

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)

SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI

SL06 - Scatolare di approccio al VI16 lato PA, sottovia NV61

Relazione di calcolo scatolare

SCALA:

-

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

RS3T 30 D 78 CL SL0600 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoll - Edin	Gen-2020	A. Donnarumma 	Gen-2020	A. Barreca 	Gen-2020	D. Tiberti Gen-2020

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	1 di 79

1. PREMESSA	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
3. MATERIALI	7
3.1 CALCESTRUZZO SCATOLARE	7
3.2 ACCIAIO D'ARMATURA	7
3.3 VERIFICA S.L.E.	8
3.3.1 <i>Verifica tensioni</i>	8
3.3.2 <i>Verifica a fessurazione</i>	9
4. INQUADRAMENTO GEOTECNICO	10
5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA	11
5.1 VITA NOMINALE E CLASSE D'USO	11
5.2 PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA	11
6. MODELLAZIONE ADOTTATA	15
7. ANALISI DEI CARICHI	16
7.1 PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA	16
7.2 CARICHI PERMANENTI PORTATI	16
7.3 SOVRACCARICO FERROVIARIO	18
7.3.1 <i>Azioni verticali</i>	18
7.3.2 <i>Azioni orizzontali</i>	22
7.4 AZIONE DEL VENTO	23
7.5 AZIONI TERMICHE	27
7.6 RITIRO	27
7.7 AZIONE SISMICA	28
8. COMBINAZIONI DI CALCOLO	31
9. RISULTATI E VERIFICHE	41
9.1 VERIFICA SOLETTA SUPERIORE	45

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	2 di 79

9.1.1	Verifica in condizioni statiche	46
9.1.2	Verifica in condizioni sismiche	51
9.2	VERIFICA PIEDRITTI.....	54
9.2.1	Verifica in condizioni statiche	55
9.2.2	Verifica in condizioni sismiche	59
9.3	VERIFICA SOLETTA INFERIORE	62
9.3.1	Verifica in condizioni statiche	63
9.3.2	Verifica in condizioni sismiche	68
10.	VERIFICA DI CAPACITÀ PORTANTE	71
10.1	VERIFICA IN TERMINI DI TENSIONI EFFICACI	73
10.2	VERIFICA IN TERMINI DI TENSIONI TOTALI	76

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	3 di 79

1. PREMESSA

Il presente documento riguarda il dimensionamento dello scatolare SL06 di approccio, lato Palermo, al viadotto VI16, inquadrato all'interno dei lavori di costruzione del nuovo collegamento ferroviario Palermo - Catania, specificamente del Lotto 3 di tale progetto.

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

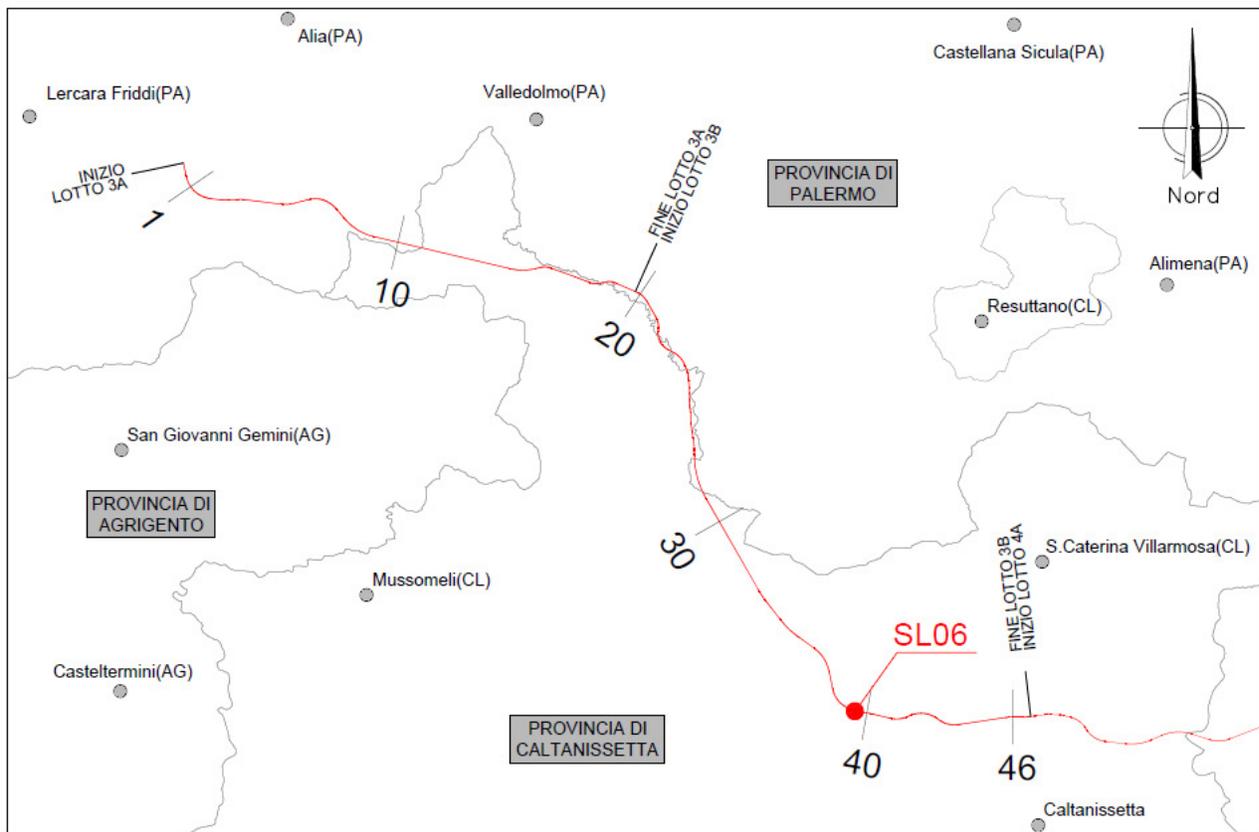


Figura 1 – Inquadramento del SL06 all'interno del lotto di progettazione

In particolare è stata analizzata la sezione trasversale riportata in Figura 3 caratterizzata dalla massima altezza.

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	4 di 79

Relazione di calcolo scatolare

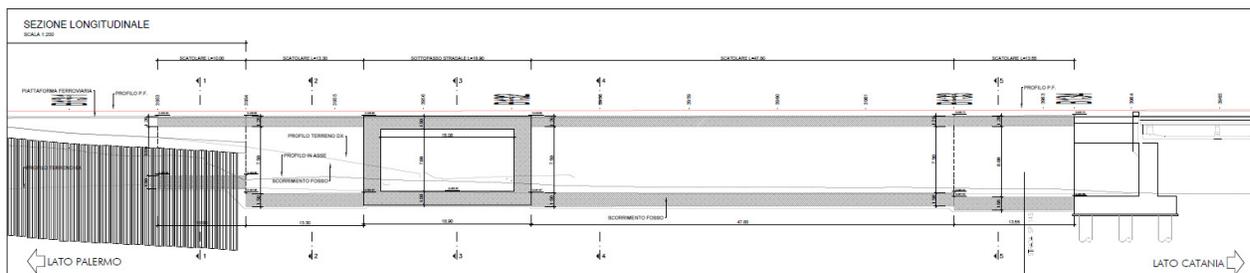


Figura 2 – Sezione longitudinale.

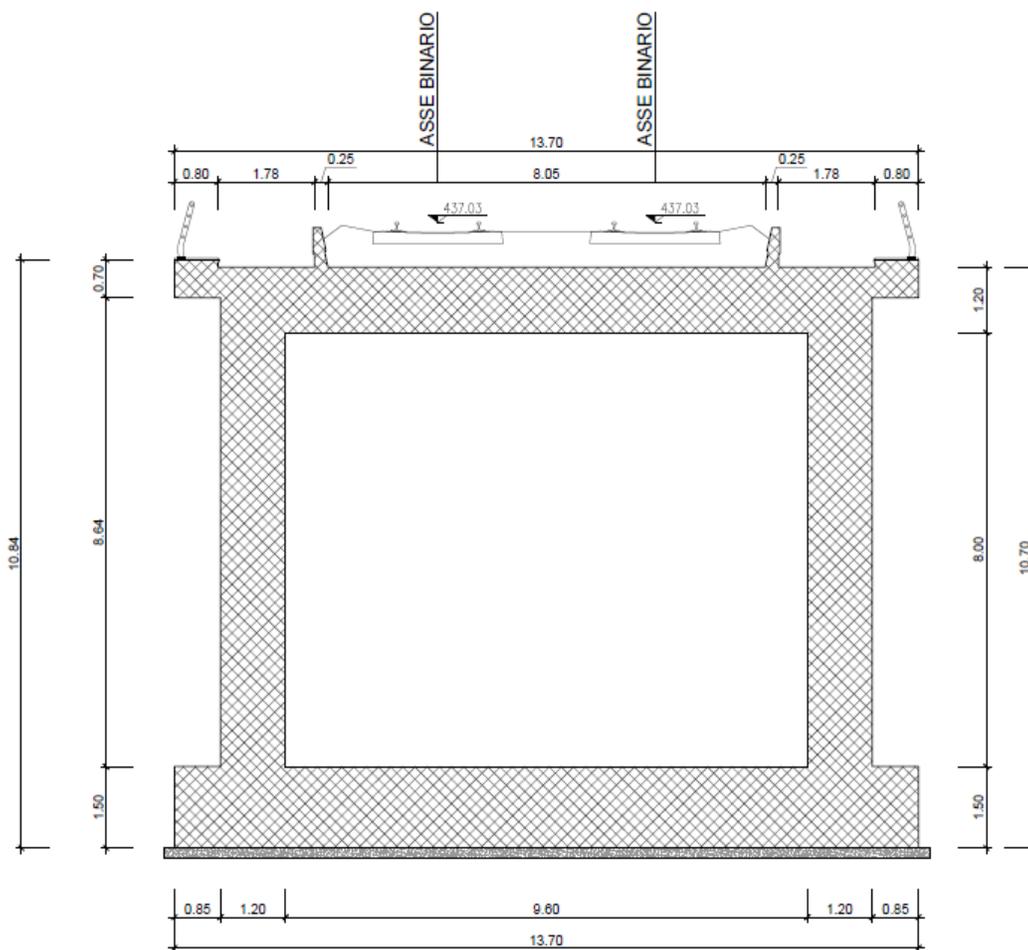


Figura 3 – Sezione trasversale.



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

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	5 di 79

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL 06 0 0 001	REV. A	FOGLIO 6 di 79

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.

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}	32 N/mm^2
$f_{cm} = f_{ck} + 8$	40 N/mm^2
$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$	18.13 N/mm^2

Resistenza di calcolo a rottura per trazione:

$f_{ctm} = 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3}$	3.02 N/mm^2
$f_{ctk,5\%} = 0.70 \cdot f_{ctm}$	2.12 N/mm^2
$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	1.41 N/mm^2
$f_{ctm} = 1.2 \cdot f_{ctm}$	3.63 N/mm^2
$f_{ctk,5\%} = 0.70 \cdot f_{ctm}$	2.54 N/mm^2
$E_{cm} = 22.000 [f_{cm}/10]^{0.3}$	33346 N/mm^2

3.2 Acciaio d'armatura

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

$f_{y, \text{nom}}$	450 N/mm^2
$f_{t, \text{nom}}$	540 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 N/mm^2
$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s$	0.186%

 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					
	SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL 06 0 0 001	REV. A

3.3 Verifica S.L.E.

La verifica nei confronti degli Stati Limite di Esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle combinazioni di esercizio il tasso di lavoro nei materiali e l'ampiezza delle fessure attese, secondo quanto di seguito specificato.

3.3.1 Verifica tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio nelle combinazioni di carico "Rara" e "Quasi Permanente". I valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente", adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento "Manuale di progettazione Opere Civili RFI DTC SI MA IFS 001 C del 21-12-18"

Strutture in c.a.

Tensioni di compressione del calcestruzzo

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

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

Tensioni di trazione nell'acciaio

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

Nel caso in esame pertanto si ha:

CALCESTRUZZO

Massima tensione allo SLE per combinazione caratteristica (rara):

$$\sigma_c = 0,55 \cdot f_{ck} \qquad 17,60 \text{ N/mm}^2$$

Massima tensione allo SLE per combinazione quasi permanente:

$$\sigma_c = 0,40 \cdot f_{ck} \qquad 12,80 \text{ N/mm}^2$$

ACCIAIO

Massima tensione allo SLE per combinazione caratteristica (rara):

$$\sigma_s = 0,75 f_{yk} \qquad 337,5 \text{ N/mm}^2$$

 ITAFERR 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					
	SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL 06 0 0 001	REV. A

3.3.2 Verifica a fessurazione

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente [NTC – Tabella 4.1.IV]:

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azione	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_d	Stato limite	w_d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto Aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Tabella 1 – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione e Condizioni Ambientali

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Risultando $w_1 = 0.2 \text{ mm}$ $w_2 = 0.3 \text{ mm}$ $w_3 = 0.4 \text{ mm}$

Alle prescrizioni normative presenti in NTC si aggiungono in tal caso quelle fornite dal "Manuale di Progettazione delle Opere Civili" secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

Per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.2 del DM 14.1.2018, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

Combinazione Caratteristica (Rara) $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	10 di 79

4. INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Nel tratto in esame la stratigrafia è costituita da:

- Deposito alluvionale: limi e limi argillosi con subordinate sabbie limose (a2)
- Deposito alluvionale: ghiaie, sabbie, sabbie limose (a)
- Flysch Numidico – Membro di Nicosia (FYN4)

In particolare in corrispondenza della soletta inferiore è presente l'unità geotecnica a2. Per tale unità, in accordo con quanto riportato nella relazione geotecnica, sono stati considerati i seguenti parametri:

U.G.	γ (kN/m ³)	φ (°)	c' (kPa)	c_u (kPa)	E_{op} (MPa)
a2	20.0	24	15	75	50

 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												
SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 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 D 78</td> <td>CL</td> <td>SL 06 0 0 001</td> <td>A</td> <td>11 di 79</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	11 di 79
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	11 di 79								

5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

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

5.1 Vita nominale e classe d'uso

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

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

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

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

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

5.2 Parametri di pericolosità sismica

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

Categoria sottosuolo C

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

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	12 di 79

Relazione di calcolo scatolare

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: 13.97569 LATITUDINE: 37.53825

Ricerca per comune

REGIONE: Sicilia PROVINCIA: Caltanissetta COMUNE: San Cataldo

Elaborazioni grafiche:
 Grafici spettri di risposta
 Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche:
 Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo:
 Sito esterno al reticolo
 Interpolazione su 3 nodi
 Interpolazione corretta

Interpolazione:
 media ponderata

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

INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N : 75 info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U : 1.5 info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R : 112.5 info

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

Stati limite di esercizio - SLE

SLO - $P_{VR} = 81\%$	68
SLD - $P_{VR} = 63\%$	113

Stati limite ultimi - SLU

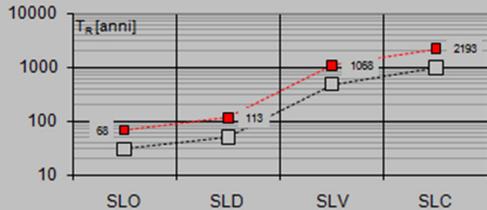
SLV - $P_{VR} = 10\%$	1068
SLC - $P_{VR} = 5\%$	2193

Elaborazioni:
 Grafici parametri azione
 Grafici spettri di risposta
 Tabella parametri azione

LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie
 - - - ■ - - - Strategia scelta

Strategia di progettazione



INTRO FASE 1 **FASE 2** FASE 3

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

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

Relazione di calcolo scatolare

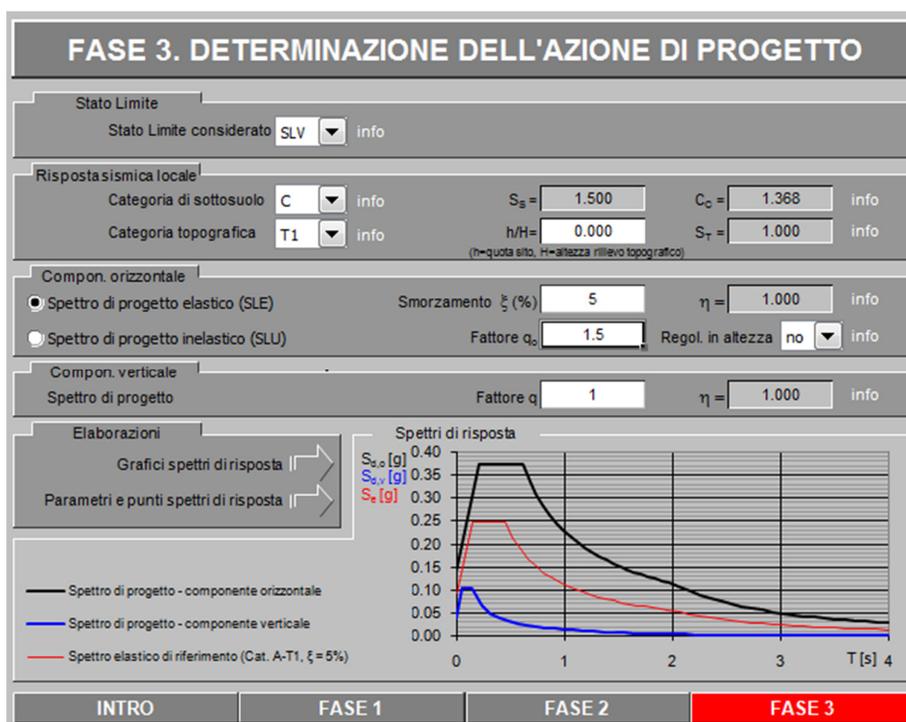
COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
RS3T 30 D 78 CL SL 06 0 0 001 A 13 di 79

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	68	0.038	2.521	0.283
SLD	113	0.047	2.506	0.316
SLV	1068	0.093	2.671	0.448
SLC	2193	0.112	2.754	0.495

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

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

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



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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.093 g
F_0	2.671
T_C^*	0.448 s
S_S	1.500
C_C	1.368
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.204 s
T_C	0.613 s
T_D	1.973 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

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

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

Lo spettro di progetto $S_0(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_s(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	S_e [g]
	0.000	0.140
$T_B \leftarrow$	0.204	0.374
$T_C \leftarrow$	0.613	0.374
	0.678	0.338
	0.743	0.309
	0.808	0.284
	0.872	0.263
	0.937	0.245
	1.002	0.229
	1.067	0.215
	1.131	0.203
	1.196	0.192
	1.261	0.182
	1.326	0.173
	1.390	0.165
	1.455	0.158
	1.520	0.151
	1.585	0.145
	1.649	0.139
	1.714	0.134
	1.779	0.129
	1.844	0.124
	1.908	0.120
$T_D \leftarrow$	1.973	0.116
	2.070	0.106
	2.166	0.096
	2.263	0.088
	2.359	0.081
	2.456	0.075
	2.552	0.069
	2.649	0.064
	2.745	0.060
	2.842	0.056
	2.938	0.052
	3.035	0.049
	3.131	0.046
	3.228	0.043
	3.324	0.041
	3.421	0.039
	3.517	0.037
	3.614	0.035
	3.710	0.033
	3.807	0.031
	3.903	0.030
	4.000	0.028

 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					
	SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL 06 0 0 001	REV. A

6. MODELLAZIONE ADOTTATA

Per l'analisi della struttura è stato sviluppato un modello di calcolo nel quale l'interazione struttura-terreno è stata simulata attraverso molle reagenti solo a compressione (analisi non lineare); la costante di sottofondo è stata assunta pari a 3000 kN/m³.

Tale valore è stato determinato, a partire dal valore di E dello strato di fondazione, attraverso la seguente relazione:

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

dove:

E = modulo elastico del terreno;

ν = coefficiente di Poisson =0.3;

B = larghezza della fondazione;

c_t = fattore di forma, coefficiente adimensionale valutato con le relazione $c_t = 0.853 + 0.534 \ln(L/B)$ (per $L/B \leq 10$ con L lunghezza singolo concio).

unità	E	ν	B	L	L/B	c_t	k_w
(-)	(MPa)	(-)	(m)	(m)	(-)	(-)	(kN/m ³)
a2	50	0.3	13.7	30	2.19	1.27	3154

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

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

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

Lo scatolare presenta una larghezza interna di 9.60 m mentre l'altezza interna è variabile con un massimo pari 8.00 m. La soletta superiore e i piedritti hanno spessore di 1.20 m mentre la soletta inferiore ha uno spessore pari a 1.50 m.

In figura si riporta schematicamente la geometria dell'opera.

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	16 di 79

Relazione di calcolo scatolare

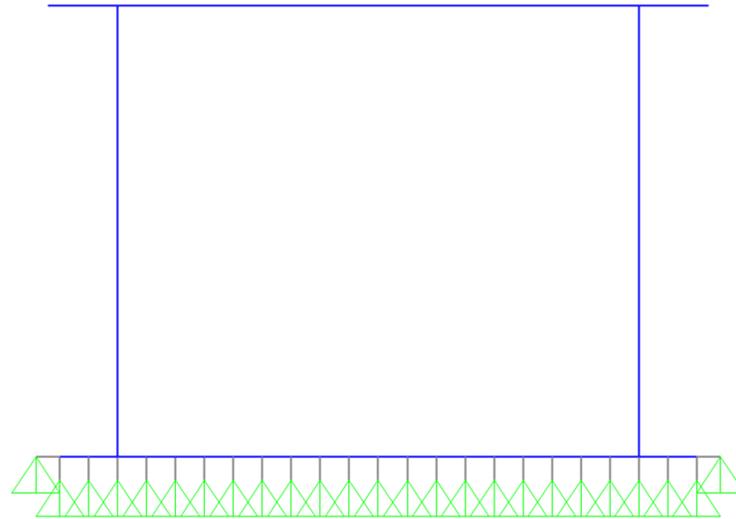


Figura 4 – Modello di calcolo.

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

Nella Tabella sottostante si riportano i carichi.

PERMANENTI PORTATI		
soletta superiore		
γ_b	18.00	kN/m ³
S_b	0.80	m
W_b	14.40	kN/m ²
ballast + armamento		

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	17 di 79

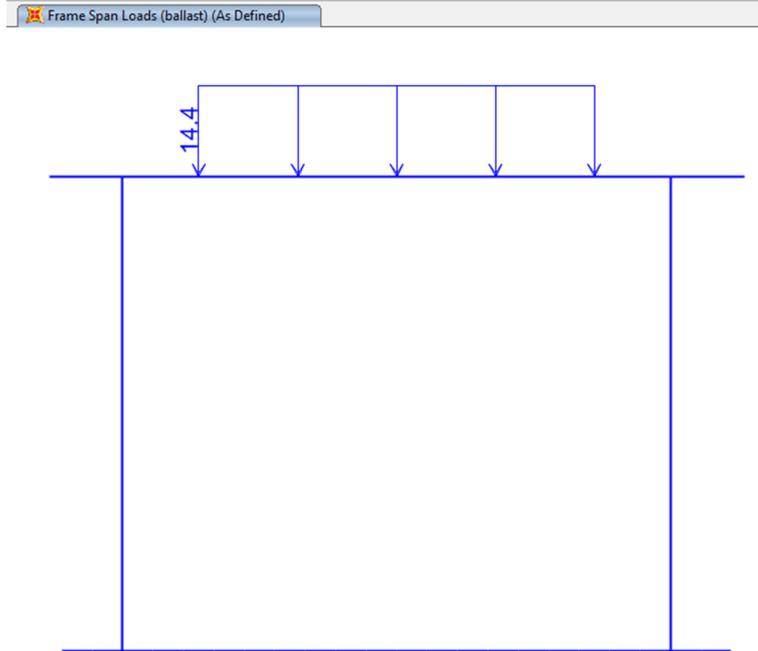


Figura 5 – Ballast.

Si considera inoltre la presenza della barriera inserendo un carico puntuale pari a 16 kN.

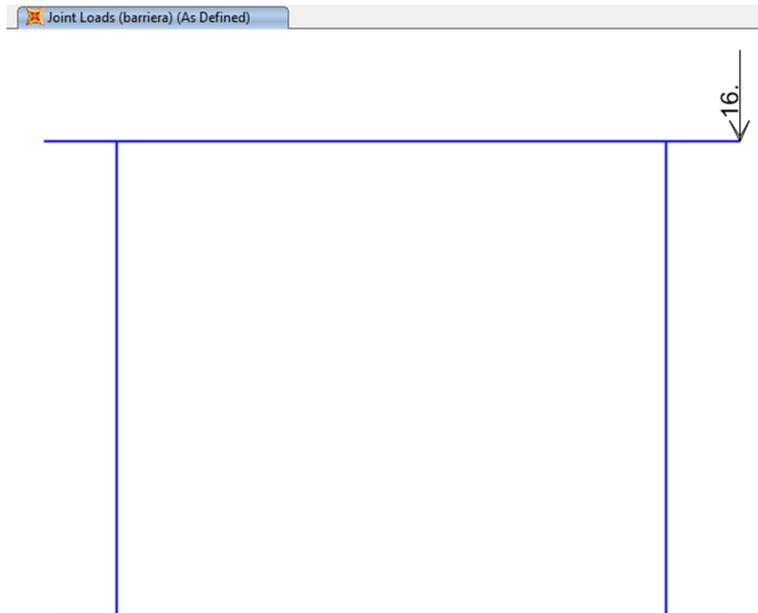


Figura 6 – Barriera antirumore.

 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				
	SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL 06 0 0 001

7.3 Sovraccarico ferroviario

7.3.1 Azioni verticali

Per la valutazione dei carichi verticali si è fatto riferimento a dei modelli di carico “teorici”, come indicato dalla normativa vigente. In particolare 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 7, 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.

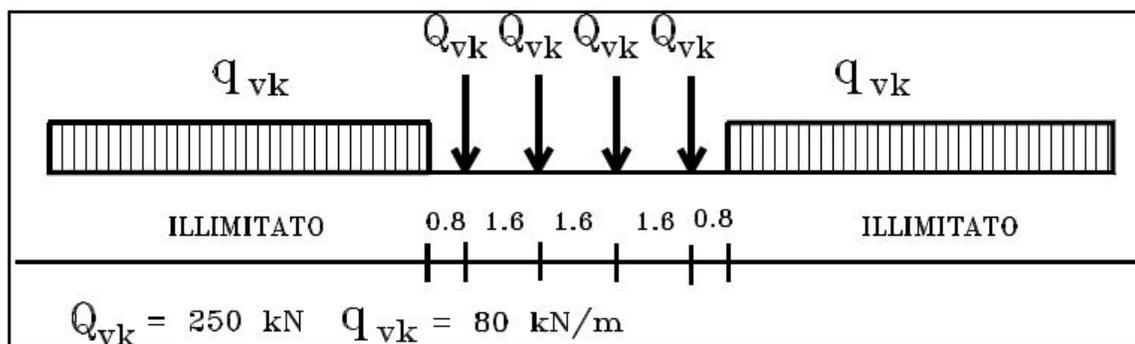
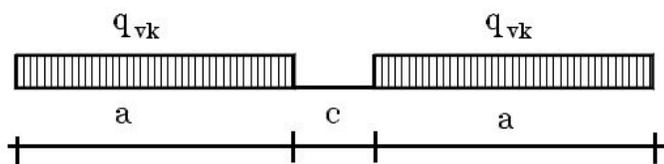


Figura 7 – Treno di carico LM71

Per questo modello di carico va inoltre considerata un'eccentricità del carico rispetto all'asse del binario pari a $s/18$ ($s = 1435$ mm).

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 8).



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

Figura 8 – 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 9.

 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					
	SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL 06 0 0 001	REV. A

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

Figura 9 – Coefficiente di adattamento α

I coefficienti di incremento dinamico Φ che aumentano l'intensità dei modelli di carico teorici si assumono pari a Φ_2 o Φ_3 , in dipendenza del livello di manutenzione della linea. Nel caso in esame si è assunto il coefficiente Φ_3 corrispondente a linee con ridotto standard manutentivo:

$$\Phi_3 = 2.16 / (\sqrt{L_\Phi} - 0.2) + 0.73, \text{ con la limitazione } 1.00 \leq \Phi_3 \leq 2.00,$$

in cui L_Φ è la lunghezza caratteristica valutata secondo quanto riportato nella tab 5.2.II delle NTC18.

Nel caso in esame risulta quindi $\Phi_3=1.28$.

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 della soletta in c.a.. Alla quota del piano medio della soletta superiore, considerando per la traversa una larghezza di 2.40 m, si ha pertanto:

$$L_d = 2.40 + (s_b/4 + s_{ss}/2) \cdot 2 = 2.4 + (0.35/4 + 1.2/2) \cdot 2 = 3.80 \text{ m}$$

I carichi utilizzati sono riepilogati nella tabella seguente:

Carichi accidentali mobili			ACCMOB
Modello LM71	coeff. α	1.10	
Modello SW/2	coeff. α	1.00	
Coeff. di incremento dinamico	Φ_3	1.28	
Larghezza di ripartizione trasversale	L_R	3.80 m	
Modello di carico SW/2			
Q SW/2		150.0 kN/m	
Treno SW2	$\alpha \cdot \Phi \cdot q_{vk} / L_R$	p_2	50.5 kN/m/m
Modello di carico LM71			
Q LM71		250.0 kN	
Interasse longitudinale		1.60 m	
Treno LM71	$cQ_{vk} / 1.6 / L_R$	p_2	57.9 kN/m ²
Eccentricità di carico LM71	e	0.08	
	Me	17.60 kNm/m	
	p_{2+}	65.21 kN/m ²	
	p_{2-}	50.58 kN/m ²	

Nel modello di calcolo è stato considerato il treno di carico LM71 in quanto più gravoso.

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	20 di 79

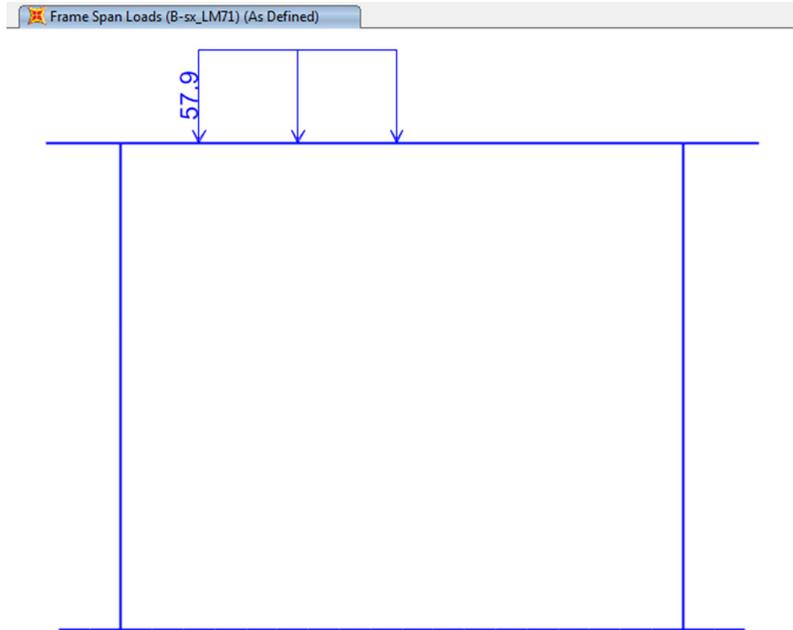


Figura 10 – Modello di carico LM71 - binario sinistro.

