

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

Opere di sostegno di linea - Elaborati generali - Relazione di calcolo - Sezione tipo B

SCALA:

-

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

RS3H 02 D 78 CL TR00000 003 A

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

File: RS3H.0.2.D.78.CL.TR.00.0.0.003.A

n. Elab.:

Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10876



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	1 di 65

INDICE

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	4
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
2.2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
3	DESCRIZIONE DELL'OPERA	5
4	MATERIALI UTILIZZATI.....	7
4.1	CALCESTRUZZO DIAFRAMMI E FONDAZIONE C25/30.....	7
4.2	CALCESTRUZZO FODERE E CORDOLI C32/40	7
4.3	ACCIAIO IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA B450C	7
4.4	FESSURAZIONE.....	8
4.5	VALORI LIMITE DELLE TENSIONI.....	9
5	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	10
6	ANALISI DEI CARICHI.....	12
6.1	PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA E CARICHI PERMANENTI PORTATI	12
6.1.1	<i>Carichi permanenti portati struttura di rivestimento</i>	<i>12</i>
6.1	SPINTE DELLE TERRE E SPINTA IDRAULICA	13
6.1.1	<i>Spinta idrostatica fodere</i>	<i>13</i>
6.2	CARICHI ACCIDENTALI.....	15
6.2.1	<i>Carico accidentale sulla soletta di fondazione.....</i>	<i>15</i>
6.3	AZIONE SISMICA	16
6.4	COMBINAZIONI DI CARICO	18
6.4.1	<i>Combinazioni di carico per il diaframma</i>	<i>18</i>
6.4.2	<i>Combinazioni di carico per la struttura interna</i>	<i>18</i>
7	MODELLI DI CALCOLO	19
7.1	MODELLO DI CALCOLO DIAFRAMMI.....	19
7.1.1	<i>Fasi di scavo e stage di calcolo.....</i>	<i>19</i>
7.2	MODELLAZIONE STRUTTURA INTERNA.....	29
8	ANALISI E VERIFICHE	30



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	2 di 65

8.1	RISULTATI DIAFRAMMI.....	30
8.1.1	<i>Sollecitazioni</i>	30
8.1.2	<i>Verifiche diaframma</i>	37
8.2	RISULTATI STRUTTURA INTERNA.....	47
8.2.1	<i>Sollecitazioni</i>	47
8.2.2	<i>Verifiche struttura interna</i>	53
9	VERIFICHE GEOTECNICHE DIAFRAMMI	64
9.1	VERIFICA A COLLASSO PER ROTAZIONE INTORNO A UN PUNTO DELL'OPERA	64

1 PREMESSA

Nel presente documento si riportano le analisi e le verifiche strutturali delle opere che caratterizzano la trincea artificiale TR03, relative alla sezione tipo B prevista tra il km 2+000 ed il km 2+100 del nodo di catania interramento linea per il prolungamento della pista dell'aeroporto di Fontanarossa.

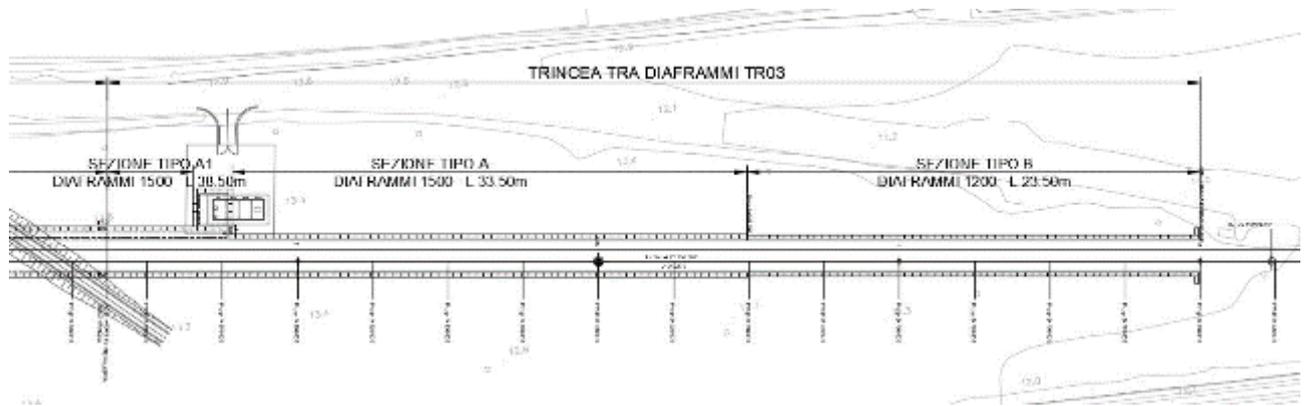


Figura 2. Planimetria TR03.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02					
	RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali	COMMESSA RS3H	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO CL TR0000 003	REV. A

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
Carpenteria Canaletta H50 - Sezione tipo B	RS3H.0.2.D.78.BB.TR.00.0.0.005
TR03 Planimetria generale – Profilo generale	RS3H.0.2.D.78.L8.TR.03.0.0.001
TR03 Pianta profilo sezioni - Tav. 1/3	RS3H.0.2.D.78.P9.TR.03.0.0.001
TR03 Pianta profilo sezioni - Tav. 2/3	RS3H.0.2.D.78.P9.TR.03.0.0.002
TR03 Pianta profilo sezioni - Tav. 3/3	RS3H.0.2.D.78.P9.TR.03.0.0.003
TR03 Pianta scavi ed opere provvisionali	RS3H.0.2.D.78.P9.TR.03.0.0.004



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

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	5 di 65

3 DESCRIZIONE DELL'OPERA

La trincea TR03 si sviluppa tra le pk 1+837 e pk 2+100 per una lunghezza complessiva di 263 m in cui si distinguono tre sezioni trasversali dei tratti omogenei di trincea in funzione dell'attezza di scavo e dei vincoli orizzontali.

La sezione tipo B oggetto della presente relazione è caratterizzata da paratie di diaframmi di spessore pari a 1.20m contrastate dal solettone di fondazione di spessore pari a 1.2m costituente la struttura interna della trincea, 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 1.20 m x 2.50 m aventi una lunghezza complessiva pari a 23.50 m.

La struttura di rivestimento interna è costituita da un solettone di fondazione di spessore pari a 1.20 m e larghezza pari a 11.20 m e da fodere dello spessore di 0.50 m e altezza netta variabile tra 3.90 m a 2.10 m per la trincea TR03.

Per maggiori approfondimenti sulle geometrie delle diverse parti dell'opera si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

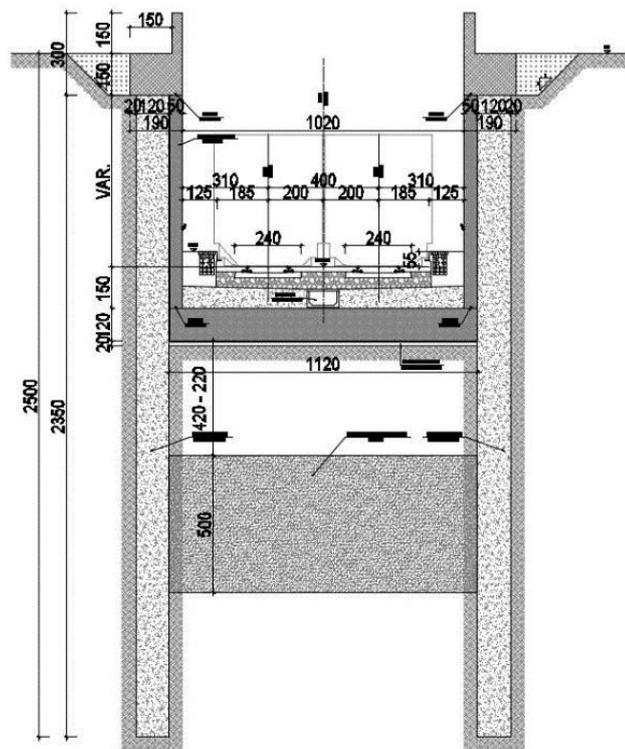


Figura3. Sezione trasversale – Sezione tipo B TR03



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

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	6 di 65

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

- **Fase 0:** Realizzazione diaframmi e tappo di fondo con jet-grouting (nel modello di calcolo, a favore di sicurezza, non è stato modellato il jetting) da piano campagna.
- **Fase 1:** Scavo per realizzazione scapitozzatura e trave di coronamento diaframmi.
- **Fase 2:** Scavo a quota intradosso fondazione.
- **Fase 3:** Realizzazione solettone di fondo e delle strutture di rivestimento



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	7 di 65

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

4.2 CALCESTRUZZO FODERE E CORDOLI C32/40

Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck} = 32 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a compressione semplice dove $\alpha_{cc} = 0.85$ e $\gamma_m = 1.5$;	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_m,$ $f_{cd} = 18.13 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E_c = 33345 \text{ N/mm}^2$
Modulo di Poisson	$\nu = 0.20$
Densità di Massa	$\rho = 25 \text{ kN/m}^3$
Coefficiente di Espansione Termica:	$\alpha = 1.00\text{E-}05 \text{ m/}^\circ\text{C}$

4.3 ACCIAIO IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA B450C

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	8 di 65

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 XC4 (XS1) rispettivamente per i diframmi e le strutture interne, come da tabelle materiali. Tali classi di esposizione rientrano nelle condizioni ambientali Ordinarie e Aggressive come desumibile dalla tabella 4.1.III.,

Tab. 4.1.III - Descrizione delle condizioni ambientali

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinario	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

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

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

Classe di esposizione	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura	
			Sensibile Stato limite	Poco sensibile Stato limite
A	Ordinarie	frequente	apertura fessure $\leq w_2$	apertura fessure $\leq w_3$
		quasi permanente	apertura fessure $\leq w_1$	apertura fessure $\leq w_3$
		frequente	apertura fessure $\leq w_2$	apertura fessure $\leq w_3$
B	Aggressive	frequente	apertura fessure $\leq w_2$	apertura fessure $\leq w_3$
		quasi permanente	decompressione -	apertura fessure $\leq w_3$
		frequente	formazione fessure -	apertura fessure $\leq w_1$
C	Molto aggressive	frequente	decompressione -	apertura fessure $\leq w_3$
		quasi permanente	decompressione -	apertura fessure $\leq w_3$

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

Riepilogando:

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

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

combinazione frequente w_3

combinazione quasi permanente w_2



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

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	9 di 65

4.5 VALORI LIMITE DELLE TENSIONI

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

Strutture in C.A.

Tensioni di compressione del calcestruzzo

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

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

Tensioni di trazione nell'acciaio

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



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

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	10 di 65

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:

- da quota 0.00 m a quota -7.50 m: unità U1

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

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

$c' = 5 \text{ kPa}$ coesione drenata

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

- da quota -7.50 m a quota -10.50 m: unità U2a

$\gamma_2 = 19.0 \text{ kN/m}^3$ peso di volume naturale

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

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

$E' = 80 \text{ MPa}$ modulo di deformazione elastico operativo

- da quota -10.50 m a quota -23.50 m: unità U2

$\gamma_2 = 19.5 \text{ kN/m}^3$ peso di volume naturale

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

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

$E' = 45 \text{ MPa}$ modulo di deformazione elastico operativo

- da quota -30.00 m : unità U3

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

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

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

$E' = 100 \text{ MPa}$ modulo di deformazione elastico operativo

La quota della falda, ricavata del profilo geotecnico di riferimento, è posta a -2.5m da p.c. mentre quella di progetto è pari a -2.0m 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 pressochè costante in corrispondenza della sezione tipo in oggetto.



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

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	11 di 65

Si riporta di seguito tabella riepilogativa della stratigrafia di calcolo :

Strato di Terreno	Terreno	γ dry	γ sat	ϕ'	ϕ	c_v	ρ	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		kPa	kN/m ³	kN/m ³	kN/m ³	
1	U1-bb2	18.5	18.5	30				5		Constant		30000	40000										
2	U2a-bn3	19	19	24				10		Constant		80000	240000										
3	U2-bn2	19.5	19.5	31				0		Constant		45000	55000										
4	U2-bn2	19.5	19.5	31				0		Constant		45000	55000										
5	U3-FAG	20.5	20.5	22				10		Constant		100000	300000										

Per le analisi d'interazione struttura-terreno in direzione verticale, il coefficiente di sottofondo alla Winkler 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 è il lato maggiore della fondazione.	

Tabella 1. Fattore di forma

Quindi:

E = 30 MPa

L = 12 m

B = 11.2 m

$k_w \approx 3300 \text{ (kN/m}^2\text{) /m}$



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

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	12 di 65

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 SAP2000 v21 per il calcolo della struttura di rivestimento interna; in entrambi i casi i calcoli sono riferiti ad una striscia avente lunghezza di 1,00 m.

