

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

Nuova linea Ferrandina - Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

MIGLIORAMENTO SISMICO E OPERE DI COMPLETAMENTO DEI VIADOTTI ESISTENTI DELLA LINEA FERRANDINA MATERA

Relazione di calcolo

Spalle

SCALA:

-

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

I A 5 F 0 3 D 0 9 C L V I 0 0 0 0 0 0 7 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione Esecutiva	G. Grimaldi	Mar. 2019	S.Di Spigno	Mar. 2019	F.Gernone	Mar. 2019	A.Vittozzi	Mar. 2019
								ITALFERR S.p.A. U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti Dott. Ing. Angelo Vittozzi Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma N° A20783	

File: IA5F03D09CLVI0000007A.docx

n. Elab.:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. A

INDICE

1.	PREMESSA	4
2.	RIFERIMENTI.....	5
3.	MATERIALI.....	5
4.	CRITEI DI VERIFICA.....	6
4.1	Verifiche delle sottostrutture per SLV.....	6
4.1.1	<i>Definizione del dominio sostanzialmente elastico di una sezione</i>	6
5.	VIADOTTO “MARCHESE” – VI10.....	9
5.1	Geometria delle spalle.....	9
5.1.1	<i>Caratteristiche del terreno a monte della spalla</i>	11
5.2	Analisi dei carichi.....	13
5.2.1	<i>Carichi permanenti strutturali e non strutturali</i>	13
5.2.2	<i>Carichi da traffico</i>	13
5.2.3	<i>Azione sismica</i>	14
5.2.4	<i>Spinta statica del terreno</i>	17
5.2.1	<i>Spinta dovuta al sovraccarico accidentale</i>	18
5.2.2	<i>Spinta sismica del terreno</i>	19
5.2.3	<i>Forze inerziali dovute al sisma</i>	22
5.2.1	<i>Riepilogo dei carichi trasmessi dall'impalcato</i>	23
5.3	Combinazione dei carichi.....	24
5.4	Sollecitazioni a quota intradosso fondazioni.....	25
5.5	Verifica strutturale dei pali di fondazione.....	29
5.5.1	<i>Verifica strutturale dei pali di fondazione pre-rottura del fusibile</i>	34
5.5.1.1	<i>Azione sismica</i>	34
5.5.1.2	<i>Spinta statica del terreno</i>	37
5.5.1.3	<i>Spinta dovuta al sovraccarico accidentale</i>	38
5.5.1.4	<i>Spinta sismica del terreno</i>	40
5.5.1.5	<i>Forze inerziali dovute al sisma</i>	43
5.5.1.6	<i>Riepilogo dei carichi trasmessi dall'impalcato</i>	44
5.5.1.7	<i>Combinazione dei carichi</i>	45
5.5.1.8	<i>Sollecitazioni a quota intradosso fondazioni</i>	46
5.5.1.9	<i>Verifica strutturale dei pali di fondazione</i>	50
5.6	Verifica geotecnica dei pali di fondazione.....	55
6.	VIADOTTO “CONCHE” – VI02.....	56
6.1	Geometria delle spalle.....	56
6.2	SPALLA FISSA – SP A.....	57

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	PROGETTO DEFINITIVO					
<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A	FOGLIO 2 di 183

6.2.1	<i>Caratteristiche del terreno a monte della spalla</i>	58
6.2.2	<i>Analisi dei carichi</i>	60
6.2.2.1	Carichi permanenti strutturali e non strutturali	60
6.2.2.2	Carichi da traffico.....	60
6.2.2.3	Azione sismica.....	61
6.2.2.4	Spinta statica del terreno.....	64
6.2.2.5	Spinta dovuta al sovraccarico accidentale.....	65
6.2.2.6	Spinta sismica del terreno	66
6.2.2.7	Forze inerziali dovute al sisma.....	69
6.2.2.8	Riepilogo dei carichi trasmessi dall'impalcato.....	70
6.2.3	<i>Combinazione dei carichi</i>	71
6.2.4	<i>Sollecitazioni a quota intradosso fondazioni</i>	72
6.2.5	<i>Verifica strutturale dei pali di fondazione</i>	76
6.2.6	<i>Verifica geotecnica dei pali di fondazione</i>	81
6.3	SPALLA MOBILE - SP B	82
6.3.1	<i>Caratteristiche del terreno a monte della spalla</i>	83
6.3.2	<i>Analisi dei carichi</i>	85
6.3.2.1	Carichi permanenti strutturali e non strutturali	85
6.3.2.2	Carichi da traffico.....	85
6.3.2.3	Azione sismica.....	86
6.3.2.4	Spinta statica del terreno.....	89
6.3.2.5	Spinta dovuta al sovraccarico accidentale.....	90
6.3.2.6	Spinta sismica del terreno	91
6.3.2.7	Forze inerziali dovute al sisma.....	94
6.3.2.8	Riepilogo dei carichi trasmessi dall'impalcato.....	95
6.3.3	<i>Combinazione dei carichi</i>	96
6.3.4	<i>Sollecitazioni a quota intradosso fondazioni</i>	97
6.3.5	<i>Verifica strutturale dei pali di fondazione</i>	101
6.3.6	<i>Verifica geotecnica dei pali di fondazione</i>	106
7.	VIADOTTO “DRAGONE” – VI06	107
7.1	Geometria delle spalle.....	107
7.2	SPALLA FISSA – SP A	108
7.2.1	<i>Caratteristiche del terreno a monte della spalla</i>	109
7.2.2	<i>Analisi dei carichi</i>	111
7.2.2.1	Carichi permanenti strutturali e non strutturali	111
7.2.2.2	Carichi da traffico.....	111
7.2.2.3	Azione sismica.....	112
7.2.2.4	Spinta statica del terreno.....	115
7.2.2.5	Spinta dovuta al sovraccarico accidentale.....	116
7.2.2.6	Spinta sismica del terreno	117

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

7.2.2.7	Forze inerziali dovute al sisma.....	120
7.2.2.8	Riepilogo dei carichi trasmessi dall'impalcato.....	121
7.2.3	<i>Combinazione dei carichi.....</i>	122
7.2.4	<i>Sollecitazioni a quota intradosso fondazioni.....</i>	123
7.2.5	<i>Verifica geotecnica della fondazione.....</i>	127
7.3	SPALLA MOBILE - SP B.....	128
7.3.1	<i>Caratteristiche del terreno a monte della spalla.....</i>	129
7.3.2	<i>Analisi dei carichi.....</i>	131
7.3.2.1	Carichi permanenti strutturali e non strutturali.....	131
7.3.2.2	Carichi da traffico.....	131
7.3.2.3	Azione sismica.....	132
7.3.2.4	Spinta statica del terreno.....	135
7.3.2.5	Spinta dovuta al sovraccarico accidentale.....	136
7.3.2.6	Spinta sismica del terreno.....	137
7.3.2.7	Forze inerziali dovute al sisma.....	140
7.3.2.8	Riepilogo dei carichi trasmessi dall'impalcato.....	140
7.3.3	<i>Combinazione dei carichi.....</i>	141
7.3.4	<i>Sollecitazioni a quota intradosso fondazioni.....</i>	142
7.3.5	<i>Verifica strutturale dei pali di fondazione.....</i>	147
7.3.6	<i>Verifica geotecnica dei pali di fondazione.....</i>	152
8.	VIADOTTO “BASENTO” – VI01.....	153
8.1	Geometria delle spalle.....	153
8.2	SPALLA MOBILE – SP B.....	154
8.2.1	<i>Caratteristiche del terreno a monte della spalla.....</i>	155
8.3	Analisi dei carichi.....	157
8.3.1	<i>Carichi permanenti strutturali e non strutturali.....</i>	157
8.3.2	<i>Carichi da traffico.....</i>	157
8.3.3	<i>Azione sismica.....</i>	158
8.3.4	<i>Spinta statica del terreno.....</i>	161
8.3.5	<i>Spinta dovuta al sovraccarico accidentale.....</i>	162
8.3.6	<i>Spinta sismica del terreno.....</i>	163
8.3.7	<i>Forze inerziali dovute al sisma.....</i>	166
8.3.8	<i>Riepilogo dei carichi trasmessi dall'impalcato.....</i>	167
8.4	Combinazione dei carichi.....	168
8.5	Sollecitazioni a quota intradosso fondazioni.....	169
8.6	Verifica strutturale dei pali di fondazione.....	173
8.1	Verifica geotecnica dei pali di fondazione.....	178
9.	VERIFICA SEZIONE MURO FRONTALE.....	179

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

1. PREMESSA

La presente relazione riporta le verifiche globali relative alle spalle dei 10 viadotti presenti lungo la linea Ferrandina – Matera La Martella. Tale linea garantirà il collegamento della città di Matera alla rete ferroviaria nazionale, in particolare con Salerno, per l'accesso al sistema AV/AC, e con Taranto, attraverso la linea Battipaglia-Potenza-Metaponto-Taranto.

Vengono riportate le sollecitazioni agenti sui pali e le relative verifiche strutturali nelle condizioni di stato attuale e di post-rottura dei fusibili. Viene inoltre riportata, a titolo esemplificativo per il Viadotto Marchese (VI10), la verifica nella condizione di pre-rottura dei fusibili, per confronto con quelle post rottura.

La relazione riporta inoltre la verifica strutturale del fusto della spalla maggiormente sollecitata, considerando come armatura compressa resistente la minima rilevata a seguito delle prove pacometriche effettuate.

A seguito delle verifiche di cui sopra, sulle spalle vengono previsti, oltre all'isolamento, interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria sul muro frontale e sui muri laterali.

Nella presente, si riportano le verifiche delle spalle dei seguenti viadotti:

- Viadotto *Marchese* (VI10): SPA-SPB, valida per geometria e carichi agenti, per i viadotti *Sinatra* (VI04): SPA-SPB, *Basento* (VI01): SPA, *Croce* (VI03): SPA-SPB, *Mirogallo* (VI11): SPA-SPB, *Ridola* (VI12): SPA-SPB;
- Viadotto *Conche* (VI02) associabile ai viadotti *La Chiesa* (VI07): SPA-SPB e *La Copeta* (VI09): SPA-SPB;
- Viadotto *Dragone* (VI06): SPA-SPB;
- Viadotto *Basento* (VI01): SPB.

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. A

2. RIFERIMENTI

- [1] D.M. 17 gennaio 2018 (G.U. 20 febbraio 2018 n. 42) - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».
- [2] Circolare 21 Gennaio 2019 n. 7 C.S.LL.PP. (G.U. n. 35 del 11 febbraio 2019) - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- [3] Linee guida per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo in opera, 2017
- [4] RFI DTC SI PS MA IFS 001 C - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 – Ponti e Strutture
- [5] RFI DTC SI CS MA IFS 001 C - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale
- [6] Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione europea
- [7] RFI DTC SI SP IFS 001 A – “Capitolato generale tecnico d'appalto delle opere civili”

Per le geometrie si è fatto riferimento a quanto riportato sul progetto storico del 1985, oltre a quanto rilevato in campo.

3. MATERIALI

Si rimanda alla relazione tecnico illustrativa “Materiali, Fattore di confidenza e criteri di calcolo” (IA5F03D09ROVI0000001).

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	PROGETTO DEFINITIVO					
<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A	FOGLIO 6 di 183

4. CRITEI DI VERIFICA

Un intervento di miglioramento sismico, secondo quanto riportato al paragrafo 8.4 delle NTC2018, è finalizzato ad ottenere un aumento della sicurezza strutturale preesistente, conseguendo i livelli di sicurezza fissati al paragrafo 8.4.3 della stessa norma: $\zeta_E \geq 1$ nelle verifiche rispetto alle azioni sismiche, dove ζ_E è il rapporto tra l'azione sismica massima sopportabile dalla struttura e l'azione sismica massima che si utilizzerebbe nel progetto di una nuova costruzione.

Da questo punto in poi si indicherà con E_x l'azione sismica diretta lungo la direzione longitudinale al viadotto e con E_y quella diretta lungo la direzione trasversale. Con E_z si indica l'azione sismica verticale.

4.1 Verifiche delle sottostrutture per SLV

Per evitare effetti indesiderati che possono essere causati dalla plasticizzazione delle sottostrutture in viadotti dotati di isolamento, è necessario che le stesse sottostrutture rimangano in campo sostanzialmente elastico anche in concomitanza di eventi sismici rari (come indicato al §7.10.2 delle NTC2018).

Più in particolare, per la struttura in esame, è richiesto dalla norma che le sottostrutture rimangano in campo sostanzialmente elastico durante un evento sismico SLV, sia prima della rottura dei fusibili, ovvero quando la struttura si comporta come se non fosse isolata, sia dopo che questi sono giunti a rottura e si è attivato il sistema di isolamento.

Pur non essendo le spalle elementi sismoresistenti, vengono condotte le verifiche in fondazione di cui sopra.

4.1.1 Definizione del dominio sostanzialmente elastico di una sezione

Per momento resistente sostanzialmente elastico si intende quello corrispondente ad una curvatura pari a quella di primo snervamento dell'acciaio o alla curvatura corrispondente alla deformazione di picco del calcestruzzo ϵ_{c2} (0.002) nel caso in cui questa curvatura (snervamento apparente) risulti minore di quella di snervamento.

Per la definizione del dominio a pressoflessione sostanzialmente elastico dei pali, si è fatto uso del software V.C.A.S.L.U. del professor Piero Gelfi. Poiché tale programma consente la sola definizione di

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

domini a stato limite ultimo, allo scopo di ottenere un dominio elastico, si è impostato come input, per ciò che riguarda le caratteristiche dei materiali, che le deformazioni ultime coincidessero rispettivamente con quelle di snervamento per l'acciaio (f_{yd} / E_s) e di picco per il calcestruzzo (0.002).

Il software V.C.A.S.L.U. fa riferimento come legami di calcestruzzo e acciaio rispettivamente a quello parabola-rettangolo (figura 4.1 a) e a quello elastico perfettamente plastico (figura 4.2 b), definiti ai paragrafi 4.1.2.1.2.1 e 4.1.2.1.2.2 delle NTC18.

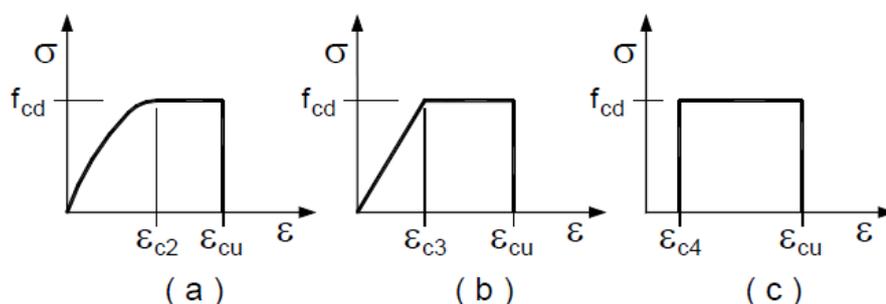


Figura 4.1 - Diagrammi di progetto tensione-deformazione del calcestruzzo (NTC2018)

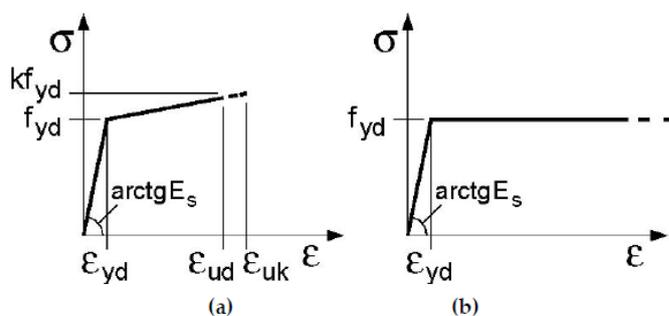


Figura 4.2 - Diagrammi di progetto tensione-deformazione dell'acciaio (NTC2018)

I valori di progetto f_{cd} e f_{yd} sono stati ottenuti abbattendo i valori caratteristici (assunti come da progetto originario – vedere elaborato IA5F03D09ROVI0000001) per i corrispondenti coefficienti di sicurezza γ_c e γ_s e per i fattori di confidenza FC , definiti al C8.5.4. della Circolare 21/01/2019.

In accordo con quanto esposto al paragrafo 8.7.2 delle NTC2018 si è assunto $\gamma_c = \gamma_s = 1$ poiché si sta eseguendo una verifica a pressoflessione e quindi una verifica di un meccanismo non fragile di un ponte esistente.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

Per quanto riguarda invece i coefficienti di confidenza, poiché si intende raggiunto un livello di conoscenza dei materiali costituenti le spalle pari a LC2, si è assunto $FC=1.2$ (paragrafo C8.5.4. della Circolare 21/01/2019).

Si ha per il calcestruzzo delle spalle un valore di f_{cd} pari a $20 \text{ MPa} / 1.2 = 16.67 \text{ Mpa}$.

Per l'acciaio FeB38k delle armature si ha f_{yd} pari a $375 \text{ MPa} / 1.2 = 312.5 \text{ MPa}$.

La deformazione ultima, che come detto deve essere pari alla deformazione di snervamento per l'acciaio e a quella di snervamento apparente per il calcestruzzo, è stato imposta essere pari al 1.563‰ per l'acciaio e 2‰ per il calcestruzzo.

FeB38k		C20/25	
ϵ_{su}	1,563 ‰	ϵ_{c2}	2 ‰
f_{yd}	312,5 N/mm ²	ϵ_{cu}	2
E_s	200.000 N/mm ²	f_{cd}	16,67
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	1 ?
ϵ_{syd}	1,563 ‰	$\sigma_{c,adm}$	9,75
$\sigma_{s,adm}$	215 N/mm ²	τ_{co}	0,6
		τ_{c1}	1,829

Figura 4.3 - Caratteristiche dei materiali assunte come input nel software V.C.A.S.L.U.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

5. VIADOTTO “MARCHESE” – VI10

5.1 Geometria delle spalle

Nelle figure sottostanti è indicato uno schema qualitativo della geometria delle spalle, utile alla lettura della tabella successiva. I dati presenti in tabella, indicanti il peso di ciascun elemento delle spalle, fanno riferimento all’effettiva carpenteria della spalla fissa (Spalla A) come definita negli elaborati grafici. Avendo la spalla mobile (Spalla B) una geometria del tutto analoga a quella della spalla fissa si riporta unicamente il calcolo di quest’ultima.

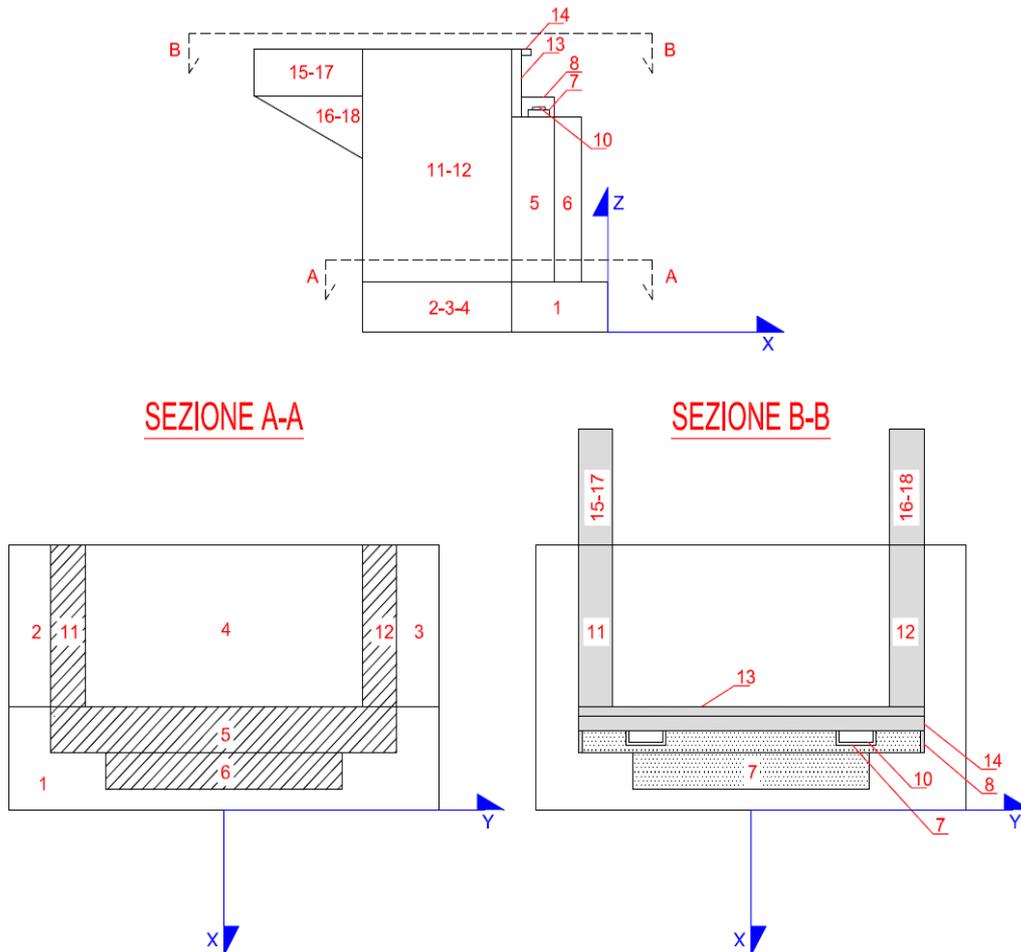


Figura 5.1 - Schema qualitativo della geometria della spalla

Relazione di calcolo Spalle

Si riporta la geometria della spalla come da allegato n. **F.10.3.1 (Progetto storico)**:

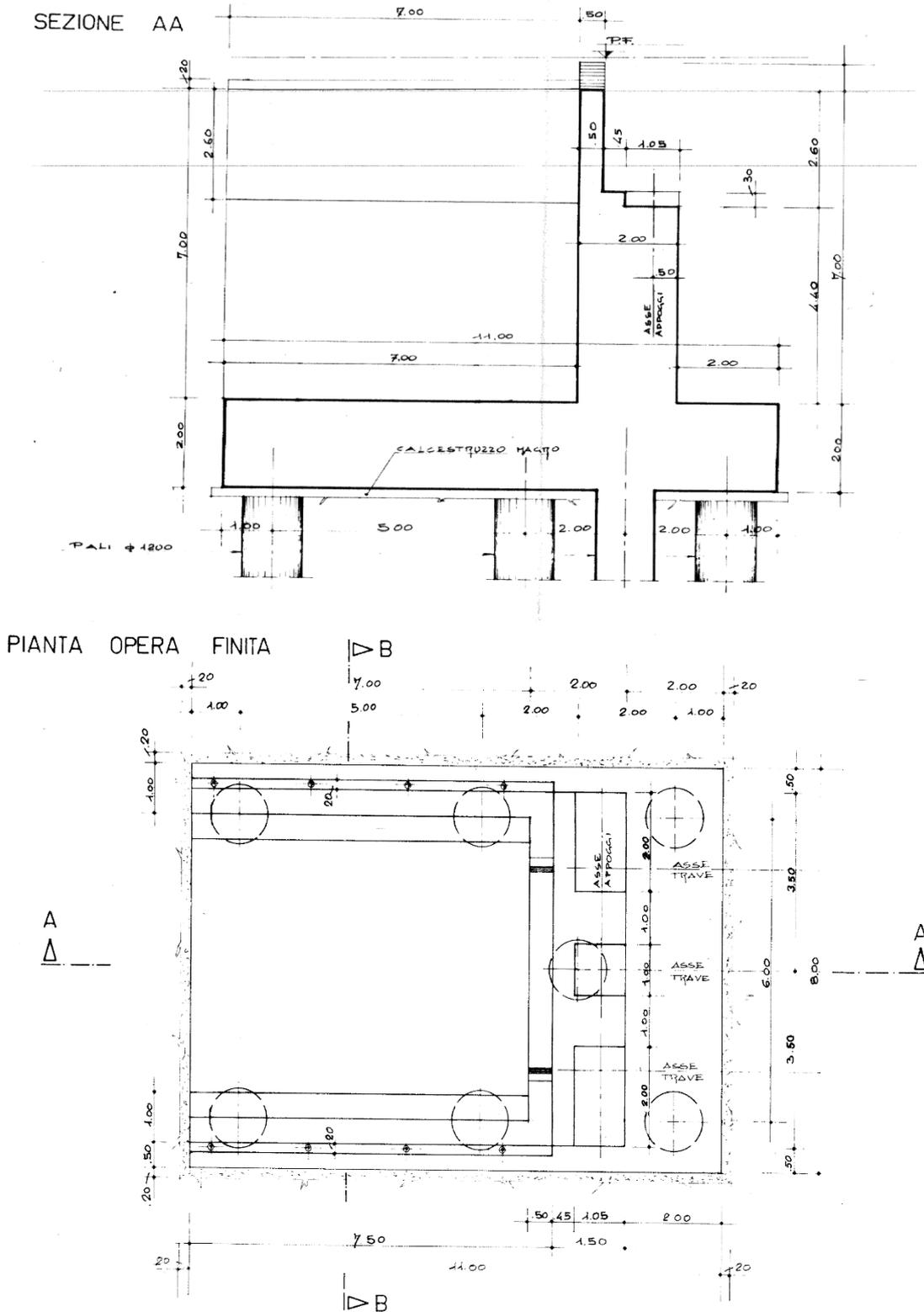


Figura 5.2 - Geometria spalla A VI10 secondo progetto storico

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

5.1.1 Caratteristiche del terreno a monte della spalla

Sono state considerate caratteristiche geotecniche uguali per il terreno a tergo della fondazione, e quello contenuto entro i muri andatori. Tali valori sono riportati di seguito in tabella.

PESO PROPRIO SPALLA - GEOMETRIA								
ELEMENTO	Descrizione	quantità	LX [m]	LY [m]	LZ [m]	Volume	γ [kN/m ³]	Peso [kN]
1	PORZIONE TRASVERSALE DELLA FONDAZIONE		4,00	8,00	2,00	64,00	25,00	-1600,00
2	PORZIONE LONGITUDINALE DELLA FONDAZIONE ($\gamma < 0$)		7,00	0,50	2,00	7,00	25,00	-175,00
3	PORZIONE LONGITUDINALE DELLA FONDAZIONE ($\gamma > 0$)		7,00	0,50	2,00	7,00	25,00	-175,00
4	COMPLETAMENTO DELLA FONDAZIONE		7,00	7,00	2,00	98,00	25,00	-2450,00
	PESO TOTALE FONDAZIONE							-4400,00
5	MURO FRONTALE		2,00	7,00	4,40	61,60	25,00	-1540,00
6	RINGROSSO MURO FRONTALE (per appoggi)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
7	BAGGIOLI	3	0,40	0,40	0,30	0,14	25,00	-3,60
8	RITEGNI SISMICI TRASVERSALI	2	1,05	1,00	0,30	0,63	25,00	-15,75
9	RITEGNI SISMICI LONGITUDINALI	1	0,45	7,00	0,30	0,95	25,00	-23,63
10	APPARECCHI DI APPOGGIO				0,00			0,00
11	MURO ANDATORE ($\gamma < 0$)		7,00	1,00	4,40	30,80	25,00	-770,00
12	MURO ANDATORE ($\gamma > 0$)		7,00	1,00	4,40	30,80	25,00	-770,00
13	MURO PARAGHIAIA		0,50	7,00	3,50	12,25	25,00	-306,25
11A	MURO PARAGHIAIA ANDATORE ($\gamma < 0$)		7,00	0,50	3,50	12,25	25,00	-306,25
12B	MURO PARAGHIAIA ANDATORE ($\gamma > 0$)		7,00	0,50	3,50	12,25	25,00	-306,25
14	MARTELLO		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
15	BANDIERA parte rettangolare ($\gamma > 0$)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
16	BANDIERA parte triangolare ($\gamma > 0$)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
17	BANDIERA parte rettangolare ($\gamma < 0$)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
18	BANDIERA parte triangolare ($\gamma < 0$)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
19	MARCIAPIEDE ($\gamma > 0$)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
20	MARCIAPIEDE ($\gamma < 0$)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
21	GUARD-RAIL + BARRIERA SICUREZZA + VELETTA ($\gamma > 0$)							0,00
22	GUARD-RAIL + BARRIERA SICUREZZA + VELETTA ($\gamma < 0$)							0,00
TOTALE =								-8441,73

Figura 5.3 - Peso proprio della spalla SPA VI10

L'altezza del muro paraghiaia, come evidenziato, è stata incrementata da 2.60 m a 3.50 m per tener conto del sovraccarico esercitato dal ballast e dai muretti a tergo della spalla.

TERRENO DI MONTE			
ϕ'	angolo di attrito del terreno di monte	35 °	
$\tan(\phi')$	tang. Dell'angolo di resistenza a taglio del terreno di monte	0,700	
$\gamma\phi'$ M1	coeff. Parziale di $\tan\phi'$ per la cond. M1	1	
$\gamma\phi'$ M2	coeff. Parziale di $\tan\phi'$ per la cond. M2	1,25	
ϕ' M1	angolo di attrito per la cond. M1	35,00 °	0,611 rad
ϕ' M2	angolo di attrito per la cond. M2	29,26 °	0,511 rad
γ	peso per unità di volume del terreno	18 kN/m ³	
δ esercizio M1	angolo di attrito terra-muro per le cond. Di esercizio M1	23,33 °	0,407 rad
δ sismica M1	angolo di attrito terra-muro per le cond. sismiche M1	0,00 °	0,000 rad
δ esercizio M2	angolo di attrito terra-muro per le cond. Di esercizio M2	19,50 °	0,340
δ sismica M2	angolo di attrito terra-muro per le cond. sismiche M2	0,00 °	0,000 rad
H terreno	altezza terreno da estradosso fondazione	7,90 m	
W_{terr}	peso totale terreno di monte	5418 kN	
β	inclinazione rispetto alla verticale del paramento	0 °	0 rad
i	inclinazione rispetto all'orizz della superf del terrapieno	0 °	
K_0 M1	coefficiente di spinta in quiete cond M1 $k_0=(1-\sin\phi)$	0,426	
K_0 M2	coefficiente di spinta in quiete cond M2 $k_0=(1-\sin\phi)$	0,511	
K_a M1	coeff di spinta attiva Muller-Breslau cond M1	0,244	
K_a M2	coeff di spinta attiva Muller-Breslau cond M2	0,306	
H tot	altezza totale di spinta (H terr + H fond)	9,90 m	
C'_t	coesione del terreno a monte	0 kPa	

Figura 5.4 - Caratteristiche terreno di monte SPA VI10

TERRENO A TERGO		
ϕ'	35 °	
$\tan(\phi')$	0,700	
$\gamma\phi'$ M1	1	
$\gamma\phi'$ M2	1,25	
ϕ' M1	35,00 °	0,611 rad
ϕ' M2	29,26 °	0,511 rad
γ	18 kN/m ³	
δ eserc M1	23,33 °	0,407 rad
δ sism M1	0,00 °	0,000 rad
δ eserc M2	19,50 °	0,340
δ sism M2	0,00 °	0,000 rad
β	0 °	0 rad
i	0 °	
K_0 M1	0,426	
K_0 M2	0,511	
K_a M1	0,244	
K_a M2	0,306	
H tot	9,90 m	
c'_t	0 kPa	

Figura 5.5 - Caratteristiche terreno a tergo della spalla SPA VI10

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. A

Pertanto, distribuendo gli 80 kN/m su una larghezza trasversale di 3 m si ottiene un carico di 27 kN/m², quale sovraccarico accidentale agente a tergo della spalla. A favore di sicurezza tale sovraccarico viene applicato su tutta l'impronta della spalla.

5.2.3 Azione sismica

Longitudine: 16.55

Latitudine: 40.587

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

Classe d'uso: II

Coefficiente d'uso $C_U = 1$

Vita nominale $V_N = 50$ anni

Categoria di suolo: E

Condizione topografica: T1

Fattore di struttura $q = 1$

Per la definizione della categoria di suolo si è fatto riferimento alla specifica relazione.

L'azione sismica è stata calcolata per mezzo del foglio di calcolo Spettri-NTCver.1.0.3 messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

I parametri per la determinazione dei punti dello spettro di risposta orizzontale e verticale sono di seguito riportati:

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate
 LONGITUDINE:
LATITUDINE:

Ricerca per comune
 REGIONE:
PROVINCIA:
COMUNE:

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione:



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

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 5.7 - Azione sismica: Fase 1 SLV Cat. E

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U info

Valori di progetto

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

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

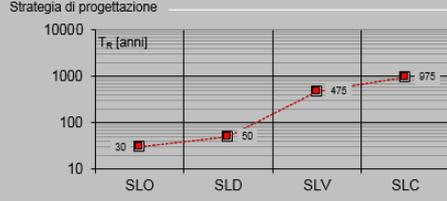
Stati limite di esercizio - SLE { SLO - $P_{VR} = 81\%$
 SLD - $P_{VR} = 63\%$

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

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- o--- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 5.8 - Azione sismica: Fase 2 SLV Cat. E

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo info $S_g = 1,567$ $C_c = 1,790$ info

Categoria topografica info $h/H = 0,000$ $S_r = 1,000$ info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) $\eta = 1,000$ info

Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_0 Regol. in altezza info

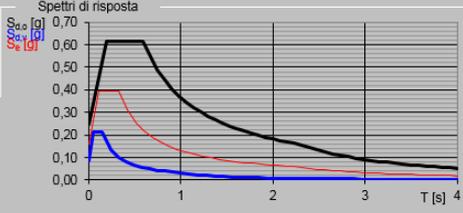
Compon. verticale

Spettro di progetto Fattore q $\eta = 1,000$ info

Elaborazioni

- Grafici spettri di risposta
- Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



— Spettro di progetto - componente orizzontale
 — Spettro di progetto - componente verticale
 — Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 5.9 - Azione sismica: Fase 3 SLV Cat. E

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. A

COMPONENTE ORIZZONTALE

COMPONENTE VERTICALE

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,159 g
F_0	2,477
T_C^*	0,331 s
S_S	1,567
C_C	1,790
S_T	1,000
q	1,000

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0,086 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,000
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

S	1,567
η	1,000
T_B	0,197 s
T_C	0,592 s
T_D	2,236 s

Parametri dipendenti

F_v	1,333
S	1,000
η	1,000

Figura 5.10 - Parametri azione sismica SLV Cat. E

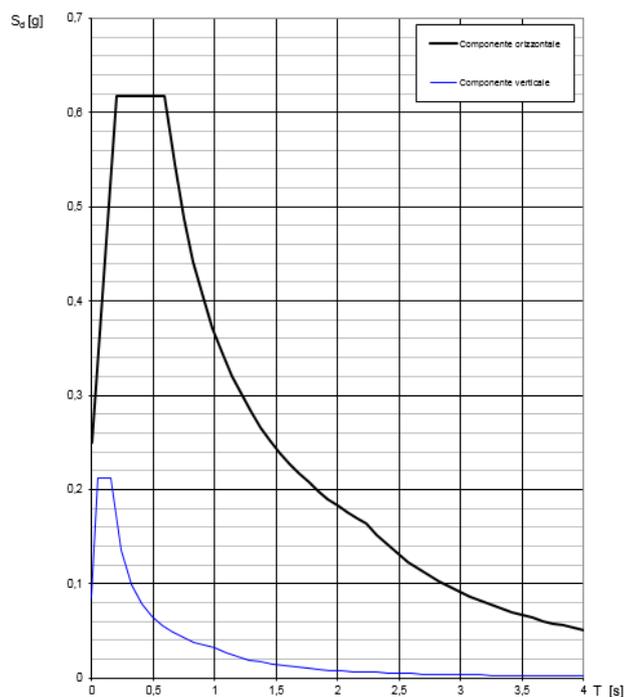


Figura 5.11 - Grafico parametri azione sismica SLV Cat. E

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

5.2.4 Spinta statica del terreno

Le spinte del terreno a monte degli elementi verticali della spalla sono calcolate con la teoria di Muller-Breslau, con distribuzione triangolare delle tensioni e conseguente risultante della spinta al metro pari a $S=1/2 \cdot k_a \cdot \gamma \cdot H^2$, applicata ad 1/3 dal basso.

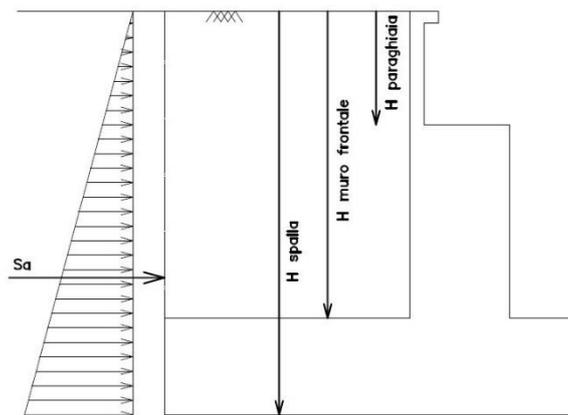


Figura 5.12 - Schema per il calcolo degli effetti della spinta statica del terreno

La spinta sia in condizioni di esercizio che in condizioni sismiche viene calcolata con il coefficiente di spinta attiva k_a .

La spinta statica del terreno è determinata secondo la teoria di Coulomb. In particolare, il coefficiente di spinta attiva è stato definito attraverso la seguente espressione:

$$k_a = \frac{\text{sen}^2(\psi + \varphi')}{\text{sen}^2\psi \cdot \text{sen}(\psi - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi' + \delta) \cdot \text{sen}(\varphi' - \varepsilon)}{\text{sen}(\psi - \delta) \cdot \text{sen}(\psi + \varepsilon)}} \right]^2}$$

dove:

ψ inclinazione paramento interno della spalla;

φ' angolo d'attrito efficace del terreno di riempimento a tergo della spalla;

δ angolo d'attrito terra-paramento (in prima approssimazione pari a 2/3 di φ');

ε inclinazione del terreno a tergo della spalla.

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	PROGETTO DEFINITIVO					
<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A	FOGLIO 18 di 183

SPINTE DEL TERRENO IN CONDIZIONE D'ESERCIZIO		cond con K_a
MURO FRONTALE	spinta del terreno soprafalda in condizione M1	1509,14 kN
	componente orizzontale	1509,14 kN
	componente verticale	597,74 kN
	spinta del terreno soprafalda in condizione M2	1889,60 kN
	componente orizzontale	1889,60 kN
	componente verticale	630,89 kN
MURO ANDATORE SINISTRA	spinta del terreno soprafalda in condizione M1	960,98 kN
	componente orizzontale	882,38 kN
	componente verticale	0,00 kN
	spinta del terreno soprafalda in condizione M2	1203,24 kN
	componente orizzontale	1134,20 kN
	componente verticale	0,00 kN
MURO ANDATORE DESTRA	spinta del terreno soprafalda in condizione M1	960,98 kN
	componente orizzontale	882,38 kN
	componente verticale	380,62 kN
	spinta del terreno soprafalda in condizione M2	1203,24 kN
	componente orizzontale	1134,20 kN
	componente verticale	401,73 kN

Figura 5.13 - Calcolo spinta del terreno in condizioni di esercizio per i muri della spalla SPA VI10

5.2.1 Spinta dovuta al sovraccarico accidentale

Per considerare la presenza di un sovraccarico da traffico gravante sulla spalla e a tergo di essa, si considera un carico uniformemente distribuito di lunghezza indefinita con valore pari a $q=27 \text{ KN/m}^2$. Il valore della spinta risultante al metro è dunque pari a $S=k_a \cdot q \cdot H$, con punto di applicazione posizionato a metà dell'altezza dell'elemento su cui insiste. Tale forza si considera agente in senso longitudinale su tutta la larghezza della spalla $L_m = 7 \text{ m}$.

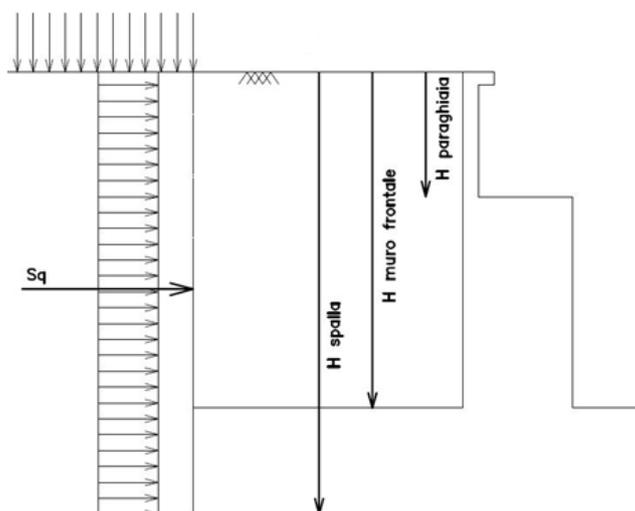


Figura 5.14 - Schema per il calcolo degli effetti della spinta dovuta al sovraccarico accidentale

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

SPINTE SOVRACCARICHI ACCIDENTALI		
MURO FRONTALE	sovraccarico accidentale q	27,00 kNmq
	spinta dovuta al sovraccarico acc M1	797,88 kN
	componente orizzontale	732,63 kN
	componente verticale	316,02 kN
	spinta dovuta al sovraccarico acc M2	956,67 kN
	componente orizzontale	901,77 kN
MURO ANDATORE SINISTRA	componente verticale	319,41 kN
	spinta dovuta al sovraccarico acc M1	636,69 kN
	componente orizzontale	584,62 kN
	componente verticale	252,18 kN
MURO ANDATORE DESTRA	spinta dovuta al sovraccarico acc M2	763,40 kN
	componente orizzontale	719,60 kN
	componente verticale	254,88 kN
	spinta dovuta al sovraccarico acc M1	636,69 kN
MURO ANDATORE DESTRA	componente orizzontale	584,62 kN
	componente verticale	252,18 kN
	spinta dovuta al sovraccarico acc M2	763,40 kN
MURO ANDATORE DESTRA	componente orizzontale	719,60 kN
	componente verticale	254,88 kN
	spinta dovuta al sovraccarico acc M1	636,69 kN

Figura 5.15 - Calcolo spinta indotta dal sovraccarico accidentale sui muri della spalla SPA VI10

5.2.2 Spinta sismica del terreno

La spinta complessiva del terreno sull'opera in condizione sismica è valutata sulla base della teoria di Mononobe-Okabe:

$$k_a = \frac{\text{sen}^2(\psi + \varphi' - \vartheta)}{\cos \vartheta \cdot \text{sen}^2 \psi \cdot \text{sen}(\psi - \vartheta - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi' + \delta) \cdot \text{sen}(\varphi' - \varepsilon - \vartheta)}{\text{sen}(\psi - \vartheta - \delta) \cdot \text{sen}(\psi + \varepsilon)}} \right]^2}$$

Dove:

ψ inclinazione paramento interno della spalla;

φ' angolo d'attrito efficace del terreno di riempimento a tergo della spalla;

δ angolo d'attrito terra-paramento (in prima approssimazione pari a 2/3 di φ');

e inclinazione del terreno a tergo della spalla.

$$\vartheta = \arctan\left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

$$k_h = \frac{\beta_m \cdot a_{\max}}{g}$$

$$k_v = 0.5 \cdot k_h$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

è un coefficiente definito pari a 0.38 nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV) e pari a 0.47 nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD) (rif. §7.11.6.2.1. del DM 17.01.2018).

L'incremento dovuto all'azione sismica agente sulla spalla (ΔS_{sism}), calcolato come differenza fra la spinta complessiva sismica e quella statica (S_{stat}), viene applicato come illustrato di seguito:

$$S_{stat} = k_a \cdot \left(\frac{\gamma_t h_s^2}{2} + \gamma_t h_r h_s + q h_s \right) \quad \text{è la spinta litostatica;}$$

$$S_{sism} = k_{as} \cdot \left((1 + k_v) \cdot \frac{\gamma_t h_s^2}{2} + \gamma_t h_r h_s + q h_s \right) \quad \text{è la spinta sismica;}$$

$$\Delta S_{sism} = S_{sism} - S_{stat} \quad \text{è l'incremento di spinta sismico;}$$

$$\gamma_t \quad \text{è il peso per unità di volume del terreno a tergo della spalla;}$$

$$q \quad \text{è il sovraccarico agente superiormente (ulteriori strati di terreno, armamento e carico da treno).}$$

- Alle azioni sopra indicate si aggiungono le azioni inerziali correlate alle masse strutturali dell'opera (muro e ciabatta di fondazione) e del terreno imbarcato; queste ultime pari ad $a_{max} \cdot w_i$, essendo a_{max} l'accelerazione di aggancio dello spettro per la categoria di suolo in oggetto e w_i il peso strutturale dell'opera o il peso del terreno imbarcato.
- Infine, ai carichi sopra indicati si aggiungeranno le azioni trasmesse dall'impalcato alla sommità dell'opera.
- Alle azioni descritte sono aggiunte quelle concernenti il carico da traffico in funzione del corrispondente coefficiente di combinazione $\psi_2=0.2$.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

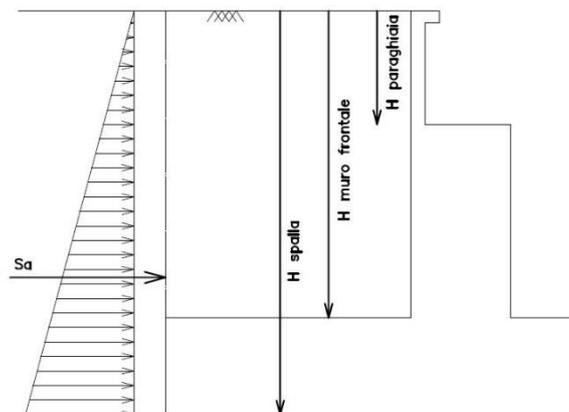


Figura 5.16 - Schema per il calcolo degli effetti della sovraspinta sismica

SPINTE DEL TERRENO IN CONDIZIONE SISMICA		
	categoria del sottosuolo	E
F_0	fattore per l'amplif. spettrale mass su sito di rif rigido	2,477
a_g	accelerazione orizz mass attesa su sito di rif rigido	1,559 m/s ²
S_s	coeff per l'effetto dell'amplif stratigrafica	1,567
S_T	coeff per l'effetto dell'amplif topografica	1
S	fattore della categoria del suolo	1,567
β_m	coeff di riduzione dell'acc max attesa al sito	0,38
a_{max}	acc orizz mass attesa al sito	2,443 m/s ²
	coeff maggiorativo	1
k_h	coeff sismico orizzontale	0,095
k_v	coeff sismico verticale	0,047
ψ	ang. Di incl. Rispetto all'orizz del param. Del muro	90 °
β	ang. Di incl. Rispetto all'orizz della superf del terrapieno	0 °

Figura 5.17 - Parametri spinte del terreno in condizione sismica SLV Cat. E

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	PROGETTO DEFINITIVO					
Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. A	FOGLIO 22 di 183

5.2.3 Forze inerziali dovute al sisma

In fase sismica si devono considerare le azioni orizzontali e verticali agenti sulla spalla dovute all'inerzia delle parti in calcestruzzo e del rinterro compreso tra i muri andatori. Le risultanti orizzontali e verticali sono rispettivamente pari a $F_h = k_h \cdot W$ e $F_v = k_v \cdot W$, dove i coefficienti k_h e k_v sono calcolati come esposto al paragrafo 7.11.3.5.2 delle NTC18 risultando pari a $k_h = \beta_m \cdot a_{max} / g$, $k_v = \pm 0.5 k_h$ con $a_{max} = S_s \cdot S_t \cdot a_g$. Il coefficiente β_m , come mostrato nella tabella riportata al paragrafo precedente, viene assunto pari a 0.38 per le verifiche SLV e 0.47 per le verifiche SLD.

$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno	512,78 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno	256,39 kN
$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno sul muro frontale	367,29 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno sul muro frontale	183,65 kN
$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno sul muro parag front	292,16 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno sul muro parag front	146,08 kN
$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno sul muro laterale sx	367,29 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno sul muro laterale sx	183,65 kN
$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno sul muro paragh laterale sx	292,16 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno sul muro paragh laterale sx	146,08 kN
$F_{h,mtest} = k_h \cdot W_{mtest}$	forza d'inerzia orizz del muro di testata	145,75 kN
$F_{v,mtest} = k_v \cdot W_{mtest}$	forza d'inerzia vert del muro di testata	72,88 kN
$F_{h,prg} = k_h \cdot W_{prg}$	forza d'inerzia orizz del paraghiaia	28,98 kN
$F_{v,prg} = k_v \cdot W_{prg}$	forza d'inerzia vert del paraghiaia	14,49 kN
$F_{h,Ma} = k_h \cdot W_{Ma}$	forza d'inerzia orizz del muro andatore ($y < 0$)	72,88 kN
$F_{v,Ma} = k_v \cdot W_{Ma}$	forza d'inerzia vert del muro andatore ($y < 0$)	36,44 kN
$F_{h,Ma} = k_h \cdot W_{Ma}$	forza d'inerzia orizz del muro andatore ($y > 0$)	72,88 kN
$F_{v,Ma} = k_v \cdot W_{Ma}$	forza d'inerzia vert del muro andatore ($y > 0$)	36,44 kN
$F_{h,Map} = k_h \cdot W_{map}$	forza d'inerzia orizz del muro paraghiaia andatore ($y < 0$)	28,98 kN
$F_{v,Map} = k_v \cdot W_{map}$	forza d'inerzia vert del muro paraghiaia andatore ($y < 0$)	14,49 kN
$F_{h,Map} = k_h \cdot W_{map}$	forza d'inerzia orizz del muro paraghiaia andatore ($y > 0$)	28,98 kN
$F_{v,Map} = k_v \cdot W_{map}$	forza d'inerzia vert del muro paraghiaia andatore ($y > 0$)	14,49 kN
$F_{h,fond} = k_h \cdot W_{fond}$	forza d'inerzia orizz della fondazione della spalla	416,43 kN
$F_{v,fond} = k_v \cdot W_{fond}$	forza d'inerzia vert della fondazione della spalla	208,22 kN
	spinta del sovraccarico accidentale MF	116,70 kN
	spinta orizz del sovraccarico accidentale	116,70 kN
	spinta vert del sovraccarico accidentale	0,00 kN
	spinta del sovraccarico accidentale MS	93,13 kN
	spinta orizz del sovraccarico accidentale	93,13 kN
	spinta vert del sovraccarico accidentale	0,00 kN
	spinta del sovraccarico accidentale MD	93,13 kN
	spinta orizz del sovraccarico accidentale	93,13 kN
	spinta vert del sovraccarico accidentale	0,00 kN
	forza d'inerzia del sovraccarico accidentale MF	25,04 kN
	forza d'inerzia del sovraccarico accidentale MS	25,04 kN
	forza d'inerzia del sovraccarico accidentale MD	25,04 kN

Figura 5.18 - Calcolo forze inerziali dovute al sisma SPA VI10 SLV Cat. E

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

5.2.1 Riepilogo dei carichi trasmessi dall'impalcato

Sono qui riassunte tutte le azioni trasmesse dall'impalcato alla spalla in corrispondenza del piano appoggi alla quota di sommità del muro di testata.

Nelle tabelle seguenti, si distinguono i carichi agenti definiti sulla base delle combinazioni sismiche prima dell'intervento e a seguito dell'intervento di miglioramento sismico. I carichi mobili sono direttamente quelli sismici.

Il momento M_y indicato corrisponde al momento di trasporto dei carichi verticali agenti in corrispondenza del piano appoggi al baricentro della fondazione.

CARICHI DERIVANTI DALL'ANALISI DELL'IMPALCATO		Fx	Fy	Fz	x	y	z	Mx	My	Mz
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
g1	permanenti strutturali	0	0	3395,25	3,00	0,00	6,70	0,00	10185,75	
g2	permanenti non strutturali	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
g3	altre azioni permanenti	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
e1	distorsioni e presollecitazioni	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
e2	Ritiro	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
e3	variazioni termiche	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
e4	viscosità	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
q1+q2	carichi mobili	0	0	380	3,00	0,00	-	0	1140,00	
q3	frenatura	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
q4	azione centrifuga+serpeggio	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
q5	vento	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
q6	sisma (direzione y) carichi permanenti	2062,49	759,35					2377,28	0,00	
q6	sisma (direzione x) carichi permanenti	2091,82	232,57					1324,68	0,00	
q6	sisma (direzione Z) carichi permanenti	1162,71	231,98					1284,08	0,00	
q7	resistenze parassite	0	0	0			6,70			
q8	azione laterale	0	0	0				0,00	0,00	
q9	altre azioni variabili (acc. servizio)	0	0	0						

Figura 5.19 - Riepilogo azioni trasmesse dall'impalcato – prima dell'intervento SPA VI10 SLV

CARICHI DERIVANTI DALL'ANALISI DELL'IMPALCATO		Fx	Fy	Fz	x	y	z	Mx	My	Mz
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
g1	permanenti strutturali	0	0	3395,25	3,00	0,00	6,70	0,00	10185,75	
g2	permanenti non strutturali	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
g3	altre azioni permanenti	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
e1	distorsioni e presollecitazioni	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
e2	Ritiro	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
e3	variazioni termiche	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
e4	viscosità	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
q1+q2	carichi mobili	0	0	380	3,00	0,00	-	0	1140,00	
q3	frenatura	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
q4	azione centrifuga+serpeggio	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
q5	vento	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
q6	sisma (direzione y) carichi permanenti	157	596	0				1380,00	0,00	
q6	sisma (direzione x) carichi permanenti	590	151	0				349,00	0,00	
q6	sisma (direzione Z) carichi permanenti	157	151	0				348,00	0,00	
q7	resistenze parassite	0	0	0			6,70			
q8	azione laterale	0	0	0				0,00	0,00	
q9	altre azioni variabili (acc. servizio)	0	0	0						

Figura 5.20 - Riepilogo azioni trasmesse dall'impalcato – post-intervento (post-rottura fusibile) SPA VI10 SLV

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

5.3 Combinazione dei carichi

Le verifiche di sicurezza strutturali e geotecniche sono state condotte utilizzando le combinazioni di carico definite in ottemperanza al Ref. 1 e Ref. 4.

