

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA
Relazione di calcolo Scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	1 di 99

1. PREMESSA	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3. MATERIALI	6
3.1 CALCESTRUZZO SCATOLARE	6
3.2 STRUTTURE DI SOSTEGNO PROVVISORIALI	6
3.3 ACCIAIO D'ARMATURA	7
3.4 ACCIAIO PER TIRANTI	7
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	8
5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA	9
5.1 VITA NOMINALE E CLASSE D'USO.....	9
5.2 PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA	9
6. MODELLAZIONE ADOTTATA.....	12
7. ANALISI DEI CARICHI.....	15
7.1 PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA	15
7.2 CARICHI PERMANENTI PORTATI.....	15
7.3 SPINTA DEL TERRENO E DELL'ACQUA	16
7.4 SOVRACCARICO FERROVIARIO.....	17
7.5 INCREMENTO SPINTA SOVRACC. ACCIDENTALE	21
7.6 AZIONI TERMICHE	22
7.7 RITIRO	23
7.8 AZIONE SISMICA	24
8. COMBINAZIONI DI CALCOLO	27
9. RISULTATI E VERIFICHE	31
9.1 VERIFICA SOLETTA SUPERIORE.....	34
9.1.1 <i>Verifica in condizioni statiche</i>	35
9.1.2 <i>Verifica in condizioni sismiche</i>	40
9.1.3 <i>Verifica in senso trasversale</i>	43

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	2 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

9.2	VERIFICA SETTI.....	49
9.2.1	<i>Verifica in condizioni statiche</i>	51
9.2.2	<i>Verifica in condizioni sismiche</i>	54
9.2.3	<i>Verifica in senso trasversale</i>	56
9.3	VERIFICA SOLETTA INFERIORE	61
9.3.1	<i>Verifica in condizioni statiche</i>	62
9.3.2	<i>Verifica in condizioni sismiche</i>	66
9.3.1	<i>Verifica in senso trasversale</i>	68
9.4	RIEPILOGO VERIFICHE.....	73
9.5	INCIDENZE.....	73
10.	VERIFICHE GEOTECNICHE	74
10.1	RIEPILOGO VERIFICHE.....	81
11.	VERIFICA A GALLEGGIAMENTO	81
12.	PARATIA PROVVISORIALE	82
13.	CRITERI DI VERIFICA DELLE OPERE	82
13.1	OPERE DI SOSTEGNO.....	82
13.1.1	<i>Azioni</i>	82
13.1.2	<i>Approcci progettuali e metodi di verifica</i>	82
13.1.3	<i>Stabilità globale</i>	84
14.	VERIFICA DELLE OPERE.....	85
14.1	RISULTATI DELLE ANALISI E VERIFICHE	89
14.1.1	<i>Verifiche SLU GEO</i>	89
14.1.2	<i>Verifiche SLU STR</i>	92
14.1.3	<i>Verifica dei cedimenti</i>	95

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA
Relazione di calcolo Scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	3 di 99

1. PREMESSA

Il presente documento riguarda il dimensionamento della struttura SL01 di approccio al viadotto VI01 lato Palermo, che si sviluppa dalla progressiva ferroviaria 0+591 km alla 0+ 636 km, inquadrata all'interno dei lavori di costruzione del nuovo collegamento ferroviario Palermo-Catania, specificamente del Lotto 3 di tale progetto. L'opera in questione è un gallerodotto che si è reso necessario ai fini della sicurezza idraulica della zona.

Inoltre si riporta il dimensionamento delle opere di sostegno provvisionali propedeutiche alla costruzione del gallerodotto.

L'opera è costituita da una struttura scatolare in cemento armato gettato in opera a quattro canne avente l'asse ortogonale all'asse ferroviario. La soletta di copertura ha spessore di 85 cm quella inferiore 150 cm ed i piedritti di 100 cm.

Di seguito inquadramento e sezioni.

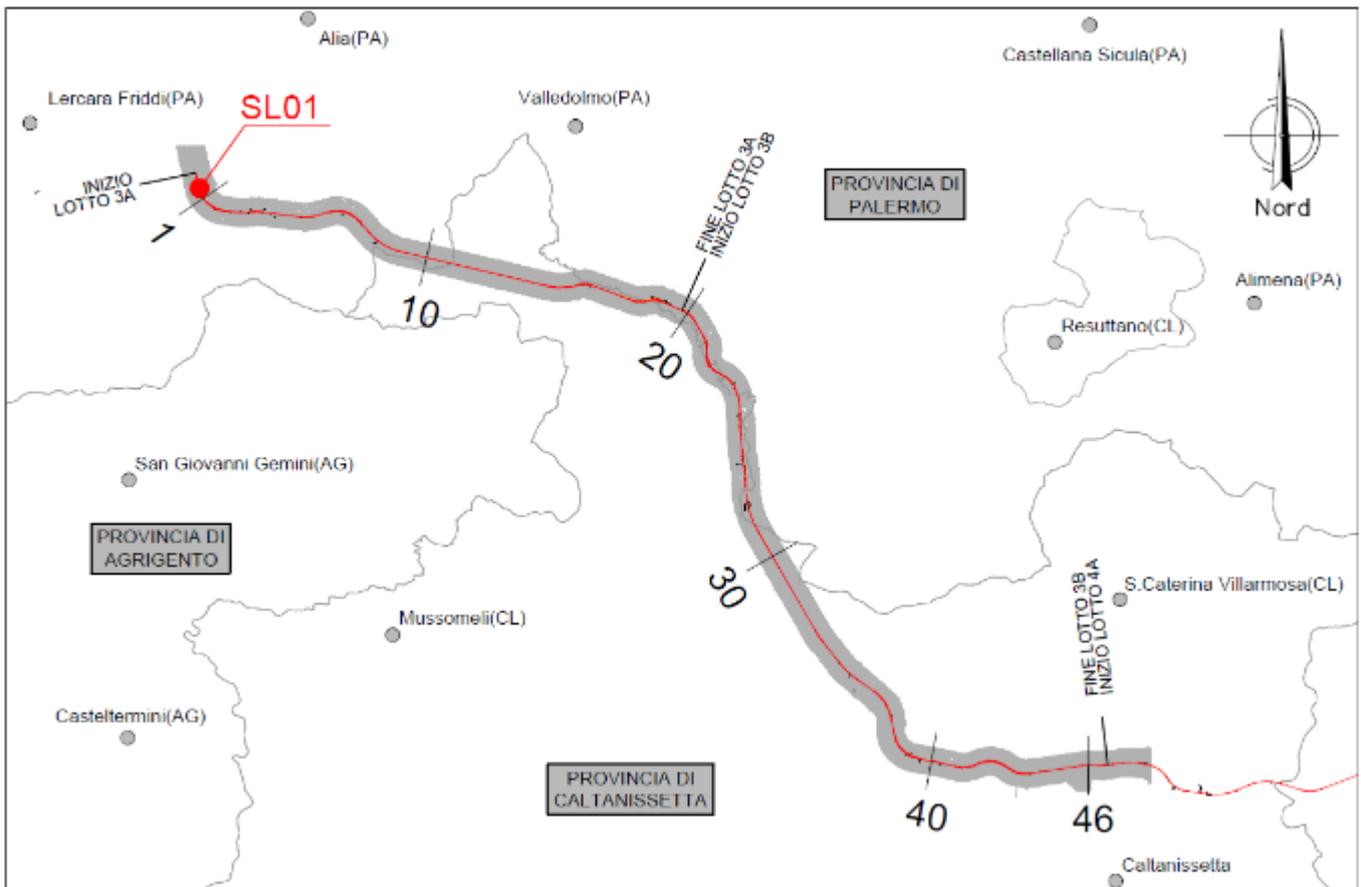


Figura 1 – Inquadramento del SL01 all'interno del lotto di progettazione

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	4 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

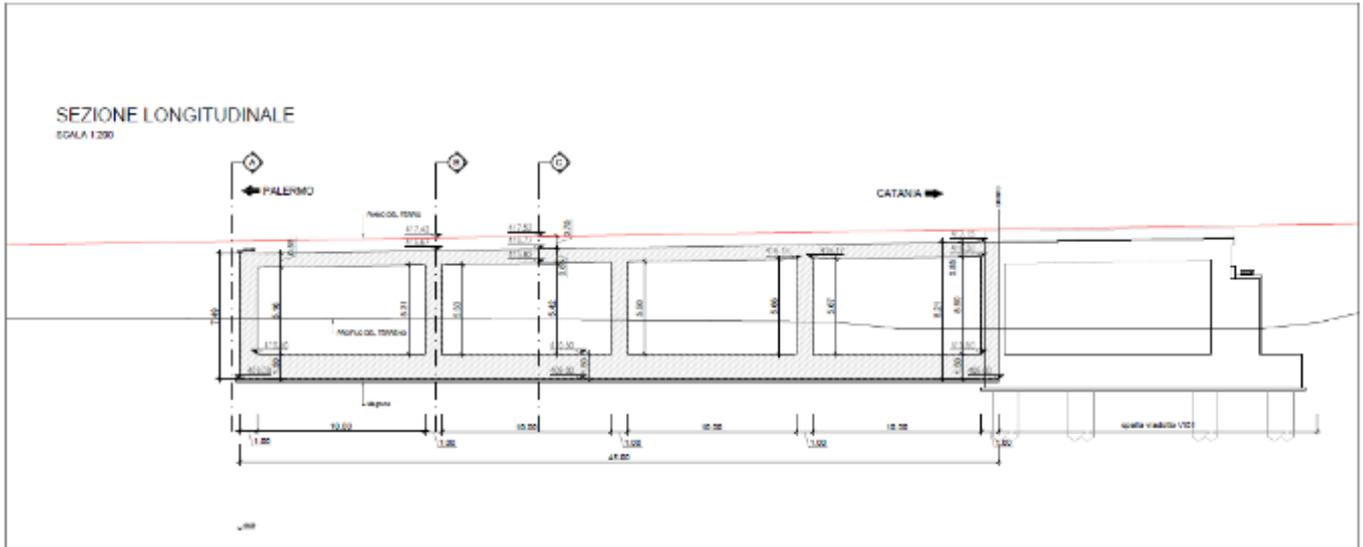


Figura 2 – Sezione longitudinale.

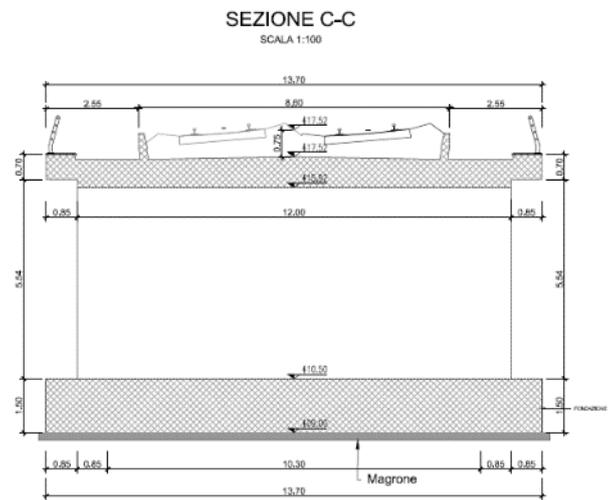
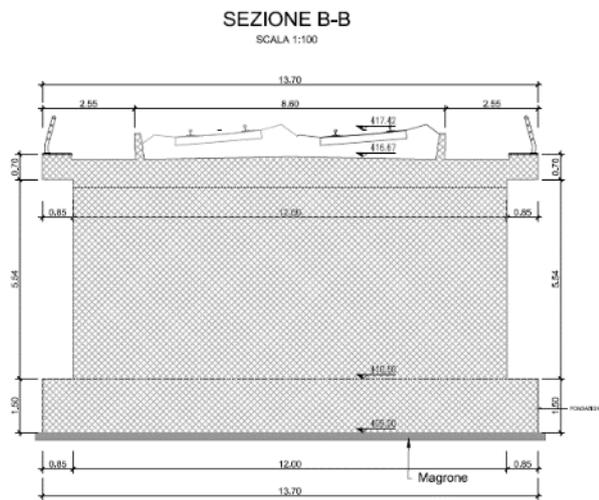


Figura 3 – Sezioni trasversali.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici.

 <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) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI</p>												
<p>SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA</p> <p>Relazione di calcolo Scatolare</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>26</td> <td>CLSL010 001</td> <td>B</td> <td>5 di 99</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30	26	CLSL010 001	B	5 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	5 di 99								

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) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA Relazione di calcolo Scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA 26	DOCUMENTO CLSL010 001	REV. B

3. MATERIALI

3.1 Calcestruzzo scatolare

Classe di resistenza C32/40 $R_{ck} \geq 40 \text{ N/mm}^2$

Classe di esposizione ambientale XC4

Copriferro nominale minimo 50 mm

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

Resistenza di calcolo a rottura per compressione:

$$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} \quad 33.2 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 \quad 41.2 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c \quad 22.1 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza di calcolo a rottura per trazione:

$$f_{ctm} = 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3} \quad 3.09 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctk,5\%} = 0.70 \cdot f_{ctm} \quad 2.17 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c \quad 1.44 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctm} = 1.2 \cdot f_{ctm} \quad 3.71 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctk,5\%} = 0.70 \cdot f_{ctm} \quad 2.59 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{cm} = 22.000 [f_{cm}/10]^{0.3} \quad 336429 \text{ N/mm}^2$$

3.2 Strutture di sostegno provvisori

Calcestruzzo per pali	
Classe di resistenza	C25/30
Resistenza di progetto a compressione a 28 giorni	$f_{cd} = 0.85 f_{ck} / 1.5 = 14.17 \text{ MPa}$
Modulo elastico a 28 giorni	$E_{cm} = 22000(f_{cm}/10)^{0.3} = 29962 \text{ MPa}$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI												
SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA Relazione di calcolo Scatolare	<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>26</td> <td>CLSL010 001</td> <td>B</td> <td>7 di 99</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30	26	CLSL010 001	B	7 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	7 di 99								

3.3 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:

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

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

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

Resistenza di calcolo a rottura per trazione e deformazione corrispondente:

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

$$\varepsilon_{yd} = f_{yd}/E_s = 0.186\%$$

3.4 Acciaio per tiranti

Acciaio armonico per tiranti	
Tipo	Trefoli da 0,6''
Tensione di rottura caratteristica	$f_{ptk} \geq 1860 \text{ MPa}$
Tensione elastica all'1% di deformazione	$f_{p(1)k} \geq 1670 \text{ MPa}$

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

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

profondità	U.G.	γ	c'	c_u	ϕ'	E
	[-]	[kN/m ³]	[kPa]	[kPa]	[°]	[MPa]
da p.c. a -7.4 m	a2	19.0	15	75	25	100
da -7.4 m a -12.2 m	a	19.5	0	0	35	70
oltre -12.2 m	TRVa	21.0	2.5	0	38	300
Falda a – 3.0 m da p.c.						

L'opera si fonda rispetto al piano campagna ad una profondità massima di circa 4.0 m pertanto si assume come riferimento il terreno di fondazione tipo a2.

Di seguito si riporta uno stralcio del profilo geotecnico dell'area in cui ricade l'opera SL01.

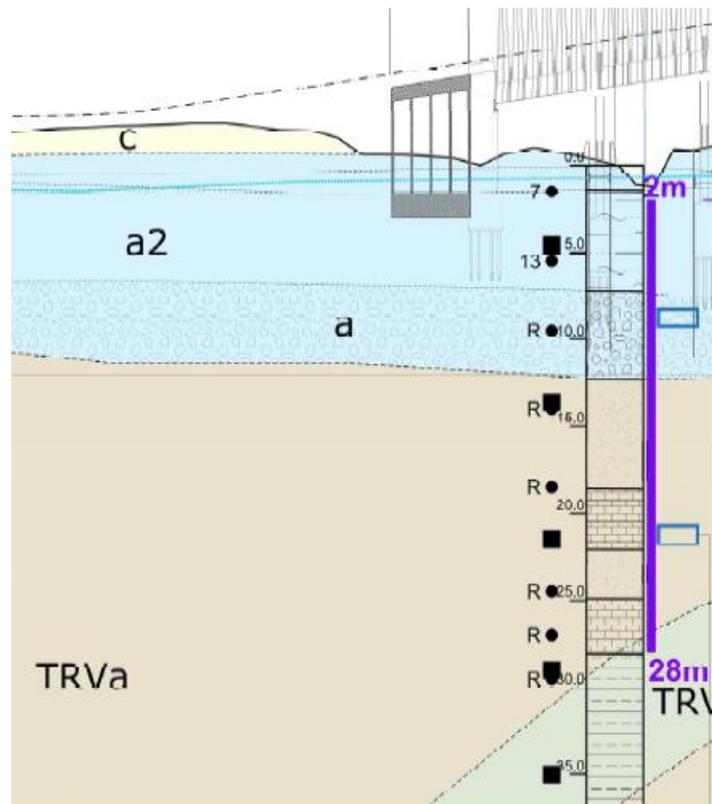


Figura 4 – Stralcio del Profilo geotecnico.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI												
SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA Relazione di calcolo Scatolare	<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>26</td> <td>CLSL010 001</td> <td>B</td> <td>9 di 99</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30	26	CLSL010 001	B	9 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	9 di 99								

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 ottengono per il sito in esame i valori delle caratteristiche sismiche (a_g, F_0, T_c^*):

$a_g \rightarrow$ accelerazione orizzontale massima del terreno, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;

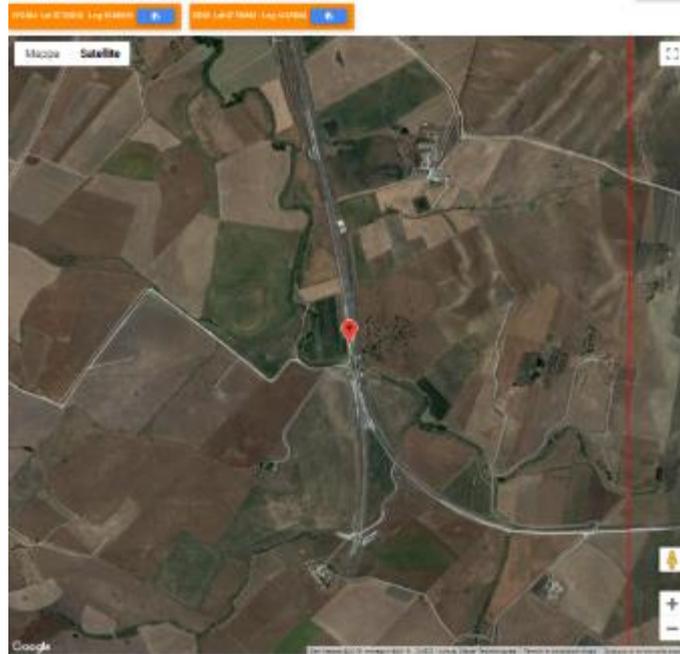
$F_0 \rightarrow$ valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_c^* \rightarrow$ periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

Relazione di calcolo Scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	10 di 99



Stati limite

 Classe Edificio				
III. Affollamento significativo...				-
 Vita Nominale	75			-
 Interpolazione	Media ponderata			-
CU = 1.5				
Stato Limite	Tr [anni]	ag [g]	Fo	Tc [s]
Operatività (SLO)	68	0.045	2.440	0.275
Danno (SLD)	113	0.054	2.470	0.298
Salvaguardia vita (SLV)	1068	0.108	2.656	0.377
Prevenzione collasso (SLC)	2193	0.130	2.710	0.405
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	112.5			

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	11 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

Coefficienti sismici

 Tipo Muri di sostegno NTC 2008

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) 1 us (m) 0.1

 1  0.1

 Cat. Sottosuolo C

 Cat. Topografica T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,49
CC Coeff. funz categoria	1,61	1,57	1,45	1,41
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²] 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.012	0.015	0.039	0.047
kv	0.006	0.007	0.020	0.023
Amax [m/s ²]	0.663	0.801	1.595	1.900
Beta	0.180	0.180	0.240	0.240

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.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA Relazione di calcolo Scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA 26	DOCUMENTO CLSL010 001	REV. B

6. MODELLAZIONE ADOTTATA

La struttura è costituita da uno scatolare composto da 4 canne la cui dimensione interna di ciascuna canna è di 10.00 m e l'altezza interna è variabile da 5.16 m a 5.80 m, con soletta superiore di spessore 0.85 m, setti trasversali di spessore 1.00 m e soletta inferiore di spessore 1.50 m.

L'opera in esame è assimilabile ad un viadotto in c.a. in cui la soletta superiore rappresenta l'impalcato ed i setti trasversali le pile e le spalle. Per tale motivo si implementa un modello di calcolo piano che schematizza la sezione longitudinale. Lo schema statico impiegato è quello di un telaio chiuso 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.

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

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

In figura si riporta schematicamente il modello di calcolo.

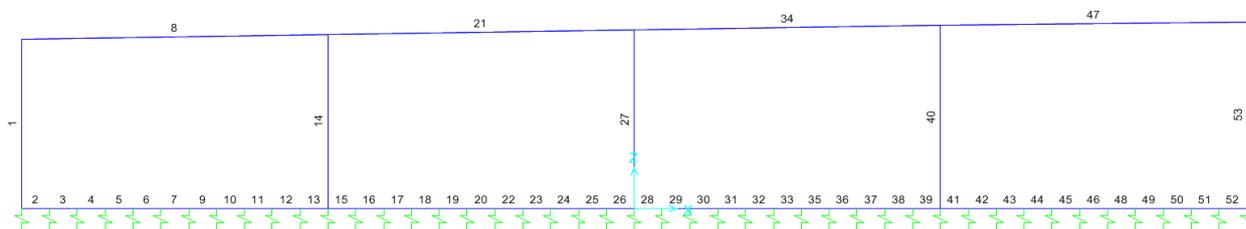


Figura 5 – Modello di calcolo.