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 di rivestimento

I carichi permanenti portati considerati sono quelli dovuti al peso del rinterro e del massetto in copertura e della massicciata 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 una massicciata cementizia (peso specifico: 24 kN/m^3) avente altezza media di 0,7 m.

$$Q_{\text{perm.port.}} = 18,00 \text{ kN/m}^3 \times 0,80 \text{ m} + 24,00 \text{ kN/m}^3 \times 0,7 \text{ m} = 31,2 \text{ kN/m}^2$$

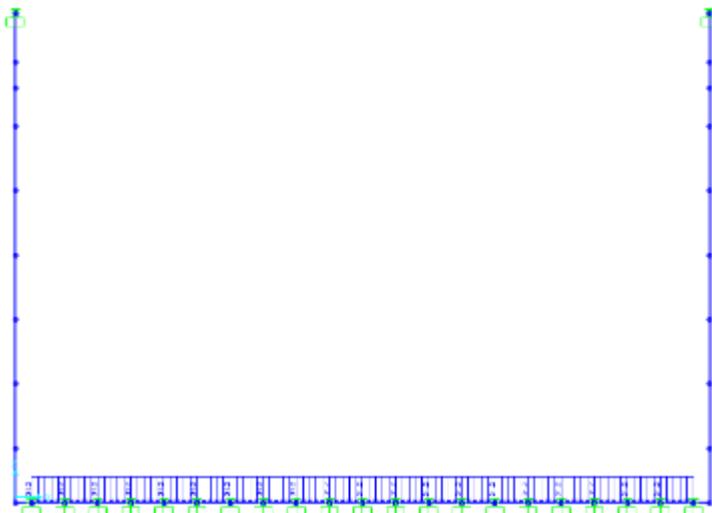


Figura 1. Permanente portato – Sezione tipo B



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	13 di 65

6.1 SPINTE DELLE TERRE E SPINTA IDRAULICA

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:

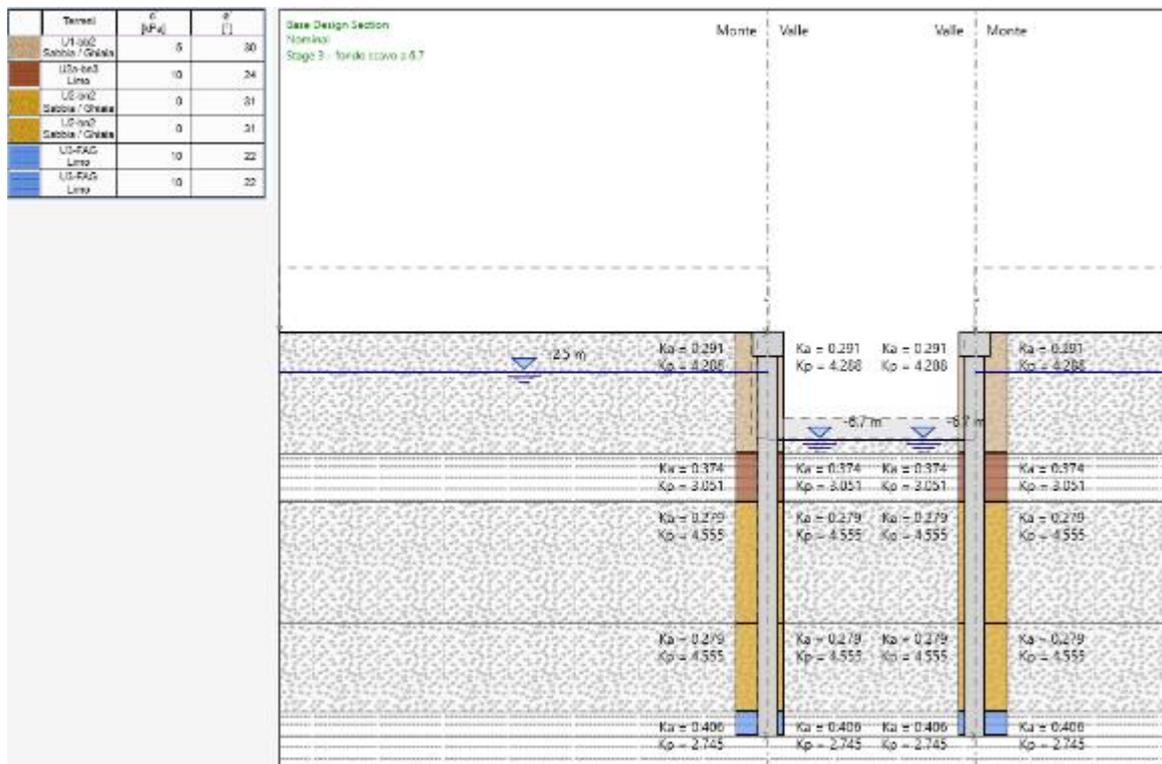


Figura 2. Coefficienti di spinta – Sezione tipo B

6.1.1 Spinta idrostatica fodere

L'azione della spinta idraulica orizzontale è stata portata in conto applicando una distribuzione di carico con andamento triangolare considerando la falda di progetto posta a 0.1m dalla sommità della fodera. In particolare le spinte sul lato sinistro e destro valgono:

$$\gamma_w * h_{falda, min} = 10 \text{ kN/m}^3 * 0.0 \text{ m} = 0.0 \text{ kN/m}^2 \text{ a } 0.1\text{m dalla sommità (min).}$$

$$\gamma_w * h_{falda, max} = 10 \text{ kN/m}^3 * 4.4 \text{ m} = 44.0 \text{ kN/m}^2 \text{ (max).}$$

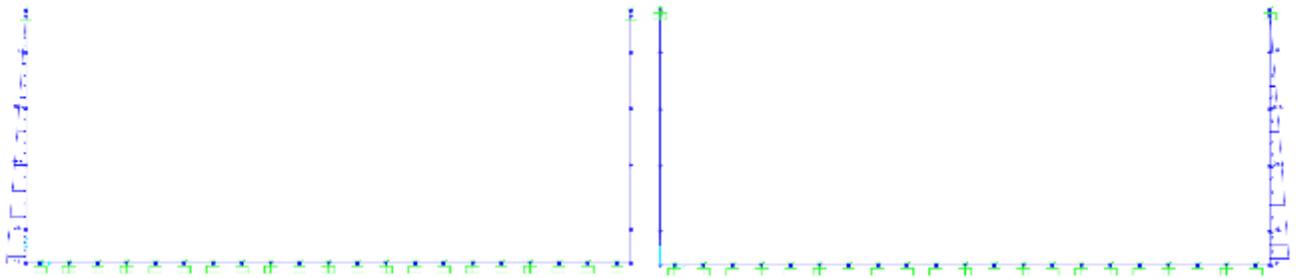


Figura 3. Spinta idrostatica sulle fodere– Lato SX e DX

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.

$$Fh = S_{media} * H_{solett} / 2 = (44+50) / 2 \text{ kN/m}^2 * 1.2 / 2 \text{ m} = 28.2 \text{ kN/m}.$$

La sottospinta agente sul solettone vale:

$$\gamma_w * h_{falda, princ} = 10 \text{ kN/m}^3 * 5.0 \text{ m} = 50 \text{ kN/m}^2$$

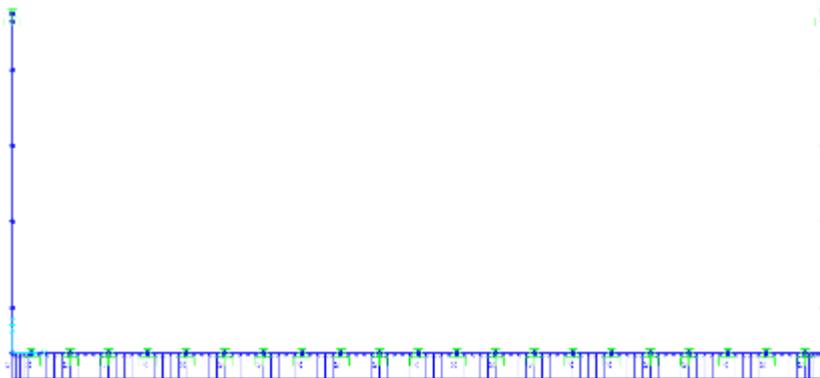


Figura 4. Spinta idrostatica sul solettone di fondazione

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

Per la sottospinta principale:

$$F_v = S_{\text{sottospinta, princ}} * L_{\text{fod}} / 2 = 72 \text{ kN/m}^2 * 0,5 / 2 \text{ m} = 18.0 \text{ kN/m} .$$

6.2 CARICHI ACCIDENTALI

Il sovraccarico a tergo dei diaframmi considerato agente a piano campagna è pari a 10 kN/m^2 e viene applicato al modello Paratie Plus che calcola in automatico le relative spinte orizzontali.

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:

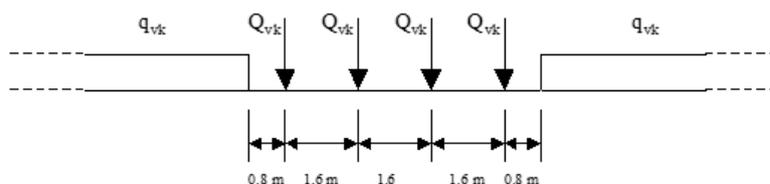


Figura 5. Schema di Carico del treno

quattro assi da 250 kN disposti ad interasse di 1,60 m ($Q_{vk} = 250 \text{ kN}$)
 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 ($q_{vk} = 80 \text{ kN/m}$)

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 massicciata + metà solettone: $0,7 \text{ m} + 0,75 \text{ m} = 1,45 \text{ m}$).

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.



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

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	16 di 65

Quindi:

carico LM71: 1000 kN

diffusione longitudinale: 6,40 m

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

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

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

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

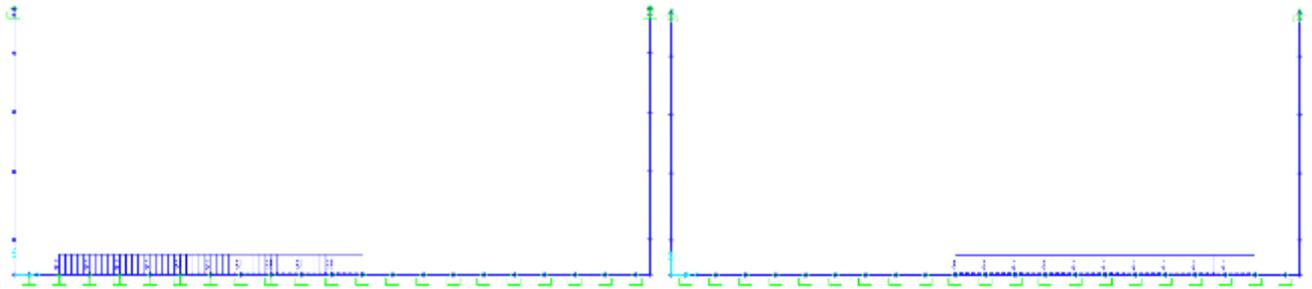


Figura 6. Carico del treno sul solettone di fondo – Accidentale treno SX e DX

6.3 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) = $k_h = \alpha * \beta * S_t * S_s * a_g$ (g)	0.400



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

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	17 di 65

I coefficienti sismici orizzontali k_h (quelli verticali possono essere trascurati per opere snelle come quelle in esame) 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 ammettono spostamenti, ovvero per le tipologie di diaframmi che non prevedono puntoni definitivi in sommità, la valutazione delle spinte del terreno è stata effettuata seguendo la formulazione di Mononobe-Okabe. In questo caso la procedura di calcolo automatica prevista dal programma fa riferimento ad un comportamento flessibile della paratia.

I carichi sismici dovuti all'inerzia dei diaframmi e all'incremento sismico di spinta sono stati calcolati dal software e applicati manualmente nell'ultimo stage di calcolo.

Il carico sismico, dovuto all'incremento di spinta del terreno, applicato ad un solo diaframma vale :

$$q_{\text{orizz}} = 18.0 \text{ kN/m}^2$$

Il carico dovuto all'inerzia del diaframma vale

$$q_{i,\text{diaf}} = 25.0 * 1.2 * 0.4 = 12.0 \text{ kN/m}^2$$



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	18 di 65

6.4 COMBINAZIONI DI CARICO

Si riporta di seguito le combinazioni di carico assunte nei modelli Paratie plus e SAP200.

6.4.1 Combinazioni di carico per il diaframma

Nome	Carico																				
...

Tabella 2. Combinazioni per il modello Paratie plus

6.4.2 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_{d1}	Q_{d2}
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 SAP2000

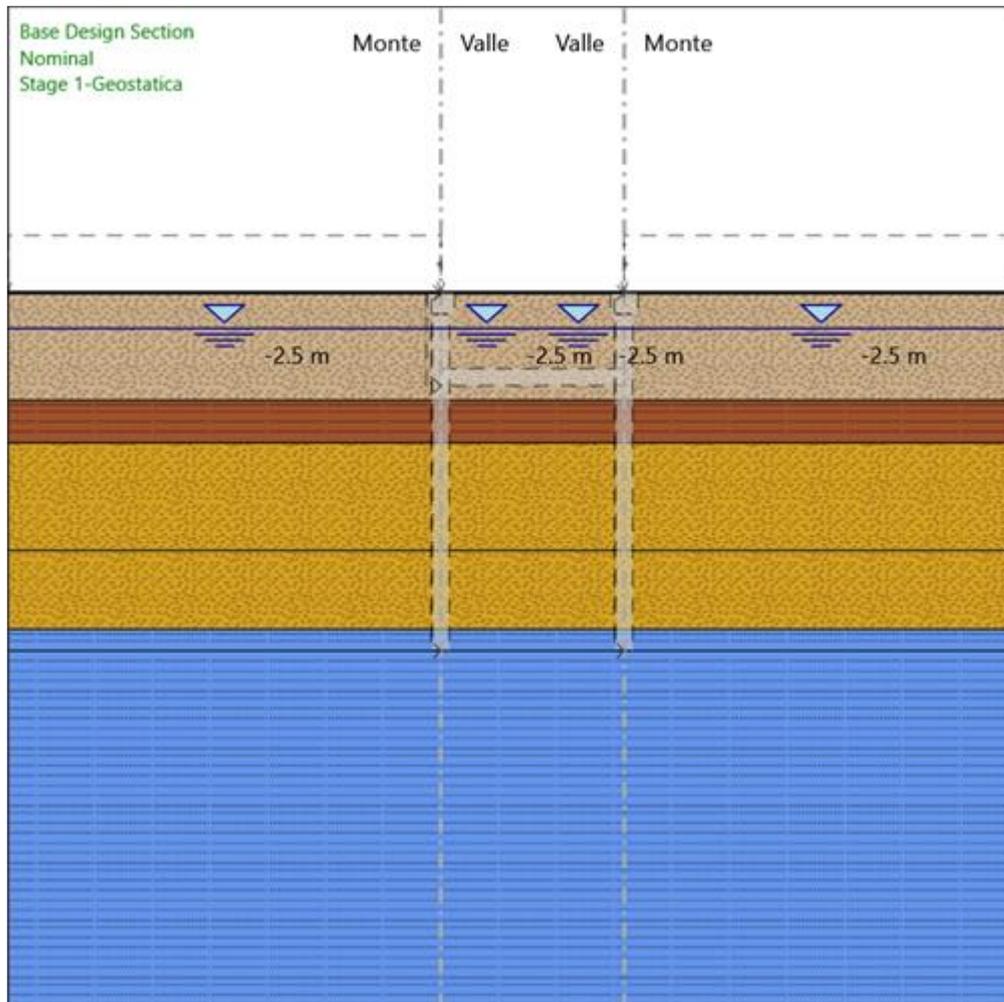
7 MODELLI DI CALCOLO

7.1 MODELLO DI CALCOLO DIAFRAMMI

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. A favore di sicurezza non è stato modellato il tappo di fondo in jetting.

