

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

SL04 - Scatolare di approccio al VI10 lato CT

Relazione di calcolo scatolare

SCALA:

-

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

RS3T 30 D 78 CL SL0400 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

1. PREMESSA	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	7
3. MATERIALI	8
3.1 CALCESTRUZZO SCATOLARE	8
3.2 ACCIAIO D'ARMATURA	8
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	9
5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA	10
5.1 VITA NOMINALE E CLASSE D'USO.....	10
5.2 PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA	10
6. MODELLAZIONE ADOTTATA.....	13
7. ANALISI DEI CARICHI.....	16
7.1 PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA	16
7.2 CARICHI PERMANENTI PORTATI.....	16
7.3 BARRIERA	17
7.4 SOVRACCARICO FERROVIARIO.....	17
7.5 VENTO	22
7.6 AZIONI TERMICHE	24
7.7 RITIRO	24
7.8 AZIONE SISMICA	24
8. COMBINAZIONI DI CALCOLO.....	27
9. RISULTATI E VERIFICHE	30
9.1 VERIFICA SOLETTA SUPERIORE.....	35
9.1.1 <i>Verifica in condizioni statiche</i>	36
9.1.2 <i>Verifica in condizioni sismiche</i>	41
9.2 VERIFICA PIEDRITTI.....	44
9.2.1 <i>Verifica in condizioni statiche</i>	45

SL04 - Scatolare di approccio al V110 lato CT- Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL040 001	A	2 di 70

9.2.2	Verifica in condizioni sismiche	50
9.3	VERIFICA SOLETTA INFERIORE	53
9.3.1	Verifica in condizioni statiche	54
9.3.2	Verifica in condizioni sismiche	59
10.	VERIFICHE GEOTECNICHE	61
10.1	VERIFICHE IN TERMINI DI TENSIONI EFFICACI.....	62
10.2	VERIFICHE IN TERMINI DI TENSIONI TOTALI.....	67

1. PREMESSA

Il presente documento riguarda il dimensionamento della struttura SL04 di approccio al viadotto VI10 lato Catania dalla progressiva chilometrica 23+178 alla progressiva 23+200 per uno sviluppo complessivo di 22 m è previsto un sottovia di approccio a singolo binario, inquadrata della Progettazione Definitiva della Diretrice Ferroviaria Messina-Catania-Palermo, nuovo collegamento Palermo-Catania, tratta Lercara DIR - Caltanissetta Xirbi (Lotto 3) dalla progressiva chilometrica 19+670 fino a fine lotto identificato come lotto 3b.

Nella seguente figura viene riportato l'inquadramento dell'opera.

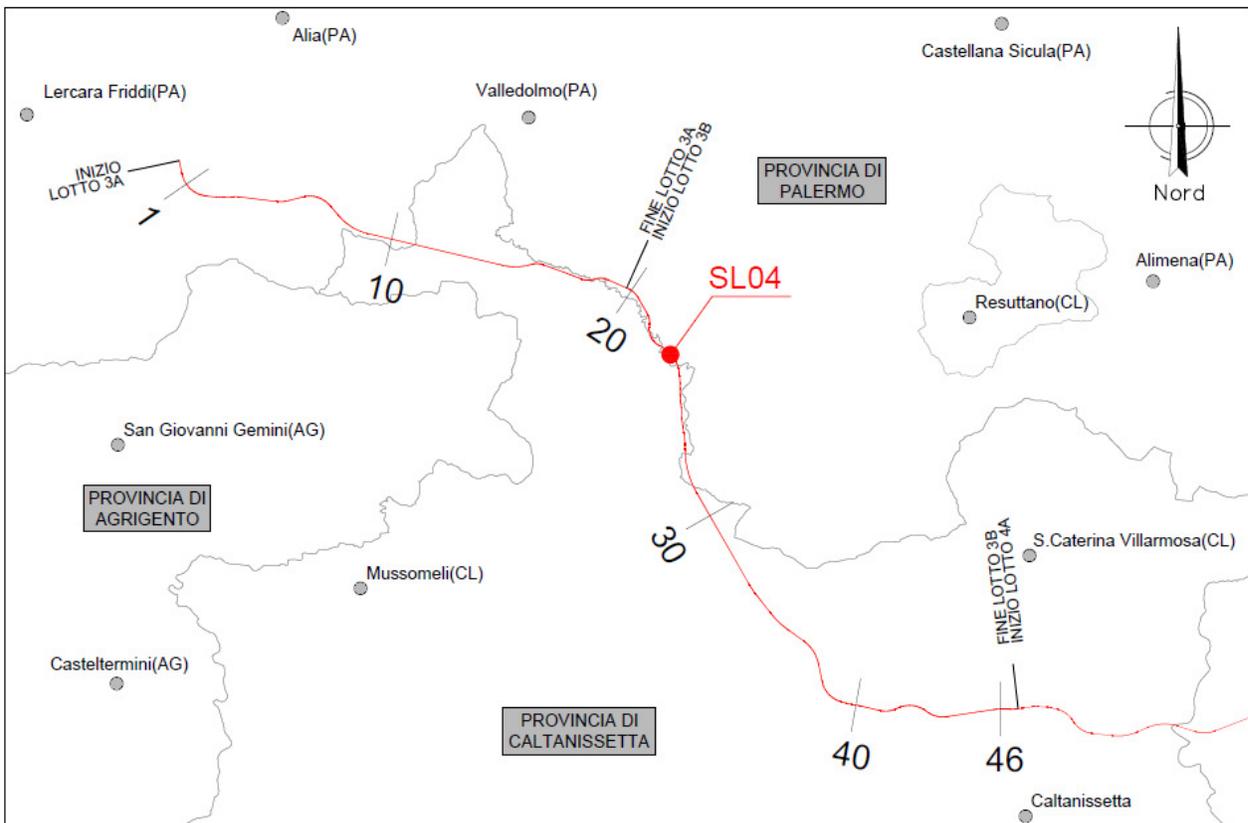


Figura 1 – Inquadramento del SL04 all'interno del lotto di progettazione

Di seguito pianta e sezioni.

SL04 - Scatolare di approccio al V110 lato CT- Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL040 001	A	4 di 70

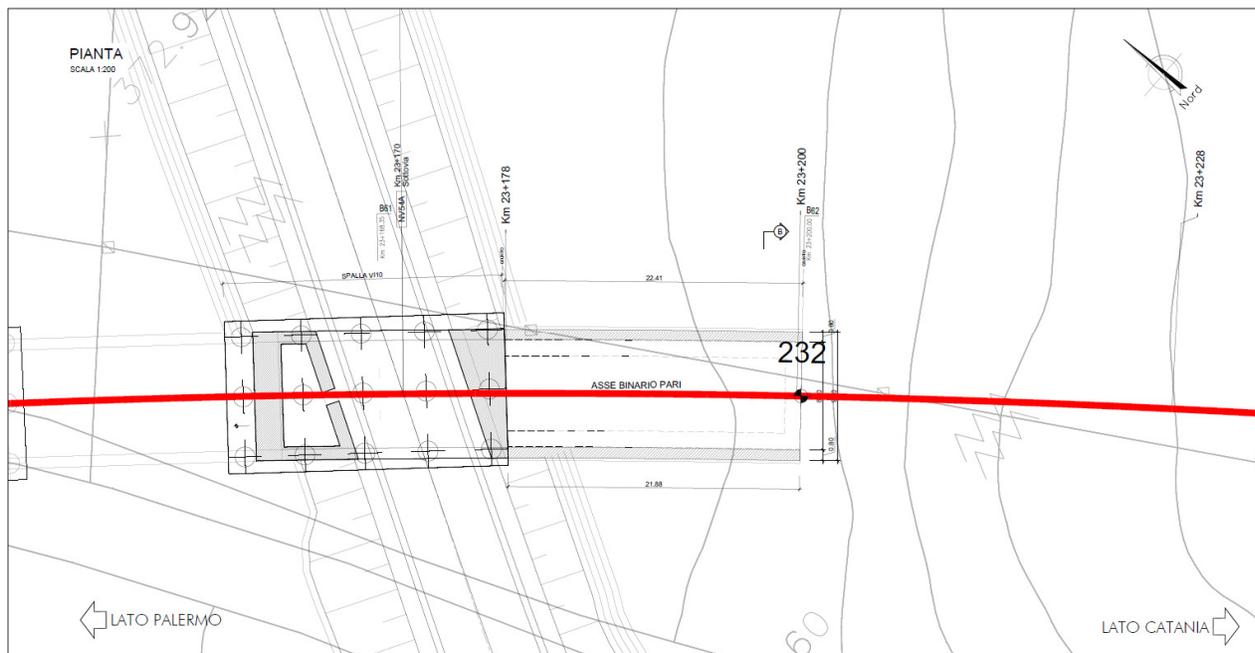


Figura 2 – Pianta.

SL04 - Scatolare di approccio al V110 lato CT- Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL040 001	A	5 di 70

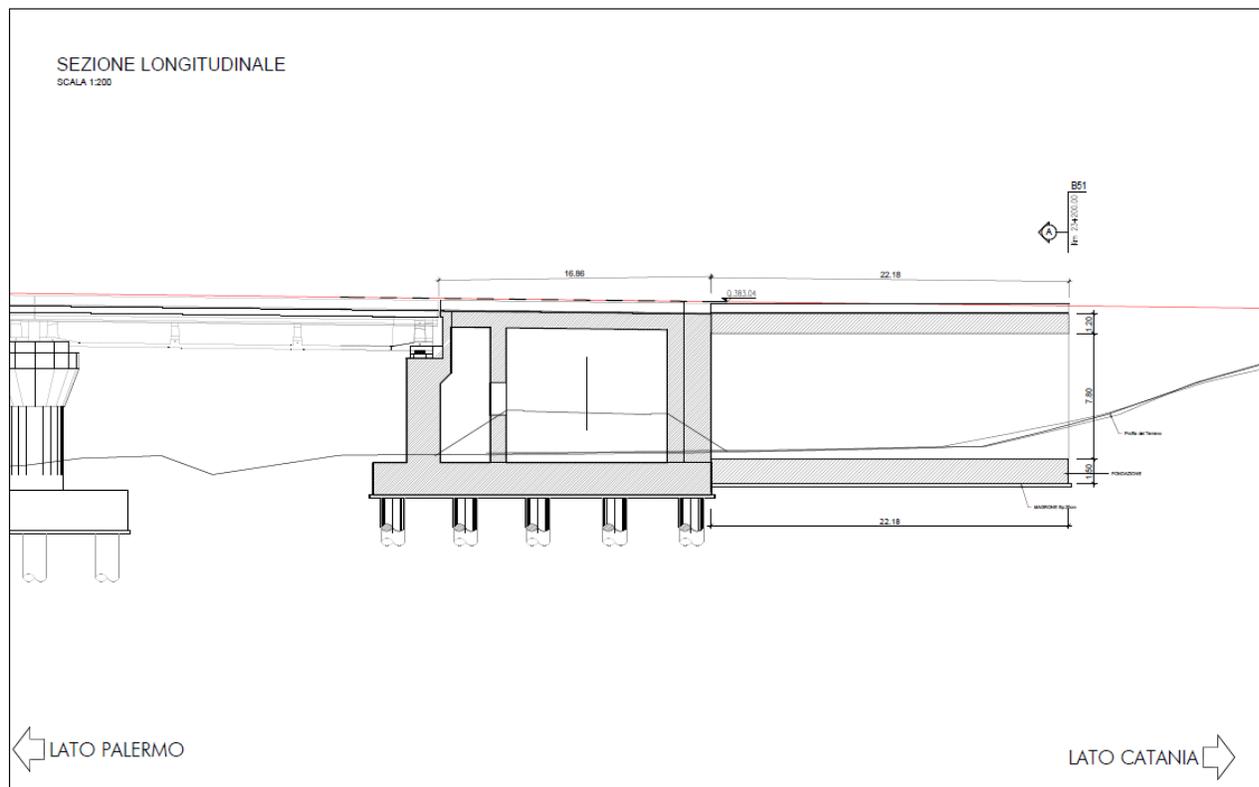


Figura 3 – Sezione longitudinale.

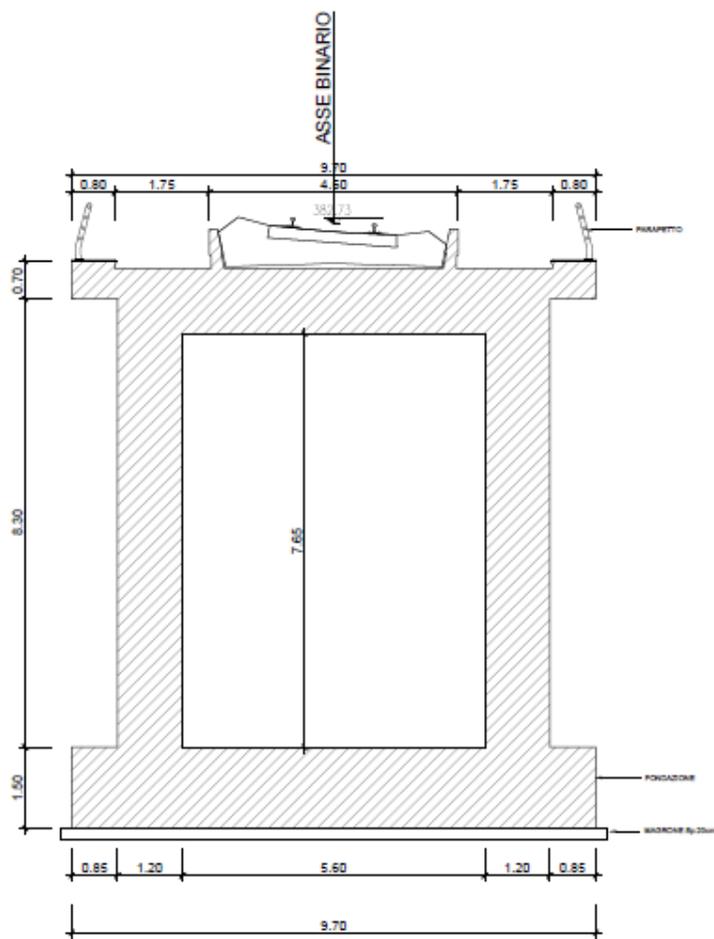


Figura 4 – Sezione trasversale .