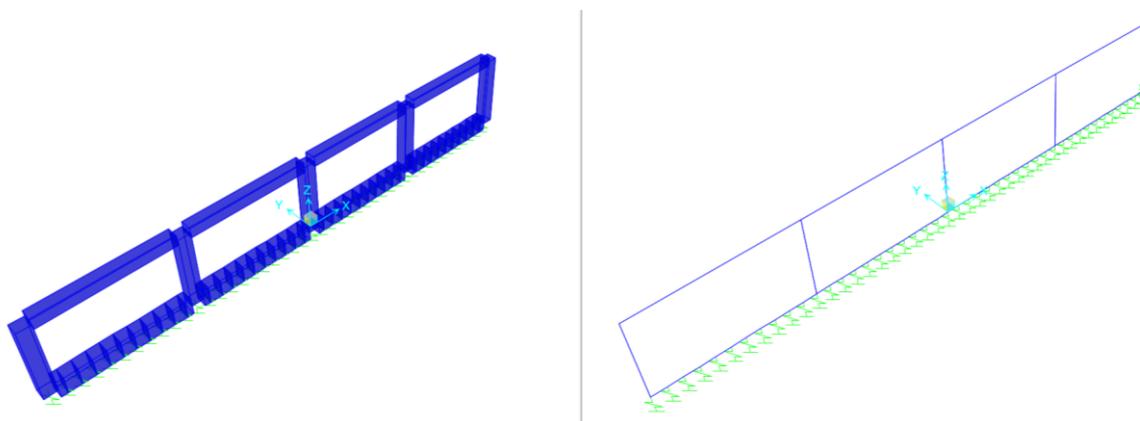


Figura 6 – Modello di calcolo.

 <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) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI</p>												
<p>SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA Relazione di calcolo Scatolare</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>26</td> <td>CLSL010 001</td> <td>B</td> <td>13 di 99</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30	26	CLSL010 001	B	13 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	13 di 99								

Lo schema statico prevede la soletta di fondo 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 Mpa modulo elastico del terreno

$\nu=0.4$ Coefficiente di Poisson del terreno

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

$$I_s = I_1 + \frac{1-2\nu}{1-\nu} I_2 = 0.227 \quad \text{Coefficiente di Steinbrenner}$$

IF= 0.80 Coefficiente di forma (vedi Figura 7)

$$I_1 = \frac{1}{\pi} \left[M \ln \frac{(1+\sqrt{M^2+1})\sqrt{M^2+N^2}}{M(1+\sqrt{M^2+N^2+1})} + \ln \frac{(M+\sqrt{M^2+1})\sqrt{1+N^2}}{M+\sqrt{M^2+N^2+1}} \right] = 0.20$$

$$I_2 = \frac{N}{2\pi} \tan^{-1} \frac{M}{N\sqrt{M^2+N^2+1}} = 0.07$$

B=11.0 m Larghezza della soletta di fondo

B'=B/2 = 5.50 m per l_i relativi al centro

N=H/B' = 2.00 m per l_i relativi al centro

M=L'/B' = 1.18 m per l_i relativi al centro

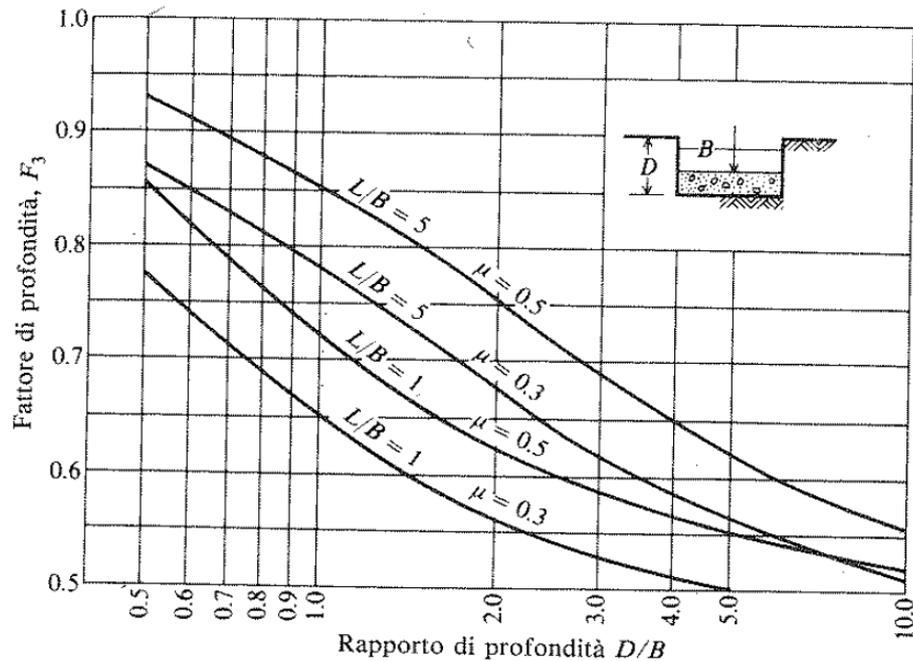


Figura 7 – Coefficiente di influenza I_f per una fondazione collocata a profondità D

Sostituendo i valori nella formula precedente si ricava $k=29742$ kN/mc arrotondato a 30000 kN/mc. La costante elastica viene applicata ai nodi dell'elemento frame con cui viene modellata la soletta di fondo differenziando la rigidità delle molle dei nodi centrali da quelli laterali e da quelli di spigolo.

PER I SOLI SCATOLARI E' POSSIBILE DIFFERENZIARE IL VALORE DELLA RIGIDEZZA DELLE MOLLE IN FUNZIONE DELLA DISTANZA DAI PIEDRITTI

n	10	numero di elementi di divisione della soletta inf.
k_s	30000 kN/m ³	
L_{int}	11 m	larghezza interna dello scatolare
S_p	1 m	spessore dei piedritti
<u>RIGIDEZZA MOLLE CENTRALI</u>		(Ad esempio se $n=10$ si considerano le 5 molle centrali)
$K_{centrali}$	36000 kN/m	
<u>RIGIDEZZA MOLLE DI SPIGOLO</u>		
$K_{spigolo}$	66000 kN/m	
<u>RIGIDEZZA MOLLE INTERMEDIE</u>		
$K_{intermedie}$	54000 kN/m	

 <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) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI</p>												
<p>SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA Relazione di calcolo Scatolare</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>26</td> <td>CLSL010 001</td> <td>B</td> <td>15 di 99</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30	26	CLSL010 001	B	15 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	15 di 99								

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

I carichi permanenti sono costituiti dal peso del ballast che insiste sulla soletta superiore.

γ_1	18 kN/m ³	
S_1	0.8 m	ballast
W_1	14.40 kN/m ²	

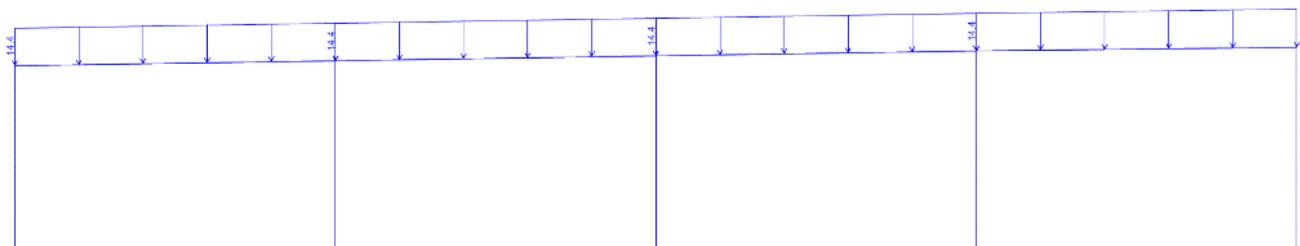


Figura 8 – Carichi permanenti: ballast.

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA Relazione di calcolo Scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA 26	DOCUMENTO CLSL010 001	REV. B

7.3 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 $k_0 = 1 - \text{sen}\varphi'$.

Si assume che sul lato sinistro il terreno agisca per tutta l'altezza del paramento, fino alla quota del piano del ferro, mentre sul lato destro l'opera è in adiacenza alla spalla del viadotto pertanto non c'è terreno che spinge sullo scatolare in oggetto.

Di seguito il calcolo delle spinte del terreno.

spinta a riposo		
γ_t	22 kN/m ³	peso specifico terreno
φ'_k	25 °	angolo attrito caratteristico
φ'_d	25.0 °	angolo attrito di progetto
k_0	0.58 -	
h_{sup}	0.8 m	quota metà spessore sol. sup. rispetto p.c.
h_2	6.335 m	distanza assi soletta superiore-inferiore

	$\sigma'_{h,tot}$	
Soletta sup	15.6 kN/m ²	
Soletta in	96.0 kN/m ²	

$F_{t,sup}$	9.0 kN/m	spinta su metà spessore soletta superiore
$F_{t,inf}$	81.83 kN/m	spinta su metà spessore soletta inferiore

Lo scatolare costituisce una vasca di laminazione quindi nel caso di massima piena si considera che la spinta dell'acqua agisca internamente allo scatolare per tutta l'altezza interna.

	$\sigma'_{h,tot}$	
Soletta sup	0 kN/m ²	
Soletta in	63.35 kN/m ²	



Figura 9 – Spinta del terreno sul piedritto.

7.4 Sovraccarico ferroviario

Per la valutazione dei carichi verticali sono stati considerati il treno di carico LM71, rappresentativo del traffico normale, e il treno di carico SW/2 rappresentativo del traffico pesante.

Il treno di carico LM71, schematizzato in Figura 10, 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.

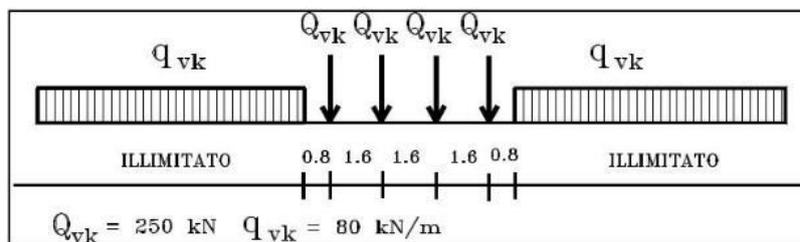
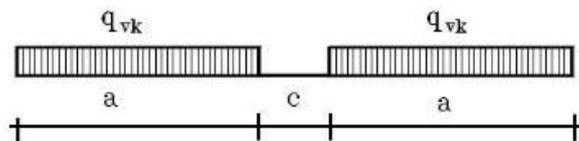


Figura 10 – Treno di carico LM71

Il treno di carico SW/2 invece è costituito da due carichi distribuiti di 150 kN/m aventi un'estensione di 25 m posti ad una distanza, c , di 7.0 m (Figura 11).



tipo di carico	q_{vk} [kN/m]	a [m]	c [m]
SW/2	150	25.0	7.0
SW/0	133	15.0	5.3

Figura 11 – Treno di carico SW/2.

I valori caratteristici dei carichi sono stati moltiplicati per il coefficiente di adattamento α , il cui valore è riportato nella Figura 12.

modello di carico	coefficiente di adattamento α
LM71	1.1
SW/2	1.0
SW/0	1.1

Figura 12 – Coefficiente di adattamento α

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA Relazione di calcolo Scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA 26	DOCUMENTO CLSL010 001	REV. B

Larghezza di ripartizione

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, considerando per la traversa una larghezza di 2.40 m, si ha:

$$L_d = 2.40 + (s_b/4 + s_{ss}/2) \cdot 2 = 2.4 + (0.8/4 + 0.85/2) \cdot 2 = 3.65 \text{ m}$$

Esseno i due binari ad una distanza di 4.0 m non si considera la sovrapposizione degli effetti tra i due treni nella sezione di scatolare di larghezza unitaria.

Effetti dinamici

L'applicazione statica dei treni di carico sono incrementate per tenere conto della natura dinamica del transito dei convogli tramite il fattore:

$$\Phi_3 = \frac{2.16}{\sqrt{L_\phi} - 0.2} + 0.73 \quad 1.00 \leq \Phi_3 \leq 2.00$$

Si assume:

$$L_\phi = k \cdot \frac{1}{n} (L1 + L2 + L3 + L4) = 1.4 \cdot 0.25 \cdot 44 = 15.4 \text{ m}$$

$$L_\phi = 15.4 \text{ m} \Rightarrow \phi_3 = 1.31$$

I carichi utilizzati sono riepilogati nella Tabella seguente:

Carico variabile verticale agente alla quota del piano medio della soletta agente su L_d	
LM71 assi	$q_{v1} = 4 \cdot 250 \cdot 1.1 / 6.4 / L_d \cdot 1.31 = 61.69 \text{ kN/m}$
LM71 distribuito	$q_{v2} = 80 \cdot 1.1 / 6.4 / L_d \cdot 1.31 = 31.58 \text{ kN/m}$
SW/2	$q_v = 150 \cdot 1.0 / L_d \cdot 1.31 = 41.10 \text{ kN/m}$
SW/0	$q_v = 133 \cdot 1.1 / L_d \cdot 1.31 = 36.44 \text{ kN/m}$

Nel modello di calcolo i carichi associati ai treni vengono applicati nelle posizioni più gravose.

Azione laterale (serpeggio)

L'azione del serpeggio è assunta mediante un carico concentrato, pari a 100 kN, per ogni binario agente orizzontalmente e applicato alla sommità della rotaia più alta; il suddetto carico non deve essere moltiplicato per il coefficiente dinamico Φ_3 ma solo per quello di adattamento α .

Nel modello piano non si tiene conto delle azioni ortogonali all'asse ferroviario che saranno valutate a parte.

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	19 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

Azioni longitudinali di avviamento e frenatura

Le azioni di frenatura e di avviamento sono applicate alla sommità del binario. I valori presi in considerazione, considerando la lunghezza della soletta di copertura $L = 44.00$ m sono i seguenti:

avviamento (tutti): $Q_{Ia} = 33 \cdot 44 = 1452$ kN si assume 1000 kN

frenatura LM71, SW/0 $Q_{If} = 20 \cdot 44 = 880$ kN

frenatura SW/2 $Q_{If} = 35 \cdot 44 = 1540$ kN

Essendo il carico di avviamento maggiore del limite prescritto dalle “Istruzioni per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo dei ponti ferroviari” viene assunto pari a 100 t/binario.

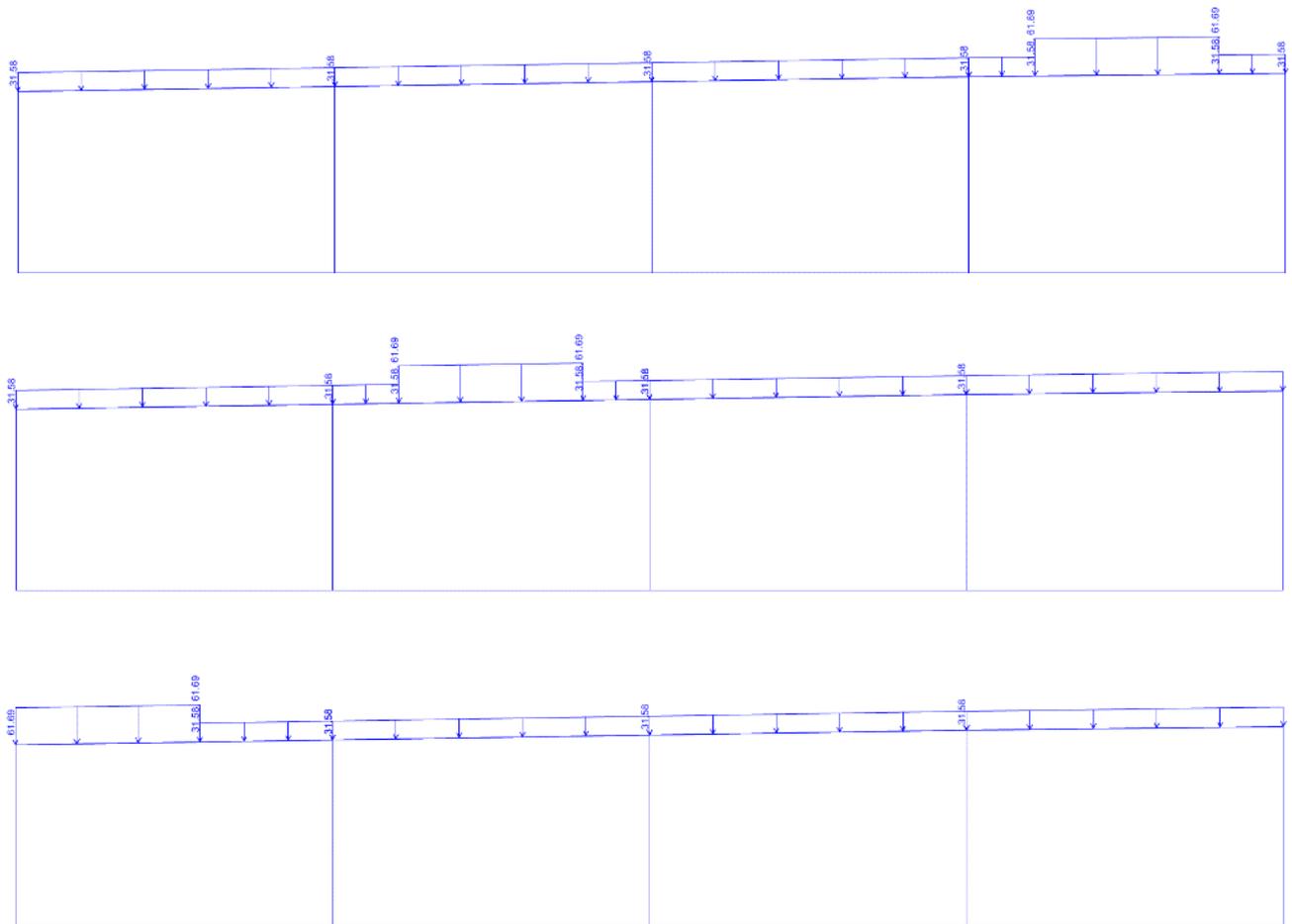


Figura 13 – Treno di carico LM71.

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA
Relazione di calcolo Scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	20 di 99

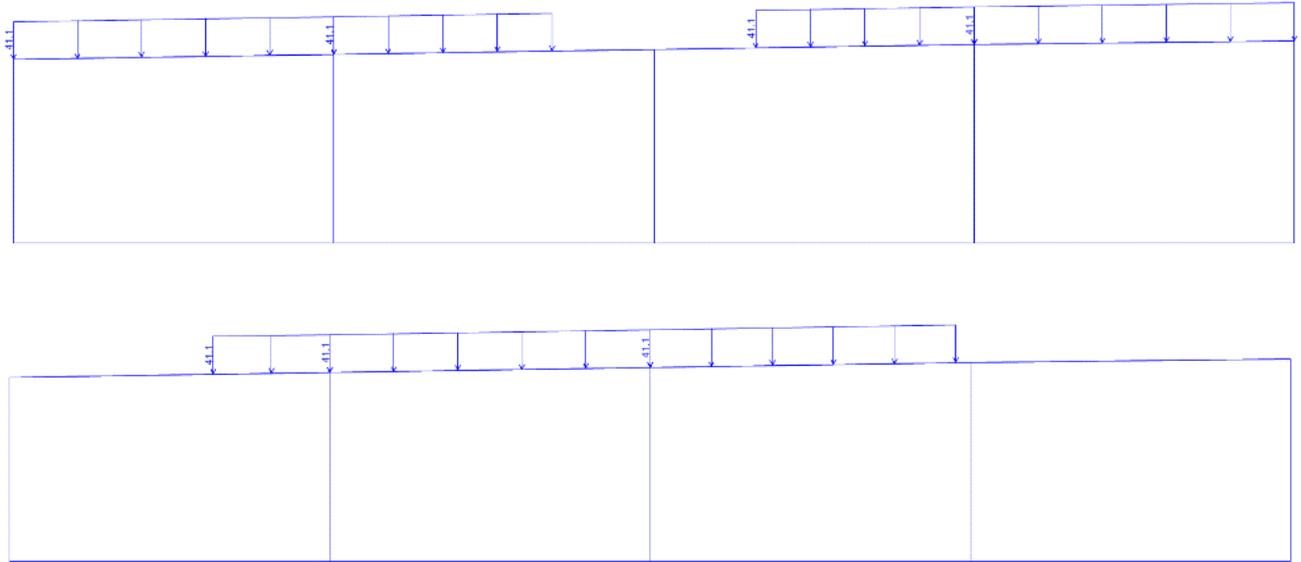


Figura 14 – Treno di carico SW/2.

