

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)

Gallerie Artificiali

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646

Relazione di calcolo

SCALA:

-

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

RS3T 30 D 78 CL GA1900 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoil - Edin	Gen-2020	A. Donnarumma <i>A. Donnarumma</i>	Gen-2020	A. Barreca <i>A. Barreca</i>	Gen-2020	D. Tiberti Apr-2020
B	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoil - Edin	Apr-2020	A. Donnarumma <i>A. Donnarumma</i>	Apr-2020	A. Barreca <i>A. Barreca</i>	Apr-2020	

ITALFERR S.p.A.
Gruppo Ferrovie dello Stato
Direzione Generale
UO Infrastrutture Sud
Dist. Ing. - Gen. Tiberti
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 1187/8

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	1 di 178

1. PREMESSA	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	7
3. MATERIALI	8
3.1 CALCESTRUZZO SCATOLARE	8
3.2 ACCIAIO D'ARMATURA	8
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	9
5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA	11
5.1 VITA NOMINALE E CLASSE D'USO	11
5.2 PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA	11
6. MODELLAZIONE ADOTTATA	15
7. ANALISI DEI CARICHI	19
7.1 PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA	19
7.2 CARICHI PERMANENTI PORTATI	19
7.2.1 Carichi permanenti portati Modello 1a – 1b	19
7.2.2 Carichi permanenti portati Modello 2	21
7.3 BALLAST	23
7.4 SPINTA DEL TERRENO E DELL'ACQUA	24
7.4.1 Spinta del terreno e dell'acqua Modello 1a	24
7.4.2 Spinta del terreno e dell'acqua Modello 1b	27
7.4.3 Spinta del terreno e dell'acqua Modello 2	31
7.5 SOVRACCARICO FERROVIARIO SU SOLETTA INFERIORE	34
7.6 SOVRACCARICO STRADALE SULLA SOLETTA SUPERIORE	36
7.6.1 Sovraccarico stradale sulla soletta superiore Modello 1	36
7.6.2 Sovraccarico stradale sulla soletta superiore Modello 2	38
7.7 AZIONI TERMICHE	40
7.8 RITIRO	40

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	2 di 178

7.9	AZIONE SISMICA	41
7.9.1	<i>Carichi simici Modello 1</i>	42
7.9.2	<i>Carichi simici Modello 2</i>	45
8.	COMBINAZIONI DI CALCOLO	47
9.	RISULTATI E VERIFICHE	55
9.1	RISULTATI E VERIFICHE MODELLO 1A.....	55
9.1.1	<i>Verifica della soletta superiore</i>	60
9.1.2	<i>Verifica dei piedritti</i>	69
9.1.3	<i>Verifica della soletta inferiore</i>	79
9.2	RISULTATI E VERIFICHE MODELLO 1B.....	88
9.2.1	<i>Verifica della soletta superiore</i>	93
9.2.2	<i>Verifica dei piedritto in sx</i>	103
9.2.3	<i>Verifica del piedritto in dx</i>	113
9.2.4	<i>Verifica della soletta inferiore</i>	123
9.3	RISULTATI E VERIFICHE MODELLO 2.....	133
9.3.1	<i>Verifica soletta superiore</i>	138
9.3.2	<i>Verifica soletta intermedia</i>	147
9.3.3	<i>Verifica piedritti</i>	156
9.3.4	<i>Verifica soletta inferiore</i>	166
10.	VERIFICA A SOLLEVAMENTO.....	175
10.1	RICOPRIMENTO MINIMO – MODELLO 1	176
10.2	RICOPRIMENTO MASSIMO – MODELLO 1	177
10.3	RICOPRIMENTO – MODELLO 2.....	178

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	3 di 178

1. PREMESSA

Il presente documento riguarda il dimensionamento della Galleria Artificiale GA19 inquadrata all'interno della Progettazione Definitiva della Direttoria Ferroviaria Messina-Catania-Palermo, nuovo collegamento Palermo-Catania, tratta Lercara DIR - Caltanissetta Xirbi (Lotto 3).

La galleria è ubicata dalla progressiva chilometrica 46+540 alla progressiva 46+645 per uno sviluppo complessivo di 105 m ed è costituita da uno scatolare a singolo binario tra paratie di pali.

Nella parte centrale presenta doppia altezza, come si può osservare nei profili longitudinali.

Il calcolo delle paratie provvisionali è stato sviluppato nell'apposita relazione a cui si rimanda "Relazione di calcolo opere provvisionali" (RS3T.3.0.D.78.CL.GA.19.0.0.002.A).

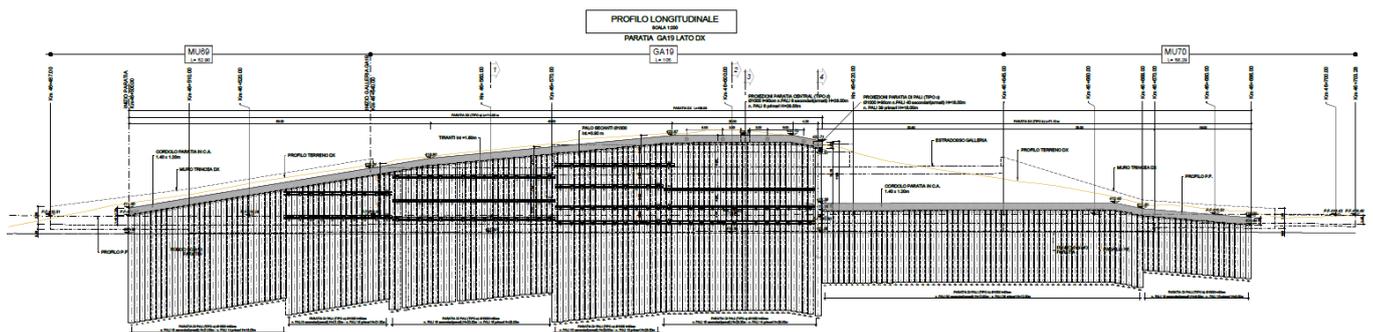


Figura 1 – Profilo longitudinale – lato dx.

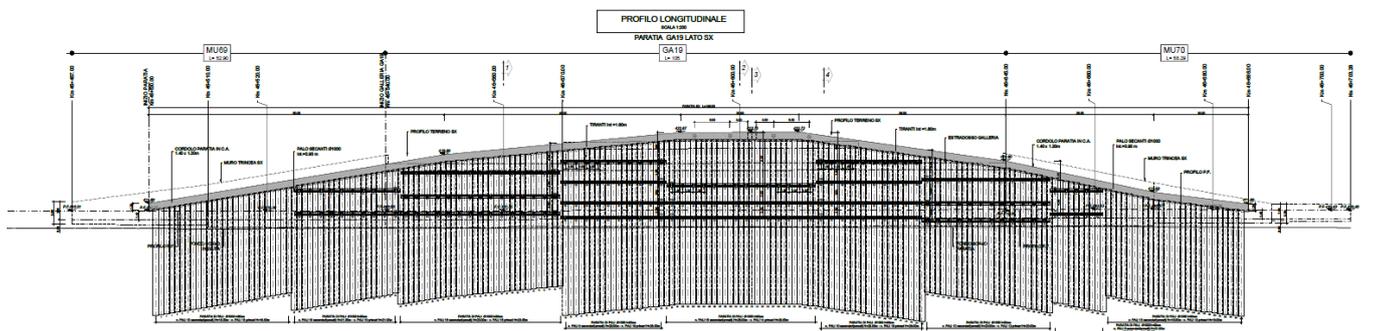


Figura 2 – Profilo longitudinale – lato sx.

Di seguito si riporta l'inquadratura dell'opera nel progetto.

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	4 di 178

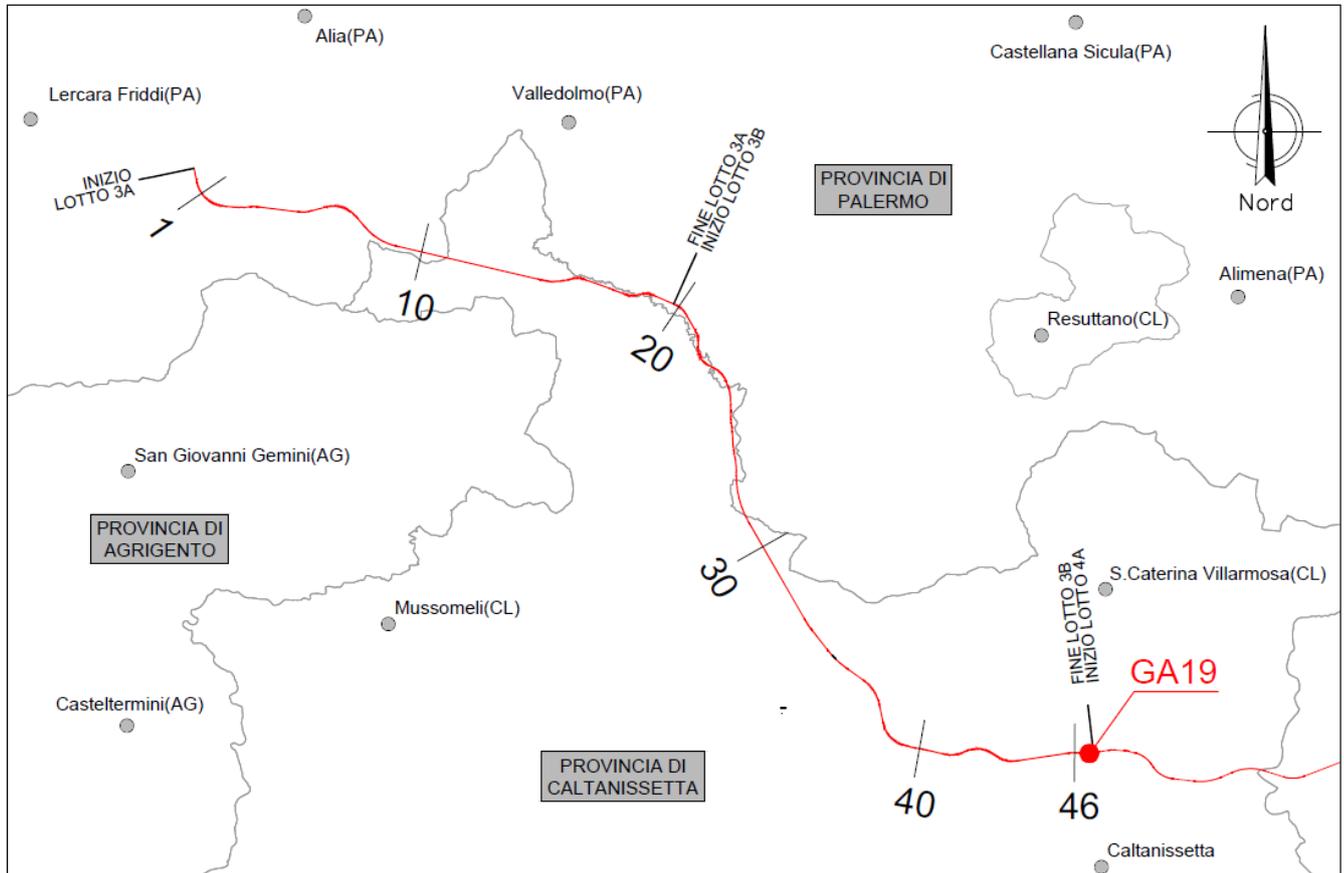


Figura 3 – Inquadramento della GA19 all'interno del lotto di progettazione.

Sono stati analizzati tre modelli differenti:

- il primo costituito da una sezione a singolo scatolare, con spessore dei piedritti di 1.20 m e altezza 8.25 m, spessore della soletta superiore di 1.20 m e lunghezza di 6.20 m, spessore della soletta inferiore di 1.30 m e lunghezza di 6.20 m. La quota dell'asse della soletta superiore è al piano campagna è di 4.60 m;
- il secondo presenta le stesse caratteristiche geometriche del primo con l'unica differenza del terreno spingente. A sinistra l'asse della soletta superiore si trova a una profondità di 4.60 m dal piano campagna, mentre lato destra la si trova a 4.4 m al di sopra del piano campagna;
- il terzo costituito da una sezione a doppio scatolare, con spessore dei piedritti di 1.20 m e altezza 11.95 m, spessore della soletta superiore e intermedia di 1.20 m e lunghezza di 6.20 m, spessore della soletta inferiore di 1.30 m e lunghezza di 6.20 m.

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	5 di 178

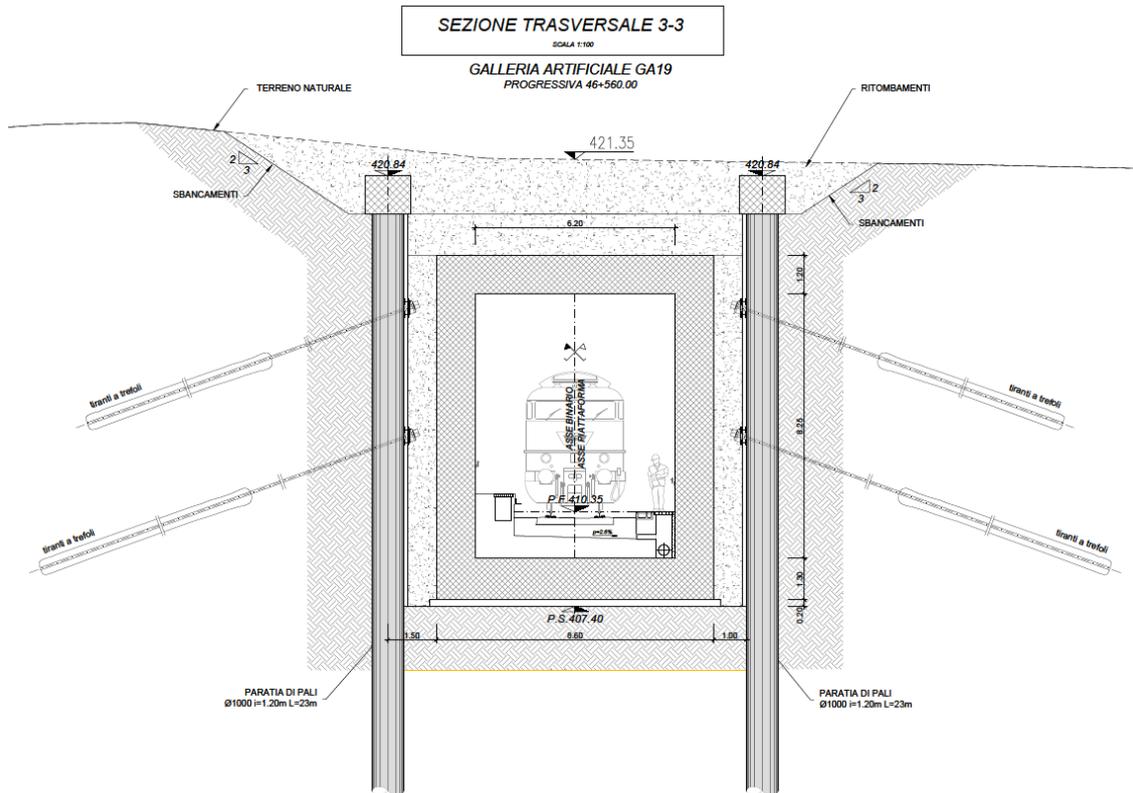


Figura 4 – Sezione GA19 a singola altezza.

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	6 di 178

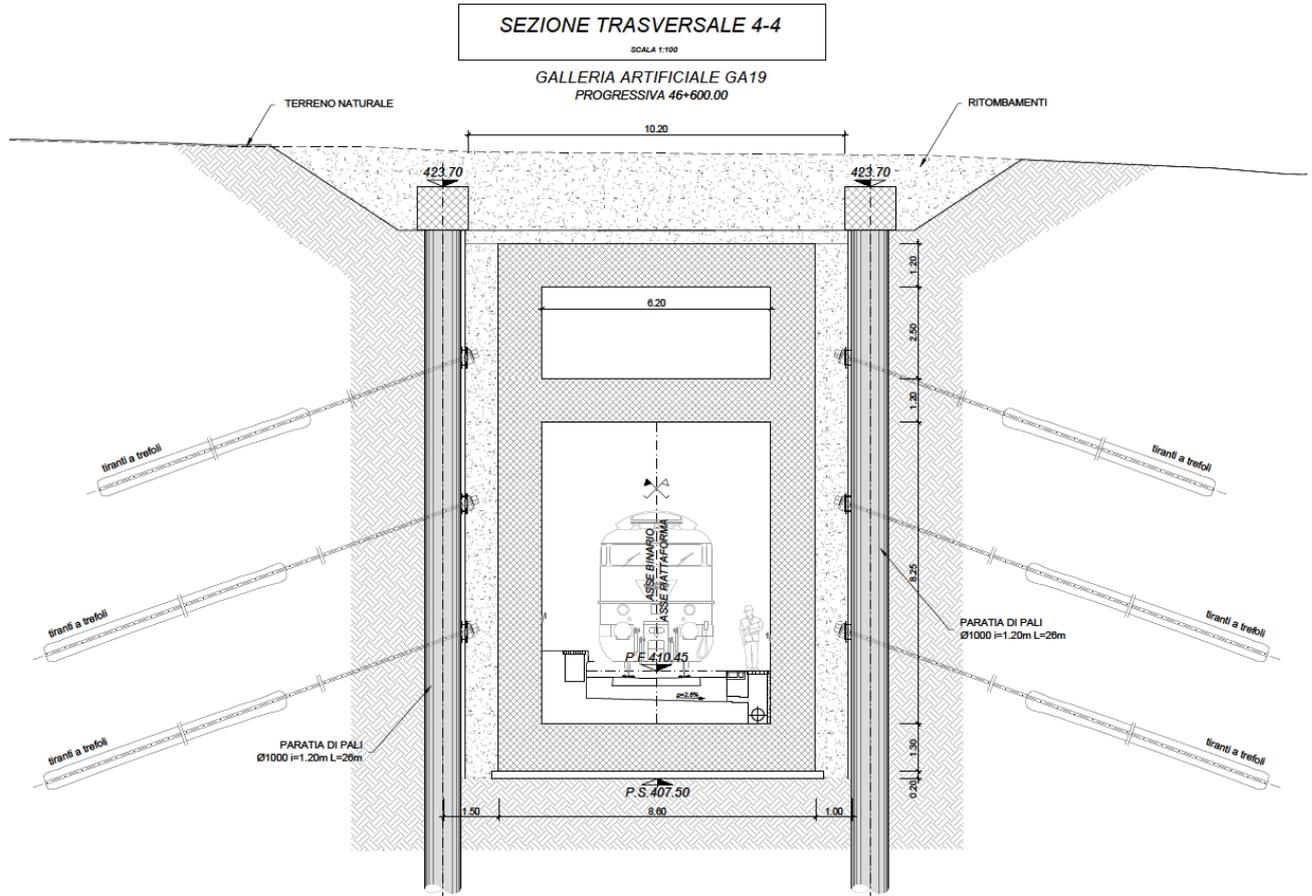


Figura 5 – Sezione GA19 a doppia altezza.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali</p>												
<p>GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646: Relazione di calcolo</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3T</td> <td>30</td> <td>D 78 CL</td> <td>GA 19 00 001</td> <td>B</td> <td>7 di 178</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	7 di 178
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	7 di 178								

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La progettazione è conforme alle normative vigenti nonché alle istruzioni dell'Ente FF.SS.

- Rif. [1] Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);
- Rif. [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;
- Rif. [3] Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010 – Eurocodice 1 – Parte 2;
- Rif. [4] RFI DTC SI MA IFS 001 C del 21-12-18 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili;
- Rif. [5] RFI DTC SI SP IFS 001 C del 21-12-18 – Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 19 00 001	REV. B

3. MATERIALI

3.1 Calcestruzzo scatolare

Classe di resistenza C30/37 $R_{ck} \geq 37 \text{ N/mm}^2$

Classe di esposizione ambientale XC3

Copriferro nominale minimo 40 mm

Resistenza di calcolo del calcestruzzo per la verifica agli SLU ($\gamma_c = 1.5$):

Resistenza di calcolo a rottura per compressione:

$$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} \quad 30.7 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 \quad 38.7 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c \quad 17.4 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza di calcolo a rottura per trazione:

$$f_{ctm} = 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3} \quad 2.94 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctk,5\%} = 0.70 \cdot f_{ctm} \quad 2.06 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c \quad 1.37 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctm} = 1.2 \cdot f_{ctm} \quad 3.53 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctk,5\%} = 0.70 \cdot f_{ctm} \quad 2.47 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{cm} = 22.000 [f_{cm}/10]^{0.3} \quad 33017 \text{ N/mm}^2$$

3.2 Acciaio d'armatura

L'acciaio utilizzato è ad aderenza migliorata tipo B450C ed è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura:

$$f_{y, \text{nom}} \quad 450 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t, \text{nom}} \quad 540 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza di calcolo dell'acciaio per la verifica agli SLU ($\gamma_s = 1.15$):

Resistenza di calcolo a rottura per trazione e deformazione corrispondente:

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s \quad 391.3 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s \quad 0.186\%$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 19 00 001	REV. B

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Nel tratto in esame la stratigrafia è costituita da:

- Coltri (C)
- Argille variegata (AV)
- Flysch Numidico – Membro di Nicosia (FYN4)

In particolare il terreno spingente è costituito dall'unità geotecnica AV che costituisce anche il terreno di fondazione.

In accordo con quanto riportato nella relazione geotecnica, alla quale si rimanda per qualsiasi approfondimento, per l'unità geotecnica AV sono stati considerati i seguenti parametri meccanici:

U.G.	Distanza da p.c.	γ	c'	ϕ'	E_{op}
[-]	[m]	[kN/m ³]	[kPa]	[°]	[MPa]
C	0-2.5	19	0	20	15
AV	2.5-40	20	26.5	21.5	60
falda a -4.70 m					

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	10 di 178

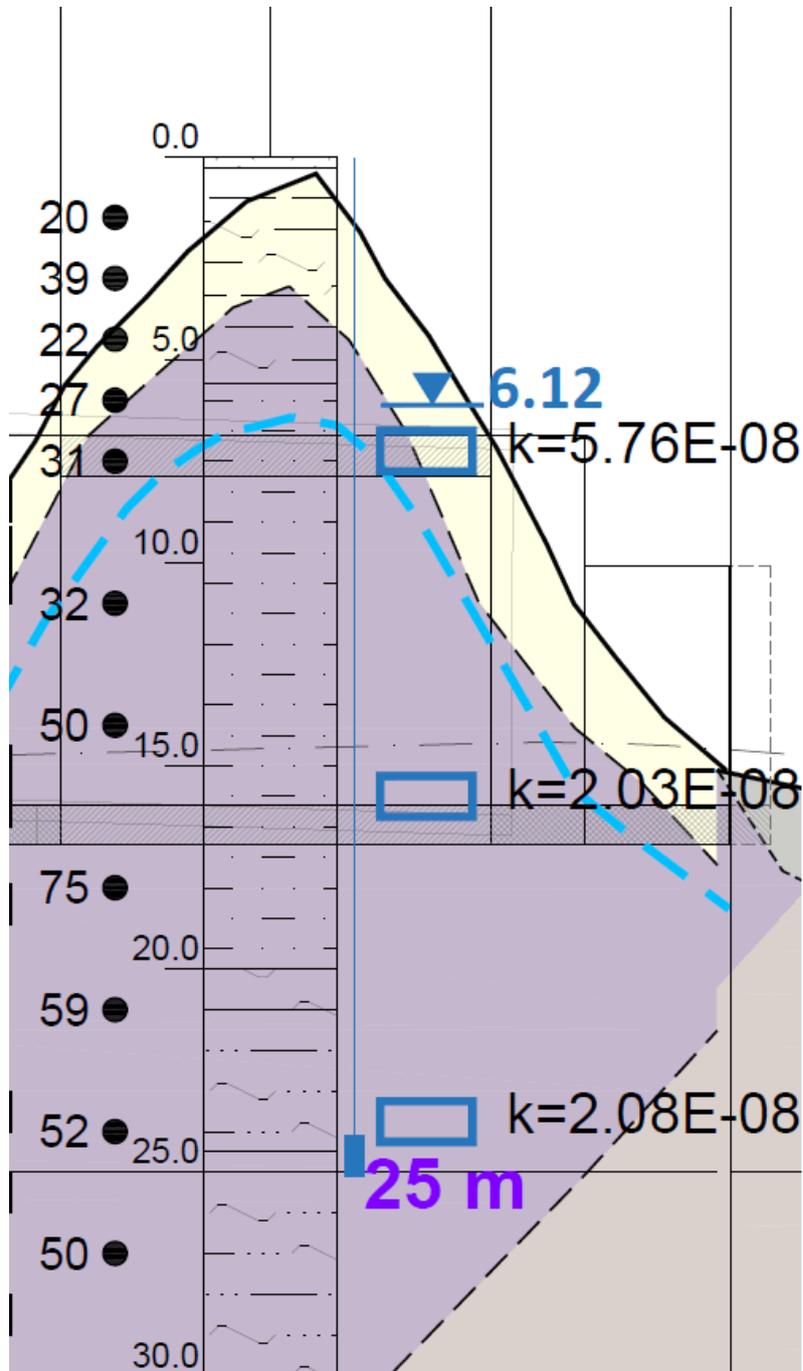


Figura 6 – Stralcio del profilo geotecnico in corrispondenza della GA19.

 <p>ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali</p>												
<p>GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646: Relazione di calcolo</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3T</td> <td>30</td> <td>D 78 CL</td> <td>GA 19 00 001</td> <td>B</td> <td>11 di 178</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	11 di 178
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	11 di 178								

5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 17 gennaio 2018 e relativa circolare applicativa.

5.1 Vita nominale e classe d'uso

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale (V_N), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso (C_U)

In accordo con quanto riportato al punto 2.5.1.1 del Manuale di Progettazione delle Opere Civili –Ponti e Strutture, per l'opera in oggetto si considera una vita nominale $V_N = 75$ anni (categoria 2: "Altre opere nuove a velocità $V < 250$ Km/h") e una classe d'uso III a cui è associato un coefficiente d'uso pari a $C_U = 1.5$.

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutati in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U , ovvero:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a $V_R = 75 \times 1.5 = 112.5$ anni.

5.2 Parametri di pericolosità sismica

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, che costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali), dipendono, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (periodo di riferimento per valutazione azione sismica) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

Categoria sottosuolo: C

In accordo a quanto riportato in Allegato A delle Norme Tecniche per le costruzioni DM 14.01.08, si ottiene per il sito in esame:

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	12 di 178

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

Reticolo di riferimento



Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione:

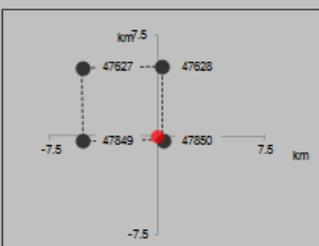
Elaborazioni grafiche

- Grafici spettri di risposta
- Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

- Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



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

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U info

Valori di progetto

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

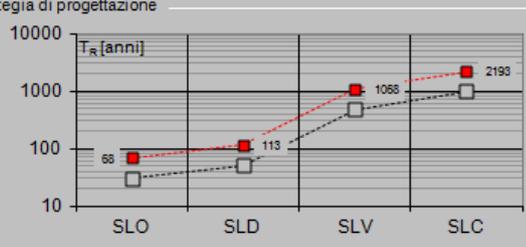
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE		
SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="68"/>	
SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="113"/>	
Stati limite ultimi - SLU		
SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="1068"/>	
SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="2193"/>	

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

I valori delle caratteristiche sismiche (a_g , F_0 , T_c^*) per gli stati limite di normativa sono dunque:

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

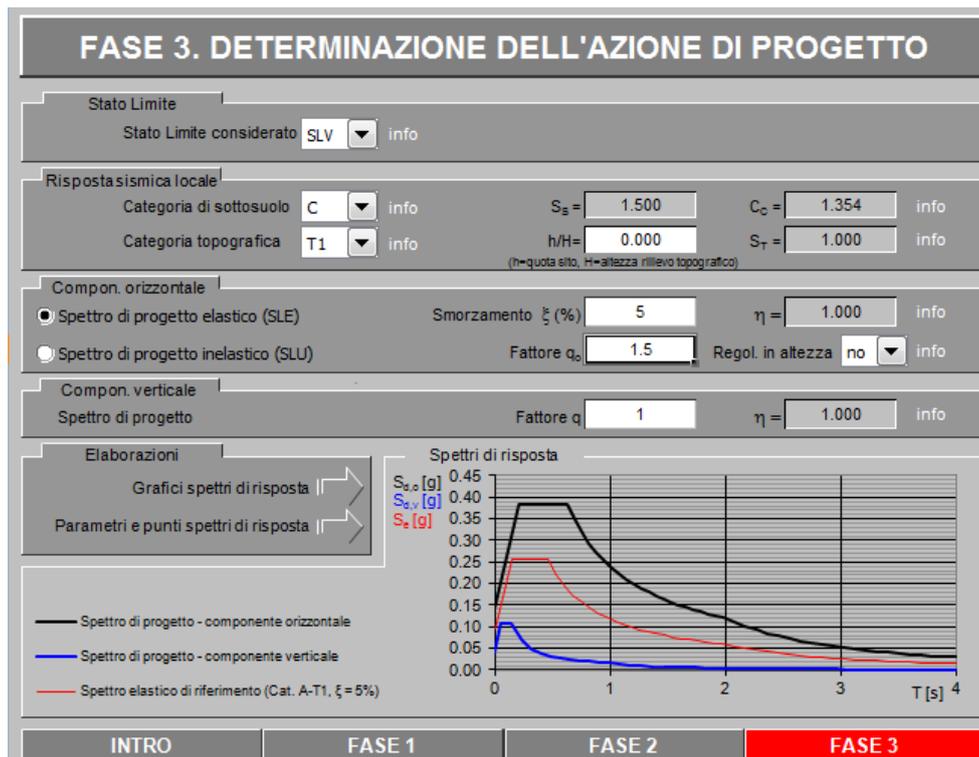
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	13 di 178

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	68	0.039	2.525	0.285
SLD	113	0.048	2.504	0.320
SLV	1068	0.096	2.662	0.463
SLC	2193	0.117	2.732	0.519

a_g → accelerazione orizzontale massima del terreno, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;

F_0 → valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* → periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;



Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudostatico. In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	14 di 178

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SL1

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_n	0.096 g
F_0	2.662
T_C^*	0.463 s
S_S	1.500
C_C	1.354
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.209 s
T_C	0.627 s
T_D	1.985 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

$$0 \leq T < T_B \quad S_a(T) = a_n \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_a(T) = a_n \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_a(T) = a_n \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_a(T) = a_n \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.144
$T_B \leftarrow$	0.209	0.384
$T_C \leftarrow$	0.627	0.384
	0.692	0.348
	0.756	0.319
	0.821	0.293
	0.886	0.272
	0.950	0.253
	1.015	0.237
	1.080	0.223
	1.144	0.210
	1.209	0.199
	1.274	0.189
	1.338	0.180
	1.403	0.172
	1.468	0.164
	1.532	0.157
	1.597	0.151
	1.662	0.145
	1.726	0.140
	1.791	0.134
	1.856	0.130
	1.920	0.125
$T_D \leftarrow$	1.985	0.121
	2.081	0.110
	2.177	0.101
	2.273	0.093
	2.369	0.085
	2.465	0.079
	2.561	0.073
	2.657	0.068
	2.753	0.063
	2.849	0.059
	2.945	0.055
	3.040	0.052
	3.136	0.049
	3.232	0.046
	3.328	0.043
	3.424	0.041
	3.520	0.039
	3.616	0.037
	3.712	0.035
	3.808	0.033
	3.904	0.031
	4.000	0.030

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali												
GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3T</td> <td>30</td> <td>D 78 CL</td> <td>GA 19 00 001</td> <td>B</td> <td>15 di 178</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	15 di 178
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	15 di 178								

6. MODELLAZIONE ADOTTATA

Lo schema statico prevede la soletta a contatto con il terreno schematizzata come una trave su molle alla Winkler, il cui valore è stato valutato nel seguito.

La costante di Winkler si calcola tramite la formula:

$$k = \frac{1}{B' \cdot E' \cdot 4 \cdot I_s \cdot I_F} \quad (\text{formulazione di Vesic, rif. "Fondazioni" – Bowles})$$

con:

$E = 100 \text{ MPa}$ modulo elastico del terreno

$\nu = 0.4$ Coefficiente di Poisson del terreno

$$E' = \frac{1 - \nu^2}{E} = 0.0084$$

$$I_s = I_1 + \frac{1 - 2\nu}{1 - \nu} I_2 = 0.216 \quad \text{Coefficiente di Steinbrenner}$$

$IF = 0.70$ Coefficiente di forma

$$I_1 = \frac{1}{\pi} \left[M \ln \frac{(1 + \sqrt{M^2 + 1}) \sqrt{M^2 + N^2}}{M(1 + \sqrt{M^2 + N^2 + 1})} + \ln \frac{(M + \sqrt{M^2 + 1}) \sqrt{1 + N^2}}{M + \sqrt{M^2 + N^2 + 1}} \right] = 0.177$$

$$I_2 = \frac{N}{2\pi} \tan^{-1} \frac{M}{N \sqrt{M^2 + N^2 + 1}} = 0.124$$

$B = 8.6 \text{ m}$ Larghezza della soletta di fondo

$B' = B/2 = 4.30 \text{ m}$ per I_i relativi al centro

$N = H/B' = 2.00 \text{ m}$ per I_i relativi al centro

$M = L'/B' = 3.49 \text{ m}$ per I_i relativi al centro

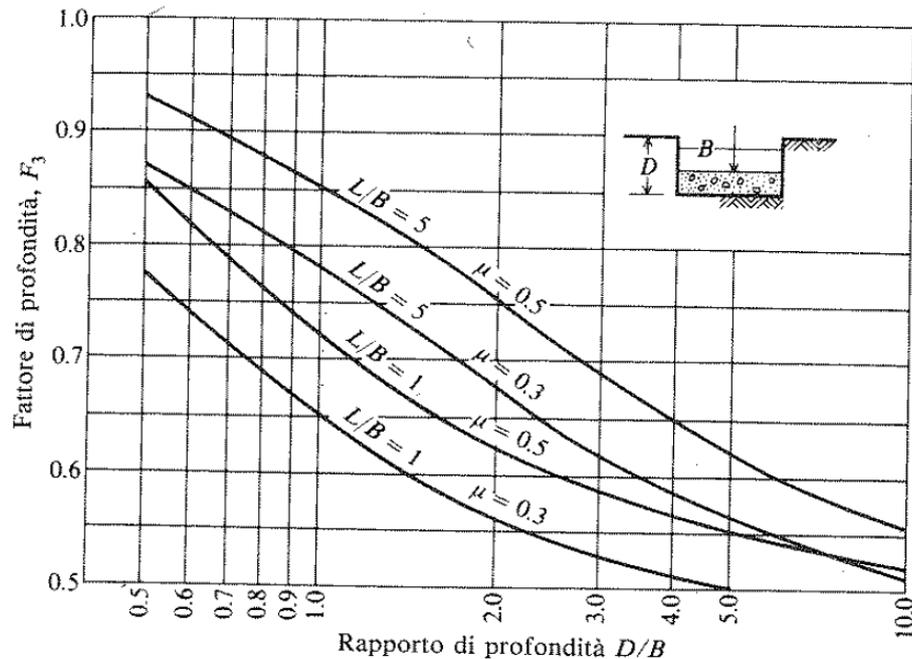


Figura 7- Coefficiente di influenza I_F per una fondazione collocata a profondità D

Sostituendo i valori nella formula precedente si ricava $k = 45000 \text{ kN/m}^3$. La costante elastica viene applicata ai nodi dell'elemento frame con cui viene modellata la soletta di fondo differenziando la rigidezza delle molle dei nodi centrali da quelli laterali e da quelli di spigolo.

n	25	numero di elementi di divisione della soletta inf.
k_s	45000 kN/m^3	
L_{int}	6.2 m	larghezza interna dello scatolare
S_p	1.2 m	spessore dei piedritti
<u>RIGIDEZZA MOLLE CENTRALI</u>		
$K_{centrali}$	13320 kN/m	
<u>RIGIDEZZA MOLLE DI SPIGOLO</u>		
$K_{spigolo}$	67320 kN/m	
<u>RIGIDEZZA MOLLE INTERMEDIE</u>		
$K_{intermedie}$	19980 kN/m	

L'analisi delle strutture è stata condotta mediante il programma di calcolo agli elementi finiti SAP2000, prodotto dalla Computer and Structures inc. di Berkeley, California, USA.

Sono state distinte due sezioni, una a singola altezza e l'altra a doppia altezza. Per ognuna è stato sviluppato un modello SAP specifico, di seguito indicato come "Modello 1" per la prima sezione e "Modello 2" per la seconda, per la quale si fa riferimento rispettivamente alla Figura 4 e alla Figura 5.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali												
GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3T</td> <td>30</td> <td>D 78 CL</td> <td>GA 19 00 001</td> <td>B</td> <td>17 di 178</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	17 di 178
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	17 di 178								

Lo schema statico impiegato è quello di telaio costituito da elementi frame; in corrispondenza della intersezione tra tali elementi il programma genera in automatico dei nodi per garantire la continuità strutturale. Ad ogni elemento è assegnata la corrispondente sezione rettangolare in calcestruzzo, la cui geometria è definita dallo spessore dell'elemento stesso per una larghezza unitaria, dal momento che la struttura è risolta come piana.

Per le verifiche delle sezioni si è adottato il programma RC-SEC – Autore GEOSTRU.

La dimensione interna è di 6.20 m e l'altezza interna è pari a 8.25 m per la sezione a singolo scatolare e 8.25 m più 2.5 m nel caso della sezione a doppio scatolare; la soletta superiore e quella intermedia sono di spessore 1.20 m, i piedritti di spessore 1.20 m e soletta inferiore di spessore 1.30 m.

In figura si riporta schematicamente la geometria dell'opera per entrambi i modelli.

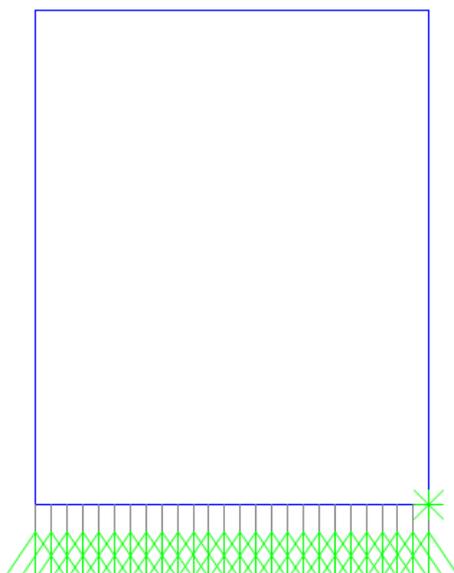


Figura 8 – Modello di calcolo (Modello 1).

