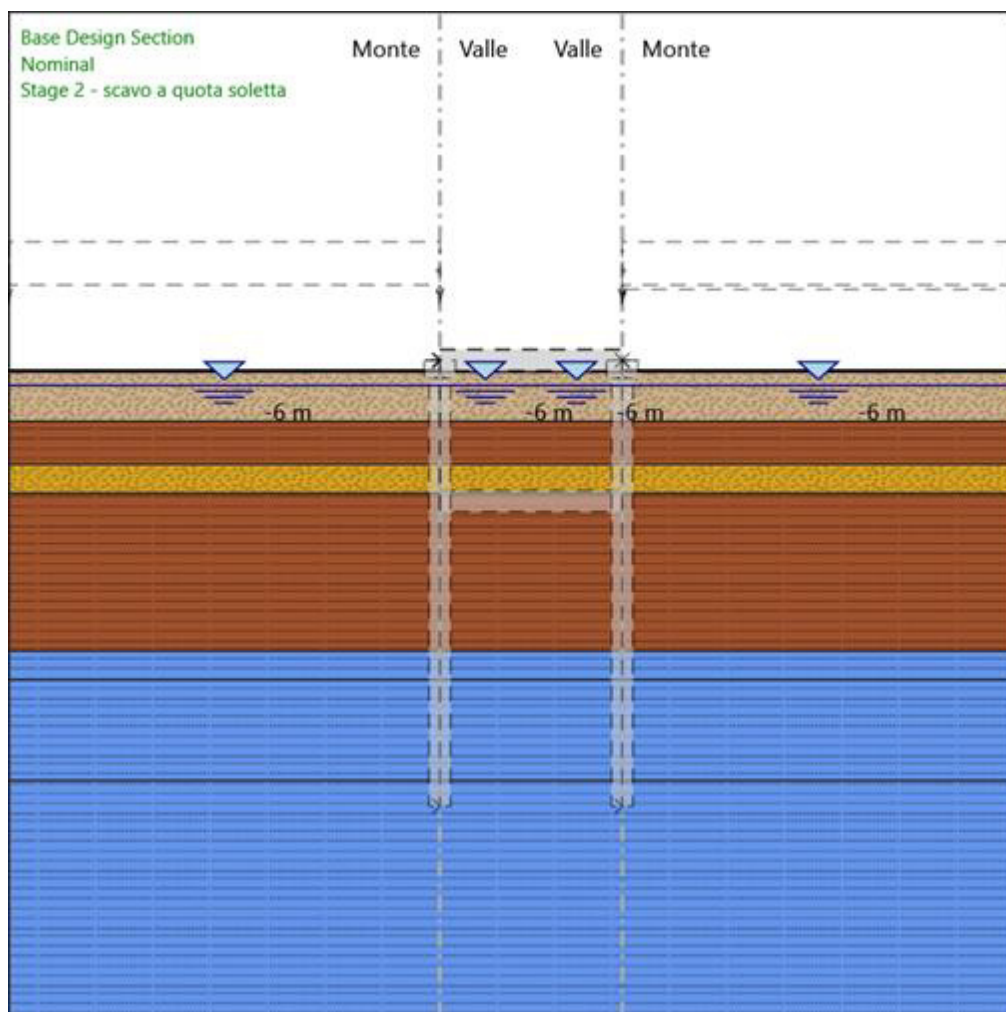
DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO
DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

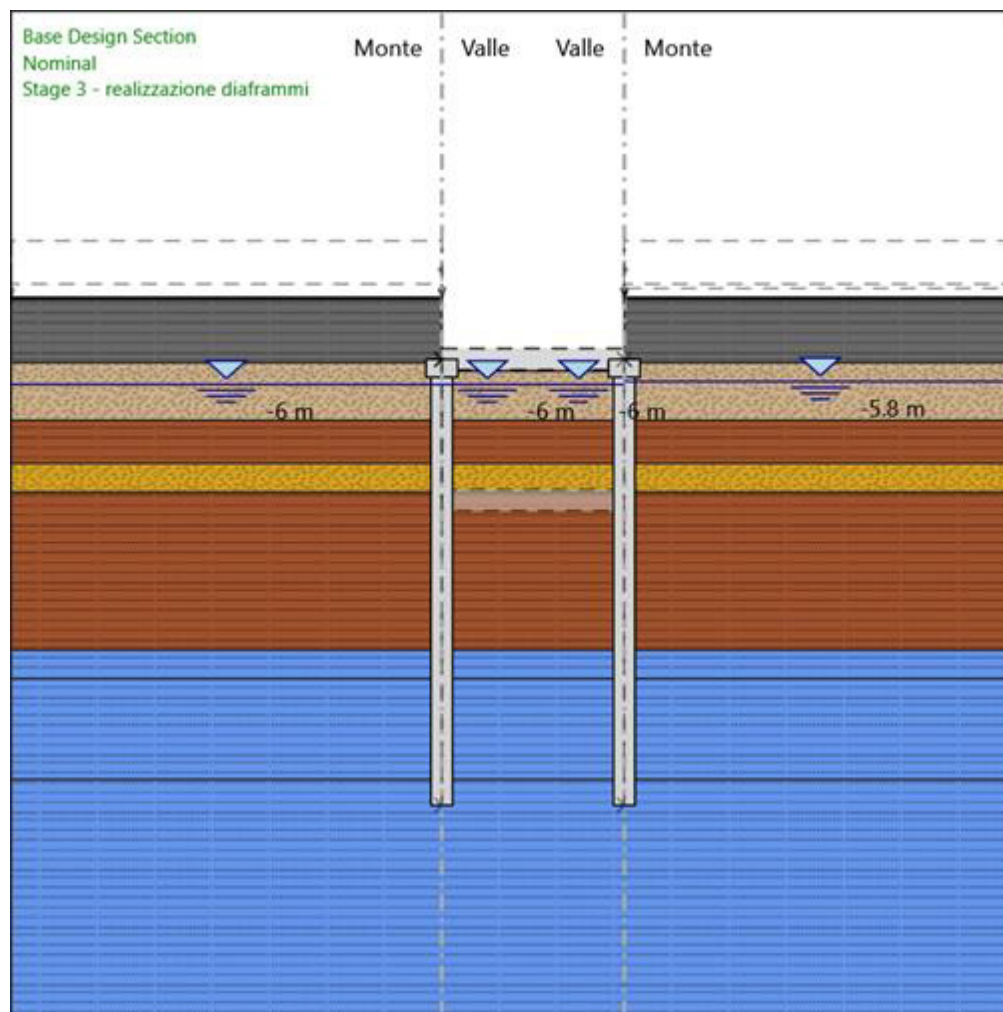
RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria
artificiale da km 0+922 A km 1+837

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

Stage 2 - scavo a quota soletta



Stage 3 - realizzazione diaframmi



Stage 3 - realizzazione diaframmi

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement_New_New

X : 0 m



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Paratia : WallElement_New_New_New

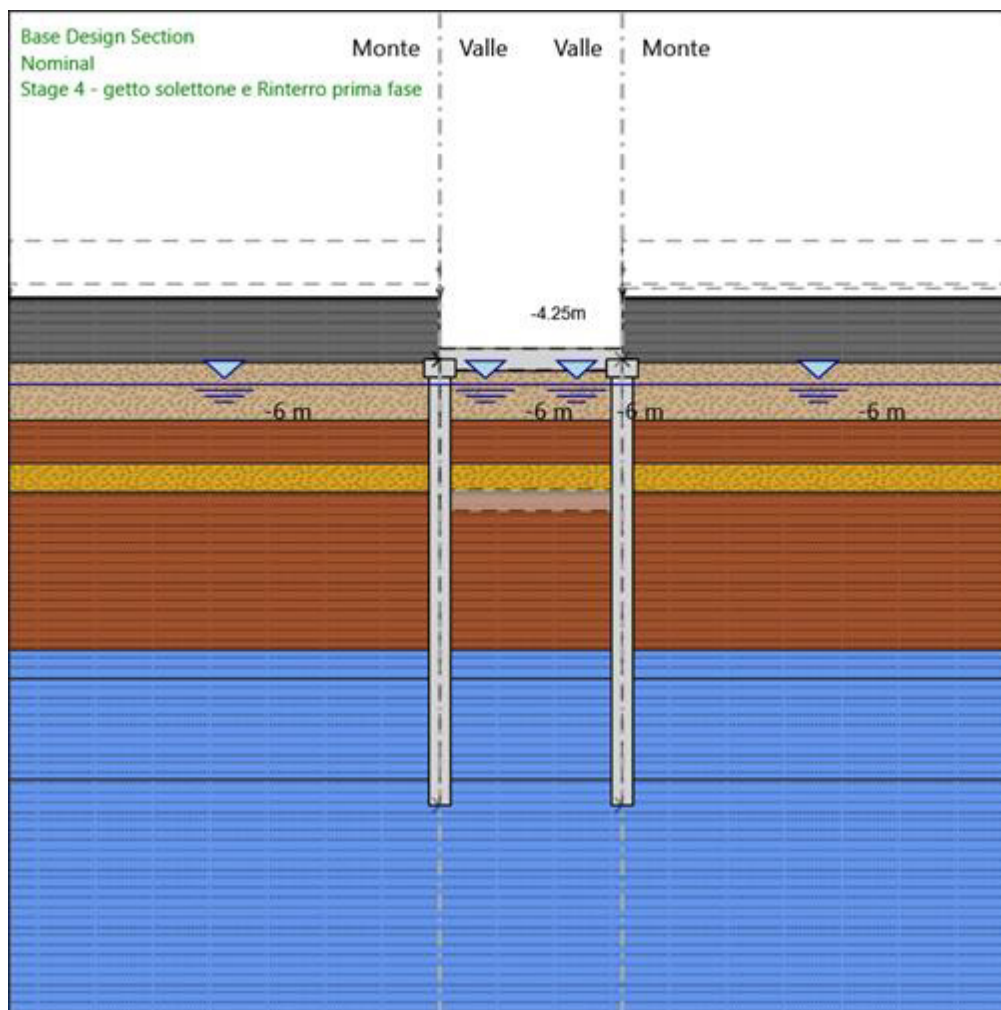
X : 12.7 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Stage 4 - Getto solettone e Rinterro prima fase



Stage 4 - Getto solettone e Rinterro prima fase



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement_New_New

X : 0 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Paratia : WallElement_New_New_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Soletta : Solettone prima fase

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 12.7 m

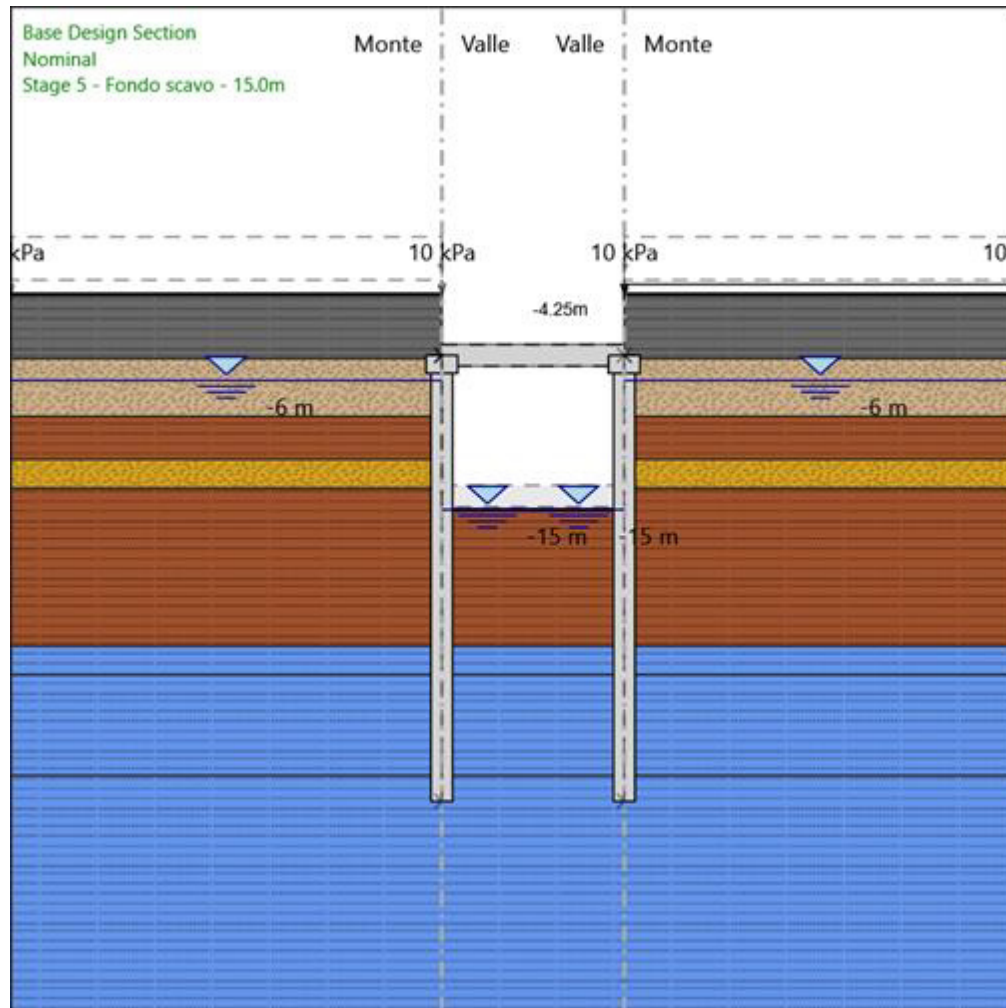
Z : -4.25 m

Lunghezza : 12.7 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta rinterro prima fase

Stage 5 - Fondo scavo - 15.0m



Stage 5 - Fondo scavo - 15.0m

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement_New_New



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

X : 0 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Paratia : WallElement_New_New_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Soletta : Solettone prima fase

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 12.7 m

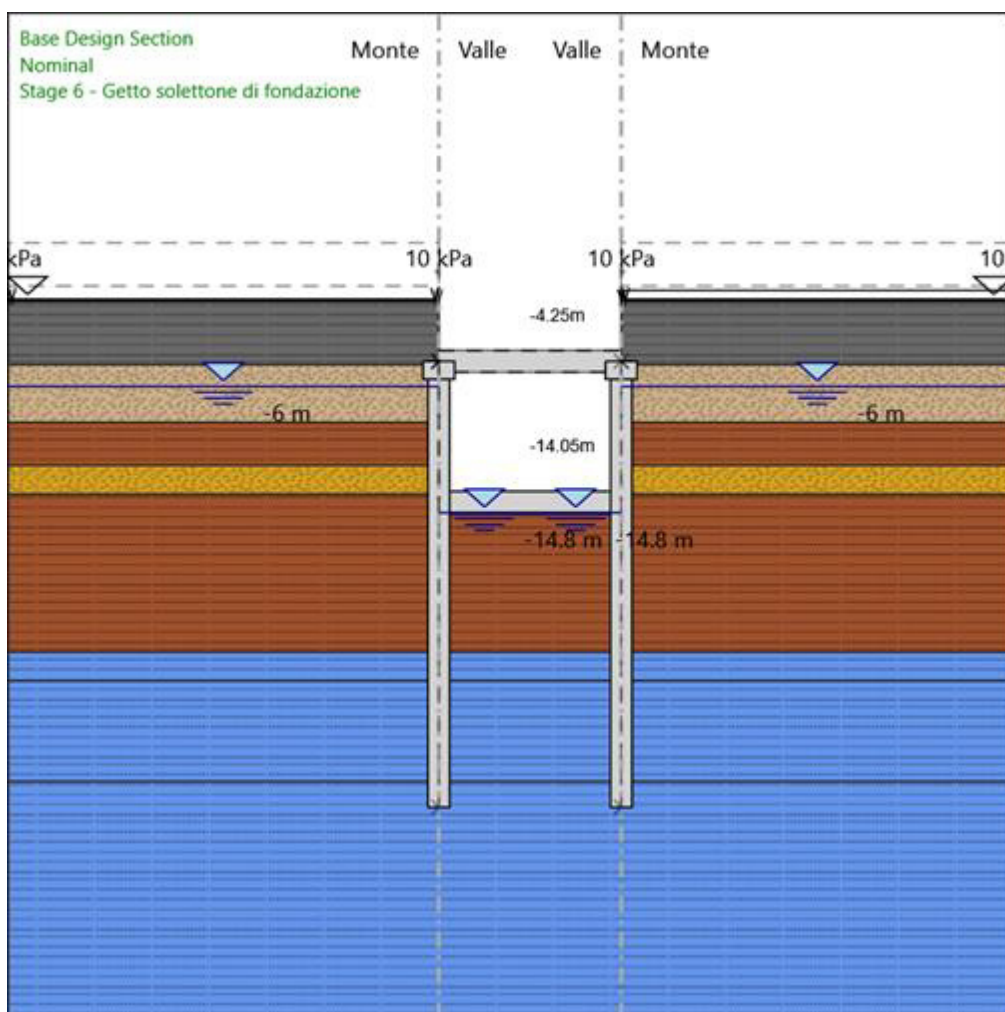
Z : -4.25 m

Lunghezza : 12.7 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta rinterro prima fase

Stage 6 - Getto solettone di fondazione



Stage 6 - Getto solettone di fondazione

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Soletta : fondazione

X del primo muro : 0 m



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

X del secondo muro : 12.7 m

Z : -14.05 m

Lunghezza : 12.7 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta fon

Paratia : WallElement_New_New

X : 0 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Paratia : WallElement_New_New_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Soletta : Solettone prima fase

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 12.7 m

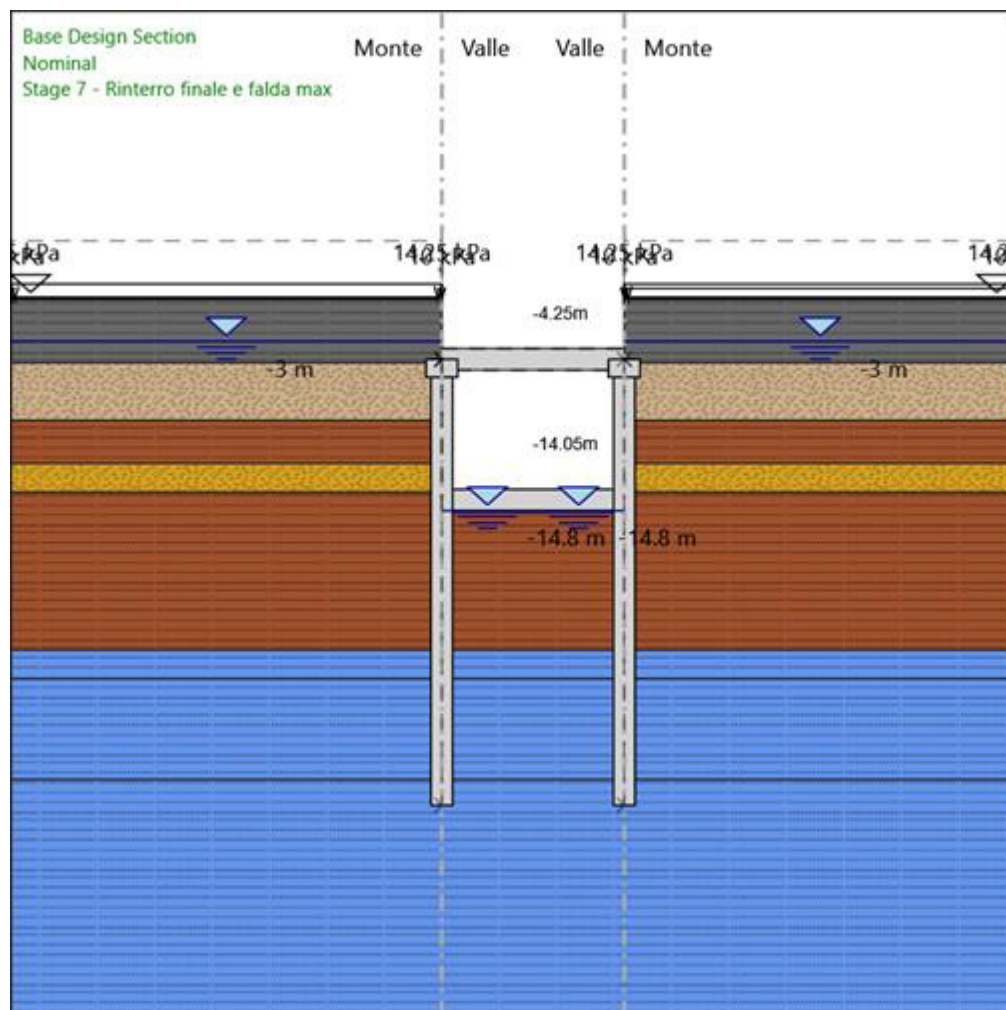
Z : -4.25 m

Lunghezza : 12.7 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta rinterro prima fase

Stage 7 - Rinterro finale e falda max



Stage 7 - Rinterro finale e falda max

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Soletta : fondazione

X del primo muro : 0 m



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

X del secondo muro : 12.7 m

Z : -14.05 m

Lunghezza : 12.7 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta fon

Paratia : WallElement_New_New

X : 0 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Paratia : WallElement_New_New_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Soletta : Rinterro finale

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 12.7 m

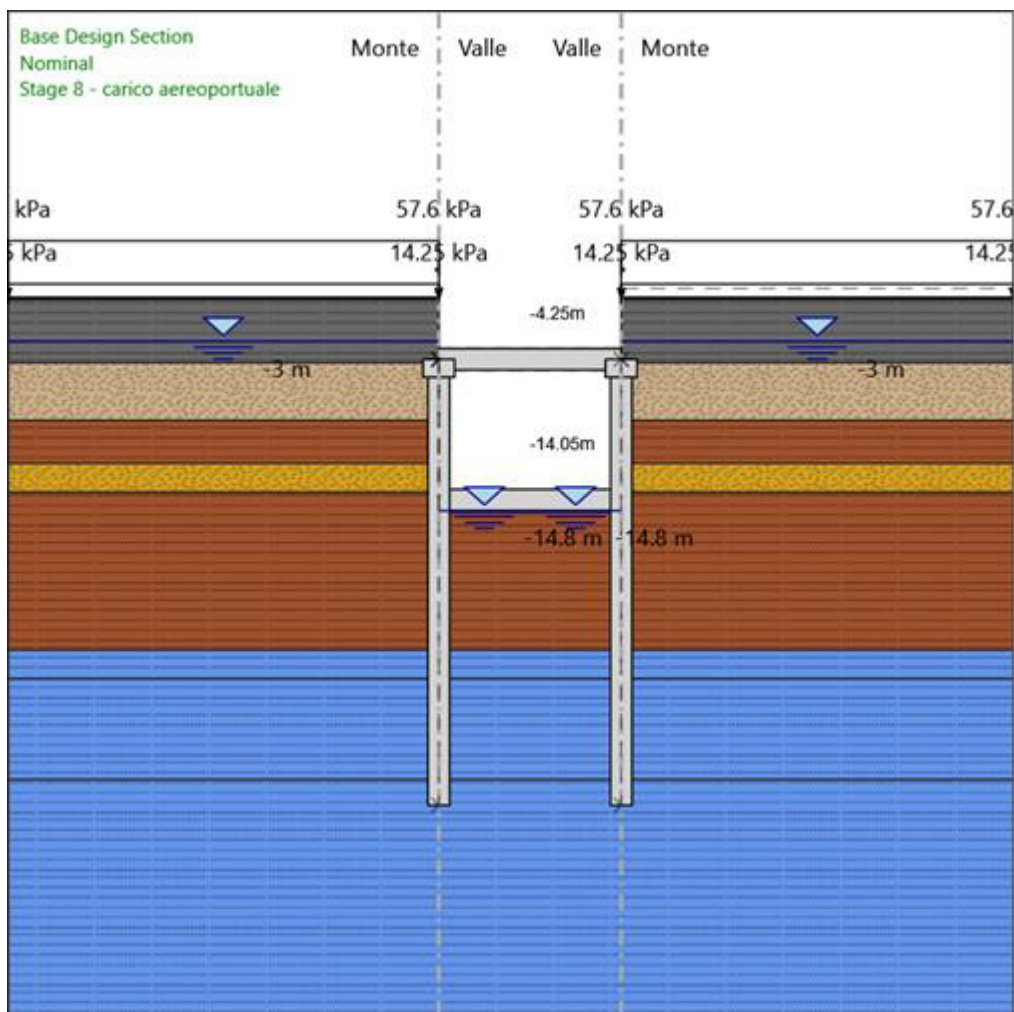
Z : -4.25 m

Lunghezza : 12.7 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta cop finale