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
SL04 - Scatolare di approccio al V110 lato CT- Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL040 001	REV. A	FOGLIO 7 di 70

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:

$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck}$	33.2 N/mm^2
$f_{cm} = f_{ck} + 8$	41.2 N/mm^2
$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$	22.1 N/mm^2

Resistenza di calcolo a rottura per trazione:

$f_{ctm} = 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3}$	3.09 N/mm^2
$f_{ctk,5\%} = 0.70 \cdot f_{ctm}$	2.17 N/mm^2
$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	1.44 N/mm^2
$f_{ctm} = 1.2 \cdot f_{ctm}$	3.71 N/mm^2
$f_{ctk,5\%} = 0.70 \cdot f_{ctm}$	2.59 N/mm^2
$E_{cm} = 22.000 [f_{cm}/10]^{0.3}$	336429 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%

 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					
	SL04 - Scatolare di approccio al VI10 lato CT- Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL040 001	REV. A

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

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

profondità	U.G.	γ	c'	c_u	ϕ'	E
	[-]	[kN/m ³]	[kPa]	[kPa]	[°]	[MPa]
da p.c. a -11.6 m	a2	19.0	15	100	25	100
oltre -11.6 m	TRV	21.0	20	200	20	150
Falda a – 4 m da p.c.						

L'opera si fonda rispetto al piano campagna ad una profondità di circa 2.7 m pertanto si assume come riferimento il terreno di fondazione tipo a2.

 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					
	SL04 - Scatolare di approccio al V110 lato CT- Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL040 001	REV. A

5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

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

5.1 Vita nominale e classe d'uso

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

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

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

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

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

5.2 Parametri di pericolosità sismica

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

Categoria sottosuolo C

In accordo a quanto riportato in Allegato A delle Norme Tecniche per le costruzioni DM 14.01.08, si ottengono per il sito in esame i valori delle caratteristiche sismiche (a_g , F_0 , T_c):

a_g → 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;

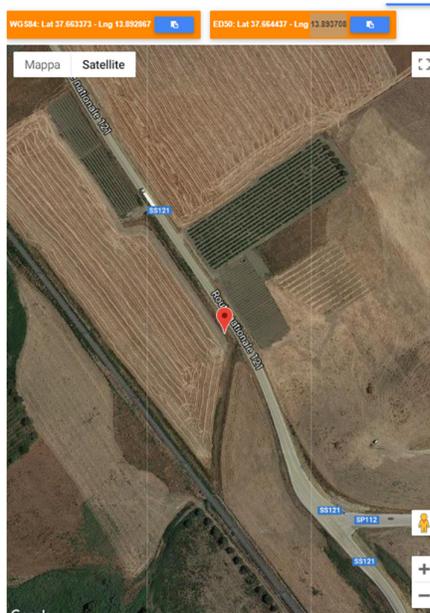
T_c → periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;



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

SL04 - Scatolare di approccio al VI10 lato CT- Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL040 001	A	11 di 70



Stati limite

 Classe Edificio

III. Affollamento significativo...

 Vita Nominale 75

 Interpolazione Media ponderata

CU = 1.5

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_o	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	68	0.044	2.466	0.283
Danno (SLD)	113	0.053	2.488	0.306
Salvaguardia vita (SLV)	1068	0.106	2.635	0.396
Prevenzione collasso (SLC)	2193	0.128	2.686	0.421
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	112.5			

Coefficienti sismici

 Tipo Muri di sostegno NTC 2008

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

H (m) 1 us (m) 0.1

 Cat. Sottosuolo C

 Cat. Topografica T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,49
CC Coeff. funz categoria	1,59	1,55	1,43	1,40
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

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

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.012	0.014	0.038	0.046
kv	0.006	0.007	0.019	0.023
Amax [m/s ²]	0.645	0.780	1.566	1.874
Beta	0.180	0.180	0.240	0.240

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

6. MODELLAZIONE ADOTTATA

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

La costante di Winkler si calcola tramite la formula:

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

con:

E= 100 Mpa modulo elastico del terreno

$\nu=0.4$ Coefficiente di Poisson del terreno

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

$$I_s = I_1 + \frac{1 - 2\nu}{1 - \nu} I_2 = 0.229 \quad \text{Coefficiente di Steinbrenner}$$

IF= 0.80 Coefficiente di forma (vedi Figura 5)

$$I_1 = \frac{1}{\pi} \left[M \ln \frac{(1 + \sqrt{M^2 + 1}) \sqrt{M^2 + N^2}}{M(1 + \sqrt{M^2 + N^2 + 1})} + \ln \frac{(M + \sqrt{M^2 + 1}) \sqrt{1 + N^2}}{M + \sqrt{M^2 + N^2 + 1}} \right] = 0.19$$

$$I_2 = \frac{N}{2\pi} \tan^{-1} \frac{M}{N \sqrt{M^2 + N^2 + 1}} = 0.09$$

B=9.70 m Larghezza della soletta di fondo

B'=B/2 = 4.85 m per I_i relativi al centro

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

M=L'/B' = 1.65 m per I_i relativi al centro

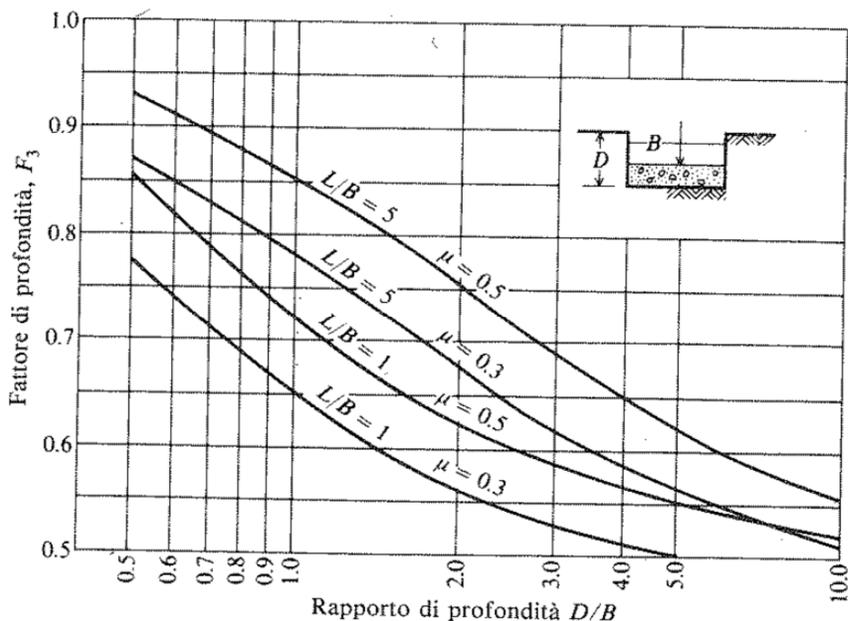


Figura 5 – Coefficiente di influenza F_3 per una fondazione collocata a profondità D

Sostituendo i valori nella formula precedente si ricava $k = 33'499$ kN/mc arrotondato a 33'500 kN/mc. La costante elastica viene applicata ai nodi dell'elemento frame con cui viene modellata la soletta di fondo differenziando la rigidità delle molle dei nodi centrali da quelli laterali e da quelli di spigolo.

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

n	17	numero di elementi di divisione della soletta inf.
ks	33500 kN/m ³	
Lint	5.6 m	larghezza interna dello scatolare
Sp	1.2 m	spessore dei piedritti
RIGIDEZZA MOLLE CENTRALI		(Ad esempio se $n=10$ si considerano le 5 molle centrali)
$K_{centrali}$	13400 kN/m	
RIGIDEZZA MOLLE DI SPIGOLO		
$K_{spigolo}$	53600 kN/m	
RIGIDEZZA MOLLE INTERMEDIE		
$K_{intermedie}$	20100 kN/m	

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

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

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

La struttura è costituita da uno scatolare la cui dimensione interna è di 5.60 m e l'altezza interna è 6.35 m, con soletta superiore di spessore 1.20 m, piedritti di spessore 1.20 m e soletta inferiore di spessore 1.50 m.

In figura si riporta schematicamente la geometria dell'opera.

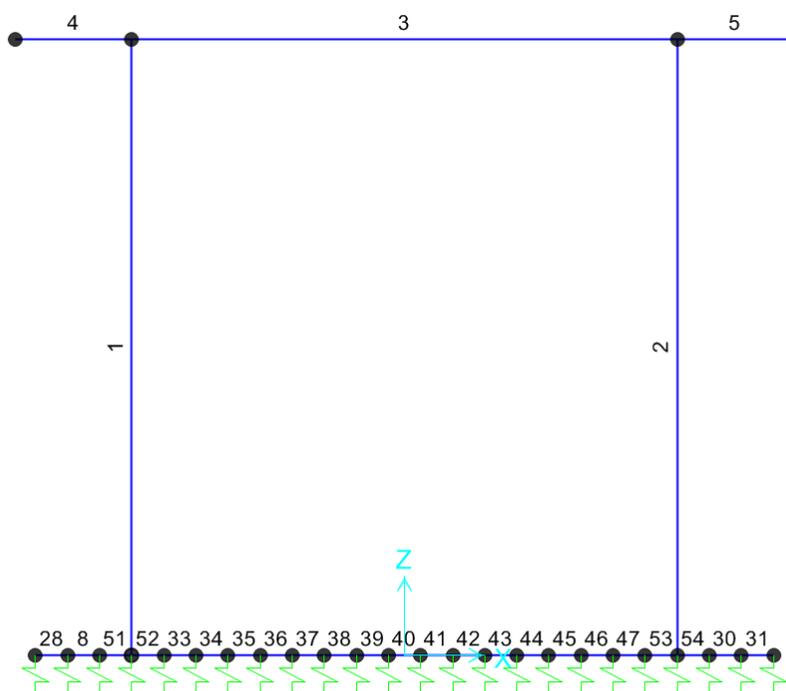


Figura 6 – Modello di calcolo.

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

Sulla soletta superiore i carichi permanenti sono costituiti dal peso del ballast.

γ_1	20 kN/m ³	
S_1	0.8 m	ballast
W_1	16.0 kN/m ²	

Sulla soletta inferiore invece insiste il peso del rinterro.

γ_1	19 kN/m ³	
S_1	0.8 m	terreno
W_1	15.2 kN/m ²	

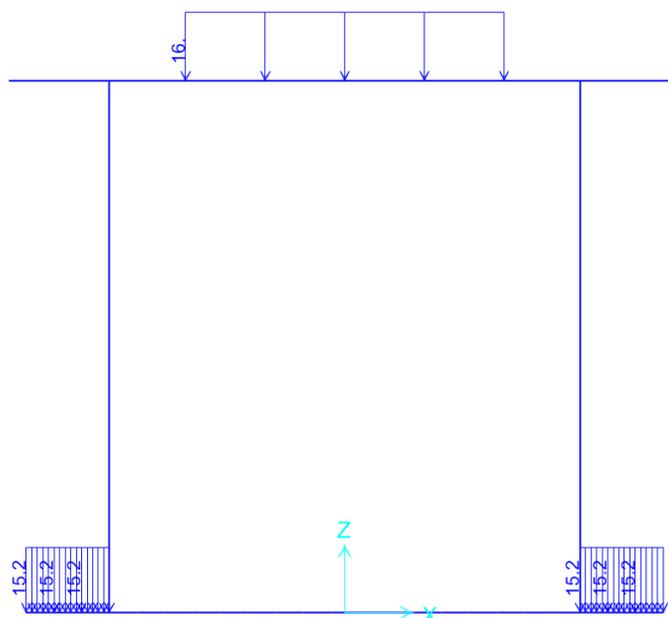


Figura 7 – Carichi permanenti.

 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					
	SL04 - Scatolare di approccio al V110 lato CT- Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL040 001	REV. A

7.3 Barriera

Sullo sbalzo si applica un carico concentrato di 16.0 kN rappresentativo della presenza di una eventuale barriera antirumore.

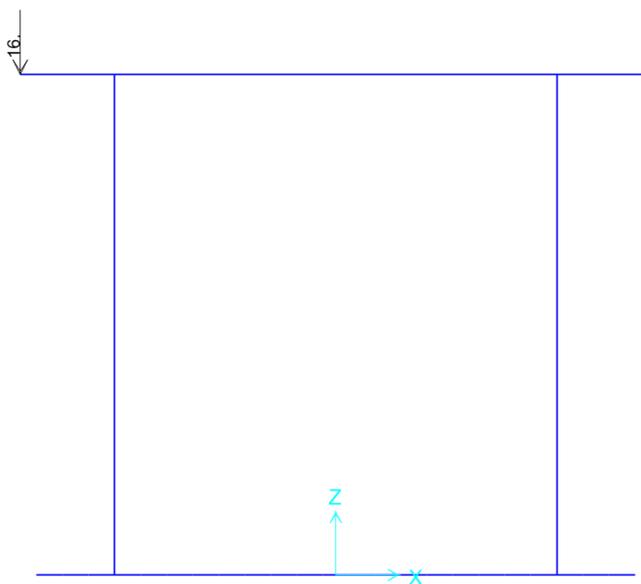


Figura 8 – Carico della barriera

7.4 Sovraccarico ferroviario

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

Il treno di carico LM71, schematizzato in Figura 9, 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.

