

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)

VIABILITA' - VIADOTTI

NW03 – VIADOTTO STRADALE SU NV53A

Relazione di calcolo spalla A

SCALA:

-

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

RS3T 30 D 09 CL NW0300 002 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoil - Edin	Gen-2020	A.Ferr 	Gen-2020	A.Barreca 	Gen-2020	ITALFERR S.p.A. U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti Dott. Ing. Paolo Vittozzi Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma N° A 20783
B	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoil - Edin	Mag-2020	A.Ferr 	Mag-2020	A.Barreca 	Mag-2020	

File: RS3T.3.0.D.09.CL.NW.03.0.0.002.B

n. Elab.: 09_670

INDICE

1	PREMESSA	4
1.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	6
3	MATERIALI	7
3.1	VERIFICA S.L.E.	8
3.1.1	<i>Verifiche alle tensioni</i>	8
3.1.2	<i>Verifiche a fessurazione</i>	8
4	ANALISI E VERIFICHE SPALLA.....	10
4.1	GENERALITÀ	10
4.2	MODELLI A MENSOLA PER LA VERIFICA DELLE SPALLE.....	10
4.3	CONDIZIONI ELEMENTARI E COMBINAZIONI DI CARICO.....	10
4.4	SISTEMI DI RIFERIMENTO ED UNITÀ DI MISURA	14
4.5	GEOMETRIA DELLA SPALLA	15
4.6	ANALISI DEI CARICHI.....	17
4.6.1	<i>Peso proprio elementi strutturali</i>	17
4.6.2	<i>Carichi trasmessi dall'impalcato</i>	17
4.6.3	<i>Azione del Vento</i>	18
4.6.4	<i>Carichi da traffico verticali</i>	19
4.6.5	<i>Carichi da traffico orizzontali</i>	20
4.6.6	<i>Spinta statica del terrapieno</i>	20
4.6.7	<i>Sovraccarico sul terrapieno</i>	21
4.6.8	<i>Spinta del sovraccarico accidentale condizioni statiche</i>	21
4.6.9	<i>Azione sismica</i>	22
4.6.10	<i>Incremento di spinta del terrapieno</i>	27
4.6.11	<i>Inerzie strutturali</i>	28
4.6.12	<i>Calcolo delle sollecitazioni in testa pali</i>	28

4.6.13	Riepilogo risultati.....	29
4.7	SOLLECITAZIONI.....	34
4.7.1	Muro paraghiaia	34
4.7.2	Muro frontale	36
4.7.3	Plinto di fondazione.....	38
4.8	PALI DI FONDAZIONE	40
4.9	VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	41
4.9.1	Paraghiaia.....	42
4.9.2	Muro frontale	49
4.9.3	Zattera di fondazione.....	57
4.9.4	Palo di fondazione.....	59

1 PREMESSA

Il presente documento si inserisce nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto definitivo del corpo stradale ferroviario, delle opere d'arte e delle opere interferite relative al progetto definitivo della direttrice ferroviaria Messina-Catania-Palermo nell'ambito del nuovo collegamento Palermo – Catania.

La presente relazione ha per oggetto il dimensionamento e le verifiche di resistenza secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (S.L.) di una delle spalle del viadotto NW03 sulla viabilità NV53. In particolare si tratterà la spalla **A** che presenta l'altezza del paramento maggiore e l'ipotesi di appoggi "fissi" dell'impalcato.

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate secondo il DM 17 gennaio 2018.

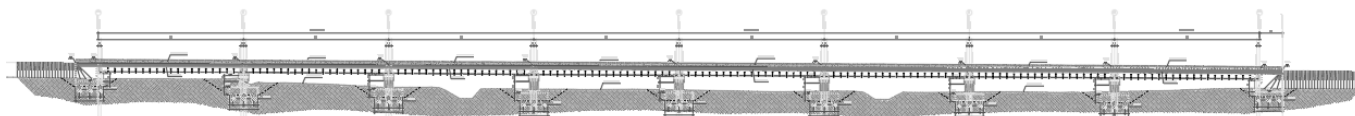
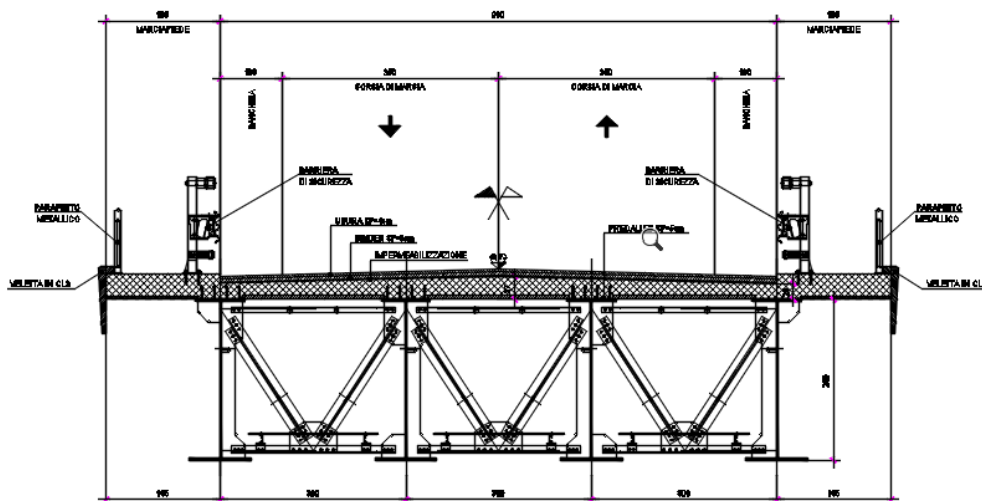
1.1 Descrizione dell'opera

Per la NV53A - Adeguamento SS121 Continuità provinciale (Strada Extraurbana Principale F1 Corsia 3.50m + Banchina 1.00m b=9.00m) in corrispondenza della progressive 1+250 ed 2+100 sono previsti due viadotti di lunghezza totale di 398 e 149 m circa.

Il primo viadotto è suddiviso in 8 campate da 49.0m di luce; gli impalcati saranno costituiti da quattro travi in carpenteria metallica collegate in testa da una soletta in c.a. collaborante, gettata in opera.

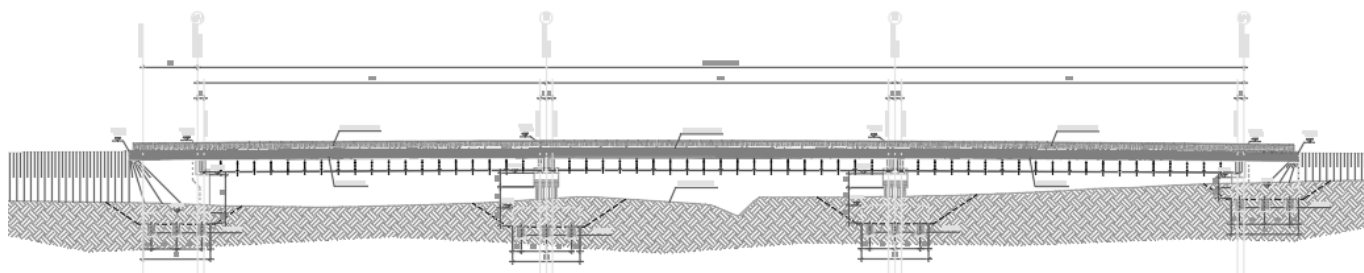
Il secondo viadotto è suddiviso in 3 campate da 49.0m di luce; gli impalcati saranno costituiti da quattro travi in carpenteria metallica collegate in testa da una soletta in c.a. collaborante, gettata in opera.

Pila e spalle saranno realizzate in c.a. gettato in opera e fondate su pali di grande diametro.



RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW03 00 002	B	5 di 63



Sezione trasversale e prospetto

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Le principali Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento e prese a riferimento sono le seguenti:

- *Ministero delle Infrastrutture, DM 17 gennaio 2018, Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».*
- *Ministero delle Infrastrutture, Circolare n°7 21 gennaio 2019, Istruzioni per l'Applicazione delle «Norme tecniche per le costruzioni».*
- *Istruzione RFI DTC SI PS MA IFS 001 A - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture*
- *Istruzione RFI DTC SI CS MA IFS 001 A - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale*
- *Regolamento (UE) N.1299/2014 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea. Relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione Europea modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019.*

3 MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali previsti le sottostrutture sono le seguenti:

Calcestruzzo magro e getti di livellamento

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C12/15
- TIPO CEMENTO CEM I÷V
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XO

Calcestruzzo per pali di fondazione

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C25/30
- TIPO CEMENTO CEM III÷V
- RAPPORTO A/C : ≤ 0.60
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XC2
- COPRIFERRO MINIMO = 60 mm
- DIAMETRO MASSIMO INERTI : 32 mm

Calcestruzzo per fondazioni

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C28/35
- TIPO CEMENTO CEM III÷V
- RAPPORTO A/C : ≤ 0.60
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XC2
- COPRIFERRO = 40 mm
- DIAMETRO MASSIMO INERTI : 25 mm

Calcestruzzo elevazione

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C32/40
- TIPO CEMENTO CEM III÷V
- RAPPORTO A/C : ≤ 0.50
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XC4
- COPRIFERRO = 40 mm (*)
- DIAMETRO MASSIMO INERTI : 25 mm

IN BARRE E RETI ELETTRICALI

B450C saldabile che presenta le seguenti caratteristiche :

- Tensione di snervamento caratteristica $f_{yk} > 450 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica a rottura $f_{tk} > 540 \text{ N/mm}^2$
- $1.15 \leq f_{tk}/f_{yk} < 1.35$

3.1 Verifica S.L.E.

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attese, secondo quanto di seguito specificato

3.1.1 Verifiche alle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente a trazione" adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento "Specifiche per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario RFI DTC INC PO SP IFS 001 A del 2019", ovvero:

Strutture in c.a.

Tensioni di compressione del calcestruzzo

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

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

Tensioni di trazione nell'acciaio

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

3.1.2 Verifiche a fessurazione

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico frequente e combinazione quasi permanente. Essendo la struttura a contatto col terreno si considerano condizioni ambientali aggressive; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV]

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente:

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

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

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

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

Risultando:

$$w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0.3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0.4 \text{ mm}$$

Data la maggior restrittività, alle prescrizioni normative presenti in NTC si sostituiscono in tal caso quelle fornite dal “Manuale di Progettazione delle Opere Civili” secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

Per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, qual è il caso delle strutture in esame così come identificate nel DM 17.1.2018, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l’apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

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

Riguardo infine il valore di calcolo delle fessure da confrontare con i valori limite fissati dalla norma, si è utilizzata la procedura riportata al C4.1.2.2.4.5 della Circolare n. 7/19.

4 ANALISI E VERIFICHE SPALLA

4.1 Generalità

La spalla presentano una configurazione a paramento di spessore 2.40 m e muri di risvolto per il contenimento del rilevato retrostante di spessore 1.30 m. L'altezza della spalla A (escluso paraghiaia) è pari a 5.40 m.

Entrambe le spalle hanno in testa un paraghiaia di spessore 0.5 m ed altezza di circa 3.50 cm dalla testa muro frontale.

Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 1.50m collegate in testa da una platea di spessore 2.50 m.

Il calcolo è stato effettuato per la spalla **A**, con altezza di paramento maggiore estendendo i risultati anche all'altra.

Per le verifiche dei singoli elementi della spalla (pali, platea di fondazione ed elevazioni) è stata effettuata un'analisi dei carichi agenti sul piano appoggi e allo spiccato della fondazione; l'analisi viene riportata nelle pagine seguenti.

4.2 Modelli a mensola per la verifica delle spalle

Le sollecitazioni di verifica della spalla sono state determinate a partire dai valori delle risultanti delle azioni trasmesse dagli impalcati alla quota degli apparecchi di appoggio alle quali vanno combinate le azioni determinate dalle spinte del terreno di riempimento e del sovraccarico in condizioni sia statiche che sismiche e le azioni date dalle forze di inerzia e dal peso proprio delle sottostrutture.

Tutti i muri sono considerati sconnessi fra loro per la valutazione delle sollecitazioni alla base e quindi le azioni provenienti dall'impalcato sono applicate solamente al muro frontale. Tale schema pur risultando cautelativo, non fornisce sovrastime eccessive nel calcolo dei quantitativi di armatura previsti.

Il modello della struttura è stato implementato in un foglio di calcolo appositamente realizzato per la valutazione delle azioni agenti sulle singole parti della struttura, quali muro paraghiaia e muro frontale che vengono tutti modellati come delle mensole incastrate alla base.

Per il plinto di fondazione, si è utilizzato un modello tirante-puntone per l'analisi e la verifica dello zoccolo anteriore al muro frontale.

Per quanto riguarda invece le sollecitazioni sui pali di fondazione a partire dalle azioni risultanti nel baricentro del plinto alla quota di intradosso, sono stati calcolati, per ciascuna combinazione di carico, gli sforzi assiali e di taglio in testa ai pali di fondazione utilizzando il classico modello a piastra rigida.

4.3 Condizioni elementari e combinazioni di carico

Le verifiche di sicurezza strutturali e geotecniche sono state condotte utilizzando combinazioni di carico definite in ottemperanza alle NTC18, secondo quanto riportato nei paragrafi 2.5.3, 5.1.3.12. Di seguito sono mostrati i coefficienti parziali di sicurezza utilizzati allo SLU ed i coefficienti di combinazione adoperati per i carichi variabili nella progettazione delle strutture da ponte.

2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omissi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

Per le verifiche geotecniche si è fatto riferimento alla combinazione (A1+M1+R3) di coefficienti parziali prevista dall'Approccio 2.

Tab. 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti g_1 e g_3	favorevoli	γ_{G1} e γ_{G3}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾ g_2	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Q1}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	γ_{e1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli	γ_{e2} , γ_{e3} , γ_{e4}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

⁽²⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio carichi permanenti portati), sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

 Tab. 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combinazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV)	Schema 1 (carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	--	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento	a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	in esecuzione	0,8	0,0	0,0
	a ponte carico SLU e SLE	0,6	0,0	0,0
Neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	SLU e SLE	0,6	0,6	0,5

 Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE – CALTANISSETTA (LOTTO 3B)
Viadotto NW03

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW03 00 002	B	13 di 63

Nel seguito si riportano le azioni considerate ai fini della valutazione delle sollecitazioni agenti sulle sottostrutture e, quindi, alle verifiche strutturali.