Stage 8 - carico aeroportuale



Stage 8 - carico aeroportuale

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Soletta : fondazione

X del primo muro : 0 m



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

X del secondo muro : 12.7 m

Z : -14.05 m

Lunghezza : 12.7 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta fon

Paratia : WallElement_New_New

X : 0 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Paratia : WallElement_New_New_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Soletta : Copertura mobili

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 12.7 m

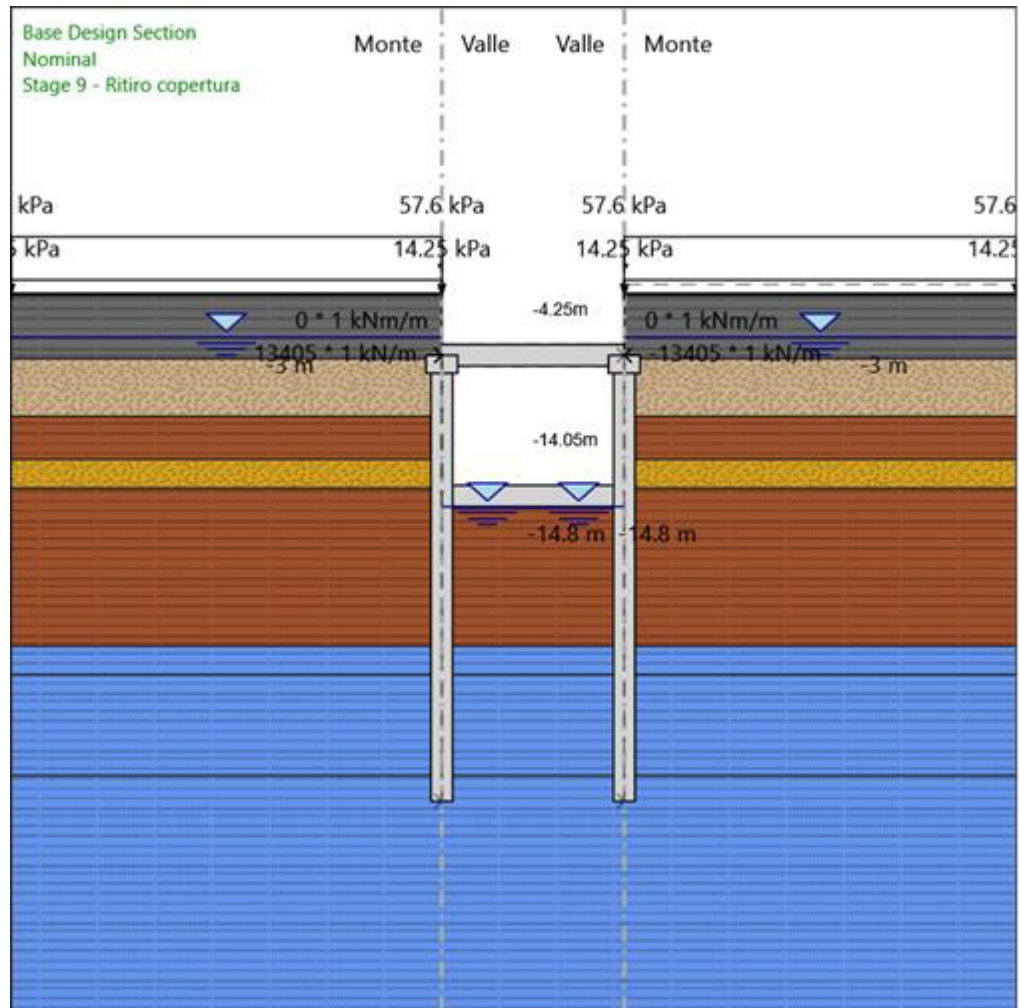
Z : -4.25 m

Lunghezza : 12.7 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta cop mobili

Stage 9 - Ritiro copertura



Stage 9 - Ritiro copertura

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Soletta : fondazione

X del primo muro : 0 m



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

X del secondo muro : 12.7 m

Z : -14.05 m

Lunghezza : 12.7 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta fon

Paratia : WallElement_New_New

X : 0 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Paratia : WallElement_New_New_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Soletta : Copertura mobili

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 12.7 m

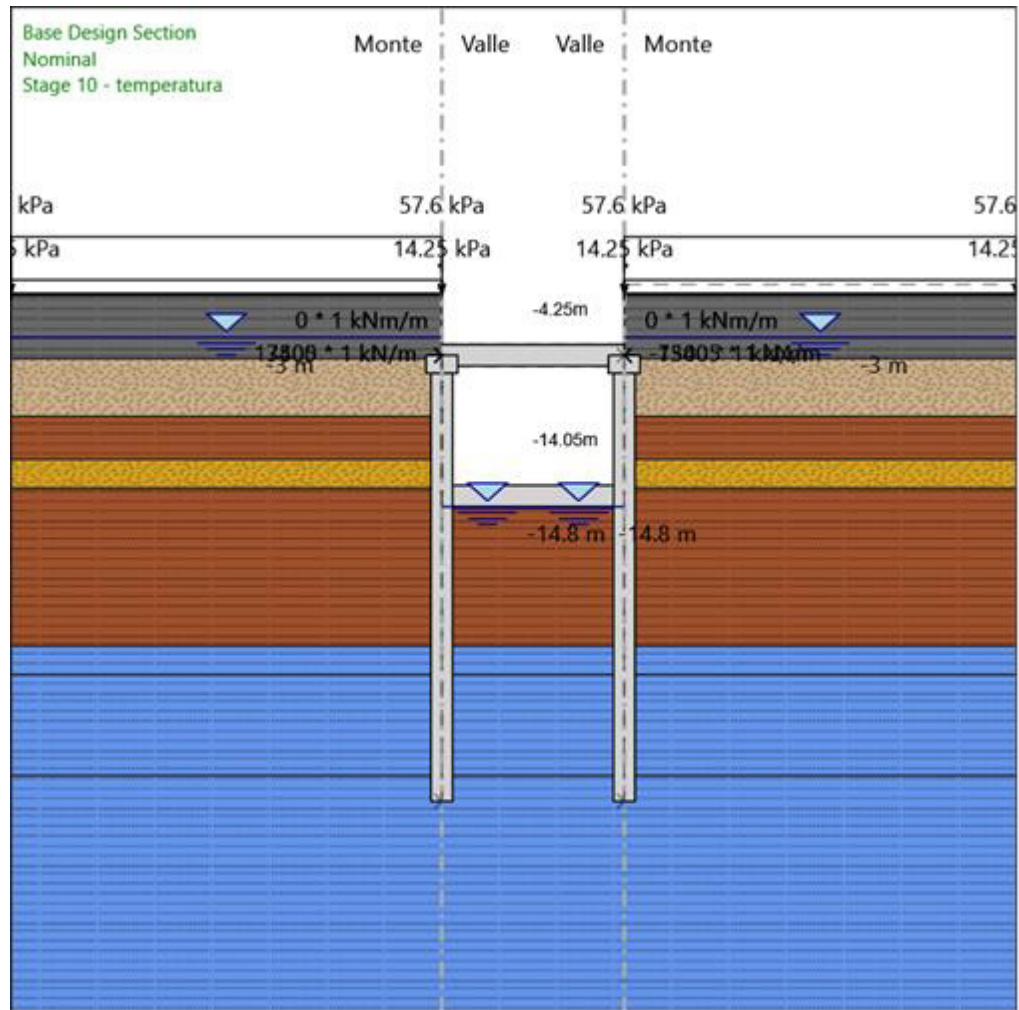
Z : -4.25 m

Lunghezza : 12.7 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta cop mobili

Stage 10 - temperatura



Stage 10 - temperatura

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Soletta : fondazione

X del primo muro : 0 m



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

X del secondo muro : 12.7 m

Z : -14.05 m

Lunghezza : 12.7 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta fon

Paratia : WallElement_New_New

X : 0 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Paratia : WallElement_New_New_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Soletta : Copertura mobili

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 12.7 m

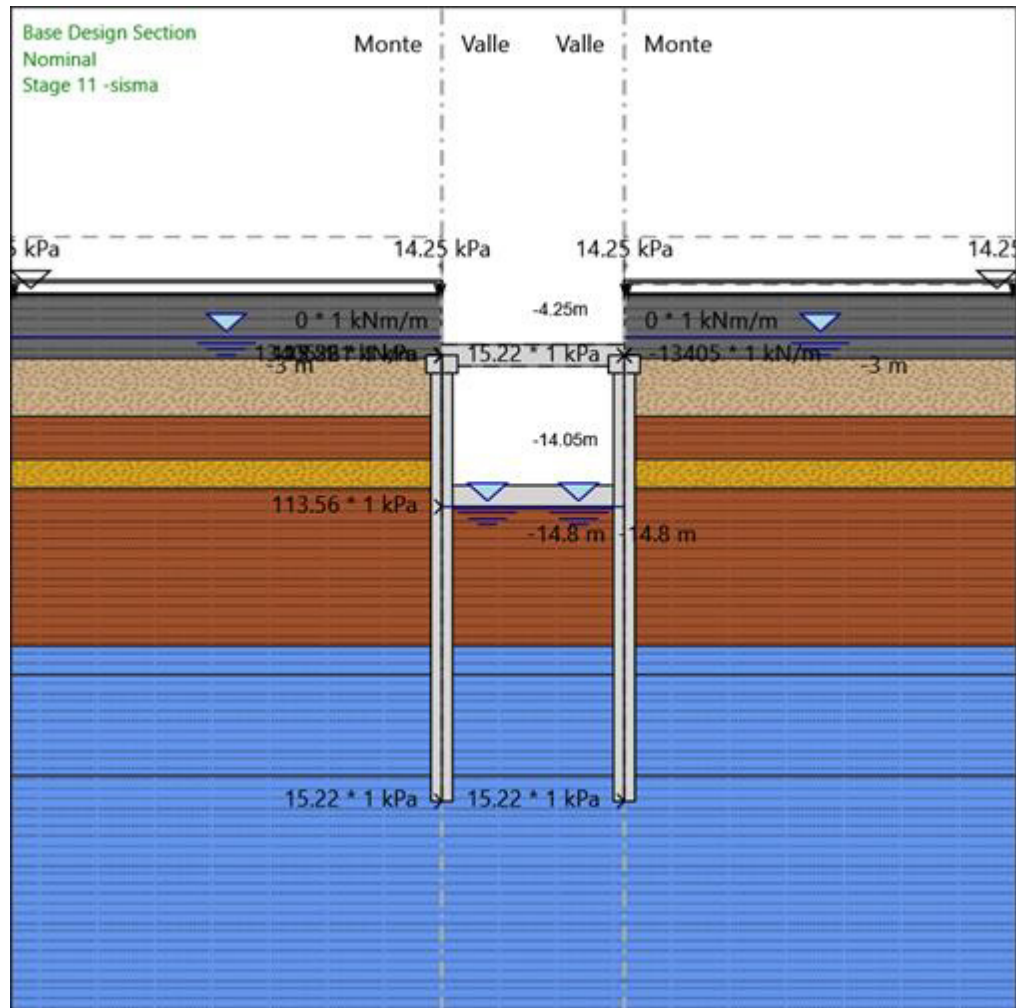
Z : -4.25 m

Lunghezza : 12.7 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta cop mobili

Stage 11 -sisma



Stage 11 -sisma

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -5.5 m

Quota di fondo : -35.3 m

Sezione : Diaf1500

Soletta : fondazione

X del primo muro : 0 m



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

X del secondo muro : 12.7 m

Z : -14.05 m

Lunghezza : 12.7 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta fon

Paratia : WallElement_New_New

X : 0 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Paratia : WallElement_New_New_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -4.25 m

Quota di fondo : -5.5 m

Sezione : Cordolo 2200

Soletta : Rinterro finale

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 12.7 m

Z : -4.25 m

Lunghezza : 12.7 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta cop finale



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

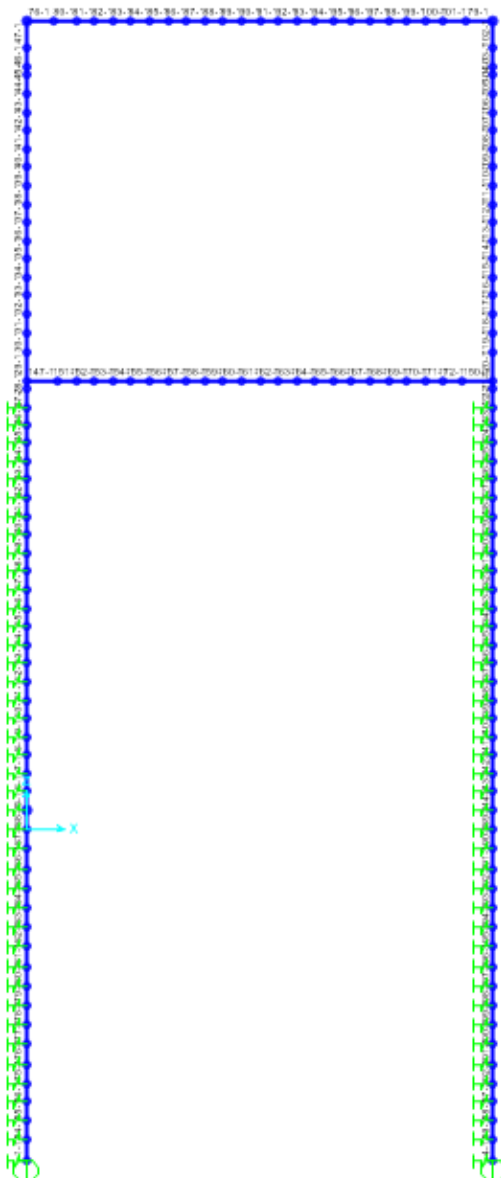
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01A0 001	A	50 di 147

7.2 MODELLAZIONE GALLERIA IN FASE FINALE

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

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

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



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

Figura 14. Modello strutturale galleria – Sez A

7.3 MODELLAZIONE STRUTTURA INTERNA

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

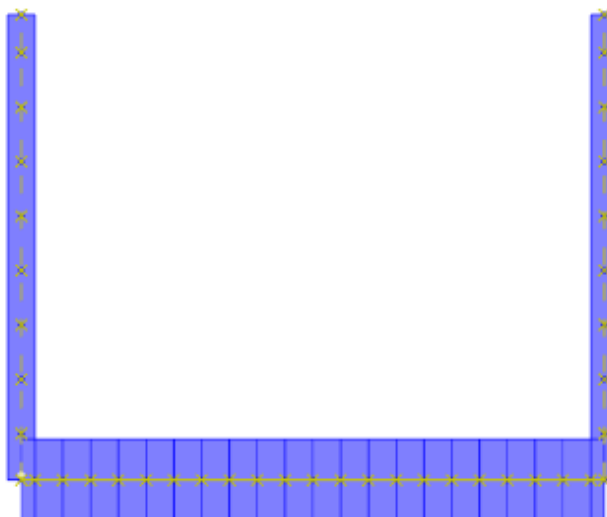


Figura 15. Modello struttura interna

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

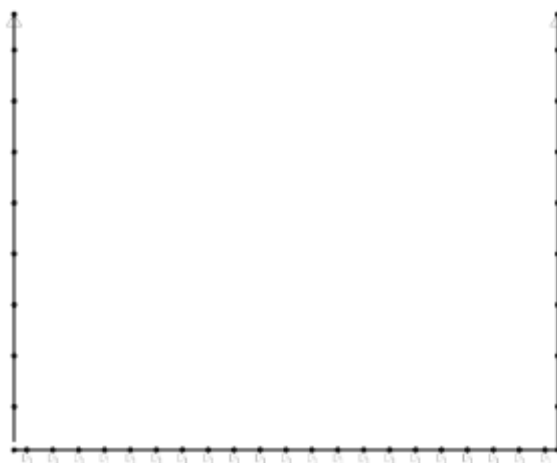


Figura 16. Vincoli

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

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

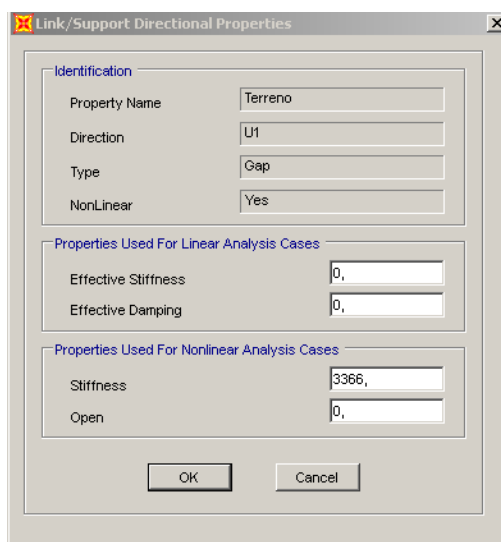


Figura 17. Proprietà n-link.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

