

**S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI
LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA**
DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389

PROGETTO DEFINITIVO

COD. CA22

PROGETTAZIONE: ANAS – DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

PROGETTISTA E RESPONSABILE INTEGRATORE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. M. RASIMELLI
Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A632

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Ing. D. BONADIES	Ing. M. PROCACCI
Ing. P. LOSPENNATO	Ing. R. CERQUIGLINI
Ing. S. PELLEGRINI	Ing. M. CARAFFINI
Ing. A. POLLI	Geom. M. BINAGLIA
Ing. M. MARELLI	
Ing. A. LUCIA	

IL RESPONSABILE DEL S.I.A.

Arch. E. RASIMELLI

IL GEOLOGO

Dott. S. PIAZZOLI

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. L. IOVINE

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Ing. F. RUGGIERI

PROTOCOLLO

DATA:

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:



MANDATARIA



PINI SWISS ENGINEERS SA
SWISS
Via Besso 7 - 6900 Lugano - Svizzera

MANDANTE



PINI SWISS ENGINEERS Srl
ITALIA
Via Cavour 2 - 22074 Lomazzo (CO) - Italia

MANDANTE

OPERE D'ARTE MAGGIORI
Opere d'arte maggiori – Viadotto VI07
Relazione di calcolo spalla

CODICE PROGETTO

PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.
D P C A 2 2	D	2 0 0 2

NOME FILE

T00_VI07_STR_RE03_A

REVISIONE

PAG.

CODICE ELAB.

T 0 0	V I 0 7	S T R	R E 0 3
-------	---------	-------	---------

A

1 di 65

D					
C					
B					
A	PRIMA EMISSIONE	AGOSTO 2020	MARELLI	POLLI	RASIMELLI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p>Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File: T00_VI07_STR_RE03_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 2 di 65</p>
--	---

INDICE

1	INTRODUZIONE	4
1.1	OGGETTO E SCOPO	4
1.2	DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	6
3	MATERIALI	7
3.1	VERIFICA S.L.E.	8
3.1.1	Verifiche alle tensioni	8
3.1.2	Verifiche a fessurazione	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	Peso proprio elementi strutturali	17
4.6.2	Carichi trasmessi dall'impalcato	17
4.6.3	Azione del Vento	18
4.6.4	Carichi da traffico verticali	19
4.6.5	Carichi da traffico orizzontali	20
4.6.6	Spinta statica del terrapieno	20
4.6.7	Sovraccarico sul terrapieno	21
4.6.8	Spinta del sovraccarico accidentale condizioni statiche	21
4.6.9	Azione sismica	22
4.6.10	Inerzie strutturali	24
4.6.11	Calcolo delle sollecitazioni in testa pali	24
4.6.12	Riepilogo risultati	25
4.7	SOLLECITAZIONI	28
4.7.1	Muro paraghiaia	28
4.7.2	Muro frontale	30
4.7.3	Plinto di fondazione	33
4.7.4	Pali di fondazione	35
4.8	VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI	36
4.8.1	Paraghiaia	36
4.8.2	Muro frontale	43

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p>Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File: T00_VI07_STR_RE03_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 3 di 65</p>
--	---

4.8.3	Muro andatore	51
4.8.4	Zattera di fondazione	56
4.8.5	Palo di fondazione	58

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p>Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File: T00_VI07_STR_RE03_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 4 di 65</p>
--	---

1 INTRODUZIONE

1.1 OGGETTO E SCOPO

La presente relazione ha per oggetto la variante della SS389 nel tratto tra Villagrande Strisaili e Arzana, a due corsie (categoria C ex DM 05.11.2001) per una lunghezza di circa 6 km. La variante si sviluppa nell'ambito del corridoio già interessato dalla statale esistente, e prevede la realizzazione di diversi viadotti, gallerie artificiali ed opere di sostegno, oltre a svincoli di allaccio alla statale esistente.

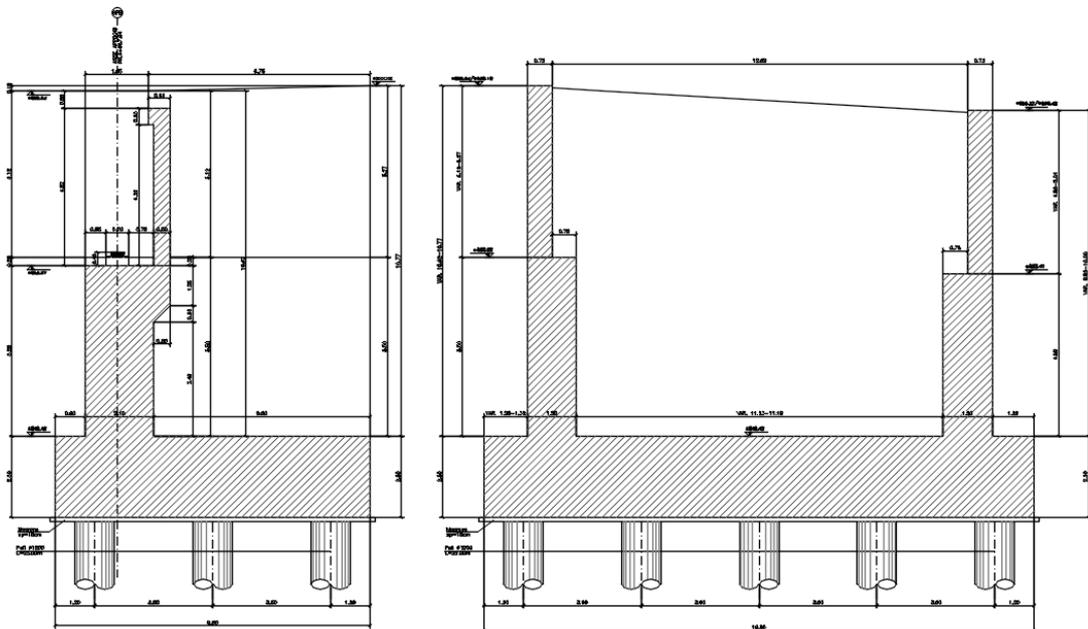
La presente relazione ha per oggetto il dimensionamento e le verifiche di resistenza secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (S.L.) di una delle spalle del viadotto VI07. In particolare si tratterà la spalla B che presenta l'altezza del paramento maggiore e l'ipotesi di appoggi "fissi" dell'impalcato.

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

1.2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il viadotto è suddiviso in 5 campate da 60, 60, 60, 60, 60 m di luce; il viadotto è diviso in due impalcati continui da 60+60m e 60+60+60m di luce. Il primo è costituito da un sistema misto acciaio-calcestruzzo composto da 4 travi in carpenteria metallica e soletta superiore in c.a. collaborante, il secondo da 3 travi.

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



ANAS S.p.A.

S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ
LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA

DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389
Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla

File:

T00_VI07_STR_RE03_A

Data: Agosto 2020

Pag. 5 di 65

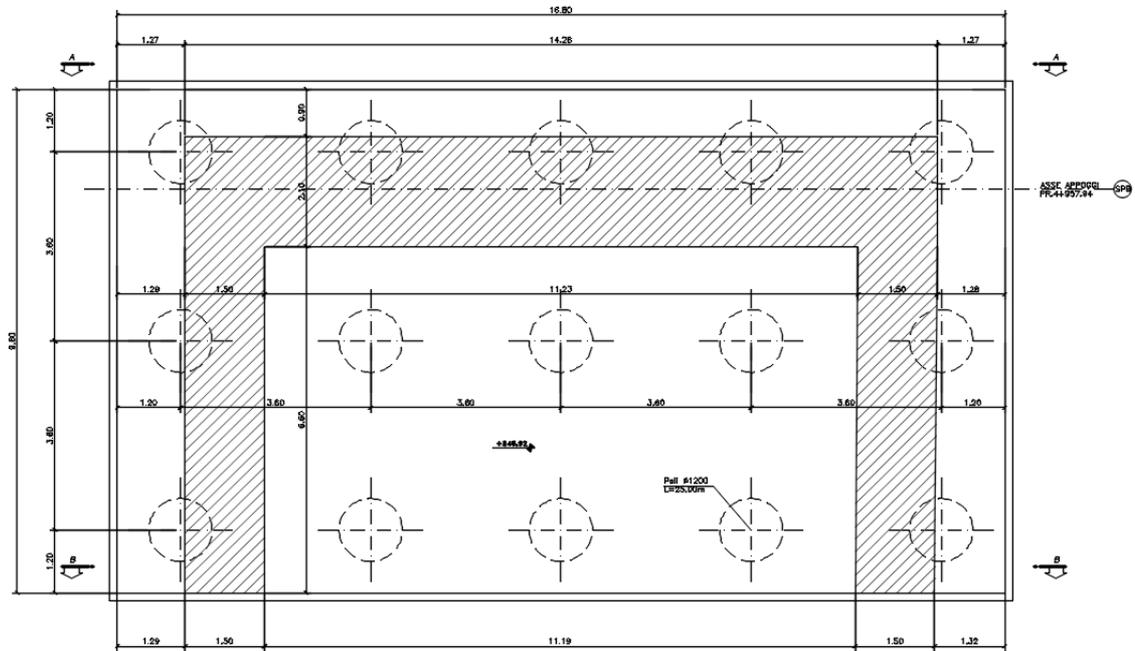


Figura 1.1. Sezione trasversale e pianta

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p>Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File: T00_VI07_STR_RE03_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 6 di 65</p>
--	---

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

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

- L. n. 64 del 2/2/1974“Provvedimento per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- L. n. 1086 del 5/11/1971“Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);
- Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l’Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;
- Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010.
- CNR-DT207/2008 Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni.
- UNI EN 206-1:2006 Parte 1: Calcestruzzo-Specificazione, prestazione, produzione e conformità;
- EUROCODICE 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo
- EUROCODICE 7: progettazione geotecnica
- Eurocodice 8. Progettazione delle strutture per la resistenza sismica

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p>Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File: T00_VI07_STR_RE03_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 7 di 65</p>
--	---

3 MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali previsti le sottostrutture sono le seguenti:

Calcestruzzo per fondazioni e pali

<p>CALCESTRUZZO PER PALI DI FONDAZIONE - C25/30 (CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE XC2 SECONDO UNI EN 206-1)</p>
<ul style="list-style-type: none"> - DIMENSIONE MASSIMA DELL'AGGREGATO $D_{max} = 32$ mm; - RAPPORTO ACQUA/CEMENTO MASSIMO 0.60, DA MISURARSI SECONDO UNI 206-1 CON PRELIEVI EFFETTUATI IMMEDIATAMENTE PRIMA DEL GETTO; - CEMENTO TIPO II, UNI 197-1 CLASSE 32.5 - DOSAGGIO MINIMO 300 kg/mc - CONSISTENZA S4, SECONDO UNI EN 206-1; - CLASSE DI ESPOSIZIONE AMB. XC2 SECONDO EN 206-1 - COPRIFERRO MINIMO: 45 mm; PALI 75 mm; - CLASSE DI CONTENUTI IN CLORURI CI 0.20 SECONDO UNI EN 206-1

Calcestruzzo elevazione

<p>CALCESTRUZZO PER PILE E SPALLE - C32/40 (CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE XC4 SECONDO UNI EN 206-1)</p>
<ul style="list-style-type: none"> - DIMENSIONE MASSIMA DELL'AGGREGATO $D_{max} = 22$ mm; - RAPPORTO ACQUA/CEMENTO MASSIMO 0.50, DA MISURARSI SECONDO UNI 206-1 CON PRELIEVI EFFETTUATI IMMEDIATAMENTE PRIMA DEL GETTO; - CEMENTO TIPO II, UNI 197-1 CLASSE 42.5 - DOSAGGIO MINIMO 340 kg/mc - CONSISTENZA S3, SECONDO UNI EN 206-1; - CLASSE DI ESPOSIZIONE AMB. XC4 SECONDO EN 206-1 - COPRIFERRO MINIMO 40 mm; - CLASSE DI CONTENUTI IN CLORURI CI 0.20 SECONDO UNI EN 206-1

Acciaio per armature

<p>ACCIAIO PER ARMATURE - B450C TRAFILATO IN BARRE TONDE $5 \leq \varnothing \leq 40$ AD ADERENZA MIGLIORATA (CONFORME D.M. 17.01.2018)</p>
<ul style="list-style-type: none"> - TENSIONE CARATTERISTICA DI SNERVAMENTO $f_{yk} > 450$ N/mm² - TENSIONE CARATTERISTICA DI ROTTURA $f_{tk} > 540$ N/mm² - ALLUNGAMENTO $(A_{gt})_k > 7.5\%$

ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI07_STR_RE03_A Data: Agosto 2020 Pag. 8 di 65
--	---

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

Valutate le azioni interne nelle varie parti della struttura, dovute alle combinazioni caratteristica e quasi permanente delle azioni, si calcolano le massime tensioni sia nel calcestruzzo sia nelle armature; si deve verificare che tali tensioni siano inferiori ai massimi valori consentiti di seguito riportati.

4.1.2.2.5.1 Tensione massima di compressione del calcestruzzo nelle condizioni di esercizio

La massima tensione di compressione del calcestruzzo $\sigma_{c,max}$, deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_{c,max} \leq 0,60 f_{ck} \text{ per combinazione caratteristica} \quad [4.1.15]$$

$$\sigma_{c,max} \leq 0,45 f_{ck} \text{ per combinazione quasi permanente.} \quad [4.1.16]$$

4.1.2.2.5.2 Tensione massima dell'acciaio in condizioni di esercizio

La tensione massima, $\sigma_{s,max}$, per effetto delle azioni dovute alla combinazione caratteristica deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_{s,max} \leq 0,8 f_{yk} \quad [4.1.17]$$

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:

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

<p style="text-align: center;">ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File: T00_VI07_STR_RE03_A Data: Agosto 2020 Pag. 9 di 65</p>
--	---

Risultando:

w1= 0.2 mm

w2= 0.3 mm

w3= 0.4 mm

Si adotterà pertanto:

- Condizioni ambientali ordinarie per gli elementi di fondazione
- Condizioni ambientali aggressive per gli elementi in elevazione

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.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p>Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File: T00_VI07_STR_RE03_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 10 di 65</p>
--	--

4 ANALISI E VERIFICHE SPALLA

4.1 GENERALITÀ

La spalla presentano una configurazione a paramento di spessore 2.10 m e muri di risvolto per il contenimento del rilevato retrostante di spessore 1.50 m. L'altezza della spalla **B** (escluso paraghiaia) è pari a 5.25 m.

La spalla ha in testa un paraghiaia di spessore 0.5 m ed altezza di circa 4.80 m dalla testa muro frontale.

Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 1.20 m 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 spiccatto 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.

ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI07_STR_RE03_A Data: Agosto 2020 Pag. 11 di 65
--	--

2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI07_STR_RE03_A Data: Agosto 2020 Pag. 12 di 65
--	--

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
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	$\gamma_R = 1,1$

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

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p>Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File: T00_VI07_STR_RE03_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 14 di 65</p>
--	--

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

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p>Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File: T00_VI07_STR_RE03_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 15 di 65</p>
--	--

4.5 GEOMETRIA DELLA SPALLA

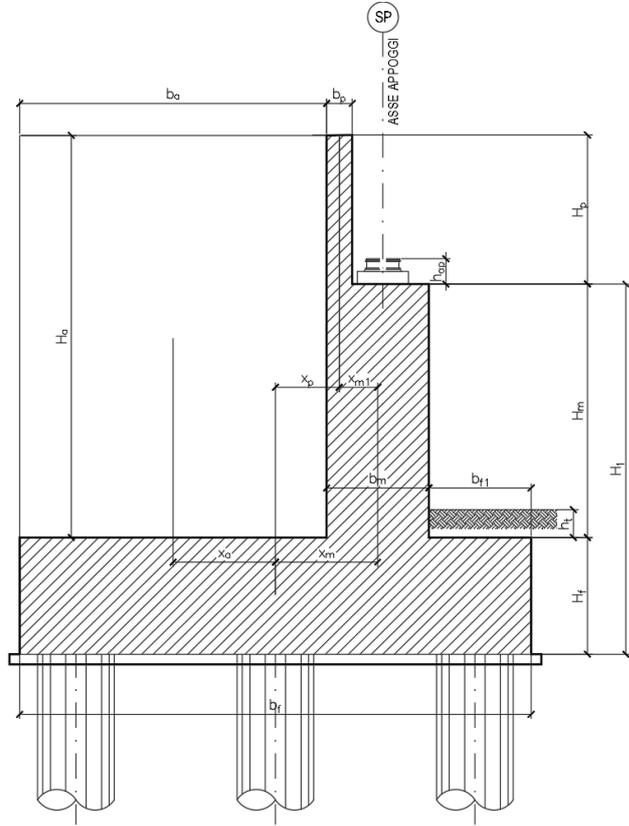


Figura 4.1. Significato dei simboli: sezione tipologica

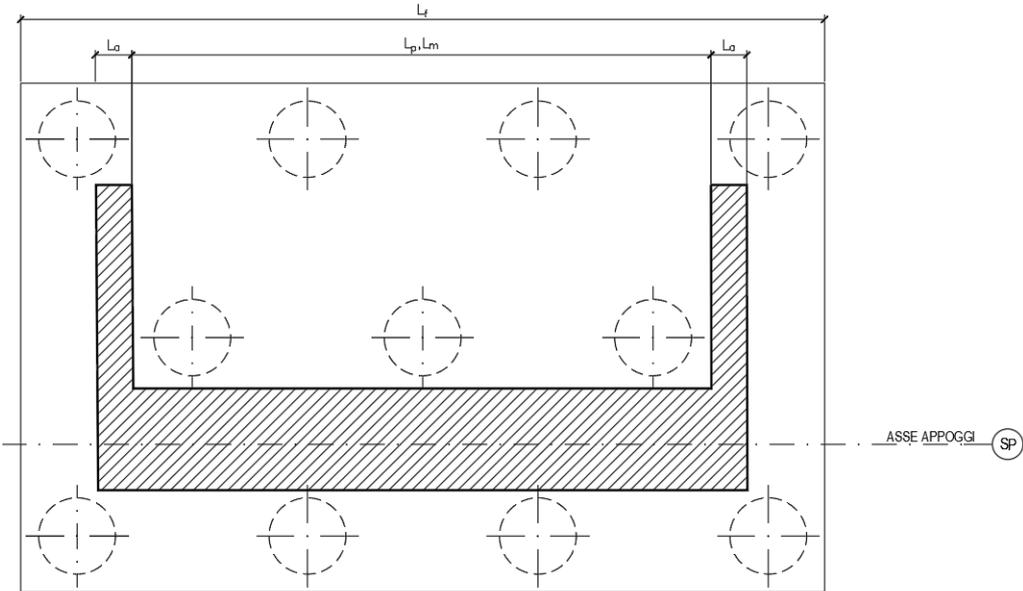


Figura 4.2. Significato dei simboli: pianta tipologica

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p>Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File: T00_VI07_STR_RE03_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 16 di 65</p>
--	--

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 + baggio	h_{ap}	0.40	m
Distanza piano appoggi-intradosso plinto	H_1	8.15	m
Paraghiaia			
Altezza	H_p	4.80	m
Lunghezza lungo asse X	b_p	0.5	m
Lunghezza lungo asse Y	L_p	12.69	m
Distanza tra i muri andatori dir. Y		12.69	m
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	x_p	1.55	m
Muro frontale			
Altezza	H_m	5.25	m
Lunghezza lungo asse X	b_m	2.10	m
Lunghezza lungo asse Y	L_m	11.59	m
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	x_m	2.85	m
Coordinata X del baricentro rispetto paraghiaia	x_{m1}	-1.30	m
Distanza asse baggioli- asse muro frontale		0.05	m
Plinto			
Altezza	H_f	2.50	m
Lunghezza lungo asse X	b_f	9.60	m
Lunghezza lungo asse Y	L_f	16.80	m
Mensola anteriore plinto	b_{f1}	0.90	m
Spessore ricoprimento medio	h_t	3.00	m
Distanza asse baggioli - baricentro plinto		2.90	m
Muro andatore			
Altezza	H_a	10.05	m
Lunghezza di un singolo muro lungo asse Y	L_a	1.50	m
Lunghezza di un singolo muro lungo asse X	b_a	6.25	m
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	x_a	-1.67	m
Terreno			
Angolo d'attrito interno (φ)		35	°
Coefficiente per il calcolo della spinta a riposo		▼	Ko= 0.426
Sisma			
S_s		1.200	
a_g		0.060	
Coefficiente riduttivo		1.00	
Coefficiente sismico orizzontale	k_h	0.072	
Mononobe e Okabe	K_{AE}	0.312	
Coefficiente per sisma verticale	k_v	0.036	

Tabella 4.1 – Dati di input.

ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI07_STR_RE03_A Data: Agosto 2020 Pag. 17 di 65
--	---

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	60	m
Peso Proprio	G1	180	kN/m
Permanenti portati	G2	60	kN/m
n° totale appoggi sulla spalla	n	3	
Reazione appoggio i = (G1*L/2)/n	Ri	1800.0	kN
Reazione appoggio i = (G2*L/2)/n	Ri	600.0	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. Si considera per gli appoggi un attrito pari al 3%.

Appoggio	A			B			C			biz
	FZ	FX	FY	FZ	FX	FY	FZ	FX	FY	
Descrizione carico	[kN]	[m]								
Peso proprio G1	1800			1800			1800			0.00
Permanenti G2	600			600			600			0.00
										0.00
Comb. Nmax Q1	883			1163			778			0.00
Comb. Nmax Q3 frenatura		282			282			282		4.50
Comb. Nmax Q4 centrifuga						87				4.50
Comb. Nmax Q folla										0.00
Comb. MTmax Q1	1884			357			-134			0.00
Comb. MTmax Q3 frenatura		282			282			282		4.50
Comb. MTmax Q4 centrifuga						87				4.50
Comb. MTmax Q folla										0.00
Comb. MLmax Q1										0.00
Comb. MLmax Q3 frenatura										4.50
Comb. MLmax Q4 centrifuga										4.50
Comb. MLmax Q folla										0.00
Vento Ponte Scarico						523				4.50
Vento Ponte Carico						706				4.50
Attrito permanente		72	72		72	72		72	72	0.00
Attrito carichi mobili		57	57		35	35		23	23	0.00
Sisma longitudinale		1040			1040			1040		4.50
Sisma trasversale						550				4.50
Sisma verticale	86			86			86			0.00

ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI07_STR_RE03_A Data: Agosto 2020 Pag. 18 di 65
--	---

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	860	860	m
Zona	Z	5	5	
Parametri	Vb,0	28	28	m/s
Parametri	ao	750	750	m
Parametri	ks	0.4	0.4	1/s
Velocità di riferimento (Tr=50anni)	$v_b = v_{b0} * (1 + k_s(a_s/a_o - 1))$	29.64266667	29.64266667	m/s
Periodo di ritorno considerato	TR	100	100	anni
	α_R	1.04	1.04	
Velocità di riferimento	Vb(TR)	30.81	30.81	m/s
Densità dell'aria	ρ	1.25	1.25	kg/mc
Pressione cinetica di riferimento	$q_b = 0.5 * \rho * v_b^2$	0.59	0.59	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	18	18	m
Coefficiente di topografia	ct	1	1	
Coefficiente di esposizione (z)	ce(z)	2.74	2.74	
Larghezza impalcato	b	14.2	14.2	m
Altezza impalcato	h1	4.5	4.5	m
Altezza veicoli o parapetto	h2	1.5	3	m
Altezza totale impalcato (comprese le barriere o veicoli)	dtot	6	7.5	m
Rapporto di forma	b/dtot	2.37	1.89	
Coefficiente di forza (figura 8.3 EC)	cfx	1.79	1.93	

Riepilogo

Pressione cinetica di riferimento	qb	0.59	0.59	kN/mq
Coefficiente di esposizione	ce	2.74	2.74	
Coefficiente di forza	cfx	1.79	1.93	
Altezza di riferimento (EC punto 8.3.1 (4) e (5))	d	6	7.5	m
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	17.4	23.5	kN/m
Pressione statica equivalente	p=f/d	2.91	3.14	kN/mq
Pressione statica equivalente (minima considerata)	pmin	1.5	1.5	kN/mq
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	17.4	23.5	kN/m

Vento impalcato a ponte scarico

Forza statica equivalente	f	17.4		kN/m
Luce impalcato	L	60		m
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	523		kN/m

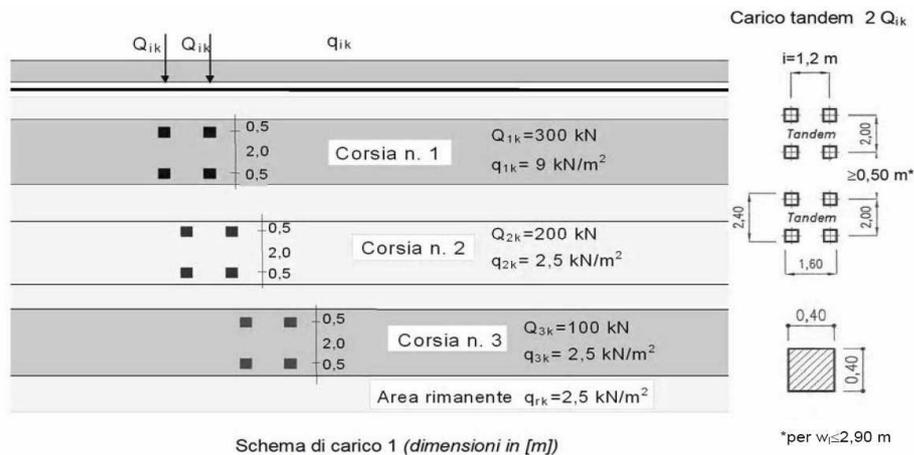
Vento impalcato a ponte carico

Forza statica equivalente	f	23.5		kN/m
Luce impalcato	L	60		m
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	706		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.



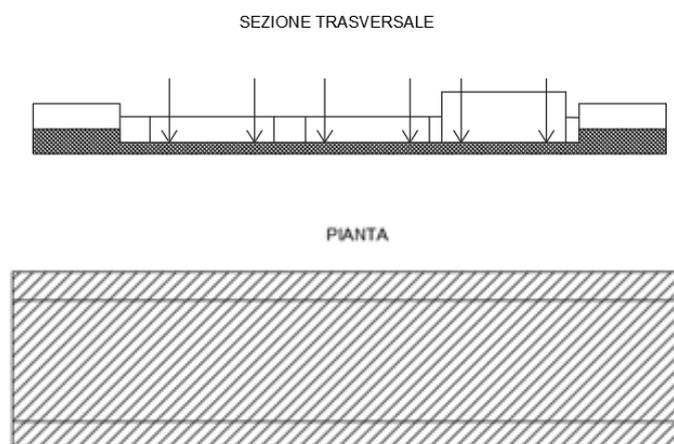
Il numero delle colonne di carichi mobili e la loro disposizione sono quelli massimi compatibili con la larghezza della carreggiata considerata, per i ponti di 1a Categoria.

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 $q = 5 \text{ kN/mq}$.

