

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)

VIADOTTI IN INTERFERENZA

IV01 - CAVALCAFERROVIA SU NV07

Relazione di calcolo spalla B

SCALA:

-

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

RS3T 30 D 09 CL IV0100 004 C

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoll - 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 Rocksoll - Edin	Feb-2020	A.Ferr 	Feb-2020	A.Barreca 	Feb-2020	
C	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoll - Edin	Mag-2020	A.Ferr 	Mag-2020	A.Barreca 	Mag-2020	

File: RS3T.3.0.D.09.CL.IV.01.0.0.004.C

n. Elab.: 09 588

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>Urto da traffico ferroviario</i>	20
4.6.7	<i>Spinta statica del terrapieno</i>	20
4.6.8	<i>Sovraccarico sul terrapieno</i>	21
4.6.9	<i>Spinta del sovraccarico accidentale condizioni statiche</i>	21
4.6.10	<i>Azione sismica</i>	22
4.6.11	<i>Incremento di spinta del terrapieno</i>	27
4.6.12	<i>Inerzie strutturali</i>	28

4.6.13	Calcolo delle sollecitazioni in testa pali.....	28
4.6.14	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 IV01 sulla viabilità NV07. In particolare si tratterà la spalla **B** che presenta l'altezza del paramento maggiore e l'ipotesi di appoggi "fissi" dell'impalcato.

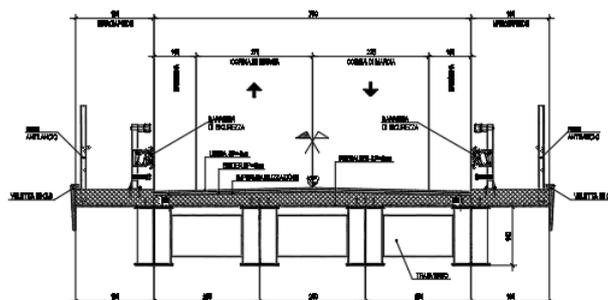
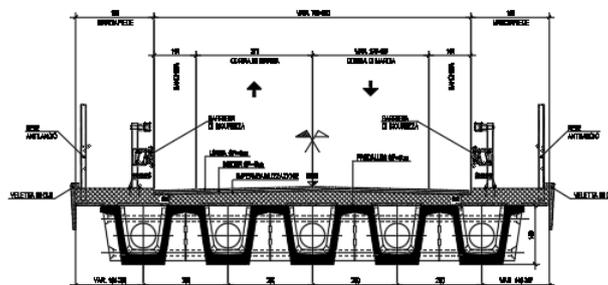
Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate secondo il DM 17 gennaio 2018.

1.1 Descrizione dell'opera

Sulla NV07- Variante SP64 Continuità provinciale (Strada Extraurbana Principale F1 Corsia 3.50m + Banchina 1.00m b=9.00m) in corrispondenza della progressiva 0+160 viene previsto un viadotto di lunghezza totale di 196 m circa.

Il viadotto è suddiviso in 5 campate da 24.0, 49.0, 24.0, 49.0, 49.0 m di luce; gli impalcati di luce 24.0m saranno costituiti da cinque travi a cassone in calcestruzzo prefabbricato, mentre, le campate di luce 49.0m, da un sistema misto acciaio-calcestruzzo composto da 4 travi in carpenteria metallica e soletta superiore in c.a. collaborante.

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



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 B (escluso paraghiaia) è pari a 4.60 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 B, 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	$\gamma_{G1} = \gamma_{G3}$	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	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	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	$\gamma_R = 1,1$



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA LERCARA DIRAMAZIONE – CALTANISSETTA (LOTTO 3A)
 Viadotto IV01

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	IV 01 00 004	C	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	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	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	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	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	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 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	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. 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	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	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	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	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	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	1.00
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	1.00
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	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	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	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	7.50	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	4.60	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	8.10	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		0.168	
Coefficiente riduttivo		1.00	
Coefficiente sismico orizzontale	k_h	0.168	
Mononobe e Okabe	K_{AE}	0.383	
Coefficiente per sisma verticale	k_v	0.084	

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	60	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	375.0	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										
Descrizione carico	[kN]	[m]											
Peso proprio G1	880			880			880			880			0.00
Permanenti G2	400			400			400			400			0.00
													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						117			117				3.80
Vento Ponte Carico						177			177				4.50
Attrito permanente		38	38		38	38		38	38		38	38	0.00
Attrito carichi mobili		25	25		22	22		18	18		12	12	0.00
Sisma longitudinale		485			479			471			457		2.80
Sisma trasversale			243			239			235			229	2.80
Sisma verticale	121			120			118			114			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	112.5	112.5	anni
	αR	1.05	1.05	
Velocità di riferimento	Vb(TR)	29.28	29.28	m/s
Densità dell'aria	ρ	1.25	1.25	kg/mc
Pressione cinetica di riferimento	qb=0.5*ρ*vb²	0.54	0.54	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	0.54	0.54	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	9.4	14.1	kN/m
Pressione statica equivalente	p=f/d	2.08	2.35	kN/mq
Pressione statica equivalente (minima considerata)	pmin	1.5	1.5	kN/mq
Forza statica equivalente a m/1 considerata	f	9.4	14.1	kN/m

Vento impalcato a ponte scarico

Forza statica equivalente	f	9.4		kN/m
Luce impalcato	L	50		m
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	234		kN/m

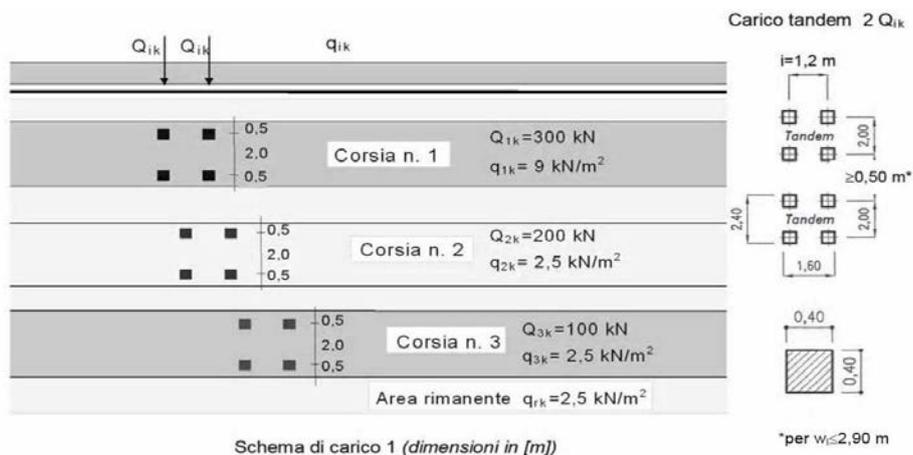
Vento impalcato a ponte carico

Forza statica equivalente	f	14.1		kN/m
Luce impalcato	L	50		m
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	353		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.