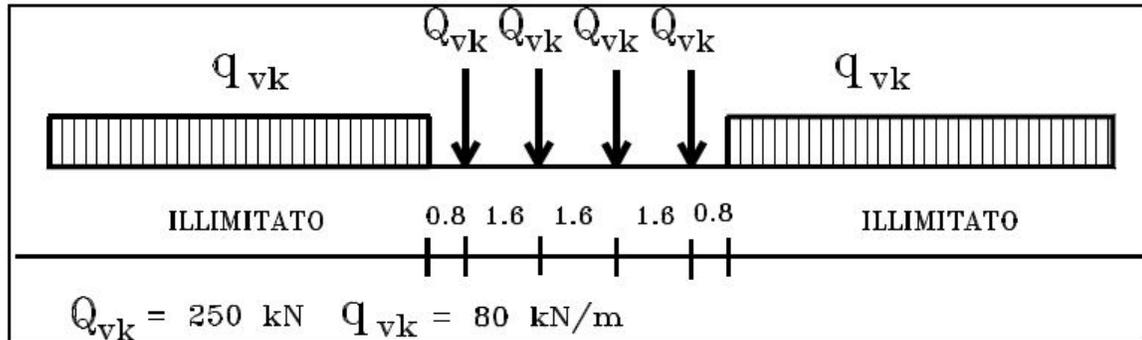
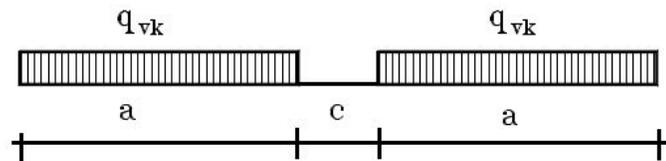


Figura 9 – Treno di carico LM71

Il treno di carico SW/2 invece è costituito da due carichi distribuiti di 150 kN/m aventi un'estensione di 25 m posti ad una distanza, c, di 7.0 m (Figura 10).



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

Figura 10 – 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 11.

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

Figura 11 – Coefficiente di adattamento α

Larghezza di ripartizione

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

$$L_d = 2.40 + (S_b/4 + S_{ss}/2) \cdot 2 = 2.4 + (0.8/4 + 1.2/2) \cdot 2 = 4.0 \text{ m}$$

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI</p>												
<p>SL04 - Scatolare di approccio al V110 lato CT- Relazione di calcolo scatolare</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3T</td> <td>30 D 78</td> <td>CL</td> <td>SL040 001</td> <td>A</td> <td>19 di 70</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30 D 78	CL	SL040 001	A	19 di 70
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30 D 78	CL	SL040 001	A	19 di 70								

Effetti dinamici

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

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

Si assume:

$$L_\phi = k * \frac{1}{n} (L1 + L2 + L3 + L4) = 1.3 * \frac{1}{3} * (6.35 + 5.6 + 6.35) = 7.93 \text{ m} \Rightarrow \phi_3 = 1.4$$

I carichi utilizzati sono riepilogati nella Tabella seguente:

Carico variabile verticale agente alla quota del piano medio della soletta agente su L_d	
LM71 assi	$q_{v1} = 250 \cdot 1.1 / 1.6 / L_d * 1.31 = 60.2 \text{ kN/m}$
SW/2	$q_v = 150 \cdot 1.0 / L_d * 1.31 = 52.5 \text{ kN/m}$

Il carico LM71 viene applicato con eccentricità.

Carichi accidentali mobili				ACCMOB
Modello LM71	coeff. α		1.10	
Modello SW/2	coeff. α		1.00	
Coeff. di incremento dinamico	Δ_3		1.40	
Larghezza di ripartizione trasversale	L_R		4.00 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	52.5 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	60.2 kN/m ²	
Eccentricità di carico LM71				
	e+		0.26	
	Me		62.56 kNm/m	
	p_{2+}		23.46 kN/m ²	
	p_{2-}		-23.46 kN/m ²	
Eccentricità di carico LM71				
	e-		0.10	
	Me		24.06 kNm/m	
	p_{2+}		9.02 kN/m ²	
	p_{2-}		-9.02 kN/m ²	

Forza centrifuga

La forza centrifuga si considera agente verso l'esterno della curva, in direzione orizzontale ed applicata alla quota di 1,80 m al di sopra del P.F..

I calcoli si basano sulla massima velocità compatibile con il tracciato della linea che in questo tratto prevede 120 km/h.

Il valore caratteristico della forza centrifuga è pari a:

$$Q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} (f \cdot Q_{vk})$$

$$q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} (f \cdot q_{vk})$$

per maggiori dettagli si rimanda al manuale di progettazione.

Il valore che si ottiene per il carico assiale del treno LM71 è pari a 31.2 kN che diviso per l'interasse tra i carichi assiali è pari a 19.5 kN/m.

Forza centrifuga (Si considera agente a 180 dal piano del ferro)				Centr
Treno LM71	F		19.50 kN/m	
	τ		4.88 kN/m/m	
Punto di app risp baricentro soletta superiore			3.20 m	
Momento	M_c		62.40 kNm/m	
	d		2.67 m	
	ΔN		23.40 kN	
	$\Delta\sigma+$		23.40 kN/m ²	
	$\Delta\sigma-$		-23.40 kN/m ²	

Azione laterale (serpeggio)

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

Serpeggio LM71 (Si considera agente a livello rotaia più alta)				Serp
	S		100.00 kN	
	$\alpha \cdot S$		100.00 kN	
	τ		25.00 kN/m	
Punto di app risp baricentro soletta superiore			1.44 m	
Momento	M_s		144.00 KNm	
	d		2.67 m	
	ΔN		54.00 kN	
	$\Delta\sigma+$		54.00 kN/m ²	
	$\Delta\sigma-$		-54.00 kN/m ²	

Azioni longitudinali di avviamento e frenatura

Le azioni di frenatura e di avviamento sono applicate longitudinalmente al binario, pertanto si ritengono trascurabili nel modello piano implementato.

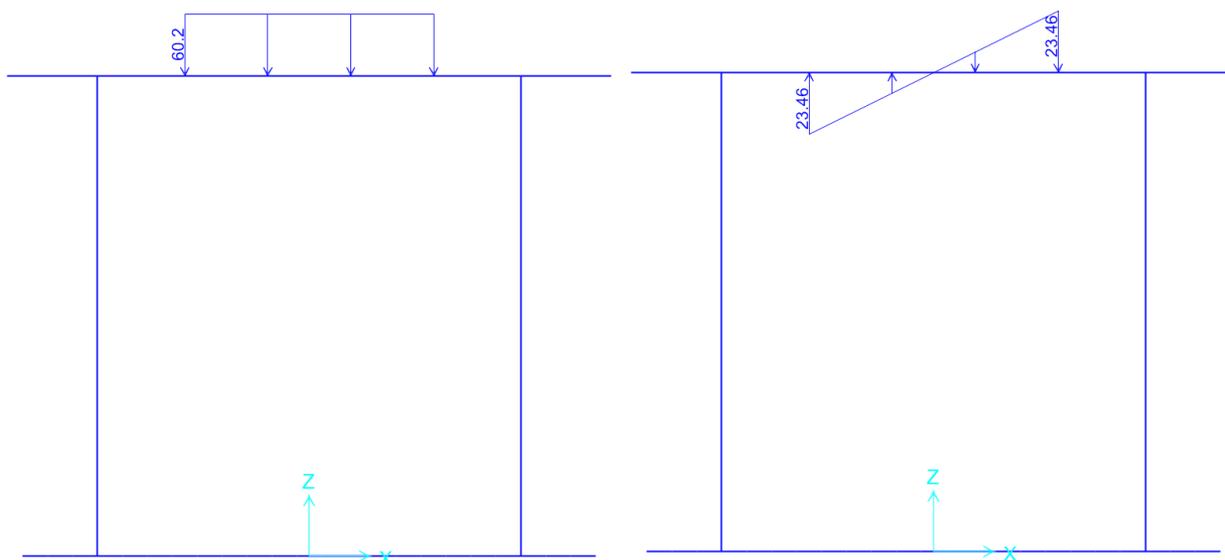


Figura 12 – Treno di carico LM71.

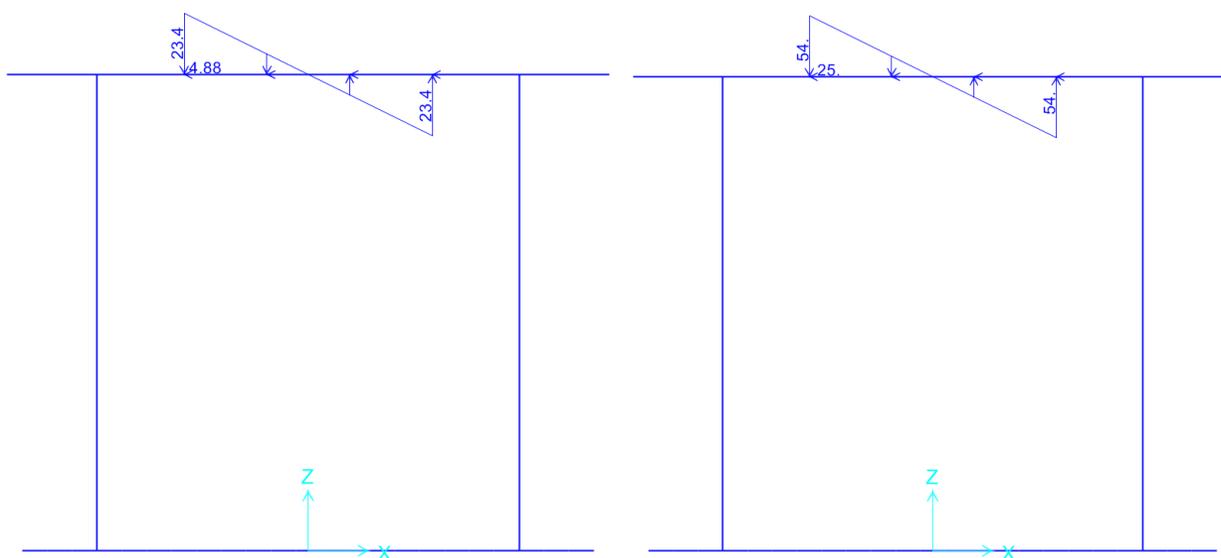


Figura 13 – Forza centrifuga e serpeggio

7.5 Vento

La pressione del vento è assunta cautelativamente pari a 1.5 kN/mq, il treno viene individuato come una superficie piana continua su cui agisce la pressione convenzionalmente alta 4 m dal P.F. Di seguito si riporta il calcolo delle azioni che si applicano allo scatolare.

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		1.80 kN/m ²	
Punto di app risp baricentro soletta superiore			3.00 m	
Momento	M_v		21.60 kNm	
	d		2.67 m	
	ΔN_v		8.10 kN	
	$\Delta \sigma+$		8.10 kN/m ²	
	$\Delta \sigma-$		-8.10 kN/m ²	
Spinta del vento sui piedritti	p_3		0.75 kN/m ²	

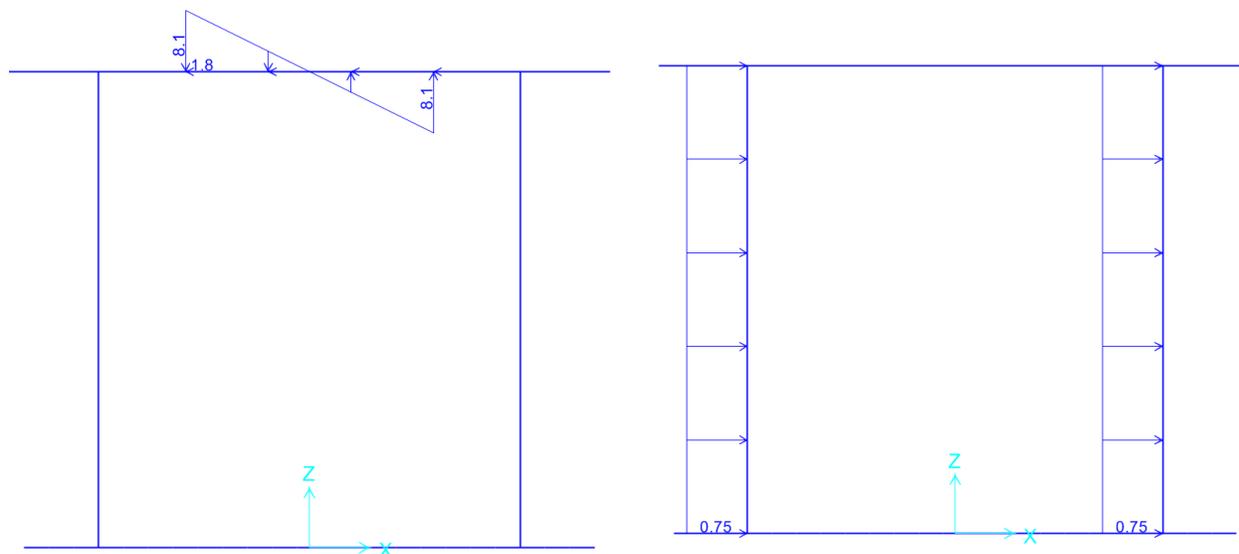


Figura 14 – Vento

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) SCATOLARI DI APPROCCIO AI VIADOTTI					
	SL04 - Scatolare di approccio al VI10 lato CT- Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL040 001	REV. A