	A2 - SIU - N max gr.1	A2 - SIU - MT max gr.1	A2 - SIU - ML max gr.1	A2 - SIU - N max gr.3	A2 - SIU - MT max gr.3	A2 - SIU - ML max gr.3	A2 - SIU - Vento ponte scarico	A2 - SIU Gmin - N max gr.1	A2 - SIU Gmin - MT max gr.1	A2 - SIU Gmin - ML max gr.1	A2 - SIU Gmin - N max gr.3	A2 - SIU Gmin - MT max gr.3	A2 - SIU Gmin - ML max gr.3	A2 - SIU Gmin - Vento ponte scarico	A1 - SIU - N max gr.1	A1 - SIU - MT max gr.1	A1 - SIU - ML max gr.1	A1 - SIU - N max gr.3	A1 - SIU - MT max gr.3	A1 - SIU - ML max gr.3	A1 - SIU - Vento ponte scarico	A1 - SIU Gmin - N max gr.1	A1 - SIU Gmin - MT max gr.1	A1 - SIU Gmin - ML max gr.1	A1 - SIU Gmin - N max gr.3	A1 - SIU Gmin - MT max gr.3	A1 - SIU Gmin - ML max gr.3	A1 - SIU Gmin - Vento ponte scarico
Peso proprio g1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti G2	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ballast	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Comb. Nmax Qr	1.25	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.00
Comb. Nmax Q frenatura	0.63	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.00
Comb. Nmax Q centrifuga	1.25	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	0.00
Comb. Nmax Q serpeggio	1.25	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	0.00
Comb. MTmax Qr	0.00	1.25	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00
Comb. MTmax Q frenatura	0.00	0.63	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00
Comb. MTmax Q centrifuga	0.00	1.25	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00
Comb. MTmax Q serpeggio	0.00	1.25	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00
Comb. MLmax Qr	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00
Comb. MLmax Q frenatura	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00
Comb. MLmax Q centrifuga	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00
Comb. MLmax Q serpeggio	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.00	1.25	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00	1.45	0.00	0.00
Vento Ponte Scarico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50
Vento Ponte Carico	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Attrito permanente	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
Attrito carichi mobili	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	0.00	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45
Sisma longitudinale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma trasversale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sisma verticale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

SLE min - N max gr.1	SLE min - MT max gr.1	SLE min - ML max gr.1	SLE min - N max gr.3	SLE min - MT max gr.3	SLE min - ML max gr.3	SLE min - Vento ponte scarico	SLE freq. - N max gr.1	SLE freq. - MT max gr.1	SLE freq. - ML max gr.1	SLE freq. - N max gr.3	SLE freq. - MT max gr.3	SLE freq. - ML max gr.3	SLE freq. - Vento ponte scarico	SLE quasi permanente	SUV - N max	SUV - MT max	SUV - ML max	SUV - MT max	SUV - ML max	SUV - N min	
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Peso proprio g1
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Permanenti G2
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Ballast
1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	Comb. Nmax Qr
0.50	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	Comb. Nmax Q frenatura
1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	Comb. Nmax Q centrifuga
1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	Comb. Nmax Q serpeggio
0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	0.00	Comb. MTmax Qr
0.00	0.50	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	0.00	Comb. MTmax Q frenatura
0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	0.00	Comb. MTmax Q centrifuga
0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	0.00	Comb. MTmax Q serpeggio
0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	Comb. MLmax Qr
0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	Comb. MLmax Q frenatura
0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	Comb. MLmax Q centrifuga
0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	Comb. MLmax Q serpeggio
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Vento Ponte Scarico
0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Vento Ponte Carico
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	Attrito permanente
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	Attrito carichi mobili
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.30	1.00	0.30	1.00	0.30	Sisma longitudinale
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	1.00	0.30	1.00	0.30	0.30	Sisma trasversale
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-1.00	Sisma verticale

Gli scarichi agli appoggi, riportati nei paragrafi seguenti, fanno riferimento alla seguente terna di assi:

- asse X coincidente con l'asse longitudinale del ponte;
- asse Y coincidente con l'asse trasversale del ponte;
- asse Z coincidente con l'asse verticale del ponte;

Per quanto riguarda la risposta alle diverse componenti dell'azione sismica, poiché si è adottata un'analisi in campo lineare, essa può essere calcolata separatamente per ciascuna delle componenti. Gli effetti sulla struttura (sollecitazioni, deformazioni, spostamenti, ecc) sono combinate successivamente applicando l'espressione

$$1.00 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_z$$

con rotazione dei coefficienti moltiplicativi e conseguente individuazione degli effetti più gravosi.

Occorre precisare che con il segno negativo verranno indicate le azioni aventi direzione positiva delle Z (ovvero dirette verso l'alto).

4.4 Sistemi di riferimento ed unità di misura

- Asse X parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Y ortogonale all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Z verticale

- Lunghezze = m
- Forze = kN

Generali			
Peso cls	γ_{cls}	25	kN/m ³
Peso terreno	γ_t	20	kN/m ³
Sovraccarico accidentale sul rilevato	q_{acc}	20.0	kN/m ²
Altezza appoggio + baggiolo	h_{ap}	0.40	m
Distanza piano appoggi-intradosso plinto	H_1	8.30	m
Paraghiaia			
Altezza	H_p	3.50	m
Lunghezza lungo asse X	b_p	0.5	m
Lunghezza lungo asse Y	L_p	11.30	m
Distanza tra i muri andatori dir. Y		11.30	m
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	x_p	2.35	m
Muro frontale			
Altezza	H_m	5.40	m
Lunghezza lungo asse X	b_m	2.40	m
Lunghezza lungo asse Y	L_m	10.10	m
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	x_m	3.30	m
Coordinata X del baricentro rispetto paraghiaia	x_{m1}	-0.95	m
Distanza asse baggioli- asse muro frontale		0.40	m
Plinto			
Altezza	H_f	2.50	m
Lunghezza lungo asse X	b_f	12.00	m
Lunghezza lungo asse Y	L_f	16.50	m
Mensola anteriore plinto	b_{n1}	1.50	m
Spessore ricoprimento medio	h_t	1.00	m
Distanza asse baggioli - baricentro plinto		3.70	m
Muro andatore			
Altezza	H_a	8.90	m
Lunghezza di un singolo muro lungo asse Y	L_a	1.30	m
Lunghezza di un singolo muro lungo asse X	b_a	8.10	m
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	x_a	-1.95	m
Terreno			
Angolo d'attrito interno (φ)		35	°
Coefficiente per il calcolo della spinta a riposo		▼	$K_0 = 0.426$
Sisma			
S_s		1.000	
a_g		0.197	
Coefficiente riduttivo		1.00	
Coefficiente sismico orizzontale	k_h	0.197	
Mononobe e Okabe	K_{AE}	0.410	
Coefficiente per sisma verticale	k_v	0.099	

Tabella 2 – Dati di input

4.6 Analisi dei carichi

4.6.1 Peso proprio elementi strutturali

➤ Peso proprio strutture

I pesi degli elementi strutturali sono calcolati utilizzando un peso di volume del calcestruzzo pari a 25 kN/m³.

Impalcato			
N° Corsie convenzionali		3	
Lunghezza	L	50	m
Peso Proprio	G1	140	kN/m
Permanenti portati	G2	55	kN/m
n° totale appoggi sulla spalla	n	4	
Reazione appoggio i = (G1*L/2)/n	Ri	875.0	kN
Reazione appoggio i = (G2*L/2)/n	Ri	343.8	kN
Reazione appoggio i = (G2*L/2)/n (ballast)	Ri	0	kN

4.6.2 Carichi trasmessi dall'impalcato

I carichi del traffico vengono dedotti dal modello FEM dell'impalcato. Sul singolo appoggio forniscono i risultati in tabella seguente.

Appoggio	A			B			C			D			biz
	FZ	FX	FY	FZ	FX	FY	FZ	FX	FY	FZ	FX	FY	
Descrizione carico	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[m]
Peso proprio G1	875			875			875			875			0.00
Permanenti G2	350			350			350			350			0.00
Comb. Nmax Q1	500			724			605			408			0.00
Comb. Nmax Q3 frenatura					248			248					3.00
Comb. Nmax Q4 centrifuga													3.00
Comb. Nmax Q folla	205			32			32			205			0.00
Comb. MTmax Q1	823			390			156			7			0.00
Comb. MTmax Q3 frenatura					248			248					3.00
Comb. MTmax Q4 centrifuga													3.00
Comb. MTmax Q folla	265			72			40			-60			0.00
Comb. MLmax Q1													0.00
Comb. MLmax Q3 frenatura													3.00
Comb. MLmax Q4 centrifuga													3.00
Comb. MLmax Q folla													0.00
Vento Ponte Scarico						121			121				3.80
Vento Ponte Carico						182			182				4.50
Attrito permanente		37	37		37	37		37	37		37	37	0.00
Attrito carichi mobili		25	25		22	22		18	18		12	12	0.00
Sisma longitudinale		548			540			530			515		2.80
Sisma trasversale			274			270			265			257	2.80
Sisma verticale	137			135			133			129			0.00

4.6.3 Azione del Vento

Azione del Vento - generale - NTC e EC 1-1-4:2005

Condizione (ponte carico o scarico)		scarico	carico	
Altitudine sul livello del mare	as	430	430	m
Zona	Z	4	4	
Parametri	Vb,0	28	28	m/s
Parametri	ao	500	500	m
Parametri	ks	0.36	0.36	1/s
Velocità di riferimento (Tr=50anni)	vb=vb0 * (1+ ks(as/ao-1)	28	28	m/s
Periodo di ritorno considerato	TR	150	150	anni
	αR	1.06	1.06	
Velocità di riferimento	Vb(TR)	29.71	29.71	m/s
Densità dell'aria	ρ	1.25	1.25	kg/mc
Pressione cinetica di riferimento	qb=0.5*ρ*vb²	0.55	0.55	kN/mq
Classe di rugosità del terreno		D	D	
Distanza dalla costa		>10	>10	km
Altitudine sul livello del mare		<750	<750	m
Categoria di esposizione del sito	Cat	II	II	

Vento su impalcato

Parametri	kr	0.19	0.19	
Parametri	z0	0.05	0.05	m
Parametri	zmin	4	4	m
Altezza di riferimento per l'impalcato (EC punto 8.3.1(6))	z	10	10	m
Coefficiente di topografia	ct	1	1	
Coefficiente di esposizione (z)	ce(z)	2.35	2.35	
Larghezza impalcato	b	12.7	12.7	m
Altezza impalcato	h1	3	3	m
Altezza veicoli o parapetto	h2	1.5	3	m
Altezza totale impalcato (comprese le barriere o veicoli)	dtot	4.5	6	m
Rapporto di forma	b/dtot	2.82	2.12	
Coefficiente di forza (figura 8.3 EC)	cfx	1.65	1.87	

Riepilogo

Pressione cinetica di riferimento	qb	0.55	0.55	kN/mq
Coefficiente di esposizione	ce	2.35	2.35	
Coefficiente di forza	cfx	1.65	1.87	
Altezza di riferimento (EC punto 8.3.1 (4) e (5))	d	4.5	6	m
Forza statica equivalente a m/1	f=prodotto	9.7	14.5	kN/m
Pressione statica equivalente	p=f/d	2.15	2.42	kN/mq
Pressione statica equivalente (minima considerata)	pmin	1.5	1.5	kN/mq
Forza statica equivalente a m/1 considerata	f	9.7	14.5	kN/m

Vento impalcato a ponte scarico

Forza statica equivalente	f	9.7		kN/m
Luce impalcato	L	50		m
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	241		kN/m

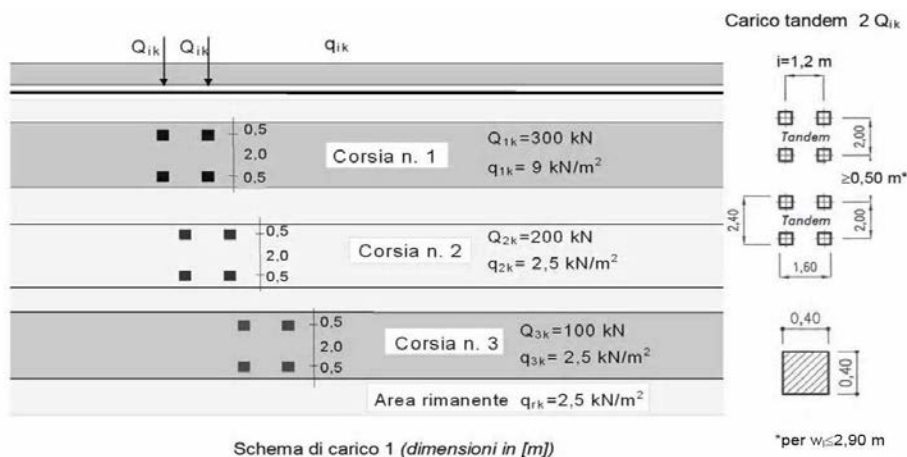
Vento impalcato a ponte carico

Forza statica equivalente	f	14.5		kN/m
Luce impalcato	L	50		m
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	363		kN/m

4.6.4 Carichi da traffico verticali

L'opera è stata progettata considerando le sollecitazioni dovute al carico da traffico veicolare.

Le azioni variabili del traffico definite nello Schema di Carico 1 sono costituite da carichi concentrati e da carichi uniformemente distribuiti. Tale schema è da assumere a riferimento sia per le verifiche globali, sia per le verifiche locali.



Il numero delle colonne di carichi mobili e la loro disposizione sono quelli massimi compatibili con la larghezza della carreggiata considerata, per i ponti di 1a Categoria.

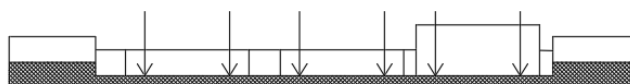
Posizione	Carico asse Q_{ik} [kN]	q_{ik} [kN/m ²]
Corsia Numero 1	300	9
Corsia Numero 2	200	2,5
Corsia Numero 3	100	2,5
Altre corsie	0,00	2,50

Sui marciapiedi si applica lo Schema di Carico 5 (folla) con valore $q = 5$ kN/mq.

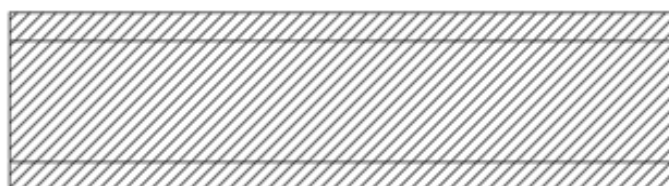
Di seguito si farà riferimento alle due condizioni di carico seguenti:

- N max, massimo sforzo normale per la spalla: il carico è presente sull'impalcato con il numero massimo di corsie convenzionali geometricamente consentite. Si riporta di seguito uno schema esemplificativo:

SEZIONE TRASVERSALE

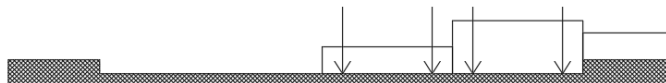


PIANTA

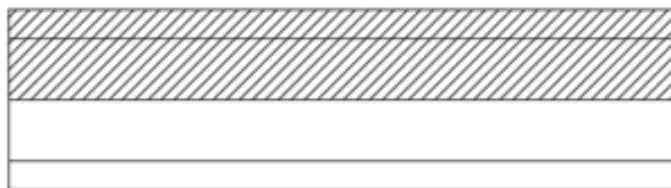


- Mt max, massimo momento lungo l'asse x (direzione di marcia): il carico è presente solo da un lato della carreggiata. Si riporta di seguito uno schema esemplificativo:

SEZIONE TRASVERSALE



PIANTA



4.6.5 Carichi da traffico orizzontali

Frenatura		
L	50	m
q3	495	kN
q3 (filtrata)	495	kN

Centrifuga		
Raggio planimetrico	10000	m
n° corsie	3	
Qv	1200	kN
q4	0	kN

4.6.6 Spinta statica del terrapieno

A tergo della spalla, applicato sulla zattera posteriore, viene considerato un carico pari al peso del rinterro calcolato con un peso di volume pari a $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$

L'espressione della spinta esercitata da un terrapieno di peso specifico γ , su una parete di altezza H, risulta:

$$S_o = 1/2 * \gamma * H^2 * K_o \quad (\text{spinta per metro lineare di spalla})$$

l'utilizzo di K_o è determinato dall'impossibilità, da parte della spalla, di subire spostamenti; si assume $K_o = 1 - \sin \phi$.