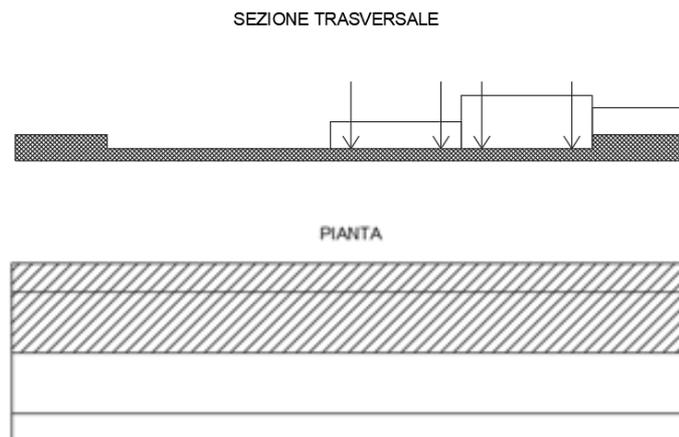
Di seguito si farà riferimento alle due condizioni di carico seguenti:

- 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:



<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p>Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File: T00_VI07_STR_RE03_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 20 di 65</p>
--	--

- 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:



4.6.5 Carichi da traffico orizzontali

Frenatura		
L	180	m
q3	846	kN
q3 (filtrata)	846	kN

Centrifuga		
Raggio planimetrico	550	m
n° corsie	3	
Qv	1200	kN
q4	87	kN

4.6.6 Spinta statica del terrapieno

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

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

$$S_0 = 1/2 * \gamma * H^2 * K_0 \quad (\text{spinta per metro lineare di spalla})$$

l'utilizzo di K_0 è determinato dall'impossibilità, da parte della spalla, di subire spostamenti; si assume $K_0 = 1 - \sin \varphi'$

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

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p>Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File: T00_VI07_STR_RE03_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 21 di 65</p>
--	--

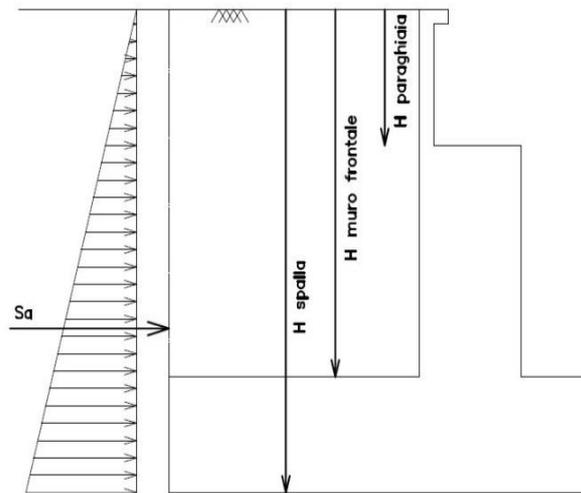


Figura 4.3. Spinta statica terreno di riempio

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

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 35^\circ$$

$$c' = 0$$

4.6.7 Sovraccarico sul terrapieno

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

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

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

4.6.8 Spinta del sovraccarico accidentale condizioni statiche

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

La presenza del sovraccarico Q genera una spinta pari a:

$$S_q = q * H * K_o$$

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

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p>Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File: T00_VI07_STR_RE03_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 22 di 65</p>
--	--

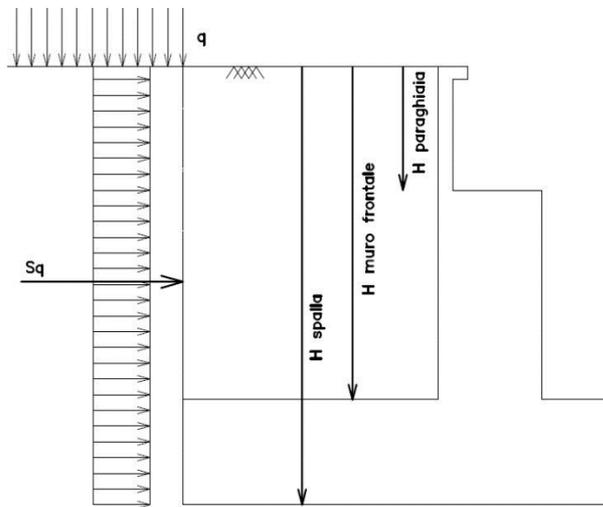


Figura 4.4. Spinta statica sovraccarico accidentale

4.6.9 Azione sismica

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

- Azioni sismiche sulla Spalla

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

Forza sismica orizzontale $F_h = k_h W$

Forza sismica verticale $F_v = k_v W$

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p>Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File: T00_VI07_STR_RE03_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 23 di 65</p>
--	--

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.

- Sovrappinta sismica del terreno

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 $H/2$.

Nella determinazione dei coefficienti sismici k_h e k_v , per le spalle di ponti e viadotti 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 e della spinta sismica:

$$E_d = S_{stat} + \Delta S_s$$

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p>Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File: T00_VI07_STR_RE03_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 24 di 65</p>
--	--

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

- Valori di progetto

Sulla base delle indicazioni delle NTC2018 si assumono i seguenti valori per determinare l'azione sismica di riferimento nei comuni di Arzana e Villagrande Strisali interessati dall'opera:

- vita nominale: $V_N = 50$ anni (costruzioni con livelli di prestazione ordinari)
- coefficiente d'uso: $C_U = 2$
- periodo di riferimento: $V_R = V_N \times C_U = 100$ anni:
- stato limite ultimo di salvaguardia della vita, SLV
- probabilità di superamento associata allo stato limite SLV: $PVR = 10\%$ periodo di ritorno: $TR = -VR / \ln(1 - PVR) = 949$ anni
- categoria di sottosuolo: B
- categoria topografica: T1

I parametri sismici principali sono riassunti nella seguente Tabella 4-2 (le accelerazioni di riferimento sono riportate all'allegato 2 del DM2008 cui il DM2018 rimanda).

Tabella 4-2 – Valori dei parametri per la definizione del sisma di progetto

	P_{VR} [%]	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	81%	60	0,0254	2,685	0,300
SLD	63%	101	0,0313	2,730	0,307
SLV	10%	949	0,0599	2,976	0,371
SLC	5%	1950	0,0707	3,061	0,393

4.6.10 Inerzie strutturali

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

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

4.6.11 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

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p>Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File: T00_VI07_STR_RE03_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 25 di 65</p>
--	--

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

dove Hl, Ht sono le forze orizzontali longitudinale e trasversale agenti al baricentro della palificata.

4.6.12 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 Nmax, Nmin, T ed M.

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	761			0.00	0.00	2.40	0	0
Rinterro	g3		1247		0.00	0.00	1.60	0	1995
Frenatura sul paraghiaia		300	180		0.00	0.00	4.80	0	864
Sovr. acc. sul rilevato			519		0.00	0.00	2.40	0	1247

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	55	0	0.00	0.00	2.40	0	132
Rinterro	Inerzia		548				2.40	0	1316
	Sovrappinta		484				2.40	0	1162
Rinterro [totale]			1032					0	2477
Sovr. acc. sul rilevato			519		0.00	0.00	2.40	0	1247
Totale generale			1607					0	3856

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	55	0.00	0.00	2.40	132	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	27	0	0	0.00	0.00	2.40	0	0

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p>Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File: T00_VI07_STR_RE03_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 26 di 65</p>
--	--

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	761	0	0	-1.30		7.65	0	-990
Muro frontale	g1	4021	0	0			2.63	0	0
Totale Permanenti		4783	0	0				0	-990
Rinterro	g3		6284	0			3.35	0	21051
Sovr. acc. sul rilevato			1088	0			5.03	0	5466

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		55		-1.30	0.00	7.65	0	419
Muro frontale	q6		290		0.00	0.00	2.63	0	760
Rinterro	Inerzia		1048				5.03	0	5268
	Sovraspinta		2122				5.03	0	10663
Rinterro [totale]			3170					0	15931
Sovr. acc. sul rilevato			1088				5.03	0	5466
Totale generale			4602					0	22576

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			55	-1.30	0.00	7.65	419	0
Muro frontale	q6			290	0.00	0.00	2.63	760	0
Rinterro					0.00	0.00	0.00	0	0
Totale generale				344				1179	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	27			-1.30	0.00	7.65	0	-36
Muro frontale	q6	145			0.00	0.00	2.63	0	0
Totale generale		172						0	-36

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p>Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File:</p> <p>T00_VI07_STR_RE03_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 27 di 65</p>
--	---

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	761			1.55	0.00	10.15	0	1180
Muro frontale	g1	4021			2.85	0.00	5.13	0	11461
Plinto	g1	10080			0.00	0.00	1.25	0	0
Muri andatori	g1	4711			-1.67	0.00	7.53	0	-7867
Totale Permanenti		19574						0	4774
Rinterro	g3	14560			-1.67	0.00	7.53	0	-24315
Ricop. Plinto	g3	2367			1.67	0.00	4.00	0	3953
Sovr. acc. sul rilevato		1586			-1.67	0.00	12.55	0	-2649
* Il sovraccarico accidentale a tergo della spalla è da considerarsi presente in tutte le combinazioni									
Rinterro	g3		9799		-1.67	0.00	4.18	0	40993
Sovr. acc. sul rilevato			1358		0.00	0.00	6.28	0	8523

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	q6		55		1.55	0.00	10.15	0	556
Muro frontale	q6		290		2.85	0.00	5.13	0	1484
Plinto	q6		726		0.00	0.00	1.25	0	907
Muri andatori	q6		339		-1.67	0.00	7.53	0	2552
Rinterro	Inerzia		1048		-1.67	0.00	7.53	0	7889
	Sovraspinta		3309		-1.67	0.00	6.28	0	20764
Rinterro [totale]			4357				7.53	0	28653
Sovr. acc. sul rilevato			1358		-1.67		7.53	0	8523
Totale generale			7125						42676

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p>Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File: T00_VI07_STR_RE03_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 28 di 65</p>
--	--

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 ₆			55	1.55	0.00	10.15	556	0
Muro frontale	q ₆			290	2.85	0.00	5.13	1484	0
Plinto	q ₆			726	0.00	0.00	1.25	907	0
Muri andatori	q ₆			339	-1.67	0.00	7.53	2552	0
Rinterro	Inerzia			1048	0.00		7.53	7889	0
	Sovraspinta			636			6.28	3988	0
Rinterro [totale]				1684				11877	0
Sovr. acc. sul rilevato				1358	-1.67		12.55	17046	0
Totale generale				4451				34422	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 ₆	27			1.55	0.00	10.15	0.00	42
Muro frontale	q ₆	145			2.85	0.00	5.13	0.00	413
Plinto	q ₆	363			0.00	0.00	1.25	0.00	0
Muri andatori	q ₆	170			-1.67	0.00	7.53	0.00	-283
Rinterro	q ₆	524			-1.67	0.00	0.00	0.00	-875
Ricop. Plinto	q ₆	85			1.67	0.00	4.00	0.00	142
Totale generale		1314						0.00	-561

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.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p>Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File: T00_VI07_STR_RE03_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 29 di 65</p>
--	--

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	1106	2425	0	0	5021
A2 - SLU - MT max gr.1	1106	2425	0	0	5021
A2 - SLU - ML max gr.1	1106	2425	0	0	5021
A2 - SLU - N max gr.2	1106	2425	0	0	5021
A2 - SLU - MT max gr.2	1106	2425	0	0	5021
A2 - SLU - ML max gr.2	1106	2425	0	0	5021
A2 - SLU - N max gr.3	1106	2425	0	0	5021
A2 - SLU - MT max gr.3	1106	2425	0	0	5021
A2 - SLU - ML max gr.3	1106	2425	0	0	5021
A2 - SLU - Vento ponte scarico	761	1621	0	0	2593
A2 - SLU - N max gr.1	1106	2051	0	0	4422
A2 - SLU - MT max gr.1	1106	2051	0	0	4422
A2 - SLU - ML max gr.1	1106	2051	0	0	4422
A2 - SLU - N max gr.2	1106	2051	0	0	4422
A2 - SLU - MT max gr.2	1106	2051	0	0	4422
A2 - SLU - ML max gr.2	1106	2051	0	0	4422
A2 - SLU - N max gr.3	1106	2051	0	0	4422
A2 - SLU - MT max gr.3	1106	2051	0	0	4422
A2 - SLU - ML max gr.3	1106	2051	0	0	4422
A2 - SLU - Vento ponte scarico	761	1247	0	0	1995
A1 - SLU - N max gr.1	1433	2814	0	0	5842
A1 - SLU - MT max gr.1	1433	2814	0	0	5842
A1 - SLU - ML max gr.1	1433	2814	0	0	5842
A1 - SLU - N max gr.2	1433	2814	0	0	5842
A1 - SLU - MT max gr.2	1433	2814	0	0	5842
A1 - SLU - ML max gr.2	1433	2814	0	0	5842
A1 - SLU - N max gr.3	1433	2814	0	0	5842
A1 - SLU - MT max gr.3	1433	2814	0	0	5842
A1 - SLU - ML max gr.3	1433	2814	0	0	5842
A1 - SLU - Vento ponte scarico	1433	2814	0	0	5842
A1 - SLU - N max gr.1	1166	2191	0	0	4844
A1 - SLU - MT max gr.1	1166	2191	0	0	4844
A1 - SLU - ML max gr.1	1166	2191	0	0	4844
A1 - SLU - N max gr.2	1166	2191	0	0	4844
A1 - SLU - MT max gr.2	1166	2191	0	0	4844
A1 - SLU - ML max gr.2	1166	2191	0	0	4844
A1 - SLU - N max gr.3	1166	2191	0	0	4844
A1 - SLU - MT max gr.3	1166	2191	0	0	4844
A1 - SLU - ML max gr.3	1166	2191	0	0	4844
A1 - SLU - Vento ponte scarico	761	1247	0	0	1995

ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI07_STR_RE03_A Data: Agosto 2020 Pag. 30 di 65
--	--

SLE Rara - N max gr.1	1061	1946	0	0	4106
SLE Rara - MT max gr.1	1061	1946	0	0	4106
SLE Rara - ML max gr.1	1061	1946	0	0	4106
SLE Rara - N max gr.2	1061	1946	0	0	4106
SLE Rara - MT max gr.2	1061	1946	0	0	4106
SLE Rara - ML max gr.2	1061	1946	0	0	4106
SLE Rara - N max gr.3	1061	1946	0	0	4106
SLE Rara - MT max gr.3	1061	1946	0	0	4106
SLE Rara - ML max gr.3	1061	1946	0	0	4106
SLE Rara - Vento ponte scarico	761	1247	0	0	1995
SLE Freq. - N max gr.1	986	1771	0	0	3578
SLE Freq. - MT max gr.1	986	1771	0	0	3578
SLE Freq. - ML max gr.1	986	1771	0	0	3578
SLE Freq. - N max gr.2	986	1771	0	0	3578
SLE Freq. - MT max gr.2	986	1771	0	0	3578
SLE Freq. - ML max gr.2	986	1771	0	0	3578
SLE Freq. - N max gr.3	986	1771	0	0	3578
SLE Freq. - MT max gr.3	986	1771	0	0	3578
SLE Freq. - ML max gr.3	986	1771	0	0	3578
SLE Freq. - Vento ponte scarico	761	1247	0	0	1995
SLE Q.P. - ML max gr.3	761	1247	0	0	1995
SLV -dir.X 1	830	2474	16	39	5026
SLV -dir.X 2	813	2474	16	39	5026
SLV -dir.Y 1	830	1713	55	132	3200
SLV -dir.Y 2	813	1713	55	132	3200
SLV -dir.Z+	849	1713	16	39	3200
SLV -dir.Z-	794	1713	16	39	3200

Tabella 4.3 – 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.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p>Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File: T00_VI07_STR_RE03_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 31 di 65</p>
--	--