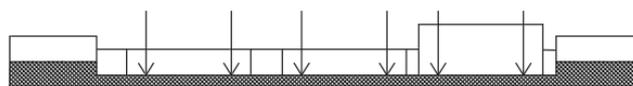
Posizione	Carico asse Q_{ik} [kN]	q_{ik} [kN/m ²]
Corsia Numero 1	300	9
Corsia Numero 2	200	2,5
Corsia Numero 3	100	2,5
Altre corsie	0,00	2,50

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

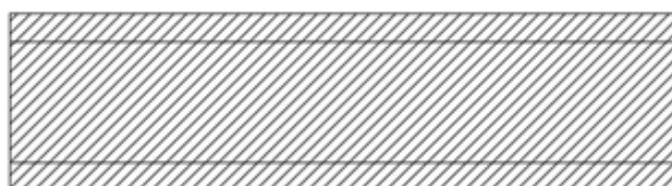
Di seguito si farà riferimento alle due condizioni di carico seguenti:

- 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

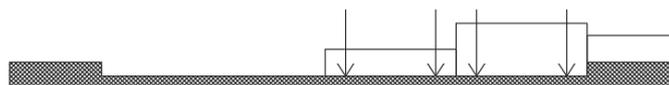


PIANTA

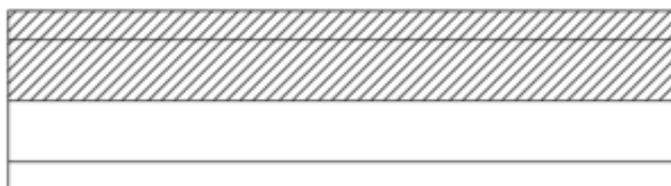


- Mt max, massimo momento lungo l'asse x (direzione di marcia): il carico è presente solo da un lato della carreggiata. Si riporta di seguito uno schema esemplificativo:

SEZIONE TRASVERSALE



PIANTA



4.6.5 Carichi da traffico orizzontali

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

Centrifuga		
Raggio planimetrico	100000	m
n° corsie	3	
Qv	1200	kN
q4	0	kN

4.6.6 Urto da traffico ferroviario

In mancanza di specifiche analisi di rischio possono assumersi le seguenti azioni statiche equivalenti, in funzione della distanza d degli elementi esposti dall'asse del binario:

- per $d \leq 5$ m:
 - 4000 kN in direzione parallela alla direzione di marcia dei convogli ferroviari;
 - 1500 kN in direzione perpendicolare alla direzione di marcia dei convogli ferroviari;
- per $5 \text{ m} < d \leq 15$ m:
 - 2000 kN in direzione parallela alla direzione di marcia dei convogli ferroviari;
 - 750 kN in direzione perpendicolare alla direzione di marcia dei convogli ferroviari;
- per $d > 15$ m pari a zero in entrambe le direzioni.

Queste forze dovranno essere applicate a 1,80 m dal piano del ferro e non dovranno essere considerate agenti simultaneamente.

4.6.7 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 $K_o = 1 - \text{sen } \phi$.

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

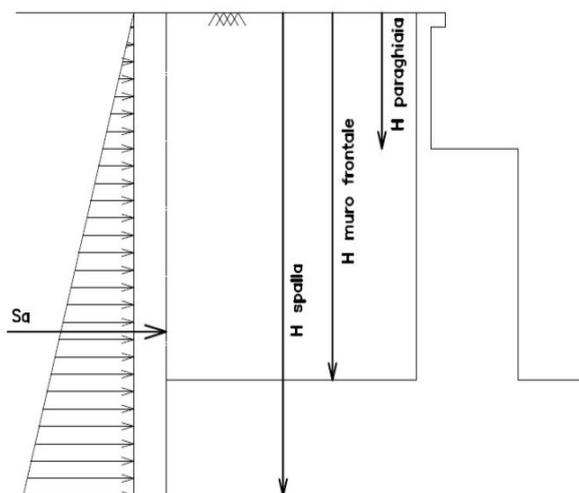


Fig. 1 Spinta statica terreno di rinterro

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

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

4.6.8 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.

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

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

4.6.9 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 $H/2$.

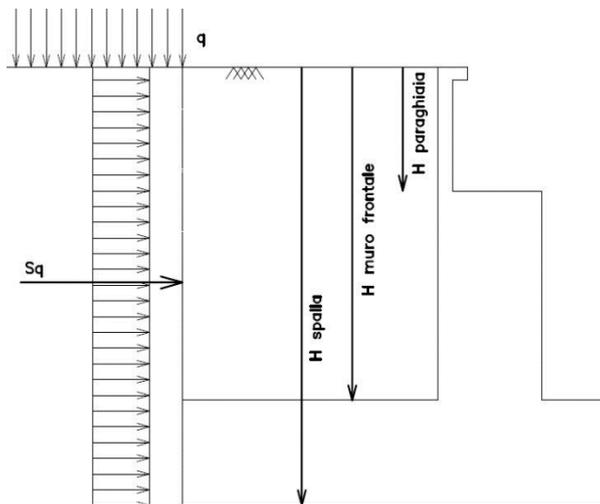


Fig. 2 : Spinta statica sovraccarico accidentale

4.6.10 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.

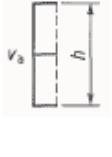
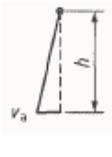
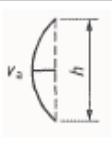
Con riferimento al valore da assegnare al coefficiente β_m , si è fatto riferimento alle indicazioni di cui alla Tabella 7.1.II riportata nella stessa sezione della norma, tenendo tuttavia conto della specifica che prescrive, nel caso di muri che non siano in grado di subire spostamenti (quale è il caso 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: 13.86822 LATITUDINE: 37.63076

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 corretta

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_H : 75 info

Coefficiente d'ura della costruzione - c_u : 1.5 info

Valori di progetto

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

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

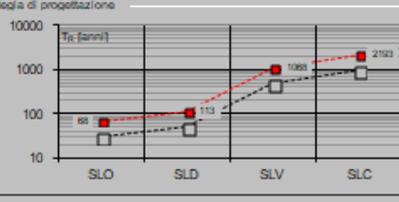
Stati limite di esercizio - SLE	Valore
SLO - $P_{VR} - 81\%$	68
SLD - $P_{VR} - 63\%$	113
SLV - $P_{VR} - 10\%$	1068
SLC - $P_{VR} - 5\%$	2193

Stati limite ultimi - SLU

Elaborazioni
Grafici parametri azione
Grafici spettri di risposta
Tabella parametri azione

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

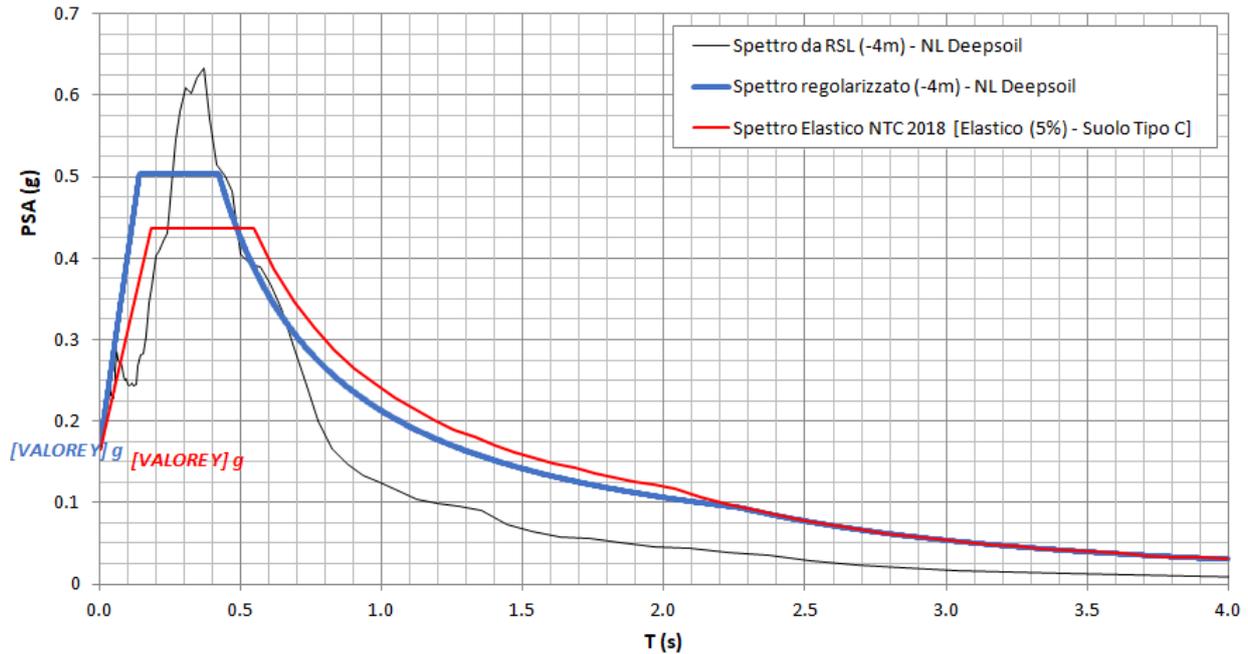
Strategia di progettazione



INTRO FASE 1 **FASE 2** FASE 3

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

IV-01 - prova: MASW 3aV09



4.6.11 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_h	0.168	
Coefficiente per sisma verticale	k_v	0.084	
$\theta (+k_v)$		8.8	
$\theta (-k_v)$		10.4	
Mononobe e Okabe (+ k_v)	K_{AE}	0.363	
Mononobe e Okabe (- k_v)	K_{AE}	0.383	

4.6.12 Inerzie strutturali

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

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

4.6.13 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.