Il punto di applicazione della spinta si trova in corrispondenza del baricentro del diagramma delle pressioni (1/3 H rispetto alla base della parete).

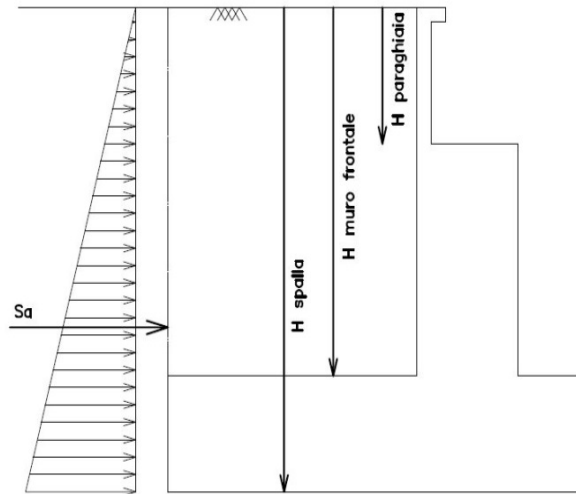


Fig. 1 Spinta statica terreno di rinterro

Per il terreno di riempimento si considera lo standard per rilevati ferroviari e si assegnano le seguenti caratteristiche meccaniche:

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3 \qquad \varphi' = 35^\circ \qquad c' = 0$$

4.6.7 Sovraccarico sul terrapieno

Nell'analisi delle azioni è stato inoltre considerato il contributo, in termini di sovraccarico verticale in fondazione e di spinta, del sovraccarico accidentale eventualmente presente a tergo spalla.

$$q = 20 \text{ kN/m}^2$$

$$S_q = 20 \cdot 0.426 = 8.53 \text{ kN/m}^2$$

4.6.8 Spinta del sovraccarico accidentale condizioni statiche

In aggiunta in condizioni statiche si considera un sovraccarico accidentale pari a $Q = 20 \text{ kN/m}^2$ gravante sulla spalla e sul cuneo di spinta a tergo di essa

La presenza del sovraccarico Q genera una spinta pari a:

$$S_q = Q \cdot H \cdot K_o$$

Tale spinta è applicata ad una altezza pari a $H/2$.

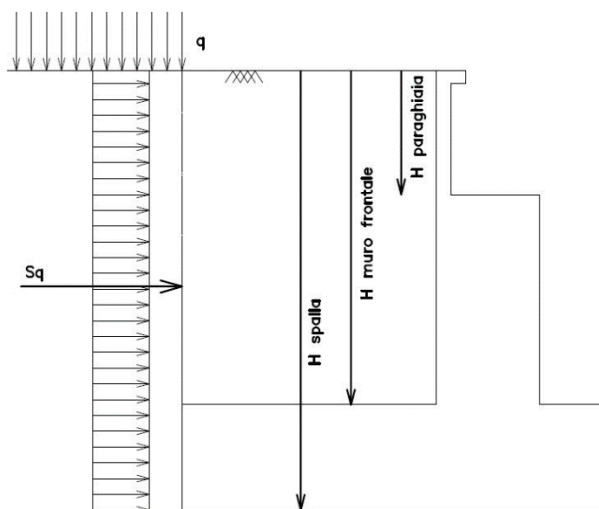


Fig. 2 : Spinta statica sovraccarico accidentale

4.6.9 Azione 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.

➤ Azioni sismiche sulla Spalla

Per la valutazione dell'azione sismica associata ai carichi fissi propri e permanenti /accidentali agenti sulle spalle si utilizza il metodo dell'analisi pseudostatica in cui il sisma è rappresentato da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k_h (coefficiente sismico orizzontale) o k_v (coefficiente sismico verticale) secondo quanto di seguito indicato:

Forza sismica orizzontale $F_h = k_h W$

Forza sismica verticale $F_v = k_v W$

Nelle verifiche allo stato limite ultimo, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad (7.11.6)$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h \quad (7.11.7)$$

dove

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_T \cdot a_g \quad (7.11.8)$$

dove

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al § 3.2.3.2;

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Nella precedente espressione, il coefficiente β_m assume i valori riportati nella Tab. 7.11-II.

Per muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente β_m assume valore unitario.


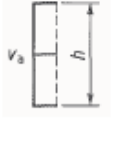
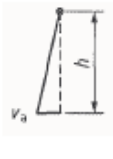

Con riferimento al valore da assegnare al coefficiente β_m , si è fatto riferimento alle indicazioni di cui alla Tabella 7.1.II riportata nella stessa sezione della norma, tenendo tuttavia conto della specifica che prescrive, nel caso di muri che non siano in grado di subire spostamenti (quale è il caso delle spalle del viadotto in questione che in virtù della elevata rigidità sia del sistema di fondazione che della parte in elevazione, è interessata da spostamenti trascurabili durante l'evento sismico) un valore del coefficiente β_m pari ad 1.0.

Assumendo tale valore si considera che, cautelativamente, il terreno di riempimento è rigidamente connesso alla spalla e non subisce deformazioni o movimenti relativi rispetto ad essa.

➤ Sovraspinta sismica del terreno

Per il calcolo della spinta del terreno sulle opere di sostegno, occorre tenere presente che la mobilitazione della spinta attiva avviene per spostamenti di entità contenuta, come si evince dalla seguente tabella desunta dall'EC7 - Parte 1 - Annesso C (C.3 "Movements to mobilise limit earth pressures):

Table C.1 — Ratios v_a/h

Kind of wall movement	v_a/h loose soil %	v_a/h dense soil %
a) 	0,4 to 0,5	0,1 to 0,2
b) 	0,2	0,05 to 0,1
c) 	0,8 to 1,0	0,2 to 0,5
d) 	0,4 to 0,5	0,1 to 0,2
where: v_a is the wall motion to mobilise active earth pressure h is the height of the wall		

In condizioni sismiche, l'entità degli spostamenti dipende principalmente dall'intensità dell'azione sismica e dalla rigidità del sistema pali-terreno; pertanto, la possibilità di ammettere la mobilitazione della spinta attiva è subordinata alla valutazione degli spostamenti dell'opera e potrà essere valutata caso per caso. Cautelativamente, la valutazione degli spostamenti, da effettuarsi calcolando le spinte come somma della spinta attiva in condizioni statiche e dell'incremento di spinta attiva in condizioni sismiche, sarà riferita alla base dell'opera (i.e. alla sommità della palificata) e il confronto con i valori di riferimento per la mobilitazione della spinta attiva sarà effettuato in accordo con lo schema b) della tabella estratta dall'EC7 per terreni addensati (rilevati stradali e ferroviari). L'altezza h rispetto alla quale effettuare la verifica corrisponde all'altezza totale dell'opera su cui agisce la spinta del terreno, comprensiva dello spessore della fondazione.

Qualora, a seguito della verifica dell'entità degli spostamenti, non ricorressero le condizioni di spinta attiva, si procederà al calcolo delle spinte considerando la somma della spinta statica a riposo e dell'incremento di spinta sismica valutata con la teoria di Wood, secondo le indicazioni contenute nell'EC8 – Parte 5 – Annesso E (E.9 “Force due to earth pressure for rigid structures”):

$$\Delta S_S = (a_{\max}/g) \cdot \gamma \cdot H^2$$

Tale risultante è applicata ad un'altezza pari ad $H/2$.

Qualora, a seguito della verifica dell'entità degli spostamenti, ricorressero le condizioni di spinta attiva, si confermerà la correttezza dell'ipotesi di calcolo delle spinte come somma della spinta attiva in condizioni statiche e dell'incremento di spinta attiva in condizioni sismiche.

Per la valutazione del coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche si farà in generale riferimento alla formulazione di Muller – Breslau:

$$k_a = \frac{\cos^2(\alpha + \phi)}{\cos^2 \alpha \cdot \cos(\alpha - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\cos(\alpha - \delta) \cdot \cos(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

ϕ = angolo di attrito interno del terreno

α = inclinazione del paramento di monte rispetto alla verticale

β = inclinazione del pendio di monte rispetto al piano orizzontale

δ = angolo di attrito terra-muro

Per la valutazione del coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche si farà riferimento alla formulazione di Mononobe-Okabe:

$$k_a = \frac{\cos^2(\phi - \alpha - \theta)}{\cos \theta \cdot \cos^2 \alpha \cdot \cos(\delta + \alpha + \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta - \theta)}{\cos(\delta + \alpha + \theta) \cdot \cos(\beta - \alpha)}} \right]^2} \quad \text{se } \beta \leq \phi - \theta$$

$$k_a = \frac{\cos^2(\phi - \alpha - \theta)}{\cos \theta \cdot \cos^2 \alpha \cdot \cos(\delta + \alpha + \theta)} \quad \text{se } \beta > \phi - \theta$$

dove θ = angolo sismico, definito secondo la seguente espressione (in assenza di falda) in funzione dei coefficienti sismici k_h e k_v :

$$\tan \theta = k_h / (1 \pm k_v)$$

Nella determinazione dei coefficienti sismici k_h e k_v , per le spalle di ponti e viadotti ferroviari fondate su pali si porrà $\beta_m = 1$ in accordo con l'EC8-5.

Le forze di inerzia agenti sulla massa della struttura e del terreno presente sulla sua fondazione saranno valutate applicando l'accelerazione massima al suolo a_g .

La spinta totale di progetto E_d esercitata dal terrapieno ed agente sull'opera di sostegno in condizioni sismiche è dunque data dalla somma della spinta a riposo, della spinta sismica e della spinta statica data dal sovraccarico accidentale combinata al 20% così come riportato nella Tabella 5.2.V delle NTC2018.

$$E_d = S_{\text{stat}} + 0.2 \cdot S_q + \Delta S_s$$

Infine, nel caso specifico non essendo presente la falda a tergo dell'opera, la spinta idrostatica è nulla.

➤ Valori di progetto

La pericolosità sismica di base è stata definita sulla base delle coordinate geografiche del sito di realizzazione dell'opera:

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO


Ricerca per coordinate
LONGITUDINE: 13.88982 LATITUDINE: 37.66503

Ricerca per comune
REGIONE: Sicilia PROVINCIA: Catania COMUNE: Ramacca

Elaborazioni grafiche
Grafici spettri di risposta
Variabilità dei parametri

Elaborazioni
Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

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

Interpolazione: media ponderata

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

INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

I parametri utilizzati per la definizione dell'azione sismica sono riportati di seguito.

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N : 100 info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U : 1.5 info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R : 150 info

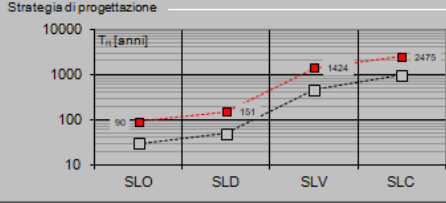
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R : info

Stati limite di esercizio - SLE:
 SLO - $P_{VR} = 81\%$: 90
 SLD - $P_{VR} = 63\%$: 151

Stati limite ultimi - SLU:
 SLV - $P_{VR} = 10\%$: 1424
 SLC - $P_{VR} = 5\%$: 2475

Elaborazioni
Grafici parametri azione
Grafici spettri di risposta
Tabella parametri azione

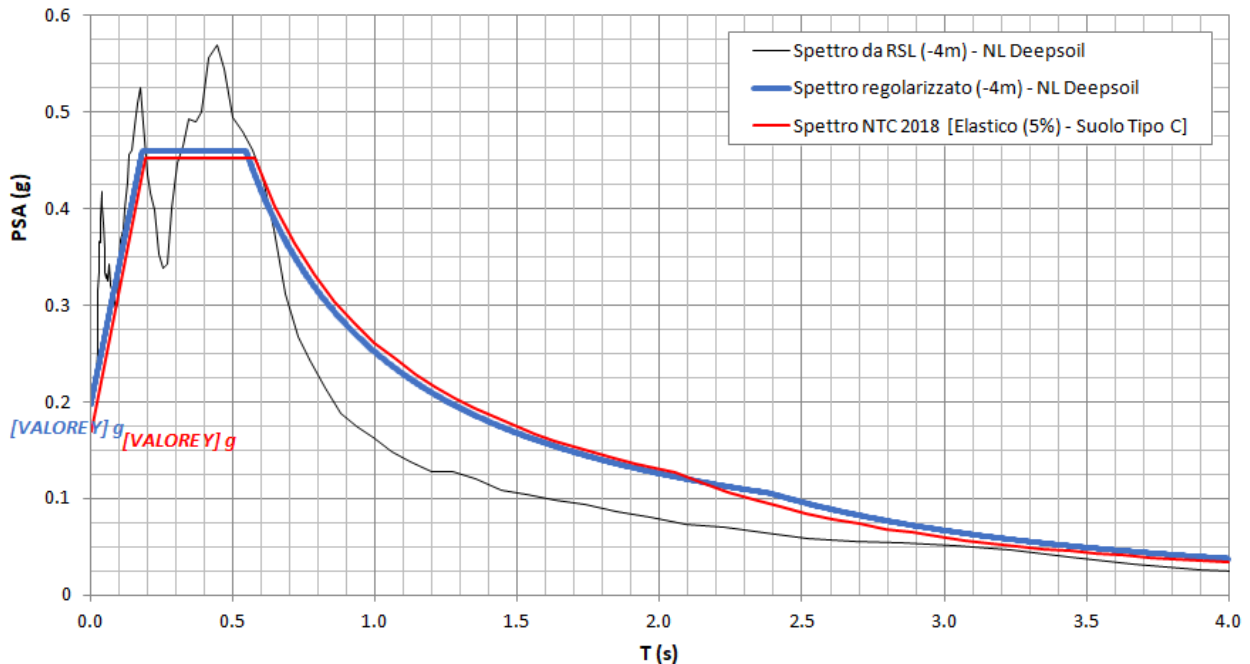
Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO
 - - - - - Strategia per costruzioni ordinarie
 Strategia scelta

INTRO FASE 1 **FASE 2** FASE 3

Per il viadotto in esame è stato effettuato uno specifico studio di Risposta Simica Locale del quale si riportano i risultati:

NW03 - prova: DH3AVI21


4.6.10 Incremento di spinta del terrapieno

Avendo valutato preliminarmente l'entità dello spostamento della struttura in fase sismica, e ricorrendo le condizioni sopra descritte (EC7 - Parte 1 - Annesso C), l'incremento di spinta del terrapieno viene valutato secondo la teoria di [Mononobe-Okabe](#) (vedi relazione geotecnica).

Mononobe e Okabe			
Inclinazione Paramento	α	90.0	
Angolo d'attrito interno	φ	35.0	°
Coefficiente sismico orizzontale	k_{jh}	0.197	
Coefficiente per sisma verticale	k_{jv}	0.099	
$\theta (+k_{jv})$		10.2	
$\theta (-k_{jv})$		12.3	
Mononobe e Okabe (+ k_{jv})	K_{AE}	0.381	
Mononobe e Okabe (- k_{jv})	K_{AE}	0.410	

4.6.11 Inerzie strutturali

Si valutano le inerzie legate alla massa degli elementi strutturali con la seguente formula:

$$F_i = k_i \cdot W_{str}$$

4.6.12 Calcolo delle sollecitazioni in testa pali

Le sollecitazioni agenti in testa palo vengono calcolate nell'ipotesi di platea di fondazione infinitamente rigida, attraverso la relazione

$$R(x, y) = \frac{N}{n} + \frac{M_l}{J_l} \cdot y + \frac{M_t}{J_t} \cdot x$$

dove

N, M_l, M_t sono lo sforzo normale e i momenti flettenti longitudinale e trasversale agenti al baricentro della palificata, n è il numero di pali e J_l, J_t sono le inerzie longitudinale e trasversale della palificata

$$J_l = \sum y_i^2 \qquad J_t = \sum x_i^2$$

Per quanto riguarda le sollecitazioni orizzontali in testa palo, si assume che le azioni di taglio di ripartiscano uniformemente tra i pali, risultando

$$T(x, y) = \frac{\sqrt{H_l^2 + H_t^2}}{n}$$

dove H_l, H_t sono le forze orizzontali longitudinale e trasversale agenti al baricentro della palificata.