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	18 di 178

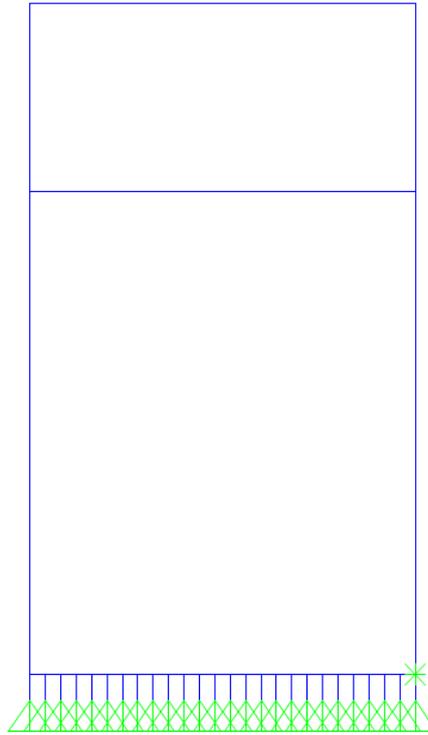


Figura 9 – Modello di calcolo (Modello 2)

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	19 di 178

7. ANALISI DEI CARICHI

7.1 Peso proprio della struttura

Il peso proprio della struttura è valutato automaticamente dal programma di calcolo attribuendo al c.a. un peso dell'unità di volume di 25 kN/m³.

7.2 Carichi permanenti portati

7.2.1 Carichi permanenti portati Modello 1a – 1b

permanentemente portati		
soletta superiore		
γ_1	24 kN/m ³	
S_1	0.2 m	pacchetto stradale
W_1	4.80 kN/m ²	
γ_2	20 kN/m ³	
S_2	4 m	ricoprimento
W_2	80.00 kN/m ²	
soletta inf		
γ_3	25 kN/m ³	
S_3	0.7 m	spessore e massetto pendenze
W_3	17.50 kN/m ²	
γ_4	25 kN/m ³	
S_4	0.6 m	marciapiede sx
W_4	15.00 kN/m ²	
γ_4	25 kN/m ³	
S_4	0.6 m	marciapiede dx
W_4	15.00 kN/m ²	

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	20 di 178



Figura 10 – Carichi permanenti sulla soletta superiore.

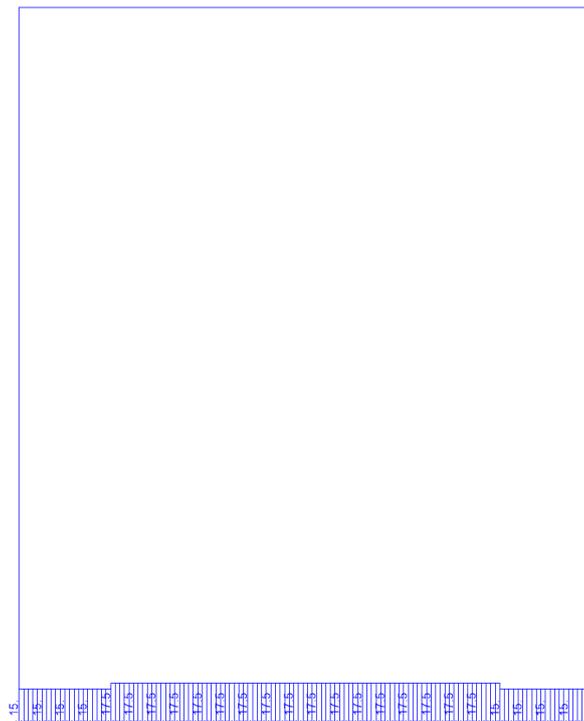


Figura 11 – Carichi permanenti sulla soletta inferiore.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 19 00 001	REV. B

7.2.2 Carichi permanenti portati Modello 2

PERMANENTI PORTATI						
soletta superiore						
γ_1	24.00	kN/m^3				
S_1	0.20	m		pacchetto stradale		
W_1	4.80	kN/m^2				
γ_2	20.00	kN/m^3				
S_2	2.80	m		ricoprimento		
W_2	56.00	kN/m^2				
soletta inferiore						
γ_3	25.00	kN/m^3				
S_3	0.70	m		spessore e massetto pendenze		
W_3	17.50	kN/m^2				
γ_4	25.00	kN/m^3				
S_4	0.60	m		Marciapiedi sx		
W_4	15.00	kN/m^2				
γ_4	25.00	kN/m^3				
S_4	0.60	m		Marciapiedi dx		
W_4	15.00	kN/m^2				

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali</p>												
<p>GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646: Relazione di calcolo</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3T</td> <td>30</td> <td>D 78 CL</td> <td>GA 19 00 001</td> <td>B</td> <td>22 di 178</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	22 di 178
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	22 di 178								



Figura 12 – Carichi permanenti sulla soletta superiore.

Frame Span Loads (permanenti_soletta_inferiore) (GLOBAL CSys)

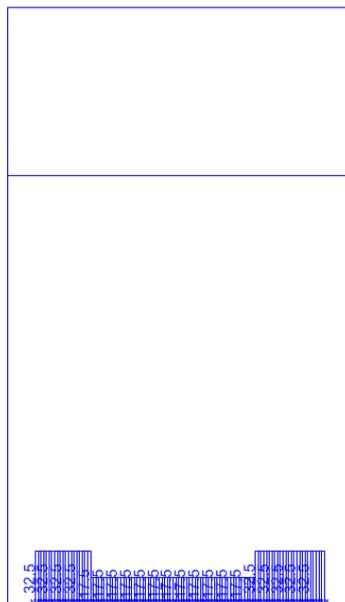


Figura 13 – Carichi permanenti sulla soletta superiore.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali												
GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3T</td> <td>30</td> <td>D 78 CL</td> <td>GA 19 00 001</td> <td>B</td> <td>23 di 178</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	23 di 178
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	23 di 178								

7.3 Ballast

Il ballast è stato valutato ugualmente per i due modelli, considerando uno sviluppo in altezza di 0.8 m: $p_b = 20 \cdot 0.8 = 16.0 \text{ kN/m}^2$

Frame Span Loads (ballast) (GLOBAL CSys)

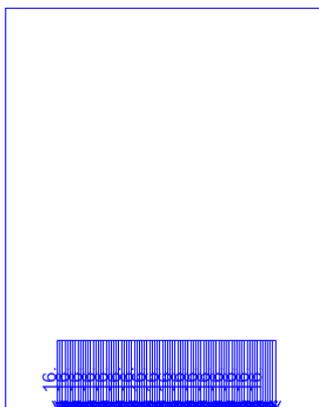


Figura 14 – Ballast Modello 1.

Frame Span Loads (ballast) (GLOBAL CSys)



Figura 15 – Ballast Modello 2

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 19 00 001	REV. B

7.4 Spinta del terreno e dell'acqua

Per la valutazione della spinta esercitata dal terreno quest'ultimo è stato considerato in condizioni di riposo pertanto il coefficiente di spinta è dato dalla relazione $k_0 = 1 - \text{sen}\varphi'$.

La spinta del terreno è diversa da destra a sinistra: in sinistra il terreno si trova a una quota di 4.60 m al di sopra dello scatolare, mentre a destra il terreno spingente si trova a una quota di 4.4 m al di sotto della soletta superiore dello scatolare.

7.4.1 Spinta del terreno e dell'acqua Modello 1a

spinta a riposo e spinta H ₂ O – piedritti		
γ_t	20 kN/m ³	peso specifico terreno
φ'_k	21.5 °	angolo attrito caratteristico
φ'_d	21.5 °	angolo attrito di progetto
k_0	0.63 -	
h_{sup}	4.6 m	quota metà spessore sol. sup. rispetto p.c.
γ_w	10 kN/m ³	peso H ₂ O
h_w	4.7 m	quota H ₂ O rispetto p.c.
h_2	9.5 m	distanza assi soletta superiore-inferiore

z da p.c.	$\sigma'_{h,tot}$ kN/m ²	σ_w kN/m ²
4	53.72	0.00
4.6	61.32	0.00
4.7	62.59	0.00
14.1	122.14	94.00
14.75	126.26	100.50

$F_{t,sup}$	34.59	kN/m	spinta su metà spessore soletta superiore
$F_{t,inf}$	77.31	kN/m	spinta su metà spessore soletta inferiore
$F_{w,sup}$	0.00	kN/m	spinta H ₂ O su metà spessore soletta superiore
$F_{w,inf}$	38.6	kN/m	spinta H ₂ O su metà spessore soletta inferiore

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	25 di 178

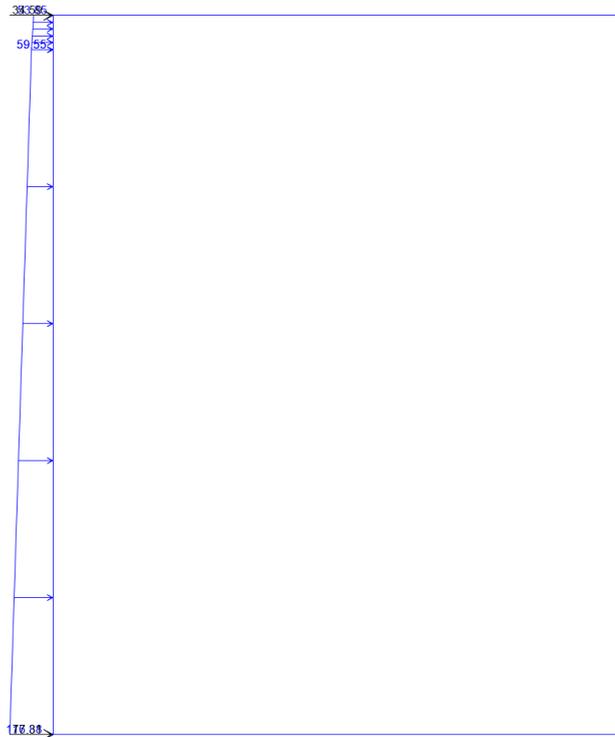


Figura 16 – Spinta del terreno sul piedritto sinistro.

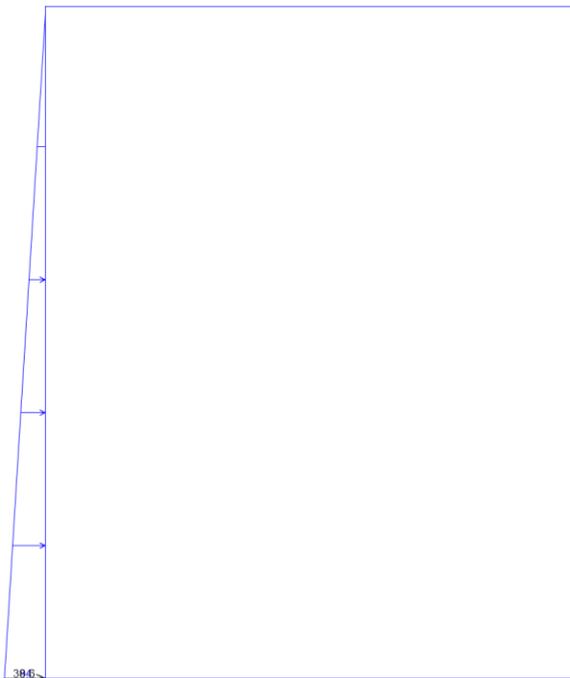


Figura 17 – Spinta dell'acqua sul piedritto sinistro.

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	26 di 178

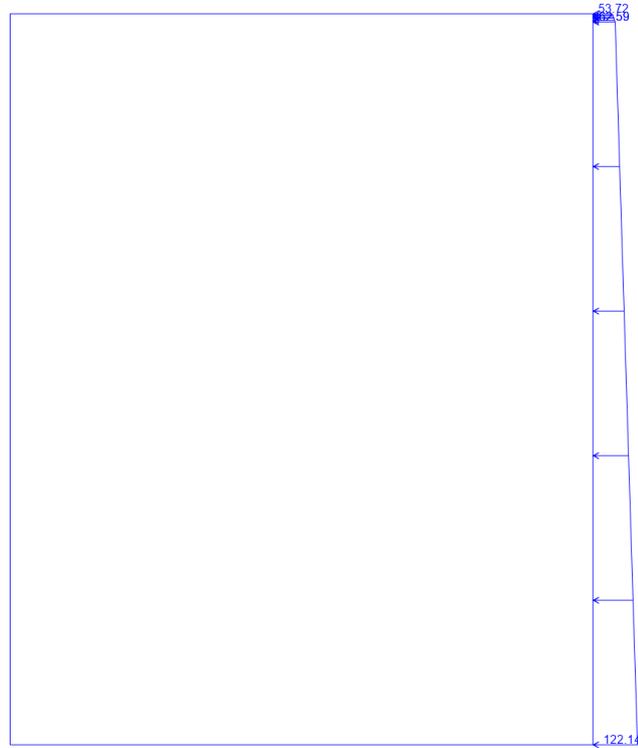


Figura 18 – Spinta del terreno sul piedritto destro.

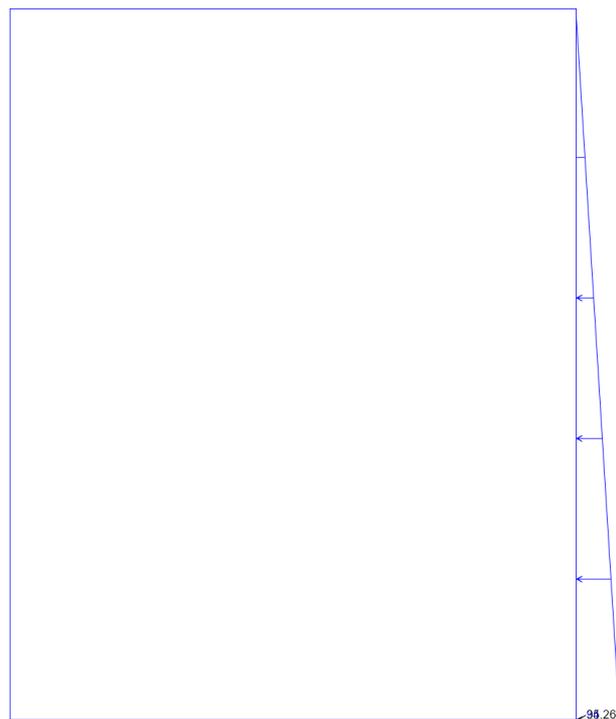


Figura 19 – Spinta dell'acqua sul piedritto destro.

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	27 di 178

7.4.2 Spinta del terreno e dell'acqua Modello 1b

spinta a riposo e spinta H ₂ O – piedritto sx		
γ_t	20 kN/m ³	peso specifico terreno
φ'_k	21.5 °	angolo attrito caratteristico
φ'_d	21.5 °	angolo attrito di progetto
k_0	0.63 -	
h_{sup}	4.6 m	quota metà spessore sol. sup. rispetto p.c.
γ_w	10 kN/m ³	peso H ₂ O
h_w	4.7 m	quota H ₂ O rispetto p.c.
h_2	9.5 m	distanza assi soletta superiore-inferiore

spinta a riposo e spinta H ₂ O – piedritto dx		
γ_t	20 kN/m ³	peso specifico terreno
φ'_k	21.5 °	angolo attrito caratteristico
φ'_d	21.5 °	angolo attrito di progetto
k_0	0.63 -	
h_{sup}	0 m	quota metà spessore sol. sup. rispetto p.c.
γ_w	10 kN/m ³	peso H ₂ O
h_w	0 m	quota H ₂ O rispetto p.c.
h_2	5.1 m	distanza assi soletta superiore-inferiore

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	28 di 178

Spinta piedritto sx

z da p.c.	$\sigma'_{h,tot}$ kN/m ²	σ_w kN/m ²
4	53.72	0.00
4.6	61.32	0.00
4.7	62.59	0.00
14.1	122.14	94.00
14.75	126.26	100.50

$F_{t,sup}$	34.59	kN/m	spinta su metà spessore soletta superiore
$F_{t,inf}$	77.31	kN/m	spinta su metà spessore soletta inferiore
$F_{w,sup}$	0.00	kN/m	spinta H ₂ O su metà spessore soletta superiore
$F_{w,inf}$	38.6	kN/m	spinta H ₂ O su metà spessore soletta inferiore

Spinta piedritto dx

z da p.c.	$\sigma'_{h,tot}$ kN/m ²	σ_w kN/m ²
0	3.04	0.00
5.1	35.35	51.00
5.75	39.47	57.50

$F_{t,sup}$	0	kN/m	spinta su metà spessore soletta superiore
$F_{t,inf}$	24.32	kN/m	spinta su metà spessore soletta inferiore
$F_{w,sup}$	0.00	kN/m	spinta H ₂ O su metà spessore soletta superiore
$F_{w,inf}$	35.26	kN/m	spinta H ₂ O su metà spessore soletta inferiore

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	29 di 178

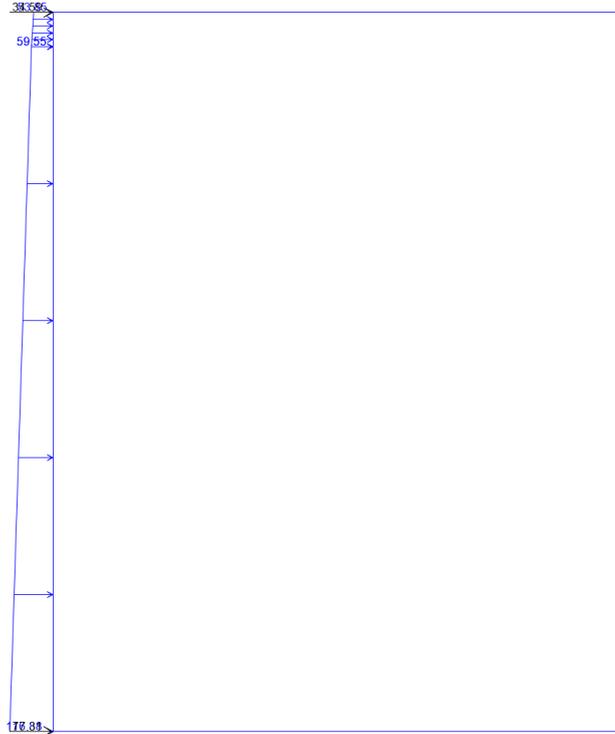


Figura 20 – Spinta del terreno sul piedritto sinistro.

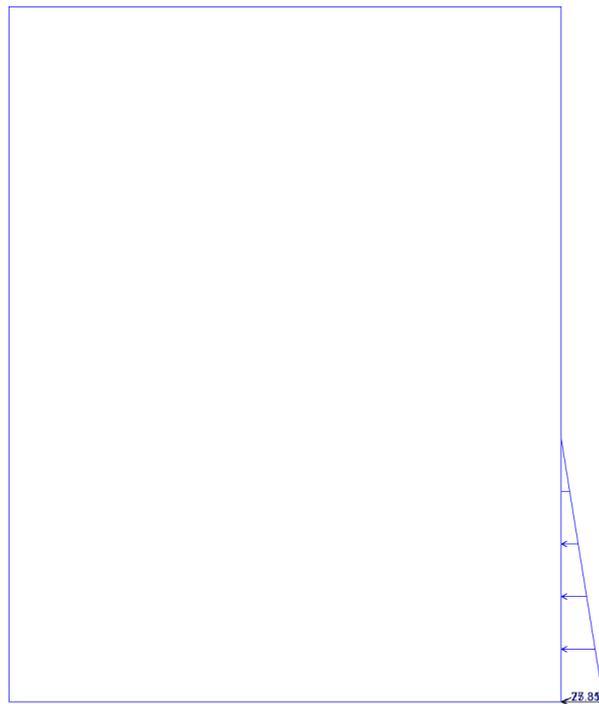


Figura 21 – Spinta del terreno sul piedritto destro.

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	30 di 178

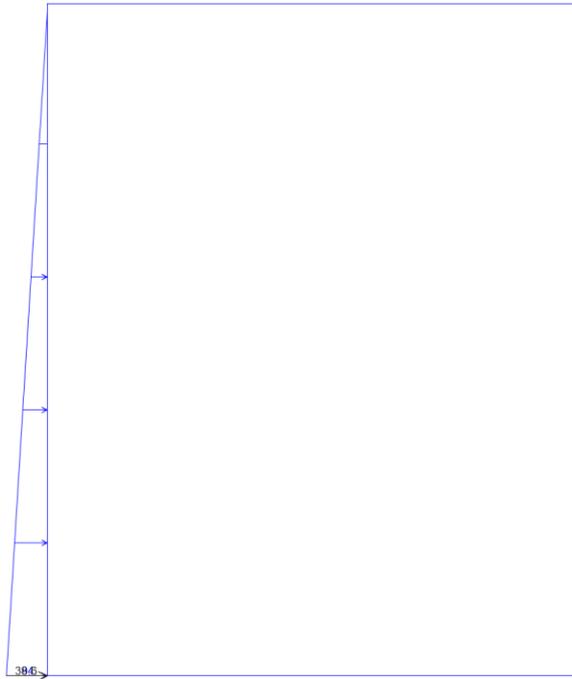


Figura 22 – Spinta dell'acqua sul piedritto sinistro.

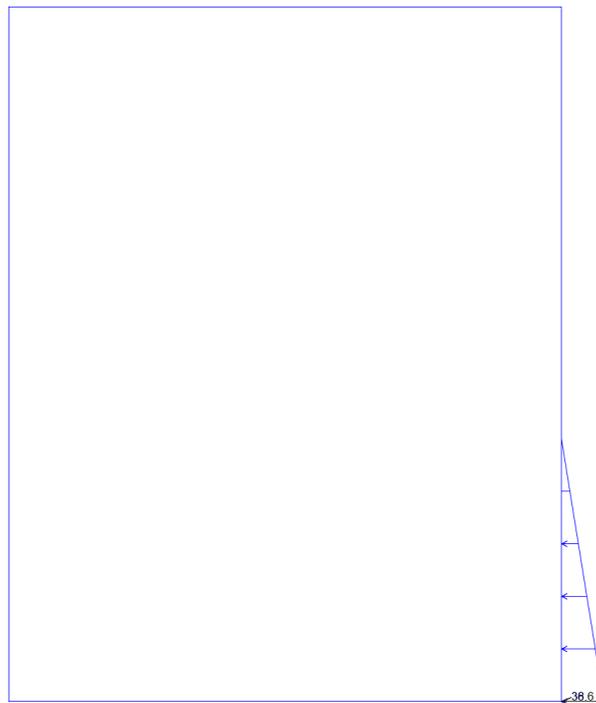


Figura 23 – Spinta dell'acqua sul piedritto destro.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 19 00 001	REV. B

7.4.3 Spinta del terreno e dell'acqua Modello 2

SPINTA RIPOSO E SPINTA H ₂ O			
γ_t	20.00	kN/m ³	peso specifico terreno
Φ'_k	21.5	°	angolo attrito caratteristico
Φ'_d	21.5	°	angolo attrito di progetto
k_0	0.63	-	
h_{sup}	3.40	m	quota metà spessore sol. sup. rispetto p.c.
γ_w	10.00	kN/m ³	peso H ₂ O
h_w	4.7	m	quota H ₂ O rispetto p.c.
h_2	13.2	m	distanza assi soletta sup-inf

z da p.c. (m)	$\sigma'_{h,tot}$ (kN/m ²)	σ_w (kN/m ²)
2.80	38.52	0.00
3.40	46.12	0.00
4.70	62.59	0.00
7.40	79.69	27.00
16.60	137.98	119.00
17.25	142.09	125.50

$F_{t,sup}$	25.39	kN/m	spinta su metà spessore soletta superiore
$F_{t,inf}$	91.02	kN/m	spinta su metà spessore soletta inferiore
$F_{w,sup}$	0.00	kN/m	spinta H ₂ O su metà spessore soletta superiore
$F_{w,inf}$	79.46	kN/m	spinta H ₂ O su metà spessore soletta inferiore

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	32 di 178

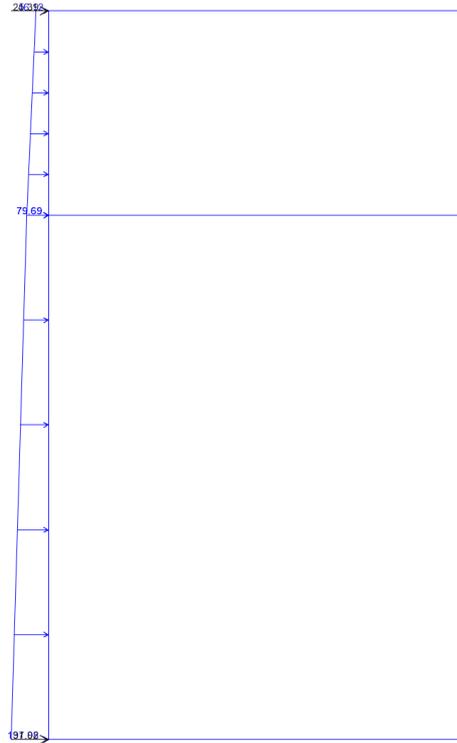


Figura 24 - Spinta del terreno sul piedritto sinistro.

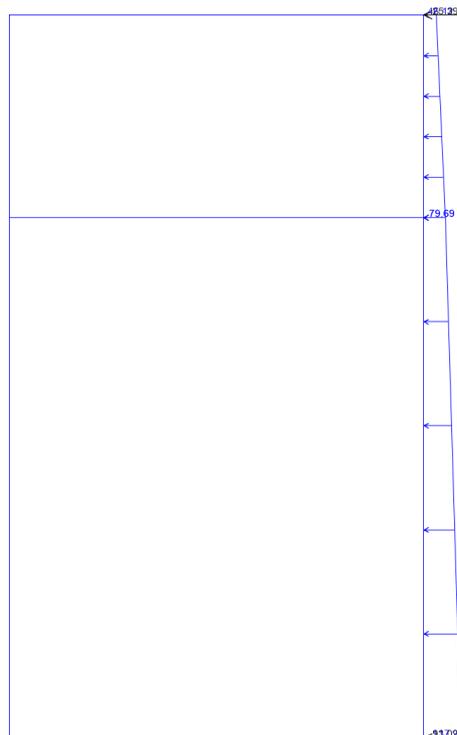


Figura 25 - Spinta del terreno sul piedritto destro.

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	33 di 178

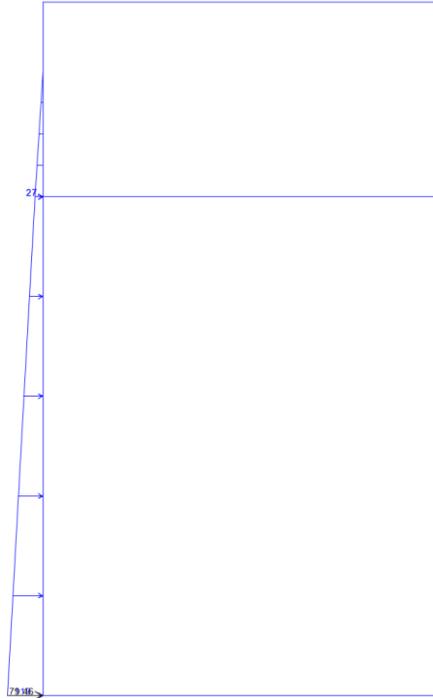


Figura 26 - Spinta dell'acqua sul piedritto sinistro.

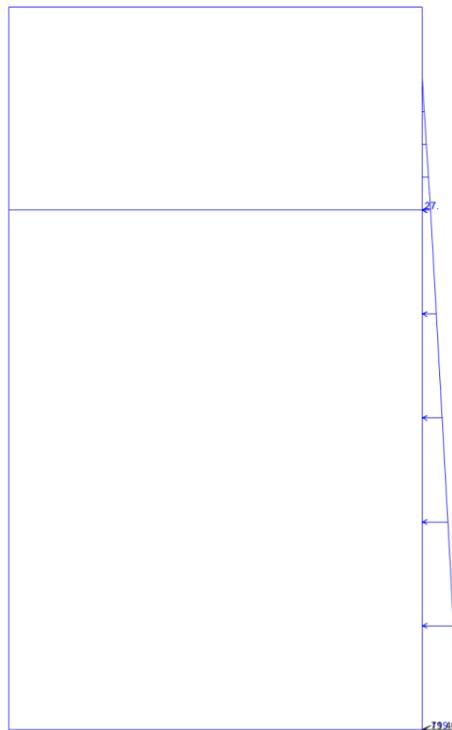


Figura 27 - Spinta dell'acqua sul piedritto destro.

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR- CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 19 00 001	REV. B

7.5 Sovraccarico ferroviario su soletta inferiore

Per la valutazione dei carichi verticali si è fatto riferimento a dei modelli di carico “teorici”, come indicato dalla normativa vigente. In particolare viene considerato il treno di carico LM71, rappresentativo del traffico normale, in quanto più gravoso.

Il treno di carico LM71, schematizzato in Figura 28, è costituito da 4 assi da 250 kN disposti ad interasse di 1.6 m e da un carico distribuito di 80 kN/m in entrambe le direzioni per un'estensione illimitata, a partire da 0.8 m dagli assi di estremità.

Longitudinalmente i carichi assiali del modello di carico LM71 sono stati distribuiti uniformemente su 6.4 m.

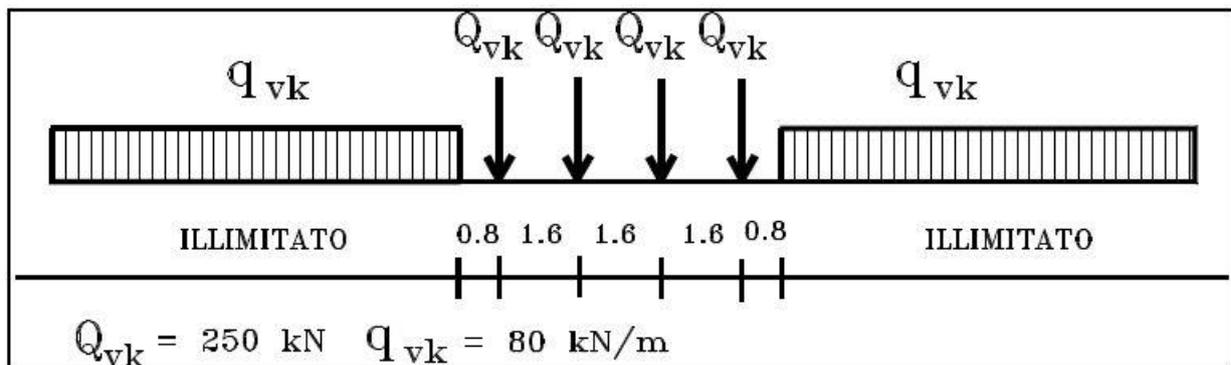


Figura 28 – Treno di carico LM71

I valori caratteristici dei carichi sono stati moltiplicati per il coefficiente di adattamento α .

modello di carico	coefficiente di adattamento α
LM71	1.1

Figura 29 – Coefficiente di adattamento α

Trasversalmente i carichi sono stati ripartiti secondo una pendenza di 1 a 4 all'interno del ballast, ed secondo una pendenza di 1 a 1 all'interno del calcestruzzo di riempimento e della soletta in c.a.. Pertanto, alla quota del piano medio della soletta inferiore, considerando per la traversa una larghezza di 2.40 m, si ha:

$$L_d = 2.40 + (s_b/4 + s_{fr} + s_{ss}/2) \cdot 2 = 2.4 + (0.35/4 + 0.7 + 1.3/2) \cdot 2 = 5.28 \text{ m}$$

I carichi utilizzati sono riepilogati nella Tabella seguente:

Carico variabile verticale agente alla quota del piano medio della soletta inferiore agente su L_d	
LM71	$q_{v1} = 4 \cdot 250 \cdot 1.1 / 6.4 / L_d = 32.58 \text{ kN/m}^2$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali												
GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3T</td> <td>30</td> <td>D 78 CL</td> <td>GA 19 00 001</td> <td>B</td> <td>35 di 178</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	35 di 178
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	35 di 178								

Frame Span Loads (accidentale_inferiore) (GLOBAL CSys)

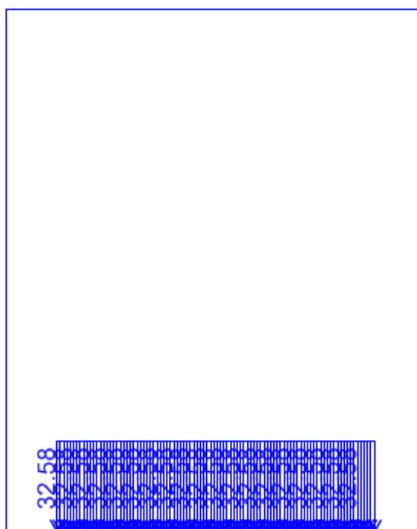


Figura 30 – Treno di carico LM71 (Modello 1).

Frame Span Loads (accidentale_inferiore) (GLOBAL CSys)

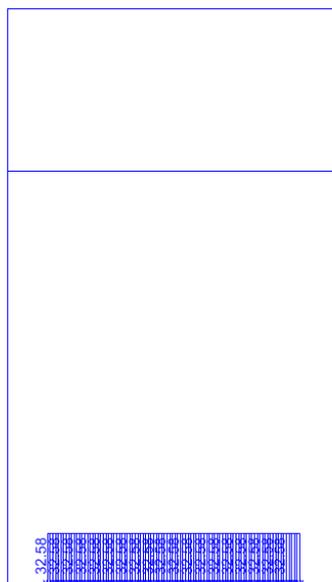


Figura 31 – Treno di carico LM71 doppio binario (Modello 2).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 19 00 001	REV. B

7.6 Sovraccarico stradale sulla soletta superiore

7.6.1 Sovraccarico stradale sulla soletta superiore Modello 1

SOVRACCARICO ACCIDENTALE			
soletta superiore			
Q_{1k}	600.00	kN	carico stradale concentrato
L_T	7.78	m	lunghezza di ripartizione trasversale
L_L	6.98	m	lunghezza di ripartizione longitudinale
q_{1k}	20.04	kN/m ²	carico stradale distribuito da applicare su L_L
q_{1k}	9.00	kN/m ²	carico stradale distribuito da applicare su $L-L_L$

frenamento o accelerazione		
L	8.60	m
$q_{3,k}$	5.72	kN/m ²

incremento spinta dovuto al sovraccarico accidentale			
q_{1k}	9	kN/m ²	carico distribuito esterno
σ_h	5.34	kN/m ²	
F_{sup}	3.20	kN/m	spinta su metà spessore soletta superiore
F_{inf}	3.47	kN/m	spinta su metà spessore soletta inferiore

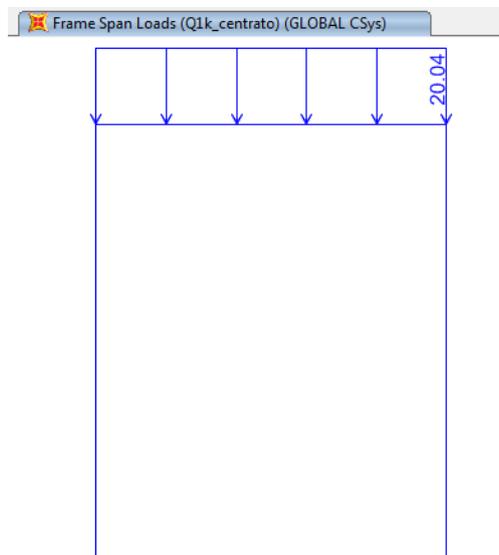


Figura 32 – Sovraccarico accidentale sulla soletta superiore.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali												
GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3T</td> <td>30</td> <td>D 78 CL</td> <td>GA 19 00 001</td> <td>B</td> <td>37 di 178</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	37 di 178
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	37 di 178								

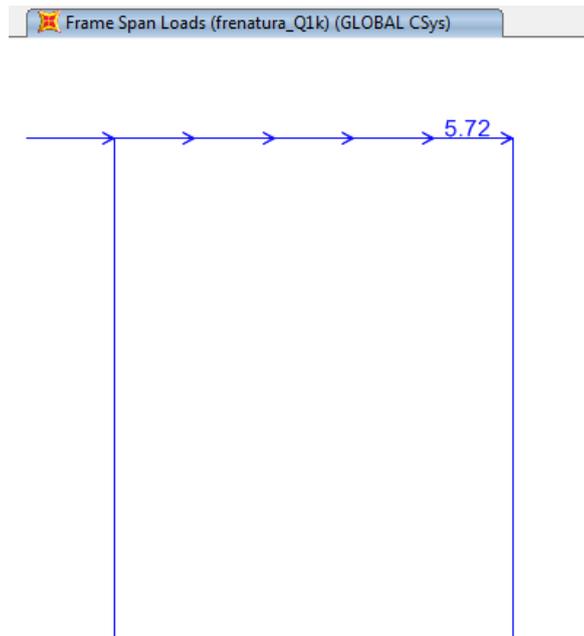


Figura 33 – Forza di frenamento o accelerazione sulla soletta superiore.

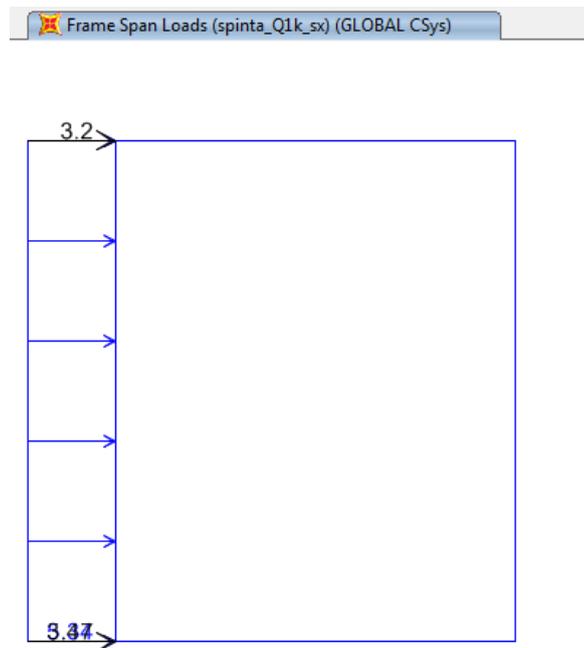


Figura 34 – Incremento di spinta sul piedritto sinistro dovuto al sovraccarico accidentale.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 19 00 001	REV. B

7.6.2 Sovraccarico stradale sulla soletta superiore Modello 2

SOVRACCARICO ACCIDENTALE			
soletta superiore			
Q_{1k}	600.00	kN	carico stradale concentrato
L_T	6.49	m	lunghezza di ripartizione trasversale
L_L	5.69	m	lunghezza di ripartizione longitudinale
q_{1k}	25.23	kN/m^2	carico stradale distribuito da applicare su L_L
q_{1k}	9.00	kN/m^2	carico stradale distribuito da applicare su $L-L_L$

frenamento o accelerazione		
L	8.60	m
$q_{3,k}$	6.86	kN/m^2

incremento spinta dovuto al sovraccarico accidentale			
q_{1k}	9	kN/m^2	carico distribuito esterno
σ_h	5.34	kN/m^2	
F_{sup}	3.20	kN/m	spinta su metà spessore soletta superiore
F_{inf}	3.47	kN/m	spinta su metà spessore soletta inferiore

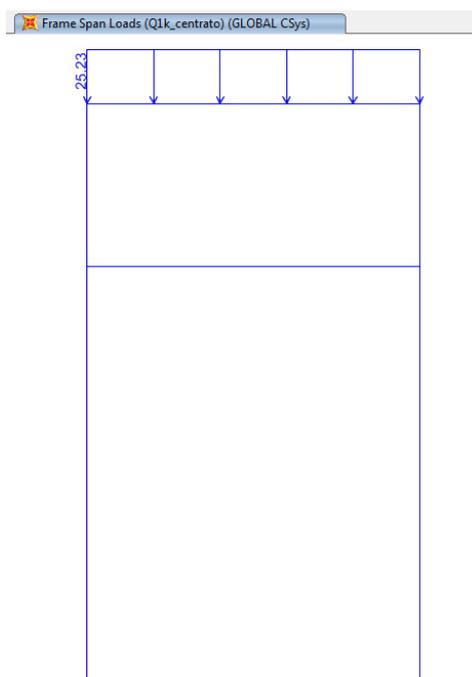


Figura 35 – Sovraccarico accidentale sulla soletta superiore.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali</p>												
<p>GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646: Relazione di calcolo</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3T</td> <td>30</td> <td>D 78 CL</td> <td>GA 19 00 001</td> <td>B</td> <td>39 di 178</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	39 di 178
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	39 di 178								

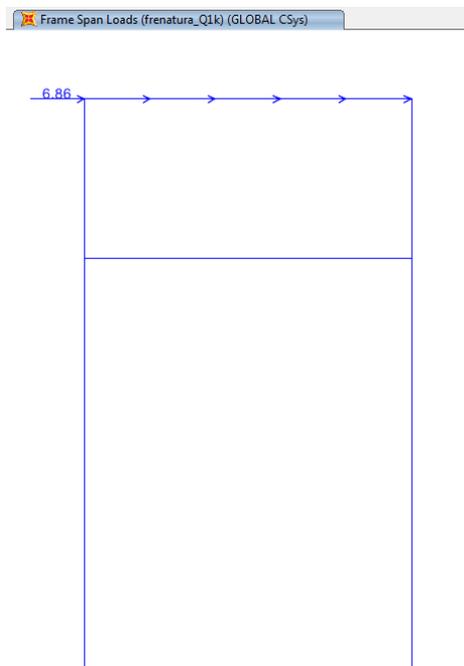


Figura 36 – Forza di frenamento o accelerazione sulla soletta superiore.