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	15770	9833	963	8429	35543
A2 - SLU - MT max gr.1	14946	9833	963	17668	35502
A2 - SLU - ML max gr.1	12523	9833	963	7922	35381
A2 - SLU - N max gr.2	14958	10806	963	8302	45378
A2 - SLU - MT max gr.2	14340	10806	963	15232	45347
A2 - SLU - ML max gr.2	12523	9833	963	7922	35381
A2 - SLU - N max gr.3	14958	9833	1063	9317	35503
A2 - SLU - MT max gr.3	14340	9833	1063	16247	35472
A2 - SLU - ML max gr.3	12523	9833	963	7922	35381
A2 - SLU - Vento ponte scarico	12523	8450	961	8488	28350
A2 - SLU - N max gr.1	15230	7883	899	8063	28835
A2 - SLU - MT max gr.1	14406	7883	899	17302	28794
A2 - SLU - ML max gr.1	11983	7883	899	7555	28673
A2 - SLU - N max gr.2	14418	8856	899	7936	38669
A2 - SLU - MT max gr.2	13800	8856	899	14866	38638
A2 - SLU - ML max gr.2	11983	7883	899	7555	28673
A2 - SLU - N max gr.3	14418	7883	999	8951	28794
A2 - SLU - MT max gr.3	13800	7883	999	15881	28763
A2 - SLU - ML max gr.3	11983	7883	899	7555	28673
A2 - SLU - Vento ponte scarico	11983	6500	896	8121	21642
A1 - SLU - N max gr.1	20259	11373	1114	9751	41015
A1 - SLU - MT max gr.1	19291	11373	1114	20597	40966
A1 - SLU - ML max gr.1	16447	11373	1114	9155	40824
A1 - SLU - N max gr.2	19306	12515	1114	9602	52559
A1 - SLU - MT max gr.2	18580	12515	1114	17737	52523
A1 - SLU - ML max gr.2	16447	11373	1114	9155	40824
A1 - SLU - N max gr.3	19306	11373	1232	10794	40967
A1 - SLU - MT max gr.3	18580	11373	1232	18929	40931
A1 - SLU - ML max gr.3	16447	11373	1114	9155	40824
A1 - SLU - Vento ponte scarico	16447	11373	1263	10669	40824
A1 - SLU - N max gr.1	15795	8123	1006	9140	30086
A1 - SLU - MT max gr.1	14827	8123	1006	19987	30038
A1 - SLU - ML max gr.1	11983	8123	1006	8545	29895
A1 - SLU - N max gr.2	14842	9265	1006	8991	41631
A1 - SLU - MT max gr.2	14842	9265	1006	8991	41631
A1 - SLU - ML max gr.2	14116	9265	1006	17127	41594
A1 - SLU - N max gr.3	11983	8123	1006	8545	29895
A1 - SLU - MT max gr.3	14842	8123	1124	10184	30038
A1 - SLU - ML max gr.3	14116	8123	1124	18319	30002
A1 - SLU - Vento ponte scarico	11983	6655	1006	8545	22517

ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI07_STR_RE03_A Data: Agosto 2020 Pag. 32 di 65
--	---

SLE Rara - N max gr.1	11983	7588	1001	9183	27107
SLE Rara - MT max gr.1	14807	7702	754	6609	27897
SLE Rara - ML max gr.1	14090	7702	754	14644	27861
SLE Rara - N max gr.2	11983	7702	754	6168	27756
SLE Rara - MT max gr.2	14101	8548	754	6499	36448
SLE Rara - ML max gr.2	13563	8548	754	12525	36421
SLE Rara - N max gr.3	11983	7702	754	6168	27756
SLE Rara - MT max gr.3	14101	7702	841	7382	27861
SLE Rara - ML max gr.3	13563	7702	841	13408	27835
SLE Rara - Vento ponte scarico	11983	6615	754	6168	22290
SLE Freq. - N max gr.1	14101	7402	302	2037	26333
SLE Freq. - MT max gr.1	13563	7402	302	8063	26306
SLE Freq. - ML max gr.1	11983	7402	302	1707	26227
SLE Freq. - N max gr.2	13571	8036	302	1955	32747
SLE Freq. - MT max gr.2	13168	8036	302	6474	32726
SLE Freq. - ML max gr.2	11983	7402	302	1707	26227
SLE Freq. - N max gr.3	13571	7402	367	2617	26306
SLE Freq. - MT max gr.3	13168	7402	367	7136	26286
SLE Freq. - ML max gr.3	11983	7402	302	1707	26227
SLE Freq. - Vento ponte scarico	11983	6500	321	2282	21642
SLE Q.P. - ML max gr.3	11983	7702	331	1869	27756
SLV -dir.X_1	12112	13375	507	3379	71636
SLV -dir.X_2	11853	13375	507	3379	71650
SLV -dir.Y_1	12534	8900	1151	9984	39230
SLV -dir.Y_2	12275	8900	1151	9984	39243
SLV -dir.Z+	12979	8900	525	3643	39221
SLV -dir.Z-	12116	8900	525	3643	39266

Tabella 4.4 – 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.

ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI07_STR_RE03_A Data: Agosto 2020 Pag. 33 di 65
--	--

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	54391	14714	963	10837	73577
A2 - SLU - MT max gr.1	53566	14714	963	20077	71186
A2 - SLU - ML max gr.1	51143	14714	963	10330	64159
A2 - SLU - N max gr.2	53579	15686	963	10710	83530
A2 - SLU - MT max gr.2	52960	15686	963	17640	81736
A2 - SLU - ML max gr.2	51143	14714	963	10330	64159
A2 - SLU - N max gr.3	53579	14714	1063	11976	71222
A2 - SLU - MT max gr.3	52960	14714	1063	18906	69429
A2 - SLU - ML max gr.3	51143	14714	963	10330	64159
A2 - SLU - Vento ponte scarico	49319	13020	961	10889	56328
A2 - SLU - N max gr.1	48773	11709	899	10309	65294
A2 - SLU - MT max gr.1	47948	11709	899	19549	62902
A2 - SLU - ML max gr.1	45525	11709	899	9802	55876
A2 - SLU - N max gr.2	47961	12682	899	10182	75246
A2 - SLU - MT max gr.2	47342	12682	899	17112	73453
A2 - SLU - ML max gr.2	45525	11709	899	9802	55876
A2 - SLU - N max gr.3	47961	11709	999	11448	62939
A2 - SLU - MT max gr.3	47342	11709	999	18378	61146
A2 - SLU - ML max gr.3	45525	11709	899	9802	55876
A2 - SLU - Vento ponte scarico	43701	10015	896	10361	48045
A1 - SLU - N max gr.1	67759	17011	1114	12536	89251
A1 - SLU - MT max gr.1	66791	17011	1114	23383	86444
A1 - SLU - ML max gr.1	63947	17011	1114	11941	78195
A1 - SLU - N max gr.2	66806	18153	1114	12387	100934
A1 - SLU - MT max gr.2	66080	18153	1114	20522	98829
A1 - SLU - ML max gr.2	63947	17011	1114	11941	78195
A1 - SLU - N max gr.3	66806	17011	1232	13873	86487
A1 - SLU - MT max gr.3	66080	17011	1232	22008	84381
A1 - SLU - ML max gr.3	63947	17011	1114	11941	78195
A1 - SLU - Vento ponte scarico	63947	17011	1263	13827	78195
A1 - SLU - N max gr.1	49655	12004	1006	11656	68293
A1 - SLU - MT max gr.1	48687	12004	1006	22503	65486
A1 - SLU - ML max gr.1	45842	12004	1006	11061	57237
A1 - SLU - N max gr.2	48702	13146	1006	11507	79977
A1 - SLU - MT max gr.2	48702	13146	1006	11507	79977
A1 - SLU - ML max gr.2	47976	13146	1006	19642	77872
A1 - SLU - N max gr.3	45842	12004	1006	11061	57237
A1 - SLU - MT max gr.3	48702	12004	1124	12993	65529
A1 - SLU - ML max gr.3	47976	12004	1124	21128	63424
A1 - SLU - Vento ponte scarico	43701	10170	1006	11061	49308

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p>Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File:</p> <p>T00_VI07_STR_RE03_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 34 di 65</p>
--	---

SLE Rara - N max gr.1	45287	11373	1001	11684	53919
SLE Rara - MT max gr.1	48111	11488	754	8495	63044
SLE Rara - ML max gr.1	47394	11488	754	16530	60964
SLE Rara - N max gr.2	45287	11488	754	8054	54854
SLE Rara - MT max gr.2	47405	12334	754	8385	71698
SLE Rara - ML max gr.2	46867	12334	754	14411	70139
SLE Rara - N max gr.3	45287	11488	754	8054	54854
SLE Rara - MT max gr.3	47405	11488	841	9485	60996
SLE Rara - ML max gr.3	46867	11488	841	15511	59437
SLE Rara - Vento ponte scarico	43701	10130	754	8054	48980
SLE Freq. - N max gr.1	47009	11120	302	2793	59294
SLE Freq. - MT max gr.1	46471	11120	302	8819	57735
SLE Freq. - ML max gr.1	44891	11120	302	2462	53152
SLE Freq. - N max gr.2	46479	11754	302	2710	65785
SLE Freq. - MT max gr.2	46076	11754	302	7229	64615
SLE Freq. - ML max gr.2	44891	11120	302	2462	53152
SLE Freq. - N max gr.3	46479	11120	367	3535	57759
SLE Freq. - MT max gr.3	46076	11120	367	8055	56589
SLE Freq. - ML max gr.3	44891	11120	302	2462	53152
SLE Freq. - Vento ponte scarico	43701	10015	321	3084	48045
SLE Q.P. - ML max gr.3	45287	11488	331	2696	54854
SLV -dir.X 1	44490	19196	1413	10270	123085
SLV -dir.X 2	43546	19196	1413	10270	122971
SLV -dir.Y 1	44911	13145	4171	31606	74913
SLV -dir.Y 2	43968	13145	4171	31606	74798
SLV -dir.Z+	46156	13145	1431	10579	75462
SLV -dir.Z-	43010	13145	1431	10579	75081

Tabella 4.5 – Sollecitazioni ad intradosso del baricentro fondazione.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p>Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File: T00_VI07_STR_RE03_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 35 di 65</p>
--	--

4.7.4 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
A1 - SLU - N max gr.1	67759	17011	1114	12536	89251	7229	1806	1137
A1 - SLU - MT max gr.1	66791	17011	1114	23383	86444	7287	1619	1137
A1 - SLU - ML max gr.1	63947	17011	1114	11941	78195	6656	1870	1137
A1 - SLU - N max gr.2	66806	18153	1114	12387	100934	7487	1421	1212
A1 - SLU - MT max gr.2	66080	18153	1114	20522	98829	7531	1280	1212
A1 - SLU - ML max gr.2	63947	17011	1114	11941	78195	6656	1870	1137
A1 - SLU - N max gr.3	66806	17011	1232	13873	86487	7113	1794	1137
A1 - SLU - MT max gr.3	66080	17011	1232	22008	84381	7157	1654	1137
A1 - SLU - ML max gr.3	63947	17011	1114	11941	78195	6656	1870	1137
A1 - SLU - Vento ponte scarico	63947	17011	1263	13827	78195	6691	1835	1137
A1 - SLU - N max gr.1	49655	12004	1006	11656	68293	5423	1197	803
A1 - SLU - MT max gr.1	48687	12004	1006	22503	65486	5482	1010	803
A1 - SLU - ML max gr.1	45842	12004	1006	11061	57237	4851	1261	803
A1 - SLU - N max gr.2	48702	13146	1006	11507	79977	5681	812	879
A1 - SLU - MT max gr.2	48702	13146	1006	11507	79977	5681	812	879
A1 - SLU - ML max gr.2	47976	13146	1006	19642	77872	5725	672	879
A1 - SLU - N max gr.3	45842	12004	1006	11061	57237	4851	1261	803
A1 - SLU - MT max gr.3	48702	12004	1124	12993	65529	5308	1186	804
A1 - SLU - ML max gr.3	47976	12004	1124	21128	63424	5351	1045	804
A1 - SLU - Vento ponte scarico	43701	10170	1006	11061	49308	4488	1339	681
						7531	672	1212

Tabella 4.6 – 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	44490	19196	1413	10270	123085	6575	-643	1283
SLV -dir.X 2	43546	19196	1413	10270	122971	6509	-703	1283
SLV -dir.Y 1	44911	13145	4171	31606	74913	5660	328	919
SLV -dir.Y 2	43968	13145	4171	31606	74798	5594	268	919
SLV -dir.Z+	46156	13145	1431	10579	75462	5369	785	881
SLV -dir.Z-	43010	13145	1431	10579	75081	5149	586	881
						6575	-703	1283

Tabella 4.7 – 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	45287	11373	1001	11684	53919	4733	1305	761
SLE Rara - MT max gr.1	48111	11488	754	8495	63044	5116	1299	768
SLE Rara - ML max gr.1	47394	11488	754	16530	60964	5159	1160	768
SLE Rara - N max gr.2	45287	11488	754	8054	54854	4692	1346	768
SLE Rara - MT max gr.2	47405	12334	754	8385	71698	5307	1013	824
SLE Rara - ML max gr.2	46867	12334	754	14411	70139	5340	909	824
SLE Rara - N max gr.3	45287	11488	754	8054	54854	4692	1346	768
SLE Rara - MT max gr.3	47405	11488	841	9485	60996	5030	1290	768
SLE Rara - ML max gr.3	46867	11488	841	15511	59437	5063	1186	768
SLE Rara - Vento ponte scarico	43701	10130	754	8054	48980	4423	1404	677
						5340	909	824

Tabella 4.8 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLE.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p>Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File:</p> <p>T00_VI07_STR_RE03_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 36 di 65</p>
--	---

4.8 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)

4.8.1 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 0.5x12.69 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:	199.20	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	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		

ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI07_STR_RE03_A Data: Agosto 2020 Pag. 37 di 65
--	---

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: 360.00 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	1269.0
3	50.0	1269.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	Diam Ø [mm]
1	8.3	8.3	16
2	8.3	1260.7	16
3	41.7	1260.7	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	124	20
2	3	4	62	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	1433.00	0.00	5842.00	0.00	2814.00
2	1433.00	0.00	5842.00	0.00	2814.00
3	1433.00	0.00	5842.00	0.00	2814.00
4	1433.00	0.00	5842.00	0.00	2814.00
5	1433.00	0.00	5842.00	0.00	2814.00
6	1433.00	0.00	5842.00	0.00	2814.00
7	1433.00	0.00	5842.00	0.00	2814.00
8	1433.00	0.00	5842.00	0.00	2814.00
9	1433.00	0.00	5842.00	0.00	2814.00
10	1433.00	0.00	5842.00	0.00	2814.00

ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI07_STR_RE03_A Data: Agosto 2020 Pag. 38 di 65
--	---

11	1166.00	0.00	4844.00	0.00	2191.00
12	1166.00	0.00	4844.00	0.00	2191.00
13	1166.00	0.00	4844.00	0.00	2191.00
14	1166.00	0.00	4844.00	0.00	2191.00
15	1166.00	0.00	4844.00	0.00	2191.00
16	1166.00	0.00	4844.00	0.00	2191.00
17	1166.00	0.00	4844.00	0.00	2191.00
18	1166.00	0.00	4844.00	0.00	2191.00
19	1166.00	0.00	4844.00	0.00	2191.00
20	761.00	0.00	1995.00	0.00	1247.00
21	830.00	39.00	4994.00	16.00	2460.00
22	813.00	39.00	4994.00	16.00	2460.00
23	830.00	132.00	3190.00	55.00	1709.00
24	813.00	132.00	3190.00	55.00	1709.00
25	849.00	39.00	3190.00	16.00	1709.00
26	794.00	39.00	3190.00	16.00	1709.00