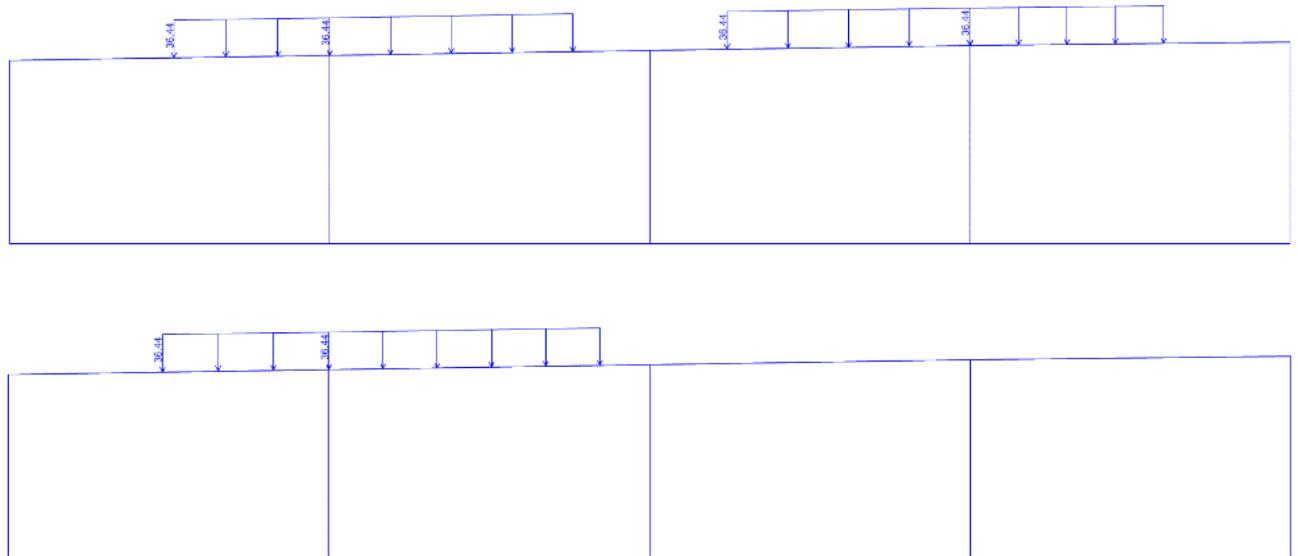


Figura 15 – Treno di carico SW/0.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA Relazione di calcolo Scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA 26	DOCUMENTO CLSL010 001	REV. B

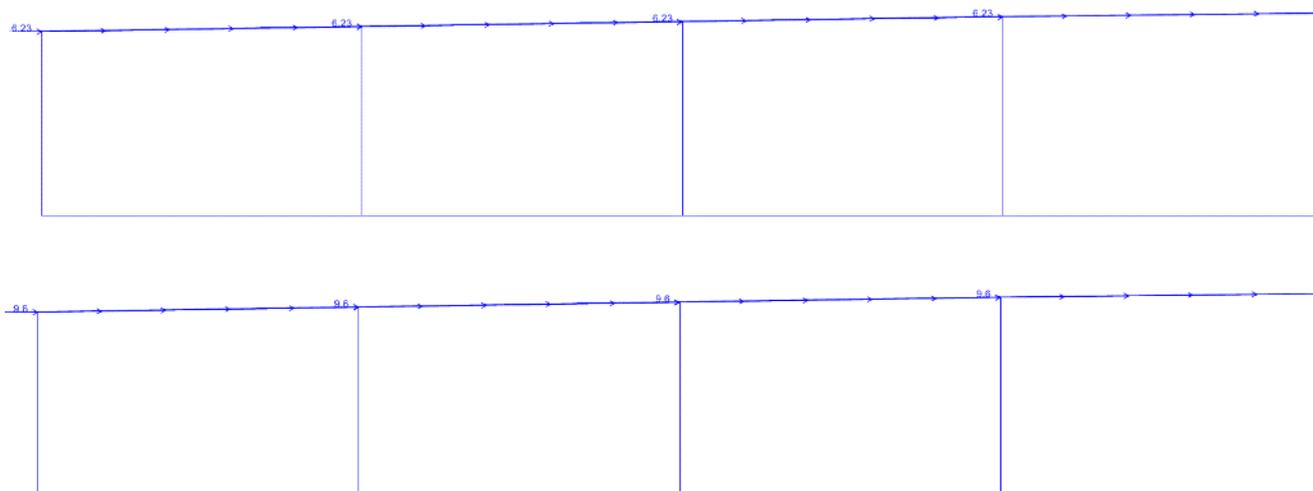


Figura 16 – Forza di frenamento o accelerazione sulla soletta superiore LM71 – SW/2 – SW/0

7.5 Incremento spinta sovracc. accidentale

L'incremento di spinta del terreno sul piedritto di sinistra associato al passaggio dei convogli è valutato diversamente a seconda del convoglio considerato ed è applicato solo nelle configurazioni compatibili.

q_{vk}	31.58 kN/m ²	carico distribuito esterno LM71
σ_h	18.24 kN/m ²	
F_{sup}	7.75 kN/m	spinta su metà spessore soletta superiore
F_{inf}	13.68 kN/m	spinta su metà spessore soletta inferiore
q_{vk}	41.10 kN/m ²	carico distribuito esterno SW2/2
σ_h	23.73 kN/m ²	
F_{sup}	10.08 kN/m	spinta su metà spessore soletta superiore
F_{inf}	17.80 kN/m	spinta su metà spessore soletta inferiore
q_{vk}	36.44 kN/m ²	carico distribuito esterno SW0/2
σ_h	21.04 kN/m ²	
F_{sup}	8.94 kN/m	spinta su metà spessore soletta superiore
F_{inf}	15.78 kN/m	spinta su metà spessore soletta inferiore

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI												
SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA Relazione di calcolo Scatolare	<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>26</td> <td>CLSL010 001</td> <td>B</td> <td>22 di 99</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30	26	CLSL010 001	B	22 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	22 di 99								

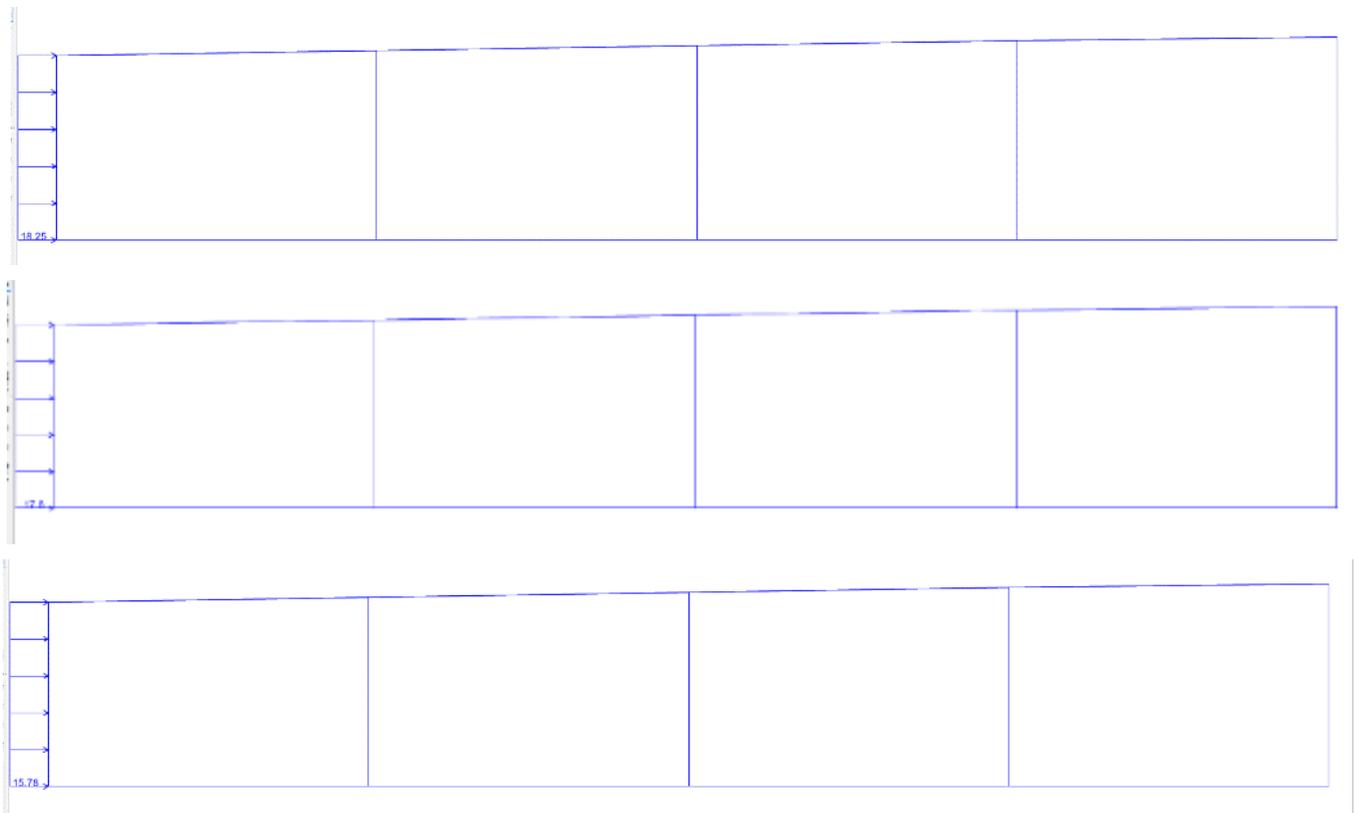


Figura 17 – Incremento di spinta sul piedritto sinistro dovuto al sovraccarico accidentale LM71 – SW/2 – SW/0

7.6 Azioni termiche

Alla soletta superiore è stata applicata una variazione termica uniforme $\Delta T = \pm 15^\circ\text{C}$.

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	23 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

7.7 Ritiro

Si considera una variazione uniforme di temperatura sulla soletta di copertura di -12°C.

Calcolo ritiro secondo Eurocodice 2 UNI EN 1992-1-1

Calcolo dell'azione prodotta da ritiro

	Rck	40	
	f_{ck}	33.20 N/mm ²	
resistenza a compressione media	f_{cm}	41.20 N/mm ²	
modulo elastico secante	E_{cm}	33642.78 N/mm ²	
coefficiente di dilatazione termica	α	0.00001	
classe del cemento	cls tipo	R	
età del cls all'inizio del ritiro	t_s	2 gg	
età del cls al momento del carico	t_0	10 gg	
età del cls	t	25550 gg	
larghezza sezione	B	100 cm	
altezza sezione	H	85.00 cm	
sezione dell'elemento	A_c	850000 mm ²	
perimetro a contatto con l'atmosfera	u	1000 mm	
dimensione elemento di cls	$h_0=2A_c/u$	1700 mm	
umidità relativa percentuale	RH	75 %	
Calcolo del modulo elastico			
coeff. del tipo di cemento	α	1	
tempo t_0 corretto in funz del tipo di cem	t_0	15.042 gg	> 0.5
coeff. della resistenza del cls	$\beta_c(f_{cm})$	2.62	
coeff. della viscosità nel tempo	$\beta_c(t_0)$	0.550	
coeff. della resistenza del cls	α_1	0.892	
coeff. della resistenza del cls	α_2	0.968	
coeff. della resistenza del cls	α_3	0.922	
coeff. che tiene conto dell'umidità relativa	β_H	1383	
coeff. della variabilità viscosità nel tempo	$\beta_c(t, t_0)$	0.984	
coeff. che tiene conto dell'umidità	φ_{RH}	1.181	
coeff. nominale della viscosità	φ_0	1.698	
coeff. di viscosità	$\varphi(t, t_0)$	1.67	
Modulo elastico al tempo t	$E_{cm}(t, t_0)$	12591.8 N/mm ²	
Calcolo della deformazione di ritiro			
parametro fusione di h_0	k_h	0.7	
coeff. variabilità deformazione nel tempo	$\beta_{cs}(t, t_s)$	0.901	
def. di ritiro per essiccamento	$\varepsilon_{cs}(t)$	0.00026873	
deformazione di base	$\varepsilon_{cs,0}$	0.00042602	
coeff. per il tipo di cemento	α_{ds1}	6	
coeff. per il tipo di cemento	α_{ds2}	0.11	
	β_{RH}	0.89609375	
	$\beta_{as}(t)$	1	
	$\varepsilon_{ca,00}$	0.000058	
deformazione dovuta al ritiro autogeno	ε_{ca}	5.8E-05	
deformazione di ritiro	$\varepsilon_s(t, t_0)$	0.00032673	
Variazione termica uniforme	ΔT_{ritiro}	-12 °C	

NOTA : I fenomeni di ritiro vengono considerati agenti solo sulla soletta di copertura

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA Relazione di calcolo Scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA 26	DOCUMENTO CLSL010 001	REV. B

E' stato considerato anche un ΔT differenziale da ritiro pari al 50% del valore uniforme, come riportato al punto 5.2.2.10.2 del manuale di progettazione, agente sui setti in c.a. dell'opera.

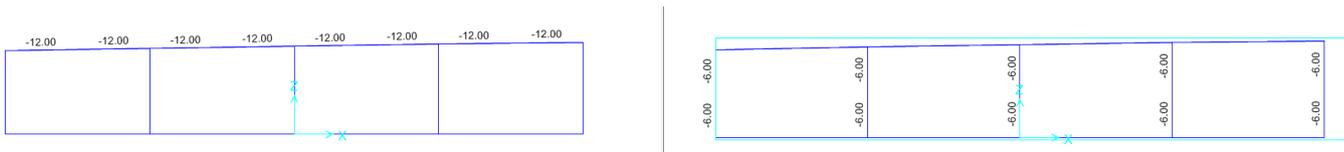


Figura 18 – Ritiro e ritiro differenziale

7.8 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

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

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

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

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	25 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

a_g	0.108	g
S_s	1.5	
S_T	1	
a_{max}	0.162	g
β_m	1	
k_h	0.162	
k_v	0.081	

Sisma H

soletta sup

$k_h \cdot W_s$	3.44 kN/m ²	peso proprio
$k_h \cdot (W_1 + W_2)$	2.33 kN/m ²	perm portati
	5.78 kN/m ²	totale peso proprio, perm portati

pedritti

$k_h \cdot W_p$	4.05	peso proprio
-----------------	------	--------------

sovrasp. sismica (Wood)

h_{scat}	7.51 m	
h_{tot}	7.51 m	altezza scatolare + ricoprim
Δp_d	26.77 kN/m ²	
F_{pd}	11.38 kN/m	forza concentrata agente su metà spessore soletta sup

Sisma V

soletta sup

$k_v \cdot W_s$	1.72 kN/m ²	peso proprio
$k_v \cdot (W_1 + W_2)$	1.17 kN/m ²	perm portati
$k_v \cdot (\text{treno sis})$	1.44 kN/m ²	treno sismico
	4.33 kN/m ²	totale peso proprio, perm portati

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA
Relazione di calcolo Scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	26 di 99

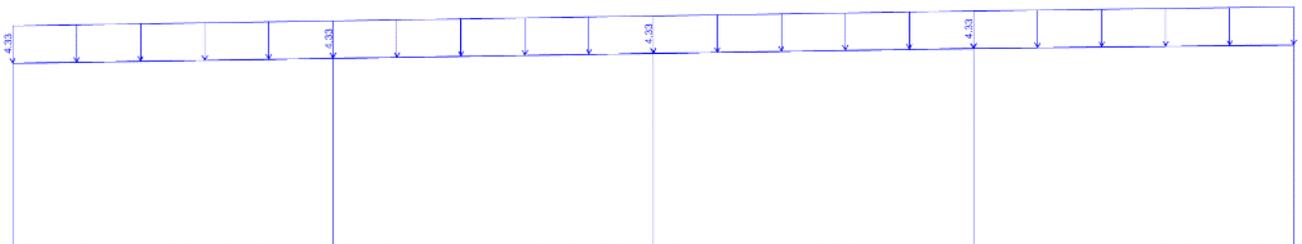
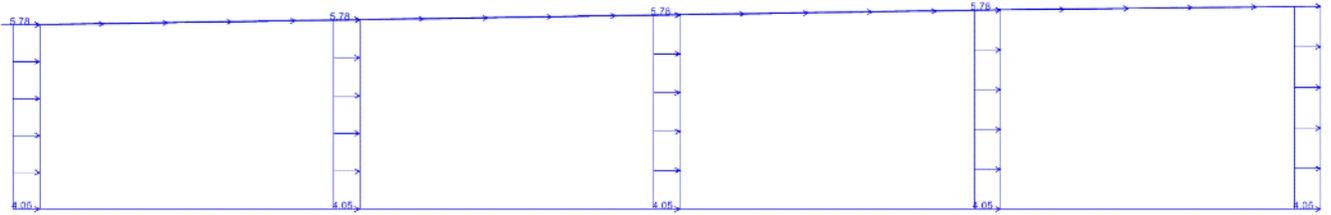


Figura 19 – Sisma orizzontale e verticale.

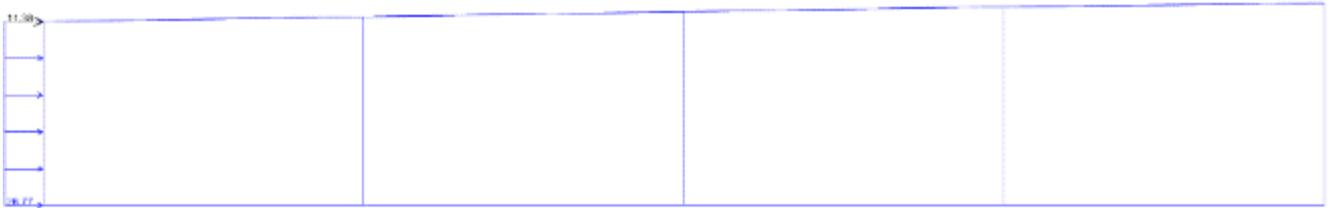


Figura 20 – Incremento di spinta dovuto al sisma.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA Relazione di calcolo Scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA 26	DOCUMENTO CLSL010 001	REV. B

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:

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

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
ballast	ballast
spinta a riposo del terreno sul piedritto sinistro	spinta_terr
treno LM71 nelle tre configurazioni peggiori	LM71_1 LM71_2 LM71_3
treno SW/2 nelle due configurazioni peggiori	SW/2_1 SW/2_2
treno SW/0 nelle due configurazioni peggiori	SW/0_1 SW/0_2
incremento di spinta dovuta al carico LM71 sul piedritto sinistro	spinta_LM71
incremento di spinta dovuta al carico SW/2 sul piedritto sinistro	spinta_SW/2
incremento di spinta dovuta al carico SW/0 sul piedritto sinistro	spinta_SW/0
azione orizzontale di frenatura/avviamento sulla soletta superiore LM71	AVV/FR_LM71
azione orizzontale di frenatura/avviamento sulla soletta superiore SW/2	AVV/FR_SW/2
azione orizzontale di frenatura/avviamento sulla soletta superiore SW/0	AVV/FR_SW/0

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA Relazione di calcolo Scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA 26	DOCUMENTO CLSL010 001	REV. B

azione	Load Case Name
variazione termica uniforme	termica_uniforme
ritiro della soletta superiore	Ritiro
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	spinta_acqua

Tabella 1 – Riepilogo carichi.

I carichi ferroviari sono stati raggruppati secondo quanto riportato nella tabella 5.2.IV del Manuale di Progettazione RFI DTC SI MA IFS 001 C. Ciascun gruppo considera come carico verticale associato al traffico del convoglio l'involuppo dei risultati delle diverse configurazioni.

TABLE: Tables Automatically Saved After Analysis				
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseName	ScaleFactor
env_LM71	Envelope	No	LM71_1	1
env_LM71			LM71_2	1
env_LM71			LM71_3	1
env_SW2	Envelope	No	SW/2_1	1
env_SW2			SW/2_2	1
env_SW0	Envelope	No	SW/0_1	1
env_SW0			SW/0_2	1

TABLE: Tables Automatically Saved After Analysis				
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseName	ScaleFactor
gr1_LM71	Linear Add	No	env_LM71	1
gr1_LM71			AVV/FR_LM71	0.5
gr1_LM71			spinta_LM71	1
gr1_SW2	Linear Add	No	env_SW2	1
gr1_SW2			AVV/FR_SW2	0.5
gr1_SW2			spinta_SW2	1
gr1_SW0	Linear Add	No	env_SW0	1
gr1_SW0			AVV/FR_SW0	0.5
gr1_SW0			spinta_SW0	1
gr3_LM71	Linear Add	No	env_LM71	1
gr3_LM71			AVV/FR_LM71	1
gr3_LM71			spinta_LM71	1
gr3_SW2	Linear Add	No	env_SW2	1
gr3_SW2			AVV/FR_SW2	1
gr3_SW2			spinta_SW2	1

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	31 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

	RAR_1	RAR_2	RAR_3	RAR_4	RAR_5	RAR_6	RAR_7	RAR_8	RAR_9
ballast	1	1	1	1	1	1	1	1	1
spinta_terr	1	1	1	1	1	1	1	1	1
gr1_LM71									
gr1_SW2									
gr1_SW0									
gr3_LM71									
gr3_SW2									
gr3_SW0									
gr4_LM71	1			0.8			0.8		
gr4_SW2		1			0.8			0.8	
gr4_SW0			1			0.8			0.8
termica_uniforme	0.9	0.9	0.9	1.5	1.5	1.5	0.9	0.9	0.9
ritiro	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.5	1.5	1.5
sisma_H	0	0	0	0	0	0	0	0	0
sovraspinta_sismica	0	0	0	0	0	0	0	0	0
sisma_V	0	0	0	0	0	0	0	0	0
spinta_acqua	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 5 – Combinazioni di carico agli SLE RARA

9. RISULTATI E VERIFICHE

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.

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	32 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

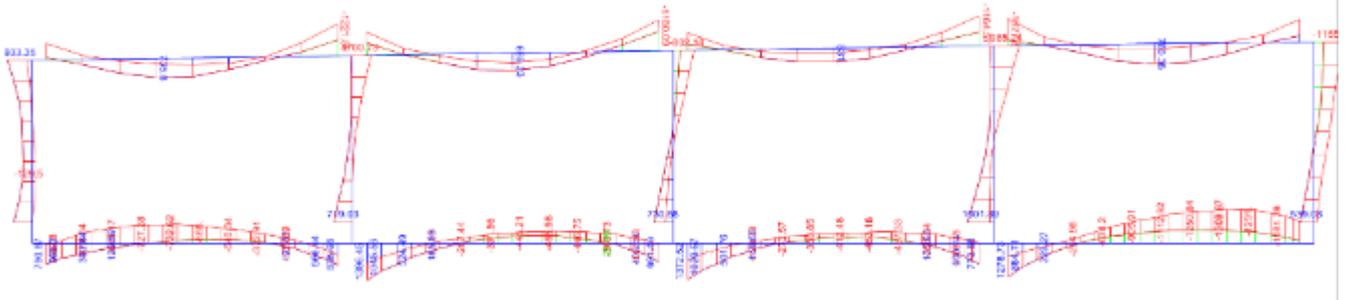


Figura 21 – Momento flettente enve-SLU.

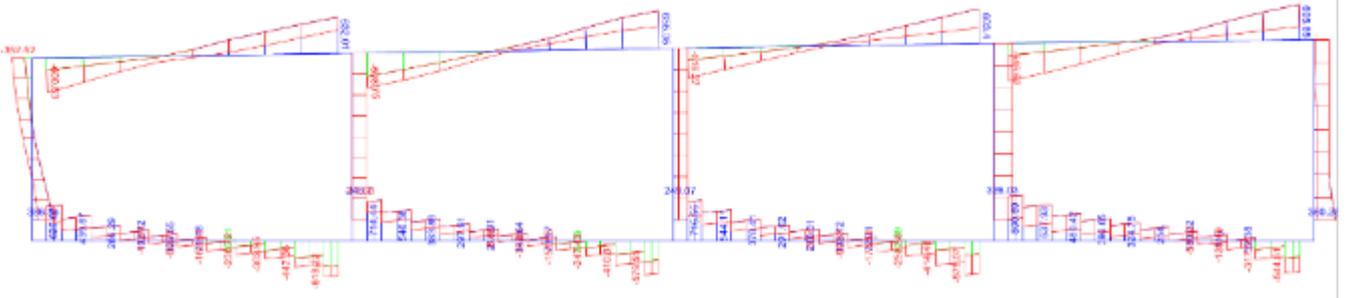


Figura 22 – Taglio enve-SLU.