8 ANALISI E VERIFICHE

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

8.1 RISULTATI DIAFRAMMI

8.1.1 Sollecitazioni

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

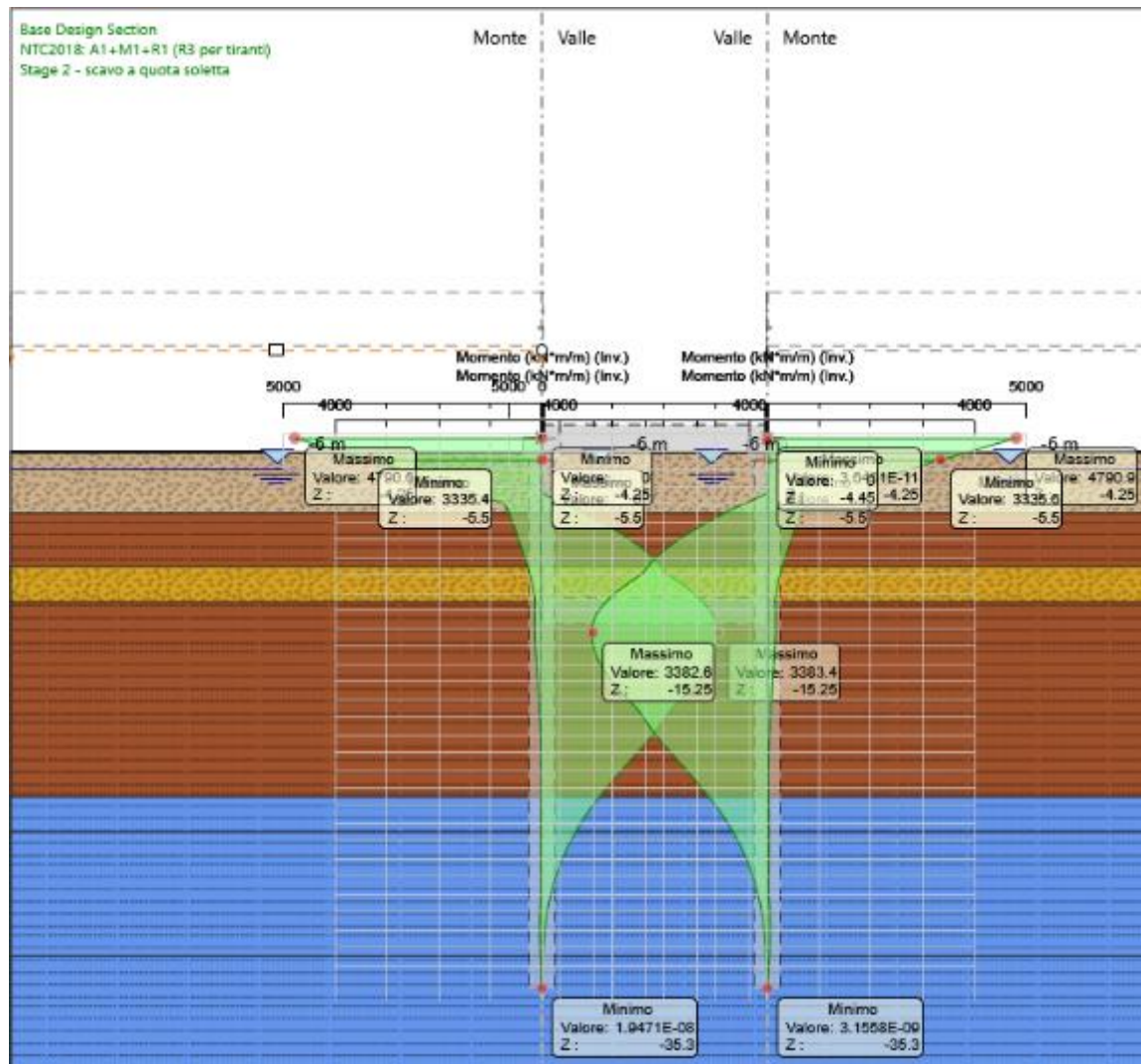


Figura 18. Involuppo Momenti flettenti – A1+M1+R3

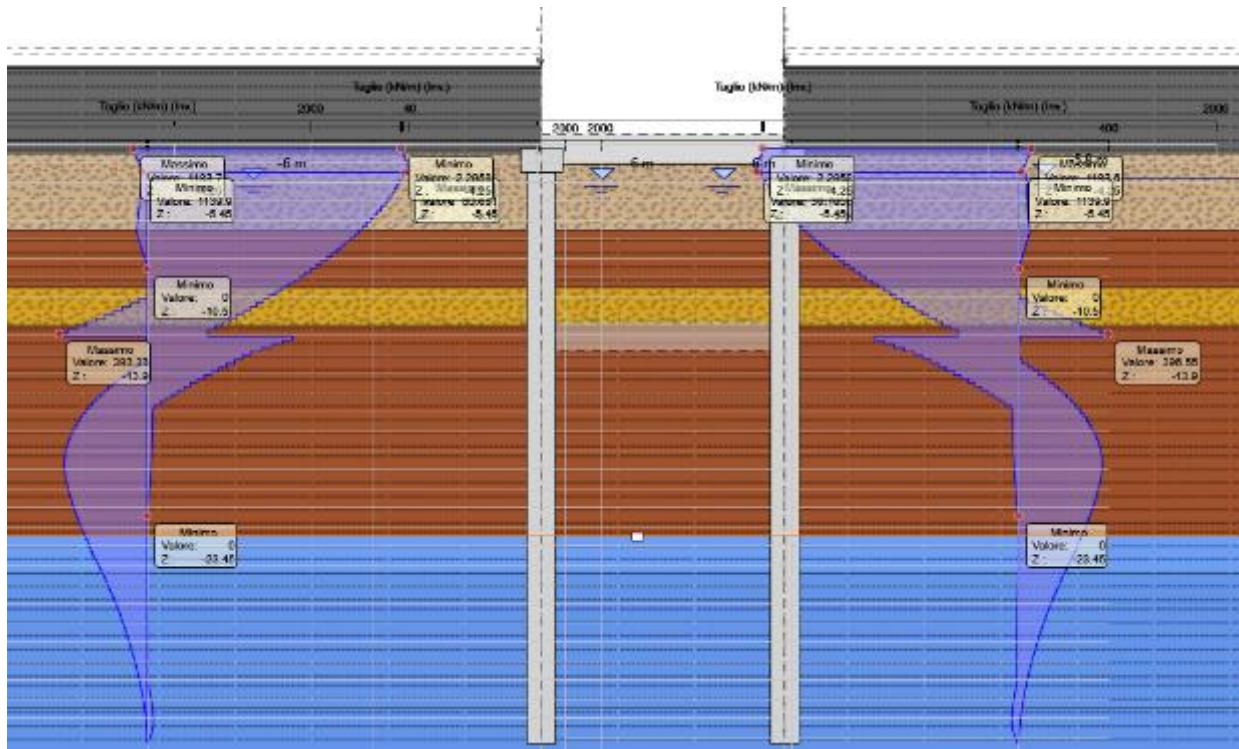


Figura 19. Involuppo Sforzo di taglio – A1+M1+R3

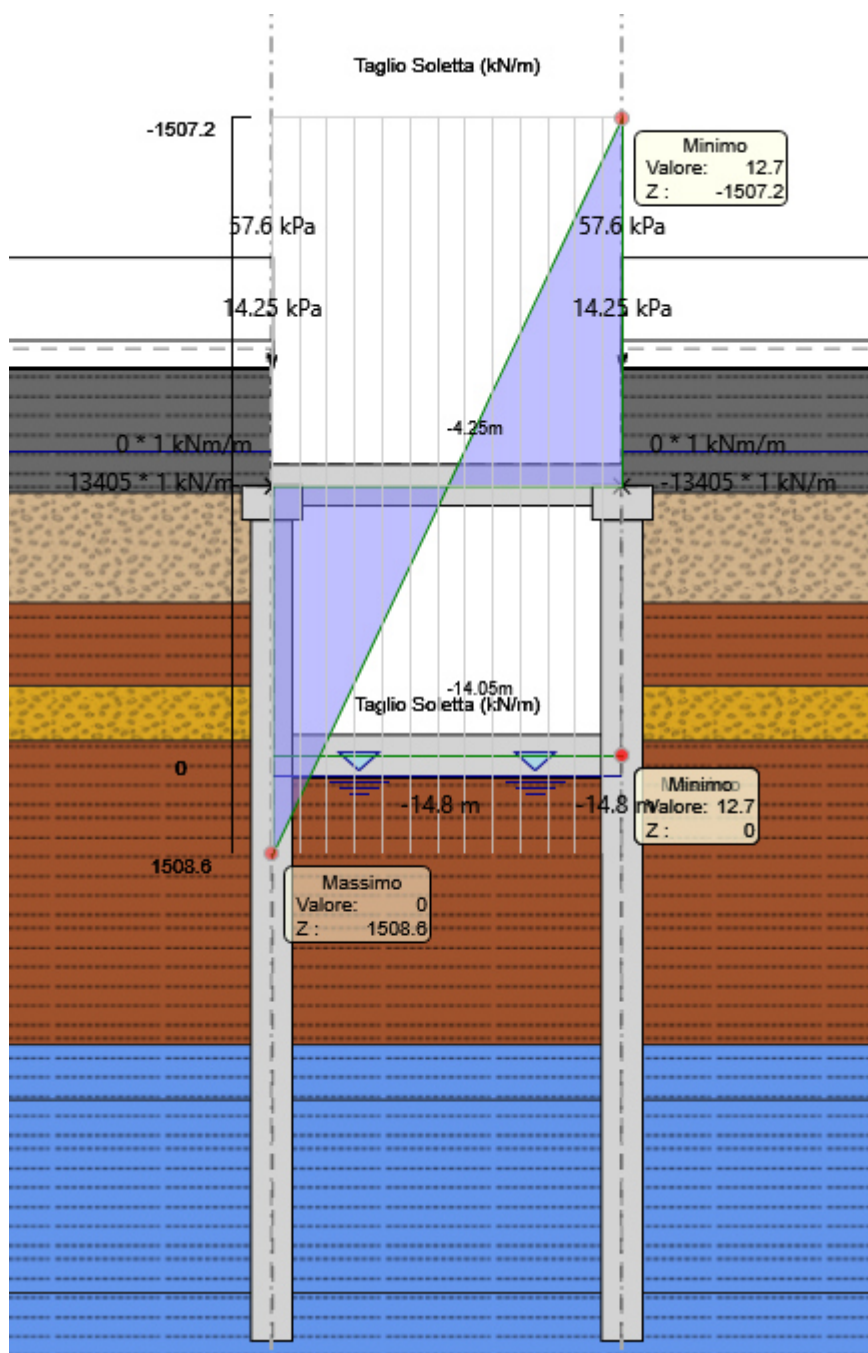


Figura 20. Sforzo normale in sommità al diaframma – A1+M1+R3

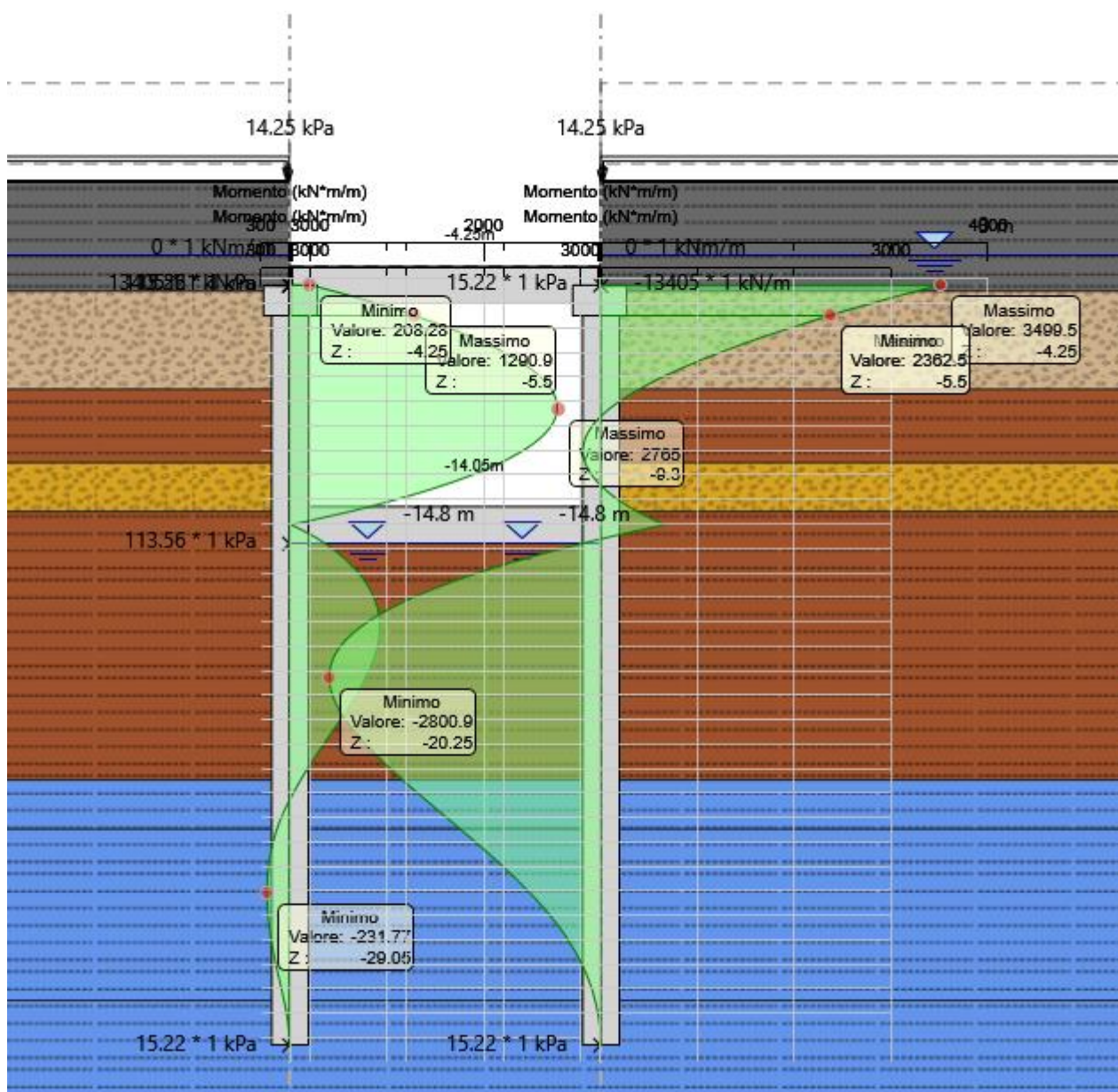


Figura 21. Momenti flettenti – Sisma

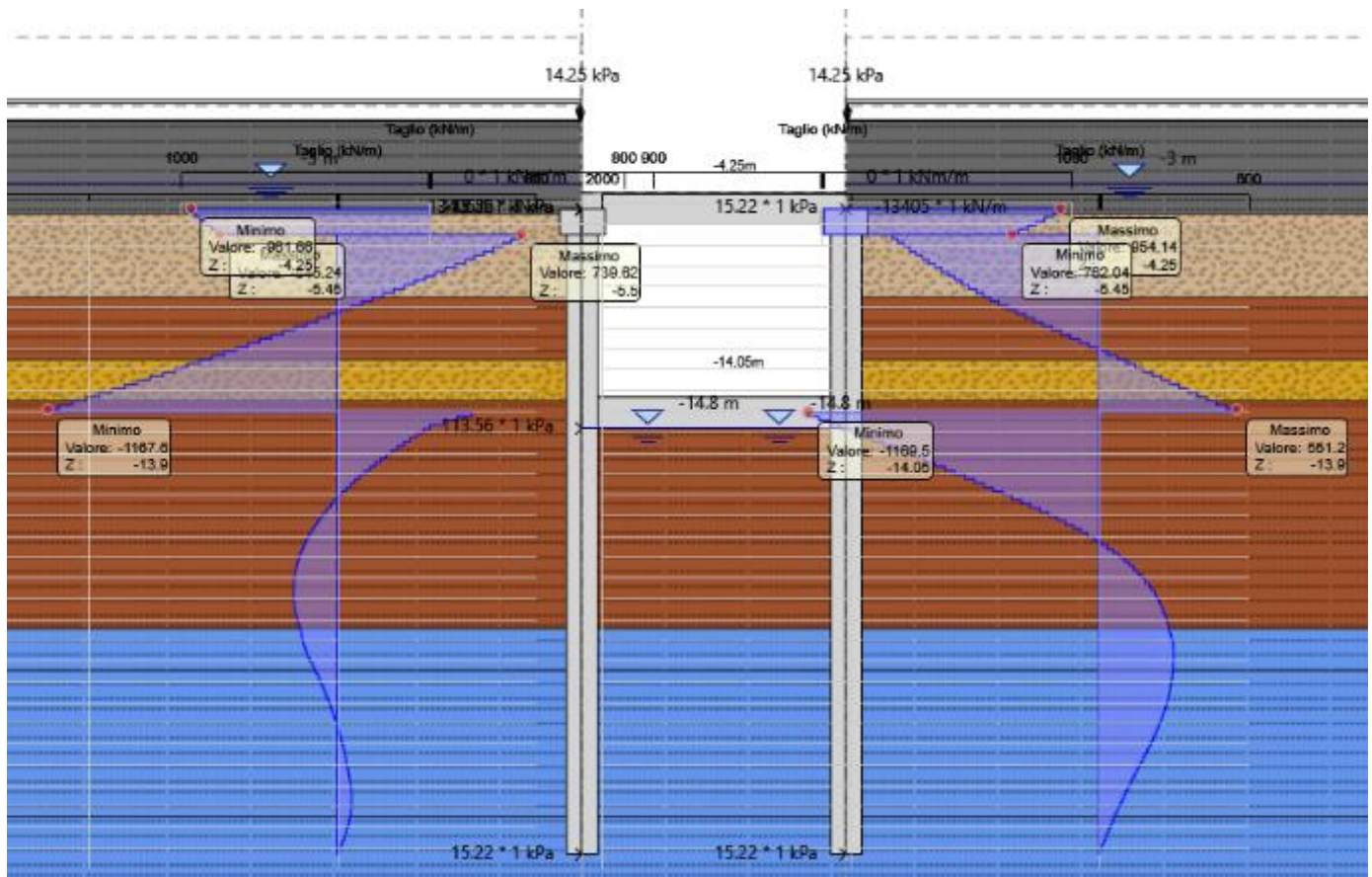


Figura 22. Sforzo di taglio – Sisma

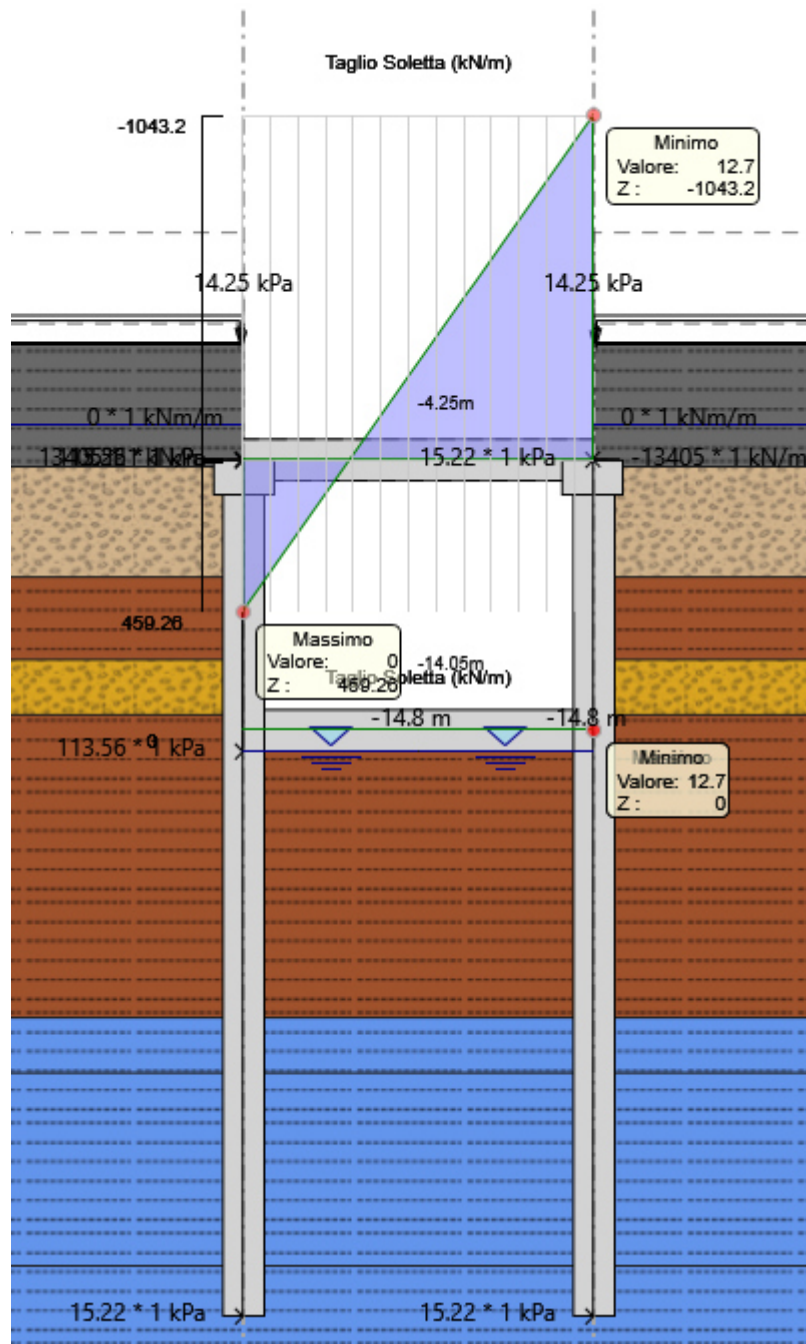


Figura 23. Sforzo normale in sommità al diaframma – Sisma

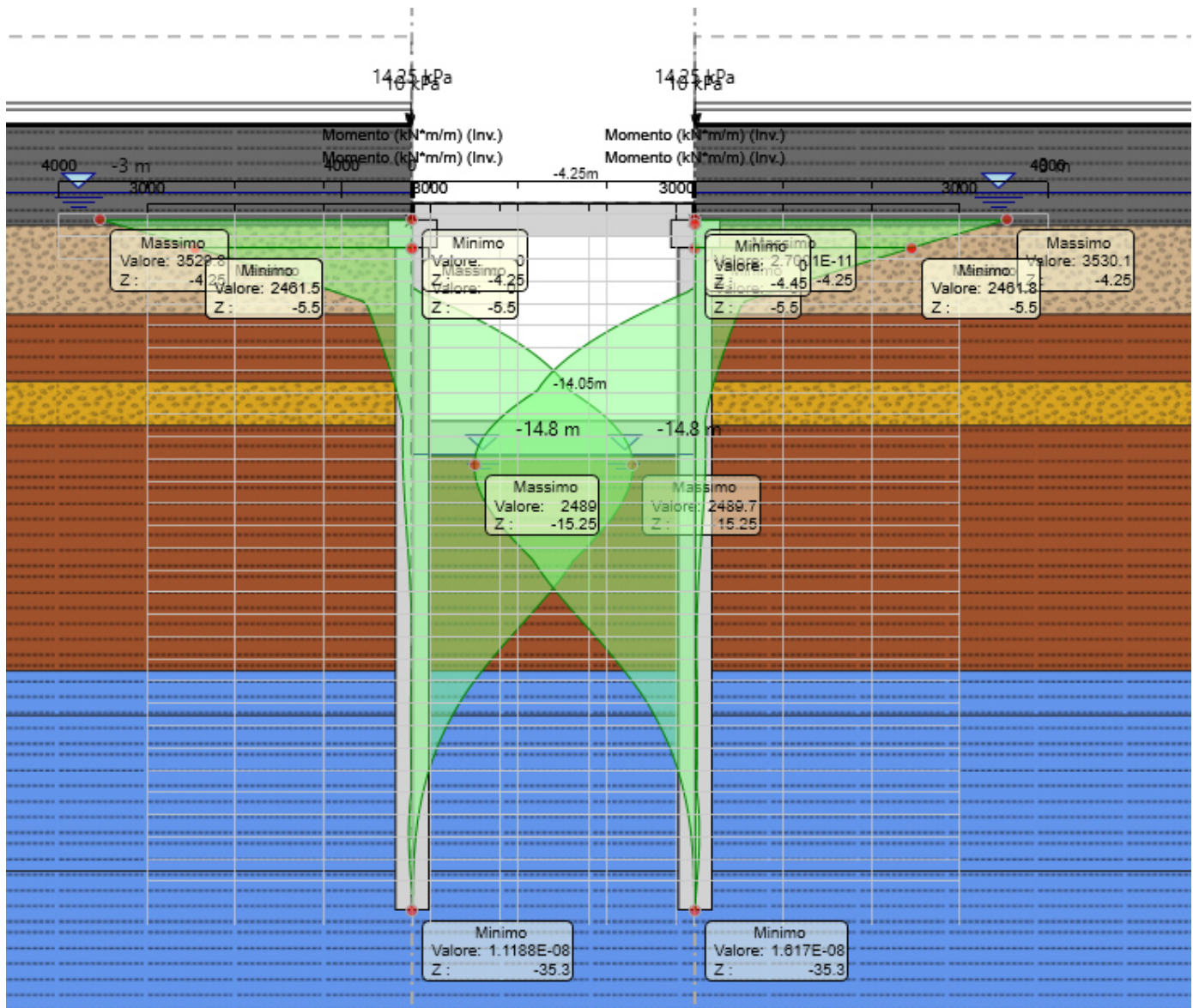


Figura 24. Momenti flettenti – SLE Rara\Frequente\QP

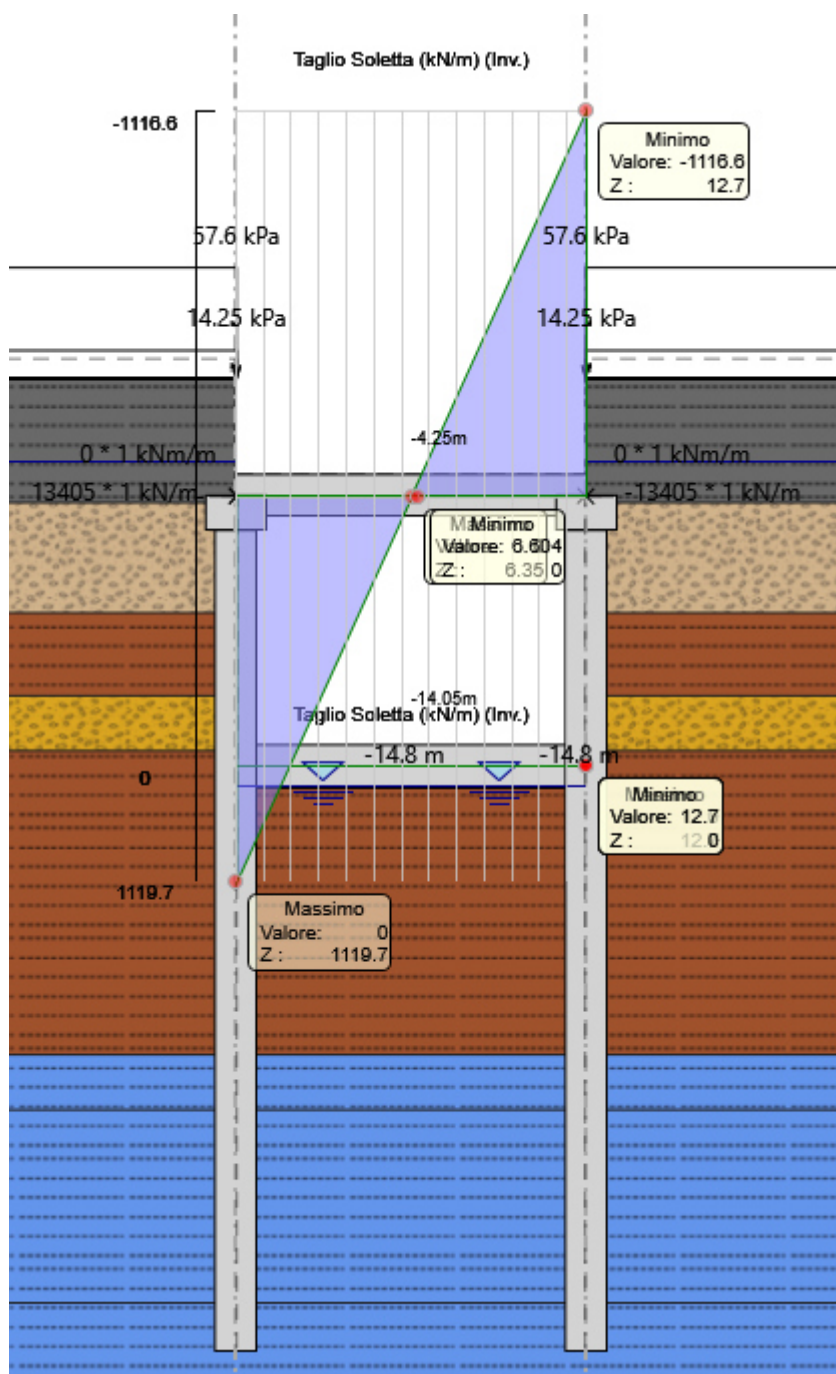


Figura 25. Sforzo normale in sommità al diaframma – SLE Rara\Frequente\QP

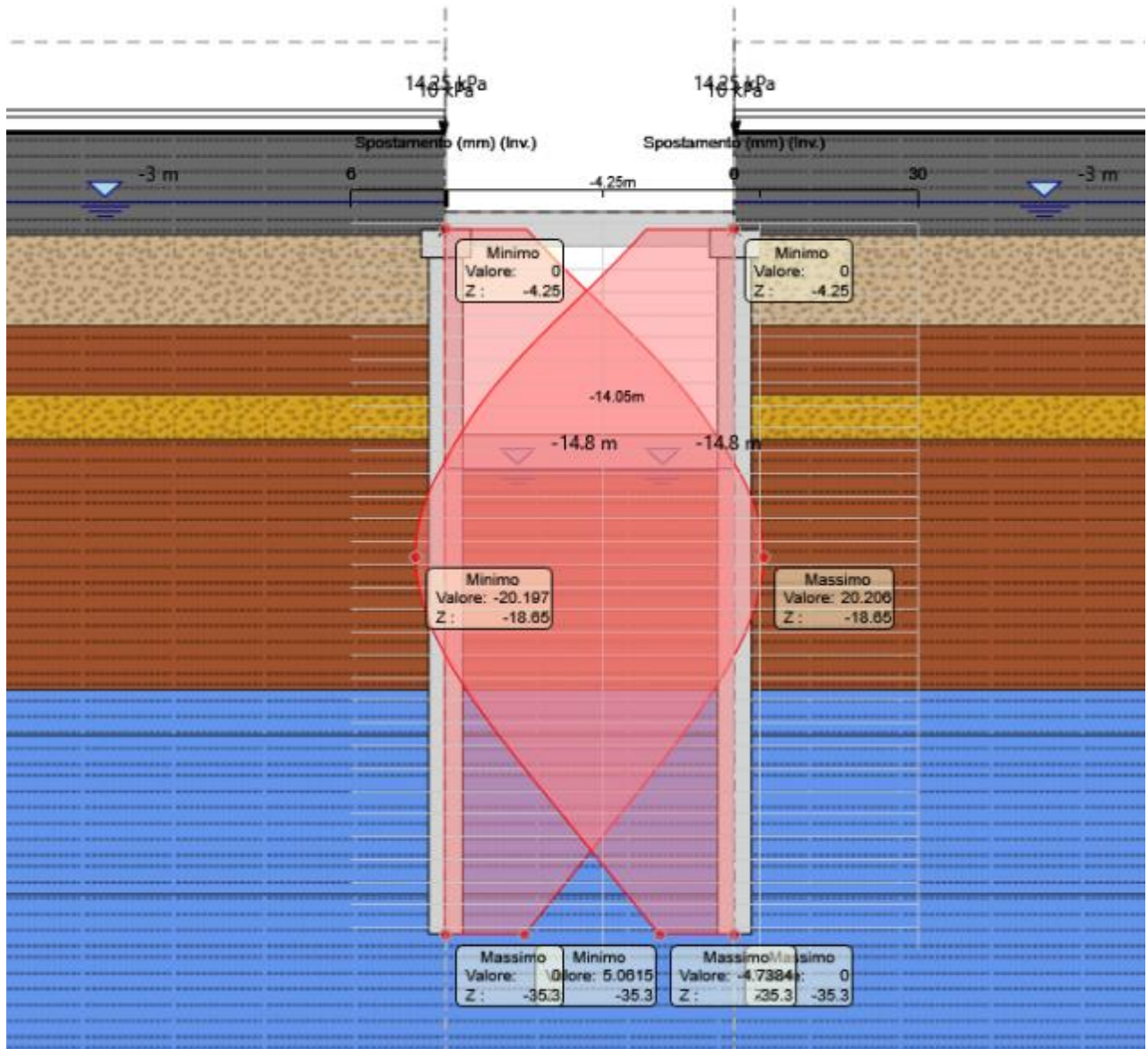


Figura 26. Spostamento – SLE

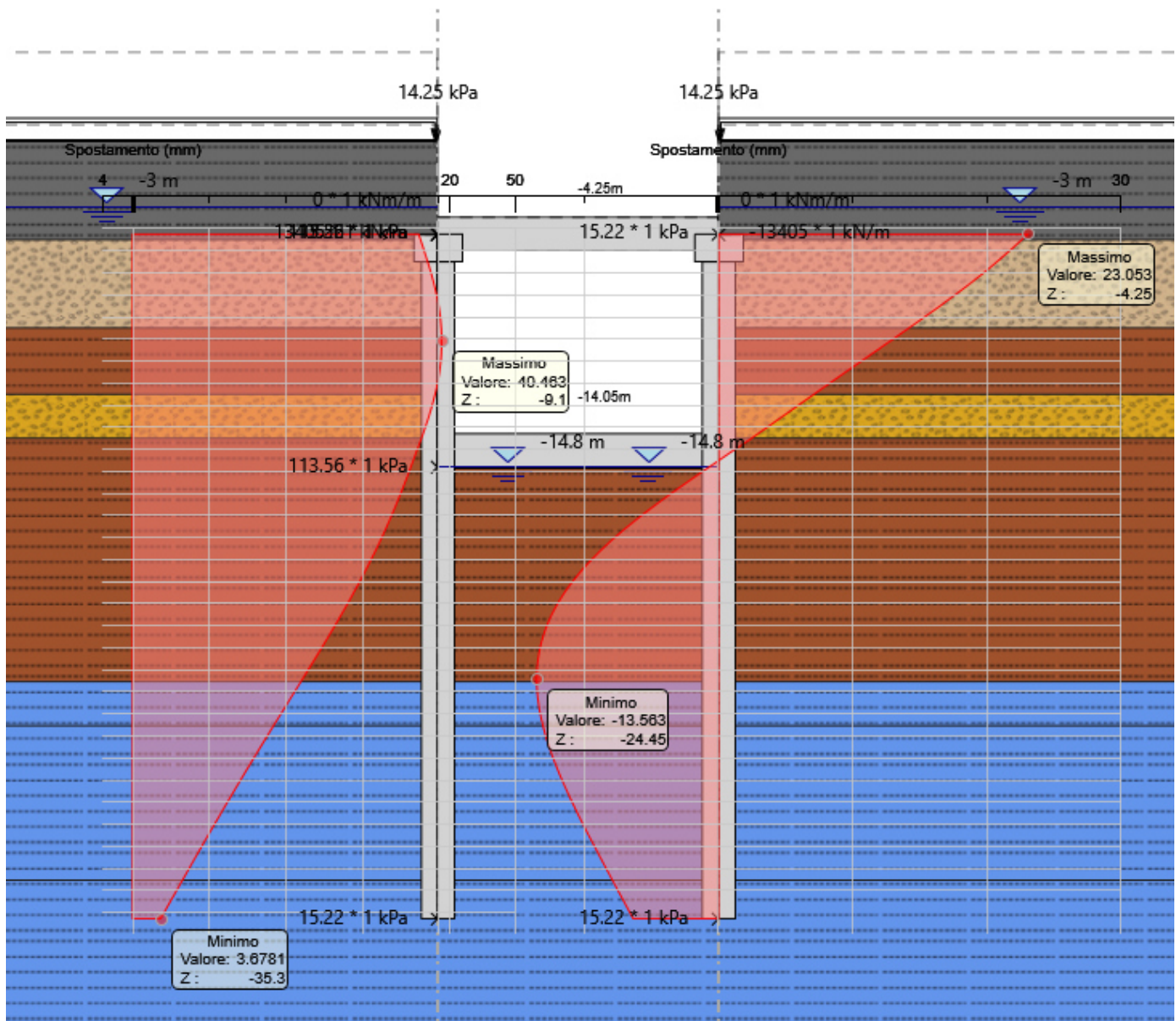


Figura 27. Spostamento – Sisma

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

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

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

8.1.2 Sollecitazioni Galleri da modello SAP2000

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

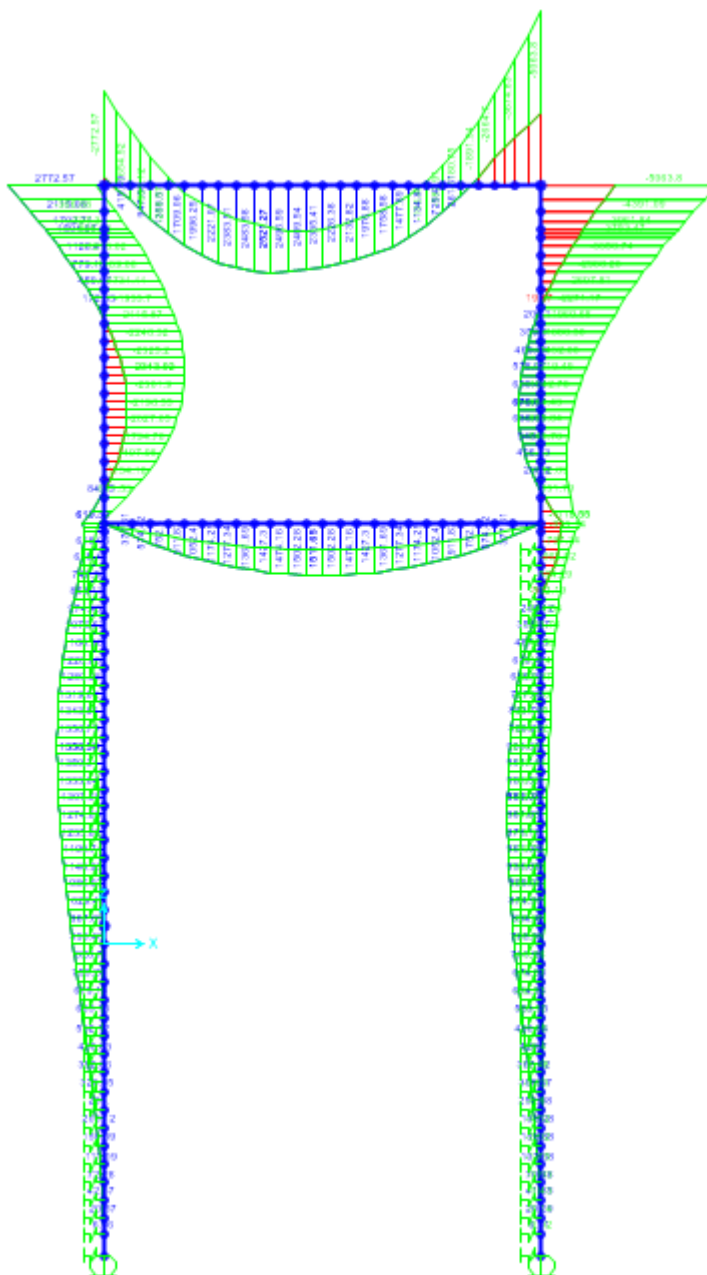


Figura 28. Involuppo Momenti Flettenti – SLU

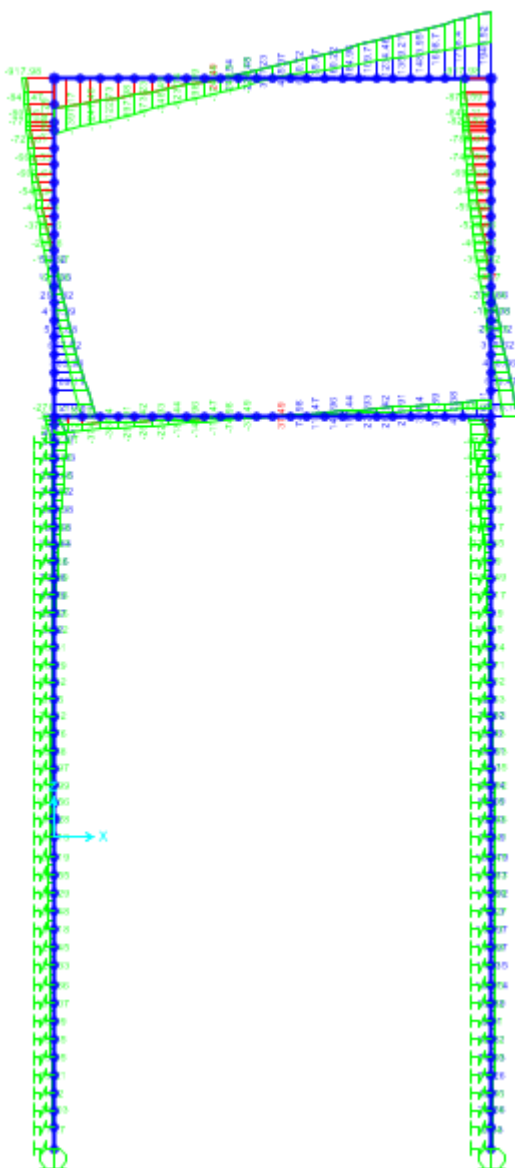


Figura 29. Involuppo Sforzo di taglio – SLU

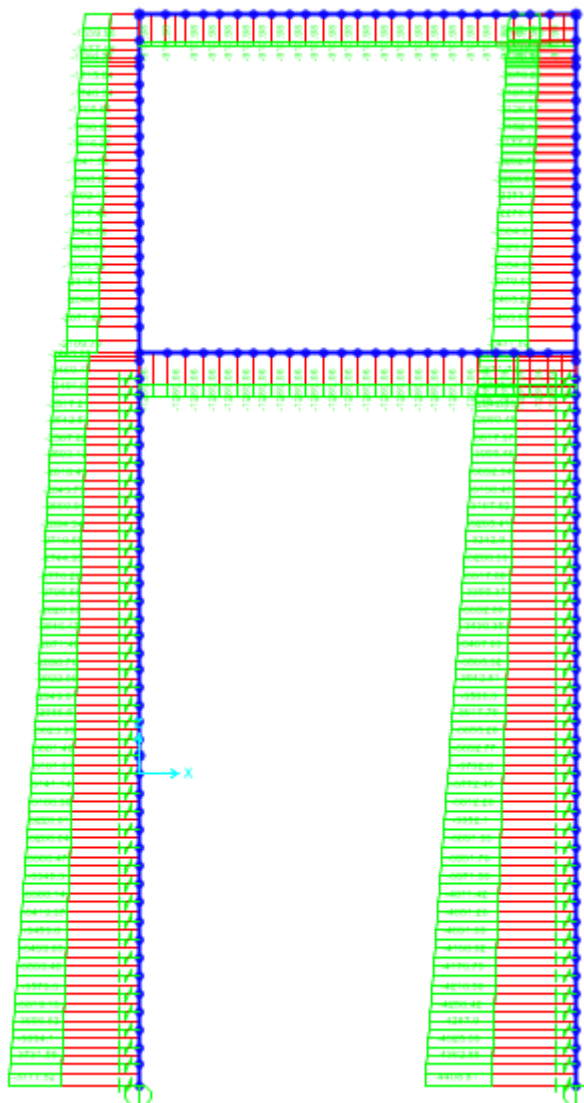


Figura 30. Inviluppo Sforzo normale – SLU

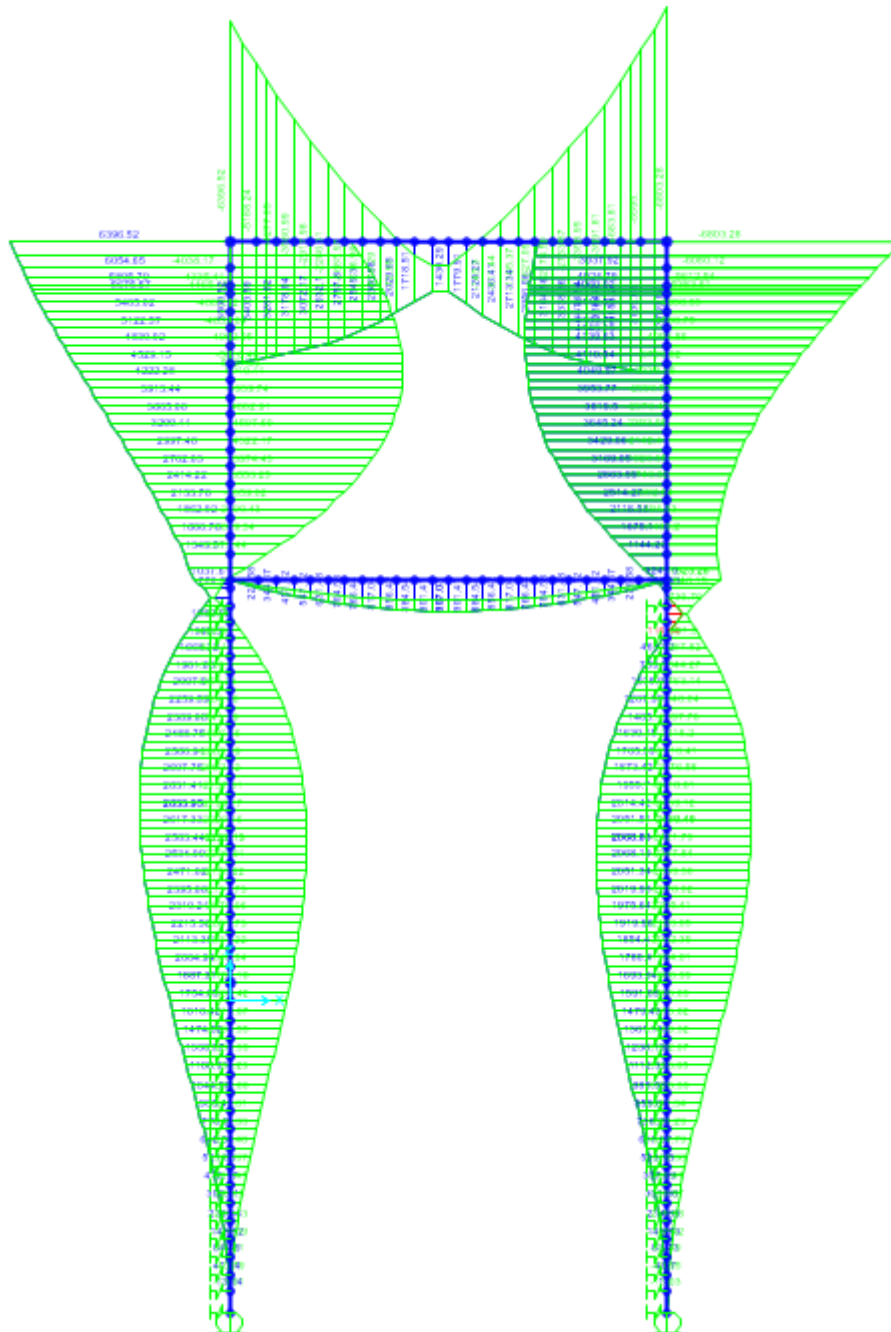


Figura 31. Involuppo Momenti Flettenti – SLV

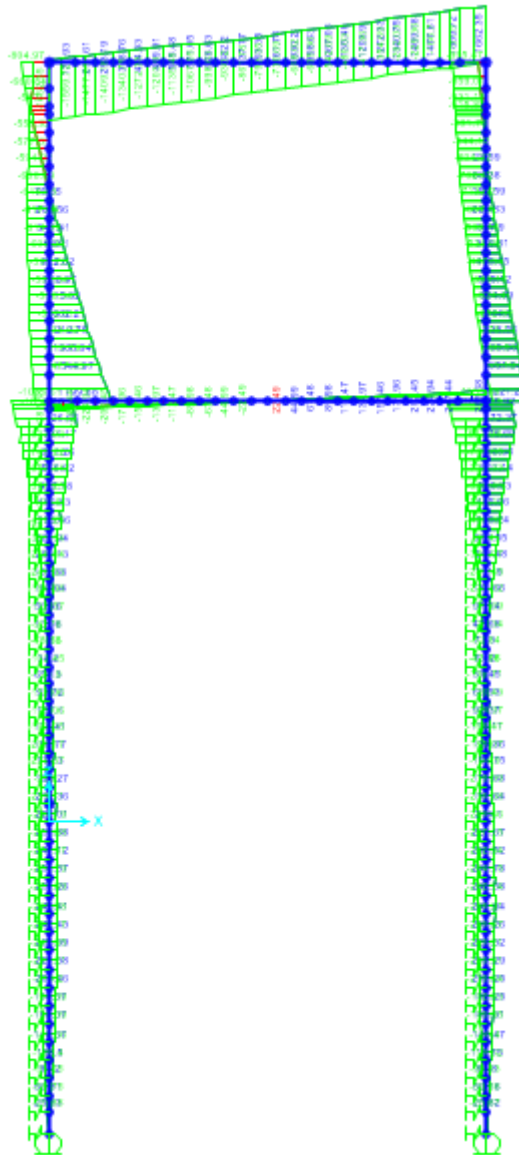


Figura 32. Involuppo Sforzo di taglio – SLV

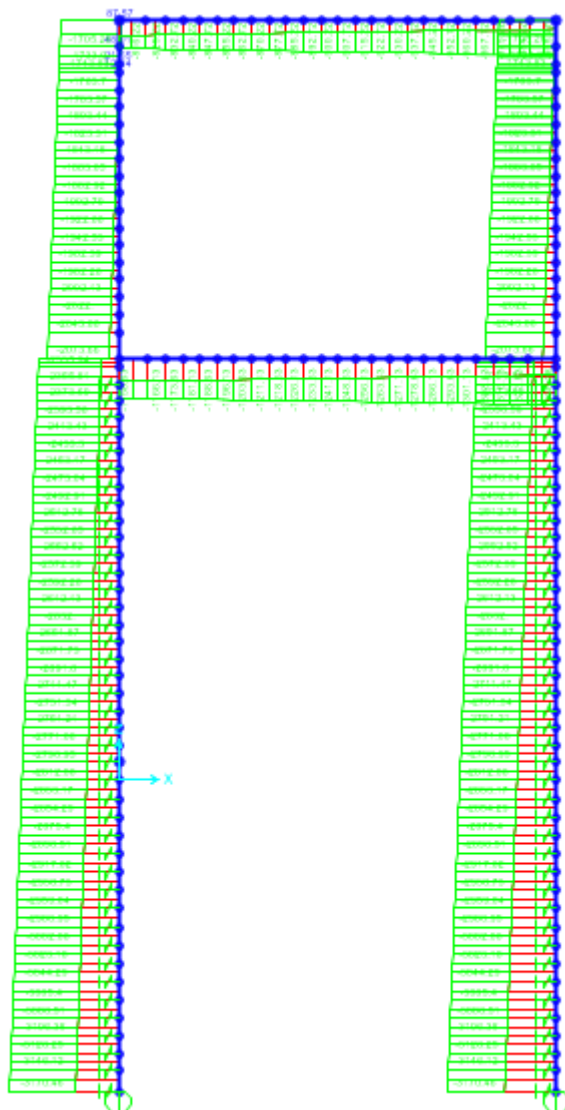


Figura 33. Involuppo Sforzo normale – SLV

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01A0 001	A	70 di 147

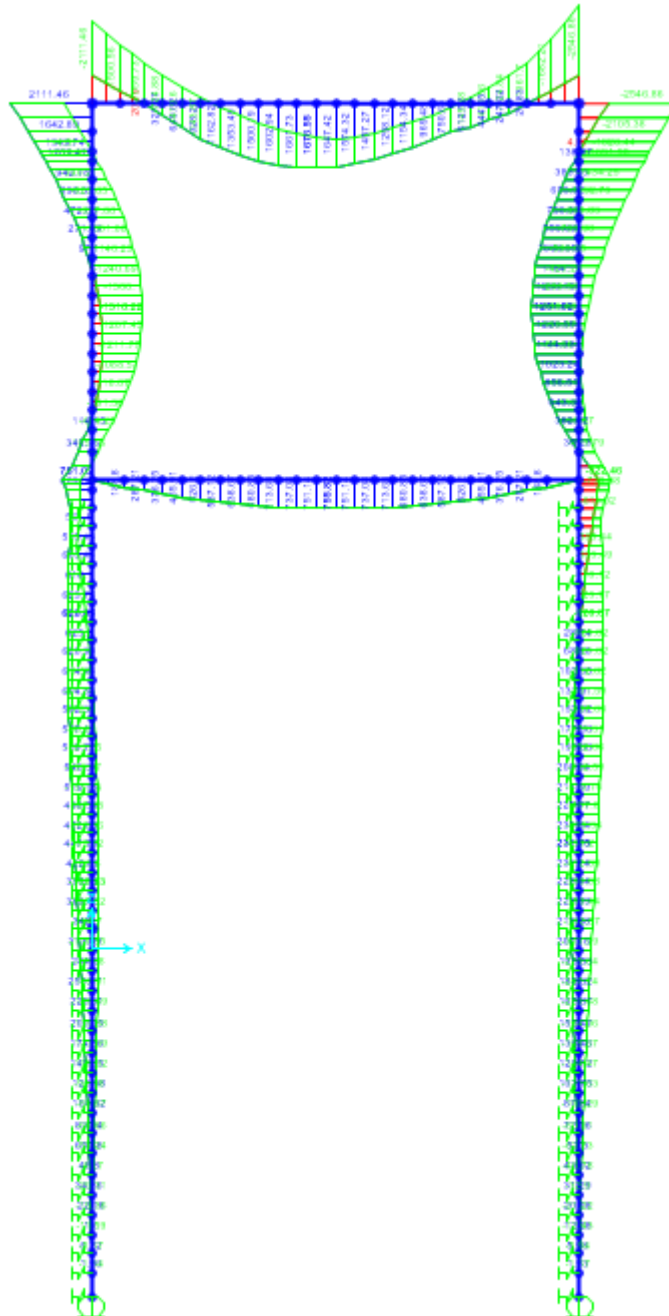


Figura 34. Involuppo Momenti Flettenti – SLE

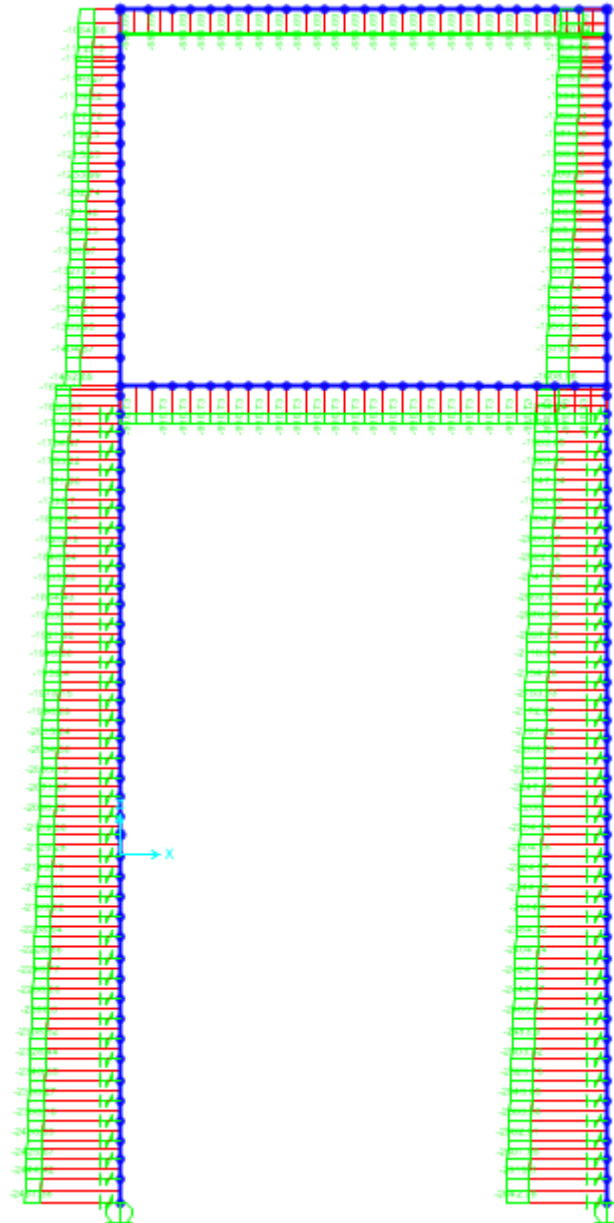


Figura 35. Involuppo Sforzo normale – SLE

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.

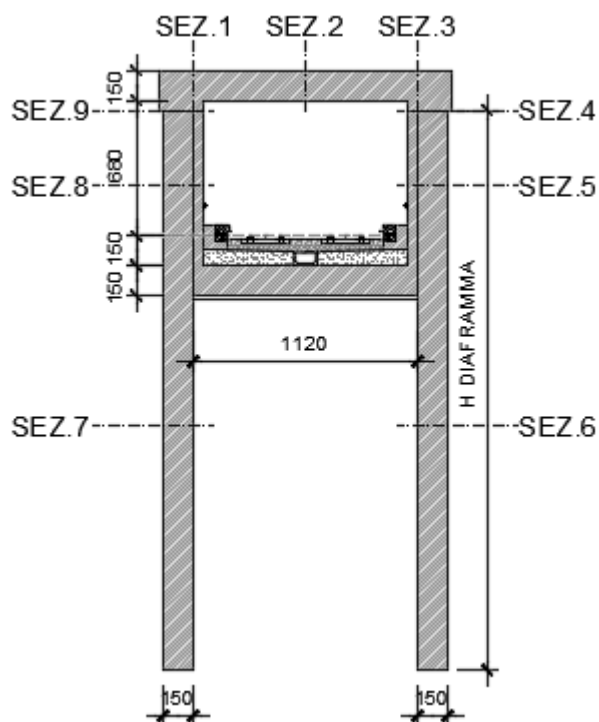


Figura 36. Sezioni di verifica diaframmi e solettone di copertura.

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
79	0	INVSLV	Combination	Max	-249.39	1559.72	0.00	0.00	0.00	3735.66	SEZ3
79	0	INVSLV	Combination	Min	-984.22	-91.50	0.00	0.00	0.00	-5595.00	SEZ3
79	0	INVSLU	Combination	Max	-786.17	1758.40	0.00	0.00	0.00	-1390.44	SEZ3
79	0	INVSLU	Combination	Min	-917.98	930.38	0.00	0.00	0.00	-3674.83	SEZ3
79	0	INVSLE	Combination	Max	-605.46	1086.93	0.00	0.00	0.00	-290.34	SEZ3
79	0	INVSLE	Combination	Min	-684.69	554.08	0.00	0.00	0.00	-1682.21	SEZ3
80	0	INVSLV	Combination	Max	-417.39	170.93	0.00	0.00	0.00	3403.59	SEZ1
80	0	INVSLV	Combination	Min	-816.22	-1559.72	0.00	0.00	0.00	-5188.24	SEZ1
80	0	INVSLU	Combination	Max	-786.17	-709.36	0.00	0.00	0.00	415.69	SEZ1

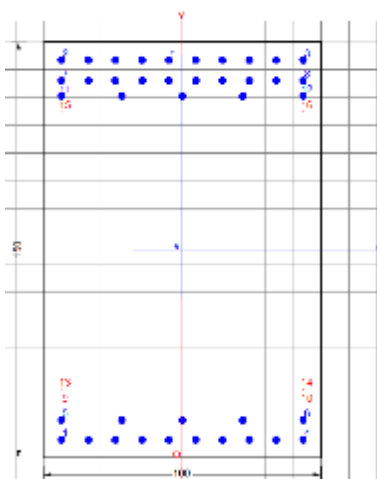
RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837

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

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

Tabella 5 – Tabella di riepilogo sollecitazioni Copertura – Modello SAP2000

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



Verifiche in condizioni statiche soletta di copertura

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.
 NOME SEZIONE: Copertura 1500-SEZA_01

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resis. compr. di calcolo fcd:	170.00	daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	0.00	daN/cm ²
	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 ²
	Coeff. di Poisson:	0.20	
	Resis. media a trazione fctm:	29.00	daN/cm ²
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.0	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	150.00	daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	150.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	120.00	daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	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 ²	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C30/37

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

DATI BARRE ISOLATE

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

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

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

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

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

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

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

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

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

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

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



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

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

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

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

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

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

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

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

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

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

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

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

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

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

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/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]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
 D barre Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
 Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

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

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

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



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

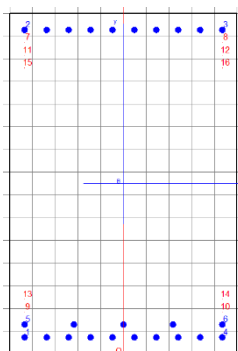
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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



DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Copertura 1500-SEZ2_01

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resis. compr. di calcolo fcd:	170.00	daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	0.00	daN/cm ²
	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 ²
	Coeff. di Poisson:	0.20	
	Resis. media a trazione fctm:	29.00	daN/cm ²
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.0	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	150.00	daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	150.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	120.00	daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm	

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	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 ²	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C30/37



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

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

DATI BARRE ISOLATE

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

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

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

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



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

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

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



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

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

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

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

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

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

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

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

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

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

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

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

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

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

$k_3 = (S_1 + S_2)/(2 \cdot S_1)$ con riferimento all'area tesa $A_{c\text{ eff}}$
 \emptyset Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\text{ eff}}$
 C_f Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 Ψ = $1 - \text{Beta}12 \cdot (S_r/S_s)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (f_{ctm}/S_2)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]
 e_{sm} Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot S_s/E_s$ è tra parentesi
 s_{rm} Distanza media tra le fessure [mm]