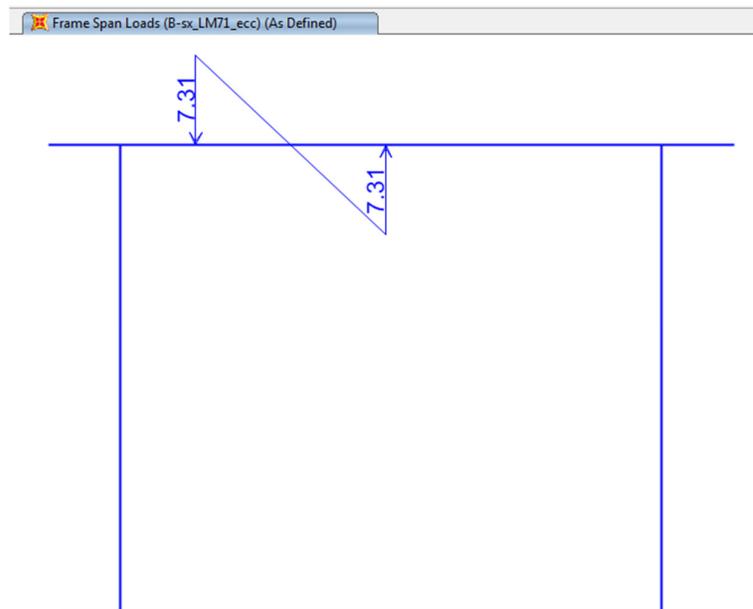


Figura 11 – Eccentricità LM71 - binario sinistro.

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	21 di 79

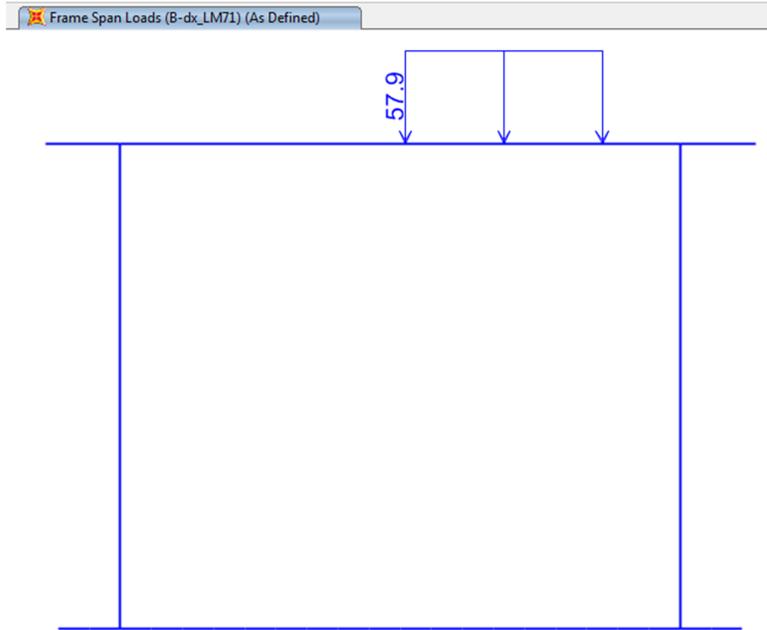


Figura 12 – Modello di carico LM71 - binario destro.

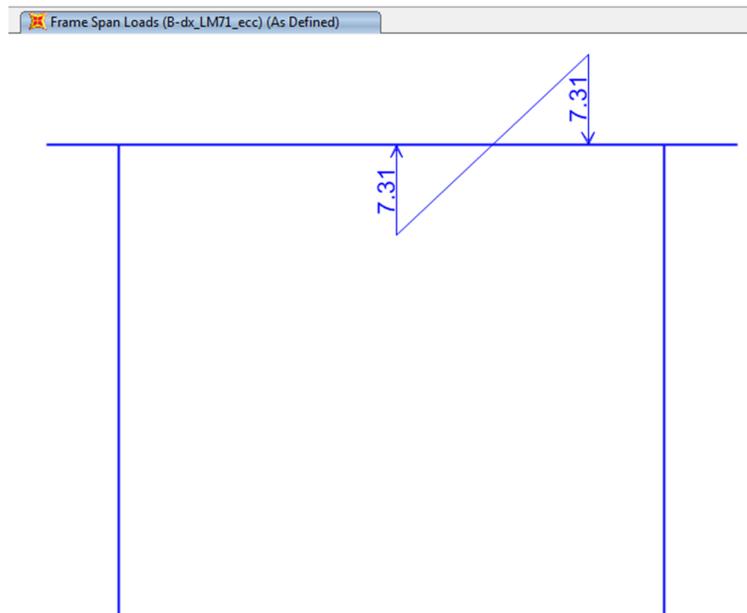


Figura 13 – Eccentricità LM71 - binario destro.

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	22 di 79

7.3.2 Azioni orizzontali

Azione laterale (serpeggio)

La forza laterale indotta dal serpeggio si considera come una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla sommità della rotaia più alta, perpendicolarmente all'asse. Il valore caratteristico di tale forza sarà assunto pari a $Q_{sk} = 100$ kN. Tale valore deve essere moltiplicato per α ($1.1 > 1$).

Serpeggio LM71 (Si considera agente sulla sommità della rotaia più alta)			Serp
S		100.00 kN	
$\alpha \cdot S$		110.00 kN	
τ		28.95 kN/m	
Punto di app risp baricentro soletta superiore		1.4 m	
Momento	M_s	154.00 kNm	
	d	2.53 m	
	ΔN	60.79 kN	
	$\Delta \sigma+$	63.99 kN/m ²	
	$\Delta \sigma-$	-63.99 kN/m ²	

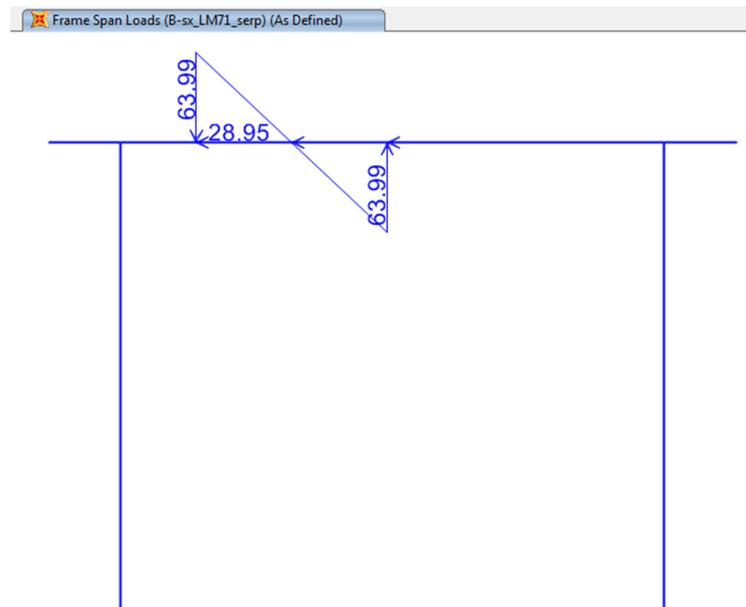


Figura 14 – Serpeggio LM71 - binario sinistro.

 ITAFERR 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					
	SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL 06 0 0 001	REV. A

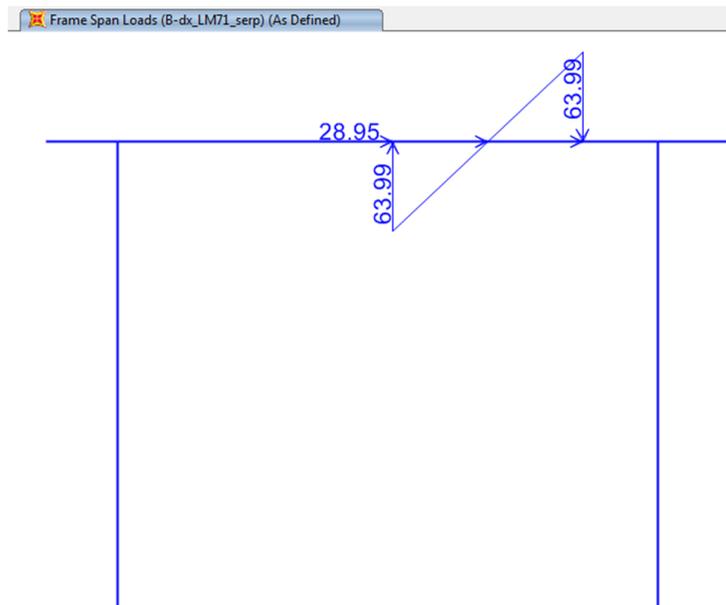


Figura 15 – Serpeggio LM71 - binario destro.

Azione di avviamento e frenatura (AVV)

L'avviamento e la frenatura sono azioni orizzontali ortogonali alla sezione di calcolo, e quindi non verranno prese in conto nel modello.

7.4 Azione del vento

Lo scatolare in esame, essendo fuori terra, è soggetto alla pressione del vento. Inoltre va considerata l'azione del vento che investe il convoglio ferroviario che viaggia parallelamente al lato lungo dello scatolare. Quest'ultimo contributo, in conformità al DM 17/01/2018 “NTC2018”, si considera agente sulla superficie del treno assunta di altezza pari a 4m.

$$p = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

Siamo in zona 4 per cui si ha:

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	24 di 79

Relazione di calcolo scatolare

a_s (m)	300	(quota del terreno valutata sul livello del mare)
a_o (m)	500	
k_s	0.360	
<hr/>		
$v_b = v_{b,o}$ (m/s)	28	(velocità di riferimento del vento per $a_s \leq a_o$)
v_b (m/s)	-	(velocità di riferimento del vento per $a_s > a_o$)
v_b (m/s)	28	(valore assunto nel calcolo)
<hr/>		
q_r (N/mq)	490	(pressione cinetica di riferimento)

Classe di rugosità D categoria di esposizione II

k_r	0.19	
z_o (m)	0.05	
z_{min} (m)	4	
c_d	1	(coefficiente dinamico)
c_t	1	(coefficiente di topografia)
z (m)	10	(altezza della struttura)

Coefficiente di esposizione

c_e (z)	2.35	(per $z \geq z_{min}$)
c_e (z)	1.80	(per $z < z_{min}$)
c_e (z)	2.35	(valore assunto nel calcolo)

Coefficiente di forma

c_p	0.8	(sopravento)
-------	------------	--------------

p (N/mq)	922	(pressione del vento sopravvento)
-----------------	------------	-----------------------------------

Essendo il valore ottenuto inferiore a 1.5 kN/m^2 nei calcoli è stato assunto $p=1.5 \text{ kN/m}^2$ come indicato nel Manuale di Progettazione.

Di conseguenza il carico applicato alla sezione di calcolo è pari a:

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	25 di 79

Vento		(Si considera agente sulla superficie del treno e su quella del manufatto)		Vento
	p_3		1.5 kN/m ²	
Vento agente sul convoglio	P_3		7.20 kN/m	
	τ		1.89 kN/m ²	
Punto di app risp baricentro soletta superiore			3.00 m	
Momento	M_v		21.60 kNm	
	d		2.53 m	
	ΔN_v		8.53 kN	
	$\Delta \sigma+$		8.98 kN/m ²	
	$\Delta \sigma-$		-8.98 kN/m ²	
Spinta del vento sui piedritti	p_3		0.75 kN/m ²	

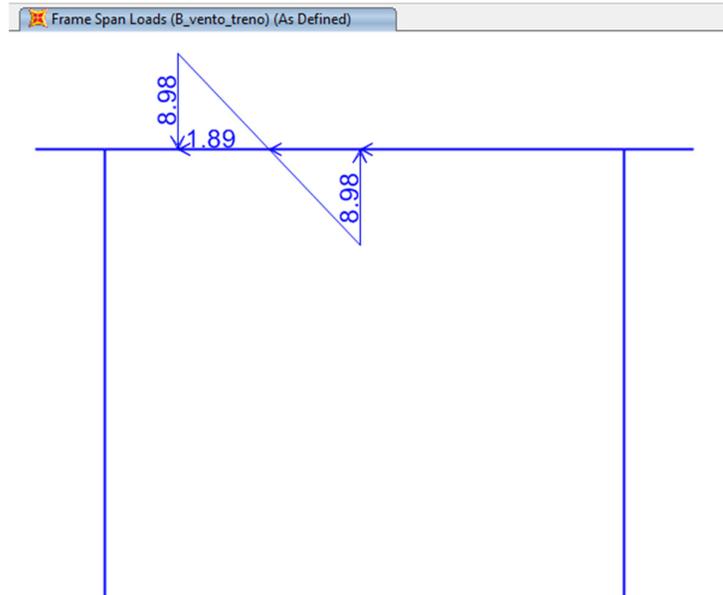


Figura 16 – Vento su convoglio ferroviario.

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	26 di 79

Frame Span Loads (vento) (As Defined)

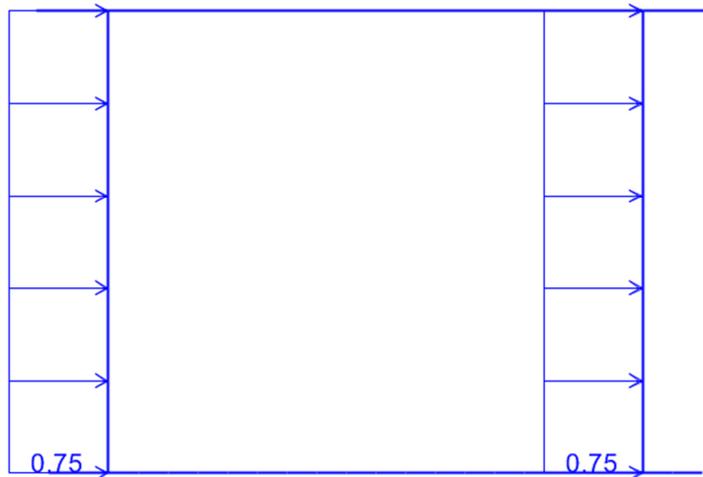


Figura 17 – Vento su struttura.

Joint Loads (vento_barriera) (As Defined)

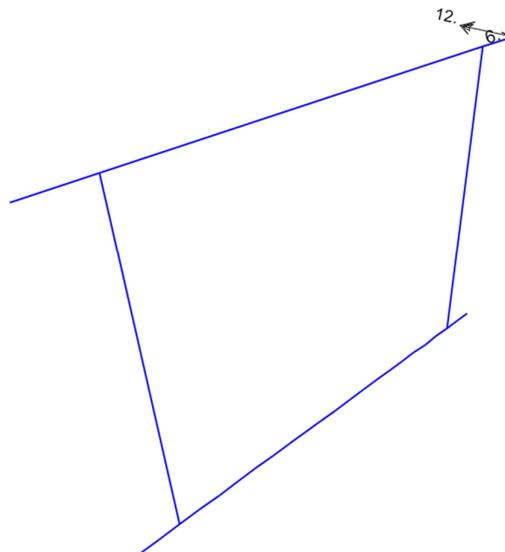


Figura 18 – Vento su barriera antirumore.