Le verifiche di sicurezza strutturali e geotecniche dei pali sono state condotte utilizzando la combinazione A1+M1+R3, in ottemperanza alle NTC18.

Nelle tabelle seguenti, si riportano i dati relativamente alle sole combinazioni sismiche.

	Elemento	sisma X + 0.3	sisma X + 0.3	sisma Y + 0.3	sisma Y + 0.3	sisma Z verso	sisma Z verso
		sisma Y + 0.3	sisma Y + 0.3	sisma X + 0.3	sisma X + 0.3	basso + 0.3	alto + 0.3
		Coef	Coef	Coef	Coef	Coef	Coef
Peso proprio	muro frontale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	paraghiaia frontale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	muro sinistro	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	bandiera muro sx	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	paraghiaia sinistro	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	muro destro	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	bandiera muro dx	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	paraghiaia destro	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	platea	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	terr riemp su platea	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Spinte statiche M1 (ka)	spinta terre su MF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
spinta terre su MS		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
spinta terre su MD		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Δ Spinte sismiche Mononobe-Okabe M1 (ka)	sovraspinta sismica su MF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	sovraspinta sismica su MS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	sovraspinta sismica su MD	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinte statiche sovraccarico M1	spinta oriz sovracc su MF	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	spinta oriz sovracc su MS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	spinta oriz sovracc su MD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	peso sovraccarico su platea	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinte sismiche sovraccarico accidentale	spinta oriz sovracc su MF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta oriz sovracc su MS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta oriz sovracc su MD	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
inerzie X sovracc accidentale	spinta oriz sovracc su MF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta oriz sovracc su MS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta oriz sovracc su MD	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Inerzia X spalla	muro frontale	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	paraghiaia frontale	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	muro sinistro	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	paraghiaia sinistro	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	muro destro	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	paraghiaia destro	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
Inerzia X terre	platea	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp inf MF	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPF	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp inf MD	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPD	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp inf MS	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPS	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
Inerzia Y spalla	muro frontale	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	paraghiaia frontale	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	muro sinistro	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	paraghiaia sinistro	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	muro destro	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	paraghiaia destro	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	platea	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
Inerzia Y terre	Ter di riemp inf MF	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPF	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp inf MD	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPD	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp inf MS	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPS	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Azioni da impalcato:	Permanenti impalcato	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Frenatura		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vento trasversale		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sovraccarico acc		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Azione centrifuga		1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Variazioni termiche		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Resistenze parassite		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inerzia X perm/acc impalc		1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
Inerz Y perm/acc impalc	Inerzia X sovracc acc da impalc	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Inerzia Y perm/acc impalc	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Inerzia Y sovracc acc da impalc	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Figura 5.21 - Coefficienti combinazioni sismiche

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. A	FOGLIO 25 di 183

Relazione di calcolo Spalle

5.4 Sollecitazioni a quota intradosso fondazioni

Nelle seguenti tabelle sono riportate le azioni elementari in direzione orizzontale e verticale agenti sulla spalla distinguendo tra prima dell'intervento e a seguito dell'intervento di miglioramento sismico (post rottura fusibile).

	Elemento	Fy (KN)	-Fx (KN)	Fz (KN)	x (m)	y (m)	z (m)
Peso proprio	muro frontale	0	0	-1583	2,50	0,00	4,20
	paraghiaia frontale	0	0	-306	1,75	0,00	8,15
	muro sinistro	0	0	-770	-2,00	-4,00	4,20
	bandiera muro sx	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	paraghiaia sinistro	0	0	-306	-2,00	-4,25	8,15
	muro destro	0	0	-770	-2,00	4,00	4,20
	bandiera muro dx	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	paraghiaia destro	0	0	-306	-2,00	4,25	8,15
	platea	0	0	-4400	0,00	0,00	1,00
terr riemp su platea	0	0	-5418	-2,00	0,00	5,95	
Spinte statiche M1 (ka)	spinta terre su MF	0	-1386	-598	-5,50	0,00	3,30
	spinta terre su MS	882	0	0	-2,00	-3,50	4,63
	spinta terre su MD	-882	0	-381	-2,00	3,50	4,63
Δ Spinte sismiche Mononobe-Okabe M1 (ka)	sovraspinta sismica su MF	0	-416	598	-5,50	0,00	3,30
	sovraspinta sismica su MS	404,7	0	0	-2,00	-3,50	4,63
	sovraspinta sismica su MD	-404,7	0	381	-2,00	3,50	4,63
Spinte statiche sovraccarico M1	spinta orizz sovra su MF	0	-733	-316	-5,50	0,00	4,95
	spinta orizz sovra su MS	585	0	-252	-2,00	-3,50	5,95
	spinta orizz sovra su MD	-585	0	-252	-2,00	3,50	5,95
	peso sovraccarico su platea	0	0	-1323	-2,00	0,00	9,90
Spinte sismiche sovraccarico accidentale	spinta orizz sovra su MF	0	-117	0	-5,50	0,00	4,95
	spinta orizz sovra su MS	93	0	0	-2,00	-3,50	5,95
	spinta orizz sovra su MD	-93	0	0	-2,00	3,50	5,95
inerzie X sovracc accidentale	spinta orizz sovra su MF	0	-25	0	-2,00	0,00	4,95
	spinta orizz sovra su MS	25	0	0	-2,00	0,00	5,95
	spinta orizz sovra su MD	-25	0	0	-2,00	0,00	5,95
Inerzia X spalla	muro frontale	0	-146	-73	2,50	0,00	4,20
	paraghiaia frontale	0	-29	-14	1,75	0,00	8,15
	muro sinistro	0	-73	-36	-2,00	0,00	4,20
	paraghiaia sinistro	0	-29	-14	-2,00	0,00	8,15
	muro destro	0	-73	-36	-2,00	0,00	4,20
	paraghiaia destro	0	-29	-14	-2,00	0,00	8,15
	platea	0	-416	-208	0,00	0,00	1,00
Inerzia X terre	Ter di riemp inf MF	0	-367	-184	-2,00	0,00	4,20
	Ter di riemp sup TPF	0	-292	-146	-2,00	0,00	8,15
	Ter di riemp inf MD	0	0	0	-2,00	0,00	4,20
	Ter di riemp sup TPD	0	0	0	-2,00	0,00	8,15
	Ter di riemp inf MS	0	0	0	-2,00	0,00	4,20
	Ter di riemp sup TPS	0	0	0	-2,00	0,00	8,15
Inerzia Y spalla	muro frontale	146	0	-73	2,50	0,00	4,20
	paraghiaia frontale	29	0	-14	1,75	0,00	8,15
	muro sinistro	73	0	-36	-2,00	0,00	4,20
	paraghiaia sinistro	29	0	-14	-2,00	0,00	8,15
	muro destro	73	0	-36	-2,00	0,00	4,20
	paraghiaia destro	29	0	-14	-2,00	0,00	8,15
	platea	416	0	-208	0,00	0,00	1,00
Inerzia Y terre	Ter di riemp inf MF	0	0	0	-2,00	0,00	4,20
	Ter di riemp sup TPF	0	0	0	-2,00	0,00	8,15
	Ter di riemp inf MD	0	0	0	-2,00	0,00	4,20
	Ter di riemp sup TPD	0	0	0	-2,00	0,00	8,15
	Ter di riemp inf MS	367	0	-184	-2,00	0,00	4,20
	Ter di riemp sup TPS	292	0	-146	-2,00	0,00	8,15
Azioni da impalcato:	Permanenti impalcato	0	0	-3395	3,00	0,00	6,70
	Frenatura	0	0	0	3,00	0,00	6,70
	Vento trasversale	0	0	0	3,00	0,00	9,75
	Sovraccarico acc	0	0	-380	3,00	0,00	6,70
	Azione centrifuga	0	0	0	3,00	0,00	10,30
	Variazioni termiche	0	0	0	3,00	0,00	6,70
	Resistenze parassite	0	0	0	3,00	0,00	8,50
Inerz X perm/acc impalc	Inerzia X perman impalc	233	-2092	0	3,00	0,00	6,70
	Inerzia X sovracc acc da impalc	0	0	0	3,00	0,00	6,70
Inerz Y perm/acc impalc	Inerzia Y perman impalc	759	-2062	0	3,00	0,00	6,70
	Inerzia Y sovracc acc da impalc	0	0	0	3,00	0,00	6,70

Figura 5.22 - Riepilogo azioni prima dell'intervento intradosso fondazione SPA VI10 SLV

	Elemento	Fy (KN)	-Fx (KN)	Fz (KN)	x (m)	y (m)	z (m)
Peso proprio	muro frontale	0	0	-1583	2,50	0,00	4,20
	paraghiaia frontale	0	0	-306	1,75	0,00	8,15
	muro sinistro	0	0	-770	-2,00	-4,00	4,20
	bandiera muro sx	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	paraghiaia sinistro	0	0	-306	-2,00	-4,25	8,15
	muro destro	0	0	-770	-2,00	4,00	4,20
	bandiera muro dx	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	paraghiaia destro	0	0	-306	-2,00	4,25	8,15
	platea	0	0	-4400	0,00	0,00	1,00
	terr riemp su platea	0	0	-5418	-2,00	0,00	5,95
Spinte statiche M1 (ka)	spinta terre su MF	0	-1386	-598	-5,50	0,00	3,30
	spinta terre su MS	882	0	0	-2,00	-3,50	4,63
	spinta terre su MD	-882	0	-381	-2,00	3,50	4,63
Δ Spinte sismiche Mononobe-Okabe M1 (ka)	sovraspinta sismica su MF	0	-416	598	-5,50	0,00	3,30
	sovraspinta sismica su MS	404,7	0	0	-2,00	-3,50	4,63
	sovraspinta sismica su MD	-404,7	0	381	-2,00	3,50	4,63
Spinte statiche sovraccarico M1	spinta oriz sovrac su MF	0	-733	-316	-5,50	0,00	4,95
	spinta oriz sovrac su MS	585	0	-252	-2,00	-3,50	5,95
	spinta oriz sovrac su MD	-585	0	-252	-2,00	3,50	5,95
	peso sovraccarico su platea	0	0	-1323	-2,00	0,00	9,90
Spinte sismiche sovraccarico accidentale	spinta oriz sovrac su MF	0	-117	0	-5,50	0,00	4,95
	spinta oriz sovrac su MS	93	0	0	-2,00	-3,50	5,95
	spinta oriz sovrac su MD	-93	0	0	-2,00	3,50	5,95
inerzie X sovracc accidentale	spinta oriz sovrac su MF	0	-25	0	-2,00	0,00	4,95
	spinta oriz sovrac su MS	25	0	0	-2,00	0,00	5,95
	spinta oriz sovrac su MD	-25	0	0	-2,00	0,00	5,95
Inerzia X spalla	muro frontale	0	-146	-73	2,50	0,00	4,20
	paraghiaia frontale	0	-29	-14	1,75	0,00	8,15
	muro sinistro	0	-73	-36	-2,00	0,00	4,20
	paraghiaia sinistro	0	-29	-14	-2,00	0,00	8,15
	muro destro	0	-73	-36	-2,00	0,00	4,20
	paraghiaia destro	0	-29	-14	-2,00	0,00	8,15
Inerzia X terre	platea	0	-416	-208	0,00	0,00	1,00
	Ter di riemp inf MF	0	-367	-184	-2,00	0,00	4,20
	Ter di riemp sup TPF	0	-292	-146	-2,00	0,00	8,15
	Ter di riemp inf MD	0	0	0	-2,00	0,00	4,20
	Ter di riemp sup TPD	0	0	0	-2,00	0,00	8,15
	Ter di riemp inf MS	0	0	0	-2,00	0,00	4,20
Inerzia Y spalla	Ter di riemp sup TPS	0	0	0	-2,00	0,00	8,15
	muro frontale	146	0	-73	2,50	0,00	4,20
	paraghiaia frontale	29	0	-14	1,75	0,00	8,15
	muro sinistro	73	0	-36	-2,00	0,00	4,20
	paraghiaia sinistro	29	0	-14	-2,00	0,00	8,15
	muro destro	73	0	-36	-2,00	0,00	4,20
Inerzia Y terre	paraghiaia destro	29	0	-14	-2,00	0,00	8,15
	platea	416	0	-208	0,00	0,00	1,00
	Ter di riemp inf MF	0	0	0	-2,00	0,00	4,20
	Ter di riemp sup TPF	0	0	0	-2,00	0,00	8,15
	Ter di riemp inf MD	0	0	0	-2,00	0,00	4,20
	Ter di riemp sup TPD	0	0	0	-2,00	0,00	8,15
Azioni da impalcato:	Ter di riemp inf MS	367	0	-184	-2,00	0,00	4,20
	Ter di riemp sup TPS	292	0	-146	-2,00	0,00	8,15
	Permanenti impalcato	0	0	-3395	3,00	0,00	6,70
	Frenatura	0	0	0	3,00	0,00	6,70
	Vento trasversale	0	0	0	3,00	0,00	9,75
	Sovraccarico acc	0	0	-380	3,00	0,00	6,70
	Azione centrifuga	0	0	0	3,00	0,00	10,30
Variazioni termiche	0	0	0	3,00	0,00	6,70	
Inerz X perm/acc impalc	Resistenze parassite	0	0	0	3,00	0,00	8,50
	Inerzia X perman impalc	151	-590	0	3,00	0,00	6,70
Inerz Y perm/acc impalc	Inerzia X sovracc acc da impalc	0	0	0	3,00	0,00	6,70
	Inerzia Y perman impalc	596	-157	0	3,00	0,00	6,70
	Inerzia Y sovracc acc da impalc	0	0	0	3,00	0,00	6,70

Figura 5.23 - Riepilogo azioni post-intervento (post-rottura fusibile) intradosso fondazione SPA VI10 SLV

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. A

Tali azioni combinate con i coefficienti riportati in precedenza determinano le sollecitazioni di progetto nel baricentro del plinto, alla quota intradosso, esposte nelle tabelle seguenti.

Nelle tabelle seguenti sono riportate le azioni elementari in direzione orizzontale e verticale agenti sulla platea di fondazione della spalla, distinguendo tra prima dell'intervento e a seguito dell'intervento di miglioramento sismico (post-rottura del fusibile).

Combinazioni	Ty (KN)	Tx (KN)	N (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	897	6109	-17884	-5359	29320
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	897	6109	-19115	-5359	26561
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	2283	5070	-17884	-13273	24791
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	2283	5070	-19115	-13273	22032
sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	734	3626	-20791	-6984	3778
sisma Z verso alto + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	734	3626	-13898	-6984	28317

Figura 5.24 - Forze risultanti nel baricentro del plinto di fondazione, quota intradosso – prima dell'intervento SPA VI10 SLV

Combinazioni	Ty (KN)	Tx (KN)	N (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	766	4035	-17884	-3508	15428
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	766	4035	-19115	-3508	12669
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	2096	2714	-17884	-11017	9006
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	2096	2714	-19115	-11017	6247
sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	660	2604	-20791	-6492	-3071
sisma Z verso alto + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	660	2604	-13898	-6492	21469

Figura 5.25 - Forze risultanti nel baricentro del plinto di fondazione, quota intradosso – post-intervento (post-rottura fusibile) SPA VI10 SLV

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

5.5 Verifica strutturale dei pali di fondazione

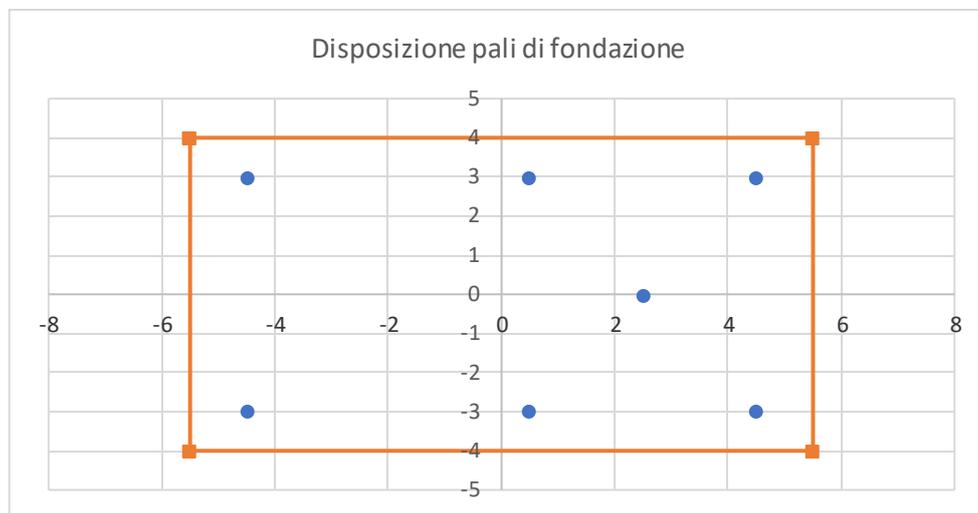


Figura 5.26 - Pianta fondazione spalla SPA VI10

Per i materiali, come riportato in IA5F03D09ROVI0000001, si fa riferimento ai seguenti dati:

- Calcestruzzo C 20/25 con FC=1.2;
- Acciaio FeB38k;
- Copriferro 6 cm;
- Diametro pali 1200 mm;
- Armatura pali 28 Φ 30.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

PRIMA DELL'INTERVENTO

Sui singoli pali si ha:

Combinazioni	N	MI	Mt	VI	Vt	n	V	M	1	2	3	4	5	6	7
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[-]	[kN]	[kNm]	palo1	palo2	palo3	palo4	palo5	palo6	palo7
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	17883,53	29320,03	-5358,62	6108,80	896,68	7	882,04	2293,30	1348,90	3019,56	4356,08	3390,12	2424,15	3760,68	753,50
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	19114,78	26560,74	-5358,62	6108,80	896,68	7	882,04	2293,30	1666,29	3179,73	4390,47	3487,40	2584,32	3795,07	1070,89
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	17883,53	24791,25	-13273,04	5070,23	2283,46	7	794,39	2065,41	2020,83	3433,44	4563,53	3261,09	1958,66	3088,74	546,05
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	19114,78	22031,96	-13273,04	5070,23	2283,46	7	794,39	2065,41	2338,23	3593,61	4597,92	3358,37	2118,83	3123,13	863,45
sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	20791,40	3777,84	-6984,14	3626,49	733,88	7	528,57	1374,29	3164,47	3379,73	3551,94	3077,83	2603,72	2775,93	2388,46
sisma Z verso alto + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	13897,79	28317,44	-6984,14	3626,49	733,88	7	528,57	1374,29	921,23	2534,76	3825,58	2792,16	1758,74	3049,57	145,21

Figura 5.27 - Riepilogo azioni sui pali prima dell'intervento SPA VI10 SLV

SOLLECITAZIONI MASSIME AGENTI SUI PALI

N max	4598
N min	145
V max	882,04
V min	528,57
M max	2293,30
M min	1374,29

Tabella 5.1 - Involuppo sollecitazioni pali prima dell'intervento SPA VI10 SLV

Dove per il calcolo del momento agente si rimanda alle relazioni:

IA5F03D09GEVI1000001

IA5F03D09GEVI0400001

IA5F03D09GEVI0100001

IA5F03D09GEVI0300001

IA5F03D09GEVI1100001

IA5F03D09GEVI1200001.

Per poterlo confrontare con i momenti resistenti post-intervento (post-rottura fusibile), vengono riportati i domini resistenti in campo sostanzialmente elastico.

Calcolo momento resistente in campo sostanzialmente elastico

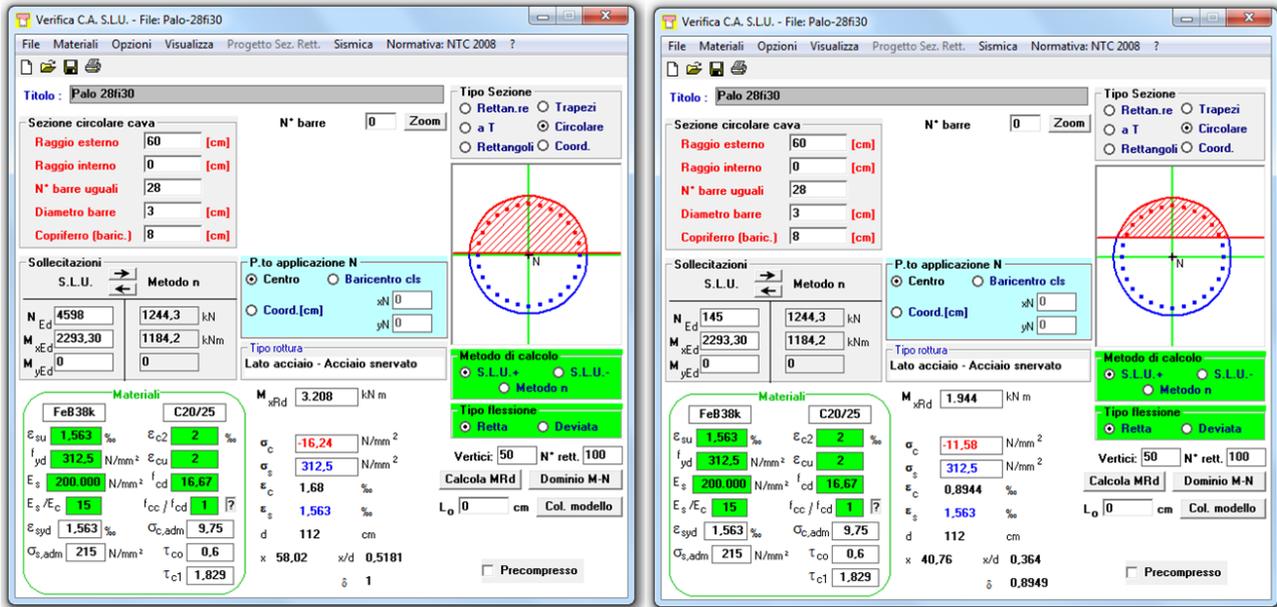


Figura 5.28 - Calcolo momento resistente prima dell'intervento SPA VI10 SLV per le combinazioni $N_{max}; M_{max}$ (a sinistra) e $N_{min}; M_{max}$ (a destra)

Calcolo dominio di rottura

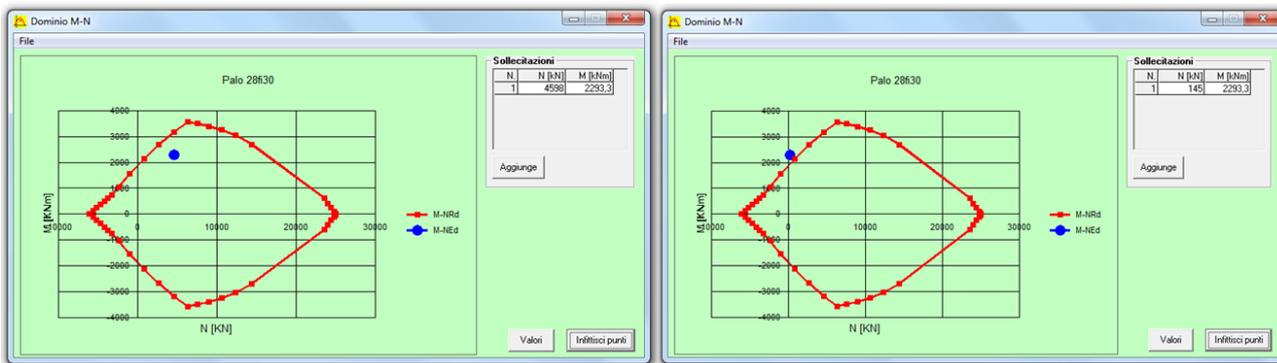


Figura 5.29 - Calcolo dominio di rottura prima dell'intervento SPA VI10 SLV per le combinazioni $N_{max}; M_{max}$ (a sinistra) e $N_{min}; M_{max}$ (a destra)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	PROGETTO DEFINITIVO					
<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A	FOGLIO 32 di 183

POST-INTERVENTO (post-rottura del fusibile)

Sui singoli pali si ha:

Combinazioni								1	2	3	4	5	6	7	
								palo1	palo2	palo3	palo4	palo5	palo6	palo7	
	N	MI	Mt	VI	Vt	n	V	M	Q	Q	Q	Q	Q	Q	
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[-]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	17883,53	15427,80	-3508,09	4035,34	766,10	7	586,77	1525,61	1958,51	2837,59	3540,85	2994,33	2447,80	3151,07	1568,73
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	19114,78	12668,51	-3508,09	4035,34	766,10	7	586,77	1525,61	2275,91	2997,76	3575,24	3091,61	2607,97	3185,46	1886,12
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	17883,53	9005,81	-11017,36	2714,20	2095,64	7	489,87	1273,66	2705,03	3218,18	3628,70	2811,37	1994,03	2404,55	1480,88
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	19114,78	6246,52	-11017,36	2714,20	2095,64	7	489,87	1273,66	3022,42	3378,35	3663,09	2908,65	2154,20	2438,94	1798,27
sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	20791,40	-3070,86	-6491,85	2604,30	660,40	7	383,82	997,93	3488,34	3313,36	3173,38	2882,71	2592,04	2452,06	2767,02
sisma Z verso alto + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	13897,79	21468,75	-6491,85	2604,30	660,40	7	383,82	997,93	1245,09	2468,39	3447,02	2597,04	1747,07	2725,70	523,78

Figura 5.30 - Riepilogo azioni sui pali post-intervento (post-rottura fusibile) SPA VI10 SLV

SOLLECITAZIONI MASSIME AGENTI SUI PALI

N max	3663,09
N min	523,78
V max	586,77
V min	383,82
M max	1525,61
M min	997,93

Tabella 5.2 - Involuppo sollecitazioni pali post-intervento (post-rottura fusibile) SPA VI10 SLV

Calcolo momento resistente in campo sostanzialmente elastico

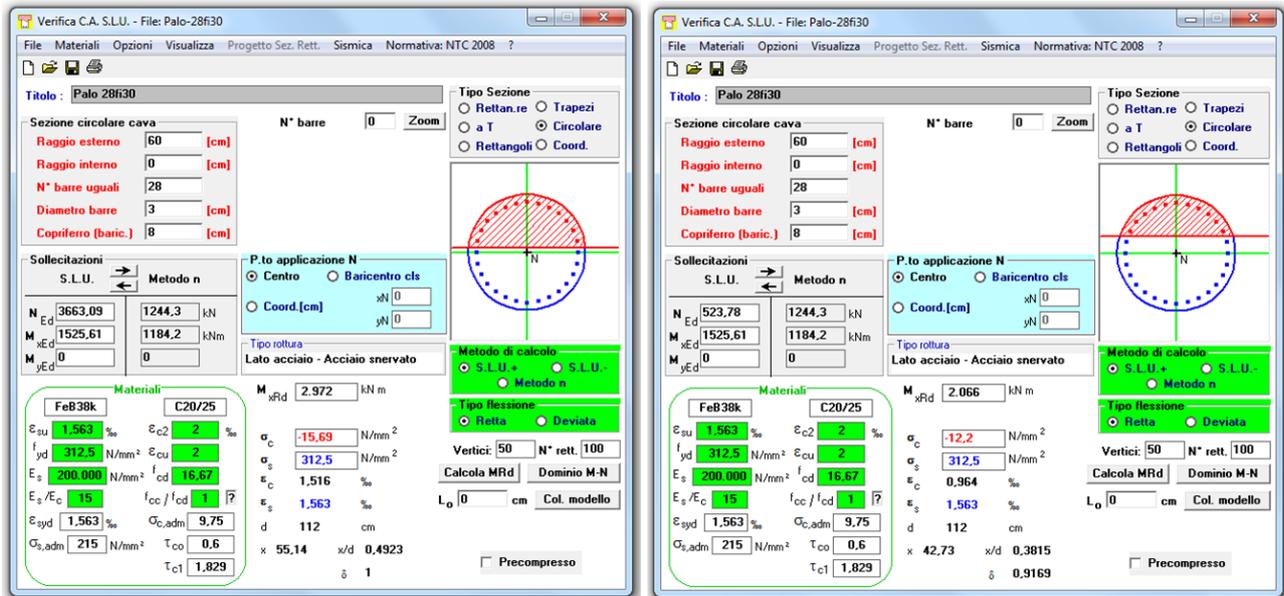


Figura 5.31 - Calcolo momento resistente post-intervento (post-rottura fusibile) SPA VI10 SLV per le combinazioni $N_{max}; M_{max}$ (a sinistra) e $N_{min}; M_{max}$ (a destra)

Calcolo dominio di rottura

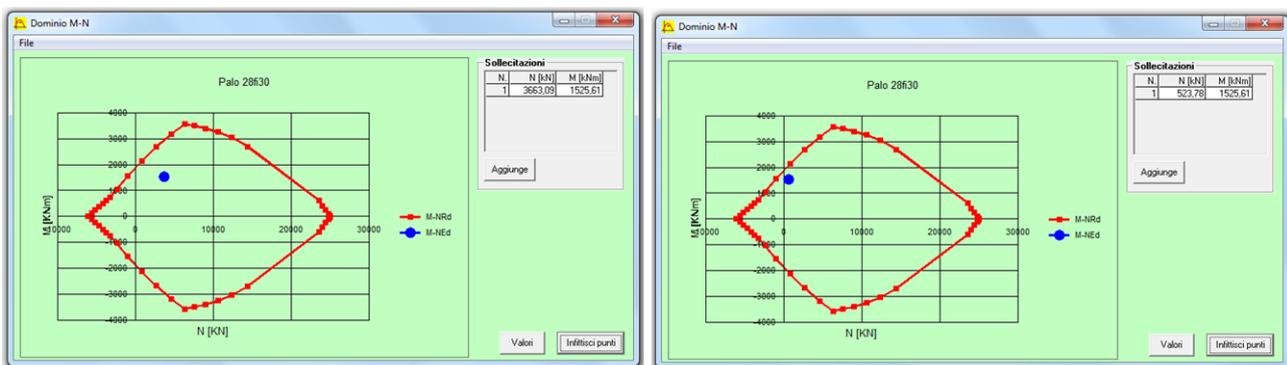


Figura 5.32 - Calcolo dominio di rottura post-intervento (post-rottura fusibile) SPA VI10 SLV per le combinazioni $N_{max}; M_{max}$ (a sinistra) e $N_{min}; M_{max}$ (a destra)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

5.5.1 Verifica strutturale dei pali di fondazione pre-rottura del fusibile.

A titolo esemplificativo, si riportano di seguito le sollecitazioni calcolate al raggiungimento della soglia di rottura dei fusibili.

Il calcolo viene condotto considerando a favore di sicurezza la soglia di rottura più alta, pari a 1450kN (nel viadotto Marchese la reale soglia è fissata a 1200kN) e considerando le sollecitazioni sismiche pari a quelle derivanti dallo SLD, con considerazioni analoghe a quelle riportate nelle specifiche relazioni relative al comportamento globale del viadotto con isolamento sismico.

5.5.1.1 Azione sismica

Longitudine: 16.55

Latitudine: 40.587

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

Classe d'uso: II

Coefficiente d'uso $C_U = 1$

Vita nominale $V_N = 50$ anni

Categoria di suolo: E

Condizione topografica: T1

Fattore di struttura $q = 1$

Per la definizione della categoria di suolo si è fatto riferimento alla specifica relazione.

L'azione sismica è stata calcolata per mezzo del foglio di calcolo Spettri-NTCver.1.0.3 messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. I parametri per la determinazione dei punti dello spettro di risposta orizzontale e verticale sono di seguito riportati:

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	PROGETTO DEFINITIVO					
<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A	FOGLIO 35 di 183

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate
 LONGITUDINE:
LATITUDINE:

Ricerca per comune
 REGIONE:
PROVINCIA:
COMUNE:

Elaborazioni grafiche

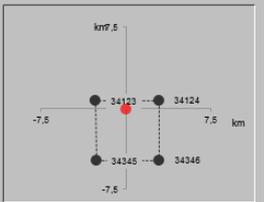
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento



Sito esterno al reticolo
 Interpolazione su 3 nodi
 Interpolazione corretta

Interpolazione

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

Controllo sul reticolo

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 5.33 - Azione sismica: Fase 1 SLD Cat. E

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_d info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_d info

Valori di progetto

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

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

Stati limite di esercizio - SLE	$\left\{ \begin{array}{l} \text{SLO} - P_{VR} = 81\% \\ \text{SLD} - P_{VR} = 63\% \end{array} \right.$	<input type="text" value="30"/> <input type="text" value="50"/>	
Stati limite ultimi - SLU	$\left\{ \begin{array}{l} \text{SLV} - P_{VR} = 10\% \\ \text{SLC} - P_{VR} = 5\% \end{array} \right.$	<input type="text" value="475"/> <input type="text" value="975"/>	

Elaborazioni

Grafici parametri azione

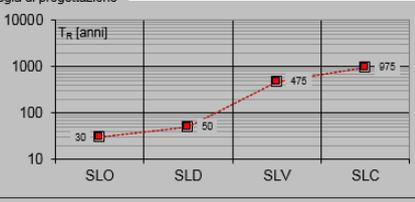
Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

LEGENDA GRAFICO

..... Strategia per costruzioni ordinarie
 Strategia scelta

Strategia di progettazione



INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 5.34 - Azione sismica: Fase 2 SLD Cat. E

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. A

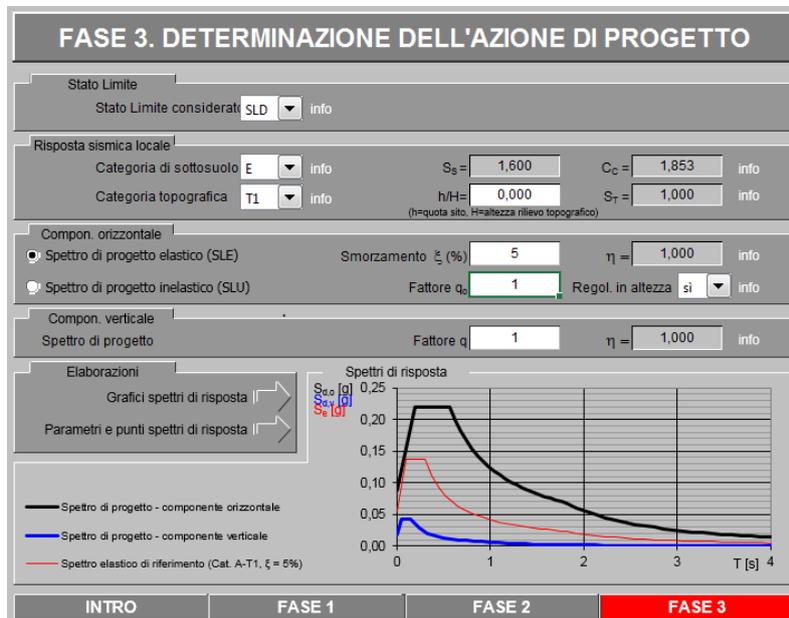


Figura 5.35 - Azione sismica: Fase 3 SLD Cat. E

COMPONENTE ORIZZONTALE

COMPONENTE VERTICALE

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_0	0,055 g
F_0	2,496
T_C^*	0,303 s
S_S	1,600
C_C	1,853
S_T	1,000
q	1,000

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{qv}	0,017 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,000
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

S	1,600
η	1,000
T_B	0,187 s
T_C	0,562 s
T_D	1,820 s

Parametri dipendenti

F_v	0,790
S	1,000
η	1,000

Figura 5.36 - Parametri azione sismica SLD Cat. E

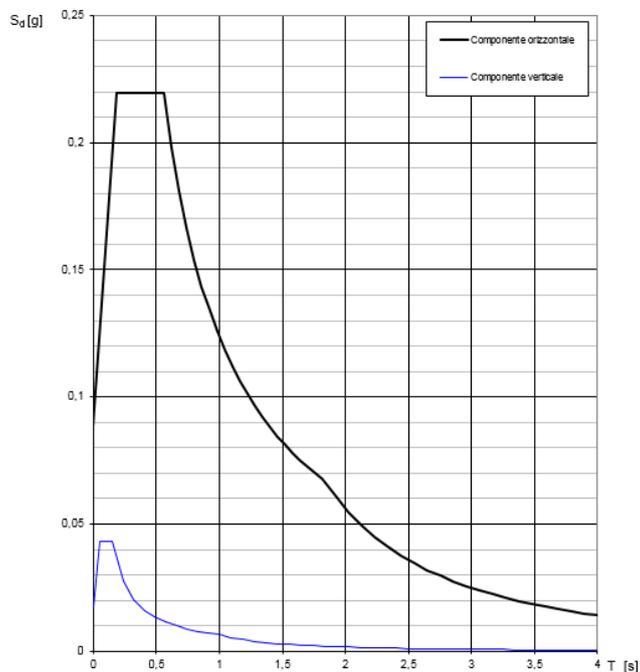


Figura 5.37 - Grafico parametri azione sismica SLD Cat. E

5.5.1.2 Spinta statica del terreno

Le spinte del terreno a monte degli elementi verticali della spalla sono calcolate con la teoria di Muller-Breslau, con distribuzione triangolare delle tensioni e conseguente risultante della spinta al metro pari a $S=1/2 \cdot k_a \cdot \gamma \cdot H^2$, applicata ad 1/3 dal basso.

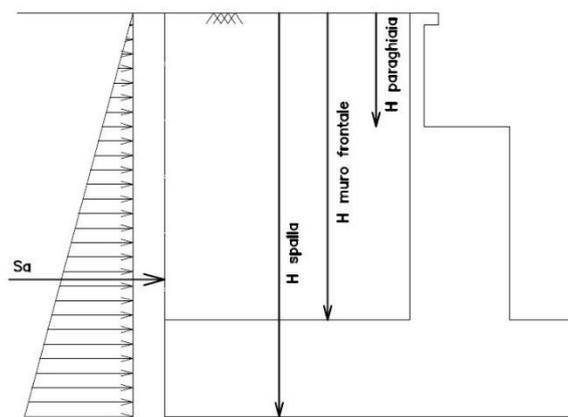


Figura 5.38 - Schema per il calcolo degli effetti della spinta statica del terreno

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

La spinta sia in condizioni di esercizio che in condizioni sismiche viene calcolata con il coefficiente di spinta attiva k_a .

La spinta statica del terreno è determinata secondo la teoria di Coulomb. In particolare, il coefficiente di spinta attiva è stato definito attraverso la seguente espressione:

$$k_a = \frac{\text{sen}^2(\psi + \varphi')}{\text{sen}^2\psi \cdot \text{sen}(\psi - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi' + \delta) \cdot \text{sen}(\varphi' - \varepsilon)}{\text{sen}(\psi - \delta) \cdot \text{sen}(\psi + \varepsilon)}} \right]^2}$$

dove:

ψ inclinazione paramento interno della spalla;

φ' angolo d'attrito efficace del terreno di riempimento a tergo della spalla;

δ angolo d'attrito terra-paramento (in prima approssimazione pari a 2/3 di φ');

ε inclinazione del terreno a tergo della spalla.

SPINTE DEL TERRENO IN CONDIZIONE D'ESERCIZIO		cond con K_a
MURO FRONTALE	spinta del terreno soprafalda in condizione M1	1509,14 kN
	componente orizzontale	1509,14 kN
	componente verticale	597,74 kN
	spinta del terreno soprafalda in condizione M2	1889,60 kN
MURO ANDATORE SINISTRA	componente orizzontale	1889,60 kN
	componente verticale	630,89 kN
	spinta del terreno soprafalda in condizione M1	960,98 kN
	componente orizzontale	882,38 kN
MURO ANDATORE DESTRA	componente verticale	0,00 kN
	spinta del terreno soprafalda in condizione M2	1203,24 kN
	componente orizzontale	1134,20 kN
	componente verticale	0,00 kN
MURO ANDATORE DESTRA	spinta del terreno soprafalda in condizione M1	960,98 kN
	componente orizzontale	882,38 kN
	componente verticale	380,62 kN
	spinta del terreno soprafalda in condizione M2	1203,24 kN
MURO ANDATORE DESTRA	componente orizzontale	1134,20 kN
	componente verticale	401,73 kN

Figura 5.39 - Calcolo spinta del terreno in condizioni di esercizio per i muri della spalla SPA VI10

5.5.1.3 Spinta dovuta al sovraccarico accidentale

Per considerare la presenza di un sovraccarico da traffico gravante sulla spalla e a tergo di essa, si considera un carico uniformemente distribuito di lunghezza indefinita con valore pari a $q=27 \text{ KN/m}^2$.

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	PROGETTO DEFINITIVO					
<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A	FOGLIO 39 di 183

Il valore della spinta risultante al metro è dunque pari a $S=k_a \cdot q \cdot H$, con punto di applicazione posizionato a metà dell'altezza dell'elemento su cui insiste. Tale forza si considera agente in senso longitudinale su tutta la larghezza della spalla $L_m = 7$ m.

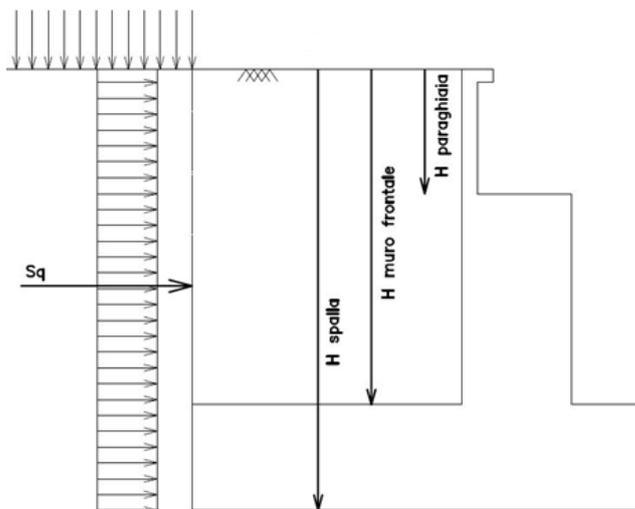


Figura 5.40 - Schema per il calcolo degli effetti della spinta dovuta al sovraccarico accidentale

SPINTE SOVRACCARICHI ACCIDENTALI		
MURO FRONTALE	sovraccarico accidentale q	27,00 kNmq
	spinta dovuta al sovraccarico acc M1	797,88 kN
	componente orizzontale	732,63 kN
	componente verticale	316,02 kN
	spinta dovuta al sovraccarico acc M2	956,67 kN
	componente orizzontale	901,77 kN
MURO ANDATORE SINISTRA	componente verticale	319,41 kN
	spinta dovuta al sovraccarico acc M1	636,69 kN
	componente orizzontale	584,62 kN
	componente verticale	252,18 kN
	spinta dovuta al sovraccarico acc M2	763,40 kN
	componente orizzontale	719,60 kN
MURO ANDATORE DESTRA	componente verticale	254,88 kN
	spinta dovuta al sovraccarico acc M1	636,69 kN
	componente orizzontale	584,62 kN
	componente verticale	252,18 kN
	spinta dovuta al sovraccarico acc M2	763,40 kN
	componente orizzontale	719,60 kN
componente verticale	254,88 kN	

Figura 5.41 - Calcolo spinta indotta dal sovraccarico accidentale sui muri della spalla SPA VI10

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

5.5.1.4 Spinta sismica del terreno

La spinta complessiva del terreno sull'opera in condizione sismica è valutata sulla base della teoria di Mononobe-Okabe:

$$k_a = \frac{\text{sen}^2(\psi + \varphi' - \vartheta)}{\cos \vartheta \cdot \text{sen}^2 \psi \cdot \text{sen}(\psi - \vartheta - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi' + \delta) \cdot \text{sen}(\varphi' - \varepsilon - \vartheta)}{\text{sen}(\psi - \vartheta - \delta) \cdot \text{sen}(\psi + \varepsilon)}} \right]^2}$$

Dove:

ψ inclinazione paramento interno della spalla;

φ' angolo d'attrito efficace del terreno di riempimento a tergo della spalla;

δ angolo d'attrito terra-paramento (in prima approssimazione pari a 2/3 di φ');

ε inclinazione del terreno a tergo della spalla.

$$\vartheta = \arctan\left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

$$k_h = \frac{\beta_m \cdot a_{\max}}{g}$$

$$k_v = 0.5 \cdot k_h$$

è un coefficiente definito pari a 0.38 nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV) e pari a 0.47 nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD) (rif. §7.11.6.2.1. del DM 17.01.2018).

L'incremento dovuto all'azione sismica agente sulla spalla (ΔS_{sism}), calcolato come differenza fra la spinta complessiva sismica e quella statica (S_{stat}), viene applicato come illustrato di seguito:

$$S_{stat} = k_a \cdot \left(\frac{\gamma_t h_s^2}{2} + \gamma_t h_r h_s + q h_s \right)$$

è la spinta litostatica;

$$S_{sism} = k_{as} \cdot \left((1 + k_v) \cdot \frac{\gamma_t h_s^2}{2} + \gamma_t h_r h_s + q h_s \right)$$

è la spinta sismica;

$$\Delta S_{sism} = S_{sism} - S_{stat}$$

è l'incremento di spinta sismico;

γ_t

è il peso per unità di volume del terreno a tergo della spalla;

q

è il sovraccarico agente superiormente (ulteriori strati di terreno, armamento e carico da treno).

- Alle azioni sopra indicate si aggiungono le azioni inerziali correlate alle masse strutturali dell'opera (muro e ciabatta di fondazione) e del terreno imbarcato; queste ultime pari ad $a_{max} \cdot w_i$, essendo a_{max} l'accelerazione di aggancio dello spettro per la categoria di suolo in oggetto e w_i il peso strutturale dell'opera o il peso del terreno imbarcato.
- Infine, ai carichi sopra indicati si aggiungeranno le azioni trasmesse dall'impalcato alla sommità dell'opera.
- Alle azioni descritte sono aggiunte quelle concernenti il carico da traffico in funzione del corrispondente coefficiente di combinazione $\psi_2=0.2$.

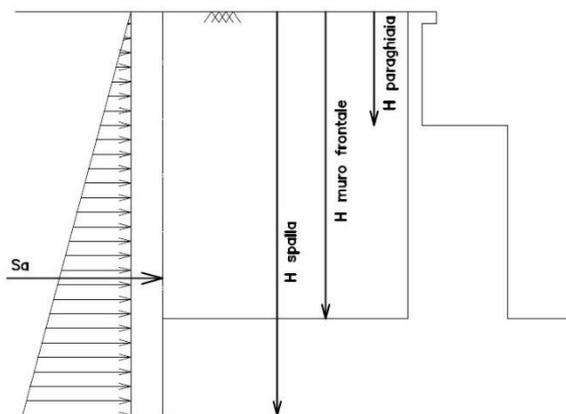


Figura 5.42 - Schema per il calcolo degli effetti della sovrappinta sismica

SPINTE DEL TERRENO IN CONDIZIONE SISMICA		
	categoria del sottosuolo	E
F_0	fattore per l'amplif. spettrale mass su sito di rif rigido	2,496
a_g	accelerazione orizz mass attesa su sito di rif rigido	0,539 m/s^2
S_s	coeff per l'effetto dell'amplif stratigrafica	1,600
S_T	coeff per l'effetto dell'amplif topografica	1
S	fattore della categoria del suolo	1,6
β_m	coeff di riduzione dell'acc max attesa al sito	0,47
a_{max}	acc orizz mass attesa al sito	0,863 m/s^2
	coeffic maggiorativo	1
k_h	coeff sismico orizzontale	0,041
k_v	coeff sismico verticale	0,021
ψ	ang. Di incl. Rispetto all'orizz del param. Del muro	90 °
β	ang. Di incl. Rispetto all'orizz della superf del terrapieno	0 °

Figura 5.43 - Parametri spinte del terreno in condizione sismica SLD Cat. E

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	PROGETTO DEFINITIVO					
<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A	FOGLIO 43 di 183

5.5.1.5 Forze inerziali dovute al sisma

In fase sismica si devono considerare le azioni orizzontali e verticali agenti sulla spalla dovute all'inerzia delle parti in calcestruzzo e del rinterro compreso tra i muri andatori. Le risultanti orizzontali e verticali sono rispettivamente pari a $F_h = k_h \cdot W$ e $F_v = k_v \cdot W$, dove i coefficienti k_h e k_v sono calcolati come esposto al paragrafo 7.11.3.5.2 delle NTC18 risultando pari a $k_h = \beta_m \cdot a_{max} / g$, $k_v = \pm 0.5 k_h$ con $a_{max} = S_s \cdot S_t \cdot a_g$. Il coefficiente β_m , come mostrato nella tabella riportata al paragrafo precedente, viene assunto pari a 0.38 per le verifiche SLV e 0.47 per le verifiche SLD.

$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno	223,92 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno	111,96 kN
$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno sul muro frontale	160,39 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno sul muro frontale	80,19 kN
$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno sul muro parag front	127,58 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno sul muro parag front	63,79 kN
$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno sul muro laterale sx	160,39 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno sul muro laterale sx	80,19 kN
$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno sul muro paragh laterale sx	127,58 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno sul muro paragh laterale sx	63,79 kN
$F_{h,mtest} = k_h \cdot W_{mtest}$	forza d'inerzia orizz del muro di testata	63,65 kN
$F_{v,mtest} = k_v \cdot W_{mtest}$	forza d'inerzia vert del muro di testata	31,82 kN
$F_{h,prg} = k_h \cdot W_{prg}$	forza d'inerzia orizz del paraghiaia	12,66 kN
$F_{v,prg} = k_v \cdot W_{prg}$	forza d'inerzia vert del paraghiaia	6,33 kN
$F_{h,Ma} = k_h \cdot W_{Ma}$	forza d'inerzia orizz del muro andatore (y<0)	31,82 kN
$F_{v,Ma} = k_v \cdot W_{Ma}$	forza d'inerzia vert del muro andatore (y<0)	15,91 kN
$F_{h,Ma} = k_h \cdot W_{Ma}$	forza d'inerzia orizz del muro andatore (y>0)	31,82 kN
$F_{v,Ma} = k_v \cdot W_{Ma}$	forza d'inerzia vert del muro andatore (y>0)	15,91 kN
$F_{h,Map} = k_h \cdot W_{map}$	forza d'inerzia orizz del muro paraghiaia andatore (y<0)	12,66 kN
$F_{v,Map} = k_v \cdot W_{map}$	forza d'inerzia vert del muro paraghiaia andatore (y<0)	6,33 kN
$F_{h,Map} = k_h \cdot W_{map}$	forza d'inerzia orizz del muro paraghiaia andatore (y>0)	12,66 kN
$F_{v,Map} = k_v \cdot W_{map}$	forza d'inerzia vert del muro paraghiaia andatore (y>0)	6,33 kN
$F_{h,fond} = k_h \cdot W_{fond}$	forza d'inerzia orizz della fondazione della spalla	181,84 kN
$F_{v,fond} = k_v \cdot W_{fond}$	forza d'inerzia vert della fondazione della spalla	90,92 kN
	spinta del sovraccarico accidentale MF	135,28 kN
	spinta orizz del sovraccarico accidentale	135,28 kN
	spinta vert del sovraccarico accidentale	0,00 kN
	spinta del sovraccarico accidentale MS	107,95 kN
	spinta orizz del sovraccarico accidentale	107,95 kN
	spinta vert del sovraccarico accidentale	0,00 kN
	spinta del sovraccarico accidentale MD	107,95 kN
	spinta orizz del sovraccarico accidentale	107,95 kN
	spinta vert del sovraccarico accidentale	0,00 kN
	forza d'inerzia del sovraccarico accidentale MF	10,94 kN
	forza d'inerzia del sovraccarico accidentale MS	10,94 kN
	forza d'inerzia del sovraccarico accidentale MD	10,94 kN

Figura 5.44 - Calcolo forze inerziali dovute al sisma SPA VI10 SLD Cat. E

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

5.5.1.6 Riepilogo dei carichi trasmessi dall'impalcato

Sono qui riassunte tutte le azioni trasmesse dall'impalcato alla spalla in corrispondenza del piano appoggi alla quota di sommità del muro di testata.

Nelle tabelle seguenti, si distinguono i carichi agenti definiti sulla base delle combinazioni sismiche prima dell'intervento e a seguito dell'intervento di miglioramento sismico. I carichi mobili sono direttamente quelli sismici.

Il momento M_y indicato corrisponde al momento di trasporto dei carichi verticali agenti in corrispondenza del piano appoggi al baricentro della fondazione.