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	1061.00	0.00	4106.00
2	1061.00	0.00	4106.00
3	1061.00	0.00	4106.00
4	1061.00	0.00	4106.00
5	1061.00	0.00	4106.00
6	1061.00	0.00	4106.00
7	1061.00	0.00	4106.00
8	1061.00	0.00	4106.00
9	1061.00	0.00	4106.00
10	761.00	0.00	1995.00

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	986.00	0.00 (0.00)	3578.00 (2020.56)
2	986.00	0.00 (0.00)	3578.00 (2020.56)
3	986.00	0.00 (0.00)	3578.00 (2020.56)
4	986.00	0.00 (0.00)	3578.00 (2020.56)
5	986.00	0.00 (0.00)	3578.00 (2020.56)
6	986.00	0.00 (0.00)	3578.00 (2020.56)
7	986.00	0.00 (0.00)	3578.00 (2020.56)
8	986.00	0.00 (0.00)	3578.00 (2020.56)
9	986.00	0.00 (0.00)	3578.00 (2020.56)
10	761.00	0.00 (0.00)	1995.00 (2038.24)

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

ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI07_STR_RE03_A Data: Agosto 2020 Pag. 39 di 65
--	---

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	761.00	0.00 (0.00)	1995.00 (2038.24)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.3 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.0 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale 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	1433.00	0.00	5842.00	1432.88	0.01	6166.14	1.06393.6(113.6)		
2 S	1433.00	0.00	5842.00	1432.88	0.01	6166.14	1.06393.6(113.6)		
3 S	1433.00	0.00	5842.00	1432.88	0.01	6166.14	1.06393.6(113.6)		
4 S	1433.00	0.00	5842.00	1432.88	0.01	6166.14	1.06393.6(113.6)		
5 S	1433.00	0.00	5842.00	1432.88	0.01	6166.14	1.06393.6(113.6)		
6 S	1433.00	0.00	5842.00	1432.88	0.01	6166.14	1.06393.6(113.6)		
7 S	1433.00	0.00	5842.00	1432.88	0.01	6166.14	1.06393.6(113.6)		
8 S	1433.00	0.00	5842.00	1432.88	0.01	6166.14	1.06393.6(113.6)		
9 S	1433.00	0.00	5842.00	1432.88	0.01	6166.14	1.06393.6(113.6)		
10S	1433.00	0.00	5842.00	1432.88	0.01	6166.14	1.06393.6(113.6)		
11S	1166.00	0.00	4844.00	1165.98	0.01	6119.91	1.26393.6(113.6)		
12S	1166.00	0.00	4844.00	1165.98	0.01	6119.91	1.26393.6(113.6)		
13S	1166.00	0.00	4844.00	1165.98	0.01	6119.91	1.26393.6(113.6)		
14S	1166.00	0.00	4844.00	1165.98	0.01	6119.91	1.26393.6(113.6)		

ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI07_STR_RE03_A Data: Agosto 2020 Pag. 40 di 65
---	---

15S	1166.00	0.00	4844.00	1165.98	0.01	6119.91	1.26393.6(113.6)
16S	1166.00	0.00	4844.00	1165.98	0.01	6119.91	1.26393.6(113.6)
17S	1166.00	0.00	4844.00	1165.98	0.01	6119.91	1.26393.6(113.6)
18S	1166.00	0.00	4844.00	1165.98	0.01	6119.91	1.26393.6(113.6)
19S	1166.00	0.00	4844.00	1165.98	0.01	6119.91	1.26393.6(113.6)
20S	761.00	0.00	1995.00	760.96	0.03	6048.45	3.02393.6(113.6)
21S	830.00	39.00	4994.00	830.24	67.43	6065.74	1.21393.6(113.6)
22S	813.00	39.00	4994.00	813.17	67.96	6062.76	1.21393.6(113.6)
23S	830.00	132.00	3190.00	830.04	272.64	6081.22	1.90393.6(113.6)
24S	813.00	132.00	3190.00	813.02	276.74	6078.50	1.90393.6(113.6)
25S	849.00	39.00	3190.00	848.93	96.13	6071.21	1.90393.6(113.6)
26S	794.00	39.00	3190.00	793.81	100.13	6061.74	1.90393.6(113.6)

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	0.206	50.0	1269.0	0.00012	41.7	1260.7	-0.01350	8.3	8.3
2	0.00350	0.206	50.0	1269.0	0.00012	41.7	1260.7	-0.01350	8.3	8.3
3	0.00350	0.206	50.0	1269.0	0.00012	41.7	1260.7	-0.01350	8.3	8.3
4	0.00350	0.206	50.0	1269.0	0.00012	41.7	1260.7	-0.01350	8.3	8.3
5	0.00350	0.206	50.0	1269.0	0.00012	41.7	1260.7	-0.01350	8.3	8.3
6	0.00350	0.206	50.0	1269.0	0.00012	41.7	1260.7	-0.01350	8.3	8.3
7	0.00350	0.206	50.0	1269.0	0.00012	41.7	1260.7	-0.01350	8.3	8.3
8	0.00350	0.206	50.0	1269.0	0.00012	41.7	1260.7	-0.01350	8.3	8.3
9	0.00350	0.206	50.0	1269.0	0.00012	41.7	1260.7	-0.01350	8.3	8.3
10	0.00350	0.206	50.0	1269.0	0.00012	41.7	1260.7	-0.01350	8.3	8.3
11	0.00350	0.204	50.0	1269.0	0.00008	41.7	1260.7	-0.01366	8.3	8.3
12	0.00350	0.204	50.0	1269.0	0.00008	41.7	1260.7	-0.01366	8.3	8.3
13	0.00350	0.204	50.0	1269.0	0.00008	41.7	1260.7	-0.01366	8.3	8.3
14	0.00350	0.204	50.0	1269.0	0.00008	41.7	1260.7	-0.01366	8.3	8.3
15	0.00350	0.204	50.0	1269.0	0.00008	41.7	1260.7	-0.01366	8.3	8.3
16	0.00350	0.204	50.0	1269.0	0.00008	41.7	1260.7	-0.01366	8.3	8.3
17	0.00350	0.204	50.0	1269.0	0.00008	41.7	1260.7	-0.01366	8.3	8.3
18	0.00350	0.204	50.0	1269.0	0.00008	41.7	1260.7	-0.01366	8.3	8.3
19	0.00350	0.204	50.0	1269.0	0.00008	41.7	1260.7	-0.01366	8.3	8.3
20	0.00350	0.200	50.0	1269.0	0.00002	41.7	1260.7	-0.01398	8.3	8.3
21	0.00350	0.201	50.0	1269.0	0.00004	41.7	1260.7	-0.01392	8.3	8.3
22	0.00350	0.201	50.0	1269.0	0.00003	41.7	1260.7	-0.01394	8.3	8.3
23	0.00350	0.201	50.0	1269.0	0.00005	41.7	1260.7	-0.01393	8.3	8.3

ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI07_STR_RE03_A Data: Agosto 2020 Pag. 41 di 65
---	---

24	0.00350	0.201	50.0	1269.0	0.00005	41.7	1260.7	-0.01394	8.3	8.3
25	0.00350	0.201	50.0	1269.0	0.00004	41.7	1260.7	-0.01391	8.3	8.3
26	0.00350	0.201	50.0	1269.0	0.00003	41.7	1260.7	-0.01395	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	0.000407714	0.000000000	-0.016885717	0.206	0.700
2	0.000407714	0.000000000	-0.016885717	0.206	0.700
3	0.000407714	0.000000000	-0.016885717	0.206	0.700
4	0.000407714	0.000000000	-0.016885717	0.206	0.700
5	0.000407714	0.000000000	-0.016885717	0.206	0.700
6	0.000407714	0.000000000	-0.016885717	0.206	0.700
7	0.000407714	0.000000000	-0.016885717	0.206	0.700
8	0.000407714	0.000000000	-0.016885717	0.206	0.700
9	0.000407714	0.000000000	-0.016885717	0.206	0.700
10	0.000407714	0.000000000	-0.016885717	0.206	0.700
11	0.000411457	0.000000000	-0.017072869	0.204	0.700
12	0.000411457	0.000000000	-0.017072869	0.204	0.700
13	0.000411457	0.000000000	-0.017072869	0.204	0.700
14	0.000411457	0.000000000	-0.017072869	0.204	0.700
15	0.000411457	0.000000000	-0.017072869	0.204	0.700
16	0.000411457	0.000000000	-0.017072869	0.204	0.700
17	0.000411457	0.000000000	-0.017072869	0.204	0.700
18	0.000411457	0.000000000	-0.017072869	0.204	0.700
19	0.000411457	0.000000000	-0.017072869	0.204	0.700
20	0.000419093	0.000000000	-0.017454645	0.200	0.700
21	0.000417247	0.000000019	-0.017387029	0.201	0.700
22	0.000417567	0.000000020	-0.017403189	0.201	0.700
23	0.000415635	0.000000079	-0.017381426	0.201	0.700
24	0.000415924	0.000000080	-0.017397367	0.201	0.700
25	0.000416666	0.000000028	-0.017368472	0.201	0.700
26	0.000417679	0.000000029	-0.017420542	0.201	0.700

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

Ver S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vwct Taglio trazione resistente [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	2814.00	3309.02	41.7	1269.0	0.0074	0.23
2	S	2814.00	3309.02	41.7	1269.0	0.0074	0.23
3	S	2814.00	3309.02	41.7	1269.0	0.0074	0.23
4	S	2814.00	3309.02	41.7	1269.0	0.0074	0.23
5	S	2814.00	3309.02	41.7	1269.0	0.0074	0.23
6	S	2814.00	3309.02	41.7	1269.0	0.0074	0.23
7	S	2814.00	3309.02	41.7	1269.0	0.0074	0.23
8	S	2814.00	3309.02	41.7	1269.0	0.0074	0.23
9	S	2814.00	3309.02	41.7	1269.0	0.0074	0.23
10	S	2814.00	3309.02	41.7	1269.0	0.0074	0.23
11	S	2191.00	3275.61	41.7	1269.0	0.0074	0.18

ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI07_STR_RE03_A Data: Agosto 2020 Pag. 42 di 65
--	--

12	S	2191.00	3275.61	41.7	1269.0	0.0074	0.18
13	S	2191.00	3275.61	41.7	1269.0	0.0074	0.18
14	S	2191.00	3275.61	41.7	1269.0	0.0074	0.18
15	S	2191.00	3275.61	41.7	1269.0	0.0074	0.18
16	S	2191.00	3275.61	41.7	1269.0	0.0074	0.18
17	S	2191.00	3275.61	41.7	1269.0	0.0074	0.18
18	S	2191.00	3275.61	41.7	1269.0	0.0074	0.18
19	S	2191.00	3275.61	41.7	1269.0	0.0074	0.18
20	S	1247.00	3224.95	41.7	1269.0	0.0074	0.12
21	S	2460.00	3233.58	41.7	1269.0	0.0074	0.13
22	S	2460.00	3231.46	41.7	1269.0	0.0074	0.13
23	S	1709.01	3395.61	41.7	1269.0	0.0087	0.13
24	S	1709.01	3403.09	41.7	1269.0	0.0087	0.13
25	S	1709.00	3235.96	41.7	1269.0	0.0074	0.13
26	S	1709.00	3260.74	41.7	1269.0	0.0077	0.13

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	10.92	50.0	1269.0	-273.4	8.3	88.5	13959	393.6
2	S	10.92	50.0	1269.0	-273.4	8.3	88.5	13959	393.6
3	S	10.92	50.0	1269.0	-273.4	8.3	88.5	13959	393.6
4	S	10.92	50.0	1269.0	-273.4	8.3	88.5	13959	393.6
5	S	10.92	50.0	1269.0	-273.4	8.3	88.5	13959	393.6
6	S	10.92	50.0	1269.0	-273.4	8.3	88.5	13959	393.6
7	S	10.92	50.0	1269.0	-273.4	8.3	88.5	13959	393.6
8	S	10.92	50.0	1269.0	-273.4	8.3	88.5	13959	393.6
9	S	10.92	50.0	1269.0	-273.4	8.3	88.5	13959	393.6
10	S	5.33	50.0	1269.0	-129.8	8.3	58.4	13959	393.6

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	9.53	50.0	1269.0	-237.5	8.3	88.5	13959	393.6
2	S	9.53	50.0	1269.0	-237.5	8.3	88.5	13959	393.6
3	S	9.53	50.0	1269.0	-237.5	8.3	88.5	13959	393.6
4	S	9.53	50.0	1269.0	-237.5	8.3	88.5	13959	393.6
5	S	9.53	50.0	1269.0	-237.5	8.3	88.5	13959	393.6
6	S	9.53	50.0	1269.0	-237.5	8.3	88.5	13959	393.6
7	S	9.53	50.0	1269.0	-237.5	8.3	88.5	13959	393.6
8	S	9.53	50.0	1269.0	-237.5	8.3	88.5	13959	393.6
9	S	9.53	50.0	1269.0	-237.5	8.3	88.5	13959	393.6
10	S	5.33	50.0	1269.0	-129.8	8.3	58.4	13959	393.6

COMBINAZIONI FREQUENTI 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; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]

ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI07_STR_RE03_A Data: Agosto 2020 Pag. 43 di 65
--	--

k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb. fess	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My
1 (0.30)	S 0.00	-0.00157 2020.56	0	0.500	19.9	73	0.00080 (0.00071)	368	0.296		
2 (0.30)	S 0.00	-0.00157 2020.56	0	0.500	19.9	73	0.00080 (0.00071)	368	0.296		
3 (0.30)	S 0.00	-0.00157 2020.56	0	0.500	19.9	73	0.00080 (0.00071)	368	0.296		
4 (0.30)	S 0.00	-0.00157 2020.56	0	0.500	19.9	73	0.00080 (0.00071)	368	0.296		
5 (0.30)	S 0.00	-0.00157 2020.56	0	0.500	19.9	73	0.00080 (0.00071)	368	0.296		
6 (0.30)	S 0.00	-0.00157 2020.56	0	0.500	19.9	73	0.00080 (0.00071)	368	0.296		
7 (0.30)	S 0.00	-0.00157 2020.56	0	0.500	19.9	73	0.00080 (0.00071)	368	0.296		
8 (0.30)	S 0.00	-0.00157 2020.56	0	0.500	19.9	73	0.00080 (0.00071)	368	0.296		
9 (0.30)	S 0.00	-0.00157 2020.56	0	0.500	19.9	73	0.00080 (0.00071)	368	0.296		
10 (0.30)	S 0.00	-0.00086 2038.24	0	0.500	19.9	73	0.00039 (0.00039)	368	0.144		

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	5.33	50.0	1269.0	-129.8	8.3	58.4	13959	393.6

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

Comb. fess	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My
1 (0.20)	S 0.00	-0.00086 2038.24	0	0.500	19.9	73	0.00039 (0.00039)	368	0.145		

4.8.2 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 2.10 x 11.59m

ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI07_STR_RE03_A Data: Agosto 2020 Pag. 44 di 65
--	--

Armatura verticale

$$A_s = \phi 26/10 + \phi 26/10 \text{ (lato controterra)}$$

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

Armatura orizzontale

$$A_s = \phi 20/20 + \phi 20/20 \text{ (lato controterra)}$$

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

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 $9\phi 12/\text{mq}$.