7.1.1 Fasi di scavo e stage di calcolo

Stage 1-Geostatica





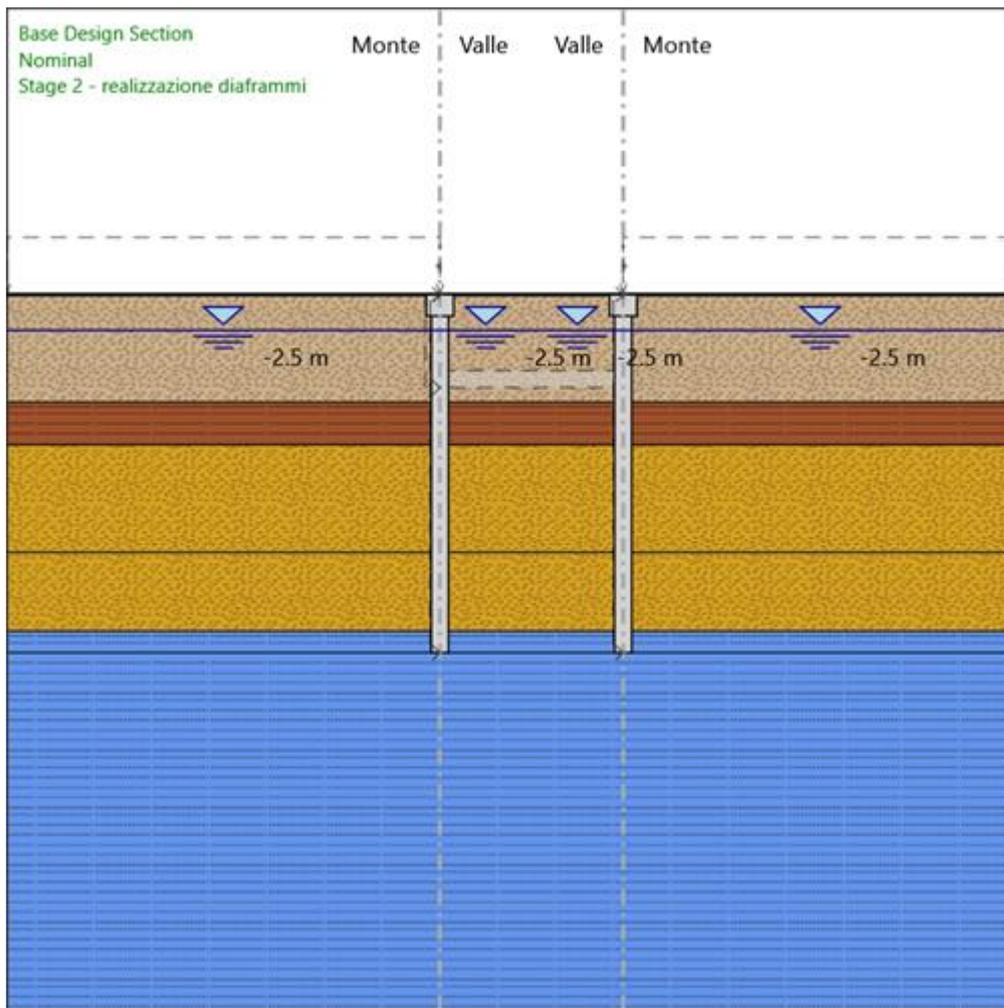
DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	20 di 65

Stage 2 - realizzazione diaframmi



Stage 2 - realizzazione diaframmi

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -25 m

Sezione : Diaf1200

Paratia : WallElement_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -1.5 m



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

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati
generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	21 di 65

Quota di fondo : -25 m
Sezione : Diaf1200
Paratia : WallElement_New_New
X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -1.5 m
Sezione : cordolo
Paratia : WallElement_New_New_New
X : 12.7 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -1.5 m
Sezione : cordolo

Stage 3 - fondo scavo a 6.7



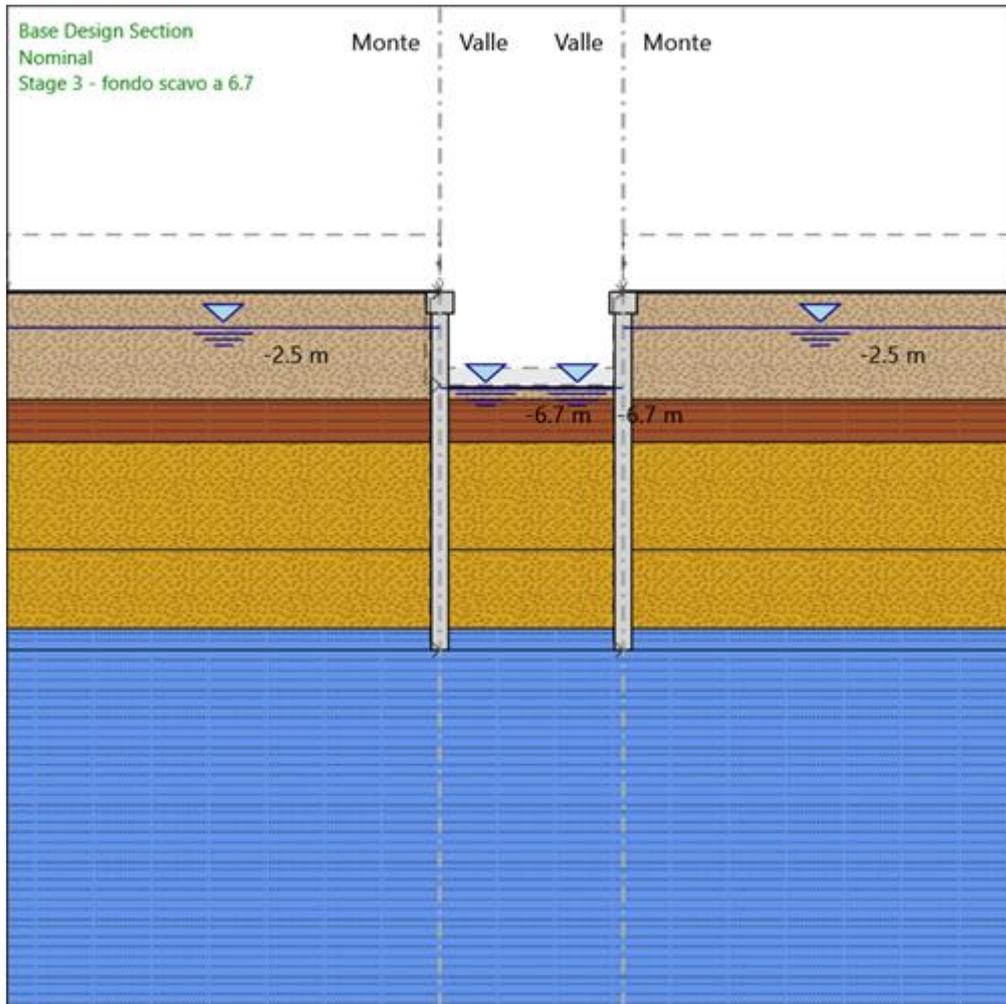
DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	22 di 65



Stage 3 - fondo scavo a 6.7

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -25 m

Sezione : Diaf1200

Paratia : WallElement_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -25 m

Sezione : Diaf1200

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.

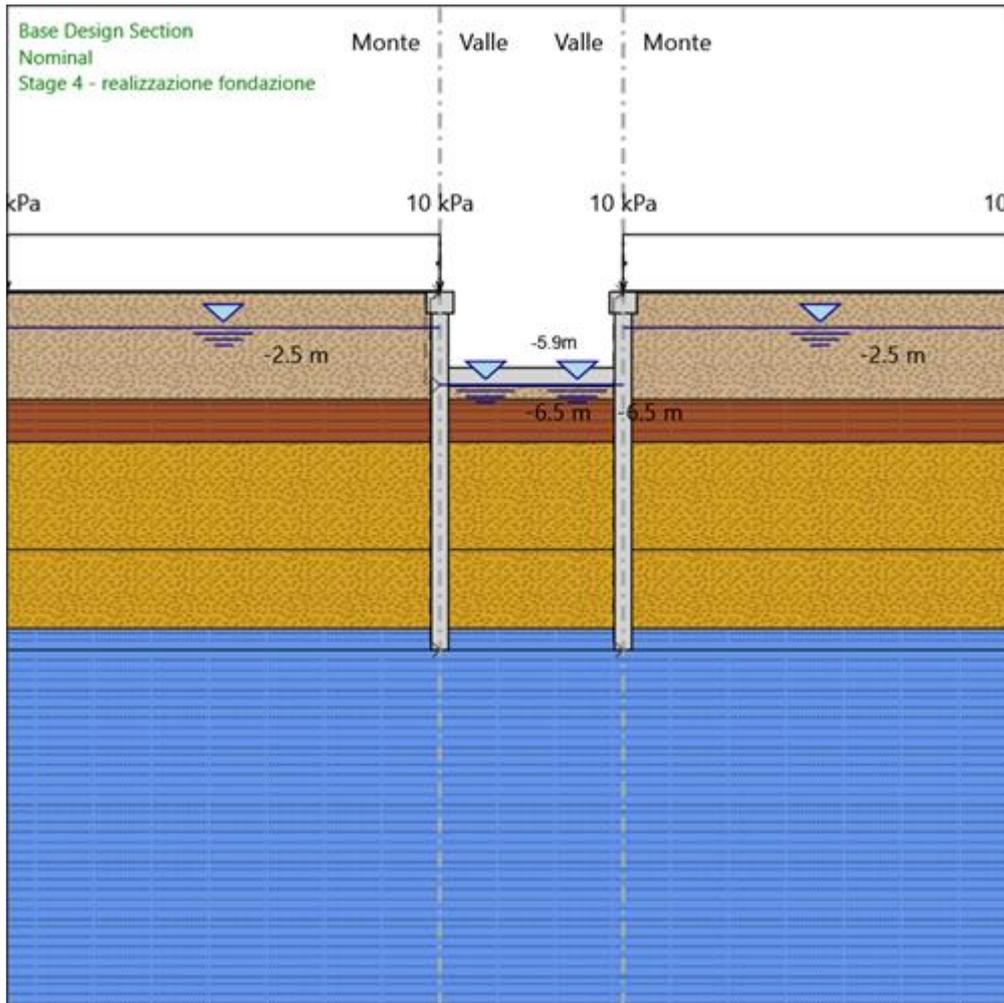
MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	23 di 65

Quota in alto : 0 m
 Quota di fondo : -1.5 m
 Sezione : cordolo
 Paratia : WallElement_New_New_New
 X : 12.7 m
 Quota in alto : 0 m
 Quota di fondo : -1.5 m
 Sezione : cordolo

Stage 4 - realizzazione fondazione



Stage 4 - realizzazione fondazione
 Elementi strutturali



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

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati
generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	24 di 65

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -25 m

Sezione : Diaf1200

Paratia : WallElement_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -25 m

Sezione : Diaf1200

Soletta : Slab_New

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 12.7 m

Z : -5.9 m

Lunghezza : 12.7 m

Angolo : 0 °

Sezione : Soletta fon 120

Paratia : WallElement_New_New

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1.5 m

Sezione : cordolo

Paratia : WallElement_New_New_New

X : 12.7 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1.5 m

Sezione : cordolo

Stage 5 - Falda max



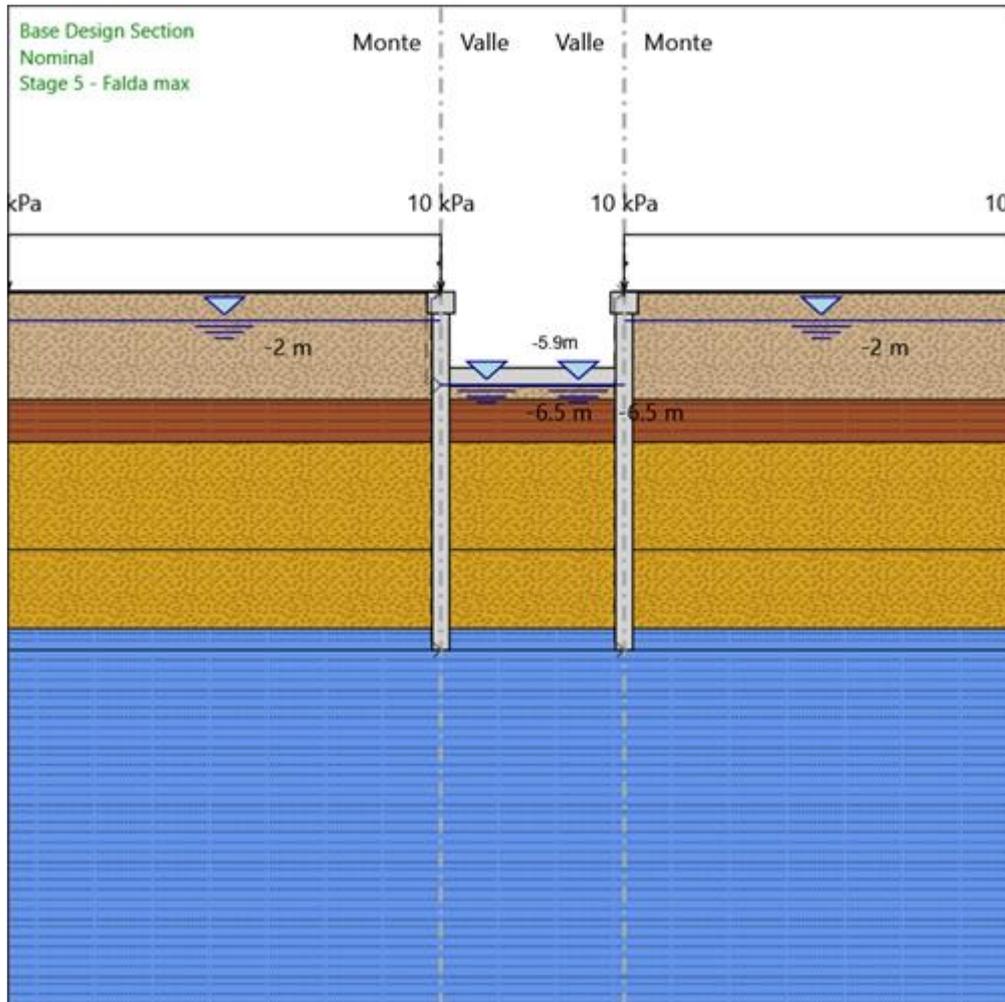
DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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 B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	25 di 65