CARICHI DERIVANTI DALL'ANALISI DELL'IMPALCATO		Fx	Fy	Fz	x	y	z	Mx	My	Mz
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
g1	permanenti strutturali	0	0	3395,25	3,00	0,00	6,70	0,00	10185,75	
g2	permanenti non strutturali	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
g3	altre azioni permanenti	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
e1	distorsioni e presollecitazioni	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
e2	Ritiro	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
e3	variazioni termiche	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
e4	viscosità	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
q1+q2	carichi mobili	0	0	380	3,00	0,00	-	0	1140,00	
q3	frenatura	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
q4	azione centrifuga+serpeggio	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
q5	vento	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
q6	sisma (direzione y) carichi permanenti	1157,32	423,08	0				1338,88	0,00	
q6	sisma (direzione x) carichi permanenti	1246,03	129,56	0				753,96	0,00	
q6	sisma (direzione Z) carichi permanenti	596,76	128,17	0				612,04	0,00	
q7	resistenze parassite	0	0	0			6,70			
q8	azione laterale	0	0	0				0,00	0,00	
q9	altre azioni variabili (acc. servizio)	0	0	0						

Figura 5.45 - Riepilogo azioni trasmesse dall'impalcato – prima dell'intervento SPA VI10 SLD

CARICHI DERIVANTI DALL'ANALISI DELL'IMPALCATO		Fx	Fy	Fz	x	y	z	Mx	My	Mz
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
g1	permanenti strutturali	0	0	3395,25	3,00	0,00	6,70	0,00	10185,75	
g2	permanenti non strutturali	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
g3	altre azioni permanenti	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
e1	distorsioni e presollecitazioni	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
e2	Ritiro	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
e3	variazioni termiche	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
e4	viscosità	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
q1+q2	carichi mobili	0	0	380	3,00	0,00	-	0	1140,00	
q3	frenatura	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
q4	azione centrifuga+serpeggio	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
q5	vento	0	0	0	3,00	0,00	6,70	0,00	0,00	
q6	sisma (direzione y) carichi permanenti	0	725	0				1812,50	0,00	
q6	sisma (direzione x) carichi permanenti	1450	0	0				349,00	0,00	
q6	sisma (direzione Z) carichi permanenti	157	151	0				348,00	0,00	
q7	resistenze parassite	0	0	0			6,70			
q8	azione laterale	0	0	0				0,00	0,00	
q9	altre azioni variabili (acc. servizio)	0	0	0						

Tabella 5.3: Riepilogo azioni trasmesse dall'impalcato – post-intervento (post-rottura fusibile) SPA VI10 SLD

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

5.5.1.7 Combinazione dei carichi

Le verifiche di sicurezza strutturali e geotecniche sono state condotte utilizzando le combinazioni di carico definite in ottemperanza al Ref. 1 e Ref. 4.

Le verifiche di sicurezza strutturali e geotecniche dei pali sono state condotte utilizzando la combinazione A1+M1+R3, in ottemperanza alle NTC18.

Nelle tabelle seguenti, si riportano i dati relativamente alle sole combinazioni sismiche.

	Elemento	sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	sisma Z verso basso + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Y	sisma Z verso alto + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Y
		Coef	Coef	Coef	Coef	Coef	Coef
Peso proprio	muro frontale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	paraghiaia frontale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	muro sinistro	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	bandiera muro sx	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	paraghiaia sinistro	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	muro destro	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	bandiera muro dx	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	paraghiaia destro	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	platea	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	terr riemp su platea	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinte statiche M1 (ka)	spinta terre su MF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta terre su MS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta terre su MD	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Δ Spinte sismiche Mononobe-Okabe M1 (ka)	sovraspinta sismica su MF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	sovraspinta sismica su MS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	sovraspinta sismica su MD	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinte statiche sovraccarico M1	spinta orizz sovracc su MF	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	spinta orizz sovracc su MS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	spinta orizz sovracc su MD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	peso sovraccarico su platea	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinte sismiche sovraccarico accidentale	spinta orizz sovracc su MF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta orizz sovracc su MS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta orizz sovracc su MD	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
inerzie X sovracc accidentale	spinta orizz sovracc su MF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta orizz sovracc su MS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta orizz sovracc su MD	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Inerzia X spalla	muro frontale	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	paraghiaia frontale	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	muro sinistro	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	paraghiaia sinistro	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	muro destro	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	paraghiaia destro	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	platea	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
Inerzia X terre	Ter di riemp inf MF	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPF	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp inf MD	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPD	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp inf MS	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPS	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
Inerzia Y spalla	muro frontale	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	paraghiaia frontale	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	muro sinistro	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	paraghiaia sinistro	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	muro destro	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	paraghiaia destro	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	platea	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
Inerzia Y terre	Ter di riemp inf MF	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPF	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp inf MD	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPD	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp inf MS	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPS	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
Azioni da impalcato:	Permanenti impalcato	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Vento trasversale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Sovraccarico acc	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Azione centrifuga	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Variazioni termiche	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Resistenze parassite	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inerz X perm/acc impalc	Inerzia X perman impalc	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Inerzia X sovracc acc da impalc	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inerz Y perm/acc impalc	Inerzia Y perman impalc	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Inerzia Y sovracc acc da impalc	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Figura 5.46 - Coefficienti combinazioni sismiche

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. A	FOGLIO 46 di 183

5.5.1.8 Sollecitazioni a quota intradosso fondazioni

Nelle seguenti tabelle sono riportate le azioni elementari in direzione orizzontale e verticale agenti sulla spalla distinguendo tra prima dell'intervento e a seguito dell'intervento di miglioramento sismico (post rottura fusibile).

	Elemento	Fy (KN)	-Fx (KN)	Fz (KN)	x (m)	y (m)	z (m)
Peso proprio	muro frontale	0	0	-1583	2,50	0,00	4,20
	paraghiaia frontale	0	0	-306	1,75	0,00	8,15
	muro sinistro	0	0	-770	-2,00	-4,00	4,20
	bandiera muro sx	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	paraghiaia sinistro	0	0	-306	-2,00	-4,25	8,15
	muro destro	0	0	-770	-2,00	4,00	4,20
	bandiera muro dx	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	paraghiaia destro	0	0	-306	-2,00	4,25	8,15
	platea	0	0	-4400	0,00	0,00	1,00
	terr riemp su platea	0	0	-5418	-2,00	0,00	5,95
Spinte statiche M1 (ka)	spinta terre su MF	0	-1386	-598	-5,50	0,00	3,30
	spinta terre su MS	882	0	0	-2,00	-3,50	4,63
	spinta terre su MD	-882	0	-381	-2,00	3,50	4,63
Δ Spinte sismiche Mononobe-Okabe M1 (ka)	sovraspinta sismica su MF	0	-267	598	-5,50	0,00	3,30
	sovraspinta sismica su MS	272,6	0	0	-2,00	-3,50	4,63
	sovraspinta sismica su MD	-272,6	0	381	-2,00	3,50	4,63
Spinte statiche sovraccarico M1	spinta orizz sovrap su MF	0	-733	-316	-5,50	0,00	4,95
	spinta orizz sovrap su MS	585	0	-252	-2,00	-3,50	5,95
	spinta orizz sovrap su MD	-585	0	-252	-2,00	3,50	5,95
	peso sovraccarico su platea	0	0	-1323	-2,00	0,00	9,90
Spinte sismiche sovraccarico accidentale	spinta orizz sovrap su MF	0	-108	0	-5,50	0,00	4,95
	spinta orizz sovrap su MS	86	0	0	-2,00	-3,50	5,95
	spinta orizz sovrap su MD	-86	0	0	-2,00	3,50	5,95
inerzie X sovracc accidentale	spinta orizz sovrap su MF	0	-11	0	-2,00	0,00	4,95
	spinta orizz sovrap su MS	11	0	0	-2,00	0,00	5,95
	spinta orizz sovrap su MD	-11	0	0	-2,00	0,00	5,95
Inerzia X spalla	muro frontale	0	-64	-32	2,50	0,00	4,20
	paraghiaia frontale	0	-13	-6	1,75	0,00	8,15
	muro sinistro	0	-32	-16	-2,00	0,00	4,20
	paraghiaia sinistro	0	-13	-6	-2,00	0,00	8,15
	muro destro	0	-32	-16	-2,00	0,00	4,20
	paraghiaia destro	0	-13	-6	-2,00	0,00	8,15
	platea	0	-182	-91	0,00	0,00	1,00
Inerzia X terre	Ter di riemp inf MF	0	-160	-80	-2,00	0,00	4,20
	Ter di riemp sup TPF	0	-128	-64	-2,00	0,00	8,15
	Ter di riemp inf MD	0	0	0	-2,00	0,00	4,20
	Ter di riemp sup TPD	0	0	0	-2,00	0,00	8,15
	Ter di riemp inf MS	0	0	0	-2,00	0,00	4,20
	Ter di riemp sup TPS	0	0	0	-2,00	0,00	8,15
Inerzia Y spalla	muro frontale	64	0	-32	2,50	0,00	4,20
	paraghiaia frontale	13	0	-6	1,75	0,00	8,15
	muro sinistro	32	0	-16	-2,00	0,00	4,20
	paraghiaia sinistro	13	0	-6	-2,00	0,00	8,15
	muro destro	32	0	-16	-2,00	0,00	4,20
	paraghiaia destro	13	0	-6	-2,00	0,00	8,15
	platea	182	0	-91	0,00	0,00	1,00
Inerzia Y terre	Ter di riemp inf MF	0	0	0	-2,00	0,00	4,20
	Ter di riemp sup TPF	0	0	0	-2,00	0,00	8,15
	Ter di riemp inf MD	0	0	0	-2,00	0,00	4,20
	Ter di riemp sup TPD	0	0	0	-2,00	0,00	8,15
	Ter di riemp inf MS	160	0	-80	-2,00	0,00	4,20
	Ter di riemp sup TPS	128	0	-64	-2,00	0,00	8,15
Azioni da impalcato:	Permanenti impalcato	0	0	-3395	3,00	0,00	6,70
	Frenatura	0	0	0	3,00	0,00	6,70
	Vento trasversale	0	0	0	3,00	0,00	9,75
	Sovraccarico acc	0	0	-380	3,00	0,00	6,70
	Azione centrifuga	0	0	0	3,00	0,00	10,30
	Variazioni termiche	0	0	0	3,00	0,00	6,70
	Resistenze parassite	0	0	0	3,00	0,00	8,50
	Inerzia X perman impalc	130	-1246	0	3,00	0,00	6,70
Inerz X perm/acc impalc	Inerzia X sovracc acc da impalc	0	0	0	3,00	0,00	6,70
	Inerzia Y perman impalc	423	-1157	0	3,00	0,00	6,70
Inerz Y perm/acc impalc	Inerzia Y sovracc acc da impalc	0	0	0	3,00	0,00	6,70

Figura 5.47 - Riepilogo azioni prima dell'intervento intradosso fondazione SPA VI10 SLD

	Elemento	Fy (KN)	-Fx (KN)	Fz (KN)	x (m)	y (m)	z (m)
Peso proprio	muro frontale	0	0	-1583	2,50	0,00	4,20
	paraghiaia frontale	0	0	-306	1,75	0,00	8,15
	muro sinistro	0	0	-770	-2,00	-4,00	4,20
	bandiera muro sx	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	paraghiaia sinistro	0	0	-306	-2,00	-4,25	8,15
	muro destro	0	0	-770	-2,00	4,00	4,20
	bandiera muro dx	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	paraghiaia destro	0	0	-306	-2,00	4,25	8,15
	platea	0	0	-4400	0,00	0,00	1,00
terr riemp su platea	0	0	-5418	-2,00	0,00	5,95	
Spinte statiche M1 (ka)	spinta terre su MF	0	-1386	-598	-5,50	0,00	3,30
	spinta terre su MS	882	0	0	-2,00	-3,50	4,63
	spinta terre su MD	-882	0	-381	-2,00	3,50	4,63
Δ Spinte sismiche Mononobe-Okabe M1 (ka)	sovraspinta sismica su MF	0	-267	598	-5,50	0,00	3,30
	sovraspinta sismica su MS	272,6	0	0	-2,00	-3,50	4,63
	sovraspinta sismica su MD	-272,6	0	381	-2,00	3,50	4,63
Spinte statiche sovraccarico M1	spinta orizz sovrac su MF	0	-733	-316	-5,50	0,00	4,95
	spinta orizz sovrac su MS	585	0	-252	-2,00	-3,50	5,95
	spinta orizz sovrac su MD	-585	0	-252	-2,00	3,50	5,95
	peso sovraccarico su platea	0	0	-1323	-2,00	0,00	9,90
Spinte sismiche sovraccarico accidentale	spinta orizz sovrac su MF	0	-108	0	-5,50	0,00	4,95
	spinta orizz sovrac su MS	86	0	0	-2,00	-3,50	5,95
	spinta orizz sovrac su MD	-86	0	0	-2,00	3,50	5,95
inerzie X sovracc accidentale	spinta orizz sovrac su MF	0	-11	0	-2,00	0,00	4,95
	spinta orizz sovrac su MS	11	0	0	-2,00	0,00	5,95
	spinta orizz sovrac su MD	-11	0	0	-2,00	0,00	5,95
Inerzia X spalla	muro frontale	0	-64	-32	2,50	0,00	4,20
	paraghiaia frontale	0	-13	-6	1,75	0,00	8,15
	muro sinistro	0	-32	-16	-2,00	0,00	4,20
	paraghiaia sinistro	0	-13	-6	-2,00	0,00	8,15
	muro destro	0	-32	-16	-2,00	0,00	4,20
	paraghiaia destro	0	-13	-6	-2,00	0,00	8,15
	platea	0	-182	-91	0,00	0,00	1,00
Inerzia X terre	Ter di riemp inf MF	0	-160	-80	-2,00	0,00	4,20
	Ter di riemp sup TPF	0	-128	-64	-2,00	0,00	8,15
	Ter di riemp inf MD	0	0	0	-2,00	0,00	4,20
	Ter di riemp sup TPD	0	0	0	-2,00	0,00	8,15
	Ter di riemp inf MS	0	0	0	-2,00	0,00	4,20
	Ter di riemp sup TPS	0	0	0	-2,00	0,00	8,15
Inerzia Y spalla	muro frontale	64	0	-32	2,50	0,00	4,20
	paraghiaia frontale	13	0	-6	1,75	0,00	8,15
	muro sinistro	32	0	-16	-2,00	0,00	4,20
	paraghiaia sinistro	13	0	-6	-2,00	0,00	8,15
	muro destro	32	0	-16	-2,00	0,00	4,20
	paraghiaia destro	13	0	-6	-2,00	0,00	8,15
	platea	182	0	-91	0,00	0,00	1,00
Inerzia Y terre	Ter di riemp inf MF	0	0	0	-2,00	0,00	4,20
	Ter di riemp sup TPF	0	0	0	-2,00	0,00	8,15
	Ter di riemp inf MD	0	0	0	-2,00	0,00	4,20
	Ter di riemp sup TPD	0	0	0	-2,00	0,00	8,15
	Ter di riemp inf MS	160	0	-80	-2,00	0,00	4,20
	Ter di riemp sup TPS	128	0	-64	-2,00	0,00	8,15
Azioni da impalcato:	Permanenti impalcato	0	0	-3395	3,00	0,00	6,70
	Frenatura	0	0	0	3,00	0,00	6,70
	Vento trasversale	0	0	0	3,00	0,00	9,75
	Sovraccarico acc	0	0	-380	3,00	0,00	6,70
	Azione centrifuga	0	0	0	3,00	0,00	10,30
	Variazioni termiche	0	0	0	3,00	0,00	6,70
	Resistenze parassite	0	0	0	3,00	0,00	8,50
Inerz X perm/acc impalc	Inerzia X perman impalc	0	-1450	0	3,00	0,00	6,70
	Inerzia X sovracc acc da impalc	0	0	0	3,00	0,00	6,70
Inerz Y perm/acc impalc	Inerzia Y perman impalc	725	0	0	3,00	0,00	6,70
	Inerzia Y sovracc acc da impalc	0	0	0	3,00	0,00	6,70

Figura 5.48 - Riepilogo azioni post-intervento (post-rottura fusibile) intradosso fondazione SPA VI10 SLD

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

Tali azioni combinate con i coefficienti riportati in precedenza determinano le sollecitazioni di progetto nel baricentro del plinto, alla quota intradosso, esposte nelle tabelle seguenti.

Nelle tabelle seguenti sono riportate le azioni elementari in direzione orizzontale e verticale agenti sulla platea di fondazione della spalla, distinguendo tra prima dell'intervento e a seguito dell'intervento di miglioramento sismico (post-rottura del fusibile).

Combinazioni	Ty (KN)	Tx (KN)	N (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	447	4000	-18129	-2362	17471
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	447	4000	-18869	-2362	15155
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	1097	3493	-18129	-6241	15138
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	1097	3493	-18869	-6241	12822
sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	356	2683	-19972	-5041	-670
sisma Z verso alto + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	356	2683	-14717	-5041	22392

Figura 5.49 - Forze risultanti nel baricentro del plinto di fondazione, quota intradosso – prima dell'intervento SPA VI10 SLD

Combinazioni	Ty (KN)	Tx (KN)	N (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	408	3857	-18129	-1696	16512
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	408	3857	-18869	-1696	14196
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	1360	2397	-18129	-8477	7794
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	1360	2397	-18869	-8477	5478
sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	408	2397	-19972	-5387	-2586
sisma Z verso alto + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	408	2397	-14717	-5387	20476

Figura 5.50 - Forze risultanti nel baricentro del plinto di fondazione, quota intradosso – post-intervento (post-rottura fusibile) SPA VI10 SLD

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

5.5.1.9 Verifica strutturale dei pali di fondazione

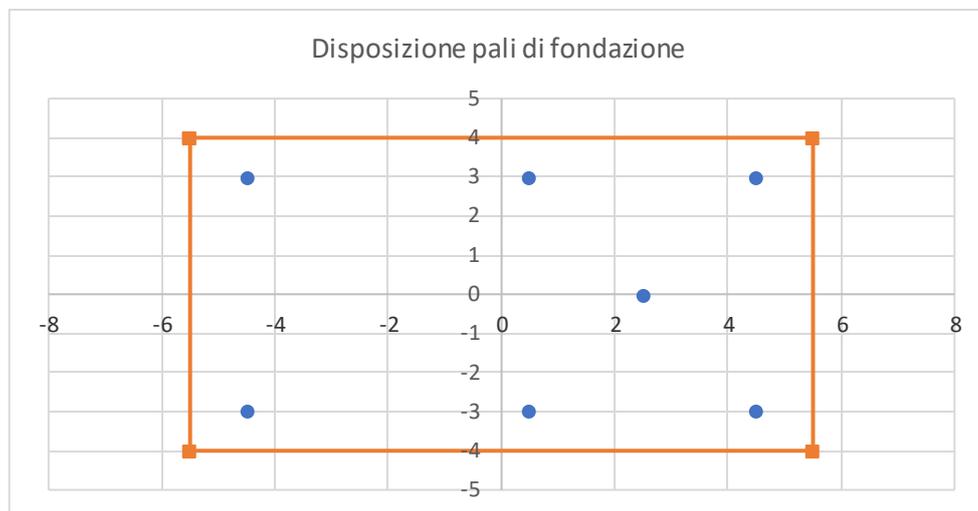


Figura 5.51 - Pianta fondazione spalla SPA VI10

Per i materiali, come riportato in IA5F03D09ROVI0000001, si fa riferimento ai seguenti dati:

- Calcestruzzo C 20/25 con FC=1.2;
- Acciaio FeB38k;
- Copriferro 6 cm;
- Diametro pali 1200 mm;
- Armatura pali 28 Φ 30.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

PRIMA DELL'INTERVENTO

Sui singoli pali si ha:

Combinazioni	N	MI	Mt	VI	Vt	n	V	M	1	2	3	4	5	6	7
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[-]	[kN]	[kNm]	palo1	palo2	palo3	palo4	palo5	palo6	palo7
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	18129,31	17471,43	-2361,67	3999,84	447,01	7	574,96	1494,90	1825,13	2820,66	3617,08	3087,66	2558,25	3354,67	1562,73
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	18868,99	15155,34	-2361,67	3999,84	447,01	7	574,96	1494,90	2049,58	2913,13	3603,97	3127,35	2650,72	3341,56	1787,17
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	18129,31	15137,86	-6240,73	3493,19	1097,02	7	523,06	1359,95	2160,31	3022,86	3712,91	3021,18	2329,45	3019,49	1466,89
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	18868,99	12821,77	-6240,73	3493,19	1097,02	7	523,06	1359,95	2384,75	3115,34	3699,80	3060,86	2421,92	3006,39	1691,34
sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	19972,13	-670,04	-5041,03	2683,07	356,31	7	386,66	1005,32	3167,58	3129,40	3098,86	2834,07	2569,29	2538,74	2607,47
sisma Z verso alto + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	14717,06	22392,23	-5041,03	2683,07	356,31	7	386,66	1005,32	1234,17	2510,08	3530,81	2740,39	1949,97	2970,70	674,06

Figura 5.52 - Riepilogo azioni sui pali prima dell'intervento SPA VI10 SLD

SOLLECITAZIONI MASSIME AGENTI SUI PALI

N max	3712,91
N min	674,06
V max	574,96
V min	386,66
M max	1494,90
M min	1005,32

T

Tabella 5.4 - Involuppo sollecitazioni pali prima dell'intervento SPA VI10 SLD

Dove per il calcolo del momento agente si rimanda alle relazioni

IA5F03D09GEVI1000001

IA5F03D09GEVI0400001

IA5F03D09GEVI0100001

IA5F03D09GEVI0300001

IA5F03D09GEVI1100001

IA5F03D09GEVI1200001.

Per poterlo confrontare con i momenti resistenti post intervento, vengono riportati i domini resistenti in campo sostanzialmente elastico.

Calcolo momento resistente in campo sostanzialmente elastico

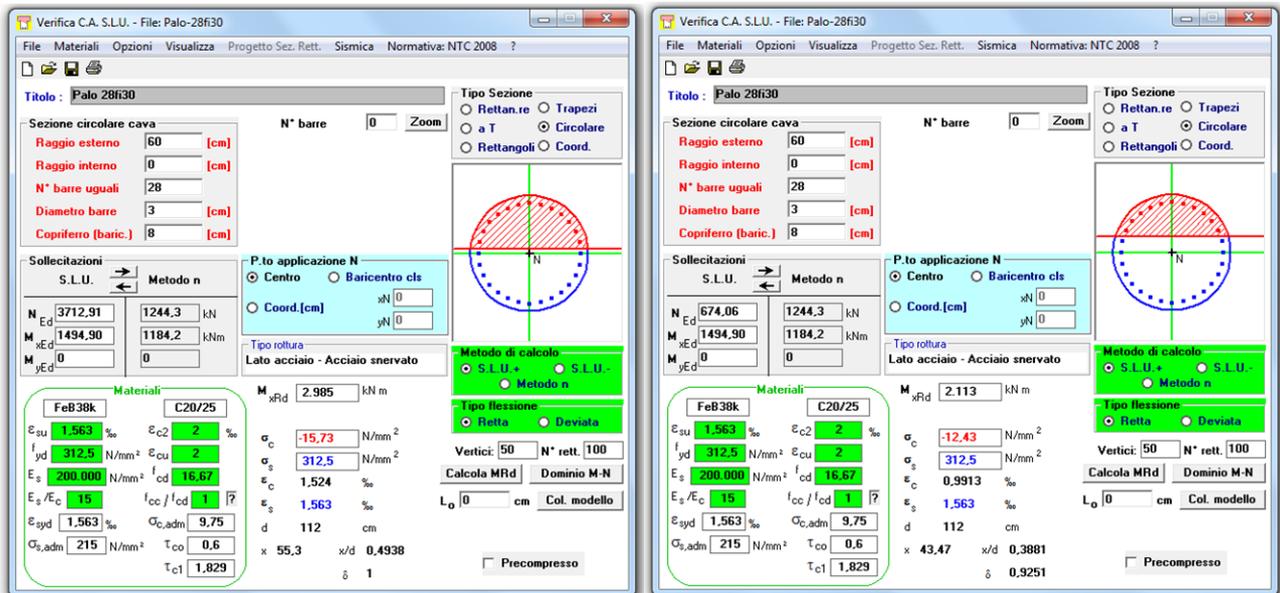


Figura 5.53 - Calcolo momento resistente prima dell'intervento SPA VI10 SLD per le combinazioni $N_{max}; M_{max}$ (a sinistra) e $N_{min}; M_{max}$ (a destra)

Calcolo dominio di rottura

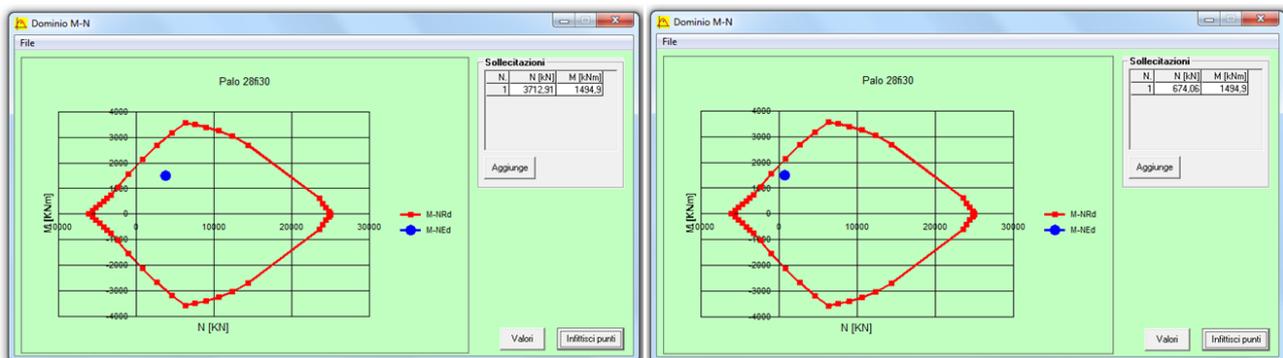


Figura 5.54 - Calcolo dominio di rottura prima dell'intervento SPA VI10 SLD per le combinazioni $N_{max}; M_{max}$ (a sinistra) e $N_{min}; M_{max}$ (a destra)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

POST-INTERVENTO (post-rottura del fusibile)

Sui singoli pali si ha:

Combinazioni	N	MI	Mt	VI	Vt	n	V	M	1	2	3	4	5	6	7
									palo1	palo2	palo3	palo4	palo5	palo6	palo7
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[-]	[kN]	[kNm]	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	18129,31	16511,82	-1695,52	3856,61	408,02	7	554,02	1440,45	1837,34	2778,18	3530,86	3060,32	2589,79	3342,47	1648,95
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	18868,99	14195,73	-1695,52	3856,61	408,02	7	554,02	1440,45	2061,78	2870,65	3517,75	3100,01	2682,26	3329,36	1873,39
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	18129,31	7793,79	-8476,80	2397,06	1360,07	7	393,72	1023,67	2661,15	3105,24	3460,52	2811,95	2163,38	2518,65	1719,29
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	18868,99	5477,70	-8476,80	2397,06	1360,07	7	393,72	1023,67	2885,60	3197,72	3447,41	2851,63	2255,85	2505,55	1943,73
sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	19972,13	-2586,28	-5387,47	2397,06	408,02	7	347,36	903,14	3285,09	3137,73	3019,84	2779,48	2539,12	2421,23	2686,49
sisma Z verso alto + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	14717,06	20476,00	-5387,47	2397,06	408,02	7	347,36	903,14	1351,69	2518,41	3451,79	2685,80	1919,81	2853,18	753,08

Figura 5.55 - Riepilogo azioni sui pali post-intervento (post-rottura fusibile) SPA VI10 SLD

SOLLECITAZIONI MASSIME AGENTI SUI PALI

N max	3530,86
N min	753,08
V max	554,02
V min	347,36
M max	1440,45
M min	903,14

Tabella 5.5 - Involuppo sollecitazioni pali post-intervento (post-rottura fusibile) SPA VI10 SLD

Calcolo momento resistente in campo sostanzialmente elastico

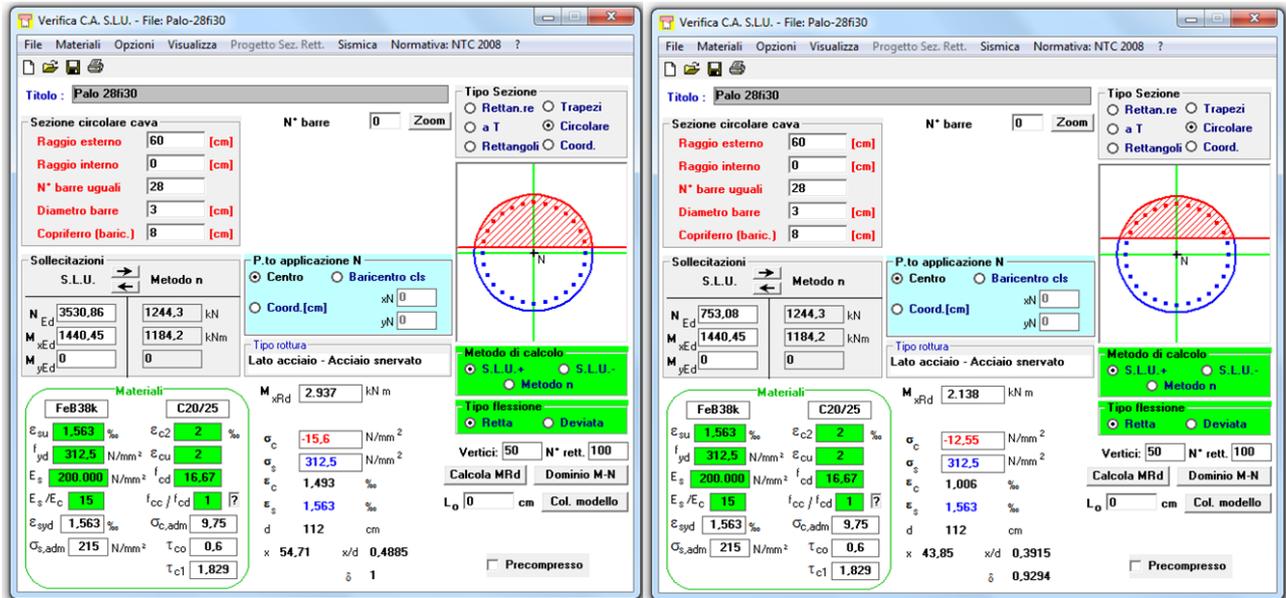


Figura 5.56 - Calcolo momento resistente post-intervento (post-rottura fusibile) SPA VI10 SLD per le combinazioni $N_{max}; M_{max}$ (a sinistra) e $N_{min}; M_{max}$ (a destra)

Calcolo dominio di rottura

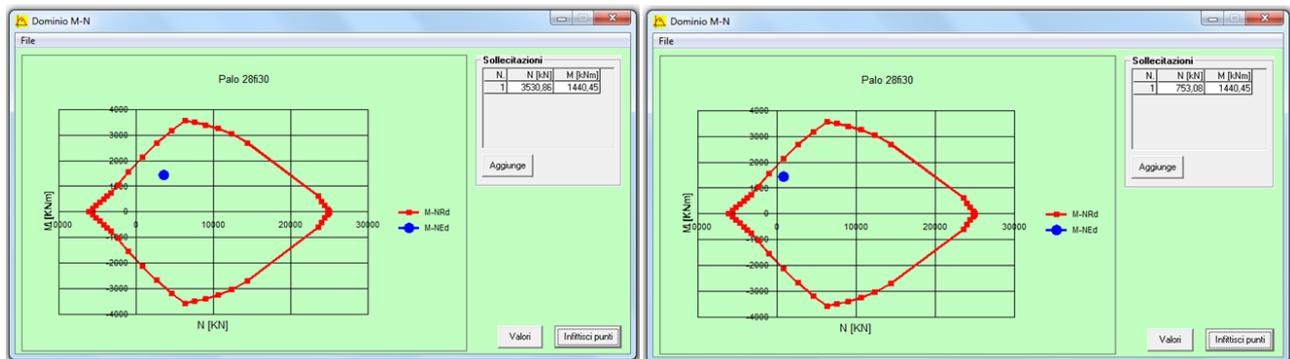


Figura 5.57 - Calcolo dominio di rottura post-intervento (post-rottura fusibile) SPA VI10 SLD per le combinazioni $N_{max}; M_{max}$ (a sinistra) e $N_{min}; M_{max}$ (a destra)

5.6 Verifica geotecnica dei pali di fondazione

Per le verifiche geotecniche si rimanda alle relazioni:

IA5F03D09GEVI1000001

IA5F03D09GEVI0400001

IA5F03D09GEVI0100001

IA5F03D09GEVI0300001

IA5F03D09GEVI1100001

IA5F03D09GEVI1200001.

Gli scarichi sui pali sono riportati nella seguente tabella:

Combinazioni	N	Mi	Mt	Vi	Vt	n	V	M	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[-]	[kN]	[kNm]	[kN]						
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	17883,53	15427,80	-3508,09	4035,34	766,10	7	586,77	1525,61	1958,51	2837,59	3540,85	2994,33	2447,80	3151,07	1568,73
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	19114,78	12668,51	-3508,09	4035,34	766,10	7	586,77	1525,61	2275,91	2997,76	3575,24	3091,61	2607,97	3185,46	1886,12
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	17883,53	9005,81	-11017,36	2714,20	2095,64	7	489,87	1273,66	2705,03	3218,18	3628,70	2811,37	1994,03	2404,55	1480,88
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	19114,78	6246,52	-11017,36	2714,20	2095,64	7	489,87	1273,66	3022,42	3378,35	3663,09	2908,65	2154,20	2438,94	1798,27
sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	20791,40	-3070,86	-6491,85	2604,30	660,40	7	383,82	997,93	3488,34	3313,36	3173,38	2882,71	2592,04	2452,06	2767,02
sisma Z verso alto + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	13897,79	21468,75	-6491,85	2604,30	660,40	7	383,82	997,93	1245,09	2468,39	3447,02	2597,04	1747,07	2725,70	523,78

Figura 5.58 - Riepilogo azioni sui pali post-intervento (post-rottura fusibile) SPA VI10 SLV

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. A

6. VIADOTTO “CONCICHE” – VI02

6.1 Geometria delle spalle

Nelle figure sottostanti è indicato uno schema qualitativo della geometria delle spalle, utile alla lettura della tabella successiva. I dati presenti in tabella, indicanti il peso di ciascun elemento delle spalle, fanno riferimento all’effettiva carpenteria della spalla come definita negli elaborati grafici.

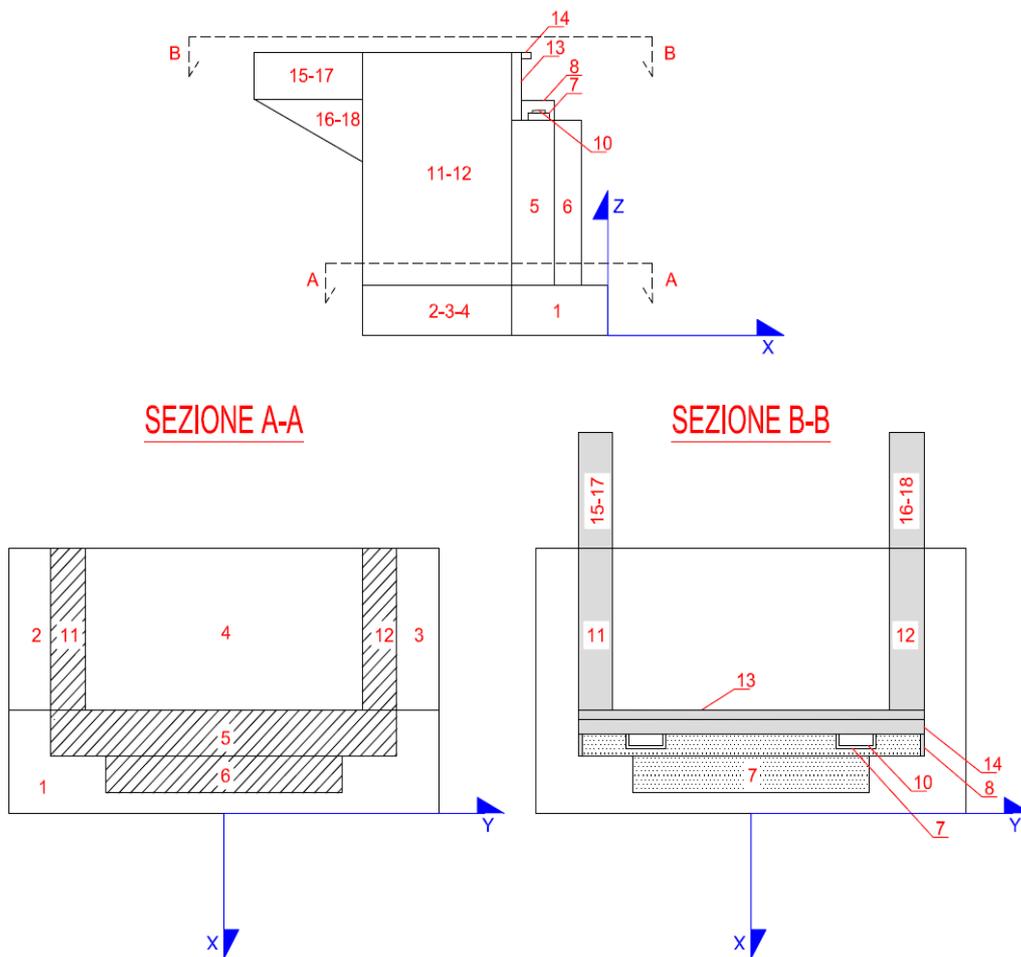
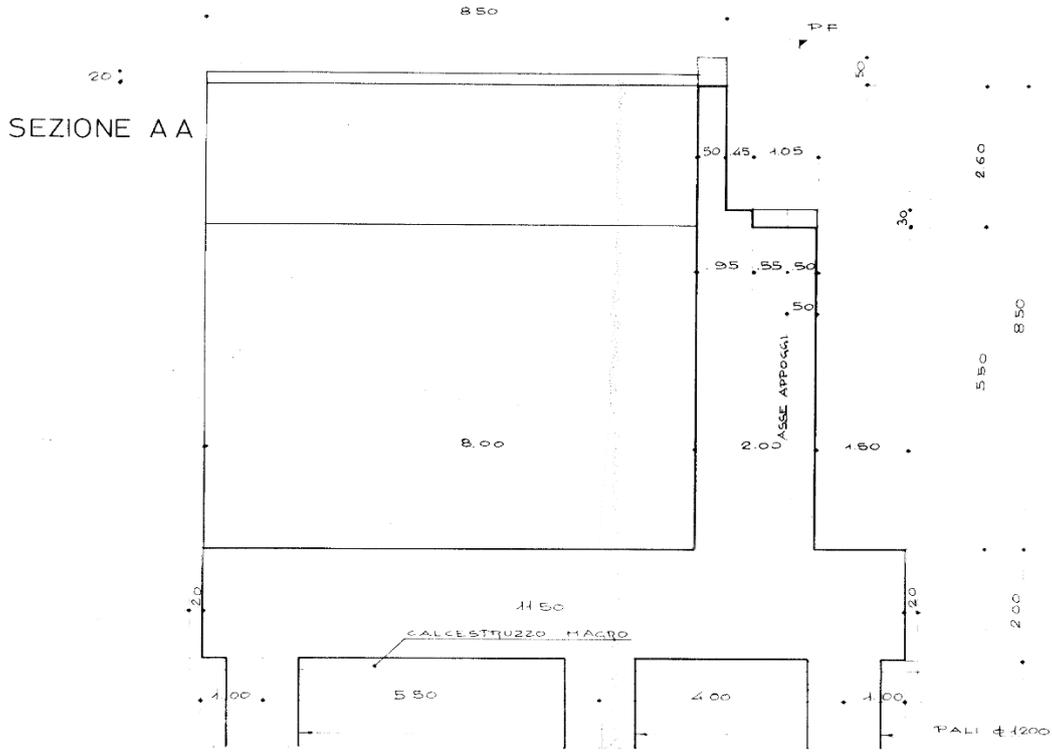


Figura 6.1 - Schema qualitativo della geometria della spalla

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

6.2 SPALLA FISSA – SP A

Si riporta la geometria della **spalla fissa SPA** come da allegato n. **F.2.2 (progetto storico)**:



PIANTA AD OPERA FINITA

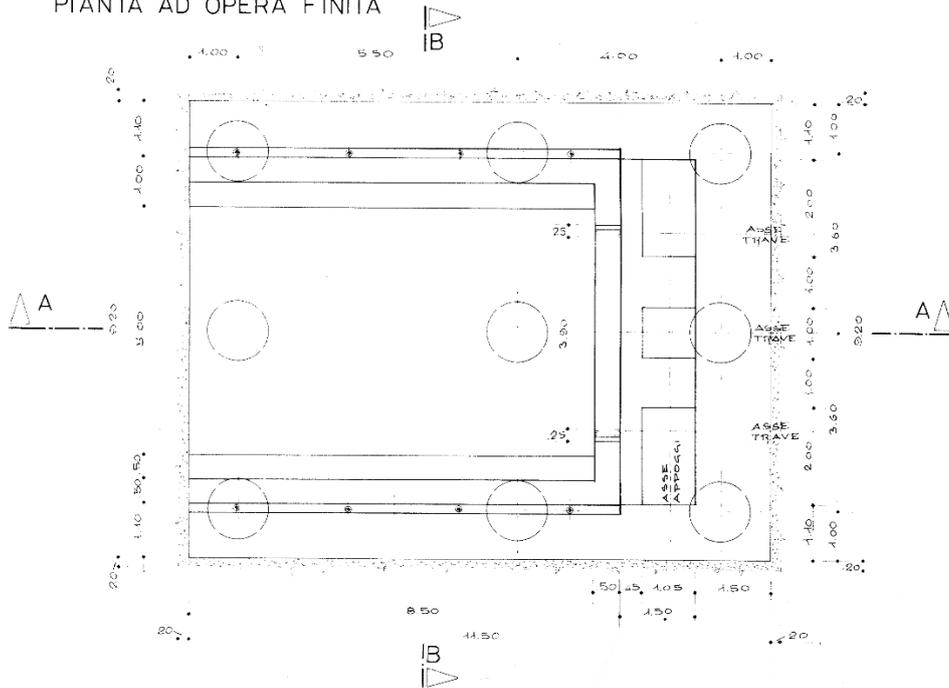


Figura 6.2 - Geometria spalla AVI02 secondo progetto storico

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	PROGETTO DEFINITIVO					
<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A	FOGLIO 58 di 183

6.2.1 Caratteristiche del terreno a monte della spalla

Sono state considerate caratteristiche geotecniche uguali per il terreno a tergo della fondazione, e quello contenuto entro i muri andatori. Tali valori sono riportati di seguito in tabella.

PESO PROPRIO SPALLA - GEOMETRIA								
ELEMENTO	Descrizione	quantità	LX [m]	LY [m]	LZ [m]	Volume	γ [kNm ³]	Peso [kN]
1	PORZIONE TRASVERSALE DELLA FONDAZIONE		3,50	9,20	2,00	64,40	25,00	-1610,00
2	PORZIONE LONGITUDINALE DELLA FONDAZIONE ($\gamma < 0$)		8,00	1,10	2,00	17,60	25,00	-440,00
3	PORZIONE LONGITUDINALE DELLA FONDAZIONE ($\gamma > 0$)		8,00	1,10	2,00	17,60	25,00	-440,00
4	COMPLETAMENTO DELLA FONDAZIONE		8,00	7,00	2,00	112,00	25,00	-2800,00
	PESO TOTALE FONDAZIONE							-5290,00
5	MURO FRONTALE		2,00	7,00	5,90	82,60	25,00	-2065,00
6	RINGROSSO MURO FRONTALE (per appoggi)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
7	BAGGIOLI	3	0,40	0,40	0,30	0,14	25,00	-3,60
8	RITEGNI SISMICI TRASVERSALI	2	1,05	1,00	0,30	0,63	25,00	-15,75
9	RITEGNI SISMICI LONGITUDINALI	1	0,45	7,00	0,30	0,95	25,00	-23,63
10	APPARECCHI DI APPOGGIO				0,00			0,00
11	MURO ANDATORE ($\gamma < 0$)		8,00	1,00	5,90	47,20	25,00	-1180,00
12	MURO ANDATORE ($\gamma > 0$)		8,00	1,00	5,90	47,20	25,00	-1180,00
13	MURO PARAGHIAIA		0,50	7,00	3,50	12,25	25,00	-306,25
11A	MURO PARAGHIAIA ANDATORE ($\gamma < 0$)		8,00	0,50	3,50	14,00	25,00	-350,00
12B	MURO PARAGHIAIA ANDATORE ($\gamma > 0$)		8,00	0,50	3,50	14,00	25,00	-350,00
14	MARTELLO		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
15	BANDIERA parte rettangolare ($\gamma > 0$)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
16	BANDIERA parte triangolare ($\gamma > 0$)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
17	BANDIERA parte rettangolare ($\gamma < 0$)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
18	BANDIERA parte triangolare ($\gamma < 0$)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
19	MARCIAPIEDE ($\gamma > 0$)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
20	MARCIAPIEDE ($\gamma < 0$)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
21	GUARD-RAIL + BARRIERA SICUREZZA + VELETTA ($\gamma > 0$)							0,00
22	GUARD-RAIL + BARRIERA SICUREZZA + VELETTA ($\gamma < 0$)							0,00
TOTALE =								-10764,23

Figura 6.3 - Peso proprio della spalla SPA VI02

L'altezza del muro paraghiaia, come evidenziato, è stata incrementata da 2.60 m a 3.50 per tener conto del sovraccarico esercitato dal ballast e dai muretti a tergo della spalla.

TERRENO DI MONTE			
ϕ'	angolo di attrito del terreno di monte	35 °	
$\tan(\phi')$	tang. Dell'angolo di resistenza a taglio del terreno di monte	0,700	
$\gamma\phi'$ M1	coeff. Parziale di $\tan\phi'$ per la cond. M1	1	
$\gamma\phi'$ M2	coeff. Parziale di $\tan\phi'$ per la cond. M2	1,25	
ϕ' M1	angolo di attrito per la cond. M1	35,00 °	0,611 rad
ϕ' M2	angolo di attrito per la cond. M2	29,26 °	0,511 rad
γ	peso per unità di volume del terreno	18 kN/m ³	
δ esercizio M1	angolo di attrito terra-muro per le cond. Di esercizio M1	23,33 °	0,407 rad
δ sismica M1	angolo di attrito terra-muro per le cond. sismiche M1	0,00 °	0,000 rad
δ esercizio M2	angolo di attrito terra-muro per le cond. Di esercizio M2	19,50 °	0,340
δ sismica M2	angolo di attrito terra-muro per le cond. sismiche M2	0,00 °	0,000 rad
H terreno	altezza terreno da estradosso fondazione	9,40 m	
W_{terr}	peso totale terreno di monte	7272 kN	
β	inclinazione rispetto alla verticale del paramento	0 °	0 rad
i	inclinazione rispetto all'orizz della superf del terrapieno	0 °	
K_0 M1	coefficiente di spinta in quiete cond M1 $k_0=(1-\sin\phi)$	0,426	
K_0 M2	coefficiente di spinta in quiete cond M2 $k_0=(1-\sin\phi)$	0,511	
K_a M1	coeff di spinta attiva Muller-Breslau cond M1	0,244	
K_a M2	coeff di spinta attiva Muller-Breslau cond M2	0,306	
H tot	altezza totale di spinta (H terr + H fond)	11,40 m	
c'_t	coesione del terreno a monte	0 kPa	

Figura 6.4 - Caratteristiche terreno di monte SPA VI02

TERRENO A TERGO		
ϕ'	35 °	
$\tan(\phi')$	0,700	
$\gamma\phi'$ M1	1	
$\gamma\phi'$ M2	1,25	
ϕ' M1	35,00 °	0,611 rad
ϕ' M2	29,26 °	0,511 rad
γ	18 kN/m ³	
δ eserc M1	23,33 °	0,407 rad
δ sism M1	0,00 °	0,000 rad
δ eserc M2	19,50 °	0,340
δ sism M2	0,00 °	0,000 rad
β	0 °	0 rad
i	0 °	
K_0 M1	0,426	
K_0 M2	0,511	
K_a M1	0,244	
K_a M2	0,306	
H tot	11,40 m	
c'_t	0 kPa	

Figura 6.5 - Caratteristiche terreno a tergo della spalla SPA VI02

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

6.2.2 Analisi dei carichi

6.2.2.1 Carichi permanenti strutturali e non strutturali

Nei carichi permanenti strutturali sono compresi il peso proprio della spalla (calcolato considerando un peso specifico del calcestruzzo di 25kN/mc), il peso del terreno compreso tra i muri andatori ed i carichi permanenti strutturali trasmessi dall'impalcato.

Il totale dei carichi permanenti strutturali e non strutturali trasmesso al piano appoggi del muro frontale dall'impalcato (travi, trasversi, soletta, marciapiedi, ballast....) è pari a **N=3395.25 kN**.

6.2.2.2 Carichi da traffico

La spalla è stata progettata considerando agente il carico da traffico in funzione del corrispondente coefficiente di combinazione $\psi_2=0.2$

I valori massimi dell'azione verticale risultante al piano appoggi sulla sommità del muro frontale sono:
q1: N=380 kN.

In aggiunta ai carichi provenienti dall'impalcato, si considera la presenza di un sovraccarico accidentale gravante sulla spalla e sul cuneo di spinta a tergo di essa, mediante l'applicazione di un carico uniformemente distribuito pari a **q=27 kN/m²**. Con riferimento al treno di carico TIPO A, come riportato in Ref. 4, consideriamo una distribuzione di carico con 80 kN/m agenti a tergo della spalla e 132 kN/m in campata.

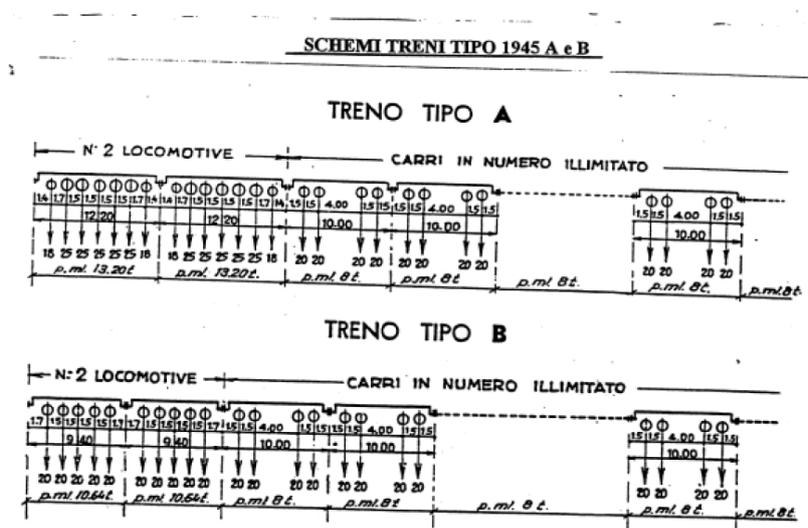


Figura 6.6 - Treni di carico

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	PROGETTO DEFINITIVO					
<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. A	FOGLIO 61 di 183

Pertanto, distribuendo gli 80 kN/m su una larghezza trasversale di 3 m si ottiene un carico di 27 kN/m², quale sovraccarico accidentale agente a tergo della spalla. A favore di sicurezza tale sovraccarico viene applicato su tutta l'impronta della spalla.

6.2.2.3 Azione sismica

Longitudine: 16.55

Latitudine: 40.587

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

Classe d'uso: II

Coefficiente d'uso $C_U = 1$

Vita nominale $V_N = 50$ anni

Categoria di suolo: C

Condizione topografica: T1

Fattore di struttura $q = 1$

Per la definizione della categoria di suolo si è fatto riferimento alla specifica relazione.