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	27 di 79

7.5 Azioni termiche

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

7.6 Ritiro

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

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

Classe cls =	C32/40	
$f_{ck} =$	32 Mpa	
$f_{cm} =$	40 Mpa	
Tipo di cemento =	R	
$A_c =$	1 200 000 mm ²	area della sezione in cls
$u =$	1 000 mm	perimetro della sezione in cls a contatto con l'atmosfera
$h_0 = 2 A_c / u =$	2 400 mm	dimensione fittizia
RH =	75 %	umidità relativa ambientale
$t =$	25 550 giorni	età del cls nel momento considerato
$t_s =$	2 giorni	età del cls a partire dalla quale si considera l'effetto del ritiro da essiccamento

Deformazione per ritiro da essiccamento (ε_{cd})

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

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

Prospetto 3.3 - Valori di k_h

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

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

$k_h =$	0.70	
$\varepsilon_{cd,0} = -0,85 [(220 + 110 \alpha_{ds1}) \exp(-\alpha_{ds2} f_{cm} / f_{cm0})] 10^{-6} \beta_{RH}$		
$\alpha_{ds1} =$	6	
$\alpha_{ds2} =$	0.11	
$f_{cm0} =$	10 Mpa	
$\beta_{RH} = 1,55 [1 - (RH / RH_0)^3]$ con $RH_0 = 100\%$		
$\beta_{RH} =$	0.896	
$\varepsilon_{cd,0} =$	-0.432 %	
$\varepsilon_{cd,\infty} =$	-0.302 %	deformazione per ritiro da essiccamento a tempo infinito
$\varepsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) \varepsilon_{cd,\infty}$		
$\beta_{ds}(t, t_s) = (t - t_s) / [(t - t_s) + 0,04 h_0^{3/2}] =$	0.845	
$\varepsilon_{cd}(t) =$	-0.255 %	deformazione per ritiro da essiccamento al tempo "t"

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	28 di 79

Relazione di calcolo scatolare

Deformazione per ritiro autogeno (ϵ_{ca})

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

$$\epsilon_{ca,\infty} = -2,5 (f_{ck} - 10) 10^{-6} = -0.055 \% \quad \text{deformazione per ritiro autogeno a tempo infinito}$$

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

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

$$\epsilon_{ca}(t) = -0.055 \% \quad \text{deformazione per ritiro autogeno al tempo "t"}$$

Deformazione totale da ritiro (ϵ_{cs})

$$\epsilon_{cs}(t) = \epsilon_{cd}(t) + \epsilon_{ca}(t) = -0.310 \% \quad \text{deformazione totale da ritiro al tempo "t"}$$

$$\epsilon_{cs,\infty} = \epsilon_{cd,\infty} + \epsilon_{ca,\infty} = -0.357 \% \quad \text{deformazione totale da ritiro a tempo infinito}$$

VARIAZIONE TERMICA UNIFORME EQUIVALENTE AL RITIRO

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

$$\varphi(t, t_0) = 1.979$$

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

$$\Delta T_{ritiro} = -10.41 \text{ } ^\circ\text{C}$$

7.7 Azione sismica

L'azione sismica agente sulle masse strutturali della struttura scatolare è stata considerata con un approccio di tipo pseudo-statico. Esso consente di rappresentare il sisma mediante un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo. In particolare è stata effettuata un'analisi statica equivalente con un'accelerazione orizzontale pari a quella di plateau dello spettro elastico ($q=1$).

AZIONE SISMICA SU STRUTTURA		Sisma H
	SVL	
	a_g	0.093 g
	S_S	1.50
	S_T	1.00
	F_0	2.67
	η	1.00
Spettro $T_B - T_C$	$S_e(T_B - T_C)$	0.374 g
Forza orizzontale su soletta sup. permanenti		16.61 kN/m
Forza orizzontale su soletta sup. LM71		4.33 kN/m
distanza baricentro treno - p.f.		1.80 m
distanza baricentro treno - mezzeria soletta		3.20 m
Momento LM71	M_s	13.86 kNm
	d	2.53 m
	ΔN	5.47 kN
	$\Delta\sigma+$	5.76 kN/m ²
	$\Delta\sigma-$	-5.76 kN/m ²
Forza orizzontale dei piedritti		11.22 kN/m

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	29 di 79

Relazione di calcolo scatolare

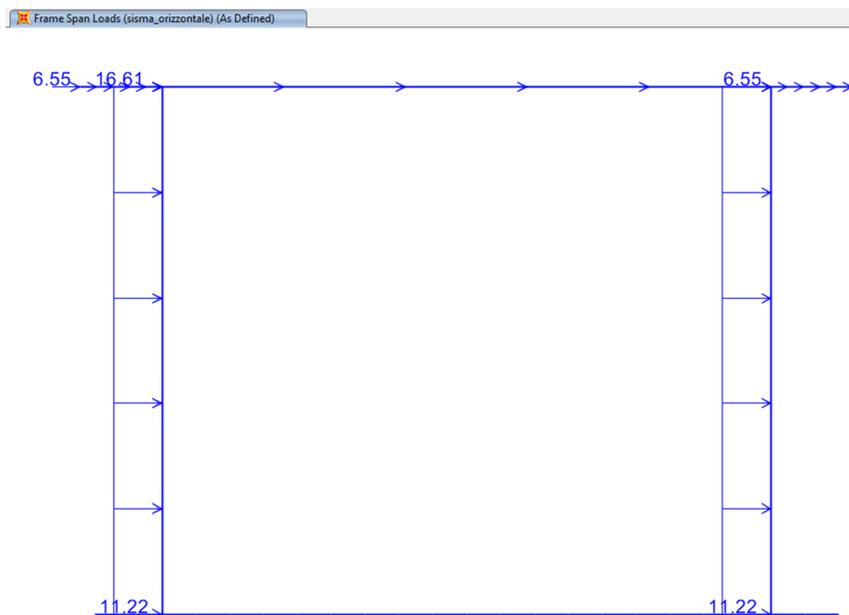


Figura 19 – Sisma orizzontale.

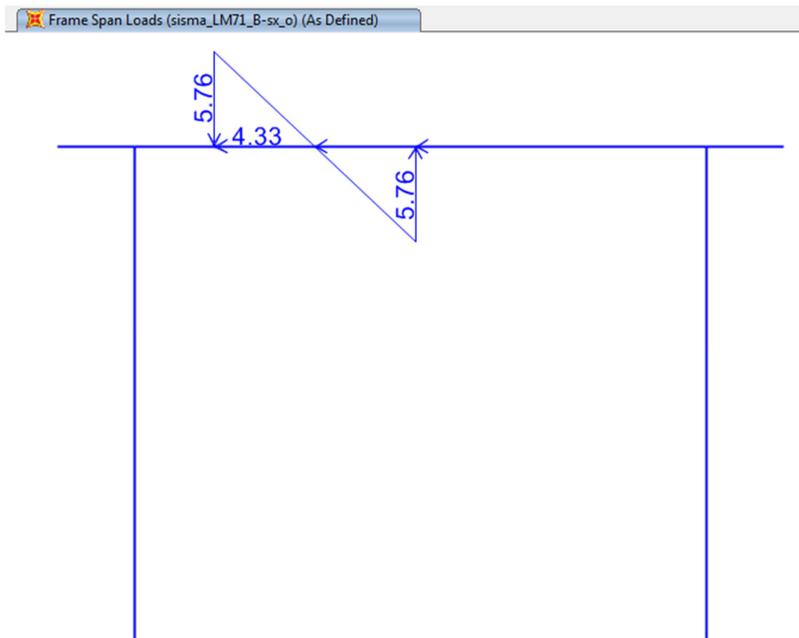


Figura 20 – Sisma orizzontale LM71 - binario sinistro.

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	30 di 79

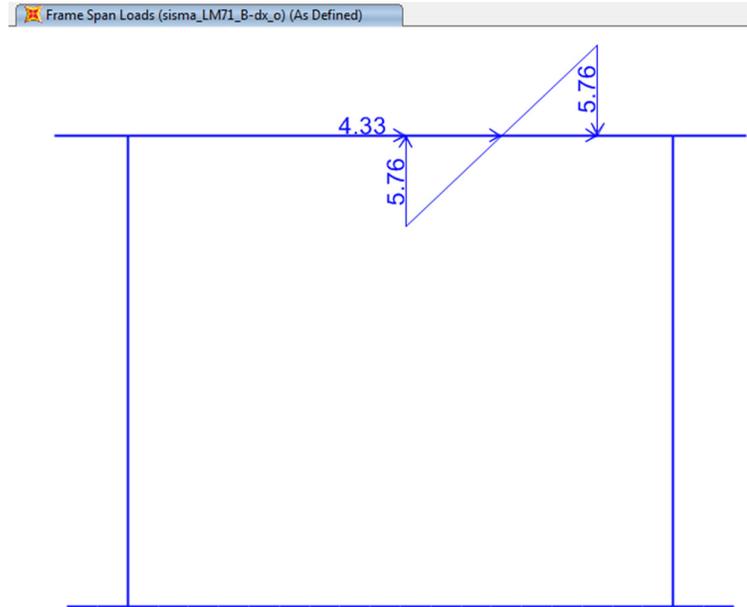


Figura 21 – Sisma orizzontale LM71 - binario destro.

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	31 di 79

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 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:

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

Le azioni impiegate nella definizione delle combinazioni di carico sono riepilogate nella Tabella 2.

azione	Load Case Name
peso proprio	DEAD
ballast + armamento	ballast
carico verticale LM71 sul binario sinistro	B-sx_LM71
carico verticale LM71 sul binario destro	B-dx_LM71
carico dovuto all'eccentricità del modello LM71 sul binario sinistro	B-sx_LM71_ecc
carico dovuto all'eccentricità del modello LM71 sul binario destro	B-dx_LM71_ecc
azione di serpeggio sul binario sinistro	B-sx_LM71_serp
azione di serpeggio sul binario destro	B-dx_LM71_serp
vento su convoglio ferroviario	B_vento_treno
vento sulla struttura	vento
ritiro della soletta superiore	ritiro
variazione termica uniforme sulla soletta superiore	termica uniforme
variazione termica a farfalla sulla soletta superiore	termica farfalla
peso proprio barriera antirumore	barriera
vento su barriera antirumore	vento barriera
azione sismica orizzontale dovuta al peso proprio e ai carichi permanenti	sisma H
azione sismica orizzontale del LM71 sul binario sinistro	sisma_LM71_B-sx_o
azione sismica orizzontale del LM71 sul binario destro	sisma_LM71_B-dx_o

Tabella 2 – Riepilogo carichi.

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
RS3T 30 D 78 CL SL 06 0 0 001 A 34 di 79

Relazione di calcolo scatolare

barriera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
vento barriera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 6 – Combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche (parte 4/6).

combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche												
	slu49	slu50	slu51	slu52	slu53	slu54	slu55	slu56	slu57	slu58	slu59	slu60
DEAD	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ballast	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
B-sx_LM71	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45
B-dx_LM71	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45
B-sx_LM71_ecc	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	1.45	1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45
B-dx_LM71_ecc	1.45	1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	1.45	1.45	-1.45	-1.45	1.45	1.45
B-sx_LM71_serp	1.45	1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	1.45	1.45	-1.45	-1.45
B-dx_LM71_serp	-1.45	-1.45	1.45	1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	1.45	1.45
B_vento_treno	0.90	0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	-0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90
vento	-0.90	-0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	-0.90	-0.90	0.90	0.90
ritiro	1.20	-	1.20	-	1.20	-	1.20	-	1.20	-	1.20	-
termica uniforme	-0.90	0.90	-0.90	0.90	-0.90	0.90	-0.90	0.90	-0.90	0.90	-0.90	0.90
termica farfalla	0.90	-0.90	0.90	-0.90	0.90	-0.90	0.90	-0.90	0.90	-0.90	0.90	-0.90
barriera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
vento barriera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 7 – Combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche (parte 5/6).

combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche					
	slu61	slu62	slu63	slu64	slu65
DEAD	1.00	1.00	1.00	1.00	1.35
ballast	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50
B-sx_LM71	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45
B-dx_LM71	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45
B-sx_LM71_ecc	1.45	1.45	-1.45	-1.45	-1.45
B-dx_LM71_ecc	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45
B-sx_LM71_serp	1.45	1.45	-1.45	-1.45	-1.45
B-dx_LM71_serp	-1.45	-1.45	-1.45	-1.45	1.45
B_vento_treno	0.90	0.90	-0.90	-0.90	0
vento	-0.90	-0.90	0.90	0.90	1.50
ritiro	1.20	-	1.20	-	-
termica uniforme	-0.90	0.90	-0.90	0.90	0.90

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	35 di 79

Relazione di calcolo scatolare

termica farfalla	0.90	-0.90	0.90	-0.90	-0.90
barriera	-	-	-	-	1.35
vento barriera	-	-	-	-	1.5

Tabella 8 – Combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche (parte 6/6).

combinazioni di carico agli SLV												
	sis1	sis2	sis3	sis4	sis5	sis6	sis7	sis8	sis9	sis10	sis11	sis12
DEAD	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ballast	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
B-sx_LM71	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
B-dx_LM71	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
B-sx_LM71_ecc	0.20	0.20	-0.20	-0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	-0.20	-0.20
B-dx_LM71_ecc	0.20	0.20	0.20	0.20	-0.20	-0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	-0.20	-0.20
B-sx_LM71_serp	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	-0.20	-0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
B-dx_LM71_serp	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	-0.20	-0.20	0.20	0.20
B_vento_treno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
vento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ritiro	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-
termica uniforme	-0.50	0.50	-0.50	0.50	-0.50	0.50	-0.50	0.50	-0.50	0.50	-0.50	0.50
termica farfalla	0.50	-0.50	0.50	-0.50	0.50	-0.50	0.50	-0.50	0.50	-0.50	0.50	-0.50
barriera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
vento barriera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
sisma H	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
sisma_LM71_B-sx_o	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
sisma_LM71_B-dx_o	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00

Tabella 9 – Combinazioni di carico agli SLV (parte 1/4).

combinazioni di carico agli SLV												
	sis13	sis14	sis15	sis16	sis17	sis18	sis19	sis20	sis21	sis22	sis23	sis24
DEAD	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ballast	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
B-sx_LM71	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
B-dx_LM71	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
B-sx_LM71_ecc	0.20	0.20	0.20	0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	0.20	0.20	-0.20	-0.20
B-dx_LM71_ecc	-0.20	-0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	0.20	0.20
B-sx_LM71_serp	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	0.20	0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20
B-dx_LM71_serp	0.20	0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	0.20	0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	38 di 79

Relazione di calcolo scatolare

vento barriera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabella 13 – Combinazioni di carico rare (SLE) per verifica tensioni (parte 1/3).

combinazioni di carico rare (SLE) per verifica tensioni												
	ten13	ten14	ten15	ten16	ten17	ten18	ten19	ten20	ten21	ten22	ten23	ten24
DEAD	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ballast	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
B-sx_LM71	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
B-dx_LM71	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
B-sx_LM71_ecc	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00
B-dx_LM71_ecc	-1.00	-1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00
B-sx_LM71_serp	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
B-dx_LM71_serp	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
B_vento_treno	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60
vento	0.60	0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
ritiro	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-
termica uniforme	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60
termica farfalla	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60
barriera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
vento barriera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 14 – Combinazioni di carico rare (SLE) per verifica tensioni (parte 2/3).