 w_k Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e_{sm} \cdot s_{rm}$. Valore limite tra parentesi
 $M_X \text{ fess.}$ Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]
 $M_Y \text{ fess.}$ Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

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

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

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

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

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

Verifica a taglio in condizioni statiche.

Caratteristiche materiali

$Cls R_{ck}$
 Cls condizioni calcestruzzo
 Acciaio 1 acciaio barre longitudinali
 Acciaio 2 acciaio armature trasversali
 γ_c coefficiente parziale relativo al calcestruzzo
 γ_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 mm² 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
 α ° 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

θ ° 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

τ N/mm² tensione tangenziale corda baricentrica
 σ_1 N/mm² tensione principale di trazione sulla corda baricentrica

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

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd} KN taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale
 V_{Rd} KN taglio resistente per elemento con armatura trasversale



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

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

Verifica in condizioni sismiche soletta di copertura SEZ1 e SEZ3 .

La verifica è condotta in campo sostanzialmente elastico.

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Copertura 1500-SEZA_sisma_01

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resis. compr. di calcolo fcd:	170.00	daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	0.00	daN/cm ²
	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 ²
	Coeff. di Poisson:	0.20	
Resis. media a trazione fctm:	29.00	daN/cm ²	
ACCIAIO -	Tipo:	B450Ce	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.002	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito		

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

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

DATI BARRE ISOLATE

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

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

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

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

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

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



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

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

My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] intorno all'asse X di riferimento della sezione
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Tesa Area armature [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	24939	373566	0	24939	374385	0	1.002	----
2	S	98422	-559500	0	98429	-642754	0	1.148	----
3	S	41739	340359	0	41756	383891	0	1.128	----
4	S	81622	-518824	0	81602	-634381	0	1.221	----
5	S	35589	202965	0	35571	380402	0	1.880	----
6	S	87772	-7295	0	87778	-637462	0	61.156	----

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

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

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

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

Verifica in condizioni sismiche soletta di copertura SEZ2 .

La verifica è condotta in campo sostanzialmente elastico.

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

NOME SEZIONE: Copertura 1500-SEZ2_sisma_01

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resis. compr. di calcolo fcd:	170.00 daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	0.00 daN/cm ²
	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 ²
	Coeff. di Poisson:	0.20
Resis. media a trazione fctm:	29.00 daN/cm ²	
ACCIAIO -	Tipo:	B450Ce
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0 daN/cm ²
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0 daN/cm ²
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.002
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C30/37

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

DATI BARRE ISOLATE

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

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

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

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

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

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

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

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] intorno all'asse X di riferimento della sezione
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Tesa Area armature [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	35589	202965	0	35602	375278	0	1.846	-----
2	S	87772	-7295	0	87777	-319108	0	58.204	-----

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

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

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

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

Verifica a taglio in sisma soletta di copertura.

Caratteristiche materiali

Cl_s R_{ck}

Cl_s condizioni calcestruzzo

Acciaio 1 acciaio barre longitudinali

Acciaio 2 acciaio armature trasversali

v. coefficiente parziale relativo al calcestruzzo

v. coefficiente parziale relativo all'acciaio

Geometrie sezione

b_w mm larghezza dell'anima resistente (larghezza minima d'anima)

d mm altezza utile della sezione

A_c mm² area della sezione di calcestruzzo

Caratteristiche armature

n_{bl} numero di barre longitudinali

Ø_{bl} mm diametro delle barre longitudinali

n_{bw} numero di bracci delle staffe

Ø_{st} mm diametro delle staffe

s_{st} mm passo delle staffe

α ° inclinazione delle staffe (α=90° 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

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/mm² tensione tangenziale corda baricentrica

σ₁ N/mm² tensione principale di trazione sulla corda baricentrica

ctgθ_l valore limite dell'inclinazione delle bielle

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd} KN taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale

V_{Rd} KN taglio resistente per elemento con armatura trasversale



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

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

Riepilogo sollecitazioni diaframma

TABLE: Element Forces - Frames

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



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

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

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

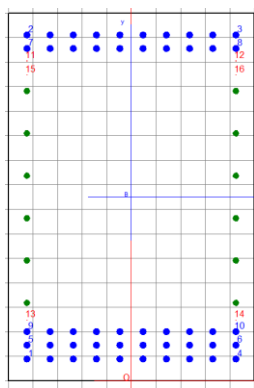
Tabella 6 –Tabella di riepilogo sollecitazioni diaframma – Modello SAP2000

Sollecitazioni dal modello Paratie Plus

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

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

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





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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

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

Verifiche in condizioni statiche diaframma

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

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A. NOME SEZIONE: Diaframma1500-SEZA_01

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di calcolo fcd:	141.60	daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	0.00	daN/cm ²
	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 ²
	Coeff. di Poisson:	0.20	
	Resis. media a trazione fctm:	25.60	daN/cm ²
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.0	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	125.00	daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	125.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	100.00	daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	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 ²

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C25/30

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

DATI BARRE ISOLATE

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

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

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

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

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

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

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

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

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

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

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

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

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/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]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