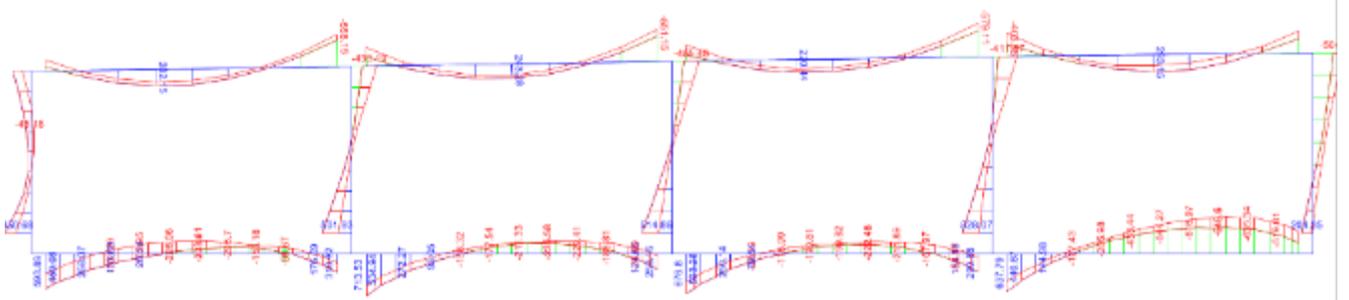


Figura 23 – Momento flettente enve-SLV.

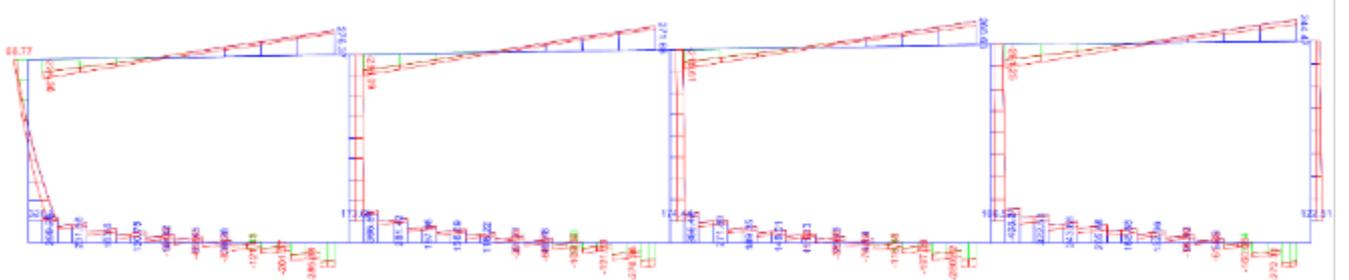


Figura 24 – Taglio enve-SLV.

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA
Relazione di calcolo Scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	33 di 99

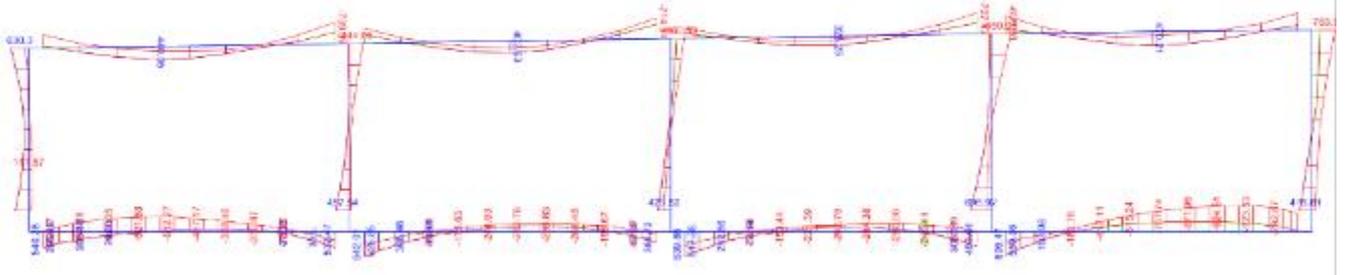


Figura 25 – Momento flettente enve-SLE.

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	34 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

9.1 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	-50.71	-8.94	293.12	47	5.50	SIS_7
M3	min	-139.72	267.56	-578.68	34	10.50	SIS_5
V2	max	-186.29	276.36	-472.38	8	10.50	SIS_11
V2	min	-46.55	-261.16	-402.90	47	0.50	SIS_7
P	max	-11.84	-173.21	-207.27	47	0.50	SIS_5
P	min	-256.77	252.85	-552.90	8	10.50	SIS_5

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-123.53	-16.47	780.46	47	5.50	STR_1
M3	min	-375.47	546.62	-1221.58	8	10.50	STR_4
V2	max	-277.04	655.05	-913.45	21	10.50	STR_4
V2	min	-148.35	-646.58	-1027.49	47	0.50	STR_1
P	max	57.97	-248.28	-364.12	47	0.50	STR_23
P	min	-470.30	396.84	-980.18	21	10.50	STR_11

SLE - RARA		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-83.13	-3.10	470.32	47	5.50	RAR_1
M3	min	-238.41	342.36	-740.13	8	10.50	RAR_1
V2	max	-185.65	400.64	-567.90	21	10.50	RAR_1
V2	min	-84.83	-390.41	-596.38	47	0.50	RAR_1
P	max	14.49	-190.66	-318.56	47	0.50	RAR_8
P	min	-350.06	254.66	-594.07	21	10.50	RAR_5

La soletta è armata a flessione con $\Phi 26/10$ inferiormente e due strati di $\Phi 26/10$ superiormente. Come armatura a taglio sono previste staffe $\Phi 14/20$ a quattro braccia.



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)
SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI**

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	35 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

9.1.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: sol_sup

(Percorso File: D:\Commesse\C0J\SL01\rc_seclsol_sup.sez)

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:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	181.33	daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	90.67	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:	333458	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	30.24	daN/cm ²
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	176.00	daN/cm ²
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0	daN/cm ²
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0	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 $\beta_1*\beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$:	0.50		
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3375.0	daN/cm ²	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	85.0
3	50.0	85.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

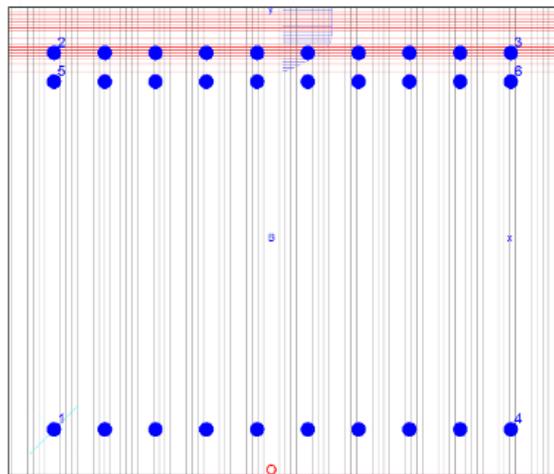
N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-41.7	8.3	26
2	-41.7	76.7	26
3	41.7	76.7	26
4	41.7	8.3	26
5	-41.7	71.5	26

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	37 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

N°Comb.	N	Mx	My
1	8313	47032	0
2	23841	-74013	0
3	18565	-56790	0
4	8483	-59638	0
5	-1449	-31856	0
6	35006	-59407	0



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	2.6 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.)
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 [cm ²] 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	12353	78046	0	12347	160665	0	2.06	106.2(17.0)
2	S	37547	-122158	0	37517	-294167	0	2.40	106.2(17.0)
3	S	27704	-91345	0	27705	-291377	0	3.17	106.2(17.0)
4	S	14835	-102749	0	14828	-287686	0	2.79	106.2(17.0)
5	S	-5797	-36412	0	-5818	-281708	0	7.84	106.2(17.0)
6	S	47030	-98018	0	47034	-296856	0	3.00	106.2(17.0)

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

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	38 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

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	0.154	50.0	85.0	0.00103	41.7	76.7	-0.01929	-41.7	8.3
2	0.00350	0.233	-50.0	0.0	0.00188	-41.7	8.3	-0.01151	-41.7	76.7
3	0.00350	0.228	-50.0	0.0	0.00184	-41.7	8.3	-0.01185	-41.7	76.7
4	0.00350	0.222	-50.0	0.0	0.00179	-41.7	8.3	-0.01230	-41.7	76.7
5	0.00350	0.212	-50.0	0.0	0.00171	-41.7	8.3	-0.01304	-41.7	76.7
6	0.00350	0.238	-50.0	0.0	0.00191	-41.7	8.3	-0.01120	-41.7	76.7

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	0.000297124	-0.021755582	0.154	0.700
2	0.000000000	-0.000195739	0.003500000	0.233	0.731
3	0.000000000	-0.000200085	0.003500000	0.228	0.725
4	0.000000000	-0.000205942	0.003500000	0.222	0.717
5	0.000000000	-0.000215686	0.003500000	0.212	0.704
6	0.000000000	-0.000191609	0.003500000	0.238	0.738

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 14 mm
 Passo staffe: 20.0 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	1647	315438	83162	76.7	100.0	1.000	1.008	0.6	30.8(0.0)
2	S	54662	320553	83162	76.7	100.0	1.000	1.024	20.2	30.8(0.0)
3	S	65505	318555	83162	76.7	100.0	1.000	1.018	24.3	30.8(0.0)
4	S	64658	315942	83162	76.7	100.0	1.000	1.010	23.9	30.8(0.0)
5	S	24828	312930	83162	76.7	100.0	1.000	1.000	9.2	30.8(0.0)
6	S	39684	322479	83162	76.7	100.0	1.000	1.031	14.7	30.8(0.0)

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	39 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

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	36.2	-50.0	85.0	-1229	-32.4	8.3	2050	53.1
2	S	55.6	50.0	0.0	-1045	32.4	76.7	1700	106.2
3	S	42.7	50.0	0.0	-801	-32.4	76.7	1700	106.2
4	S	43.8	50.0	0.0	-888	32.4	76.7	1750	106.2
5	S	22.8	50.0	0.0	-501	-41.7	76.7	1800	106.2
6	S	46.0	50.0	0.0	-772	-41.7	76.7	1650	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 f_{ctm}

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; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ 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 = $sr \max \cdot (e_sm - e_cm)$ [(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	-0.00071	0	0.500	26.0	70	0.00037 (0.00037)	409	0.151 (0.20)	53186	0
2	S	-0.00062	0	0.500	26.0	70	0.00032 (0.00031)	309	0.100 (0.20)	-59852	0
3	S	-0.00048	0	0.500	26.0	70	0.00024 (0.00024)	309	0.074 (0.20)	-59898	0
4	S	-0.00053	0	0.500	26.0	70	0.00027 (0.00027)	311	0.083 (0.20)	-58183	0
5	S	-0.00030	0	0.500	26.0	70	0.00015 (0.00015)	313	0.047 (0.20)	-56538	0
6	S	-0.00046	0	0.500	26.0	70	0.00023 (0.00023)	307	0.071 (0.20)	-62515	0

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA Relazione di calcolo Scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA 26	DOCUMENTO CLSL010 001	REV. B

9.1.2 Verifica in condizioni sismiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

NOME SEZIONE: sol_sup_sisma

(Percorso File: D:\Commesse\C0J\SL01\rc_seclsol_sup_sisma.sez)

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -

Classe:	C32/40
Resis. compr. di progetto fcd:	181.33 daN/cm ²
Resis. compr. ridotta fcd':	90.67 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:	333458 daN/cm ²
Resis. media a trazione fctm:	30.24 daN/cm ²

ACCIAIO -

Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm ²
Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0 daN/cm ²
Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm ²
Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0 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: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	85.0
3	50.0	85.0
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	76.7	26
3	41.7	76.7	26
4	41.7	8.3	26
5	-41.7	71.5	26
6	41.7	71.5	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

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	41 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

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

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 14 mm
 Passo staffe: 20.0 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	5071	29312	0	-894	0
2	13972	-57868	0	26756	0
3	18629	-47238	0	27636	0
4	4655	-40290	0	-26116	0
5	1184	-20727	0	-17321	0
6	25677	-55290	0	25285	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.0 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.6 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	5071	29312	0	5074	143314	0	4.91	53.1(17.0)
2	S	13972	-57868	0	13962	-254279	0	4.37	106.2(17.0)
3	S	18629	-47238	0	18642	-255518	0	5.36	106.2(17.0)
4	S	4655	-40290	0	4675	-251808	0	6.23	106.2(17.0)
5	S	1184	-20727	0	1204	-250879	0	12.09	106.2(17.0)

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo Scatolare	RS3T	30	26	CLSL010 001	B	42 di 99

6 S 25677 -55290 0 25693 -257378 0 4.61 106.2(17.0)

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.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00077	0.282	50.0	85.0	0.00047	41.7	76.7	-0.00196	-41.7	8.3
2	0.00136	0.410	-50.0	0.0	0.00100	-41.7	8.3	-0.00196	-41.7	76.7
3	0.00137	0.412	-50.0	0.0	0.00101	-41.7	8.3	-0.00196	-41.7	76.7
4	0.00133	0.405	-50.0	0.0	0.00098	-41.7	8.3	-0.00196	-41.7	76.7
5	0.00133	0.404	-50.0	0.0	0.00097	-41.7	8.3	-0.00196	-41.7	76.7
6	0.00139	0.415	-50.0	0.0	0.00103	-41.7	8.3	-0.00196	-41.7	76.7

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	0.000035541	-0.002251492	0.282	0.793
2	0.000000000	-0.000043219	0.001358373	0.410	0.952
3	0.000000000	-0.000043376	0.001370447	0.412	0.955
4	0.000000000	-0.000042907	0.001334466	0.405	0.947
5	0.000000000	-0.000042790	0.001325531	0.404	0.945
6	0.000000000	-0.000043614	0.001388679	0.415	0.959

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 14 mm
Passo staffe: 20.0 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	894	313960	41581	76.7	100.0	1.000	1.003	0.3	15.4(0.0)

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo Scatolare	RS3T	30	26	CLSL010 001	B	43 di 99

2	S	26756	315767	41581	76.7	100.0	1.000	1.009	9.9	15.4(0.0)
3	S	27636	316712	41581	76.7	100.0	1.000	1.012	10.2	15.4(0.0)
4	S	26116	313875	41581	76.7	100.0	1.000	1.003	9.7	15.4(0.0)
5	S	17321	313171	41581	76.7	100.0	1.000	1.001	6.4	15.4(0.0)
6	S	25285	318143	41581	76.7	100.0	1.000	1.017	9.4	15.4(0.0)

9.1.3 Verifica in senso trasversale

La soletta in direzione trasversale viene armata a flessione con $\Phi 20/10$ inferiormente e superiormente. Avendo effettuato una modellazione piana della sezione longitudinale, considerando una striscia di soletta di larghezza un metro, in senso ortogonale alla direzione della striscia si considera un momento flettente negativo e positivo pari al 25% del massimo momento calcolato in direzione longitudinale con cui si effettua la verifica.

SLU

$$M_{\text{trasv}} = 0.25 \cdot 1221.58 = \mathbf{305.40 \text{ KNm}}$$

SLE-RARA

$$M_{\text{trasv}} = 0.25 \cdot 740.13 = \mathbf{185.04 \text{ KNm}}$$

SLV

$$M_{\text{trasv}} = 0.25 \cdot 578.68 = \mathbf{144.67 \text{ KNm}}$$

Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: sol_sup - TRASV

(Percorso File: D:\Commesse\C0\SL01\rc_seclsol_sup - TRASV.sez)

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
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:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	181.33	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:	333458	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	30.24	daN/cm ²
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	176.00	daN/cm ²
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:		4500.0	daN/cm ²
Resist. caratt. rottura ftk:		5400.0	daN/cm ²
Resist. snerv. di progetto fyd:		3913.0	daN/cm ²

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	44 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0	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

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	85.0
3	50.0	85.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	Diam Ø [mm]
1	-44.0	6.0	20
2	-44.0	79.0	20
3	44.0	79.0	20
4	44.0	6.0	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N° Gen.	N° Barra Ini.	N° Barra Fin.	N° Barre	Ø
1	1	4	8	20
2	2	3	8	20

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	0	30540	0	0	0

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

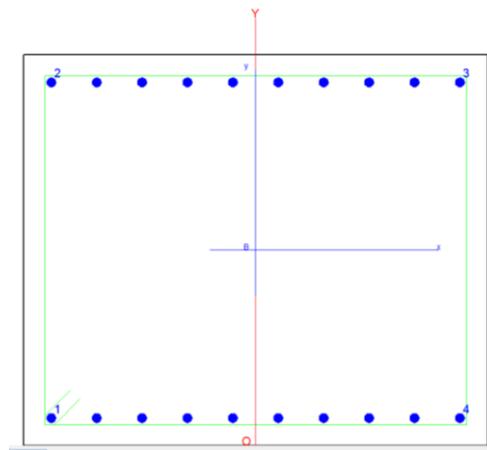
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	45 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

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	0	18504	0



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.8 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 (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0	30540	0	0	99941	0	3.27	31.4(13.8)

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.)

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo Scatolare	RS3T	30	26	CLSL010 001	B	46 di 99

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	0.088	-50.0	85.0	0.00048	-44.0	79.0	-0.03623	-44.0	6.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità (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	0.000502930	-0.039249072	0.088	0.700

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	18.9	50.0	85.0	-814	-44.0	6.0	1500	31.4

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 f_{ctm}
 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	-0.00045	0	0.500	20.0	50	0.00024 (0.00024)	332	0.081 (0.20)	45348	0

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA Relazione di calcolo Scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA 26	DOCUMENTO CLSL010 001	REV. B

Verifica in condizioni sismiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

NOME SEZIONE: sol_sup - TRASV - sisma

(Percorso File: D:\Commesse\COJ\SL01\rc_sec\sol_sup - TRASV - sisma.sez)

Descrizione Sezione:

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -

Classe:	C32/40
Resis. compr. di progetto fcd:	181.33 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:	333458 daN/cm ²
Resis. media a trazione fctm:	30.24 daN/cm ²

ACCIAIO -

Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm ²
Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0 daN/cm ²
Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm ²
Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0 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: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	85.0
3	50.0	85.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-44.0	6.0	20
2	-44.0	79.0	20
3	44.0	79.0	20
4	44.0	6.0	20

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

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	48 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

N°Barre
Ø Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	8	20
2	2	3	8	20

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	0	14467	0	0	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.8 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 (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0	14467	0	0	89218	0	6.17	31.4(13.8)

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.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00062	0.241	-50.0	85.0	0.00043	-44.0	79.0	-0.00196	-44.0	6.0

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	49 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

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	0.000032631	-0.002152287	0.241	0.741

9.2 Verifica setti

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	-629.07	166.44	527.71	40	0.75	SIS_5
M3	min	-265.19	91.68	-505.26	53	6.98	SIS_4
V2	max	-308.78	320.74	450.84	1	0.75	SIS_5
V2	min	-227.53	-168.77	198.99	1	6.34	SIS_1
P	max	-169.19	-156.34	194.85	1	6.34	SIS_5
P	min	-716.01	65.61	254.83	40	0.75	SIS_10

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1013.23	324.04	995.15	40	0.75	STR_11
M3	min	-597.01	213.69	-1152.67	53	6.98	STR_10
V2	max	-423.60	386.18	703.99	1	0.75	STR_17
V2	min	-616.90	-351.27	749.77	1	6.34	STR_7
P	max	-235.16	-156.74	449.00	1	6.34	STR_17
P	min	-1482.38	106.75	522.91	40	0.75	STR_4

SLE - RARA		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-682.07	219.20	689.87	40	0.75	RAR_5
M3	min	-382.54	159.86	-780.85	53	6.98	RAR_4
V2	max	-303.39	256.27	479.28	1	0.75	RAR_8
V2	min	-388.81	-242.56	527.39	1	6.34	RAR_4
P	max	-163.81	-92.42	266.30	1	6.34	RAR_8
P	min	-947.53	70.96	334.85	40	0.75	RAR_1

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	50 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

La sezione è armata a flessione con $\Phi 26/10$ interiormente ed exteriormente. Non è necessaria armatura a taglio, come si vede nella verifica seguente.