L'azione sismica è stata calcolata per mezzo del foglio di calcolo Spettri-NTCver.1.0.3 messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

I parametri per la determinazione dei punti dello spettro di risposta orizzontale e verticale sono di seguito riportati:



FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate LONGITUDINE: 16,55000 LATITUDINE: 40,58700

Ricerca per comune REGIONE: Piemonte PROVINCIA: Torino COMUNE: Agliè

Elaborazioni grafiche: Grafici spettri di risposta, Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche: Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

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

Interpolazione: superficie rigata

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

INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

Figura 6.7 - Azione sismica: Fase 1 SLV Cat. C

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_n info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_u info

Valori di progetto

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

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

Stati limite di esercizio - SLE

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

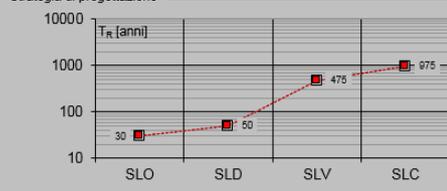
Stati limite ultimi - SLU

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

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 6.8 - Azione sismica: Fase 2 SLV Cat. C

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C** info $S_g = 1,464$ $C_c = 1,513$ info

Categoria topografica **T1** info $h/H = 0,000$ $S_T = 1,000$ info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) $\eta = 1,000$ info

Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_s Regol. in altezza **si** info

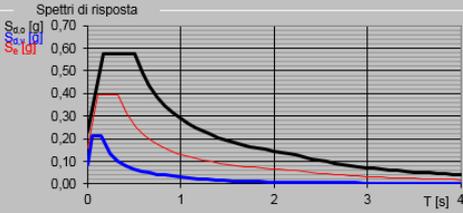
Compon. verticale

Spettro di progetto Fattore q_v $\eta = 1,000$ info

Elaborazioni

- Grafici spettri di risposta
- Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



— Spettro di progetto - componente orizzontale
 — Spettro di progetto - componente verticale
 — Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 6.9 - Azione sismica: Fase 3 SLV Cat. C

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. A

COMPONENTE ORIZZONTALE

COMPONENTE VERTICALE

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,159 g
F_0	2,477
T_C	0,331 s
S_S	1,464
C_C	1,513
S_T	1,000
q	1,000

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0,086 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,000
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

S	1,464
η	1,000
T_B	0,167 s
T_C	0,500 s
T_D	2,236 s

Parametri dipendenti

F_y	1,333
S	1,000
η	1,000

Figura 6.10 - Parametri azione sismica SLV Cat. C

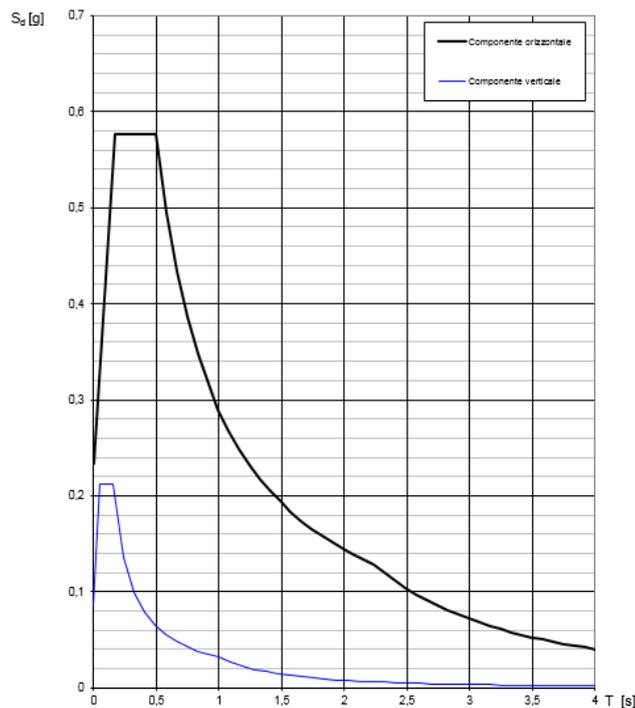


Figura 6.11 - Grafico parametri azione sismica SLV Cat. C

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

6.2.2.4 Spinta statica del terreno

Le spinte del terreno a monte degli elementi verticali della spalla sono calcolate con la teoria di Muller-Breslau, con distribuzione triangolare delle tensioni e conseguente risultante della spinta al metro pari a $S=1/2 \cdot k_a \cdot \gamma \cdot H^2$, applicata ad 1/3 dal basso.

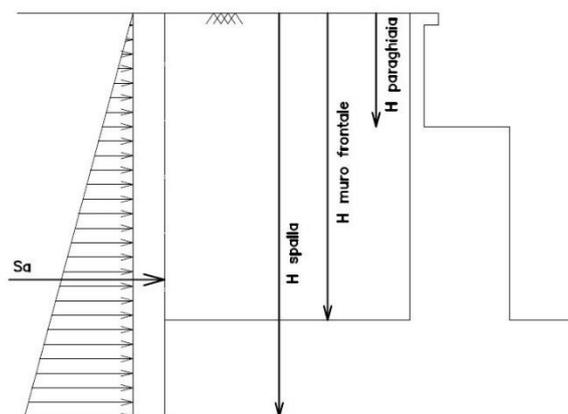


Figura 6.12 - Schema per il calcolo degli effetti della spinta statica del terreno

Si deve notare che essendo presente una fondazione su pali si ipotizza che la spalla sia impedita di traslare rispetto al terreno. La spinta sia in condizioni di esercizio che in condizioni sismiche viene calcolata con il coefficiente di spinta attiva k_a .

La spinta statica del terreno è determinata secondo la teoria di Coulomb. In particolare, il coefficiente di spinta attiva è stato definito attraverso la seguente espressione:

$$k_a = \frac{\text{sen}^2(\psi + \varphi')}{\text{sen}^2\psi \cdot \text{sen}(\psi - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi' + \delta) \cdot \text{sen}(\varphi' - \varepsilon)}{\text{sen}(\psi - \delta) \cdot \text{sen}(\psi + \varepsilon)}} \right]^2}$$

dove:

ψ inclinazione paramento interno della spalla;

φ' angolo d'attrito efficace del terreno di riempimento a tergo della spalla;

δ angolo d'attrito terra-paramento (in prima approssimazione pari a 2/3 di φ');

ε inclinazione del terreno a tergo della spalla.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	PROGETTO DEFINITIVO					
<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A	FOGLIO 65 di 183

SPINTE DEL TERRENO IN CONDIZIONE D'ESERCIZIO		cond con K_a
MURO FRONTALE	spinta del terreno soprafalda in condizione M1	2001,10 kN
	componente orizzontale	2001,10 kN
	componente verticale	792,59 kN
	spinta del terreno soprafalda in condizione M2	2505,59 kN
	componente orizzontale	2505,59 kN
	componente verticale	836,55 kN
MURO ANDATORE SINISTRA	spinta del terreno soprafalda in condizione M1	1554,91 kN
	componente orizzontale	1427,75 kN
	componente verticale	0,00 kN
	spinta del terreno soprafalda in condizione M2	1946,92 kN
	componente orizzontale	1835,20 kN
	componente verticale	0,00 kN
MURO ANDATORE DESTRA	spinta del terreno soprafalda in condizione M1	1554,91 kN
	componente orizzontale	1427,75 kN
	componente verticale	615,87 kN
	spinta del terreno soprafalda in condizione M2	1946,92 kN
	componente orizzontale	1835,20 kN
	componente verticale	650,02 kN

Figura 6.13 - Calcolo spinta del terreno in condizioni di esercizio per i muri della spalla SPA VI02

6.2.2.5 Spinta dovuta al sovraccarico accidentale

Per considerare la presenza di un sovraccarico da traffico gravante sulla spalla e a tergo di essa, si considera un carico uniformemente distribuito di lunghezza indefinita con valore pari a $q=27 \text{ KN/m}^2$. Il valore della spinta risultante al metro è dunque pari a $S=k_a \cdot q \cdot H$, con punto di applicazione posizionato a metà dell'altezza dell'elemento su cui insiste. Tale forza si considera agente in senso longitudinale su tutta la larghezza della spalla $L_m = 7 \text{ m}$.

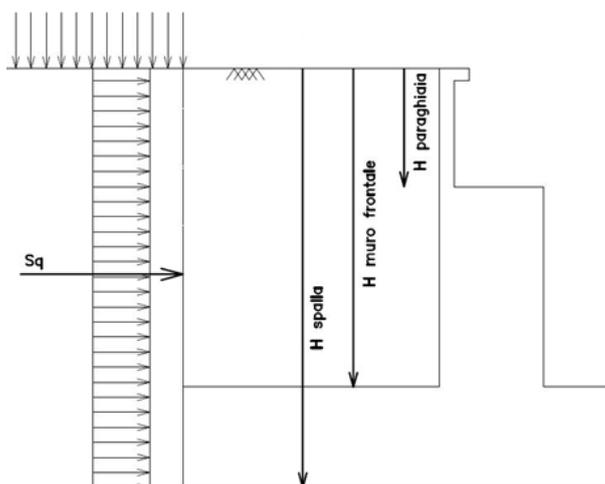


Fig. 1 – Schema per il calcolo degli effetti della spinta dovuta al sovraccarico accidentale

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

SPINTE SOVRACCARICHI ACCIDENTALI		
MURO FRONTALE	sovraccarico accidentale q	27,00 kNmq
	spinta dovuta al sovraccarico acc M1	918,77 kN
	componente orizzontale	843,63 kN
	componente verticale	363,91 kN
	spinta dovuta al sovraccarico acc M2	1101,62 kN
	componente orizzontale	1038,40 kN
MURO ANDATORE SINISTRA	componente verticale	367,80 kN
	spinta dovuta al sovraccarico acc M1	865,81 kN
	componente orizzontale	795,00 kN
	componente verticale	342,93 kN
	spinta dovuta al sovraccarico acc M2	1038,12 kN
	componente orizzontale	978,55 kN
MURO ANDATORE DESTRA	componente verticale	346,60 kN
	spinta dovuta al sovraccarico acc M1	865,81 kN
	componente orizzontale	795,00 kN
	componente verticale	342,93 kN
	spinta dovuta al sovraccarico acc M2	1038,12 kN
	componente orizzontale	978,55 kN
componente verticale	346,60 kN	

Figura 6.14 - Calcolo spinta indotta dal sovraccarico accidentale sui muri della spalla SPA V102

6.2.2.6 Spinta sismica del terreno

La spinta complessiva del terreno sull'opera in condizione sismica è valutata sulla base della teoria di Mononobe-Okabe:

$$k_a = \frac{\sin^2(\psi + \varphi' - \vartheta)}{\cos \vartheta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \vartheta - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi' + \delta) \cdot \sin(\varphi' - \varepsilon - \vartheta)}{\sin(\psi - \vartheta - \delta) \cdot \sin(\psi + \varepsilon)}} \right]^2}$$

Dove:

ψ inclinazione paramento interno della spalla;

φ' angolo d'attrito efficace del terreno di riempimento a tergo della spalla;

δ angolo d'attrito terra-paramento (in prima approssimazione pari a 2/3 di φ');

ε inclinazione del terreno a tergo della spalla.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

$$\vartheta = \arctan\left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

$$k_h = \frac{\beta_m \cdot a_{\max}}{g}$$

$$k_v = 0.5 \cdot k_h$$

è un coefficiente definito pari a 0.38 nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV) e pari a 0.47 nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD) (rif. §7.11.6.2.1. del DM 17.01.2018).

L'incremento dovuto all'azione sismica agente sulla spalla (ΔS_{sism}), calcolato come differenza fra la spinta complessiva sismica e quella statica (S_{stat}), viene applicato come illustrato di seguito:

$$S_{\text{stat}} = k_a \cdot \left(\frac{\gamma_t h_s^2}{2} + \gamma_t h_r h_s + q h_s \right) \quad \text{è la spinta litostatica;}$$

$$S_{\text{sism}} = k_{as} \cdot \left((1 + k_v) \cdot \frac{\gamma_t h_s^2}{2} + \gamma_t h_r h_s + q h_s \right) \quad \text{è la spinta sismica;}$$

$$\Delta S_{\text{sism}} = S_{\text{sism}} - S_{\text{stat}} \quad \text{è l'incremento di spinta sismico;}$$

γ_t è il peso per unità di volume del terreno a tergo della spalla;

q è il sovraccarico agente superiormente (ulteriori strati di terreno, armamento e carico da treno).

- Alle azioni sopra indicate si aggiungono le azioni inerziali correlate alle masse strutturali dell'opera (muro e ciabatta di fondazione) e del terreno imbarcato; queste ultime pari ad $a_{\max} \cdot w_i$, essendo a_{\max} l'accelerazione di aggancio dello spettro per la categoria di suolo in oggetto e w_i il peso strutturale dell'opera o il peso del terreno imbarcato.
- Infine, ai carichi sopra indicati si aggiungeranno le azioni trasmesse dall'impalcato alla sommità dell'opera.
- Alle azioni descritte sono aggiunte quelle concernenti il carico da traffico in funzione del corrispondente coefficiente di combinazione $\psi_2=0.2$.

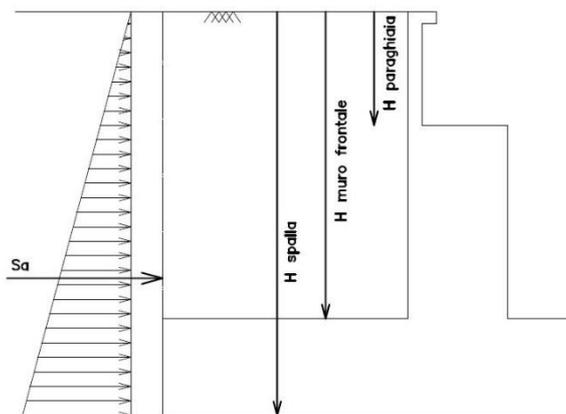


Figura 6.15 - Schema per il calcolo degli effetti della sovrappinta sismica

SPINTE DEL TERRENO IN CONDIZIONE SISMICA		
	categoria del sottosuolo	C
F_0	fattore per l'amplif. spettrale mass su sito di rif rigido	2,477
a_g	accelerazione orizz mass attesa su sito di rif rigido	1,559 m/s^2
S_s	coeff per l'effetto dell'amplif stratigrafica	1,464
S_T	coeff per l'effetto dell'amplif topografica	1
S	fattore della categoria del suolo	1,464
β_m	coeff di riduzione dell'acc max attesa al sito	0,38
a_{max}	acc orizz mass attesa al sito	2,283 m/s^2
	coeff maggiorativo	1
k_h	coeff sismico orizzontale	0,088
k_v	coeff sismico verticale	0,044
ψ	ang. Di incl. Rispetto all'orizz del param. Del muro	90 °
β	ang. Di incl. Rispetto all'orizz della superf del terrapieno	0 °

Figura 6.16 - Parametri spinte del terreno in condizione sismica SLV Cat. C

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. A

6.2.2.7 Forze inerziali dovute al sisma

In fase sismica si devono considerare le azioni orizzontali e verticali agenti sulla spalla dovute all'inerzia delle parti in calcestruzzo e del rinterro compreso tra i muri andatori. Le risultanti orizzontali e verticali sono rispettivamente pari a $F_h = k_h \cdot W$ e $F_v = k_v \cdot W$, dove i coefficienti k_h e k_v sono calcolati come esposto al paragrafo 7.11.3.5.2 delle NTC18 risultando pari a $k_h = \beta_m \cdot a_{max} / g$, $k_v = \pm 0.5 k_h$ con $a_{max} = S_s \cdot S_t \cdot a_g$. Il coefficiente β_m , come mostrato nella tabella riportata al paragrafo precedente, viene assunto pari a 0.38 per le verifiche SLV e 0.47 per le verifiche SLD.

$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno	642,96 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno	321,48 kN
$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno sul muro frontale	525,83 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno sul muro frontale	262,91 kN
$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno sul muro parag front	311,93 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno sul muro parag front	155,97 kN
$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno sul muro laterale sx	525,83 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno sul muro laterale sx	262,91 kN
$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno sul muro paragh laterale sx	311,93 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno sul muro paragh laterale sx	155,97 kN
$F_{h,mtest} = k_h \cdot W_{mtest}$	forza d'inerzia orizz del muro di testata	182,58 kN
$F_{v,mtest} = k_v \cdot W_{mtest}$	forza d'inerzia vert del muro di testata	91,29 kN
$F_{h,prg} = k_h \cdot W_{prg}$	forza d'inerzia orizz del paraghiaia	27,08 kN
$F_{v,prg} = k_v \cdot W_{prg}$	forza d'inerzia vert del paraghiaia	13,54 kN
$F_{h,Ma} = k_h \cdot W_{Ma}$	forza d'inerzia orizz del muro andatore ($y < 0$)	104,33 kN
$F_{v,Ma} = k_v \cdot W_{Ma}$	forza d'inerzia vert del muro andatore ($y < 0$)	52,17 kN
$F_{h,Ma} = k_h \cdot W_{Ma}$	forza d'inerzia orizz del muro andatore ($y > 0$)	104,33 kN
$F_{v,Ma} = k_v \cdot W_{Ma}$	forza d'inerzia vert del muro andatore ($y > 0$)	52,17 kN
$F_{h,Map} = k_h \cdot W_{map}$	forza d'inerzia orizz del muro paraghiaia andatore ($y < 0$)	30,95 kN
$F_{v,Map} = k_v \cdot W_{map}$	forza d'inerzia vert del muro paraghiaia andatore ($y < 0$)	15,47 kN
$F_{h,Map} = k_h \cdot W_{map}$	forza d'inerzia orizz del muro paraghiaia andatore ($y > 0$)	30,95 kN
$F_{v,Map} = k_v \cdot W_{map}$	forza d'inerzia vert del muro paraghiaia andatore ($y > 0$)	15,47 kN
$F_{h,fond} = k_h \cdot W_{fond}$	forza d'inerzia orizz della fondazione della spalla	467,72 kN
$F_{v,fond} = k_v \cdot W_{fond}$	forza d'inerzia vert della fondazione della spalla	233,86 kN
	spinta del sovraccarico accidentale MF	133,09 kN
	spinta orizz del sovraccarico accidentale	133,09 kN
	spinta vert del sovraccarico accidentale	0,00 kN
	spinta del sovraccarico accidentale MS	125,42 kN
	spinta orizz del sovraccarico accidentale	125,42 kN
	spinta vert del sovraccarico accidentale	0,00 kN
	spinta del sovraccarico accidentale MD	125,42 kN
	spinta orizz del sovraccarico accidentale	125,42 kN
	spinta vert del sovraccarico accidentale	0,00 kN
	forza d'inerzia del sovraccarico accidentale MF	26,74 kN
	forza d'inerzia del sovraccarico accidentale MS	26,74 kN
	forza d'inerzia del sovraccarico accidentale MD	26,74 kN

Figura 6.17 - Calcolo forze inerziali dovute al sisma SPA VI02 SLV Cat. C

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

6.2.2.8 Riepilogo dei carichi trasmessi dall'impalcato

Sono qui riassunte tutte le azioni trasmesse dall'impalcato alla spalla in corrispondenza del piano appoggi alla quota di sommità del muro di testata.

Nelle tabelle seguenti, si distinguono i carichi agenti definiti sulla base delle combinazioni sismiche prima dell'intervento e a seguito dell'intervento di miglioramento sismico. I carichi mobili sono direttamente quelli sismici.

Il momento M_y indicato corrisponde al momento di trasporto dei carichi verticali agenti in corrispondenza del piano appoggi al baricentro della fondazione.

I carichi suddetti sono relativi all'analisi del viadotto "La Copeta" VI09 e vengono applicati alla spalla in oggetto allo scopo di definire una situazione sufficientemente cautelativa.

CARICHI DERIVANTI DALL'ANALISI DELL'IMPALCATO		Fx	Fy	Fz	x	y	z	Mx	My	Mz
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
g1	permanenti strutturali	0	0	3395,25	3,75	0,00	8,20	0,00	12732,19	
g2	permanenti non strutturali	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0,00	0,00	
g3	altre azioni permanenti	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0,00	0,00	
e1	distorsioni e presollecitazioni	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0,00	0,00	
e2	Ritiro	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0,00	0,00	
e3	variazioni termiche	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0,00	0,00	
e4	viscosità	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0,00	0,00	
q1+q2	carichi mobili	0	0	380	3,75	0,00	-	0	1425,00	
q3	frenatura	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0,00	0,00	
q4	azione centrifuga+serpeggio	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0,00	0,00	
q5	vento	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0	0,00	
q6	sisma (direzione y) carichi permanenti	1978,86	753,77	0				2289,76	0,00	
q6	sisma (direzione x) carichi permanenti	1796,26	241,33	0				1091,08	0,00	
q6	sisma (direzione Z) carichi permanenti	1066,07	231,75	0				1201,28	0,00	
q7	resistenze parassite	0	0	0			8,20			
q8	azione laterale	0	0	0				0,00	0,00	
q9	altre azioni variabili (acc. servizio)	0	0	0						

Figura 6.18 - Riepilogo azioni trasmesse dall'impalcato – prima dell'intervento SPA VI02

CARICHI DERIVANTI DALL'ANALISI DELL'IMPALCATO		Fx	Fy	Fz	x	y	z	Mx	My	Mz
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
g1	permanenti strutturali	0	0	3395,25	3,75	0,00	8,20	0,00	12732,19	
g2	permanenti non strutturali	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0,00	0,00	
g3	altre azioni permanenti	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0,00	0,00	
e1	distorsioni e presollecitazioni	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0,00	0,00	
e2	Ritiro	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0,00	0,00	
e3	variazioni termiche	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0,00	0,00	
e4	viscosità	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0,00	0,00	
q1+q2	carichi mobili	0	0	380	3,75	0,00	-	0	1425,00	
q3	frenatura	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0,00	0,00	
q4	azione centrifuga+serpeggio	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0,00	0,00	
q5	vento	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0	0,00	
q6	sisma (direzione y) carichi permanenti	156	596	0				1371,00	0,00	
q6	sisma (direzione x) carichi permanenti	590	151	0				345,00	0,00	
q6	sisma (direzione Z) carichi permanenti	157	151	0				344,00	0,00	
q7	resistenze parassite	0	0	0			8,20			
q8	azione laterale	0	0	0				0,00	0,00	
q9	altre azioni variabili (acc. servizio)	0	0	0						

Figura 6.19 - Riepilogo azioni trasmesse dall'impalcato – post-intervento (post-rottura fusibile) SPA VI02

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

6.2.3 Combinazione dei carichi

Le verifiche di sicurezza strutturali e geotecniche sono state condotte utilizzando combinazioni le di carico definite in ottemperanza al Ref. 1 e Ref. 4.

Le verifiche di sicurezza strutturali e geotecniche dei pali sono state condotte utilizzando la combinazione A1+M1+R3, in ottemperanza alle NTC18.

Nelle tabelle seguenti, si riportano i dati relativamente alle sole combinazioni sismiche.

	Elemento	sisma X + 0.3	sisma X + 0.3	sisma Y + 0.3	sisma Y + 0.3	sisma Z verso	sisma Z verso
		sisma Y + 0.3	sisma Y + 0.3	sisma X + 0.3	sisma X + 0.3	basso + 0.3	alto + 0.3
		sisma Z verso	sisma Z verso	sisma Z verso	sisma Z verso	sisma X + 0.3	sisma X + 0.3
		alto	basso	alto	basso	sisma Y	sisma Y
		Coef	Coef	Coef	Coef	Coef	Coef
Peso proprio	muro frontale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	paraghiaia frontale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	muro sinistro	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	bandiera muro sx	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	paraghiaia sinistro	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	muro destro	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	bandiera muro dx	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	paraghiaia destro	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	platea	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	terr riemp su platea	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinte statiche M1 (ka)	spinta terre su MF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta terre su MS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta terre su MD	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Δ Spinte sismiche Mononobe-Okabe M1 (ka)	sovraspinta sismica su MF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	sovraspinta sismica su MS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	sovraspinta sismica su MD	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinte statiche sovraccarico M1	spinta orizz sovra su MF	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	spinta orizz sovra su MS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	spinta orizz sovra su MD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	peso sovraccarico su platea	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinte sismiche sovraccarico accidentale	spinta orizz sovra su MF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta orizz sovra su MS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta orizz sovra su MD	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
inerzie X sovracc accidentale	spinta orizz sovra su MF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta orizz sovra su MS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta orizz sovra su MD	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Inerzia X spalla	muro frontale	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	paraghiaia frontale	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	muro sinistro	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	paraghiaia sinistro	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	muro destro	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	paraghiaia destro	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	platea	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
Inerzia X terre	Ter di riemp inf MF	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPF	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp inf MD	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPD	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp inf MS	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPS	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
Inerzia Y spalla	muro frontale	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	paraghiaia frontale	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	muro sinistro	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	paraghiaia sinistro	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	muro destro	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	paraghiaia destro	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	platea	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
Inerzia Y terre	Ter di riemp inf MF	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPF	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp inf MD	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPD	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp inf MS	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPS	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
Azioni da impalcato:	Permanenti impalcato	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Vento trasversale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Sovraccarico acc	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Azione centrifuga	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Variazioni termiche	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Resistenze parassite	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inerz X perm/acc impalc	Inerzia X perman impalc	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Inerzia X sovracc acc da impalc	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inerz Y perm/acc impalc	Inerzia Y perman impalc	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Inerzia Y sovracc acc da impalc	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Figura 6.20 - Coefficienti combinazioni sismiche

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

6.2.4 Sollecitazioni a quota intradosso fondazioni

Nelle seguenti tabelle sono riportate le azioni elementari in direzione orizzontale e verticale agenti sulla spalla distinguendo tra prima dell'intervento e a seguito dell'intervento di miglioramento sismico (post-rottura fusibile).

	Elemento	Fy (KN)	-Fx (KN)	Fz (KN)	x (m)	y (m)	z (m)
Peso proprio	muro frontale	0	0	-2108	3,25	0,00	4,95
	paraghiaia frontale	0	0	-306	2,50	0,00	9,65
	muro sinistro	0	0	-1180	-1,75	-4,00	4,95
	bandiera muro sx	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	paraghiaia sinistro	0	0	-350	-1,75	-4,25	9,65
	muro destro	0	0	-1180	-1,75	4,00	4,95
	bandiera muro dx	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	paraghiaia destro	0	0	-350	-1,75	4,25	9,65
	platea	0	0	-5290	0,00	0,00	1,00
terr riemp su platea	0	0	-7272	-1,75	0,00	6,70	
Spinte statiche M1 (ka)	spinta terre su MF	0	-1837	-793	-5,75	0,00	3,80
	spinta terre su MS	1428	0	0	-1,75	-3,50	5,13
	spinta terre su MD	-1428	0	-616	-1,75	3,50	5,13
Δ Spinte sismiche Mononobe-Okabe M1 (ka)	sovraspinta sismica su MF	0	-528	793	-5,75	0,00	3,80
	sovraspinta sismica su MS	628,1	0	0	-1,75	-3,50	5,13
	sovraspinta sismica su MD	-628,1	0	616	-1,75	3,50	5,13
Spinte statiche sovraccarico M1	spinta orizz sovra su MF	0	-844	-364	-5,75	0,00	5,70
	spinta orizz sovra su MS	795	0	-343	-1,75	-3,50	6,70
	spinta orizz sovra su MD	-795	0	-343	-1,75	3,50	6,70
	peso sovraccarico su platea	0	0	-1512	-1,75	0,00	11,40
Spinte sismiche sovraccarico accidentale	spinta orizz sovra su MF	0	-133	0	-5,75	0,00	5,70
	spinta orizz sovra su MS	125	0	0	-1,75	-3,50	6,70
	spinta orizz sovra su MD	-125	0	0	-1,75	3,50	6,70
inerzie X sovracc accidentale	spinta orizz sovra su MF	0	-27	0	-1,75	0,00	5,70
	spinta orizz sovra su MS	27	0	0	-1,75	0,00	6,70
	spinta orizz sovra su MD	-27	0	0	-1,75	0,00	6,70
Inerzia X spalla	muro frontale	0	-183	-91	3,25	0,00	4,95
	paraghiaia frontale	0	-27	-14	2,50	0,00	9,65
	muro sinistro	0	-104	-52	-1,75	0,00	4,95
	paraghiaia sinistro	0	-31	-15	-1,75	0,00	9,65
	muro destro	0	-104	-52	-1,75	0,00	4,95
	paraghiaia destro	0	-31	-15	-1,75	0,00	9,65
	platea	0	-468	-234	0,00	0,00	1,00
Inerzia X terre	Ter di riemp inf MF	0	-526	-263	-1,75	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPF	0	-312	-156	-1,75	0,00	9,65
	Ter di riemp inf MD	0	0	0	-1,75	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPD	0	0	0	-1,75	0,00	9,65
	Ter di riemp inf MS	0	0	0	-1,75	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPS	0	0	0	-1,75	0,00	9,65
Inerzia Y spalla	muro frontale	183	0	-91	3,25	0,00	4,95
	paraghiaia frontale	27	0	-14	2,50	0,00	9,65
	muro sinistro	104	0	-52	-1,75	0,00	4,95
	paraghiaia sinistro	31	0	-15	-1,75	0,00	9,65
	muro destro	104	0	-52	-1,75	0,00	4,95
	paraghiaia destro	31	0	-15	-1,75	0,00	9,65
	platea	468	0	-234	0,00	0,00	1,00
Inerzia Y terre	Ter di riemp inf MF	0	0	0	-1,75	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPF	0	0	0	-1,75	0,00	9,65
	Ter di riemp inf MD	0	0	0	-1,75	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPD	0	0	0	-1,75	0,00	9,65
	Ter di riemp inf MS	526	0	-263	-1,75	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPS	312	0	-156	-1,75	0,00	9,65
Azioni da impalcato:	Permanenti impalcato	0	0	-3395	3,75	0,00	8,20
	Frenatura	0	0	0	3,75	0,00	8,20
	Vento trasversale	0	0	0	3,75	0,00	11,25
	Sovraccarico acc	0	0	-380	3,75	0,00	8,20
	Azione centrifuga	0	0	0	3,75	0,00	11,80
	Variazioni termiche	0	0	0	3,75	0,00	8,20
	Resistenze parassite	0	0	0	3,75	0,00	10,00
Inerz X perm/acc impalc	Inerzia X perman impalc	241	-1796	0	3,75	0,00	8,20
	Inerzia X sovracc acc da impalc	0	0	0	3,75	0,00	8,20
Inerz Y perm/acc impalc	Inerzia Y perman impalc	754	-1979	0	3,75	0,00	8,20
	Inerzia Y sovracc acc da impalc	0	0	0	3,75	0,00	8,20

Figura 6.21 - Riepilogo azioni prima dell'intervento intradosso fondazione SPA VI02

	Elemento	Fy (KN)	-Fx (KN)	Fz (KN)	x (m)	y (m)	z (m)
Peso proprio	muro frontale	0	0	-2108	3,25	0,00	4,95
	paraghiaia frontale	0	0	-306	2,50	0,00	9,65
	muro sinistro	0	0	-1180	-1,75	-4,00	4,95
	bandiera muro sx	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	paraghiaia sinistro	0	0	-350	-1,75	-4,25	9,65
	muro destro	0	0	-1180	-1,75	4,00	4,95
	bandiera muro dx	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	paraghiaia destro	0	0	-350	-1,75	4,25	9,65
	platea	0	0	-5290	0,00	0,00	1,00
terr riemp su platea	0	0	-7272	-1,75	0,00	6,70	
Spinte statiche M1 (ka)	spinta terre su MF	0	-1837	-793	-5,75	0,00	3,80
	spinta terre su MS	1428	0	0	-1,75	-3,50	5,13
	spinta terre su MD	-1428	0	-616	-1,75	3,50	5,13
Δ Spinte sismiche Mononobe-Okabe M1 (ka)	sovraspinta sismica su MF	0	-528	793	-5,75	0,00	3,80
	sovraspinta sismica su MS	628,1	0	0	-1,75	-3,50	5,13
	sovraspinta sismica su MD	-628,1	0	616	-1,75	3,50	5,13
Spinte statiche sovraccarico M1	spinta orizz sovra su MF	0	-844	-364	-5,75	0,00	5,70
	spinta orizz sovra su MS	795	0	-343	-1,75	-3,50	6,70
	spinta orizz sovra su MD	-795	0	-343	-1,75	3,50	6,70
	peso sovraccarico su platea	0	0	-1512	-1,75	0,00	11,40
Spinte sismiche sovraccarico accidentale	spinta orizz sovra su MF	0	-133	0	-5,75	0,00	5,70
	spinta orizz sovra su MS	125	0	0	-1,75	-3,50	6,70
	spinta orizz sovra su MD	-125	0	0	-1,75	3,50	6,70
inerzie X sovracc accidentale	spinta orizz sovra su MF	0	-27	0	-1,75	0,00	5,70
	spinta orizz sovra su MS	27	0	0	-1,75	0,00	6,70
	spinta orizz sovra su MD	-27	0	0	-1,75	0,00	6,70
Inerzia X spalla	muro frontale	0	-183	-91	3,25	0,00	4,95
	paraghiaia frontale	0	-27	-14	2,50	0,00	9,65
	muro sinistro	0	-104	-52	-1,75	0,00	4,95
	paraghiaia sinistro	0	-31	-15	-1,75	0,00	9,65
	muro destro	0	-104	-52	-1,75	0,00	4,95
	paraghiaia destro	0	-31	-15	-1,75	0,00	9,65
platea	0	-468	-234	0,00	0,00	1,00	
Inerzia X terre	Ter di riemp inf MF	0	-526	-263	-1,75	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPF	0	-312	-156	-1,75	0,00	9,65
	Ter di riemp inf MD	0	0	0	-1,75	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPD	0	0	0	-1,75	0,00	9,65
	Ter di riemp inf MS	0	0	0	-1,75	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPS	0	0	0	-1,75	0,00	9,65
Inerzia Y spalla	muro frontale	183	0	-91	3,25	0,00	4,95
	paraghiaia frontale	27	0	-14	2,50	0,00	9,65
	muro sinistro	104	0	-52	-1,75	0,00	4,95
	paraghiaia sinistro	31	0	-15	-1,75	0,00	9,65
	muro destro	104	0	-52	-1,75	0,00	4,95
	paraghiaia destro	31	0	-15	-1,75	0,00	9,65
platea	468	0	-234	0,00	0,00	1,00	
Inerzia Y terre	Ter di riemp inf MF	0	0	0	-1,75	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPF	0	0	0	-1,75	0,00	9,65
	Ter di riemp inf MD	0	0	0	-1,75	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPD	0	0	0	-1,75	0,00	9,65
	Ter di riemp inf MS	526	0	-263	-1,75	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPS	312	0	-156	-1,75	0,00	9,65
Azioni da impalcato:	Permanenti impalcato	0	0	-3395	3,75	0,00	8,20
	Frenatura	0	0	0	3,75	0,00	8,20
	Vento trasversale	0	0	0	3,75	0,00	11,25
	Sovraccarico acc	0	0	-380	3,75	0,00	8,20
	Azione centrifuga	0	0	0	3,75	0,00	11,80
	Variazioni termiche	0	0	0	3,75	0,00	8,20
	Resistenze parassite	0	0	0	3,75	0,00	10,00
Inerz X perm/acc impalc	Inerzia X perman impalc	151	-590	0	3,75	0,00	8,20
	Inerzia X sovracc acc da impalc	0	0	0	3,75	0,00	8,20
Inerz Y perm/acc impalc	Inerzia Y perman impalc	596	-156	0	3,75	0,00	8,20
	Inerzia Y sovracc acc da impalc	0	0	0	3,75	0,00	8,20

Figura 6.22 - Riepilogo azioni post-intervento (post-rottura fusibile) intradosso fondazione SPA VI02

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. A

Tali azioni combinate con i coefficienti riportati in precedenza determinano le sollecitazioni di progetto nel baricentro del plinto, alla quota intradosso, esposte nelle tabelle seguenti.

Nelle tabelle seguenti sono riportate le azioni elementari in direzione orizzontale e verticale agenti sulla platea di fondazione della spalla, distinguendo tra prima dell'intervento e a seguito dell'intervento di miglioramento sismico

Combinazioni	Ty (KN)	Tx (KN)	N (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	1003	6701	-22262	-6078	38503
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	1003	6701	-23809	-6078	35002
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	2612	5578	-22262	-16431	33338
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	2612	5578	-23809	-16431	29837
sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	834	4193	-25595	-10140	7028
sisma Z verso alto + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	834	4193	-16739	-10140	39968

Figura 6.23 - Forze risultanti nel baricentro del plinto di fondazione, quota intradosso – prima dell'intervento SPA VI02

Combinazioni	Ty (KN)	Tx (KN)	N (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	866	4947	-22262	-4203	24128
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	866	4947	-23809	-4203	20626
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	2427	3394	-22262	-13997	15423
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	2427	3394	-23809	-13997	11922
sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	760	3284	-25595	-9530	-423
sisma Z verso alto + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	760	3284	-16739	-9530	32516

Figura 6.24 - Forze risultanti nel baricentro del plinto di fondazione, quota intradosso – post-intervento (post-rottura fusibile) SPA VI02

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

6.2.5 Verifica strutturale dei pali di fondazione

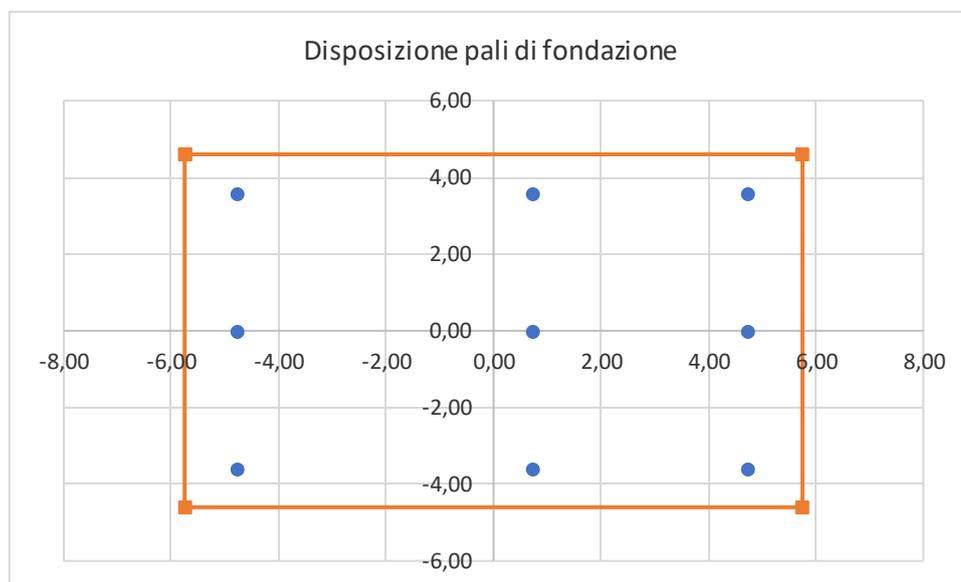


Figura 6.25 - Pianta fondazione spalla SPA VI02

Per i materiali, come riportato in IA5F03D09ROVI0000001, si fa riferimento ai seguenti dati:

- Calcestruzzo C 20/25 con FC=1.2;
- Acciaio FeB38k;
- Copriferro 6 cm;
- Diametro pali 1200 mm;
- Armatura pali 28 Φ 30.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

PRIMA DELL'INTERVENTO

Sui singoli pali si ha:

Combinazioni	N	MI	Mt	VI	Vt	n	V	M	1	2	3	4	5	6	7	8	9
									palo1	palo2	palo3	palo4	palo5	palo6	palo7	palo8	palo9
	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[-]	[kN]	[kNm]	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	22261,69	38503,30	-6078,14	6700,55	1003,17	9	752,80	2183,13	1420,56	2965,61	4089,28	1139,16	2684,21	3807,88	857,77	2402,81	3526,49
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	23808,66	35001,77	-6078,14	6700,55	1003,17	9	752,80	2183,13	1713,79	3118,33	4139,81	1432,40	2836,94	3858,42	1151,00	2555,54	3577,02
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	22261,69	33338,32	-16431,34	5578,39	2611,85	9	684,40	1984,75	2078,87	3416,66	4389,60	1318,16	2655,95	3628,89	557,45	1895,24	2868,17
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	23808,66	29836,78	-16431,34	5578,39	2611,85	9	684,40	1984,75	2372,10	3569,38	4440,13	1611,39	2808,67	3679,42	850,68	2047,96	2918,71
sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	25594,71	7028,28	-10140,31	4193,19	834,24	9	475,04	1377,62	3069,75	3351,77	3556,89	2600,29	2882,31	3087,43	2130,83	2412,86	2617,97
sisma Z verso alto + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	16739,37	39968,00	-10140,31	4193,19	834,24	9	475,04	1377,62	944,27	2548,09	3714,51	474,81	2078,63	3245,05	5,35	1609,17	2775,59

Figura 6.26 - Riepilogo azioni sui pali prima dell'intervento SPA VI02

SOLLECITAZIONI MASSIME AGENTI SUI PALI

N max	4440
N min	5
V max	752,80
V min	475,04
M max	2183,13
M min	1377,62

Tabella 6.1 - Involuppo sollecitazioni pali prima dell'intervento SPA VI02

Dove per il calcolo del momento agente si rimanda alle relazioni:

IA5F03D09GEVI0200001

IA5F03D09GEVI0700001

IA5F03D09GEVI0900001.

Per poterlo confrontare con i momenti resistenti post intervento, vengono riportati i domini resistenti in campo sostanzialmente elastico.

Calcolo momento resistente in campo sostanzialmente elastico

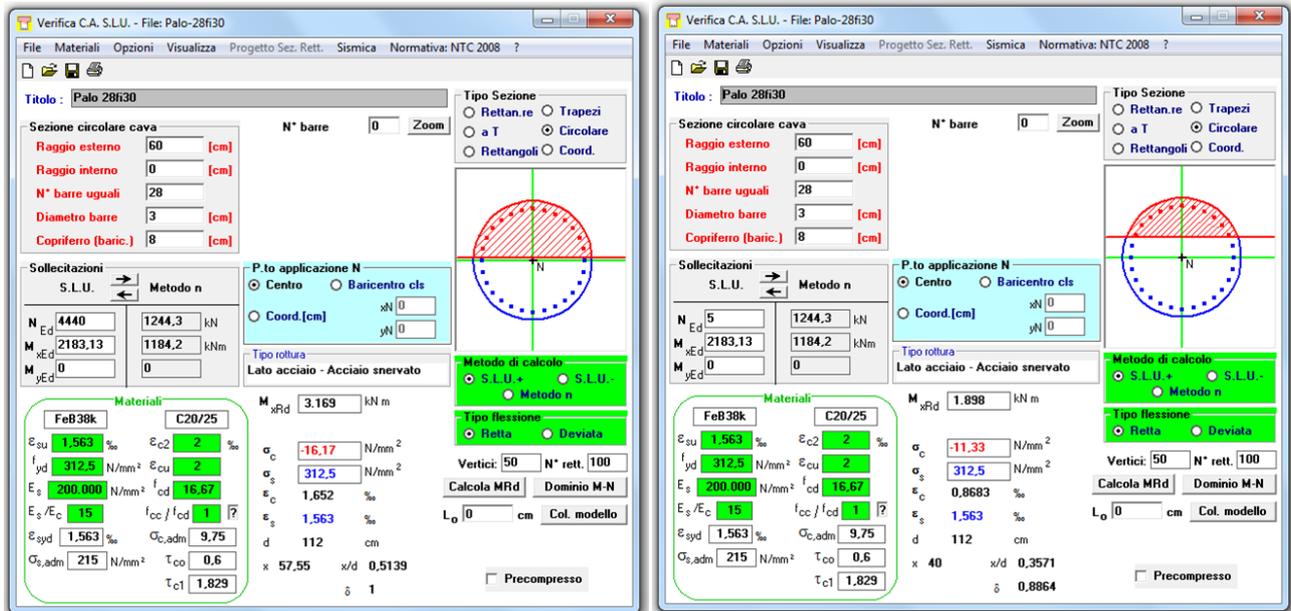


Figura 6.27 - Calcolo momento resistente prima dell'intervento SPA VI02 per le combinazioni $N_{max}; M_{max}$ (a sinistra) e $N_{min}; M_{max}$ (a destra)

Calcolo dominio di rottura

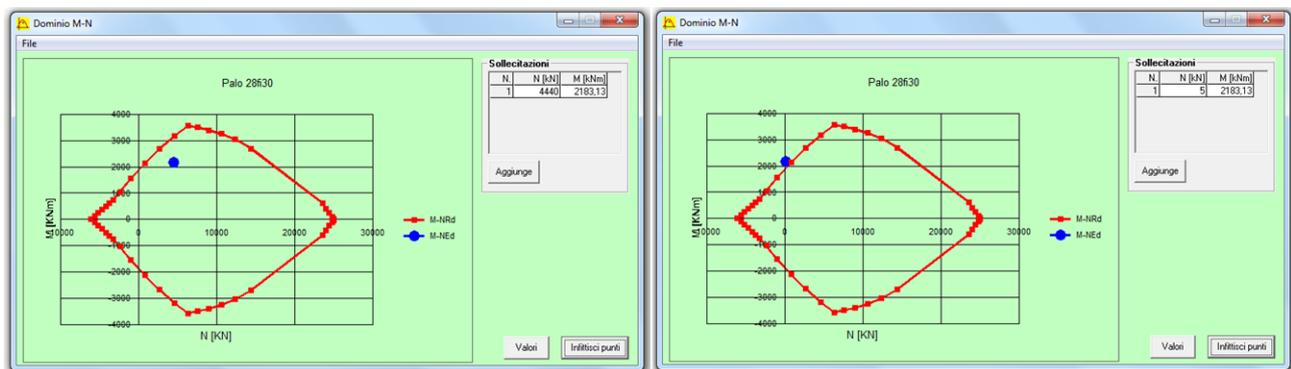


Figura 6.28 - Calcolo dominio di rottura prima dell'intervento SPA VI02 per le combinazioni $N_{max}; M_{max}$ (a sinistra) e $N_{min}; M_{max}$ (a destra)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

POST-INTERVENTO (post-rottura del fusibile)

Sui singoli pali si ha:

Combinazioni	N [kN]	MI [kNm]	Mt [kNm]	VI [kN]	Vt [kN]	n [-]	V [kN]	M [kNm]	1	2	3	4	5	6	7	8	9
									palo1 [kN]	palo2 [kN]	palo3 [kN]	palo4 [kN]	palo5 [kN]	palo6 [kN]	palo7 [kN]	palo8 [kN]	palo9 [kN]
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	22261,69	24127,74	-4203,24	4947,43	865,51	9	558,06	1227,74	1831,95	2800,14	3504,28	1637,36	2605,55	3309,69	1442,76	2410,95	3115,09
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	23808,66	20626,20	-4203,24	4947,43	865,51	9	558,06	1227,74	2125,19	2952,87	3554,82	1930,59	2758,27	3360,22	1736,00	2563,68	3165,63
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	22261,69	15423,46	-13996,65	3393,65	2426,98	9	463,58	1019,87	2587,00	3205,91	3656,03	1939,01	2557,92	3008,03	1291,02	1909,92	2360,04
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	23808,66	11921,93	-13996,65	3393,65	2426,98	9	463,58	1019,87	2880,24	3358,64	3706,56	2232,24	2710,64	3058,57	1584,25	2062,65	2410,58
sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	25594,71	-423,36	-9529,99	3284,45	759,81	9	374,58	824,07	3299,73	3282,74	3270,39	2858,53	2841,54	2829,18	2417,32	2400,34	2387,98
sisma Z verso alto + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	16739,37	32516,36	-9529,99	3284,45	759,81	9	374,58	824,07	1174,26	2479,06	3428,01	733,05	2037,86	2986,81	291,85	1596,66	2545,61

Figura 6.29 - Riepilogo azioni sui pali post-intervento (post-rottura fusibile) SPA VI02

SOLLECITAZIONI MASSIME AGENTI SUI PALI

N max	3706,56
N min	291,85
V max	558,06
V min	374,58
M max	1227,74
M min	824,07

Tabella 6.2 - Inviluppo sollecitazioni pali post-intervento (post-rottura fusibile) SPA VI02

Calcolo momento resistente in campo sostanzialmente elastico

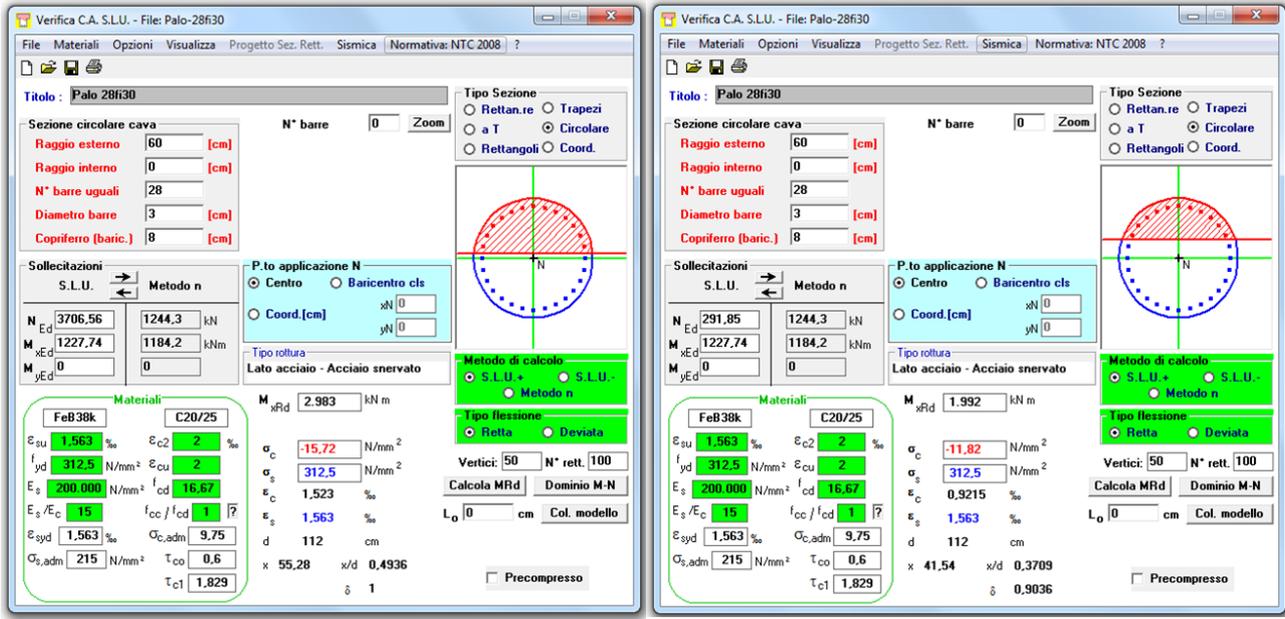


Figura 6.30 - Calcolo momento resistente post-intervento (post-rottura fusibile) SPA VI02 per le combinazioni $N_{max}; M_{max}$ (a sinistra) e $N_{min}; M_{max}$ (a destra)

Calcolo dominio di rottura

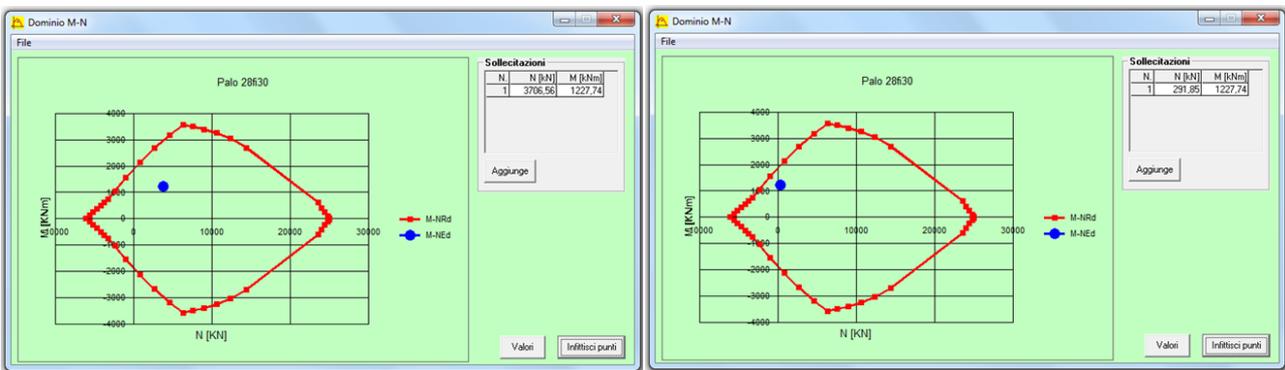


Figura 6.31 - Calcolo dominio di rottura post-intervento (post-rottura fusibile) SPA VI02 per le combinazioni $N_{max}; M_{max}$ (a sinistra) e $N_{min}; M_{max}$ (a destra)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

6.2.6 Verifica geotecnica dei pali di fondazione

Per le verifiche geotecniche si rimanda alle relazioni:

IA5F03D09GEVI0200001

IA5F03D09GEVI0700001

IA5F03D09GEVI0900001.