Stage 5 - Falda max

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -25 m

Sezione : Diaf1200

Paratia : WallElement_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -25 m

Sezione : Diaf1200

Soletta : Slab_New

X del primo muro : 0 m



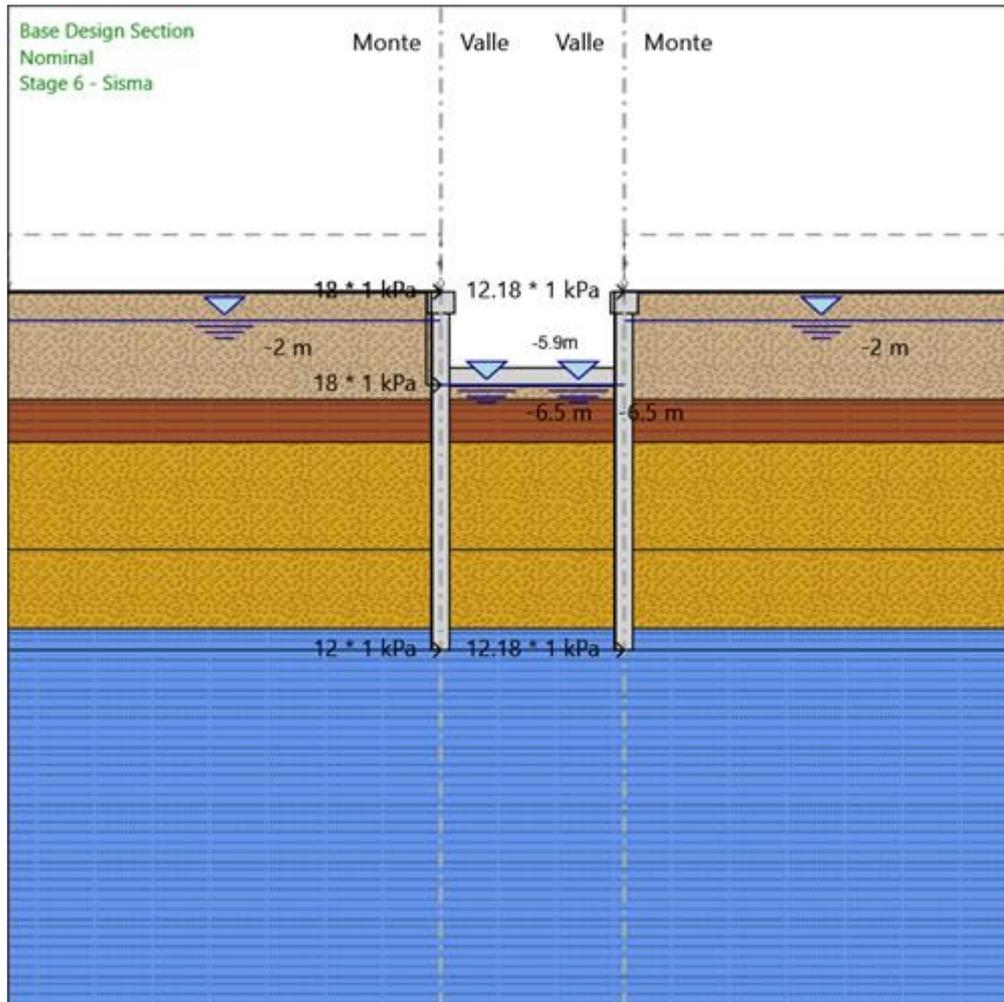
DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	26 di 65

X del secondo muro : 12.7 m
Z : -5.9 m
Lunghezza : 12.7 m
Angolo : 0 °
Sezione : Soletta fon 120
Paratia : WallElement_New_New
X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -1.5 m
Sezione : cordolo
Paratia : WallElement_New_New_New
X : 12.7 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -1.5 m
Sezione : cordolo

Stage 6 - Sisma



Stage 6 - Sisma

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -25 m

Sezione : Diaf1200

Paratia : WallElement_New

X : 12.7 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -25 m

Sezione : Diaf1200

Soletta : Slab_New

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 B – Elaborati
generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	28 di 65

X del secondo muro : 12.7 m
Z : -5.9 m
Lunghezza : 12.7 m
Angolo : 0 °
Sezione : Soletta fon 120
Paratia : WallElement_New_New
X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -1.5 m
Sezione : cordolo
Paratia : WallElement_New_New_New
X : 12.7 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -1.5 m
Sezione : cordolo

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 1 LOTTO 02					
	RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali	COMMESSA RS3H	LOTTO 02	CODIFICA D 78	DOCUMENTO CL TR0000 003	REV. A

7.2 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.

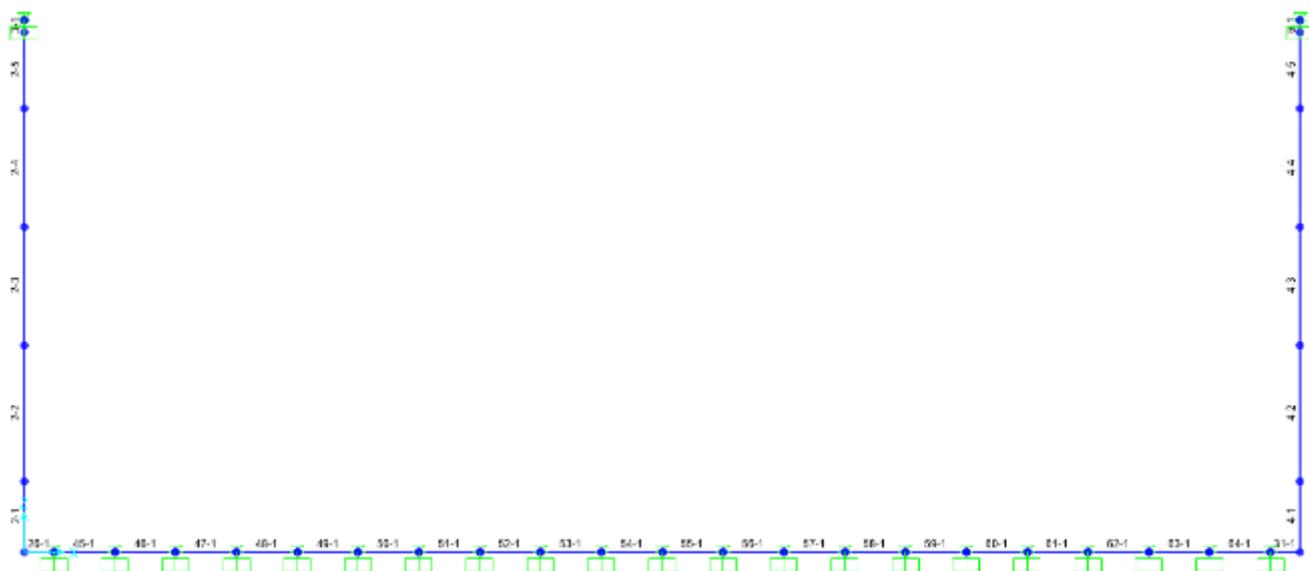


Figura 7. Modello struttura interna

Per la modellazione geometrica della struttura interna è stato considerato un concio elementare di un metro in direzione longitudinale. Il modello prevede vincoli reagenti solo a compressione posti in sommità ai piedritti in corrispondenza della sezione di attacco con il cordolo di coronamento dei diaframmi. Nella soletta di fondazione sono stati adattati 14 n-link con comportamento a GAP (non lineare) e rigidità stimata dalla modellazione secondo Winkler.