 D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
 Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

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



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

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

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

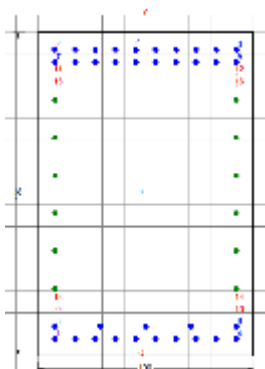
COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

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

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

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

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





DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Diaframma1500-SEZ5-8_01

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di calcolo fcd:	141.60	daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	0.00	daN/cm ²
	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 ²
	Coeff. di Poisson:	0.20	
	Resis. media a trazione fctm:	25.60	daN/cm ²
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.0	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	125.00	daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	125.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	100.00	daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	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 ²	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C25/30

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

DATI BARRE ISOLATE

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

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

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

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

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

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

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

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

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

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

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

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

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

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

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

My Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] intorno all'asse X di riferimento della sezione
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Tesa Area armature [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	125865	-46864	0	125837	-722674	0	14.658	----
2	S	222809	143266	0	222801	668267	0	4.787	----
3	S	196532	-98153	0	196524	-752047	0	7.396	----
4	S	339286	17881	0	339315	725112	0	66.306	----
5	S	170681	135856	0	170651	640167	0	4.812	----
6	S	277026	21491	0	277033	696724	0	43.917	----
7	S	105637	-57897	0	105627	-713996	0	11.918	----
8	S	189217	-234392	0	189216	-749089	0	3.160	----
9	S	150720	-338260	0	150703	-733191	0	2.157	----

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

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

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.00000000	-0.000101885	0.003500000	----	----
2	0.00000000	0.000122430	-0.014864433	----	----
3	0.00000000	-0.000089803	0.003500000	----	----
4	0.00000000	0.000100815	-0.011622242	----	----
5	0.00000000	0.000133852	-0.016577785	----	----
6	0.00000000	0.000111688	-0.013253222	----	----
7	0.00000000	-0.000105783	0.003500000	----	----
8	0.00000000	-0.000090949	0.003500000	----	----



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

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

9 0.000000000 -0.000097373 0.003500000 --- ---

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/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]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
 D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
 Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

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

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

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

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

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

Ver. Esito della verifica
 S1 Massima tensione [daN/cm²] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata
 S2 Minima di trazione [daN/cm²] 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)² = 1-Beta12*(fctm/S2)² = 1-Beta12*(Mfess/M)² [B.6.6 DM96]
 e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = 0.4*Ss/Es è tra parentesi
 srm Distanza media tra le fessure [mm]
 wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = 1.7 * e sm * srm . Valore limite tra parentesi
 MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]
 MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

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



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

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

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

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

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

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

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

Verifiche in condizioni sismiche diaframma SEZ4 e SEZ9

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

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Diaframma1500-SEZA_sisma_01

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C25/30
 Resis. compr. di calcolo fcd: 141.60 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd': 0.00 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020
 Def.unit. ultima ecu: 0.0035



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

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

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

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

DATI BARRE ISOLATE

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

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

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

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

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

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

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

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

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

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



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

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

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

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

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

Verifiche in condizioni sismiche diaframma da SEZ5 a SEZ8

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

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Diaframma1500-SEZ5-8_sisma_01

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di calcolo fcd:	141.60 daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	0.00 daN/cm ²
	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 ²
	Coeff. di Poisson:	0.20
Resis. media a trazione fctm:	25.60 daN/cm ²	
ACCIAIO -	Tipo:	B450Ce
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0 daN/cm ²
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0 daN/cm ²
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.002
	Modulo Elastico Ef:	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

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

DATI BARRE ISOLATE

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

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

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



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

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

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

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] intorno all'asse X di riferimento della sezione
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Tesa Area armature [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	14358	-413963	0	14335	-539875	0	1.304	----
2	S	180344	409486	0	180334	483490	0	1.182	----
3	S	97214	-206883	0	97215	-579204	0	2.782	----
4	S	263200	242179	0	263213	521964	0	2.182	----
5	S	73951	263395	0	73940	432302	0	1.645	----
6	S	259226	-219917	0	259235	-652166	0	2.919	----
7	S	182331	452915	0	182313	484423	0	1.070	----
8	S	182331	-501646	0	182342	-618186	0	1.231	----
9	S	42926	-280090	0	42914	-553592	0	1.973	----

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

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



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

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

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

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

Verifica a taglio diaframma.