4.6.14 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		6.35	0	-470
Muro frontale	g1	3505	0	0			2.30	0	0
Totale Permanenti		4000	0	0				0	-470
Rinterro	g3		3553	0			2.70	0	9594
Sovr. acc. sul rilevato			781	0			4.05	0	3161

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	8.85	0	1162
Muro frontale	g1	3505			3.30	0.00	4.80	0	11567
Plinto	g1	12375			0.00	0.00	1.25	0	0
Muri andatori	g1	4265			-1.95	0.00	6.55	0	-8316
Totale Permanenti		20639						0	4413
Rinterro	g3	13253			-1.95	0.00	6.55	0	-25844
Ricop. Plinto	g3	1293			1.95	0.00	3.00	0	2521
Sovr. acc. sul rilevato		1831			-1.95	0.00	10.60	0	-3570
* Il sovraccarico accidentale a tergo della spalla è da considerarsi presente in tutte le combinazioni									
Rinterro	g3		6085		-1.95	0.00	3.53	0	21500
Sovr. acc. sul rilevato			1022		0.00	0.00	5.30	0	5414

➤ 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	83	0	0.00	0.00	1.75	0	145
Rinterro	Inerzia		1076				1.75	0	1884
	Sovraspinta		175				1.17	0	204
Rinterro [totale]			1251					0	2088
Sovr. acc. sul rilevato			214		0.00	0.00	1.75	0	375
Totale generale			1549					0	2608

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	83	0.00	0.00	1.75	145	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	42	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		6.35	0	-470
Muro frontale	g1	3505	0	0			2.30	0	0
Totale Permanenti		4000	0	0				0	-470
Rinterro	g3		2258	0			2.70	0	6097
Sovr. acc. sul rilevato			496	0			4.05	0	2009

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		83		-0.95	0.00	6.35	0	527
Muro frontale	q6		589		0.00	0.00	2.30	0	1354
Rinterro	Inerzia		2227				4.05	0	9017
	Sovraspinta		937				2.70	0	2530
Rinterro [totale]			3163					0	11547
Sovr. acc. sul rilevato			496				4.05	0	2009
Totale generale			4331					0	15438

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			83	-0.95	0.00	6.35	527	0
Muro frontale	q6			589	0.00	0.00	2.30	1354	0
Rinterro					0.00	0.00	0.00	0	0
Totale generale				672				1882	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	42			-0.95	0.00	6.35	0	-39
Muro frontale	q6	294			0.00	0.00	2.30	0	0
Totale generale		336						0	-39

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	8.85	0	1162
Muro frontale	g1	3505			3.30	0.00	4.80	0	11567
Plinto	g1	12375			0.00	0.00	1.25	0	0
Muri andatori	g1	4265			-1.95	0.00	6.55	0	-8316
Totale Permanenti		20639						0	4413
Rinterro	g3	13253			-1.95	0.00	6.55	0	-25844
Ricop. Plinto	g3	1293			1.95	0.00	3.00	0	2521
Sovr. acc. sul rilevato		1831			-1.95	0.00	10.60	0	-3570
* Il sovraccarico accidentale a tergo della spalla è da considerarsi presente in tutte le combinazioni									
Rinterro	g3		3867		-1.95	0.00	3.53	0	13663
Sovr. acc. sul rilevato			649		0.00	0.00	5.30	0	3441

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		83		2.35	0.00	8.85	0	735
Muro frontale	q _s		589		3.30	0.00	4.80	0	2827
Plinto	q _s		2079		0.00	0.00	1.25	0	2599
Muri andatori	q _s		716		-1.95	0.00	6.55	0	4693
Rinterro	Inerzia		2227		-1.95	0.00	6.55	0	14584
	Sovraspinta		1605		-1.95	0.00	3.53	0	5669
Rinterro [totale]			3831				6.55	0	20253
Sovr. acc. sul rilevato			649		-1.95		6.55	0	3441
Totale generale			7948						34547

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			83	2.35	0.00	8.85	735	0
Muro frontale	q _s			589	3.30	0.00	4.80	2827	0
Plinto	q _s			2079	0.00	0.00	1.25	2599	0
Muri andatori	q _s			716	-1.95	0.00	6.55	4693	0
Rinterro	Inerzia			2227	0.00		6.55	14584	0
	Sovraspinta			175			3.53	618	0
Rinterro [totale]				2401				15202	0
Sovr. acc. sul rilevato				649	-1.95		10.60	6881	0
Totale generale				6518				32936	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	42			2.35	0.00	8.85	0.00	98
Muro frontale	q _s	294			3.30	0.00	4.80	0.00	972
Plinto	q _s	1040			0.00	0.00	1.25	0.00	0
Muri andatori	q _s	358			-1.95	0.00	6.55	0.00	-699
Rinterro	q _s	1113			0.00	0.00	0.00	0.00	0
Ricop. Plinto	q _s	109			1.95	0.00	3.00	0.00	212
Totale generale		2956						0.00	582

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	567	1788	25	44	2872
SLV -dir.X 2	542	1788	25	44	2872
SLV -dir.Y 1	567	854	83	145	1309
SLV -dir.Y 2	542	854	83	145	1309
SLV -dir.Z+	596	854	25	44	1309
SLV -dir.Z-	513	854	25	44	1309