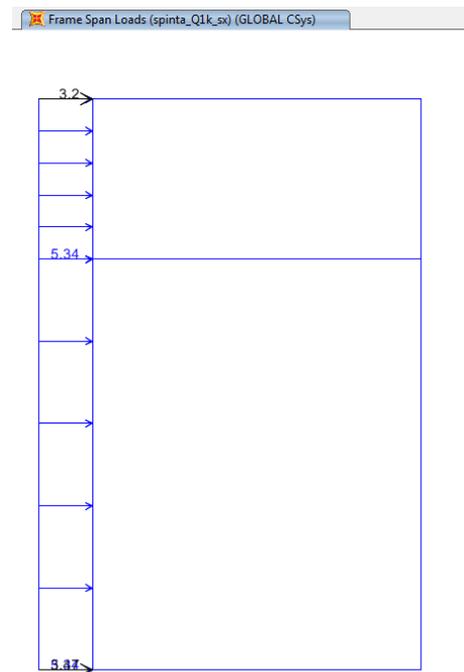


Figura 37 – Incremento di spinta sul piedritto sinistro dovuto al sovraccarico accidentale.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 19 00 001	REV. B

7.7 Azioni termiche

Alla soletta superiore è stata applicata una variazione termica uniforme $\Delta T = \pm 15^\circ\text{C}$ ed un gradiente di temperatura tra estradosso ed intradosso pari a $\pm 5^\circ\text{C}$, come indicato dalla normativa vigente.

7.8 Ritiro

Gli effetti del ritiro sono stati valutati a lungo termine attraverso il calcolo dei coefficienti di ritiro finale $\varepsilon_{cs}(t, t_0)$ e di viscosità $\varphi(t, t_0)$. Tali effetti sono stati considerati agenti solo sulla soletta superiore ed applicati nel modello come una variazione termica uniforme equivalente.

La deformazione totale da ritiro è formata da due componenti: la deformazione da ritiro per essiccamento e la deformazione da ritiro autogeno

Classe cls =	C30/37	
$f_{ck} =$	30 Mpa	
$f_{cm} =$	37 Mpa	
Tipo di cemento =	R	
$A_c =$	1 200 000 mm ²	area della sezione in cls
$u =$	1 000 mm	perimetro della sezione in cls a contatto con l'atmosfera
$h_0 = 2 A_c / u =$	2 400 mm	dimensione fittizia
RH =	75 %	umidità relativa ambientale
$t =$	25 550 giorni	età del cls nel momento considerato
$t_s =$	2 giorni	età del cls a partire dalla quale si considera l'effetto del ritiro da essiccamento

Deformazione per ritiro da essiccamento (ε_{cd})

La deformazione da ritiro per essiccamento si sviluppa lentamente, dal momento che è funzione della migrazione dell'acqua attraverso il cls in

$$\varepsilon_{cd,\infty} = k_h \varepsilon_{cd,0}$$

Prospetto 3.3 - Valori di k_h

h_0 (mm)	k_h
100	1.0
200	0.85
300	0.75
≥ 500	0.70

Per valori intermedi del parametro h_0 si procede con interpolazione lineare.

$k_h =$	0.70	
$\varepsilon_{cd,0} = -0,85 [(220 + 110 \alpha_{ds1}) \exp(-\alpha_{ds2} f_{cm} / f_{cm0})] 10^{-6} \beta_{RH}$		
$\alpha_{ds1} =$	6	
$\alpha_{ds2} =$	0.11	
$f_{cm0} =$	10 Mpa	
$\beta_{RH} = 1,55 [1 - (RH / RH_0)^3]$ con $RH_0 = 100\%$		
$\beta_{RH} =$	0.896	
$\varepsilon_{cd,0} =$	-0.446 ‰	
$\varepsilon_{cd,\infty} =$	-0.312 ‰	deformazione per ritiro da essiccamento a tempo infinito
$\varepsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) \varepsilon_{cd,\infty}$		
$\beta_{ds}(t, t_s) = (t - t_s) / [(t - t_s) + 0,04 h_0^{3/2}] =$	0.845	
$\varepsilon_{cd}(t) =$	-0.264 ‰	deformazione per ritiro da essiccamento al tempo "t"

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	41 di 178

Deformazione per ritiro autogeno (ϵ_{ca})

La deformazione da ritiro autogeno si sviluppa durante l'indurimento del cls: la maggior parte si sviluppa quindi nei primi giorni successivi al gett

$$\epsilon_{ca,\infty} = -2,5 (f_{ck} - 10) 10^{-6} = -0.050 \text{ ‰} \quad \text{deformazione per ritiro autogeno a tempo infinito}$$

$$\epsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \epsilon_{ca,\infty}$$

$$\beta_{as}(t) = 1 - \exp(-0,2 t^{0,5}) = 1.000$$

$$\epsilon_{ca}(t) = -0.050 \text{ ‰} \quad \text{deformazione per ritiro autogeno al tempo "t"}$$

Deformazione totale da ritiro (ϵ_{cs})

$$\epsilon_{cs}(t) = \epsilon_{cd}(t) + \epsilon_{ca}(t) = -0.314 \text{ ‰} \quad \text{deformazione totale da ritiro al tempo "t"}$$

$$\epsilon_{cs,\infty} = \epsilon_{cd,\infty} + \epsilon_{ca,\infty} = -0.362 \text{ ‰} \quad \text{deformazione totale da ritiro a tempo infinito}$$

[SPECIFICA RFI DTC INC CS SP IFS 001 A - APPENDICE 1]

VARIAZIONE TERMICA UNIFORME EQUIVALENTE AL RITIRO

$$\Delta T_{ritiro} = \epsilon_{cs}(t) / [(1 + \varphi(t, t_0)) \alpha]$$

$$\varphi(t, t_0) = 2.097$$

$$\alpha = 1.00E-05 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\Delta T_{ritiro} = -10.13 \text{ } ^\circ\text{C}$$

7.9 Azione sismica

L'azione sismica agente sulle masse strutturali è stata considerata con un approccio di tipo pseudo-statico. Esso consente di rappresentare il sisma mediante una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k. Le forze sismiche sono pertanto:

$$F_h = k_h \cdot W$$

$$F_v = k_v \cdot W$$

con k_h e k_v , rispettivamente, coefficiente sismico orizzontale e verticale, pari a

$$k_h = \beta_m \cdot a_{max} / g \quad \text{coefficiente sismico orizzontale}$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h \quad \text{coefficiente sismico verticale}$$

Nelle espressioni precedenti a_{max} rappresenta l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito mentre β_m è il coefficiente di riduzione di tale accelerazione valutato in funzione della capacità dell'opera di subire spostamenti relativi rispetto al terreno. Per l'analisi delle strutture scatolari, pertanto, β_m è stato posto pari ad 1. L'accelerazione orizzontale massima è stata valutata con la relazione:

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

in cui a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido e S un coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T).

Gli effetti dell'azione sismica sono stati valutati tenendo conto, della massa associata al peso proprio e delle masse associate al carico permanente.

Inoltre, l'incremento di spinta dovuto al sisma è stato valutato utilizzando la teoria di Wood. Secondo tale teoria la risultante dell'incremento di spinta per effetto del sisma, su una parete di altezza H_s , viene

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 19 00 001	REV. B

determinato attraverso la relazione $\Delta S_E = (a_{max}/g) \cdot \gamma \cdot H_{tot} \cdot H_s$ (H_{tot} = distanza p.c. – intradosso soletta inferiore).

a_g	0.096	g
S_S	1.5	
S_T	1.00	
a_{max}	0.144	g
β_m	1	
k_h	0.144	
k_v	0.072	

7.9.1 Carichi sismici Modello 1

INERZIA VERTICALE			
Soletta superiore			
$k_v \cdot W_P$	8.93	kN/m ²	peso proprio, perm. portati
INERZIA ORIZZONTALE			
Soletta superiore			
$k_h \cdot W_P$	17.86	kN/m ²	peso proprio, perm. portati
Piedritti			
$k_h \cdot W_P$	4.32	kN/m ²	peso proprio
SOVRASPINTA SISMICA (WOOD)			
h_{tot}	10.75	m	altezza scatolare + ricoprimento
Δp_d	45.36	kN/m ²	incremento di spinta
F_{pd}	27.22	kN/m	forza concentrata agente su metà spessore soletta sup.

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	43 di 178

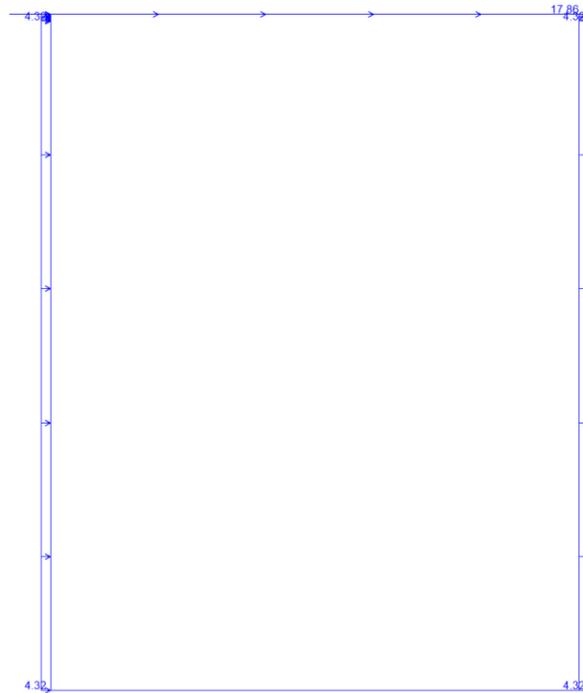


Figura 38 – Sisma orizzontale – Modello 1a.

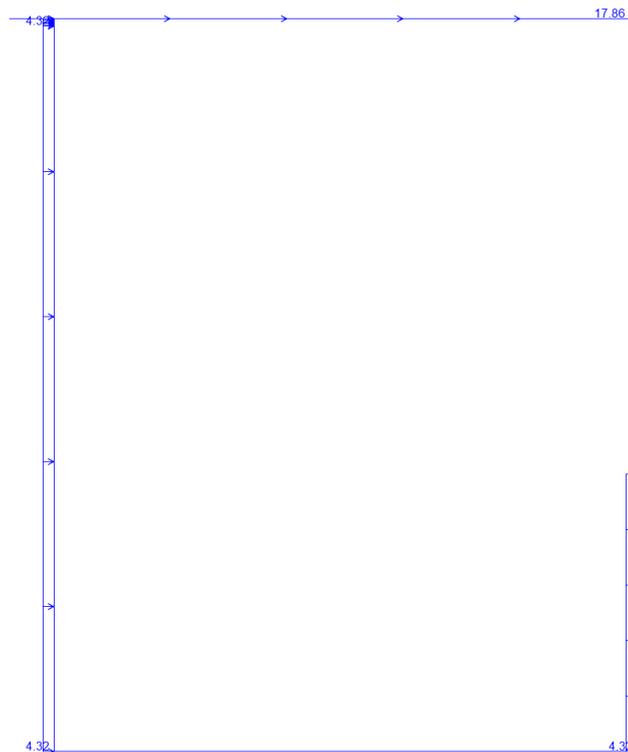


Figura 39 – Sisma orizzontale – Modello 1b.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali												
GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646: Relazione di calcolo	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3T</td> <td>30</td> <td>D 78 CL</td> <td>GA 19 00 001</td> <td>B</td> <td>44 di 178</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	44 di 178
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	44 di 178								

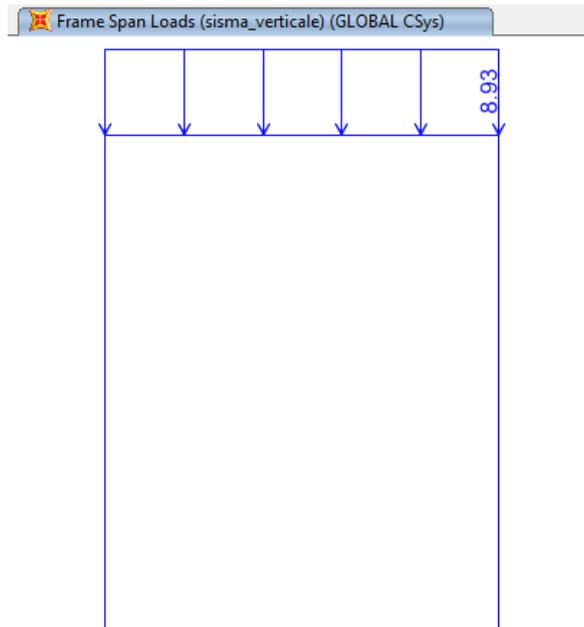


Figura 40 – Sisma verticale.

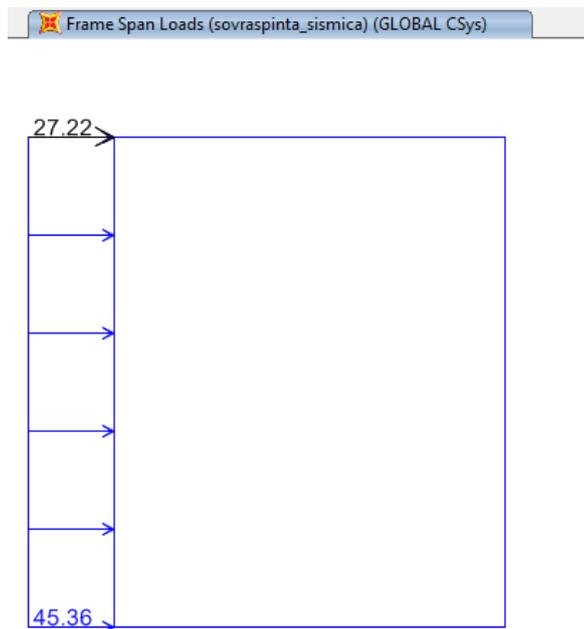


Figura 41 – Incremento di spinta dovuto al sisma.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 19 00 001	REV. B

7.9.2 Carichi simici Modello 2

INERZIA VERTICALE			
Soletta superiore			
$k_v \cdot W_P$	6.74	kN/m ²	peso proprio, perm. portati
Soletta intermedia			
$k_v \cdot W_P$	2.16	kN/m ²	peso proprio
INERZIA ORIZZONTALE			
Soletta superiore			
$k_h \cdot W_P$	13.48	kN/m ²	peso proprio, perm. portati
Soletta Superiore			
$k_h \cdot W_P$	4.32	kN/m ²	peso proprio
Piedritti			
$k_h \cdot W_P$	4.32	kN/m ²	peso proprio
SOVRASPINTA SISMICA (WOOD)			
h_{tot}	14.45	m	altezza scatolare + ricoprimento
Δp_d	52.16	kN/m ²	incremento di spinta
F_{pd}	31.30	kN/m	forza concentrata agente su metà spessore soletta sup.

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	46 di 178

Frame Span Loads (sisma_orizzontale) (GLOBAL CSys)

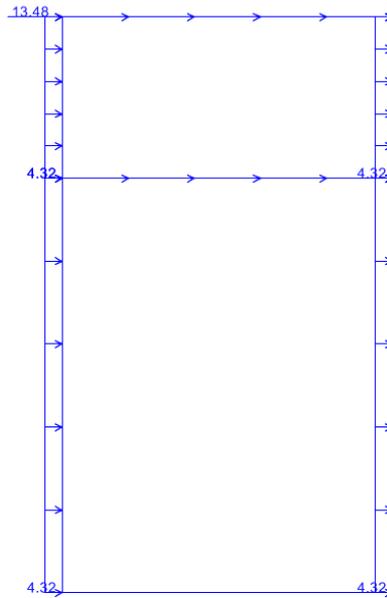


Figura 42 – Sisma orizzontale.

Frame Span Loads (sisma_verticale) (GLOBAL CSys)

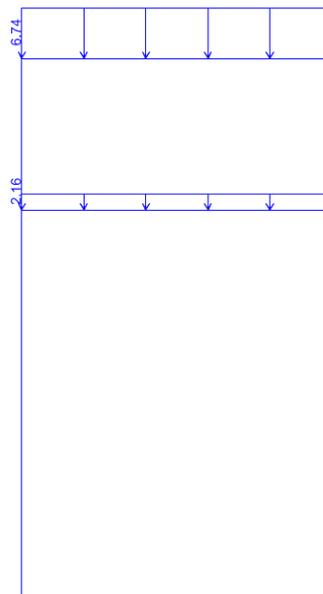


Figura 43 – Sisma verticale.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 19 00 001	REV. B

Frame Span Loads (sovraspinta_sismica) (GLOBAL CSys)

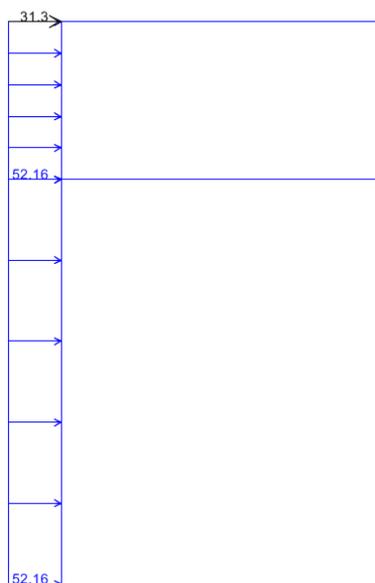


Figura 44 – Incremento di spinta dovuto al sisma.

8. COMBINAZIONI DI CALCOLO

Ai fini delle verifiche degli stati limite si è fatto riferimento alle seguenti combinazioni delle azioni.

Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, utilizzata nella verifica a Fessurazione:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) a lungo termine;

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 19 00 001	REV. B

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

dove:

$$E = \pm 1.00 \times E_Y \pm 0.3 \times E_Z$$

avendo indicato con E_Y e E_Z rispettivamente le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica.

Le azioni impiegate nella definizione delle combinazioni di carico sono riepilogate nella Tabella 1.

azione	Load Case Name
peso proprio	DEAD
carichi permanenti sulla soletta superiore	perm_sol_sup
carichi permanenti sulla soletta inferiore	perm_sol_inf
ballast	ballast
spinta a riposo del terreno sul piedritto sinistro	spinta_sx_k0
spinta a riposo del terreno sul piedritto destro	spinta_dx_k0
azione verticale sulla soletta superiore dovuta al carico stradale	Q1k
incremento di spinta dovuta al carico stradale sul piedritto sinistro	spinta_q1k_sx
azione orizzontale di frenatura sulla soletta superiore	frenatura_q1k
variazione termica uniforme	termica_uniforme
variazione termica a farfalla sulla soletta superiore	termica_farfalla
ritiro della soletta superiore	ritiro
azione verticale dovuta al sovraccarico ferroviario agente su tutta la soletta inferiore	acc_inf
azione sismica orizzontale dovuta al peso proprio e ai carichi permanenti	sisma_H
incremento di spinta sul piedritto sinistro dovuto al sisma	sovraspinta_sismica
azione sismica orizzontale dovuta al peso proprio e ai carichi permanenti	sisma_V
spinta dell'acqua sul piedritto sinistro	spinta_acqua_sx
spinta dell'acqua sul piedritto destro	spinta_acqua_dx

Tabella 1 – Riepilogo carichi.

Nelle Tabelle seguenti sono elencate le combinazioni di carico impiegate nelle verifiche.

combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche										
	slu1	slu2	slu3	slu4	slu5	slu6	slu7	slu8	slu9	slu10
DEAD	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
perm_sol_sup	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
per_sol_inf	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ballast	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
spinta_sx_k0	1	1	1	1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
spinta_dx_k0	1	1	1	1	1	1	1.35	1.35	1.35	1
Q1k	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	0	1.35
spinta_Q1k_sx	1.35	1.35	0	0	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
frenatura_Q1k	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	0	1.35

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	49 di 178

termica_uniforme	0	0	-0.9	0	0	0	0	0	0	-0.9
termica_farfalla	0	0	0.9	0	0	0	0	0	0	0.9
ritiro	0	0	1.2	0	0	0	0	0	0	1.2
acc_inf_ex	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
acc_inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
spinta_acqua sx	1	1	1	1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
spinta_acqua dx	1	1	1	1	1	1	1.35	1.35	1.35	1

Tabella 2 – Combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche (parte 1/4).

combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche										
	slu11	slu12	slu13	slu14	slu15	slu16	slu17	slu18	slu19	slu20
DEAD	1.35	1	1	1	1	1	1	1.35	1.35	1.35
perm_sol_sup	1.35	1	1	1	1	1	1	1.35	1.35	1.35
per_sol_inf	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.35
ballast	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.35
spinta_sx_k0	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
spinta_dx_k0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Q1k	1.35	0	0	0	0	0	0	1.35	1.35	1.0125
spinta_Q1k_sx	1.35	1.35	1.35	1.35	0	0	0	1.35	1.35	1.0125
frenatura_Q1k	1.35	0	0	0	0	0	0	1.35	1.35	1.0125
termica_uniforme	-0.9	0	-0.9	0.9	0	-0.9	0.9	0.9	-0.9	0.9
termica_farfalla	0.9	0	0.9	-0.9	0	0.9	-0.9	-0.9	0.9	-0.9
ritiro	1.2	0	1.2	0	0	1.2	0	0	1.2	0
acc_inf	0	0	1.16	1.16	0	1.16	1.16	0	0	1.45
spinta_acqua sx	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
spinta_acqua dx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabella 3 – Combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche (parte 2/4).

combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche										
	slu21	slu22	slu23	slu24	slu25	slu26	slu27	slu28	slu29	slu30
DEAD	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
perm_sol_sup	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
per_sol_inf	1.35	1.35	1.35	1	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	50 di 178

ballast	1.35	1.35	1.35	1	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1
spinta_sx_k0	1.35	1.35	1.35	1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
spinta_dx_k0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Q1k	1.0125	1.0125	1.0125	1.35	1.0125	1.0125	1.0125	1.0125	1.35	1.35
spinta_Q1k_sx	1.0125	1.0125	1.0125	0	1.0125	1.0125	1.0125	1.0125	1.35	1.35
frenatura_Q1k	1.0125	1.0125	1.0125	1.35	1.0125	1.0125	1.0125	1.0125	1.35	1.35
termica_uniforme	0.9	-0.9	-0.9	0.9	0.9	0.9	-0.9	-0.9	0.9	0.9
termica_farfalla	-0.9	0.9	0.9	-0.9	-0.9	-0.9	0.9	0.9	-0.9	-0.9
ritiro	0	1.2	1.2	0	0	0	1.2	1.2	0	0
acc_inf	1.45	1.45	1.45	0	1.45	1.45	1.45	1.45	0	0
spinta_acqua sx	1.35	1.35	1.35	1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
spinta_acqua dx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabella 4 – Combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche (parte 3/4).

combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche												
	slu31	slu32	slu33	slu34	slu35	slu36	slu37	slu38	slu39	slu40	slu41	slu42
DEAD	1	1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1
perm_sol_sup	1	1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1
per_sol_inf	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ballast	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
spinta_sx_k0	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
spinta_dx_k0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Q1k	0	0	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	0	0
spinta_Q1k_sx	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	0	0
frenatura_Q1k	0	0	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	0	0
termica_uniforme	-0.9	0.9	-0.9	-0.9	0.9	0.9	-0.9	-0.9	0.9	0.9	-0.9	0.9
termica_farfalla	0.9	-0.9	0.9	0.9	-0.9	-0.9	0.9	0.9	-0.9	-0.9	0.9	-0.9
ritiro	1.2	0	1.2	1.2	0	0	1.2	1.2	0	0	1.2	0
acc_inf	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16	1.16
spinta_acqua sx	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
spinta_acqua dx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabella 5 – Combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche (parte 4/4).

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	51 di 178

combinazioni di carico agli SLV										
	sis1	sis2	sis3	sis4	sis5	sis6	sis7	sis8	sis9	sis10
DEAD	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
perm_sol_sup	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
per_sol_inf	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ballast	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
spinta_sx_k0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
spinta_dx_k0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Q1k	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
spinta_Q1k_sx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
frenatura_Q1k	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
termica_uniforme	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	-0.5
termica_farfalla	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	0.5
ritiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
acc_inf	0	0	0	0	0.2	0.2	0.2	0.2	0	0
sisma_H	1	1	0.3	0.3	1	1	0.3	0.3	1	1
sovraspinta_sismica	1	1	0.3	0.3	1	1	0.3	0.3	1	1
sisma_V	0.3	-0.3	1	-1	0.3	-0.3	1	-1	0.3	0.3
spinta_acqua_sx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
spinta_acqua_dx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabella 6 – Combinazioni di carico agli SLV (parte 1/2).

combinazioni di carico agli SLV										
	sis11	sis12	sis13	sis14	sis15	sis16	sis17	sis18	sis19	sis20
DEAD	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
perm_sol_sup	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
per_sol_inf	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ballast	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
spinta_sx_k0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
spinta_dx_k0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Q1k	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
spinta_Q1k_sx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
frenatura_Q1k	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
termica_uniforme	0.5	-0.5	0.5	-0.5	0.5	-0.5	0.5	-0.5	0.5	-0.5
termica_farfalla	-0.5	0.5	-0.5	0.5	-0.5	0.5	-0.5	0.5	-0.5	0.5

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	53 di 178

ballast	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
spinta_sx_k0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
spinta_dx_k0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Q1k_centrato	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.75	0.75	0.75	0.75
spinta_Q1k_sx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.75	0.75	0.75	0.75
frenatura_Q1k	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.75	0.75	0.75	0.75
termica_uniforme	0	-0.6	0.6	0	0	-0.6	-0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	-0.6	-0.6
termica_farfalla	0	0.6	-0.6	0	0	0.6	0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	0.6	0.6
ritiro	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
acc_inf	0	0	0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1	1	1	1
spinta_acqua sx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
spinta_acqua dx	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

Tabella 9 – Combinazioni di carico agli SLE RARA (parte 2/2).

combinazioni di carico agli SLE FREQUENTE														
	fre1	fre2	fre3	fre4	fre5	fre6	fre7	fre8	fre9	fre10	fre11	fre12	fre13	fre14
DEAD	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
perm_sol_sup	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
per_sol_inf	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ballast	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
spinta_sx_k0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
spinta_dx_k0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Q1k	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0	0	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
spinta_Q1k_sx	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0	0	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
frenatura_Q1k	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0	0	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
termica_uniforme	0	-0.6	0.6	0	-0.6	0.6	-0.6	0.6	0	-0.6	0.6	0	-0.6	0.6
termica_farfalla	0	0.6	-0.6	0	0.6	-0.6	0.6	-0.6	0	0.6	-0.6	0	0.6	-0.6
ritiro	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0
acc_inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
spinta_acqua sx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
spinta_acqua dx	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

Tabella 10 – Combinazioni di carico agli SLE FREQUENTE.

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	54 di 178

combinazioni di carico agli SLE QUASI PERMANENTE						
	qpe1	qpe2	qpe3	qpe4	qpe5	qpe6
DEAD	1	1	1	1	1	1
perm_sol_sup	1	1	1	1	1	1
per_sol_inf	1	1	1	1	1	1
ballast	1	1	1	1	1	1
spinta_sx_k0	1	1	1	1	1	1
spinta_dx_k0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Q1k	0	0	0	0	0	0
spinta_Q1k_sx	0	0	0	0	0	0
frenatura_Q1k	0	0	0	0	0	0
termica_uniforme	0	-0.5	0.5	0	-0.5	0.5
termica_farfalla	0	0.5	-0.5	0	0.5	-0.5
ritiro	0	1	0	0	1	0
acc_inf	0	0	0	0	0	0
spinta_acqua sx	1	1	1	1	1	1
spinta_acqua dx	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

Tabella 11 – Combinazioni di carico agli SLE QUASI PERMANENTE.

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	55 di 178

9. RISULTATI E VERIFICHE

9.1 Risultati e verifiche Modello 1a

Nelle immagini a seguire si riportano i digrammi di involucro delle sollecitazioni per gli stati limite ultimi statici e sismici e per gli stati limite d'esercizio, relativamente al Modello 1b.

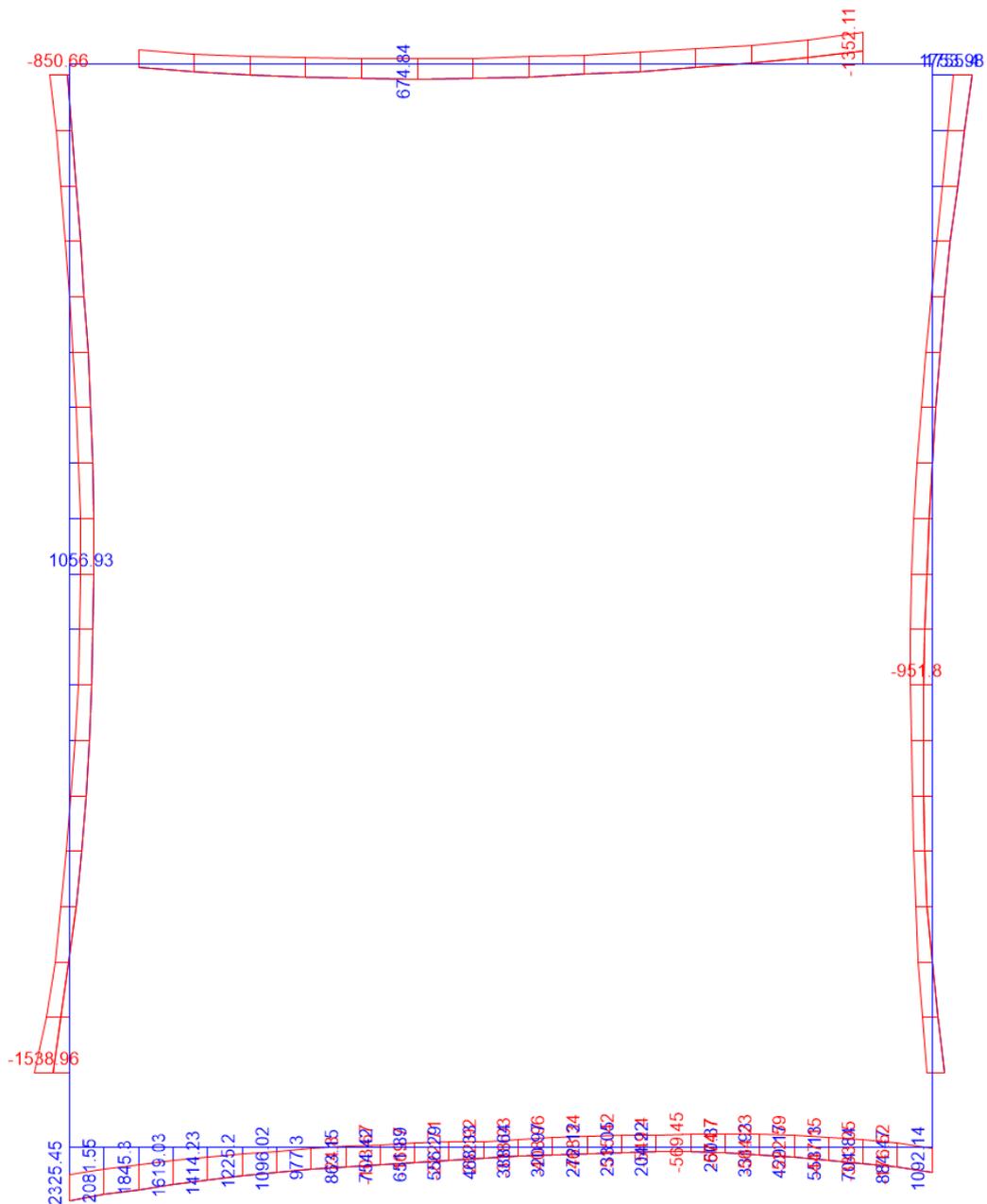


Figura 45 – Momento flettente enve-SLU.

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	56 di 178

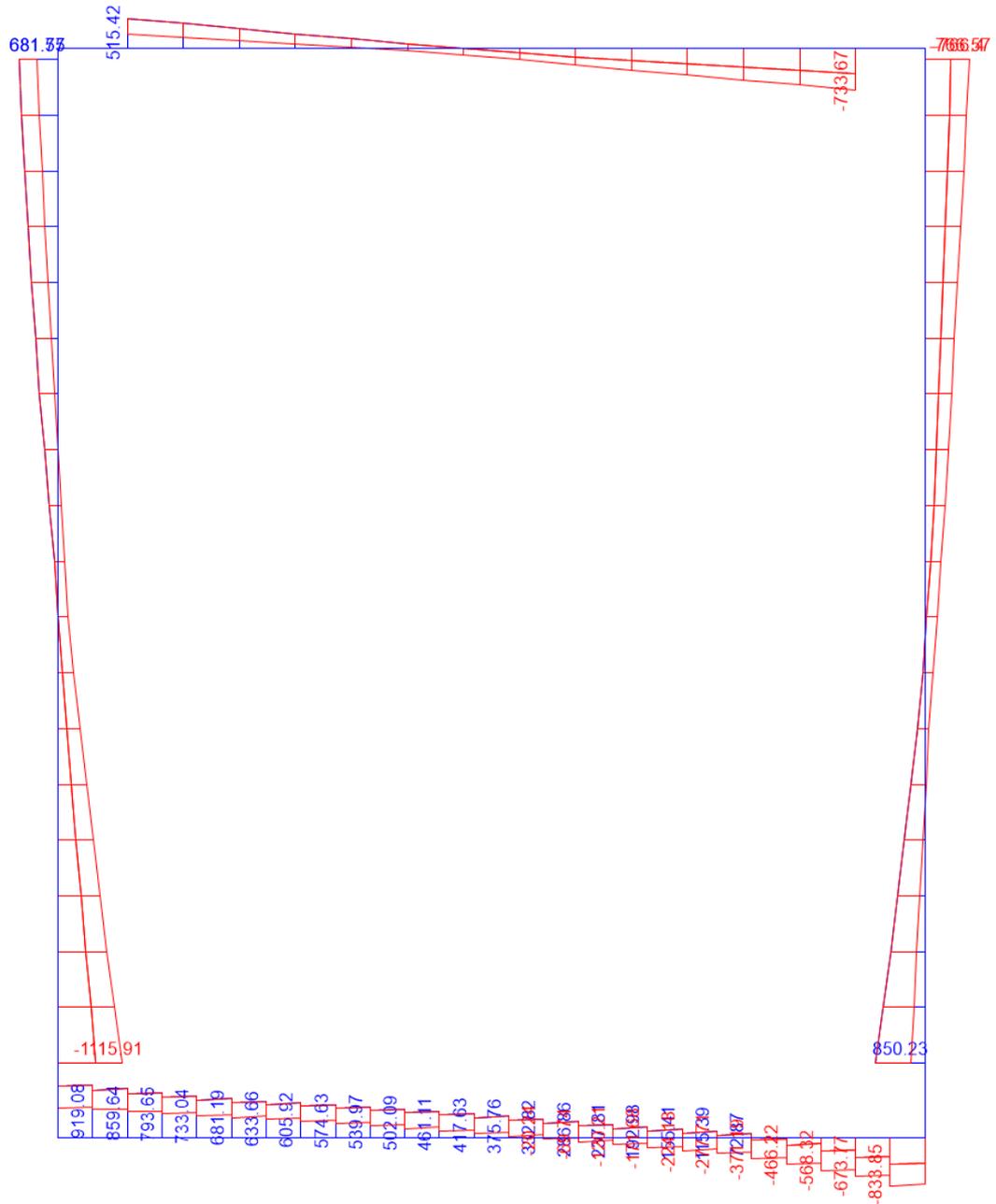


Figura 46 – Taglio enve-SLU.