Caratteristiche materiali

Cl_s R_{ck}

Cl_s condizioni calcestruzzo

Acciaio 1 acciaio barre longitudinali

Acciaio 2 acciaio armature trasversali

v. coefficiente parziale relativo al calcestruzzo

v. coefficiente parziale relativo all'acciaio

Geometrie sezione

b_w mm larghezza dell'anima resistente (larghezza minima d'anima)

d mm altezza utile della sezione

A_c mm² area della sezione di calcestruzzo

Caratteristiche armature

n_{bl} numero di barre longitudinali

Ø_{bl} mm diametro delle barre longitudinali

n_{bw} numero di bracci delle staffe

Ø_{st} mm diametro delle staffe

s_{st} mm passo delle staffe

α ° inclinazione delle staffe (α=90° 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

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/mm² tensione tangenziale corda baricentrica

σ_i N/mm² tensione principale di trazione sulla corda baricentrica

ctgθ_l valore limite dell'inclinazione delle bielle

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd} KN taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale

V_{Rd} KN taglio resistente per elemento con armatura trasversale



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01A0 001	A	114 di 147

8.2 RISULTATI STRUTTURA INTERNA

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

8.2.1 Sollecitazioni

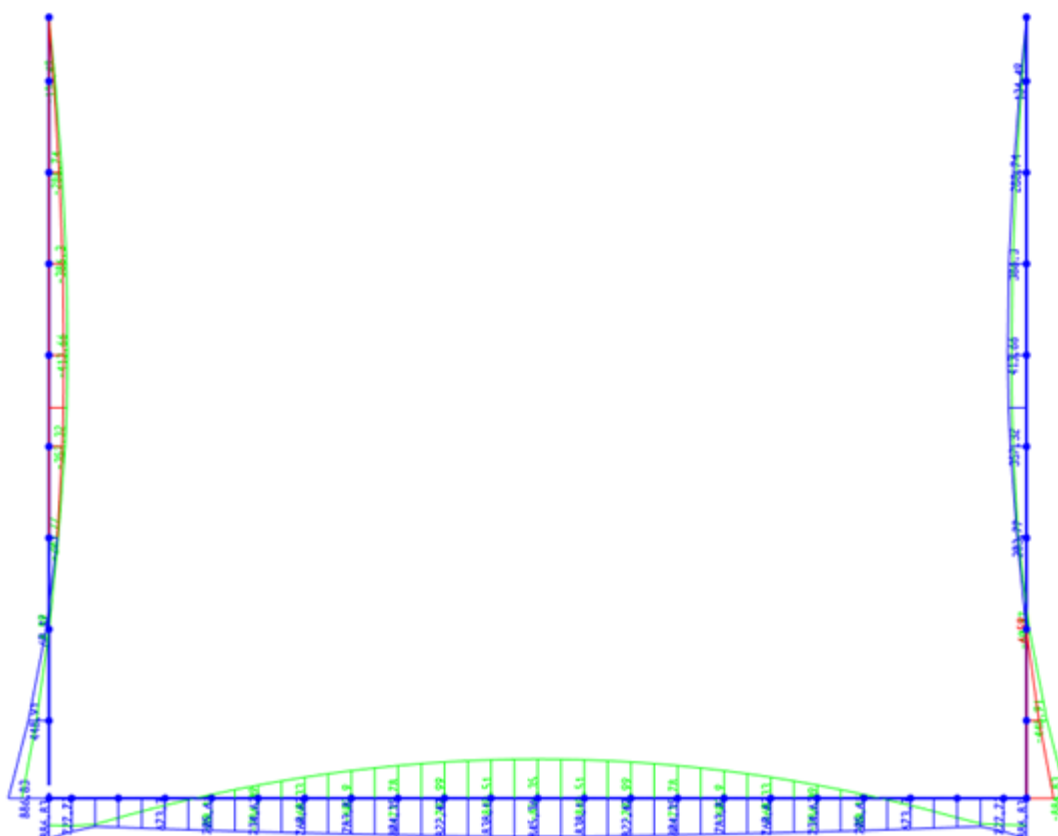


Figura 37. Inviluppo Momenti flettenti – SLU

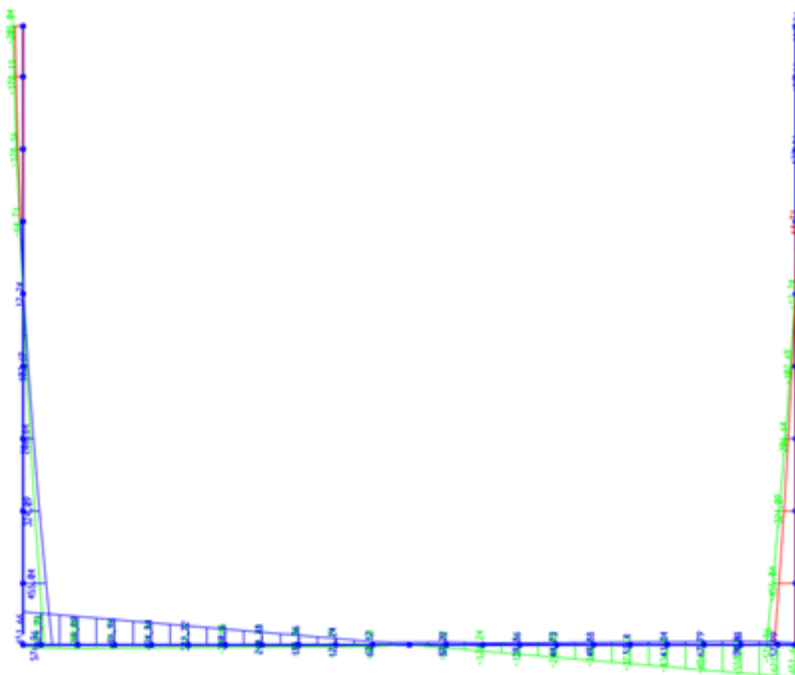


Figura 38. Involuppo sforzo di taglio – SLU



Figura 39. Involuppo Sforzo normale – SLU



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

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

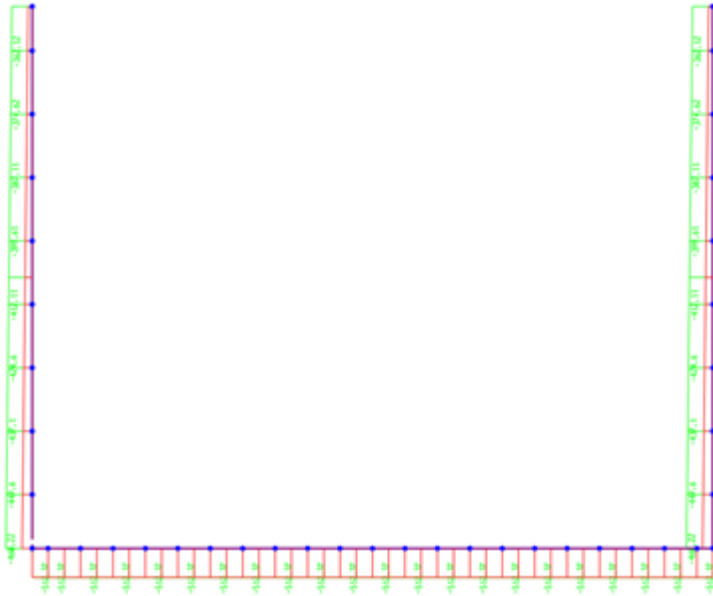
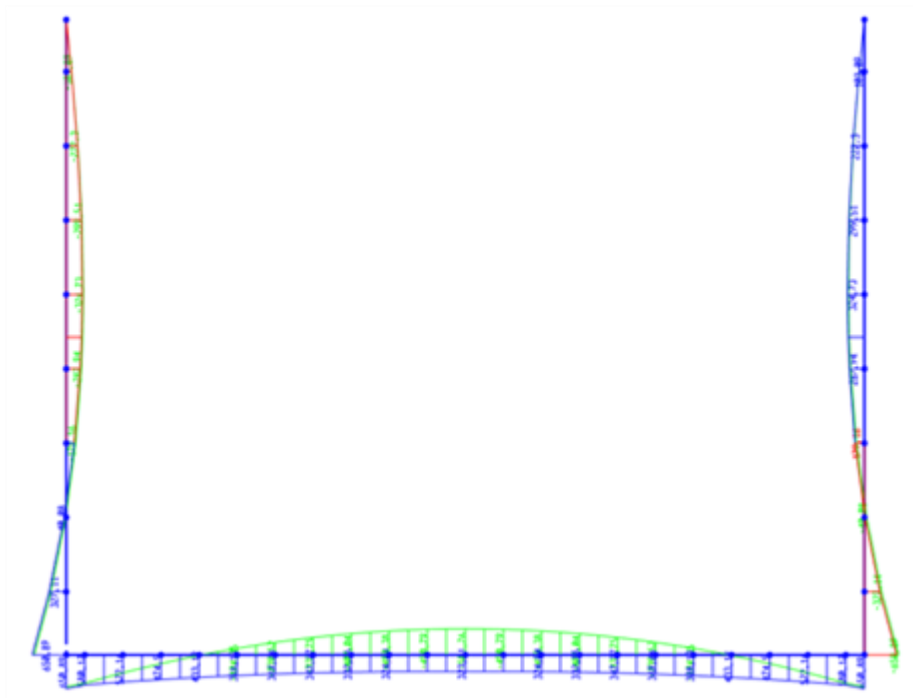


Figura 40. Involuppo Sforzo normale – SLE- Rara





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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

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

Figura 41. Involuppo Momento Flettente – SLE- Rara



Figura 42. Involuppo Sforzo normale – SLE- FR



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

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

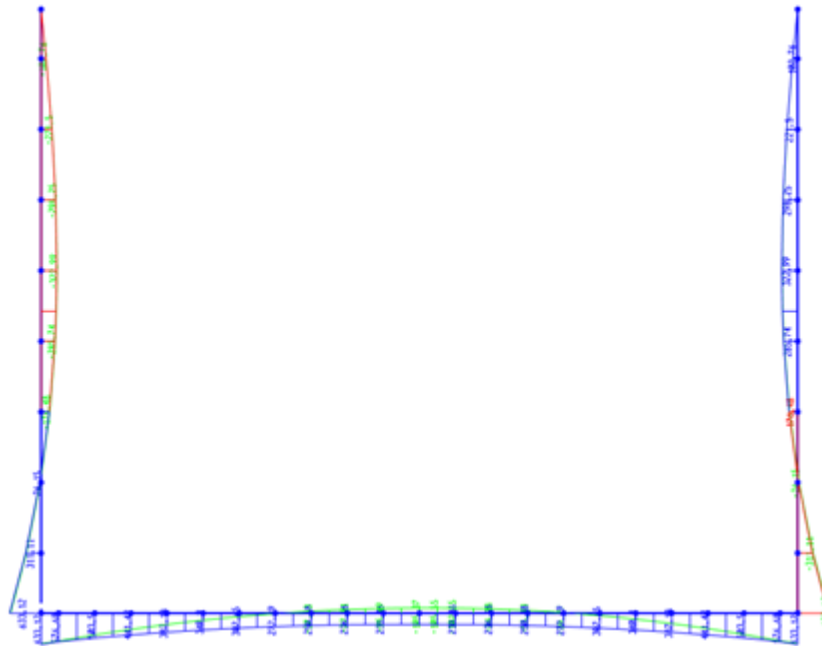


Figura 43. Inviluppo Momento Flettente – SLE- FR



Figura 44. Involuppo Sforzo normale – SLE- QP

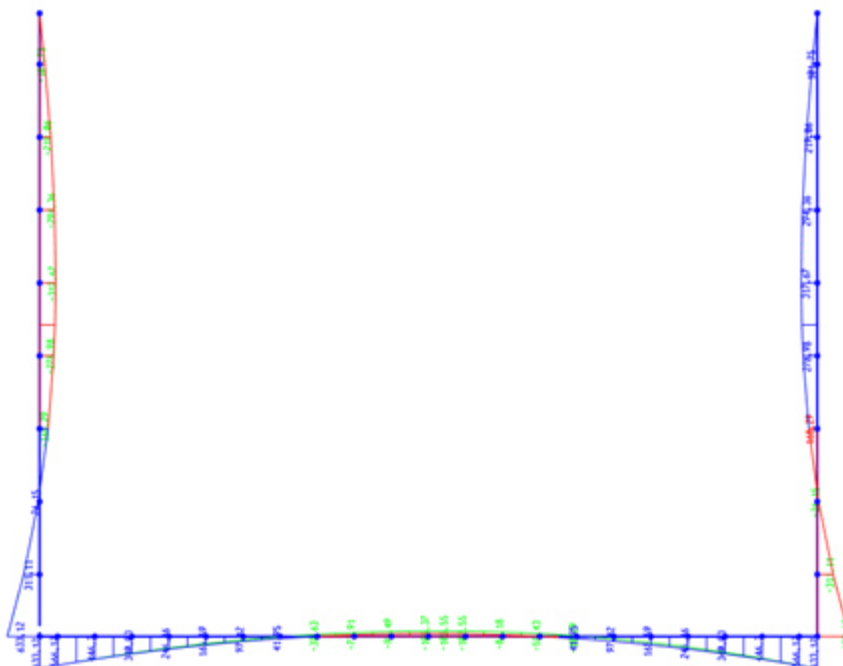


Figura 45. Involuppo Momento Flettente – SLE- QP

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

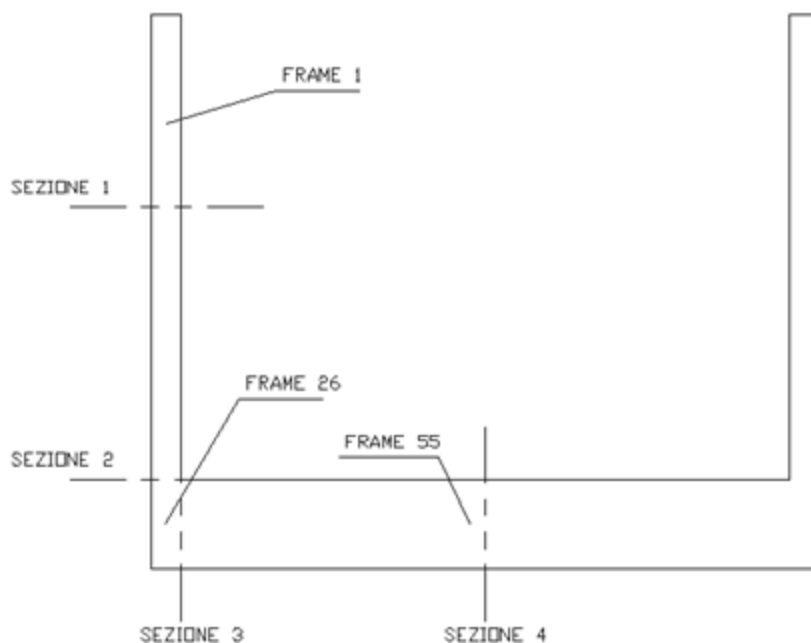


Figura 46. Sezioni di verifica diaframmi e solettone di copertura.

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

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

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

Tabella 8 – Tabella di riepilogo sollecitazioni struttura interna



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

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

8.2.2 Verifiche struttura interna

Verifiche Fodera

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

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A. NOME SEZIONE: Fodera-SEZA_01

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resis. compr. di calcolo fcd:	170.00	daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	0.00	daN/cm ²
	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 ²
	Coeff. di Poisson:	0.20	
	Resis. media a trazione fctm:	29.00	daN/cm ²
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.0	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	150.00	daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	150.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	120.00	daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	200000	daN/cm ²
	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 ²

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

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

DATI BARRE ISOLATE



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

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

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

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

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

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

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

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

11	26037	30791	0
12	26922	30613	0

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

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

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

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

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

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

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

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



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

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

N ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] intorno all'asse X di riferimento della sezione
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1,000
 As Tesa Area armature [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	-12055	-33023	0	-12066	-76684	0	2.322	53.1(10.0)
2	S	63088	-41366	0	63081	-89950	0	2.174	-----
3	S	-5307	44891	0	-5291	77875	0	1.735	53.1(10.0)
4	S	68086	27076	0	68081	90799	0	3.354	-----

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

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

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

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

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/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]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
 D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
 Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

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



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01A0 001	A	126 di 147

N°	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	66.4	50.0	0.0	-1486	34.6	42.7	1650	53.1	9.9	1.00
2	S	73.3	0.0	0.0	-1310	34.6	42.7	1500	53.1	9.9	1.00
3	S	68.7	50.0	0.0	-1508	34.6	42.7	1650	53.1	9.9	1.00
4	S	71.0	50.0	0.0	-1456	34.6	42.7	1600	53.1	9.9	1.00
5	S	69.7	0.0	0.0	-1435	34.6	42.7	1600	53.1	9.9	1.00
6	S	70.0	50.0	0.0	-1432	34.6	42.7	1600	53.1	9.9	1.00
7	S	70.9	-50.0	50.0	-1534	34.6	7.3	1600	53.1	9.9	1.00
8	S	66.8	-50.0	50.0	-1102	34.6	7.3	1500	53.1	9.9	1.00
9	S	67.1	-50.0	50.0	-1412	24.7	7.3	1600	53.1	9.9	1.00
10	S	65.7	-50.0	50.0	-1271	34.6	7.3	1550	53.1	9.9	1.00
11	S	68.1	50.0	50.0	-1339	34.6	7.3	1550	53.1	9.9	1.00
12	S	67.8	-50.0	50.0	-1323	34.6	7.3	1550	53.1	9.9	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	66.4	50.0	0.0	-1486	34.6	42.7	1650	53.1	9.9	0.50
2	S	73.3	0.0	0.0	-1310	34.6	42.7	1500	53.1	9.9	0.50
3	S	68.7	50.0	0.0	-1508	34.6	42.7	1650	53.1	9.9	0.50
4	S	71.0	50.0	0.0	-1456	34.6	42.7	1600	53.1	9.9	0.50
5	S	69.7	0.0	0.0	-1435	34.6	42.7	1600	53.1	9.9	0.50
6	S	70.0	50.0	0.0	-1432	34.6	42.7	1600	53.1	9.9	0.50
7	S	70.9	-50.0	50.0	-1534	34.6	7.3	1600	53.1	9.9	0.50
8	S	66.8	-50.0	50.0	-1102	34.6	7.3	1500	53.1	9.9	0.50
9	S	67.1	-50.0	50.0	-1412	24.7	7.3	1600	53.1	9.9	0.50
10	S	65.7	-50.0	50.0	-1271	34.6	7.3	1550	53.1	9.9	0.50
11	S	68.1	50.0	50.0	-1339	34.6	7.3	1550	53.1	9.9	0.50
12	S	67.8	-50.0	50.0	-1323	34.6	7.3	1550	53.1	9.9	0.50

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

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
 Esito della verifica
 S1 Massima tensione [daN/cm²] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata
 S2 Minima di trazione [daN/cm²] del cls. (in sezione non fessurata) nella fibra più interna dell'area Ac eff
 k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata
 k3 = (S1 + S2)/(2*S1) con riferimento all'area tesa Ac eff
 Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 Psi = $1 - \text{Beta}12 * (\text{Ssr}/\text{Ss})^2 = 1 - \text{Beta}12 * (\text{fctm}/\text{S2})^2 = 1 - \text{Beta}12 * (\text{Mfess}/\text{M})^2$ [B.6.6 DM96]
 e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * \text{Ss}/\text{Es}$ è tra parentesi
 srm Distanza media tra le fessure [mm]
 wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e \text{ sm} * \text{srm}$. Valore limite tra parentesi
 MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]
 MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-48.1	-15.9	0.166	26	57.0	0.818	0.00061 (0.00030)	187	0.193 (0.20)	-18635	0
2	S	-46.2	-15.4	0.167	26	57.0	0.803	0.00053 (0.00026)	182	0.163 (0.20)	-20442	0
3	S	-49.1	-16.0	0.166	26	57.0	0.826	0.00062 (0.00030)	187	0.198 (0.20)	-18778	0
4	S	-48.7	-15.9	0.166	26	57.0	0.822	0.00060 (0.00029)	185	0.189 (0.20)	-19305	0
5	S	-47.9	-15.7	0.166	26	57.0	0.817	0.00059 (0.00029)	185	0.185 (0.20)	-19275	0
6	S	-47.9	-15.6	0.166	26	57.0	0.817	0.00058 (0.00029)	185	0.184 (0.20)	-19325	0
7	S	-50.2	-17.2	0.168	26	57.0	0.833	0.00064 (0.00031)	186	0.199 (0.20)	18883	0
8	S	-40.1	-12.4	0.164	26	57.0	0.739	0.00041 (0.00022)	182	0.126 (0.20)	21139	0
9	S	-46.7	-15.6	0.167	26	57.0	0.807	0.00057 (0.00028)	186	0.180 (0.20)	19107	0
10	S	-43.4	-14.4	0.167	26	57.0	0.777	0.00049 (0.00025)	184	0.155 (0.20)	19769	0
11	S	-45.5	-15.3	0.167	26	57.0	0.797	0.00053 (0.00027)	185	0.167 (0.20)	19639	0
12	S	-45.0	-15.1	0.167	26	57.0	0.793	0.00052 (0.00026)	184	0.164 (0.20)	19708	0



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01A0 001	A	127 di 147

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	66.4	50.0	0.0	-1486	34.6	42.7	1650	53.1	9.9	0.50
2	S	73.3	0.0	0.0	-1310	34.6	42.7	1500	53.1	9.9	0.50
3	S	68.7	50.0	0.0	-1508	34.6	42.7	1650	53.1	9.9	0.50
4	S	71.0	50.0	0.0	-1456	34.6	42.7	1600	53.1	9.9	0.50
5	S	69.7	0.0	0.0	-1435	34.6	42.7	1600	53.1	9.9	0.50
6	S	70.0	50.0	0.0	-1432	34.6	42.7	1600	53.1	9.9	0.50
7	S	70.9	-50.0	50.0	-1534	34.6	7.3	1600	53.1	9.9	0.50
8	S	66.8	-50.0	50.0	-1102	34.6	7.3	1500	53.1	9.9	0.50
9	S	67.1	-50.0	50.0	-1412	24.7	7.3	1600	53.1	9.9	0.50
10	S	65.7	-50.0	50.0	-1271	34.6	7.3	1550	53.1	9.9	0.50
11	S	68.1	50.0	50.0	-1339	34.6	7.3	1550	53.1	9.9	0.50
12	S	67.8	-50.0	50.0	-1323	34.6	7.3	1550	53.1	9.9	0.50

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

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-48.1	-15.9	0.166	26	57.0	0.818	0.00061 (0.00030)	187	0.193 (0.20)	-18635	0
2	S	-46.2	-15.4	0.167	26	57.0	0.803	0.00053 (0.00026)	182	0.163 (0.20)	-20442	0
3	S	-49.1	-16.0	0.166	26	57.0	0.826	0.00062 (0.00030)	187	0.198 (0.20)	-18778	0
4	S	-48.7	-15.9	0.166	26	57.0	0.822	0.00060 (0.00029)	185	0.189 (0.20)	-19305	0
5	S	-47.9	-15.7	0.166	26	57.0	0.817	0.00059 (0.00029)	185	0.185 (0.20)	-19275	0
6	S	-47.9	-15.6	0.166	26	57.0	0.817	0.00058 (0.00029)	185	0.184 (0.20)	-19325	0
7	S	-50.2	-17.2	0.168	26	57.0	0.833	0.00064 (0.00031)	186	0.199 (0.20)	18883	0
8	S	-40.1	-12.4	0.164	26	57.0	0.739	0.00041 (0.00022)	182	0.126 (0.20)	21139	0
9	S	-46.7	-15.6	0.167	26	57.0	0.807	0.00057 (0.00028)	186	0.180 (0.20)	19107	0
10	S	-43.4	-14.4	0.167	26	57.0	0.777	0.00049 (0.00025)	184	0.155 (0.20)	19769	0
11	S	-45.5	-15.3	0.167	26	57.0	0.797	0.00053 (0.00027)	185	0.167 (0.20)	19639	0
12	S	-45.0	-15.1	0.167	26	57.0	0.793	0.00052 (0.00026)	184	0.164 (0.20)	19708	0

Verifiche Soletta di fondazione

La sezione del solettone di fondazione è armata con ϕ 24/20 su entrambi i lati. Il baricentro del primo registro è posto ad una distanza pari a $4.0 + 2.0 + 1.2 = 7.2$ cm.