combinazioni di carico rare (SLE) per verifica tensioni										
	ten25	ten26	ten27	ten28	ten29	ten30	ten31	ten32	ten33	
DEAD	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
ballast	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
B-sx_LM71	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
B-dx_LM71	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
B-sx_LM71_ecc	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	
B-dx_LM71_ecc	-1.00	-1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	
B-sx_LM71_serp	1.00	1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	
B-dx_LM71_serp	-1.00	-1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	1.00	
B_vento_treno	0.60	0.60	-0.60	-0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	0	
vento	-0.60	-0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	0.60	0.60	1.00	
ritiro	1.00	-	1.00	-	1.00	-	1.00	-	-	
termica uniforme	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	0.60	
termica farfalla	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	-0.60	

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	40 di 79

termica farfalla	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60
barriera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
vento barriera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 17 – Combinazioni di carico rare (SLE) per verifica fessurazione (parte 2/3).

combinazioni di carico rare (SLE) per verifica fessurazione										
	fes25	fes26	fes27	fes28	fes29	fes30	fes31	fes32	fes33	
DEAD	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ballast	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
B-sx_LM71	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
B-dx_LM71	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
B-sx_LM71_ecc	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60
B-dx_LM71_ecc	-0.60	-0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60
B-sx_LM71_serp	0.60	0.60	-0.60	-0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60
B-dx_LM71_serp	-0.60	-0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	0.60
B_vento_treno	0.60	0.60	-0.60	-0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60	0
vento	-0.60	-0.60	0.60	0.60	-0.60	-0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
ritiro	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
termica uniforme	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	0.60	0.60
termica farfalla	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	0.60	-0.60	-0.60	-0.60
barriera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
vento barriera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

Tabella 18 – Combinazioni di carico rare (SLE) per verifica fessurazione (parte 3/3).

combinazioni di carico quasi permanenti (SLE) per verifica tensioni		
	qpe1	qpe2
DEAD	1.00	1.00
ballast	1.00	1.00
B-sx_LM71	0.00	0.00
B-dx_LM71	0.00	0.00
B-sx_LM71_ecc	0.00	0.00
B-dx_LM71_ecc	0.00	0.00
B-sx_LM71_serp	0.00	0.00
B-dx_LM71_serp	0.00	0.00
B_vento_treno	0.00	0.00
vento	0.00	0.00
ritiro	1.00	0.00

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	41 di 79

termica uniforme	-0.50	0.50
termica farfalla	0.50	-0.50
barriera	0.00	0.00
vento barriera	0.00	0.00

Tabella 19 – Combinazioni di carico quasi permanenti (SLE) per verifica tensioni.

9. RISULTATI E VERIFICHE

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

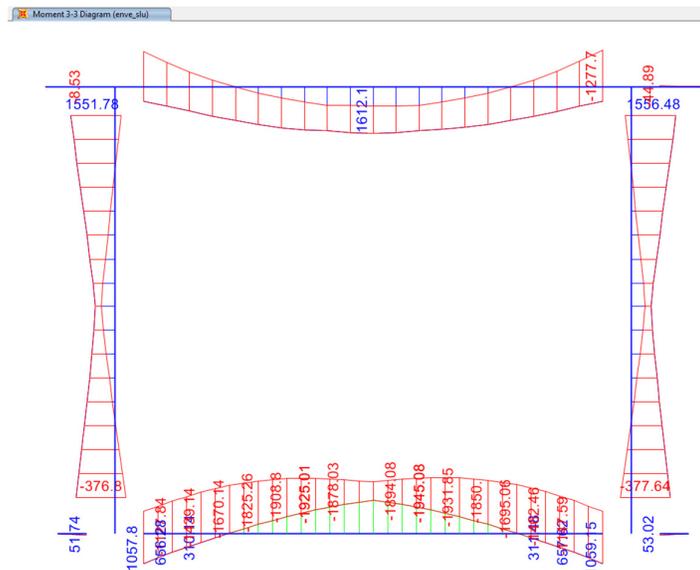


Figura 22 – Momento flettente enve-SLU.

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	42 di 79

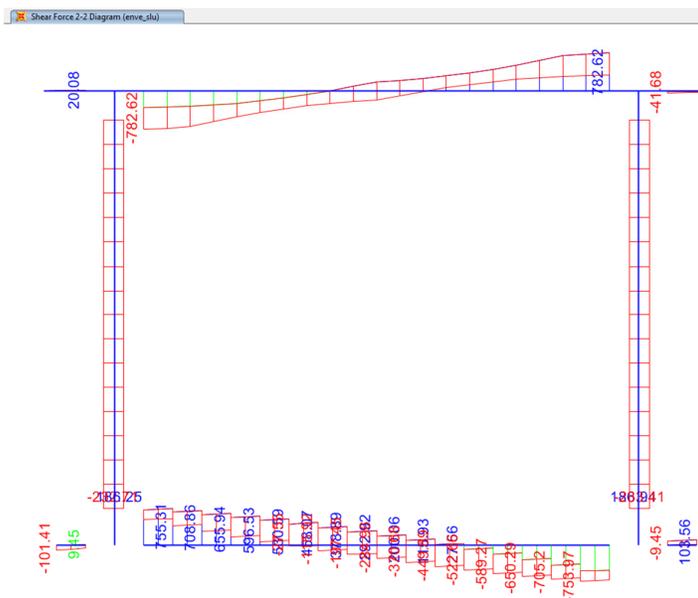


Figura 23 – Taglio enve-SLU.

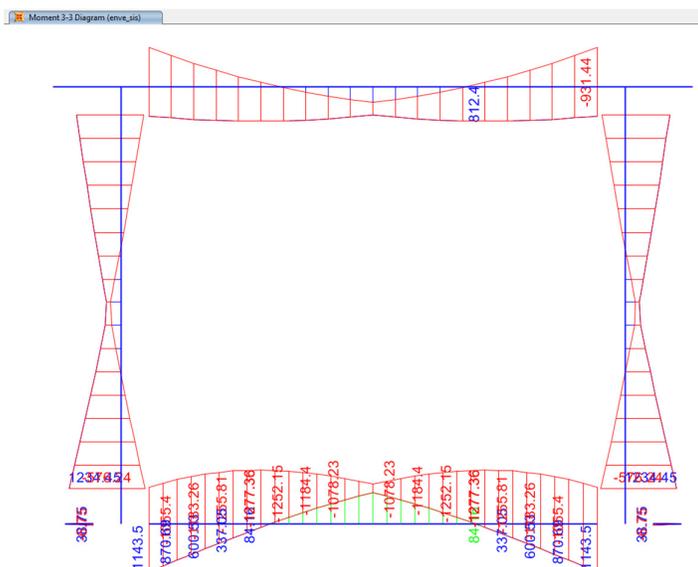


Figura 24 – Momento flettente enve-SLV.

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	43 di 79

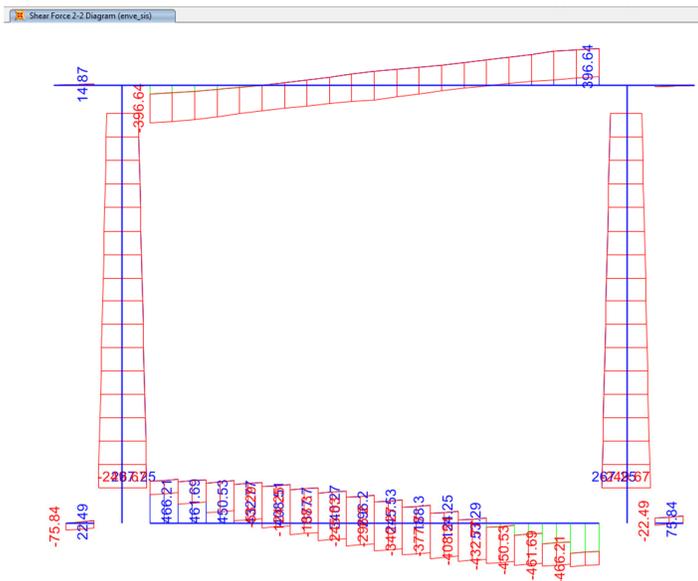


Figura 25 – Taglio enve-SLV.

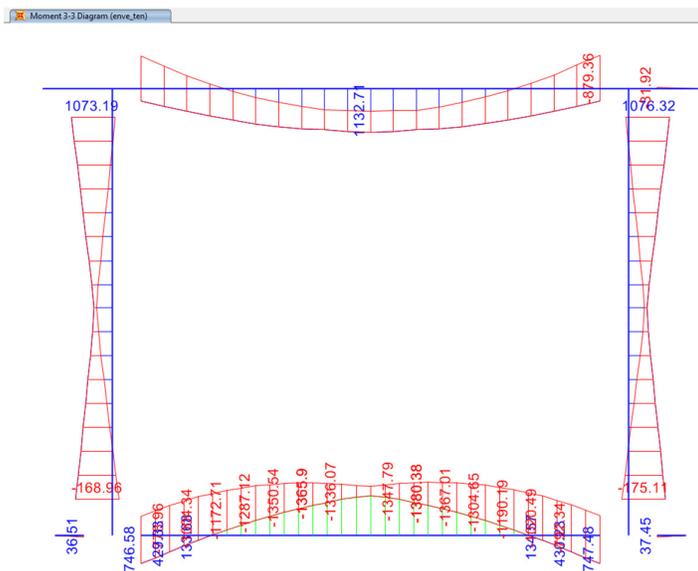


Figura 26 – Momento flettente enve-SLE rara tensioni.

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	44 di 79

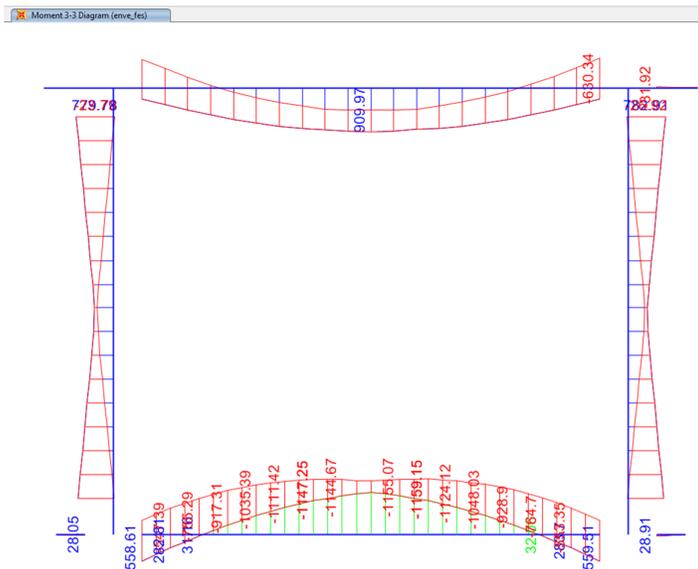


Figura 27 – Momento flettente enve-SLE rara fessurazione.

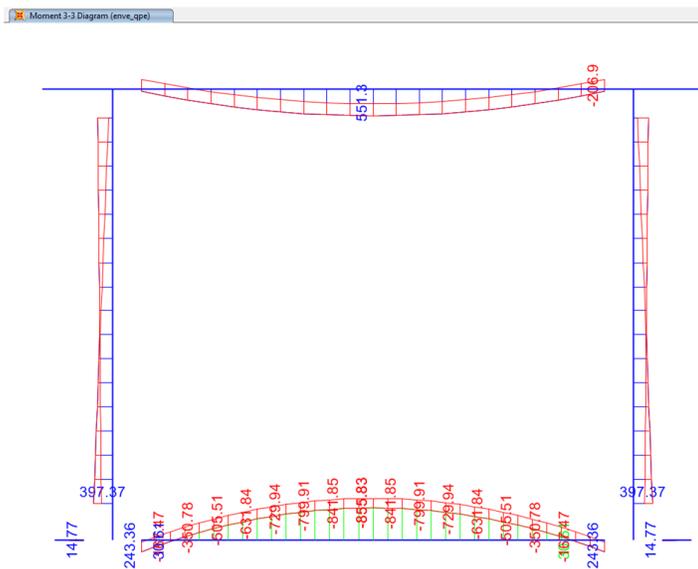


Figura 28 – Momento flettente enve-SLE quasi permanente.

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	45 di 79

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	96.13	2.47	812.40	3	3.00	sis13
M3	min	-133.72	395.96	-931.44	3	10.20	sis20
V2	max	-85.21	396.64	-677.64	3	10.20	sis27
V2	min	-85.21	-396.64	-677.64	3	0.60	sis29
P	max	151.29	-92.28	691.39	3	0.60	sis7
P	min	-133.72	395.96	-931.44	3	10.20	sis20

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-154.37	6.36	1612.10	3	5.40	slu31
M3	min	-214.57	782.03	-1277.70	3	10.20	slu65
V2	max	-145.97	782.62	-812.14	3	10.20	slu27
V2	min	-145.28	-782.62	-807.03	3	0.60	slu29
P	max	189.36	-6.36	1230.29	3	5.40	slu1
P	min	-235.08	6.36	1033.77	3	5.40	slu64

SLE - RARA TENSIONI		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-103.46	4.24	1132.71	3	5.40	ten31
M3	min	-145.97	547.26	-879.36	3	10.20	ten33
V2	max	-97.67	547.58	-556.79	3	10.20	ten27
V2	min	-97.21	-547.58	-553.38	3	0.60	ten29
P	max	133.43	-4.24	869.72	3	5.40	ten1
P	min	-158.82	4.24	840.37	3	5.40	ten32

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	46 di 79

SLE - RARA FESSURAZIONE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-46.01	4.24	909.97	3	5.40	fes31
M3	min	-90.58	410.52	-630.34	3	10.20	fes33
V2	max	-90.58	410.52	-630.34	3	10.20	fes33
V2	min	-42.08	-410.29	-310.67	3	0.60	fes29
P	max	98.03	-4.24	748.36	3	5.40	fes1
P	min	-101.37	4.24	617.64	3	5.40	fes32

SLE - Q.PE.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	39.07	0.00	551.30	3	5.40	qpe1
M3	min	-9.33	-200.12	-206.90	3	0.60	qpe2
V2	max	39.07	200.12	45.75	3	10.20	qpe1
V2	min	39.07	-200.12	45.75	3	0.60	qpe1
P	max	39.07	-200.12	45.75	3	0.60	qpe1
P	min	-9.33	-200.12	-206.90	3	0.60	qpe2

9.1.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi
 Tipologia sezione: Sezione generica di Trave di fondazione in combinazione sismica
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Moderat. 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:	181.30 daN/cm ²
Resis. compr. ridotta fcd':	90.65 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:	30.20 daN/cm ²
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	176.00 daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Rare:	0.200 mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	128.00 daN/cm ²

ACCIAIO -

Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm ²

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	47 di 79

Relazione di calcolo scatolare

Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm ²
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3375.0	daN/cm ²

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

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

DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ [mm]
1	-45.0	9.3	26
2	45.0	9.3	26
3	-45.0	110.7	26
4	45.0	110.7	26
5	-40.0	17.0	26
6	40.0	17.0	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
Passo staffe: 20.0 cm
N. Bracci staffe: 4
Area staffe/m : 22.6 cm²/m

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	15437	161210	0	636	0
2	21457	-127770	0	78203	0
3	14597	-81214	0	78262	0
4	14528	-80703	0	-78262	0

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	48 di 79

Relazione di calcolo scatolare

5	-18936	123029	0	-636	0
6	23508	103377	0	636	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA- VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