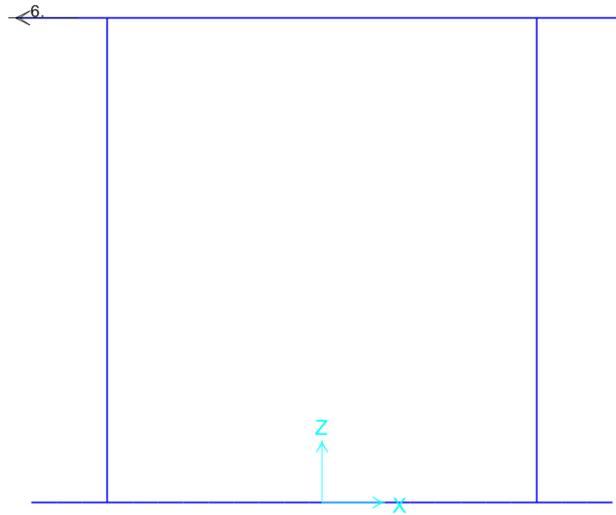


Figura 15 – Vento agente sulla barriera

7.6 Azioni termiche

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

7.7 Ritiro

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

7.8 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	0.106 g
S_S	1.50
S_T	1.00
F_0	2.64
η	1.00
Spettro $T_B - T_C$	$S_e(T_B - T_C)$ 0.420 g
Forza orizzontale su soletta sup. permanenti	19.32 kN/m
Forza orizzontale su soletta sup. LM71	5.05 kN/m
distanza baricentro treno - p.f.	1.80 m
distanza baricentro treno - mezzeria soletta	3.20 m
Momento LM71	M_s 16.17 kNm
	d 2.67 m
	ΔN 6.06 kN
	$\Delta\sigma+$ 6.06 kN/m ²
	$\Delta\sigma-$ -6.06 kN/m ²
Forza orizzontale dei piedritti	12.60 kN/m

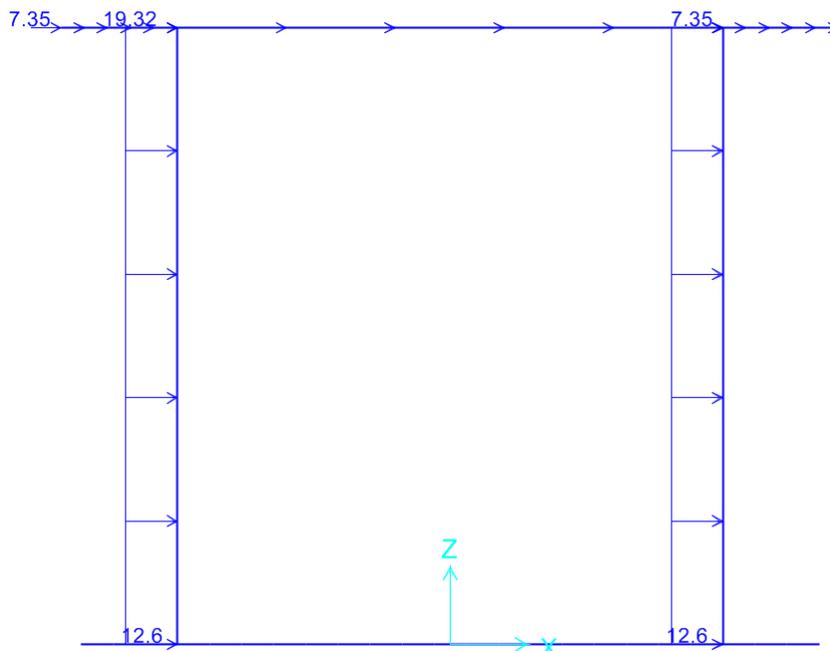


Figura 16 – Sisma orizzontale.

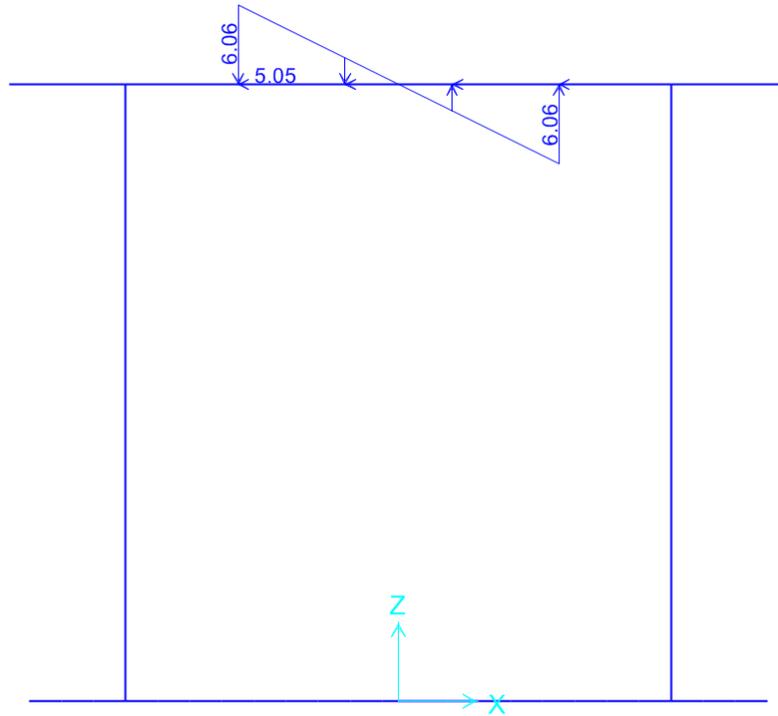


Figura 17 – Incremento di spinta dovuto alla massa del treno.

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 1.

azione	Load Case Name
peso proprio	DEAD
ballast + armamento	ballast
carico verticale LM71	B-sx_LM71
carico dovuto all'eccentricità positiva del modello LM71	B-sx_LM71_ecc+
carico dovuto all'eccentricità negativa del modello LM71	B-sx_LM71_ecc-
azione di serpeggio	B-sx_LM71_serp
forza centrifuga	B-sx_LM71_cent
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	sisma_LM71_B-sx_o

Tabella 1 – Riepilogo carichi.

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

combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche									
	slu1	slu2	slu3	slu4	slu5	slu6	slu7	slu8	slu9
DEAD	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.35
ballast	1.50	1.50	1.50	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50
B-sx_LM71	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.16
B-sx_LM71_ecc+	1.45	1.45	0.00	0.00	1.45	1.45	0.00	0.00	0.00
B-sx_LM71_ecc-	0.00	0.00	1.45	1.45	0.00	0.00	1.45	1.45	1.16
B-sx_LM71_serp	-1.45	-1.45	1.45	1.45	-1.45	-1.45	1.45	1.45	1.16
B-sx_LM71_centr	0.00	0.00	1.45	1.45	0.00	0.00	1.45	1.45	1.16
B-sx_vento	-1.50	-1.50	1.50	1.50	-1.50	-1.50	1.50	1.50	0.00
vento	1.50	1.50	-1.50	-1.50	1.50	1.50	-1.50	-1.50	-1.50
ritiro	1.20	0.00	1.20	0.00	1.20	0.00	1.20	0.00	0.00
termica_uniforme	-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
barriera	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35
vento_barriera	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50

Tabella 2 – Combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche.

combinazioni di carico agli SLV					
	sis1	sis2	sis3	sis4	sis5
DEAD	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ballast	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
B-sx_LM71	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
B-sx_LM71_ecc+	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00
B-sx_LM71_ecc-	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20
B-sx_LM71_serp	-0.20	-0.20	0.20	0.20	0.20
B-sx_LM71_centr	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20
B-sx_vento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
vento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ritiro	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
termica_uniforme	-0.50	0.50	-0.50	0.50	0.50
termica_farfalla	0.50	-0.50	0.50	-0.50	-0.50
barriera	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

vento_barriera	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
sisma_orizzontale	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

Tabella 3 – Combinazioni di carico agli SLV.

combinazioni di carico rare (SLE) per verifica tensioni					
	ten1	ten2	ten3	ten4	ten5
DEAD	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ballast	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
B-sx_LM71	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
B-sx_LM71_ecc+	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
B-sx_LM71_ecc-	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
B-sx_LM71_serp	-1.00	-1.00	1.00	1.00	1.00
B-sx_LM71_centra	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00
B-sx_vento	-1.00	-1.00	1.00	1.00	0.00
vento	1.00	1.00	-1.00	-1.00	-1.00
ritiro	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
termica_uniforme	-0.60	0.60	-0.60	0.60	0.60
termica_farfalla	0.60	-0.60	0.60	-0.60	-0.60
barriera	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
vento_barriera	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Tabella 4 – Combinazioni di carico rare (SLE) per verifica tensioni.

combinazioni di carico rare (SLE) per verifica fessurazione					
	fes1	fes2	fes3	fes4	fes5
DEAD	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ballast	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
B-sx_LM71	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
B-sx_LM71_ecc+	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00
B-sx_LM71_ecc-	0.00	0.00	0.80	0.80	0.80
B-sx_LM71_serp	-0.80	-0.80	0.80	0.80	0.80
B-sx_LM71_centra	0.00	0.00	0.80	0.80	0.80
B-sx_vento	-0.80	-0.80	0.80	0.80	0.00
vento	0.80	0.80	-0.80	-0.80	-0.80
ritiro	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
termica_uniforme	-0.60	0.60	-0.60	0.60	0.60

 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					
	SL04 - Scatolare di approccio al V110 lato CT- Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO SL040 001	REV. A

termica_farfalla	0.60	-0.60	0.60	-0.60	-0.60
barriera	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
vento_barriera	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Tabella 5 – Combinazioni di carico rare (SLE) per verifica fessurazione.

combinazioni di carico quasi permanenti (SLE) per verifica tensioni				
	qpe1	qpe2	qpe3	qpe4
DEAD	1.00	1.00	1.00	1.00
ballast	1.00	1.00	1.00	1.00
B-sx_LM71	0.00	0.00	0.00	0.00
B-sx_LM71_ecc+	0.00	0.00	0.00	0.00
B-sx_LM71_ecc-	0.00	0.00	0.00	0.00
B-sx_LM71_serp	0.00	0.00	0.00	0.00
B-sx_LM71_centr	0.00	0.00	0.00	0.00
B-sx_vento	0.00	0.00	0.00	0.00
vento	0.00	0.00	0.00	0.00
ritiro	1.00	0.00	1.00	0.00
termica_uniforme	-0.50	0.50	-0.50	0.50
termica_farfalla	0.50	-0.50	0.50	-0.50
barriera	0.00	0.00	1.00	1.00
vento_barriera	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabella 6 – Combinazioni di carico quasi permanenti (SLE) per verifica tensioni.

9. RISULTATI E VERIFICHE

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

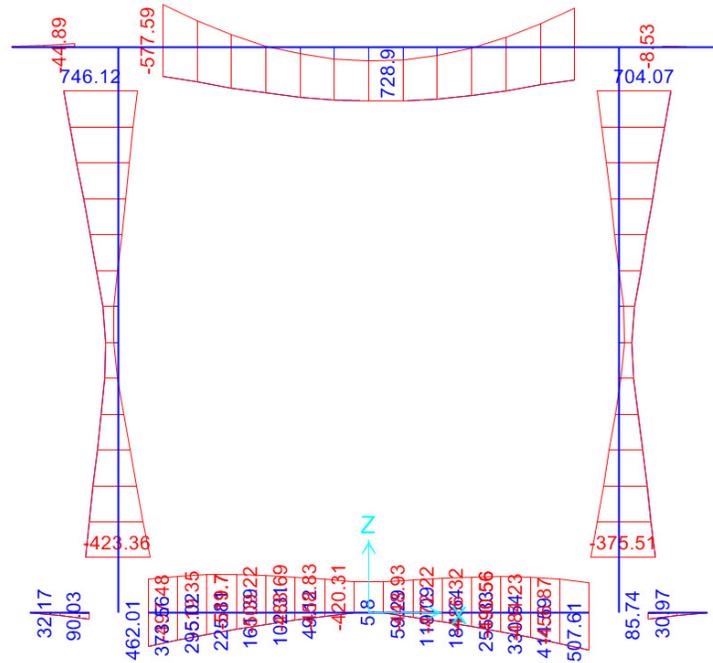


Figura 18 – Momento flettente enve-SLU.

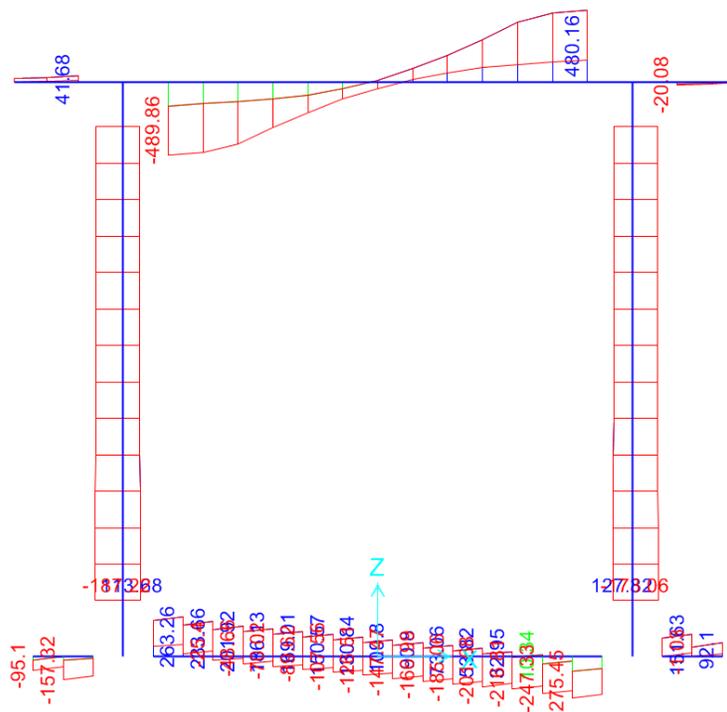


Figura 19 – Taglio enve-SLU.