Gli scarichi sui pali sono riportati nella seguente tabella:

Combinazioni	N [kN]	MI [kNm]	Mt [kNm]	VI [kN]	Vt [kN]	n [-]	V [kN]	M [kNm]	1	2	3	4	5	6	7	8	9
									palo1 Q	palo2 Q	palo3 Q	palo4 Q	palo5 Q	palo6 Q	palo7 Q	palo8 Q	palo9 Q
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	22261,69	24127,74	-4203,24	4947,43	865,51	9	558,06	1227,74	1831,95	2800,14	3504,28	1637,36	2605,55	3309,69	1442,76	2410,95	3115,09
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	23808,66	20626,20	-4203,24	4947,43	865,51	9	558,06	1227,74	2125,19	2952,87	3554,82	1930,59	2758,27	3360,22	1736,00	2563,68	3165,63
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	22261,69	15423,46	-13996,65	3393,65	2426,98	9	463,58	1019,87	2587,00	3205,91	3656,03	1939,01	2557,92	3008,03	1291,02	1909,92	2360,04
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	23808,66	11921,93	-13996,65	3393,65	2426,98	9	463,58	1019,87	2880,24	3358,64	3706,56	2232,24	2710,64	3058,57	1584,25	2062,65	2410,58
sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	25594,71	-423,36	-9529,99	3284,45	759,81	9	374,58	824,07	3299,73	3282,74	3270,39	2858,53	2841,54	2829,18	2417,32	2400,34	2387,98
sisma Z verso alto + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	16739,37	32516,36	-9529,99	3284,45	759,81	9	374,58	824,07	1174,26	2479,06	3428,01	733,05	2037,86	2986,81	291,85	1596,66	2545,61

Figura 6.32 - Riepilogo azioni sui pali post-intervento (post-rottura fusibile) SPA VI02

6.3 SPALLA MOBILE - SP B

Si riporta la geometria della **spalla mobile SPB** come da allegato n. **F.2.1 (progetto storico)**:

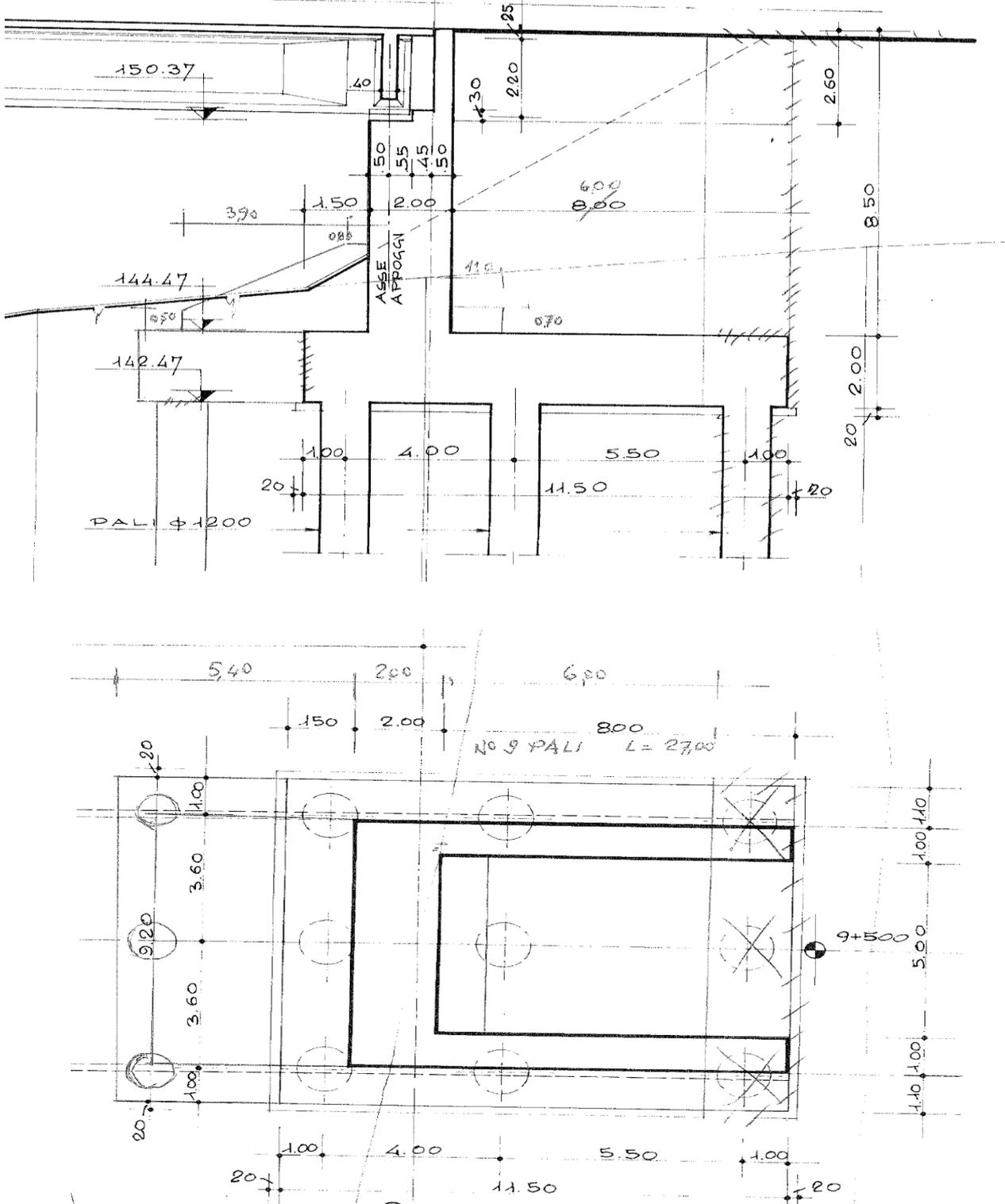


Figura 6.33 - Geometria spalla B VI02 secondo progetto storico

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

6.3.1 Caratteristiche del terreno a monte della spalla

Sono state considerate caratteristiche geotecniche uguali per il terreno a tergo della fondazione, e quello contenuto entro i muri andatori. Tali valori sono riportati di seguito in tabella.

PESO PROPRIO SPALLA - GEOMETRIA								
ELEMENTO	Descrizione	quantità	LX [m]	LY [m]	LZ [m]	Volume	γ [kNm ³]	Peso [kN]
1	PORZIONE TRASVERSALE DELLA FONDAZIONE		7,40	9,20	2,00	136,16	25,00	-3404,00
2	PORZIONE LONGITUDINALE DELLA FONDAZIONE (y<0)		6,00	1,10	2,00	13,20	25,00	-330,00
3	PORZIONE LONGITUDINALE DELLA FONDAZIONE (y>0)		6,00	1,10	2,00	13,20	25,00	-330,00
4	COMPLETAMENTO DELLA FONDAZIONE		6,00	7,00	2,00	84,00	25,00	-2100,00
	PESO TOTALE FONDAZIONE							-6164,00
5	MURO FRONTALE		2,00	7,00	5,90	82,60	25,00	-2065,00
6	RINGROSSO MURO FRONTALE (per appoggi)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
7	BAGGIOLI	3	0,40	0,40	0,30	0,14	25,00	-3,60
8	RITEGNI SISMICI TRASVERSALI	2	1,05	1,00	0,30	0,63	25,00	-15,75
9	RITEGNI SISMICI LONGITUDINALI	1	0,45	7,00	0,30	0,95	25,00	-23,63
10	APPARECCHI DI APPOGGIO				0,00			0,00
11	MURO ANDATORE (Y < 0)		6,00	1,00	5,90	35,40	25,00	-885,00
12	MURO ANDATORE (Y > 0)		6,00	1,00	5,90	35,40	25,00	-885,00
13	MURO PARAGHIAIA		0,50	7,00	3,50	12,25	25,00	-306,25
11A	MURO PARAGHIAIA ANDATORE (Y < 0)		6,00	0,50	3,50	10,50	25,00	-262,50
12B	MURO PARAGHIAIA ANDATORE (Y > 0)		6,00	0,50	3,50	10,50	25,00	-262,50
14	MARTELLO		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
15	BANDIERA parte rettangolare (Y>0)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
16	BANDIERA parte triangolare (Y>0)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
17	BANDIERA parte rettangolare (Y<0)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
18	BANDIERA parte triangolare (Y<0)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
19	MARCIAPIEDE (y > 0)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
20	MARCIAPIEDE (y < 0)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
21	GUARD-RAIL + BARRIERA SICUREZZA + VELETTA (y > 0)							0,00
22	GUARD-RAIL + BARRIERA SICUREZZA + VELETTA (y < 0)							0,00
TOTALE =								-10873,23

Figura 6.34 - Peso proprio della spalla SPB VI02

L'altezza del muro paraghiaia, come evidenziato, è stata incrementa da 2.60 m a 3.50 per tener conto del sovraccarico esercitato dal ballast e dai muretti a tergo della spalla.

TERRENO DI MONTE			
ϕ'	angolo di attrito del terreno di monte	35 °	
$\tan(\phi')$	tang. Dell'angolo di resistenza a taglio del terreno di monte	0,700	
$\gamma\phi'$ M1	coeffic. Parziale di tanf' per la cond. M1	1	
$\gamma\phi'$ M2	coeffic. Parziale di tanf' per la cond. M2	1,25	
ϕ' M1	angolo di attrito per la cond. M1	35,00 °	0,611 rad
ϕ' M2	angolo di attrito per la cond. M2	29,26 °	0,511 rad
γ	peso per unità di volume del terreno	18 kN/m ³	
δ esercizio M1	angolo di attrito terra-muro per le cond. Di esercizio M1	23,33 °	0,407 rad
δ sismica M1	angolo di attrito terra-muro per le cond. sismiche M1	0,00 °	0,000 rad
δ esercizio M2	angolo di attrito terra-muro per le cond. Di esercizio M2	19,50 °	0,340
δ sismica M2	angolo di attrito terra-muro per le cond. sismiche M2	0,00 °	0,000 rad
H terreno	altezza terreno da estradosso fondazione	9,40 m	
W_{terr}	peso totale terreno di monte	5454 kN	
β	inclinazione rispetto alla verticale del paramento	0 °	0 rad
i	inclinazione rispetto all'orizz della superf del terrapieno	0 °	
K_0 M1	coefficiente di spinta in quiete cond M1 $k_0=(1-\text{sen}\phi)$	0,426	
K_0 M2	coefficiente di spinta in quiete cond M2 $k_0=(1-\text{sen}\phi)$	0,511	
K_a M1	coeff di spinta attiva Muller-Breslau cond M1	0,244	
K_a M2	coeff di spinta attiva Muller-Breslau cond M2	0,306	
H tot	altezza totale di spinta (H terr + H fond)	11,40 m	
c'_t	coesione del terreno a monte	0 kPa	

Figura 6.35 - Caratteristiche terreno di monte SPB VI02

TERRENO A TERGO		
ϕ'	35 °	
$\tan(\phi')$	0,700	
$\gamma\phi'$ M1	1	
$\gamma\phi'$ M2	1,25	
ϕ' M1	35,00 °	0,611 rad
ϕ' M2	29,26 °	0,511 rad
γ	18 kN/m ³	
δ eserc M1	23,33 °	0,407 rad
δ sism M1	0,00 °	0,000 rad
δ eserc M2	19,50 °	0,340
δ sism M2	0,00 °	0,000 rad
β	0 °	0 rad
i	0 °	
K_0 M1	0,426	
K_0 M2	0,511	
K_a M1	0,244	
K_a M2	0,306	
H tot	11,40 m	
c'_t	0 kPa	

Figura 6.36 - Caratteristiche terreno a tergo della spalla SPB VI02

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. A

Pertanto, distribuendo gli 80 kN/m su una larghezza trasversale di 3 m si ottiene un carico di 27 kN/m², quale sovraccarico accidentale agente a tergo della spalla. A favore di sicurezza tale sovraccarico viene applicato su tutta l'impronta della spalla.

6.3.2.3 Azione sismica

Longitudine: 16.55

Latitudine: 40.587

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

Classe d'uso: II

Coefficiente d'uso $C_U = 1$

Vita nominale $V_N = 50$ anni

Categoria di suolo: C

Condizione topografica: T1

Fattore di struttura $q = 1$

Per la definizione della categoria di suolo si è fatto riferimento alla specifica relazione.

L'azione sismica è stata calcolata per mezzo del foglio di calcolo Spettri-NTCver.1.0.3 messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

I parametri per la determinazione dei punti dello spettro di risposta orizzontale e verticale sono di seguito riportati:



FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate
 LONGITUDINE: 16,55000
 LATITUDINE: 40,58700

Ricerca per comune
 REGIONE: Piemonte
 PROVINCIA: Torino
 COMUNE: Agliè

Elaborazioni grafiche:
 Grafici spettri di risposta
 Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche:
 Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

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

Interpolazione: superficie rigata

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

INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

Figura 6.38 - Azione sismica: Fase 1 SLV Cat. C

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A



Figura 6.39 - Azione sismica: Fase 2 SLV Cat. C

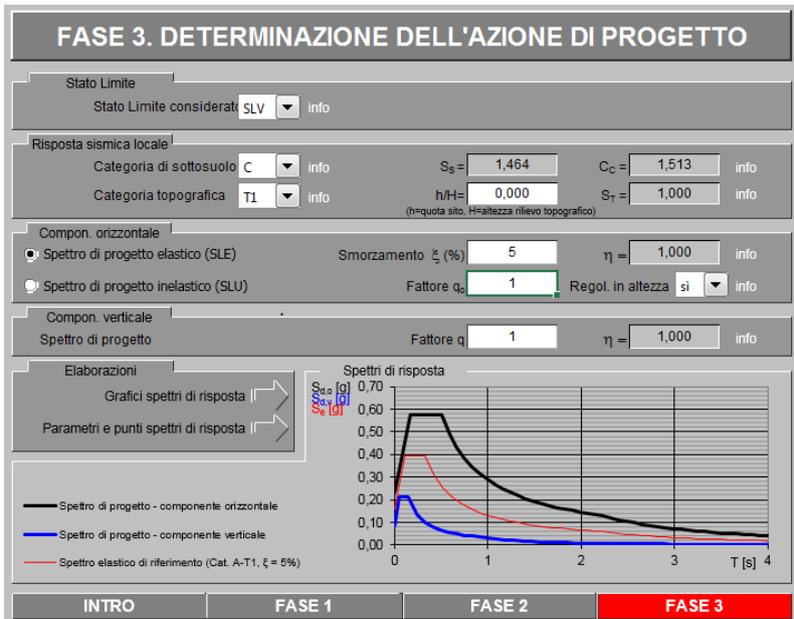


Figura 6.40 - Azione sismica: Fase 3 SLV Cat. C

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

COMPONENTE ORIZZONTALE

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_0	0,159 g
F_0	2,477
T_C^*	0,331 s
S_S	1,464
C_C	1,513
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,464
η	1,000
T_B	0,167 s
T_C	0,500 s
T_D	2,236 s

COMPONENTE VERTICALE

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{0v}	0,086 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,000
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	1,333
S	1,000
η	1,000

Figura 6.41 - Parametri azione sismica SLV Cat. C

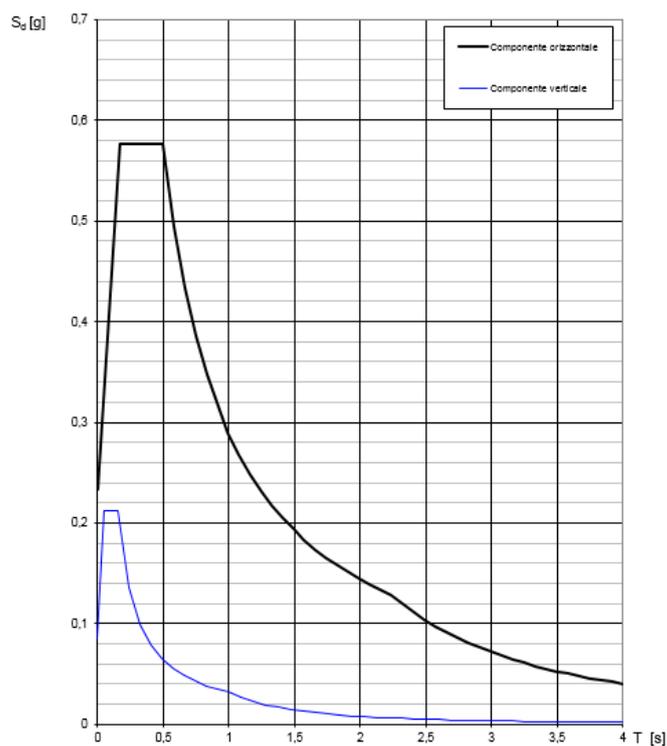


Figura 6.42 - Grafico parametri azione sismica SLV Cat. C

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	PROGETTO DEFINITIVO					
<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. A	FOGLIO 89 di 183

6.3.2.4 Spinta statica del terreno

Le spinte del terreno a monte degli elementi verticali della spalla sono calcolate con la teoria di Muller-Breslau, con distribuzione triangolare delle tensioni e conseguente risultante della spinta al metro pari a $S=1/2 \cdot k_a \cdot \gamma \cdot H^2$, applicata ad 1/3 dal basso.

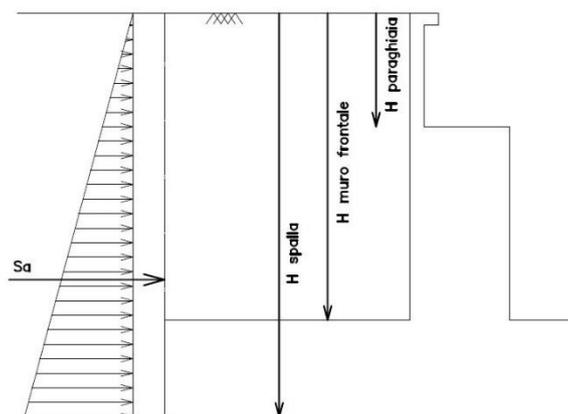


Figura 6.43 - Schema per il calcolo degli effetti della spinta statica del terreno

Si deve notare che essendo presente una fondazione su pali si ipotizza che la spalla sia impedita di traslare rispetto al terreno. La spinta sia in condizioni di esercizio che in condizioni sismiche viene calcolata con il coefficiente di spinta attiva k_a .

La spinta statica del terreno è determinata secondo la teoria di Coulomb. In particolare, il coefficiente di spinta attiva è stato definito attraverso la seguente espressione:

$$k_a = \frac{\text{sen}^2(\psi + \varphi')}{\text{sen}^2\psi \cdot \text{sen}(\psi - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi' + \delta) \cdot \text{sen}(\varphi' - \varepsilon)}{\text{sen}(\psi - \delta) \cdot \text{sen}(\psi + \varepsilon)}} \right]^2}$$

dove:

ψ inclinazione paramento interno della spalla;

φ' angolo d'attrito efficace del terreno di riempimento a tergo della spalla;

δ angolo d'attrito terra-paramento (in prima approssimazione pari a 2/3 di φ');

ε inclinazione del terreno a tergo della spalla.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	PROGETTO DEFINITIVO					
<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. A	FOGLIO 90 di 183

SPINTE DEL TERRENO IN CONDIZIONE D'ESERCIZIO		cond con K_a
MURO FRONTALE	spinta del terreno soprafalda in condizione M1	2001,10 kN
	componente orizzontale	2001,10 kN
	componente verticale	792,59 kN
	spinta del terreno soprafalda in condizione M2	2505,59 kN
	componente orizzontale	2505,59 kN
	componente verticale	836,55 kN
MURO ANDATORE SINISTRA	spinta del terreno soprafalda in condizione M1	1166,19 kN
	componente orizzontale	1070,81 kN
	componente verticale	0,00 kN
	spinta del terreno soprafalda in condizione M2	1460,19 kN
	componente orizzontale	1376,40 kN
	componente verticale	0,00 kN
MURO ANDATORE DESTRA	spinta del terreno soprafalda in condizione M1	1166,19 kN
	componente orizzontale	1070,81 kN
	componente verticale	461,90 kN
	spinta del terreno soprafalda in condizione M2	1460,19 kN
	componente orizzontale	1376,40 kN
	componente verticale	487,52 kN

Figura 6.44 - Calcolo spinta del terreno in condizioni di esercizio per i muri della spalla SPB VI02

6.3.2.5 Spinta dovuta al sovraccarico accidentale

Per considerare la presenza di un sovraccarico da traffico gravante sulla spalla e a tergo di essa, si considera un carico uniformemente distribuito di lunghezza indefinita con valore pari a $q=27 \text{ KN/m}^2$. Il valore della spinta risultante al metro è dunque pari a $S=k_a \cdot q \cdot H$, con punto di applicazione posizionato a metà dell'altezza dell'elemento su cui insiste. Tale forza si considera agente in senso longitudinale su tutta la larghezza della spalla $L_m = 7 \text{ m}$.

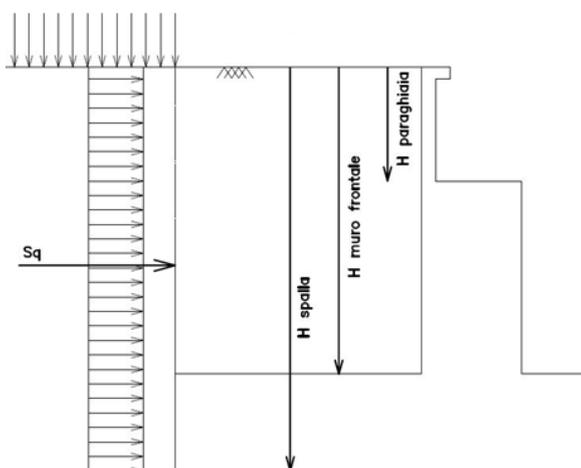


Figura 6.45 - Schema per il calcolo degli effetti della spinta dovuta al sovraccarico accidentale

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

SPINTE SOVRACCARICHI ACCIDENTALI		
MURO FRONTALE	sovraccarico accidentale q	27,00 kNm/q
	spinta dovuta al sovraccarico acc M1	918,77 kN
	componente orizzontale	843,63 kN
	componente verticale	363,91 kN
	spinta dovuta al sovraccarico acc M2	1101,62 kN
	componente orizzontale	1038,40 kN
MURO ANDATORE SINISTRA	componente verticale	367,80 kN
	spinta dovuta al sovraccarico acc M1	649,36 kN
	componente orizzontale	596,25 kN
	componente verticale	257,20 kN
	spinta dovuta al sovraccarico acc M2	778,59 kN
	componente orizzontale	733,91 kN
MURO ANDATORE DESTRA	componente verticale	259,95 kN
	spinta dovuta al sovraccarico acc M1	649,36 kN
	componente orizzontale	596,25 kN
	componente verticale	257,20 kN
	spinta dovuta al sovraccarico acc M2	778,59 kN
	componente orizzontale	733,91 kN
componente verticale	259,95 kN	

Figura 6.46 - Calcolo spinta indotta dal sovraccarico accidentale sui muri della spalla SPB V102

6.3.2.6 Spinta sismica del terreno

La spinta complessiva del terreno sull'opera in condizione sismica è valutata sulla base della teoria di Mononobe-Okabe:

$$k_a = \frac{\sin^2(\psi + \varphi' - \vartheta)}{\cos \vartheta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \vartheta - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi' + \delta) \cdot \sin(\varphi' - \varepsilon - \vartheta)}{\sin(\psi - \vartheta - \delta) \cdot \sin(\psi + \varepsilon)}} \right]^2}$$

Dove:

ψ inclinazione paramento interno della spalla;

φ' angolo d'attrito efficace del terreno di riempimento a tergo della spalla;

δ angolo d'attrito terra-paramento (in prima approssimazione pari a 2/3 di φ');

e inclinazione del terreno a tergo della spalla.

$$\vartheta = \arctan\left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

$$k_h = \frac{\beta_m \cdot a_{\max}}{g}$$

$$k_v = 0.5 \cdot k_h$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

è un coefficiente definito pari a 0.38 nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV) e pari a 0.47 nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD) (rif. §7.11.6.2.1. del DM 17.01.2018).

L'incremento dovuto all'azione sismica agente sulla spalla (ΔS_{sism}), calcolato come differenza fra la spinta complessiva sismica e quella statica (S_{stat}), viene applicato come illustrato di seguito:

$$S_{stat} = k_a \cdot \left(\frac{\gamma_t h_s^2}{2} + \gamma_t h_r h_s + q h_s \right) \quad \text{è la spinta litostatica;}$$

$$S_{sism} = k_{as} \cdot \left((1 + k_v) \cdot \frac{\gamma_t h_s^2}{2} + \gamma_t h_r h_s + q h_s \right) \quad \text{è la spinta sismica;}$$

$$\Delta S_{sism} = S_{sism} - S_{stat} \quad \text{è l'incremento di spinta sismico;}$$

$$\gamma_t \quad \text{è il peso per unità di volume del terreno a tergo della spalla;}$$

$$q \quad \text{è il sovraccarico agente superiormente (ulteriori strati di terreno, armamento e carico da treno).}$$

- Alle azioni sopra indicate si aggiungono le azioni inerziali correlate alle masse strutturali dell'opera (muro e ciabatta di fondazione) e del terreno imbarcato; queste ultime pari ad $a_{max} \cdot w_i$, essendo a_{max} l'accelerazione di aggancio dello spettro per la categoria di suolo in oggetto e w_i il peso strutturale dell'opera o il peso del terreno imbarcato.
- Infine, ai carichi sopra indicati si aggiungeranno le azioni trasmesse dall'impalcato alla sommità dell'opera.
- Alle azioni descritte sono aggiunte quelle concernenti il carico da traffico in funzione del corrispondente coefficiente di combinazione $\psi_2=0.2$.

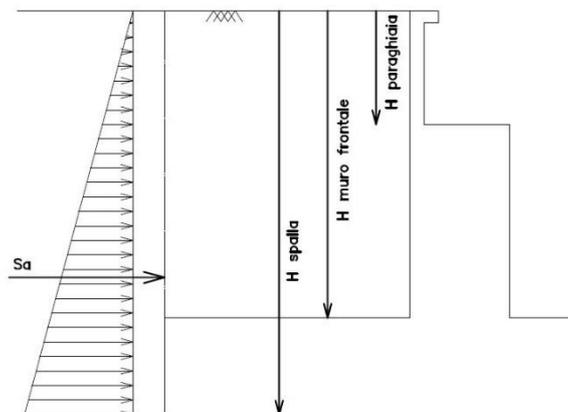


Figura 6.47 - Schema per il calcolo degli effetti della sovraspinta sismica

SPINTE DEL TERRENO IN CONDIZIONE SISMICA		
	categoria del sottosuolo	C
F_0	fattore per l'amplif. spettrale mass su sito di rif rigido	2,477
a_g	accelerazione orizz mass attesa su sito di rif rigido	1,559 m/s ²
S_s	coeff per l'effetto dell'amplif stratigrafica	1,464
S_T	coeff per l'effetto dell'amplif topografica	1
S	fattore della categoria del suolo	1,464
β_m	coeff di riduzione dell'acc max attesa al sito	0,38
a_{max}	acc orizz mass attesa al sito	2,283 m/s ²
	coeff maggiorativo	1
k_h	coeff sismico orizzontale	0,088
k_v	coeff sismico verticale	0,044
ψ	ang. Di incl. Rispetto all'orizz del param. Del muro	90 °
β	ang. Di incl. Rispetto all'orizz della superf del terrapieno	0 °

Figura 6.48 - Parametri spinte del terreno in condizione sismica SLV Cat. C

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	PROGETTO DEFINITIVO					
<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. A	FOGLIO 94 di 183

6.3.2.7 Forze inerziali dovute al sisma

In fase sismica si devono considerare le azioni orizzontali e verticali agenti sulla spalla dovute all'inerzia delle parti in calcestruzzo e del rinterro compreso tra i muri andatori. Le risultanti orizzontali e verticali sono rispettivamente pari a $F_h = k_h \cdot W$ e $F_v = k_v \cdot W$, dove i coefficienti k_h e k_v sono calcolati come esposto al paragrafo 7.11.3.5.2 delle NTC18 risultando pari a $k_h = \beta_m \cdot a_{max} / g$, $k_v = \pm 0.5 k_h$ con $a_{max} = S_s \cdot S_t \cdot a_g$. Il coefficiente β_m , come mostrato nella tabella riportata al paragrafo precedente, viene assunto pari a 0.38 per le verifiche SLV e 0.47 per le verifiche SLD.

$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno	482,22 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno	241,11 kN
$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno sul muro frontale	394,37 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno sul muro frontale	197,18 kN
$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno sul muro parag front	233,95 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno sul muro parag front	116,97 kN
$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno sul muro laterale sx	394,37 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno sul muro laterale sx	197,18 kN
$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno sul muro paragh laterale sx	233,95 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno sul muro paragh laterale sx	116,97 kN
$F_{h,mtest} = k_h \cdot W_{mtest}$	forza d'inerzia orizz del muro di testata	182,58 kN
$F_{v,mtest} = k_v \cdot W_{mtest}$	forza d'inerzia vert del muro di testata	91,29 kN
$F_{h,prg} = k_h \cdot W_{prg}$	forza d'inerzia orizz del paraghiaia	27,08 kN
$F_{v,prg} = k_v \cdot W_{prg}$	forza d'inerzia vert del paraghiaia	13,54 kN
$F_{h,Ma} = k_h \cdot W_{Ma}$	forza d'inerzia orizz del muro andatore ($y < 0$)	78,25 kN
$F_{v,Ma} = k_v \cdot W_{Ma}$	forza d'inerzia vert del muro andatore ($y < 0$)	39,12 kN
$F_{h,Ma} = k_h \cdot W_{Ma}$	forza d'inerzia orizz del muro andatore ($y > 0$)	78,25 kN
$F_{v,Ma} = k_v \cdot W_{Ma}$	forza d'inerzia vert del muro andatore ($y > 0$)	39,12 kN
$F_{h,Map} = k_h \cdot W_{map}$	forza d'inerzia orizz del muro paraghiaia andatore ($y < 0$)	23,21 kN
$F_{v,Map} = k_v \cdot W_{map}$	forza d'inerzia vert del muro paraghiaia andatore ($y < 0$)	11,60 kN
$F_{h,Map} = k_h \cdot W_{map}$	forza d'inerzia orizz del muro paraghiaia andatore ($y > 0$)	23,21 kN
$F_{v,Map} = k_v \cdot W_{map}$	forza d'inerzia vert del muro paraghiaia andatore ($y > 0$)	11,60 kN
$F_{h,fond} = k_h \cdot W_{fond}$	forza d'inerzia orizz della fondazione della spalla	544,99 kN
$F_{v,fond} = k_v \cdot W_{fond}$	forza d'inerzia vert della fondazione della spalla	272,50 kN
	spinta del sovraccarico accidentale MF	133,09 kN
	spinta orizz del sovraccarico accidentale	133,09 kN
	spinta vert del sovraccarico accidentale	0,00 kN
	spinta del sovraccarico accidentale MS	94,07 kN
	spinta orizz del sovraccarico accidentale	94,07 kN
	spinta vert del sovraccarico accidentale	0,00 kN
	spinta del sovraccarico accidentale MD	94,07 kN
	spinta orizz del sovraccarico accidentale	94,07 kN
	spinta vert del sovraccarico accidentale	0,00 kN
	forza d'inerzia del sovraccarico accidentale MF	20,05 kN
	forza d'inerzia del sovraccarico accidentale MS	20,05 kN
	forza d'inerzia del sovraccarico accidentale MD	20,05 kN

Figura 6.49 - Calcolo forze inerziali dovute al sisma SPB VI02 SLV Cat. C

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

6.3.2.8 Riepilogo dei carichi trasmessi dall'impalcato

Sono qui riassunte tutte le azioni trasmesse dall'impalcato alla spalla in corrispondenza del piano appoggi alla quota di sommità del muro di testata.

Nelle tabelle seguenti, si distinguono i carichi agenti definiti sulla base delle combinazioni sismiche prima dell'intervento e a seguito dell'intervento di miglioramento sismico. I carichi mobili sono direttamente quelli sismici.

Il momento My indicato corrisponde al momento di trasporto dei carichi verticali agenti in corrispondenza del piano appoggi al baricentro della fondazione.

I carichi suddetti sono relativi all'analisi del viadotto "La Copeta" VI09 e vengono applicati alla spalla in oggetto allo scopo di definire una situazione sufficientemente cautelativa.

CARICHI DERIVANTI DALL'ANALISI DELL'IMPALCATO		Fx	Fy	Fz	x	y	z	Mx	My	Mz
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
g1	permanenti strutturali	0	0	3395,25	3,75	0,00	8,20	0,00	12732,19	
g2	permanenti non strutturali	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0,00	0,00	
g3	altre azioni permanenti	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0,00	0,00	
e1	distorsioni e presollecitazioni	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0,00	0,00	
e2	Ritiro	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0,00	0,00	
e3	variazioni termiche	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0,00	0,00	
e4	viscosità	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0,00	0,00	
q1+q2	carichi mobili	0	0	380	3,75	0,00	-	0	1425,00	
q3	frenatura	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0,00	0,00	
q4	azione centrifuga+serpeggio	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0,00	0,00	
q5	vento	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0	0,00	
q6	sisma (direzione y) carichi permanenti	1978,86	753,77	0				2289,76	0,00	
q6	sisma (direzione x) carichi permanenti	1796,26	241,33	0				1091,08	0,00	
q6	sisma (direzione z) carichi permanenti	1066,07	231,75	0				1201,28	0,00	
q7	resistenze parassite	0	0	0			8,20			
q8	azione laterale	0	0	0				0,00	0,00	
q9	altre azioni variabili (acc. servizio)	0	0	0						

Figura 6.50 - Riepilogo azioni trasmesse dall'impalcato – prima dell'intervento SPB VI02

CARICHI DERIVANTI DALL'ANALISI DELL'IMPALCATO		Fx	Fy	Fz	x	y	z	Mx	My	Mz
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
g1	permanenti strutturali	0	0	3395,25	3,75	0,00	8,20	0,00	12732,19	
g2	permanenti non strutturali	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0,00	0,00	
g3	altre azioni permanenti	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0,00	0,00	
e1	distorsioni e presollecitazioni	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0,00	0,00	
e2	Ritiro	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0,00	0,00	
e3	variazioni termiche	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0,00	0,00	
e4	viscosità	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0,00	0,00	
q1+q2	carichi mobili	0	0	380	3,75	0,00	-	0	1425,00	
q3	frenatura	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0,00	0,00	
q4	azione centrifuga+serpeggio	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0,00	0,00	
q5	vento	0	0	0	3,75	0,00	8,20	0	0,00	
q6	sisma (direzione y) carichi permanenti	156	596	0				1371,00	0,00	
q6	sisma (direzione x) carichi permanenti	590	151	0				345,00	0,00	
q6	sisma (direzione z) carichi permanenti	157	151	0				344,00	0,00	
q7	resistenze parassite	0	0	0			8,20			
q8	azione laterale	0	0	0				0,00	0,00	
q9	altre azioni variabili (acc. servizio)	0	0	0						

Figura 6.51 - Riepilogo azioni trasmesse dall'impalcato – post-intervento (post-rottura fusibile) SPB VI02

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

6.3.3 Combinazione dei carichi

Le verifiche di sicurezza strutturali e geotecniche sono state condotte utilizzando le combinazioni di carico definite in ottemperanza al Ref. 1 e Ref. 4.

Le verifiche di sicurezza strutturali e geotecniche dei pali sono state condotte utilizzando la combinazione A1+M1+R3, in ottemperanza alle NTC18.

Nelle tabelle seguenti, si riportano i dati relativamente alle sole combinazioni sismiche.

	Elemento	sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	sisma Z verso basso + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Y	sisma Z verso alto + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Y
		Coef	Coef	Coef	Coef	Coef	Coef
Peso proprio	muro frontale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	paraghiaia frontale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	muro sinistro	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	bandiera muro sx	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	paraghiaia sinistro	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	muro destro	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	bandiera muro dx	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	paraghiaia destro	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	platea	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	terr riemp su platea	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinte statiche M1 (ka)	spinta terre su MF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta terre su MS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta terre su MD	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Δ Spinte sismiche Mononobe-Okabe M1 (ka)	sovraspinta sismica su MF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	sovraspinta sismica su MS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	sovraspinta sismica su MD	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinte statiche sovraccarico M1	spinta orizz sovrac su MF	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	spinta orizz sovrac su MS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	spinta orizz sovrac su MD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	peso sovraccarico su platea	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinte sismiche sovraccarico accidentale	spinta orizz sovrac su MF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta orizz sovrac su MS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta orizz sovrac su MD	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
inerzie X sovracc accidentale	spinta orizz sovrac su MF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta orizz sovrac su MS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta orizz sovrac su MD	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Inerzia X spalla	muro frontale	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	paraghiaia frontale	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	muro sinistro	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	paraghiaia sinistro	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	muro destro	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	paraghiaia destro	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
Inerzia X terre	platea	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp inf MF	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPF	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp inf MD	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPD	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp inf MS	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPS	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
Inerzia Y spalla	muro frontale	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	paraghiaia frontale	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	muro sinistro	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	paraghiaia sinistro	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	muro destro	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	paraghiaia destro	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	platea	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
Inerzia Y terre	Ter di riemp inf MF	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPF	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp inf MD	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPD	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp inf MS	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPS	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Azioni da impalcato:	Permanenti impalcato	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Frenatura		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vento trasversale		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sovraccarico acc		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Azione centrifuga		1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Variazioni termiche		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Resistenze parassite		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inerz X perm/acc impalc	Inerzia X perman impalc	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Inerzia X sovracc acc da impalc	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inerz Y perm/acc impalc	Inerzia Y perman impalc	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Inerzia Y sovracc acc da impalc	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Figura 6.52 - Coefficienti combinazioni sismiche

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

6.3.4 Sollecitazioni a quota intradosso fondazioni

Nelle seguenti tabelle sono riportate le azioni elementari in direzione orizzontale e verticale agenti sulla spalla distinguendo tra prima dell'intervento e a seguito dell'intervento di miglioramento sismico (post-rottura fusibile).

	Elemento	Fy (KN)	-Fx (KN)	Fz (KN)	x (m)	y (m)	z (m)
Peso proprio	muro frontale	0	0	-2108	0,30	0,00	4,95
	paraghiaia frontale	0	0	-306	-0,45	0,00	9,65
	muro sinistro	0	0	-885	-3,70	-4,00	4,95
	bandiera muro sx	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	paraghiaia sinistro	0	0	-263	-3,70	-4,25	9,65
	muro destro	0	0	-885	-3,70	4,00	4,95
	bandiera muro dx	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	paraghiaia destro	0	0	-263	-3,70	4,25	9,65
	platea	0	0	-6164	0,00	0,00	1,00
terr riemp su platea	0	0	-5454	-3,70	0,00	6,70	
Spinte statiche M1 (ka)	spinta terre su MF	0	-1837	-793	-6,70	0,00	3,80
	spinta terre su MS	1071	0	0	-3,70	-3,50	5,13
	spinta terre su MD	-1071	0	-462	-3,70	3,50	5,13
Δ Spinte sismiche Mononobe-Okabe M1 (ka)	sovraspinta sismica su MF	0	-528	793	-6,70	0,00	3,80
	sovraspinta sismica su MS	471,1	0	0	-3,70	-3,50	5,13
	sovraspinta sismica su MD	-471,1	0	462	-3,70	3,50	5,13
Spinte statiche sovraccarico M1	spinta orizz sovrap su MF	0	-844	-364	-6,70	0,00	5,70
	spinta orizz sovrap su MS	596	0	-257	-3,70	-3,50	6,70
	spinta orizz sovrap su MD	-596	0	-257	-3,70	3,50	6,70
	peso sovraccarico su platea	0	0	-1134	-3,70	0,00	11,40
Spinte sismiche sovraccarico accidentale	spinta orizz sovrap su MF	0	-133	0	-6,70	0,00	5,70
	spinta orizz sovrap su MS	94	0	0	-3,70	-3,50	6,70
	spinta orizz sovrap su MD	-94	0	0	-3,70	3,50	6,70
inerzie X sovracc accidentale	spinta orizz sovrap su MF	0	-20	0	-3,70	0,00	5,70
	spinta orizz sovrap su MS	20	0	0	-3,70	0,00	6,70
	spinta orizz sovrap su MD	-20	0	0	-3,70	0,00	6,70
Inerzia X spalla	muro frontale	0	-183	-91	0,30	0,00	4,95
	paraghiaia frontale	0	-27	-14	-0,45	0,00	9,65
	muro sinistro	0	-78	-39	-3,70	0,00	4,95
	paraghiaia sinistro	0	-23	-12	-3,70	0,00	9,65
	muro destro	0	-78	-39	-3,70	0,00	4,95
	paraghiaia destro	0	-23	-12	-3,70	0,00	9,65
	platea	0	-545	-272	0,00	0,00	1,00
Inerzia X terre	Ter di riemp inf MF	0	-394	-197	-3,70	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPF	0	-234	-117	-3,70	0,00	9,65
	Ter di riemp inf MD	0	0	0	-3,70	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPD	0	0	0	-3,70	0,00	9,65
	Ter di riemp inf MS	0	0	0	-3,70	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPS	0	0	0	-3,70	0,00	9,65
Inerzia Y spalla	muro frontale	183	0	-91	0,30	0,00	4,95
	paraghiaia frontale	27	0	-14	-0,45	0,00	9,65
	muro sinistro	78	0	-39	-3,70	0,00	4,95
	paraghiaia sinistro	23	0	-12	-3,70	0,00	9,65
	muro destro	78	0	-39	-3,70	0,00	4,95
	paraghiaia destro	23	0	-12	-3,70	0,00	9,65
	platea	545	0	-272	0,00	0,00	1,00
Inerzia Y terre	Ter di riemp inf MF	0	0	0	-3,70	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPF	0	0	0	-3,70	0,00	9,65
	Ter di riemp inf MD	0	0	0	-3,70	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPD	0	0	0	-3,70	0,00	9,65
	Ter di riemp inf MS	394	0	-197	-3,70	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPS	234	0	-117	-3,70	0,00	9,65
Azioni da impalcato:	Permanenti impalcato	0	0	-3395	0,80	0,00	8,20
	Frenatura	0	0	0	0,80	0,00	8,20
	Vento trasversale	0	0	0	0,80	0,00	11,25
	Sovraccarico acc	0	0	-380	0,80	0,00	8,20
	Azione centrifuga	0	0	0	0,80	0,00	11,80
	Variazioni termiche	0	0	0	0,80	0,00	8,20
	Resistenze parassite	0	0	0	0,80	0,00	10,00
Inerz X perm/acc impalc	Inerzia X perman impalc	241	-1796	0	0,80	0,00	8,20
	Inerzia X sovracc acc da impalc	0	0	0	0,80	0,00	8,20
Inerz Y perm/acc impalc	Inerzia Y perman impalc	754	-1979	0	0,80	0,00	8,20
	Inerzia Y sovracc acc da impalc	0	0	0	0,80	0,00	8,20

Figura 6.53 - Riepilogo azioni prima dell'intervento intradosso fondazione SPB VI02

	Elemento	Fy (KN)	-Fx (KN)	Fz (KN)	x (m)	y (m)	z (m)
Peso proprio	muro frontale	0	0	-2108	0,30	0,00	4,95
	paraghiaia frontale	0	0	-306	-0,45	0,00	9,65
	muro sinistro	0	0	-885	-3,70	-4,00	4,95
	bandiera muro sx	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	paraghiaia sinistro	0	0	-263	-3,70	-4,25	9,65
	muro destro	0	0	-885	-3,70	4,00	4,95
	bandiera muro dx	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	paraghiaia destro	0	0	-263	-3,70	4,25	9,65
	platea	0	0	-6164	0,00	0,00	1,00
terr riemp su platea	0	0	-5454	-3,70	0,00	6,70	
Spinte statiche M1 (ka)	spinta terre su MF	0	-1837	-793	-6,70	0,00	3,80
	spinta terre su MS	1071	0	0	-3,70	-3,50	5,13
	spinta terre su MD	-1071	0	-462	-3,70	3,50	5,13
Δ Spinte sismiche Mononobe-Okabe M1 (ka)	sovraspinta sismica su MF	0	-528	793	-6,70	0,00	3,80
	sovraspinta sismica su MS	471,1	0	0	-3,70	-3,50	5,13
	sovraspinta sismica su MD	-471,1	0	462	-3,70	3,50	5,13
Spinte statiche sovraccarico M1	spinta orizz sovra su MF	0	-844	-364	-6,70	0,00	5,70
	spinta orizz sovra su MS	596	0	-257	-3,70	-3,50	6,70
	spinta orizz sovra su MD	-596	0	-257	-3,70	3,50	6,70
	peso sovraccarico su platea	0	0	-1134	-3,70	0,00	11,40
Spinte sismiche sovraccarico accidentale	spinta orizz sovra su MF	0	-133	0	-6,70	0,00	5,70
	spinta orizz sovra su MS	94	0	0	-3,70	-3,50	6,70
	spinta orizz sovra su MD	-94	0	0	-3,70	3,50	6,70
inerzie X sovracc accidentale	spinta orizz sovra su MF	0	-20	0	-3,70	0,00	5,70
	spinta orizz sovra su MS	20	0	0	-3,70	0,00	6,70
	spinta orizz sovra su MD	-20	0	0	-3,70	0,00	6,70
Inerzia X spalla	muro frontale	0	-183	-91	0,30	0,00	4,95
	paraghiaia frontale	0	-27	-14	-0,45	0,00	9,65
	muro sinistro	0	-78	-39	-3,70	0,00	4,95
	paraghiaia sinistro	0	-23	-12	-3,70	0,00	9,65
	muro destro	0	-78	-39	-3,70	0,00	4,95
	paraghiaia destro	0	-23	-12	-3,70	0,00	9,65
	platea	0	-545	-272	0,00	0,00	1,00
Inerzia X terre	Ter di riemp inf MF	0	-394	-197	-3,70	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPF	0	-234	-117	-3,70	0,00	9,65
	Ter di riemp inf MD	0	0	0	-3,70	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPD	0	0	0	-3,70	0,00	9,65
	Ter di riemp inf MS	0	0	0	-3,70	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPS	0	0	0	-3,70	0,00	9,65
Inerzia Y spalla	muro frontale	183	0	-91	0,30	0,00	4,95
	paraghiaia frontale	27	0	-14	-0,45	0,00	9,65
	muro sinistro	78	0	-39	-3,70	0,00	4,95
	paraghiaia sinistro	23	0	-12	-3,70	0,00	9,65
	muro destro	78	0	-39	-3,70	0,00	4,95
	paraghiaia destro	23	0	-12	-3,70	0,00	9,65
platea	545	0	-272	0,00	0,00	1,00	
Inerzia Y terre	Ter di riemp inf MF	0	0	0	-3,70	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPF	0	0	0	-3,70	0,00	9,65
	Ter di riemp inf MD	0	0	0	-3,70	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPD	0	0	0	-3,70	0,00	9,65
	Ter di riemp inf MS	394	0	-197	-3,70	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPS	234	0	-117	-3,70	0,00	9,65
Azioni da impalcato:	Permanenti impalcato	0	0	-3395	0,80	0,00	8,20
	Frenatura	0	0	0	0,80	0,00	8,20
	Vento trasversale	0	0	0	0,80	0,00	11,25
	Sovraccarico acc	0	0	-380	0,80	0,00	8,20
	Azione centrifuga	0	0	0	0,80	0,00	11,80
	Variazioni termiche	0	0	0	0,80	0,00	8,20
	Resistenze parassite	0	0	0	0,80	0,00	10,00
Inerz X perm/acc impalc	Inerzia X perman impalc	151	-590	0	0,80	0,00	8,20
	Inerzia X sovracc acc da impalc	0	0	0	0,80	0,00	8,20
Inerz Y perm/acc impalc	Inerzia Y perman impalc	596	-156	0	0,80	0,00	8,20
	Inerzia Y sovracc acc da impalc	0	0	0	0,80	0,00	8,20

Figura 6.54 - Riepilogo azioni post-intervento (post-rottura fusibile) intradosso fondazione SPB VI02

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. A

Tali azioni combinate con i coefficienti riportati in precedenza determinano le sollecitazioni di progetto nel baricentro del plinto, alla quota intradosso, esposte nelle tabelle seguenti.

Nelle tabelle seguenti sono riportate le azioni elementari in direzione orizzontale e verticale agenti sulla platea di fondazione della spalla, distinguendo tra prima dell'intervento e a seguito dell'intervento di miglioramento sismico

Combinazioni	Ty (KN)	Tx (KN)	N (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	943	6494	-20505	-5935	7440
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	943	6494	-21932	-5935	2434
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	2412	5512	-20505	-15075	3488
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	2412	5512	-21932	-15075	-1518
sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	774	4127	-24045	-8363	-25924
sisma Z verso alto + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	774	4127	-15589	-8363	15545

Figura 6.55 - Forze risultanti nel baricentro del plinto di fondazione, quota intradosso – prima dell'intervento SPB VI02

Combinazioni	Ty (KN)	Tx (KN)	N (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	806	4741	-20505	-4060	-6936
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	806	4741	-21932	-4060	-11942
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	2227	3327	-20505	-12640	-14427
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	2227	3327	-21932	-12640	-19433
sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	700	3218	-24045	-7753	-33375
sisma Z verso alto + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	700	3218	-15589	-7753	8093

Figura 6.56 - Forze risultanti nel baricentro del plinto di fondazione, quota intradosso – post-intervento (post-rottura fusibile) SPB VI02

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

6.3.5 Verifica strutturale dei pali di fondazione

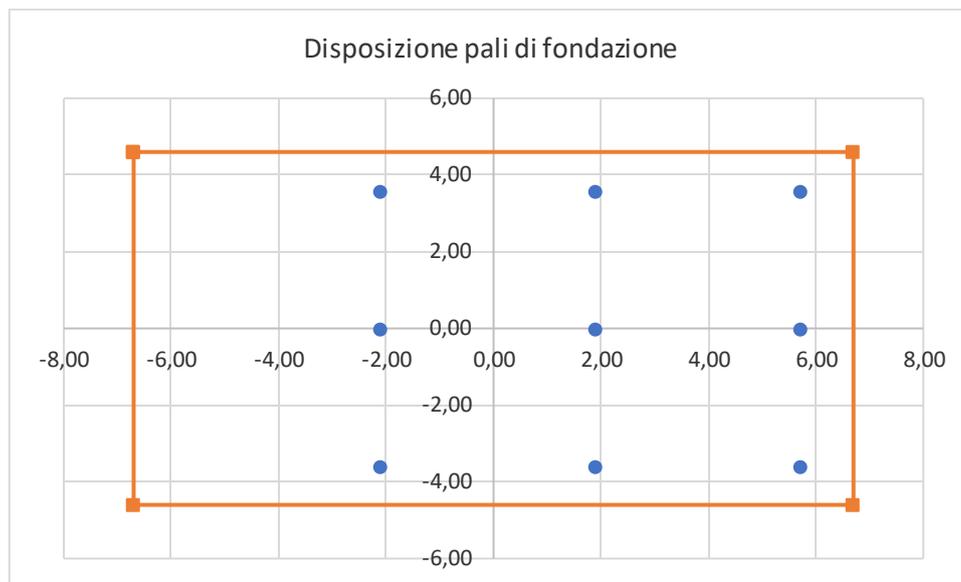


Figura 6.57 - Pianta fondazione spalla SPB VI02

Per i materiali, come riportato in IA5F03D09ROVI0000001, si fa riferimento ai seguenti dati:

- Calcestruzzo C 20/25 con FC=1.2;
- Acciaio FeB38k;
- Copriferro 6 cm;
- Diametro pali 1200 mm;
- Armatura pali 28 Φ 30.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

PRIMA DELL'INTERVENTO

Sui singoli pali si ha:

Combinazioni	N [kN]	Ml [kNm]	Mt [kNm]	Vl [kN]	Vt [kN]	n [-]	V [kN]	M [kNm]	1	2	3	4	5	6	7	8	9
									pal01 Q [kN]	pal02 Q [kN]	pal03 Q [kN]	pal04 Q [kN]	pal05 Q [kN]	pal06 Q [kN]	pal07 Q [kN]	pal08 Q [kN]	pal09 Q [kN]
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	20504,86	7439,84	-5935,31	6494,06	943,23	9	729,13	2114,49	2424,54	2669,42	2902,04	2149,76	2394,63	2627,26	1874,98	2119,85	2352,48
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	21931,94	2433,83	-5935,31	6494,06	943,23	9	729,13	2114,49	2669,61	2749,72	2825,82	2394,83	2474,93	2551,03	2120,04	2200,15	2276,25
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	20504,86	3488,30	-15075,06	5511,76	2412,05	9	668,49	1938,63	2915,96	3030,77	3139,85	2218,04	2332,85	2441,93	1520,12	1634,93	1744,01
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	21931,94	-1517,71	-15075,06	5511,76	2412,05	9	668,49	1938,63	3161,03	3111,07	3063,62	2463,11	2413,15	2365,70	1765,19	1715,24	1667,78
sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	24045,16	-25923,52	-8362,86	4126,56	774,29	9	466,51	1352,87	3506,80	2653,57	1842,99	3119,63	2266,40	1455,82	2732,47	1879,23	1068,65
sisma Z verso alto + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	15589,43	15544,97	-8362,86	4126,56	774,29	9	466,51	1352,87	1850,72	2362,36	2848,42	1463,55	1975,19	2461,25	1076,38	1588,02	2074,08

Figura 6.58 - Riepilogo azioni sui pali prima dell'intervento SPB VI02

SOLLECITAZIONI MASSIME AGENTI SUI PALI

N max	3507
N min	1069
V max	729,13
V min	466,51
M max	2114,49
M min	1352,87

Tabella 6.3 - Involuppo sollecitazioni pali prima dell'intervento SPB VI02

Dove per il calcolo del momento agente si rimanda alle relazioni:

IA5F03D09GEVI0200001

IA5F03D09GEVI0700001

IA5F03D09GEVI0900001A.

Per poterlo confrontare con i momenti resistenti post intervento, vengono riportati i domini resistenti in campo sostanzialmente elastico.