NSforzo 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	10346	113271	0
2	14597	-87936	0
3	9767	-55679	0
4	9721	-55338	0
5	-13343	86972	0
6	15882	84037	0

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

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	4601	90997 (99819)	0 (0)
2	9058	-63034 (-98089)	0 (0)
3	9058	-63034 (-98089)	0 (0)
4	4208	-31067 (-97891)	0 (0)
5	-9803	74836 (95920)	0 (0)
6	10137	61764 (102422)	0 (0)

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

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

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	-3907	55130 (97177)	0 (0)
2	933	-20690 (-95777)	0 (0)
3	-3907	4575 (83009)	0 (0)
4	-3907	4575 (83009)	0 (0)
5	-3907	4575 (83009)	0 (0)
6	933	-20690 (-95777)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.6 cm
Copriferro netto minimo staffe: 2.5 cm

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

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

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

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

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
RS3T 30 D 78 CL SL 06 0 0 001 A 49 di 79

Relazione di calcolo scatolare

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	15437	161210	0	15436	322993	0	2.00	79.6(24.0)
2	S	21457	-127770	0	21468	-233686	0	1.83	79.6(24.0)
3	S	14597	-81214	0	14593	-230409	0	2.84	79.6(24.0)
4	S	14528	-80703	0	14498	-230364	0	2.86	79.6(24.0)
5	S	-18936	123029	0	-18907	305855	0	2.51	79.6(24.0)
6	S	23508	103377	0	23499	326995	0	3.16	79.6(24.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.126	50.0	120.0	0.00116	45.0	110.7	-0.02437	-45.0	9.3
2	0.00350	0.116	-50.0	0.0	0.00096	-45.0	9.3	-0.02674	-45.0	110.7
3	0.00350	0.115	-50.0	0.0	0.00093	-45.0	9.3	-0.02703	-45.0	110.7
4	0.00350	0.115	-50.0	0.0	0.00093	-45.0	9.3	-0.02704	-45.0	110.7
5	0.00350	0.116	50.0	120.0	0.00097	45.0	110.7	-0.02656	-45.0	9.3
6	0.00350	0.128	50.0	120.0	0.00120	45.0	110.7	-0.02388	-45.0	9.3

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000251775	-0.026713035	0.126	0.700
2	0.000000000	-0.000273149	0.003500000	0.116	0.700
3	0.000000000	-0.000275820	0.003500000	0.115	0.700
4	0.000000000	-0.000275858	0.003500000	0.115	0.700
5	0.000000000	0.000271523	-0.029082794	0.116	0.700
6	0.000000000	0.000247310	-0.026177205	0.128	0.700

VERIFICHE A TAGLIO

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	636	454777	88182	110.7	100.0	1.000	1.007	0.2	22.6(0.0)
2	S	78203	456027	88182	110.7	100.0	1.000	1.010	20.1	22.6(0.0)

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	50 di 79

Relazione di calcolo scatolare

3	S	78262	454603	88182	110.7	100.0	1.000	1.007	20.1	22.6(0.0)
4	S	78262	454588	88182	110.7	100.0	1.000	1.007	20.1	22.6(0.0)
5	S	636	451573	88182	110.7	100.0	1.000	1.000	0.2	22.6(0.0)
6	S	636	456452	88182	110.7	100.0	1.000	1.011	0.2	22.6(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI

VerS = 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	49.6	50.0	120.0	-1458	35.0	9.3	2750	79.6
2	S	40.8	-50.0	0.0	-1522	35.0	110.7	2300	53.1
3	S	25.9	50.0	0.0	-959	35.0	110.7	2300	53.1
4	S	25.7	-50.0	0.0	-953	35.0	110.7	2300	53.1
5	S	36.4	-50.0	120.0	-1246	35.0	9.3	2850	79.6
6	S	37.4	-50.0	120.0	-1034	35.0	9.3	2700	79.6

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

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

Ver. Esito della verifica
 e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
 k2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
 k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
 Cf Coprifero [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	-0.00067	0	0.500	26.0	80	0.00036 (0.00036)	425	0.152 (0.20)	99819	0
2	S	-0.00062	0	0.500	26.0	80	0.00033 (0.00033)	463	0.153 (0.20)	-98089	0
3	S	-0.00062	0	0.500	26.0	80	0.00033 (0.00033)	463	0.153 (0.20)	-98089	0
4	S	-0.00030	0	0.500	26.0	80	0.00016 (0.00016)	463	0.076 (0.20)	-97891	0
5	S	-0.00060	0	0.500	26.0	80	0.00032 (0.00032)	430	0.137 (0.20)	95920	0
6	S	-0.00043	0	0.500	26.0	80	0.00023 (0.00023)	422	0.097 (0.20)	102422	0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	23.5	-50.0	120.0	-762	35.0	9.3	2850	79.6
2	S	9.5	-50.0	0.0	-380	35.0	110.7	2300	53.1
3	S	1.6	-50.0	120.0	-85	35.0	9.3	2950	79.6
4	S	1.6	-50.0	120.0	-85	35.0	9.3	2950	79.6
5	S	1.6	-50.0	120.0	-85	35.0	9.3	2950	79.6
6	S	9.5	-50.0	0.0	-380	35.0	110.7	2300	53.1

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	51 di 79

Relazione di calcolo scatolare

9.1.2 Verifica in condizioni sismiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C32/40
Resis. compr. di progetto fcd: 181.30 daN/cm²
Resis. compr. ridotta fcd': 90.65 daN/cm²
Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020
Def.unit. ultima ecu: 0.0035
Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec: 333458 daN/cm²
Resis. media a trazione fctm: 30.20 daN/cm²

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

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	120.0
3	50.0	120.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ [mm]
1	-45.0	9.3	26
2	45.0	9.3	26
3	-45.0	110.7	26
4	45.0	110.7	26
5	-40.0	17.0	26
6	40.0	17.0	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
RS3T 30 D 78 CL SL 06 0 0 001 A 52 di 79

Relazione di calcolo scatolare

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
Passo staffe: 20.0 cm
N.Bracci staffe: 4
Area staffe/m : 22.6 cm²/m

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	-9613	81240	0	247	0
2	13372	-93144	0	39596	0
3	8521	-67764	0	39664	0
4	8521	-67764	0	-39664	0
5	-15129	69139	0	-9228	0
6	13372	-93144	0	39596	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.6 cm
Copriferro netto minimo staffe: 2.5 cm

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-9613	81240	0	-9628	287884	0	3.57	79.6(24.0)
2	S	13372	-93144	0	13343	-215408	0	2.32	53.1(24.0)
3	S	8521	-67764	0	8519	-213176	0	3.15	53.1(24.0)
4	S	8521	-67764	0	8519	-213176	0	3.15	53.1(24.0)
5	S	-15129	69139	0	-15124	285487	0	4.19	79.6(24.0)
6	S	13372	-93144	0	13343	-215408	0	2.32	53.1(24.0)

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

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
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	0.00086	0.305	50.0	120.0	0.00062	45.0	110.7	-0.00196	-45.0	9.3
2	0.00068	0.259	-50.0	0.0	0.00046	-45.0	9.3	-0.00196	-45.0	110.7

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo scatolare	RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	53 di 79

3	0.00067	0.256	-50.0	0.0	0.00045	-45.0	9.3	-0.00196	-45.0	110.7
4	0.00067	0.256	-50.0	0.0	0.00045	-45.0	9.3	-0.00196	-45.0	110.7
5	0.00085	0.302	50.0	120.0	0.00061	45.0	110.7	-0.00196	-45.0	9.3
6	0.00068	0.259	-50.0	0.0	0.00046	-45.0	9.3	-0.00196	-45.0	110.7

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	0.000025437	-0.002193061	0.305	0.821
2	0.000000000	-0.000023848	0.000683421	0.259	0.764
3	0.000000000	-0.000023762	0.000674003	0.256	0.760
4	0.000000000	-0.000023762	0.000674003	0.256	0.760
5	0.000000000	0.000025337	-0.002192138	0.302	0.818
6	0.000000000	-0.000023848	0.000683421	0.259	0.764

VERIFICHE A TAGLIO

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	247	451573	88182	110.7	100.0	1.000	1.000	0.1	22.6(0.0)
2	S	39596	454349	88182	110.7	100.0	1.000	1.006	10.2	22.6(0.0)
3	S	39664	453342	88182	110.7	100.0	1.000	1.004	10.2	22.6(0.0)
4	S	39664	453342	88182	110.7	100.0	1.000	1.004	10.2	22.6(0.0)
5	S	9228	451573	88182	110.7	100.0	1.000	1.000	2.4	22.6(0.0)
6	S	39596	454349	88182	110.7	100.0	1.000	1.006	10.2	22.6(0.0)

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	54 di 79

9.2 Verifica piedritti

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

SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-394.25	267.13	1234.45	1	0.75	sis13
M3	min	-697.25	-249.67	-576.24	1	0.75	sis26
V2	max	-393.57	267.25	1234.41	1	0.75	sis7
V2	min	-697.25	-249.67	-576.24	1	0.75	sis26
P	max	-152.96	177.36	-543.83	1	8.75	sis27
P	min	-697.93	-201.16	-412.46	1	0.75	sis29

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-860.53	-226.25	1556.48	2	8.75	slu20
M3	min	-1000.52	-233.41	-377.64	2	0.75	slu52
V2	max	-824.26	186.94	1355.06	2	0.75	slu9
V2	min	-1000.52	-233.41	-377.64	2	0.75	slu52
P	max	-395.49	178.17	-197.48	1	8.75	slu59
P	min	-1210.37	-233.24	-284.22	2	0.75	slu65

SLE - RARA TENSIONI		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-605.55	-153.93	1076.32	2	8.75	ten20
M3	min	-864.55	-158.42	-175.11	2	0.75	ten33
V2	max	-597.37	131.63	960.09	2	0.75	ten9
V2	min	-864.55	-158.42	-175.11	2	0.75	ten33
P	max	-354.05	126.93	-71.84	1	8.75	ten27
P	min	-864.55	-158.42	-175.11	2	0.75	ten33

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	55 di 79

Relazione di calcolo scatolare

SLE - RARA FESSURAZIONE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-469.61	-98.55	782.91	2	8.75	fes20
M3	min	-317.36	94.89	-26.92	2	8.75	fes9
V2	max	-557.29	98.49	746.63	2	0.75	fes9
V2	min	-709.54	-102.15	-19.88	2	0.75	fes20
P	max	-315.10	41.71	226.84	1	8.75	fes33
P	min	-727.80	-100.45	-18.75	2	0.75	fes33

SLE - Q.PE.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-501.40	39.07	397.37	1	0.75	qpe1
M3	min	-261.47	39.07	84.78	1	8.75	qpe1
V2	max	-501.40	39.07	397.37	1	0.75	qpe1
V2	min	-501.40	-9.33	233.77	1	0.75	qpe2
P	max	-261.47	39.07	84.78	1	8.75	qpe1
P	min	-501.40	39.07	397.37	1	0.75	qpe1

9.2.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave di fondazione in combinazione sismica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. 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:	181.30 daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	90.65 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:	30.20 daN/cm ²
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	176.00 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Rare:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	128.00 daN/cm ²

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	56 di 79

Relazione di calcolo scatolare

Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm ²
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3375.0	daN/cm ²

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

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

DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ [mm]
1	-45.0	9.3	26
2	45.0	9.3	26
3	-45.0	110.7	26
4	45.0	110.7	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

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	86053	155648	0	-22625	0
2	100052	-37764	0	-23341	0
3	82426	135506	0	18694	0
4	100052	-37764	0	-23341	0
5	39549	-19748	0	17817	0
6	121037	-28422	0	-23324	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA- VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

NSforzo 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

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
RS3T 30 D 78 CL SL 06 0 0 001 A 57 di 79

Relazione di calcolo scatolare

N°Comb.	N	Mx	My
1	60555	107632	0
2	86455	-17511	0
3	59737	96009	0
4	86455	-17511	0
5	35405	-7184	0
6	86455	-17511	0

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

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	46961	78291 (107743)	0 (0)
2	31736	-2692 (-98089)	0 (0)
3	55729	74663 (112054)	0 (0)
4	70954	-1988 (-97891)	0 (0)
5	31510	22684 (135894)	0 (0)
6	72780	-1875 (102422)	0 (0)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	50140	39737 (130399)	0 (0)
2	26147	8478 (309639)	0 (0)
3	50140	39737 (130399)	0 (0)
4	50140	23377 (181237)	0 (0)
5	26147	8478 (309639)	0 (0)
6	50140	39737 (130399)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4 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	86053	155648	0	86054	261731	0	1.68	53.1(20.9)
2	S	100052	-37764	0	100048	-268732	0	7.12	53.1(20.9)
3	S	82426	135506	0	82407	259905	0	1.92	53.1(20.9)
4	S	100052	-37764	0	100048	-268732	0	7.12	53.1(20.9)
5	S	39549	-19748	0	39536	-238318	0	12.07	53.1(20.9)
6	S	121037	-28422	0	121046	-279186	0	9.82	53.1(20.9)

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
RS3T 30 D 78 CL SL 06 0 0 001 A 58 di 79

Relazione di calcolo scatolare

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.117	-50.0	120.0	0.00098	-45.0	110.7	-0.02649	-45.0	9.3
2	0.00350	0.120	-50.0	0.0	0.00106	-45.0	9.3	-0.02558	-45.0	110.7
3	0.00350	0.116	-50.0	120.0	0.00096	-45.0	110.7	-0.02672	-45.0	9.3
4	0.00350	0.120	-50.0	0.0	0.00106	-45.0	9.3	-0.02558	-45.0	110.7
5	0.00350	0.106	-50.0	0.0	0.00071	-45.0	9.3	-0.02966	-45.0	110.7
6	0.00350	0.126	-50.0	0.0	0.00117	-45.0	9.3	-0.02427	-45.0	110.7

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	0.000270888	-0.029006567	0.117	0.700
2	0.000000000	-0.000262668	0.003500000	0.120	0.700
3	0.000000000	0.000273018	-0.029262151	0.116	0.700
4	0.000000000	-0.000262668	0.003500000	0.120	0.700
5	0.000000000	-0.000299548	0.003500000	0.106	0.700
6	0.000000000	-0.000250822	0.003500000	0.126	0.700

METODO SLU - VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

VerS = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata

Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct	Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d	Altezza utile sezione [cm]
bw	Larghezza minima sezione [cm]
Ro	Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]
Scp	Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm²]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	22625	58952	110.7	100.0	0.0048	0.7
2	S	23341	60889	110.7	100.0	0.0048	0.8
3	S	18694	58450	110.7	100.0	0.0048	0.7
4	S	23341	60889	110.7	100.0	0.0048	0.8
5	S	17817	52517	110.7	100.0	0.0048	0.3
6	S	23324	63793	110.7	100.0	0.0048	1.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI

VerS = 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	54.8	-50.0	120.0	-1503	35.0	9.3	2300	53.1
2	S	12.0	50.0	0.0	23	-45.0	110.7	----	----
3	S	49.1	-50.0	120.0	-1295	35.0	9.3	2300	53.1

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo scatolare	RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	59 di 79

4	S	12.0	50.0	0.0	23	-45.0	110.7	---	---
5	S	4.9	-50.0	0.0	10	-45.0	110.7	---	---
6	S	12.0	50.0	0.0	23	-45.0	110.7	---	---