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	12445	5805	564	4745	20456
A2 - SLU - MT max gr.1	11364	5805	564	9558	20024
A2 - SLU - ML max gr.1	9600	5805	564	4063	19318
A2 - SLU - N max gr.2	11529	6375	564	4574	24653
A2 - SLU - MT max gr.2	10786	6375	564	7533	24356
A2 - SLU - ML max gr.2	9600	5805	564	4063	19318
A2 - SLU - N max gr.3	11529	5805	564	4574	20089
A2 - SLU - MT max gr.3	10786	5805	564	7533	19792
A2 - SLU - ML max gr.3	9600	5805	564	4063	19318
A2 - SLU - Vento ponte scarico	9600	4819	504	3675	15240
A2 - SLU - N max gr.1	11965	4693	518	4514	17155
A2 - SLU - MT max gr.1	10884	4693	518	9328	16723
A2 - SLU - ML max gr.1	9120	4693	518	3833	16017
A2 - SLU - N max gr.2	11049	5263	518	4344	21352
A2 - SLU - MT max gr.2	10306	5263	518	7303	21055
A2 - SLU - ML max gr.2	9120	4693	518	3833	16017
A2 - SLU - N max gr.3	11049	4693	518	4344	16789
A2 - SLU - MT max gr.3	10306	4693	518	7303	16492
A2 - SLU - ML max gr.3	9120	4693	518	3833	16017
A2 - SLU - Vento ponte scarico	9120	3707	458	3445	11940
A1 - SLU - N max gr.1	15891	6718	653	5497	23891
A1 - SLU - MT max gr.1	14623	6718	653	11148	23384
A1 - SLU - ML max gr.1	12551	6718	653	4697	22555
A1 - SLU - N max gr.2	14816	7387	653	5297	28818
A1 - SLU - MT max gr.2	13945	7387	653	8770	28470
A1 - SLU - ML max gr.2	12551	6718	653	4697	22555
A1 - SLU - N max gr.3	14816	6718	653	5297	23461
A1 - SLU - MT max gr.3	13945	6718	653	8770	23113
A1 - SLU - ML max gr.3	12551	6718	653	4697	22555
A1 - SLU - Vento ponte scarico	12551	6718	685	4759	22555
A1 - SLU - N max gr.1	12459	4864	576	5113	18062
A1 - SLU - MT max gr.1	11191	4864	576	10764	17555
A1 - SLU - ML max gr.1	9120	4864	576	4313	16726
A1 - SLU - N max gr.2	11385	5534	576	4913	22989
A1 - SLU - MT max gr.2	11385	5534	576	4913	22989
A1 - SLU - ML max gr.2	10513	5534	576	8386	22640
A1 - SLU - N max gr.3	9120	4864	576	4313	16726
A1 - SLU - MT max gr.3	11385	4864	576	4913	17632
A1 - SLU - ML max gr.3	10513	4864	576	8386	17284
A1 - SLU - Vento ponte scarico	9120	3810	576	4313	12458
SLE Rara - N max gr.1	9120	4487	505	3857	15101
SLE Rara - MT max gr.1	11594	4564	443	3762	16475
SLE Rara - ML max gr.1	10654	4564	443	7948	16099
SLE Rara - N max gr.2	9120	4564	443	3170	15485
SLE Rara - MT max gr.2	10797	5060	443	3614	20124
SLE Rara - ML max gr.2	10152	5060	443	6187	19866
SLE Rara - N max gr.3	9120	4564	443	3170	15485
SLE Rara - MT max gr.3	10797	4564	443	3614	16156
SLE Rara - ML max gr.3	10152	4564	443	6187	15898
SLE Rara - Vento ponte scarico	9120	3784	443	3170	12324
SLE Freq. - N max gr.1	10975	4350	211	1500	15341
SLE Freq. - MT max gr.1	10270	4350	211	4640	15059
SLE Freq. - ML max gr.1	9120	4350	211	1056	14599
SLE Freq. - N max gr.2	10378	4722	211	1389	18078
SLE Freq. - MT max gr.2	9894	4722	211	3319	17885
SLE Freq. - ML max gr.2	9120	4350	211	1056	14599
SLE Freq. - N max gr.3	10378	4350	211	1389	15102
SLE Freq. - MT max gr.3	9894	4350	211	3319	14909
SLE Freq. - ML max gr.3	9120	4350	211	1056	14599
SLE Freq. - Vento ponte scarico	9120	3707	200	1180	11940
SLE Q.P. - ML max gr.3	9120	3784	230	1152	12324
SLV -dir.X 1	9362	8254	654	3634	37156
SLV -dir.X 2	8877	8254	654	3613	37066
SLV -dir.Y 1	9669	4344	1787	11073	18340
SLV -dir.Y 2	9184	4344	1787	11052	18250
SLV -dir.Z+	10423	4344	654	3776	18520
SLV -dir.Z-	8805	4344	654	3708	18220

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	50100	9373	564	6155	37572
A2 - SLU - MT max gr.1	49019	9373	564	10968	33574
A2 - SLU - ML max gr.1	47255	9373	564	5473	27045
A2 - SLU - N max gr.2	49184	9944	564	5984	40173
A2 - SLU - MT max gr.2	48441	9944	564	8943	37425
A2 - SLU - ML max gr.2	47255	9373	564	5473	27045
A2 - SLU - N max gr.3	49184	9373	564	5984	34184
A2 - SLU - MT max gr.3	48441	9373	564	8943	31436
A2 - SLU - ML max gr.3	47255	9373	564	5473	27045
A2 - SLU - Vento ponte scarico	45149	8110	504	4935	24261
A2 - SLU - N max gr.1	45256	7502	518	5809	35997
A2 - SLU - MT max gr.1	44175	7502	518	10623	31999
A2 - SLU - ML max gr.1	42411	7502	518	5128	25470
A2 - SLU - N max gr.2	44340	8072	518	5639	38598
A2 - SLU - MT max gr.2	43597	8072	518	8598	35851
A2 - SLU - ML max gr.2	42411	7502	518	5128	25470
A2 - SLU - N max gr.3	44340	7502	518	5639	32609
A2 - SLU - MT max gr.3	43597	7502	518	8598	29861
A2 - SLU - ML max gr.3	42411	7502	518	5128	25470
A2 - SLU - Vento ponte scarico	40305	6239	458	4589	22687
A1 - SLU - N max gr.1	62645	10841	653	7129	47040
A1 - SLU - MT max gr.1	61377	10841	653	12779	42347
A1 - SLU - ML max gr.1	59306	10841	653	6329	34682
A1 - SLU - N max gr.2	61571	11510	653	6929	50093
A1 - SLU - MT max gr.2	60699	11510	653	10402	46868
A1 - SLU - ML max gr.2	59306	10841	653	6329	34682
A1 - SLU - N max gr.3	61571	10841	653	6929	43062
A1 - SLU - MT max gr.3	60699	10841	653	10402	39837
A1 - SLU - ML max gr.3	59306	10841	653	6329	34682
A1 - SLU - Vento ponte scarico	59306	10841	685	6472	34682
A1 - SLU - N max gr.1	46117	7721	576	6553	38312
A1 - SLU - MT max gr.1	44848	7721	576	12203	33619
A1 - SLU - ML max gr.1	42777	7721	576	5753	25954
A1 - SLU - N max gr.2	45042	8391	576	6353	41365
A1 - SLU - MT max gr.2	45042	8391	576	6353	41365
A1 - SLU - ML max gr.2	44170	8391	576	9826	38140
A1 - SLU - N max gr.3	42777	7721	576	5753	25954
A1 - SLU - MT max gr.3	45042	7721	576	6353	34335
A1 - SLU - ML max gr.3	44170	7721	576	9826	31109
A1 - SLU - Vento ponte scarico	40305	6342	576	5753	23464
SLE Rara - N max gr.1	42136	7260	505	5118	24531
SLE Rara - MT max gr.1	44610	7337	443	4869	34261
SLE Rara - ML max gr.1	43671	7337	443	9055	30785
SLE Rara - N max gr.2	42136	7337	443	4277	25107
SLE Rara - MT max gr.2	43814	7833	443	4721	36523
SLE Rara - ML max gr.2	43168	7833	443	7294	34133
SLE Rara - N max gr.3	42136	7337	443	4277	25107
SLE Rara - MT max gr.3	43814	7337	443	4721	31315
SLE Rara - ML max gr.3	43168	7337	443	7294	28925
SLE Rara - Vento ponte scarico	40305	6315	443	4277	23263
SLE Freq. - N max gr.1	43534	7062	211	2028	31367
SLE Freq. - MT max gr.1	42829	7062	211	5168	28760
SLE Freq. - ML max gr.1	41678	7062	211	1584	24502
SLE Freq. - N max gr.2	42937	7434	211	1917	33064
SLE Freq. - MT max gr.2	42452	7434	211	3847	31272
SLE Freq. - ML max gr.2	41678	7062	211	1584	24502
SLE Freq. - N max gr.3	42937	7062	211	1917	29158
SLE Freq. - MT max gr.3	42452	7062	211	3847	27366
SLE Freq. - ML max gr.3	41678	7062	211	1584	24502
SLE Freq. - Vento ponte scarico	40305	6239	200	1681	22687
SLE Q.P. - ML max gr.3	40305	6315	230	1728	23263
SLV -dir.X_ 1	41700	13357	2252	12431	66237
SLV -dir.X_ 2	39643	13357	2252	12410	64837
SLV -dir.Y_ 1	42007	7022	7114	39410	32995
SLV -dir.Y_ 2	39950	7022	7114	39390	31596
SLV -dir.Z+	44595	7022	2252	12573	35324
SLV -dir.Z-	37738	7022	2252	12504	30658