4.6.13 Riepilogo risultati

Il foglio automatico, sulla base di calcoli sviluppati nei fogli successivi, restituisce, per ciascuna combinazione i risultati del controllo di verifica.

Per ciascuna combinazione vengono riassunti:

- Le sollecitazioni al livello del piano di fondazione in termini di sforzo normale N, forza orizzontale T e momento ribaltante M.
- Per i carichi sui pali in termini di N_{max} , N_{min} , T ed M.

➤ Fase statica

PARAGHIAIA

AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		F_Z	F_X	F_Y	b_{ix}	b_{iy}	b_{iz}	M_x	M_y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	494			0.00	0.00	1.75	0	0
Rinterro	g3		590		0.00	0.00	1.17	0	689
Frenatura sul paraghiaia		300	180		0.00	0.00	3.50	0	630
Sovr. acc. sul rilevato			337		0.00	0.00	1.75	0	590

SPICCATO MURO FRONTALE

AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		F_Z	F_X	F_Y	b_{ix}	b_{iy}	b_{iz}	M_x	M_y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	494	0	0	-0.95		7.15	0	-470
Muro frontale	g1	4115	0	0			2.70	0	0
Totale Permanenti		4609	0	0				0	-470
Rinterro	g3		4290	0			2.97	0	12726
Sovr. acc. sul rilevato			858	0			4.45	0	3817

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW03 00 002	B	30 di 63

FONDAZIONE
AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	494			2.35	0.00	9.65	0	1162
Muro frontale	g1	4115			3.30	0.00	5.20	0	13579
Plinto	g1	12375			0.00	0.00	1.25	0	0
Muri andatori	g1	4686			-1.95	0.00	6.95	0	-9137
Totale Permanenti		21670						0	5603
Rinterro	g3	14562			-1.95	0.00	6.95	0	-28396
Ricop. Plinto	g3	1293			1.95	0.00	3.00	0	2521
Sovr. acc. sul rilevato		1831			-1.95	0.00	11.40	0	-3570
* Il sovraccarico accidentale a tergo della spalla è da considerarsi presente in tutte le combinazioni									
Rinterro	g3		7038		-1.95	0.00	3.80	0	26745
Sovr. acc. sul rilevato			1099		0.00	0.00	5.70	0	6262

➤ Fase sismica Monobe-Okabe

PARAGHIAIA

AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	494			0.00	0.00	1.75	0	0
Rinterro	g3		375		0.00	0.00	1.17	0	438
Frenatura sul paraghiaia		300	180		0.00	0.00	3.50	0	630
Sovr. acc. sul rilevato			214		0.00	0.00	1.75	0	375

cond sismica x

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	0	97	0	0.00	0.00	1.75	0	170
Rinterro	Inerzia		1262				1.75	0	2209
	Sovraspinta		216				1.17	0	252
Rinterro [totale]			1478					0	2460
Sovr. acc. sul rilevato			214		0.00	0.00	1.75	0	375
Totale generale			1790					0	3006

cond sismica y

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	0	0	97	0.00	0.00	1.75	170	0

cond sismica vert

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	49	0	0	0.00	0.00	1.75	0	0

SPICCATO MURO FRONTALE

AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	494	0	0	-0.95		7.15	0	-470
Muro frontale	g1	4115	0	0			2.70	0	0
Totale Permanenti		4609	0	0				0	-470
Rinterro	g3		2726	0			2.97	0	8087
Sovr. acc. sul rilevato			545	0			4.45	0	2426

cond sismica x

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6		97		-0.95	0.00	7.15	0	696
Muro frontale	q6		811		0.00	0.00	2.70	0	2189
Rinterro	Inerzia		2869				4.45	0	12766
	Sovraspinta		1395				2.97	0	4137
Rinterro [totale]			4263					0	16903
Sovr. acc. sul rilevato			545				4.45	0	2426
Totale generale			5716					0	22214

cond sismica y

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6			97	-0.95	0.00	7.15	696	0
Muro frontale	q6			811	0.00	0.00	2.70	2189	0
Rinterro					0.00	0.00	0.00	0	0
Totale generale				908				2885	0

cond sismica vert

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	49			-0.95	0.00	7.15	0	-46
Muro frontale	q6	405			0.00	0.00	2.70	0	0
Totale generale		454						0	-46

FONDAZIONE
AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	494			2.35	0.00	9.65	0	1162
Muro frontale	g1	4115			3.30	0.00	5.20	0	13579
Plinto	g1	12375			0.00	0.00	1.25	0	0
Muri andatori	g1	4686			-1.95	0.00	6.95	0	-9137
Totale Permanenti		21670						0	5603
Rinterro	g3	14562			-1.95	0.00	6.95	0	-28396
Ricop. Plinto	g3	1293			1.95	0.00	3.00	0	2521
Sovr. acc. sul rilevato		1831			-1.95	0.00	11.40	0	-3570
* Il sovraccarico accidentale a tergo della spalla è da considerarsi presente in tutte le combinazioni									
Rinterro	g3		4473		-1.95	0.00	3.80	0	16996
Sovr. acc. sul rilevato			698		0.00	0.00	5.70	0	3980

AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond sismica x

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q _s		97		2.35	0.00	9.65	0	940
Muro frontale	q _s		811		3.30	0.00	5.20	0	4215
Plinto	q _s		2438		0.00	0.00	1.25	0	3047
Muri andatori	q _s		923		-1.95	0.00	6.95	0	6416
Rinterro	Inerzia		2869		-1.95	0.00	6.95	0	19938
	Sovraspinta		2288		-1.95	0.00	3.80	0	8695
Rinterro [totale]			5157				6.95	0	28633
Sovr. acc. sul rilevato			698		-1.95		6.95	0	3980
Totale generale			10124						47230

cond sismica y

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q _s			97	2.35	0.00	9.65	940	0
Muro frontale	q _s			811	3.30	0.00	5.20	4215	0
Plinto	q _s			2438	0.00	0.00	1.25	3047	0
Muri andatori	q _s			923	-1.95	0.00	6.95	6416	0
Rinterro	Inerzia			2869	0.00		6.95	19938	0
	Sovraspinta			216			3.80	820	0
Rinterro [totale]				3084				20757	0
Sovr. acc. sul rilevato				698	-1.95		11.40	7959	0
Totale generale				8052				43335	0

cond sismica vert

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q _s	49			2.35	0.00	9.65	0.00	114
Muro frontale	q _s	405			3.30	0.00	5.20	0.00	1338
Plinto	q _s	1219			0.00	0.00	1.25	0.00	0
Muri andatori	q _s	462			-1.95	0.00	6.95	0.00	-900
Rinterro	q _s	1434			0.00	0.00	0.00	0.00	0
Ricop. Plinto	q _s	127			1.95	0.00	3.00	0.00	248
Totale generale		3696						0.00	800

4.7 Sollecitazioni

4.7.1 Muro paraghiaia

In condizioni statiche il muro paraghiaia è sollecitato dalla spinta del rilevato, dalla spinta dei sovraccarichi accidentali, dai sovraccarichi mobili agenti sulla mensola del muro e dall'azione di frenatura. In condizioni sismiche il muro paraghiaia è sollecitato dalla spinta sismica del rilevato, dalle masse del muro. Il modello di calcolo utilizzato è quello di mensola incastrata al muro frontale.

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL PARAGHIAIA

	Nz [kN]	Tx [kN]	Ty [kN]	Mx [kN*m]	My [kN*m]
A2 - SLU - N max gr.1	839	1362	0	0	2299
A2 - SLU - MT max gr.1	839	1362	0	0	2299
A2 - SLU - ML max gr.1	839	1362	0	0	2299
A2 - SLU - N max gr.2	839	1362	0	0	2299
A2 - SLU - MT max gr.2	839	1362	0	0	2299
A2 - SLU - ML max gr.2	839	1362	0	0	2299
A2 - SLU - N max gr.3	839	1362	0	0	2299
A2 - SLU - MT max gr.3	839	1362	0	0	2299
A2 - SLU - ML max gr.3	839	1362	0	0	2299
A2 - SLU - Vento ponte scarico	494	767	0	0	895
A2 - SLU - N max gr.1	839	1185	0	0	2092
A2 - SLU - MT max gr.1	839	1185	0	0	2092
A2 - SLU - ML max gr.1	839	1185	0	0	2092
A2 - SLU - N max gr.2	839	1185	0	0	2092
A2 - SLU - MT max gr.2	839	1185	0	0	2092
A2 - SLU - ML max gr.2	839	1185	0	0	2092
A2 - SLU - N max gr.3	839	1185	0	0	2092
A2 - SLU - MT max gr.3	839	1185	0	0	2092
A2 - SLU - ML max gr.3	839	1185	0	0	2092
A2 - SLU - Vento ponte scarico	494	590	0	0	689
A1 - SLU - N max gr.1	1072	1584	0	0	2680
A1 - SLU - MT max gr.1	1072	1584	0	0	2680
A1 - SLU - ML max gr.1	1072	1584	0	0	2680
A1 - SLU - N max gr.2	1072	1584	0	0	2680
A1 - SLU - MT max gr.2	1072	1584	0	0	2680
A1 - SLU - ML max gr.2	1072	1584	0	0	2680
A1 - SLU - N max gr.3	1072	1584	0	0	2680
A1 - SLU - MT max gr.3	1072	1584	0	0	2680
A1 - SLU - ML max gr.3	1072	1584	0	0	2680
A1 - SLU - Vento ponte scarico	1072	1584	0	0	2680
A1 - SLU - N max gr.1	899	1289	0	0	2336
A1 - SLU - MT max gr.1	899	1289	0	0	2336
A1 - SLU - ML max gr.1	899	1289	0	0	2336
A1 - SLU - N max gr.2	899	1289	0	0	2336
A1 - SLU - MT max gr.2	899	1289	0	0	2336
A1 - SLU - ML max gr.2	899	1289	0	0	2336
A1 - SLU - N max gr.3	899	1289	0	0	2336
A1 - SLU - MT max gr.3	899	1289	0	0	2336
A1 - SLU - ML max gr.3	899	1289	0	0	2336
A1 - SLU - Vento ponte scarico	494	590	0	0	689
SLE Rara - N max gr.1	794	1108	0	0	1909
SLE Rara - MT max gr.1	794	1108	0	0	1909
SLE Rara - ML max gr.1	794	1108	0	0	1909
SLE Rara - N max gr.2	794	1108	0	0	1909
SLE Rara - MT max gr.2	794	1108	0	0	1909
SLE Rara - ML max gr.2	794	1108	0	0	1909
SLE Rara - N max gr.3	794	1108	0	0	1909
SLE Rara - MT max gr.3	794	1108	0	0	1909
SLE Rara - ML max gr.3	794	1108	0	0	1909
SLE Rara - Vento ponte scarico	494	590	0	0	689
SLE Freq. - N max gr.1	719	978	0	0	1604
SLE Freq. - MT max gr.1	719	978	0	0	1604
SLE Freq. - ML max gr.1	719	978	0	0	1604
SLE Freq. - N max gr.2	719	978	0	0	1604
SLE Freq. - MT max gr.2	719	978	0	0	1604
SLE Freq. - ML max gr.2	719	978	0	0	1604
SLE Freq. - N max gr.3	719	978	0	0	1604
SLE Freq. - MT max gr.3	719	978	0	0	1604
SLE Freq. - ML max gr.3	719	978	0	0	1604
SLE Freq. - Vento ponte scarico	494	590	0	0	689
SLE Q.P. - ML max gr.3	494	590	0	0	689
SLV -dir.X 1	569	2029	29	51	3270
SLV -dir.X 2	540	2029	29	51	3270
SLV -dir.Y 1	569	927	97	170	1428
SLV -dir.Y 2	540	927	97	170	1428
SLV -dir.Z+	603	927	29	51	1428
SLV -dir.Z-	506	927	29	51	1428

Tabella 3 – Sollecitazioni alla base del muro paraghiaia

4.7.2 Muro frontale

Le sollecitazioni riportate nella seguente tabella sono state ottenute dal modello di calcolo descritto nei paragrafi precedenti.

Per la verifica del muro frontale, a quota spiccato, tali azioni possono essere considerate uniformemente distribuite in quanto l'altezza del muro frontale è tale che nell' ipotesi di ripartizione a 45°, tali scarichi si ripartiscono uniformemente alla base del muro

Ai carichi prima riportati, si aggiungono il peso proprio del muro frontale, del muro paraghiaia e la spinta del terreno e del sovraccarico sul rilevato a tergo.

Si ottengono quindi le seguenti sollecitazioni, con riferimento alle combinazioni maggiormente significative.