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio V_{Rd} di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Sollecitazioni Agenti:

V_{Ed}	386.18 kN
N_{Ed}	0 kN

Calcestruzzo

C32/40

R_{ck}	40 N/mm ²
----------	----------------------

f_{ck}	33.2 N/mm ²
----------	------------------------

Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo

f_{cd}	18.81 N/mm ²
----------	-------------------------

Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo

γ_c	1.5
------------	-----

Altezza sezione

h	1000 mm
-----	---------

Copriferro

c	80 mm
-----	-------

Larghezza minima della sezione (in mm)

b_w	1000 mm
-------	---------

Altezza utile della sezione (in mm)

d	920 mm
-----	--------

Area Calcestruzzo

A_c	1000000 mm ²
-------	-------------------------

Armatura longitudinale tesa

n **10**

\varnothing	26 mm
---------------	-------

A_{sl}	5306.6 mm ²
----------	------------------------

Rapporto geometrico di armatura longitudinale

ρ_1	0.0058 ≤ 0.02	ok
----------	---------------	----

Tensione media di compressione nella sezione

σ_{cp}	0.0000 ≤ 0.2 f_{cd}	ok
---------------	-----------------------	----

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

k	1.47 ≤ 2	ok
-----	----------	----

$$v_{\min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

v_{\min}	0.26
------------	------

V_{Rd}	433.08 kN
----------	-----------

Verifica:

$$V_{Rd} > V_{Ed}$$

VERIFICATA

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA Relazione di calcolo Scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA 26	DOCUMENTO CLSL010 001	REV. B

9.2.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: pied

(Percorso File: \\oceano\C0J\Progetto_DEFINITIVO\MODELLI_CALCULO\SL01\rc_sec\pied.sez)

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica
Forma della sezione:	Rettagolare
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 Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	181.33	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:	333458	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	30.24	daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	176.00	daN/cm ²
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	5400.0	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0	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	

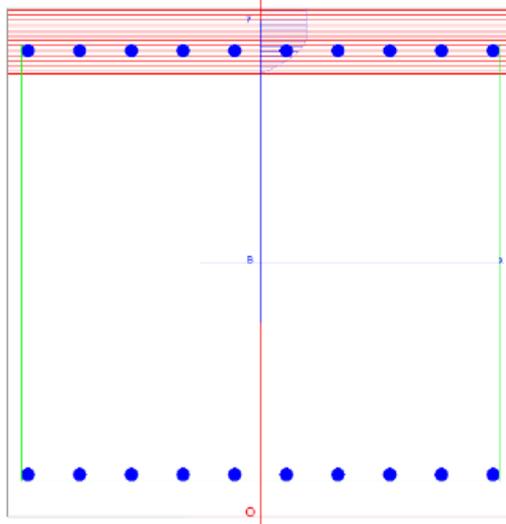
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	100.0	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):	4.0	cm

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	52 di 99

Relazione di calcolo Scatolare



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	101323	99515	0	0
2	59701	-115267	0	0
3	42360	70399	0	0
4	61690	74977	0	0
5	23516	44900	0	0
6	148238	52291	0	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	68207	68987
2	38254	-78085
3	30339	47928
4	38881	52739
5	16381	26630
6	94753	33485

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 2.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.6 cm

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

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

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	53 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

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)[§ 4.1.2.1.2.1 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 [cm²] 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	101323	99515	101303	228884	2.300	87.2	0.14	0.70	53.1 (20.0)
2	S	59701	-115267	59723	-212833	1.846	11.7	0.13	0.70	53.1 (20.0)
3	S	42360	70399	42377	206107	2.928	88.8	0.12	0.70	53.1 (20.0)
4	S	61690	74977	61699	213599	2.849	88.3	0.13	0.70	53.1 (20.0)
5	S	23516	44900	23489	198766	4.427	89.2	0.12	0.70	53.1 (20.0)
6	S	148238	52291	148224	246816	4.720	85.8	0.16	0.70	53.1 (20.0)

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	100.0	0.00123	91.7	-0.02158	8.3
2	0.00350	0.0	0.00101	8.3	-0.02404	91.7
3	0.00350	100.0	0.00091	91.7	-0.02512	8.3
4	0.00350	100.0	0.00102	91.7	-0.02392	8.3
5	0.00350	100.0	0.00080	91.7	-0.02633	8.3
6	0.00350	100.0	0.00146	91.7	-0.01903	8.3

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 $5(c+\varnothing/2)$ 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	48.0	100.0	0.0	61.8	-1008	91.7	20.6	2059	53.1	9.3
2	S	52.3	0.0	0.0	32.2	-1450	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
3	S	32.5	100.0	0.0	66.1	-834	91.7	20.8	2075	53.1	9.3
4	S	36.1	100.0	0.0	64.9	-873	91.7	20.8	2075	53.1	9.3
5	S	18.1	100.0	0.0	66.2	-467	91.7	20.8	2075	53.1	9.3
6	S	25.0	100.0	0.0	32.5	-135	91.7	10.8	1084	53.1	9.3

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	54 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

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	-0.00058	0.00036	0.50	0.60	0.000302 (0.000302)	409	0.124 (0.20)	82840
2	S	-0.00083	0.00039	0.50	0.60	0.000435 (0.000435)	411	0.179 (0.20)	-74105
3	S	-0.00048	0.00024	0.50	0.60	0.000250 (0.000250)	411	0.103 (0.20)	76417
4	S	-0.00050	0.00027	0.50	0.60	0.000262 (0.000262)	411	0.108 (0.20)	78193
5	S	-0.00027	0.00014	0.50	0.60	0.000140 (0.000140)	411	0.058 (0.20)	76120
6	S	-0.00009	0.00019	0.50	0.60	0.000040 (0.000040)	328	0.013 (0.20)	146629

9.2.2 Verifica in condizioni sismiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: pie_d_sisma

(Percorso File: \\oceano\C0\I\Progetto_DEFINITIVO\MODELLI_CALCULO\SL01\rc_sec\pie_d_sisma.sez)

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
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 sismicità:	Zona non sismica
	Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	181.33	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:	333458	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	30.24	daN/cm ²
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	5400.0	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0	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:	100.0	cm

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo Scatolare	RS3T	30	26	CLSL010 001	B	55 di 99

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):	4.0	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	62907	52771	0	0
2	26519	-50526	0	0
3	30878	45084	0	0
4	22753	19899	0	0
5	16919	19485	0	0
6	71601	25483	0	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	2.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.6	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)[§ 4.1.2.1.2.1 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	62907	52771	62881	214057	4.056	88.3	0.13	0.70	53.1 (20.0)
2	S	26519	-50526	26507	-199940	3.957	10.8	0.12	0.70	53.1 (20.0)
3	S	30878	45084	30875	201638	4.473	89.1	0.12	0.70	53.1 (20.0)
4	S	22753	19899	22782	198491	9.975	89.3	0.12	0.70	53.1 (20.0)
5	S	16919	19485	16912	196207	10.070	89.4	0.12	0.70	53.1 (20.0)
6	S	71601	25483	71603	217430	8.532	88.0	0.13	0.70	53.1 (20.0)

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.)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA Relazione di calcolo Scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA 26	DOCUMENTO CLSL010 001	REV. B

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	100.0	0.00103	91.7	-0.02384	8.3
2	0.00350	0.0	0.00082	8.3	-0.02614	91.7
3	0.00350	100.0	0.00084	91.7	-0.02586	8.3
4	0.00350	100.0	0.00080	91.7	-0.02637	8.3
5	0.00350	100.0	0.00076	91.7	-0.02677	8.3
6	0.00350	100.0	0.00107	91.7	-0.02332	8.3

9.2.3 Verifica in senso trasversale

I setti in direzione trasversale sono armati a flessione con $\Phi 20/10$ inferiormente e superiormente. Avendo effettuato una modellazione piana della sezione longitudinale, considerando una striscia di setto di larghezza un metro, in senso ortogonale alla direzione della striscia si considera un momento flettente negativo e positivo pari al 25% del massimo momento calcolato in direzione longitudinale con cui si effettua la verifica.

SLU

$$M_{\text{trasv}} = 0.25 \cdot 1152.67 = \mathbf{288.17 \text{ KNm}}$$

SLE-RARA

$$M_{\text{trasv}} = 0.25 \cdot 780.85 = \mathbf{195.22 \text{ KNm}}$$

SLV

$$M_{\text{trasv}} = 0.25 \cdot 527.71 = \mathbf{131.93 \text{ KNm}}$$

Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: **ped trasv**

(Percorso File: D:\Commesse\C0J\SL01\rc_sec\ped trasv.sez)

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
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
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
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:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	181.33 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:	333458 daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	30.24 daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	176.00 daN/cm ²

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	57 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento f_{yk} :	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura f_{tk} :	5400.0	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto f_{yd} :	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto f_{td} :	4500.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto E_{pu} :	0.068	
	Modulo Elastico E_f :	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
	Comb.Rare - Sf Limite:	3375.0	daN/cm ²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	100.0	cm
Barre inferiori:	10Ø20	(31.4 cm ²)
Barre superiori:	10Ø20	(31.4 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

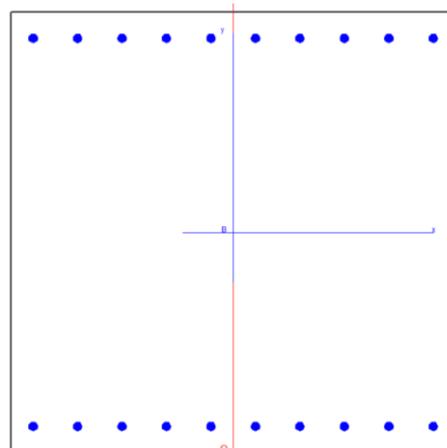
N	Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
MT	Momento torcente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

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	28817	0	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	0	19522



 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA Relazione di calcolo Scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA 26	DOCUMENTO CLSL010 001	REV. B

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.0 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 [cm²] 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	0	28817	-17	121615	4.220	93.0	0.07	0.70	31.4 (20.0)

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	100.0	0.00050	94.0	-0.04345	6.0

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	15.2	100.0	0.0	77.3	-716	94.0	15.0	1500	31.4	9.8

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

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo Scatolare	RS3T	30	26	CLSL010 001	B	59 di 99

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	-0.00039	0.00011	0.50	0.60	0.000215 (0.000215)	332	0.071 (0.20)	61435

Verifica in condizioni sismiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: pied trasv - sisma

(Percorso File: D:\Commesse\C0J\SL01\rc_sec\pied trasv - sisma.sez)

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
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 sismicità:	Zona non sismica
	Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	181.33 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:	333458 daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	30.24 daN/cm ²
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	5400.0 daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0 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:	100.0	cm
Barre inferiori:	10Ø20	(31.4 cm ²)
Barre superiori:	10Ø20	(31.4 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	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

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	60 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

Vy con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
MT Taglio [daN] in direzione parallela all'asse y baric. della sezione
Momento torcente [daN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0	13193	0	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.0 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	0	13193	-26	106998	8.110	79.0	0.22	0.72	31.4 (20.0)

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	0.00056	100.0	0.00040	94.0	-0.00196	6.0

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA Relazione di calcolo Scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA 26	DOCUMENTO CLSL010 001	REV. B

9.3 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	-658.92	347.82	713.53	15	0.50	SIS_5
M3	min	-1003.06	52.94	-648.60	49	1.00	SIS_5
V2	max	-996.14	403.20	440.87	41	1.00	SIS_5
V2	min	-376.56	-285.38	142.23	13	0.00	SIS_7
P	max	-373.24	280.38	357.06	2	0.50	SIS_7
P	min	-1003.06	360.49	611.49	41	0.50	SIS_5

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-735.47	689.14	1396.45	15	0.50	STR_5
M3	min	-1078.38	99.43	-1309.87	49	1.00	STR_11
V2	max	-1226.35	800.69	884.71	41	1.00	STR_5
V2	min	-540.60	-613.22	316.62	13	0.00	STR_1
P	max	-288.21	523.75	273.76	2	0.50	STR_19
P	min	-1276.53	601.66	1088.05	41	0.50	STR_5

SLE - RARA		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-526.10	422.94	842.01	15	0.50	RAR_8
M3	min	-629.04	79.51	-924.51	49	1.00	RAR_5
V2	max	-738.25	513.28	547.77	41	1.00	RAR_2
V2	min	-275.99	-392.26	244.73	13	0.00	RAR_4
P	max	-258.96	342.58	508.10	15	0.50	RAR_4
P	min	-765.93	398.68	694.52	41	0.50	RAR_2

La soletta è armata a flessione con $\Phi 26/10$ inferiormente e $\Phi 26/10$ superiormente. Come armatura a taglio sono previste staffe $\Phi 12/20$ a quattro braccia.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA Relazione di calcolo Scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA 26	DOCUMENTO CLSL010 001	REV. B

9.3.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: sol_inf

(Percorso File: \\oceano\C0J\Progetto_DEFINITIVO\MODELLI_CALCULO\SL01\rc_sec\sol_inf.sez)

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
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
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
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:	C32/40	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	181.33	daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	90.67	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:	333458	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	30.24	daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	176.00	daN/cm ²
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	5400.0	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0	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	

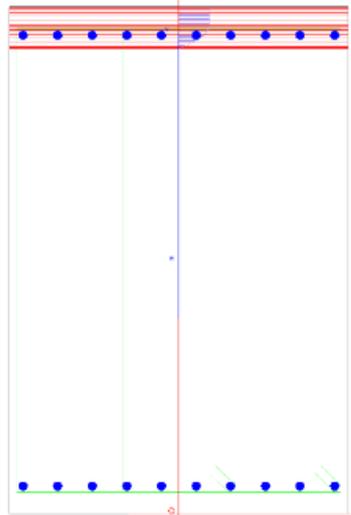
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	150.0	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):	4.0	cm

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	63 di 99

Relazione di calcolo Scatolare



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	73547	139645	68914	0
2	107838	-130987	9943	0
3	122635	88471	80069	0
4	54060	31662	-61322	0
5	28821	27376	52375	0
6	127653	108805	60166	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	52610	84201
2	62904	-92451
3	73825	54777
4	27599	24473
5	25896	50810
6	76593	69452

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 2.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.6 cm
Copriferro netto minimo staffe: 1.5 cm

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA Relazione di calcolo Scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA 26	DOCUMENTO CLSL010 001	REV. B

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) § 4.1.2.1.2.1 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	73547	139645	73565	354296	2.537	137.8	0.09	0.70	53.1 (30.0)
2	S	107838	-130987	107864	-374954	2.863	13.2	0.09	0.70	53.1 (30.0)
3	S	122635	88471	122635	383841	4.339	136.4	0.10	0.70	53.1 (30.0)
4	S	54060	31662	54087	342560	10.819	138.3	0.08	0.70	53.1 (30.0)
5	S	28821	27376	28829	327345	11.957	138.9	0.08	0.70	53.1 (30.0)
6	S	127653	108805	127667	386865	3.556	136.2	0.10	0.70	53.1 (30.0)

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	150.0	0.00112	141.7	-0.03713	8.3
2	0.00350	0.0	0.00130	8.3	-0.03414	141.7
3	0.00350	150.0	0.00137	141.7	-0.03291	8.3
4	0.00350	150.0	0.00102	141.7	-0.03892	8.3
5	0.00350	150.0	0.00087	141.7	-0.04133	8.3
6	0.00350	150.0	0.00139	141.7	-0.03250	8.3

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	cm ² /m	[Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm ² /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]
Vvd	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 [cm ² /m]

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	65 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	ASt
1	S	68914	63961	593759	112877	100.0 141.7	1.000	1.027	13.8
2	S	9943	68821	601047	112877	100.0 141.7	1.000	1.040	2.0
3	S	80069	70917	604192	112877	100.0 141.7	1.000	1.045	16.0
4	S	-61322	61200	589617	112877	100.0 141.7	1.000	1.020	12.3
5	S	52375	57624	584252	112877	100.0 141.7	1.000	1.011	10.5
6	S	60166	71628	605259	112877	100.0 141.7	1.000	1.047	12.1

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/cm ²)]
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/cm ²)]
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/cm ²]
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. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] 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	29.3	150.0	0.0	99.1	-785	141.7	20.8	2075	53.1	9.3
2	S	32.5	0.0	0.0	53.0	-823	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
3	S	19.4	150.0	0.0	74.3	-254	141.7	20.8	2075	53.1	9.3
4	S	8.7	150.0	0.0	82.3	-144	141.7	20.8	2075	53.1	9.3
5	S	17.6	150.0	0.0	102.3	-518	141.7	20.8	2075	53.1	9.3
6	S	24.6	150.0	0.0	83.6	-419	141.7	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	-0.00043	0.00022	0.50	0.60	0.000235 (0.000235)	411	0.097 (0.20)	172460
2	S	-0.00045	0.00024	0.50	0.60	0.000247 (0.000247)	411	0.101 (0.20)	-175819
3	S	-0.00014	0.00015	0.50	0.60	0.000076 (0.000076)	411	0.031 (0.20)	229479
4	S	-0.00008	0.00007	0.50	0.60	0.000043 (0.000043)	411	0.018 (0.20)	208501
5	S	-0.00028	0.00013	0.50	0.60	0.000156 (0.000156)	411	0.064 (0.20)	165894
6	S	-0.00023	0.00018	0.50	0.60	0.000126 (0.000126)	411	0.052 (0.20)	206364

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	66 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

9.3.2 Verifica in condizioni sismiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: sol_inf_sisma

(Percorso File: \\oceano\C0J\Progetto_DEFINITIVO\MODELLI_CALCULO\SL01\rc_sec\sol_inf_sisma.sez)

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
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 sismicità:	Zona non sismica
	Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	181.33	daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	90.67	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:	333458	daN/cm ²
Resis. media a trazione fctm:	30.24	daN/cm ²	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	5400.0	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0	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:	150.0	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):	4.0	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	65892	71353	34782	0
2	100306	-64860	5294	0
3	99614	44087	40320	0
4	37656	14223	-28538	0
5	37324	35706	28038	0
6	100306	61149	36049	0

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	67 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 2.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.6 cm
Copriferro netto minimo staffe: 1.5 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) [§ 4.1.2.1.2.1 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 [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	65892	71353	65877	310957	4.358	112.2	0.27	0.77	53.1 (30.0)
2	S	100306	-64860	100282	-330590	5.097	40.0	0.28	0.79	53.1 (30.0)
3	S	99614	44087	99634	330223	7.490	110.0	0.28	0.79	53.1 (30.0)
4	S	37656	14223	37642	294567	20.711	114.2	0.25	0.76	53.1 (30.0)
5	S	37324	35706	37297	294365	8.244	114.2	0.25	0.76	53.1 (30.0)
6	S	100306	61149	100282	330590	5.406	110.0	0.28	0.79	53.1 (30.0)

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	0.00071	150.0	0.00055	141.7	-0.00196	8.3
2	0.00077	0.0	0.00061	8.3	-0.00196	141.7
3	0.00077	150.0	0.00061	141.7	-0.00196	8.3
4	0.00066	150.0	0.00051	141.7	-0.00196	8.3
5	0.00066	150.0	0.00051	141.7	-0.00196	8.3
6	0.00077	150.0	0.00061	141.7	-0.00196	8.3

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

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	68 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

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	34782	62877	592132	112877	100.0 141.7	1.000	1.024	7.0
2	S	5294	67753	599446	112877	100.0 141.7	1.000	1.037	1.1
3	S	40320	67655	599299	112877	100.0 141.7	1.000	1.037	8.1
4	S	-28538	58876	586130	112877	100.0 141.7	1.000	1.014	5.7
5	S	28038	58829	586060	112877	100.0 141.7	1.000	1.014	5.6
6	S	36049	67753	599446	112877	100.0 141.7	1.000	1.037	7.2

9.3.1 Verifica in senso trasversale

La soletta in direzione trasversale viene armata a flessione con $\Phi 20/10$ inferiormente e superiormente. Avendo effettuato una modellazione piana della sezione longitudinale, considerando una striscia di soletta di larghezza un metro, in senso ortogonale alla direzione della striscia si considera un momento flettente negativo e positivo pari al 25% del massimo momento calcolato in direzione longitudinale con cui si effettua la verifica.

SLU

$$M_{\text{trasv}} = 0.25 \cdot 1396.45 = \mathbf{349.11 \text{ KNm}}$$

SLE-RARA

$$M_{\text{trasv}} = 0.25 \cdot 924.51 = \mathbf{231.13 \text{ KNm}}$$

SLV

$$M_{\text{trasv}} = 0.25 \cdot 713.53 = \mathbf{178.38 \text{ KNm}}$$

Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: sol_inf trasv

(Percorso File: D:\Commesse\COJ\SL01\rc_sec\sol_inf trasv.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Normativa di riferimento:

Tipologia sezione:

Forma della sezione:

Percorso sollecitazione:

Condizioni Ambientali:

Riferimento Sforzi assegnati:

Riferimento alla sismicità:

Stati Limite Ultimi

N.T.C.

Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica

Rettangolare

A Sforzo Norm. costante

Poco aggressive

Assi x,y principali d'inerzia

Zona non sismica

Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe:

C32/40

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo Scatolare	RS3T	30	26	CLSL010 001	B	69 di 99

Resistenza compress. di progetto fcd:	181.33	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:	333458	daN/cm ²
Resis. media a trazione fctm:	30.24	daN/cm ²
Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	176.00	daN/cm ²

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	5400.0	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0	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. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
	Comb.Rare - Sf Limite:	3375.0	daN/cm ²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	150.0	cm
Barre inferiori:	10Ø20	(31.4 cm ²)
Barre superiori:	10Ø20	(31.4 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	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	0	34911	0	0

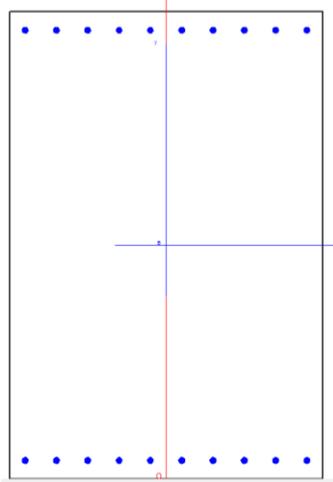
COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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	0	23113

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	70 di 99

Relazione di calcolo Scatolare



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.0 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 [cm²] 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	0	34911	8	197991	5.671	142.8	0.05	0.70	31.4 (30.0)

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	150.0	0.00057	144.0	-0.06677	6.0

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)

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo Scatolare	RS3T	30	26	CLSL010 001	B	71 di 99

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/cm ²]
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. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] 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	9.3	150.0	0.0	120.6	-545	144.0	15.0	1500	31.4	9.8

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 (compressione: 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	-0.00029	0.00007	0.50	0.60	0.000164 (0.000164)	332	0.054 (0.20)	131492

Verifica in condizioni sismiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: sol_inf trasv - sisma

(Percorso File: D:\Commesse\COJ\SL01\rc_seclsol_inf trasv - sisma.sez)

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
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 sismicità:	Zona non sismica Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	181.33 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:	333458 daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	30.24 daN/cm ²
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	5400.0 daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0 daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	72 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

Modulo Elastico Ef: 2000000 daN/cm²
Diagramma tensioni-deformaz.: Bilineare finito

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	150.0	cm
Barre inferiori:	10Ø20	(31.4 cm ²)
Barre superiori:	10Ø20	(31.4 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	6.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	6.0	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	0	17838	0	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	4.0	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	8.0	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 [cm ²] 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	0	17838	20	166490	9.333	123.1	0.19	0.70	31.4 (30.0)

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	0.00045	150.0	0.00035	144.0	-0.00196	6.0

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA Relazione di calcolo Scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA 26	DOCUMENTO CLSL010 001	REV. B

9.4 Riepilogo verifiche

Nella tabella seguente si riportano le verifiche più significative.