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A. NOME SEZIONE: fondazione1500-SEZA_01

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di calcolo fcd:	141.60 daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	0.00 daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01A0 001	A	128 di 147

Modulo Elastico Normale Ec:	314750	daN/cm ²
Coeff. di Poisson:	0.20	
Resis. media a trazione fctm:	25.60	daN/cm ²
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.0	
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	125.00	daN/cm ²
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	125.00	daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	100.00	daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm

ACCIAIO -

Tipo:	B450C	
Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm ²
Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0	daN/cm ²
Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0	daN/cm ²
Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
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 ²

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

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

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-44.5	7.2	24
2	-44.5	142.8	24
3	44.5	142.8	24
4	44.5	7.2	24
5	-44.5	13.6	1
6	44.5	13.6	1
7	-44.5	136.1	1
8	44.5	136.1	1
9	-42.0	19.2	1

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	24
2	2	3	3	24

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01A0 001	A	129 di 147

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	50505	72772	0	0	0
2	69265	60643	0	0	0
3	50505	90957	0	0	0
4	69265	-85635	0	0	0

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	50789	58260	0
2	51237	54573	0
3	50833	57940	0
4	50988	56951	0
5	50964	56974	0
6	50988	56951	0
7	50789	36488	0
8	51237	-50126	0
9	50833	27837	0
10	50988	-2690	0
11	50964	1872	0
12	50988	-2690	0

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	50789	58260 (138807)	0 (0)
2	51237	54573 (142105)	0 (0)
3	50833	57940 (139075)	0 (0)
4	50988	56951 (139946)	0 (0)
5	50964	56974 (139908)	0 (0)
6	50988	56951 (139946)	0 (0)
7	50789	36488 (169253)	0 (0)
8	51237	-50126 (-146420)	0 (0)
9	50833	27837 (207183)	0 (0)
10	50988	-2690 (19691)	0 (0)
11	50964	1872 (19558)	0 (0)
12	50988	-2690 (19628)	0 (0)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01A0 001	A	130 di 147

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

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

Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	50789	58260 (138807)	0 (0)
2	51237	54573 (142105)	0 (0)
3	50833	57940 (139075)	0 (0)
4	50988	56951 (139946)	0 (0)
5	50964	56974 (139908)	0 (0)
6	50988	56951 (139946)	0 (0)
7	50789	36488 (169253)	0 (0)
8	51237	-50126 (-146420)	0 (0)
9	50833	27837 (207183)	0 (0)
10	50988	-2690 (19691)	0 (0)
11	50964	1872 (19558)	0 (0)
12	50988	-2690 (19628)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.3 cm

Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata

N Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)

Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia

My Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia

N ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)

Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia

My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia

My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia

Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] intorno all'asse X di riferimento della sezione

Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	50505	72772	0	50476	157922	14	2.170	-----
2	S	69265	60643	0	69277	170598	14	2.813	-----
3	S	50505	90957	0	50477	157922	13	1.736	-----
4	S	69265	-85635	0	69281	-170566	14	1.992	-----

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione

ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace

Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)

Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)

es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)

Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)

Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)

es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01A0 001	A	131 di 147

Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.02103	50.0	150.0	0.00075	44.5	142.8	-0.05100	-44.5	7.2
2	0.00350	-0.01911	50.0	150.0	0.00097	44.5	142.8	-0.04672	-44.5	7.2
3	0.00350	-0.02103	50.0	150.0	0.00075	44.5	142.8	-0.05100	-44.5	7.2
4	0.00350	-0.01911	50.0	0.0	0.00097	44.5	7.2	-0.04672	-44.5	142.8

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000001	0.000381624	-0.053743638	----	----
2	0.000000002	0.000351660	-0.049249050	----	----
3	0.000000001	0.000381624	-0.053743652	----	----
4	0.000000002	-0.000351660	0.003499920	----	----

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/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]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	28.5	-50.0	150.0	-937	44.5	7.2	2279	22.6	6.4	1.00
2	S	26.5	-50.0	150.0	-816	44.5	7.2	2279	22.6	6.4	1.00
3	S	28.4	-50.0	150.0	-926	44.5	7.2	2279	22.6	6.4	1.00
4	S	27.8	-50.0	150.0	-893	44.5	7.2	2279	22.6	6.4	1.00
5	S	27.8	-50.0	150.0	-894	44.5	7.2	2279	22.6	6.4	1.00
6	S	27.8	-50.0	150.0	-893	44.5	7.2	2279	22.6	6.4	1.00
7	S	16.6	-50.0	150.0	-308	44.5	7.2	2279	22.6	6.4	1.00
8	S	24.1	50.0	0.0	-682	-44.5	142.8	2279	22.6	6.7	1.00
9	S	11.9	-50.0	150.0	-124	44.5	7.2	2279	22.6	6.4	1.00
10	S	3.9	50.0	0.0	40	-44.5	142.8	----	----	----	----
11	S	3.7	50.0	150.0	43	-44.5	7.2	----	----	----	----
12	S	3.9	50.0	0.0	40	-44.5	142.8	----	----	----	----

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	28.5	-50.0	150.0	-937	44.5	7.2	2279	22.6	6.4	0.50
2	S	26.5	-50.0	150.0	-816	44.5	7.2	2279	22.6	6.4	0.50
3	S	28.4	-50.0	150.0	-926	44.5	7.2	2279	22.6	6.4	0.50
4	S	27.8	-50.0	150.0	-893	44.5	7.2	2279	22.6	6.4	0.50
5	S	27.8	-50.0	150.0	-894	44.5	7.2	2279	22.6	6.4	0.50
6	S	27.8	-50.0	150.0	-893	44.5	7.2	2279	22.6	6.4	0.50
7	S	16.6	-50.0	150.0	-308	44.5	7.2	2279	22.6	6.4	0.50
8	S	24.1	50.0	0.0	-682	-44.5	142.8	2279	22.6	6.7	0.50



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01A0 001	A	132 di 147

9	S	11.9	-50.0	150.0	-124	44.5	7.2	2279	22.6	6.4	0.50
10	S	3.9	50.0	0.0	40	-44.5	142.8	---	---	---	---
11	S	3.7	50.0	150.0	43	-44.5	7.2	---	---	---	---
12	S	3.9	50.0	0.0	40	-44.5	142.8	---	---	---	---

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

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

Ver.	Esito della verifica
S1	Massima tensione [daN/cm ²] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata
S2	Minima di trazione [daN/cm ²] 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	= $1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (Mfess/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * Ss/Es$ è tra parentesi
srm	Distanza media tra le fessure [mm]
wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e * sm$. Valore limite tra parentesi
MX fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-10.7	-6.3	0.198	23	43.0	-1.838	0.00019 (0.00019)	286	0.091 (0.20)	138807	0
2	S	-9.8	-5.7	0.197	23	43.0	-2.390	0.00016 (0.00016)	285	0.079 (0.20)	142105	0
3	S	-10.7	-6.3	0.198	23	43.0	-1.881	0.00019 (0.00019)	286	0.090 (0.20)	139075	0
4	S	-10.4	-6.1	0.198	23	43.0	-2.019	0.00018 (0.00018)	286	0.087 (0.20)	139946	0
5	S	-10.4	-6.1	0.198	23	43.0	-2.015	0.00018 (0.00018)	286	0.087 (0.20)	139908	0
6	S	-10.4	-6.1	0.198	23	43.0	-2.019	0.00018 (0.00018)	286	0.087 (0.20)	139946	0
7	S	-5.5	-2.7	0.187	23	43.0	-9.758	0.00006 (0.00006)	275	0.029 (0.20)	169253	0
8	S	-8.8	-5.0	0.196	24	43.0	-3.266	0.00014 (0.00014)	286	0.066 (0.20)	-146420	0
9	S	-3.4	-1.3	0.173	23	43.0	-26.697	0.00002 (0.00002)	262	0.011 (0.20)	207183	0
10	S	2.6	-13.5	---	---	---	---	---	---	---	19691	0
11	S	2.8	-14.3	---	---	---	---	---	---	---	19558	0
12	S	2.6	-14.1	---	---	---	---	---	---	---	19628	0

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	28.5	-50.0	150.0	-937	44.5	7.2	2279	22.6	6.4	0.50
2	S	26.5	-50.0	150.0	-816	44.5	7.2	2279	22.6	6.4	0.50
3	S	28.4	-50.0	150.0	-926	44.5	7.2	2279	22.6	6.4	0.50
4	S	27.8	-50.0	150.0	-893	44.5	7.2	2279	22.6	6.4	0.50
5	S	27.8	-50.0	150.0	-894	44.5	7.2	2279	22.6	6.4	0.50
6	S	27.8	-50.0	150.0	-893	44.5	7.2	2279	22.6	6.4	0.50
7	S	16.6	-50.0	150.0	-308	44.5	7.2	2279	22.6	6.4	0.50
8	S	24.1	50.0	0.0	-682	-44.5	142.8	2279	22.6	6.7	0.50
9	S	11.9	-50.0	150.0	-124	44.5	7.2	2279	22.6	6.4	0.50
10	S	3.9	50.0	0.0	40	-44.5	142.8	---	---	---	---
11	S	3.7	50.0	150.0	43	-44.5	7.2	---	---	---	---
12	S	3.9	50.0	0.0	40	-44.5	142.8	---	---	---	---

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

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-10.7	-6.3	0.198	23	43.0	-1.838	0.00019 (0.00019)	286	0.091 (0.20)	138807	0
2	S	-9.8	-5.7	0.197	23	43.0	-2.390	0.00016 (0.00016)	285	0.079 (0.20)	142105	0
3	S	-10.7	-6.3	0.198	23	43.0	-1.881	0.00019 (0.00019)	286	0.090 (0.20)	139075	0
4	S	-10.4	-6.1	0.198	23	43.0	-2.019	0.00018 (0.00018)	286	0.087 (0.20)	139946	0
5	S	-10.4	-6.1	0.198	23	43.0	-2.015	0.00018 (0.00018)	286	0.087 (0.20)	139908	0
6	S	-10.4	-6.1	0.198	23	43.0	-2.019	0.00018 (0.00018)	286	0.087 (0.20)	139946	0



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01A0 001	A	133 di 147

7	S	-5.5	-2.7	0.187	23	43.0	-9.758	0.00006 (0.00006)	275	0.029 (0.20)	169253	0
8	S	-8.8	-5.0	0.196	24	43.0	-3.266	0.00014 (0.00014)	286	0.066 (0.20)	-146420	0
9	S	-3.4	-1.3	0.173	23	43.0	-26.697	0.00002 (0.00002)	262	0.011 (0.20)	207183	0
10	S	2.6	-13.5	---	---	---	---	---	---	---	19691	0
11	S	2.8	-14.3	---	---	---	---	---	---	---	19558	0
12	S	2.6	-14.1	---	---	---	---	---	---	---	19628	0

Verifica a taglio Fodera



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01A0 001	A	134 di 147

Caratteristiche materiali

Cls R_{ck}	<input type="text" value="37"/>	
Cls	<input type="text" value="Fessurato (v=0)"/>	condizioni calcestruzzo
Acciaio 1	<input type="text" value="B450"/>	acciaio barre longitudinali
Acciaio 2	<input type="text" value="B450"/>	acciaio armature trasversali
γ_c	<input type="text" value="1.5"/>	coefficiente parziale relativo al calcestruzzo
γ_s	<input type="text" value="1.15"/>	coefficiente parziale relativo all'acciaio

Geometrie sezione

b_w	<input type="text" value="1000"/>	mm	larghezza dell'anima resistente (larghezza minima d'anima)
d	<input type="text" value="437"/>	mm	altezza utile della sezione
A_c	<input type="text" value="1500000"/>	mm ²	area della sezione di calcestruzzo

Caratteristiche armature

n_{bl}	<input type="text" value="10"/>		numero di barre longitudinali
\varnothing_{bl}	<input type="text" value="24"/>	mm	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	<input type="text" value="5"/>		numero di bracci delle staffe
\varnothing_{st}	<input type="text" value="8"/>	mm	diametro delle staffe
s_{st}	<input type="text" value="200"/>	mm	passo delle staffe
α	<input type="text" value="45"/>	°	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	<input type="text" value="0.00"/>	KN	sfuerzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	<input type="text" value="455.00"/>	KN	taglio di calcolo
N_{Rd}	30710.0	KN	sfuerzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	<input type="text" value="22.00"/>	°	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$ctg\theta$	2.48		(il valore deve essere compreso fra 1.0 e 2.5)

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

Si
 No

τ		N/mm ²	tensione tangenziale corda baricentrica
σ_1		N/mm ²	tensione principale di trazione sulla corda baricentrica
$ctg\theta_c$			valore limite dell'inclinazione delle bielle

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	<input type="text" value="278.5"/>	KN	taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale
V_{Rd}	<input type="text" value="475.2"/>	KN	taglio resistente per elemento con armatura trasversale

Verifica a taglio Fondazione



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01A0 001	A	135 di 147

Caratteristiche materiali

Cls R_{ck}	<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
γ_c	<input type="text" value="1.5"/>	coefficiente parziale relativo al calcestruzzo
γ_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="1445"/>	mm	altezza utile della sezione
A_c	<input type="text" value="1500000"/>	mm ²	area della sezione di calcestruzzo

Caratteristiche armature

n_{bl}	<input type="text" value="5"/>		numero di barre longitudinali
\varnothing_{bl}	<input type="text" value="24"/>	mm	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	<input type="text" value="2"/>		numero di bracci delle staffe
\varnothing_{st}	<input type="text" value="10"/>	mm	diametro delle staffe
s_{st}	<input type="text" value="200"/>	mm	passo delle staffe
α	<input type="text" value="45"/>	°	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	<input type="text" value="0.00"/>	KN	sforzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	<input type="text" value="621.20"/>	KN	taglio di calcolo

N_{Rd} 24900.0 KN sforzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ ° inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse

$ctg\theta$ 2.48 (il valore deve essere compreso fra 1.0 e 2.5)

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

Si
 No

τ N/mm² tensione tangenziale corda baricentrica
 σ_1 N/mm² tensione principale di trazione sulla corda baricentrica
 $ctg\theta_l$ valore limite dell'inclinazione delle bielle

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	<input type="text" value="405.6"/>	KN	taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale
V_{Rd}	<input type="text" value="982.1"/>	KN	taglio resistente per elemento con armatura trasversale



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01A0 001	A	136 di 147

9 VERIFICHE GEOTECNICHE DIAFRAMMI

Si riportano di seguito le verifiche a portanza verticale dei diaframmi individuando tre sezioni rappresentative nell'ambito della sezione tipo in oggetto.

Il carico verticale agente in sommità al diaframma è stato definito considerando la larghezza totale della copertura pari a 14.6 m ed i valori corrispondenti ad ogni sezione rappresentativa del carico dovuto al ricoprimento e al carico dell'aereomobile.

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

9.1 SEZ1 – PK 0+992 – PK 1+150

Nella tabella seguente si riporta il calcolo del carico massimo agente in sommità ai diaframmi per il tratto di galleria in oggetto.

Carico	Spessore (m)	γ (kN/m ³)	p (kN/m ²)	L_{calcolo}	N (kN/m)	γ_a	Nslu (kN/m)
PP copertura	1.50	25.00	37.50	14.60	273.75	1.35	369.6
Ricoprimento finale	3.15	19.00	59.85	14.60	436.91	1.5	655.4
Aereomobile			57.60	14.60	420.48	1.35	567.6
Carico Totale					1131.1		1592.6

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 1	
Profondità da p.c. [m]	Unità geotecnica
da 5.0* a 13.0	Unità U2a
da 13.0 a 16.0	Unità U2
da 16.0 a 20.0	Unità U2a

da 20.0 a 26.0	Unità U2
da 26.0 a 50.0	Unità U3

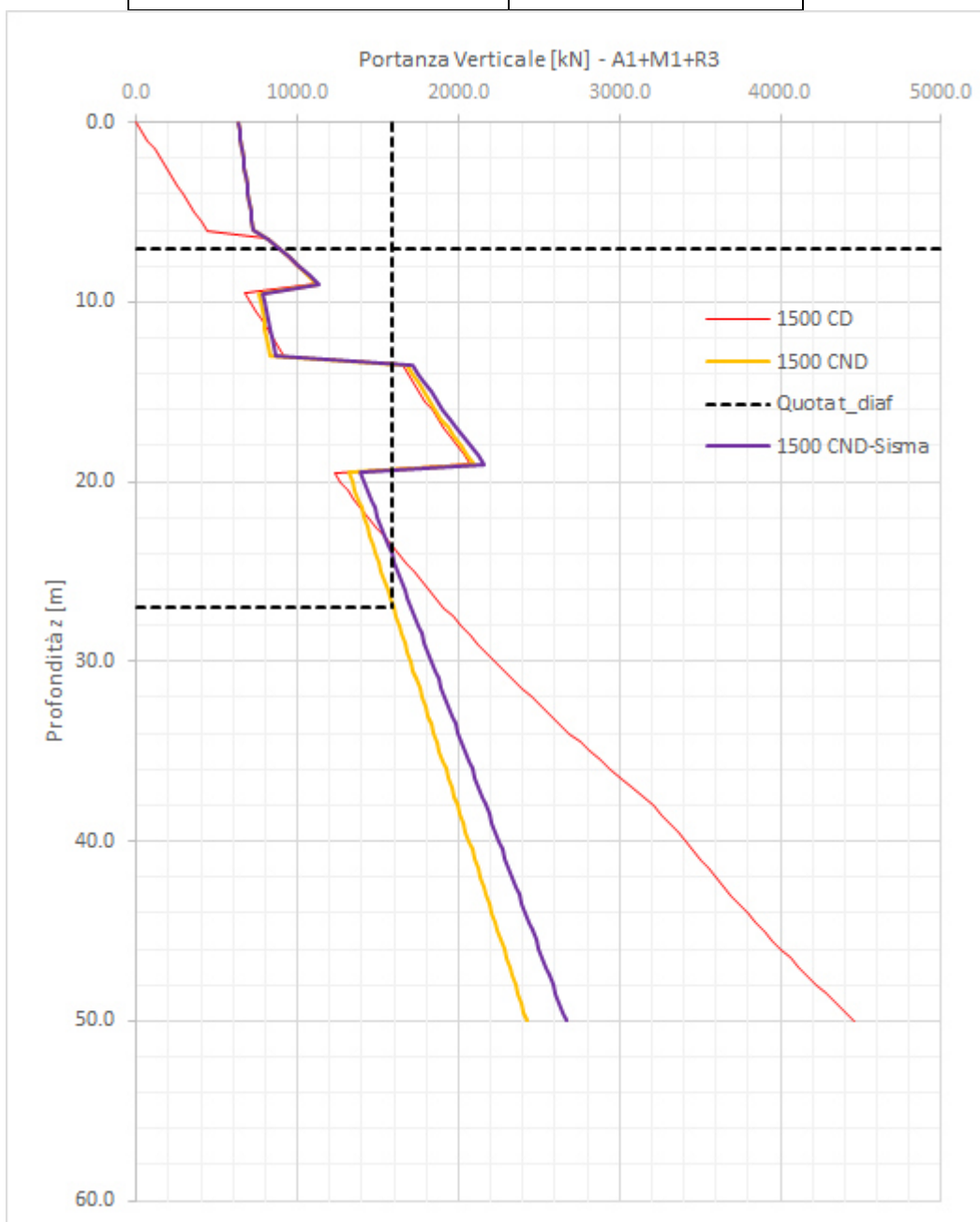


Figura 47. Curva di capacità portante - SEZ1



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01A0 001	A	138 di 147

Lutile	LsNP	Ltotale
Linfissione da verifica a portanza (m)	L tratto non portante (m)	L totale diaframma (m)
20.0	9.3	29.3

La verifica a capacità portante è soddisfatta poiché la lunghezza di infissione del diaframma in questo tratto di galleria, pari a 20.5m, è superiore alla lunghezza utile di infissione pari a 20.0m.

9.1 SEZ2 – PK 1+150 – PK 1+400

Nella tabella seguente si riporta il calcolo del carico massimo agente in sommità ai diaframmi per il tratto di galleria in oggetto.

Carico	Spessore (m)	γ (kN/m ³)	p (kN/m ²)	L _{calcolo}	N (kN/m)	γ_a	Nslu (kN/m)
PP copertura	1.50	25.00	37.50	14.60	273.75	1.35	369.6
Ricoprimento finale	4.15	19.00	78.85	14.60	575.61	1.5	863.4
Aereomobile			46.50	14.60	339.45	1.35	458.3
Carico Totale					1188.8		1691.2

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 Sez 2	
Profondità da p.c. [m]	Unità geotecnica
da 6.0* a 24.0	Unità U2a
da 24.0 a 50.0	Unità U3

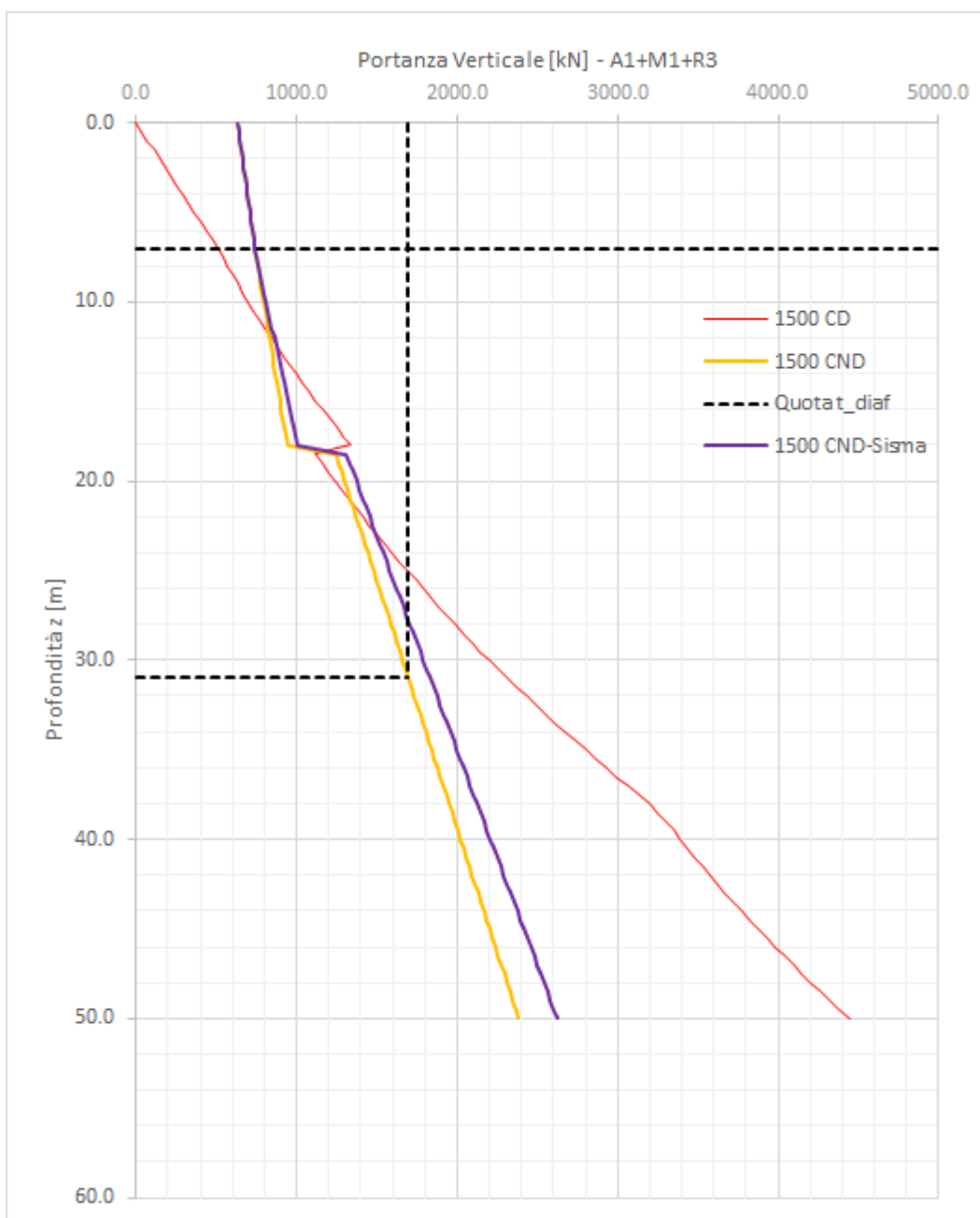


Figura 48. Curva di capacità portante – SEZ2



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01A0 001	A	140 di 147

Lutile	LsNP	Ltotale
Linfissione da verifica a portanza (m)	L tratto non portante (m)	L totale diaframma (m)
24	9.3	33.3

La verifica a capacità portante è soddisfatta poiché la lunghezza di infissione del diaframma in questo tratto di galleria è pari alla lunghezza utile di infissione, 24.0m.