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL MURO FRONTALE

	Nz [kN]	Tx [kN]	Ty [kN]	Mx [kN*m]	My [kN*m]
A2 - SLU - N max gr.1	12774	6842	563	5226	25350
A2 - SLU - MT max gr.1	11694	6842	563	10040	24918
A2 - SLU - ML max gr.1	9929	6842	563	4545	24212
A2 - SLU - N max gr.2	11859	7413	563	5056	30003
A2 - SLU - MT max gr.2	11116	7413	563	8015	29706
A2 - SLU - ML max gr.2	9929	6842	563	4545	24212
A2 - SLU - N max gr.3	11859	6842	563	5056	24984
A2 - SLU - MT max gr.3	11116	6842	563	8015	24687
A2 - SLU - ML max gr.3	9929	6842	563	4545	24212
A2 - SLU - Vento ponte scarico	9929	5768	506	4129	19311
A2 - SLU - N max gr.1	12354	5511	519	4971	21109
A2 - SLU - MT max gr.1	11274	5511	519	9784	20676
A2 - SLU - ML max gr.1	9509	5511	519	4289	19971
A2 - SLU - N max gr.2	11439	6082	519	4800	25762
A2 - SLU - MT max gr.2	10696	6082	519	7759	25465
A2 - SLU - ML max gr.2	9509	5511	519	4289	19971
A2 - SLU - N max gr.3	11439	5511	519	4800	20742
A2 - SLU - MT max gr.3	10696	5511	519	7759	20445
A2 - SLU - ML max gr.3	9509	5511	519	4289	19971
A2 - SLU - Vento ponte scarico	9509	4437	462	3873	15069
A1 - SLU - N max gr.1	16387	7917	652	6054	29554
A1 - SLU - MT max gr.1	15119	7917	652	11705	29047
A1 - SLU - ML max gr.1	13047	7917	652	5255	28218
A1 - SLU - N max gr.2	15312	8586	652	5854	35016
A1 - SLU - MT max gr.2	14441	8586	652	9328	34668
A1 - SLU - ML max gr.2	13047	7917	652	5255	28218
A1 - SLU - N max gr.3	15312	7917	652	5854	29124
A1 - SLU - MT max gr.3	14441	7917	652	9328	28775
A1 - SLU - ML max gr.3	13047	7917	652	5255	28218
A1 - SLU - Vento ponte scarico	13047	7917	687	5365	28218
A1 - SLU - N max gr.1	12849	5698	578	5628	22159
A1 - SLU - MT max gr.1	11581	5698	578	11279	21652
A1 - SLU - ML max gr.1	9509	5698	578	4828	20823
A1 - SLU - N max gr.2	11774	6368	578	5428	27621
A1 - SLU - MT max gr.2	11774	6368	578	5428	27621
A1 - SLU - ML max gr.2	10902	6368	578	8902	27273
A1 - SLU - N max gr.3	9509	5698	578	4828	20823
A1 - SLU - MT max gr.3	11774	5698	578	5428	21729
A1 - SLU - ML max gr.3	10902	5698	578	8902	21380
A1 - SLU - Vento ponte scarico	9509	4540	578	4828	15670
SLE Rara - N max gr.1	9509	5294	510	4337	18886
SLE Rara - MT max gr.1	11983	5371	442	4140	20321
SLE Rara - ML max gr.1	11044	5371	442	8326	19945
SLE Rara - N max gr.2	9509	5371	442	3548	19331
SLE Rara - MT max gr.2	11187	5867	442	3992	24367
SLE Rara - ML max gr.2	10541	5867	442	6565	24109
SLE Rara - N max gr.3	9509	5371	442	3548	19331
SLE Rara - MT max gr.3	11187	5371	442	3992	20002
SLE Rara - ML max gr.3	10541	5371	442	6565	19744
SLE Rara - Vento ponte scarico	9509	4513	442	3548	15514
SLE Freq. - N max gr.1	11365	5138	205	1631	19008
SLE Freq. - MT max gr.1	10660	5138	205	4770	18726
SLE Freq. - ML max gr.1	9509	5138	205	1187	18266
SLE Freq. - N max gr.2	10767	5510	205	1520	22043
SLE Freq. - MT max gr.2	10283	5510	205	3450	21849
SLE Freq. - ML max gr.2	9509	5138	205	1187	18266
SLE Freq. - N max gr.3	10767	5138	205	1520	18769
SLE Freq. - MT max gr.3	10283	5138	205	3450	18575
SLE Freq. - ML max gr.3	9509	5138	205	1187	18266
SLE Freq. - Vento ponte scarico	9509	4437	195	1317	15069
SLE Q.P. - ML max gr.3	9509	5371	224	1298	19331
SLV -dir.X 1	9805	10301	755	4570	49181
SLV -dir.X 2	9213	10301	755	4546	49081
SLV -dir.Y 1	10112	5288	2137	13963	23488
SLV -dir.Y 2	9520	5288	2137	13939	23388
SLV -dir.Z+	10991	5288	755	4717	23680
SLV -dir.Z-	9017	5288	755	4636	23346

Tabella 4 – Sollecitazioni alla base del muro frontale

Le sollecitazioni in direzione trasversale risultano trascurabili rispetto a quelle in direzione longitudinale, tenuto anche conto della geometria della sezione del muro frontale.

4.7.3 *Plinto di fondazione*

In questo paragrafo si riporta la determinazione delle sollecitazioni in quota testa pali che si ottengono sommando, alle azioni provenienti dall'impalcato, la risultante e il momento risultante dei pesi della struttura, del terreno interno alla spalla e delle spinte dovute al rilevato rispetto al baricentro del plinto. In condizioni sismiche si è tenuto conto dell'incremento di spinta delle inerzie.

Nella tabella che segue sono indicati la risultante e momento risultante rispetto al baricentro del plinto di fondazione.

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA INTRADOSSO FONDAZIONE

	Nz [kN]	Tx [kN]	Ty [kN]	Mx [kN*m]	My [kN*m]
A2 - SLU - N max gr.1	52552	10692	563	6635	42360
A2 - SLU - MT max gr.1	51472	10692	563	11448	38363
A2 - SLU - ML max gr.1	49707	10692	563	5953	31834
A2 - SLU - N max gr.2	51636	11263	563	6464	45418
A2 - SLU - MT max gr.2	50894	11263	563	9423	42670
A2 - SLU - ML max gr.2	49707	10692	563	5953	31834
A2 - SLU - N max gr.3	51636	10692	563	6464	38972
A2 - SLU - MT max gr.3	50894	10692	563	9423	36225
A2 - SLU - ML max gr.3	49707	10692	563	5953	31834
A2 - SLU - Vento ponte scarico	47602	9341	506	5393	28004
A2 - SLU - N max gr.1	47375	8537	519	6269	40180
A2 - SLU - MT max gr.1	46295	8537	519	11082	36182
A2 - SLU - ML max gr.1	44530	8537	519	5587	29653
A2 - SLU - N max gr.2	46460	9107	519	6098	43237
A2 - SLU - MT max gr.2	45717	9107	519	9057	40489
A2 - SLU - ML max gr.2	44530	8537	519	5587	29653
A2 - SLU - N max gr.3	46460	8537	519	6098	36791
A2 - SLU - MT max gr.3	45717	8537	519	9057	34044
A2 - SLU - ML max gr.3	44530	8537	519	5587	29653
A2 - SLU - Vento ponte scarico	42425	7185	462	5027	25823
A1 - SLU - N max gr.1	65674	12364	652	7684	52805
A1 - SLU - MT max gr.1	64405	12364	652	13335	48112
A1 - SLU - ML max gr.1	62334	12364	652	6884	40447
A1 - SLU - N max gr.2	64599	13034	652	7484	56394
A1 - SLU - MT max gr.2	63727	13034	652	10957	53169
A1 - SLU - ML max gr.2	62334	12364	652	6884	40447
A1 - SLU - N max gr.3	64599	12364	652	7484	48828
A1 - SLU - MT max gr.3	63727	12364	652	10957	45602
A1 - SLU - ML max gr.3	62334	12364	652	6884	40447
A1 - SLU - Vento ponte scarico	62334	12364	687	7083	40447
A1 - SLU - N max gr.1	48236	8772	578	7074	42676
A1 - SLU - MT max gr.1	46968	8772	578	12725	37983
A1 - SLU - ML max gr.1	44897	8772	578	6274	30319
A1 - SLU - N max gr.2	47161	9442	578	6874	46265
A1 - SLU - MT max gr.2	47161	9442	578	6874	46265
A1 - SLU - ML max gr.2	46290	9442	578	10347	43040
A1 - SLU - N max gr.3	44897	8772	578	6274	30319
A1 - SLU - MT max gr.3	47161	8772	578	6874	38699
A1 - SLU - ML max gr.3	46290	8772	578	10347	35473
A1 - SLU - Vento ponte scarico	42425	7289	578	6274	26684
SLE Rara - N max gr.1	44256	8284	510	5612	28516
SLE Rara - MT max gr.1	46730	8361	442	5246	38307
SLE Rara - ML max gr.1	45790	8361	442	9431	34831
SLE Rara - N max gr.2	44256	8361	442	4653	29153
SLE Rara - MT max gr.2	45934	8857	442	5097	40966
SLE Rara - ML max gr.2	45288	8857	442	7670	38576
SLE Rara - N max gr.3	44256	8361	442	4653	29153
SLE Rara - MT max gr.3	45934	8361	442	5097	35361
SLE Rara - ML max gr.3	45288	8361	442	7670	32972
SLE Rara - Vento ponte scarico	42425	7262	442	4653	26461
SLE Freq. - N max gr.1	45654	8067	205	2143	35186
SLE Freq. - MT max gr.1	44949	8067	205	5282	32579
SLE Freq. - ML max gr.1	43798	8067	205	1698	28321
SLE Freq. - N max gr.2	45056	8439	205	2031	37180
SLE Freq. - MT max gr.2	44572	8439	205	3961	35388
SLE Freq. - ML max gr.2	43798	8067	205	1698	28321
SLE Freq. - N max gr.3	45056	8067	205	2031	32976
SLE Freq. - MT max gr.3	44572	8067	205	3961	31184
SLE Freq. - ML max gr.3	43798	8067	205	1698	28321
SLE Freq. - Vento ponte scarico	42425	7185	195	1806	25823
SLE Q.P. - ML max gr.3	44256	8361	224	1858	29153
SLV -dir.X_1	44060	16333	2730	16000	84035
SLV -dir.X_2	41523	16333	2730	15976	82372
SLV -dir.Y_1	44367	8341	8722	51117	39448
SLV -dir.Y_2	41829	8341	8722	51093	37785
SLV -dir.Z+	47515	8341	2730	16147	42084
SLV -dir.Z-	39057	8341	2730	16066	36539

Tabella 5 – Sollecitazioni ad intradosso del baricentro fondazione

4.8 Pali di fondazione

Le sollecitazioni risultanti sono riportati nelle seguenti tabelle:

SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA								
C.C.	N	T _x	T _y	M _x	M _y	N _{max/palo}	N _{min/palo}	T _{palo}
n°	kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kN
Al - SLU - N max gr.1	65674	12364	652	7684	52805	7110	3835	1032
Al - SLU - MT max gr.1	64405	12364	652	13335	48112	7000	3734	1032
Al - SLU - ML max gr.1	62334	12364	652	6884	40447	6471	3918	1032
Al - SLU - N max gr.2	64599	13034	652	7484	56394	7116	3650	1088
Al - SLU - MT max gr.2	63727	13034	652	10957	53169	7031	3590	1088
Al - SLU - ML max gr.2	62334	12364	652	6884	40447	6471	3918	1032
Al - SLU - N max gr.3	64599	12364	652	7484	48828	6906	3861	1032
Al - SLU - MT max gr.3	63727	12364	652	10957	45602	6821	3800	1032
Al - SLU - ML max gr.3	62334	12364	652	6884	40447	6471	3918	1032
Al - SLU - Vento ponte scarico	62334	12364	687	7083	40447	6475	3914	1032
Al - SLU - N max gr.1	48236	8772	578	7074	42676	5362	2677	733
Al - SLU - MT max gr.1	46968	8772	578	12725	37983	5252	2576	733
Al - SLU - ML max gr.1	44897	8772	578	6274	30319	4723	2760	733
Al - SLU - N max gr.2	47161	9442	578	6874	46265	5368	2492	788
Al - SLU - MT max gr.2	47161	9442	578	6874	46265	5368	2492	788
Al - SLU - ML max gr.2	46290	9442	578	10347	43040	5283	2432	788
Al - SLU - N max gr.3	44897	8772	578	6274	30319	4723	2760	733
Al - SLU - MT max gr.3	47161	8772	578	6874	38699	5158	2702	733
Al - SLU - ML max gr.3	46290	8772	578	10347	35473	5073	2642	733
Al - SLU - Vento ponte scarico	42425	7289	578	6274	26684	4416	2655	609
						7116	2432	1088

Tabella 6 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLU

SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA								
C.C.	N	T _x	T _y	M _x	M _y	N _{max/palo}	N _{min/palo}	T _{palo}
n°	kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kN
SLV -dir.X 1	44060	16333	2730	16000	84035	6362	982	1380
SLV -dir.X 2	41523	16333	2730	15976	82372	6103	817	1380
SLV -dir.Y 1	44367	8341	8722	51117	39448	5929	1466	1006
SLV -dir.Y 2	41829	8341	8722	51093	37785	5671	1301	1006
SLV -dir.Z+	47515	8341	2730	16147	42084	5487	2432	731
SLV -dir.Z-	39057	8341	2730	16066	36539	4627	1883	731
						6362	817	1380

Tabella 7 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLV

SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA								
C.C.	N	T _x	T _y	M _x	M _y	N _{max/palo}	N _{min/palo}	T _{palo}
n°	kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kN
SLE Rara - N max gr.1	44256	8284	510	5612	28516	4605	2771	692
SLE Rara - MT max gr.1	46730	8361	442	5246	38307	5075	2714	698
SLE Rara - ML max gr.1	45790	8361	442	9431	34831	4993	2639	698
SLE Rara - N max gr.2	44256	8361	442	4653	29153	4601	2775	698
SLE Rara - MT max gr.2	45934	8857	442	5097	40966	5079	2577	739
SLE Rara - ML max gr.2	45288	8857	442	7670	38576	5016	2532	739
SLE Rara - N max gr.3	44256	8361	442	4653	29153	4601	2775	698
SLE Rara - MT max gr.3	45934	8361	442	5097	35361	4923	2732	698
SLE Rara - ML max gr.3	45288	8361	442	7670	32972	4860	2688	698
SLE Rara - Vento ponte scarico	42425	7262	442	4653	26461	4374	2697	606
						5079	2532	739

Tabella 8 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLE

4.9 Verifiche degli elementi strutturali

Per tutti gli elementi strutturali della spalla (muro frontale, muro paraghiaia, ...) vengono svolte le seguenti verifiche:

- verifiche a rottura (pressoflessione e taglio) per le combinazioni allo stato limite ultimo (SLU).
- verifiche tensionali per le combinazioni rare, frequenti e quasi permanenti (SLE)
- verifiche a fessurazione per le combinazioni rara (SLE)

4.9.1 Paraghiaia

Viene verificata la sezione di incastro con lo spiccato del muro frontale. Nella determinazione dei momenti flettenti di verifica il muro paraghiaia viene considerato come una mensola incastrata allo spiccato del muro frontale, trascurando a favore di sicurezza gli effetti dovuti alla eventuale presenza dei muri di risvolto.