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

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	-0.00061	0	0.500	26.0	80	0.00032 (0.00032)	468	0.150 (0.20)	107743	0
2	S	-0.00062	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	-98089	0
3	S	-0.00053	0	0.500	26.0	80	0.00028 (0.00028)	464	0.130 (0.20)	112054	0
4	S	-0.00030	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	-97891	0
5	S	-0.00011	0	0.500	26.0	80	0.00005 (0.00005)	451	0.024 (0.20)	135894	0
6	S	-0.00043	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	102422	0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	21.0	-50.0	120.0	-349	35.0	9.3	2250	53.1
2	S	4.8	-50.0	120.0	-10	45.0	9.3	1000	53.1
3	S	21.0	-50.0	120.0	-349	35.0	9.3	2250	53.1
4	S	12.6	-50.0	120.0	-94	-35.0	9.3	1550	53.1
5	S	4.8	-50.0	120.0	-10	45.0	9.3	1000	53.1
6	S	21.0	-50.0	120.0	-349	35.0	9.3	2250	53.1

9.2.2 Verifica in condizioni sismiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	181.30 daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	90.65 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:	30.20 daN/cm ²

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	60 di 79

Relazione di calcolo scatolare

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

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

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

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	9.3	26
2	45.0	9.3	26
3	-45.0	110.7	26
4	45.0	110.7	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

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	39425	123445	0	26713	0
2	69725	-57624	0	-24967	0
3	39357	123441	0	26725	0
4	69725	-57624	0	-24967	0
5	15296	-54383	0	17736	0
6	69793	-41246	0	-20116	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 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)

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
RS3T 30 D 78 CL SL 06 0 0 001 A 61 di 79

Relazione di calcolo scatolare

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	39425	123445	0	39419	227810	0	1.85	53.1(20.9)
2	S	69725	-57624	0	69717	-241421	0	4.19	53.1(20.9)
3	S	39357	123441	0	39361	227784	0	1.85	53.1(20.9)
4	S	69725	-57624	0	69717	-241421	0	4.19	53.1(20.9)
5	S	15296	-54383	0	15281	-216785	0	3.99	53.1(20.9)
6	S	69793	-41246	0	69777	-241448	0	5.85	53.1(20.9)

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	120.0	0.00054	-45.0	110.7	-0.00196	-45.0	9.3
2	0.00083	0.298	-50.0	0.0	0.00060	-45.0	9.3	-0.00196	-45.0	110.7
3	0.00077	0.282	-50.0	120.0	0.00054	-45.0	110.7	-0.00196	-45.0	9.3
4	0.00083	0.298	-50.0	0.0	0.00060	-45.0	9.3	-0.00196	-45.0	110.7
5	0.00072	0.269	-50.0	0.0	0.00049	-45.0	9.3	-0.00196	-45.0	110.7
6	0.00083	0.298	-50.0	0.0	0.00060	-45.0	9.3	-0.00196	-45.0	110.7

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	0.000024621	-0.002185474	0.282	0.793
2	0.000000000	-0.000025179	0.000830847	0.298	0.813
3	0.000000000	0.000024620	-0.002185464	0.282	0.793
4	0.000000000	-0.000025179	0.000830847	0.298	0.813
5	0.000000000	-0.000024167	0.000718798	0.269	0.776
6	0.000000000	-0.000025180	0.000830968	0.298	0.813

METODO SLU - VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct Taglio trazione resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
d Altezza utile sezione [cm]
bw Larghezza minima sezione [cm]
Ro Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]
Scp Tensione media di compressione nella sezione [daN/cm²]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	26713	52500	110.7	100.0	0.0048	0.3
2	S	24967	56692	110.7	100.0	0.0048	0.6
3	S	26725	52490	110.7	100.0	0.0048	0.3

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	62 di 79

Relazione di calcolo scatolare

4	S	24967	56692	110.7	100.0	0.0048	0.6
5	S	17736	49161	110.7	100.0	0.0048	0.1
6	S	20116	56702	110.7	100.0	0.0048	0.6

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	-274.71	443.43	1143.50	11	0.00	sis7
M3	min	-227.02	47.16	-1277.36	14	0.60	sis26
V2	max	-274.59	466.21	870.32	11	0.60	sis13
V2	min	-274.59	-466.21	870.32	26	0.00	sis17
P	max	0.95	0.00	0.00	28	0.00	sis7
P	min	-485.11	-75.76	0.00	28	0.00	sis10

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-186.12	-721.79	1059.15	26	0.60	slu9
M3	min	-114.30	100.18	-1945.08	20	0.60	slu65
V2	max	-114.30	755.31	326.16	11	0.60	slu65
V2	min	-185.20	-753.97	614.78	26	0.00	slu17
P	max	63.39	558.90	-14.84	11	0.00	slu64
P	min	-348.38	73.19	53.02	31	0.00	slu65

SLE - RARA TENSIONI		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-131.05	-517.51	747.48	26	0.60	ten9
M3	min	-80.60	65.57	-1380.38	20	0.60	ten33
V2	max	-80.60	542.24	222.34	11	0.60	ten33
V2	min	-130.42	-541.25	428.73	26	0.00	ten17
P	max	40.69	491.73	25.07	11	0.00	ten32
P	min	-239.58	51.17	37.45	31	0.00	ten33

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
RS3T 30 D 78 CL SL 06 0 0 001 A 63 di 79

Relazione di calcolo scatolare

SLE - RARA FESSURAZIONE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-97.70	-448.44	559.51	26	0.60	fes9
M3	min	-45.36	18.05	-1159.15	20	0.60	fes33
V2	max	-45.36	472.39	69.46	11	0.60	fes33
V2	min	-97.32	-471.68	282.80	26	0.00	fes17
P	max	27.25	432.46	36.11	11	0.00	fes32
P	min	-146.14	36.94	28.91	31	0.00	fes33

SLE - Q.PE.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-39.06	343.34	243.36	11	0.00	qpe1
M3	min	9.32	34.54	-855.83	18	0.60	qpe2
V2	max	-39.06	365.84	30.61	11	0.60	qpe1
V2	min	-39.06	-365.84	30.61	26	0.00	qpe1
P	max	9.32	342.22	44.61	11	0.00	qpe2
P	min	-39.06	343.34	243.36	11	0.00	qpe1

9.3.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi
 Tipologia sezione: Sezione generica di Trave di fondazione in combinazione sismica
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Moderat. 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: 181.30 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd': 90.65 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020
 Def.unit. ultima ecu: 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec: 333458 daN/cm²
 Resis. media a trazione fctm: 30.20 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00
 Sc limite S.L.E. comb. Rare: 176.00 daN/cm²
 Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Rare: 0.200 mm
 Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: 128.00 daN/cm²

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm²

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	64 di 79

Relazione di calcolo scatolare

Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm ²
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3375.0	daN/cm ²

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

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

DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ [mm]
1	-45.0	9.3	26
2	45.0	9.3	26
3	-45.0	140.7	26
4	45.0	140.7	26
5	-40.0	133.0	26
6	40.0	133.0	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 10 mm
 Passo staffe: 20.0 cm
 N. Bracci staffe: 4
 Area staffe/m : 15.7 cm²/m

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	18612	105915	0	-72179	0
2	11430	-194508	0	10018	0
3	11430	32616	0	75531	0
4	18520	61478	0	-75397	0

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	65 di 79

Relazione di calcolo scatolare

5	-6339	-1484	0	55890	0
6	34838	5302	0	7319	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA- VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

NSforzo 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	13105	74748	0
2	8060	-138038	0
3	8060	22234	0
4	13042	42873	0
5	-4069	2507	0
6	23958	3745	0

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

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	9770	55951 (151355)	0 (0)
2	4536	-115915 (-150530)	0 (0)
3	4536	6946 (177640)	0 (0)
4	9732	28280 (159729)	0 (0)
5	-2725	3611 (117565)	0 (0)
6	14614	2891 (102422)	0 (0)

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

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

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	3906	24336 (150697)	0 (0)
2	-932	-85583 (-148453)	0 (0)
3	3906	3061 (229557)	0 (0)
4	3906	3061 (229557)	0 (0)
5	-932	4461 (135304)	0 (0)
6	3906	24336 (150697)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.6 cm
Copriferro netto minimo staffe: 2.7 cm

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

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

N 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

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
RS3T 30 D 78 CL SL 06 0 0 001 A 66 di 79

Relazione di calcolo scatolare

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	18612	105915	0	18633	297456	0	2.81	79.6(30.0)
2	S	11430	-194508	0	11437	-416212	0	2.14	79.6(30.0)
3	S	11430	32616	0	11416	292934	0	9.03	79.6(30.0)
4	S	18520	61478	0	18517	297383	0	4.86	79.6(30.0)
5	S	-6339	-1484	0	-6367	-404667	0	539.53	79.6(30.0)
6	S	34838	5302	0	34811	307587	0	65.95	79.6(30.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.091	-50.0	150.0	0.00095	-45.0	140.7	-0.03508	-45.0	9.3
2	0.00350	0.098	-50.0	0.0	0.00114	-45.0	9.3	-0.03223	-45.0	140.7
3	0.00350	0.090	-50.0	150.0	0.00092	-45.0	140.7	-0.03548	-45.0	9.3
4	0.00350	0.091	-50.0	150.0	0.00095	-45.0	140.7	-0.03509	-45.0	9.3
5	0.00350	0.094	-50.0	0.0	0.00104	-45.0	9.3	-0.03366	-45.0	140.7
6	0.00350	0.093	-50.0	150.0	0.00101	-45.0	140.7	-0.03421	45.0	9.3

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000274229	-0.037634284	0.091	0.700
2	0.000000000	-0.000253960	0.003500000	0.098	0.700
3	0.000000000	0.000277078	-0.038061696	0.090	0.700
4	0.000000000	0.000274273	-0.037640893	0.091	0.700
5	0.000000000	-0.000264094	0.003500000	0.094	0.700
6	0.000000000	0.000268030	-0.036704552	0.093	0.700

VERIFICHE A TAGLIO

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

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	72179	577879	77833	140.7	100.0	1.000	1.007	14.6	15.7(0.0)
2	S	10018	576363	77833	140.7	100.0	1.000	1.004	2.0	15.7(0.0)

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
RS3T 30 D 78 CL SL 06 0 0 001 A 67 di 79

Relazione di calcolo scatolare

3	S	75531	576363	77833	140.7	100.0	1.000	1.004	15.2	15.7(0.0)
4	S	75397	577859	77833	140.7	100.0	1.000	1.007	15.2	15.7(0.0)
5	S	55890	573950	77833	140.7	100.0	1.000	1.000	11.3	15.7(0.0)
6	S	7319	581303	77833	140.7	100.0	1.000	1.013	1.5	15.7(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI

VerS = 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	23.9	-50.0	150.0	-975	35.0	9.3	2350	53.1
2	S	40.9	-50.0	0.0	-1374	35.0	140.7	2950	79.6
3	S	7.3	-50.0	150.0	-255	35.0	9.3	2350	53.1
4	S	14.0	50.0	150.0	-513	-45.0	9.3	2317	53.1
5	S	0.3	-50.0	150.0	-74	35.0	9.3	2300	53.1
6	S	2.1	-50.0	150.0	12	35.0	9.3	---	---

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE

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

Ver. Esito della verifica

e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata

e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata

k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]

kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]

k2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]

k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]

Cf Coprifero [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	-0.00040	0	0.500	26.0	80	0.00022 (0.00022)	467	0.102 (0.20)	151355	0
2	S	-0.00064	0	0.500	26.0	80	0.00035 (0.00035)	436	0.152 (0.20)	-150530	0
3	S	-0.00004	0	0.500	26.0	80	0.00002 (0.00002)	468	0.009 (0.20)	177640	0
4	S	-0.00018	0	0.500	26.0	80	0.00010 (0.00010)	463	0.046 (0.20)	159729	0
5	S	-0.00004	0	0.500	26.0	80	0.00002 (0.00002)	463	0.011 (0.20)	117565	0
6	S	-0.00043	0	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	102422	0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	7.8	-50.0	150.0	-321	35.0	9.3	2350	53.1
2	S	25.0	-50.0	0.0	-886	35.0	140.7	2950	79.6
3	S	1.0	-50.0	150.0	-15	35.0	9.3	2325	53.1
4	S	1.0	-50.0	150.0	-15	35.0	9.3	2325	53.1
5	S	1.3	-50.0	150.0	-73	35.0	9.3	2300	53.1
6	S	7.8	-50.0	150.0	-321	35.0	9.3	2350	53.1

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	68 di 79

Relazione di calcolo scatolare

9.3.2 Verifica in condizioni sismiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -

Classe:	C32/40
Resis. compr. di progetto fcd:	181.30 daN/cm ²
Resis. compr. ridotta fcd':	90.65 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:	30.20 daN/cm ²

ACCIAIO -

Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm ²
Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²
Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm ²
Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0 daN/cm ²
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
Modulo Elastico Ef:	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

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

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	9.3	26
2	45.0	9.3	26
3	-45.0	140.7	26
4	45.0	140.7	26
5	-40.0	133.0	26
6	40.0	133.0	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
RS3T 30 D 78 CL SL 06 0 0 001 A 69 di 79

Relazione di calcolo scatolare

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 10 mm
Passo staffe: 20.0 cm
N.Bracci staffe: 4
Area staffe/m : 15.7 cm²/m

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	27471	114350	0	44343	0
2	22702	-127736	0	4716	0
3	27459	87032	0	46621	0
4	27459	87032	0	-46621	0
5	-95	0	0	0	0
6	48511	10	0	-7576	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 6.6 cm
Copriferro netto minimo staffe: 2.7 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N 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	27471	114350	0	27466	285795	0	2.51	53.1(30.0)
2	S	22702	-127736	0	22698	-393655	0	3.07	79.6(30.0)
3	S	27459	87032	0	27466	285795	0	3.30	53.1(30.0)
4	S	27459	87032	0	27466	285795	0	3.30	53.1(30.0)
5	S	-95	0	0	-91	269393	0	999.00	53.1(30.0)
6	S	48511	10	0	48504	-407831	0	458.03	79.6(30.0)

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	0.00062	0.241	-50.0	150.0	0.00045	-45.0	140.7	-0.00196	-45.0	9.3
2	0.00081	0.292	-50.0	0.0	0.00062	-45.0	9.3	-0.00196	-45.0	140.7

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
Relazione di calcolo scatolare	RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	70 di 79

3	0.00062	0.241	-50.0	150.0	0.00045	-45.0	140.7	-0.00196	-45.0	9.3
4	0.00062	0.241	-50.0	150.0	0.00045	-45.0	140.7	-0.00196	-45.0	9.3
5	0.00057	0.227	-50.0	150.0	0.00041	-45.0	140.7	-0.00196	-45.0	9.3
6	0.00085	0.303	-50.0	0.0	0.00066	-45.0	9.3	-0.00196	45.0	140.7

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	0.000018317	-0.002126852	0.241	0.741
2	0.000000000	-0.000019639	0.000806759	0.292	0.805
3	0.000000000	0.000018317	-0.002126852	0.241	0.741
4	0.000000000	0.000018317	-0.002126852	0.241	0.741
5	0.000000000	0.000017986	-0.002123767	0.227	0.724
6	0.000000000	-0.000019942	0.000849321	0.303	0.818

VERIFICHE A TAGLIO

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

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	44343	579748	77833	140.7	100.0	1.000	1.010	8.9	15.7(0.0)
2	S	4716	578742	77833	140.7	100.0	1.000	1.008	1.0	15.7(0.0)
3	S	46621	579746	77833	140.7	100.0	1.000	1.010	9.4	15.7(0.0)
4	S	46621	579746	77833	140.7	100.0	1.000	1.010	9.4	15.7(0.0)
5	S	0	573950	77833	140.7	100.0	1.000	1.000	0.0	15.7(0.0)
6	S	7576	584189	77833	140.7	100.0	1.000	1.018	1.5	15.7(0.0)

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	71 di 79

10. VERIFICA DI CAPACITÀ PORTANTE

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 SLU e SIS.