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:	199.20 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 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:	360.00 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	1159.0
3	210.0	1159.0
4	210.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
---------	--------	--------	-----------

ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI07_STR_RE03_A Data: Agosto 2020 Pag. 45 di 65
--	---

1	9.0	9.0	26
2	9.0	1150.0	26
3	201.0	1150.0	26
4	201.0	9.0	26
5	15.0	1150.0	26
6	15.0	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	112	26
2	3	4	112	26
3	5	6	112	26

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	20259.14	9750.52	41014.78	1114.31	11373.11
2	19291.19	20597.23	40966.38	1114.31	11373.11
3	16446.74	9155.17	40824.16	1114.31	11373.11
4	19306.04	9601.68	52559.44	1114.31	12515.21
5	18580.08	17736.71	52523.14	1114.31	12515.21
6	16446.74	9155.17	40824.16	1114.31	11373.11
7	19306.04	10793.80	40967.12	1231.76	11373.11
8	18580.08	18928.83	40930.83	1231.76	11373.11
9	16446.74	9155.17	40824.16	1114.31	11373.11
10	16446.74	10668.53	40824.16	1263.41	11373.11
11	15795.17	9140.32	30086.00	1006.31	8123.16
12	14827.22	19987.03	30037.60	1006.31	8123.16
13	11982.77	8544.97	29895.38	1006.31	8123.16
14	14842.07	8991.48	41630.66	1006.31	9265.26
15	14842.07	8991.48	41630.66	1006.31	9265.26
16	14116.11	17126.51	41594.36	1006.31	9265.26
17	11982.77	8544.97	29895.38	1006.31	8123.16
18	14842.07	10183.60	30038.34	1123.76	8123.16
19	14116.11	18318.63	30002.05	1123.76	8123.16
20	11982.77	8544.97	22516.87	1006.31	6654.80
21	12112.18	3378.64	71635.96	507.26	13375.07
22	11853.35	3378.64	71649.56	507.26	13375.07
23	12533.58	9983.72	39229.55	1150.71	8899.98
24	12274.75	9983.72	39243.15	1150.71	8899.98
25	12978.95	3643.45	39220.85	524.66	8899.98
26	12116.19	3643.45	39266.20	524.66	8899.98

ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI07_STR_RE03_A Data: Agosto 2020 Pag. 46 di 65
--	---

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	11982.77	9183.08	27107.18
2	14806.77	6609.28	27896.71
3	14089.77	14643.88	27860.86
4	11982.77	6168.28	27755.51
5	14100.77	6499.03	36448.31
6	13563.02	12524.98	36421.43
7	11982.77	6168.28	27755.51
8	14100.77	7382.08	27861.41
9	13563.02	13408.03	27834.53
10	11982.77	6168.28	22289.95

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	14100.77	2037.40 (3277.96)	26332.94 (42366.85)
2	13563.02	8063.35 (12144.72)	26306.05 (39621.18)
3	11982.77	1706.65 (2667.41)	26227.04 (40991.53)
4	13571.27	1954.72 (2403.95)	32746.64 (40272.48)
5	13167.96	6474.18 (7662.46)	32726.47 (38733.14)
6	11982.77	1706.65 (2667.41)	26227.04 (40991.53)
7	13571.27	2617.00 (4152.62)	26306.46 (41742.66)
8	13167.96	7136.47 (10780.15)	26286.30 (39707.35)
9	11982.77	1706.65 (2667.41)	26227.04 (40991.53)
10	11982.77	2282.09 (4472.78)	21641.61 (42416.45)

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	11982.77	1868.74 (2727.28)	27755.51 (40507.04)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

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

ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI07_STR_RE03_A Data: Agosto 2020 Pag. 47 di 65
---	---

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

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	20259.14	9750.52	41014.78	20259.14	25404.94	108060.55	2.601815.8(730.2)	
2	S	19291.19	20597.23	40966.38	19291.09	53295.08	106624.83	2.581815.8(730.2)	
3	S	16446.74	9155.17	40824.16	16446.74	23792.53	104830.71	2.551815.8(730.2)	
4	S	19306.04	9601.68	52559.44	19306.13	19712.76	107353.35	2.031815.8(730.2)	
5	S	18580.08	17736.71	52523.14	18580.24	35638.13	106433.73	2.011815.8(730.2)	
6	S	16446.74	9155.17	40824.16	16446.74	23792.53	104830.71	2.551815.8(730.2)	
7	S	19306.04	10793.80	40967.12	19305.80	28319.74	107195.80	2.591815.8(730.2)	
8	S	18580.08	18928.83	40930.83	18579.89	48340.25	106150.43	2.561815.8(730.2)	
9	S	16446.74	9155.17	40824.16	16446.74	23792.53	104830.71	2.551815.8(730.2)	
10	S	16446.74	10668.53	40824.16	16446.81	27338.47	104770.21	2.541815.8(730.2)	
11	S	15795.17	9140.32	30086.00	15795.20	30867.46	104144.44	3.411815.8(730.2)	
12	S	14827.22	19987.03	30037.60	14827.29	66622.28	102500.68	3.361815.8(730.2)	
13	S	11982.77	8544.97	29895.38	11982.73	28044.99	100868.08	3.331815.8(730.2)	
14	S	14842.07	8991.48	41630.66	14841.86	22287.40	103467.22	2.461815.8(730.2)	
15	S	14842.07	8991.48	41630.66	14841.86	22287.40	103467.22	2.461815.8(730.2)	
16	S	14116.11	17126.51	41594.36	14116.12	41950.26	102476.71	2.441815.8(730.2)	
17	S	11982.77	8544.97	29895.38	11982.73	28044.99	100868.08	3.331815.8(730.2)	
18	S	14842.07	10183.60	30038.34	14841.78	34943.66	103243.46	3.391815.8(730.2)	
19	S	14116.11	18318.63	30002.05	14116.20	60969.13	102042.53	3.351815.8(730.2)	
20	S	11982.77	8544.97	22516.87	11983.07	37922.96	100698.42	4.401815.8(730.2)	
21	S	12112.18	3378.64	71635.96	12112.16	4464.15	101314.60	1.411815.8(730.2)	
22	S	11853.35	3378.64	71649.56	11853.49	4580.18	101081.77	1.411815.8(730.2)	
23	S	12533.58	9983.72	39229.55	12533.75	25296.06	101396.16	2.561815.8(730.2)	
24	S	12274.75	9983.72	39243.15	12274.59	25362.43	101167.66	2.561815.8(730.2)	
25	S	12978.95	3643.45	39220.85	12978.84	9451.94	102016.08	2.581815.8(730.2)	
26	S	12116.19	3643.45	39266.20	12116.28	9796.23	101248.10	2.561815.8(730.2)	

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
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	210.0	1159.0	0.00249	201.0	1150.0	-0.01985	9.0	9.0
2	0.00350	210.0	1159.0	0.00266	201.0	1150.0	-0.01660	9.0	9.0
3	0.00350	210.0	1159.0	0.00240	201.0	1150.0	-0.02191	9.0	9.0
4	0.00350	210.0	1159.0	0.00243	201.0	1150.0	-0.02122	9.0	9.0
5	0.00350	210.0	1159.0	0.00254	201.0	1150.0	-0.01903	9.0	9.0
6	0.00350	210.0	1159.0	0.00240	201.0	1150.0	-0.02191	9.0	9.0
7	0.00350	210.0	1159.0	0.00250	201.0	1150.0	-0.01982	9.0	9.0
8	0.00350	210.0	1159.0	0.00263	201.0	1150.0	-0.01738	9.0	9.0

ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI07_STR_RE03_A Data: Agosto 2020 Pag. 48 di 65
---	---

9	0.00350	210.0	1159.0	0.00240	201.0	1150.0	-0.02191	9.0	9.0
10	0.00350	210.0	1159.0	0.00243	201.0	1150.0	-0.02126	9.0	9.0
11	0.00350	210.0	1159.0	0.00245	201.0	1150.0	-0.02094	9.0	9.0
12	0.00350	210.0	1159.0	0.00268	201.0	1150.0	-0.01646	9.0	9.0
13	0.00350	210.0	1159.0	0.00234	201.0	1150.0	-0.02339	9.0	9.0
14	0.00350	210.0	1159.0	0.00235	201.0	1150.0	-0.02303	9.0	9.0
15	0.00350	210.0	1159.0	0.00235	201.0	1150.0	-0.02303	9.0	9.0
16	0.00350	210.0	1159.0	0.00251	201.0	1150.0	-0.01986	9.0	9.0
17	0.00350	210.0	1159.0	0.00234	201.0	1150.0	-0.02339	9.0	9.0
18	0.00350	210.0	1159.0	0.00247	201.0	1150.0	-0.02068	9.0	9.0
19	0.00350	210.0	1159.0	0.00264	201.0	1150.0	-0.01730	9.0	9.0
20	0.00350	210.0	1159.0	0.00244	201.0	1150.0	-0.02145	9.0	9.0
21	0.00350	210.0	1159.0	0.00200	201.0	1150.0	-0.03002	9.0	9.0
22	0.00350	210.0	1159.0	0.00200	201.0	1150.0	-0.03019	9.0	9.0
23	0.00350	210.0	1159.0	0.00232	201.0	1150.0	-0.02369	9.0	9.0
24	0.00350	210.0	1159.0	0.00232	201.0	1150.0	-0.02381	9.0	9.0
25	0.00350	210.0	1159.0	0.00213	201.0	1150.0	-0.02747	9.0	9.0
26	0.00350	210.0	1159.0	0.00211	201.0	1150.0	-0.02799	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	0.000111011	0.000000900	-0.020855468	----	----
2	0.000091356	0.000001515	-0.017440410	----	----
3	0.000121548	0.000000855	-0.023016511	----	----
4	0.000118694	0.000000748	-0.022292682	----	----
5	0.000105506	0.000001152	-0.019991944	----	----
6	0.000121548	0.000000855	-0.023016511	----	----
7	0.000110446	0.000000973	-0.020821410	----	----
8	0.000095721	0.000001425	-0.018252621	----	----
9	0.000121548	0.000000855	-0.023016511	----	----
10	0.000117707	0.000000954	-0.022323845	----	----
11	0.000115599	0.000001048	-0.021990282	----	----
12	0.000088973	0.000001808	-0.017279584	----	----
13	0.000128202	0.000000973	-0.024550485	----	----
14	0.000127356	0.000000813	-0.024186891	----	----
15	0.000127356	0.000000813	-0.024186891	----	----
16	0.000108664	0.000001321	-0.020850447	----	----
17	0.000128202	0.000000973	-0.024550485	----	----
18	0.000113705	0.000001151	-0.021712183	----	----
19	0.000093687	0.000001713	-0.018159906	----	----
20	0.000117042	0.000001237	-0.022512646	----	----
21	0.000166006	0.000000131	-0.031513505	----	----
22	0.000166866	0.000000132	-0.031694403	----	----
23	0.000130149	0.000000893	-0.024866325	----	----
24	0.000130757	0.000000895	-0.024995922	----	----
25	0.000151935	0.000000372	-0.028837189	----	----
26	0.000154509	0.000000374	-0.029380610	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [kN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]

ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI07_STR_RE03_A Data: Agosto 2020 Pag. 49 di 65
---	---

Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
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	11381.77	74625.29	13918.86200.9	190.2	1159.0	2.500	1.044	61.2	74.8(0.0)
2	S	11390.02	74110.02	13864.79200.9	189.5	1157.8	2.500	1.042	61.4	74.8(0.0)
3	S	11380.67	74361.24	13982.46201.0	191.1	1158.9	2.500	1.036	60.9	74.8(0.0)
4	S	12521.98	74627.49	13949.42201.0	190.6	1158.8	2.500	1.042	67.1	74.8(0.0)
5	S	12526.63	74318.80	13919.15200.9	190.2	1158.3	2.500	1.041	67.3	74.8(0.0)
6	S	11380.67	74361.24	13982.46201.0	191.1	1158.9	2.500	1.036	60.9	74.8(0.0)
7	S	11383.52	74459.22	13926.71200.9	190.3	1158.1	2.500	1.042	61.1	74.8(0.0)
8	S	11390.18	74106.80	13886.75200.9	189.8	1157.7	2.500	1.041	61.4	74.8(0.0)
9	S	11380.67	74361.24	13982.46201.0	191.1	1158.9	2.500	1.036	60.9	74.8(0.0)
10	S	11382.97	74308.77	13971.24200.9	190.9	1159.0	2.500	1.036	60.9	74.8(0.0)
11	S	8131.95	74154.76	13972.27200.9	190.9	1158.1	2.500	1.035	43.5	74.8(0.0)
12	S	8141.93	73605.61	13896.62200.9	189.9	1158.2	2.500	1.032	43.8	74.8(0.0)
13	S	8130.57	73940.15	14034.63200.9	191.8	1159.0	2.500	1.026	43.3	74.8(0.0)
14	S	9271.50	74248.09	14009.49201.0	191.5	1158.8	2.500	1.032	49.5	74.8(0.0)
15	S	9271.50	74248.09	14009.49201.0	191.5	1158.8	2.500	1.032	49.5	74.8(0.0)
16	S	9276.81	73890.03	13968.18200.9	190.9	1158.4	2.500	1.031	49.7	74.8(0.0)
17	S	8130.57	73940.15	14034.63200.9	191.8	1159.0	2.500	1.026	43.3	74.8(0.0)
18	S	8134.12	74028.85	13975.43200.9	191.0	1158.2	2.500	1.032	43.5	74.8(0.0)
19	S	8142.35	73610.93	13920.49200.9	190.2	1158.0	2.500	1.031	43.8	74.8(0.0)
20	S	6665.07	73759.19	14008.73200.9	191.4	1158.3	2.500	1.026	35.6	74.8(0.0)
21	S	13375.47	74338.92	14104.09201.8	192.8	1159.2	2.500	1.026	70.9	74.8(0.0)
22	S	13375.47	74314.48	14107.23201.8	192.8	1159.2	2.500	1.026	70.9	74.8(0.0)
23	S	8907.67	74023.75	14035.06201.0	191.8	1158.9	2.500	1.027	47.5	74.8(0.0)
24	S	8907.65	74000.41	14038.39201.0	191.9	1158.9	2.500	1.027	47.5	74.8(0.0)

ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI07_STR_RE03_A Data: Agosto 2020 Pag. 50 di 65
--	--

25	S	8901.24	74341.76	14074.51201.3	192.3	1159.5	2.500	1.028	47.3	74.8(0.0)
26	S	8901.23	74263.27	14085.53201.5	192.5	1159.5	2.500	1.026	47.3	74.8(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 tese 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	4.34	210.0	1159.0	-91.4	9.0	9.0	37691	1210.5
2	S	4.39	210.0	1159.0	-84.3	9.0	9.0	38116	1210.5
3	S	4.70	210.0	1159.0	-91.6	9.0	9.0	34631	1210.5
4	S	4.31	210.0	1159.0	-92.4	9.0	9.0	38226	1210.5
5	S	5.55	210.0	1159.0	-125.7	9.0	9.0	38180	1210.5
6	S	5.80	210.0	1159.0	-131.5	9.0	9.0	37954	1210.5
7	S	4.31	210.0	1159.0	-92.4	9.0	9.0	38226	1210.5
8	S	4.41	210.0	1159.0	-86.9	9.0	9.0	38013	1210.5
9	S	4.64	210.0	1159.0	-92.3	9.0	9.0	35510	1210.5
10	S	3.55	210.0	1159.0	-67.4	9.0	9.0	37764	1210.5

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	3.98	210.0	1159.0	-76.7	9.0	9.0	37561	1210.5
2	S	4.21	210.0	1159.0	-81.9	9.0	9.0	37592	1210.5
3	S	3.91	210.0	1159.0	-82.6	9.0	9.0	37324	1210.5
4	S	4.84	210.0	1159.0	-107.5	9.0	9.0	37192	1210.5
5	S	5.02	210.0	1159.0	-111.6	9.0	9.0	38213	1210.5
6	S	3.91	210.0	1159.0	-82.6	9.0	9.0	37324	1210.5
7	S	3.99	210.0	1159.0	-78.5	9.0	9.0	37838	1210.5
8	S	4.16	210.0	1159.0	-82.5	9.0	9.0	37991	1210.5
9	S	3.91	210.0	1159.0	-82.6	9.0	9.0	37324	1210.5
10	S	3.30	210.0	1159.0	-62.2	9.0	9.0	37893	1210.5

COMBINAZIONI FREQUENTI 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}
e1	Esito della verifica
e2	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]

ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI07_STR_RE03_A Data: Agosto 2020 Pag. 51 di 65
--	--

Comb. fess	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My
1 (0.30)	S 3277.96	-0.00041 42366.85	0	0.500	26.0	77	0.00023 (0.00023)	399	0.092		
2 (0.30)	S 12144.72	-0.00044 39621.18	0	0.500	26.0	77	0.00025 (0.00025)	399	0.098		
3 (0.30)	S 2667.41	-0.00044 40991.53	0	0.500	26.0	77	0.00025 (0.00025)	398	0.099		
4 (0.30)	S 2403.95	-0.00058 40272.48	0	0.500	26.0	77	0.00032 (0.00032)	398	0.128		
5 (0.30)	S 7662.46	-0.00060 38733.14	0	0.500	26.0	77	0.00033 (0.00033)	401	0.134		
6 (0.30)	S 2667.41	-0.00044 40991.53	0	0.500	26.0	77	0.00025 (0.00025)	398	0.099		
7 (0.30)	S 4152.62	-0.00042 41742.66	0	0.500	26.0	77	0.00024 (0.00024)	400	0.094		
8 (0.30)	S 10780.15	-0.00044 39707.35	0	0.500	26.0	77	0.00025 (0.00025)	401	0.099		
9 (0.30)	S 2667.41	-0.00044 40991.53	0	0.500	26.0	77	0.00025 (0.00025)	398	0.099		
10 (0.30)	S 4472.78	-0.00034 42416.45	0	0.500	26.0	77	0.00019 (0.00019)	400	0.075		

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	4.12	210.0	1159.0	-89.7	9.0	9.0	37375	1210.5

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

Comb. fess	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My
1 (0.20)	S 2727.28	-0.00048 40507.04	0	0.500	26.0	77	0.00027 (0.00027)	398	0.107		

4.8.3 Muro andatore

In questo paragrafo si riporta il calcolo dei muri laterali della spalla. Tali muri sono sollecitati essenzialmente dalle spinte del terreno di riempimento all'interno della spalla e dei sovraccarichi presenti su di esso in condizioni statiche e sismiche.

Il muro di risvolto viene considerato come una piastra incastrata su due lati (il muro frontale e la platea di fondazione). Il carico agente sul muro di risvolto viene riguardato come somma di un carico uniforme q_u e di un carico triangolare q_t (massimo allo spiccatto del muro), agenti sull'intera superficie del muro.

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLI LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p>Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File: T00_VI07_STR_RE03_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 52 di 65</p>
--	--

Generali			
Altezza muro frontale	Hm	5.25	m
spessore muro andatore	ba	1.50	m
Altezza paraghiaia	Hp	4.8	m
Peso terreno	γ_t	20	kN/m ³
Angolo d'attrito interno (φ)		35	°
Coefficiente sismico orizzontale	kh	0.072	
Sovraccarico accidentale sul rilevato	qacc	20	kN/m ²
k0		0.426	
Altezza muro andatore		10.05	m
Lunghezza di un singolo muro lungo asse X	ba	6.25	m
Lunghezza lungo asse Y	Lm	11.59	m
Sovraccarico accidentale sul rilevato diffuso su Lm	q	20.0	kN/m ²
Combinazione rara			
Spinta Terrapieno	S1	85.7	kPa
Spinta Sovraccarico q	S2	8.5	kPa
Combinazione sismica SLV			
Spinta sismica Terrapieno	S1	14.5	kPa
Spinta Sismica Sovraccarico q	S2	0.0	kPa
Inerzia terrapieno	S3	16.7	kPa
Inerzia muro	S4	2.7	kPa

Risultati:

Combinazioni S.L.U.			Combinazioni S.L.E.		
M_x^+	33	kNm/m	M_x^+	25	kNm/m
M_x^-	-623	kNm/m	M_x^-	-462	kNm/m
M_y^+	160	kNm/m	M_y^+	119	kNm/m
M_y^-	-1018	kNm/m	M_y^-	-754	kNm/m
T_x^+	330	kN/m			
T_x^-	-21	kN/m			
T_y^+	715	kN/m			
T_y^-	-22	kN/m			

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p>Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File: T00_VI07_STR_RE03_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 53 di 65</p>
--	--

Combinazioni S.L.SISMA		
M+x	33	kNm/m
M-x	-805	kNm/m
M+y	172	kNm/m
M-y	-1151	kNm/m
T+x	378	kN/m
T-x	-29	kN/m
T+y	784	kN/m
T-y	-30	kN/m

Caratteristiche della sezione :

Sezione rettangolare 1.50x1.0m

Armatura verticale e orizzontale

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

$A'_s = \phi 26/20$ (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 f_{cd} :	18.800	MPa
	Resis. compr. ridotta f_{cd}' :	9.400	MPa
	Def.unit. max resistenza $ec2$:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu :	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale E_c :	33643.0	MPa
	Resis. media a trazione f_{ctm} :	3.100	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. f_{yk} :	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura f_{tk} :	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto f_{yd} :	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto f_{td} :	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto E_{pu} :	0.068	
	Modulo Elastico E_f :	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:	360.00	MPa	

ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI07_STR_RE03_A Data: Agosto 2020 Pag. 54 di 65
--	--

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C32/40	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	150.0
3	50.0	150.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-41.0	9.0	26
2	-41.0	141.0	26
3	41.0	141.0	26
4	41.0	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	3	2	8	26
2	1	4	3	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	10 mm
Passo staffe:	24.9 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 [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.		
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate		
N°Comb.	N	Mx	Vy
1	376.88	160.09	715.00
2	376.88	-1018.00	-22.00
3	376.88	172.00	784.00
4	376.88	-1151.00	-30.00

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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI07_STR_RE03_A Data: Agosto 2020 Pag. 55 di 65
--	--

N°Comb.	N	Mx	My
1	376.88	119.00	0.00
2	376.88	-754.00	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:	6.5 cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.7 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
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
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	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	376.88	160.09	376.73	1691.90		
11.09	79.6(45.0)						
2	S	376.88	-1018.00	376.93	-3063.09		
2.99	79.6(45.0)						
3	S	376.88	172.00	376.73	1691.90		
10.28	79.6(45.0)						
4	S	376.88	-1151.00	376.93	-3063.09		
2.65	79.6(45.0)						

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	-50.0	150.0	0.00003	-41.0	141.0	-0.05087	-41.0	9.0
2	0.00350	-50.0	0.0	0.00101	-41.0	9.0	-0.03558	-41.0	141.0
3	0.00350	-50.0	150.0	0.00003	-41.0	141.0	-0.05087	-41.0	9.0
4	0.00350	-50.0	0.0	0.00101	-41.0	9.0	-0.03558	-41.0	141.0

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.
--------	---	---	---	-----	--------

ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI07_STR_RE03_A Data: Agosto 2020 Pag. 56 di 65
--	--

1	0.000000000	0.000385603	-0.054340483	----	----
2	0.000000000	-0.000277157	0.003500000	----	----
3	0.000000000	0.000385603	-0.054340483	----	----
4	0.000000000	-0.000277157	0.003500000	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 10 mm
Passo staffe: 24.9 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [kN] = V_y ortogonale 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	715.00	4512.17	847.74146.4	137.4	100.0	2.500	1.013	5.3	6.3(0.0)
2	S	22.00	4465.51	838.97144.9	135.9	100.0	2.500	1.013	0.2	6.3(0.0)
3	S	784.00	4512.17	847.74146.4	137.4	100.0	2.500	1.013	5.8	6.3(0.0)
4	S	30.00	4465.51	838.97144.9	135.9	100.0	2.500	1.013	0.2	6.3(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	0.48	-50.0	150.0	0.0	-41.0	9.0	0	0.0
2	S	2.86	-50.0	0.0	-79.6	-31.9	141.0	2200	53.1

4.8.4 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 :

ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI07_STR_RE03_A Data: Agosto 2020 Pag. 57 di 65
--	--

$N_{max} = 7531 \text{ kN (CC. SLU)}$

$T_{max} = 1212 \text{ kN (CC. SLV)}$

$N_{max} = 6575 \text{ kN (CC. SLV)}$

$T_{max} = 1283 \text{ kN (CC. SLV)}$

- 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 dp (con dp altezza utile della sezione del plinto).

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

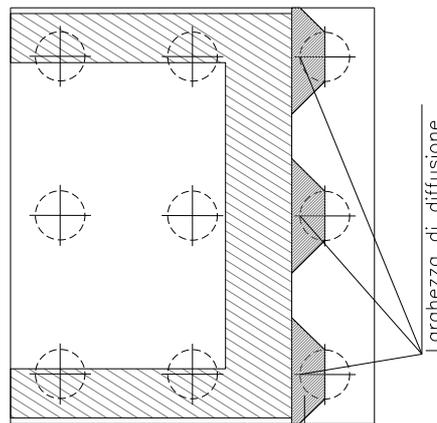
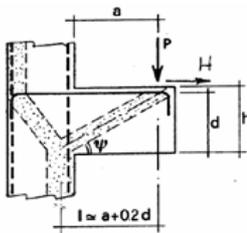


Figura 4.5. Diffusione delle azioni dal palo al muro frontale

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

VERIFICA - MECCANISMO TIRANTE PUNTONE.



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

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

$$P_R = P_{R_s} = (A_s f_{yd} - H_{Ed}) \frac{1}{\lambda} \quad \lambda = \text{ctg} \psi \geq 1 (0,9d)$$

P_{Rc} : Portanza mensola in termini di resistenza della Biella compressa

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

CONDIZIONI DI VERIFICA

- 1 $P_R \geq P_{Ed}$
- 2 $P_{Rc} \geq P_{R_s}$

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p>Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File: T00_VI07_STR_RE03_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 58 di 65</p>
--	--

Dati di progetto

b(m)=	2.50	m	dimensione trasversale verifica
P _{Ed} (KN) =	7531.00	KN	Carico complessivo VERTICALE sulla fascia di dimensione b
H _{Ed} (KN) =	1212.00	KN	Carico complessivo ORIZZONTALE sulla fascia di dimensione b
a(m) =	1.00	m	distanza P da incastro
h(m) =	2.50	m	spessore mensola
δ(m) =	0.12	m	copriferro riferito al baricentro delle armature complessive in trazione
d(m) =	2.38	m	altezza utile
l(m) =	1.48	m	a+0,2d
λ =	0.69		λ=ctgψ±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

<u>Registro tipo</u>	R1						
n° R1=	1	φ1(mm) =	22.0	p1(cm) =	10.0	θ1° =	0.0
A _{φ i} (mm ²) =	380.13	nb tot 1=	25.0	A _{φ TOT} (mm ²) =	9503.31	A _{φ CAL} (mm ²) =	9503.31
<u>Registro tipo</u>	R2						
n° R2=	1	φ2(mm) =	22.0	p2(cm) =	10.0	θ2° =	0.0
A _{φ i} (mm ²) =	380.13	nb tot 2 =	25.0	A _{φ TOT} (mm ²) =	9503.31	A _{φ CAL} (mm ²) =	9503.31
<u>Registro tipo</u>	R3						
n° R3=	0	φ3(mm) =	24.0	p3(cm) =	10.0	θ3° =	0.0
A _{φ i} (mm ²) =	452.39	nb tot 3 =	0.0	A _{φ TOT} (mm ²) =	0.00	A _{φ CAL} (mm ²) =	0.00

Verifiche di resistenza

Ψ =	0.967	rad	=	55.43	°
P _{RS} =	9026.0	KN		PR _s >P _{Ed} - Verifica Soddisfatta	
P _{RC} =	22753.9	KN		PR _c >PR _s - Verifica Soddisfatta	

4.8.5 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

$$M = T * \alpha$$

α = 2.48 (vedi relazione geotecnica)

Nz,A [kN]	Mxx [kNm]	Ty,A [kN]
7531	3007	1212
672	3007	1212
6575	3182	1283
-703	3182	1283

Caratteristiche della sezione:

Sezione circolare $\phi 120$ cm

As = 34+34 $\phi 26$ staffe $\phi 12/20$

La lunghezza del palo è pari a L = 25.00m.