Caratteristiche della sezione :

Sezione rettangolare 0.5x11.30 m

Armatura verticale

$A_s = \phi 20/10$ (lato controterra)

$A'_s = \phi 16/20$ (lato esterno)

Armatura orizzontale

$A_s = \phi 14/20$

$A'_s = \phi 12/20$

La verifica a taglio è soddisfatta come elemento non armato a taglio. Si prevede comunque un minimo di armatura a taglio costituita da spilli $9\phi 8/m^2$

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.800	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	182.60	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00	MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.30	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef		2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta 1^* \beta 2$:		1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta 1^* \beta 2$:		0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice: X [cm] Y [cm]

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW03 00 002	B	43 di 63

1	0.0	0.0
2	0.0	1130.0
3	50.0	1130.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	8.3	8.3	16
2	8.3	1121.7	16
3	41.7	1121.7	16
4	41.7	8.3	16

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	100	20
2	3	4	50	16

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	1072.00	0.00	2680.00	0.00	1584.00
2	1072.00	0.00	2680.00	0.00	1584.00
3	1072.00	0.00	2680.00	0.00	1584.00
4	1072.00	0.00	2680.00	0.00	1584.00
5	1072.00	0.00	2680.00	0.00	1584.00
6	1072.00	0.00	2680.00	0.00	1584.00
7	1072.00	0.00	2680.00	0.00	1584.00
8	1072.00	0.00	2680.00	0.00	1584.00
9	1072.00	0.00	2680.00	0.00	1584.00
10	1072.00	0.00	2680.00	0.00	1584.00
11	899.00	0.00	2336.00	0.00	1289.00
12	899.00	0.00	2336.00	0.00	1289.00
13	899.00	0.00	2336.00	0.00	1289.00
14	899.00	0.00	2336.00	0.00	1289.00
15	899.00	0.00	2336.00	0.00	1289.00
16	899.00	0.00	2336.00	0.00	1289.00
17	899.00	0.00	2336.00	0.00	1289.00
18	899.00	0.00	2336.00	0.00	1289.00
19	899.00	0.00	2336.00	0.00	1289.00
20	494.00	0.00	689.00	0.00	590.00
21	569.00	51.00	3270.00	29.00	2029.00
22	540.00	51.00	3270.00	29.00	2029.00

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW03 00 002	B	44 di 63

23	569.00	170.00	1428.00	97.00	927.00
24	540.00	170.00	1428.00	97.00	927.00
25	603.00	51.00	1428.00	29.00	927.00
26	506.00	51.00	1428.00	29.00	927.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	794.00	0.00	1909.00
2	794.00	0.00	1909.00
3	794.00	0.00	1909.00
4	794.00	0.00	1909.00
5	794.00	0.00	1909.00
6	794.00	0.00	1909.00
7	794.00	0.00	1909.00
8	794.00	0.00	1909.00
9	794.00	0.00	1909.00
10	494.00	0.00	689.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	719.00	0.00 (0.00)	1604.00 (1796.99)
2	719.00	0.00 (0.00)	1604.00 (1796.99)
3	719.00	0.00 (0.00)	1604.00 (1796.99)
4	719.00	0.00 (0.00)	1604.00 (1796.99)
5	719.00	0.00 (0.00)	1604.00 (1796.99)
6	719.00	0.00 (0.00)	1604.00 (1796.99)
7	719.00	0.00 (0.00)	1604.00 (1796.99)
8	719.00	0.00 (0.00)	1604.00 (1796.99)
9	719.00	0.00 (0.00)	1604.00 (1796.99)
10	494.00	0.00 (0.00)	689.00 (1838.19)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	494.00	0.00 (0.00)	689.00 (1838.19)

RISULTATI DEL CALCOLO

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW03 00 002	B	45 di 63

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

 Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.3 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 9.0 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis. Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis. Sic.	As Tesa
1	S	1072.00	0.00	2680.00	1072.29	0.01	5021.71	1.87318.2(101.2)	
2	S	1072.00	0.00	2680.00	1072.29	0.01	5021.71	1.87318.2(101.2)	
3	S	1072.00	0.00	2680.00	1072.29	0.01	5021.71	1.87318.2(101.2)	
4	S	1072.00	0.00	2680.00	1072.29	0.01	5021.71	1.87318.2(101.2)	
5	S	1072.00	0.00	2680.00	1072.29	0.01	5021.71	1.87318.2(101.2)	
6	S	1072.00	0.00	2680.00	1072.29	0.01	5021.71	1.87318.2(101.2)	
7	S	1072.00	0.00	2680.00	1072.29	0.01	5021.71	1.87318.2(101.2)	
8	S	1072.00	0.00	2680.00	1072.29	0.01	5021.71	1.87318.2(101.2)	
9	S	1072.00	0.00	2680.00	1072.29	0.01	5021.71	1.87318.2(101.2)	
10	S	1072.00	0.00	2680.00	1072.29	0.01	5021.71	1.87318.2(101.2)	
11	S	899.00	0.00	2336.00	899.14	0.02	4990.94	2.13318.2(101.2)	
12	S	899.00	0.00	2336.00	899.14	0.02	4990.94	2.13318.2(101.2)	
13	S	899.00	0.00	2336.00	899.14	0.02	4990.94	2.13318.2(101.2)	
14	S	899.00	0.00	2336.00	899.14	0.02	4990.94	2.13318.2(101.2)	
15	S	899.00	0.00	2336.00	899.14	0.02	4990.94	2.13318.2(101.2)	
16	S	899.00	0.00	2336.00	899.14	0.02	4990.94	2.13318.2(101.2)	
17	S	899.00	0.00	2336.00	899.14	0.02	4990.94	2.13318.2(101.2)	
18	S	899.00	0.00	2336.00	899.14	0.02	4990.94	2.13318.2(101.2)	
19	S	899.00	0.00	2336.00	899.14	0.02	4990.94	2.13318.2(101.2)	
20	S	494.00	0.00	689.00	493.76	0.06	4918.84	7.09318.2(101.2)	
21	S	569.00	51.00	3270.00	569.00	71.20	4938.06	1.51318.2(101.2)	
22	S	540.00	51.00	3270.00	539.82	72.86	4932.99	1.51318.2(101.2)	
23	S	569.00	170.00	1428.00	569.19	584.13	4947.09	3.45318.2(101.2)	
24	S	540.00	170.00	1428.00	540.06	595.47	4941.77	3.45318.2(101.2)	
25	S	603.00	51.00	1428.00	602.99	170.03	4952.31	3.46318.2(101.2)	
26	S	506.00	51.00	1428.00	506.04	198.00	4937.26	3.45318.2(101.2)	

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.192	50.0	1130.0	-0.00013	41.7	1121.7	-0.01472	8.3	8.3
2	0.00350	0.192	50.0	1130.0	-0.00013	41.7	1121.7	-0.01472	8.3	8.3

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW03 00 002	B	46 di 63

3	0.00350	0.192	50.0	1130.0	-0.00013	41.7	1121.7	-0.01472	8.3	8.3
4	0.00350	0.192	50.0	1130.0	-0.00013	41.7	1121.7	-0.01472	8.3	8.3
5	0.00350	0.192	50.0	1130.0	-0.00013	41.7	1121.7	-0.01472	8.3	8.3
6	0.00350	0.192	50.0	1130.0	-0.00013	41.7	1121.7	-0.01472	8.3	8.3
7	0.00350	0.192	50.0	1130.0	-0.00013	41.7	1121.7	-0.01472	8.3	8.3
8	0.00350	0.192	50.0	1130.0	-0.00013	41.7	1121.7	-0.01472	8.3	8.3
9	0.00350	0.192	50.0	1130.0	-0.00013	41.7	1121.7	-0.01472	8.3	8.3
10	0.00350	0.192	50.0	1130.0	-0.00013	41.7	1121.7	-0.01472	8.3	8.3
11	0.00350	0.191	50.0	1130.0	-0.00016	41.7	1121.7	-0.01487	8.3	8.3
12	0.00350	0.191	50.0	1130.0	-0.00016	41.7	1121.7	-0.01487	8.3	8.3
13	0.00350	0.191	50.0	1130.0	-0.00016	41.7	1121.7	-0.01487	8.3	8.3
14	0.00350	0.191	50.0	1130.0	-0.00016	41.7	1121.7	-0.01487	8.3	8.3
15	0.00350	0.191	50.0	1130.0	-0.00016	41.7	1121.7	-0.01487	8.3	8.3
16	0.00350	0.191	50.0	1130.0	-0.00016	41.7	1121.7	-0.01487	8.3	8.3
17	0.00350	0.191	50.0	1130.0	-0.00016	41.7	1121.7	-0.01487	8.3	8.3
18	0.00350	0.191	50.0	1130.0	-0.00016	41.7	1121.7	-0.01487	8.3	8.3
19	0.00350	0.191	50.0	1130.0	-0.00016	41.7	1121.7	-0.01487	8.3	8.3
20	0.00350	0.187	50.0	1130.0	-0.00022	41.7	1121.7	-0.01520	8.3	8.3
21	0.00350	0.188	50.0	1130.0	-0.00020	41.7	1121.7	-0.01515	8.3	8.3
22	0.00350	0.187	50.0	1130.0	-0.00021	41.7	1121.7	-0.01517	8.3	8.3
23	0.00350	0.188	50.0	1130.0	-0.00018	41.7	1121.7	-0.01510	8.3	8.3
24	0.00350	0.188	50.0	1130.0	-0.00018	41.7	1121.7	-0.01512	8.3	8.3
25	0.00350	0.188	50.0	1130.0	-0.00019	41.7	1121.7	-0.01512	8.3	8.3
26	0.00350	0.187	50.0	1130.0	-0.00020	41.7	1121.7	-0.01520	8.3	8.3

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000436892	0.000000000	-0.018344630	0.192	0.700
2	0.000436892	0.000000000	-0.018344630	0.192	0.700
3	0.000436892	0.000000000	-0.018344630	0.192	0.700
4	0.000436892	0.000000000	-0.018344630	0.192	0.700
5	0.000436892	0.000000000	-0.018344630	0.192	0.700
6	0.000436892	0.000000000	-0.018344630	0.192	0.700
7	0.000436892	0.000000000	-0.018344630	0.192	0.700
8	0.000436892	0.000000000	-0.018344630	0.192	0.700
9	0.000436892	0.000000000	-0.018344630	0.192	0.700
10	0.000436892	0.000000000	-0.018344630	0.192	0.700
11	0.000440430	0.000000000	-0.018521505	0.191	0.700
12	0.000440430	0.000000000	-0.018521505	0.191	0.700
13	0.000440430	0.000000000	-0.018521505	0.191	0.700
14	0.000440430	0.000000000	-0.018521505	0.191	0.700
15	0.000440430	0.000000000	-0.018521505	0.191	0.700
16	0.000440430	0.000000000	-0.018521505	0.191	0.700
17	0.000440430	0.000000000	-0.018521505	0.191	0.700
18	0.000440430	0.000000000	-0.018521505	0.191	0.700
19	0.000440430	0.000000000	-0.018521505	0.191	0.700
20	0.000448551	0.000000000	-0.018927569	0.187	0.700
21	0.000446276	0.000000032	-0.018849643	0.188	0.700
22	0.000446836	0.000000032	-0.018878462	0.187	0.700
23	0.000443165	0.000000105	-0.018776937	0.188	0.700
24	0.000443691	0.000000105	-0.018803647	0.188	0.700
25	0.00044517	0.000000076	-0.018811428	0.188	0.700
26	0.000446125	0.000000088	-0.018905906	0.187	0.700

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

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW03 00 002	B	47 di 63

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

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	1584.00	3100.75	41.7	1130.0	0.0090	0.19
2	S	1584.00	3100.75	41.7	1130.0	0.0090	0.19
3	S	1584.00	3100.75	41.7	1130.0	0.0090	0.19
4	S	1584.00	3100.75	41.7	1130.0	0.0090	0.19
5	S	1584.00	3100.75	41.7	1130.0	0.0090	0.19
6	S	1584.00	3100.75	41.7	1130.0	0.0090	0.19
7	S	1584.00	3100.75	41.7	1130.0	0.0090	0.19
8	S	1584.00	3100.75	41.7	1130.0	0.0090	0.19
9	S	1584.00	3100.75	41.7	1130.0	0.0090	0.19
10	S	1584.00	3100.75	41.7	1130.0	0.0090	0.19
11	S	1289.00	3079.11	41.7	1130.0	0.0090	0.16
12	S	1289.00	3079.11	41.7	1130.0	0.0090	0.16
13	S	1289.00	3079.11	41.7	1130.0	0.0090	0.16
14	S	1289.00	3079.11	41.7	1130.0	0.0090	0.16
15	S	1289.00	3079.11	41.7	1130.0	0.0090	0.16
16	S	1289.00	3079.11	41.7	1130.0	0.0090	0.16
17	S	1289.00	3079.11	41.7	1130.0	0.0090	0.16
18	S	1289.00	3079.11	41.7	1130.0	0.0090	0.16
19	S	1289.00	3079.11	41.7	1130.0	0.0090	0.16
20	S	590.00	3028.44	41.7	1130.0	0.0090	0.09
21	S	2029.00	3037.83	41.7	1130.0	0.0090	0.10
22	S	2029.00	3034.20	41.7	1130.0	0.0090	0.10
23	S	927.02	3037.85	41.7	1130.0	0.0090	0.10
24	S	927.02	3034.22	41.7	1130.0	0.0090	0.10
25	S	927.00	3042.09	41.7	1130.0	0.0090	0.11
26	S	927.01	3029.96	41.7	1130.0	0.0090	0.09

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

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.95	50.0	1130.0	-151.8	8.3	8.3	12995	318.2
2	S	5.95	50.0	1130.0	-151.8	8.3	8.3	12995	318.2
3	S	5.95	50.0	1130.0	-151.8	8.3	8.3	12995	318.2
4	S	5.95	50.0	1130.0	-151.8	8.3	8.3	12995	318.2
5	S	5.95	50.0	1130.0	-151.8	8.3	8.3	12995	318.2
6	S	5.95	50.0	1130.0	-151.8	8.3	8.3	12995	318.2
7	S	5.95	50.0	1130.0	-151.8	8.3	8.3	12995	318.2
8	S	5.95	50.0	1130.0	-151.8	8.3	8.3	12995	318.2
9	S	5.95	50.0	1130.0	-151.8	8.3	8.3	12995	318.2
10	S	2.17	50.0	1130.0	-51.6	8.3	41.4	12995	318.2

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

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

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW03 00 002	B	48 di 63

e1	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00100	0	0.500	19.9	75	0.00046 (0.00046)	393	0.179 (0.20)	0.00	1792.16
2	S	-0.00100	0	0.500	19.9	75	0.00046 (0.00046)	393	0.179 (0.20)	0.00	1792.16
3	S	-0.00100	0	0.500	19.9	75	0.00046 (0.00046)	393	0.179 (0.20)	0.00	1792.16
4	S	-0.00100	0	0.500	19.9	75	0.00046 (0.00046)	393	0.179 (0.20)	0.00	1792.16
5	S	-0.00100	0	0.500	19.9	75	0.00046 (0.00046)	393	0.179 (0.20)	0.00	1792.16
6	S	-0.00100	0	0.500	19.9	75	0.00046 (0.00046)	393	0.179 (0.20)	0.00	1792.16
7	S	-0.00100	0	0.500	19.9	75	0.00046 (0.00046)	393	0.179 (0.20)	0.00	1792.16
8	S	-0.00100	0	0.500	19.9	75	0.00046 (0.00046)	393	0.179 (0.20)	0.00	1792.16
9	S	-0.00100	0	0.500	19.9	75	0.00046 (0.00046)	393	0.179 (0.20)	0.00	1792.16
10	S	-0.00034	0	0.500	19.9	73	0.00015 (0.00015)	387	0.060 (0.20)	0.00	1838.19

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	5.00	50.0	1130.0	-126.7	8.3	19.3	12995	318.2
2	S	5.00	50.0	1130.0	-126.7	8.3	19.3	12995	318.2
3	S	5.00	50.0	1130.0	-126.7	8.3	19.3	12995	318.2
4	S	5.00	50.0	1130.0	-126.7	8.3	19.3	12995	318.2
5	S	5.00	50.0	1130.0	-126.7	8.3	19.3	12995	318.2
6	S	5.00	50.0	1130.0	-126.7	8.3	19.3	12995	318.2
7	S	5.00	50.0	1130.0	-126.7	8.3	19.3	12995	318.2
8	S	5.00	50.0	1130.0	-126.7	8.3	19.3	12995	318.2
9	S	5.00	50.0	1130.0	-126.7	8.3	19.3	12995	318.2
10	S	2.17	50.0	1130.0	-51.6	8.3	41.4	12995	318.2

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00083	0	0.500	19.9	73	0.00038 (0.00038)	387	0.147 (0.20)	0.00	1796.99
2	S	-0.00083	0	0.500	19.9	73	0.00038 (0.00038)	387	0.147 (0.20)	0.00	1796.99
3	S	-0.00083	0	0.500	19.9	73	0.00038 (0.00038)	387	0.147 (0.20)	0.00	1796.99
4	S	-0.00083	0	0.500	19.9	73	0.00038 (0.00038)	387	0.147 (0.20)	0.00	1796.99
5	S	-0.00083	0	0.500	19.9	73	0.00038 (0.00038)	387	0.147 (0.20)	0.00	1796.99
6	S	-0.00083	0	0.500	19.9	73	0.00038 (0.00038)	387	0.147 (0.20)	0.00	1796.99
7	S	-0.00083	0	0.500	19.9	73	0.00038 (0.00038)	387	0.147 (0.20)	0.00	1796.99
8	S	-0.00083	0	0.500	19.9	73	0.00038 (0.00038)	387	0.147 (0.20)	0.00	1796.99
9	S	-0.00083	0	0.500	19.9	73	0.00038 (0.00038)	387	0.147 (0.20)	0.00	1796.99
10	S	-0.00034	0	0.500	19.9	73	0.00015 (0.00015)	387	0.060 (0.20)	0.00	1838.19

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.17	50.0	1130.0	-51.6	8.3	41.4	12995	318.2

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00034	0	0.500	19.9	73	0.00015 (0.00015)	387	0.060 (0.20)	0.00	1838.19

4.9.2 Muro frontale

Viene verificata la sezione di incastro con la platea di fondazione. Nella determinazione dei momenti flettenti di verifica il muro frontale viene considerato come una mensola incastrata nella platea di fondazione, trascurando a favore di sicurezza gli effetti dovuti alla eventuale presenza dei muri di risvolto.