8 ANALISI E VERIFICHE

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

8.1 RISULTATI DIAFRAMMI

8.1.1 Sollecitazioni

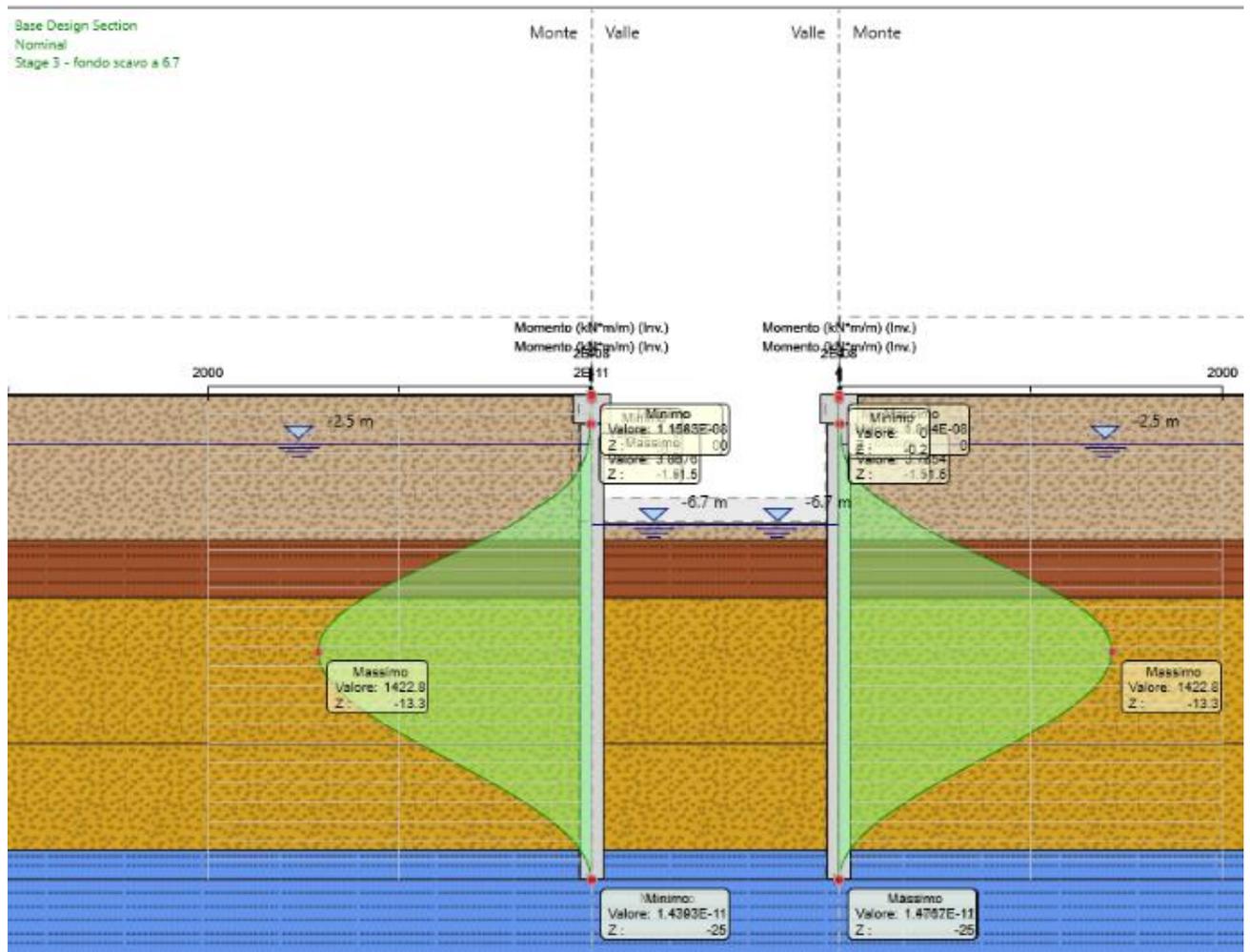


Figura 8. Involuppo Momenti flettenti – A1+M1+R3



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	31 di 65

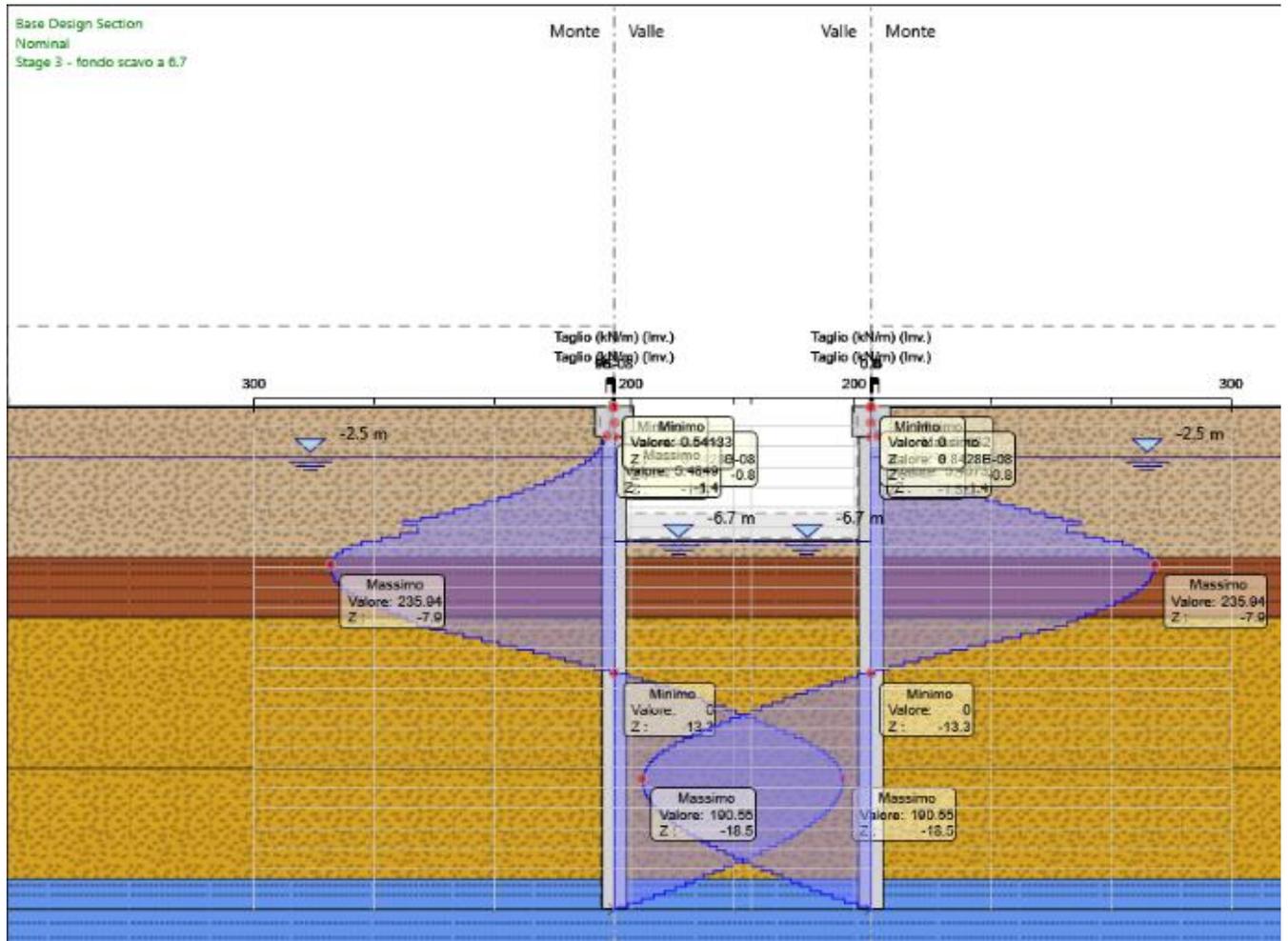


Figura 9. Inviluppo Sforzo di taglio – A1+M1+R3



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	32 di 65

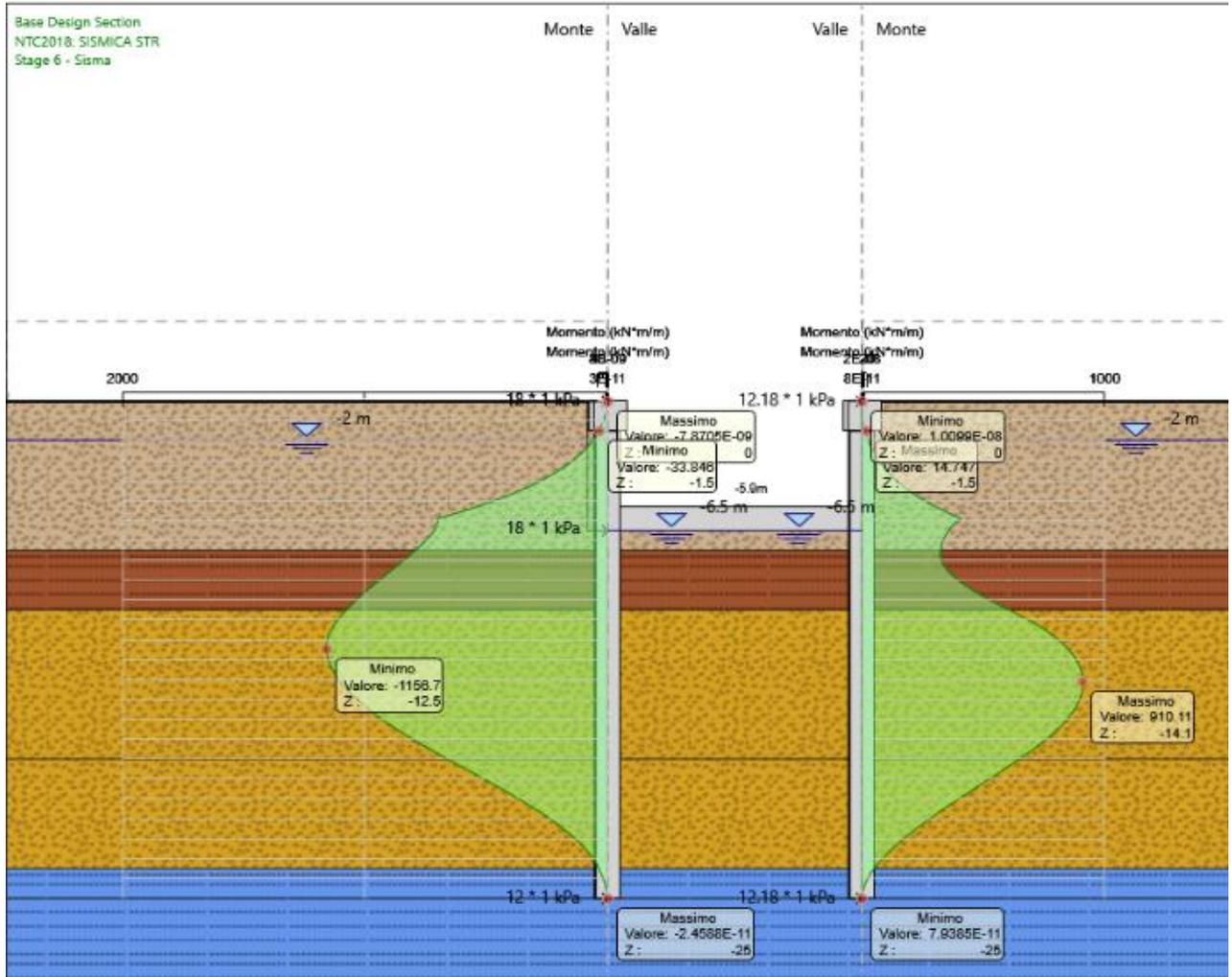


Figura 10. Momenti flettenti – Sisma



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 B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	33 di 65

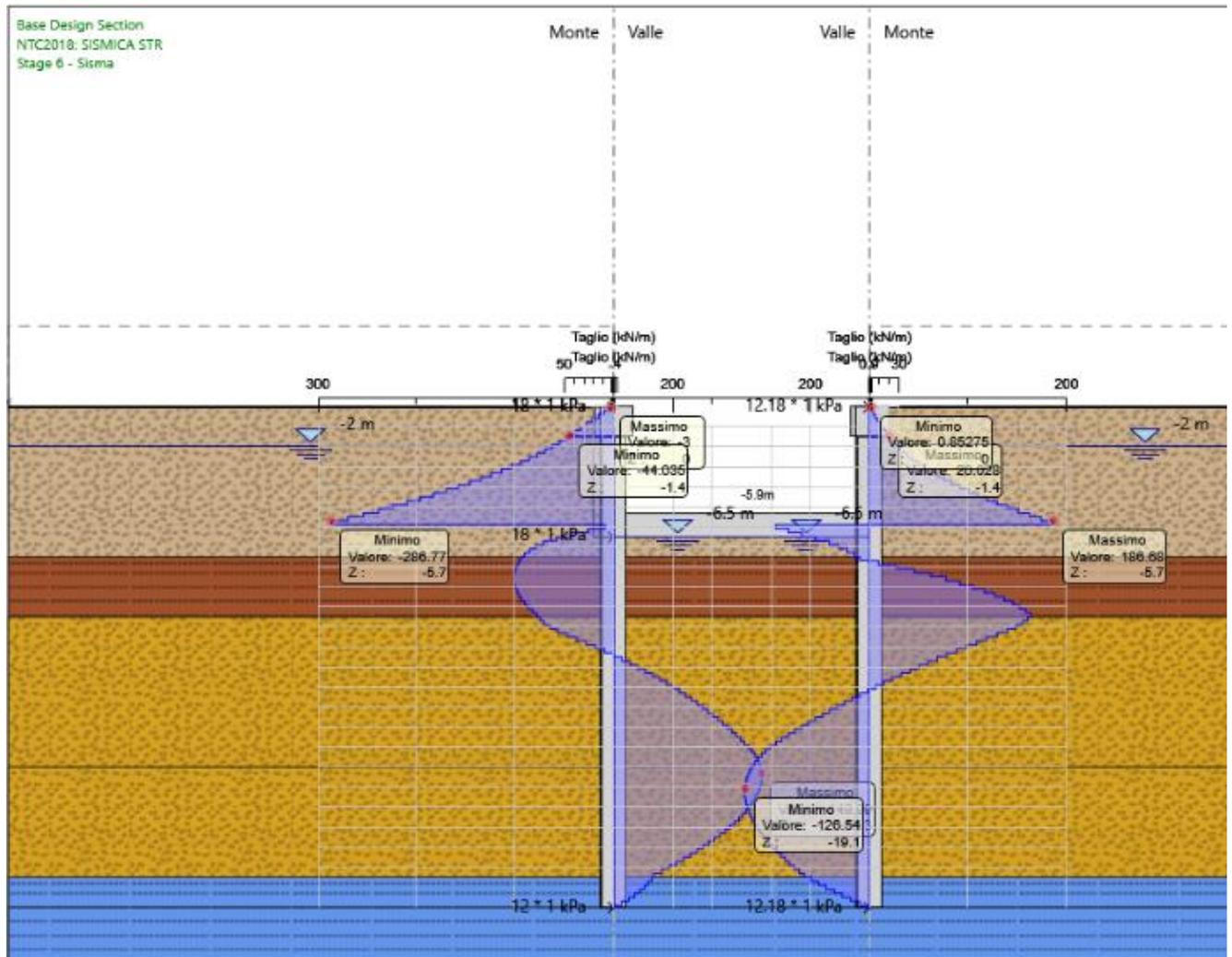


Figura 11. Sforzo di taglio – Sisma



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 B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	34 di 65

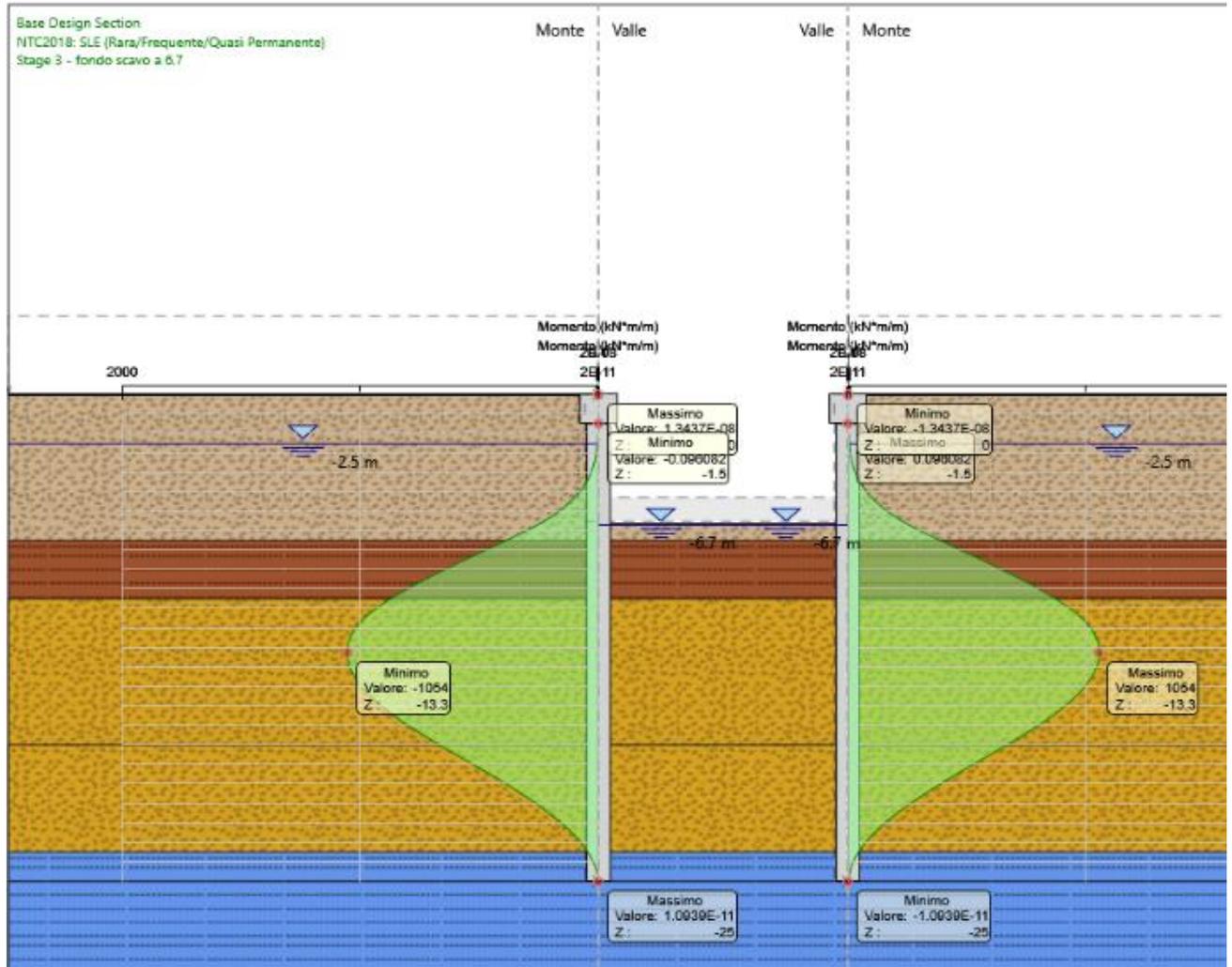


Figura 12. Momenti flettenti – SLE Rara



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 B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	35 di 65