9.1 SEZ3 – PK 1+400 – PK 1+599

Nella tabella seguente si riporta il calcolo del carico massimo agente in sommità ai diaframmi per il tratto di galleria in oggetto. Il tratto rappresentativo in esame corrisponde con la sezione di calcolo della sezione tipo A oggetto della presente relazione.

Carico	Spessore (m)	γ (kN/m ³)	p (kN/m ²)	L _{calcolo}	N (kN/m)	γ_a	Nslu (kN/m)
PP copertura	1.50	25.00	37.50	14.60	273.75	1.35	369.6
Ricoprimento finale	4.25	19.00	80.75	14.60	589.48	1.5	884.2
Aereomobile			40.80	14.60	297.84	1.35	402.1
Carico Totale					1161.1		1655.9

Tabella 11 – Carico massimo diaframmi – A1+M1+R3

La stratigrafia di riferimento per il tratto in esame è riportato di seguito.

* coincidente con z=0 piano campagna fittizio Sez 3	
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

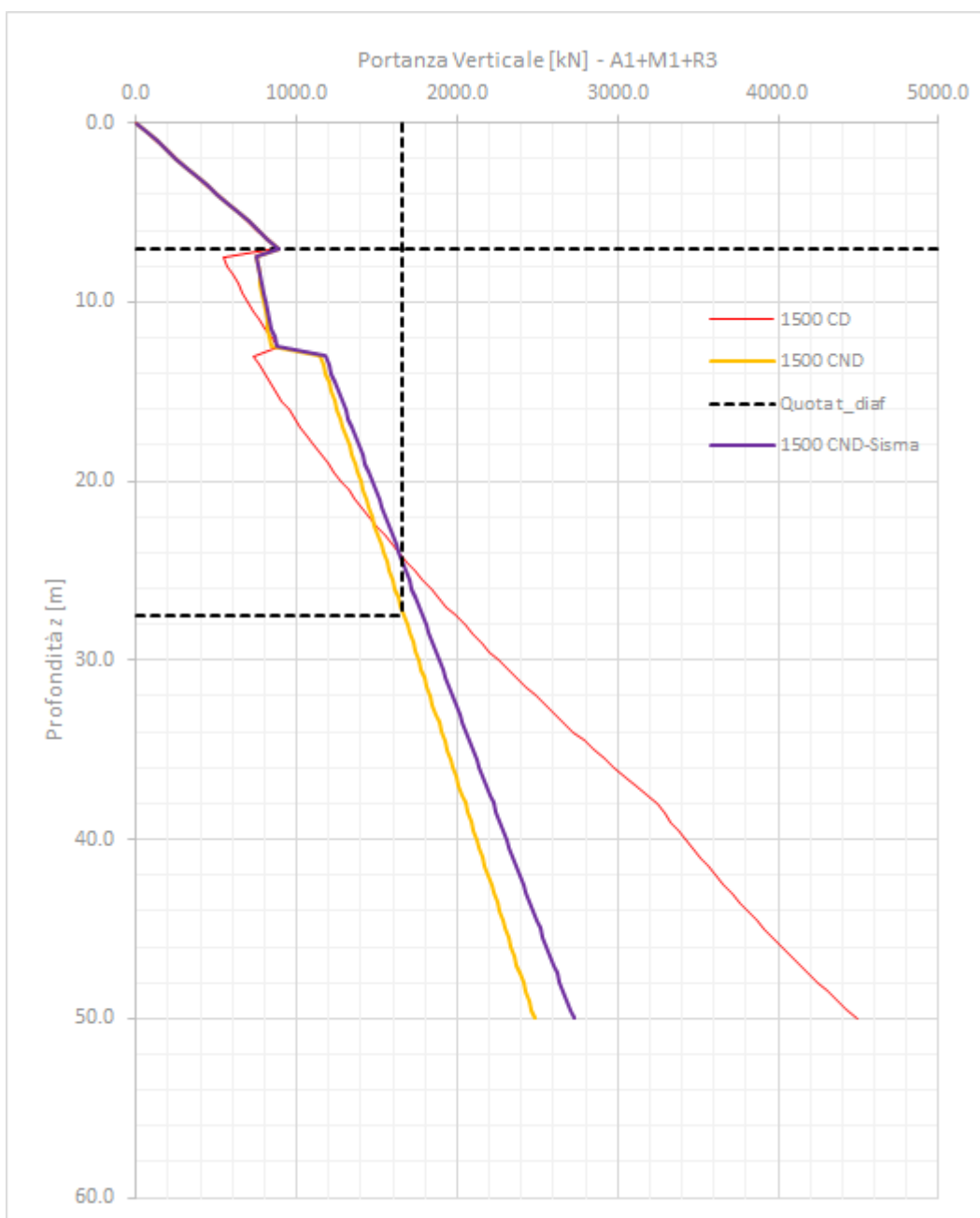


Figura 49. Curva di capacità portante – SEZ3



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01A0 001	A	142 di 147

Lutile	LsNP	Ltotale
Linfissione da verifica a portanza (m)	L tratto non portante (m)	L totale diaframma (m)
20.5	9.3	29.8

La verifica a capacità portante è soddisfatta poiché la lunghezza di infissione del diaframma in questo tratto di galleria è pari alla lunghezza utile di infissione, 20.5m.

9.2 VERIFICA A COLLASSO PER ROTAZIONE INTORNO A UN PUNTO DELL'OPERA

Si riporta di seguito i risultati dell'analisi per la Combinazione 2 (A2+M2+R1) delle spinte mobilitate per l'equilibrio della struttura.

Riepilogo per la DA <NTC2018: A2+M2+R1>

Parete <Left Wall>

Min. spostamento laterale [mm]	0	Z = -35.3 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 2 - scavo a quota soletta)
Max. spostamento laterale [mm]	57.58	Z = -16.85 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 11 - sisma)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.24		D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 2 - scavo a quota soletta)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.94		D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 8 - carico aereoportuale) (>0.5)

Parete <Right wall>

Min. spostamento laterale [mm]	-45.08	Z = -21.65 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 8 - carico aereoportuale)
Max. spostamento laterale [mm]	25.48	Z = -4.25 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 11 - sisma)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.94		D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 8 - carico aereoportuale) (>0.5)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.24		D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 11 - sisma)

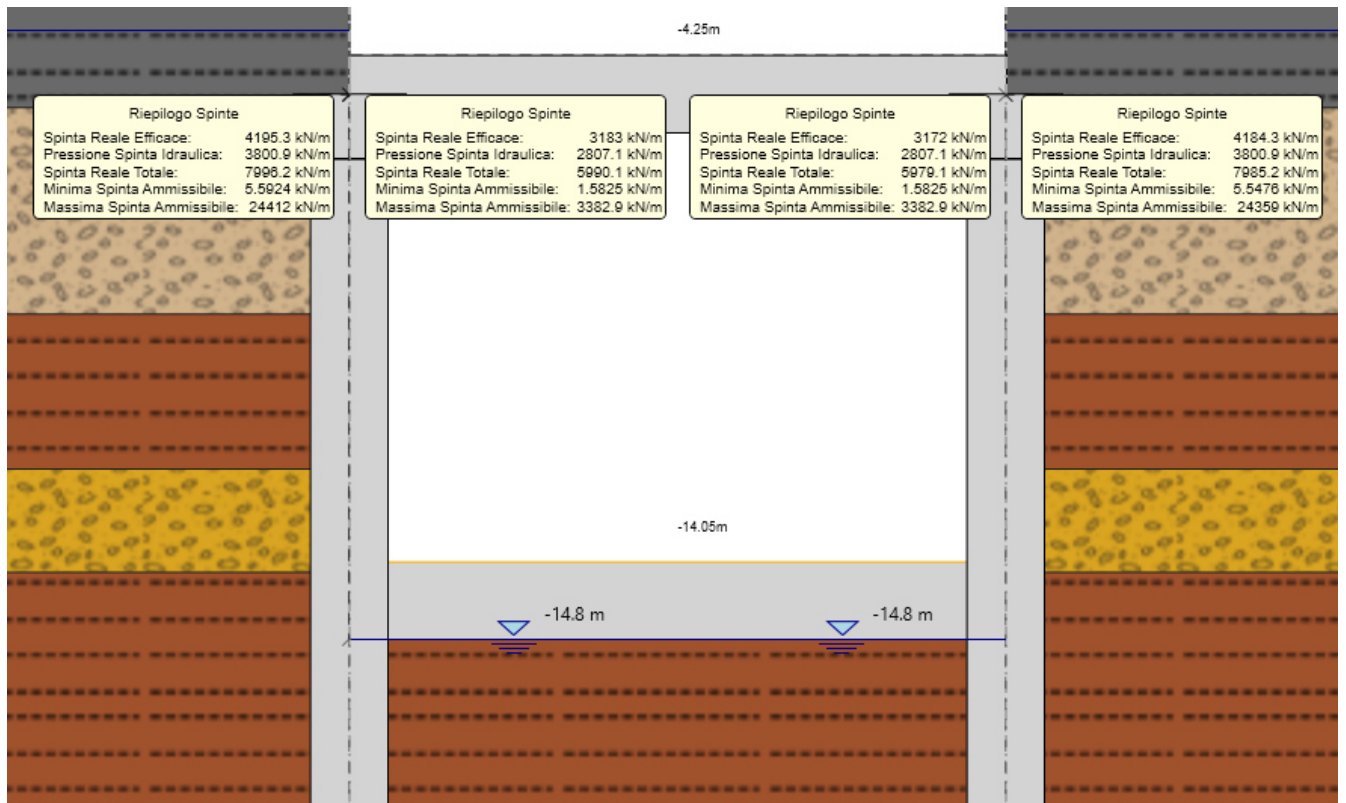


DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL GA01A0 001	A	143 di 147



	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA					
	INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.					
	MACROFASE FUNZIONALE 1					
	LOTTO 02					
RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A – Galleria artificiale da km 0+922 A km 1+837	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS3H	02	D 78	CL GA01A0 001	A	144 di 147

9.3 VERIFICA SPOSTAMENTI INDOTTI SUGLI EDIFICI

I movimenti del terreno a tergo della paratia vengono generalmente interpretati mediante i seguenti due cinematismi elementari.

- *Cinematismo tipo “a sbalzo”*

Nel caso di opere di sostegno non contrastate, ovvero nella fase iniziale degli scavi prima dell'installazione del primo livello di contrasti, la parete mostra la tipica deformata di strutture a sbalzo, con spostamenti orizzontali decrescenti all'aumentare della profondità. In tali condizioni il terreno a tergo subisce degli spostamenti che risultano circa proporzionali all'inverso della distanza dalla parete, con una distribuzione circa triangolare.

- *Cinematismo tipo “profondo”*

Quando il movimento della parte superiore della struttura è impedito dalla presenza di uno o più livelli di supporti, la distribuzione degli spostamenti nel terreno è caratterizzata da movimenti profondi, al di sotto del piano di scavo. La deformata incrementale della parete presenta uno spanciamento con spostamenti orizzontali massimi nell'intorno del fondo scavo (movimenti profondi). In tale circostanza i movimenti del piano campagna crescono con la distanza dalla parete fino ad un valore massimo per poi diminuire nuovamente ed annullarsi oltre una certa distanza limite.

La composizione di questi due cinematismi da luogo a cinematismi composti.

I metodi empirici attualmente disponibili in letteratura tendono a correlare gli spostamenti verticali massimi del piano campagna ($S_{v,max}$) con gli spostamenti orizzontali massimi della parete ($S_{w,max}$), questi ultimi di più facile determinazione.

La correlazione proposta da Mana & Clough (1981), successivamente modificata da Pane & Tamagnini (1997) sulla base di numerosi case-histories documentati in letteratura, con altezze di scavo comprese tra 6 m e 60 m, distinguendo le misure in base al cinematismo esibito dalla parete (tipo “a sbalzo” o “profondo”).

L'interpolazione lineare dei dati sperimentali disponibili fornisce un relazione:

$$\frac{S_{v,max}}{S_{w,max}} \approx 0.94 \div 0.64$$

Il limite superiore del rapporto si riferisce a strutture con cinematismo “profondo” e costituisce una correlazione molto soddisfacente dei risultati. Il valore inferiore fa riferimento a cinematismi di tipo “a sbalzo”, i cui dati sperimentali sono meno numerosi e più dispersi. In generale si assume in via cautelativa:

$$\frac{S_{v,max}}{S_{w,max}} \approx 1.0 \div 0.7$$

Nota lo spostamento verticale massimo una stima dei movimenti al piano campagna può essere fatta mediante i profili di subsidenza normalizzati, espressi in termini di distanza relativa X/H pari al rapporto tra la distanza dalla parete di sostegno (X) e la profondità di scavo (H).

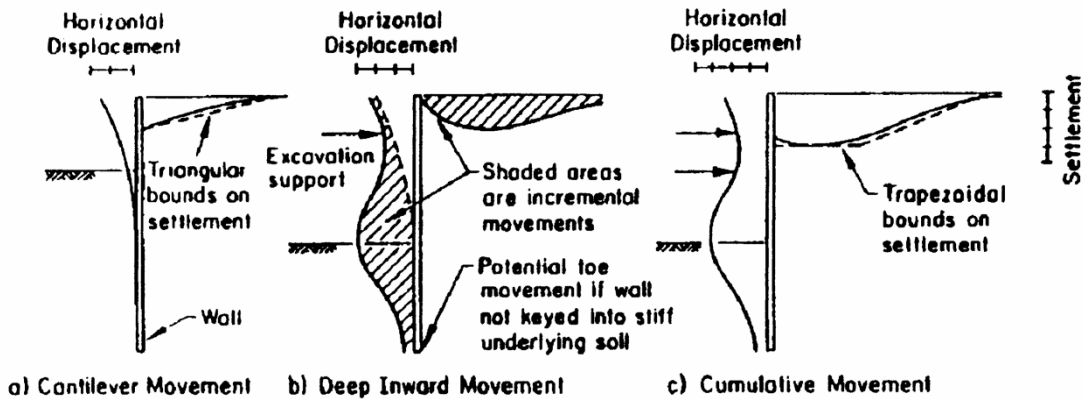
Per le strutture di sostegno non contrastate in cui prevale un comportamento deformativo “a sbalzo”, il profilo di subsidenza può essere determinato con una forma circa triangolare che si estende fino ad una distanza pari a $2 \cdot H$, ove H è la massima profondità di scavo. In questo caso, la distorsione angolare media a tergo della paratia sarà quindi la seguente:

$$\beta = \frac{S_{v,max}}{2H} = \frac{0.7 S_{w,max}}{2H}$$

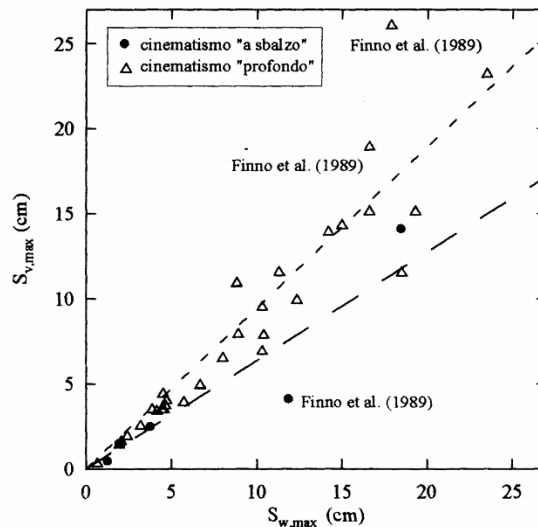
Si riporta quello proposto sempre da Mana & Clough (1981), successivamente modificato da Pane & Tamagnini (1997) per strutture contrastate ovvero caratterizzate da cinematici prevalentemente “profondi”. In questo caso le misure sperimentali sono ben approssimate da un involucro di forma trapezoidale che si estende fino ad una distanza pari a 2·H dalla parete e presenta un gradiente costante in corrispondenza della zona $0.75 \cdot H < X < 2 \cdot H$. Quindi la distorsione angolare media a tergo della paratia sarà la seguente:

$$\beta = \frac{S_{v,max}}{1.25 H} = \frac{S_{w,max}}{1.25 H}$$

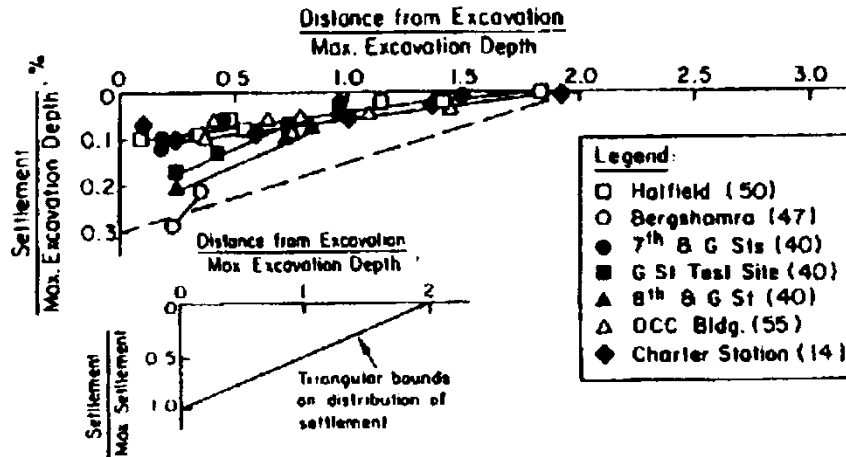
Nel caso di edifici si dovrà quindi verificare che le distorsioni angolari non superino i valori ammissibili. In letteratura i valori di distorsioni angolari ammissibili per le strutture portanti sono indicati in $1/300 \div 1/250$ ($3.3 \div 4.0 \text{ ‰}$); mentre per le murature di tamponamento i valori scendono a $1/500 \div 1/300$ ($2.0 \div 3.0 \text{ ‰}$).



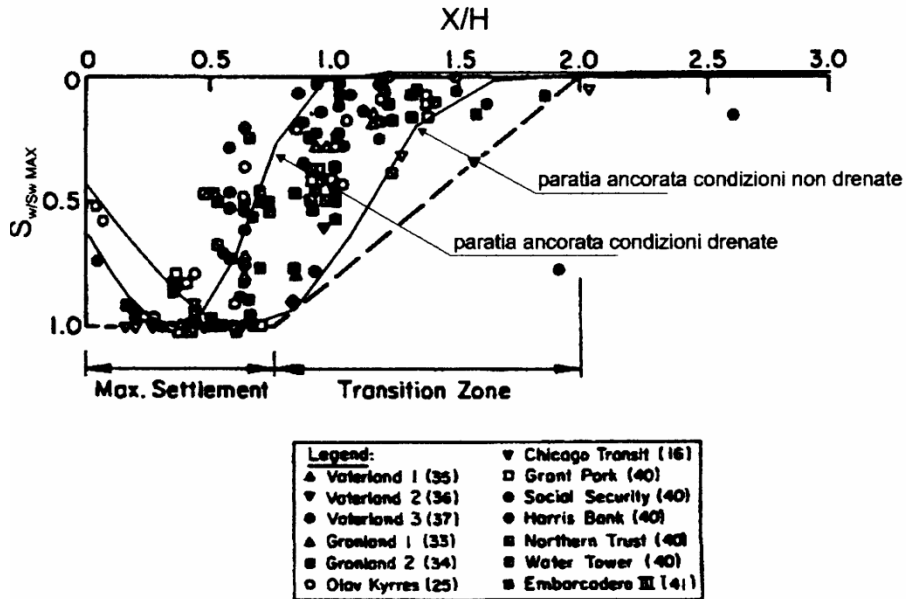
cinematici tipo (Clough & O'Rourke, 1990)



correlazione tra cedimento massimo del piano campagna e spostamento max della parete (Pane e Tamagnini, 1997 dopo Mana & Clough, 1981)



spostamenti verticali misurati in funzione della distanza dalla parete (Clough & O'Rourke, 1990)



profili di subsidenza normalizzati (Pane & Tamagnini, 1997 Mana & Clough, 1981)



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

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

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

Dunque, avendo uno spostamento orizzontale $S_{w,max}$ di 20.0 mm, si può determinare lo spostamento verticale massimo $S_{v,max}$ atteso a tergo dei diaframmi e, in funzione dell'altezza di scavo H, una stima della distorsione angolare media β sugli edifici. Tali risultati sono esposti nella seguente tabella, per un cinematismo di tipo "profondo".

distorsione angolare sugli edifici

H	$S_{v,max}/S_{w,max}$	$S_{w,max}$	β
mm	-	mm	-
15000	1	20.0	1.06 ‰

In letteratura i valori di distorsioni angolari ammissibili per le strutture portanti sono indicati in 1/300÷1/250 (3.3÷4.0 ‰); mentre per le murature di tamponamento i valori scendono a 1/500÷1/300 (2.0÷3.0 ‰).

Si può quindi concludere che l'entità e la distribuzione dei cedimenti indotti sugli edifici esistenti non sono tali da provocare danni né alle strutture né alle tamponature.