Caratteristiche della sezione :

Sezione rettangolare 2.40 x10.10 m

Armatura verticale

$A_s = \phi 26/10$ (lato controterra)

$A'_s = \phi 26/10$ (lato esterno)

Armatura orizzontale

$A_s = \phi 20/20$ (lato controterra)

$A'_s = \phi 20/20$ (lato esterno)

Per la verifica a taglio della sezione si considera l'area di ferro necessaria, come indicata dal codice di calcolo, e si assegna una armatura equivalente; in particolare si utilizzeranno:

Spille $9\phi 10/mq$.

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.800	MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	9.400	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	182.60	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW03 00 002	B	50 di 63

Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	1010.0
3	240.0	1010.0
4	240.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	9.0	9.0	26
2	9.0	1001.0	26
3	231.0	1001.0	26
4	231.0	9.0	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	98	26
2	3	4	98	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 8 mm
Passo staffe: 2.1 cm
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	16387.29	6054.40	29553.93	651.78	7916.61
2	15118.96	11705.16	29046.60	651.78	7916.61
3	13047.39	5254.52	28217.97	651.78	7916.61
4	15312.35	5854.43	35016.43	651.78	8586.21

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW03 00 002	B	51 di 63

5	14440.59	9327.81	34667.73	651.78	8586.21
6	13047.39	5254.52	28217.97	651.78	7916.61
7	15312.35	5854.43	29123.95	651.78	7916.61
8	14440.59	9327.81	28775.25	651.78	7916.61
9	13047.39	5254.52	28217.97	651.78	7916.61
10	13047.39	5365.04	28217.97	687.18	7916.61
11	12849.08	5628.10	22158.98	578.28	5698.27
12	11580.75	11278.86	21651.65	578.28	5698.27
13	9509.18	4828.22	20823.02	578.28	5698.27
14	11774.14	5428.13	27621.49	578.28	6367.87
15	11774.14	5428.13	27621.49	578.28	6367.87
16	10902.38	8901.51	27272.78	578.28	6367.87
17	9509.18	4828.22	20823.02	578.28	5698.27
18	11774.14	5428.13	21729.01	578.28	5698.27
19	10902.38	8901.51	21380.30	578.28	5698.27
20	9509.18	4828.22	15670.34	578.28	4540.36
21	9805.30	4569.99	49180.88	754.61	10301.13
22	9213.05	4545.80	49080.69	754.61	10301.13
23	10112.20	13963.45	23488.19	2136.53	5287.75
24	9519.95	13939.27	23388.00	2136.53	5287.75
25	10991.06	4716.70	23680.23	754.61	5287.75
26	9016.89	4636.09	23346.28	754.61	5287.75

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

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

N° Comb.	N	Mx	My
1	9509.18	4337.40	18885.80
2	11983.18	4140.06	20320.84
3	11043.68	8325.81	19945.04
4	9509.18	3547.56	19331.24
5	11186.93	3991.94	24367.14
6	10541.18	6564.81	24108.84
7	9509.18	3547.56	19331.24
8	11186.93	3991.94	20002.34
9	10541.18	6564.81	19744.04
10	9509.18	3547.56	15514.44

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

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

N° Comb.	N	Mx	My
1	11364.68	1631.06 (3965.50)	19007.88 (46212.86)
2	10660.05	4770.37 (10956.36)	18726.03 (43009.06)
3	9509.18	1186.68 (2893.97)	18265.68 (44544.68)
4	10767.49	1519.96 (3013.79)	22042.60 (43706.20)
5	10283.18	3449.62 (6644.14)	21848.88 (42082.04)
6	9509.18	1186.68 (2893.97)	18265.68 (44544.68)
7	10767.49	1519.96 (3696.91)	18769.00 (45650.74)

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW03 00 002	B	52 di 63

8	10283.18	3449.62 (8097.60)	18575.28 (43603.45)
9	9509.18	1186.68 (2893.97)	18265.68 (44544.68)
10	9509.18	1317.24 (4116.12)	15069.00 (47087.71)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	9509.18	1298.04 (2941.97)	19331.24 (43813.73)

RISULTATI DEL CALCOLO
Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.7 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 6.9 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	16387.29	6054.40	29553.93	16387.35	13317.84	64917.33	2.201061.9(727.2)	
2	S	15118.96	11705.16	29046.60	15118.84	25897.63	63456.00	2.191061.9(727.2)	
3	S	13047.39	5254.52	28217.97	13047.10	11284.54	61272.03	2.171061.9(727.2)	
4	S	15312.35	5854.43	35016.43	15312.44	10904.82	63754.30	1.821061.9(727.2)	
5	S	14440.59	9327.81	34667.73	14440.40	16966.21	62773.65	1.811061.9(727.2)	
6	S	13047.39	5254.52	28217.97	13047.10	11284.54	61272.03	2.171061.9(727.2)	
7	S	15312.35	5854.43	29123.95	15312.31	12904.60	63745.78	2.191061.9(727.2)	
8	S	14440.59	9327.81	28775.25	14440.88	20158.29	62756.97	2.181061.9(727.2)	
9	S	13047.39	5254.52	28217.97	13047.10	11284.54	61272.03	2.171061.9(727.2)	
10	S	13047.39	5365.04	28217.97	13047.52	11556.83	61272.30	2.171061.9(727.2)	
11	S	12849.08	5628.10	22158.98	12849.09	15642.69	61041.71	2.761061.9(727.2)	
12	S	11580.75	11278.86	21651.65	11580.73	30678.30	59558.72	2.741061.9(727.2)	
13	S	9509.18	4828.22	20823.02	9509.19	13171.90	57380.68	2.751061.9(727.2)	
14	S	11774.14	5428.13	27621.49	11774.08	11775.39	59876.02	2.171061.9(727.2)	
15	S	11774.14	5428.13	27621.49	11774.08	11775.39	59876.02	2.171061.9(727.2)	
16	S	10902.38	8901.51	27272.78	10902.25	19484.23	58886.58	2.161061.9(727.2)	
17	S	9509.18	4828.22	20823.02	9509.19	13171.90	57380.68	2.751061.9(727.2)	
18	S	11774.14	5428.13	21729.01	11774.01	15141.75	59862.84	2.761061.9(727.2)	
19	S	10902.38	8901.51	21380.30	10902.51	24503.25	58859.63	2.751061.9(727.2)	
20	S	9509.18	4828.22	15670.34	9509.08	17842.74	57360.50	3.661061.9(727.2)	
21	S	9805.30	4569.99	49180.88	9805.50	5124.62	57727.87	1.171061.9(727.2)	
22	S	9213.05	4545.80	49080.69	9212.95	5170.36	57074.50	1.161061.9(727.2)	
23	S	10112.20	13963.45	23488.19	10111.93	34264.36	57919.90	2.461061.9(727.2)	
24	S	9519.95	13939.27	23388.00	9519.94	34130.25	57272.89	2.451061.9(727.2)	

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW03 00 002	B	53 di 63

25	S	10991.06	4716.70	23680.23	10991.14	11768.61	59013.89	2.491061.9(727.2)
26	S	9016.89	4636.09	23346.28	9017.09	11179.01	56842.17	2.431061.9(727.2)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	240.0	1010.0	0.00170	231.0	1001.0	-0.04338	9.0	9.0
2	0.00350	240.0	1010.0	0.00192	231.0	1001.0	-0.03821	9.0	9.0
3	0.00350	240.0	1010.0	0.00151	231.0	1001.0	-0.04818	9.0	9.0
4	0.00350	240.0	1010.0	0.00160	231.0	1001.0	-0.04589	9.0	9.0
5	0.00350	240.0	1010.0	0.00170	231.0	1001.0	-0.04335	9.0	9.0
6	0.00350	240.0	1010.0	0.00151	231.0	1001.0	-0.04818	9.0	9.0
7	0.00350	240.0	1010.0	0.00164	231.0	1001.0	-0.04474	9.0	9.0
8	0.00350	240.0	1010.0	0.00178	231.0	1001.0	-0.04163	9.0	9.0
9	0.00350	240.0	1010.0	0.00151	231.0	1001.0	-0.04818	9.0	9.0
10	0.00350	240.0	1010.0	0.00151	231.0	1001.0	-0.04799	9.0	9.0
11	0.00350	240.0	1010.0	0.00161	231.0	1001.0	-0.04568	9.0	9.0
12	0.00350	240.0	1010.0	0.00189	231.0	1001.0	-0.03905	9.0	9.0
13	0.00350	240.0	1010.0	0.00140	231.0	1001.0	-0.05101	9.0	9.0
14	0.00350	240.0	1010.0	0.00147	231.0	1001.0	-0.04924	9.0	9.0
15	0.00350	240.0	1010.0	0.00147	231.0	1001.0	-0.04924	9.0	9.0
16	0.00350	240.0	1010.0	0.00162	231.0	1001.0	-0.04557	9.0	9.0
17	0.00350	240.0	1010.0	0.00140	231.0	1001.0	-0.05101	9.0	9.0
18	0.00350	240.0	1010.0	0.00155	231.0	1001.0	-0.04718	9.0	9.0
19	0.00350	240.0	1010.0	0.00174	231.0	1001.0	-0.04278	9.0	9.0
20	0.00350	240.0	1010.0	0.00152	231.0	1001.0	-0.04811	9.0	9.0
21	0.00350	240.0	1010.0	0.00118	231.0	1001.0	-0.05631	9.0	9.0
22	0.00350	240.0	1010.0	0.00115	231.0	1001.0	-0.05706	9.0	9.0
23	0.00350	240.0	1010.0	0.00191	231.0	1001.0	-0.03867	9.0	9.0
24	0.00350	240.0	1010.0	0.00189	231.0	1001.0	-0.03923	9.0	9.0
25	0.00350	240.0	1010.0	0.00143	231.0	1001.0	-0.05021	9.0	9.0
26	0.00350	240.0	1010.0	0.00132	231.0	1001.0	-0.05300	9.0	9.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000199588	0.000000773	-0.045182020	----	----
2	0.000174410	0.000001424	-0.039797133	----	----
3	0.000220776	0.000000683	-0.050176032	----	----
4	0.000211018	0.000000645	-0.047795905	----	----
5	0.000198513	0.000000988	-0.045140897	----	----
6	0.000220776	0.000000683	-0.050176032	----	----
7	0.000205512	0.000000763	-0.046593257	----	----
8	0.000190386	0.000001154	-0.043358460	----	----
9	0.000220776	0.000000683	-0.050176032	----	----
10	0.000219863	0.000000702	-0.049976577	----	----

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW03 00 002	B	54 di 63

11	0.000208819	0.000000943	-0.047569504	----	----
12	0.000176823	0.000001701	-0.040655888	----	----
13	0.000232385	0.000000831	-0.053111502	----	----
14	0.000225192	0.000000725	-0.051278043	----	----
15	0.000225192	0.000000725	-0.051278043	----	----
16	0.000207369	0.000001166	-0.047446114	----	----
17	0.000232385	0.000000831	-0.053111502	----	----
18	0.000215415	0.000000920	-0.049129072	----	----
19	0.000194163	0.000001425	-0.044537936	----	----
20	0.000218694	0.000001087	-0.050084791	----	----
21	0.000257555	0.000000317	-0.058633335	----	----
22	0.000260747	0.000000323	-0.059405130	----	----
23	0.000174375	0.000001886	-0.040254941	----	----
24	0.000176797	0.000001893	-0.040842774	----	----
25	0.000229374	0.000000728	-0.052285225	----	----
26	0.000241548	0.000000701	-0.055179241	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 8 mm
Passo staffe: 2.1 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [kN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	7919.07	76187.98	10523.53233.7	224.7	1009.7	2.500	1.036	36.0	47.9(0.0)
2	S	7921.67	75895.05	10516.00233.6	224.6	1009.2	2.500	1.033	36.1	47.9(0.0)
3	S	7918.59	75819.44	10547.88234.2	225.2	1009.6	2.500	1.029	35.9	47.9(0.0)
4	S	8588.16	76084.06	10533.83233.9	224.9	1009.6	2.500	1.034	39.0	47.9(0.0)
5	S	8589.34	75946.52	10532.38233.9	224.9	1009.8	2.500	1.032	39.0	47.9(0.0)
6	S	7918.59	75819.44	10547.88234.2	225.2	1009.6	2.500	1.029	35.9	47.9(0.0)
7	S	7918.97	76070.84	10531.47233.9	224.9	1009.7	2.500	1.034	36.0	47.9(0.0)
8	S	7920.41	75932.46	10528.89233.8	224.8	1009.9	2.500	1.032	36.0	47.9(0.0)
9	S	7918.59	75819.44	10547.88234.2	225.2	1009.6	2.500	1.029	35.9	47.9(0.0)
10	S	7918.76	75817.57	10547.54234.2	225.2	1009.6	2.500	1.029	35.9	47.9(0.0)
11	S	5700.82	75770.62	10544.23234.2	225.2	1009.7	2.500	1.028	25.9	47.9(0.0)
12	S	5703.57	75473.70	10534.79234.0	225.0	1009.4	2.500	1.025	25.9	47.9(0.0)
13	S	5700.30	75386.92	10567.08234.6	225.6	1009.7	2.500	1.021	25.8	47.9(0.0)
14	S	6369.69	75663.87	10554.81234.4	225.4	1009.6	2.500	1.026	28.9	47.9(0.0)
15	S	6369.69	75663.87	10554.81234.4	225.4	1009.6	2.500	1.026	28.9	47.9(0.0)
16	S	6371.02	75527.43	10552.78234.3	225.3	1009.9	2.500	1.024	28.9	47.9(0.0)
17	S	5700.30	75386.92	10567.08234.6	225.6	1009.7	2.500	1.021	25.8	47.9(0.0)
18	S	5700.68	75646.75	10551.46234.3	225.3	1009.7	2.500	1.026	25.9	47.9(0.0)
19	S	5702.36	75427.29	10546.70234.2	225.2	1009.1	2.500	1.024	25.9	47.9(0.0)
20	S	4543.18	75367.10	10562.80234.6	225.6	1009.8	2.500	1.021	20.6	47.9(0.0)
21	S	10302.06	75539.16	10574.98234.8	225.8	1010.3	2.500	1.022	46.6	47.9(0.0)
22	S	10302.06	75465.83	10578.16234.9	225.9	1010.3	2.500	1.020	46.6	47.9(0.0)
23	S	5310.55	75289.08	10540.41234.1	225.1	1009.6	2.500	1.022	24.1	47.9(0.0)