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	57 di 178

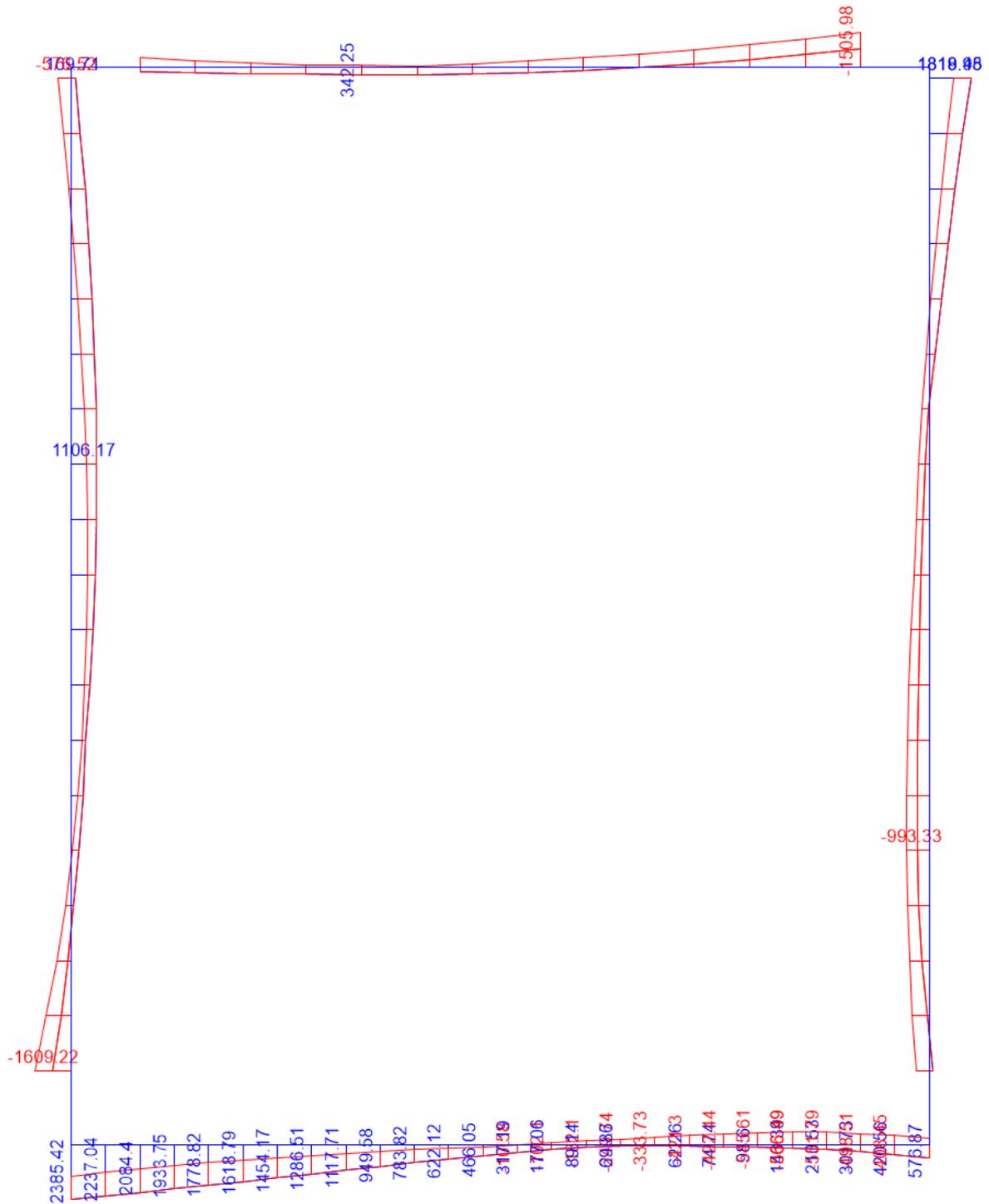


Figura 47 – Momento flettente enve-SLV.

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	58 di 178

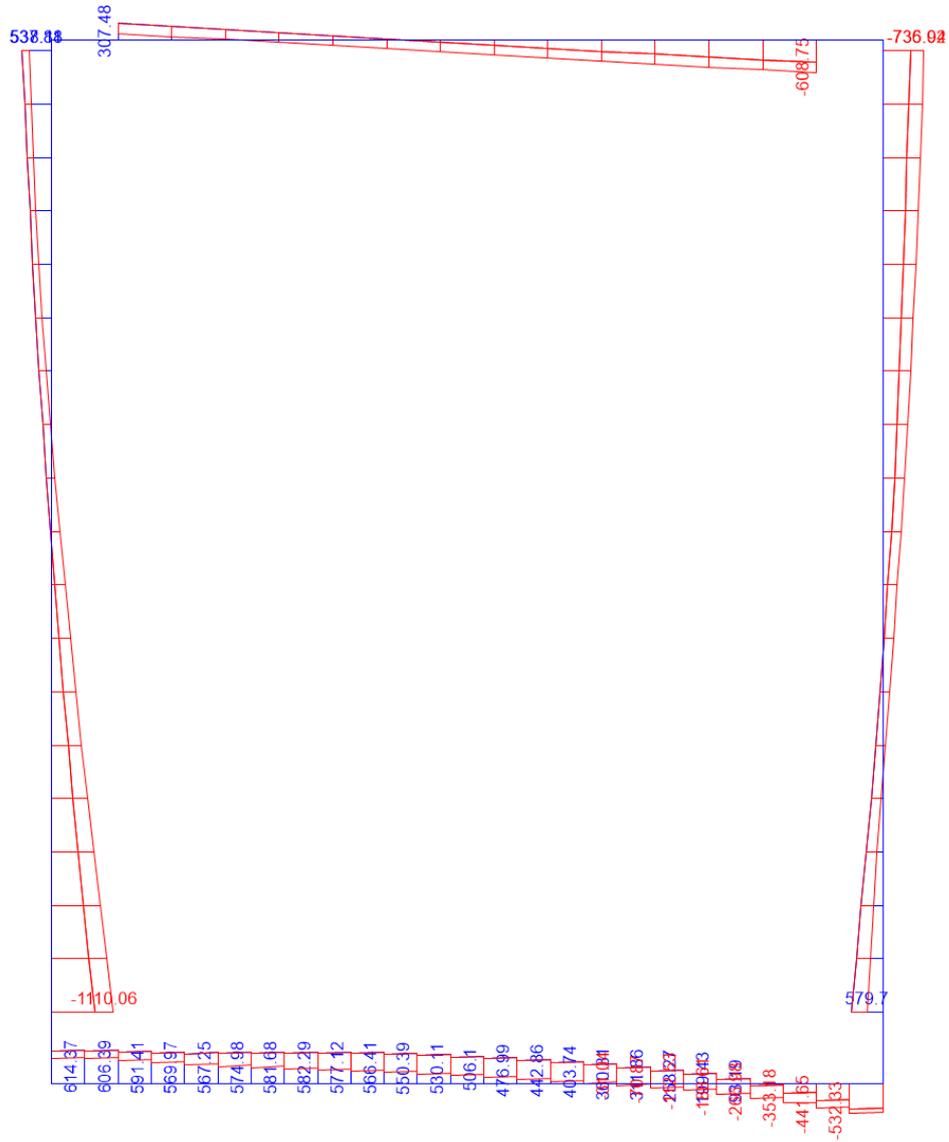


Figura 48 – Taglio enve-SLV.

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	59 di 178

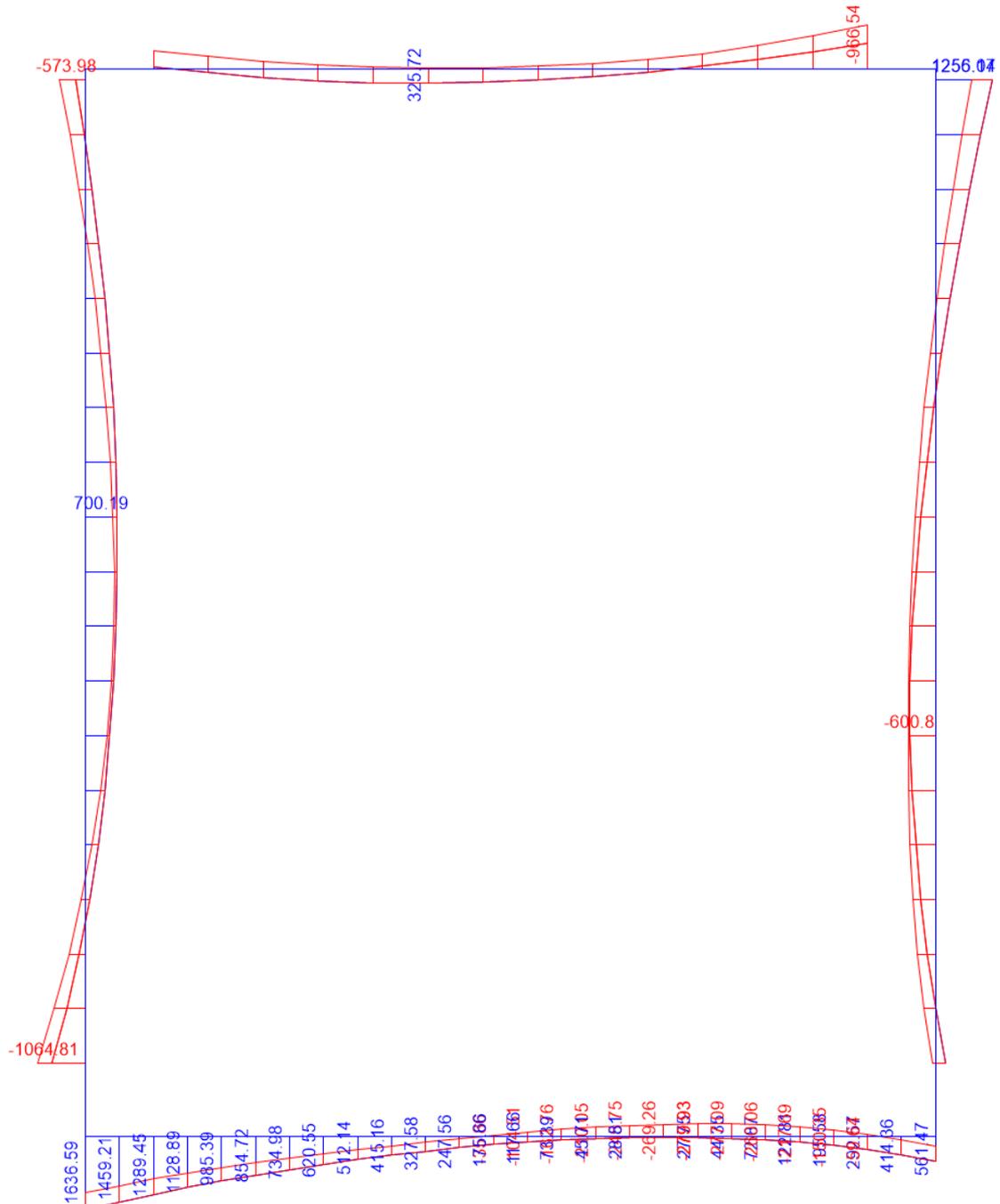


Figura 49 – Momento flettente enve-SLE.

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	60 di 178

9.1.1 Verifica della soletta superiore

Nelle tabelle seguenti si riportano le sollecitazioni massime derivanti dalle analisi utilizzate nelle successive verifiche.

SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-476.46	21.79	342.25	3	4.96	sis14_nl
M3	min	-730.59	-608.70	-1505.98	3	0.60	sis9_nl
V2	max	-560.28	307.48	-338.43	3	6.90	sis7_nl
V2	min	-693.46	-608.75	-1296.10	3	0.60	sis10_nl
P	max	-466.07	278.93	50.79	3	6.90	sis14_nl
P	min	-733.71	-604.27	-1491.37	3	0.60	sis15_nl

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-453.64	-9.66	674.84	3	4.48	slu19_nl
M3	min	-709.15	-733.67	-1352.11	3	0.60	slu35_nl
V2	max	-479.69	515.42	-191.92	3	6.90	slu3_nl
V2	min	-680.43	-733.67	-1195.84	3	0.60	slu5_nl
P	max	-434.93	431.39	163.89	3	6.90	slu19_nl
P	min	-769.62	-657.01	-1047.60	3	0.60	slu7_nl

SLE - RARA		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-471.17	-7.75	325.72	3	4.48	rar2_nl
M3	min	-539.19	-530.48	-966.54	3	0.60	rar9_nl
V2	max	-500.53	336.29	-255.32	3	6.90	rar4_nl
V2	min	-519.95	-530.48	-862.19	3	0.60	rar1_nl
P	max	-457.31	318.96	-51.32	3	6.90	rar2_nl
P	min	-552.97	-513.14	-911.68	3	0.60	rar8_nl

SLE - FREQUENTE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-467.92	-1.32	299.47	3	4.48	fre2_nl
M3	min	-527.57	-504.62	-925.15	3	0.60	fre3_nl
V2	max	-484.14	313.25	-223.04	3	6.90	fre1_nl
V2	min	-511.17	-504.62	-825.86	3	0.60	fre1_nl
P	max	-457.53	313.25	-78.45	3	6.90	fre2_nl
P	min	-527.57	-504.62	-925.15	3	0.60	fre3_nl

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	61 di 178

SLE - Q.P.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-460.93	17.98	204.15	3	4.48	qpe2_nl
M3	min	-498.48	-427.06	-799.61	3	0.60	qpe3_nl
V2	max	-484.81	296.12	-304.43	3	6.90	qpe1_nl
V2	min	-484.81	-427.06	-716.88	3	0.60	qpe1_nl
P	max	-460.93	-427.06	-588.84	3	0.60	qpe2_nl
P	min	-498.48	-427.06	-799.61	3	0.60	qpe3_nl

9.1.1.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

Descrizione Sezione:	Stati Limite Ultimi
Metodo di calcolo resistenza:	N.T.C.
Normativa di riferimento:	Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica
Tipologia sezione:	Rettangolare
Forma della sezione:	A Sforzo Norm. costante
Percorso sollecitazione:	Poco aggressive
Condizioni Ambientali:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento Sforzi assegnati:	Zona non sismica
Riferimento alla sismicit�:	Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto fcd:	170.00 daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	85.00 daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	328360 daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	29.00 daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	165.00 daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	165.00 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	120.00 daN/cm ²
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0 daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. β1*β2:	1.00
	Coeff. Aderenza differito β1*β2:	0.50
	Comb.Rare - Sf Limite:	3375.0 daN/cm ²

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	62 di 178

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	120.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	45364	67484	-966	0
2	70915	-135211	-73367	0
3	47969	-19192	51542	0
4	68043	-119584	-73367	0
5	43493	16389	43139	0
6	76962	-104760	-65701	0

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	47117	32572
2	53919	-96654
3	50053	-25532
4	51995	-86219
5	45731	-5132
6	55297	-91168

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	46792	29947 (140341)
2	52757	-92515 (-103706)
3	48414	-22304 (-179125)
4	51117	-82586 (-105052)
5	45753	-7845 (0)
6	52757	-92515 (-103706)

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	63 di 178

N°Comb.	N	Mx
1	46093	20415 (186512)
2	49848	-79961 (-105177)
3	48481	-30443 (-141858)
4	48481	-71688 (-106682)
5	46093	-58884 (-109848)
6	49848	-79961 (-105177)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.5	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette) § 4.1.1.1 NTC: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1) NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm ²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	45364	67484	45358	243868	3.614	108.7	0.10	0.70	53.1 (24.0)
2	S	70915	-135211	70941	-256960	1.900	12.0	0.11	0.70	53.1 (24.0)
3	S	47969	-19192	47989	-245216	12.777	11.3	0.10	0.70	53.1 (24.0)
4	S	68043	-119584	68032	-255475	2.136	11.9	0.11	0.70	53.1 (24.0)
5	S	43493	16389	43470	242900	14.821	108.8	0.10	0.70	53.1 (24.0)
6	S	76962	-104760	76968	-260036	2.482	12.1	0.11	0.70	53.1 (24.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
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)
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 compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X, Y, O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	120.0	0.00092	111.7	-0.03118	8.3
2	0.00350	0.0	0.00107	8.3	-0.02916	111.7
3	0.00350	0.0	0.00094	8.3	-0.03097	111.7
4	0.00350	0.0	0.00106	8.3	-0.02939	111.7
5	0.00350	120.0	0.00091	111.7	-0.03133	8.3
6	0.00350	0.0	0.00111	8.3	-0.02870	111.7

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 12 mm

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	64 di 178

Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 15.1 cm]
N.Bracci staffe: 2
Area staffe/m : 22.6 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm²/m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
bw|d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	Ast
1	S	-966	52592	436754	88979 100.0	111.7	1.000	1.022	0.2
2	S	-73367	56159	442106	88979 100.0	111.7	1.000	1.035	18.7
3	S	51542	52955	437300	88979 100.0	111.7	1.000	1.024	13.1
4	S	-73367	55758	441504	88979 100.0	111.7	1.000	1.033	18.7
5	S	43139	52330	436363	88979 100.0	111.7	1.000	1.021	11.0
6	S	-65701	57004	443372	88979 100.0	111.7	1.000	1.038	16.7

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)
Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm²)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.
(D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	17.0	120.0	0.0	62.8	-244	111.7	20.8	2075	53.1	9.3
2	S	48.2	0.0	0.0	39.2	-1335	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
3	S	13.5	0.0	0.0	69.8	-122	8.3	16.8	1675	53.1	9.3
4	S	43.2	0.0	0.0	40.0	-1160	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
5	S	5.0	0.0	1.7	120.0	29	8.3	0.0	0	0.0	0.0
6	S	45.7	0.0	0.0	40.1	-1224	8.3	20.8	2075	53.1	9.3

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver Esito verifica
e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2)in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm Distanza massima in mm tra le fessure
wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess. Momento di prima fessurazione [daNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00014	0.00013	0.50	0.60	0.000073 (0.000073)	411	0.030 (0.20)	134778

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	65 di 178

2	S	-0.00074	0.00036	0.50	0.60	0.000401 (0.000401)	411	0.165 (0.20)	-103369
3	S	-0.00007	0.00010	0.50	0.60	0.000037 (0.000037)	377	0.014 (0.20)	-163504
4	S	-0.00065	0.00032	0.50	0.60	0.000348 (0.000348)	411	0.143 (0.20)	-104609
5	S	0.00004	0.00001	----	----	----	----	----	0
6	S	-0.00068	0.00034	0.50	0.60	0.000367 (0.000367)	411	0.151 (0.20)	-104706

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	15.7	120.0	0.0	60.0	-204	111.7	20.1	2007	53.1	9.3
2	S	46.2	0.0	0.0	39.4	-1269	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
3	S	11.7	0.0	0.0	77.3	-86	8.3	14.9	1492	53.1	9.3
4	S	41.4	0.0	0.0	40.3	-1101	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
5	S	5.9	0.0	0.8	120.0	18	8.3	0.0	0	0.0	0.0
6	S	46.2	0.0	0.0	39.4	-1269	8.3	20.8	2075	53.1	9.3

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00012	0.00012	0.50	0.60	0.000061 (0.000061)	405	0.025 (0.20)	140341
2	S	-0.00071	0.00035	0.50	0.60	0.000381 (0.000381)	411	0.156 (0.20)	-103706
3	S	-0.00005	0.00009	0.50	0.60	0.000026 (0.000026)	362	0.009 (0.20)	-179125
4	S	-0.00061	0.00031	0.50	0.60	0.000330 (0.000330)	411	0.136 (0.20)	-105052
5	S	0.00004	0.00001	----	----	----	----	----	0
6	S	-0.00071	0.00035	0.50	0.60	0.000381 (0.000381)	411	0.156 (0.20)	-103706

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	10.9	120.0	0.0	42.5	-72	111.7	14.2	1419	53.1	9.3
2	S	40.1	0.0	0.0	40.4	-1063	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
3	S	15.9	0.0	0.0	60.7	-202	8.3	19.8	1983	53.1	9.3
4	S	36.2	0.0	0.0	41.5	-923	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
5	S	30.1	0.0	0.0	48.5	-706	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
6	S	40.1	0.0	0.0	40.4	-1063	8.3	20.8	2075	53.1	9.3

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00004	0.00008	0.50	0.40	0.000022 (0.000022)	356	0.008 (0.20)	186512
2	S	-0.00059	0.00030	0.50	0.40	0.000319 (0.000319)	411	0.131 (0.20)	-105177
3	S	-0.00012	0.00012	0.50	0.40	0.000061 (0.000061)	403	0.024 (0.20)	-141858
4	S	-0.00052	0.00027	0.50	0.40	0.000277 (0.000277)	411	0.114 (0.20)	-106682
5	S	-0.00040	0.00022	0.50	0.40	0.000212 (0.000212)	411	0.087 (0.20)	-109848
6	S	-0.00059	0.00030	0.50	0.40	0.000319 (0.000319)	411	0.131 (0.20)	-105177

9.1.1.2 Verifica in condizioni simiche
DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Normativa di riferimento:

Tipologia sezione:

Forma della sezione:

Resistenze in campo sostanzialmente elastico

N.T.C.

Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica

Rettangolare

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	66 di 178

Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto fcd:	170.00 daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	85.00 daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	328360 daN/cm ²
Resis. media a trazione fctm:	29.00 daN/cm ²	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0 daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	120.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
MT Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	47646	34225	2179	0
2	73059	-150598	-60870	0
3	56028	-33843	30748	0
4	69346	-129610	-60875	0
5	46607	5079	27893	0
6	73371	-149137	-60427	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.5	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	67 di 178

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
 N Ult Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx re Momento resistente sost. elastico [daNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.1.1 NTC]: non richiesto per calcolo non dissipativo
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
 As Tesa Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	47646	34225	47660	233796	6.831	87.5	0.29	0.80	53.1 (24.0)
2	S	73059	-150598	73061	-245153	1.628	34.0	0.30	0.82	53.1 (24.0)
3	S	56028	-33843	56028	-237557	7.019	33.0	0.30	0.81	53.1 (24.0)
4	S	69346	-129610	69368	-243515	1.879	33.8	0.30	0.82	53.1 (24.0)
5	S	46607	5079	46581	233309	45.936	87.6	0.29	0.80	53.1 (24.0)
6	S	73371	-149137	73349	-245281	1.645	34.0	0.30	0.82	53.1 (24.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 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)
 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 compressione)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00080	120.0	0.00060	111.7	-0.00196	8.3
2	0.00086	0.0	0.00065	8.3	-0.00196	111.7
3	0.00082	0.0	0.00061	8.3	-0.00196	111.7
4	0.00085	0.0	0.00064	8.3	-0.00196	111.7
5	0.00080	120.0	0.00060	111.7	-0.00196	8.3
6	0.00086	0.0	0.00065	8.3	-0.00196	111.7

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 15.1 cm]
 N.Bracci staffe: 2
 Area staffe/m : 22.6 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm²/m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
 Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
 bw|d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	AST
--------	-----	-----	-----	-----	-----	------	-----	-----	-----



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)
Gallerie Artificiali

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	68 di 178

1	S	2179	52910	437232	88979 100.0 111.7	1.000 1.023	0.6
2	S	-60870	56459	442555	88979 100.0 111.7	1.000 1.036	15.5
3	S	30748	54081	438988	88979 100.0 111.7	1.000 1.027	7.8
4	S	-60875	55940	441777	88979 100.0 111.7	1.000 1.034	15.5
5	S	27893	52765	437015	88979 100.0 111.7	1.000 1.023	7.1
6	S	-60427	56502	442620	88979 100.0 111.7	1.000 1.036	15.4

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	69 di 178

9.1.2 Verifica dei piedritti

Nelle tabelle seguenti si riportano le sollecitazioni massime derivanti dalle analisi utilizzate nelle successive verifiche.

SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-682.18	-735.92	1818.48	4	9.40	sis9_nl
M3	min	-467.22	-1110.06	-1609.22	6	0.65	sis10_nl
V2	max	-744.65	579.70	138.76	4	0.65	sis8_nl
V2	min	-467.22	-1110.06	-1609.22	6	0.65	sis10_nl
P	max	-184.64	497.74	169.71	6	9.40	sis12_nl
P	min	-944.65	436.40	-447.57	4	0.65	sis10_nl

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-846.93	-707.96	1753.98	4	9.40	slu35_nl
M3	min	-880.61	-1115.91	-1538.96	6	0.65	slu10_nl
V2	max	-986.82	850.23	479.86	4	0.65	slu9_nl
V2	min	-880.61	-1115.91	-1538.96	6	0.65	slu10_nl
P	max	-309.45	591.42	-390.06	6	9.40	slu12_nl
P	min	-1330.06	574.14	165.81	4	0.65	slu31_nl

SLE - RARA		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-614.38	-537.97	1255.07	4	9.40	rar9_nl
M3	min	-665.28	-809.98	-1064.81	6	0.65	rar2_nl
V2	max	-415.81	475.53	-573.03	6	9.40	rar10_nl
V2	min	-665.28	-809.98	-1064.81	6	0.65	rar2_nl
P	max	-394.14	458.31	-493.82	6	9.40	rar11_nl
P	min	-876.80	419.66	-10.34	4	0.65	rar1_nl

SLE - FREQUENTE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-585.52	-525.49	1198.50	4	9.40	fre3_nl
M3	min	-760.46	5.34	-584.57	4	3.57	fre1_nl
V2	max	-761.36	484.85	210.99	4	0.65	fre7_nl
V2	min	-585.52	-525.49	1198.50	4	9.40	fre3_nl
P	max	-498.94	-453.55	803.60	4	9.40	fre7_nl
P	min	-847.94	429.31	22.26	4	0.65	fre1_nl

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	70 di 178

SLE - Q.P.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-498.94	-493.83	1026.89	4	9.40	qpe3_nl
M3	min	-659.30	-25.58	-573.13	4	4.05	qpe1_nl
V2	max	-761.36	482.11	203.34	4	0.65	qpe2_nl
V2	min	-498.94	-493.83	1026.89	4	9.40	qpe3_nl
P	max	-498.94	-480.16	945.52	4	9.40	qpe1_nl
P	min	-761.36	458.24	120.08	4	0.65	qpe1_nl

9.1.2.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -

Classe:	C30/37
Resis. compr. di progetto fcd:	170.00 daN/cm ²
Resis. compr. ridotta fcd':	85.00 daN/cm ²
Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
Def.unit. ultima ecu:	0.0035
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec:	328360 daN/cm ²
Resis. media a trazione fctm:	29.00 daN/cm ²
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	165.00 daN/cm ²
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	165.00 daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	120.00 daN/cm ²
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	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 progetto fyd:	3913.0 daN/cm ²
Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0 daN/cm ²
Deform. ultima di progetto 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:	3375.0 daN/cm ²

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	71 di 178

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C30/37

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	-45.0	8.3	26
2	45.0	8.3	26
3	-45.0	111.7	26
4	45.0	111.7	26
5	-45.0	16.0	26
6	45.0	16.0	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 14 mm
Passo staffe: 10.0 cm
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - 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	84693	175398	0	-70796	0
2	88061	-153896	0	-111591	0
3	98682	47986	0	85023	0
4	88061	-153896	0	-111591	0
5	30945	-39006	0	59142	0
6	133006	16581	0	57414	0

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

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	72 di 178

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	61438	125507	0
2	66528	-106481	0
3	41581	-57303	0
4	66528	-106481	0
5	39414	-49382	0
6	87680	-1034	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	58552	119850 (107543)	0 (0)
2	76046	-58457 (-133328)	0 (0)
3	76136	21099 (495832)	0 (0)
4	58552	119850 (107543)	0 (0)
5	49894	80360 (111238)	0 (0)
6	84794	2226 (0)	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	49894	102689 (107471)	0 (0)
2	65930	-57313 (-126713)	0 (0)
3	76136	20334 (588248)	0 (0)
4	49894	102689 (107471)	0 (0)
5	49894	94552 (108611)	0 (0)
6	76136	12008 (0)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.1 cm
Copriferro netto minimo staffe: 2.3 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	73 di 178

N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	84693	175398	0	84700	361706	0	2.05	79.6(24.0)
2	S	88061	-153896	0	88051	-267928	0	1.75	79.6(24.0)
3	S	98682	47986	0	98704	368557	0	7.44	79.6(24.0)
4	S	88061	-153896	0	88051	-267928	0	1.75	79.6(24.0)
5	S	30945	-39006	0	30933	-240352	0	6.24	79.6(24.0)
6	S	133006	16581	0	132996	385127	0	20.44	79.6(24.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
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	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.142	50.0	120.0	0.00167	45.0	111.7	-0.02110	-45.0	8.3
2	0.00350	0.121	-50.0	0.0	0.00135	-45.0	8.3	-0.02540	-45.0	111.7
3	0.00350	0.147	50.0	120.0	0.00173	45.0	111.7	-0.02028	-45.0	8.3
4	0.00350	0.121	-50.0	0.0	0.00135	-45.0	8.3	-0.02540	-45.0	111.7
5	0.00350	0.111	-50.0	0.0	0.00115	-45.0	8.3	-0.02807	-45.0	111.7
6	0.00350	0.160	50.0	120.0	0.00187	45.0	111.7	-0.01839	-45.0	8.3

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000220204	-0.022924535	0.142	0.700
2	0.000000000	-0.000258756	0.003500000	0.121	0.700
3	0.000000000	0.000212875	-0.022045043	0.147	0.700
4	0.000000000	-0.000258756	0.003500000	0.121	0.700
5	0.000000000	-0.000282650	0.003500000	0.111	0.700
6	0.000000000	0.000196015	-0.020021768	0.160	0.700

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 14 mm
Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [daN] = proiezz. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	74 di 178

Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vvd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	70796	455747	124038	114.4	100.0	1.000	1.042	17.6	30.8(0.0)
2	S	111591	456469	124038	114.4	100.0	1.000	1.043	27.7	30.8(0.0)
3	S	85023	458747	124038	114.4	100.0	1.000	1.048	21.1	30.8(0.0)
4	S	111591	456469	124038	114.4	100.0	1.000	1.043	27.7	30.8(0.0)
5	S	59142	444218	124038	114.4	100.0	1.000	1.015	14.7	30.8(0.0)
6	S	57414	466110	124038	114.4	100.0	1.000	1.065	14.3	30.8(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	57.0	-50.0	120.0	-1314	35.0	8.3	2550	79.6
2	S	50.4	-50.0	0.0	-1413	35.0	111.7	2100	53.1
3	S	27.3	-50.0	0.0	-715	35.0	111.7	2100	53.1
4	S	50.4	-50.0	0.0	-1413	35.0	111.7	2100	53.1
5	S	23.7	-50.0	0.0	-588	35.0	111.7	2100	53.1
6	S	6.3	50.0	120.0	94	35.0	8.3	---	---

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
Ver. Esito della verifica
e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
wk Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. 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	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00074	0	0.500	26.0	70	0.00039 (0.00039)	380	0.150 (0.20)	107570	0
2	S	-0.00079	0	0.500	26.0	70	0.00042 (0.00042)	413	0.175 (0.20)	-108006	0

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	75 di 178

3	S	-0.00040	0	0.500	26.0	70	0.00021 (0.00021)	413	0.089 (0.20)	-111154	0
4	S	-0.00079	0	0.500	26.0	70	0.00042 (0.00042)	413	0.175 (0.20)	-108006	0
5	S	-0.00033	0	0.500	26.0	70	0.00018 (0.00018)	413	0.073 (0.20)	-113535	0
6	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0	0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	54.4	50.0	120.0	-1255	-25.0	8.3	2550	79.6
2	S	28.5	-50.0	0.0	-485	35.0	111.7	2100	53.1
3	S	12.5	-50.0	120.0	-7	-25.0	8.3	900	53.1
4	S	54.4	50.0	120.0	-1255	-25.0	8.3	2550	79.6
5	S	37.0	50.0	120.0	-785	25.0	8.3	2450	79.6
6	S	7.1	-50.0	120.0	78	15.0	8.3	----	----

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00070	0	0.500	26.0	70	0.00038 (0.00038)	380	0.143 (0.20)	107543	0
2	S	-0.00028	0	0.500	26.0	70	0.00015 (0.00015)	413	0.060 (0.20)	-133328	0
3	S	-0.00001	0	0.500	26.0	70	0.00000 (0.00000)	313	0.001 (0.20)	495832	0
4	S	-0.00070	0	0.500	26.0	70	0.00038 (0.00038)	380	0.143 (0.20)	107543	0
5	S	-0.00044	0	0.500	26.0	70	0.00024 (0.00024)	374	0.088 (0.20)	111238	0
6	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0	0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	46.6	-50.0	120.0	-1077	35.0	8.3	2550	79.6
2	S	27.9	-50.0	0.0	-534	35.0	111.7	2100	53.1
3	S	12.2	-50.0	120.0	-3	15.0	8.3	900	53.1
4	S	46.6	-50.0	120.0	-1077	35.0	8.3	2550	79.6
5	S	43.1	-50.0	120.0	-970	35.0	8.3	2500	79.6
6	S	9.5	-50.0	120.0	31	25.0	8.3	----	----

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00060	0	0.500	26.0	70	0.00032 (0.00032)	380	0.123 (0.20)	107471	0
2	S	-0.00030	0	0.500	26.0	70	0.00016 (0.00016)	413	0.066 (0.20)	-126713	0
3	S	-0.00001	0	0.500	26.0	70	0.00000 (0.00000)	313	0.000 (0.20)	588248	0
4	S	-0.00060	0	0.500	26.0	70	0.00032 (0.00032)	380	0.123 (0.20)	107471	0
5	S	-0.00055	0	0.500	26.0	70	0.00029 (0.00029)	377	0.110 (0.20)	108611	0
6	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0	0

9.1.2.2 Verifica in condizioni simiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave di fondazione in combinazione sismica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	76 di 178

Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resis. compr. di progetto fcd:	170.00	daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	85.00	daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	328360	daN/cm ²
Resis. media a trazione fctm:	29.00	daN/cm ²	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito		

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C30/37	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	120.0
3	50.0	120.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	8.3	26
2	45.0	8.3	26
3	-45.0	111.7	26
4	45.0	111.7	26
5	-45.0	16.0	26
6	45.0	16.0	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

ARMATURE A TAGLIO

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	77 di 178

Diametro staffe: 14 mm
Passo staffe: 10.0 cm
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - 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	68218	181848	0	-73592	0
2	46722	-160922	0	-111006	0
3	74465	13876	0	57970	0
4	46722	-160922	0	-111006	0
5	18464	16971	0	49774	0
6	94465	-44757	0	43640	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.1 cm
Copriferro netto minimo staffe: 2.3 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	68218	181848	0	68218	324107	0	1.78	79.6(24.0)
2	S	46722	-160922	0	46693	-233092	0	1.45	53.1(24.0)
3	S	74465	13876	0	74447	326684	0	21.57	79.6(24.0)
4	S	46722	-160922	0	46693	-233092	0	1.45	53.1(24.0)
5	S	18464	16971	0	18477	303175	0	17.54	79.6(24.0)
6	S	94465	-44757	0	94470	-254564	0	5.87	53.1(24.0)

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
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.)

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	78 di 178

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	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00104	0.347	50.0	120.0	0.00082	45.0	111.7	-0.00196	-45.0	8.3
2	0.00076	0.279	-50.0	0.0	0.00056	-45.0	8.3	-0.00196	-45.0	111.7
3	0.00105	0.349	50.0	120.0	0.00083	45.0	111.7	-0.00196	-45.0	8.3
4	0.00076	0.279	-50.0	0.0	0.00056	-45.0	8.3	-0.00196	-45.0	111.7
5	0.00094	0.324	50.0	120.0	0.00072	45.0	111.7	-0.00196	-45.0	8.3
6	0.00085	0.303	-50.0	0.0	0.00064	-45.0	8.3	-0.00196	-45.0	111.7

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 (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000026804	-0.002178977	0.347	0.873
2	0.000000000	-0.000024305	0.000758402	0.279	0.789
3	0.000000000	0.000026917	-0.002179910	0.349	0.877
4	0.000000000	-0.000024305	0.000758402	0.279	0.789
5	0.000000000	0.000025900	-0.002171468	0.324	0.845
6	0.000000000	-0.000025134	0.000851012	0.303	0.819

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 14 mm
Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [daN] = proiezz. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	73592	452213	124038	114.4	100.0	1.000	1.033	18.3	30.8(0.0)
2	S	111006	447602	124038	114.4	100.0	1.000	1.023	27.6	30.8(0.0)
3	S	57970	453553	124038	114.4	100.0	1.000	1.037	14.4	30.8(0.0)
4	S	111006	447602	124038	114.4	100.0	1.000	1.023	27.6	30.8(0.0)
5	S	49774	441541	124038	114.4	100.0	1.000	1.009	12.4	30.8(0.0)
6	S	43640	457843	124038	114.4	100.0	1.000	1.046	10.8	30.8(0.0)

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	79 di 178

9.1.3 Verifica della soletta inferiore

Nelle tabelle seguenti si riportano le sollecitazioni massime derivanti dalle analisi utilizzate nelle successive verifiche.

SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1395.30	501.99	2237.04	413	0.00	sis10_nl
M3	min	-1358.17	79.49	-566.49	432	0.30	sis9_nl
V2	max	-1153.24	606.39	1541.52	413	0.30	sis14_nl
V2	min	-1063.19	-441.65	277.73	601	0.00	sis3_nl
P	max	-1045.37	499.48	1203.72	413	0.00	sis19_nl
P	min	-1395.30	501.99	2237.04	413	0.00	sis10_nl

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1466.77	778.67	2081.55	413	0.00	slu10_nl
M3	min	-889.67	37.95	-574.70	430	0.30	slu21_nl
V2	max	-1452.39	859.64	1716.11	413	0.30	slu31_nl
V2	min	-1452.39	-673.77	139.09	601	0.00	slu31_nl
P	max	-864.69	653.03	1149.03	413	0.00	slu20_nl
P	min	-1466.77	778.67	2081.55	413	0.00	slu10_nl

SLE - RARA		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1069.87	558.73	1459.21	413	0.00	rar2_nl
M3	min	-1026.86	45.46	-279.93	429	0.30	rar3_nl
V2	max	-1069.87	572.97	1289.45	413	0.30	rar2_nl
V2	min	-1069.87	-445.70	111.62	601	0.00	rar2_nl
P	max	-990.66	502.14	1141.19	413	0.00	rar10_nl
P	min	-1069.87	558.73	1459.21	413	0.00	rar2_nl

SLE - FREQUENTE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1054.44	542.36	1408.30	413	0.00	fre2_nl
M3	min	-1011.43	33.90	-240.22	429	0.30	fre3_nl
V2	max	-1054.44	556.61	1243.46	413	0.30	fre2_nl
V2	min	-1054.44	-437.54	156.86	601	0.00	fre2_nl
P	max	-965.13	485.86	1092.62	413	0.00	fre8_nl
P	min	-1054.44	542.36	1408.30	413	0.00	fre2_nl

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	80 di 178

SLE - Q.P.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1005.41	492.85	1246.26	413	0.00	qpe2_nl
M3	min	-967.87	35.11	-115.89	428	0.30	qpe3_nl
V2	max	-1005.41	507.10	1096.27	413	0.30	qpe2_nl
V2	min	-1005.41	-412.65	283.38	601	0.00	qpe2_nl
P	max	-967.87	486.28	1101.94	413	0.00	qpe3_nl
P	min	-1005.41	492.85	1246.26	413	0.00	qpe2_nl

9.1.3.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

Descrizione Sezione:	Stati Limite Ultimi
Metodo di calcolo resistenza:	N.T.C.
Normativa di riferimento:	Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica
Tipologia sezione:	Rettangolare
Forma della sezione:	A Sforzo Norm. costante
Percorso sollecitazione:	Poco aggressive
Condizioni Ambientali:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento Sforzi assegnati:	Zona non sismica
Riferimento alla sismicità:	Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto fcd:	170.00 daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	85.00 daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	328360 daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	29.00 daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	165.00 daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	165.00 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	120.00 daN/cm ²
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0 daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. β1*β2:	1.00
	Coeff. Aderenza differito β1*β2:	0.50
Comb.Rare - Sf Limite:	3375.0 daN/cm ²	

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	81 di 178

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	130.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	146677	208155	77867	0
2	88967	-57470	3795	0
3	145239	171611	85964	0
4	145239	13909	-67377	0
5	86469	114903	65303	0
6	146677	208155	77867	0

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	106987	145921
2	102686	-27993
3	106987	128945
4	106987	11162
5	99066	114119
6	106987	145921

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	105444	140830 (128247)
2	101143	-24022 (0)
3	105444	124346 (132224)
4	105444	15686 (0)
5	96513	109262 (133700)
6	105444	140830 (128247)

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	82 di 178

N°Comb.	N	Mx
1	100541	124626 (130542)
2	96787	-11589 (0)
3	100541	109627 (135143)
4	100541	28338 (845336)
5	96787	110194 (133490)
6	100541	124626 (130542)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.5	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm ²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	146677	208155	146673	323352	1.553	115.6	0.12	0.70	53.1 (26.0)
2	S	88967	-57470	88949	-291357	5.070	12.5	0.10	0.70	53.1 (26.0)
3	S	145239	171611	145263	322578	1.880	115.7	0.12	0.70	53.1 (26.0)
4	S	145239	13909	145263	322578	23.192	115.7	0.12	0.70	53.1 (26.0)
5	S	86469	114903	86452	289963	2.524	117.6	0.10	0.70	53.1 (26.0)
6	S	146677	208155	146673	323352	1.553	115.6	0.12	0.70	53.1 (26.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
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)
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 compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X, Y, O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	130.0	0.00148	121.7	-0.02616	8.3
2	0.00350	0.0	0.00117	8.3	-0.03060	121.7
3	0.00350	130.0	0.00147	121.7	-0.02626	8.3
4	0.00350	130.0	0.00147	121.7	-0.02626	8.3
5	0.00350	130.0	0.00116	121.7	-0.03080	8.3
6	0.00350	130.0	0.00148	121.7	-0.02616	8.3

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 12 mm

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	83 di 178

Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 15.1 cm]
N.Bracci staffe: 2
Area staffe/m : 22.6 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm²/m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
bw|d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	Ast
1	S	77867	68965	496399	96945	100.0 121.7	1.000	1.066	18.2
2	S	3795	60861	484243	96945	100.0 121.7	1.000	1.040	0.9
3	S	85964	68763	496096	96945	100.0 121.7	1.000	1.066	20.1
4	S	-67377	68763	496096	96945	100.0 121.7	1.000	1.066	15.7
5	S	65303	60510	483717	96945	100.0 121.7	1.000	1.039	15.2
6	S	77867	68965	496399	96945	100.0 121.7	1.000	1.066	18.2

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)
Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm²)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.
(D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	64.7	130.0	0.0	83.9	-1591	121.7	20.8	2075	53.1	9.3
2	S	14.8	0.0	0.0	123.9	3	8.3	2.2	220	53.1	9.3
3	S	57.5	130.0	0.0	81.7	-1314	121.7	20.8	2075	53.1	9.3
4	S	10.4	130.0	4.2	0.0	69	121.7	0.0	2100	0.0	0.0
5	S	51.0	130.0	0.0	80.9	-1131	121.7	20.8	2075	53.1	9.3
6	S	64.7	130.0	0.0	83.9	-1591	121.7	20.8	2075	53.1	9.3

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver Esito verifica
e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2) in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm Distanza massima in mm tra le fessure
wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess. Momento di prima fessurazione [daNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00088	0.00049	0.50	0.60	0.000477 (0.000477)	411	0.196 (0.20)	127646

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	84 di 178

2	S	-0.00001	0.00011	0.50	0.60	0.000001 (0.000001)	256	0.000 (0.20)	-1112882
3	S	-0.00073	0.00043	0.50	0.60	0.000394 (0.000394)	411	0.162 (0.20)	131474
4	S	0.00003	0.00008	---	---	---	---	---	0
5	S	-0.00063	0.00038	0.50	0.60	0.000339 (0.000339)	411	0.139 (0.20)	133060
6	S	-0.00088	0.00049	0.50	0.60	0.000477 (0.000477)	411	0.196 (0.20)	127646

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	62.5	130.0	0.0	83.5	-1519	121.7	20.8	2075	53.1	9.3
2	S	13.6	0.0	0.3	130.0	17	8.3	0.0	2100	0.0	0.0
3	S	55.5	130.0	0.0	81.3	-1250	121.7	20.8	2075	53.1	9.3
4	S	11.6	130.0	2.9	0.0	51	121.7	0.0	2550	0.0	0.0
5	S	48.9	130.0	0.0	80.5	-1070	121.7	20.8	2075	53.1	9.3
6	S	62.5	130.0	0.0	83.5	-1519	121.7	20.8	2075	53.1	9.3

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00084	0.00047	0.50	0.60	0.000456 (0.000456)	411	0.187 (0.20)	128247
2	S	0.00010	0.00000	---	---	---	---	---	0
3	S	-0.00070	0.00042	0.50	0.60	0.000375 (0.000375)	411	0.154 (0.20)	132224
4	S	0.00002	0.00009	---	---	---	---	---	0
5	S	-0.00060	0.00037	0.50	0.60	0.000321 (0.000321)	411	0.132 (0.20)	133700
6	S	-0.00084	0.00047	0.50	0.60	0.000456 (0.000456)	411	0.187 (0.20)	128247

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	55.5	130.0	0.0	82.3	-1291	121.7	20.8	2075	53.1	9.3
2	S	9.8	0.0	3.4	130.0	57	8.3	0.0	2100	0.0	0.0
3	S	49.1	130.0	0.0	79.7	-1047	121.7	20.8	2075	53.1	9.3
4	S	14.8	130.0	0.0	8.0	-1	121.7	3.0	297	53.1	9.3
5	S	49.3	130.0	0.0	80.6	-1084	121.7	20.8	2075	53.1	9.3
6	S	55.5	130.0	0.0	82.3	-1291	121.7	20.8	2075	53.1	9.3

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00072	0.00042	0.50	0.40	0.000387 (0.000387)	411	0.159 (0.20)	130542
2	S	0.00007	0.00003	---	---	---	---	---	0
3	S	-0.00058	0.00037	0.50	0.40	0.000314 (0.000314)	411	0.129 (0.20)	135143
4	S	-0.00001	0.00011	0.50	0.40	0.000000 (0.000000)	263	0.000 (0.20)	845336
5	S	-0.00060	0.00037	0.50	0.40	0.000325 (0.000325)	411	0.134 (0.20)	133490
6	S	-0.00072	0.00042	0.50	0.40	0.000387 (0.000387)	411	0.159 (0.20)	130542

9.1.3.2 Verifica in condizioni sismiche
DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Normativa di riferimento:

Tipologia sezione:

Forma della sezione:

Resistenze in campo sostanzialmente elastico

N.T.C.

Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica

Rettangolare

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	85 di 178

Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto fcd:	170.00 daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	85.00 daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	328360 daN/cm ²
Resis. media a trazione fctm:	29.00 daN/cm ²	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0 daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	130.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
MT Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	139530	223704	50199	0
2	135817	-56649	7949	0
3	115324	154152	60639	0
4	106319	27773	-44165	0
5	104537	120372	49948	0
6	139530	223704	50199	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.5	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	86 di 178

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
 N Ult Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx re Momento resistente sost. elastico [daNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.1.1 NTC]: non richiesto per calcolo non dissipativo
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
 As Tesa Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	139530	223704	139540	299903	1.341	90.4	0.33	0.85	53.1 (26.0)
2	S	135817	-56649	135831	-298167	5.263	39.4	0.32	0.84	53.1 (26.0)
3	S	115324	154152	115347	288517	1.872	91.7	0.31	0.83	53.1 (26.0)
4	S	106319	27773	106318	284227	10.234	92.2	0.31	0.83	53.1 (26.0)
5	S	104537	120372	104522	283370	2.354	92.3	0.31	0.83	53.1 (26.0)
6	S	139530	223704	139540	299903	1.341	90.4	0.33	0.85	53.1 (26.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 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)
 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 compressione)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00094	130.0	0.00075	121.7	-0.00196	8.3
2	0.00094	0.0	0.00074	8.3	-0.00196	121.7
3	0.00090	130.0	0.00070	121.7	-0.00196	8.3
4	0.00088	130.0	0.00069	121.7	-0.00196	8.3
5	0.00088	130.0	0.00068	121.7	-0.00196	8.3
6	0.00094	130.0	0.00075	121.7	-0.00196	8.3

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 15.1 cm]
 N.Bracci staffe: 2
 Area staffe/m : 22.6 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm²/m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
 Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
 bw|d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	AST
--------	-----	-----	-----	-----	-----	------	-----	-----	-----



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)
Gallerie Artificiali

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	87 di 178

1	S	50199	67961	494893	96945 100.0	121.7	1.000	1.063	11.7
2	S	7949	67440	494111	96945 100.0	121.7	1.000	1.061	1.9
3	S	60639	64562	489795	96945 100.0	121.7	1.000	1.052	14.1
4	S	-44165	63297	487898	96945 100.0	121.7	1.000	1.048	10.3
5	S	49948	63047	487523	96945 100.0	121.7	1.000	1.047	11.7
6	S	50199	67961	494893	96945 100.0	121.7	1.000	1.063	11.7

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	88 di 178

9.2 Risultati e verifiche Modello 1b

Nelle immagini a seguire si riportano i digrammi di involuppo delle sollecitazioni per gli stati limite ultimi statici e sismici e per gli stati limite d'esercizio, relativamente al Modello 1a.

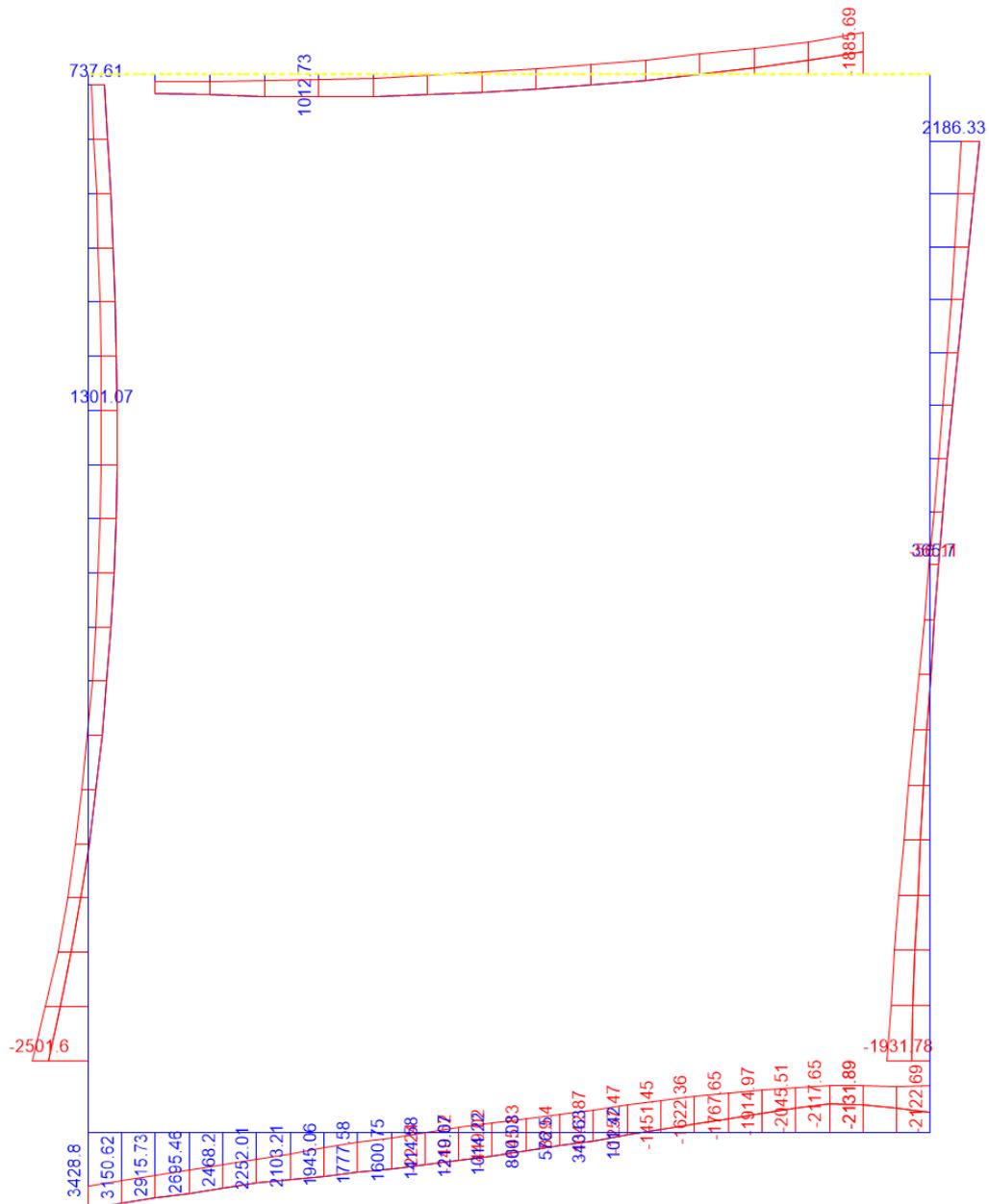


Figura 50 – Momento flettente enve-SLU.

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	89 di 178

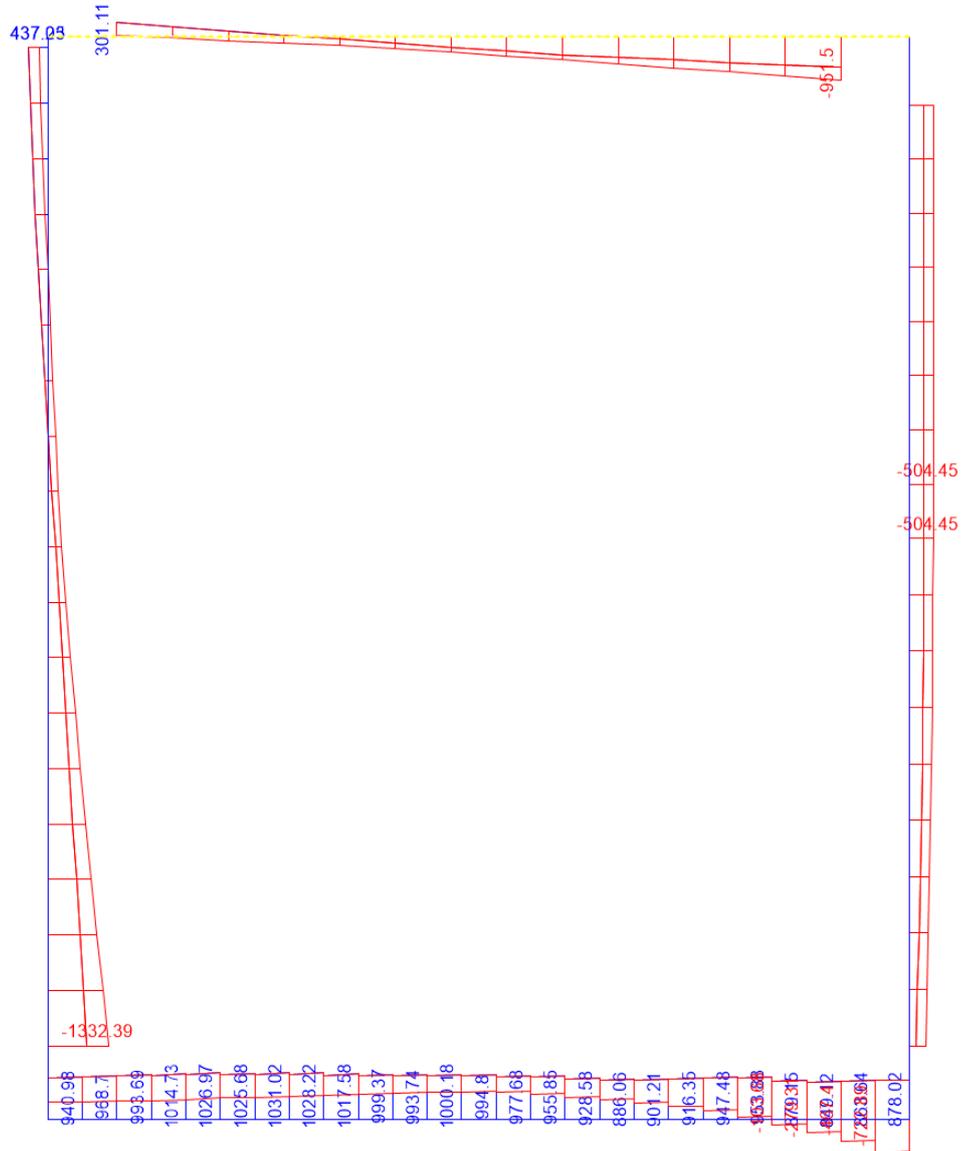


Figura 51 – Taglio enve-SLU.

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	90 di 178

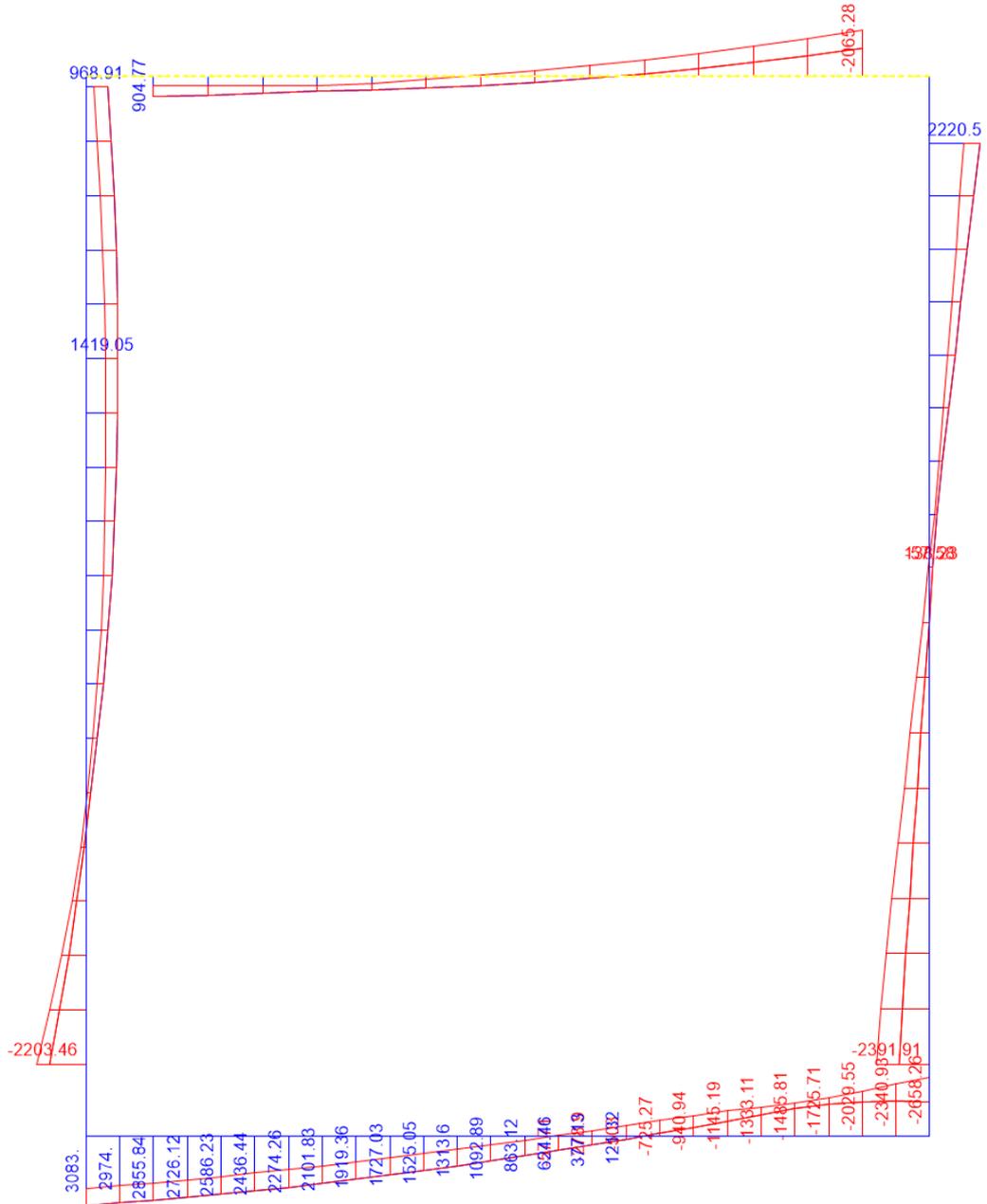


Figura 52 – Momento flettente enve-SLV.

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	91 di 178

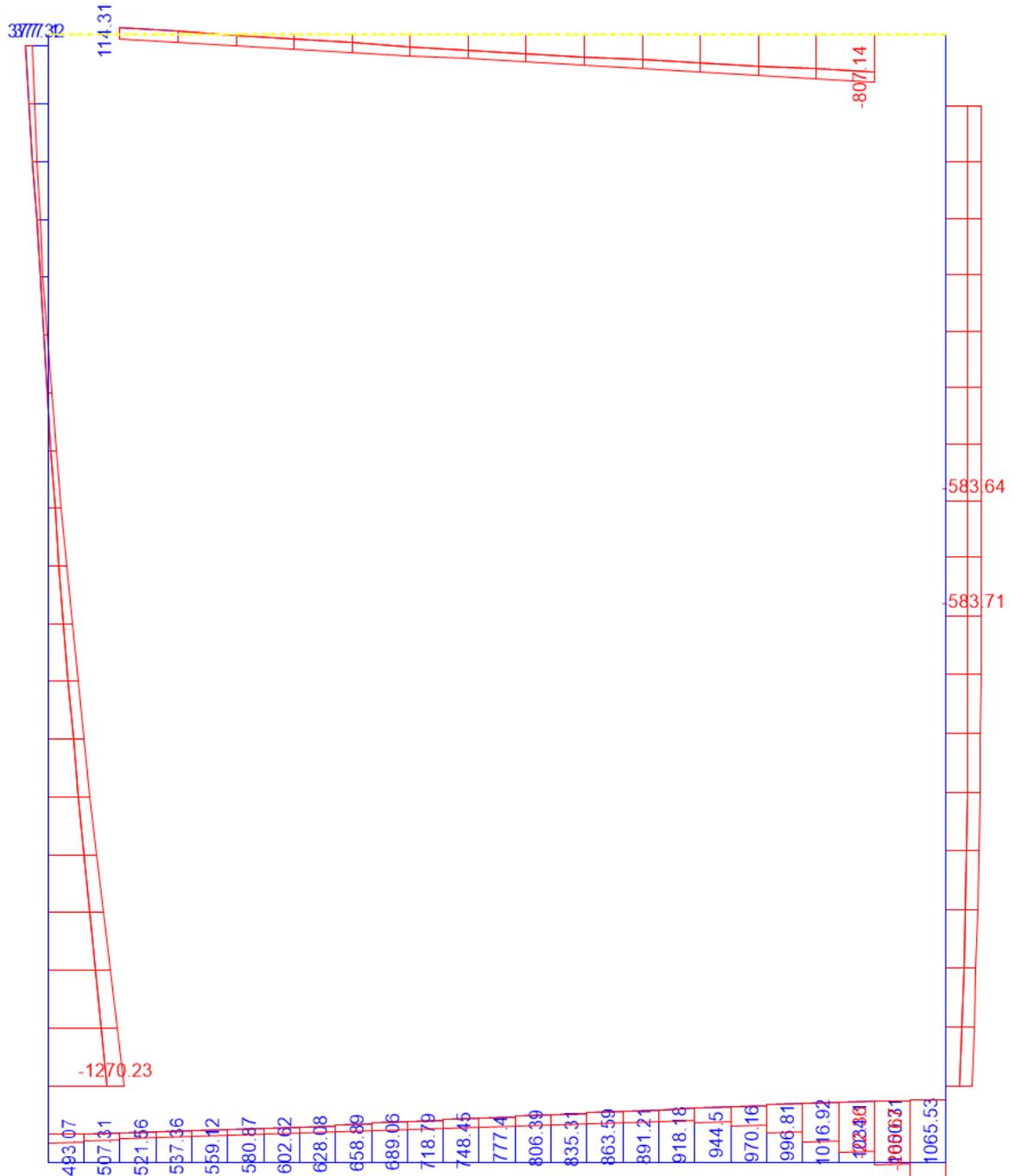


Figura 53 – Taglio enve-SLV.

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	92 di 178

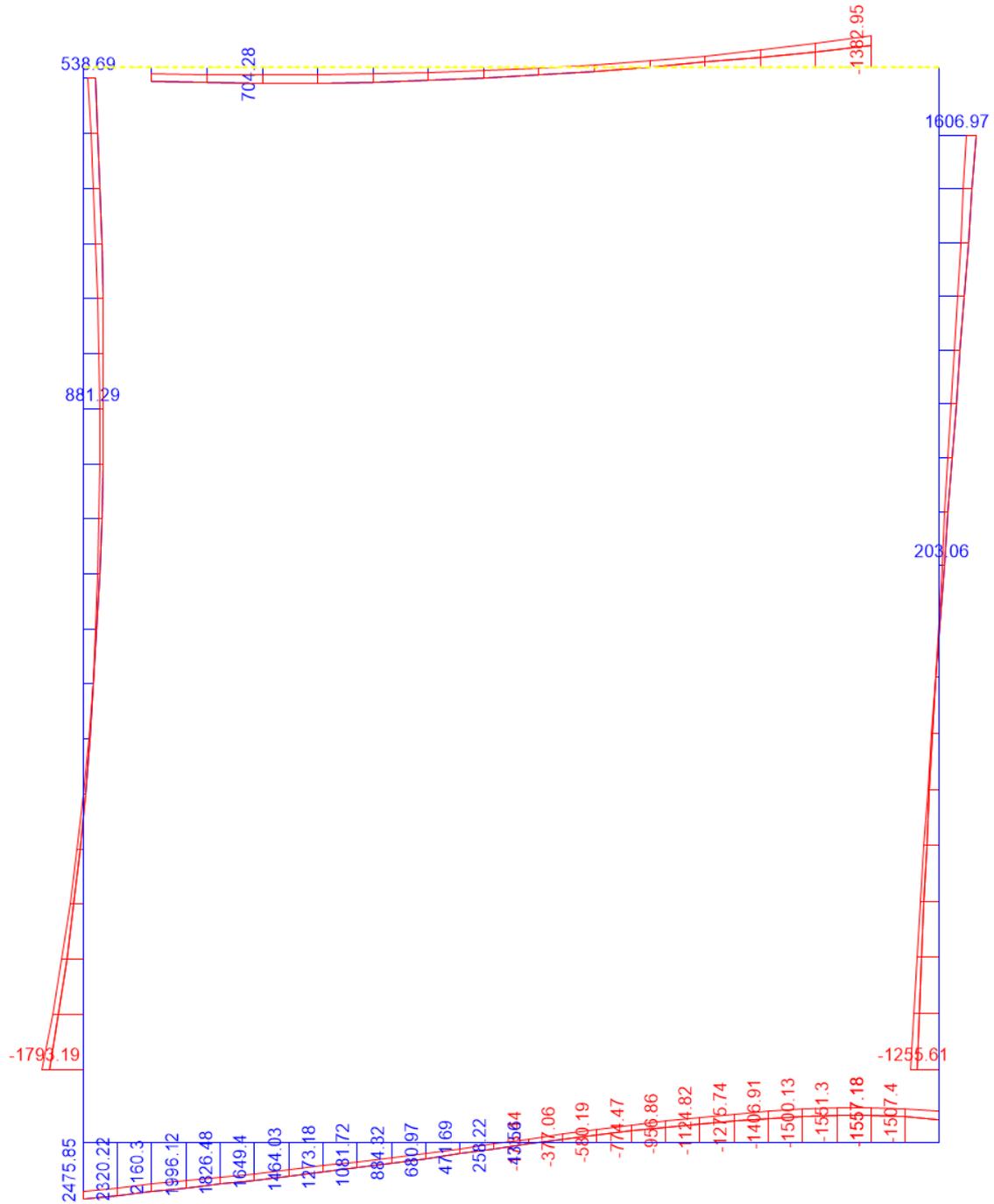


Figura 54 – Momento flettente enve-SLE.

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	93 di 178

9.2.1 Verifica della soletta superiore

Nelle tabelle seguenti si riportano le sollecitazioni massime derivanti dalle analisi utilizzate nelle successive verifiche.

SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-420.78	-83.37	904.77	3	6.90	sis12_nl
M3	min	-572.92	-807.09	-2065.28	3	0.60	sis15_nl
V2	max	-323.60	114.31	649.25	3	6.90	sis14_nl
V2	min	-571.75	-807.15	-2063.34	3	0.60	sis9_nl
P	max	-322.27	113.91	652.90	3	6.90	sis20_nl
P	min	-572.92	-807.09	-2065.28	3	0.60	sis15_nl

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-275.28	-1.58	1012.73	3	5.45	slu19_nl
M3	min	-499.82	-950.91	-1885.69	3	0.60	slu18_nl
V2	max	-247.03	301.12	689.13	3	6.90	slu3_nl
V2	min	-496.04	-951.50	-1880.74	3	0.60	slu35_nl
P	max	-247.03	301.12	689.13	3	6.90	slu3_nl
P	min	-499.82	-950.91	-1885.69	3	0.60	slu18_nl

SLE - RARA		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-292.25	15.17	704.28	3	5.93	rar6_nl
M3	min	-367.66	-704.01	-1382.95	3	0.60	rar3_nl
V2	max	-288.84	146.12	621.58	3	6.90	rar2_nl
V2	min	-365.60	-704.25	-1379.98	3	0.60	rar8_nl
P	max	-285.39	140.32	602.17	3	6.90	rar12_nl
P	min	-367.66	-704.01	-1382.95	3	0.60	rar3_nl

SLE - FREQUENTE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-291.73	14.69	672.82	3	5.93	fre2_nl
M3	min	-357.40	-678.05	-1342.80	3	0.60	fre3_nl
V2	max	-287.57	140.52	597.60	3	6.90	fre2_nl
V2	min	-357.40	-678.05	-1342.80	3	0.60	fre3_nl
P	max	-284.07	-599.38	-973.19	3	0.60	fre7_nl
P	min	-357.40	-678.05	-1342.80	3	0.60	fre3_nl

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	94 di 178

SLE - Q.P.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-286.80	12.50	574.23	3	5.93	qpe2_nl
M3	min	-324.17	-600.01	-1205.62	3	0.60	qpe3_nl
V2	max	-286.80	123.76	508.20	3	6.90	qpe2_nl
V2	min	-324.17	-600.01	-1205.62	3	0.60	qpe3_nl
P	max	-286.80	-599.42	-990.13	3	0.60	qpe2_nl
P	min	-324.17	-600.01	-1205.62	3	0.60	qpe3_nl

9.2.1.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C30/37
Resis. compr. di progetto fcd: 170.00 daN/cm²
Resis. compr. ridotta fcd': 85.00 daN/cm²
Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020
Def.unit. ultima ecu: 0.0035
Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec: 328360 daN/cm²
Resis. media a trazione fctm: 29.00 daN/cm²
Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00
Sc limite S.L.E. comb. Rare: 165.00 daN/cm²
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: 165.00 daN/cm²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: 0.200 mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: 120.00 daN/cm²
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: 0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm²
Resist. caratt. rottura ftk: 4500.0 daN/cm²
Resist. snerv. di progetto fyd: 3913.0 daN/cm²
Resist. ultima di progetto ftd: 3913.0 daN/cm²
Deform. ultima di progetto Epu: 0.068
Modulo Elastico Ef: 2000000 daN/cm²
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: 3375.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	95 di 178

Classe Conglomerato: C30/37

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	41.7	8.3	26
2	-41.7	8.3	26
3	-41.7	111.7	26
4	41.7	111.7	26
5	-41.7	104.2	26
6	41.7	104.2	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	2	8	26
2	3	4	8	26
3	5	6	8	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 14 mm
 Passo staffe: 10.0 cm
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - 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	27528	101273	0	-158	0
2	49982	-188569	0	-95091	0
3	24703	68913	0	30112	0
4	49604	-188074	0	-95150	0
5	24703	68913	0	30112	0
6	49982	-188569	0	-95091	0

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

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

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	96 di 178

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	29225	70428	0
2	36766	-138295	0
3	28884	62158	0
4	36560	-137998	0
5	28539	60217	0
6	36766	-138295	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	29173	67282 (104755)	0 (0)
2	35740	-134280 (-107680)	0 (0)
3	28757	59760 (106163)	0 (0)
4	35740	-134280 (-107680)	0 (0)
5	28407	-97319 (-108327)	0 (0)
6	35740	-134280 (-107680)	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	28680	57423 (106712)	0 (0)
2	32417	-120562 (-107748)	0 (0)
3	28680	50820 (108713)	0 (0)
4	32417	-120562 (-107748)	0 (0)
5	28680	-99013 (-108271)	0 (0)
6	32417	-120562 (-107748)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.9 cm
Copriferro netto minimo staffe: 5.6 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	97 di 178

Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	27528	101273	0	27543	240140	0	2.38	106.2(24.0)
2	S	49982	-188569	0	49984	-441172	0	2.33	106.2(24.0)
3	S	24703	68913	0	24680	238787	0	3.50	106.2(24.0)
4	S	49604	-188074	0	49594	-440988	0	2.33	106.2(24.0)
5	S	24703	68913	0	24680	238787	0	3.50	106.2(24.0)
6	S	49982	-188569	0	49984	-441172	0	2.33	106.2(24.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
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	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.117	-50.0	120.0	0.00127	-41.7	111.7	-0.02650	41.7	8.3
2	0.00350	0.168	-50.0	0.0	0.00195	-41.7	8.3	-0.01733	-41.7	111.7
3	0.00350	0.116	-50.0	120.0	0.00126	-41.7	111.7	-0.02660	41.7	8.3
4	0.00350	0.168	-50.0	0.0	0.00195	-41.7	8.3	-0.01735	-41.7	111.7
5	0.00350	0.116	-50.0	120.0	0.00126	-41.7	111.7	-0.02660	41.7	8.3
6	0.00350	0.168	-50.0	0.0	0.00195	-41.7	8.3	-0.01733	-41.7	111.7

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 (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000268602	-0.028732292	0.117	0.700
2	0.000000000	-0.000186502	0.003500000	0.168	0.700
3	0.000000000	0.000269491	-0.028838897	0.116	0.700
4	0.000000000	-0.000186668	0.003500000	0.168	0.700
5	0.000000000	0.000269491	-0.028838897	0.116	0.700
6	0.000000000	-0.000186502	0.003500000	0.168	0.700

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 14 mm
Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	98 di 178

Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vvd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	158	433018	121110	111.7	100.0	1.000	1.013	0.0	30.8(0.0)
2	S	95091	437721	121110	111.7	100.0	1.000	1.025	24.2	30.8(0.0)
3	S	30112	432426	121110	111.7	100.0	1.000	1.012	7.7	30.8(0.0)
4	S	95150	437641	121110	111.7	100.0	1.000	1.024	24.2	30.8(0.0)
5	S	30112	432426	121110	111.7	100.0	1.000	1.012	7.7	30.8(0.0)
6	S	95091	437721	121110	111.7	100.0	1.000	1.025	24.2	30.8(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	31.1	-50.0	120.0	-1056	-32.4	8.3	2050	53.1
2	S	57.0	-50.0	0.0	-1276	32.4	111.7	2500	106.2
3	S	27.6	50.0	120.0	-906	-32.4	8.3	2100	53.1
4	S	56.9	50.0	0.0	-1274	32.4	111.7	2500	106.2
5	S	26.7	-50.0	120.0	-873	-32.4	8.3	2050	53.1
6	S	57.0	-50.0	0.0	-1276	32.4	111.7	2500	106.2

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
Ver. Esito della verifica
e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
wk Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. 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	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00058	0	0.500	26.0	70	0.00032 (0.00032)	409	0.129 (0.20)	104215	0
2	S	-0.00072	0	0.500	26.0	70	0.00038 (0.00038)	342	0.131 (0.20)	-107673	0
3	S	-0.00050	0	0.500	26.0	70	0.00027 (0.00027)	413	0.112 (0.20)	105670	0

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	99 di 178

4	S	-0.00072	0	0.500	26.0	70	0.00038 (0.00038)	342	0.131 (0.20)	-107650	0
5	S	-0.00048	0	0.500	26.0	70	0.00026 (0.00026)	409	0.107 (0.20)	105945	0
6	S	-0.00072	0	0.500	26.0	70	0.00038 (0.00038)	342	0.131 (0.20)	-107673	0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	29.8	-50.0	120.0	-998	23.2	8.3	2050	53.1
2	S	55.3	50.0	0.0	-1239	32.4	111.7	2500	106.2
3	S	26.5	-50.0	120.0	-863	41.7	8.3	2050	53.1
4	S	55.3	50.0	0.0	-1239	32.4	111.7	2500	106.2
5	S	40.3	-50.0	0.0	-888	32.4	111.7	2500	106.2
6	S	55.3	50.0	0.0	-1239	32.4	111.7	2500	106.2

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00055	0	0.500	26.0	70	0.00030 (0.00030)	409	0.122 (0.20)	104755	0
2	S	-0.00070	0	0.500	26.0	70	0.00037 (0.00037)	342	0.127 (0.20)	-107680	0
3	S	-0.00048	0	0.500	26.0	70	0.00026 (0.00026)	409	0.106 (0.20)	106163	0
4	S	-0.00070	0	0.500	26.0	70	0.00037 (0.00037)	342	0.127 (0.20)	-107680	0
5	S	-0.00050	0	0.500	26.0	70	0.00027 (0.00027)	342	0.091 (0.20)	-108327	0
6	S	-0.00070	0	0.500	26.0	70	0.00037 (0.00037)	342	0.127 (0.20)	-107680	0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	25.5	-50.0	120.0	-821	4.6	8.3	2050	53.1
2	S	49.7	-50.0	0.0	-1111	32.4	111.7	2500	106.2
3	S	22.7	-50.0	120.0	-699	4.6	8.3	2050	53.1
4	S	49.7	-50.0	0.0	-1111	32.4	111.7	2500	106.2
5	S	41.0	50.0	0.0	-904	32.4	111.7	2500	106.2
6	S	49.7	-50.0	0.0	-1111	32.4	111.7	2500	106.2

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00046	0	0.500	26.0	70	0.00025 (0.00025)	409	0.101 (0.20)	106712	0
2	S	-0.00062	0	0.500	26.0	70	0.00038 (0.00033)	342	0.131 (0.20)	-107748	0
3	S	-0.00039	0	0.500	26.0	70	0.00021 (0.00021)	409	0.086 (0.20)	108713	0
4	S	-0.00062	0	0.500	26.0	70	0.00038 (0.00033)	342	0.131 (0.20)	-107748	0
5	S	-0.00051	0	0.500	26.0	70	0.00028 (0.00027)	342	0.096 (0.20)	-108271	0
6	S	-0.00062	0	0.500	26.0	70	0.00038 (0.00033)	342	0.131 (0.20)	-107748	0

9.2.1.2 Verifica in condizioni simiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave di fondazione in combinazione sismica
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

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	100 di 178

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resis. compr. di progetto fcd:	170.00	daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	85.00	daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	328360	daN/cm ²
Resis. media a trazione fctm:	29.00	daN/cm ²	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito		

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	120.0
3	50.0	120.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	41.7	8.3	26
2	-41.7	8.3	26
3	-41.7	111.7	26
4	41.7	111.7	26
5	-41.7	104.2	26
6	41.7	104.2	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	2	8	26
2	3	4	8	26
3	5	6	8	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 14 mm
Passo staffe: 10.0 cm

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	101 di 178

Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - 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	42078	90477	-8337	-158	0
2	57292	-206528	-80709	-95091	0
3	32360	64925	11431	30112	0
4	57175	-206334	-80715	-95150	0
5	32227	65290	11391	30112	0
6	57292	-206528	-80709	-95091	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.9 cm
Copriferro netto minimo staffe: 5.6 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	42078	90477	-8337	42061	214928	-19629	2.40	53.1(24.0)
2	S	57292	-206528	-80709	57272	-260535	-100546	1.26	106.2(24.0)
3	S	32360	64925	11431	32384	196416	35491	3.06	53.1(24.0)
4	S	57175	-206334	-80715	57149	-260434	-100562	1.26	106.2(24.0)
5	S	32227	65290	11391	32235	196509	35309	3.05	53.1(24.0)
6	S	57292	-206528	-80709	57272	-260535	-100546	1.26	106.2(24.0)

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
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.)