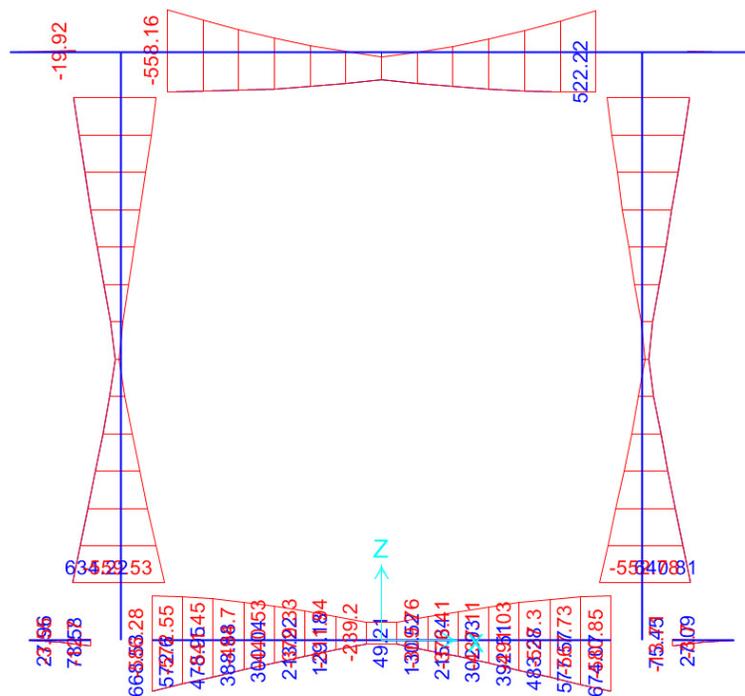


Figura 20 – Momento flettente enve-SLV.

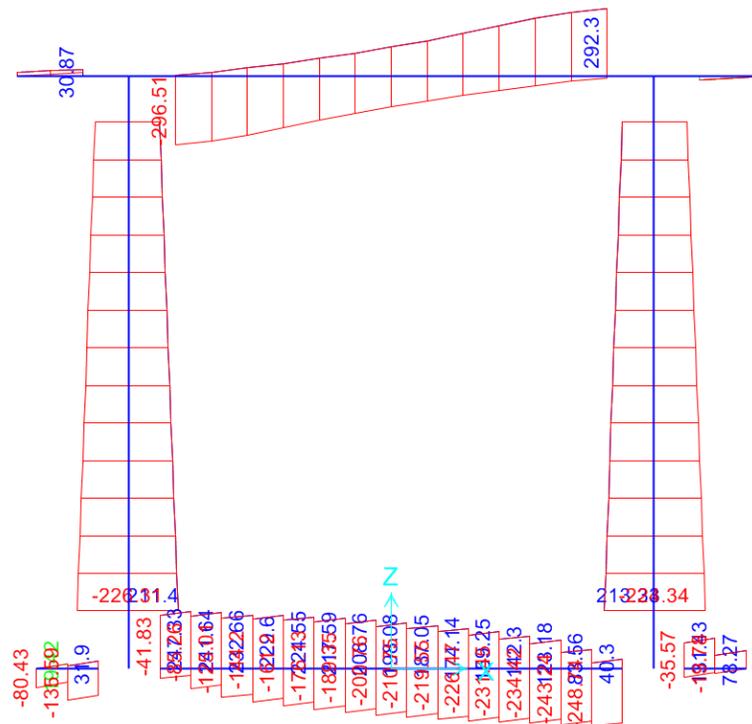


Figura 21 – Taglio enve-SLV.

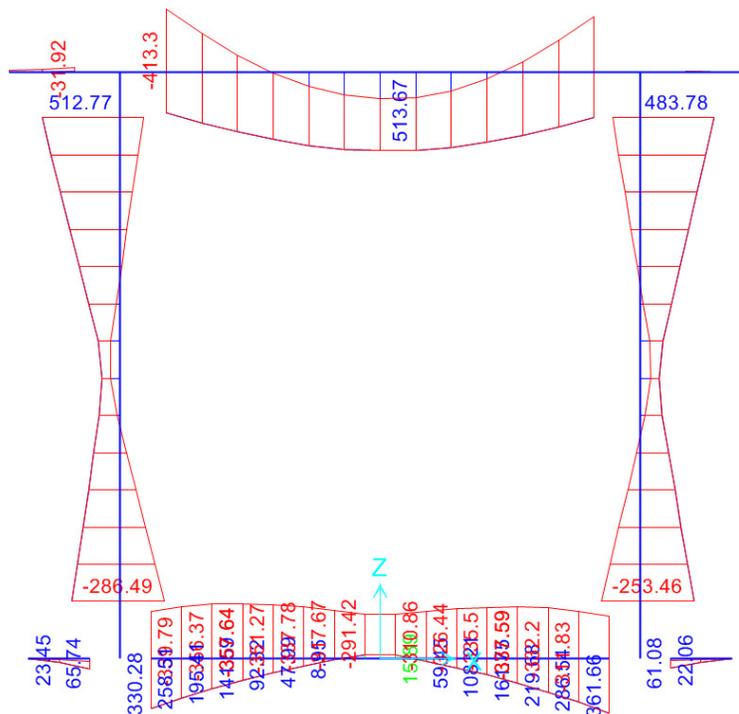


Figura 22 – Momento flettente enve-SLE.

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	103.52	-3.91	522.22	3	6.20	sis3
M3	min	-115.10	-296.52	-558.16	3	0.60	sis5
V2	max	-46.81	292.30	-252.10	3	6.20	sis1
V2	min	-115.10	-296.52	-558.16	3	0.60	sis5
P	max	103.52	-3.91	522.22	3	6.20	sis3
P	min	-116.49	-293.62	-545.82	3	0.60	sis4

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	44.45	29.35	728.90	3	3.87	slu3
M3	min	-179.41	-489.86	-577.59	3	0.60	slu4
V2	max	-54.91	480.16	-53.76	3	6.20	slu1
V2	min	-69.07	-489.86	-98.48	3	0.60	slu3
P	max	120.00	134.64	506.24	3	5.73	slu7
P	min	-179.41	-489.86	-577.59	3	0.60	slu4

SLE - tensione		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	32.51	21.01	513.67	3	3.87	ten3
M3	min	-114.43	-342.54	-413.30	3	0.60	ten5
V2	max	-35.87	335.35	-31.40	3	6.20	ten1
V2	min	-114.43	-342.54	-413.30	3	0.60	ten5
P	max	81.08	126.32	360.86	3	5.73	ten3
P	min	-123.04	-342.04	-394.50	3	0.60	ten4

SLE - fessurazione		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	21.35	6.90	478.90	3	3.40	fes1
M3	min	-98.86	-299.72	-370.01	3	0.60	fes5
V2	max	-21.52	292.44	7.55	3	6.20	fes1
V2	min	-98.86	-299.72	-370.01	3	0.60	fes5
P	max	72.03	122.41	331.98	3	5.73	fes3
P	min	-106.74	-297.78	-349.37	3	0.60	fes4

SLE - Q.P.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	31.00	0.01	319.33	3	3.40	qpe1
M3	min	-35.32	-123.66	-158.86	3	0.60	qpe4
V2	max	31.00	120.79	141.00	3	6.20	qpe1
V2	min	32.39	-123.66	128.74	3	0.60	qpe3
P	max	32.39	-123.66	128.74	3	0.60	qpe3
P	min	-36.71	-120.76	-146.51	3	0.60	qpe2

La soletta è armata a flessione con $\Phi 24/10$ inferiormente e superiormente. Come armatura a taglio sono previste staffe $\Phi 10/20$ a due braccia.

9.1.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: sol_sup

(Percorso File: \loceano\C0\J\Progetto_DEFINITIVO\MODELLI_CALC\COLO\SL04\rc_seclsol_sup.sez)

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	181.30	daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	90.65	daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	333458	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	30.20	daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	176.00	daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	176.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	128.00	daN/cm ²
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²

SL04 - Scatolare di approccio al VI10 lato CT- Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL040 001	A	37 di 70

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

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	120.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	9.2	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	9.2	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	-4445	72890	2935	0
2	17941	-57759	-48986	0
3	5491	-5376	48016	0
4	6907	-9848	-48986	0
5	-12000	50624	13464	0
6	17941	-57759	-48986	0

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	-2135	47890
2	9886	-37001
3	2152	755
4	9886	-37001
5	-7203	33198
6	10674	-34937

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	-3251	51367 (88852)
2	11443	-41330 (-96049)
3	3587	-3140 (-120980)

SL04 - Scatolare di approccio al V10 lato CT- Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL040 001	A	38 di 70

4	11443	-41330 (-96049)
5	-8108	36086 (85802)
6	12304	-39450 (-96857)

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	-3100	31933 (88196)
2	3532	-15886 (-94818)
3	-3100	14100 (85890)
4	-3239	12874 (85314)
5	-3239	12874 (85314)
6	3671	-14651 (-95451)

RISULTATI DEL CALCOLO

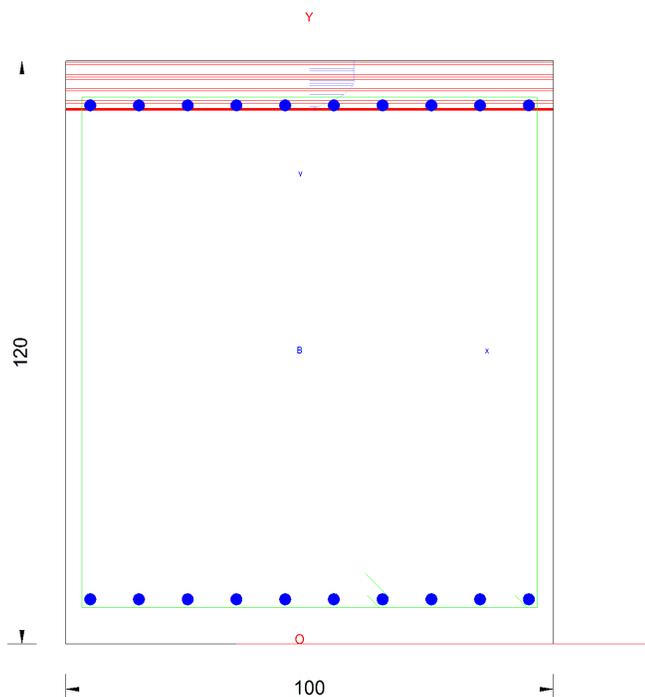
Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.8	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.6	cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.8	cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1) NTC]
As Tesa Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	-4445	72890	-4465	184980	2.538	110.0	0.09	0.70	45.2 (24.0)
2	S	17941	-57759	17941	-196413	3.401	10.5	0.10	0.70	45.2 (24.0)
3	S	5491	-5376	5481	-190061	35.354	10.2	0.09	0.70	45.2 (24.0)
4	S	6907	-9848	6891	-190780	19.372	10.3	0.09	0.70	45.2 (24.0)
5	S	-12000	50624	-11981	181139	3.578	110.2	0.09	0.70	45.2 (24.0)
6	S	17941	-57759	17941	-196413	3.401	10.5	0.10	0.70	45.2 (24.0)



DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	120.0	0.00028	110.8	-0.03525	9.2
2	0.00350	0.0	0.00044	9.2	-0.03330	110.8
3	0.00350	0.0	0.00036	9.2	-0.03436	110.8
4	0.00350	0.0	0.00037	9.2	-0.03424	110.8
5	0.00350	120.0	0.00023	110.8	-0.03591	9.2
6	0.00350	0.0	0.00044	9.2	-0.03330	110.8

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

Diametro staffe:	10	mm	
Passo staffe:	20.0	cm	[Passo massimo di normativa = 20.9 cm]
N.Bracci staffe:	4		
Area staffe/m :	15.7	cm ² /m	[Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm ² /m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors / N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
Vrd	Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]

SL04 - Scatolare di approccio al VI10 lato CT- Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL040 001	A	40 di 70

Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
 bw|d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	Ast
1	S	2935	0	451982	61293 100.0	110.8	1.000	1.000	0.8
2	S	-48986	47105	455709	61293 100.0	110.8	1.000	1.008	12.6
3	S	48016	45381	453123	61293 100.0	110.8	1.000	1.003	12.3
4	S	-48986	45577	453417	61293 100.0	110.8	1.000	1.003	12.6
5	S	13464	0	451982	61293 100.0	110.8	1.000	1.000	3.5
6	S	-48986	47105	455709	61293 100.0	110.8	1.000	1.008	12.6

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

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

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	24.6	120.0	0.0	91.6	-1068	110.8	23.0	2300	45.2	9.1
2	S	19.7	0.0	0.0	32.7	-708	9.2	23.0	2300	45.2	9.1
3	S	0.4	120.0	0.0	21.8	-1	110.8	9.7	970	45.2	9.1
4	S	19.7	0.0	0.0	32.7	-708	9.2	23.0	2300	45.2	9.1
5	S	16.5	120.0	0.0	93.8	-800	110.8	23.0	2300	45.2	9.1
6	S	18.7	0.0	0.0	33.2	-655	9.2	23.0	2300	45.2	9.1

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

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00059	0.00018	0.50	0.60	0.000320 (0.000320)	479	0.154 (0.20)	89220
2	S	-0.00040	0.00015	0.50	0.60	0.000212 (0.000212)	479	0.102 (0.20)	-95828
3	S	0.00000	0.00000	0.50	0.60	0.000000 (0.000000)	360	0.000 (0.20)	248033
4	S	-0.00040	0.00015	0.50	0.60	0.000212 (0.000212)	479	0.102 (0.20)	-95828
5	S	-0.00044	0.00012	0.50	0.60	0.000240 (0.000240)	479	0.115 (0.20)	85943
6	S	-0.00037	0.00014	0.50	0.60	0.000196 (0.000196)	479	0.094 (0.20)	-96709

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------

SL04 - Scatolare di approccio al VI10 lato CT- Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL040 001	A	41 di 70

1	S	26.3	120.0	0.0	91.8	-1155	110.8	23.0	2300	45.2	9.1
2	S	22.1	0.0	0.0	32.8	-786	9.2	23.0	2300	45.2	9.1
3	S	1.7	0.0	0.0	53.6	-34	9.2	23.0	2300	45.2	9.1
4	S	22.1	0.0	0.0	32.8	-786	9.2	23.0	2300	45.2	9.1
5	S	18.0	120.0	0.0	93.9	-872	110.8	23.0	2300	45.2	9.1
6	S	21.1	0.0	0.0	33.3	-737	9.2	23.0	2300	45.2	9.1