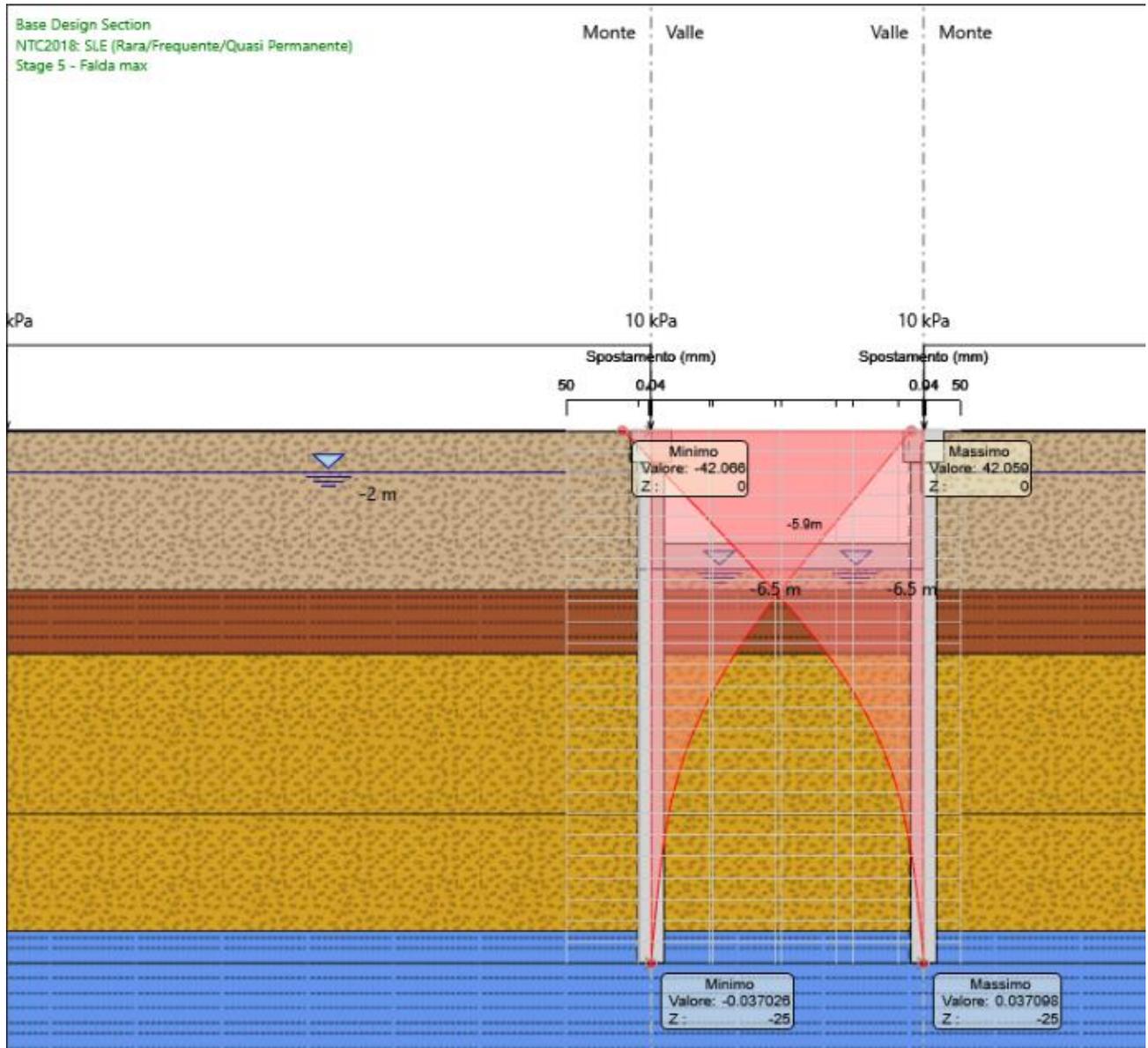


Figura 13. Spostamento – SLE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	36 di 65

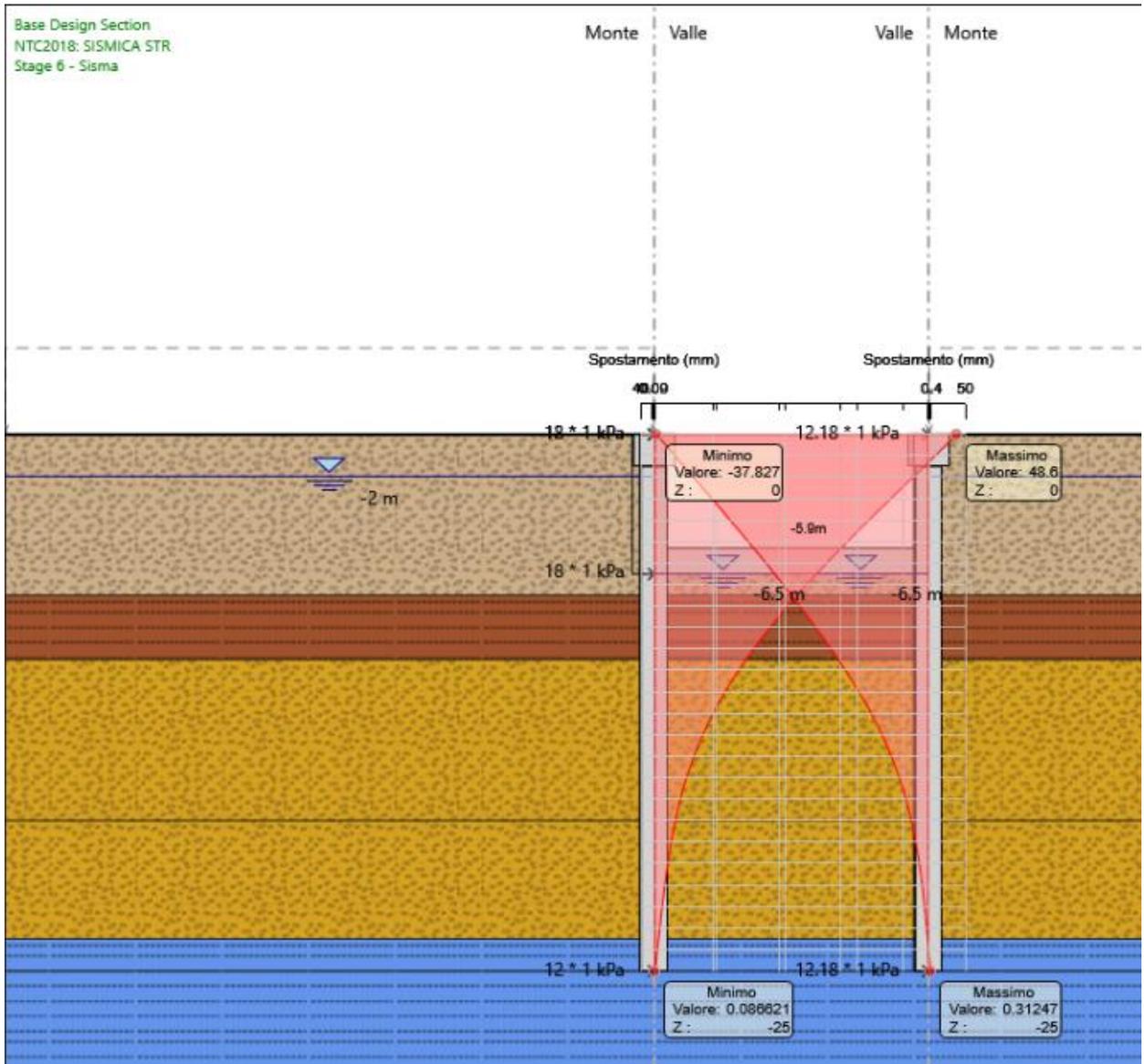


Figura 14. Spostamento – Sisma

Lo spostamento relativo massimo in sisma vale dunque:

$$S_{max} = 48.6 - 42.0 = 6.6 \text{ mm}$$

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.



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

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	37 di 65

8.1.2 Verifiche diaframma

Verifica in condizioni statiche della sezione maggiormente sollecitata posta a quota -13.3, a circa 6.6 m sotto il fondo scavo, per le sollecitazioni allo SLU e SLE

SLU

Ned = 399.0 kN/m

Med = 1422.8 kNm/m

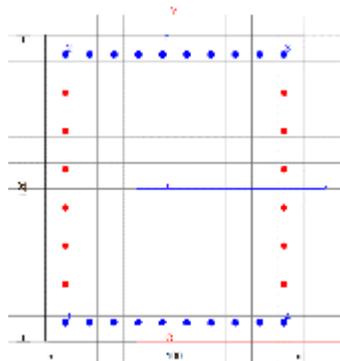
Ved = 235.9 kN/m

SLE

Ned = 399.0 kN/m

Med = 1054 kNm/m

Il diaframma è armato con 1 registro ϕ 26/10 lato esterno e 1 registro ϕ 26/10 lato interno. Il baricentro del primo registro è posto ad una distanza pari a $6.0 + 1.4 + 1.3 = 8.7$ cm, mentre i successivi registri sono posti a $3.0 + 2.6 = 5.6$ cm dal precedente.



DATI GENERALI SEZIONE IN C.A. NOME SEZIONE: Diaframma1200-SEZB_01

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

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



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	38 di 65

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 $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3600.0	daN/cm 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	120.0
3	50.0	120.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-41.3	8.7	26
2	-41.3	111.3	26
3	41.3	111.3	26
4	41.3	8.7	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	8	26
2	2	3	8	26
3	1	2	6	24
4	3	4	6	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 B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	39 di 65

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	39900	142280	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	33900	105400	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	33900	105400 (87738)	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	33900	105400 (87738)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.6 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	40 di 65

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	39900	142280	0	39885	339993	0	2.390	----

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	-0.00555	-50.0	120.0	0.00197	-41.3	111.3	-0.01609	-41.3	8.7

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	0.000176004	-0.017620426	----	----

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	49.7	-50.0	120.0	-1372	-22.9	8.7	3363	71.2	9.2	1.00



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

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	41 di 65

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	49.7	-50.0	120.0	-1372	-22.9	8.7	3363	71.2	9.2	0.50

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

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

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

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-30.8	-8.5	0.160	25	74.0	0.654	0.00045 (0.00027)	243	0.185 (0.20)	87738	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	49.7	-50.0	120.0	-1372	-22.9	8.7	3363	71.2	9.2	0.50

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

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-30.8	-8.5	0.160	25	74.0	0.654	0.00045 (0.00027)	243	0.185 (0.20)	87738	0



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

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	42 di 65

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} 19920.0 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 B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	43 di 65

Verifica in condizioni sismiche della sezione maggiormente sollecitata posta a quota -12.50m a circa 5.80m sotto il fondo scavo. La verifica è condotta in campo sostanzialmente elastico.

SLV

Ned = 375.0 kN/m

Med = 1158.7 kNm/m

Ved = 286.7 kN/m

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Diaframma1200-SEZB_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

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C25/30	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	120.0
3	50.0	120.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-41.3	8.7	26
2	-41.3	111.3	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 B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	44 di 65

3	41.3	111.3	26
4	41.3	8.7	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	37500	115870	0	0	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.6 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] intorno all'asse X di riferimento della sezione
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Tesa Area armature [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	37500	115870	0	37491	265578	0	2.292	-----

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO



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

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	45 di 65

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	0.00098	-0.00035	-50.0	120.0	0.00076	-41.3	111.3	-0.00190	-41.3	8.7

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	0.000025902	-0.002125350	----	----



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

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	46 di 65

Verifica a taglio in sisma.