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	102 di 178

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00083	0.298	-50.0	120.0	0.00062	-41.7	111.7	-0.00196	41.7	8.3
2	0.00147	0.429	-50.0	0.0	0.00119	-41.7	8.3	-0.00196	41.7	111.7
3	0.00090	0.315	50.0	120.0	0.00068	41.7	111.7	-0.00196	-41.7	8.3
4	0.00147	0.429	-50.0	0.0	0.00119	-41.7	8.3	-0.00196	41.7	111.7
5	0.00090	0.315	50.0	120.0	0.00068	41.7	111.7	-0.00196	-41.7	8.3
6	0.00147	0.429	-50.0	0.0	0.00119	-41.7	8.3	-0.00196	41.7	111.7

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 (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	-0.000003400	0.000022156	-0.001998606	0.298	0.812
2	-0.000015323	-0.000018077	0.000701637	0.429	0.976
3	0.000006223	0.000020473	-0.001866939	0.315	0.834
4	-0.000015328	-0.000018070	0.000701133	0.429	0.976
5	0.000006191	0.000020488	-0.001868370	0.315	0.834
6	-0.000015323	-0.000018077	0.000701637	0.429	0.976

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 14 mm
Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [daN] = proiezi. di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro
Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con L =lungh.legat.proietta-
ta sulla direz. del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	156	414260	117687	108.5	97.8	1.000	1.021	0.0	30.8(0.0)
2	S	72538	411413	108318	99.9	104.7	1.000	1.028	20.6	30.8(0.0)
3	S	28811	400420	115592	106.6	96.7	1.000	1.016	7.7	30.8(0.0)
4	S	72562	411386	108309	99.9	104.7	1.000	1.028	20.6	30.8(0.0)
5	S	28825	399855	115689	106.7	96.4	1.000	1.016	7.7	30.8(0.0)
6	S	72538	411413	108318	99.9	104.7	1.000	1.028	20.6	30.8(0.0)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA LERCARA DIR- CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)
 Gallerie Artificiali

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	103 di 178

9.2.2 Verifica dei piedritto in sx

Nelle tabelle seguenti si riportano le sollecitazioni massime derivanti dalle analisi utilizzate nelle successive verifiche.

SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1555.47	386.74	2974.00	413	0.00	sis12_nl
M3	min	-269.44	-1269.05	-2203.46	6	0.65	sis10_nl
V2	max	-1297.05	602.62	1446.92	418	0.30	sis20_nl
V2	min	-249.32	-1270.23	-2199.98	6	0.65	sis12_nl
P	max	13.72	374.75	761.46	6	9.40	sis11_nl
P	min	-1555.47	386.74	2974.00	413	0.00	sis12_nl

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1683.25	941.30	3150.62	413	0.00	slu31_nl
M3	min	-866.74	-1332.39	-2501.60	6	0.65	slu31_nl
V2	max	-1683.25	1031.02	1366.35	418	0.30	slu31_nl
V2	min	-866.74	-1332.39	-2501.60	6	0.65	slu31_nl
P	max	-98.03	437.05	338.91	6	9.40	slu14_nl
P	min	-1683.25	941.30	3150.62	413	0.00	slu31_nl

SLE - RARA		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1240.47	525.92	2320.22	413	0.00	rar6_nl
M3	min	-492.18	-980.58	-1793.19	6	0.65	rar6_nl
V2	max	-1240.47	659.33	1270.37	418	0.30	rar6_nl
V2	min	-492.18	-980.58	-1793.19	6	0.65	rar6_nl
P	max	-220.54	282.50	278.35	6	9.40	rar10_nl
P	min	-1240.47	525.92	2320.22	413	0.00	rar6_nl

SLE - FREQUENTE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1224.40	517.57	2263.05	413	0.00	fre2_nl
M3	min	-483.83	-966.24	-1743.11	6	0.65	fre2_nl
V2	max	-1224.40	619.70	1246.99	418	0.30	fre2_nl
V2	min	-483.83	-966.24	-1743.11	6	0.65	fre2_nl
P	max	-195.00	286.50	214.17	6	9.40	fre8_nl
P	min	-1224.40	517.57	2263.05	413	0.00	fre2_nl

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	104 di 178

SLE - Q.P.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1179.54	491.80	2126.75	413	0.00	qpe2_nl
M3	min	-458.06	-926.59	-1625.70	6	0.65	qpe2_nl
V2	max	-1179.54	593.93	1157.08	418	0.30	qpe2_nl
V2	min	-458.06	-926.59	-1625.70	6	0.65	qpe2_nl
P	max	-195.05	283.77	230.51	6	9.40	qpe3_nl
P	min	-1179.54	491.80	2126.75	413	0.00	qpe2_nl

9.2.2.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -

Classe:	C30/37
Resis. compr. di progetto fcd:	170.00 daN/cm ²
Resis. compr. ridotta fcd':	85.00 daN/cm ²
Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
Def.unit. ultima ecu:	0.0035
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec:	328360 daN/cm ²
Resis. media a trazione fctm:	29.00 daN/cm ²
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	165.00 daN/cm ²
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	165.00 daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	120.00 daN/cm ²
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	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 progetto fyd:	3913.0 daN/cm ²
Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0 daN/cm ²
Deform. ultima di progetto 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:	3375.0 daN/cm ²

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	105 di 178

 Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C30/37

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	-45.0	8.3	26
2	45.0	8.3	26
3	-45.0	111.7	26
4	45.0	111.7	26
5	-45.0	15.8	26
6	45.0	15.8	26
7	-45.0	104.2	26
8	45.0	104.2	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	2	10	26
2	3	4	10	26
3	5	6	10	26
4	7	8	10	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 5.0 cm
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - 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	168325	315062	0	94130	0
2	86674	-250160	0	-133239	0
3	168325	136635	0	103102	0
4	86674	-250160	0	-133239	0
5	9803	33891	0	43705	0
6	168325	315062	0	94130	0

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	106 di 178

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	124047	232022	0
2	49218	-179319	0
3	124047	127037	0
4	49218	-179319	0
5	22054	27835	0
6	124047	232022	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	122440	226305 (129493)	0 (0)
2	48383	-174311 (-120531)	0 (0)
3	122440	124699 (147893)	0 (0)
4	48383	-174311 (-120531)	0 (0)
5	19500	21417 (144566)	0 (0)
6	122440	226305 (129493)	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	117954	212675 (129992)	0 (0)
2	45806	-162570 (-120664)	0 (0)
3	117954	115708 (149703)	0 (0)
4	45806	-162570 (-120664)	0 (0)
5	19505	23051 (141695)	0 (0)
6	117954	212675 (129992)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.9 cm
Copriferro netto minimo staffe: 2.5 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	107 di 178

Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	168325	315062	0	168297	572801	0	1.82	127.4(24.0)
2	S	86674	-250160	0	86696	-537128	0	2.15	127.4(24.0)
3	S	168325	136635	0	168297	572801	0	4.19	127.4(24.0)
4	S	86674	-250160	0	86696	-537128	0	2.15	127.4(24.0)
5	S	9803	33891	0	9825	501685	0	14.80	127.4(24.0)
6	S	168325	315062	0	168297	572801	0	1.82	127.4(24.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
 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	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.194	50.0	120.0	0.00216	45.0	111.7	-0.01458	-45.0	8.3
2	0.00350	0.170	-50.0	0.0	0.00197	-45.0	8.3	-0.01710	-45.0	111.7
3	0.00350	0.194	50.0	120.0	0.00216	45.0	111.7	-0.01458	-45.0	8.3
4	0.00350	0.170	-50.0	0.0	0.00197	-45.0	8.3	-0.01710	-45.0	111.7
5	0.00350	0.155	50.0	120.0	0.00182	45.0	111.7	-0.01911	-45.0	8.3
6	0.00350	0.194	50.0	120.0	0.00216	45.0	111.7	-0.01458	-45.0	8.3

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000161886	-0.015926356	0.194	0.700
2	0.000000000	-0.000184392	0.003500000	0.170	0.700
3	0.000000000	0.000161886	-0.015926356	0.194	0.700
4	0.000000000	-0.000184392	0.003500000	0.170	0.700
5	0.000000000	0.000202381	-0.020785771	0.155	0.700
6	0.000000000	0.000161886	-0.015926356	0.194	0.700

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
 Passo staffe: 5.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
 Ved Taglio di progetto [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	108 di 178

Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	94130	473686	182260	114.4	100.0	1.000	1.083	23.4	45.2(0.0)
2	S	133239	456172	182260	114.4	100.0	1.000	1.042	33.1	45.2(0.0)
3	S	103102	473686	182260	114.4	100.0	1.000	1.083	25.6	45.2(0.0)
4	S	133239	456172	182260	114.4	100.0	1.000	1.042	33.1	45.2(0.0)
5	S	43705	439683	182260	114.4	100.0	1.000	1.005	10.8	45.2(0.0)
6	S	94130	473686	182260	114.4	100.0	1.000	1.083	23.4	45.2(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	80.5	50.0	120.0	-1565	12.3	8.3	2400	127.4
2	S	59.7	-50.0	0.0	-1373	36.8	111.7	2550	127.4
3	S	46.7	50.0	120.0	-671	12.3	8.3	2100	127.4
4	S	59.7	-50.0	0.0	-1373	36.8	111.7	2550	127.4
5	S	10.0	-50.0	120.0	-164	-45.0	8.3	2200	127.4
6	S	80.5	50.0	120.0	-1565	12.3	8.3	2400	127.4

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

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

Ver. Esito della verifica
e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
wk Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. 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	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
-------	-----	----	----	----	---	----	-------------	--------	----	---------	---------

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	109 di 178

1	S	-0.00089	0	0.500	26.0	70	0.00057 (0.00047)	321	0.182 (0.20)	129260	0
2	S	-0.00077	0	0.500	26.0	70	0.00046 (0.00041)	326	0.150 (0.20)	-120434	0
3	S	-0.00039	0	0.500	26.0	70	0.00020 (0.00020)	311	0.063 (0.20)	147635	0
4	S	-0.00077	0	0.500	26.0	70	0.00046 (0.00041)	326	0.150 (0.20)	-120434	0
5	S	-0.00009	0	0.500	26.0	37	0.00005 (0.00005)	202	0.010 (0.20)	139377	0
6	S	-0.00089	0	0.500	26.0	70	0.00057 (0.00047)	321	0.182 (0.20)	129260	0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	78.6	50.0	120.0	-1521	28.6	8.3	2350	127.4
2	S	58.0	-50.0	0.0	-1333	36.8	111.7	2550	127.4
3	S	45.9	50.0	120.0	-657	36.8	8.3	2100	127.4
4	S	58.0	-50.0	0.0	-1333	36.8	111.7	2550	127.4
5	S	7.8	-50.0	120.0	-118	36.8	8.3	2150	127.4
6	S	78.6	50.0	120.0	-1521	28.6	8.3	2350	127.4

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00086	0	0.500	26.0	70	0.00055 (0.00046)	320	0.175 (0.20)	129493	0
2	S	-0.00075	0	0.500	26.0	70	0.00044 (0.00040)	326	0.143 (0.20)	-120531	0
3	S	-0.00038	0	0.500	26.0	70	0.00020 (0.00020)	311	0.061 (0.20)	147893	0
4	S	-0.00075	0	0.500	26.0	70	0.00044 (0.00040)	326	0.143 (0.20)	-120531	0
5	S	-0.00007	0	0.500	26.0	70	0.00004 (0.00004)	313	0.011 (0.20)	144566	0
6	S	-0.00086	0	0.500	26.0	70	0.00055 (0.00046)	320	0.175 (0.20)	129493	0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	74.0	50.0	120.0	-1419	-12.3	8.3	2350	127.4
2	S	54.2	-50.0	0.0	-1241	36.8	111.7	2550	127.4
3	S	42.8	50.0	120.0	-596	36.8	8.3	2050	127.4
4	S	54.2	-50.0	0.0	-1241	36.8	111.7	2550	127.4
5	S	8.3	50.0	120.0	-131	-45.0	8.3	2200	127.4
6	S	74.0	50.0	120.0	-1419	-12.3	8.3	2350	127.4

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00080	0	0.500	26.0	70	0.00057 (0.00043)	320	0.181 (0.20)	129992	0
2	S	-0.00070	0	0.500	26.0	70	0.00047 (0.00037)	326	0.153 (0.20)	-120664	0
3	S	-0.00034	0	0.500	26.0	70	0.00018 (0.00018)	309	0.055 (0.20)	149703	0
4	S	-0.00070	0	0.500	26.0	70	0.00047 (0.00037)	326	0.153 (0.20)	-120664	0
5	S	-0.00008	0	0.500	26.0	37	0.00004 (0.00004)	202	0.008 (0.20)	141695	0
6	S	-0.00080	0	0.500	26.0	70	0.00057 (0.00043)	320	0.181 (0.20)	129992	0

9.2.2.2 Verifica in condizioni simiche
DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Tipologia sezione:

Normativa di riferimento:

Resistenze in campo sostanzialmente elastico

Sezione generica di Trave di fondazione in combinazione sismica

N.T.C.

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	110 di 178

Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resis. compr. di progetto fcd:	170.00 daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	85.00 daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	328360 daN/cm ²
Resis. media a trazione fctm:	29.00 daN/cm ²	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0 daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	120.0
3	50.0	120.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	8.3	26
2	45.0	8.3	26
3	-45.0	111.7	26
4	45.0	111.7	26
5	-45.0	15.8	26
6	45.0	15.8	26
7	-45.0	104.2	26
8	45.0	104.2	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	2	10	26
2	3	4	10	26

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	111 di 178

3	5	6	10	26
4	7	8	10	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 5.0 cm
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - 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	155547	297400	0	38674	0
2	26944	-220346	0	-126905	0
3	129705	144692	0	60262	0
4	24932	-219998	0	-127023	0
5	-1372	76146	0	37475	0
6	155547	297400	0	38674	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.9 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 2.5 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
 Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	155547	297400	0	155553	513417	0	1.73	127.4(24.0)
2	S	26944	-220346	0	26946	-461779	0	2.10	127.4(24.0)
3	S	129705	144692	0	129726	503238	0	3.48	127.4(24.0)
4	S	24932	-219998	0	24929	-460949	0	2.10	127.4(24.0)
5	S	-1372	76146	0	-1396	450077	0	5.91	127.4(24.0)
6	S	155547	297400	0	155553	513417	0	1.73	127.4(24.0)

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrip. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	112 di 178

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	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00130	0.399	50.0	120.0	0.00106	45.0	111.7	-0.00196	-45.0	8.3
2	0.00109	0.359	-50.0	0.0	0.00087	-45.0	8.3	-0.00196	-45.0	111.7
3	0.00126	0.391	50.0	120.0	0.00102	45.0	111.7	-0.00196	-45.0	8.3
4	0.00109	0.358	-50.0	0.0	0.00086	-45.0	8.3	-0.00196	-45.0	111.7
5	0.00105	0.349	-50.0	120.0	0.00083	-45.0	111.7	-0.00196	-45.0	8.3
6	0.00130	0.399	50.0	120.0	0.00106	45.0	111.7	-0.00196	-45.0	8.3

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000029133	-0.002198307	0.399	0.938
2	0.000000000	-0.000027309	0.001093886	0.359	0.888
3	0.000000000	0.000028766	-0.002195261	0.391	0.929
4	0.000000000	-0.000027280	0.001090686	0.358	0.887
5	0.000000000	0.000026906	-0.002179820	0.349	0.876
6	0.000000000	0.000029133	-0.002198307	0.399	0.938

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
Passo staffe: 5.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	38674	470945	182260	114.4	100.0	1.000	1.076	9.6	45.2(0.0)
2	S	126905	443359	182260	114.4	100.0	1.000	1.013	31.5	45.2(0.0)
3	S	60262	465402	182260	114.4	100.0	1.000	1.064	15.0	45.2(0.0)
4	S	127023	442928	182260	114.4	100.0	1.000	1.012	31.5	45.2(0.0)
5	S	37475	437580	182260	114.4	100.0	1.000	1.000	9.3	45.2(0.0)
6	S	38674	470945	182260	114.4	100.0	1.000	1.076	9.6	45.2(0.0)

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	113 di 178

9.2.3 Verifica del piedritto in dx

Nelle tabelle seguenti si riportano le sollecitazioni massime derivanti dalle analisi utilizzate nelle successive verifiche.

SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-895.62	-582.47	2219.29	5	3.80	sis9_nl
M3	min	-1122.93	-434.05	-2391.91	4	0.65	sis17_nl
V2	max	-323.60	114.31	649.25	3	6.90	sis14_nl
V2	min	-571.75	-807.15	-2063.34	3	0.60	sis9_nl
P	max	-322.27	113.91	652.90	3	6.90	sis20_nl
P	min	-1143.05	-434.05	-2380.19	4	0.65	sis9_nl

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1084.41	-504.45	2186.33	5	3.80	slu18_nl
M3	min	-1026.38	-312.07	-1931.78	4	0.65	slu12_nl
V2	max	-247.03	301.12	689.13	3	6.90	slu3_nl
V2	min	-496.04	-951.50	-1880.74	3	0.60	slu35_nl
P	max	-247.03	301.12	689.13	3	6.90	slu3_nl
P	min	-1546.30	-268.04	-1390.40	4	0.65	slu32_nl

SLE - RARA		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-802.91	-371.09	1606.97	5	3.80	rar3_nl
M3	min	-367.66	-704.01	-1382.95	3	0.60	rar3_nl
V2	max	-288.84	146.12	621.58	3	6.90	rar2_nl
V2	min	-365.60	-704.25	-1379.98	3	0.60	rar8_nl
P	max	-285.39	140.32	602.17	3	6.90	rar12_nl
P	min	-1050.57	-234.92	-1240.19	4	0.65	rar8_nl

SLE - FREQUENTE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-773.93	-359.98	1557.01	5	3.80	fre3_nl
M3	min	-357.40	-678.05	-1342.80	3	0.60	fre3_nl
V2	max	-287.57	140.52	597.60	3	6.90	fre2_nl
V2	min	-357.40	-678.05	-1342.80	3	0.60	fre3_nl
P	max	-284.07	-599.38	-973.19	3	0.60	fre7_nl
P	min	-1021.36	-225.87	-1213.88	4	0.65	fre3_nl

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	114 di 178

SLE - Q.P.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-286.80	12.50	574.23	3	5.93	qpe2_nl
M3	min	-324.17	-600.01	-1205.62	3	0.60	qpe3_nl
V2	max	-286.80	123.76	508.20	3	6.90	qpe2_nl
V2	min	-324.17	-600.01	-1205.62	3	0.60	qpe3_nl
P	max	-286.80	-599.42	-990.13	3	0.60	qpe2_nl
P	min	-934.30	-190.06	-1083.69	4	0.65	qpe3_nl

9.2.3.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -

Classe:	C30/37
Resis. compr. di progetto fcd:	170.00 daN/cm ²
Resis. compr. ridotta fcd':	85.00 daN/cm ²
Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
Def.unit. ultima ecu:	0.0035
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec:	328360 daN/cm ²
Resis. media a trazione fctm:	29.00 daN/cm ²
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	165.00 daN/cm ²
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	165.00 daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	120.00 daN/cm ²
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	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 progetto fyd:	3913.0 daN/cm ²
Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0 daN/cm ²
Deform. ultima di progetto 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:	3375.0 daN/cm ²

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	115 di 178

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C30/37

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	-45.0	8.3	26
2	45.0	8.3	26
3	-45.0	111.7	26
4	45.0	111.7	26
5	-45.0	104.2	26
6	45.0	104.2	26
7	-45.0	15.8	26
8	45.0	15.8	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	2	8	26
2	3	4	8	26
3	5	6	3	26
4	7	8	3	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 14 mm
Passo staffe: 10.0 cm
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - 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	108441	218633	0	-50445	0
2	102638	-193178	0	-31207	0
3	24703	68913	0	30112	0
4	49604	-188074	0	-95150	0
5	24703	68913	0	30112	0
6	154630	-139040	0	-26804	0

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	116 di 178

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	80291	160697	0
2	36766	-138295	0
3	28884	62158	0
4	36560	-137998	0
5	28539	60217	0
6	105057	-124019	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	77393	155701 (110564)	0 (0)
2	35740	-134280 (-104190)	0 (0)
3	28757	59760 (110102)	0 (0)
4	35740	-134280 (-104190)	0 (0)
5	28407	-97319 (-104864)	0 (0)
6	102136	-121388 (-121664)	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	28680	57423 (110634)	0 (0)
2	32417	-120562 (-104261)	0 (0)
3	28680	50820 (112571)	0 (0)
4	32417	-120562 (-104261)	0 (0)
5	28680	-99013 (-104805)	0 (0)
6	93430	-108369 (-122405)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.9 cm
Copriferro netto minimo staffe: 2.3 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	117 di 178

Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	108441	218633	0	108437	373145	0	1.71	79.6(24.0)
2	S	102638	-193178	0	102631	-370395	0	1.92	79.6(24.0)
3	S	24703	68913	0	24687	333172	0	4.83	79.6(24.0)
4	S	49604	-188074	0	49601	-345120	0	1.84	79.6(24.0)
5	S	24703	68913	0	24687	333172	0	4.83	79.6(24.0)
6	S	154630	-139040	0	154614	-394896	0	2.84	79.6(24.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
 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	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.148	-50.0	120.0	0.00174	-45.0	111.7	-0.02018	-45.0	8.3
2	0.00350	0.146	-50.0	0.0	0.00172	-45.0	8.3	-0.02041	-45.0	111.7
3	0.00350	0.129	-50.0	120.0	0.00148	-45.0	111.7	-0.02370	-45.0	8.3
4	0.00350	0.134	-50.0	0.0	0.00156	-45.0	8.3	-0.02262	-45.0	111.7
5	0.00350	0.129	-50.0	120.0	0.00148	-45.0	111.7	-0.02370	-45.0	8.3
6	0.00350	0.160	-50.0	0.0	0.00187	-45.0	8.3	-0.01839	-45.0	111.7

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 (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000211987	-0.021938438	0.148	0.700
2	0.000000000	-0.000214060	0.003500000	0.146	0.700
3	0.000000000	0.000243543	-0.025725140	0.129	0.700
4	0.000000000	-0.000233845	0.003500000	0.134	0.700
5	0.000000000	0.000243543	-0.025725140	0.129	0.700
6	0.000000000	-0.000195941	0.003500000	0.160	0.700

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 14 mm
 Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
 Ved Taglio di progetto [daN] = proiezione di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	118 di 178

Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	50445	460841	124038	114.4	100.0	1.000	1.053	12.5	30.8(0.0)
2	S	31207	459596	124038	114.4	100.0	1.000	1.050	7.7	30.8(0.0)
3	S	30112	442879	124038	114.4	100.0	1.000	1.012	7.5	30.8(0.0)
4	S	95150	448220	124038	114.4	100.0	1.000	1.024	23.6	30.8(0.0)
5	S	30112	442879	124038	114.4	100.0	1.000	1.012	7.5	30.8(0.0)
6	S	26804	470748	124038	114.4	100.0	1.000	1.076	6.7	30.8(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	68.7	-50.0	120.0	-1665	35.0	8.3	2600	79.6
2	S	57.4	-50.0	0.0	-1614	35.0	111.7	2700	79.6
3	S	26.5	-50.0	120.0	-656	35.0	8.3	2600	79.6
4	S	57.2	-50.0	0.0	-1611	35.0	111.7	2700	79.6
5	S	25.7	-50.0	120.0	-632	35.0	8.3	2600	79.6
6	S	55.0	-50.0	0.0	-1056	35.0	111.7	2350	79.6

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

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

Ver. Esito della verifica
e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
wk Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. 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	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00093	0	0.500	26.0	70	0.00050 (0.00050)	382	0.191 (0.20)	110640	0

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	119 di 178

2	S	-0.00090	0	0.500	26.0	70	0.00048 (0.00048)	388	0.188 (0.20)	-104182	0
3	S	-0.00037	0	0.500	26.0	70	0.00020 (0.00020)	382	0.075 (0.20)	109624	0
4	S	-0.00090	0	0.500	26.0	70	0.00048 (0.00048)	388	0.188 (0.20)	-104158	0
5	S	-0.00035	0	0.500	26.0	70	0.00019 (0.00019)	382	0.073 (0.20)	109891	0
6	S	-0.00060	0	0.500	26.0	70	0.00032 (0.00032)	368	0.117 (0.20)	-121867	0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	66.6	-50.0	120.0	-1616	-15.0	8.3	2600	79.6
2	S	55.7	-50.0	0.0	-1567	35.0	111.7	2700	79.6
3	S	25.5	-50.0	120.0	-625	35.0	8.3	2600	79.6
4	S	55.7	-50.0	0.0	-1567	35.0	111.7	2700	79.6
5	S	40.5	-50.0	0.0	-1122	35.0	111.7	2700	79.6
6	S	53.8	-50.0	0.0	-1037	35.0	111.7	2350	79.6

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00090	0	0.500	26.0	70	0.00048 (0.00048)	382	0.185 (0.20)	110564	0
2	S	-0.00087	0	0.500	26.0	70	0.00047 (0.00047)	388	0.182 (0.20)	-104190	0
3	S	-0.00035	0	0.500	26.0	70	0.00019 (0.00019)	382	0.072 (0.20)	110102	0
4	S	-0.00087	0	0.500	26.0	70	0.00047 (0.00047)	388	0.182 (0.20)	-104190	0
5	S	-0.00063	0	0.500	26.0	70	0.00034 (0.00034)	388	0.130 (0.20)	-104864	0
6	S	-0.00059	0	0.500	26.0	70	0.00031 (0.00031)	368	0.115 (0.20)	-121664	0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	24.6	-50.0	120.0	-595	35.0	8.3	2600	79.6
2	S	50.0	-50.0	0.0	-1405	35.0	111.7	2700	79.6
3	S	21.9	-50.0	120.0	-509	35.0	8.3	2550	79.6
4	S	50.0	-50.0	0.0	-1405	35.0	111.7	2700	79.6
5	S	41.2	-50.0	0.0	-1142	35.0	111.7	2700	79.6
6	S	48.1	-50.0	0.0	-914	35.0	111.7	2350	79.6

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00033	0	0.500	26.0	70	0.00018 (0.00018)	382	0.068 (0.20)	110634	0
2	S	-0.00078	0	0.500	26.0	70	0.00047 (0.00042)	388	0.183 (0.20)	-104261	0
3	S	-0.00029	0	0.500	26.0	70	0.00015 (0.00015)	380	0.058 (0.20)	112571	0
4	S	-0.00078	0	0.500	26.0	70	0.00047 (0.00042)	388	0.183 (0.20)	-104261	0
5	S	-0.00064	0	0.500	26.0	70	0.00034 (0.00034)	388	0.133 (0.20)	-104805	0
6	S	-0.00052	0	0.500	26.0	70	0.00027 (0.00027)	368	0.101 (0.20)	-122405	0

9.2.3.2 Verifica in condizioni sismiche
DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Tipologia sezione:

Normativa di riferimento:

Percorso sollecitazione:

Resistenze agli Stati Limite Ultimi

Sezione generica di Trave di fondazione in combinazione sismica

N.T.C.

A Sforzo Norm. costante

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	120 di 178

Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resis. compr. di progetto fcd:	170.00	daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	85.00	daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	328360	daN/cm ²
Resis. media a trazione fctm:	29.00	daN/cm ²	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito		

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	120.0
3	50.0	120.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	8.3	26
2	45.0	8.3	26
3	-45.0	111.7	26
4	45.0	111.7	26
5	-45.0	104.2	26
6	45.0	104.2	26
7	-45.0	15.8	26
8	45.0	15.8	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	2	8	26
2	3	4	8	26
3	5	6	3	26

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	121 di 178

4 7 8 3 26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 14 mm
Passo staffe: 10.0 cm
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - 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	89562	221929	0	-58247	0
2	112293	-239191	0	-43405	0
3	32360	64925	0	11431	0
4	57175	-206334	0	-80715	0
5	32227	65290	0	11391	0
6	114305	-238019	0	-43405	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.9 cm
Copriferro netto minimo staffe: 2.3 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	89562	221929	0	89548	364182	0	1.64	79.6(24.0)
2	S	112293	-239191	0	112297	-374973	0	1.57	79.6(24.0)
3	S	32360	64925	0	32384	336868	0	5.19	79.6(24.0)
4	S	57175	-206334	0	57193	-348754	0	1.69	79.6(24.0)
5	S	32227	65290	0	32243	336800	0	5.16	79.6(24.0)
6	S	114305	-238019	0	114295	-375920	0	1.58	79.6(24.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
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.)

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	122 di 178

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	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.143	-50.0	120.0	0.00168	-45.0	111.7	-0.02094	-45.0	8.3
2	0.00350	0.149	-50.0	0.0	0.00175	-45.0	8.3	-0.02002	-45.0	111.7
3	0.00350	0.130	-50.0	120.0	0.00150	-45.0	111.7	-0.02337	-45.0	8.3
4	0.00350	0.136	-50.0	0.0	0.00158	-45.0	8.3	-0.02229	-45.0	111.7
5	0.00350	0.130	-50.0	120.0	0.00150	-45.0	111.7	-0.02337	-45.0	8.3
6	0.00350	0.149	-50.0	0.0	0.00176	-45.0	8.3	-0.01994	-45.0	111.7

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 (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000218835	-0.022760186	0.143	0.700
2	0.000000000	-0.000210599	0.003500000	0.149	0.700
3	0.000000000	0.000240526	-0.025363127	0.130	0.700
4	0.000000000	-0.000230920	0.003500000	0.136	0.700
5	0.000000000	0.000240582	-0.025369789	0.130	0.700
6	0.000000000	-0.000209877	0.003500000	0.149	0.700

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 14 mm
Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	58247	456791	124038	114.4	100.0	1.000	1.044	14.5	30.8(0.0)
2	S	43405	461667	124038	114.4	100.0	1.000	1.055	10.8	30.8(0.0)
3	S	11431	444521	124038	114.4	100.0	1.000	1.016	2.8	30.8(0.0)
4	S	80715	449844	124038	114.4	100.0	1.000	1.028	20.0	30.8(0.0)
5	S	11391	444493	124038	114.4	100.0	1.000	1.016	2.8	30.8(0.0)
6	S	43405	462098	124038	114.4	100.0	1.000	1.056	10.8	30.8(0.0)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA LERCARA DIR- CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)
Gallerie Artificiali

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	123 di 178

9.2.4 Verifica della soletta inferiore

Nelle tabelle seguenti si riportano le sollecitazioni massime derivanti dalle analisi utilizzate nelle successive verifiche.

SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1555.47	386.74	2974.00	413	0.00	sis12_nl
M3	min	-1517.01	1049.69	-2340.93	601	0.30	sis17_nl
V2	max	-1554.30	1050.31	-2202.32	601	0.30	sis18_nl
V2	min	-1252.50	-22.36	-1651.18	601	0.00	sis19_nl
P	max	-1251.18	464.59	2223.77	413	0.00	sis13_nl
P	min	-1555.47	386.74	2974.00	413	0.00	sis12_nl

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1683.25	941.30	3150.62	413	0.00	slu31_nl
M3	min	-1610.52	65.80	-2131.89	434	0.30	slu18_nl
V2	max	-1683.25	1031.02	1366.35	418	0.30	slu31_nl
V2	min	-1223.96	-467.40	-1247.84	601	0.00	slu3_nl
P	max	-1064.31	762.77	2155.84	413	0.00	slu20_nl
P	min	-1683.25	941.30	3150.62	413	0.00	slu31_nl

SLE - RARA		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1240.47	525.92	2320.22	413	0.00	rar6_nl
M3	min	-1195.55	26.72	-1557.18	434	0.30	rar3_nl
V2	max	-1240.47	741.25	207.21	423	0.30	rar6_nl
V2	min	-1226.58	-193.90	-1343.43	601	0.00	rar12_nl
P	max	-1183.69	516.71	2116.75	413	0.00	rar10_nl
P	min	-1240.47	525.92	2320.22	413	0.00	rar6_nl

SLE - FREQUENTE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1224.40	517.57	2263.05	413	0.00	fre2_nl
M3	min	-1181.59	18.34	-1507.50	434	0.30	fre3_nl
V2	max	-1224.40	709.37	36.44	424	0.30	fre2_nl
V2	min	-1182.27	-179.63	-1202.23	601	0.00	fre7_nl
P	max	-1139.45	491.17	1974.07	413	0.00	fre8_nl
P	min	-1224.40	517.57	2263.05	413	0.00	fre2_nl

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	124 di 178

SLE - Q.P.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1179.54	491.80	2126.75	413	0.00	qpe2_nl
M3	min	-1142.18	145.26	-1352.26	433	0.30	qpe3_nl
V2	max	-1179.54	660.91	206.43	423	0.30	qpe2_nl
V2	min	-1179.54	-179.54	-1211.16	601	0.00	qpe2_nl
P	max	-1142.18	491.21	1983.38	413	0.00	qpe3_nl
P	min	-1179.54	491.80	2126.75	413	0.00	qpe2_nl

9.2.4.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -

Classe:	C30/37
Resis. compr. di progetto fcd:	170.00 daN/cm ²
Resis. compr. ridotta fcd':	85.00 daN/cm ²
Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
Def.unit. ultima ecu:	0.0035
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec:	328360 daN/cm ²
Resis. media a trazione fctm:	29.00 daN/cm ²
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	165.00 daN/cm ²
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	165.00 daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	120.00 daN/cm ²
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	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 progetto fyd:	3913.0 daN/cm ²
Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0 daN/cm ²
Deform. ultima di progetto 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:	3375.0 daN/cm ²

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	125 di 178

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	130.0
3	50.0	130.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-41.6	8.4	28
2	41.6	8.4	28
3	-41.6	121.6	28
4	41.6	121.6	28
5	-41.6	15.9	28
6	41.6	15.9	28

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	2	8	28
2	3	4	8	28
3	5	6	8	28

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 14 mm
Passo staffe: 10.0 cm
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - 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	168325	315062	0	94130	0
2	161052	-213189	0	6580	0
3	168325	136635	0	103102	0
4	122396	-124784	0	-46740	0
5	106431	215584	0	76277	0
6	168325	315062	0	94130	0

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

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	126 di 178

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	124047	232022	0
2	119555	-155718	0
3	124047	20721	0
4	122658	-134343	0
5	118369	211675	0
6	124047	232022	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	122440	226305 (141202)	0 (0)
2	118159	-150750 (-143316)	0 (0)
3	122440	3644 (0)	0 (0)
4	118227	-120223 (-154079)	0 (0)
5	113945	197407 (142624)	0 (0)
6	122440	226305 (141202)	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	117954	212675 (141733)	0 (0)
2	114218	-135226 (-146434)	0 (0)
3	117954	20643 (0)	0 (0)
4	117954	-121116 (-153530)	0 (0)
5	114218	198338 (142572)	0 (0)
6	117954	212675 (141733)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.7 cm
Copriferro netto minimo staffe: 5.6 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	127 di 178

My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	168325	315062	0	168297	606436	0	1.91	123.2(26.0)
2	S	161052	-213189	0	161066	-368793	0	1.75	61.6(26.0)
3	S	168325	136635	0	168297	606436	0	4.28	123.2(26.0)
4	S	122396	-124784	0	122377	-348736	0	2.87	61.6(26.0)
5	S	106431	215584	0	106421	580368	0	2.66	123.2(26.0)
6	S	168325	315062	0	168297	606436	0	1.91	123.2(26.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
 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	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.245	-50.0	130.0	0.00251	41.6	121.6	-0.01081	-41.6	8.4
2	0.00350	0.128	-50.0	0.0	0.00161	-41.6	8.4	-0.02389	-41.6	121.6
3	0.00350	0.245	-50.0	130.0	0.00251	41.6	121.6	-0.01081	-41.6	8.4
4	0.00350	0.122	-50.0	0.0	0.00152	-41.6	8.4	-0.02509	-41.6	121.6
5	0.00350	0.208	-50.0	130.0	0.00234	41.6	121.6	-0.01336	-41.6	8.4
6	0.00350	0.245	-50.0	130.0	0.00251	41.6	121.6	-0.01081	-41.6	8.4

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 (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000117687	-0.011799334	0.245	0.746
2	0.000000000	-0.000225210	0.003500000	0.128	0.700
3	0.000000000	0.000117687	-0.011799334	0.245	0.746
4	0.000000000	-0.000235120	0.003500000	0.122	0.700
5	0.000000000	0.000138645	-0.014523788	0.208	0.700
6	0.000000000	0.000117687	-0.011799334	0.245	0.746

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 14 mm
 Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
 Ved Taglio di progetto [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	128 di 178

Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	94130	500958	131953	121.7	100.0	1.000	1.076	22.0	30.8(0.0)
2	S	6580	499426	131953	121.7	100.0	1.000	1.073	1.5	30.8(0.0)
3	S	103102	500958	131953	121.7	100.0	1.000	1.076	24.1	30.8(0.0)
4	S	46740	491283	131953	121.7	100.0	1.000	1.055	10.9	30.8(0.0)
5	S	76277	487921	131953	121.7	100.0	1.000	1.048	17.8	30.8(0.0)
6	S	94130	500958	131953	121.7	100.0	1.000	1.076	22.0	30.8(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	82.0	-50.0	130.0	-1453	32.4	8.4	2500	123.2
2	S	57.1	-50.0	0.0	-1427	32.4	121.6	2100	61.6
3	S	14.1	-50.0	130.0	44	4.6	8.4	---	---
4	S	49.6	-50.0	0.0	-1103	-13.9	121.6	2100	61.6
5	S	75.1	50.0	130.0	-1308	32.4	8.4	2450	123.2
6	S	82.0	-50.0	130.0	-1453	32.4	8.4	2500	123.2

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
Ver. Esito della verifica
e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
wk Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. 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	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00082	0	0.500	28.0	70	0.00050 (0.00044)	335	0.166 (0.20)	140953	0

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	129 di 178

2	S	-0.00079	0	0.500	28.0	70	0.00043 (0.00043)	400	0.171 (0.20)	-142515	0
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0	0
4	S	-0.00062	0	0.500	28.0	70	0.00033 (0.00033)	400	0.132 (0.20)	-150104	0
5	S	-0.00074	0	0.500	28.0	70	0.00043 (0.00039)	333	0.142 (0.20)	141913	0
6	S	-0.00082	0	0.500	28.0	70	0.00050 (0.00044)	335	0.166 (0.20)	140953	0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	80.0	-50.0	130.0	-1412	32.4	8.4	2450	123.2
2	S	55.3	-50.0	0.0	-1365	32.4	121.6	2100	61.6
3	S	9.6	-50.0	130.0	95	32.4	8.4	---	---
4	S	44.6	-50.0	0.0	-933	32.4	121.6	2100	61.6
5	S	70.2	-50.0	130.0	-1208	32.4	8.4	2450	123.2
6	S	80.0	-50.0	130.0	-1412	32.4	8.4	2450	123.2

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00080	0	0.500	28.0	70	0.00048 (0.00042)	333	0.160 (0.20)	141202	0
2	S	-0.00076	0	0.500	28.0	70	0.00041 (0.00041)	400	0.164 (0.20)	-143316	0
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0	0
4	S	-0.00052	0	0.500	28.0	70	0.00028 (0.00028)	400	0.112 (0.20)	-154079	0
5	S	-0.00068	0	0.500	28.0	70	0.00038 (0.00036)	333	0.126 (0.20)	142624	0
6	S	-0.00080	0	0.500	28.0	70	0.00048 (0.00042)	333	0.160 (0.20)	141202	0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	75.4	-50.0	130.0	-1318	32.4	8.4	2450	123.2
2	S	49.8	-50.0	0.0	-1170	32.4	121.6	2100	61.6
3	S	13.7	-50.0	130.0	39	32.4	8.4	---	---
4	S	44.9	50.0	0.0	-948	-32.4	121.6	2100	61.6
5	S	70.5	-50.0	130.0	-1215	32.4	8.4	2450	123.2
6	S	75.4	-50.0	130.0	-1318	32.4	8.4	2450	123.2

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00074	0	0.500	28.0	70	0.00051 (0.00040)	333	0.169 (0.20)	141733	0
2	S	-0.00065	0	0.500	28.0	70	0.00035 (0.00035)	400	0.141 (0.20)	-146434	0
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0	0
4	S	-0.00053	0	0.500	28.0	70	0.00028 (0.00028)	400	0.114 (0.20)	-153530	0
5	S	-0.00069	0	0.500	28.0	70	0.00046 (0.00036)	333	0.152 (0.20)	142572	0
6	S	-0.00074	0	0.500	28.0	70	0.00051 (0.00040)	333	0.169 (0.20)	141733	0

9.2.4.2 Verifica in condizioni sismiche
DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Tipologia sezione:

Normativa di riferimento:

Percorso sollecitazione:

Resistenze in campo sostanzialmente elastico

Sezione generica di Trave di fondazione in combinazione sismica

N.T.C.