Calcolo momento resistente in campo sostanzialmente elastico

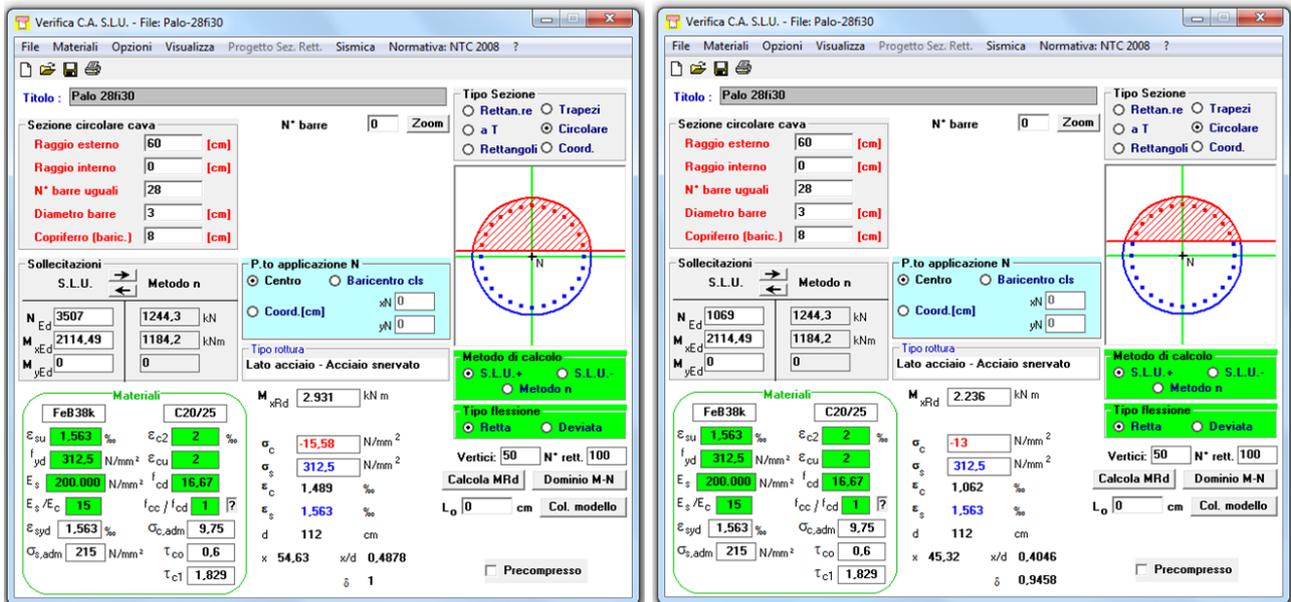


Figura 6.59 - Calcolo momento resistente prima dell'intervento SPB VI02 per le combinazioni $N_{max}; M_{max}$ (a sinistra) e $N_{min}; M_{max}$ (a destra)

Calcolo dominio di rottura

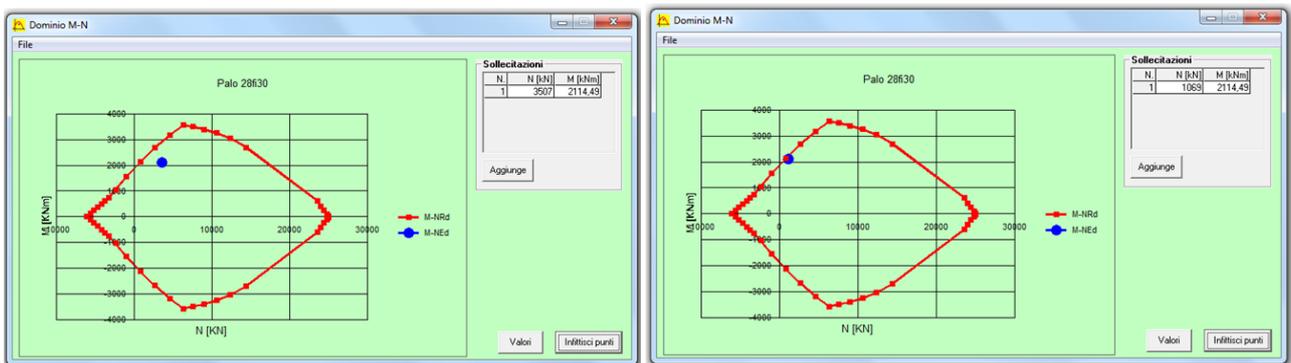


Figura 6.60 - Calcolo dominio di rottura prima dell'intervento SPA VI02 per le combinazioni $N_{max}; M_{max}$ (a sinistra) e $N_{min}; M_{max}$ (a destra)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

POST-INTERVENTO (post-rottura del fusibile)

Sui singoli pali si ha:

Combinazioni	N [kN]	MI [kNm]	Mt [kNm]	VI [kN]	Vt [kN]	n [-]	V [kN]	M [kNm]	1	2	3	4	5	6	7	8	9
									Q [kN]								
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	20504,86	-6935,72	-4060,41	4740,94	805,56	9	534,32	1549,53	2586,15	2357,87	2141,00	2398,16	2169,88	1953,02	2210,18	1981,90	1765,04
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	21931,94	-11941,74	-4060,41	4740,94	805,56	9	534,32	1549,53	2831,21	2438,17	2064,77	2643,23	2250,19	1876,79	2455,25	2062,20	1688,81
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	20504,86	-14426,55	-12640,38	3327,02	2227,18	9	444,85	1290,07	3112,81	2637,98	2186,89	2527,60	2052,77	1601,68	1942,40	1467,57	1016,48
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	21931,94	-19432,56	-12640,38	3327,02	2227,18	9	444,85	1290,07	3357,87	2718,28	2110,66	2772,67	2133,07	1525,46	2187,47	1547,87	940,25
sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	24045,16	-33375,15	-7752,54	3217,82	699,86	9	365,89	1061,10	3607,31	2508,81	1465,24	3248,40	2149,90	1106,32	2889,48	1790,98	747,41
sisma Z verso alto + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	15589,43	8093,33	-7752,54	3217,82	699,86	9	365,89	1061,10	1951,22	2217,60	2470,67	1592,31	1858,69	2111,75	1233,40	1499,78	1752,84

Figura 6.61 - Riepilogo azioni sui pali post-intervento (post-rottura fusibile) SPB VI02

SOLLECITAZIONI MASSIME AGENTI SUI PALI

N max	3607,31
N min	747,41
V max	534,32
V min	365,89
M max	1549,53
M min	1061,10

Tabella 6.4 - Involuppo sollecitazioni pali post-intervento (post-rottura fusibile) SPB VI02

Calcolo momento resistente in campo sostanzialmente elastico

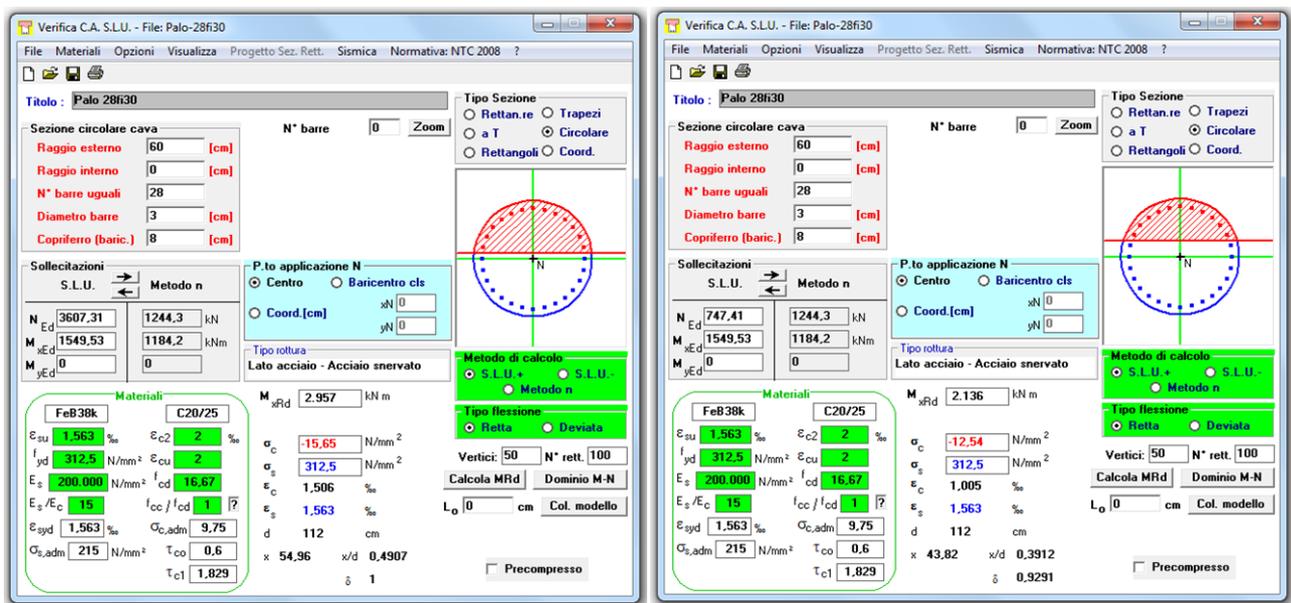


Figura 6.62 - Calcolo momento resistente post-intervento (post-rottura fusibile) SPB VI02 per le combinazioni $N_{max}; M_{max}$ (a sinistra) e $N_{min}; M_{max}$ (a destra)

Calcolo dominio di rottura

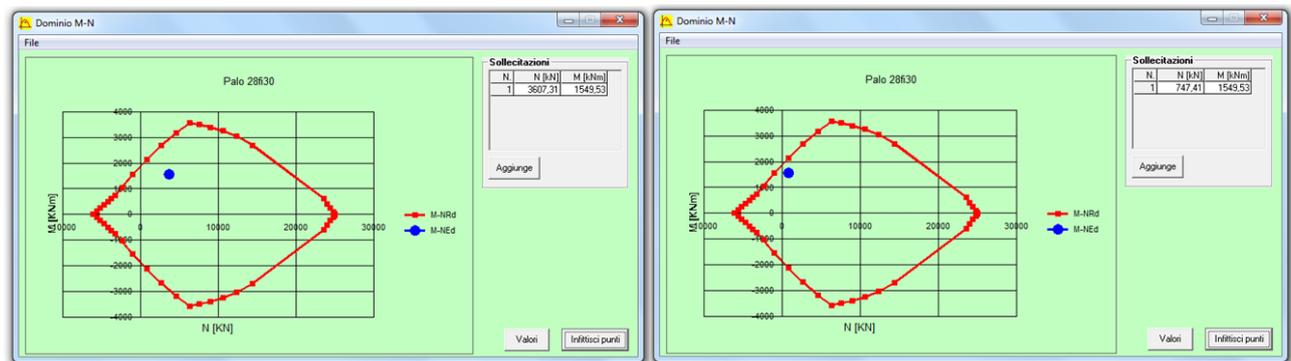


Figura 6.63 - Calcolo dominio di rottura post-intervento (post-rottura fusibile) SPB VI02 per le combinazioni $N_{max}; M_{max}$ (a sinistra) e $N_{min}; M_{max}$ (a destra)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

6.3.6 Verifica geotecnica dei pali di fondazione

Per le verifiche geotecniche si rimanda alle relazioni:

IA5F03D09GEVI0200001

IA5F03D09GEVI0700001

IA5F03D09GEVI0900001.

Gli scarichi sui pali sono riportati nella seguente tabella:

Combinazioni	N [kN]	MI [kNm]	Mt [kNm]	VI [kN]	Vt [kN]	n [-]	V [kN]	M [kNm]	1	2	3	4	5	6	7	8	9
									palo1 Q [kN]	palo2 Q [kN]	palo3 Q [kN]	palo4 Q [kN]	palo5 Q [kN]	palo6 Q [kN]	palo7 Q [kN]	palo8 Q [kN]	palo9 Q [kN]
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	20504,86	-6935,72	-4060,41	4740,94	805,56	9	534,32	1549,53	2586,15	2357,87	2141,00	2398,16	2169,88	1953,02	2210,18	1981,90	1765,04
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	21931,94	-11941,74	-4060,41	4740,94	805,56	9	534,32	1549,53	2831,21	2438,17	2064,77	2643,23	2250,19	1876,79	2455,25	2062,20	1688,81
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	20504,86	-14426,55	-12640,38	3327,02	2227,18	9	444,85	1290,07	3112,81	2637,98	2186,89	2527,60	2052,77	1601,68	1942,40	1467,57	1016,48
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	21931,94	-19432,56	-12640,38	3327,02	2227,18	9	444,85	1290,07	3357,87	2718,28	2110,66	2772,67	2133,07	1525,46	2187,47	1547,87	940,25
sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	24045,16	-33375,15	-7752,54	3217,82	699,86	9	365,89	1061,10	3607,31	2508,81	1465,24	3248,40	2149,90	1106,32	2889,48	1790,98	747,41
sisma Z verso alto + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	15589,43	8093,33	-7752,54	3217,82	699,86	9	365,89	1061,10	1951,22	2217,60	2470,67	1592,31	1858,69	2111,75	1233,40	1499,78	1752,84

Figura 6.64 - Riepilogo azioni sui pali post-intervento (post-rottura fusibile) SPB V102

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

7. VIADOTTO “DRAGONE” – VI06

7.1 Geometria delle spalle

Nelle figure sottostanti è indicato uno schema qualitativo della geometria delle spalle, utile alla lettura della tabella successiva. I dati presenti in tabella, indicanti il peso di ciascun elemento delle spalle, fanno riferimento all’effettiva carpenteria della spalla come definita negli elaborati grafici.

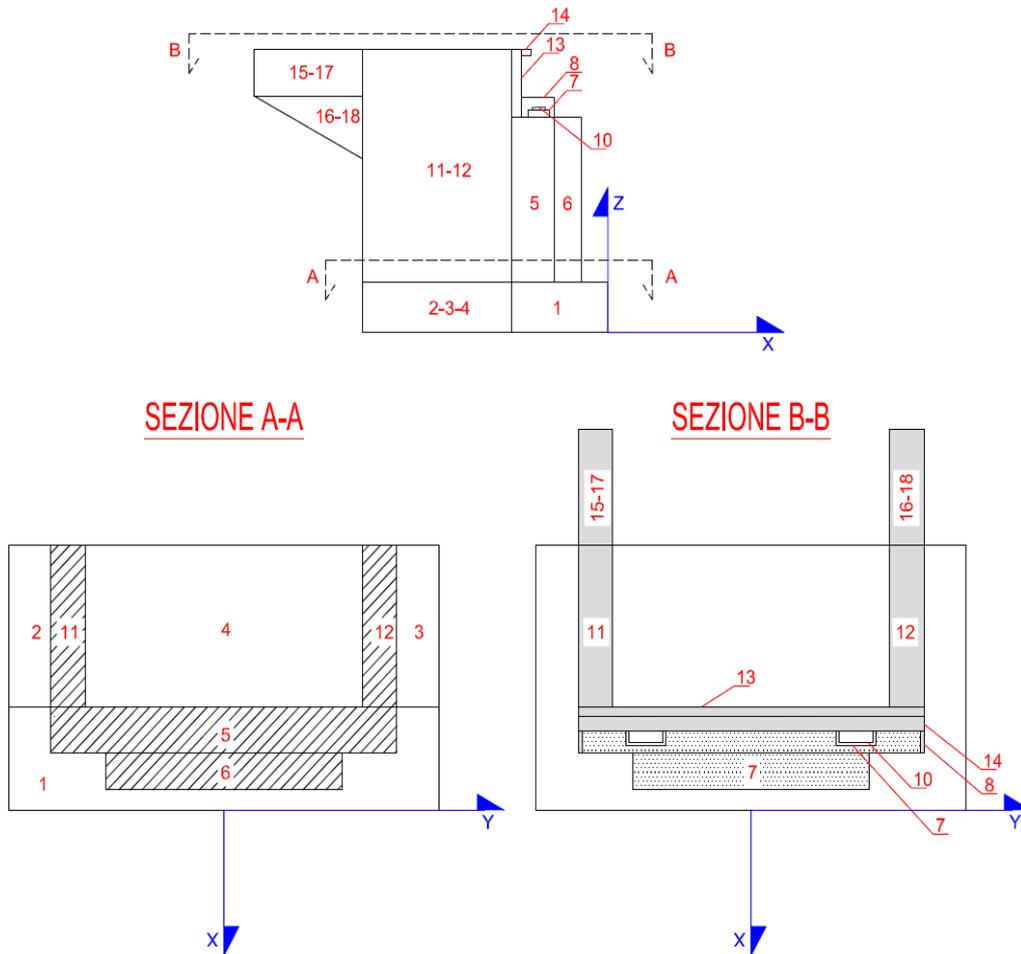


Figura 7.1 - Schema qualitativo della geometria della spalla

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

7.2 SPALLA FISSA – SP A

Si riporta la geometria della **spalla fissa** SPA come da allegato n. **F.6.2 (progetto storico)**:

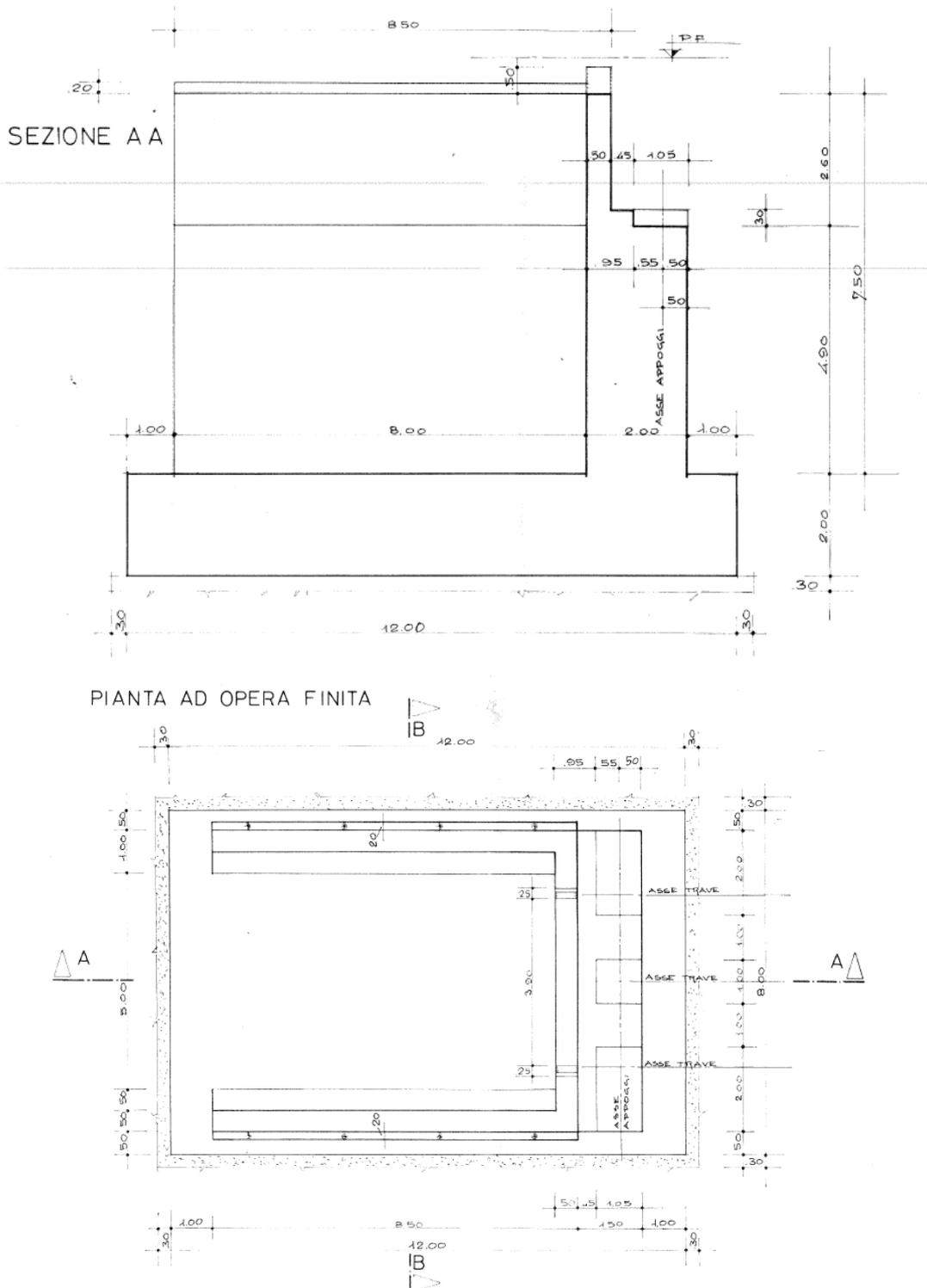


Figura 7.2 - Geometria spalla A VI06 secondo progetto storico

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

7.2.1 Caratteristiche del terreno a monte della spalla

Sono state considerate caratteristiche geotecniche uguali per il terreno a tergo della fondazione, e quello contenuto entro i muri andatori. Tali valori sono riportati di seguito in tabella.

PESO PROPRIO SPALLA - GEOMETRIA								
ELEMENTO	Descrizione	quantità	LX [m]	LY [m]	LZ [m]	Volume	γ [kNm ³]	Peso [kN]
1	PORZIONE TRASVERSALE DELLA FONDAZIONE		3,00	8,00	2,00	48,00	25,00	-1200,00
2	PORZIONE LONGITUDINALE DELLA FONDAZIONE (y<0)		9,00	0,50	2,00	9,00	25,00	-225,00
3	PORZIONE LONGITUDINALE DELLA FONDAZIONE (y>0)		9,00	0,50	2,00	9,00	25,00	-225,00
4	COMPLETAMENTO DELLA FONDAZIONE		9,00	7,00	2,00	126,00	25,00	-3150,00
	PESO TOTALE FONDAZIONE							-4800,00
5	MURO FRONTALE		2,00	7,00	4,90	68,60	25,00	-1715,00
6	RINGROSSO MURO FRONTALE (per appoggi)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
7	BAGGIOLI	3	0,40	0,40	0,30	0,14	25,00	-3,60
8	RITEGNI SISMICI TRASVERSALI	2	1,05	1,00	0,30	0,63	25,00	-15,75
9	RITEGNI SISMICI LONGITUDINALI	1	0,45	7,00	0,30	0,95	25,00	-23,63
10	APPARECCHI DI APPOGGIO				0,00			0,00
11	MURO ANDATORE (Y < 0)		8,00	1,00	4,90	39,20	25,00	-980,00
12	MURO ANDATORE (Y > 0)		8,00	1,00	4,90	39,20	25,00	-980,00
13	MURO PARAGHIAIA		0,50	7,00	3,50	12,25	25,00	-306,25
11A	MURO PARAGHIAIA ANDATORE (Y < 0)		8,00	0,50	3,50	14,00	25,00	-350,00
12B	MURO PARAGHIAIA ANDATORE (Y > 0)		8,00	0,50	3,50	14,00	25,00	-350,00
14	MARTELLO		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
15	BANDIERA parte rettangolare (Y>0)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
16	BANDIERA parte triangolare (Y>0)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
17	BANDIERA parte rettangolare (Y<0)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
18	BANDIERA parte triangolare (Y<0)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
19	MARCIAPIEDE (y > 0)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
20	MARCIAPIEDE (y < 0)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
21	GUARD-RAIL + BARRIERA SICUREZZA + VELETTA (y > 0)							0,00
22	GUARD-RAIL + BARRIERA SICUREZZA + VELETTA (y < 0)							0,00
	TOTALE =							-9524,23

Figura 7.3 - Peso proprio della spalla SPA VI06

L'altezza del muro paraghiaia, come evidenziato, è stata incrementata da 2.60 m a 3.50 per tener conto del sovraccarico esercitato dal ballast e dai muretti a tergo della spalla.

TERRENO DI MONTE		
ϕ'	angolo di attrito del terreno di monte	35 °
$\tan(\phi')$	tang. Dell'angolo di resistenza a taglio del terreno di monte	0,700
$\gamma\phi'$ M1	coeffic. Parziale di tanf' per la cond. M1	1
$\gamma\phi'$ M2	coeffic. Parziale di tanf' per la cond. M2	1,25
ϕ' M1	angolo di attrito per la cond. M1	35,00 °
ϕ' M2	angolo di attrito per la cond. M2	29,26 °
γ	peso per unità di volume del terreno	18 kN/m ³
δ esercizio M1	angolo di attrito terra-muro per le cond. Di esercizio M1	23,33 °
δ sismica M1	angolo di attrito terra-muro per le cond. sismiche M1	0,00 °
δ esercizio M2	angolo di attrito terra-muro per le cond. Di esercizio M2	19,50 °
δ sismica M2	angolo di attrito terra-muro per le cond. sismiche M2	0,00 °
H terreno	altezza terreno da estradosso fondazione	8,40 m
W_{terr}	peso totale terreno di monte	7371 kN
β	inclinazione rispetto alla verticale del paramento	0 °
i	inclinazione rispetto all'orizz della superf del terrapieno	0 °
K_0 M1	coefficiente di spinta in quiete cond M1 $k_0=(1-\text{sen}\phi)$	0,426
K_0 M2	coefficiente di spinta in quiete cond M2 $k_0=(1-\text{sen}\phi)$	0,511
K_a M1	coeff di spinta attiva Muller-Breslau cond M1	0,244
K_a M2	coeff di spinta attiva Muller-Breslau cond M2	0,306
H tot	altezza totale di spinta (H terr + H fond)	10,40 m
C'_t	coesione del terreno a monte	0 kPa

Figura 7.4 - Caratteristiche terreno di monte SPA VI06

TERRENO A TERGO		
ϕ'	35 °	
$\tan(\phi')$	0,700	
$\gamma\phi'$ M1	1	
$\gamma\phi'$ M2	1,25	
ϕ' M1	35,00 °	0,611 rad
ϕ' M2	29,26 °	0,511 rad
γ	18 kN/m ³	
δ eserc M1	23,33 °	0,407 rad
δ sism M1	0,00 °	0,000 rad
δ eserc M2	19,50 °	0,340
δ sism M2	0,00 °	0,000 rad
β	0 °	0 rad
i	0 °	
K_0 M1	0,426	
K_0 M2	0,511	
K_a M1	0,244	
K_a M2	0,306	
H tot	10,40 m	
c'_t	0 kPa	

Figura 7.5 - Caratteristiche terreno a tergo della spalla SPA VI06

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

7.2.2 Analisi dei carichi

7.2.2.1 Carichi permanenti strutturali e non strutturali

Nei carichi permanenti strutturali sono compresi il peso proprio della spalla (calcolato considerando un peso specifico del calcestruzzo di 25kN/mc), il peso del terreno compreso tra i muri andatori ed i carichi permanenti strutturali trasmessi dall'impalcato.

Il totale dei carichi permanenti strutturali e non strutturali trasmesso al piano appoggi del muro frontale dall'impalcato (travi, trasversi, soletta, marciapiedi, ballast....) è pari a **N=3395.25 kN**.

7.2.2.2 Carichi da traffico

La spalla è stata progettata considerando agente il carico da traffico in funzione del corrispondente coefficiente di combinazione $\psi_2=0.2$

I valori massimi dell'azione verticale risultante al piano appoggi sulla sommità del muro frontale sono:

q1: **N=380 kN**.

In aggiunta ai carichi provenienti dall'impalcato, si considera la presenza di un sovraccarico accidentale gravante sulla spalla e sul cuneo di spinta a tergo di essa, mediante l'applicazione di un carico uniformemente distribuito pari a **q=27 kN/m²**. Con riferimento al treno di carico TIPO A, come riportato in Ref. 4, consideriamo una distribuzione di carico con 80 kN/m agenti a tergo della spalla e 132 kN/m in campata.

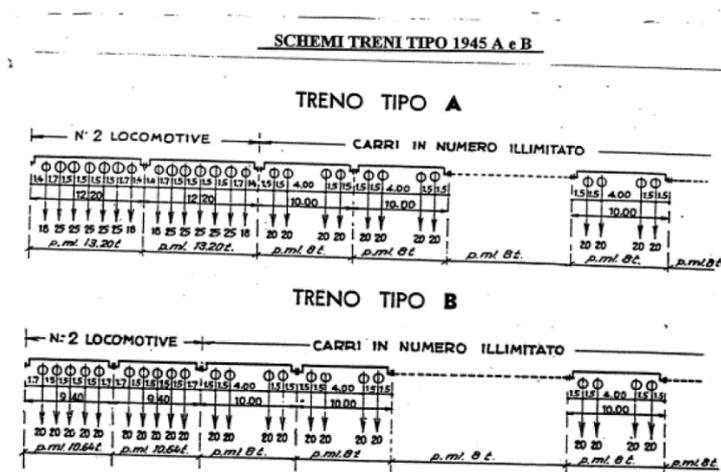


Figura 7.6 - Treni di carico

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	PROGETTO DEFINITIVO					
<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. A	FOGLIO 112 di 183

Pertanto, distribuendo gli 80 kN/m su una larghezza trasversale di 3 m si ottiene un carico di 27 kN/m², quale sovraccarico accidentale agente a tergo della spalla. A favore di sicurezza tale sovraccarico viene applicato su tutta l'impronta della spalla.

7.2.2.3 Azione sismica

Longitudine: 16.55

Latitudine: 40.587

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

Classe d'uso: II

Coefficiente d'uso $C_U = 1$

Vita nominale $V_N = 50$ anni

Categoria di suolo: B

Condizione topografica: T1

Fattore di struttura $q = 1$

Per la definizione della categoria di suolo si è fatto riferimento alla specifica relazione.

L'azione sismica è stata calcolata per mezzo del foglio di calcolo Spettri-NTCver.1.0.3 messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

I parametri per la determinazione dei punti dello spettro di risposta orizzontale e verticale sono di seguito riportati:



FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate
 LONGITUDINE: 16,55000 LATITUDINE: 40,58700

Ricerca per comune
 REGIONE: Piemonte PROVINCIA: Torino COMUNE: Agliè

Elaborazioni grafiche: Grafici spettri di risposta, Variabilità dei parametri
 Elaborazioni numeriche: Tabella parametri
 Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento: Controllo sul reticolo (Sito esterno al reticolo, Interpolazione su 3 nodi, Interpolazione corretta), Interpolazione: superficie rigata

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

INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

Figura 7.7 - Azione sismica: Fase 1 SLV Cat. B

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_n info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_u info

Valori di progetto

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

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

Stati limite di esercizio - SLE

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

Stati limite ultimi - SLU

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

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

INTRO FASE 1 FASE 2 FASE 3

Figura 7.8 - Azione sismica: Fase 2 SLV Cat. B

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **B** info $S_B = 1,200$ $C_C = 1,372$ info

Categoria topografica **T1** info $h/H = 0,000$ $S_T = 1,000$ info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) $\eta = 1,000$ info

Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_0 Regol. in altezza **si** info

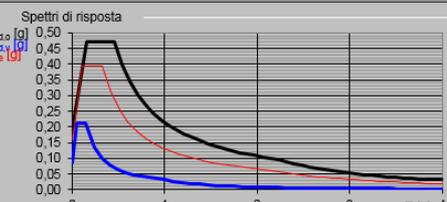
Compon. verticale

Spettro di progetto Fattore q $\eta = 1,000$ info

Elaborazioni

- Grafici spettri di risposta
- Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO FASE 1 FASE 2 FASE 3

Figura 7.9 - Azione sismica: Fase 3 SLV Cat. B

COMPONENTE ORIZZONTALE

COMPONENTE VERTICALE

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_q	0,159 g
F_0	2,477
T_C	0,331 s
S_S	1,200
C_C	1,372
S_T	1,000
q	1,000

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{qv}	0,086 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,000
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

S	1,200
η	1,000
T_B	0,151 s
T_C	0,454 s
T_D	2,236 s

Parametri dipendenti

F_V	1,333
S	1,000
η	1,000

Figura 7.10 - Parametri azione sismica SLV Cat. B

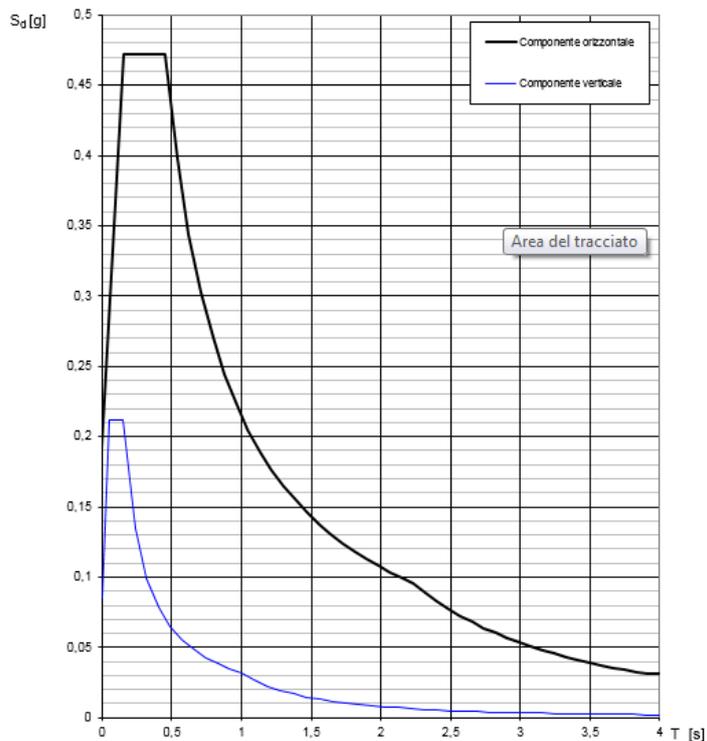


Figura 7.11 - Grafico parametri azione sismica SLV Cat. B

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	PROGETTO DEFINITIVO					
<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A	FOGLIO 115 di 183

7.2.2.4 Spinta statica del terreno

Le spinte del terreno a monte degli elementi verticali della spalla sono calcolate con la teoria di Muller-Breslau, con distribuzione triangolare delle tensioni e conseguente risultante della spinta al metro pari a $S=1/2 \cdot k_a \cdot \gamma \cdot H^2$, applicata ad 1/3 dal basso.

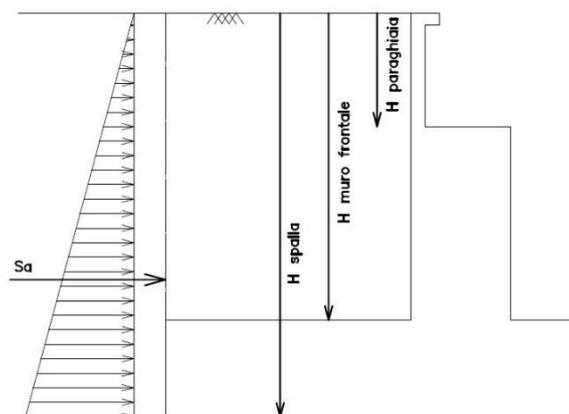


Figura 7.12 - Schema per il calcolo degli effetti della spinta statica del terreno

Si deve notare che essendo presente una fondazione su pali si ipotizza che la spalla sia impedita di traslare rispetto al terreno. La spinta sia in condizioni di esercizio che in condizioni sismiche viene calcolata con il coefficiente di spinta attiva k_a .

La spinta statica del terreno è determinata secondo la teoria di Coulomb. In particolare, il coefficiente di spinta attiva è stato definito attraverso la seguente espressione:

$$k_a = \frac{\text{sen}^2(\psi + \varphi')}{\text{sen}^2\psi \cdot \text{sen}(\psi - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi' + \delta) \cdot \text{sen}(\varphi' - \varepsilon)}{\text{sen}(\psi - \delta) \cdot \text{sen}(\psi + \varepsilon)}} \right]^2}$$

dove:

ψ inclinazione paramento interno della spalla;

φ' angolo d'attrito efficace del terreno di riempimento a tergo della spalla;

δ angolo d'attrito terra-paramento (in prima approssimazione pari a 2/3 di φ');

ε inclinazione del terreno a tergo della spalla.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	PROGETTO DEFINITIVO					
<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A	FOGLIO 116 di 183

SPINTE DEL TERRENO IN CONDIZIONE D'ESERCIZIO		cond con K_a
MURO FRONTALE	spinta del terreno soprafalda in condizione M1	1665,43 kN
	componente orizzontale	1665,43 kN
	componente verticale	659,64 kN
	spinta del terreno soprafalda in condizione M2	2085,29 kN
MURO ANDATORE SINISTRA	componente orizzontale	2085,29 kN
	componente verticale	696,22 kN
	spinta del terreno soprafalda in condizione M1	1241,68 kN
	componente orizzontale	1140,13 kN
MURO ANDATORE DESTRA	componente verticale	0,00 kN
	spinta del terreno soprafalda in condizione M2	1554,71 kN
	componente orizzontale	1465,50 kN
	componente verticale	0,00 kN
MURO ANDATORE SINISTRA	spinta del terreno soprafalda in condizione M1	1241,68 kN
	componente orizzontale	1140,13 kN
	componente verticale	491,80 kN
	spinta del terreno soprafalda in condizione M2	1554,71 kN
MURO ANDATORE DESTRA	componente orizzontale	1465,50 kN
	componente verticale	519,08 kN

Figura 7.13 - Calcolo spinta del terreno in condizioni di esercizio per i muri della spalla SPA VI06

7.2.2.5 Spinta dovuta al sovraccarico accidentale

Per considerare la presenza di un sovraccarico da traffico gravante sulla spalla e a tergo di essa, si considera un carico uniformemente distribuito di lunghezza indefinita con valore pari a $q=27 \text{ KN/m}^2$. Il valore della spinta risultante al metro è dunque pari a $S=k_a \cdot q \cdot H$, con punto di applicazione posizionato a metà dell'altezza dell'elemento su cui insiste. Tale forza si considera agente in senso longitudinale su tutta la larghezza della spalla $L_m = 7 \text{ m}$.

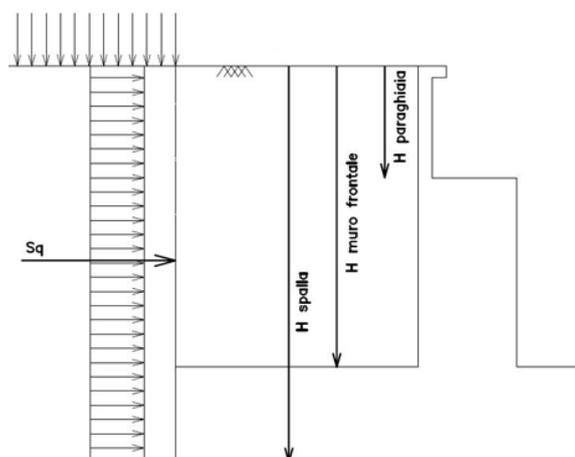


Figura 7.14 - Schema per il calcolo degli effetti della spinta dovuta al sovraccarico accidentale

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

SPINTE SOVRACCARICHI ACCIDENTALI		
MURO FRONTALE	sovraccarico accidentale q	27,00 kNmq
	spinta dovuta al sovraccarico acc M1	838,18 kN
	componente orizzontale	769,63 kN
	componente verticale	331,99 kN
	spinta dovuta al sovraccarico acc M2	1004,98 kN
	componente orizzontale	947,32 kN
MURO ANDATORE SINISTRA	componente verticale	335,54 kN
	spinta dovuta al sovraccarico acc M1	773,70 kN
	componente orizzontale	710,43 kN
	componente verticale	306,45 kN
MURO ANDATORE DESTRA	spinta dovuta al sovraccarico acc M2	927,68 kN
	componente orizzontale	874,45 kN
	componente verticale	309,73 kN
	spinta dovuta al sovraccarico acc M1	773,70 kN
MURO ANDATORE DESTRA	componente orizzontale	710,43 kN
	componente verticale	306,45 kN
	spinta dovuta al sovraccarico acc M2	927,68 kN
	componente orizzontale	874,45 kN
MURO ANDATORE DESTRA	componente verticale	309,73 kN

Figura 7.15 - Calcolo spinta indotta dal sovraccarico accidentale sui muri della spalla SPA VI06

7.2.2.6 Spinta sismica del terreno

La spinta complessiva del terreno sull'opera in condizione sismica è valutata sulla base della teoria di Mononobe-Okabe:

$$k_a = \frac{\sin^2(\psi + \varphi' - \vartheta)}{\cos \vartheta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \vartheta - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi' + \delta) \cdot \sin(\varphi' - \varepsilon - \vartheta)}{\sin(\psi - \vartheta - \delta) \cdot \sin(\psi + \varepsilon)}} \right]^2}$$

Dove:

ψ inclinazione paramento interno della spalla;

φ' angolo d'attrito efficace del terreno di riempimento a tergo della spalla;

δ angolo d'attrito terra-paramento (in prima approssimazione pari a 2/3 di φ');

ε inclinazione del terreno a tergo della spalla.

$$\vartheta = \arctan\left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

$$k_h = \frac{\beta_m \cdot a_{\max}}{g}$$

$$k_v = 0.5 \cdot k_h$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

è un coefficiente definito pari a 0.38 nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV) e pari a 0.47 nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD) (rif. §7.11.6.2.1. del DM 17.01.2018).

L'incremento dovuto all'azione sismica agente sulla spalla (ΔS_{sism}), calcolato come differenza fra la spinta complessiva sismica e quella statica (S_{stat}), viene applicato come illustrato di seguito:

$$S_{stat} = k_a \cdot \left(\frac{\gamma_t h_s^2}{2} + \gamma_t h_r h_s + q h_s \right) \quad \text{è la spinta litostatica;}$$

$$S_{sism} = k_{as} \cdot \left((1 + k_v) \cdot \frac{\gamma_t h_s^2}{2} + \gamma_t h_r h_s + q h_s \right) \quad \text{è la spinta sismica;}$$

$$\Delta S_{sism} = S_{sism} - S_{stat} \quad \text{è l'incremento di spinta sismico;}$$

$$\gamma_t \quad \text{è il peso per unità di volume del terreno a tergo della spalla;}$$

$$q \quad \text{è il sovraccarico agente superiormente (ulteriori strati di terreno, armamento e carico da treno).}$$

- Alle azioni sopra indicate si aggiungono le azioni inerziali correlate alle masse strutturali dell'opera (muro e ciabatta di fondazione) e del terreno imbarcato; queste ultime pari ad $a_{max} \cdot w_i$, essendo a_{max} l'accelerazione di aggancio dello spettro per la categoria di suolo in oggetto e w_i il peso strutturale dell'opera o il peso del terreno imbarcato.
- Infine, ai carichi sopra indicati si aggiungeranno le azioni trasmesse dall'impalcato alla sommità dell'opera.
- Alle azioni descritte sono aggiunte quelle concernenti il carico da traffico in funzione del corrispondente coefficiente di combinazione $\psi_2=0.2$.

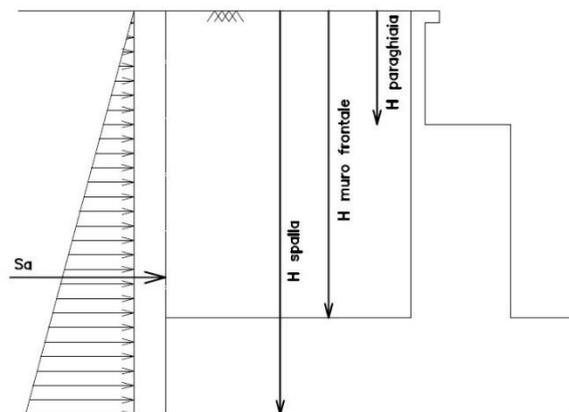


Figura 7.16 - Schema per il calcolo degli effetti della sovraspinta sismica

SPINTE DEL TERRENO IN CONDIZIONE SISMICA		
	categoria del sottosuolo	B
F_0	fattore per l'amplif. spettrale mass su sito di rif rigido	2,477
a_g	accelerazione orizz mass attesa su sito di rif rigido	1,559 m/s^2
S_s	coeff per l'effetto dell'amplif stratigrafica	1,200
S_T	coeff per l'effetto dell'amplif topografica	1
S	fattore della categoria del suolo	1,2
β_m	coeff di riduzione dell'acc max attesa al sito	0,38
a_{max}	acc orizz mass attesa al sito	1,871 m/s^2
	coeff maggiorativo	1
k_h	coeff sismico orizzontale	0,072
k_v	coeff sismico verticale	0,036
ψ	ang. Di incl. Rispetto all'orizz del param. Del muro	90 °
β	ang. Di incl. Rispetto all'orizz della superf del terrapieno	0 °

Figura 7.17 - Parametri spinte del terreno in condizione sismica SLV Cat. B

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

7.2.2.7 Forze inerziali dovute al sisma

In fase sismica si devono considerare le azioni orizzontali e verticali agenti sulla spalla dovute all'inerzia delle parti in calcestruzzo e del rinterro compreso tra i muri andatori. Le risultanti orizzontali e verticali sono rispettivamente pari a $F_h = k_h \cdot W$ e $F_v = k_v \cdot W$, dove i coefficienti k_h e k_v sono calcolati come esposto al paragrafo 7.11.3.5.2 delle NTC18 risultando pari a $k_h = \beta_m \cdot a_{max} / g$, $k_v = \pm 0.5 k_h$ con $a_{max} = S_s \cdot S_t \cdot a_g$. Il coefficiente β_m , come mostrato nella tabella riportata al paragrafo precedente, viene assunto pari a 0.38 per le verifiche SLV e 0.47 per le verifiche SLD.

$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno	534,29 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno	267,15 kN
$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno sul muro frontale	402,77 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno sul muro frontale	201,39 kN
$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno sul muro parag front	287,70 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno sul muro parag front	143,85 kN
$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno sul muro laterale sx	402,77 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno sul muro laterale sx	201,39 kN
$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno sul muro paragh laterale sx	287,70 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno sul muro paragh laterale sx	143,85 kN
$F_{h,mtest} = k_h \cdot W_{mtest}$	forza d'inerzia orizz del muro di testata	124,31 kN
$F_{v,mtest} = k_v \cdot W_{mtest}$	forza d'inerzia vert del muro di testata	62,16 kN
$F_{h,prg} = k_h \cdot W_{prg}$	forza d'inerzia orizz del paraghiaia	22,20 kN
$F_{v,prg} = k_v \cdot W_{prg}$	forza d'inerzia vert del paraghiaia	11,10 kN
$F_{h,Ma} = k_h \cdot W_{Ma}$	forza d'inerzia orizz del muro andatore ($y < 0$)	71,04 kN
$F_{v,Ma} = k_v \cdot W_{Ma}$	forza d'inerzia vert del muro andatore ($y < 0$)	35,52 kN
$F_{h,Ma} = k_h \cdot W_{Ma}$	forza d'inerzia orizz del muro andatore ($y > 0$)	71,04 kN
$F_{v,Ma} = k_v \cdot W_{Ma}$	forza d'inerzia vert del muro andatore ($y > 0$)	35,52 kN
$F_{h,Map} = k_h \cdot W_{map}$	forza d'inerzia orizz del muro paraghiaia andatore ($y < 0$)	25,37 kN
$F_{v,Map} = k_v \cdot W_{map}$	forza d'inerzia vert del muro paraghiaia andatore ($y < 0$)	12,69 kN
$F_{h,Map} = k_h \cdot W_{map}$	forza d'inerzia orizz del muro paraghiaia andatore ($y > 0$)	25,37 kN
$F_{v,Map} = k_v \cdot W_{map}$	forza d'inerzia vert del muro paraghiaia andatore ($y > 0$)	12,69 kN
$F_{h,fond} = k_h \cdot W_{fond}$	forza d'inerzia orizz della fondazione della spalla	347,93 kN
$F_{v,fond} = k_v \cdot W_{fond}$	forza d'inerzia vert della fondazione della spalla	173,97 kN
	spinta del sovraccarico accidentale MF	118,49 kN
	spinta orizz del sovraccarico accidentale	118,49 kN
	spinta vert del sovraccarico accidentale	0,00 kN
	spinta del sovraccarico accidentale MS	109,38 kN
	spinta orizz del sovraccarico accidentale	109,38 kN
	spinta vert del sovraccarico accidentale	0,00 kN
	spinta del sovraccarico accidentale MD	109,38 kN
	spinta orizz del sovraccarico accidentale	109,38 kN
	spinta vert del sovraccarico accidentale	0,00 kN
	forza d'inerzia del sovraccarico accidentale MF	24,66 kN
	forza d'inerzia del sovraccarico accidentale MS	24,66 kN
	forza d'inerzia del sovraccarico accidentale MD	24,66 kN

Figura 7.18 - Calcolo forze inerziali dovute al sisma SPA VI06 SLV Cat. B

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

7.2.2.8 Riepilogo dei carichi trasmessi dall'impalcato

Sono qui riassunte tutte le azioni trasmesse dall'impalcato alla spalla in corrispondenza del piano appoggi alla quota di sommità del muro di testata.

Nelle tabelle seguenti, si distinguono i carichi agenti definiti sulla base delle combinazioni sismiche prima dell'intervento e a seguito dell'intervento di miglioramento sismico. I carichi mobili sono direttamente quelli sismici.

Il momento My indicato corrisponde al momento di trasporto dei carichi verticali agenti in corrispondenza del piano appoggi al baricentro della fondazione.

CARICHI DERIVANTI DALL'ANALISI DELL'IMPALCATO		Fx	Fy	Fz	x	y	z	Mx	My	Mz
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
g1	permanenti strutturali	0	0	3395,25	4,50	0,00	7,20	0,00	15278,63	
g2	permanenti non strutturali	0	0	0	4,50	0,00	7,20	0,00	0,00	
g3	altre azioni permanenti	0	0	0	4,50	0,00	7,20	0,00	0,00	
e1	distorsioni e presollecitazioni	0	0	0	4,50	0,00	7,20	0,00	0,00	
e2	Ritiro	0	0	0	4,50	0,00	7,20	0,00	0,00	
e3	variazioni termiche	0	0	0	4,50	0,00	7,20	0,00	0,00	
e4	viscosità	0	0	0	4,50	0,00	7,20	0,00	0,00	
q1+q2	carichi mobili	0	0	380	4,50	0,00	-	0	1710,00	
q3	frenatura	0	0	0	4,50	0,00	7,20	0,00	0,00	
q4	azione centrifuga+serpeggio	0	0	0	4,50	0,00	7,20	0,00	0,00	
q5	vento	0	0	0	4,50	0,00	7,20	0,00	0,00	
q6	sisma (direzione y) carichi permanenti	1702,04	626,17	0				3262,32	0,00	
q6	sisma (direzione x) carichi permanenti	1540,5	187,85	0				2362,32	0,00	
q6	sisma (direzione Z) carichi permanenti	854,96	187,85	0				2363,56	0,00	
q7	resistenze parassite	0	0	0			7,20			
q8	azione laterale	0	0	0				0,00	0,00	
q9	altre azioni variabili (acc. servizio)	0	0	0						

Figura 7.19 - Riepilogo azioni trasmesse dall'impalcato – prima dell'intervento SPA VI06

CARICHI DERIVANTI DALL'ANALISI DELL'IMPALCATO		Fx	Fy	Fz	x	y	z	Mx	My	Mz
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
g1	permanenti strutturali	0	0	3395,25	4,50	0,00	7,20	0,00	15278,63	
g2	permanenti non strutturali	0	0	0	4,50	0,00	7,20	0,00	0,00	
g3	altre azioni permanenti	0	0	0	4,50	0,00	7,20	0,00	0,00	
e1	distorsioni e presollecitazioni	0	0	0	4,50	0,00	7,20	0,00	0,00	
e2	Ritiro	0	0	0	4,50	0,00	7,20	0,00	0,00	
e3	variazioni termiche	0	0	0	4,50	0,00	7,20	0,00	0,00	
e4	viscosità	0	0	0	4,50	0,00	7,20	0,00	0,00	
q1+q2	carichi mobili	0	0	380	4,50	0,00	-	0	1710,00	
q3	frenatura	0	0	0	4,50	0,00	7,20	0,00	0,00	
q4	azione centrifuga+serpeggio	0	0	0	4,50	0,00	7,20	0,00	0,00	
q5	vento	0	0	0	4,50	0,00	7,20	0,00	0,00	
q6	sisma (direzione y) carichi permanenti	93	453	0				995,00	0,00	
q6	sisma (direzione x) carichi permanenti	441	87	0				191,00	0,00	
q6	sisma (direzione Z) carichi permanenti	93	87	0				191,00	0,00	
q7	resistenze parassite	0	0	0			7,20			
q8	azione laterale	0	0	0				0,00	0,00	
q9	altre azioni variabili (acc. servizio)	0	0	0						

Figura 7.20 - Riepilogo azioni trasmesse dall'impalcato – post-intervento (post-rottura fusibile) SPA VI06

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

7.2.3 Combinazione dei carichi

Le verifiche di sicurezza strutturali e geotecniche sono state condotte utilizzando combinazioni le di carico definite in ottemperanza al Ref. 1 e Ref. 4.

Le verifiche di sicurezza strutturali e geotecniche dei pali sono state condotte utilizzando la combinazione A1+M1+R3, in ottemperanza alle NTC18.

Nelle tabelle seguenti, si riportano i dati relativamente alle sole combinazioni sismiche.