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	62645	10841	653	7129	47040	6686	3755	905
Al - SLU - MT max gr.1	61377	10841	653	12779	42347	6575	3655	905
Al - SLU - ML max gr.1	59306	10841	653	6329	34682	6046	3838	905
Al - SLU - N max gr.2	61571	11510	653	6929	50093	6676	3585	961
Al - SLU - MT max gr.2	60699	11510	653	10402	46868	6591	3525	961
Al - SLU - ML max gr.2	59306	10841	653	6329	34682	6046	3838	905
Al - SLU - N max gr.3	61571	10841	653	6929	43062	6481	3781	905
Al - SLU - MT max gr.3	60699	10841	653	10402	39837	6396	3721	905
Al - SLU - ML max gr.3	59306	10841	653	6329	34682	6046	3838	905
Al - SLU - Vento ponte scarico	59306	10841	685	6472	34682	6049	3835	905
Al - SLU - N max gr.1	46117	7721	576	6553	38312	5053	2633	645
Al - SLU - MT max gr.1	44848	7721	576	12203	33619	4942	2532	645
Al - SLU - ML max gr.1	42777	7721	576	5753	25954	4414	2716	645
Al - SLU - N max gr.2	45042	8391	576	6353	41365	5044	2463	701
Al - SLU - MT max gr.2	45042	8391	576	6353	41365	5044	2463	701
Al - SLU - ML max gr.2	44170	8391	576	9826	38140	4959	2403	701
Al - SLU - N max gr.3	42777	7721	576	5753	25954	4414	2716	645
Al - SLU - MT max gr.3	45042	7721	576	6353	34335	4848	2659	645
Al - SLU - ML max gr.3	44170	7721	576	9826	31109	4763	2598	645
Al - SLU - Vento ponte scarico	40305	6342	576	5753	23464	4138	2579	531
						6686	2403	961

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	41700	13357	2252	12431	66237	5591	1359	1129
SLV-dir.X_2	39643	13357	2252	12410	64837	5380	1227	1129
SLV-dir.Y_1	42007	7022	7114	39410	32995	5293	1708	833
SLV-dir.Y_2	39950	7022	7114	39390	31596	5082	1576	833
SLV-dir.Z+	44595	7022	2252	12573	35324	4977	2456	615
SLV-dir.Z-	37738	7022	2252	12504	30658	4274	2015	615
						5591	1227	1129

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	42136	7260	505	5118	24531	4306	2716	606
SLE Rara - MT max gr.1	44610	7337	443	4869	34261	4777	2658	613
SLE Rara - ML max gr.1	43671	7337	443	9055	30785	4696	2583	613
SLE Rara - N max gr.2	42136	7337	443	4277	25107	4304	2719	613
SLE Rara - MT max gr.2	43814	7833	443	4721	36523	4771	2532	654
SLE Rara - ML max gr.2	43168	7833	443	7294	34133	4708	2487	654
SLE Rara - N max gr.3	42136	7337	443	4277	25107	4304	2719	613
SLE Rara - MT max gr.3	43814	7337	443	4721	31315	4626	2676	613
SLE Rara - ML max gr.3	43168	7337	443	7294	28925	4563	2632	613
SLE Rara - Vento ponte scarico	40305	6315	443	4277	23263	4100	2618	528
						4777	2487	654

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 B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	IV 01 00 004	C	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	567.00	44.00	2872.00	25.00	1788.00
22	542.00	44.00	2872.00	25.00	1788.00

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	IV 01 00 004	C	44 di 63

23	567.00	145.00	1309.00	83.00	854.00
24	542.00	145.00	1309.00	83.00	854.00
25	596.00	44.00	1309.00	25.00	854.00
26	513.00	44.00	1309.00	25.00	854.00

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 B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	IV 01 00 004	C	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	567.00	44.00	2872.00	567.20	98.54	4939.99	1.72318.2(101.2)	
22	S	542.00	44.00	2872.00	542.10	100.16	4935.64	1.72318.2(101.2)	
23	S	567.00	145.00	1309.00	567.26	544.71	4947.13	3.77318.2(101.2)	
24	S	542.00	145.00	1309.00	542.03	535.35	4942.73	3.76318.2(101.2)	
25	S	596.00	44.00	1309.00	596.10	178.45	4951.78	3.77318.2(101.2)	
26	S	513.00	44.00	1309.00	512.99	164.77	4935.76	3.76318.2(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 B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	IV 01 00 004	C	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	-0.01511	8.3	8.3
24	0.00350	0.188	50.0	1130.0	-0.00019	41.7	1121.7	-0.01513	8.3	8.3
25	0.00350	0.188	50.0	1130.0	-0.00019	41.7	1121.7	-0.01513	8.3	8.3
26	0.00350	0.187	50.0	1130.0	-0.00021	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	0.000446011	0.000000044	-0.018850143	0.188	0.700
22	0.000446490	0.000000045	-0.018874917	0.187	0.700
23	0.000443371	0.000000104	-0.018786418	0.188	0.700
24	0.000443909	0.000000104	-0.018813206	0.188	0.700
25	0.000444561	0.000000079	-0.018817881	0.188	0.700
26	0.000446353	0.000000073	-0.018900610	0.187	0.700

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

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	IV 01 00 004	C	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	1788.00	3037.58	41.7	1130.0	0.0090	0.10
22	S	1788.00	3034.46	41.7	1130.0	0.0090	0.10
23	S	854.02	3037.60	41.7	1130.0	0.0090	0.10
24	S	854.02	3034.47	41.7	1130.0	0.0090	0.10
25	S	854.00	3041.22	41.7	1130.0	0.0090	0.11
26	S	854.00	3030.83	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 B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	IV 01 00 004	C	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
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	IV 01 00 004	C	50 di 63

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: 2.6 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	15891.33	5496.98	23891.42	652.68	6717.65
2	14623.00	11147.74	23384.09	652.68	6717.65
3	12551.43	4697.10	22555.46	652.68	6717.65
4	14816.39	5297.01	28818.24	652.68	7387.25
5	13944.63	8770.39	28469.54	652.68	7387.25

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	IV 01 00 004	C	51 di 63

6	12551.43	4697.10	22555.46	652.68	6717.65
7	14816.39	5297.01	23461.44	652.68	6717.65
8	13944.63	8770.39	23112.74	652.68	6717.65
9	12551.43	4697.10	22555.46	652.68	6717.65
10	12551.43	4759.20	22555.46	685.08	6717.65
11	12459.48	5112.98	18062.23	575.88	4864.27
12	11191.15	10763.74	17554.90	575.88	4864.27
13	9119.58	4313.10	16726.27	575.88	4864.27
14	11384.54	4913.01	22989.06	575.88	5533.87
15	11384.54	4913.01	22989.06	575.88	5533.87
16	10512.78	8386.39	22640.35	575.88	5533.87
17	9119.58	4313.10	16726.27	575.88	4864.27
18	11384.54	4913.01	17632.26	575.88	4864.27
19	10512.78	8386.39	17283.55	575.88	4864.27
20	9119.58	4313.10	12458.28	575.88	3810.44
21	9362.29	3633.71	37155.89	654.39	8253.94
22	8876.86	3613.08	37066.02	654.39	8253.94
23	9669.19	11072.74	18339.71	1787.06	4343.72
24	9183.76	11052.12	18249.84	1787.06	4343.72
25	10423.43	3776.27	18519.72	654.39	4343.72
26	8805.32	3707.52	18220.15	654.39	4343.72