Per le considerazioni di dettaglio riguardanti portanza e carico limite sui pali di fondazione si rimanda alla relazione geotecnica allegata al progetto.

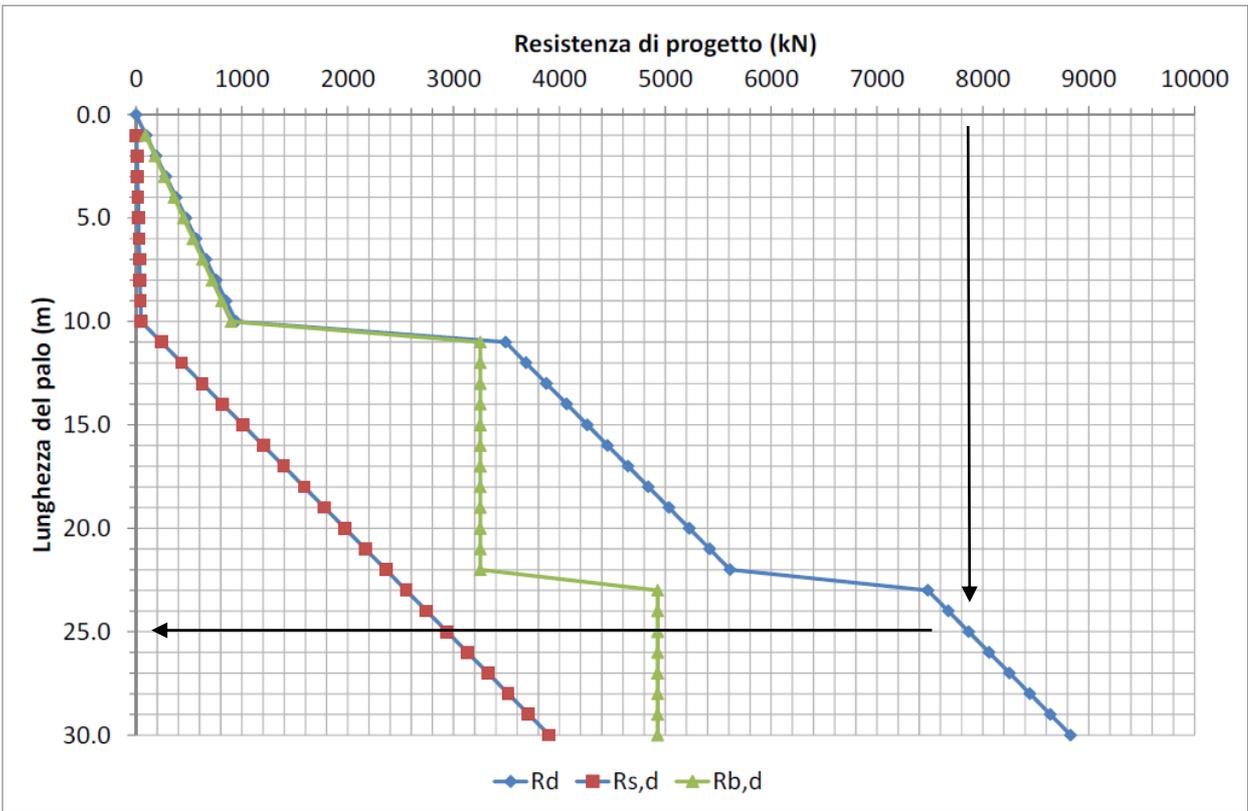


Tabella 4.9 – Portanza verticale pali.

F.S. $\approx 7'900/7'531 = 1.05$ (verifica geotecnica)

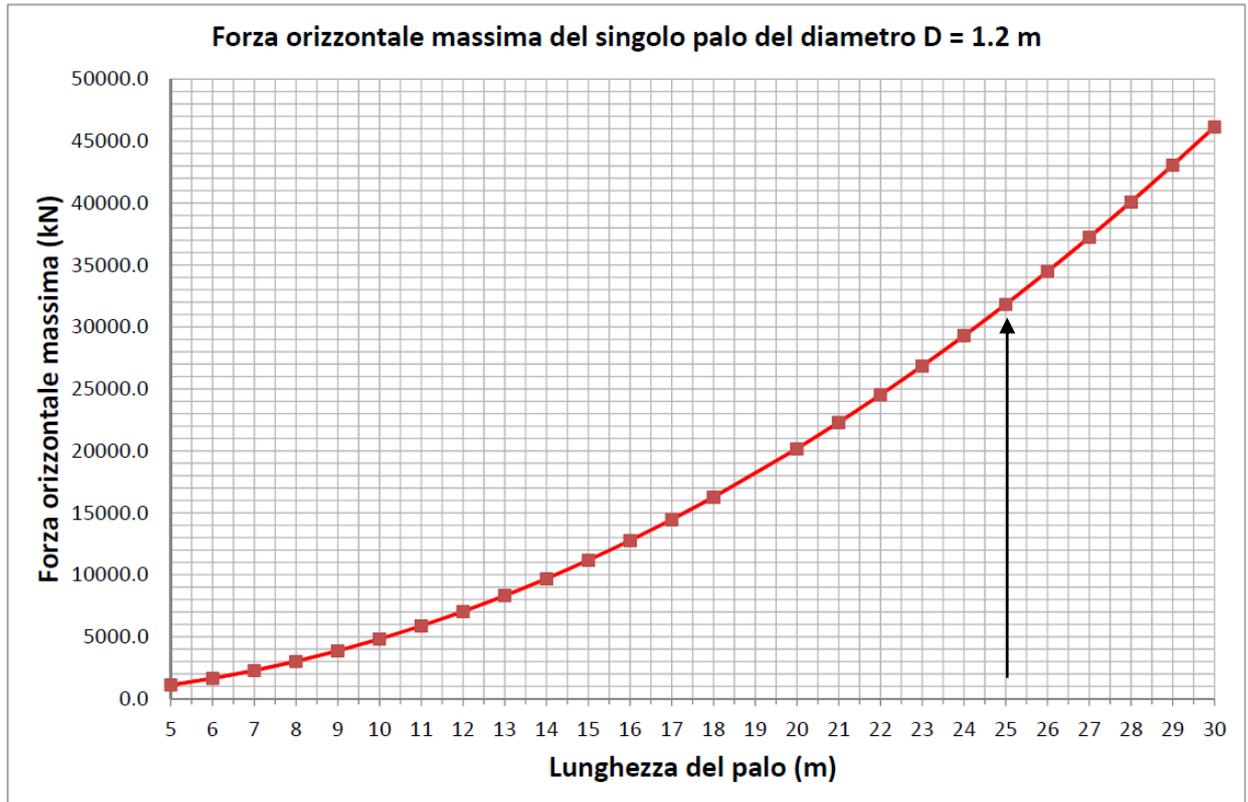


Tabella 4.10 – Portanza orizzontale pali.

F.S. $\approx 32'000/1'283 = 24.94$ (verifica geotecnica)

La verifica a carico orizzontale risulta soddisfatta.

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:	150.00 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 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

ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI07_STR_RE03_A Data: Agosto 2020 Pag. 61 di 65
--	--

Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Conglomerato:	C25/30

Raggio circ.:	60.0 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	50.0	34	26
2	0.0	0.0	45.4	34	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	12	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 [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	7531.00	3007.00	1212.00
2	672.00	3007.00	1212.00
3	6575.00	3182.00	1283.00
4	-703.00	3182.00	1283.00

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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	5340.00	2043.00	0.00
2	909.00	2043.00	0.00

ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI07_STR_RE03_A Data: Agosto 2020 Pag. 62 di 65
--	--

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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	5000.00	1944.00 (1201.14)	0.00 (0.00)
2	1143.00	1944.00 (771.65)	0.00 (0.00)

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 di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	5000.00	1944.00 (1201.14)	0.00 (0.00)
2	1143.00	1944.00 (771.65)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.7 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.0 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 7.5 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
 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
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	7531.00	3007.00	7531.00	5737.45		
1.91	361.0(33.9)						
2	S	672.00	3007.00	672.07	5311.54		
1.77	361.0(33.9)						
3	S	6575.00	3182.00	6575.07	5774.36		
1.81	361.0(33.9)						
4	S	-703.00	3182.00	-703.22	5053.77		
1.59	361.0(33.9)						

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.)
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)

ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI07_STR_RE03_A Data: Agosto 2020 Pag. 63 di 65
--	---

Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	60.0	0.00295	0.0	50.0	-0.00251	0.0	-50.0
2	0.00350	0.0	60.0	0.00270	0.0	50.0	-0.00528	0.0	-50.0
3	0.00350	0.0	60.0	0.00293	0.0	50.0	-0.00277	0.0	-50.0
4	0.00350	0.0	60.0	0.00262	0.0	50.0	-0.00619	0.0	-50.0

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	0.000054616	0.000223057	----	----
2	0.000000000	0.000079834	-0.001290063	----	----
3	0.000000000	0.000057029	0.000078262	----	----
4	0.000000000	0.000088086	-0.001785173	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 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] = V_y ortogonale 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	1212.00	2335.75	1497.40	91.8 70.9	107.9	2.500	1.250	17.5	21.6(0.0)
2	S	1212.00	2180.64	1659.60	92.4 78.6	109.0	2.500	1.042	15.8	21.6(0.0)
3	S	1283.00	2375.48	1517.77	91.8 71.9	108.3	2.500	1.250	18.2	21.6(0.0)
4	S	1283.00	2112.03	1706.30	93.3 80.8	107.0	2.500	1.000	16.2	21.6(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)

ANAS S.p.A. S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389 Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla	File: T00_VI07_STR_RE03_A Data: Agosto 2020 Pag. 64 di 65
--	--

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	11.58	0.0	1159.0	-72.4	0.0	-50.0	734	26.5
2	S	10.41	0.0	1159.0	-184.0	0.0	-50.0	1515	84.9

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	11.00	0.0	1159.0	-70.5	0.0	-50.0	770	26.5
2	S	9.99	0.0	1159.0	-167.0	0.0	-50.0	1461	74.3

COMBINAZIONI FREQUENTI 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}
e1 Esito della verifica
e2 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
kt = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
= 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. fess	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My
1	S	-0.00046	0	0.500	26.0	87	0.00021 (0.00021)	424	0.090		
(0.40)	1201.14	0.00									
2	S	-0.00098	0	0.500	26.0	87	0.00064 (0.00050)	383	0.243		
(0.40)	771.65	0.00									

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	11.00	0.0	1159.0	-70.5	0.0	-50.0	770	26.5
2	S	9.99	0.0	0.0	-167.0	0.0	-50.0	1461	74.3

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

Comb. fess	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My
1	S	-0.00046	0	0.500	26.0	87	0.00021 (0.00021)	424	0.090		
(0.30)	1201.14	0.00									
2	S	-0.00098	0	0.500	26.0	87	0.00070 (0.00050)	383	0.269		
(0.30)	771.65	0.00									

<p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 389 TRONCO VILLANOVA – LANUSEI – TORTOLÌ</p> <p>LOTTO BIVIO VILLAGRANDE – SVINCOLO DI ARZANA</p> <p>DAL Km 51+100,00 DELLA S.S. 389 VAR AL Km 177+930,00 DELLA S.S. 389</p> <p>Viadotto VI07 - Relazione di calcolo spalla</p>	<p>File: T00_VI07_STR_RE03_A</p> <p>Data: Agosto 2020</p> <p>Pag. 65 di 65</p>
--	--

Nella condizione sismica si ha una combinazione di carico in cui uno dei pali della fondazione è soggetto a sforzi di trazione con valore $N = -703 \text{ kN}$.

Dalla relazione geotecnica risulta, per una lunghezza palo pari ad $L=25.0\text{m}$ un valore di resistenza a trazione di molto superiore alla sollecitazione di calcolo.

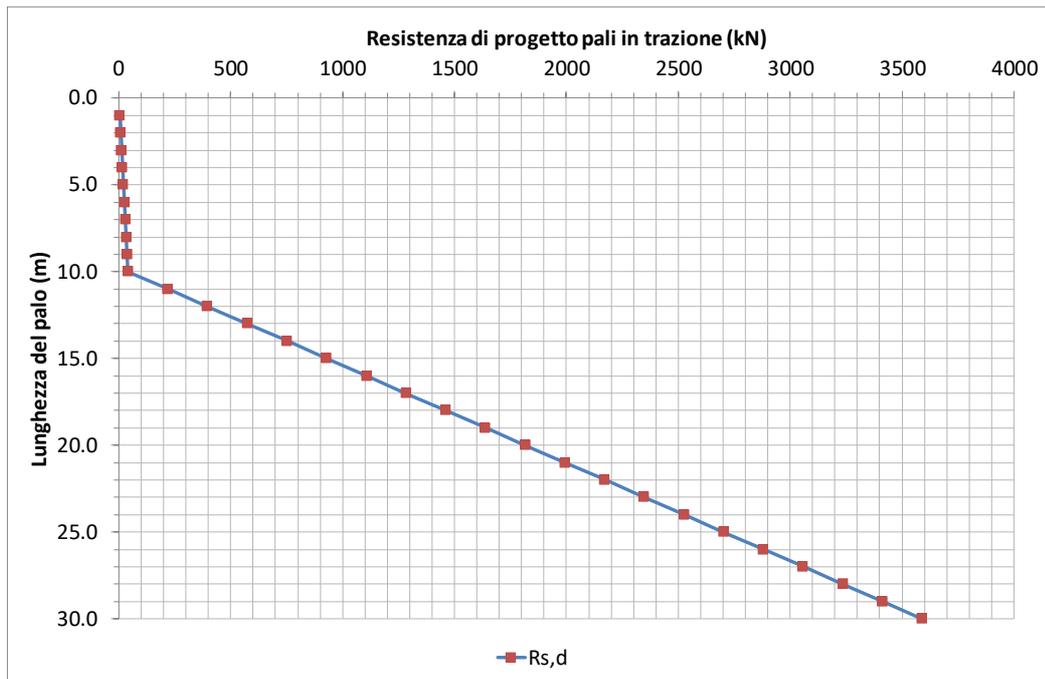


Figura 4.6. determinazione della capacità portante verticale del palo singolo in trazione.