Caratteristiche materiali

Cls R_{ck}
Cls condizioni calcestruzzo
Acciaio 1 acciaio barre longitudinali
Acciaio 2 acciaio armature trasversali
v. coefficiente parziale relativo al calcestruzzo
v. coefficiente parziale relativo all'acciaio

Geometrie sezione

b_w mm larghezza dell'anima 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} 19920.0 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 N/mm² tensione principale di trazione sulla corda baricentrica
 $ctg\theta$ valore limite dell'inclinazione delle bielle

Valore di verifica del taglio resistente

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



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	47 di 65

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

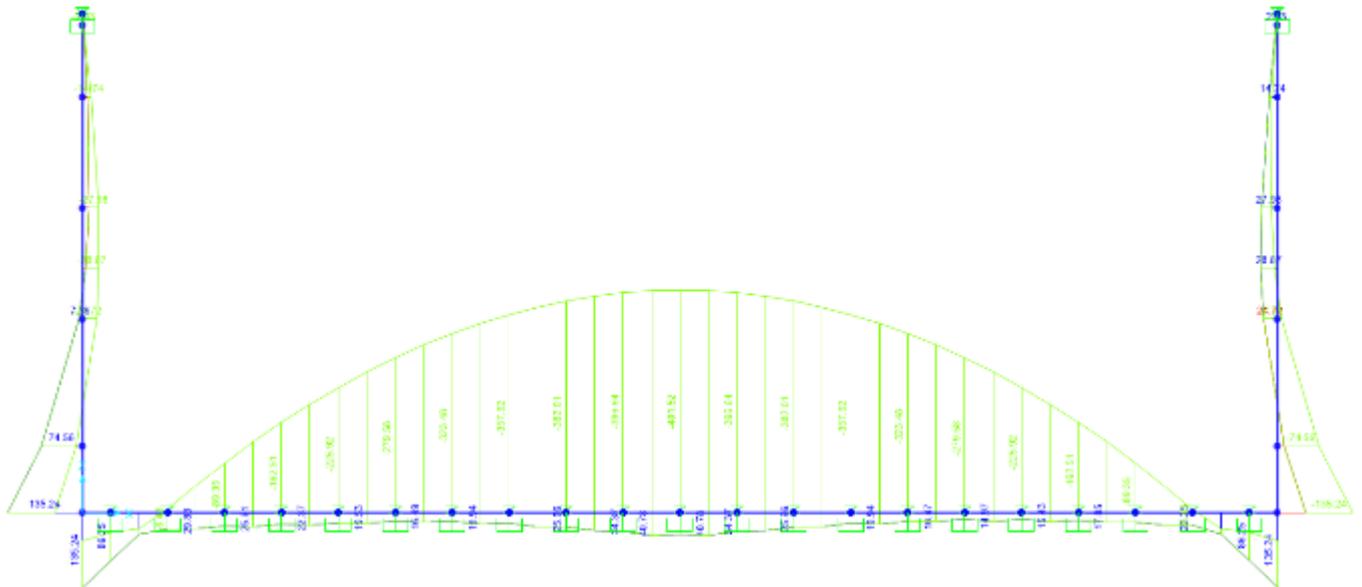


Figura 15. Inviluppo Momenti flettenti – SLU



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 B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	48 di 65

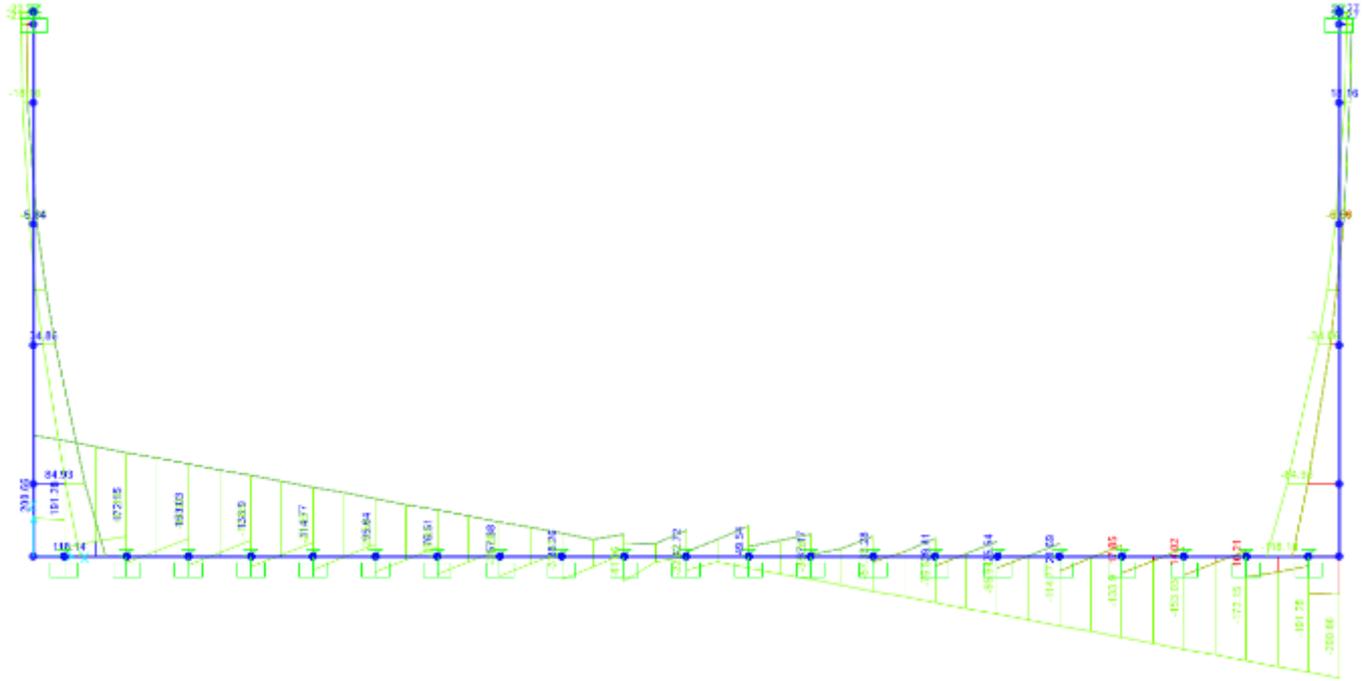


Figura 16. Involuppo sforzo di taglio – SLU

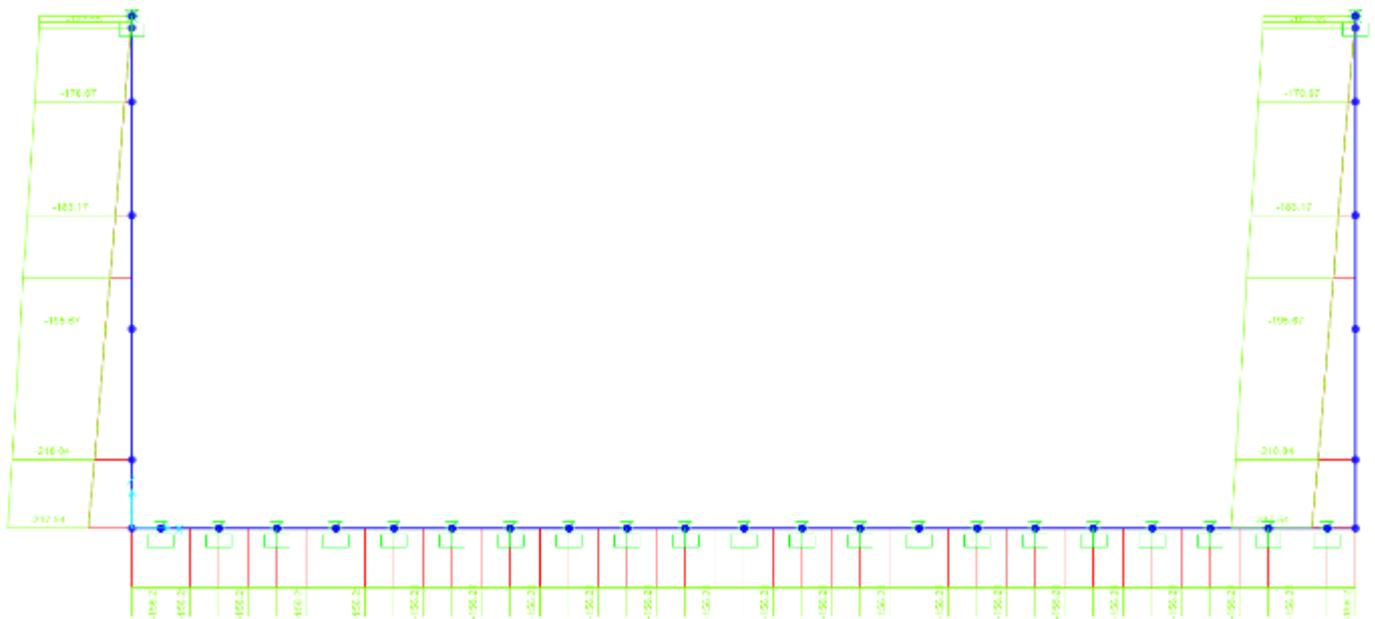


Figura 17. Involuppo Sforzo normale – SLU



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 B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	49 di 65

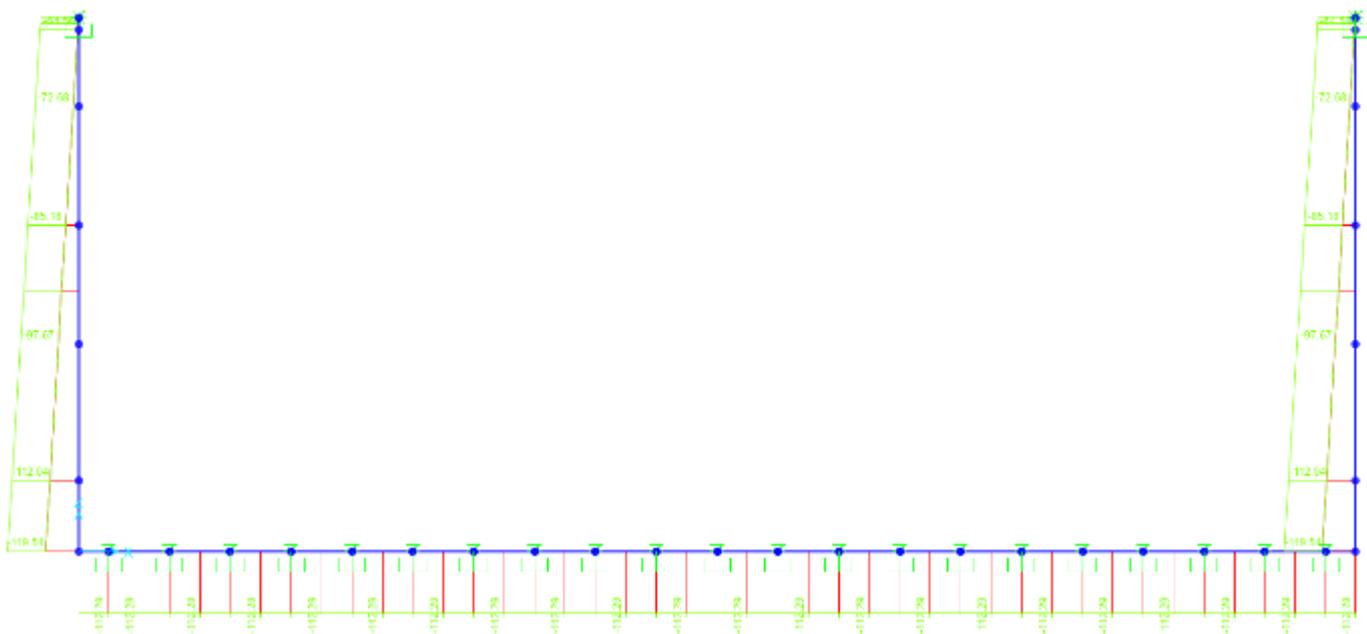


Figura 18. Involuppo Sforzo normale – SLE- Rara

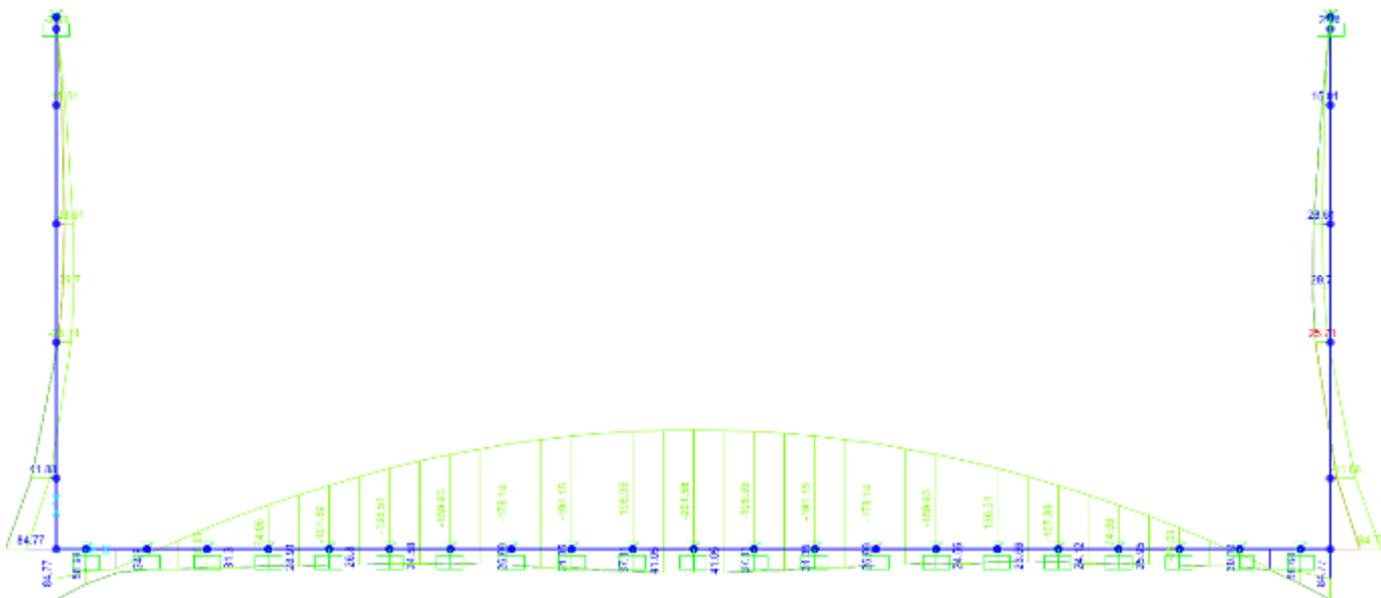


Figura 19. Involuppo Momento Flettente – SLE- Rara



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 B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	51 di 65