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	9119.58	3856.80	15101.35
2	11593.58	3762.30	16474.95
3	10654.08	7948.05	16099.15
4	9119.58	3169.80	15485.35
5	10797.33	3614.18	20124.45
6	10151.58	6187.05	19866.15
7	9119.58	3169.80	15485.35
8	10797.33	3614.18	16156.45
9	10151.58	6187.05	15898.15
10	9119.58	3169.80	12323.88

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	10975.08	1500.38 (4827.10)	15341.19 (49356.63)
2	10270.45	4639.69 (13853.57)	15059.34 (44965.44)
3	9119.58	1056.00 (3411.24)	14598.99 (47159.71)
4	10377.89	1389.28 (3513.83)	18078.31 (45724.39)
5	9893.58	3318.94 (8090.29)	17884.59 (43595.75)
6	9119.58	1056.00 (3411.24)	14598.99 (47159.71)
7	10377.89	1389.28 (4472.10)	15102.31 (48614.38)
8	9893.58	3318.94 (10195.91)	14908.59 (45799.78)

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	IV 01 00 004	C	52 di 63

9	9119.58	1056.00 (3411.24)	14598.99 (47159.71)
10	9119.58	1179.84 (5025.19)	11939.88 (50854.47)

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	9119.58	1152.00 (4692.27)	12323.88 (50197.02)

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 [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	15891.33	5496.98	23891.42	15891.37	14642.07	64371.38	2.691061.9(727.2)	
2	S	14623.00	11147.74	23384.09	14622.97	29995.72	62882.40	2.691061.9(727.2)	
3	S	12551.43	4697.10	22555.46	12551.56	12813.76	60725.96	2.691061.9(727.2)	
4	S	14816.39	5297.01	28818.24	14816.31	11401.34	63211.91	2.191061.9(727.2)	
5	S	13944.63	8770.39	28469.54	13944.34	19138.45	62220.17	2.191061.9(727.2)	
6	S	12551.43	4697.10	22555.46	12551.56	12813.76	60725.96	2.691061.9(727.2)	
7	S	14816.39	5297.01	23461.44	14816.49	14552.19	63196.85	2.701061.9(727.2)	
8	S	13944.63	8770.39	23112.74	13944.56	23607.44	62193.22	2.691061.9(727.2)	
9	S	12551.43	4697.10	22555.46	12551.56	12813.76	60725.96	2.691061.9(727.2)	
10	S	12551.43	4759.20	22555.46	12551.66	12937.94	60725.13	2.691061.9(727.2)	
11	S	12459.48	5112.98	18062.23	12459.57	17259.28	60603.64	3.361061.9(727.2)	
12	S	11191.15	10763.74	17554.90	11191.40	35922.62	59085.98	3.361061.9(727.2)	
13	S	9119.58	4313.10	16726.27	9119.39	14855.46	56942.93	3.411061.9(727.2)	
14	S	11384.54	4913.01	22989.06	11384.82	12704.43	59447.83	2.591061.9(727.2)	
15	S	11384.54	4913.01	22989.06	11384.82	12704.43	59447.83	2.591061.9(727.2)	
16	S	10512.78	8386.39	22640.35	10512.58	21397.93	58448.63	2.581061.9(727.2)	
17	S	9119.58	4313.10	16726.27	9119.39	14855.46	56942.93	3.411061.9(727.2)	
18	S	11384.54	4913.01	17632.26	11384.75	16512.10	59430.32	3.371061.9(727.2)	
19	S	10512.78	8386.39	17283.55	10512.87	28613.26	58404.55	3.391061.9(727.2)	
20	S	9119.58	4313.10	12458.28	9119.36	19870.73	56925.06	4.571061.9(727.2)	
21	S	9362.29	3633.71	37155.89	9362.23	5494.53	57247.33	1.541061.9(727.2)	
22	S	8876.86	3613.08	37066.02	8876.93	5515.00	56711.38	1.531061.9(727.2)	
23	S	9669.19	11072.74	18339.71	9669.01	34580.97	57431.80	3.131061.9(727.2)	
24	S	9183.76	11052.12	18249.84	9183.80	34217.18	56904.00	3.111061.9(727.2)	
25	S	10423.43	3776.27	18519.72	10423.26	12077.66	58388.93	3.151061.9(727.2)	

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	IV 01 00 004	C	53 di 63

26 S 8805.32 3707.52 18220.15 8805.53 11580.47 56608.03 3.111061.9(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	0.00171	231.0	1001.0	-0.04311	9.0	9.0
2	0.00350	240.0	1010.0	0.00198	231.0	1001.0	-0.03677	9.0	9.0
3	0.00350	240.0	1010.0	0.00153	231.0	1001.0	-0.04774	9.0	9.0
4	0.00350	240.0	1010.0	0.00159	231.0	1001.0	-0.04608	9.0	9.0
5	0.00350	240.0	1010.0	0.00173	231.0	1001.0	-0.04267	9.0	9.0
6	0.00350	240.0	1010.0	0.00153	231.0	1001.0	-0.04774	9.0	9.0
7	0.00350	240.0	1010.0	0.00166	231.0	1001.0	-0.04429	9.0	9.0
8	0.00350	240.0	1010.0	0.00183	231.0	1001.0	-0.04035	9.0	9.0
9	0.00350	240.0	1010.0	0.00153	231.0	1001.0	-0.04774	9.0	9.0
10	0.00350	240.0	1010.0	0.00153	231.0	1001.0	-0.04767	9.0	9.0
11	0.00350	240.0	1010.0	0.00163	231.0	1001.0	-0.04525	9.0	9.0
12	0.00350	240.0	1010.0	0.00198	231.0	1001.0	-0.03699	9.0	9.0
13	0.00350	240.0	1010.0	0.00143	231.0	1001.0	-0.05043	9.0	9.0
14	0.00350	240.0	1010.0	0.00148	231.0	1001.0	-0.04905	9.0	9.0
15	0.00350	240.0	1010.0	0.00148	231.0	1001.0	-0.04905	9.0	9.0
16	0.00350	240.0	1010.0	0.00165	231.0	1001.0	-0.04489	9.0	9.0
17	0.00350	240.0	1010.0	0.00143	231.0	1001.0	-0.05043	9.0	9.0
18	0.00350	240.0	1010.0	0.00157	231.0	1001.0	-0.04678	9.0	9.0
19	0.00350	240.0	1010.0	0.00181	231.0	1001.0	-0.04104	9.0	9.0
20	0.00350	240.0	1010.0	0.00156	231.0	1001.0	-0.04726	9.0	9.0
21	0.00350	240.0	1010.0	0.00118	231.0	1001.0	-0.05638	9.0	9.0
22	0.00350	240.0	1010.0	0.00115	231.0	1001.0	-0.05702	9.0	9.0
23	0.00350	240.0	1010.0	0.00191	231.0	1001.0	-0.03890	9.0	9.0
24	0.00350	240.0	1010.0	0.00188	231.0	1001.0	-0.03948	9.0	9.0
25	0.00350	240.0	1010.0	0.00141	231.0	1001.0	-0.05067	9.0	9.0
26	0.00350	240.0	1010.0	0.00132	231.0	1001.0	-0.05296	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	0.000198059	0.000000858	-0.044900781	----	----
2	0.000167343	0.000001617	-0.038295478	----	----
3	0.000218398	0.000000785	-0.049708257	----	----
4	0.000211675	0.000000682	-0.047991016	----	----
5	0.000195045	0.000001110	-0.044432396	----	----
6	0.000218398	0.000000785	-0.049708257	----	----
7	0.000203180	0.000000859	-0.046130499	----	----
8	0.000184056	0.000001335	-0.042021645	----	----
9	0.000218398	0.000000785	-0.049708257	----	----
10	0.000218096	0.000000790	-0.049641090	----	----
11	0.000206587	0.000001024	-0.047115234	----	----