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00064	0.00020	0.50	0.60	0.000347 (0.000347)	479	0.166 (0.20)	88852
2	S	-0.00044	0.00017	0.50	0.60	0.000236 (0.000236)	479	0.113 (0.20)	-96049
3	S	-0.00002	0.00001	0.50	0.60	0.000010 (0.000010)	479	0.005 (0.20)	-120980
4	S	-0.00044	0.00017	0.50	0.60	0.000236 (0.000236)	479	0.113 (0.20)	-96049
5	S	-0.00048	0.00013	0.50	0.60	0.000262 (0.000262)	479	0.125 (0.20)	85802
6	S	-0.00041	0.00016	0.50	0.60	0.000221 (0.000221)	479	0.106 (0.20)	-96857

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	16.2	120.0	0.0	92.3	-729	110.8	23.0	2300	45.2	9.1
2	S	8.5	0.0	0.0	32.5	-311	9.2	23.0	2300	45.2	9.1
3	S	7.0	120.0	0.0	93.8	-340	110.8	23.0	2300	45.2	9.1
4	S	6.5	120.0	0.0	93.7	-315	110.8	23.0	2300	45.2	9.1
5	S	6.5	120.0	0.0	93.7	-315	110.8	23.0	2300	45.2	9.1
6	S	7.9	0.0	0.0	32.9	-283	9.2	23.0	2300	45.2	9.1

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00041	0.00012	0.50	0.40	0.000219 (0.000219)	479	0.105 (0.20)	88196
2	S	-0.00017	0.00006	0.50	0.40	0.000093 (0.000093)	479	0.045 (0.20)	-94818
3	S	-0.00019	0.00005	0.50	0.40	0.000102 (0.000102)	479	0.049 (0.20)	85890
4	S	-0.00017	0.00005	0.50	0.40	0.000094 (0.000094)	479	0.045 (0.20)	85314
5	S	-0.00017	0.00005	0.50	0.40	0.000094 (0.000094)	479	0.045 (0.20)	85314
6	S	-0.00016	0.00006	0.50	0.40	0.000085 (0.000085)	479	0.041 (0.20)	-95451

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

NOME SEZIONE: sol_sup_sisma

(Percorso File: \loceano\C0J\Progetto_DEFINITIVO\MODELLI_CALCICOLO\SL04\rc_sec\sol_sup_sisma.sez)

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

SL04 - Scatolare di approccio al VI10 lato CT- Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL040 001	A	42 di 70

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	181.30	daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	90.65	daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	333458	daN/cm ²
Resis. media a trazione fctm:	30.20	daN/cm ²	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito		

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	120.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	9.2	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	9.2	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	-10352	52222	-391	0
2	11510	-55816	-29652	0
3	4681	-25210	29230	0
4	11510	-55816	-29652	0
5	-10352	52222	-391	0
6	11649	-54582	-29362	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.8	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.6	cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.8	cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico

SL04 - Scatolare di approccio al VI10 lato CT- Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL040 001	A	43 di 70

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

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	-10352	52222	-10346	174824	3.348	93.7	0.24	0.74	45.2 (24.0)
2	S	11510	-55816	11533	-185121	3.317	27.9	0.25	0.76	45.2 (24.0)
3	S	4681	-25210	4676	-181910	7.216	27.4	0.25	0.75	45.2 (24.0)
4	S	11510	-55816	11533	-185121	3.317	27.9	0.25	0.76	45.2 (24.0)
5	S	-10352	52222	-10346	174824	3.348	93.7	0.24	0.74	45.2 (24.0)
6	S	11649	-54582	11642	-185172	3.393	27.9	0.25	0.76	45.2 (24.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00061	120.0	0.00040	110.8	-0.00196	9.2
2	0.00066	0.0	0.00044	9.2	-0.00196	110.8
3	0.00064	0.0	0.00043	9.2	-0.00196	110.8
4	0.00066	0.0	0.00044	9.2	-0.00196	110.8
5	0.00061	120.0	0.00040	110.8	-0.00196	9.2
6	0.00066	0.0	0.00044	9.2	-0.00196	110.8

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

Diametro staffe: 10 mm
Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 20.9 cm]
N.Bracci staffe: 4
Area staffe/m : 15.7 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm²/m]

VERIFICHE A TAGLIO

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

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	ASt
1	S	-391	0	451982	61293 100.0	110.8	1.000	1.000	0.1
2	S	-29652	46215	454373	61293 100.0	110.8	1.000	1.005	7.6

3	S	29230	45269	452954	61293 100.0	110.8	1.000	1.002	7.5
4	S	-29652	46215	454373	61293 100.0	110.8	1.000	1.005	7.6
5	S	-391	0	451982	61293 100.0	110.8	1.000	1.000	0.1
6	S	-29362	46234	454402	61293 100.0	110.8	1.000	1.005	7.5

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	-247.89	213.34	640.81	2	0.75	sis3
M3	min	-545.42	-226.31	-559.53	1	0.75	sis4
V2	max	-247.89	213.34	640.81	2	0.75	sis3
V2	min	-545.42	-226.31	-559.53	1	0.75	sis4
P	max	-54.55	67.00	-217.65	2	7.10	sis5
P	min	-564.32	-224.92	-559.01	1	0.75	sis5

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-572.69	-180.08	746.12	1	7.10	slu4
M3	min	-693.87	-182.24	-423.36	1	0.75	slu8
V2	max	-400.44	127.82	497.24	2	0.75	slu7
V2	min	-829.79	-187.23	-420.08	1	0.75	slu4
P	max	-210.00	120.68	-291.75	2	7.10	slu7
P	min	-829.79	-76.89	-132.38	1	0.75	slu3

SLE - tensione		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-403.39	-123.49	512.77	1	7.10	ten4
M3	min	-593.84	-128.25	-286.49	1	0.75	ten4
V2	max	-392.12	86.29	354.17	2	0.75	ten3
V2	min	-593.84	-128.25	-286.49	1	0.75	ten4
P	max	-201.17	5.53	102.05	2	7.10	ten5
P	min	-610.34	-125.65	-284.49	1	0.75	ten5

SLE - fessurazione		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-359.14	-107.10	450.89	1	7.10	fes4

M3	min	-567.52	-109.03	-241.60	1	0.75	fes5
V2	max	-388.21	76.20	312.39	2	0.75	fes3
V2	min	-549.58	-110.91	-241.29	1	0.75	fes4
P	max	-195.83	-2.89	119.05	2	7.10	fes5
P	min	-567.52	-109.03	-241.60	1	0.75	fes5

SLE - Q.P.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-182.15	-36.71	184.04	2	7.10	qpe2
M3	min	-201.02	32.39	-71.30	1	7.10	qpe3
V2	max	-391.46	32.39	134.34	1	0.75	qpe3
V2	min	-372.56	-36.71	-49.15	1	0.75	qpe2
P	max	-179.25	32.39	-67.71	2	7.10	qpe3
P	min	-391.46	32.39	134.34	1	0.75	qpe3

La sezione è armata a flessione con $\Phi 24/10$ internamente ed esternamente. Non è necessaria armatura a taglio, come si vede nella verifica seguente.

verifica a taglio

h	1200 mm	Rck	40		
d	1120 mm	fck	33.2		
bw	1000 mm	gc	1.5		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.423				
k	1.423	As	10	f	24.0
Asl	4524 mm ²				
Asl/(bw·d)	0.0040				
r1	0.004	Vrd	454.2	kN	
vmin	0.342	Ved	226.3	KN	
vmin·bw·d	383238 N	Vrd/Ved	2.01	-	
Vrd	454241 N	VERIFICATO			

9.2.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: pied

(Percorso File: \\oceano\COJ\Progetto_DEFINITIVO\MODELLI_CALC\COLO\SL04\rc_sec\pied.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Normativa di riferimento:

Tipologia sezione:

Stati Limite Ultimi

N.T.C.

Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe

SL04 - Scatolare di approccio al VI10 lato CT- Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL040 001	A	46 di 70

Forma della sezione:	Rettangolare
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

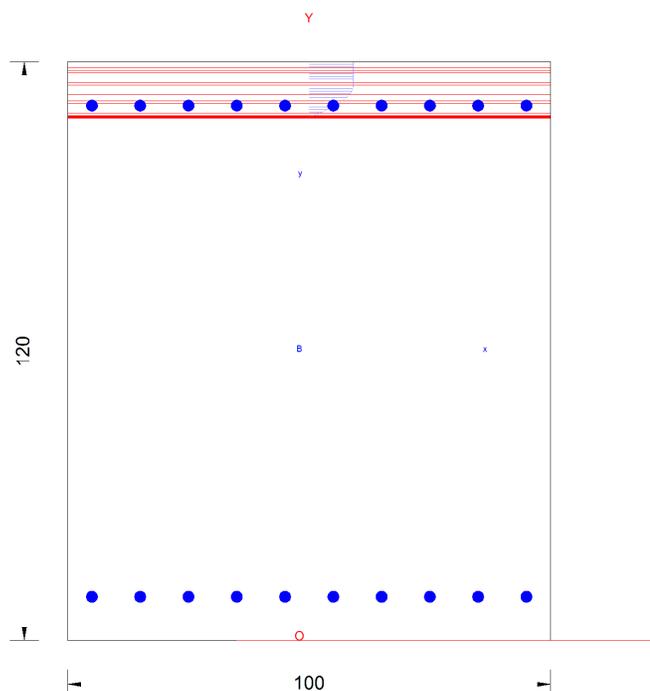
CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	181.30	daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	333458	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	30.20	daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	176.00	daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	176.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	128.00	daN/cm ²
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	3375.0	daN/cm ²	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	120.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	9.2	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	9.2	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm



CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	57269	74612	0	0
2	69387	-42336	0	0
3	40044	49724	0	0
4	82979	-42008	0	0
5	21000	-29175	0	0
6	82979	-13238	0	0

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	35914	45089
2	56752	-24160
3	38821	31239
4	54958	-24129
5	19583	11905
6	56752	-24160

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

SL04 - Scatolare di approccio al VI10 lato CT- Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL040 001	A	48 di 70

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

N°Comb.	N	Mx
1	40339	51277 (109319)
2	59384	-28649 (-167808)
3	39212	35417 (119716)
4	59384	-28649 (-167808)
5	20117	10205 (161008)
6	61034	-28449 (-173031)

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	18215	18404 (115685)
2	20102	-7130 (-243397)
3	39146	13434 (258131)
4	37256	-4915 (0)
5	17925	-6771 (-220508)
6	39146	13434 (258131)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.6 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) § 4.1.1.1 NTC: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1) NTC]
As Tesa Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	57269	74612	57292	216405	2.900	108.4	0.10	0.70	45.2 (19.3)
2	S	69387	-42336	69371	-222513	5.256	11.9	0.11	0.70	45.2 (19.3)
3	S	40044	49724	40038	207655	4.176	108.9	0.10	0.70	45.2 (19.3)
4	S	82979	-42008	82993	-229386	5.461	12.3	0.11	0.70	45.2 (19.3)
5	S	21000	-29175	21015	-197980	6.786	10.6	0.10	0.70	45.2 (19.3)
6	S	82979	-13238	82993	-229386	17.328	12.3	0.11	0.70	45.2 (19.3)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione

SL04 - Scatolare di approccio al VI10 lato CT- Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL040 001	A	49 di 70

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	120.0	0.00071	110.8	-0.03005	9.2
2	0.00350	0.0	0.00079	9.2	-0.02910	110.8
3	0.00350	120.0	0.00060	110.8	-0.03144	9.2
4	0.00350	0.0	0.00088	9.2	-0.02805	110.8
5	0.00350	0.0	0.00047	9.2	-0.03303	110.8
6	0.00350	0.0	0.00088	9.2	-0.02805	110.8

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

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

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	25.0	120.0	0.0	78.8	-635	110.8	23.0	2300	45.2	9.1
2	S	13.6	0.0	0.0	77.4	-88	9.2	14.2	1422	45.2	9.1
3	S	17.5	120.0	0.0	70.1	-321	110.8	23.0	2300	45.2	9.1
4	S	13.6	0.0	0.0	75.5	-95	9.2	14.8	1484	45.2	9.1
5	S	6.7	120.0	0.0	60.7	-88	110.8	20.3	2030	45.2	9.1
6	S	13.6	0.0	0.0	77.4	-88	9.2	14.2	1422	45.2	9.1

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

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00036	0.00019	0.50	0.60	0.000190 (0.000190)	479	0.091 (0.20)	109611
2	S	-0.00006	0.00010	0.50	0.60	0.000026 (0.000026)	400	0.011 (0.20)	-189591
3	S	-0.00018	0.00013	0.50	0.60	0.000096 (0.000096)	479	0.046 (0.20)	124734
4	S	-0.00006	0.00010	0.50	0.60	0.000029 (0.000029)	406	0.012 (0.20)	-183441
5	S	-0.00005	0.00005	0.50	0.60	0.000026 (0.000026)	455	0.012 (0.20)	142452
6	S	-0.00006	0.00010	0.50	0.60	0.000026 (0.000026)	400	0.011 (0.20)	-189591

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

SL04 - Scatolare di approccio al V10 lato CT- Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RSST	30 D 78	CL	SL040 001	A	50 di 70

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	28.4	120.0	0.0	79.0	-726	110.8	23.0	2300	45.2	9.1
2	S	16.1	0.0	0.0	70.2	-140	9.2	16.7	1665	45.2	9.1
3	S	19.8	120.0	0.0	73.0	-403	110.8	23.0	2300	45.2	9.1
4	S	16.1	0.0	0.0	70.2	-140	9.2	16.7	1665	45.2	9.1
5	S	5.7	120.0	0.0	52.5	-55	110.8	17.5	1754	45.2	9.1
6	S	16.0	0.0	0.0	72.1	-129	9.2	16.0	1601	45.2	9.1