TABLE: Base Reactions

OutputCase	CaseType	GlobalFX	GlobalFZ	GlobalMY
Text	Text	KN	KN	KN-m
slu1	NonStatic	17.89	2737.48	138.90
slu2	NonStatic	18.49	2737.48	138.90
slu3	NonStatic	17.89	2737.48	87.88
slu4	NonStatic	18.49	2737.48	87.88
slu5	NonStatic	17.89	2737.48	189.92
slu6	NonStatic	18.49	2737.48	189.92
slu7	NonStatic	-336.79	2737.48	-3568.43
slu8	NonStatic	-337.45	2737.48	-3568.43
slu9	NonStatic	336.79	2737.48	3568.43
slu10	NonStatic	337.45	2737.48	3568.43
slu11	NonStatic	17.89	2737.48	138.90
slu12	NonStatic	18.49	2737.48	138.90
slu13	NonStatic	-336.79	2737.48	-3517.41
slu14	NonStatic	-337.45	2737.48	-3517.41
slu15	NonStatic	-17.89	2737.48	-138.90
slu16	NonStatic	-18.49	2737.48	-138.90
slu17	NonStatic	336.79	2737.48	3517.41
slu18	NonStatic	337.45	2737.48	3517.41
slu19	NonStatic	-336.79	2737.48	-3568.43
slu20	NonStatic	-337.45	2737.48	-3568.43
slu21	NonStatic	-17.89	2737.48	-87.88
slu22	NonStatic	-18.49	2737.48	-87.88
slu23	NonStatic	-17.89	2737.48	-189.92
slu24	NonStatic	-18.49	2737.48	-189.92
slu25	NonStatic	336.79	2737.48	3568.43
slu26	NonStatic	337.45	2737.48	3568.43
slu27	NonStatic	-336.79	2737.48	-3619.45
slu28	NonStatic	-337.45	2737.48	-3619.45
slu29	NonStatic	336.79	2737.48	3619.45
slu30	NonStatic	337.45	2737.48	3619.45
slu31	NonStatic	-17.89	2737.48	-138.90
slu32	NonStatic	-18.49	2737.48	-138.90
slu33	NonStatic	17.89	2180.71	138.90
slu34	NonStatic	18.49	2180.71	138.90
slu35	NonStatic	17.89	2180.71	87.88
slu36	NonStatic	18.49	2180.71	87.88
slu37	NonStatic	17.89	2180.71	189.92
slu38	NonStatic	18.49	2180.71	189.92
slu39	NonStatic	-336.79	2180.71	-3568.43
slu40	NonStatic	-337.45	2180.71	-3568.43

TABLE: Base Reactions

OutputCase	CaseType	GlobalFX	GlobalFZ	GlobalMY
Text	Text	KN	KN	KN-m
slu41	NonStatic	336.79	2180.71	3568.43
slu42	NonStatic	337.45	2180.71	3568.43
slu43	NonStatic	17.89	2180.71	138.90
slu44	NonStatic	18.49	2180.71	138.90
slu45	NonStatic	-336.79	2180.71	-3517.41
slu46	NonStatic	-337.45	2180.71	-3517.41
slu47	NonStatic	-17.89	2180.71	-138.90
slu48	NonStatic	-18.49	2180.71	-138.90
slu49	NonStatic	336.79	2180.71	3517.41
slu50	NonStatic	337.45	2180.71	3517.41
slu51	NonStatic	-336.79	2180.71	-3568.43
slu52	NonStatic	-337.45	2180.71	-3568.43
slu53	NonStatic	-17.89	2180.71	-87.88
slu54	NonStatic	-18.49	2180.71	-87.88
slu55	NonStatic	-17.89	2180.71	-189.92
slu56	NonStatic	-18.49	2180.71	-189.92
slu57	NonStatic	336.79	2180.71	3568.43
slu58	NonStatic	337.45	2180.71	3568.43
slu59	NonStatic	-336.79	2180.71	-3619.45
slu60	NonStatic	-337.45	2180.71	-3619.45
slu61	NonStatic	336.79	2180.71	3619.45
slu62	NonStatic	337.45	2180.71	3619.45
slu63	NonStatic	-17.89	2180.71	-138.90
slu64	NonStatic	-18.49	2180.71	-138.90
slu65	NonStatic	-348.38	2759.08	-3777.99
sis1	NonStatic	440.24	1630.66	3171.18
sis2	NonStatic	441.11	1630.66	3171.18
sis3	NonStatic	440.24	1630.66	3164.14
sis4	NonStatic	441.11	1630.66	3164.14
sis5	NonStatic	440.24	1630.66	3178.21
sis6	NonStatic	441.11	1630.66	3178.21
sis7	NonStatic	-484.16	1630.66	-3644.21
sis8	NonStatic	-485.11	1630.66	-3644.21
sis9	NonStatic	484.16	1630.66	3644.21
sis10	NonStatic	485.11	1630.66	3644.21
sis11	NonStatic	440.24	1630.66	3171.18
sis12	NonStatic	441.11	1630.66	3171.18
sis13	NonStatic	-484.16	1630.66	-3637.18
sis14	NonStatic	-485.11	1630.66	-3637.18
sis15	NonStatic	-440.24	1630.66	-3171.18

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	72 di 79

TABLE: Base Reactions

OutputCase	CaseType	GlobalFX	GlobalFZ	GlobalMY
Text	Text	KN	KN	KN-m
sis16	NonStatic	-441.11	1630.66	-3171.18
sis17	NonStatic	484.16	1630.66	3637.18
sis18	NonStatic	485.11	1630.66	3637.18
sis19	NonStatic	-484.16	1630.66	-3644.21
sis20	NonStatic	-485.11	1630.66	-3644.21
sis21	NonStatic	-440.24	1630.66	-3164.14
sis22	NonStatic	-441.11	1630.66	-3164.14
sis23	NonStatic	-440.24	1630.66	-3178.21
sis24	NonStatic	-441.11	1630.66	-3178.21
sis25	NonStatic	484.16	1630.66	3644.21
sis26	NonStatic	485.11	1630.66	3644.21
sis27	NonStatic	-484.16	1630.66	-3651.25
sis28	NonStatic	-485.11	1630.66	-3651.25
sis29	NonStatic	484.16	1630.66	3651.25
sis30	NonStatic	485.11	1630.66	3651.25
sis31	NonStatic	-440.24	1630.66	-3171.18
sis32	NonStatic	-441.11	1630.66	-3171.18
sis33	NonStatic	-440.24	1630.66	-3171.18
sis34	NonStatic	-441.11	1630.66	-3171.18
sis35	NonStatic	-440.24	1630.66	-3178.21
sis36	NonStatic	-441.11	1630.66	-3178.21
sis37	NonStatic	-440.24	1630.66	-3164.14
sis38	NonStatic	-441.11	1630.66	-3164.14
sis39	NonStatic	-440.24	1630.66	-3171.18
sis40	NonStatic	-441.11	1630.66	-3171.18
sis41	NonStatic	440.24	1630.66	3171.18
sis42	NonStatic	441.11	1630.66	3171.18
sis43	NonStatic	440.24	1630.66	3178.21
sis44	NonStatic	441.11	1630.66	3178.21
sis45	NonStatic	440.24	1630.66	3164.14
sis46	NonStatic	441.11	1630.66	3164.14
sis47	NonStatic	440.24	1630.66	3171.18
sis48	NonStatic	441.11	1630.66	3171.18

Si riporta di seguito la verifica a capacità portante solo per la combinazione peggiore ovvero la slu65.

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	73 di 79

10.1 Verifica in termini di tensioni efficaci

Fondazioni Dirette Verifica in tensioni efficaci

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

D = Profondità del piano di appoggio

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

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

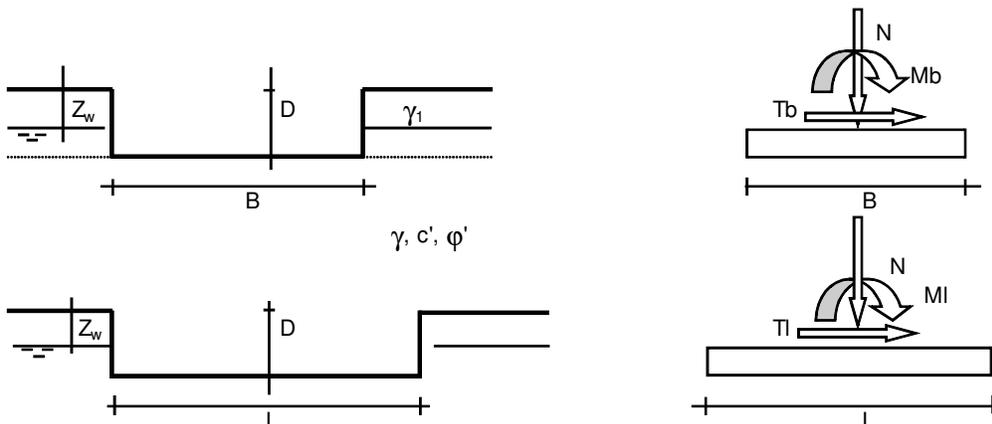
B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

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

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

coefficienti parziali

Metodo di calcolo	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	



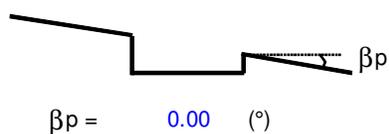
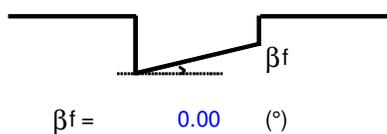
SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	74 di 79

Relazione di calcolo scatolare

(Per fondazione nastriforme L = 100 m)

B = 13.70 (m)
L = 100.00 (m)
D = 2.00 (m)



AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	2759.00		2759.00
Mb [kNm]	3778.00		3778.00
Ml [kNm]	0.00		0.00
Tb [kN]	349.00		349.00
Tl [kN]	0.00		0.00
H [kN]	349.00		349.00

Peso unità di volume del terreno

$\gamma_1 = 20.00$ (kN/mc)
 $\gamma = 20.00$ (kN/mc)

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$c' = 15.00$ (kN/mq)
 $\phi' = 24.00$ (°)

Valori di progetto

$c' = 15.00$ (kN/mq)
 $\phi' = 24.00$ (°)

Profondità della falda

$Z_w = 5.00$ (m)

$e_B = 1.37$ (m)
 $e_L = 0.00$ (m)

$B^* = 10.96$ (m)
 $L^* = 1.00$ (m)

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	75 di 79

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 40.00 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 12.19 \quad (\text{kN/mc})$$

N_c, N_q, N_γ : coefficienti di capacità portante

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

$$N_q = 9.60$$

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

$$N_c = 19.32$$

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

$$N_\gamma = 9.44$$

i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 0.00 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 0.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 0.00 \quad m = 2.00 \quad (-)$$

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

($m=2$ nel caso di fondazione nastroforme e $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

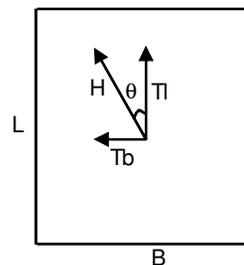
$$i_q = 0.77$$

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

$$i_c = 0.74$$

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

$$i_\gamma = 0.67$$



SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	76 di 79

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

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

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

$$d_q = 1.35$$

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

$$d_c = 1.39$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 731.68 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

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

$$q = 251.70 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 318.12 \geq q = 251.70 \quad (\text{kN/m}^2)$$

10.2 Verifica in termini di tensioni totali

Fondazioni Dirette
Verifica in tensioni totali

$$q_{lim} = c_u \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q$$

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 ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

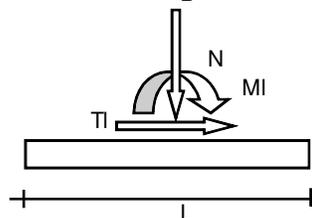
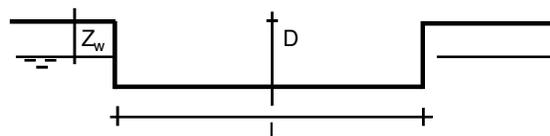
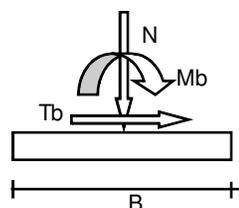
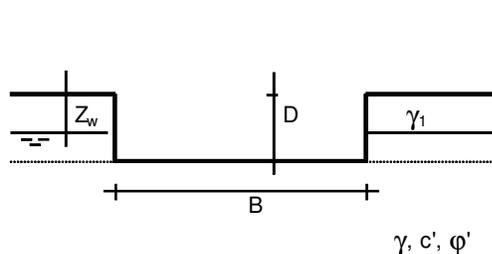
SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
RS3T 30 D 78 CL SL 06 0 0 001 A 77 di 79

Relazione di calcolo scatolare

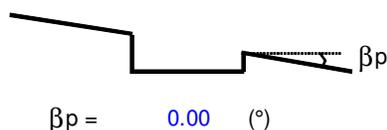
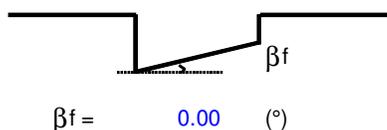
coefficienti parziali

Metodo di calcolo		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	



(Per fondazione nastriforme L = 100 m)

B = 13.70 (m)
L = 100.00 (m)
D = 2.00 (m)



AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	2759.00		2759.00
Mb [kNm]	3778.00		3778.00
MI [kNm]	0.00		0.00
Tb [kN]	349.00		349.00
Tl [kN]	0.00		0.00
H [kN]	349.00		349.00

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	78 di 79

Peso unità di volume del terreno

$$\gamma_1 = 20.00 \quad (\text{kN/mc})$$

$$\gamma = 20.00 \quad (\text{kN/mc})$$

Valore caratteristico di resistenza del terreno

$$c_u = 100.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$e_B = 1.37 \quad (\text{m})$$

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

Valore di progetto

$$c_u = 100.00 \quad (\text{kN/mq})$$

$$B^* = 10.96 \quad (\text{m})$$

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

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 40.00 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 20.00 \quad (\text{kN/mc})$$

Nc : coefficiente di capacità portante

$$N_c = 2 + \pi$$

$$N_c = 5.14$$

i_c : fattore di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 0.00$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 0.00$$

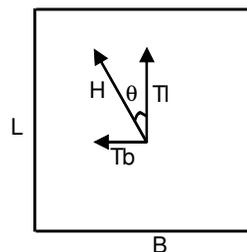
$$\theta = \arctg(T_b/T_l) = 0.00 \quad (^\circ)$$

$$m = 2.00$$

(m=2 nel caso di fondazione nastriforme e
m=(m_bsin²θ+m_lcos²θ) in tutti gli altri casi)

$$i_c = (1 - m H / (B^* L^* c_u N_c))$$

$$i_c = 0.88$$



d_c : fattore di profondità del piano di appoggio

$$\text{per } D/B^* \leq 1; d_c = 1 + 0,4 D / B^*$$

$$\text{per } D/B^* > 1; d_c = 1 + 0,4 \arctan (D / B^*)$$

$$d_c = 1.44$$

SL06 - Scatolare di Approccio al VI16 lato PA
Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL 06 0 0 001	A	79 di 79

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 690.01 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

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

$$q = 251.70 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 300.01 \geq q = 251.70 \quad (\text{kN/m}^2)$$