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	IV 01 00 004	C	54 di 63

12	0.000166880	0.000001936	-0.038507104	----	----
13	0.000229474	0.000000921	-0.052504142	----	----
14	0.000224076	0.000000792	-0.051077726	----	----
15	0.000224076	0.000000792	-0.051077726	----	----
16	0.000203982	0.000001270	-0.046738676	----	----
17	0.000229474	0.000000921	-0.052504142	----	----
18	0.000213353	0.000000998	-0.048712936	----	----
19	0.000185771	0.000001624	-0.042725634	----	----
20	0.000214488	0.000001208	-0.049196744	----	----
21	0.000257579	0.000000376	-0.058698597	----	----
22	0.000260336	0.000000377	-0.059361686	----	----
23	0.000175301	0.000001909	-0.040499789	----	----
24	0.000177811	0.000001903	-0.041096818	----	----
25	0.000231218	0.000000755	-0.052754580	----	----
26	0.000241268	0.000000727	-0.055138788	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 8 mm
Passo staffe: 2.6 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [kN] = proiezz. 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	6720.41	76124.69	8501.27233.8	224.8	1009.7	2.500	1.035	30.6	38.7(0.0)
2	S	6723.64	75816.79	8492.24233.5	224.5	1009.4	2.500	1.032	30.6	38.7(0.0)
3	S	6719.95	75751.49	8520.50234.3	225.3	1009.7	2.500	1.028	30.5	38.7(0.0)
4	S	7389.31	76022.43	8510.06234.0	225.0	1009.6	2.500	1.033	33.6	38.7(0.0)
5	S	7390.84	75881.58	8507.83233.9	224.9	1009.9	2.500	1.031	33.6	38.7(0.0)
6	S	6719.95	75751.49	8520.50234.3	225.3	1009.7	2.500	1.028	30.5	38.7(0.0)
7	S	6720.35	76003.25	8507.18233.9	224.9	1009.7	2.500	1.033	30.5	38.7(0.0)
8	S	6722.20	75779.29	8502.91233.8	224.8	1009.1	2.500	1.031	30.6	38.7(0.0)
9	S	6719.95	75751.49	8520.50234.3	225.3	1009.7	2.500	1.028	30.5	38.7(0.0)
10	S	6720.09	75750.66	8520.38234.3	225.3	1009.7	2.500	1.028	30.5	38.7(0.0)
11	S	4867.06	75717.71	8517.19234.2	225.2	1009.8	2.500	1.027	22.1	38.7(0.0)
12	S	4870.62	75328.37	8505.70233.9	224.9	1008.7	2.500	1.025	22.1	38.7(0.0)
13	S	4866.54	75330.69	8535.40234.7	225.7	1009.7	2.500	1.020	22.0	38.7(0.0)
14	S	5535.87	75612.78	8526.18234.4	225.4	1009.7	2.500	1.025	25.1	38.7(0.0)
15	S	5535.87	75612.78	8526.18234.4	225.4	1009.7	2.500	1.025	25.1	38.7(0.0)
16	S	5537.34	75475.62	8523.93234.4	225.4	1010.0	2.500	1.023	25.1	38.7(0.0)
17	S	4866.54	75330.69	8535.40234.7	225.7	1009.7	2.500	1.020	22.0	38.7(0.0)
18	S	4866.91	75594.10	8523.13234.3	225.3	1009.8	2.500	1.025	22.1	38.7(0.0)
19	S	4869.12	75360.87	8516.57234.2	225.2	1009.3	2.500	1.023	22.1	38.7(0.0)
20	S	3813.62	75314.32	8531.93234.6	225.6	1009.9	2.500	1.020	17.3	38.7(0.0)
21	S	8254.89	75486.95	8543.10234.9	225.9	1010.3	2.500	1.021	37.4	38.7(0.0)
22	S	8254.88	75426.56	8545.20234.9	225.9	1010.3	2.500	1.019	37.4	38.7(0.0)
23	S	4362.91	75236.55	8515.48234.1	225.1	1009.6	2.500	1.021	19.8	38.7(0.0)
24	S	4362.59	75183.17	8518.53234.2	225.2	1009.6	2.500	1.020	19.8	38.7(0.0)

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	IV 01 00 004	C	55 di 63

25	S	4345.83	75502.69	8531.50234.6]	225.6	1009.6	2.500	1.023	19.7	38.7(0.0)
26	S	4345.67	75307.60	8539.25234.8]	225.8	1009.6	2.500	1.019	19.7	38.7(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	2.64	240.0	1010.0	-63.5	9.0	9.0	27258	530.9
2	S	2.81	240.0	1010.0	-58.2	9.0	9.0	27238	530.9
3	S	3.00	240.0	1010.0	-65.0	9.0	9.0	27068	530.9
4	S	2.66	240.0	1010.0	-66.0	9.0	9.0	27197	530.9
5	S	3.45	240.0	1010.0	-92.7	9.0	9.0	27128	530.9
6	S	3.57	240.0	1010.0	-97.7	9.0	9.0	27258	530.9
7	S	2.66	240.0	1010.0	-66.0	9.0	9.0	27197	530.9
8	S	2.77	240.0	1010.0	-60.7	9.0	9.0	27229	530.9
9	S	2.88	240.0	1010.0	-65.1	9.0	9.0	27258	530.9
10	S	2.11	240.0	1010.0	-41.1	9.0	9.0	27258	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 f_{ctm} 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 = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} * (e_{sm} - e_{cm})$ [(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	-0.00034	0	0.500	26.0	77	0.00019 (0.00019)	489	0.093 (0.20)	11190.05	43814.81
2	S	-0.00031	0	0.500	26.0	77	0.00017 (0.00017)	489	0.085 (0.20)	10683.15	46781.05
3	S	-0.00034	0	0.500	26.0	77	0.00020 (0.00020)	487	0.095 (0.20)	20682.64	41893.67
4	S	-0.00035	0	0.500	26.0	77	0.00020 (0.00020)	488	0.097 (0.20)	9043.82	44181.55
5	S	-0.00049	0	0.500	26.0	77	0.00028 (0.00028)	488	0.136 (0.20)	7773.96	43286.95
6	S	-0.00052	0	0.500	26.0	77	0.00029 (0.00029)	489	0.143 (0.20)	12764.09	40984.53
7	S	-0.00035	0	0.500	26.0	77	0.00020 (0.00020)	488	0.097 (0.20)	9043.82	44181.55
8	S	-0.00032	0	0.500	26.0	77	0.00018 (0.00018)	488	0.089 (0.20)	10269.07	45905.85
9	S	-0.00035	0	0.500	26.0	77	0.00020 (0.00020)	489	0.095 (0.20)	16642.47	42764.25
10	S	-0.00022	0	0.500	26.0	77	0.00012 (0.00012)	489	0.060 (0.20)	12168.45	47309.79

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	2.51	240.0	1010.0	-51.5	9.0	9.0	26571	530.9