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00041	0.00021	0.50	0.60	0.000218 (0.000218)	479	0.104 (0.20)	109319
2	S	-0.00009	0.00012	0.50	0.60	0.000042 (0.000042)	422	0.018 (0.20)	-167808
3	S	-0.00023	0.00015	0.50	0.60	0.000121 (0.000121)	479	0.058 (0.20)	119716
4	S	-0.00009	0.00012	0.50	0.60	0.000042 (0.000042)	422	0.018 (0.20)	-167808
5	S	-0.00003	0.00004	0.50	0.60	0.000017 (0.000017)	430	0.007 (0.20)	161008
6	S	-0.00008	0.00012	0.50	0.60	0.000039 (0.000039)	416	0.016 (0.20)	-173031

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	10.3	120.0	0.0	75.3	-228	110.8	23.0	2300	45.2	9.1
2	S	4.1	0.0	0.0	90.2	-15	9.2	10.2	1022	45.2	9.1
3	S	7.7	120.0	0.0	27.7	-24	110.8	9.5	947	45.2	9.1
4	S	4.4	0.0	1.1	120.0	21	9.2	0.0	2300	0.0	0.0
5	S	3.8	0.0	0.0	86.3	-17	9.2	11.6	1164	45.2	9.1
6	S	7.7	120.0	0.0	27.7	-24	110.8	9.5	947	45.2	9.1

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00013	0.00008	0.50	0.40	0.000068 (0.000068)	479	0.033 (0.20)	115685
2	S	-0.00001	0.00003	0.50	0.40	0.000004 (0.000004)	364	0.002 (0.20)	-243397
3	S	-0.00002	0.00006	0.50	0.40	0.000007 (0.000007)	357	0.003 (0.20)	258131
4	S	0.00003	0.00001	---	---	---	---	---	0
5	S	-0.00001	0.00003	0.50	0.40	0.000005 (0.000005)	377	0.002 (0.20)	-220508
6	S	-0.00002	0.00006	0.50	0.40	0.000007 (0.000007)	357	0.003 (0.20)	258131

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

 NOME SEZIONE: **pie_d_sisma**

(Percorso File: \\oceano\COJ\Progetto_DEFINITIVO\MODELLI_CALC\COLO\SL04\rc_seclpie_d_sisma.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Normativa di riferimento:

Tipologia sezione:

Forma della sezione:

Percorso sollecitazione:

Riferimento Sforzi assegnati:

Riferimento alla sismicità:

Resistenze in campo sostanzialmente elastico

N.T.C.

Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe

Rettangolare

A Sforzo Norm. costante

Assi x,y principali d'inerzia

Zona non sismica

SL04 - Scatolare di approccio al VI10 lato CT- Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL040 001	A	51 di 70

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	181.30	daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	333458	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	30.20	daN/cm ²
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	120.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	9.2	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	9.2	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	24789	64081	0	0
2	54542	-55953	0	0
3	24789	64081	0	0
4	54542	-55953	0	0
5	5455	-21765	0	0
6	56432	-55901	0	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.8	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.6	cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx re	Momento resistente sost. elastico [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re,Mx re) e (N,Mx)

SL04 - Scatolare di approccio al VI10 lato CT- Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL040 001	A	52 di 70

Yn Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 x/d Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
 C.Rid. Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: non richiesto per calcolo non dissipativo
 As Tesa Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
 Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	24789	64081	24802	191292	2.985	91.2	0.26	0.77	45.2 (19.3)
2	S	54542	-55953	54541	-204927	3.662	30.8	0.28	0.79	45.2 (19.3)
3	S	24789	64081	24802	191292	2.985	91.2	0.26	0.77	45.2 (19.3)
4	S	54542	-55953	54541	-204927	3.662	30.8	0.28	0.79	45.2 (19.3)
5	S	5455	-21765	5484	-182289	8.375	27.5	0.25	0.75	45.2 (19.3)
6	S	56432	-55901	56417	-205776	3.681	30.9	0.28	0.79	45.2 (19.3)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00069	120.0	0.00047	110.8	-0.00196	9.2
2	0.00075	0.0	0.00053	9.2	-0.00196	110.8
3	0.00069	120.0	0.00047	110.8	-0.00196	9.2
4	0.00075	0.0	0.00053	9.2	-0.00196	110.8
5	0.00065	0.0	0.00043	9.2	-0.00196	110.8
6	0.00076	0.0	0.00053	9.2	-0.00196	110.8

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	-7.57	-264.03	782.68	53	0.40	sis3
M3	min	11.16	-41.83	-586.28	33	0.00	sis4
V2	max	-222.64	297.61	75.45	54	0.40	sis2
V2	min	-223.60	-309.68	78.58	51	0.00	sis5
P	max	215.22	-35.57	-13.71	30	0.00	sis3
P	min	-224.60	-132.26	27.27	8	0.00	sis4

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-6.35	-357.20	654.54	53	0.40	slu3
M3	min	24.16	10.99	-519.70	35	0.40	slu4
V2	max	-6.36	369.91	462.01	52	0.40	slu1
V2	min	-6.35	-377.45	507.61	53	0.00	slu3
P	max	120.93	0.98	8.41	30	0.00	slu7
P	min	-163.91	-157.32	32.17	8	0.00	slu4

SLE - tensione		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-4.90	-255.77	466.97	53	0.40	ten3
M3	min	16.51	10.67	-357.64	35	0.40	ten4
V2	max	-4.90	265.57	330.28	52	0.40	ten1
V2	min	-4.90	-270.76	361.66	53	0.00	ten3
P	max	81.95	11.52	14.92	30	0.00	ten3
P	min	-112.30	-112.02	22.89	8	0.00	ten4

SLE - fessurazione		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-5.91	-240.49	423.39	53	0.40	fes3
M3	min	14.95	20.81	-318.33	35	0.40	fes5
V2	max	-5.91	251.37	299.29	52	0.40	fes1
V2	min	-5.91	-255.49	324.20	53	0.00	fes3
P	max	70.75	15.62	17.46	30	0.00	fes3
P	min	-95.86	-101.18	20.64	8	0.00	fes4

SLE - Q.P.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-8.96	186.76	242.04	52	0.00	qpe3
M3	min	9.77	16.55	-185.16	39	0.40	qpe4
V2	max	-8.96	201.76	164.33	52	0.40	qpe3
V2	min	-8.96	-194.46	162.94	53	0.00	qpe3
P	max	23.43	-56.70	11.30	8	0.00	qpe3
P	min	-26.56	-57.57	11.58	8	0.00	qpe2

La soletta è armata a flessione con $\Phi 24/10$ inferiormente e $\Phi 24/10$ superiormente. Non è necessaria armatura a taglio, come si vede nella verifica seguente.

verifica a taglio

h	1500 mm	Rck	40
d	1420 mm	fck	33.2
bw	1000 mm	γ_c	1.5
$1+(200/d)^{0,5}$	1.375		
k	1.375	As	10 ϕ 24.0
Asl	4524 mm ²		
Asl/(bw·d)	0.0032		
ρ_1	0.003	Vrd	514.4 kN
vmin	0.325	Ved	377.4 KN
vmin·bw·d	461869 N	Vrd/Ved	1.36 -
Vrd	514421 N	VERIFICATO	

9.3.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: sol_inf

(Percorso File: \\oceano\C0J\Progetto_DEFINITIVO\MODELLI_CALC\OLO\SL04\rc_seclsol_inf.sez)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Normativa di riferimento:

Tipologia sezione:

Forma della sezione:

Percorso sollecitazione:

Condizioni Ambientali:

Riferimento Sforzi assegnati:

Riferimento alla sismicità:

Stati Limite Ultimi

N.T.C.

Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe

Rettagolare

A Sforzo Norm. costante

Moderat. aggressive

Assi x,y principali d'inerzia

Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

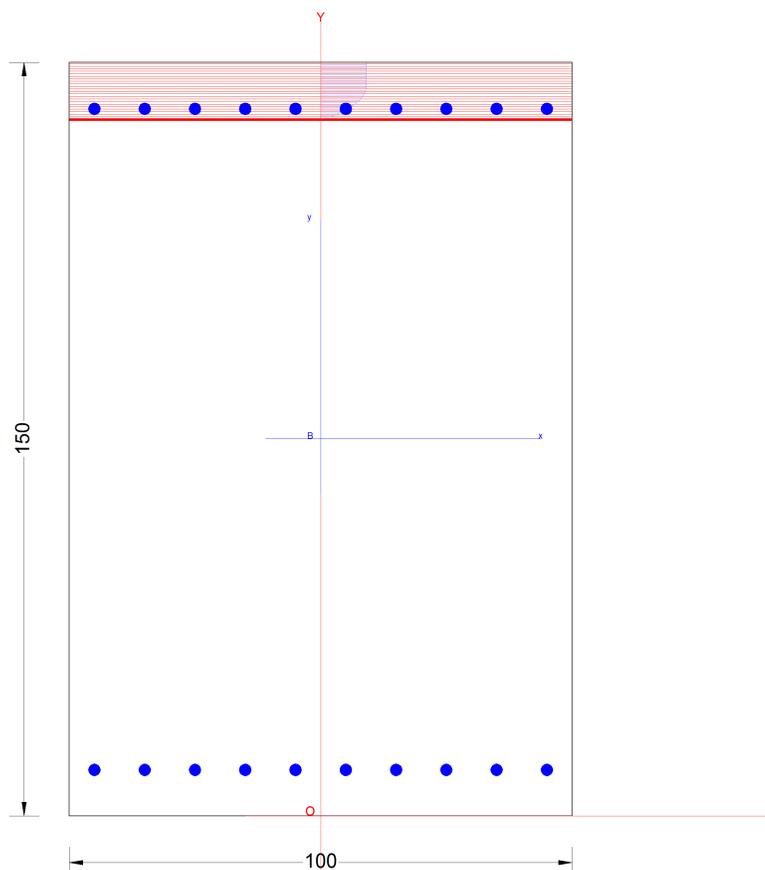
SL04 - Scatolare di approccio al VI10 lato CT- Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL040 001	A	55 di 70

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	181.30	daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	333458	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	30.20	daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	176.00	daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	176.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	128.00	daN/cm ²
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. a snervamento fyk:		4500.0	daN/cm ²
Resist. caratt. a rottura ftk:		4500.0	daN/cm ²
Resist. a snerv. di progetto fyd:		3913.0	daN/cm ²
Resist. ultima di progetto ftd:		3913.0	daN/cm ²
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef:		2000000	daN/cm ²
Diagramma tensioni-deformaz.:		Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istant. β1*β2:		1.00	
Coeff. Aderenza differito β1*β2:		0.50	
Comb.Rare - Sf Limite:	3375.0	daN/cm ²	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	150.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	9.2	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	9.2	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm



CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	57269	74612	0	0
2	69387	-42336	0	0
3	40044	49724	0	0
4	82979	-42008	0	0
5	21000	-29175	0	0
6	82979	-13238	0	0

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	35914	45089
2	56752	-24160

SL04 - Scatolare di approccio al V10 lato CT- Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL040 001	A	57 di 70

3	38821	31239
4	54958	-24129
5	19583	11905
6	56752	-24160

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	40339	51277 (175086)
2	59384	-28649 (-321758)
3	39212	35417 (197521)
4	59384	-28649 (-321758)
5	20117	10205 (301800)
6	61034	-28449 (-337721)

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	18215	18404 (188663)
2	20102	-7130 (-626304)
3	39146	13434 (711655)
4	37256	-4915 (0)
5	17925	-6771 (-514158)
6	39146	13434 (711655)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.6 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) § 4.1.1.1 NTC: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	57269	74612	57242	278072	3.727	138.4	0.08	0.70	45.2 (24.6)
2	S	69387	-42336	69382	-286032	6.756	11.9	0.08	0.70	45.2 (24.6)
3	S	40044	49724	40052	266776	5.365	138.9	0.08	0.70	45.2 (24.6)
4	S	82979	-42008	82959	-294918	7.021	12.3	0.09	0.70	45.2 (24.6)
5	S	21000	-29175	21004	-254231	8.714	10.6	0.08	0.70	45.2 (24.6)

SL04 - Scatolare di approccio al VI10 lato CT- Relazione di calcolo scatolare	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS3T	30 D 78	CL	SL040 001	A	58 di 70

6 S 82979 -13238 82959 -294918 22.278 12.3 0.09 0.70 45.2 (24.6)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	150.0	0.00071	140.8	-0.03914	9.2
2	0.00350	0.0	0.00079	9.2	-0.03792	140.8
3	0.00350	150.0	0.00060	140.8	-0.04090	9.2
4	0.00350	0.0	0.00088	9.2	-0.03659	140.8
5	0.00350	0.0	0.00047	9.2	-0.04293	140.8
6	0.00350	0.0	0.00088	9.2	-0.03659	140.8

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

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

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	17.2	150.0	0.0	96.9	-425	140.8	23.0	2300	45.2	9.1
2	S	9.2	0.0	0.0	115.0	-32	9.2	12.0	1199	45.2	9.1
3	S	11.8	150.0	0.0	81.6	-188	140.8	23.0	2300	45.2	9.1
4	S	9.1	0.0	0.0	112.5	-36	9.2	12.9	1290	45.2	9.1
5	S	4.4	150.0	0.0	64.9	-44	140.8	21.7	2172	45.2	9.1
6	S	9.2	0.0	0.0	115.0	-32	9.2	12.0	1199	45.2	9.1

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

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00023	0.00013	0.50	0.60	0.000128 (0.000128)	479	0.061 (0.20)	175697

SL04 - Scatolare di approccio al VI10 lato CT- Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL040 001	A	59 di 70

2	S	-0.00002	0.00007		0.50	0.60	0.000010 (0.000010)	380	0.004 (0.20)	-392339
3	S	-0.00011	0.00009		0.50	0.60	0.000056 (0.000056)	479	0.027 (0.20)	208840
4	S	-0.00002	0.00007		0.50	0.60	0.000011 (0.000011)	388	0.004 (0.20)	-371303
5	S	-0.00003	0.00003		0.50	0.60	0.000013 (0.000013)	468	0.006 (0.20)	251630
6	S	-0.00002	0.00007		0.50	0.60	0.000010 (0.000010)	380	0.004 (0.20)	-392339