	Elemento	sisma X + 0.3	sisma X + 0.3	sisma Y + 0.3	sisma Y + 0.3	sisma Z verso	sisma Z verso
		sisma Y + 0.3	sisma Y + 0.3	sisma X + 0.3	sisma X + 0.3	basso + 0.3	alto + 0.3
		Coef	Coef	Coef	Coef	Coef	Coef
Peso proprio	muro frontale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	paraghiaia frontale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	muro sinistro	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	bandiera muro sx	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	paraghiaia sinistro	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	muro destro	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	bandiera muro dx	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	paraghiaia destro	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	platea	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	terr riemp su platea	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinte statiche M1 (ka)	spinta terre su MF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta terre su MS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta terre su MD	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Δ Spinte sismiche Mononobe-Okabe M1 (ka)	sovraspinta sismica su MF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	sovraspinta sismica su MS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	sovraspinta sismica su MD	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinte statiche sovraccarico M1	spinta orizz sovacc su MF	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	spinta orizz sovacc su MS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	spinta orizz sovacc su MD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	peso sovraccarico su platea	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinte sismiche sovraccarico accidentale	spinta orizz sovacc su MF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta orizz sovacc su MS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta orizz sovacc su MD	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
inerzie X sovracc accidentale	spinta orizz sovacc su MF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta orizz sovacc su MS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta orizz sovacc su MD	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Inerzia X spalla	muro frontale	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	paraghiaia frontale	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	muro sinistro	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	paraghiaia sinistro	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	muro destro	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	paraghiaia destro	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
Inerzia X terre	platea	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp inf MF	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPF	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp inf MD	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPD	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp inf MS	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
Inerzia Y spalla	Ter di riemp sup TPS	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	muro frontale	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	paraghiaia frontale	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	muro sinistro	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	paraghiaia sinistro	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	muro destro	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
Inerzia Y terre	paraghiaia destro	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	platea	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp inf MF	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPF	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp inf MD	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPD	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
Azioni da impalcato:	Ter di riemp inf MS	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPS	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Permanenti impalcato	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Vento trasversale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Sovraccarico acc	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Inerz X perm/acc impalc	Azione centrifuga	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Variazioni termiche	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inerz Y perm/acc impalc	Resistenze parassite	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Inerzia X perman impalc	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
Inerz Y perman impalc	Inerzia X sovracc acc da impalc	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Inerzia Y sovracc acc da impalc	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Figura 7.21 - Coefficienti combinazioni sismiche

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

7.2.4 Sollecitazioni a quota intradosso fondazioni

Nelle seguenti tabelle sono riportate le azioni elementari in direzione orizzontale e verticale agenti sulla spalla distinguendo tra prima dell'intervento e a seguito dell'intervento di miglioramento sismico (post-rottura fusibile).

	Elemento	Fy (KN)	-Fx (KN)	Fz (KN)	x (m)	y (m)	z (m)
Peso proprio	muro frontale	0	0	-1758	3,00	0,00	4,45
	paraghiaia frontale	0	0	-306	2,25	0,00	8,65
	muro sinistro	0	0	-980	-1,50	-4,00	4,45
	bandiera muro sx	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	paraghiaia sinistro	0	0	-350	-1,50	-4,25	8,65
	muro destro	0	0	-980	-1,50	4,00	4,45
	bandiera muro dx	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	paraghiaia destro	0	0	-350	-1,50	4,25	8,65
	platea	0	0	-4800	0,00	0,00	1,00
terr riemp su platea	0	0	-7371	-1,50	0,00	6,20	
Spinte statiche M1 (ka)	spinta terre su MF	0	-1529	-660	-6,00	0,00	3,47
	spinta terre su MS	1140	0	0	-1,50	-3,50	4,80
	spinta terre su MD	-1140	0	-492	-1,50	3,50	4,80
Δ Spinte sismiche Mononobe-Okabe M1 (ka)	sovraspinta sismica su MF	0	-388	660	-6,00	0,00	3,47
	sovraspinta sismica su MS	448,7	0	0	-1,50	-3,50	4,80
	sovraspinta sismica su MD	-448,7	0	492	-1,50	3,50	4,80
Spinte statiche sovraccarico M1	spinta orizz sovacc su MF	0	-770	-332	-6,00	0,00	5,20
	spinta orizz sovacc su MS	710	0	-306	-1,50	-3,50	6,20
	spinta orizz sovacc su MD	-710	0	-306	-1,50	3,50	6,20
	peso sovraccarico su platea	0	0	-1701	-1,50	0,00	10,40
Spinte sismiche sovraccarico accidentale	spinta orizz sovacc su MF	0	-118	0	-6,00	0,00	5,20
	spinta orizz sovacc su MS	109	0	0	-1,50	-3,50	6,20
	spinta orizz sovacc su MD	-109	0	0	-1,50	3,50	6,20
inerzie X sovracc accidentale	spinta orizz sovacc su MF	0	-25	0	-1,50	0,00	5,20
	spinta orizz sovacc su MS	25	0	0	-1,50	0,00	6,20
	spinta orizz sovacc su MD	-25	0	0	-1,50	0,00	6,20
Inerzia X spalla	muro frontale	0	-124	-62	3,00	0,00	4,45
	paraghiaia frontale	0	-22	-11	2,25	0,00	8,65
	muro sinistro	0	-71	-36	-1,50	0,00	4,45
	paraghiaia sinistro	0	-25	-13	-1,50	0,00	8,65
	muro destro	0	-71	-36	-1,50	0,00	4,45
	paraghiaia destro	0	-25	-13	-1,50	0,00	8,65
platea	0	-348	-174	0,00	0,00	1,00	
Inerzia X terre	Ter di riemp inf MF	0	-403	-201	-1,50	0,00	4,45
	Ter di riemp sup TPF	0	-288	-144	-1,50	0,00	8,65
	Ter di riemp inf MD	0	0	0	-1,50	0,00	4,45
	Ter di riemp sup TPD	0	0	0	-1,50	0,00	8,65
	Ter di riemp inf MS	0	0	0	-1,50	0,00	4,45
	Ter di riemp sup TPS	0	0	0	-1,50	0,00	8,65
Inerzia Y spalla	muro frontale	124	0	-62	3,00	0,00	4,45
	paraghiaia frontale	22	0	-11	2,25	0,00	8,65
	muro sinistro	71	0	-36	-1,50	0,00	4,45
	paraghiaia sinistro	25	0	-13	-1,50	0,00	8,65
	muro destro	71	0	-36	-1,50	0,00	4,45
	paraghiaia destro	25	0	-13	-1,50	0,00	8,65
platea	348	0	-174	0,00	0,00	1,00	
Inerzia Y terre	Ter di riemp inf MF	0	0	0	-1,50	0,00	4,45
	Ter di riemp sup TPF	0	0	0	-1,50	0,00	8,65
	Ter di riemp inf MD	0	0	0	-1,50	0,00	4,45
	Ter di riemp sup TPD	0	0	0	-1,50	0,00	8,65
	Ter di riemp inf MS	403	0	-201	-1,50	0,00	4,45
	Ter di riemp sup TPS	288	0	-144	-1,50	0,00	8,65
Azioni da impalcato:	Permanenti impalcato	0	0	-3395	4,50	0,00	7,20
	Frenatura	0	0	0	4,50	0,00	7,20
	Vento trasversale	0	0	0	4,50	0,00	10,25
	Sovraccarico acc	0	0	-380	4,50	0,00	7,20
	Azione centrifuga	0	0	0	4,50	0,00	10,80
	Variazioni termiche	0	0	0	4,50	0,00	7,20
	Resistenze parassite	0	0	0	4,50	0,00	9,00
Inerz X perm/acc impalc	Inerzia X perman impalc	188	-1541	0	4,50	0,00	7,20
	Inerzia X sovracc acc da impalc	0	0	0	4,50	0,00	7,20
Inerz Y perm/acc impalc	Inerzia Y perman impalc	626	-1702	0	4,50	0,00	7,20
	Inerzia Y sovracc acc da impalc	0	0	0	4,50	0,00	7,20

Figura 7.22 - Riepilogo azioni prima dell'intervento intradosso fondazione SPA VI06

	Elemento	Fy (KN)	-Fx (KN)	Fz (KN)	x (m)	y (m)	z (m)
Peso proprio	muro frontale	0	0	-1758	3,00	0,00	4,45
	paraghiaia frontale	0	0	-306	2,25	0,00	8,65
	muro sinistro	0	0	-980	-1,50	-4,00	4,45
	bandiera muro sx	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	paraghiaia sinistro	0	0	-350	-1,50	-4,25	8,65
	muro destro	0	0	-980	-1,50	4,00	4,45
	bandiera muro dx	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	paraghiaia destro	0	0	-350	-1,50	4,25	8,65
	platea	0	0	-4800	0,00	0,00	1,00
	terr riemp su platea	0	0	-7371	-1,50	0,00	6,20
Spinte statiche M1 (ka)	spinta terre su MF	0	-1529	-660	-6,00	0,00	3,47
	spinta terre su MS	1140	0	0	-1,50	-3,50	4,80
	spinta terre su MD	-1140	0	-492	-1,50	3,50	4,80
Δ Spinte sismiche Mononobe-Okabe M1 (ka)	sovraspinta sismica su MF	0	-388	660	-6,00	0,00	3,47
	sovraspinta sismica su MS	448,7	0	0	-1,50	-3,50	4,80
	sovraspinta sismica su MD	-448,7	0	492	-1,50	3,50	4,80
Spinte statiche sovraccarico M1	spinta orizz sovracc su MF	0	-770	-332	-6,00	0,00	5,20
	spinta orizz sovracc su MS	710	0	-306	-1,50	-3,50	6,20
	spinta orizz sovracc su MD	-710	0	-306	-1,50	3,50	6,20
	peso sovraccarico su platea	0	0	-1701	-1,50	0,00	10,40
Spinte sismiche sovraccarico accidentale	spinta orizz sovracc su MF	0	-118	0	-6,00	0,00	5,20
	spinta orizz sovracc su MS	109	0	0	-1,50	-3,50	6,20
	spinta orizz sovracc su MD	-109	0	0	-1,50	3,50	6,20
inerzie X sovracc accidentale	spinta orizz sovracc su MF	0	-25	0	-1,50	0,00	5,20
	spinta orizz sovracc su MS	25	0	0	-1,50	0,00	6,20
	spinta orizz sovracc su MD	-25	0	0	-1,50	0,00	6,20
Inerzia X spalla	muro frontale	0	-124	-62	3,00	0,00	4,45
	paraghiaia frontale	0	-22	-11	2,25	0,00	8,65
	muro sinistro	0	-71	-36	-1,50	0,00	4,45
	paraghiaia sinistro	0	-25	-13	-1,50	0,00	8,65
	muro destro	0	-71	-36	-1,50	0,00	4,45
	paraghiaia destro	0	-25	-13	-1,50	0,00	8,65
	platea	0	-348	-174	0,00	0,00	1,00
Inerzia X terre	Ter di riemp inf MF	0	-403	-201	-1,50	0,00	4,45
	Ter di riemp sup TPF	0	-288	-144	-1,50	0,00	8,65
	Ter di riemp inf MD	0	0	0	-1,50	0,00	4,45
	Ter di riemp sup TPD	0	0	0	-1,50	0,00	8,65
	Ter di riemp inf MS	0	0	0	-1,50	0,00	4,45
	Ter di riemp sup TPS	0	0	0	-1,50	0,00	8,65
	Inerzia Y spalla	muro frontale	124	0	-62	3,00	0,00
paraghiaia frontale		22	0	-11	2,25	0,00	8,65
muro sinistro		71	0	-36	-1,50	0,00	4,45
paraghiaia sinistro		25	0	-13	-1,50	0,00	8,65
muro destro		71	0	-36	-1,50	0,00	4,45
paraghiaia destro		25	0	-13	-1,50	0,00	8,65
platea		348	0	-174	0,00	0,00	1,00
Inerzia Y terre	Ter di riemp inf MF	0	0	0	-1,50	0,00	4,45
	Ter di riemp sup TPF	0	0	0	-1,50	0,00	8,65
	Ter di riemp inf MD	0	0	0	-1,50	0,00	4,45
	Ter di riemp sup TPD	0	0	0	-1,50	0,00	8,65
	Ter di riemp inf MS	403	0	-201	-1,50	0,00	4,45
	Ter di riemp sup TPS	288	0	-144	-1,50	0,00	8,65
	Azioni da impalcato:	Permanenti impalcato	0	0	-3395	4,50	0,00
Frenatura		0	0	0	4,50	0,00	7,20
Vento trasversale		0	0	0	4,50	0,00	10,25
Sovraccarico acc		0	0	-380	4,50	0,00	7,20
Azione centrifuga		0	0	0	4,50	0,00	10,80
Variazioni termiche		0	0	0	4,50	0,00	7,20
Resistenze parassite		0	0	0	4,50	0,00	9,00
Inerz X perm/acc impalc		87	-441	0	4,50	0,00	7,20
Inerz X perm/acc impalc	Inerzia X perman impalc	0	0	0	4,50	0,00	7,20
	Inerzia X sovracc acc da impalc	453	-93	0	4,50	0,00	7,20
Inerz Y perm/acc impalc	Inerzia Y perman impalc	0	0	0	4,50	0,00	7,20
	Inerzia Y sovracc acc da impalc	0	0	0	4,50	0,00	7,20

Figura 7.23 - Riepilogo azioni post-intervento (post-rottura fusibile) intradosso fondazione SPA VI06

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. A

Tali azioni combinate con i coefficienti riportati in precedenza determinano le sollecitazioni di progetto nel baricentro del plinto, alla quota intradosso, esposte nelle tabelle seguenti.

Nelle tabelle seguenti sono riportate le azioni elementari in direzione orizzontale e verticale agenti sulla platea di fondazione della spalla, distinguendo tra prima dell'intervento e a seguito dell'intervento di miglioramento sismico (post-rottura fusibile).

Combinazioni	Ty (KN)	Tx (KN)	N (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	789	5490	-21063	-5796	33494
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	789	5490	-22286	-5796	30578
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	2060	4638	-21063	-13417	29797
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	2060	4638	-22286	-13417	26881
sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	658	3447	-23759	-7708	7903
sisma Z verso alto + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	658	3447	-16606	-7708	36093

Figura 7.24 - Forze risultanti nel baricentro del plinto di fondazione, quota intradosso – prima dell'intervento SPA VI06

Combinazioni	Ty (KN)	Tx (KN)	N (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	636	3907	-21063	-2525	22102
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	636	3907	-22286	-2525	19186
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	1857	2699	-21063	-9685	15837
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	1857	2699	-22286	-9685	12921
sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	575	2634	-23759	-7116	2053
sisma Z verso alto + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	575	2634	-16606	-7116	30243

Figura 7.25 - Forze risultanti nel baricentro del plinto di fondazione, quota intradosso – post-intervento (post-rottura fusibile) SPB VI06

	<p>Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p>					
<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A	FOGLIO 127 di 183

7.2.5 Verifica geotecnica della fondazione

Per le verifiche geotecniche si rimanda alla relazione IA5F03D09GEVI0600001.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

7.3 SPALLA MOBILE - SP B

Si riporta la geometria della **spalla mobile** SPB come da allegato n. **F.6.4.1 (progetto storico)**:

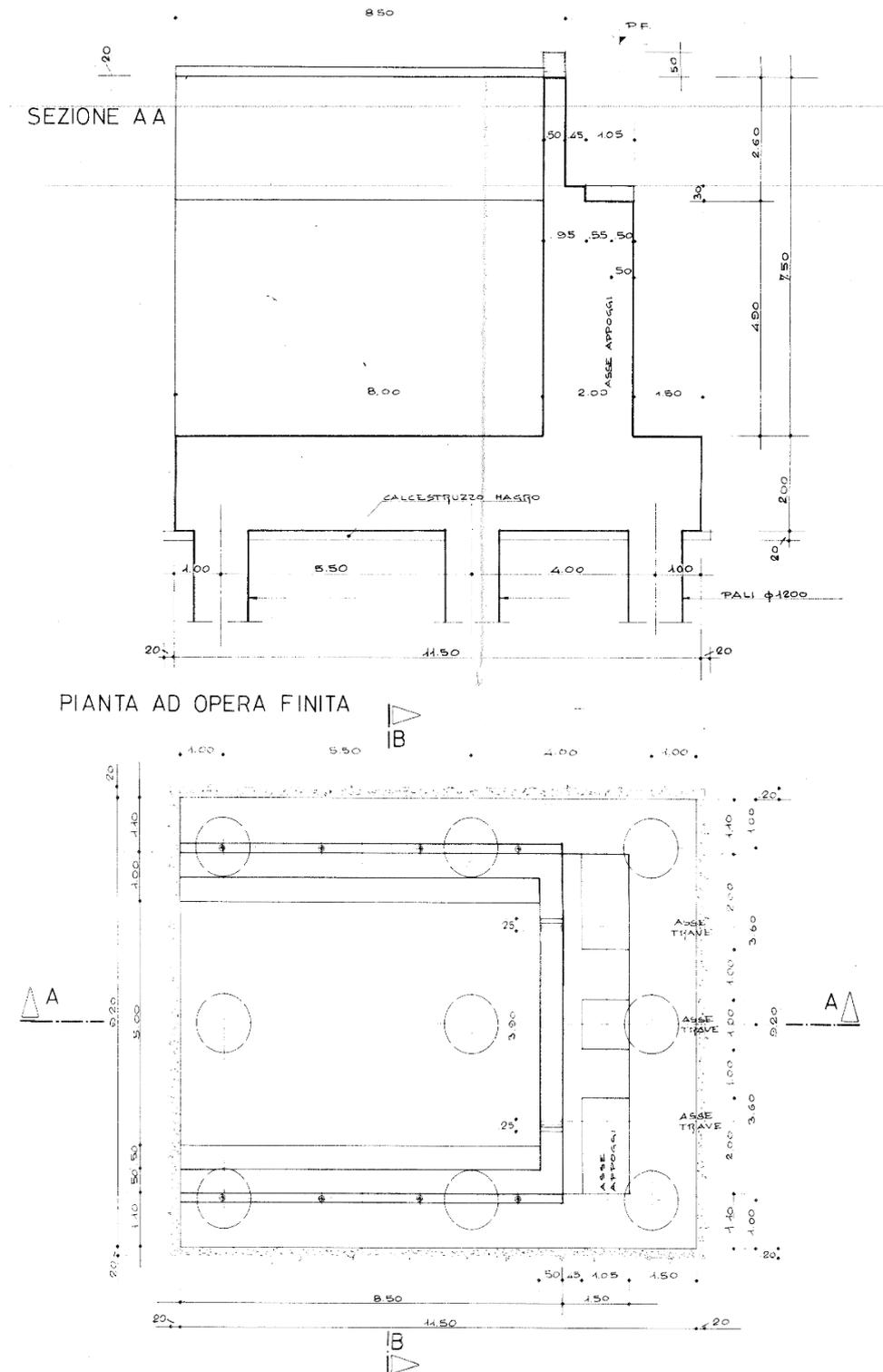


Figura 7.26 - Geometria spalla B VI06 secondo progetto storico

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

7.3.1 Caratteristiche del terreno a monte della spalla

Sono state considerate caratteristiche geotecniche uguali per il terreno a tergo della fondazione, e quello contenuto entro i muri andatori. Tali valori sono riportati di seguito in tabella.

PESO PROPRIO SPALLA - GEOMETRIA								
ELEMENTO	Descrizione	quantità	LX [m]	LY [m]	LZ [m]	Volume	γ [kNm ³]	Peso [kN]
1	PORZIONE TRASVERSALE DELLA FONDAZIONE		3,50	9,20	2,00	64,40	25,00	-1610,00
2	PORZIONE LONGITUDINALE DELLA FONDAZIONE (y<0)		8,00	1,10	2,00	17,60	25,00	-440,00
3	PORZIONE LONGITUDINALE DELLA FONDAZIONE (y>0)		8,00	1,10	2,00	17,60	25,00	-440,00
4	COMPLETAMENTO DELLA FONDAZIONE		8,00	7,00	2,00	112,00	25,00	-2800,00
	PESO TOTALE FONDAZIONE							-5290,00
5	MURO FRONTALE		2,00	7,00	4,90	68,60	25,00	-1715,00
6	RINGROSSO MURO FRONTALE (per appoggi)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
7	BAGGIOLI	3	0,40	0,40	0,30	0,14	25,00	-3,60
8	RITEGNI SISMICI TRASVERSALI	2	1,05	1,00	0,30	0,63	25,00	-15,75
9	RITEGNI SISMICI LONGITUDINALI	1	0,45	7,00	0,30	0,95	25,00	-23,63
10	APPARECCHI DI APPOGGIO				0,00			0,00
11	MURO ANDATORE (Y < 0)		8,00	1,00	4,90	39,20	25,00	-980,00
12	MURO ANDATORE (Y > 0)		8,00	1,00	4,90	39,20	25,00	-980,00
13	MURO PARAGHIAIA		0,50	7,00	3,50	12,25	25,00	-306,25
11A	MURO PARAGHIAIA ANDATORE (Y < 0)		8,00	0,50	3,50	14,00	25,00	-350,00
12B	MURO PARAGHIAIA ANDATORE (Y > 0)		8,00	0,50	3,50	14,00	25,00	-350,00
14	MARTELLO		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
15	BANDIERA parte rettangolare (Y>0)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
16	BANDIERA parte triangolare (Y>0)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
17	BANDIERA parte rettangolare (Y<0)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
18	BANDIERA parte triangolare (Y<0)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
19	MARCIAPIEDE (y > 0)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
20	MARCIAPIEDE (y < 0)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
21	GUARD-RAIL + BARRIERA SICUREZZA + VELETTA (y > 0)							0,00
22	GUARD-RAIL + BARRIERA SICUREZZA + VELETTA (y < 0)							0,00
	TOTALE =							-10014,23

Figura 7.27 - Peso proprio della spalla SPB VI06

L'altezza del muro paraghiaia, come evidenziato, è stata incrementata da 2.60 m a 3.50 per tener conto del sovraccarico esercitato dal ballast e dai muretti a tergo della spalla.

TERRENO DI MONTE		
ϕ'	angolo di attrito del terreno di monte	35 °
$\tan(\phi')$	tang. Dell'angolo di resistenza a taglio del terreno di monte	0,700
$\gamma\phi'$ M1	coeffic. Parziale di tanf' per la cond. M1	1
$\gamma\phi'$ M2	coeffic. Parziale di tanf' per la cond. M2	1,25
ϕ' M1	angolo di attrito per la cond. M1	35,00 °
ϕ' M2	angolo di attrito per la cond. M2	29,26 °
γ	peso per unità di volume del terreno	18 kN/m ³
δ esercizio M1	angolo di attrito terra-muro per le cond. Di esercizio M1	23,33 °
δ sismica M1	angolo di attrito terra-muro per le cond. sismiche M1	0,00 °
δ esercizio M2	angolo di attrito terra-muro per le cond. Di esercizio M2	19,50 °
δ sismica M2	angolo di attrito terra-muro per le cond. sismiche M2	0,00 °
H terreno	altezza terreno da estradosso fondazione	8,40 m
W_{terr}	peso totale terreno di monte	6552 kN
β	inclinazione rispetto alla verticale del paramento	0 °
i	inclinazione rispetto all'orizz della superf del terrapieno	0 °
K_0 M1	coefficiente di spinta in quiete cond M1 $k_0=(1-\text{sen}\phi)$	0,426
K_0 M2	coefficiente di spinta in quiete cond M2 $k_0=(1-\text{sen}\phi)$	0,511
K_a M1	coeff di spinta attiva Muller-Breslau cond M1	0,244
K_a M2	coeff di spinta attiva Muller-Breslau cond M2	0,306
H tot	altezza totale di spinta (H terr + H fond)	10,40 m
c'_t	coesione del terreno a monte	0 kPa

Figura 7.28 - Caratteristiche terreno di monte SPA VI06

TERRENO A TERGO		
ϕ'	35 °	
$\tan(\phi')$	0,700	
$\gamma\phi'$ M1	1	
$\gamma\phi'$ M2	1,25	
ϕ' M1	35,00 °	0,611 rad
ϕ' M2	29,26 °	0,511 rad
γ	18 kN/m ³	
δ eserc M1	23,33 °	0,407 rad
δ sism M1	0,00 °	0,000 rad
δ eserc M2	19,50 °	0,340
δ sism M2	0,00 °	0,000 rad
β	0 °	0 rad
i	0 °	
K_0 M1	0,426	
K_0 M2	0,511	
K_a M1	0,244	
K_a M2	0,306	
H tot	10,40 m	
c'_t	0 kPa	

Figura 7.29 - Caratteristiche terreno a tergo della spalla SPB VI06

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

7.3.2 Analisi dei carichi

7.3.2.1 Carichi permanenti strutturali e non strutturali

Nei carichi permanenti strutturali sono compresi il peso proprio della spalla (calcolato considerando un peso specifico del calcestruzzo di 25kN/mc), il peso del terreno compreso tra i muri andatori ed i carichi permanenti strutturali trasmessi dall'impalcato.

Il totale dei carichi permanenti strutturali e non strutturali trasmesso al piano appoggi del muro frontale dall'impalcato (travi, trasversi, soletta, marciapiedi, ballast....) è pari a **N=3395.25 kN**.

7.3.2.2 Carichi da traffico

La spalla è stata progettata considerando agente il carico da traffico in funzione del corrispondente coefficiente di combinazione $\psi_2=0.2$

I valori massimi dell'azione verticale risultante al piano appoggi sulla sommità del muro frontale sono:
q1: N= 380 kN.

In aggiunta ai carichi provenienti dall'impalcato, si considera la presenza di un sovraccarico accidentale gravante sulla spalla e sul cuneo di spinta a tergo di essa, mediante l'applicazione di un carico uniformemente distribuito pari a **q= 27 kN/m²**. Con riferimento al treno di carico TIPO A, come riportato in Ref. 4, consideriamo una distribuzione di carico con 80 kN/m agenti a tergo della spalla e 132 kN/m in campata.

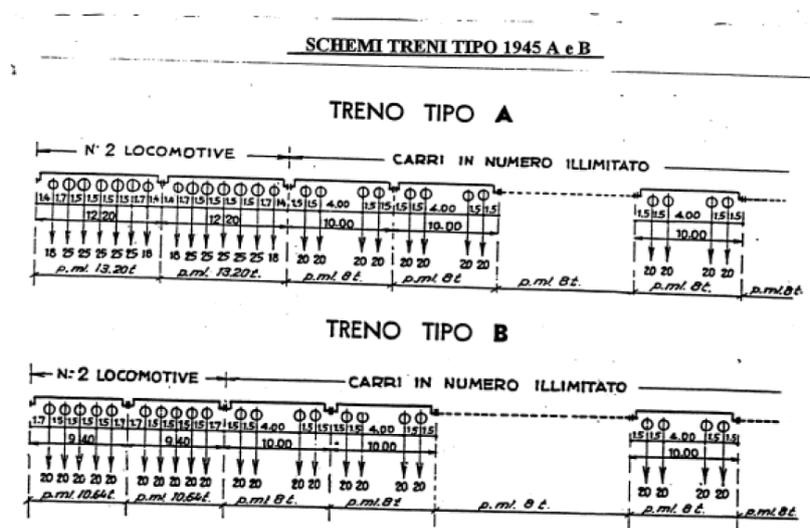


Figura 7.30 - Treni di carico

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. A

Pertanto, distribuendo gli 80 kN/m su una larghezza trasversale di 3 m si ottiene un carico di 27 kN/m², quale sovraccarico accidentale agente a tergo della spalla. A favore di sicurezza tale sovraccarico viene applicato su tutta l'impronta della spalla.

7.3.2.3 Azione sismica

Longitudine: 16.55

Latitudine: 40.587

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

Classe d'uso: II

Coefficiente d'uso $C_U = 1$

Vita nominale $V_N = 50$ anni

Categoria di suolo: B

Condizione topografica: T1

Fattore di struttura $q = 1$

Per la definizione della categoria di suolo si è fatto riferimento alla specifica relazione.

L'azione sismica è stata calcolata per mezzo del foglio di calcolo Spettri-NTCver.1.0.3 messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

I parametri per la determinazione dei punti dello spettro di risposta orizzontale e verticale sono di seguito riportati:

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate LONGITUDINE: 16,55000 LATITUDINE: 40,58700

Ricerca per comune REGIONE: Piemonte PROVINCIA: Torino COMUNE: Agliè

Elaborazioni grafiche: Grafici spettri di risposta, Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche: Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

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

Interpolazione: superficie rigata

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

INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

Figura 7.31 - Azione sismica: Fase 1 SLV Cat. B

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

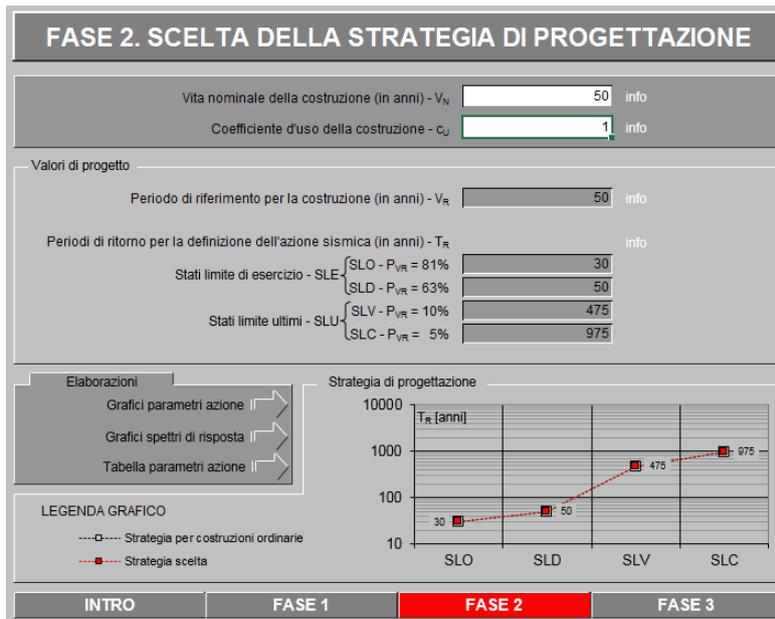


Figura 7.32 - Azione sismica: Fase 2 SLV Cat. B

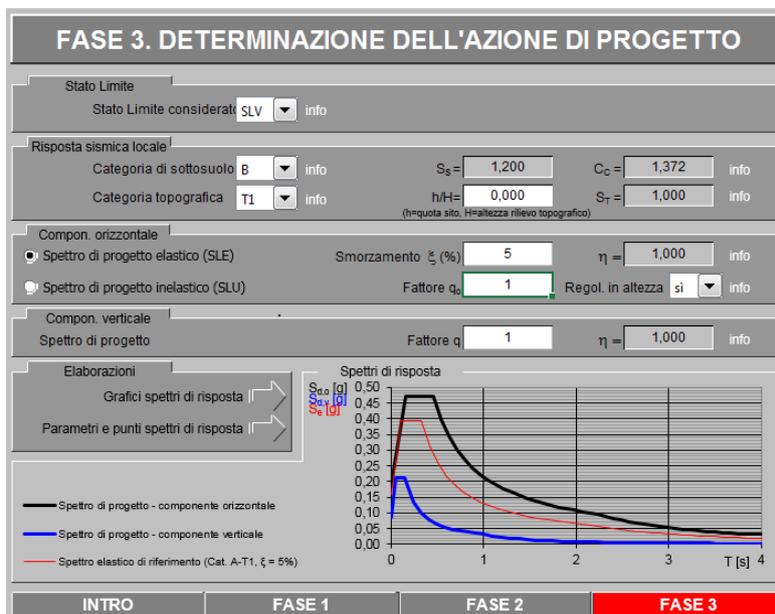


Figura 7.33 - Azione sismica: Fase 3 SLV Cat. B

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

COMPONENTE ORIZZONTALE

COMPONENTE VERTICALE

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_d	0,159 g
F_0	2,477
T_C^*	0,331 s
S_S	1,200
C_C	1,372
S_T	1,000
q	1,000

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{qv}	0,086 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,000
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

S	1,200
η	1,000
T_B	0,151 s
T_C	0,454 s
T_D	2,236 s

Parametri dipendenti

F_v	1,333
S	1,000
η	1,000

Figura 7.34 - Parametri azione sismica SLV Cat. B

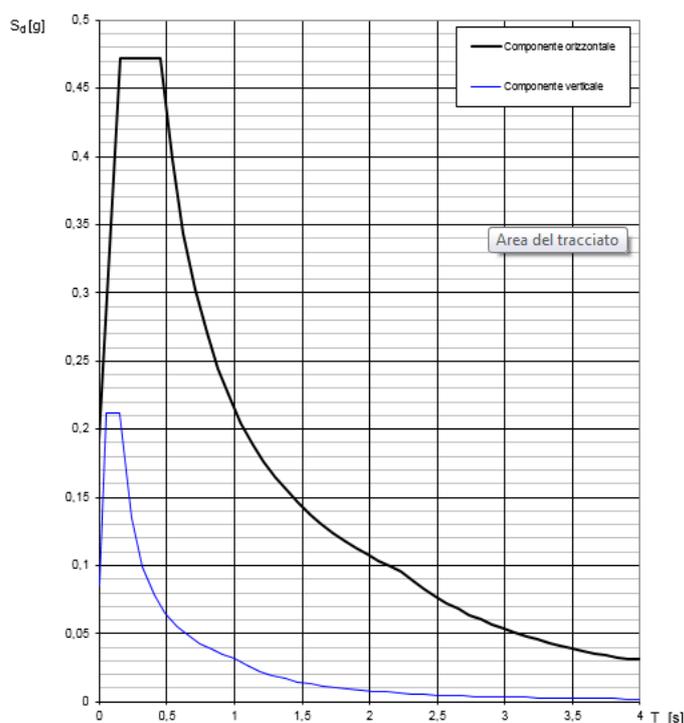


Figura 7.35 - Grafico parametri azione sismica SLV Cat. B

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

7.3.2.4 Spinta statica del terreno

Le spinte del terreno a monte degli elementi verticali della spalla sono calcolate con la teoria di Muller-Breslau, con distribuzione triangolare delle tensioni e conseguente risultante della spinta al metro pari a $S=1/2 \cdot k_a \cdot \gamma \cdot H^2$, applicata ad 1/3 dal basso.

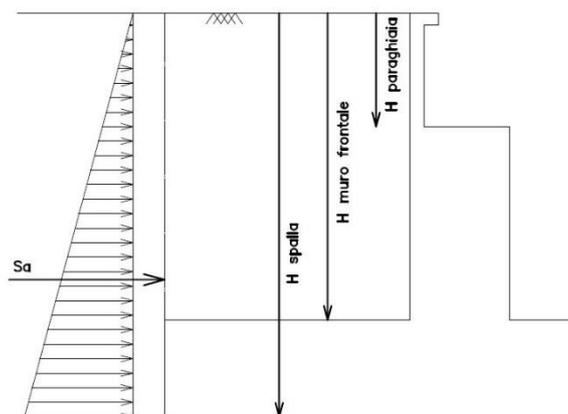


Figura 7.36 - Schema per il calcolo degli effetti della spinta statica del terreno

Si deve notare che essendo presente una fondazione su pali si ipotizza che la spalla sia impedita di traslare rispetto al terreno. La spinta sia in condizioni di esercizio che in condizioni sismiche viene calcolata con il coefficiente di spinta attiva k_a .

La spinta statica del terreno è determinata secondo la teoria di Coulomb. In particolare, il coefficiente di spinta attiva è stato definito attraverso la seguente espressione:

$$k_a = \frac{\text{sen}^2(\psi + \varphi')}{\text{sen}^2\psi \cdot \text{sen}(\psi - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi' + \delta) \cdot \text{sen}(\varphi' - \varepsilon)}{\text{sen}(\psi - \delta) \cdot \text{sen}(\psi + \varepsilon)}} \right]^2}$$

dove:

ψ inclinazione paramento interno della spalla;

φ' angolo d'attrito efficace del terreno di riempimento a tergo della spalla;

δ angolo d'attrito terra-paramento (in prima approssimazione pari a 2/3 di φ');

ε inclinazione del terreno a tergo della spalla.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	PROGETTO DEFINITIVO					
<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A	FOGLIO 136 di 183

SPINTE DEL TERRENO IN CONDIZIONE D'ESERCIZIO		cond con K_a
MURO FRONTALE	spinta del terreno soprafalda in condizione M1	1665,43 kN
	componente orizzontale	1665,43 kN
	componente verticale	659,64 kN
	spinta del terreno soprafalda in condizione M2	2085,29 kN
	componente orizzontale	2085,29 kN
	componente verticale	696,22 kN
MURO ANDATORE SINISTRA	spinta del terreno soprafalda in condizione M1	1241,68 kN
	componente orizzontale	1140,13 kN
	componente verticale	0,00 kN
	spinta del terreno soprafalda in condizione M2	1554,71 kN
	componente orizzontale	1465,50 kN
	componente verticale	0,00 kN
MURO ANDATORE DESTRA	spinta del terreno soprafalda in condizione M1	1241,68 kN
	componente orizzontale	1140,13 kN
	componente verticale	491,80 kN
	spinta del terreno soprafalda in condizione M2	1554,71 kN
	componente orizzontale	1465,50 kN
	componente verticale	519,08 kN

Figura 7.37 - Calcolo spinta del terreno in condizioni di esercizio per i muri della spalla SPB VI06

7.3.2.5 Spinta dovuta al sovraccarico accidentale

Per considerare la presenza di un sovraccarico da traffico gravante sulla spalla e a tergo di essa, si considera un carico uniformemente distribuito di lunghezza indefinita con valore pari a $q=27 \text{ KN/m}^2$. Il valore della spinta risultante al metro è dunque pari a $S=k_a \cdot q \cdot H$, con punto di applicazione posizionato a metà dell'altezza dell'elemento su cui insiste. Tale forza si considera agente in senso longitudinale su tutta la larghezza della spalla $L_m = 7 \text{ m}$.

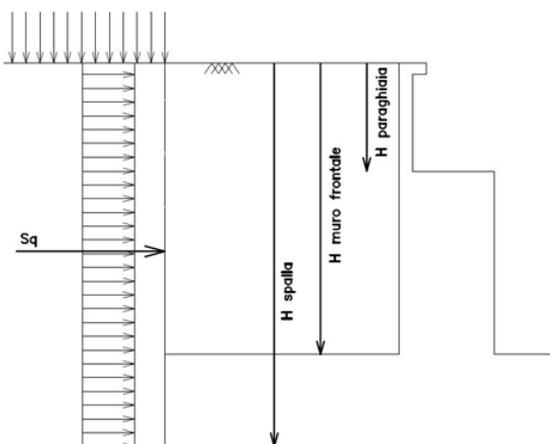


Figura 7.38 - Schema per il calcolo degli effetti della spinta dovuta al sovraccarico accidentale

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

SPINTE SOVRACCARICHI ACCIDENTALI		
MURO FRONTALE	sovraccarico accidentale q	27,00 kNmq
	spinta dovuta al sovraccarico acc M1	838,18 kN
	componente orizzontale	769,63 kN
	componente verticale	331,99 kN
	spinta dovuta al sovraccarico acc M2	1004,98 kN
	componente orizzontale	947,32 kN
MURO ANDATORE SINISTRA	componente verticale	335,54 kN
	spinta dovuta al sovraccarico acc M1	773,70 kN
	componente orizzontale	710,43 kN
	componente verticale	306,45 kN
	spinta dovuta al sovraccarico acc M2	927,68 kN
	componente orizzontale	874,45 kN
MURO ANDATORE DESTRA	componente verticale	309,73 kN
	spinta dovuta al sovraccarico acc M1	773,70 kN
	componente orizzontale	710,43 kN
	componente verticale	306,45 kN
	spinta dovuta al sovraccarico acc M2	927,68 kN
	componente orizzontale	874,45 kN
componente verticale	309,73 kN	

Figura 7.39 - Calcolo spinta indotta dal sovraccarico accidentale sui muri della spalla SPB VI06

7.3.2.6 Spinta sismica del terreno

La spinta complessiva del terreno sull'opera in condizione sismica è valutata sulla base della teoria di Mononobe-Okabe:

$$k_a = \frac{\sin^2(\psi + \varphi' - \vartheta)}{\cos \vartheta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \vartheta - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi' + \delta) \cdot \sin(\varphi' - \varepsilon - \vartheta)}{\sin(\psi - \vartheta - \delta) \cdot \sin(\psi + \varepsilon)}} \right]^2}$$

Dove:

ψ inclinazione paramento interno della spalla;

φ' angolo d'attrito efficace del terreno di riempimento a tergo della spalla;

δ angolo d'attrito terra-paramento (in prima approssimazione pari a 2/3 di φ');

ε inclinazione del terreno a tergo della spalla.

$$\vartheta = \arctan\left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

$$k_h = \frac{\beta_m \cdot a_{\max}}{g}$$

$$k_v = 0.5 \cdot k_h$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

è un coefficiente definito pari a 0.38 nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV) e pari a 0.47 nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD) (rif. §7.11.6.2.1. del DM 17.01.2018).

L'incremento dovuto all'azione sismica agente sulla spalla (ΔS_{sism}), calcolato come differenza fra la spinta complessiva sismica e quella statica (S_{stat}), viene applicato come illustrato di seguito:

$$S_{stat} = k_a \cdot \left(\frac{\gamma_t h_s^2}{2} + \gamma_t h_r h_s + q h_s \right) \quad \text{è la spinta litostatica;}$$

$$S_{sism} = k_{as} + \left((1 + k_v) \cdot \frac{\gamma_t h_s^2}{2} + \gamma_t h_r h_s + q h_s \right) \quad \text{è la spinta sismica;}$$

$$\Delta S_{sism} = S_{sism} - S_{stat} \quad \text{è l'incremento di spinta sismico;}$$

$$\gamma_t \quad \text{è il peso per unità di volume del terreno a tergo della spalla;}$$

$$q \quad \text{è il sovraccarico agente superiormente (ulteriori strati di terreno, armamento e carico da treno).}$$

- Alle azioni sopra indicate si aggiungono le azioni inerziali correlate alle masse strutturali dell'opera (muro e ciabatta di fondazione) e del terreno imbarcato; queste ultime pari ad $a_{max} \cdot w_i$, essendo a_{max} l'accelerazione di aggancio dello spettro per la categoria di suolo in oggetto e w_i il peso strutturale dell'opera o il peso del terreno imbarcato.
- Infine, ai carichi sopra indicati si aggiungeranno le azioni trasmesse dall'impalcato alla sommità dell'opera.
- Alle azioni descritte sono aggiunte quelle concernenti il carico da traffico in funzione del corrispondente coefficiente di combinazione $\psi_2=0.2$.

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

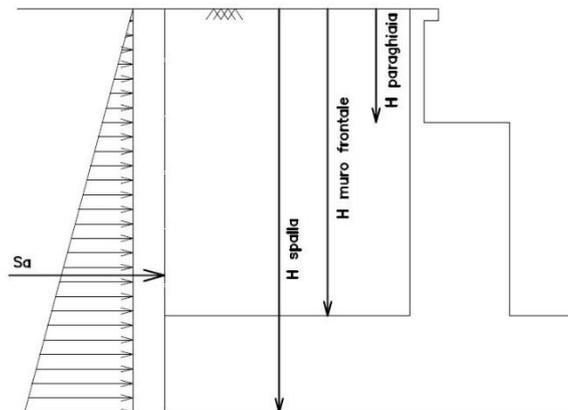


Figura 7.40 - Schema per il calcolo degli effetti della sovraspinta sismica

SPINTE DEL TERRENO IN CONDIZIONE SISMICA		
	categoria del sottosuolo	B
F_0	fattore per l'amplif. spettrale mass su sito di rif rigido	2,477
a_g	accelerazione orizz mass attesa su sito di rif rigido	1,559 m/s ²
S_s	coeff per l'effetto dell'amplif stratigrafica	1,200
S_T	coeff per l'effetto dell'amplif topografica	1
S	fattore della categoria del suolo	1,2
β_m	coeff di riduzione dell'acc max attesa al sito	0,38
a_{max}	acc orizz mass attesa al sito	1,871 m/s ²
	coeff maggiorativo	1
k_h	coeff sismico orizzontale	0,072
k_v	coeff sismico verticale	0,036
ψ	ang. Di incl. Rispetto all'orizz del param. Del muro	90 °
β	ang. Di incl. Rispetto all'orizz della superf del terrapieno	0 °

Figura 7.41 - Parametri spinte del terreno in condizione sismica SLV Cat. B

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

7.3.2.7 Forze inerziali dovute al sisma

In fase sismica si devono considerare le azioni orizzontali e verticali agenti sulla spalla dovute all'inerzia delle parti in calcestruzzo e del rinterro compreso tra i muri andatori. Le risultanti orizzontali e verticali sono rispettivamente pari a $F_h = k_h \cdot W$ e $F_v = k_v \cdot W$, dove i coefficienti k_h e k_v sono calcolati come esposto al paragrafo 7.11.3.5.2 delle NTC18 risultando pari a $k_h = \beta_m \cdot a_{max} / g$, $k_v = \pm 0.5 k_h$ con $a_{max} = S_s \cdot S_t \cdot a_g$. Il coefficiente β_m , come mostrato nella tabella riportata al paragrafo precedente, viene assunto pari a 0.38 per le verifiche SLV e 0.47 per le verifiche SLD.

$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno	474,93 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno	237,46 kN
$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno sul muro frontale	358,02 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno sul muro frontale	179,01 kN
$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno sul muro parag front	255,73 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno sul muro parag front	127,87 kN
$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno sul muro laterale sx	358,02 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno sul muro laterale sx	179,01 kN
$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno sul muro paragh laterale sx	255,73 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno sul muro paragh laterale sx	127,87 kN
$F_{h,mtest} = k_h \cdot W_{mtest}$	forza d'inerzia orizz del muro di testata	124,31 kN
$F_{v,mtest} = k_v \cdot W_{mtest}$	forza d'inerzia vert del muro di testata	62,16 kN
$F_{h,prg} = k_h \cdot W_{prg}$	forza d'inerzia orizz del paraghiaia	22,20 kN
$F_{v,prg} = k_v \cdot W_{prg}$	forza d'inerzia vert del paraghiaia	11,10 kN
$F_{h,Ma} = k_h \cdot W_{Ma}$	forza d'inerzia orizz del muro andatore (y<0)	71,04 kN
$F_{v,Ma} = k_v \cdot W_{Ma}$	forza d'inerzia vert del muro andatore (y<0)	35,52 kN
$F_{h,Ma} = k_h \cdot W_{Ma}$	forza d'inerzia orizz del muro andatore (y>0)	71,04 kN
$F_{v,Ma} = k_v \cdot W_{Ma}$	forza d'inerzia vert del muro andatore (y>0)	35,52 kN
$F_{h,Map} = k_h \cdot W_{map}$	forza d'inerzia orizz del muro paraghiaia andatore (y<0)	25,37 kN
$F_{v,Map} = k_v \cdot W_{map}$	forza d'inerzia vert del muro paraghiaia andatore (y<0)	12,69 kN
$F_{h,Map} = k_h \cdot W_{map}$	forza d'inerzia orizz del muro paraghiaia andatore (y>0)	25,37 kN
$F_{v,Map} = k_v \cdot W_{map}$	forza d'inerzia vert del muro paraghiaia andatore (y>0)	12,69 kN
$F_{h,fond} = k_h \cdot W_{fond}$	forza d'inerzia orizz della fondazione della spalla	383,45 kN
$F_{v,fond} = k_v \cdot W_{fond}$	forza d'inerzia vert della fondazione della spalla	191,73 kN
	spinta del sovraccarico accidentale MF	148,00 kN
	spinta orizz del sovraccarico accidentale	148,00 kN
	spinta vert del sovraccarico accidentale	0,00 kN
	spinta del sovraccarico accidentale MS	136,61 kN
	spinta orizz del sovraccarico accidentale	136,61 kN
	spinta vert del sovraccarico accidentale	0,00 kN
	spinta del sovraccarico accidentale MD	136,61 kN
	spinta orizz del sovraccarico accidentale	136,61 kN
	spinta vert del sovraccarico accidentale	0,00 kN
	forza d'inerzia del sovraccarico accidentale MF	21,92 kN
	forza d'inerzia del sovraccarico accidentale MS	21,92 kN
	forza d'inerzia del sovraccarico accidentale MD	21,92 kN

Figura 7.42 - Calcolo forze inerziali dovute al sisma SPB VI06 SLV Cat. B

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

7.3.2.8 Riepilogo dei carichi trasmessi dall'impalcato

Sono qui riassunte tutte le azioni trasmesse dall'impalcato alla spalla in corrispondenza del piano appoggi alla quota di sommità del muro di testata.

Nelle tabelle seguenti, si distinguono i carichi agenti definiti sulla base delle combinazioni sismiche prima dell'intervento e a seguito dell'intervento di miglioramento sismico. I carichi mobili sono direttamente quelli sismici.

Il momento M_y indicato corrisponde al momento di trasporto dei carichi verticali agenti in corrispondenza del piano appoggi al baricentro della fondazione.

CARICHI DERIVANTI DALL'ANALISI DELL'IMPALCATO		Fx	Fy	Fz	x	y	z	Mx	My	Mz
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
g1	permanenti strutturali	0	0	3395,25	3,75	0,00	7,20	0,00	12732,19	
g2	permanenti non strutturali	0	0	0	3,75	0,00	7,20	0,00	0,00	
g3	altre azioni permanenti	0	0	0	3,75	0,00	7,20	0,00	0,00	
e1	distorsioni e presollecitazioni	0	0	0	3,75	0,00	7,20	0,00	0,00	
e2	Ritiro	0	0	0	3,75	0,00	7,20	0,00	0,00	
e3	variazioni termiche	0	0	0	3,75	0,00	7,20	0,00	0,00	
e4	viscosità	0	0	0	3,75	0,00	7,20	0,00	0,00	
q1+q2	carichi mobili	0	0	380	3,75	0,00	-	0	1425,00	
q3	frenatura	0	0	0	3,75	0,00	7,20	0,00	0,00	
q4	azione centrifuga+serpeggio	0	0	0	3,75	0,00	7,20	0,00	0,00	
q5	vento	0	0	0	3,75	0,00	7,20	0,00	0,00	
q6	sisma (direzione y) carichi permanenti	0	583,31	0				364,80	0,00	
q6	sisma (direzione x) carichi permanenti	0	174,99	0				1696,28	0,00	
q6	sisma (direzione Z) carichi permanenti	0	175	0				1564,20	0,00	
q7	resistenze parassite	0	0	0			7,20			
q8	azione laterale	0	0	0				0,00	0,00	
q9	altre azioni variabili (acc. servizio)	0	0	0						

Figura 7.43 - Riepilogo azioni trasmesse dall'impalcato – prima dell'intervento SPB VI06

CARICHI DERIVANTI DALL'ANALISI DELL'IMPALCATO		Fx	Fy	Fz	x	y	z	Mx	My	Mz
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
g1	permanenti strutturali	0	0	3395,25	3,75	0,00	7,20	0,00	12732,19	
g2	permanenti non strutturali	0	0	0	3,75	0,00	7,20	0,00	0,00	
g3	altre azioni permanenti	0	0	0	3,75	0,00	7,20	0,00	0,00	
e1	distorsioni e presollecitazioni	0	0	0	3,75	0,00	7,20	0,00	0,00	
e2	Ritiro	0	0	0	3,75	0,00	7,20	0,00	0,00	
e3	variazioni termiche	0	0	0	3,75	0,00	7,20	0,00	0,00	
e4	viscosità	0	0	0	3,75	0,00	7,20	0,00	0,00	
q1+q2	carichi mobili	0	0	380	3,75	0,00	-	0	1425,00	
q3	frenatura	0	0	0	3,75	0,00	7,20	0,00	0,00	
q4	azione centrifuga+serpeggio	0	0	0	3,75	0,00	7,20	0,00	0,00	
q5	vento	0	0	0	3,75	0,00	7,20	0,00	0,00	
q6	sisma (direzione y) carichi permanenti	98	453	0				994,00	0,00	
q6	sisma (direzione x) carichi permanenti	465	86	0				190,00	0,00	
q6	sisma (direzione Z) carichi permanenti	99	86	0				190,00	0,00	
q7	resistenze parassite	0	0	0			7,20			
q8	azione laterale	0	0	0				0,00	0,00	
q9	altre azioni variabili (acc. servizio)	0	0	0						

Figura 7.44 - Riepilogo azioni trasmesse dall'impalcato – post-intervento (post-rottura fusibile) SPB VI06

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

7.3.3 Combinazione dei carichi

Le verifiche di sicurezza strutturali e geotecniche sono state condotte utilizzando combinazioni di carico definite in ottemperanza al Ref. 1 e Ref. 4.

Le verifiche di sicurezza strutturali e geotecniche dei pali sono state condotte utilizzando la combinazione A1+M1+R3, in ottemperanza alle NTC18.

Nelle tabelle seguenti, si riportano i dati relativamente alle sole combinazioni sismiche.