SL01		ARMATURA		SOLLECITAZIONI DI PROGETTO		SOLLECITAZIONI RESISTENTI		FS
		INFERIORE	SUPERIORE	SFORZO ASSIALE	MOMENTO	SFORZO ASSIALE	MOMENTO	
				N (KN)	Mx (KNm)	N_res (KN)	Mx_res (KNm)	
SOLETTA COPERTURA	mezzeria	Φ26/10	Φ26/10+Φ26/10 (2°st.)	123.53	780.46	123.47	1606.65	2.06
	estremità	Φ26/10	Φ26/10+Φ26/10 (2°st.)	375.47	-1221.58	375.17	-2941.67	2.40
SETTI	estremità	Φ26/10	Φ26/10	597.01	-1152.67	597.23	-2128.33	1.846
SOLETTA DI FONDAZIONE	estremità	Φ26/10	Φ26/10	735.47	1396.45	735.65	3542.96	2.537
	mezzeria	Φ26/10	Φ26/10	1078.38	-1309.87	1078.38	-3749.54	2.836

9.5 Incidenze

Nella tabella seguente si riportano le incidenze delle membrature.

INCIDENZE			
WBS	SOLETTA	SETTI	FONDAZIONE
SL01	280 kg/m3	150 kg/m3	130 kg/m3

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	74 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

10. VERIFICHE GEOTECNICHE

Le verifiche sono state eseguite considerando i risultati dell'analisi strutturale, in particolare, si è considerata la reazione alla base dell'opera rispetto al baricentro per le combinazioni di carico STR e SIS secondo l'approccio 2 A1+M1+R3. Ai fini della verifica si considera un terreno di fondazione avente un angolo di resistenza al taglio ϕ' di 25, una coesione efficace c' di 15 kPa e un peso dell'unità di volume di 19 kN/m³. Si precisa, inoltre, che si è assunta una profondità del piano di posa D pari allo spessore della soletta inferiore.

Di seguito la tabella riepilogativa delle azioni alla base con evidenziate in giallo le tre combinazioni che forniscono rispettivamente i valori massimi di Fx, Fz e My..

TABLE: Base Reactions							
OutputCase	CaseType	StepType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ	GlobalMX	GlobalMY
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m
STR_1	Combination	Max	-1032.9	0	7858.5	0	1433.5
STR_1	Combination	Min	-1032.9	0	7858.4	0	-8428.3
STR_2	Combination	Max	-1136.3	0	7769.2	0	-1102.9
STR_2	Combination	Min	-1136.3	0	7083.8	0	-4522.1
STR_3	Combination	Max	-1010.2	0	7080.5	0	3544.8
STR_3	Combination	Min	-1010.2	0	6356.7	0	-4914.1
STR_4	Combination	Max	-1231.6	0	7858.5	0	107.8
STR_4	Combination	Min	-1231.6	0	7858.4	0	-9754.1
STR_5	Combination	Max	-1442.5	0	7769.2	0	-3145.8
STR_5	Combination	Min	-1442.5	0	7083.8	0	-6565.0
STR_6	Combination	Max	-1209.0	0	7080.5	0	2219.1
STR_6	Combination	Min	-1209.0	0	6356.7	0	-6239.9
STR_7	Combination	Max	-959.6	0	7399.6	0	754.3
STR_7	Combination	Min	-959.6	0	7399.6	0	-7135.2
STR_8	Combination	Max	-1042.3	0	7328.2	0	-1274.8
STR_8	Combination	Min	-1042.3	0	6779.9	0	-4010.2
STR_9	Combination	Max	-941.5	0	6777.2	0	2443.4
STR_9	Combination	Min	-941.5	0	6198.1	0	-4323.8
STR_10	Combination	Max	-1118.6	0	7399.6	0	-306.3
STR_10	Combination	Min	-1118.6	0	7399.6	0	-8195.7
STR_11	Combination	Max	-1287.3	0	7328.2	0	-2909.1
STR_11	Combination	Min	-1287.3	0	6779.9	0	-5644.5
STR_12	Combination	Max	-1100.5	0	6777.2	0	1382.8
STR_12	Combination	Min	-1100.5	0	6198.1	0	-5384.4
STR_13	Combination	Max	-959.6	0	7399.6	0	754.3
STR_13	Combination	Min	-959.6	0	7399.6	0	-7135.2
STR_14	Combination	Max	-1042.3	0	7328.2	0	-1274.8

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	75 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

TABLE: Base Reactions							
OutputCase	CaseType	StepType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ	GlobalMX	GlobalMY
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m
STR_14	Combination	Min	-1042.3	0	6779.9	0	-4010.2
STR_15	Combination	Max	-941.5	0	6777.2	0	2443.4
STR_15	Combination	Min	-941.5	0	6198.1	0	-4323.8
STR_16	Combination	Max	-1118.6	0	7399.6	0	-306.3
STR_16	Combination	Min	-1118.6	0	7399.6	0	-8195.7
STR_17	Combination	Max	-1287.3	0	7328.2	0	-2909.1
STR_17	Combination	Min	-1287.3	0	6779.9	0	-5644.5
STR_18	Combination	Max	-1100.5	0	6777.2	0	1382.8
STR_18	Combination	Min	-1100.5	0	6198.1	0	-5384.4
STR_19	Combination	Max	-990.0	0	7399.6	0	619.4
STR_19	Combination	Min	-990.0	0	7399.6	0	-7270.1
STR_20	Combination	Max	-1072.7	0	7328.2	0	-1409.8
STR_20	Combination	Min	-1072.7	0	6779.9	0	-4145.1
STR_21	Combination	Max	-971.9	0	6777.2	0	2308.5
STR_21	Combination	Min	-971.9	0	6198.1	0	-4458.7
STR_22	Combination	Max	-1149.0	0	7399.6	0	-441.2
STR_22	Combination	Min	-1149.0	0	7399.6	0	-8330.7
STR_23	Combination	Max	-1317.7	0	7328.2	0	-3044.0
STR_23	Combination	Min	-1317.7	0	6779.9	0	-5779.4
STR_24	Combination	Max	-1130.9	0	6777.2	0	1247.9
STR_24	Combination	Min	-1130.9	0	6198.1	0	-5519.3
SIS_1	Combination	Max	-1065.2	0	4430.5	0	-3640.8
SIS_1	Combination	Min	-1065.2	0	4430.5	0	-5001.0
SIS_2	Combination	Max	-1079.4	0	4418.2	0	-3990.6
SIS_2	Combination	Min	-1079.4	0	4323.6	0	-4462.2
SIS_3	Combination	Max	-1062.1	0	4323.2	0	-3349.6
SIS_3	Combination	Min	-1062.1	0	4223.3	0	-4516.3
SIS_4	Combination	Max	-1092.6	0	4430.5	0	-3823.6
SIS_4	Combination	Min	-1092.6	0	4430.5	0	-5183.9
SIS_5	Combination	Max	-1121.7	0	4418.2	0	-4272.4
SIS_5	Combination	Min	-1121.7	0	4323.6	0	-4744.0
SIS_6	Combination	Max	-1089.5	0	4323.2	0	-3532.4
SIS_6	Combination	Min	-1089.5	0	4223.3	0	-4699.2
SIS_7	Combination	Max	-683.1	0	4558.1	0	-1794.0
SIS_7	Combination	Min	-683.1	0	4558.1	0	-3154.3
SIS_8	Combination	Max	-697.3	0	4545.8	0	-2143.9
SIS_8	Combination	Min	-697.3	0	4451.3	0	-2615.5

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA
Relazione di calcolo Scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	76 di 99

TABLE: Base Reactions							
OutputCase	CaseType	StepType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ	GlobalMX	GlobalMY
Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m
SIS_9	Combination	Max	-679.9	0	4450.8	0	-1502.8
SIS_9	Combination	Min	-679.9	0	4351.0	0	-2669.5
SIS_10	Combination	Max	-710.5	0	4558.1	0	-1976.9
SIS_10	Combination	Min	-710.5	0	4558.1	0	-3337.1
SIS_11	Combination	Max	-739.6	0	4545.8	0	-2425.6
SIS_11	Combination	Min	-739.6	0	4451.3	0	-2897.2
SIS_12	Combination	Max	-707.4	0	4450.8	0	-1685.6
SIS_12	Combination	Min	-707.4	0	4351.0	0	-2852.4

Si riporta di seguito la verifica a capacità portante solo per la combinazione peggiore (STR4) a seguire la tabella con i risultati ottenuti per le combinazioni evidenziate.

Fondazioni Dirette
Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = Mb/N$)

e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = Ml/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

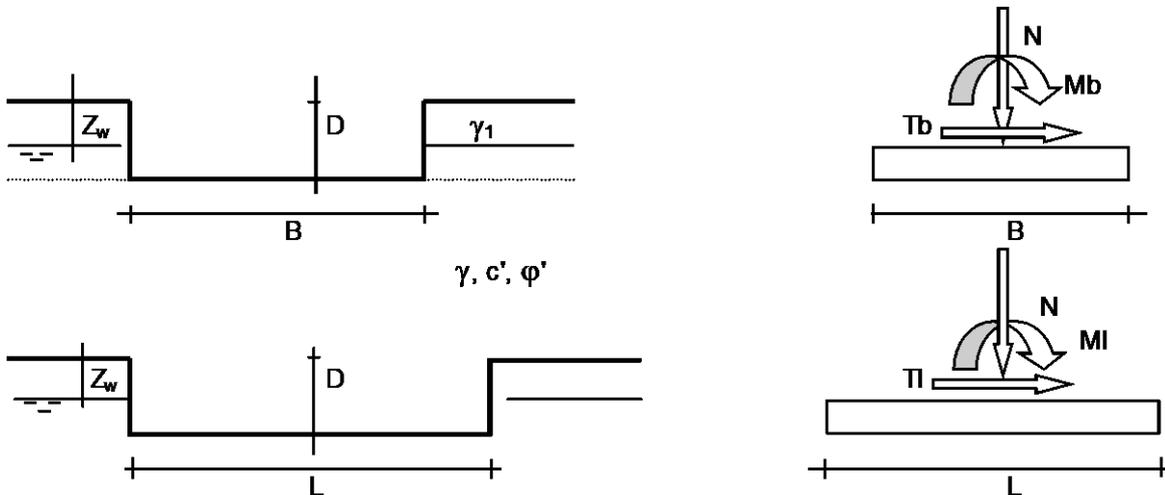
(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

Metodo di calcolo		coefficienti parziali					
		azioni		proprietà del terreno		resistenze	
		permanenti	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	c'	q_{lim}	scorr
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00
	A2+M2+R2	1.00	1.30	1.25	1.25	1.80	1.00
	SISMA	1.00	1.00	1.25	1.25	1.80	1.00
	A1+M1+R3	1.30	1.50	1.00	1.00	2.30	1.10
	SISMA	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
Tensioni Ammissibili		1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00
Definiti dal Progettista		1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	77 di 99

Relazione di calcolo Scatolare



(Per fondazione nastriforme L = 100 m)

B = 45.00 (m)
L = 1.00 (m)
D = 1.50 (m)



AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	7858.40		7858.40
Mb [kNm]	-9754.10		-9754.10
MI [kNm]	0.00		0.00
Tb [kN]	-1231.60		-1231.60
TI [kN]	0.00		0.00
H [kN]	1231.60	0.00	1231.60

Peso unità di volume del terreno

$\gamma_1 = 19.00$ (kN/mc)
 $\gamma = 19.00$ (kN/mc)

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$c' = 15.00$ (kN/mq)
 $\varphi' = 25.00$ (°)

Valori di progetto

$c' = 15.00$ (kN/mq)
 $\varphi' = 25.00$ (°)

Profondità della falda

$Z_w = 0.00$ (m)

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	78 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

$$e_B = -1.24 \quad (\text{m})$$

$$e_L = 0.00 \quad (\text{m})$$

$$B^* = 47.48 \quad (\text{m})$$

$$L^* = 1.00 \quad (\text{m})$$

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 13.50 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 9.00 \quad (\text{kN/mc})$$

N_c, N_q, N_γ : coefficienti di capacità portante

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) * e^{(\pi * \text{tg} \varphi')}$$

$$N_q = 10.66$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$$

$$N_c = 20.72$$

$$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) * \tan \varphi'$$

$$N_\gamma = 10.88$$

s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

$$s_c = 1 + B * N_q / (L * N_c)$$

$$s_c = 1.01$$

$$s_q = 1 + B * \tan \varphi' / L^*$$

$$s_q = 1.01$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 * B^* / L^*$$

$$s_\gamma = 0.99$$

i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.98 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 90.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.02 \quad m = 1.98 \quad (-)$$

(m=2 nel caso di fondazione nastroforme e

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA Relazione di calcolo Scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA 26	DOCUMENTO CLSL010 001	REV. B

$$i_q = (1 - H/(N + B^*L^* c' \cotg\varphi'))^m$$

$$m=(m_b \sin^2\theta + m_c \cos^2\theta) \text{ in tutti gli altri casi)}$$

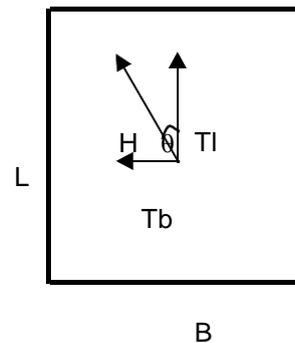
$$i_q = 0.76$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q)/(Nq - 1)$$

$$i_c = 0.73$$

$$i_\gamma = (1 - H/(N + B^*L^* c' \cotg\varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 0.66$$



d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio

$$\text{per } D/B^* \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan\varphi' (1 - \sin\varphi')^2 / B^*$$

$$\text{per } D/B^* > 1; d_q = 1 + (2 \tan\varphi' (1 - \sin\varphi')^2) * \arctan (D / B^*)$$

$$d_q = 1.31$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$d_c = 1.34$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan\varphi')^2$$

$$\beta_f + \beta_p = 0.00$$

$$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan\varphi')$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1.00$$

g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan\beta_p)^2$$

$$\beta_f + \beta_p = 0.00$$

$$\beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA
Relazione di calcolo Scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	80 di 99

$$g_q = 1.00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$g_c = 1.00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 483.01 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B * L *$$

$$q = 165.50 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 210 \geq q = 165.50 \quad (\text{kN/m}^2)$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 1231.60 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$S_d = N \tan(\varphi') + c' B * L *$$

$$S_d = 4376.67 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 3978.79 \geq H_d = 1231.60 \quad (\text{kN})$$

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	81 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

10.1 Riepilogo verifiche

Nella tabella seguente si riportano i coefficienti di sicurezze delle verifiche geotecniche.

TABELLA RIEPILOGATIVA

	q_{lim}/γ_R	q	FS	S_d/γ_R	Hd	FS
STR_3	201.7	160.9	1.254	3601.5	1010.2	3.565
STR_4	210.0	165.5	1.269	3978.8	1231.6	3.231
STR_5	170.8	151.2	1.130	3641.9	1442.5	2.525

11. VERIFICA A GALLEGGIAMENTO

Si riporta la verifica a galleggiamento considerando che l'altezza della falda è pari a 2.20 m da intradosso soletta inferiore. In favore di sicurezza si trascura il contributo dei setti intermedi e del ricoprimento sopra la soletta di copertura.

L_1	12 m	lunghezza soletta superiore
S_{sup}	0.85 m	spessore soletta superiore
h_{netta}	5.16 m	altezza interna galleria
L_2	0.85 m	lunghezza sbalzi soletta inferiore
L_3	13.7 m	lunghezza soletta inferiore
S_{sbalzo}	0.7 m	spessore soletta inferiore
S_{inf}	1.5 m	spessore soletta inferiore
S_{pied}	0.0 m	spessore piedritti
A	31.94 m ²	area sezione trasversale
W_{pg}	798.5 kN/m	peso sezione trasversale
γ_t	21 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
$W_{stab,k}$	798.50 kN/m	azione stabilizzante di calcolo
$\gamma_{g1,fav}$	0.9	
$W_{stab,d}$	718.65 kN/m	azione stabilizzante di progetto
γ_w	10 kN/m ³	peso specifico H ₂ O
H_w	2.2 m	altezza H ₂ O da intradosso soletta inferiore
L	13.7 m	
$G_{inst,k}$	301.40 kN/m	azione instabilizzante di calcolo
$\gamma_{g1,fav}$	1.1	
$G_{inst,d}$	331.54 kN/m	azione instabilizzante di progetto
$FS = W_{stab,d} / G_{inst,d}$	2.17	≥ 1 verifica soddisfatta

 <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) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI</p>												
<p>SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA Relazione di calcolo Scatolare</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>26</td> <td>CLSL010 001</td> <td>B</td> <td>82 di 99</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30	26	CLSL010 001	B	82 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	82 di 99								

12. PARATIA PROVVISORIALE

L'opera di sostegno comprende:

a) Una paratia realizzata con pali di diametro 1000 mm e interasse pari a 1.2 m. L'altezza massima di scavo è di circa 5.00m, mentre l'altra altezza valutata dimensionante al fine del calcolo è un'altezza media di circa 5.50m.

Le strutture di sostegno verranno realizzate tramite l'esecuzione di pali trivellati di lunghezza variabile.

13. CRITERI DI VERIFICA DELLE OPERE

13.1 Opere di sostegno

13.1.1 Azioni

Le azioni considerate per la verifica delle strutture di sostegno sono le seguenti:

- **azioni permanenti:** peso proprio degli elementi strutturali, spinta del terreno a monte e a valle dell'opera, carico fittizio simulante l'inclinazione del pendio a monte dell'opera opportunamente discretizzato in modo da simulare fedelmente il reale andamento del profilo topografico del pendio.
- **azioni variabili:** carico variabile sul piano campagna a monte della struttura di sostegno, Q_{1M} , atto a schematizzare nella fase costruttiva l'eventuale presenza di sovraccarichi di varia natura connessi alla realizzazione delle opere.
- **azione sismica:** l'accelerazione orizzontale massima attesa al suolo è definita nel paragrafo 8.4.

13.1.2 Approcci progettuali e metodi di verifica

Le verifiche delle strutture di sostegno sono state condotte nei riguardi dei seguenti stati limite ultimi (SLU):

- collasso del complesso opera-terreno;
- instabilità globale dell'insieme terreno-opera;
- sfilamento di uno o più ancoraggi;
- raggiungimento della resistenza in uno o più ancoraggi,
- raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali.

Per le strutture di sostegno flessibili si adotta l'Approccio Progettuale 1 con le due combinazioni di coefficienti parziali (tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I del DM 17/01/2018):

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA Relazione di calcolo Scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA 26	DOCUMENTO CLSL010 001	REV. B

- combinazione 1: A1 + M1 + R1
- combinazione 2: A2 + M2 + R1.

Il dimensionamento geotecnico dell'opera è stato condotto con la verifica di stati limite ultimi GEO, applicando la Combinazione 2 (A2+M2+R1). Per le verifiche di stati limite ultimi STR l'analisi è stata condotta con la combinazione 1 (A1+M1+R1), applicando i coefficienti parziali A1 ($\gamma = 1,3$) all'effetto delle azioni. A tale scopo, nelle analisi, i valori caratteristici dei carichi variabili sfavorevoli sono stati amplificati di un coefficiente pari a $1,5/1,3 = 1,15$.

Al fine di rispettare le richieste della Normativa in merito al modello geometrico di riferimento (§6.5.2.2 DM 17/01/2018) nel caso di opere in cui la funzione di sostegno è affidata alla resistenza del volume di terreno a valle dell'opera, la quota di valle è diminuita della quantità prevista, per opere vincolate:

$$\Delta h = \min (0.5; 10\% \Delta t)$$

in cui Δt è la differenza di quota tra il livello inferiore di vincolo e il fondo scavo.

Il corretto dimensionamento nei confronti degli SLU assicura che gli spostamenti dell'opera siano compatibili con le esigenze di funzionalità della stessa; pertanto, trattandosi di opere provvisorie, in assenza di fabbricati o altre opere da salvaguardare a ridosso delle stesse, non si ritengono necessarie ulteriori valutazioni di verifica nei confronti degli SLE.

Per le verifiche di stabilità globale è stato applicato l'Approccio 1- Combinazione 2 (A2+M2+R2 – tab. 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I del DM 17/01/2018).

Le verifiche in condizioni sismiche sono state condotte con riferimento allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV), con riferimento alla configurazione finale dell'opera di sostegno. Per le verifiche in condizioni sismiche i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici sono pari all'unità. Si adotta il metodo pseudostatico, calcolando il coefficiente sismico orizzontale secondo le prescrizioni della normativa (DM 17/01/2018):

$$k_h = \alpha \cdot \beta \cdot \left(\frac{a_{max}}{g} \right)$$

dove:

- a_{max} è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito,
- α è il coefficiente di deformabilità (Figura 7.11.2 del DM 17/01/2018);
- β è il coefficiente di spostamento (Figura 7.11.3 del DM 17/01/2018).

Per la definizione dell'azione sismica si rimanda al paragrafo 7.4. L'effetto del sisma sulle strutture di sostegno è ottenuto applicando un incremento di spinta (cfr § 7.11.6.3.1 del D.M. 17/01/2018 e § C7.11.6.3 della Circolare 7/19) del terreno valutato secondo la teoria di Mononobe-Okabe, agente direttamente sulla paratia secondo una distribuzione uniforme sull'intera altezza dell'opera.

$$\Delta S_E = \left[\frac{1}{2} \gamma \cdot H^2 \cdot (K_{aE} - K_a) \right] / H,$$

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA Relazione di calcolo Scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA 26	DOCUMENTO CLSL010 001	REV. B

dove: γ rappresenta il peso dell'unità di volume della formazione con la quale l'opera interagisce, H rappresenta l'altezza totale dell'opera (comprensiva del tratto infisso), K_{aE} e K_a rappresentano i coefficienti di spinta attiva in condizioni sismiche e statiche rispettivamente.

Per la valutazione della spinta passiva si assume $\eta=1$ (§7.11.6.3 del DM 17/01/2018). Il coefficiente sismico verticale, k_v , si assume pari a 0 (§7.11.6.3 del DM 17/01/2018).