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	19.5	150.0	0.0	97.2	-488	140.8	23.0	2300	45.2	9.1
2	S	10.7	0.0	0.0	105.3	-59	9.2	15.6	1562	45.2	9.1
3	S	13.4	150.0	0.0	86.7	-247	140.8	23.0	2300	45.2	9.1
4	S	10.7	0.0	0.0	105.3	-59	9.2	15.6	1562	45.2	9.1
5	S	3.8	150.0	0.0	51.1	-24	140.8	17.1	1706	45.2	9.1
6	S	10.6	0.0	0.0	107.9	-53	9.2	14.6	1464	45.2	9.1

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00027	0.00015	0.50	0.60	0.000146 (0.000146)	479	0.070 (0.20)	175086
2	S	-0.00004	0.00008	0.50	0.60	0.000018 (0.000018)	413	0.007 (0.20)	-321758
3	S	-0.00014	0.00010	0.50	0.60	0.000074 (0.000074)	479	0.035 (0.20)	197521
4	S	-0.00004	0.00008	0.50	0.60	0.000018 (0.000018)	413	0.007 (0.20)	-321758
5	S	-0.00001	0.00003	0.50	0.60	0.000007 (0.000007)	426	0.003 (0.20)	301800
6	S	-0.00003	0.00008	0.50	0.60	0.000016 (0.000016)	404	0.006 (0.20)	-337721

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	7.0	150.0	0.0	90.7	-145	140.8	23.0	2300	45.2	9.1
2	S	2.8	0.0	0.0	133.6	-3	9.2	6.6	661	45.2	9.1
3	S	5.4	150.0	0.0	14.4	-5	140.8	5.7	569	45.2	9.1
4	S	3.4	0.0	1.2	150.0	20	9.2	0.0	2300	0.0	0.0
5	S	2.6	0.0	0.0	130.0	-5	9.2	8.4	837	45.2	9.1
6	S	5.4	150.0	0.0	14.4	-5	140.8	5.7	569	45.2	9.1

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00008	0.00005	0.50	0.40	0.000043 (0.000043)	479	0.021 (0.20)	188663
2	S	0.00000	0.00002	0.50	0.40	0.000001 (0.000001)	332	0.000 (0.20)	-626304
3	S	-0.00001	0.00004	0.50	0.40	0.000001 (0.000001)	323	0.000 (0.20)	711655
4	S	0.00003	0.00001	---	---	---	---	---	0
5	S	0.00000	0.00002	0.50	0.40	0.000002 (0.000002)	347	0.001 (0.20)	-514158
6	S	-0.00001	0.00004	0.50	0.40	0.000001 (0.000001)	323	0.000 (0.20)	711655

9.3.2 Verifica in condizioni sismiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: sol_inf_sisma

(Percorso File: \\oceano\C0J\Progetto_DEFINITIVO\MODELLI_CALCULO\SL04\rc_seclsol_inf_sisma.sez)

Descrizione Sezione:

SL04 - Scatolare di approccio al VI10 lato CT- Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL040 001	A	60 di 70

Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	181.30	daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	333458	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	30.20	daN/cm ²
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	150.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	9.2	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	9.2	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	24789	64081	0	0
2	54542	-55953	0	0
3	24789	64081	0	0
4	54542	-55953	0	0
5	5455	-21765	0	0
6	56432	-55901	0	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.8	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.6	cm

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

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

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	24789	64081	24802	245789	3.836	116.9	0.24	0.73	45.2 (24.6)
2	S	54542	-55953	54548	-263302	4.706	35.4	0.25	0.75	45.2 (24.6)
3	S	24789	64081	24802	245789	3.836	116.9	0.24	0.73	45.2 (24.6)
4	S	54542	-55953	54548	-263302	4.706	35.4	0.25	0.75	45.2 (24.6)
5	S	5455	-21765	5426	-234208	10.761	31.5	0.22	0.72	45.2 (24.6)
6	S	56432	-55901	56408	-264386	4.730	35.5	0.25	0.76	45.2 (24.6)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00060	150.0	0.00043	140.8	-0.00196	9.2
2	0.00066	0.0	0.00049	9.2	-0.00196	140.8
3	0.00060	150.0	0.00043	140.8	-0.00196	9.2
4	0.00066	0.0	0.00049	9.2	-0.00196	140.8
5	0.00056	0.0	0.00040	9.2	-0.00196	140.8
6	0.00066	0.0	0.00049	9.2	-0.00196	140.8

10. VERIFICHE GEOTECNICHE

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

Di seguito la tabella riepilogativa delle azioni alla base con evidenziate in giallo le combinazioni che forniscono rispettivamente i valori massimi di F_x , F_z e M_y .

TABLE: Base Reactions

OutputCase	CaseType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ	GlobalMX	GlobalMY
Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m
slu1	Combination	-173.1	0	1939.1	0	-1599.8
slu2	Combination	-173.1	0	1939.1	0	-1599.8
slu3	Combination	201.4	0	1939.1	0	1779.4
slu4	Combination	201.4	0	1939.1	0	1779.4
slu5	Combination	-173.1	0	1514.7	0	-1599.4
slu6	Combination	-173.1	0	1514.7	0	-1599.4
slu7	Combination	201.4	0	1514.7	0	1779.8
slu8	Combination	201.4	0	1514.7	0	1779.8
slu9	Combination	165.0	0	1890.9	0	1536.1
sis1	Combination	-386.9	0	1213.7	0	-2291.0
sis2	Combination	-386.9	0	1213.7	0	-2291.0
sis3	Combination	390.8	0	1213.7	0	2313.8
sis4	Combination	390.8	0	1213.7	0	2313.8
sis5	Combination	390.8	0	1229.7	0	2391.4

Si riporta di seguito la verifica a capacità portante solo per la combinazione peggiore (sis5).

10.1 Verifiche in termini di tensioni efficaci

Fondazioni Dirette Verifica in tensioni efficaci

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

D = Profondità del piano di appoggio

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

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

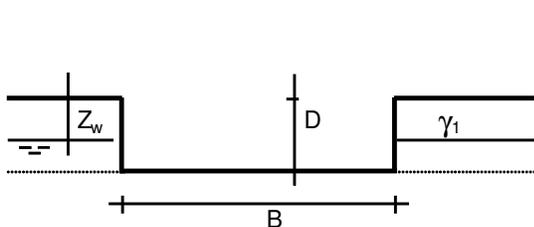
B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

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

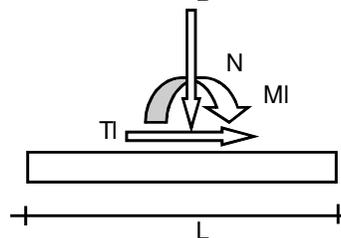
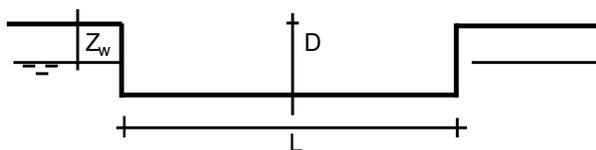
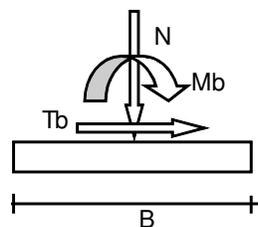
(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

coefficienti parziali

Metodo di calcolo	azioni		proprietà del terreno		resistenze	
	permanenti	temporanee variabili	$\tan \phi'$	c'	q_{lim}	scorr
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M2+R2	1.00	1.30	1.25	1.25	1.80
	SISMA	1.00	1.00	1.25	1.25	1.80
	A1+M1+R3	1.30	1.50	1.00	1.00	2.30
	SISMA	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30
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



γ, c', ϕ'



(Per fondazione nastriforme L = 100 m)

B = 9.70 (m)
L = 1.00 (m)
D = 3.00 (m)



$\beta_f = 0.00$ (°)



$\beta_p = 0.00$ (°)

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	1229.70		1229.70
Mb [kNm]	2391.40		2391.40
Ml [kNm]	0.00		0.00
Tb [kN]	390.80		390.80
Tl [kN]	0.00		0.00
H [kN]	390.80	0.00	390.80

Peso unità di volume del terreno

$$\begin{aligned}\gamma_1 &= 19.00 \quad (\text{kN/mc}) \\ \gamma &= 19.00 \quad (\text{kN/mc})\end{aligned}$$

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$$\begin{aligned}c' &= 15.00 \quad (\text{kN/mq}) \\ \phi' &= 25.00 \quad (^\circ)\end{aligned}$$

Valori di progetto

$$\begin{aligned}c' &= 15.00 \quad (\text{kN/mq}) \\ \phi' &= 25.00 \quad (^\circ)\end{aligned}$$

Profondità della falda

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

$$\begin{aligned}e_B &= 1.94 \quad (\text{m}) \\ e_L &= 0.00 \quad (\text{m})\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}B^* &= 5.81 \quad (\text{m}) \\ L^* &= 1.00 \quad (\text{m})\end{aligned}$$

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 27.00 \quad (\text{kN/mq})$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

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

Nc, Nq, N γ : coefficienti di capacità portante

$$N_q = \tan^2(45 + \phi'/2) * e^{(\pi * \gamma * \phi')}$$

$$N_q = 10.66$$

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

$$N_c = 20.72$$

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

$$N_\gamma = 10.88$$

s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

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

$$s_c = 1.09$$

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

$$s_q = 1.08$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot B / L$$

$$s_\gamma = 0.93$$

i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.85 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 90.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.15 \quad m = 1.85 \quad (-)$$

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

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

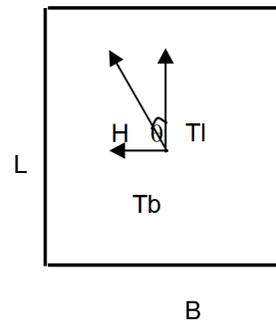
$$i_q = 0.55$$

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

$$i_c = 0.50$$

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

$$i_\gamma = 0.40$$



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

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

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

$$d_q = 1.39$$

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

$$d_c = 1.43$$

$$d_{\gamma} = 1$$

$$d_{\gamma} = 1.00$$

b_c, b_q, b_{γ} : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan \varphi')^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^{\circ}$$

$$b_q = 1.00$$

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

$$b_c = 1.00$$

$$b_{\gamma} = b_q$$

$$b_{\gamma} = 1.00$$

g_c, g_q, g_{γ} : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan \beta_p)^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^{\circ}$$

$$g_q = 1.00$$

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

$$g_c = 1.00$$

$$g_{\gamma} = g_q$$

$$g_{\gamma} = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 498.74 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

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

$$q = 211.63 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

SL04 - Scatolare di approccio al VI10 lato CT- Relazione di calcolo scatolare

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 78	CL	SL040 001	A	67 di 70

$$q_{lim} / \gamma_R = 216.84 \geq q = 211.63 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 390.80 \text{ (kN)}$$

Azione Resistente

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

$$S_d = 660.58 \text{ (kN)}$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 600.53 \geq H_d = 390.80 \text{ (kN)}$$

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

Metodo di calcolo		coefficienti parziali				
		azioni		proprietà del terreno	resistenze	
		permanenti	temporanee variabili	c_u	q_{lim}	scorr
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M2+R2	1.00	1.30	1.40	1.80	1.00
	SISMA	1.00	1.00	1.40	1.80	1.00
	A1+M1+R3	1.30	1.50	1.00	2.30	1.10
	SISMA	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
Tensioni Ammissibili		1.00	1.00	1.00	3.00	3.00
Definiti dal Progettista		1.00	1.00	1.00	2.30	1.10

Peso unità di volume del terreno

$$\gamma_1 = 19.00 \text{ (kN/mc)}$$

$$\gamma = 19.00 \text{ (kN/mc)}$$

Valore caratteristico di resistenza del terreno

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

$$e_B = 1.94 \text{ (m)}$$

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

Valore di progetto

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

$$B^* = 5.81 \text{ (m)}$$

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

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 57.00 \text{ (kN/mq)}$$

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 19.00 \text{ (kN/mc)}$$

N_c : coefficiente di capacità portante

$$N_c = 2 + \pi$$

$$N_c = 5.14$$

s_c : fattori di forma

$$s_c = 1 + 0,2 B^* / L^*$$

$$s_c = 1.03$$

i_c : fattore di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.85$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.15$$

$$\theta = \arctg(T_b/T_l) = 90.00 \quad (^\circ)$$

$$m = 1.85$$

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

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

$$i_c = 0.76$$

d_c : fattore di profondità del piano di appoggio

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

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

$$d_c = 1.50$$

b_c : fattore di inclinazione base della fondazione

$$b_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2))$$

$$\beta_f + \beta_p = 0.00$$

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

$$b_c = 1.00$$

g_c : fattore di inclinazione piano di campagna

$$g_c = (1 - 2 \beta_f / (\pi + 2))$$

$$\beta_f + \beta_p = 0.00$$

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

$$g_c = 1.00$$

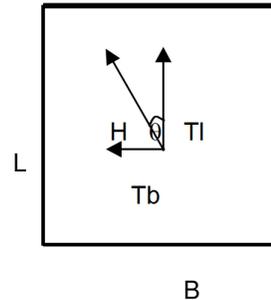
Carico limite unitario

$$q_{lim} = 660.99 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

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

$$q = 211.63 \quad (\text{kN/m}^2)$$



Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 287.39 \geq q = 211.63 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 390.80 \text{ (kN)}$$

Azione Resistente

$$S_d = c_u B^* L^*$$

$$S_d = 581.06 \text{ (kN)}$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 528.24 \geq H_d = 390.80 \text{ (kN)}$$