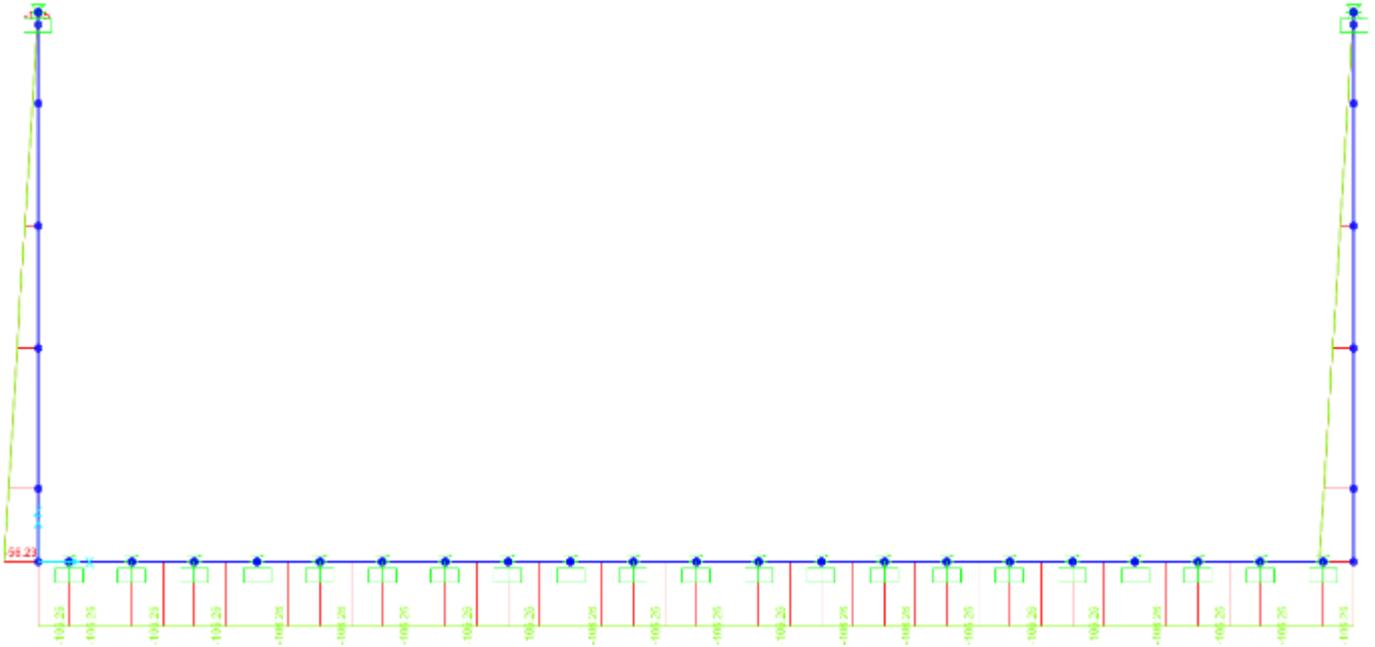


Figura 22. Involuppo Sforzo normale – SLE- QP

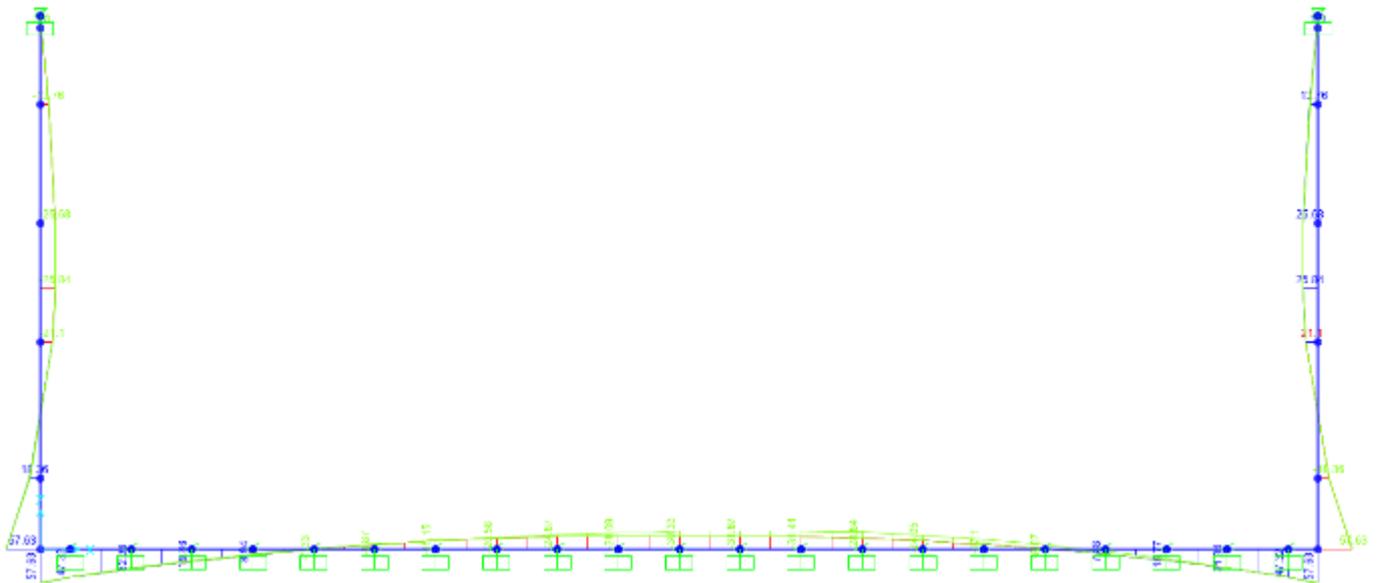


Figura 23. Involuppo Momento Flettente – SLE- QP



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	52 di 65

SLU	N (kN) (min – max)	M(kNm) (min – max)	V (kN) max
Fodera	-38.8;-210	-28.8;74.55	84.9
Fondazione	-104.7;-156.2	-401.5; 86.25	191.2

SLE - Rara	N (kN) (min – max)	M(kNm) (min – max)
Fodera	-28.7;-112.0	-29.6; 41.9
Fondazione	-112.3	-201.5; 58.6
SLE – FR e QP	N (kN) (min – max)	M(kNm) (min – max)
Fodera	-28.7	-25.86; 58.6
Fondazione	-106.2	-29.9; 47.3

Tabella 4 –Tabella di riepilogo sollecitazioni



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati
 generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	53 di 65

8.2.2 Verifiche struttura interna

Verifiche Fodera

La fodera è armata con ϕ 16/20 lato interno e lato esterno. Il baricentro del primo registro è posto ad una distanza pari a $4.0 + 0.8 + 1.0 + 0.8 = 6.6$ cm.

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A. NOME SEZIONE: Fodera-SEZB_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:	C32/40	
	Resis. compr. di calcolo fcd:	181.30	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:	333457	daN/cm ²
	Coeff. di Poisson:	0.20	
	Resis. media a trazione fctm:	30.00	daN/cm ²
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.0	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	160.00	daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	160.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	128.00	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 $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3600.0	daN/cm ²

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C32/40	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	50.0



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

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	54 di 65

3	50.0	50.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-43.4	6.6	16
2	-43.4	43.4	16
3	43.4	43.4	16
4	43.4	6.6	16
5	-43.5	38.0	1
6	43.5	38.0	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	3	16
2	2	3	3	16

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	3880	-2880	0	0	0
2	21000	7455	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	2870	-2960	0
2	11200	4190	0

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



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

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	55 di 65

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	2870	-2960 (-14979)	0 (0)
2	11200	4190 (17841)	0 (0)
3	2870	-2870 (-15022)	0 (0)
4	2870	1830 (15874)	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	2870	-2586 (-15180)	0 (0)
2	2870	1830 (15874)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.8 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.6 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] intorno all'asse X di riferimento della sezione
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Tesa Area armature [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	3880	-2880	0	3892	-18443	0	6.404	-----
2	S	21000	7455	0	20985	21756	0	2.918	-----

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.)



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

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	56 di 65

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	-0.01218	-50.0	0.0	-0.00133	-43.4	6.6	-0.02826	43.4	43.4
2	0.00350	-0.01065	50.0	50.0	-0.00086	43.4	43.4	-0.02516	-43.4	6.6

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	-0.000731780	0.003500000	----	----
2	0.000000000	0.000660479	-0.029523945	----	----

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	14.1	50.0	0.0	-596	21.7	43.4	1560	10.1	21.7	1.00
2	S	19.1	-50.0	50.0	-518	-43.4	6.6	1555	10.1	21.7	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	14.1	50.0	0.0	-596	21.7	43.4	1560	10.1	21.7	0.50
2	S	19.1	-50.0	50.0	-518	-43.4	6.6	1555	10.1	21.7	0.50
3	S	13.6	50.0	0.0	-574	0.0	43.4	1560	10.1	21.7	0.50
4	S	8.6	-50.0	50.0	-317	-21.7	6.6	1560	10.1	21.7	0.50

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

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

Ver. Esito della verifica
 S1 Massima tensione [daN/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 = $1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (M_{fess}/M)^2$ [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]



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

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	57 di 65

wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e_{sm} * s_{rm}$. Valore limite tra parentesi
 MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]
 MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-5.9	-1.3	0.153	16	58.0	-11.805	0.00012 (0.00012)	308	0.062 (0.20)	-14979	0
2	S	-7.0	-0.7	0.138	16	58.0	-8.065	0.00010 (0.00010)	296	0.052 (0.20)	17841	0
3	S	-5.7	-1.3	0.153	16	58.0	-12.699	0.00011 (0.00011)	308	0.060 (0.20)	-15022	0
4	S	-3.5	-0.6	0.147	16	58.0	-36.621	0.00006 (0.00006)	306	0.033 (0.20)	15874	0

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	12.3	50.0	0.0	-503	21.7	43.4	1560	10.1	21.7	0.50
2	S	8.6	-50.0	50.0	-317	-21.7	6.6	1560	10.1	21.7	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	-5.1	-1.1	0.152	16	58.0	-16.228	0.00010 (0.00010)	307	0.052 (0.20)	-15180	0
2	S	-3.5	-0.6	0.147	16	58.0	-36.621	0.00006 (0.00006)	306	0.033 (0.20)	15874	0

Verifiche Soletta di fondazione

La sezione del solettone di fondazione è armata con $\phi 22/20$ su entrambi i lati. Il baricentro del primo registro è posto ad una distanza pari a $4.0 + 1.4 + 1.1 = 6.5$ cm.

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A. NOME SEZIONE: fondazione1200-SEZB_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/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd': 0.00 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020
 Def.unit. ultima ecu: 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec: 314750 daN/cm²
 Coeff. di Poisson: 0.20
 Resis. media a trazione fctm: 25.60 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.0



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

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	58 di 65

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 $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3600.0 daN/cm 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	120.0
3	50.0	120.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-43.5	6.5	22
2	-43.5	113.5	22
3	43.5	113.5	22
4	43.5	6.5	22
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	22
2	2	3	3	22

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 B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	59 di 65

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	10470	8625	0	0	0
2	15620	-40150	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	11230	-20150	0
2	11230	5863	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	11230	-20150 (-77605)	0 (0)
2	11230	5863 (115401)	0 (0)
3	10620	4730 (130882)	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	10620	-2990 (-279266)	0 (0)
2	10620	4730 (130882)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.4 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.0 cm



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

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	60 di 65

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	10470	8625	0	10473	88151	14	10.220	----
2	S	15620	-40150	0	15618	-90901	13	2.264	----

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	-0.02283	50.0	120.0	0.01174	44.5	136.1	-0.05461	-43.5	6.5
2	0.00350	-0.02217	50.0	0.0	0.00026	43.5	6.5	-0.06444	-44.5	136.1

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	0.000000004	0.000511978	-0.057937561	----	----
2	0.000000001	-0.000499189	0.003499932	----	----

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



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

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	61 di 65

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	15.6	50.0	0.0	-914	-44.5	136.1	2064	19.0	1.4	1.00
2	S	4.0	-50.0	120.0	-62	43.5	6.5	2064	19.0	7.2	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	15.6	50.0	0.0	-914	-44.5	136.1	2064	19.0	1.4	0.50
2	S	4.0	-50.0	120.0	-62	43.5	6.5	2064	19.0	7.2	0.50
3	S	3.1	-50.0	120.0	-33	43.5	6.5	2064	19.0	7.2	0.50

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

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
 S1 Esito della verifica
 S2 Massima tensione [daN/cm²] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata
 k2 Minima di trazione [daN/cm²] del cls. (in sezione non fessurata) nella fibra più interna dell'area Ac eff
 = 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	-6.6	-3.9	0.199	22	54.5	-6.417	0.00018 (0.00018)	298	0.093 (0.20)	-77605	0
2	S	-1.3	-0.5	0.174	21	54.0	-192.709	0.00001 (0.00001)	284	0.006 (0.20)	115401	0
3	S	-0.9	-0.3	0.163	21	54.0	-381.834	0.00001 (0.00001)	274	0.003 (0.20)	130882	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	2.0	50.0	0.0	-10	-44.5	136.1	950	19.0	1.4	0.50
2	S	3.1	-50.0	120.0	-33	43.5	6.5	2064	19.0	7.2	0.50

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

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.3	-0.1	0.171	22	54.5	-4360.790	0.00000 (0.00000)	186	0.001 (0.20)	-279266	0
2	S	-0.9	-0.3	0.163	21	54.0	-381.834	0.00001 (0.00001)	274	0.003 (0.20)	130882	0



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

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	62 di 65

Verifica a taglio Fodera

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} 33200.0 KN sforzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ ° inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
 $\text{ctg}\theta$ 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 N/mm² tensione principale di trazione sulla corda baricentrica

$\text{ctg}\theta_l$ valore limite dell'inclinazione delle bielle

Valore di verifica del taglio resistente

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



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

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	63 di 65

Verifica a taglio Fondazione

Caratteristiche materiali

Cls R_{ck}
 Cls condizioni calcestruzzo
 Acciaio 1 acciaio barre longitudinali
 Acciaio 2 acciaio armature trasversali
 v. coefficiente parziale relativo al calcestruzzo
 v. coefficiente parziale relativo all'acciaio

Geometrie sezione

b_w mm larghezza dell'anima 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} 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)

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 B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	64 di 65

9 VERIFICHE GEOTECNICHE DIAFRAMMI

9.1 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]	-3.44	Z = -25 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 3 - fondo scavo a 6.7)
Max. spostamento laterale [mm]	102.22	Z = 0 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 6 - Sisma)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.16		D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 2 - realizzazione diaframmi)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.45		D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 6 - Sisma)

Parete <Right wall>

Min. spostamento laterale [mm]	-95.24	Z = 0 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 5 - Falda max)
Max. spostamento laterale [mm]	4.04	Z = -25 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 6 - Sisma)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.43		D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 5 - Falda max)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.16		D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 6 - 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 B – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 003	A	65 di 65