I coefficienti di spinta attiva sono determinati attraverso la relazione di Mononobe (1929) e Okabe (1926). I coefficienti di spinta passiva sono determinati attraverso la relazione di Lancellotta (2007). L'angolo di attrito terreno/struttura, δ , si assume pari a 2/3 della resistenza al taglio del terreno naturale.

Le verifiche sono state condotte mediante l'ausilio del codice di calcolo PARATIE (Paratie Plus 2014.1).

13.1.3 Stabilità globale

In accordo con le indicazioni del DM 17/01/2018 § 6.8.2, le verifiche di sicurezza SLU sono state condotte secondo l'Approccio 1 - Combinazione 2 (A2+M2+R2), in cui A2 sono i coefficienti moltiplicativi delle azioni e M2 e R2 sono i coefficienti riduttivi dei parametri di resistenza dei materiali e della resistenza globale del sistema. Il rapporto tra R_d ed E_d dovrà risultare sempre maggiore o uguale a $\eta_R = 1.1$ in condizioni statiche per assicurare che la verifica di sicurezza richiesta da normativa sia rispettata.

Per le verifiche sismiche si applicano gli stessi criteri ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici (§7.11.1 e § 7.11.4 del DM 17/01/2018) e impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a $\eta_R = 1.2$. (§ 7.11.4 del DM 17/01/2018).

Per la valutazione della superficie di scorrimento critica (ed in generale di tutte le superfici di scorrimento) è stato utilizzato il metodo di Morgenstern & Price.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica, nelle verifiche agli stati limite ultimi SLV, vengono considerate le seguenti forze statiche equivalenti:

$$F_h = k_h \cdot W \quad \text{ed} \quad F_v = k_v \cdot W$$

con k_h e k_v pari rispettivamente ai coefficienti sismici orizzontale e verticale:

$$k_h = \beta_s \cdot a_{\max} / g \quad \text{e} \quad k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

in cui:

- β_s : coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;
- a_{\max} : accelerazione orizzontale massima attesa al sito (cfr. §7.4).
- g : accelerazione di gravità.

Il valore di β_s è assunto pari a 0.38 coerentemente con le indicazioni del §7.11.4 delle DM 17/01/2018.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA Relazione di calcolo Scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA 26	DOCUMENTO CLSL010 001	REV. B

14. VERIFICA DELLE OPERE

Sono di seguito descritti il modello geotecnico e le principali caratteristiche dell'opera strutturale adottate nelle analisi di verifica.

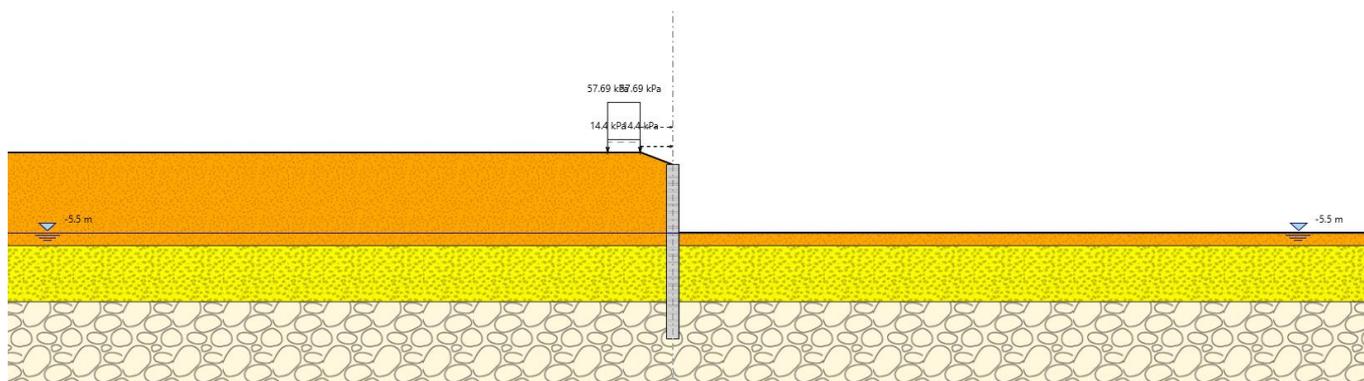


Figura 26. Schema di calcolo paratia

Tabella 6. Caratteristiche geometriche della sezione di calcolo 1

Tipologia struttura di sostegno	pali $\phi 1000$ ad interasse 1.2 m
Altezza totale paratia	$H_{tot} = 13.00\text{m}$
Altezza di scavo (da estradosso cordolo)	$H = 5.00\text{m}$
Altezza di scavo di calcolo (DM 2018 § 6.5.2.2) (da estradosso cordolo)	$H_1 = H + \min [0.5; 10\% \Delta t] = 5.50\text{m}$
Inclinazione del piano campagna a monte	0°
Inclinazione del piano campagna a valle	0°
Sovraccarichi permanenti a monte	$g = 14.40\text{kPa}$
Sovraccarichi permanenti a valle	$g = 0\text{ kPa}$
Sovraccarichi accidentali a monte	$q = 57.69\text{kPa}$
Sovraccarichi variabili a valle	$q = 0\text{ kPa}$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA Relazione di calcolo Scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA 26	DOCUMENTO CLSL010 001	REV. B

- Carichi permanenti

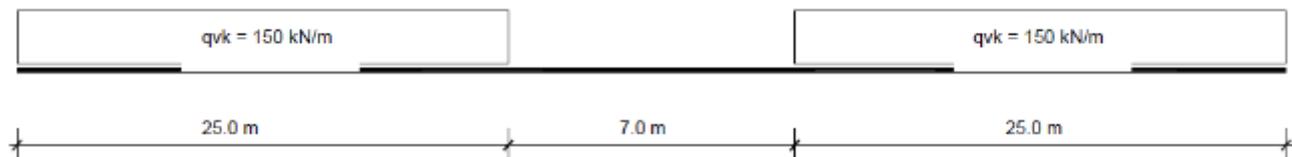
Il manuale di progettazione ove non si eseguano valutazioni più dettagliate prevede per la determinazione dei carichi permanenti portati relativi al peso della massicciata e dell'armamento (sovrastuttura ferroviaria) che potrà effettuarsi assumendo, convenzionalmente, un peso di volume pari a $18,0 \text{ kN/m}^3$ applicato sull'impronta del ballast, per una altezza media fra il piano del ferro (P.F.) e l'estradosso del sub-ballast pari a $0,80 \text{ m}$ (al carico è stato poi applicato un coefficiente parziale di sicurezza pari a $1,5$).

$$p = 18,0 \text{ kN/m}^3 \times 0,80 \text{ m} = 14,40 \text{ kPa}$$

- Sovraccarico ferroviario

Per quanto attiene il sovraccarico ferroviario si applica il carico verticale dovuto al treno di carico SW2 uniformemente distribuito su una larghezza trasversale di calcolo fino a livello del piano campagna. Il treno di carico SW2 schematizza gli effetti statici prodotti dal traffico ferroviario pesante.

Il treno di carico SW2 è schematizzato nella figura seguente.



Per la ripartizione si considera

- $B_t = 2,40 \text{ m} + ((0,4)/4) \cdot 2 = 2,40 + 0,2 = 2,60 \text{ m}$

I carichi verticali sono definiti per mezzo dei modelli di carico elencati nella seguente tabella. I valori caratteristici dei carichi attribuiti ai modelli di carico debbono moltiplicarsi per il coefficiente α che deve assumersi come da tabella seguente:

MODELLO DI CARICO	COEFFICIENTE " α "
LM71	1,1
SW/0	1,1
SW/2	1,0

Il valore considerato di carico distribuito in corrispondenza della zona sopra la soletta, risulta dunque:

$$Q = 150 \text{ kN} \quad q_{var} = (150/2,60) \cdot 1,0 = 57,69 \text{ kN/m}^2$$

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

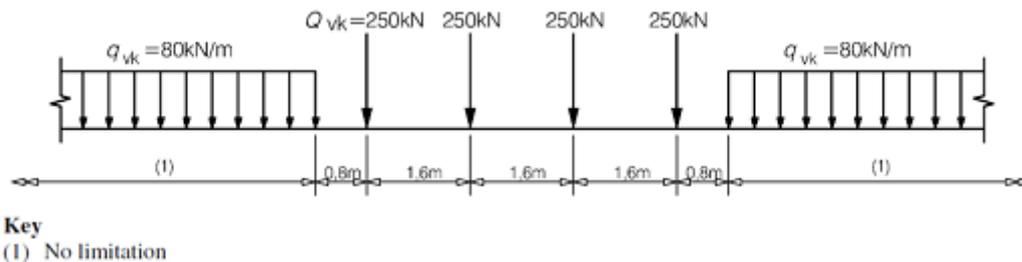
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	87 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

Di seguito, si effettua la valutazione del carico equivalente previsto dalle Specifiche Tecniche di Interoperabilità con cui si dà evidenza che le opere appartenenti alla tratta in esame sono idonee a sostenere tale carico.

- Verifica requisiti S.T.I. per opere minori sottobinario: Carico equivalente

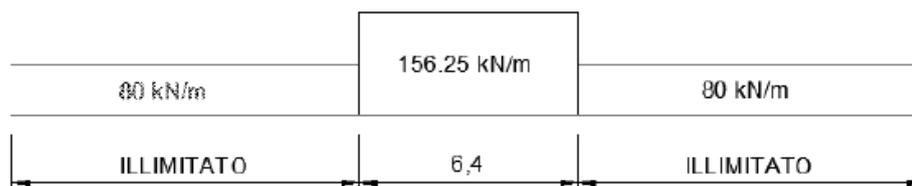
Il modello di carico LM71 citato dalle S.T.I. è definito nella norma EN 1991-2:2003/AC:2010.



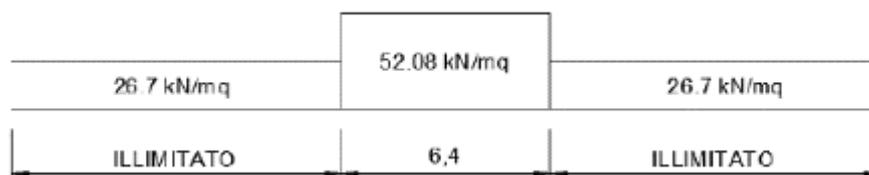
Il carico equivalente si ricava dalla ripartizione trasversale e longitudinale dei carichi per effetto delle traverse e del ballast previsti dalla stessa norma EN 1991-2:2003/AC:2010.

Considerando i 4 carichi assiali da 250 kN e la relativa distribuzione longitudinale, il carico verticale equivalente a metro lineare agente alla quota della piattaforma ferroviaria (convenzionalmente a 70 cm dal piano del ferro) risulta pari a:

$$p = \frac{4 \times 250}{4 \times 1.60} = 156.25 \text{ kPa}$$



Considerando la distribuzione trasversale dei carichi su una larghezza di 3.0 m secondo quanto previsto da EN 1991 – 2:2003/AC:2010, si ricava il carico equivalente unitario agente alla quota della piattaforma ferroviaria:



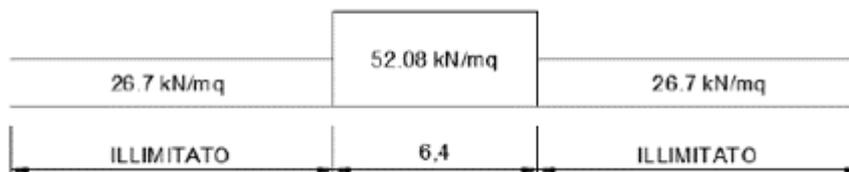
A tali carichi si deve applicare il coefficiente α relativo alle categorie S.T.I. come indicato nella tabella 11 di seguito riportata:

Tabella 11

Fattore alfa (α) per la progettazione di strutture nuove

Tipo di traffico	Valore minimo del fattore alfa (α)
P1, P2, P3, P4	1,0
P5	0,91
P6	0,83
P1520	Punto in sospeso
P1600	1,1
F1, F2, F3	1,0
F4	0,91
F1520	Punto in sospeso
F1600	1,1

Nel caso in esame, il coefficiente α è pari ad 1.0 perché le categorie di traffico sono P2-P4 per il traffico passeggeri ed F1 per il traffico merci per cui, alle opere si applicano i seguenti carichi equivalenti:



Considerando la ripartizione dei carichi attraverso il sottostante rilevato fino alla quota della testa dell'opera di sostegno con un angolo pari all'angolo di attrito interno del terreno (38°) si ottiene un carico in corrispondenza del piano orizzontale alla quota della testa dell'opera di sostegno pari a:

$$q_{var} = (156.25/3) = 52.08 \text{ kN/m}^2$$

Ai fini delle verifiche del carico equivalente si considera, in tutte le relazioni di calcolo specifiche, a favore di sicurezza, il carico equivalente SW2 pari a 57.69 kN/m^2 a vantaggio di sicurezza rispetto ai 52.08 kN/m^2 calcolati con riferimento alle STI.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA Relazione di calcolo Scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30	CODIFICA 26	DOCUMENTO CLSL010 001	REV. B

Tabella 7. Parametri geotecnici di calcolo

Terreno	z_f	γ	c'	φ	cu
	<i>[m]</i>	<i>[kN/m³]</i>	<i>[kPa]</i>	<i>[°]</i>	<i>[kPa]</i>
<i>a2</i>	7.4	19	15	25	75
<i>a</i>	4.8	19.5	0	35	-
<i>TRVa</i>	-	21	2.5	38	-

Tabella 8. Parametri per l'analisi sismica

Terreno	Condizione	Categoria sottosuolo	Categoria topografica	a_g/g	S	a_{max}/g	u_s	θ
		<i>[-]</i>	<i>[-]</i>	<i>[-]</i>	<i>[-]</i>	<i>[-]</i>	<i>[m]</i>	<i>[-]</i>
<i>a2</i>	<i>SLV</i>	<i>C</i>	<i>T1</i>	0.0080	1.5	0.117	0.1	0.52
<i>a</i>	<i>SLV</i>	<i>C</i>	<i>T1</i>	0.0080	1.5	0.117	0.1	0.52
<i>TRVa</i>	<i>SLV</i>	<i>C</i>	<i>T1</i>	0.0080	1.5	0.117	0.1	0.52

Fasi di calcolo

- 1) Geostatico e carico permanente del versante a monte della paratia di pali, quota di falda a 3.00 m da p.c.;
- 2) Prescavo di ribasso di 1.00 m da estradosso cordolo
- 3) Step di scavo fino a quota 3.50m da estradosso cordolo.
- 4) Ribasso ulteriore al fine di raggiungere la "Altezza di scavo di calcolo (DM 2018 § 6.5.2.2)", posizione della falda a monte e a valle sotto quota piano di scavo.

14.1 Risultati delle analisi e verifiche

I risultati delle analisi sono di seguito descritti in sintesi ed illustrati in maggior dettaglio nell'allegato pertinente.

14.1.1 Verifiche SLU GEO

- Verifica del complesso opera-terreno – deformata dell'opera di sostegno

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	90 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

Terreni	c' [kPa]	φ' [°]
a Limo	0	35
a2 Limo	15	25
TRVa Sabbia / Ghiaia	2.5	38

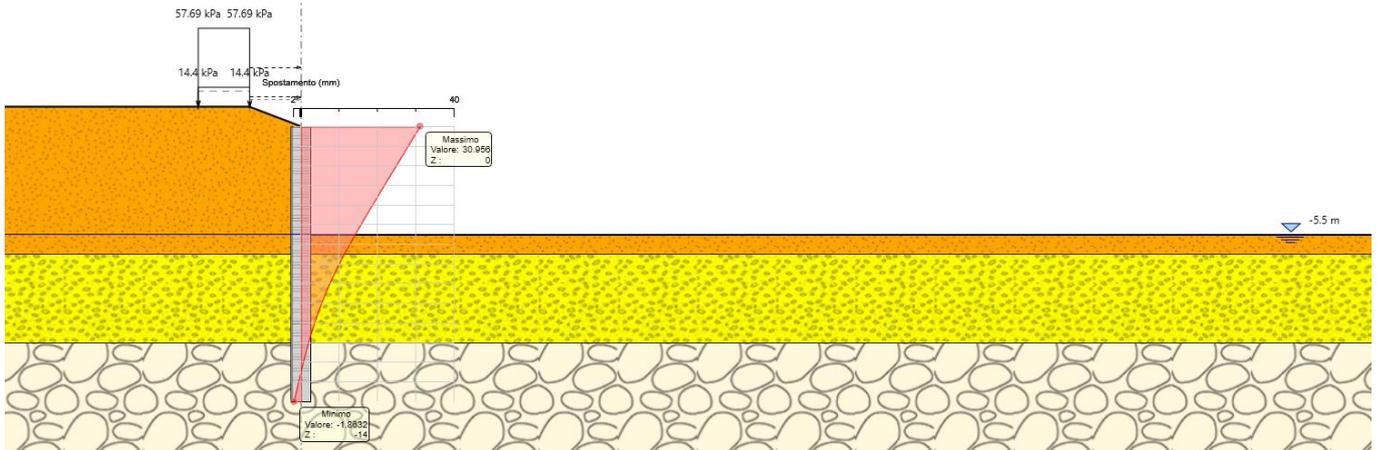


Figura 27. Deformata dell'opera di sostegno nella configurazione di fondo scavo

La deformata dell'opera rientra nei limiti progettuali stabiliti.

Terreni	c' [kPa]	φ' [°]
a Limo	0	35
a2 Limo	15	25
TRVa Sabbia / Ghiaia	2.5	38

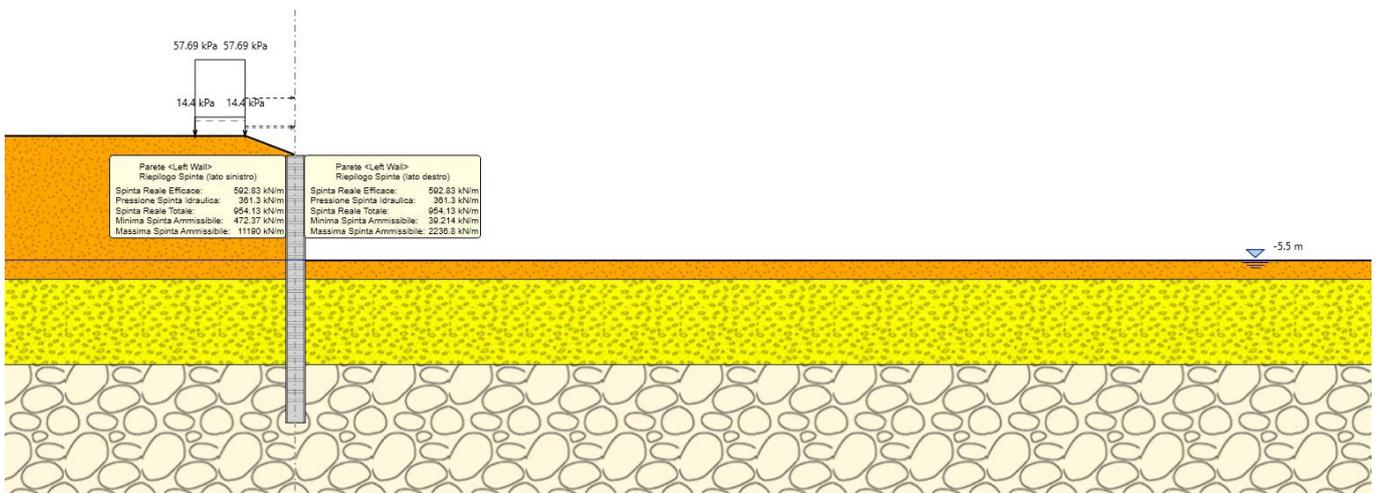


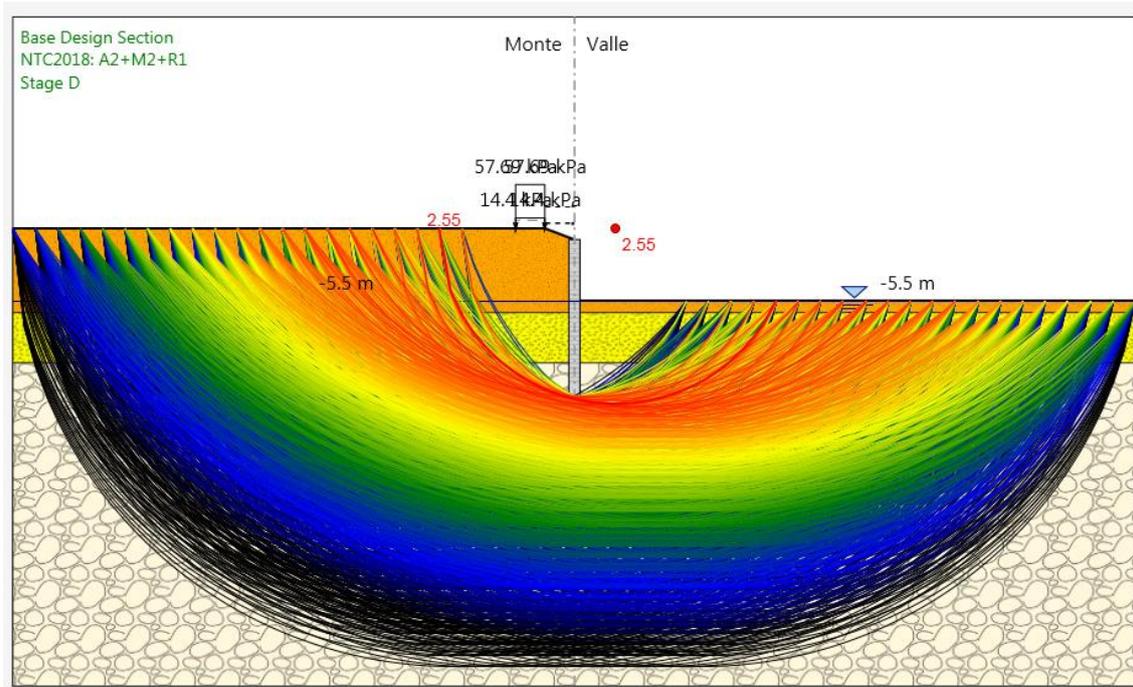
Figura 28. Riepilogo spinte SLU

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	91 di 99

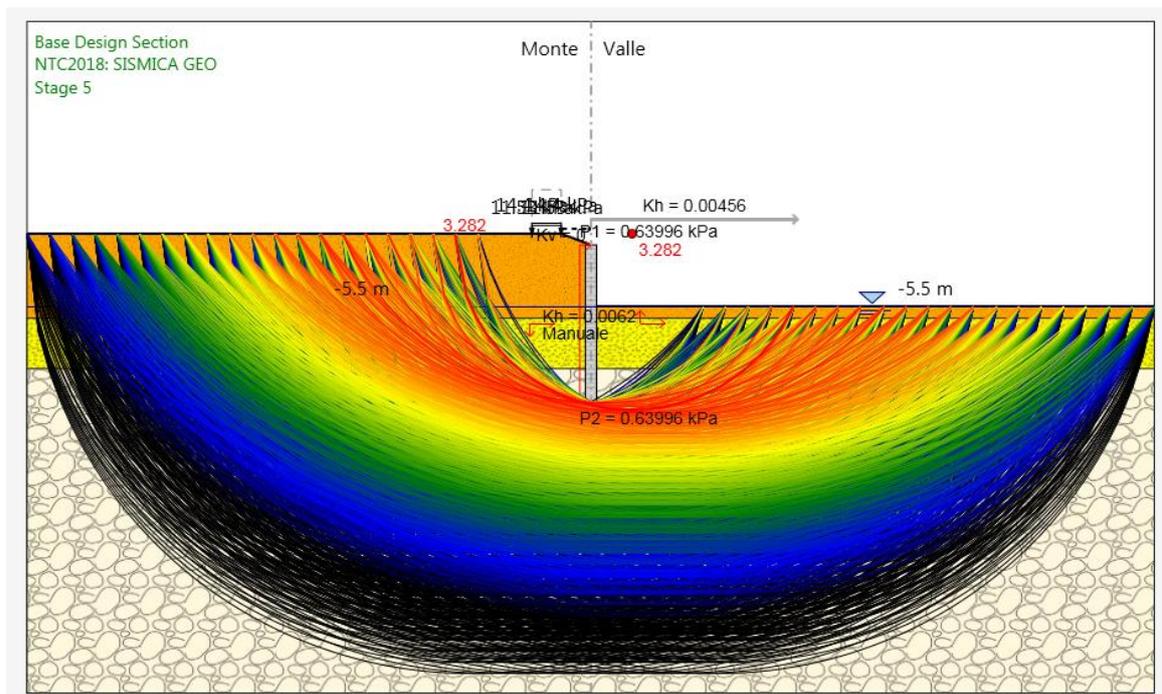
Relazione di calcolo Scatolare

- Verifica stabilità globale del sistema opera – terreno – condizioni statiche



FS=2.55

- Verifica stabilità globale del sistema opera – terreno – condizioni simiche GEO



FS=3.282

14.1.2 Verifiche SLU STR

- Verifica del palo in c.a.