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW03 00 002	B	55 di 63

24	S	5310.32	75222.60	10544.66234.2	225.2	1009.6	2.500	1.021	24.1	47.9(0.0)
25	S	5290.12	75572.10	10559.73234.5	225.5	1009.6	2.500	1.024	24.0	47.9(0.0)
26	S	5289.92	75336.65	10571.77234.7	225.7	1009.6	2.500	1.020	24.0	47.9(0.0)

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

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.31	240.0	1010.0	-92.4	9.0	9.0	27227	530.9
2	S	3.49	240.0	1010.0	-86.5	9.0	9.0	27196	530.9
3	S	3.69	240.0	1010.0	-94.0	9.0	9.0	27258	530.9
4	S	3.33	240.0	1010.0	-95.3	9.0	9.0	27137	530.9
5	S	4.18	240.0	1010.0	-125.6	9.0	9.0	27056	530.9
6	S	4.31	240.0	1010.0	-130.9	9.0	9.0	27258	530.9
7	S	3.33	240.0	1010.0	-95.3	9.0	9.0	27137	530.9
8	S	3.45	240.0	1010.0	-89.3	9.0	9.0	27187	530.9
9	S	3.57	240.0	1010.0	-94.2	9.0	9.0	27258	530.9
10	S	2.68	240.0	1010.0	-64.0	9.0	9.0	27232	530.9

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

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00049	0	0.500	26.0	77	0.00028 (0.00028)	488	0.135 (0.20)	9615.12	41865.92
2	S	-0.00046	0	0.500	26.0	77	0.00026 (0.00026)	488	0.127 (0.20)	9008.05	44214.60
3	S	-0.00050	0	0.500	26.0	77	0.00028 (0.00028)	489	0.138 (0.20)	16932.35	40562.59
4	S	-0.00050	0	0.500	26.0	77	0.00029 (0.00029)	488	0.139 (0.20)	7747.16	42215.52
5	S	-0.00066	0	0.500	26.0	77	0.00038 (0.00038)	487	0.184 (0.20)	6839.86	41751.13
6	S	-0.00069	0	0.500	26.0	77	0.00039 (0.00039)	489	0.192 (0.20)	10878.92	39952.11
7	S	-0.00050	0	0.500	26.0	77	0.00029 (0.00029)	488	0.139 (0.20)	7747.16	42215.52
8	S	-0.00047	0	0.500	26.0	77	0.00027 (0.00027)	488	0.131 (0.20)	8689.99	43542.82
9	S	-0.00050	0	0.500	26.0	77	0.00028 (0.00028)	489	0.138 (0.20)	13699.90	41203.22
10	S	-0.00034	0	0.500	26.0	77	0.00019 (0.00019)	489	0.094 (0.20)	10157.32	44420.68

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW03 00 002	B	56 di 63

1	S	3.14	240.0	1010.0	-77.9	9.0	9.0	26322	530.9
2	S	3.28	240.0	1010.0	-83.3	9.0	9.0	27258	530.9
3	S	3.01	240.0	1010.0	-84.3	9.0	9.0	25739	530.9
4	S	3.64	240.0	1010.0	-106.8	9.0	9.0	25858	530.9
5	S	3.74	240.0	1010.0	-110.6	9.0	9.0	27031	530.9
6	S	3.01	240.0	1010.0	-84.3	9.0	9.0	25739	530.9
7	S	3.10	240.0	1010.0	-79.9	9.0	9.0	26211	530.9
8	S	3.19	240.0	1010.0	-83.4	9.0	9.0	27151	530.9
9	S	3.01	240.0	1010.0	-84.3	9.0	9.0	25739	530.9
10	S	2.48	240.0	1010.0	-58.5	9.0	9.0	26364	530.9

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00041	0	0.500	26.0	77	0.00023 (0.00023)	481	0.112 (0.20)	3965.50	46212.86
2	S	-0.00044	0	0.500	26.0	77	0.00025 (0.00025)	489	0.122 (0.20)	10956.36	43009.06
3	S	-0.00045	0	0.500	26.0	77	0.00025 (0.00025)	476	0.120 (0.20)	2893.97	44544.68
4	S	-0.00057	0	0.500	26.0	77	0.00032 (0.00032)	477	0.153 (0.20)	3013.79	43706.20
5	S	-0.00058	0	0.500	26.0	77	0.00033 (0.00033)	487	0.162 (0.20)	6644.14	42082.04
6	S	-0.00045	0	0.500	26.0	77	0.00025 (0.00025)	476	0.120 (0.20)	2893.97	44544.68
7	S	-0.00042	0	0.500	26.0	77	0.00024 (0.00024)	480	0.115 (0.20)	3696.91	45650.74
8	S	-0.00044	0	0.500	26.0	77	0.00025 (0.00025)	488	0.122 (0.20)	8097.60	43603.45
9	S	-0.00045	0	0.500	26.0	77	0.00025 (0.00025)	476	0.120 (0.20)	2893.97	44544.68
10	S	-0.00031	0	0.500	26.0	77	0.00018 (0.00018)	481	0.084 (0.20)	4116.12	47087.71

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.19	240.0	1010.0	-93.2	9.0	9.0	25801	530.9

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00049	0	0.500	26.0	77	0.00028 (0.00028)	477	0.133 (0.20)	2941.97	43813.73

4.9.3 Zattera di fondazione

Per la valutazione delle sollecitazioni nel plinto di fondazione, è necessario valutare preventivamente le sollecitazioni agenti nei pali di fondazione. Tali sollecitazioni sono state valutate mediante una ripartizione rigida delle sollecitazioni agenti a base plinto.

Si vedano i paragrafi precedenti da cui risulta :

$$N_{\max} = 7116 \text{ kN (CC. SLU)}$$

$$T_{\max} = 1088 \text{ kN (CC. SLV)}$$

$$N_{\max} = 6362 \text{ kN (CC. SLV)}$$

$$T_{\max} = 1380 \text{ kN (CC. SLV)}$$

4.9.3.1 Unghia anteriore platea fondazione

Il tacco anteriore del plinto di fondazione è stato verificato ipotizzando un meccanismo di tirante puntone. Si riporta di seguito la verifica. La larghezza di diffusione è stata valutata in corrispondenza del filo anteriore del muro frontale, mediante una diffusione a 45° a partire dal piano medio del palo (vedi figura seguente), mentre l'altezza della biella compressa è stata valutata pari a $0.2 d_p$ (con d_p altezza utile della sezione del plinto).

La verifica è stata eseguita in corrispondenza del palo più sollecitato.

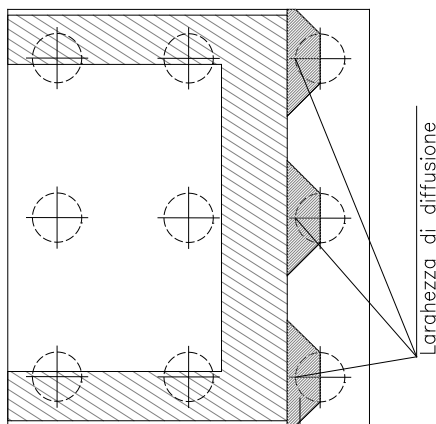
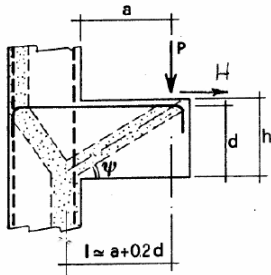


Figura 3 – Diffusione delle azioni dal palo al muro frontale

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche strutturali del plinto di fondazione, condotte con riferimento al metodo usualmente utilizzato per la verifica delle mensole tozze, ovvero il metodo del tirante-puntone, di cui nel seguito si riporta lo schema e di verifica generale e relative formulazioni proposte a riguardo al C4.1.2.1.5 dalla Circolare Ministeriale n° 7/19.

VERIFICA - MECCANISMO TIRANTE PUNTO.



P, H : Carichi Esterni di Progetto (P_{Ed}, H_{Ed})

Pr : Portanza mensola in termini di resistenza dell'armatura metallica

$$P_R = P_{Rs} = (A_s f_{yd} - H_{Ed}) \frac{1}{\lambda} \quad \lambda = \text{ctg} \psi \approx l / (0,9d).$$

Pr : Portanza mensola in termini di resistenza della Biella compressa

$$P_{Rc} = 0,4 b d f_{cd} \frac{c}{1 + \lambda^2} \geq P_{Rs}$$

CONDIZIONI DI VERIFICA

- $P_R \geq P_{Ed}$
- $P. > P$

Dati di progetto

$b(m) =$	3.90	m	dimensione trasversale verifica
$P_{Ed} (KN) =$	7116.00	KN	Carico complessivo VERTICALE sulla fascia di dimensione b
$H_{Ed} (KN) =$	1088.00	KN	Carico complessivo ORIZZONTALE sulla fascia di dimensione b
$a(m) =$	1.20	m	distanza P da incastro
$h(m) =$	2.50	m	spessore mensola
$\delta(m) =$	0.12	m	copriferro riferito al baricentro delle armature complessive in trazione
$d(m) =$	2.38	m	altezza utile
$l(m) =$	1.68	m	$a + 0,2d$
$\lambda =$	0.78		$\lambda = \text{ctg} \psi \approx l / (0,9d).$

Tipo di mensola (Valutazione coefficiente c)

sblazi di piastre (no staffatura)

$c(m) =$ **1.00**

Caratteristiche Materiali

$f_{cd} =$	14.1	MPa	Calcestruzzo
$f_{yd} =$	391.0	MPa	Acciaio

Caratteristiche Armature di Progetto

Registro tipo	R1						
$n^\circ R1 =$	1	$\phi 1(mm) =$	22.0	$p1(cm) =$	10.0	$\theta 1^\circ =$	0.0
$A_{\phi i} (mm^2) =$	380.13	$nb \text{ tot } 1 =$	39.0	$A_{\phi \text{ TOT}} (mm^2) =$	14825.16	$A_{\phi \text{ CAL}} (mm^2) =$	14825.16
Registro tipo	R2						
$n^\circ R2 =$	1	$\phi 2(mm) =$	22.0	$p2(cm) =$	10.0	$\theta 2^\circ =$	0.0
$A_{\phi i} (mm^2) =$	380.13	$nb \text{ tot } 2 =$	39.0	$A_{\phi \text{ TOT}} (mm^2) =$	14825.16	$A_{\phi \text{ CAL}} (mm^2) =$	14825.16
Registro tipo	R3						
$n^\circ R3 =$	0	$\phi 3(mm) =$	24.0	$p3(cm) =$	10.0	$\theta 3^\circ =$	0.0
$A_{\phi i} (mm^2) =$	452.39	$nb \text{ tot } 3 =$	0.0	$A_{\phi \text{ TOT}} (mm^2) =$	0.00	$A_{\phi \text{ CAL}} (mm^2) =$	0.00

Verifiche di resistenza

$\Psi =$	0.907	rad	$=$	51.96	$^\circ$
$P_{Rs} =$	13426.2	KN		$P_{Rs} > P_{Ed}$ - Verifica Soddisfatta	
$P_{Rc} =$	32471.0	KN		$P_{Rc} > P_{Rs}$ - Verifica Soddisfatta	

4.9.4 Palo di fondazione

Viene verificata la sezione di incastro con la platea di fondazione.

Il momento flettente agente in testa palo viene derivato dal taglio in testa palo nell'ipotesi di elasticità lineare sia per il palo che per il terreno. Risulta

$$M = T * \alpha$$

$\alpha = 3.4$ (vedi relazione geotecnica)

Nz,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]	Ty,A [kN]
7116	3698		1088
2432	3698		1088
6362	4692		1380
817	4692		1380

Caratteristiche della sezione:

Sezione circolare $\varnothing 150$ cm

$$A_s = 40 + 40 \phi 26 \quad \text{staffe } \phi 14/20$$

La lunghezza del palo è pari a $L = 35.00$ m

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160	MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.080	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00	MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.30	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef		2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 * \beta_2$:		1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 * \beta_2$:	0.50		
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Conglomerato:	C25/30

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW03 00 002	B	60 di 63

Raggio circ.: 75.0 cm
 X centro circ.: 0.0 cm
 Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
 Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
 Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
 Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
 N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
 Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	66.3	40	26
2	0.0	0.0	61.3	40	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 14 mm
 Passo staffe: 20.0 cm
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	7116.00	3698.00	0.00	1088.00	0.00
2	2432.00	3698.00	0.00	1088.00	0.00
3	6362.00	4692.00	0.00	1380.00	0.00
4	817.00	4692.00	0.00	1380.00	0.00

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	5079.00	2512.00	0.00
2	2532.00	2512.00	0.00

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

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

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW03 00 002	B	61 di 63

N° Comb.	N	Mx	My
1	4833.00	2392.00 (2242.06)	0.00 (0.00)
2	2643.00	2392.00 (1681.32)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.4 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	2.4 cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.0 cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm ²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N° Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	7116.00	3698.00	0.00	7116.11	9765.87	0.00	2.64	424.7(53.0)
2	S	2432.00	3698.00	0.00	2431.80	9023.18	0.00	2.44	424.7(53.0)
3	S	6362.00	4692.00	0.00	6361.77	9692.07	0.00	2.07	424.7(53.0)
4	S	817.00	4692.00	0.00	816.93	8613.20	0.00	1.84	424.7(53.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N° Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	75.0	0.00305	0.0	66.3	-0.00377	0.0	-66.3
2	0.00350	0.0	75.0	0.00294	0.0	66.3	-0.00561	0.0	-66.3
3	0.00350	0.0	75.0	0.00304	0.0	66.3	-0.00401	0.0	-66.3
4	0.00350	0.0	75.0	0.00288	0.0	66.3	-0.00651	0.0	-66.3

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N° Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000051452	-0.000358902	----	----
2	0.000000000	0.000064491	-0.001336860	----	----

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW03 00 002	B	62 di 63

3	0.000000000	0.000053170	-0.000487761	----	----
4	0.000000000	0.000070823	-0.001811719	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 14 mm
 Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
 Ved Taglio di progetto [kN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
 Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
 d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]
 Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
 I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
 A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
 ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	1088.00	4044.47	2795.10118.6	96.4	137.4	2.500	1.250	11.5	29.6(0.0)
2	S	1088.00	3735.09	2962.29119.5	102.2	136.4	2.500	1.097	10.9	29.6(0.0)
3	S	1380.00	4079.35	2821.65118.8	97.4	137.3	2.500	1.250	14.5	29.6(0.0)
4	S	1380.00	3566.79	3025.73120.0	104.4	135.5	2.500	1.033	13.5	29.6(0.0)

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

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	7.75	0.0	1010.0	-55.5	0.0	-66.3	1202	63.7
2	S	7.38	0.0	1010.0	-103.7	0.0	-66.3	1993	95.6

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

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

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

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	NW03 00 002	B	63 di 63

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00033	0	0.500	26.0	74	0.00017 (0.00017)	335	0.056 (0.20)	2243.22	0.00
2	S	-0.00058	0	0.500	26.0	74	0.00031 (0.00031)	344	0.107 (0.20)	1637.94	0.00

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	7.38	0.0	1010.0	-52.9	0.0	-66.3	1202	63.7
2	S	7.06	0.0	1010.0	-93.7	0.0	-66.3	1936	84.9

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00031	0	0.500	26.0	74	0.00016 (0.00016)	335	0.053 (0.20)	2242.06	0.00
2	S	-0.00053	0	0.500	26.0	74	0.00028 (0.00028)	352	0.099 (0.20)	1681.32	0.00