A Sforzo Norm. costante

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	130 di 178

Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resis. compr. di progetto fcd:	170.00	daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	85.00	daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	328360	daN/cm ²
Resis. media a trazione fctm:	29.00	daN/cm ²	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito		

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	130.0
3	50.0	130.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-41.6	8.4	28
2	41.6	8.4	28
3	-41.6	121.6	28
4	41.6	121.6	28
5	-41.6	15.9	28
6	41.6	15.9	28

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	2	8	28
2	3	4	8	28
3	5	6	8	28

ARMATURE A TAGLIO

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	131 di 178

Diametro staffe: 14 mm
Passo staffe: 10.0 cm
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - 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	155547	297400	0	38674	0
2	151701	-234093	0	104969	0
3	155430	-220232	0	105031	0
4	125250	-165118	0	-2236	0
5	125118	222377	0	46459	0
6	155547	297400	0	38674	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 4.7 cm
Copriferro netto minimo staffe: 5.6 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	155547	297400	0	155538	542309	0	1.81	123.2(26.0)
2	S	151701	-234093	0	151715	-342139	0	1.47	61.6(26.0)
3	S	155430	-220232	0	155411	-343914	0	1.58	61.6(26.0)
4	S	125250	-165118	0	125236	-329363	0	2.03	61.6(26.0)
5	S	125118	222377	0	125136	530062	0	2.35	123.2(26.0)
6	S	155547	297400	0	155538	542309	0	1.81	123.2(26.0)

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
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.)

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	132 di 178

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	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00141	0.419	-50.0	130.0	0.00118	41.6	121.6	-0.00196	-41.6	8.4
2	0.00089	0.312	-50.0	0.0	0.00069	-41.6	8.4	-0.00196	-41.6	121.6
3	0.00089	0.314	-50.0	0.0	0.00070	-41.6	8.4	-0.00196	-41.6	121.6
4	0.00085	0.302	-50.0	0.0	0.00065	-41.6	8.4	-0.00196	-41.6	121.6
5	0.00135	0.409	-50.0	130.0	0.00113	41.6	121.6	-0.00196	-41.6	8.4
6	0.00141	0.419	-50.0	130.0	0.00118	41.6	121.6	-0.00196	-41.6	8.4

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 (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000027683	-0.002189041	0.419	0.963
2	0.000000000	-0.000023390	0.000887717	0.312	0.830
3	0.000000000	-0.000023438	0.000893513	0.314	0.832
4	0.000000000	-0.000023047	0.000846061	0.302	0.817
5	0.000000000	0.000027226	-0.002185196	0.409	0.951
6	0.000000000	0.000027683	-0.002189041	0.419	0.963

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 14 mm
Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [daN] = proiezione di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro
Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vvd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con L =lunghezza legatura proiettata sulla direzione del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direzione del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vvd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	38674	498266	131953	121.7	100.0	1.000	1.070	9.0	30.8(0.0)
2	S	104969	497456	131953	121.7	100.0	1.000	1.069	24.5	30.8(0.0)
3	S	105031	498241	131953	121.7	100.0	1.000	1.070	24.5	30.8(0.0)
4	S	2236	491884	131953	121.7	100.0	1.000	1.057	0.5	30.8(0.0)
5	S	46459	491857	131953	121.7	100.0	1.000	1.057	10.8	30.8(0.0)
6	S	38674	498266	131953	121.7	100.0	1.000	1.070	9.0	30.8(0.0)

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	133 di 178

9.3 Risultati e verifiche Modello 2

Nelle immagini a seguire si riportano i digrammi di involuppo delle sollecitazioni per gli stati limite ultimi statici e sismici e per gli stati limite d'esercizio, relativamente al Modello 1.

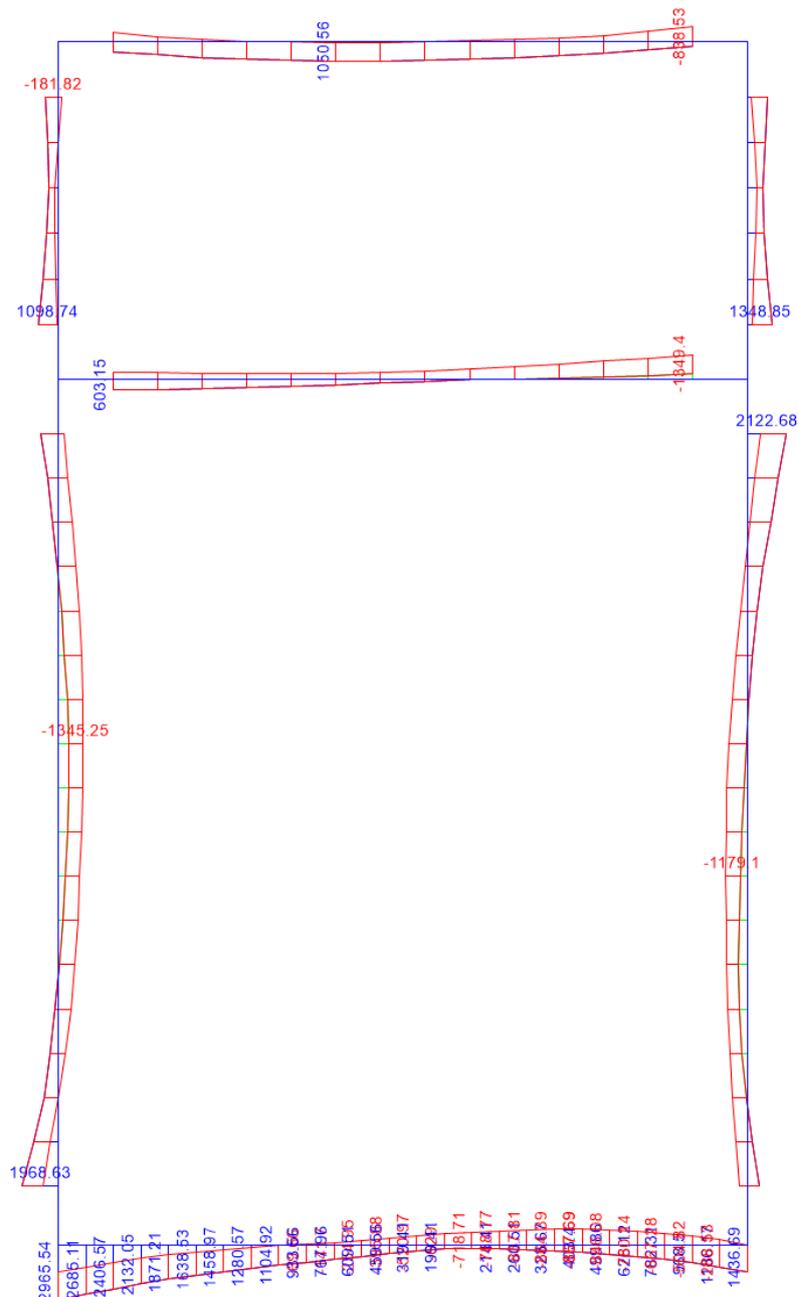


Figura 55 – Momento flettente enve-SLU.

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	134 di 178

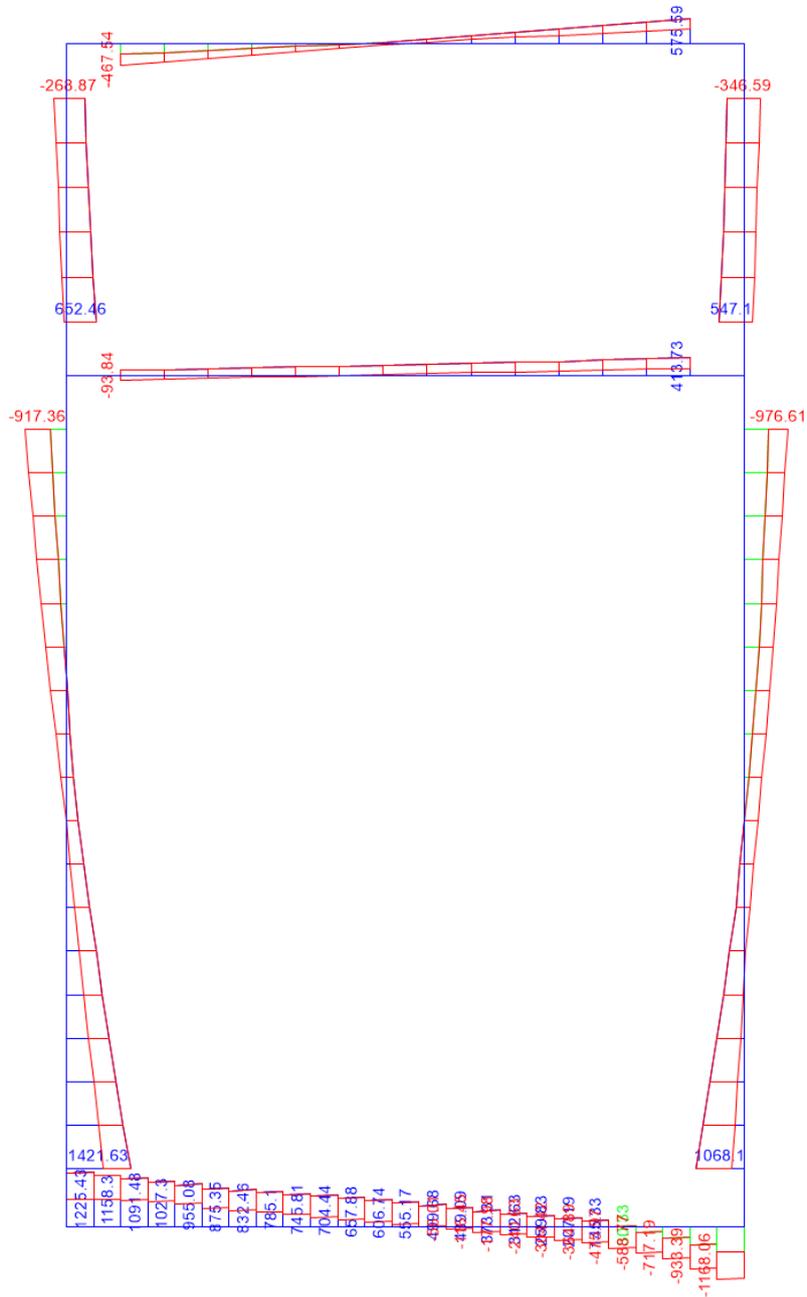


Figura 56 – Taglio enve-SLU.

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	135 di 178

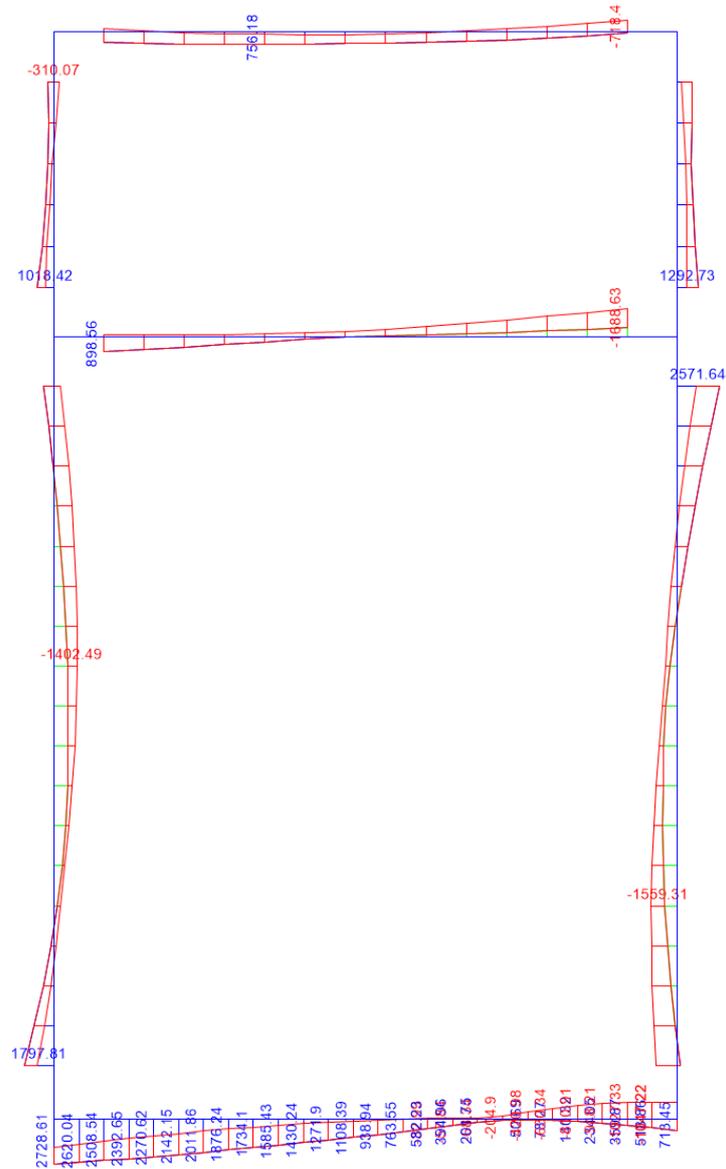


Figura 57 – Momento flettente enve-SLV.

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	136 di 178

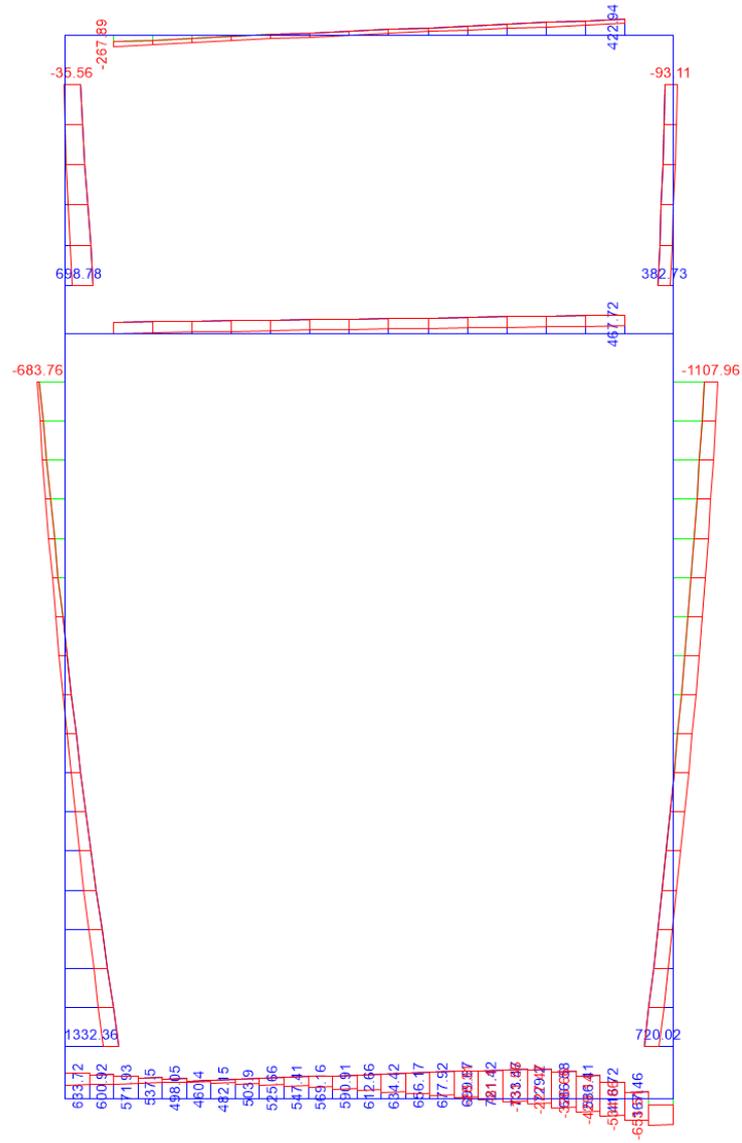


Figura 58 – Taglio enve-SLV.

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	137 di 178

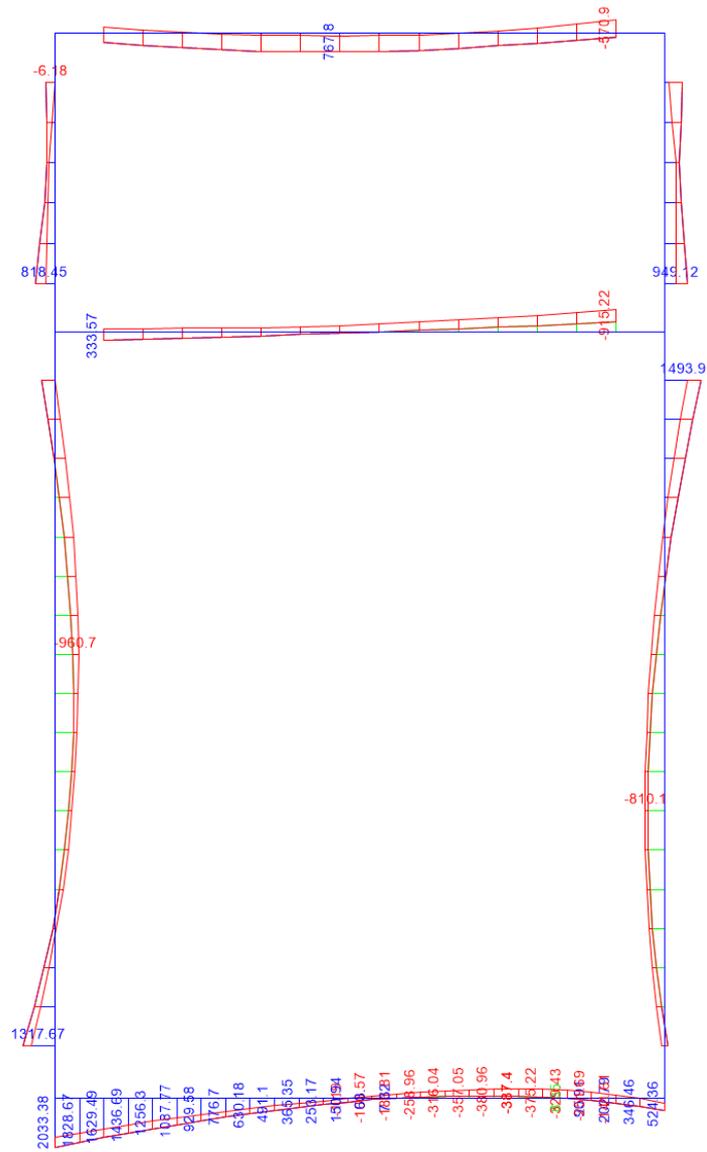


Figura 59 – Momento flettente enve-SLE.

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	138 di 178

9.3.1 Verifica soletta superiore

Nelle tabelle seguenti si riportano le sollecitazioni massime derivanti dalle analisi utilizzate nelle successive verifiche.

SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	218.83	17.99	756.18	1	2.54	sis10_nl
M3	min	-137.12	422.94	-718.40	1	6.90	sis15_nl
V2	max	-42.33	422.94	-536.19	1	6.90	sis5_nl
V2	min	-17.34	-267.89	-21.71	1	0.60	sis3_nl
P	max	254.12	-149.37	624.74	1	0.60	sis12_nl
P	min	-137.71	346.56	-451.75	1	6.90	sis13_nl

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	213.25	-31.65	1050.56	1	3.02	slu33_nl
M3	min	-294.94	575.59	-838.53	1	6.90	slu18_nl
V2	max	-124.13	575.59	-510.49	1	6.90	slu5_nl
V2	min	206.08	-467.54	326.01	1	0.60	slu3_nl
P	max	316.92	-240.44	526.53	1	0.60	slu16_nl
P	min	-397.12	529.67	-794.01	1	6.90	slu20_nl

SLE - RARA		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	158.74	25.07	767.80	1	3.51	rar6_nl
M3	min	-200.73	418.65	-570.90	1	6.90	rar3_nl
V2	max	-86.87	418.65	-352.21	1	6.90	rar1_nl
V2	min	-43.65	-312.29	-17.18	1	0.60	rar1_nl
P	max	183.02	-299.21	340.73	1	0.60	rar12_nl
P	min	-200.73	418.65	-570.90	1	6.90	rar3_nl

SLE - FREQUENTE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	165.48	19.81	746.18	1	3.51	fre2_nl
M3	min	-186.12	391.99	-537.79	1	6.90	fre3_nl
V2	max	-72.25	391.99	-319.10	1	6.90	fre1_nl
V2	min	-39.84	-299.21	-26.83	1	0.60	fre1_nl
P	max	191.87	-259.97	311.02	1	0.60	fre7_nl
P	min	-186.12	391.99	-537.79	1	6.90	fre3_nl

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	139 di 178

SLE - Q.P.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	172.90	4.03	646.66	1	3.51	qpe2_nl
M3	min	-123.29	312.02	-402.00	1	6.90	qpe3_nl
V2	max	-28.40	312.02	-219.76	1	6.90	qpe1_nl
V2	min	-28.40	-259.97	-55.79	1	0.60	qpe1_nl
P	max	172.90	-259.97	274.57	1	0.60	qpe2_nl
P	min	-123.29	-259.97	-238.03	1	0.60	qpe3_nl

9.3.1.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

Descrizione Sezione:	Stati Limite Ultimi
Metodo di calcolo resistenza:	N.T.C.
Normativa di riferimento:	Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica
Tipologia sezione:	Rettangolare
Forma della sezione:	A Sforzo Norm. costante
Percorso sollecitazione:	Poco aggressive
Condizioni Ambientali:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento Sforzi assegnati:	Zona non sismica
Riferimento alla sismicit�:	Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto fcd:	170.00 daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	85.00 daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	328360 daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	29.00 daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	165.00 daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	165.00 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	120.00 daN/cm ²
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0 daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. β1*β2:	1.00
	Coeff. Aderenza differito β1*β2:	0.50
	Comb.Rare - Sf Limite:	3375.0 daN/cm ²

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	140 di 178

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	120.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	-21325	105056	-3165	0
2	29494	-83853	57559	0
3	12413	-51049	57559	0
4	-20608	32601	-46754	0
5	-31692	52653	-24044	0
6	39712	-79401	52967	0

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	-15874	76780
2	20073	-57090
3	8687	-35221
4	4365	-1718
5	-18302	34073
6	20073	-57090

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	-16548	74618 (85823)
2	18612	-53779 (-97931)
3	7225	-31910 (-95103)
4	3984	-2683 (-136569)
5	-19187	31102 (79025)
6	18612	-53779 (-97931)

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	141 di 178

N°Comb.	N	Mx
1	-17290	64666 (84979)
2	12329	-40200 (-96981)
3	2840	-21976 (-92924)
4	2840	-5579 (-102063)
5	-17290	27457 (78822)
6	12329	-23803 (-102299)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.5	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm ²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	-21325	105056	-21315	209488	1.994	110.3	0.09	0.70	53.1 (24.0)
2	S	29494	-83853	29504	-235721	2.811	10.9	0.10	0.70	53.1 (24.0)
3	S	12413	-51049	12397	-226908	4.445	10.4	0.09	0.70	53.1 (24.0)
4	S	-20608	32601	-20593	209863	6.437	110.3	0.09	0.70	53.1 (24.0)
5	S	-31692	52653	-31690	204113	3.877	110.5	0.08	0.70	53.1 (24.0)
6	S	39712	-79401	39702	-240963	3.035	11.1	0.10	0.70	53.1 (24.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
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)
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 compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X, Y, O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	120.0	0.00050	111.7	-0.03686	8.3
2	0.00350	0.0	0.00083	8.3	-0.03248	111.7
3	0.00350	0.0	0.00072	8.3	-0.03393	111.7
4	0.00350	120.0	0.00051	111.7	-0.03680	8.3
5	0.00350	120.0	0.00043	111.7	-0.03780	8.3
6	0.00350	0.0	0.00089	8.3	-0.03164	111.7

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 12 mm

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	142 di 178

Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 30.2 cm]
N.Bracci staffe: 4
Area staffe/m : 22.6 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm²/m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
bw|d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	Ast
1	S	-3165	0	427254	88979 100.0	111.7	1.000	1.000	0.8
2	S	57559	50376	433431	88979 100.0	111.7	1.000	1.014	14.6
3	S	57559	47991	429853	88979 100.0	111.7	1.000	1.006	14.6
4	S	-46754	0	427254	88979 100.0	111.7	1.000	1.000	11.9
5	S	-24044	0	427254	88979 100.0	111.7	1.000	1.000	6.1
6	S	52967	51803	435571	88979 100.0	111.7	1.000	1.019	13.5

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)
Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm²)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.
(D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	34.3	120.0	0.0	92.2	-1556	111.7	20.8	2075	53.1	9.3
2	S	27.9	0.0	0.0	35.9	-884	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
3	S	17.1	0.0	0.0	34.5	-576	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
4	S	0.9	0.0	0.0	94.9	-4	8.3	11.4	1140	53.1	9.3
5	S	14.0	120.0	0.0	96.5	-792	111.7	20.8	2075	53.1	9.3
6	S	27.9	0.0	0.0	35.9	-884	8.3	20.8	2075	53.1	9.3

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver Esito verifica
e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2) in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm Distanza massima in mm tra le fessure
wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess. Momento di prima fessurazione [daNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00086	0.00026	0.50	0.60	0.000467 (0.000467)	411	0.192 (0.20)	86105

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	143 di 178

2	S	-0.00049	0.00021	0.50	0.60	0.000265 (0.000265)	411	0.109 (0.20)	-98065
3	S	-0.00032	0.00013	0.50	0.60	0.000173 (0.000173)	411	0.071 (0.20)	-95570
4	S	0.00000	0.00001	0.50	0.60	0.000001 (0.000001)	333	0.000 (0.20)	-215340
5	S	-0.00043	0.00011	0.50	0.60	0.000237 (0.000237)	411	0.098 (0.20)	80309
6	S	-0.00049	0.00021	0.50	0.60	0.000265 (0.000265)	411	0.109 (0.20)	-98065

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	33.2	120.0	0.0	92.4	-1522	111.7	20.8	2075	53.1	9.3
2	S	26.2	0.0	0.0	35.8	-835	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
3	S	15.4	0.0	0.0	34.2	-527	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
4	S	1.4	0.0	0.0	62.1	-19	8.3	20.6	2063	53.1	9.3
5	S	12.5	120.0	0.0	97.5	-745	111.7	20.8	2075	53.1	9.3
6	S	26.2	0.0	0.0	35.8	-835	8.3	20.8	2075	53.1	9.3

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00084	0.00025	0.50	0.60	0.000457 (0.000457)	411	0.188 (0.20)	85823
2	S	-0.00046	0.00020	0.50	0.60	0.000251 (0.000251)	411	0.103 (0.20)	-97931
3	S	-0.00029	0.00012	0.50	0.60	0.000158 (0.000158)	411	0.065 (0.20)	-95103
4	S	-0.00001	0.00001	0.50	0.60	0.000006 (0.000006)	410	0.002 (0.20)	-136569
5	S	-0.00041	0.00009	0.50	0.60	0.000224 (0.000224)	411	0.092 (0.20)	79025
6	S	-0.00046	0.00020	0.50	0.60	0.000251 (0.000251)	411	0.103 (0.20)	-97931

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	28.5	120.0	0.0	93.1	-1346	111.7	20.8	2075	53.1	9.3
2	S	19.6	0.0	0.0	35.4	-638	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
3	S	10.5	0.0	0.0	32.8	-381	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
4	S	2.8	0.0	0.0	43.9	-79	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
5	S	11.0	120.0	0.0	97.7	-661	111.7	20.8	2075	53.1	9.3
6	S	11.9	0.0	0.0	38.8	-336	8.3	20.8	2075	53.1	9.3

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00074	0.00021	0.50	0.40	0.000411 (0.000404)	411	0.169 (0.20)	84979
2	S	-0.00035	0.00015	0.50	0.40	0.000191 (0.000191)	411	0.079 (0.20)	-96981
3	S	-0.00021	0.00008	0.50	0.40	0.000114 (0.000114)	411	0.047 (0.20)	-92924
4	S	-0.00004	0.00002	0.50	0.40	0.000024 (0.000024)	411	0.010 (0.20)	-102063
5	S	-0.00036	0.00008	0.50	0.40	0.000198 (0.000198)	411	0.081 (0.20)	78822
6	S	-0.00019	0.00009	0.50	0.40	0.000101 (0.000101)	411	0.041 (0.20)	-102299

9.3.1.2 Verifica in condizioni sismiche
DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Normativa di riferimento:

Tipologia sezione:

Forma della sezione:

Resistenze in campo sostanzialmente elastico

N.T.C.

Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica

Rettangolare

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	144 di 178

Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
 Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto fcd:	170.00 daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	85.00 daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	328360 daN/cm ²
Resis. media a trazione fctm:	29.00 daN/cm ²	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0 daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	120.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
 Vy Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
 MT Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	-21883	75618	1799	0
2	13712	-71840	42294	0
3	4233	-53619	42294	0
4	1734	-2171	-26789	0
5	-25412	62474	-14937	0
6	13771	-45175	34656	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.5	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	145 di 178

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
 N Ult Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx re Momento resistente sost. elastico [daNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.1.1 NTC]: non richiesto per calcolo non dissipativo
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
 As Tesa Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	-21883	75618	-21869	201760	2.668	92.1	0.25	0.75	53.1 (24.0)
2	S	13712	-71840	13718	-218337	3.039	30.3	0.27	0.78	53.1 (24.0)
3	S	4233	-53619	4235	-213958	3.990	29.7	0.27	0.77	53.1 (24.0)
4	S	1734	-2171	1721	-212791	98.015	29.5	0.26	0.77	53.1 (24.0)
5	S	-25412	62474	-25439	200076	3.203	92.4	0.25	0.75	53.1 (24.0)
6	S	13771	-45175	13774	-218362	4.834	30.3	0.27	0.78	53.1 (24.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 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)
 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 compressione)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00065	120.0	0.00046	111.7	-0.00196	8.3
2	0.00073	0.0	0.00053	8.3	-0.00196	111.7
3	0.00071	0.0	0.00051	8.3	-0.00196	111.7
4	0.00070	0.0	0.00051	8.3	-0.00196	111.7
5	0.00064	120.0	0.00045	111.7	-0.00196	8.3
6	0.00073	0.0	0.00053	8.3	-0.00196	111.7

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 30.2 cm]
 N.Bracci staffe: 4
 Area staffe/m : 22.6 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm²/m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
 Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
 bw|d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	AST
1	S	1799	0	427254	88979 100.0	111.7	1.000	1.000	0.5
2	S	42294	48172	430125	88979 100.0	111.7	1.000	1.007	10.8



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)
Gallerie Artificiali

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	146 di 178

3	S	42294	46849	428140	88979 100.0 111.7	1.000 1.002	10.8
4	S	-26789	46500	427617	88979 100.0 111.7	1.000 1.001	6.8
5	S	-14937	0	427254	88979 100.0 111.7	1.000 1.000	3.8
6	S	34656	48181	430138	88979 100.0 111.7	1.000 1.007	8.8

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	147 di 178

9.3.2 Verifica soletta intermedia

Nelle tabelle seguenti si riportano le sollecitazioni massime derivanti dalle analisi utilizzate nelle successive verifiche.

SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1560.39	274.69	898.56	2	0.60	sis16_nl
M3	min	-1247.74	467.72	-1688.63	2	6.90	sis15_nl
V2	max	-1355.26	467.72	-1616.57	2	6.90	sis5_nl
V2	min	-1076.70	10.71	-30.07	2	0.60	sis3_nl
P	max	-968.91	10.71	-102.02	2	0.60	sis13_nl
P	min	-1605.30	462.33	-1436.87	2	6.90	sis12_nl

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-973.87	77.43	603.15	2	0.60	slu19_nl
M3	min	-953.33	371.41	-1349.40	2	6.90	slu35_nl
V2	max	-1459.80	413.73	-838.04	2	6.90	slu31_nl
V2	min	-1413.72	-93.84	-391.34	2	0.60	slu9_nl
P	max	-454.44	55.96	148.63	2	0.60	slu20_nl
P	min	-1631.93	97.33	428.14	2	0.60	slu13_nl

SLE - RARA		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1136.95	59.42	333.57	2	0.60	rar2_nl
M3	min	-758.50	248.36	-915.22	2	6.90	rar8_nl
V2	max	-882.37	248.36	-826.60	2	6.90	rar1_nl
V2	min	-764.74	43.51	5.45	2	0.60	rar10_nl
P	max	-753.03	59.42	56.57	2	0.60	rar3_nl
P	min	-1148.66	43.51	282.45	2	0.60	rar12_nl

SLE - FREQUENTE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1141.82	43.51	285.31	2	0.60	fre2_nl
M3	min	-757.90	232.46	-861.00	2	6.90	fre3_nl
V2	max	-887.25	232.46	-774.67	2	6.90	fre1_nl
V2	min	-1156.45	-4.20	140.52	2	0.60	fre7_nl
P	max	-757.90	43.51	8.31	2	0.60	fre3_nl
P	min	-1156.45	-4.20	140.52	2	0.60	fre7_nl

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	148 di 178

SLE - Q.P.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1134.89	-4.20	126.13	2	0.60	qpe2_nl
M3	min	-794.08	184.75	-690.81	2	6.90	qpe3_nl
V2	max	-901.87	184.75	-618.86	2	6.90	qpe1_nl
V2	min	-901.87	-4.20	-50.14	2	0.60	qpe1_nl
P	max	-794.08	-4.20	-122.09	2	0.60	qpe3_nl
P	min	-1134.89	-4.20	126.13	2	0.60	qpe2_nl

9.3.2.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

Descrizione Sezione:	Stati Limite Ultimi
Metodo di calcolo resistenza:	N.T.C.
Normativa di riferimento:	Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica
Tipologia sezione:	Rettangolare
Forma della sezione:	A Sforzo Norm. costante
Percorso sollecitazione:	Poco aggressive
Condizioni Ambientali:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento Sforzi assegnati:	Zona non sismica
Riferimento alla sismicit�:	Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	170.00	daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	85.00	daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	328360	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	29.00	daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	165.00	daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	165.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	120.00	daN/cm ²
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. β1*β2:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito β1*β2:	0.50	
	Comb.Rare - Sf Limite:	3375.0	daN/cm ²

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	149 di 178

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	120.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	97387	60315	7743	0
2	95333	-134940	37141	0
3	145980	-83804	41373	0
4	141372	-39134	-9384	0
5	45444	14863	5596	0
6	163193	42814	9733	0

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	113695	33357
2	75850	-91522
3	88237	-82660
4	76474	545
5	75303	5657
6	114866	28245

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	114182	28531 (1067515)
2	75790	-86100 (-112915)
3	88725	-77467 (-122193)
4	115645	14052 (0)
5	75790	831 (0)
6	115645	14052 (0)

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	150 di 178

N°Comb.	N	Mx
1	113489	12613 (0)
2	79408	-69081 (-122351)
3	90187	-61886 (-135276)
4	90187	-5014 (0)
5	79408	-12209 (0)
6	113489	12613 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.7	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1) NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm ²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	97387	60315	97391	270427	4.484	107.2	0.11	0.70	53.1 (24.0)
2	S	95333	-134940	95318	-269373	1.996	12.7	0.11	0.70	53.1 (24.0)
3	S	145980	-83804	145983	-294899	3.519	14.3	0.13	0.70	53.1 (24.0)
4	S	141372	-39134	141371	-292593	7.477	14.2	0.13	0.70	53.1 (24.0)
5	S	45444	14863	45463	243922	16.411	108.7	0.10	0.70	53.1 (24.0)
6	S	163193	42814	163194	303468	7.088	105.1	0.13	0.70	53.1 (24.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
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)
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 compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X, Y, O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	120.0	0.00122	111.7	-0.02716	8.3
2	0.00350	0.0	0.00121	8.3	-0.02732	111.7
3	0.00350	0.0	0.00147	8.3	-0.02377	111.7
4	0.00350	0.0	0.00145	8.3	-0.02408	111.7
5	0.00350	120.0	0.00092	111.7	-0.03117	8.3
6	0.00350	120.0	0.00156	111.7	-0.02266	8.3

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	151 di 178

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 10 mm
 Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 20.9 cm]
 N.Bracci staffe: 4
 Area staffe/m : 15.7 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm²/m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
 Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
 bw|d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	ASt
1	S	7743	59855	447650	61791	100.0 111.7	1.000	1.048	2.0
2	S	37141	59569	447220	61791	100.0 111.7	1.000	1.047	9.4
3	S	41373	66640	457827	61791	100.0 111.7	1.000	1.072	10.5
4	S	-9384	65997	456862	61791	100.0 111.7	1.000	1.069	2.4
5	S	5596	52603	436771	61791	100.0 111.7	1.000	1.022	1.4
6	S	9733	69044	461432	61791	100.0 111.7	1.000	1.080	2.5

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [(daN/cm²)
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
 D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.
 (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	19.3	120.0	0.0	15.8	-21	111.7	5.3	529	53.1	9.3
2	S	46.8	0.0	0.0	49.3	-1065	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
3	S	42.7	0.0	0.0	49.0	-825	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
4	S	5.8	120.0	5.5	0.0	82	111.7	0.0	1140	0.0	0.0
5	S	7.4	120.0	3.7	0.0	60	111.7	0.0	2075	0.0	0.0
6	S	17.5	120.0	0.0	4.2	9	111.7	1.5	147	53.1	9.3

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver Esito verifica
 e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
 e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
 K2 = 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
 Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
 e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
 srm Distanza massima in mm tra le fessure
 wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
 M fess. Momento di prima fessurazione [daNm]

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	152 di 178

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00002	0.00014	0.50	0.60	0.000006 (0.000006)	282	0.002 (0.20)	409395
2	S	-0.00060	0.00035	0.50	0.60	0.000320 (0.000320)	411	0.131 (0.20)	-111274
3	S	-0.00047	0.00032	0.50	0.60	0.000248 (0.000248)	411	0.102 (0.20)	-119314
4	S	0.00004	0.00004	---	---	---	---	---	0
5	S	0.00003	0.00006	---	---	---	---	---	0
6	S	-0.00001	0.00013	0.50	0.60	0.000003 (0.000003)	250	0.001 (0.20)	1294466

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	17.6	120.0	0.0	5.1	7	111.7	1.8	181	53.1	9.3
2	S	44.0	0.0	0.0	50.2	-969	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
3	S	40.1	0.0	0.0	50.6	-732	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
4	S	13.0	120.0	4.0	0.0	69	111.7	0.0	2063	0.0	0.0
5	S	5.8	120.0	5.3	0.0	80	111.7	0.0	2075	0.0	0.0
6	S	13.0	120.0	4.0	0.0	69	111.7	0.0	2075	0.0	0.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00001	0.00013	0.50	0.60	0.000002 (0.000002)	253	0.001 (0.20)	1067515
2	S	-0.00055	0.00033	0.50	0.60	0.000291 (0.000291)	411	0.119 (0.20)	-112915
3	S	-0.00042	0.00030	0.50	0.60	0.000219 (0.000219)	411	0.090 (0.20)	-122193
4	S	0.00003	0.00010	---	---	---	---	---	0
5	S	0.00004	0.00004	---	---	---	---	---	0
6	S	0.00003	0.00010	---	---	---	---	---	0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	12.4	120.0	4.3	0.0	73	111.7	0.0	2075	0.0	0.0
2	S	35.8	0.0	0.0	50.7	-650	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
3	S	32.3	0.0	0.0	57.5	-460	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
4	S	8.2	0.0	5.0	120.0	79	8.3	0.0	2075	0.0	0.0
5	S	9.8	0.0	1.9	120.0	37	8.3	0.0	2075	0.0	0.0
6	S	12.4	120.0	4.3	0.0	73	111.7	0.0	2075	0.0	0.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.00003	0.00009	---	---	---	---	---	0
2	S	-0.00037	0.00027	0.50	0.40	0.000195 (0.000195)	411	0.080 (0.20)	-122351
3	S	-0.00027	0.00024	0.50	0.40	0.000138 (0.000138)	411	0.057 (0.20)	-135276
4	S	0.00006	0.00004	---	---	---	---	---	0
5	S	0.00007	0.00001	---	---	---	---	---	0
6	S	0.00003	0.00009	---	---	---	---	---	0

9.3.2.2 Verifica in condizioni sismiche
DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Resistenze in campo sostanzialmente elastico

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	153 di 178

Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica
	Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	170.00	daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	85.00	daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	328360	daN/cm ²
Resis. media a trazione fctm:	29.00	daN/cm ²	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito		

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	120.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	156039	89856	27469	0
2	124774	-168863	46772	0
3	135526	-161657	46772	0
4	107670	-3007	1071	0
5	96891	-10202	1071	0
6	160530	-143687	46233	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	cm

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	154 di 178

Copriferro netto minimo staffe: 2.7 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
 N Ult Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx re Momento resistente sost. elastico [daNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.1.1 NTC]: non richiesto per calcolo non dissipativo
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
 As Tesa Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	156039	89856	156046	281075	3.128	81.5	0.34	0.87	53.1 (24.0)
2	S	124774	-168863	124798	-267756	1.586	36.9	0.33	0.85	53.1 (24.0)
3	S	135526	-161657	135523	-272354	1.685	37.4	0.33	0.86	53.1 (24.0)
4	S	107670	-3007	107673	-260351	86.582	35.9	0.32	0.84	53.1 (24.0)
5	S	96891	-10202	96870	-255642	25.058	35.3	0.32	0.84	53.1 (24.0)
6	S	160530	-143687	160545	-282974	1.969	38.7	0.35	0.87	53.1 (24.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 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)
 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 compressione)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X, Y, O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00103	120.0	0.00081	111.7	-0.00196	8.3
2	0.00096	0.0	0.00075	8.3	-0.00196	111.7
3	0.00099	0.0	0.00077	8.3	-0.00196	111.7
4	0.00093	0.0	0.00071	8.3	-0.00196	111.7
5	0.00091	0.0	0.00069	8.3	-0.00196	111.7
6	0.00104	0.0	0.00081	8.3	-0.00196	111.7

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 10 mm
 Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 20.9 cm]
 N.Bracci staffe: 4
 Area staffe/m : 15.7 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm²/m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
 Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
 bw|d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	AST
--------	-----	-----	-----	-----	-----	------	-----	-----	-----



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)
Gallerie Artificiali

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	155 di 178

1	S	27469	68045	459934	61791 100.0 111.7	1.000 1.076	7.0
2	S	46772	63679	453386	61791 100.0 111.7	1.000 1.061	11.9
3	S	46772	65181	455638	61791 100.0 111.7	1.000 1.066	11.9
4	S	1071	61291	449804	61791 100.0 111.7	1.000 1.053	0.3
5	S	1071	59786	447546	61791 100.0 111.7	1.000 1.047	0.3
6	S	46233	68672	460875	61791 100.0 111.7	1.000 1.079	11.8

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	156 di 178

9.3.3 Verifica piedritti

Nelle tabelle seguenti si riportano le sollecitazioni massime derivanti dalle analisi utilizzate nelle successive verifiche.

SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-337.55	1332.36	1797.81	3	0.65	sis15_nl
M3	min	-172.78	42.47	-1402.49	3	5.50	sis17_nl
V2	max	-337.55	1332.36	1797.81	3	0.65	sis15_nl
V2	min	-463.95	-683.76	643.96	3	8.90	sis20_nl
P	max	-70.90	-648.08	-254.98	3	8.90	sis6_nl
P	min	-711.38	985.48	1061.69	3	0.65	sis3_nl

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-921.23	1421.63	1968.63	3	0.65	slu18_nl
M3	min	-435.56	-49.82	-1345.25	3	5.50	slu14_nl
V2	max	-921.23	1421.63	1968.63	3	0.65	slu18_nl
V2	min	-741.06	-917.36	945.78	3	8.90	slu9_nl
P	max	-302.03	97.28	144.12	5	3.10	slu12_nl
P	min	-1393.03	1333.60	1858.22	3	0.65	slu31_nl

SLE - RARA		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-716.87	1018.06	1317.67	3	0.65	rar3_nl
M3	min	-571.32	-22.17	-960.70	3	5.50	rar8_nl
V2	max	-716.87	1018.06	1317.67	3	0.65	rar3_nl
V2	min	-468.48	-585.53	420.03	3	8.90	rar12_nl
P	max	-383.03	-88.54	381.24	5	3.10	rar10_nl
P	min	-716.87	1002.59	1296.99	3	0.65	rar1_nl

SLE - FREQUENTE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-715.90	998.42	1252.76	3	0.65	fre3_nl
M3	min	-570.36	-31.93	-941.71	3	5.50	fre3_nl
V2	max	-715.90	998.42	1252.76	3	0.65	fre3_nl
V2	min	-465.60	-607.17	566.14	3	8.90	fre7_nl
P	max	-332.43	246.57	0.29	5	3.10	fre7_nl
P	min	-715.90	982.94	1232.09	3	0.65	fre1_nl

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	157 di 178

SLE - Q.P.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-713.02	936.91	1054.61	3	0.65	qpe3_nl
M3	min	-582.03	10.31	-904.11	3	5.02	qpe3_nl
V2	max	-713.02	936.91	1054.61	3	0.65	qpe3_nl
V2	min	-465.60	-604.59	548.31	3	8.90	qpe2_nl
P	max	-332.43	26.30	234.93	5	3.10	qpe1_nl
P	min	-713.02	924.01	1037.38	3	0.65	qpe1_nl

9.3.3.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C30/37
 Resis. compr. di progetto fcd: 170.00 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd': 85.00 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020
 Def.unit. ultima ecu: 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec: 328360 daN/cm²
 Resis. media a trazione fctm: 29.00 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00
 Sc limite S.L.E. comb. Rare: 165.00 daN/cm²
 Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: 165.00 daN/cm²
 Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti: 0.200 mm
 Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: 120.00 daN/cm²
 Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: 0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk: 4500.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di progetto fyd: 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di progetto ftd: 3913.0 daN/cm²
 Deform. ultima di progetto Epu: 0.068
 Modulo Elastico Ef: 2000000 daN/cm²
 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: 3375.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	158 di 178

 Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C30/37

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	-45.0	8.3	26
2	45.0	8.3	26
3	-45.0	111.7	26
4	45.0	111.7	26
5	-45.0	16.0	26
6	45.0	16.0	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 5.0 cm
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - 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	92123	196863	0	142163	0
2	43556	-134525	0	-4982	0
3	92123	196863	0	142163	0
4	74106	94578	0	-91736	0
5	30203	14412	0	9728	0
6	139303	185822	0	133360	0

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	159 di 178

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	71687	131767	0
2	57132	-96070	0
3	71687	131767	0
4	46848	42003	0
5	38303	38124	0
6	71687	129699	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	71590	125276 (109829)	0 (0)
2	57036	-94171 (-107428)	0 (0)
3	71590	125276 (109829)	0 (0)
4	46560	56614 (117380)	0 (0)
5	33243	29 (0)	0 (0)
6	71590	123209 (110100)	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	71302	105461 (112856)	0 (0)
2	58203	-90411 (-108584)	0 (0)
3	71302	105461 (112856)	0 (0)
4	46560	54831 (118246)	0 (0)
5	33243	23493 (140130)	0 (0)
6	71302	103738 (113191)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.1 cm
Copriferro netto minimo staffe: 2.5 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	160 di 178

Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	92123	196863	0	92119	365344	0	1.85	79.6(24.0)
2	S	43556	-134525	0	43560	-246459	0	1.84	79.6(24.0)
3	S	92123	196863	0	92119	365344	0	1.85	79.6(24.0)
4	S	74106	94578	0	74111	356494	0	3.73	79.6(24.0)
5	S	30203	14412	0	30186	334634	0	22.42	79.6(24.0)
6	S	139303	185822	0	139302	388138	0	2.07	79.6(24.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
 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	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.145	50.0	120.0	0.00171	45.0	111.7	-0.02066	-45.0	8.3
2	0.00350	0.113	-50.0	0.0	0.00120	-45.0	8.3	-0.02747	-45.0	111.7
3	0.00350	0.145	50.0	120.0	0.00171	45.0	111.7	-0.02066	-45.0	8.3
4	0.00350	0.139	50.0	120.0	0.00162	45.0	111.7	-0.02174	-45.0	8.3
5	0.00350	0.125	50.0	120.0	0.00141	45.0	111.7	-0.02457	-45.0	8.3
6	0.00350	0.162	50.0	120.0	0.00190	45.0	111.7	-0.01807	-45.0	8.3

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000216262	-0.022451475	0.145	0.700
2	0.000000000	-0.000277264	0.003500000	0.113	0.700
3	0.000000000	0.000216262	-0.022451475	0.145	0.700
4	0.000000000	0.000225942	-0.023613027	0.139	0.700
5	0.000000000	0.000251335	-0.026660155	0.125	0.700
6	0.000000000	0.000193090	-0.019670859	0.162	0.700

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
 Passo staffe: 5.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
 Ved Taglio di progetto [daN] = proiezione di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	161 di 178

Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	142163	457340	182260	114.4	100.0	1.000	1.045	35.3	45.2(0.0)
2	S	4982	446923	182260	114.4	100.0	1.000	1.021	1.2	45.2(0.0)
3	S	142163	457340	182260	114.4	100.0	1.000	1.045	35.3	45.2(0.0)
4	S	91736	453476	182260	114.4	100.0	1.000	1.036	22.8	45.2(0.0)
5	S	9728	444059	182260	114.4	100.0	1.000	1.015	2.4	45.2(0.0)
6	S	133360	467460	182260	114.4	100.0	1.000	1.068	33.1	45.2(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	60.2	-50.0	120.0	-1341	35.0	8.3	2500	79.6
2	S	45.4	-50.0	0.0	-1298	35.0	111.7	2100	53.1
3	S	60.2	-50.0	120.0	-1341	35.0	8.3	2500	79.6
4	S	20.3	-50.0	120.0	-307	35.0	8.3	2150	79.6
5	S	18.2	-50.0	120.0	-298	-15.0	8.3	2200	79.6
6	S	59.3	50.0	120.0	-1314	-15.0	8.3	2500	79.6

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
Esito della verifica
e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
wk Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. 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	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00075	0	0.500	26.0	70	0.00040 (0.00040)	377	0.152 (0.20)	109063	0

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	162 di 178

2	S	-0.00072	0	0.500	26.0	70	0.00039 (0.00039)	413	0.161 (0.20)	-107100	0
3	S	-0.00075	0	0.500	26.0	70	0.00040 (0.00040)	377	0.152 (0.20)	109063	0
4	S	-0.00018	0	0.500	26.0	70	0.00009 (0.00009)	357	0.033 (0.20)	127622	0
5	S	-0.00017	0	0.500	26.0	70	0.00009 (0.00009)	360	0.032 (0.20)	123550	0
6	S	-0.00074	0	0.500	26.0	70	0.00039 (0.00039)	377	0.148 (0.20)	109304	0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	57.4	-50.0	120.0	-1256	35.0	8.3	2500	79.6
2	S	44.5	-50.0	0.0	-1264	35.0	111.7	2100	53.1
3	S	57.4	-50.0	120.0	-1256	35.0	8.3	2500	79.6
4	S	26.6	-50.0	120.0	-494	35.0	8.3	2350	79.6
5	S	2.5	50.0	120.0	34	35.0	8.3	----	----
6	S	56.5	-50.0	120.0	-1229	35.0	8.3	2500	79.6

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00071	0	0.500	26.0	70	0.00038 (0.00038)	377	0.142 (0.20)	109829	0
2	S	-0.00070	0	0.500	26.0	70	0.00038 (0.00038)	413	0.157 (0.20)	-107428	0
3	S	-0.00071	0	0.500	26.0	70	0.00038 (0.00038)	377	0.142 (0.20)	109829	0
4	S	-0.00028	0	0.500	26.0	70	0.00015 (0.00015)	368	0.055 (0.20)	117380	0
5	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0	0
6	S	-0.00069	0	0.500	26.0	70	0.00037 (0.00037)	377	0.139 (0.20)	110100	0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	48.9	50.0	120.0	-999	-15.0	8.3	2400	79.6
2	S	42.9	-50.0	0.0	-1186	35.0	111.7	2100	53.1
3	S	48.9	50.0	120.0	-999	-15.0	8.3	2400	79.6
4	S	25.9	-50.0	120.0	-471	35.0	8.3	2300	79.6
5	S	11.6	-50.0	120.0	-140	35.0	8.3	1950	79.6
6	S	48.2	-50.0	120.0	-977	35.0	8.3	2400	79.6

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00056	0	0.500	26.0	70	0.00030 (0.00030)	371	0.111 (0.20)	112856	0
2	S	-0.00066	0	0.500	26.0	70	0.00036 (0.00036)	413	0.147 (0.20)	-108584	0
3	S	-0.00056	0	0.500	26.0	70	0.00030 (0.00030)	371	0.111 (0.20)	112856	0
4	S	-0.00027	0	0.500	26.0	70	0.00014 (0.00014)	366	0.052 (0.20)	118246	0
5	S	-0.00008	0	0.500	26.0	70	0.00004 (0.00004)	346	0.015 (0.20)	140130	0
6	S	-0.00055	0	0.500	26.0	70	0.00029 (0.00029)	371	0.109 (0.20)	113191	0

9.3.3.2 Verifica in condizioni sismiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Tipologia sezione:

Normativa di riferimento:

Percorso sollecitazione:

Resistenze in campo sostanzialmente elastico

Sezione generica di Trave di fondazione in combinazione sismica

N.T.C.

A Sforzo Norm. costante

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	163 di 178

Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resis. compr. di progetto fcd:	170.00	daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	85.00	daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	328360	daN/cm ²
Resis. media a trazione fctm:	29.00	daN/cm ²	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito		

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	120.0
3	50.0	120.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	8.3	26
2	45.0	8.3	26
3	-45.0	111.7	26
4	45.0	111.7	26
5	-45.0	16.0	26
6	45.0	16.0	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	164 di 178

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
Passo staffe: 5.0 cm
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - 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	33755	179781	0	133236	0
2	17278	-140249	0	4247	0
3	33755	179781	0	133236	0
4	46395	64396	0	-68376	0
5	7090	-25498	0	-64808	0
6	71138	106169	0	98548	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.1 cm
Copriferro netto minimo staffe: 2.5 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	33755	179781	0	33746	309664	0	1.72	79.6(24.0)
2	S	17278	-140249	0	17258	-219593	0	1.57	53.1(24.0)
3	S	33755	179781	0	33746	309664	0	1.72	79.6(24.0)
4	S	46395	64396	0	46396	314998	0	4.84	79.6(24.0)
5	S	7090	-25498	0	7064	-214869	0	8.46	53.1(24.0)
6	S	71138	106169	0	71152	325322	0	3.04	79.6(24.0)

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
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)

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	165 di 178

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	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00097	0.331	50.0	120.0	0.00075	45.0	111.7	-0.00196	-45.0	8.3
2	0.00070	0.263	-50.0	0.0	0.00050	-45.0	8.3	-0.00196	-45.0	111.7
3	0.00097	0.331	50.0	120.0	0.00075	45.0	111.7	-0.00196	-45.0	8.3
4	0.00099	0.337	50.0	120.0	0.00077	45.0	111.7	-0.00196	-45.0	8.3
5	0.00068	0.258	-50.0	0.0	0.00048	-45.0	8.3	-0.00196	-45.0	111.7
6	0.00104	0.348	50.0	120.0	0.00082	45.0	111.7	-0.00196	-45.0	8.3

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000026179	-0.002173782	0.331	0.854
2	0.000000000	-0.000023782	0.000699962	0.263	0.769
3	0.000000000	0.000026179	-0.002173782	0.331	0.854
4	0.000000000	0.000026409	-0.002175693	0.337	0.861
5	0.000000000	-0.000023598	0.000679436	0.258	0.762
6	0.000000000	0.000026857	-0.002179417	0.348	0.875

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
Passo staffe: 5.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [daN] = proiezz. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	133236	444820	182260	114.4	100.0	1.000	1.017	33.1	45.2(0.0)
2	S	4247	441286	182260	114.4	100.0	1.000	1.008	1.1	45.2(0.0)
3	S	133236	444820	182260	114.4	100.0	1.000	1.017	33.1	45.2(0.0)
4	S	68376	447532	182260	114.4	100.0	1.000	1.023	17.0	45.2(0.0)
5	S	64808	439101	182260	114.4	100.0	1.000	1.003	16.1	45.2(0.0)
6	S	98548	452839	182260	114.4	100.0	1.000	1.035	24.5	45.2(0.0)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA LERCARA DIR- CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)
Gallerie Artificiali

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	166 di 178

9.3.4 Verifica soletta inferiore

Nelle tabelle seguenti si riportano le sollecitazioni massime derivanti dalle analisi utilizzate nelle successive verifiche.

SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1703.24	366.80	2620.04	502	0.00	sis15_nl
M3	min	-1652.01	167.46	-1047.22	503	0.30	sis12_nl
V2	max	-1703.24	733.47	-336.13	417	0.30	sis15_nl
V2	min	-1343.56	-534.87	359.87	503	0.00	sis13_nl
P	max	-1298.09	541.16	1327.25	401	0.00	sis20_nl
P	min	-1703.24	376.54	2508.54	401	0.00	sis15_nl

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1882.13	921.89	2685.11	502	0.00	slu18_nl
M3	min	-1109.16	24.85	-867.69	417	0.30	slu19_nl
V2	max	-1863.12	1158.30	2227.01	502	0.30	slu32_nl
V2	min	-1863.12	-933.39	-134.36	503	0.00	slu32_nl
P	max	-1072.64	730.69	1454.85	401	0.00	slu22_nl
P	min	-1882.13	903.60	2406.57	401	0.00	slu18_nl

SLE - RARA		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1359.18	659.06	1828.67	502	0.00	rar3_nl
M3	min	-1309.40	33.60	-387.40	417	0.30	rar2_nl
V2	max	-1359.18	668.80	1629.49	502	0.30	rar3_nl
V2	min	-1359.18	-538.46	-33.33	503	0.00	rar3_nl
P	max	-1283.77	572.97	1449.77	401	0.00	rar12_nl
P	min	-1359.18	632.92	1629.49	401	0.00	rar3_nl

SLE - FREQUENTE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1337.80	641.47	1754.86	502	0.00	fre3_nl
M3	min	-1288.02	19.29	-331.44	417	0.30	fre2_nl
V2	max	-1337.80	651.22	1560.96	502	0.30	fre3_nl
V2	min	-1337.80	-524.79	25.70	503	0.00	fre3_nl
P	max	-1223.88	544.87	1258.72	401	0.00	fre7_nl
P	min	-1337.80	612.14	1560.96	401	0.00	fre3_nl

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	167 di 178

SLE - Q.P.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1271.08	588.48	1528.38	502	0.00	qpe3_nl
M3	min	-1226.46	20.83	-169.68	416	0.30	qpe2_nl
V2	max	-1271.08	598.22	1350.38	502	0.30	qpe3_nl
V2	min	-1271.08	-483.52	197.80	503	0.00	qpe3_nl
P	max	-1226.46	545.12	1263.72	401	0.00	qpe2_nl
P	min	-1271.08	549.55	1350.38	401	0.00	qpe3_nl

9.3.4.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

Descrizione Sezione:	Stati Limite Ultimi
Metodo di calcolo resistenza:	N.T.C.
Normativa di riferimento:	Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica
Tipologia sezione:	Rettangolare
Forma della sezione:	A Sforzo Norm. costante
Percorso sollecitazione:	Poco aggressive
Condizioni Ambientali:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento Sforzi assegnati:	Zona non sismica
Riferimento alla sismicità:	Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto fcd:	170.00 daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	85.00 daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	328360 daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	29.00 daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	165.00 daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	165.00 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	120.00 daN/cm ²
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0 daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. β1*β2:	1.00
	Coeff. Aderenza differito β1*β2:	0.50
Comb.Rare - Sf Limite:	3375.0 daN/cm ²	

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	168 di 178

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	130.0	cm
Barre inferiori:	12Ø26	(63.7 cm ²)
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	188213	268511	92189	0
2	110916	-86769	2485	0
3	186312	222701	115830	0
4	186312	-13436	-93339	0
5	107264	145485	73069	0
6	188213	240657	90360	0

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	135918	182867
2	130940	-38740
3	135918	162949
4	135918	-3333
5	128377	144977
6	135918	162949

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	133780	175486 (132672)
2	128802	-33144 (-6955237)
3	133780	156096 (136586)
4	133780	2570 (0)
5	122388	125872 (141674)
6	133780	156096 (136586)

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

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	169 di 178

N°Comb.	N	Mx
1	127108	152838 (135514)
2	122646	-16968 (0)
3	127108	135038 (140267)
4	127108	19780 (0)
5	122646	126372 (141591)
6	127108	135038 (140267)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	5.6	cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.7	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm ²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	188213	268511	188204	391829	1.456	112.4	0.14	0.70	63.7 (26.0)
2	S	110916	-86769	110933	-303845	3.530	12.4	0.10	0.70	53.1 (26.0)
3	S	186312	222701	186294	390815	1.749	112.5	0.14	0.70	63.7 (26.0)
4	S	186312	-13436	186297	-345682	29.180	14.6	0.12	0.70	53.1 (26.0)
5	S	107264	145485	107286	348098	2.384	115.6	0.12	0.70	63.7 (26.0)
6	S	188213	240657	188204	391829	1.624	112.4	0.14	0.70	63.7 (26.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
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)
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 compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	130.0	0.00185	121.7	-0.02077	8.3
2	0.00350	0.0	0.00116	8.3	-0.03081	121.7
3	0.00350	130.0	0.00184	121.7	-0.02088	8.3
4	0.00350	0.0	0.00151	8.3	-0.02563	121.7
5	0.00350	130.0	0.00149	121.7	-0.02601	8.3
6	0.00350	130.0	0.00185	121.7	-0.02077	8.3

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	10	mm
Passo staffe:	10.0	cm

[Passo massimo di normativa = 20.9 cm]

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	170 di 178

N.Bracci staffe: 4
Area staffe/m : 31.4 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm²/m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
bw|d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	AST
1	S	92189	77828	505148	134646	100.0 121.7	1.000	1.085	21.5
2	S	2485	63943	488866	134646	100.0 121.7	1.000	1.050	0.6
3	S	115830	77561	504747	134646	100.0 121.7	1.000	1.084	27.0
4	S	-93339	74530	504747	134646	100.0 121.7	1.000	1.084	21.8
5	S	73069	66461	488097	134646	100.0 121.7	1.000	1.049	17.0
6	S	90360	77828	505148	134646	100.0 121.7	1.000	1.085	21.1

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [(daN/cm²)
Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [daN/cm²)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.
(D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	77.3	130.0	0.0	80.4	-1683	121.7	20.8	2075	63.7	7.6
2	S	19.1	0.0	0.0	120.4	-6	8.3	3.6	362	53.1	9.3
3	S	69.4	130.0	0.0	78.3	-1410	121.7	20.8	2075	63.7	7.6
4	S	9.9	0.0	8.5	130.0	129	8.3	0.0	1140	0.0	0.0
5	S	62.0	130.0	0.0	77.1	-1211	121.7	20.8	2075	63.7	7.6
6	S	69.4	130.0	0.0	78.3	-1410	121.7	20.8	2075	63.7	7.6

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver Esito verifica
e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2)in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm Distanza massima in mm tra le fessure
wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess. Momento di prima fessurazione [daNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00094	0.00058	0.50	0.60	0.000505 (0.000505)	382	0.193 (0.20)	131911
2	S	-0.00001	0.00014	0.50	0.60	0.000002 (0.000002)	268	0.000 (0.20)	-737344

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	171 di 178

3	S	-0.00079	0.00052	0.50	0.60	0.000423 (0.000423)	382	0.162 (0.20)	135617
4	S	0.00007	0.00006	---	---	---	---	---	0
5	S	-0.00068	0.00046	0.50	0.60	0.000363 (0.000363)	382	0.139 (0.20)	137808
6	S	-0.00079	0.00052	0.50	0.60	0.000423 (0.000423)	382	0.162 (0.20)	135617

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	74.3	130.0	0.0	79.9	-1595	121.7	20.8	2075	63.7	7.6
2	S	17.4	0.0	0.0	129.0	15	8.3	0.3	35	53.1	9.3
3	S	66.6	130.0	0.0	77.8	-1330	121.7	20.8	2075	63.7	7.6
4	S	10.0	130.0	8.2	0.0	124	121.7	0.0	2063	0.0	0.0
5	S	54.2	130.0	0.0	75.1	-988	121.7	20.8	2075	63.7	7.6
6	S	66.6	130.0	0.0	77.8	-1330	121.7	20.8	2075	63.7	7.6

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00089	0.00056	0.50	0.60	0.000479 (0.000479)	382	0.183 (0.20)	132672
2	S	0.00000	0.00013	0.50	0.60	0.000004 (0.000004)	241	0.001 (0.20)	-6955237
3	S	-0.00074	0.00050	0.50	0.60	0.000399 (0.000399)	382	0.152 (0.20)	136586
4	S	0.00006	0.00007	---	---	---	---	---	0
5	S	-0.00056	0.00041	0.50	0.60	0.000296 (0.000296)	382	0.113 (0.20)	141674
6	S	-0.00074	0.00050	0.50	0.60	0.000399 (0.000399)	382	0.152 (0.20)	136586

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	65.1	130.0	0.0	78.4	-1325	121.7	20.8	2075	63.7	7.6
2	S	12.7	0.0	3.9	130.0	66	8.3	0.0	2075	0.0	0.0
3	S	58.0	130.0	0.0	75.8	-1084	121.7	20.8	2075	63.7	7.6
4	S	14.3	130.0	3.1	0.0	57	121.7	0.0	2075	0.0	0.0
5	S	54.4	130.0	0.0	75.1	-993	121.7	20.8	2075	63.7	7.6
6	S	58.0	130.0	0.0	75.8	-1084	121.7	20.8	2075	63.7	7.6

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00074	0.00049	0.50	0.40	0.000438 (0.000398)	382	0.167 (0.20)	135514
2	S	0.00010	0.00003	---	---	---	---	---	0
3	S	-0.00061	0.00043	0.50	0.40	0.000325 (0.000325)	382	0.124 (0.20)	140267
4	S	0.00002	0.00011	---	---	---	---	---	0
5	S	-0.00056	0.00041	0.50	0.40	0.000298 (0.000298)	382	0.114 (0.20)	141591
6	S	-0.00061	0.00043	0.50	0.40	0.000325 (0.000325)	382	0.124 (0.20)	140267

9.3.4.2 Verifica in condizioni sismiche
DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

 Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza:
 Normativa di riferimento:
 Tipologia sezione:
 Forma della sezione:
 Percorso sollecitazione:

 Resistenze in campo sostanzialmente elastico
 N.T.C.
 Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica
 Rettangolare
 A Sforzo Norm. costante

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	172 di 178

Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto fcd:	170.00 daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	85.00 daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	328360 daN/cm ²
Resis. media a trazione fctm:	29.00 daN/cm ²	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0 daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	130.0	cm
Barre inferiori:	12Ø26	(63.7 cm ²)
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
MT	Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	170324	262004	36680	0
2	165201	-104722	16746	0
3	170324	-33613	73347	0
4	134356	35987	-53487	0
5	129809	132725	54116	0
6	170324	250854	37654	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	5.6	cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.7	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	173 di 178

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
 N Ult Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx re Momento resistente sost. elastico [daNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: non richiesto per calcolo non dissipativo
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
 As Tesa Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	170324	262004	170337	356609	1.359	86.7	0.36	0.89	63.7 (26.0)
2	S	165201	-104722	165205	-313503	3.022	40.1	0.33	0.85	53.1 (26.0)
3	S	170324	-33613	170317	-315896	9.792	40.4	0.33	0.85	53.1 (26.0)
4	S	134356	35987	134351	340288	9.186	88.5	0.34	0.87	63.7 (26.0)
5	S	129809	132725	129837	338219	2.535	88.7	0.34	0.86	63.7 (26.0)
6	S	170324	250854	170337	356609	1.419	86.7	0.36	0.89	63.7 (26.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 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)
 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 compressione)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00108	130.0	0.00087	121.7	-0.00196	8.3
2	0.00096	0.0	0.00076	8.3	-0.00196	121.7
3	0.00097	0.0	0.00077	8.3	-0.00196	121.7
4	0.00101	130.0	0.00081	121.7	-0.00196	8.3
5	0.00101	130.0	0.00080	121.7	-0.00196	8.3
6	0.00108	130.0	0.00087	121.7	-0.00196	8.3

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 10 mm
 Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 20.9 cm]
 N.Bracci staffe: 4
 Area staffe/m : 31.4 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm²/m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
 Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
 bw/d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	AST
--------	-----	-----	-----	-----	-----	-------	-----	-----	-----

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	174 di 178

1	S	36680	75316	501380	134646	100.0	121.7	1.000	1.077	8.6
2	S	16746	71566	500301	134646	100.0	121.7	1.000	1.075	3.9
3	S	73347	72285	501380	134646	100.0	121.7	1.000	1.077	17.1
4	S	-53487	70265	493804	134646	100.0	121.7	1.000	1.061	12.5
5	S	54116	69627	492846	134646	100.0	121.7	1.000	1.059	12.6
6	S	37654	75316	501380	134646	100.0	121.7	1.000	1.077	8.8

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR– CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) Gallerie Artificiali					
	GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646: Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO GA 19 00 001	REV. B

10. VERIFICA A SOLLEVAMENTO

Si riporta di seguito la verifica nei confronti dello stato limite di sollevamento (UPL) secondo il par. 6.2.4.2 delle NTC2018.

La quota di falda di progetto assunta nel calcolo è pari a – 4.70 m rispetto al p.c.

Nel considerare le forze resistenti al sollevamento è stato preso in conto il contributo del peso proprio della galleria e del peso del terreno gravante sulla galleria stessa.

Per la stabilità al sollevamento deve risultare che il valore di progetto dell'azione instabilizzante $V_{inst,d}$, combinazioni di azioni permanenti ($G_{inst,d}$) e variabili ($Q_{inst,d}$), sia non maggiore della combinazione dei valori di progetto delle azioni stabilizzanti ($G_{stb,d}$) e delle resistenze (R_d).

$$G_{inst,d} + Q_{inst,d} \leq G_{stb,d} + R_d$$

Si riportano di seguito i coefficienti parziali.

Tab. 6.2.III – Coefficienti parziali sulle azioni per le verifiche nei confronti di stati limite di sollevamento

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_G)	Sollevamento (UPL)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9
	Sfavorevole		1,1
Carichi permanenti $G_2^{(a)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8
	Sfavorevole		1,5
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Q1}	0,0
	Sfavorevole		1,5

^(a) Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{s1}

Nel caso in esame si deve quindi verificare che:

$$\gamma_{G1,w} * S_w \leq \gamma_{G1,pp} * (W_{cls} + W_{terr})$$

in cui:

$$\gamma_{G1,w} = 1.1 \quad \gamma_{G1,pp} = 0.9 \quad S_w = \gamma_w * H_w * L$$

con H_w differenza di quota tra superficie piezometrica e fondo scavo e L lunghezza trasversale della soletta inferiore.

A seguire si riporta la verifica nelle configurazioni di ricoprimento massimo e minimo.

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	176 di 178

10.1 Ricoprimento minimo – modello 1

L_1	8.6 m	lunghezza soletta superiore
s_{sup}	1.2 m	spessore soletta superiore
h_{netta}	8.25 m	altezza interna galleria
L_2	0 m	lunghezza sbalzi soletta inferiore
L_3	8.6 m	lunghezza soletta inferiore
s_{inf}	1.3 m	spessore soletta inferiore
s_{pied}	1.2 m	spessore piedritti
A	41.3 m ²	area sezione trasversale galleria
W_{pg}	1032.5 kN/m	peso sezione trasversale galleria
γ_t	20 kN/m ³	peso specifico terreno di ricoprimento
h_1	0 m	altezza ricoprimento su soletta superiore
W_{prs}	0 kN/m	peso ricoprimento su soletta superiore
γ_t	25 kN/m ³	peso specifico riempimento
h_1	0 m	altezza riempimento su sbalzi soletta inferiore
W_{pri}	0 kN/m	peso riempimento su sbalzi soletta inferiore
$W_{stab,k}$	1032.50 kN/m	azione stabilizzante di calcolo
$Y_{g1,fav}$	0.9	
$W_{stab,d}$	929.25 kN/m	azione stabilizzante di progetto
γ_w	10 kN/m ³	peso specifico H ₂ O
H_w	6.05 m	altezza H ₂ O da intradosso soletta inferiore
L	8.6 m	
$G_{inst,k}$	520.30 kN/m	azione instabilizzante di calcolo
$Y_{g1,fav}$	1.1	
$G_{inst,d}$	572.33 kN/m	azione instabilizzante di progetto

La verifica risulta soddisfatta.

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	177 di 178

10.2 Ricoprimento massimo – modello 1

L_1	8.6 m	lunghezza soletta superiore
s_{sup}	1.2 m	spessore soletta superiore
h_{netta}	8.25 m	altezza interna galleria
L_2	0 m	lunghezza sbalzi soletta inferiore
L_3	8.6 m	lunghezza soletta inferiore
s_{inf}	1.3 m	spessore soletta inferiore
s_{pied}	1.2 m	spessore piedritti
A	41.3 m ²	area sezione trasversale galleria
W_{pg}	1032.5 kN/m	peso sezione trasversale galleria
γ_t	20 kN/m ³	peso specifico terreno di ricoprimento
h_1	3.4 m	altezza ricoprimento su soletta superiore
W_{prs}	584.8 kN/m	peso ricoprimento su soletta superiore
γ_t	20 kN/m ³	peso specifico riempimento
h_1	0 m	altezza riempimento su sbalzi soletta inferiore
W_{pri}	0 kN/m	peso riempimento su sbalzi soletta inferiore
$W_{stab,k}$	1617.30 kN/m	azione stabilizzante di calcolo
$Y_{g1,fav}$	0.9	
$W_{stab,d}$	1455.57 kN/m	azione stabilizzante di progetto
γ_w	10 kN/m ³	peso specifico H ₂ O
H_w	9.45 m	altezza H ₂ O da intradosso soletta inferiore
L	8.6 m	
$G_{inst,k}$	812.70 kN/m	azione instabilizzante di calcolo
$Y_{g1,fav}$	1.1	
$G_{inst,d}$	893.97 kN/m	azione instabilizzante di progetto

La verifica risulta soddisfatta.

GA19 - Galleria Artificiale da pk 46+541 a pk 46+646:
 Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D 78 CL	GA 19 00 001	B	178 di 178

10.3 Ricoprimento – modello 2

Scatolare superiore		
L	8.6 m	lunghezza soletta superiore
S _{sup}	1.2 m	spessore soletta superiore
h _{netta}	2.5 m	altezza secondo scatolare
Scatolare		
L ₁	8.6 m	lunghezza soletta intermedia
S _{int}	1.2 m	spessore soletta intermedia
h _{netta}	8.25 m	altezza interna scatolare 1
L ₂	0 m	lunghezza sbalzi soletta inferiore
L ₃	8.6 m	lunghezza soletta inferiore
S _{inf}	1.3 m	spessore soletta inferiore
S _{pied}	1.2 m	spessore piedritti
A	57.62 m ²	area sezione trasversale galleria
W _{pg}	1440.5 kN/m	peso sezione trasversale galleria
γ _t	20 kN/m ³	peso specifico terreno di ricoprimento
h ₁	2.8 m	altezza ricoprimento su soletta superiore
W _{p_{rs}}	481.6 kN/m	peso ricoprimento su soletta superiore
γ _t	25 kN/m ³	peso specifico riempimento
h ₁	0 m	altezza riempimento su sbalzi soletta inferiore
W _{p_{ri}}	0 kN/m	peso riempimento su sbalzi soletta inferiore
W _{stab,k}	1922.10 kN/m	azione stabilizzante di calcolo
Y _{g1,fav}	0.9	
W _{stab,d}	1729.89 kN/m	azione stabilizzante di progetto
γ _w	10 kN/m ³	peso specifico H ₂ O
H _w	12.55 m	altezza H ₂ O da intradosso soletta inferiore
L	8.6 m	
G _{inst,k}	1079.30 kN/m	azione instabilizzante di calcolo
Y _{g1,fav}	1.1	
G _{inst,d}	1187.23 kN/m	azione instabilizzante di progetto