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	IV 01 00 004	C	56 di 63

2	S	2.64	240.0	1010.0	-56.3	9.0	9.0	27258	530.9
3	S	2.39	240.0	1010.0	-57.1	9.0	9.0	26017	530.9
4	S	2.98	240.0	1010.0	-76.8	9.0	9.0	26115	530.9
5	S	3.07	240.0	1010.0	-80.4	9.0	9.0	27151	530.9
6	S	2.39	240.0	1010.0	-57.1	9.0	9.0	26017	530.9
7	S	2.47	240.0	1010.0	-53.2	9.0	9.0	26468	530.9
8	S	2.55	240.0	1010.0	-56.4	9.0	9.0	27228	530.9
9	S	2.39	240.0	1010.0	-57.1	9.0	9.0	26017	530.9
10	S	1.94	240.0	1010.0	-36.7	9.0	9.0	26603	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	-0.00027	0	0.500	26.0	77	0.00015 (0.00015)	483	0.075 (0.20)	4827.10	49356.63
2	S	-0.00030	0	0.500	26.0	77	0.00017 (0.00017)	489	0.083 (0.20)	13853.57	44965.44
3	S	-0.00030	0	0.500	26.0	77	0.00017 (0.00017)	478	0.082 (0.20)	3411.24	47159.71
4	S	-0.00041	0	0.500	26.0	77	0.00023 (0.00023)	479	0.110 (0.20)	3513.83	45724.39
5	S	-0.00043	0	0.500	26.0	77	0.00024 (0.00024)	488	0.118 (0.20)	8090.29	43595.75
6	S	-0.00030	0	0.500	26.0	77	0.00017 (0.00017)	478	0.082 (0.20)	3411.24	47159.71
7	S	-0.00028	0	0.500	26.0	77	0.00016 (0.00016)	482	0.077 (0.20)	4472.10	48614.38
8	S	-0.00030	0	0.500	26.0	77	0.00017 (0.00017)	488	0.083 (0.20)	10195.91	45799.78
9	S	-0.00030	0	0.500	26.0	77	0.00017 (0.00017)	478	0.082 (0.20)	3411.24	47159.71
10	S	-0.00020	0	0.500	26.0	77	0.00011 (0.00011)	483	0.053 (0.20)	5025.19	50854.47

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	2.00	240.0	1010.0	-39.5	9.0	9.0	26513	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	-0.00021	0	0.500	26.0	77	0.00012 (0.00012)	483	0.057 (0.20)	4692.27	50197.02

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 :

$$N_{\max} = 6686 \text{ kN (CC. SLU)}$$

$$T_{\max} = 961 \text{ kN (CC. SLV)}$$

$$N_{\max} = 5591 \text{ kN (CC. SLV)}$$

$$T_{\max} = 1129 \text{ kN (CC. SLV)}$$

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.

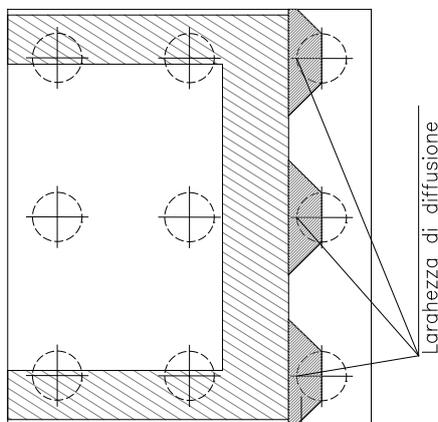


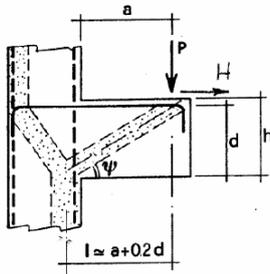
Figura 3 – Diffusione delle azioni dal palo al muro frontale

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.

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	IV 01 00 004	C	58 di 63

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
$P_{Ed} (KN) =$	6686.00	KN	Carico complessivo VERTICALE sulla fascia di dimensione b
$H_{Ed} (KN) =$	961.00	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	$\phi 1 (mm) =$	20.0	$p1 (cm) =$	10.0	$\theta 1^\circ =$	0.0
$A_{\phi i} (mm^2) =$	314.16	$nb \text{ tot } 1 =$	39.0	$A_{\phi \text{ TOT}} (mm^2) =$	12252.20	$A_{\phi \text{ CAL}} (mm^2) =$	12252.20
Registro tipo	R2						
$n^\circ R2 =$	1	$\phi 2 (mm) =$	20.0	$p2 (cm) =$	10.0	$\theta 2^\circ =$	0.0
$A_{\phi i} (mm^2) =$	314.16	$nb \text{ tot } 2 =$	39.0	$A_{\phi \text{ TOT}} (mm^2) =$	12252.20	$A_{\phi \text{ CAL}} (mm^2) =$	12252.20
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	$^\circ$
$P_{Rs} =$	11017.0	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

$$M = T * \alpha$$

$\alpha = 3.10$ (vedi relazione geotecnica)

Nz,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]	Ty,A [kN]
6686	2978		961
2403	2978		961
5591	3499		1129
1227	3499		1129

Caratteristiche della sezione:

Sezione circolare $\varnothing 150$ cm

$$A_s = 36 + 36\phi 26 \quad \text{staffe } \phi 14/20$$

La lunghezza del palo è pari a $L = 30.00$ 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:
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 B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	IV 01 00 004	C	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	66.0	36	26
2	0.0	0.0	61.0	36	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	6686.00	2978.00	0.00	961.00	0.00
2	2403.00	2978.00	0.00	961.00	0.00
3	5591.00	3499.00	0.00	1129.00	0.00
4	1227.00	3499.00	0.00	1129.00	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	4777.00	2027.00	0.00
2	2487.00	2027.00	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 B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	IV 01 00 004	C	61 di 63

N° Comb.	N	Mx	My
1	4544.00	1921.00 (2442.35)	0.00 (0.00)
2	2584.00	1921.00 (1724.96)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO
Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	2.4 cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.3 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	6686.00	2978.00	0.00	6686.15	9048.91	0.00	3.04	382.3(53.0)
2	S	2403.00	2978.00	0.00	2402.78	8288.73	0.00	2.78	382.3(53.0)
3	S	5591.00	3499.00	0.00	5590.83	8912.57	0.00	2.55	382.3(53.0)
4	S	1227.00	3499.00	0.00	1227.08	7984.33	0.00	2.28	382.3(53.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Xs min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Xs max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Ys max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
	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	0.00303	0.0	66.0	-0.00394	0.0	-66.0
2	0.00350	0.0	75.0	0.00291	0.0	66.0	-0.00581	0.0	-66.0
3	0.00350	0.0	75.0	0.00300	0.0	66.0	-0.00434	0.0	-66.0
4	0.00350	0.0	75.0	0.00286	0.0	66.0	-0.00650	0.0	-66.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N° Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000052775	-0.000458132	----	----
2	0.000000000	0.000066052	-0.001453934	----	----

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	IV 01 00 004	C	62 di 63

3	0.000000000	0.000055587	-0.000669025	----	----
4	0.000000000	0.000070907	-0.001818018	----	----

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] = proiezione 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	961.00	4056.90	2807.87118.5	96.9	137.2	2.500	1.250	10.1	29.6(0.0)
2	S	961.00	3739.36	2967.60119.2	102.4	136.5	2.500	1.096	9.6	29.6(0.0)
3	S	1129.00	4030.01	2843.73118.5	98.1	137.5	2.500	1.223	11.8	29.6(0.0)
4	S	1129.00	3591.71	3028.36120.1	104.5	134.2	2.500	1.049	11.0	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	6.65	0.0	1010.0	-37.7	0.0	-66.0	988	42.5
2	S	6.35	0.0	1010.0	-81.0	0.0	-66.0	1881	84.9

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 Coprifero [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
 wk Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
 Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
 My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30	D09CL	IV 01 00 004	C	63 di 63

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00023	0	0.500	26.0	77	0.00011 (0.00011)	365	0.041 (0.20)	2433.67	0.00
2	S	-0.00046	0	0.500	26.0	77	0.00024 (0.00024)	360	0.087 (0.20)	1668.19	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	6.31	0.0	1010.0	-35.5	0.0	-66.0	988	42.5
2	S	6.04	0.0	1010.0	-71.6	0.0	-66.0	1756	74.3

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00022	0	0.500	26.0	77	0.00011 (0.00011)	365	0.039 (0.20)	2442.35	0.00
2	S	-0.00041	0	0.500	26.0	77	0.00021 (0.00021)	366	0.079 (0.20)	1724.96	0.00