Nel seguito si mostrano le combinazioni di azioni con cui sono state eseguite le verifiche del palo in c.a., avente diametro 1000 mm, passo 1.2 m, armato con 1 ordine di barre di diametro 20 mm con copriferro di 83 mm.

COMBINAZIONI GABBIA 1 (a palo)			
	Mmax	Tmax	Nmax
	KN	KN	KN
SLU	660.6	13.0	145.3
SLU	255.0	190.6	216.0
SLV	495.1	11.7	145.3
SLV	141.7	188.4	216.0
SLE	493.7	141.8	145.3

Tabella 9. Combinazioni di sollecitazioni agenti sul palo in c.a.

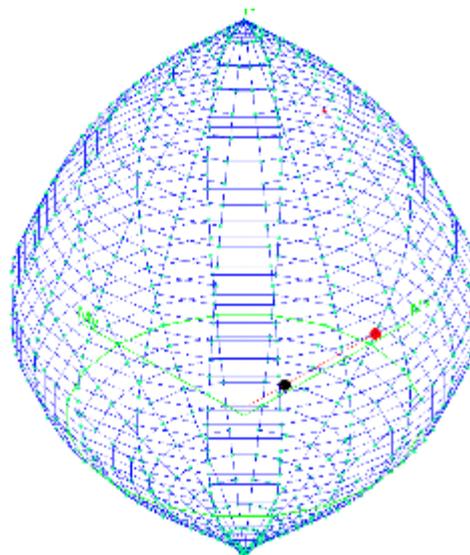


Figura 29. Dominio M-N in condizioni statiche

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	93 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

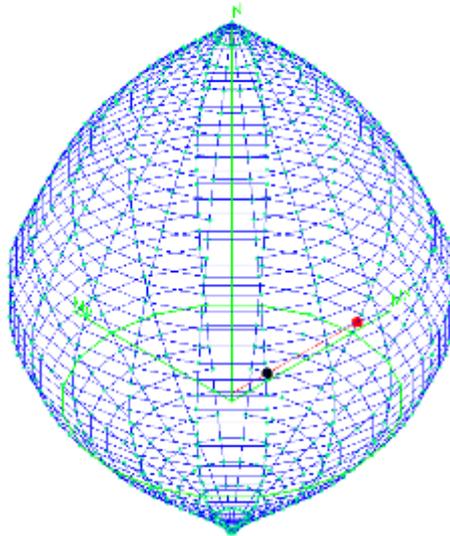


Figura 30. Dominio M-N in condizioni sismiche

Come mostrato nelle due figure precedenti, le verifiche a pressoflessione SLU e SLV sono soddisfatte.

Tabella 10. Verifica a taglio in condizioni statiche

VERIFICA A TAGLIO - SLU						
r	500	mm				
c	83	mm				
rs	417	mm				
α	0.56	rad				
Atot	785398	mm ²				
A	645108	mm ²				
h	931.9	mm	Rck	30		
d	765.5	mm	fck	24.9		
bw	842.8	mm	γ_c	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.511			N.ro		area_ferro
k	1.511		As	10	ϕ	20.0
Asl	3142	mm ²				
Asl/(bw·d)	0.005					
ρ_1	0.005		Vrd	268.8	kN	
vmin	0.324		Ved	191	KN	
vmin·bw·d	209297	N	Vrd/Ved	1.41	-	
Vrd	268758	N				
Non necessita di armatura a taglio						

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	94 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

Tabella 11. Verifica a taglio in condizioni sismiche

VERIFICA A TAGLIO - SLV						
r	500	mm				
c	83	mm				
rs	417	mm				
α	0.56	rad				
Atot	785398	mm ²				
A	645108	mm ²				
h	931.9	mm	Rck	30		
d	765.5	mm	fck	24.9		
bw	842.8	mm	γ_c	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.511			N.ro		area_ferro
k	1.511		As	10	ϕ	20.0
Asl	3142	mm ²				
Asl/(bw·d)	0.005					
ρ_1	0.005		Vrd	268.8	kN	
vmin	0.324		Ved	188	KN	
vmin·bw·d	209297	N	Vrd/Ved	1.43	-	
Vrd	268758	N				
Non necessita di armatura a taglio						

Nelle due tabelle precedenti si sono riportate le verifiche a taglio per sezioni non armate a taglio, le verifiche risultano essere soddisfatte in condizioni, quindi non è necessario armare a taglio.

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	95 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

14.1.3 Verifica dei cedimenti

La verifica dei cedimenti viene eseguita per valutare i possibili fenomeni di sghembo che può subire la rotaia.

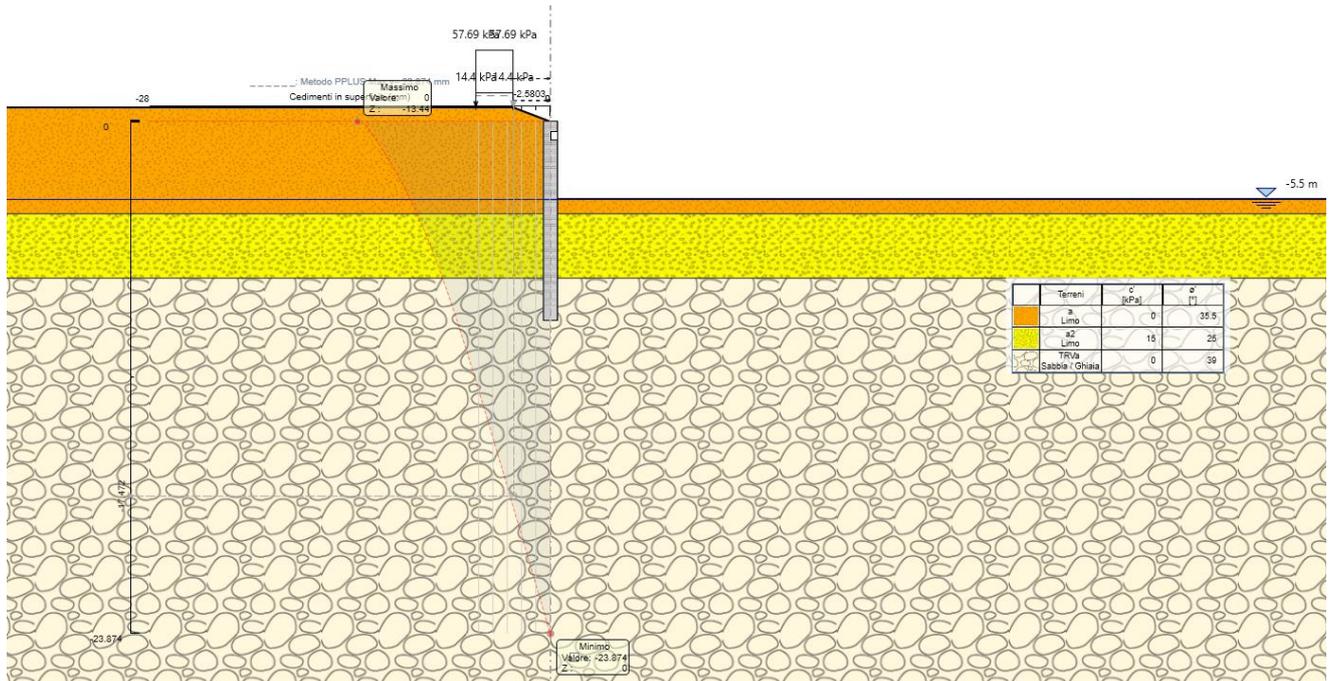


Figura 31. Cedimento rotaia vicina.

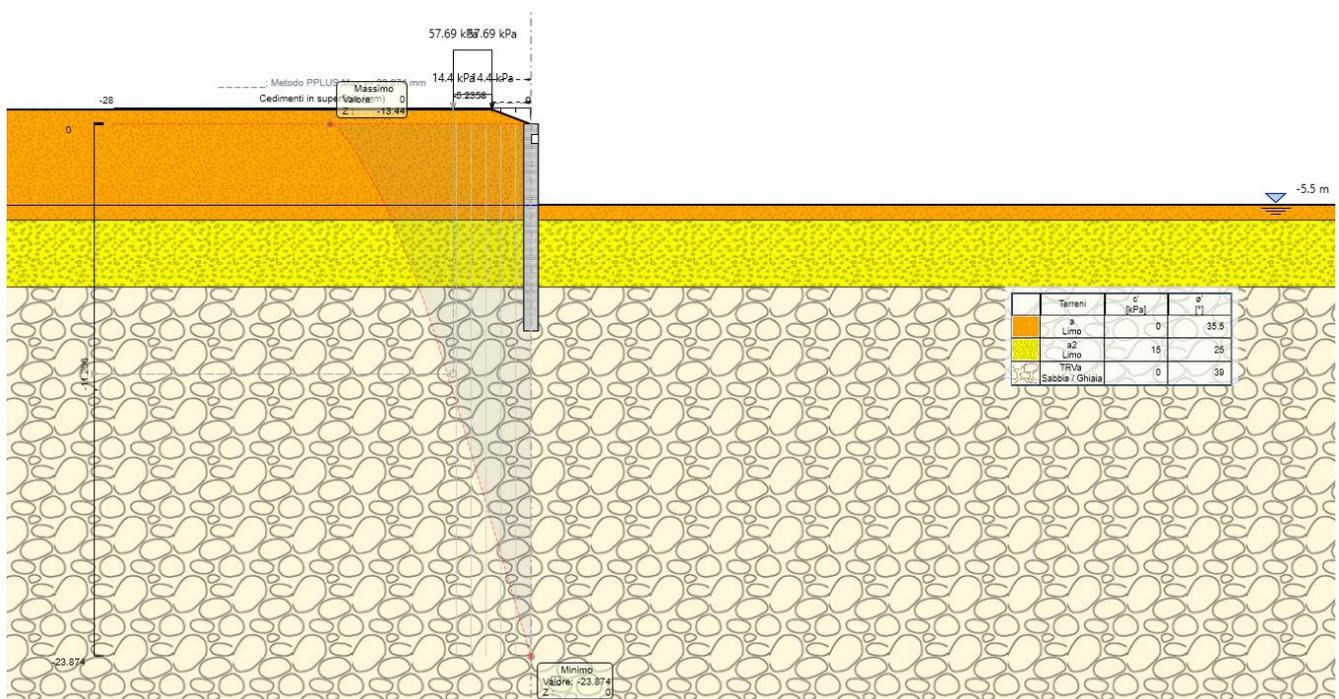


Figura 32. Cedimento rotaia lontana.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI												
SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA Relazione di calcolo Scatolare	<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>26</td> <td>CLSL010 001</td> <td>B</td> <td>96 di 99</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30	26	CLSL010 001	B	96 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	96 di 99								

$$\delta = 17.472 - 11.286 = 6.186 \text{ mm} = 0.6186 \text{ mm} < \delta_{\text{max, ammissibile}} = 1.35 \text{ cm}$$

Il $\delta_{\text{max, ammissibile}}$ è stato valutato a partire dallo “Standard di qualità geometrica del binario e parametri di dinamica di marcia per linee con velocità fino a 300km/h”

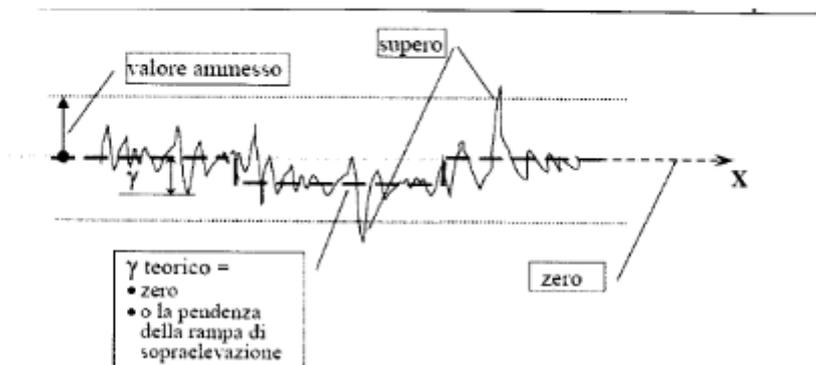
Secondo questa normativa lo sghembo è definito come riportato di seguito:

SGHEMBO

Abbreviazione γ : è l'inclinazione, espressa in ‰, relativa di una fila di rotaia rispetto all'altra, calcolata come rapporto tra la differenza di livello trasversale XL fra due sezioni di binario poste a una distanza data, che è la base di misura dello sghembo, e la base stessa.

Nel presente Standard sono indicati i valori ammessi dello sghembo per le basi di lunghezza 3 metri e 9 metri.

Sul grafico si valutano i valori dalla linea dello zero ai picchi superiori o inferiori come da grafico di Figura 9; i superi sono gli scostamenti rispetto allo zero che eccedono il valore ammesso.



n.b. : il valore ammesso si applica rispetto allo zero, lo sghembo effettivo è comprensivo della pendenza dell'eventuale rampa di sopraelevazione.

Fig.9: singoli difetti di sghembo

Dove la dimensione XL è la seguente:

SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	97 di 99

Relazione di calcolo Scatolare

LIVELLO TRASVERSALE

Abbreviazione **XL**: è la misura, espressa in mm, della differenza in altezza tra le due tavole di rotolamento adiacenti; è espressa come l'altezza del triangolo rettangolo avente ipotenusa pari a 1500 mm ed angolo al vertice pari all'angolo tra il piano di rotolamento ed un piano orizzontale di riferimento.

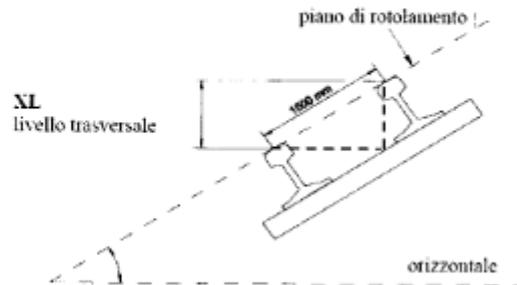


Fig.6: livello trasversale

Per cui la verifica da soddisfare è la seguente, in funzione del livello di qualità del binario:

III.7 SGHEMBO

Difetti isolati.

Le seguenti prescrizioni vanno ad integrare quelle della Circolare L.41/344/7.9 del 28/09/87 sui valori limite dello sghembo del binario, che devono essere comunque rispettate.

	V ≤ 200 km/h		200 < V ≤ 300 km/h	
	γ base 3 m	γ base 9 m	γ base 3 m	γ base 9 m
1° livello di qualità	$\gamma_{3m} < 4,5$	$\gamma_{9m} < 3,5$	$\gamma_{3m} < 3,5$	$\gamma_{9m} < 2,7$
2° livello di qualità	$4,5 \leq \gamma_{3m} < 5,8$	$3,5 \leq \gamma_{9m} < 4,0$	$3,5 \leq \gamma_{3m} < 4,5$	$2,7 \leq \gamma_{9m} < 3,0$
3° livello di qualità	Per valori di γ superiori ai limiti di cui al "2° livello di qualità" si applica quanto riportato nella Parte IV, p.to IV.6			

(1) ATTENZIONE al rispetto delle condizioni di lavorabilità del binario previste dalla Norma sulla l.r.s.

ATTENZIONE ai deviatori inseriti in curva

n.b.: Quando ci sono superi dei valori del terzo livello va consultata la Parte IV – VALORI COMPORANTI VINCOLI ALL'ESERCIZIO.

E di seguito vengono definiti i livelli di qualità:

 <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) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI</p>												
<p>SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA</p> <p>Relazione di calcolo Scatolare</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>26</td> <td>CLSL010 001</td> <td>B</td> <td>98 di 99</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30	26	CLSL010 001	B	98 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	98 di 99								

Lo Standard è articolato in tre Parti:

- **Parte II: valori ammessi a seguito di lavori all'armamento.** Sono definite due classi di valori, per:
 - lavori di rinnovo o nuove costruzioni, o lavori assimilabili a questi
 - interventi di manutenzione per il ripristino della geometria del binario per armamento in esercizio.
- **Parte III: livelli di qualità geometrica correnti.** Sono i valori entro i quali si svolge la normale vita tecnica della geometria dell'armamento; in linea di massima, essi vengono divisi in tre "livelli di qualità":
 - un **primo livello** di qualità, entro il quale la geometria del binario non richiede alcuna programmazione di interventi correttivi
 - un **secondo livello** di qualità, entro il quale le condizioni geometriche del binario consentono il normale esercizio ferroviario senza alcun tipo di restrizione ma che comportano:
 - o l'analisi delle cause di degrado
 - o la valutazione della velocità di evoluzione del difetto
 - o la programmazione e l'eventuale esecuzione di lavori di manutenzione della geometria in funzione della velocità di evoluzione del difetto rilevata localmente.

La valutazione della velocità di evoluzione del difetto sarà, in linea di principio, effettuata tramite confronto con i rilievi geometrici precedenti o tramite l'effettuazione di rilievi ad hoc, oppure tramite il riconoscimento di zone ad evoluzione del difetto già nota; è necessario che venga fatto, in base all'esperienza, anche il riconoscimento delle zone ad evoluzione rapida, quali possono essere le transizioni opere d'arte / rilevato, i tratti con sede instabile, tratti con massicciata inquinata, ecc., al cui controllo deve essere posta massima attenzione.

Sulle linee AV/AC la valutazione della velocità di evoluzione del difetto potrà, inoltre, essere effettuata anche tramite confronto tra rilievi consecutivi dei treni AV della classe ETR500Y.
 - Un **terzo livello** di qualità, che ancora consente l'esercizio ferroviario senza alcun tipo di restrizione, a condizione che vengano programmati ed eseguiti lavori di manutenzione della geometria del binario prima del supero del massimo valore ammesso dal terzo livello di qualità, tenendo anche presente che le correzioni di geometria fatte tramite rinalzata, quali ad esempio correzioni di difetti di livello longitudinale e trasversale, di allineamento, di sghembo, ecc., sono di problematica esecuzione nelle stagioni calde, ai sensi della vigente Normativa sulla lunga rotaia saldata (vedi limiti di lavorazione al binario).

Nel caso in esame possiamo verificare quanto segue:

Con un livello di qualità 1° il cedimento differenziale massimo può essere valutato come:

- con $b=9.00$ m

$$\gamma_{lim} < 3.5 \text{ ‰}$$

$$\text{considerando che } \gamma = \delta / b$$

$$\delta = 0.0035 \cdot b = 0.0035 \cdot 9 = 3.15 \text{ cm}$$

- con $b=3.00$ m

$$\gamma_{lim} < 4.5 \text{ ‰}$$

$$\text{considerando che } \gamma = \delta / b$$

$$\delta = 0.0045 \cdot b = 0.0045 \cdot 3 = 1.35 \text{ cm}$$

Questo ragionamento è a favore di sicurezza per 2 motivi:

1. Stiamo garantendo il primo livello di qualità del binario;

 <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) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI</p>												
<p>SL01 - Gallerodotto di approccio al VI01 lato PA</p> <p>Relazione di calcolo Scatolare</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>26</td> <td>CLSL010 001</td> <td>B</td> <td>99 di 99</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30	26	CLSL010 001	B	99 di 99
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30	26	CLSL010 001	B	99 di 99								

2. Stiamo ipotizzando che la traversa 2 si trovi su un tombino e non subisce alcun cedimento per effetto della realizzazione del rilievo in ammorsamento e che tutto il cedimento differenziale d lo subisca la traversa 1.

Nel progetto in esame stiamo garantendo il 2° livello di sicurezza.