	Elemento	sisma X + 0.3	sisma X + 0.3	sisma Y + 0.3	sisma Y + 0.3	sisma Z verso	sisma Z verso
		sisma Y + 0.3	sisma Y + 0.3	sisma X + 0.3	sisma X + 0.3	basso + 0.3	alto + 0.3
		Coef	Coef	Coef	Coef	Coef	Coef
Peso proprio	muro frontale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	paraghiaia frontale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	muro sinistro	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	bandiera muro sx	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	paraghiaia sinistro	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	muro destro	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	bandiera muro dx	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	paraghiaia destro	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	platea	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	terr riemp su platea	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinte statiche M1 (ka)	spinta terre su MF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta terre su MS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta terre su MD	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Δ Spinte sismiche Mononobe-Okabe M1 (ka)	sovraspinta sismica su MF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	sovraspinta sismica su MS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	sovraspinta sismica su MD	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinte statiche sovraccarico M1	spinta orizz sovacc su MF	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	spinta orizz sovacc su MS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	spinta orizz sovacc su MD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	peso sovraccarico su platea	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinte sismiche sovraccarico accidentale	spinta orizz sovacc su MF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta orizz sovacc su MS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta orizz sovacc su MD	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
inerzie X sovracc accidentale	spinta orizz sovacc su MF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta orizz sovacc su MS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta orizz sovacc su MD	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Inerzia X spalla	muro frontale	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	paraghiaia frontale	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	muro sinistro	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	paraghiaia sinistro	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	muro destro	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	paraghiaia destro	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	platea	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
Inerzia X terre	Ter di riemp inf MF	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPF	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp inf MD	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPD	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp inf MS	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPS	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPS	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
Inerzia Y spalla	muro frontale	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	paraghiaia frontale	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	muro sinistro	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	paraghiaia sinistro	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	muro destro	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	paraghiaia destro	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	platea	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
Inerzia Y terre	Ter di riemp inf MF	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPF	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp inf MD	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPD	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp inf MS	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPS	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPS	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
Azioni da impalcato:	Permanenti impalcato	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Vento trasversale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Sovraccarico acc	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Azione centrifuga	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Variazioni termiche	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Resistenze parassite	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inerz X perm/acc impalc	Inerzia X perman impalc	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Inerzia X sovracc acc da impalc	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inerz Y perm/acc impalc	Inerzia Y perman impalc	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Inerzia Y sovracc acc da impalc	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Figura 7.45 - Coefficienti combinazioni sismiche

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

7.3.4 Sollecitazioni a quota intradosso fondazioni

Nelle seguenti tabelle sono riportate le azioni elementari in direzione orizzontale e verticale agenti sulla spalla distinguendo tra prima dell'intervento e a seguito dell'intervento di miglioramento sismico (post-rottura fusibile).

	Elemento	Fy (KN)	-Fx (KN)	Fz (KN)	x (m)	y (m)	z (m)
Peso proprio	muro frontale	0	0	-1758	3,25	0,00	4,45
	paraghiaia frontale	0	0	-306	2,50	0,00	8,65
	muro sinistro	0	0	-980	-1,75	-4,00	4,45
	bandiera muro sx	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	paraghiaia sinistro	0	0	-350	-1,75	-4,25	8,65
	muro destro	0	0	-980	-1,75	4,00	4,45
	bandiera muro dx	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	paraghiaia destro	0	0	-350	-1,75	4,25	8,65
	platea	0	0	-5290	0,00	0,00	1,00
	terr riemp su platea	0	0	-6552	-1,75	0,00	6,20
Spinte statiche M1 (ka)	spinta terre su MF	0	-1529	-660	-5,75	0,00	3,47
	spinta terre su MS	1140	0	0	-1,75	-3,50	4,80
	spinta terre su MD	-1140	0	-492	-1,75	3,50	4,80
Δ Spinte sismiche Mononobe-Okabe M1 (ka)	sovraspinta sismica su MF	0	-388	660	-5,75	0,00	3,47
	sovraspinta sismica su MS	448,7	0	0	-1,75	-3,50	4,80
	sovraspinta sismica su MD	-448,7	0	492	-1,75	3,50	4,80
Spinte statiche sovraccarico M1	spinta oriz sovracc su MF	0	-770	-332	-5,75	0,00	5,20
	spinta oriz sovracc su MS	710	0	-306	-1,75	-3,50	6,20
	spinta oriz sovracc su MD	-710	0	-306	-1,75	3,50	6,20
	peso sovraccarico su platea	0	0	-1512	-1,75	0,00	10,40
Spinte sismiche sovraccarico accidentale	spinta oriz sovracc su MF	0	-118	0	-5,75	0,00	5,20
	spinta oriz sovracc su MS	109	0	0	-1,75	-3,50	6,20
	spinta oriz sovracc su MD	-109	0	0	-1,75	3,50	6,20
inerzie X sovracc accidentale	spinta oriz sovracc su MF	0	-22	0	-1,75	0,00	5,20
	spinta oriz sovracc su MS	22	0	0	-1,75	0,00	6,20
	spinta oriz sovracc su MD	-22	0	0	-1,75	0,00	6,20
Inerzia X spalla	muro frontale	0	-124	-62	3,25	0,00	4,45
	paraghiaia frontale	0	-22	-11	2,50	0,00	8,65
	muro sinistro	0	-71	-36	-1,75	0,00	4,45
	paraghiaia sinistro	0	-25	-13	-1,75	0,00	8,65
	muro destro	0	-71	-36	-1,75	0,00	4,45
	paraghiaia destro	0	-25	-13	-1,75	0,00	8,65
Inerzia X terre	platea	0	-383	-192	0,00	0,00	1,00
	Ter di riemp inf MF	0	-358	-179	-1,75	0,00	4,45
	Ter di riemp sup TPF	0	-256	-128	-1,75	0,00	8,65
	Ter di riemp inf MD	0	0	0	-1,75	0,00	4,45
	Ter di riemp sup TPD	0	0	0	-1,75	0,00	8,65
	Ter di riemp inf MS	0	0	0	-1,75	0,00	4,45
Inerzia Y spalla	Ter di riemp sup TPS	0	0	0	-1,75	0,00	8,65
	muro frontale	124	0	-62	3,25	0,00	4,45
	paraghiaia frontale	22	0	-11	2,50	0,00	8,65
	muro sinistro	71	0	-36	-1,75	0,00	4,45
	paraghiaia sinistro	25	0	-13	-1,75	0,00	8,65
	muro destro	71	0	-36	-1,75	0,00	4,45
Inerzia Y terre	paraghiaia destro	25	0	-13	-1,75	0,00	8,65
	platea	383	0	-192	0,00	0,00	1,00
	Ter di riemp inf MF	0	0	0	-1,75	0,00	4,45
	Ter di riemp sup TPF	0	0	0	-1,75	0,00	8,65
	Ter di riemp inf MD	0	0	0	-1,75	0,00	4,45
	Ter di riemp sup TPD	0	0	0	-1,75	0,00	8,65
Azioni da impalcato:	Ter di riemp inf MS	358	0	-179	-1,75	0,00	4,45
	Ter di riemp sup TPS	256	0	-128	-1,75	0,00	8,65
	Permanenti impalcato	0	0	-3395	3,75	0,00	7,20
	Frenatura	0	0	0	3,75	0,00	7,20
	Vento trasversale	0	0	0	3,75	0,00	10,25
	Sovraccarico acc	0	0	-380	3,75	0,00	7,20
	Azione centrifuga	0	0	0	3,75	0,00	10,80
Inerz X perm/acc impalc	Variazioni termiche	0	0	0	3,75	0,00	7,20
	Resistenze parassite	0	0	0	3,75	0,00	9,00
Inerz Y perm/acc impalc	Inerzia X perman impalc	175	0	0	3,75	0,00	7,20
	Inerzia X sovracc acc da impalc	0	0	0	3,75	0,00	7,20
Inerz Y perm/acc impalc	Inerzia Y perman impalc	583	0	0	3,75	0,00	7,20
	Inerzia Y sovracc acc da impalc	0	0	0	3,75	0,00	7,20

Figura 7.46 - Riepilogo azioni prima dell'intervento intradosso fondazione SPB VI06

	Elemento	Fy (KN)	-Fx (KN)	Fz (KN)	x (m)	y (m)	z (m)
Peso proprio	muro frontale	0	0	-1758	3,25	0,00	4,45
	paraghiaia frontale	0	0	-306	2,50	0,00	8,65
	muro sinistro	0	0	-980	-1,75	-4,00	4,45
	bandiera muro sx	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	paraghiaia sinistro	0	0	-350	-1,75	-4,25	8,65
	muro destro	0	0	-980	-1,75	4,00	4,45
	bandiera muro dx	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	paraghiaia destro	0	0	-350	-1,75	4,25	8,65
	platea	0	0	-5290	0,00	0,00	1,00
	terr riemp su platea	0	0	-6552	-1,75	0,00	6,20
Spinte statiche M1 (ka)	spinta terre su MF	0	-1529	-660	-5,75	0,00	3,47
	spinta terre su MS	1140	0	0	-1,75	-3,50	4,80
	spinta terre su MD	-1140	0	-492	-1,75	3,50	4,80
Δ Spinte sismiche Mononobe-Okabe M1 (ka)	sovraspinta sismica su MF	0	-388	660	-5,75	0,00	3,47
	sovraspinta sismica su MS	448,7	0	0	-1,75	-3,50	4,80
	sovraspinta sismica su MD	-448,7	0	492	-1,75	3,50	4,80
Spinte statiche sovraccarico M1	spinta oriz sovrac su MF	0	-770	-332	-5,75	0,00	5,20
	spinta oriz sovrac su MS	710	0	-306	-1,75	-3,50	6,20
	spinta oriz sovrac su MD	-710	0	-306	-1,75	3,50	6,20
	peso sovraccarico su platea	0	0	-1512	-1,75	0,00	10,40
Spinte sismiche sovraccarico accidentale	spinta oriz sovrac su MF	0	-118	0	-5,75	0,00	5,20
	spinta oriz sovrac su MS	109	0	0	-1,75	-3,50	6,20
	spinta oriz sovrac su MD	-109	0	0	-1,75	3,50	6,20
inerzie X sovracc accidentale	spinta oriz sovrac su MF	0	-22	0	-1,75	0,00	5,20
	spinta oriz sovrac su MS	22	0	0	-1,75	0,00	6,20
	spinta oriz sovrac su MD	-22	0	0	-1,75	0,00	6,20
Inerzia X spalla	muro frontale	0	-124	-62	3,25	0,00	4,45
	paraghiaia frontale	0	-22	-11	2,50	0,00	8,65
	muro sinistro	0	-71	-36	-1,75	0,00	4,45
	paraghiaia sinistro	0	-25	-13	-1,75	0,00	8,65
	muro destro	0	-71	-36	-1,75	0,00	4,45
	paraghiaia destro	0	-25	-13	-1,75	0,00	8,65
	platea	0	-383	-192	0,00	0,00	1,00
Inerzia X terre	Ter di riemp inf MF	0	-358	-179	-1,75	0,00	4,45
	Ter di riemp sup TPF	0	-256	-128	-1,75	0,00	8,65
	Ter di riemp inf MD	0	0	0	-1,75	0,00	4,45
	Ter di riemp sup TPD	0	0	0	-1,75	0,00	8,65
	Ter di riemp inf MS	0	0	0	-1,75	0,00	4,45
	Ter di riemp sup TPS	0	0	0	-1,75	0,00	8,65
Inerzia Y spalla	muro frontale	124	0	-62	3,25	0,00	4,45
	paraghiaia frontale	22	0	-11	2,50	0,00	8,65
	muro sinistro	71	0	-36	-1,75	0,00	4,45
	paraghiaia sinistro	25	0	-13	-1,75	0,00	8,65
	muro destro	71	0	-36	-1,75	0,00	4,45
	paraghiaia destro	25	0	-13	-1,75	0,00	8,65
	platea	383	0	-192	0,00	0,00	1,00
Inerzia Y terre	Ter di riemp inf MF	0	0	0	-1,75	0,00	4,45
	Ter di riemp sup TPF	0	0	0	-1,75	0,00	8,65
	Ter di riemp inf MD	0	0	0	-1,75	0,00	4,45
	Ter di riemp sup TPD	0	0	0	-1,75	0,00	8,65
	Ter di riemp inf MS	358	0	-179	-1,75	0,00	4,45
	Ter di riemp sup TPS	256	0	-128	-1,75	0,00	8,65
Azioni da impalcato:	Permanenti impalcato	0	0	-3395	3,75	0,00	7,20
	Frenatura	0	0	0	3,75	0,00	7,20
	Vento trasversale	0	0	0	3,75	0,00	10,25
	Sovraccarico acc	0	0	-380	3,75	0,00	7,20
	Azione centrifuga	0	0	0	3,75	0,00	10,80
	Variazioni termiche	0	0	0	3,75	0,00	7,20
	Resistenze parassite	0	0	0	3,75	0,00	9,00
Inerz X perm/acc impalc	Inerzia X perman impalc	86	-465	0	3,75	0,00	7,20
	Inerzia X sovracc acc da impalc	0	0	0	3,75	0,00	7,20
Inerz Y perm/acc impalc	Inerzia Y perman impalc	453	-98	0	3,75	0,00	7,20
	Inerzia Y sovracc acc da impalc	0	0	0	3,75	0,00	7,20

Figura 7.47 - Riepilogo azioni post-intervento (post-rottura fusibile) intradosso fondazione SPB VI06

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

Tali azioni combinate con i coefficienti riportati in precedenza determinano le sollecitazioni di progetto nel baricentro del plinto, alla quota intradosso, esposte nelle tabelle seguenti.

Nelle tabelle seguenti sono riportate le azioni elementari in direzione orizzontale e verticale agenti sulla platea di fondazione della spalla, distinguendo tra prima dell'intervento e a seguito dell'intervento di miglioramento sismico

Combinazioni	Ty (KN)	Tx (KN)	N (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	751	3395	-20747	-4813	14926
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	751	3395	-21944	-4813	12079
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	1972	2459	-20747	-9743	10723
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	1972	2459	-21944	-9743	7876
sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	628	2459	-23389	-7456	-1685
sisma Z verso alto + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	628	2459	-16318	-7456	25505

Figura 7.48 - Forze risultanti nel baricentro del plinto di fondazione, quota intradosso – prima dell'intervento SPB VI06

Combinazioni	Ty (KN)	Tx (KN)	N (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	623	3889	-20747	-2384	18486
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	623	3889	-21944	-2384	15639
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	1815	2697	-20747	-9241	12433
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	1815	2697	-21944	-9241	9586
sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	563	2628	-23389	-6982	-469
sisma Z verso alto + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	563	2628	-16318	-6982	26721

Figura 7.49 - Forze risultanti nel baricentro del plinto di fondazione, quota intradosso – post-intervento (post-rottura fusibile) SPB VI06

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

7.3.5 Verifica strutturale dei pali di fondazione

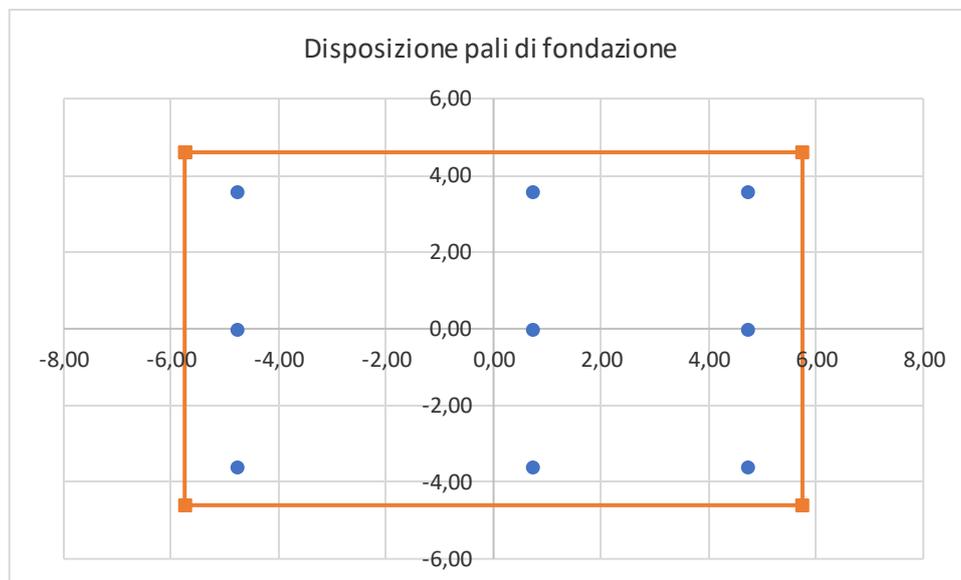


Figura 7.50 - Pianta fondazione spalla SPB VI06

Per i materiali, come riportato in IA5F03D09ROVI0000001, si fa riferimento ai seguenti dati:

- Calcestruzzo C 20/25 con FC=1.2;
- Acciaio FeB38k;
- Copriferro 6 cm;
- Diametro pali 1200 mm;
- Armatura pali 28 Φ 30.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

PRIMA DELL'INTERVENTO

Sui singoli pali si ha:

Combinazioni	N [kN]	MI [kNm]	Mt [kNm]	VI [kN]	Vt [kN]	n [-]	V [kN]	M [kNm]	1	2	3	4	5	6	7	8	9
									palo1 Q [kN]	palo2 Q [kN]	palo3 Q [kN]	palo4 Q [kN]	palo5 Q [kN]	palo6 Q [kN]	palo7 Q [kN]	palo8 Q [kN]	palo9 Q [kN]
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	20746,53	14926,40	-4812,75	3394,60	750,94	9	386,30	849,85	2010,70	2609,66	3045,27	1787,88	2386,85	2822,46	1565,07	2164,03	2599,64
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	21944,23	12079,45	-4812,75	3394,60	750,94	9	386,30	849,85	2242,44	2727,16	3079,68	2019,63	2504,35	2856,87	1796,81	2281,53	2634,06
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	20746,53	10722,87	-9742,74	2459,03	1972,33	9	350,25	770,56	2384,61	2814,90	3127,83	1933,56	2363,84	2676,78	1482,51	1912,79	2225,73
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	21944,23	7875,92	-9742,74	2459,03	1972,33	9	350,25	770,56	2616,35	2932,40	3162,25	2165,30	2481,34	2711,19	1714,25	2030,29	2260,14
sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	23388,91	-1685,05	-7455,84	2459,03	628,45	9	282,01	620,42	3002,34	2934,72	2885,55	2657,16	2589,55	2540,37	2311,99	2244,37	2195,19
sisma Z verso alto + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	16318,24	25505,15	-7455,84	2459,03	628,45	9	282,01	620,42	1274,42	2297,88	3042,22	929,24	1952,70	2697,04	584,06	1607,52	2351,86

Figura 7.51 - Riepilogo azioni sui pali prima dell'intervento SPB VI06

SOLLECITAZIONI MASSIME AGENTI SUI PALI

N max	3162
N min	584
V max	386,30
V min	282,01
M max	849,85
M min	620,42

Tabella 7.1 - Involuppo sollecitazioni pali prima dell'intervento SPB VI06

Dove per il calcolo del momento agente si rimanda alla relazione IA5F03D09GEVI0600001.

Per poterlo confrontare con i momenti resistenti post intervento, vengono riportati i domini resistenti in campo sostanzialmente elastico.

 <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p>					
	<p>Relazione di calcolo Spalle</p>	<p>COMMESSA IA5F</p>	<p>LOTTO 03</p>	<p>CODIFICA CL</p>	<p>DOCUMENTO VI0000007</p>	<p>REV. A</p>

Calcolo momento resistente in campo sostanzialmente elastico

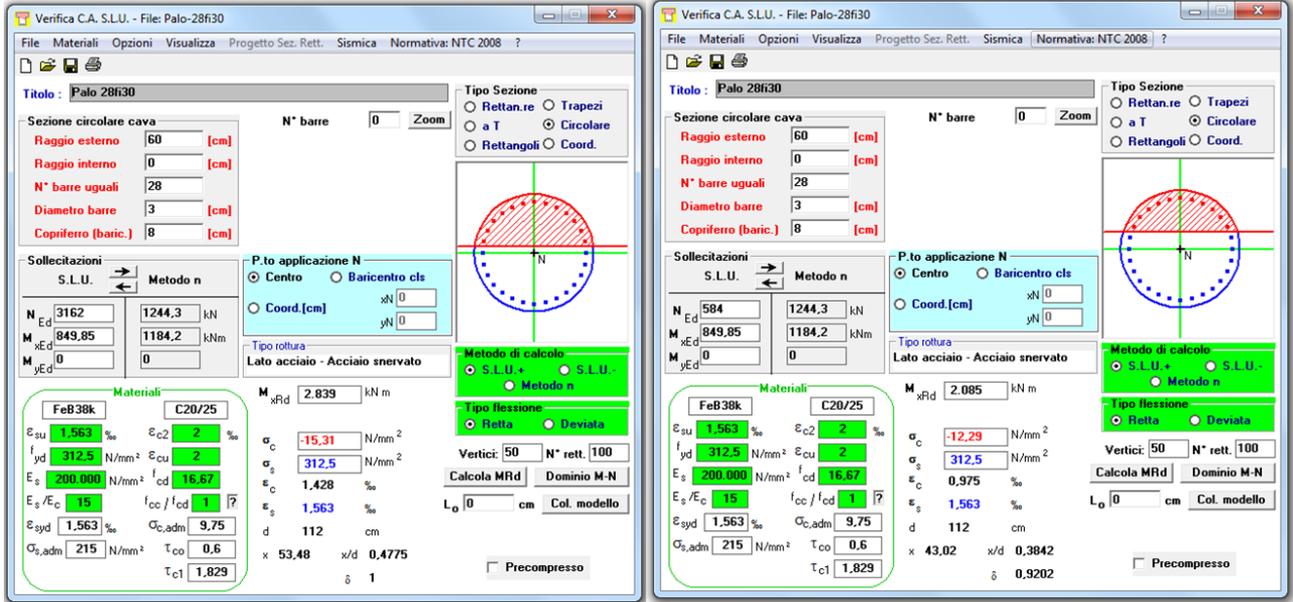


Figura 7.52 - Calcolo momento resistente prima dell'intervento SPB VI06 per le combinazioni $N_{max}; M_{max}$ (a sinistra) e $N_{min}; M_{max}$ (a destra)

Calcolo dominio di rottura

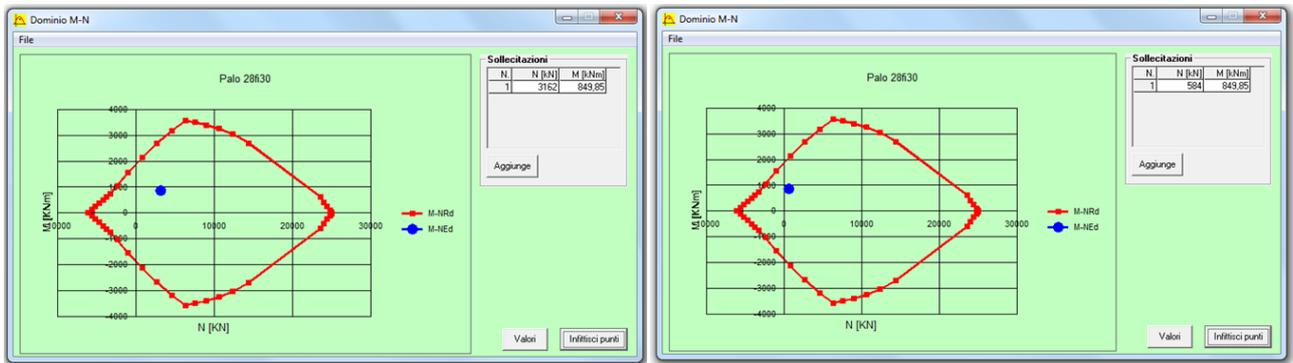


Figura 7.53 - Calcolo dominio di rottura prima dell'intervento SPB VI06 per le combinazioni $N_{max}; M_{max}$ (a sinistra) e $N_{min}; M_{max}$ (a destra)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

POST-INTERVENTO (post-rottura del fusibile)

Sui singoli pali si ha:

Combinazioni	N [kN]	MI [kNm]	Mt [kNm]	VI [kN]	Vt [kN]	n [-]	V [kN]	M [kNm]	1	2	3	4	5	6	7	8	9
									palo1 Q [kN]	palo2 Q [kN]	palo3 Q [kN]	palo4 Q [kN]	palo5 Q [kN]	palo6 Q [kN]	palo7 Q [kN]	palo8 Q [kN]	palo9 Q [kN]
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	20746,53	18486,08	-2384,28	3889,00	622,86	9	437,62	962,76	1774,90	2516,71	3056,20	1664,52	2406,32	2945,82	1554,14	2295,94	2835,44
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	21944,23	15639,13	-2384,28	3889,00	622,86	9	437,62	962,76	2006,65	2634,21	3090,62	1896,26	2523,82	2980,23	1785,88	2413,44	2869,85
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	20746,53	12432,87	-9241,49	2696,53	1815,33	9	361,18	794,60	2302,15	2801,05	3163,89	1874,30	2373,20	2736,04	1446,45	1945,36	2308,19
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	21944,23	9585,92	-9241,49	2696,53	1815,33	9	361,18	794,60	2533,89	2918,55	3198,30	2106,04	2490,70	2770,45	1678,19	2062,85	2342,61
sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	23388,91	-468,97	-6982,15	2627,93	562,66	9	298,61	656,94	2938,27	2919,45	2905,76	2615,02	2596,20	2582,51	2291,77	2272,95	2259,27
sisma Z verso alto + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	16318,24	26721,23	-6982,15	2627,93	562,66	9	298,61	656,94	1210,34	2282,60	3062,43	887,09	1959,36	2739,18	563,85	1636,11	2415,93

Figura 7.54 - Riepilogo azioni sui pali post-intervento (post-rottura fusibile) SPB VI06

SOLLECITAZIONI MASSIME AGENTI SUI PALI

N max	3198,30
N min	563,85
V max	437,62
V min	298,61
M max	962,76
M min	656,94

Figura 7.55 - Inviluppo sollecitazioni pali post-intervento (post-rottura fusibile) SPB VI06

Calcolo momento resistente in campo sostanzialmente elastico

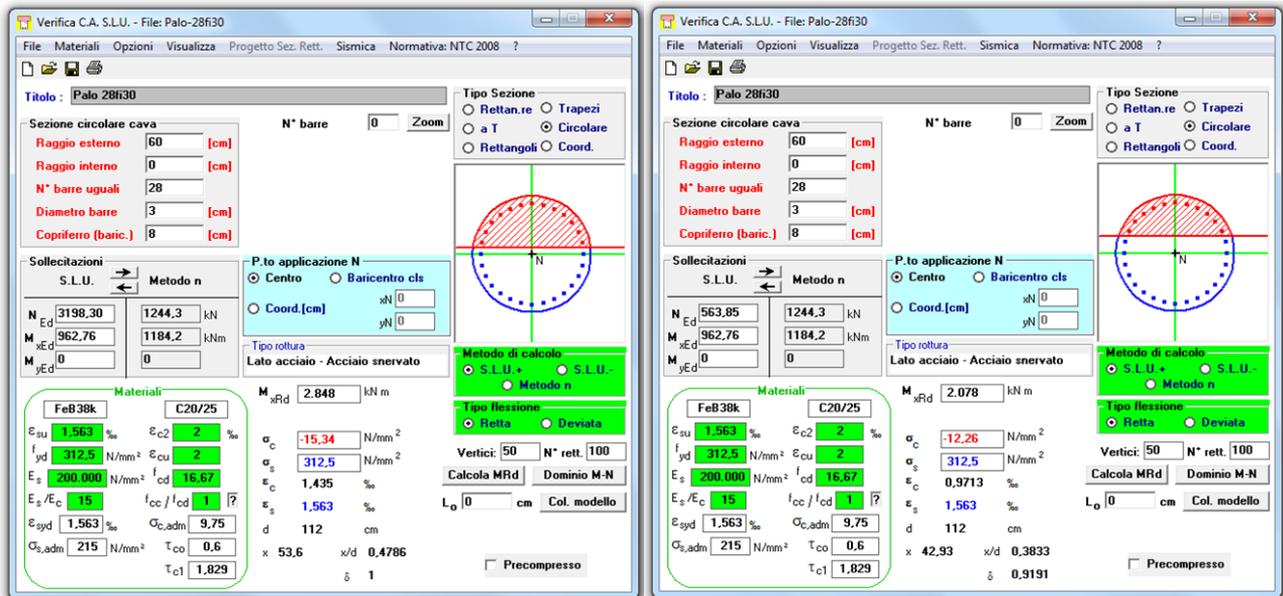


Figura 7.56 - Calcolo momento resistente post-intervento (post-rottura fusibile) SPB VI06 per le combinazioni $N_{max}; M_{max}$ (a sinistra) e $N_{min}; M_{max}$ (a destra)

Calcolo dominio di rottura

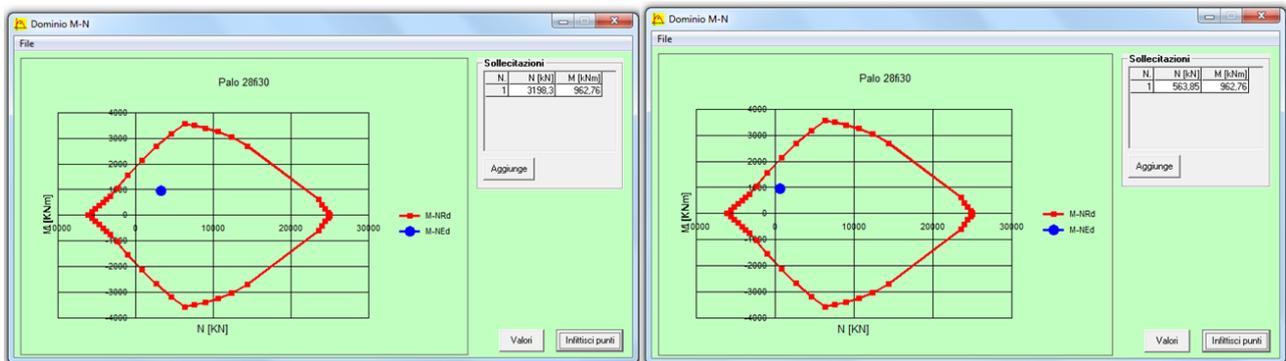


Figura 7.57 - Calcolo dominio di rottura post-intervento (post-rottura fusibile) SPB VI06 per le combinazioni $N_{max}; M_{max}$ (a sinistra) e $N_{min}; M_{max}$ (a destra)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

7.3.6 Verifica geotecnica dei pali di fondazione

Per le verifiche geotecniche si rimanda alla relazione IA5F03D09GEVI0600001.

Gli scarichi sui pali sono riportati nella seguente tabella:

Combinazioni	N [kN]	MI [kNm]	Mt [kNm]	VI [kN]	Vt [kN]	n [-]	V [kN]	M [kNm]	1	2	3	4	5	6	7	8	9
									palo1 Q [kN]	palo2 Q [kN]	palo3 Q [kN]	palo4 Q [kN]	palo5 Q [kN]	palo6 Q [kN]	palo7 Q [kN]	palo8 Q [kN]	palo9 Q [kN]
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	20746,53	18486,08	-2384,28	3889,00	622,86	9	437,62	962,76	1774,90	2516,71	3056,20	1664,52	2406,32	2945,82	1554,14	2295,94	2835,44
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	21944,23	15639,13	-2384,28	3889,00	622,86	9	437,62	962,76	2006,65	2634,21	3090,62	1896,26	2523,82	2980,23	1785,88	2413,44	2869,85
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	20746,53	12432,87	-9241,49	2696,53	1815,33	9	361,18	794,60	2302,15	2801,05	3163,89	1874,30	2373,20	2736,04	1446,45	1945,36	2308,19
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	21944,23	9585,92	-9241,49	2696,53	1815,33	9	361,18	794,60	2533,89	2918,55	3198,30	2106,04	2490,70	2770,45	1678,19	2062,85	2342,61
sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	23388,91	-468,97	-6982,15	2627,93	562,66	9	298,61	656,94	2938,27	2919,45	2905,76	2615,02	2596,20	2582,51	2291,77	2272,95	2259,27
sisma Z verso alto + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	16318,24	26721,23	-6982,15	2627,93	562,66	9	298,61	656,94	1210,34	2282,60	3062,43	887,09	1959,36	2739,18	563,85	1636,11	2415,93

Figura 7.58 - Riepilogo azioni sui pali post-intervento (post-rottura fusibile) SPB VI06

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

8. VIADOTTO “BASENTO” – VI01

8.1 Geometria delle spalle

Nelle figure sottostanti è indicato uno schema qualitativo della geometria delle spalle, utile alla lettura della tabella successiva. I dati presenti in tabella, indicanti il peso di ciascun elemento delle spalle, fanno riferimento all’effettiva carpenteria della spalla come definita negli elaborati grafici.

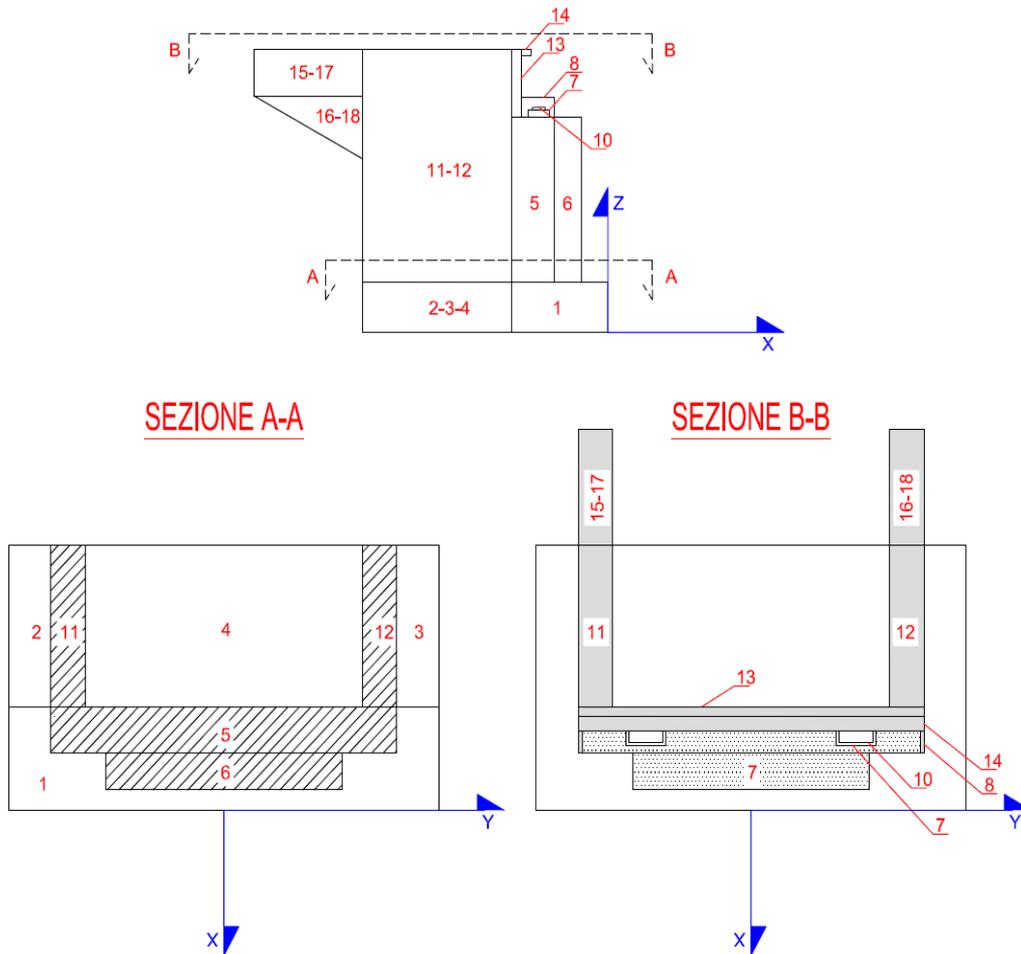


Figura 8.1 - Schema qualitativo della geometria della spalla

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale					
	PROGETTO DEFINITIVO					
Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A	FOGLIO 154 di 183

8.2 SPALLA MOBILE – SP B

Si riporta la geometria della **spalla mobile SP B** come da allegato n. **F.1.8 (progetto storico)**:

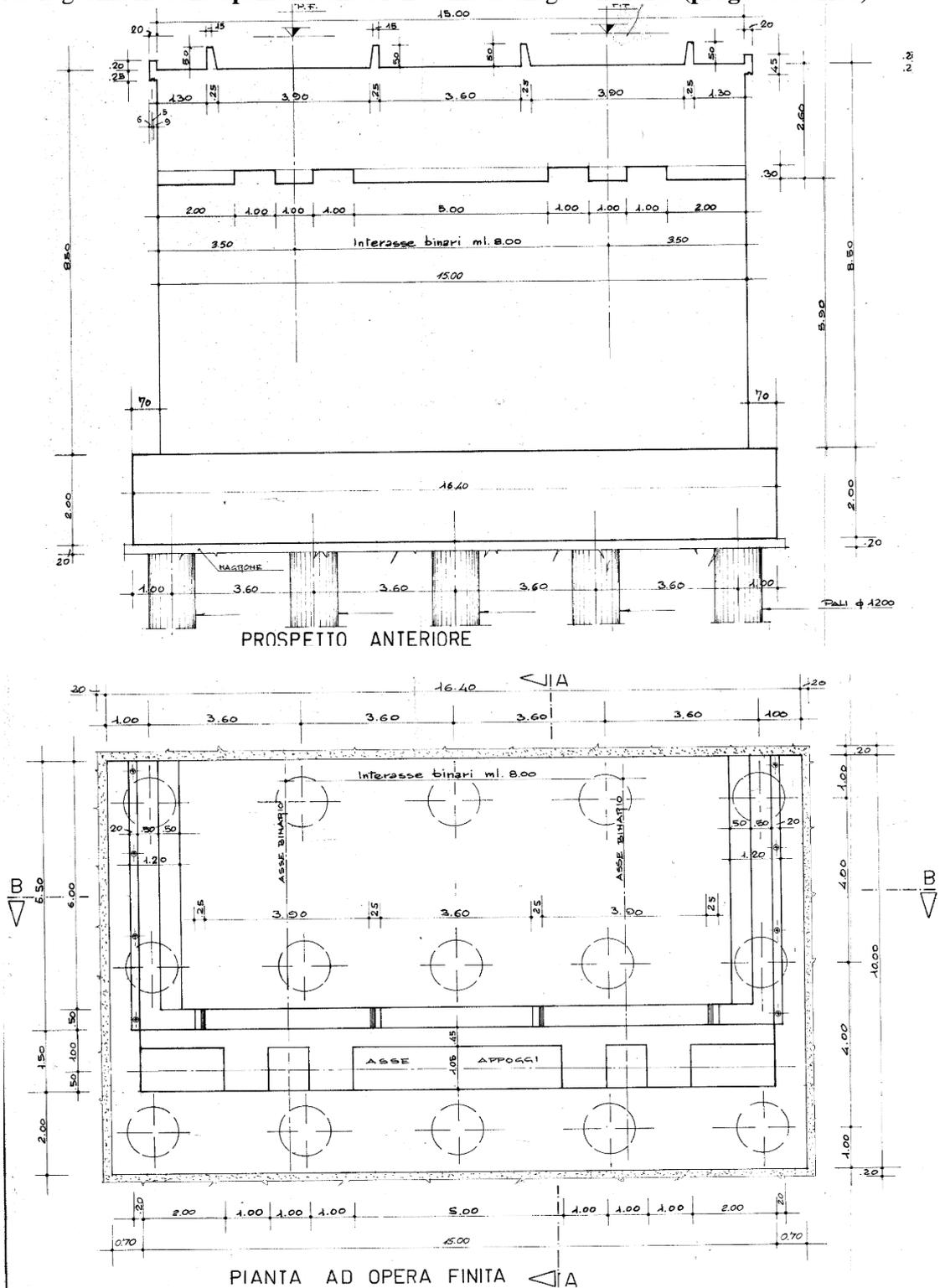


Figura 8.2 - Geometria spalla B V101 secondo progetto storico

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

8.2.1 Caratteristiche del terreno a monte della spalla

Sono state considerate caratteristiche geotecniche uguali per il terreno a tergo della fondazione, e quello contenuto entro i muri andatori. Tali valori sono riportati di seguito in tabella.

PESO PROPRIO SPALLA - GEOMETRIA								
ELEMENTO	Descrizione	quantità	LX [m]	LY [m]	LZ [m]	Volume	γ [kNm ³]	Peso [kN]
1	PORZIONE TRASVERSALE DELLA FONDAZIONE		4,00	16,40	2,00	131,20	25,00	-3280,00
2	PORZIONE LONGITUDINALE DELLA FONDAZIONE ($\gamma < 0$)		6,00	0,70	2,00	8,40	25,00	-210,00
3	PORZIONE LONGITUDINALE DELLA FONDAZIONE ($\gamma > 0$)		6,00	0,70	2,00	8,40	25,00	-210,00
4	COMPLETAMENTO DELLA FONDAZIONE		6,00	15,00	2,00	180,00	25,00	-4500,00
	PESO TOTALE FONDAZIONE							-8200,00
5	MURO FRONTALE		2,00	15,00	5,90	177,00	25,00	-4425,00
6	RINGROSSO MURO FRONTALE (per appoggi)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
7	BAGGIOLI	3	0,40	0,40	0,30	0,14	25,00	-3,60
8	RITEGNI SISMICI TRASVERSALI	4	1,05	1,00	0,30	1,26	25,00	-31,50
9	RITEGNI SISMICI LONGITUDINALI	1	0,45	15,00	0,30	2,03	25,00	-50,63
10	APPARECCHI DI APPOGGIO				0,00			0,00
11	MURO ANDATORE ($Y < 0$)		6,00	1,00	5,90	35,40	25,00	-885,00
12	MURO ANDATORE ($Y > 0$)		6,00	1,00	5,90	35,40	25,00	-885,00
13	MURO PARAGHIAIA		0,50	15,00	3,50	26,25	25,00	-656,25
11A	MURO PARAGHIAIA ANDATORE ($Y < 0$)		6,00	0,50	3,50	10,50	25,00	-262,50
12B	MURO PARAGHIAIA ANDATORE ($Y > 0$)		6,00	0,50	3,50	10,50	25,00	-262,50
14	MARTELLO		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
15	BANDIERA parte rettangolare ($Y > 0$)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
16	BANDIERA parte triangolare ($Y > 0$)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
17	BANDIERA parte rettangolare ($Y < 0$)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
18	BANDIERA parte triangolare ($Y < 0$)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
19	MARCIAPIEDE ($\gamma > 0$)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
20	MARCIAPIEDE ($\gamma < 0$)		0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00
21	GUARD-RAIL + BARRIERA SICUREZZA + VELETTA ($\gamma > 0$)							0,00
22	GUARD-RAIL + BARRIERA SICUREZZA + VELETTA ($\gamma < 0$)							0,00
TOTALE =								-15661,98

Figura 8.3 - Peso proprio della spalla SPB VI01

L'altezza del muro paraghiaia, come evidenziato, è stata incrementata da 2.60 m a 3.50m per tener conto del sovraccarico esercitato dal ballast e dai muretti a tergo della spalla.

TERRENO DI MONTE		
ϕ'	angolo di attrito del terreno di monte	35 °
$\tan(\phi')$	tang. Dell'angolo di resistenza a taglio del terreno di monte	0,700
$\gamma\phi'$ M1	coeffic. Parziale di $\tan\phi'$ per la cond. M1	1
$\gamma\phi'$ M2	coeffic. Parziale di $\tan\phi'$ per la cond. M2	1,25
ϕ' M1	angolo di attrito per la cond. M1	35,00 °
ϕ' M2	angolo di attrito per la cond. M2	29,26 °
γ	peso per unità di volume del terreno	18 kN/m ³
δ esercizio M1	angolo di attrito terra-muro per le cond. Di esercizio M1	23,33 °
δ sismica M1	angolo di attrito terra-muro per le cond. sismiche M1	0,00 °
δ esercizio M2	angolo di attrito terra-muro per le cond. Di esercizio M2	19,50 °
δ sismica M2	angolo di attrito terra-muro per le cond. sismiche M2	0,00 °
H terreno	altezza terreno da estradosso fondazione	9,40 m
W_{terr}	peso totale terreno di monte	13575,6 kN
β	inclinazione rispetto alla verticale del paramento	0 °
i	inclinazione rispetto all'orizz della superf del terrapieno	0 °
K_0 M1	coefficiente di spinta in quiete cond M1 $k_0=(1-\text{sen}\phi)$	0,426
K_0 M2	coefficiente di spinta in quiete cond M2 $k_0=(1-\text{sen}\phi)$	0,511
K_a M1	coeff di spinta attiva Muller-Breslau cond M1	0,244
K_a M2	coeff di spinta attiva Muller-Breslau cond M2	0,306
H tot	altezza totale di spinta (H terr + H fond)	11,40 m
c'_t	coesione del terreno a monte	0 kPa

Figura 8.4 - Caratteristiche terreno di monte SPB VI01

TERRENO A TERGO		
ϕ'	35 °	
$\tan(\phi')$	0,700	
$\gamma\phi'$ M1	1	
$\gamma\phi'$ M2	1,25	
ϕ' M1	35,00 °	0,611 rad
ϕ' M2	29,26 °	0,511 rad
γ	18 kN/m ³	
δ eserc M1	23,33 °	0,407 rad
δ sism M1	0,00 °	0,000 rad
δ eserc M2	19,50 °	0,340
δ sism M2	0,00 °	0,000 rad
β	0 °	0 rad
i	0 °	
K_0 M1	0,426	
K_0 M2	0,511	
K_a M1	0,244	
K_a M2	0,306	
H tot	11,40 m	
c'_t	0 kPa	

Figura 8.5 - Caratteristiche terreno a tergo della spalla SPB VI01

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

8.3 Analisi dei carichi

8.3.1 Carichi permanenti strutturali e non strutturali

Nei carichi permanenti strutturali sono compresi il peso proprio della spalla (calcolato considerando un peso specifico del calcestruzzo di 25kN/mc), il peso del terreno compreso tra i muri andatori ed i carichi permanenti strutturali trasmessi dall'impalcato.

Il totale dei carichi permanenti strutturali e non strutturali trasmesso al piano appoggi del muro frontale dall'impalcato (travi, trasversi, soletta, marciapiedi, ballast....) è pari a **N=3395.25 kN**.

8.3.2 Carichi da traffico

La spalla è stata progettata considerando agente il carico da traffico in funzione del corrispondente coefficiente di combinazione $\psi_2=0.2$

I valori massimi dell'azione verticale risultante al piano appoggi sulla sommità del muro frontale sono:
 $q_1: N=380 \text{ kN}$.

In aggiunta ai carichi provenienti dall'impalcato, si considera la presenza di un sovraccarico accidentale gravante sulla spalla e sul cuneo di spinta a tergo di essa, mediante l'applicazione di un carico uniformemente distribuito pari a $q=27 \text{ kN/m}^2$. Con riferimento al treno di carico TIPO A, come riportato in Ref. 4, consideriamo una distribuzione di carico con 80 kN/m agenti a tergo della spalla e 132 kN/m in campata.

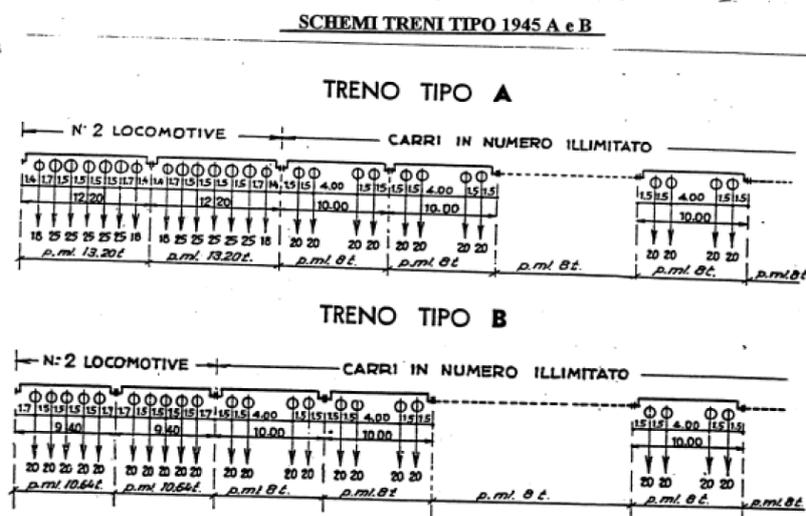


Figura 8.6 - Treni di carico

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. A

Pertanto, distribuendo gli 80 kN/m su una larghezza trasversale di 3 m si ottiene un carico di 27 kN/m², quale sovraccarico accidentale agente a tergo della spalla. A favore di sicurezza tale sovraccarico viene applicato su tutta l'impronta della spalla.

8.3.3 Azione sismica

Longitudine: 16.55

Latitudine: 40.587

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

Classe d'uso: II

Coefficiente d'uso $C_U = 1$

Vita nominale $V_N = 50$ anni

Categoria di suolo: C

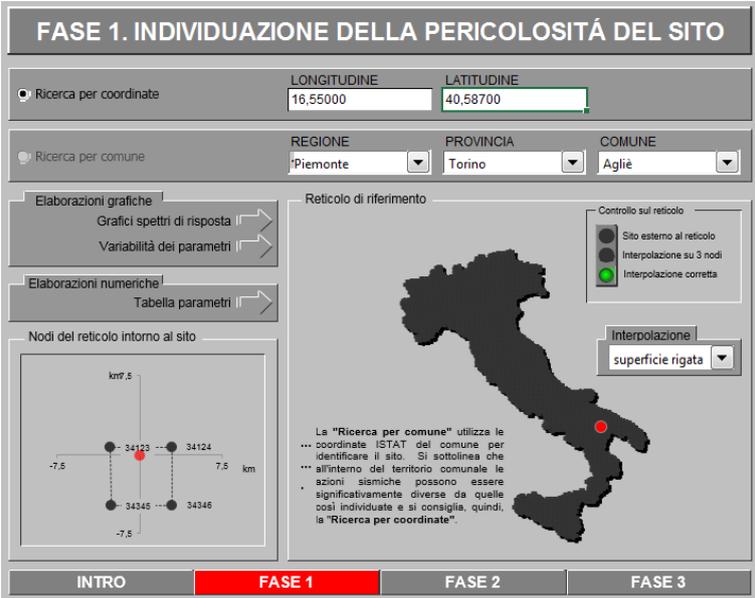
Condizione topografica: T1

Fattore di struttura $q = 1$

Per la definizione della categoria di suolo si è fatto riferimento alla specifica relazione.

L'azione sismica è stata calcolata per mezzo del foglio di calcolo Spettri-NTCver.1.0.3 messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

I parametri per la determinazione dei punti dello spettro di risposta orizzontale e verticale sono di seguito riportati:



FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate
 LONGITUDINE: 16,55000
 LATITUDINE: 40,58700

Ricerca per comune
 REGIONE: Piemonte
 PROVINCIA: Torino
 COMUNE: Agliè

Elaborazioni grafiche:
 Grafici spettri di risposta
 Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche:
 Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

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

Interpolazione:
 superficie rigata

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

INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

Figura 8.7 - Azione sismica: Fase 1 SLV Cat. C

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

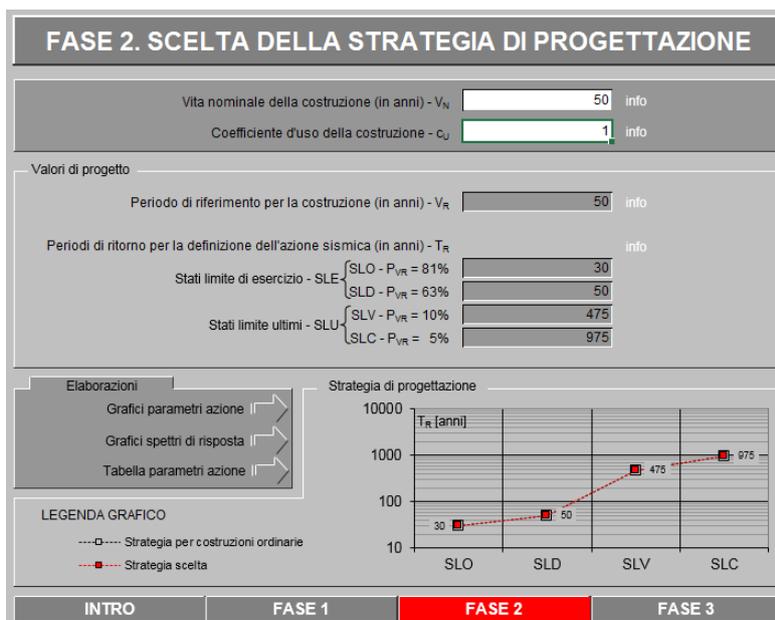


Figura 8.8 - Azione sismica: Fase 2 SLV Cat. C

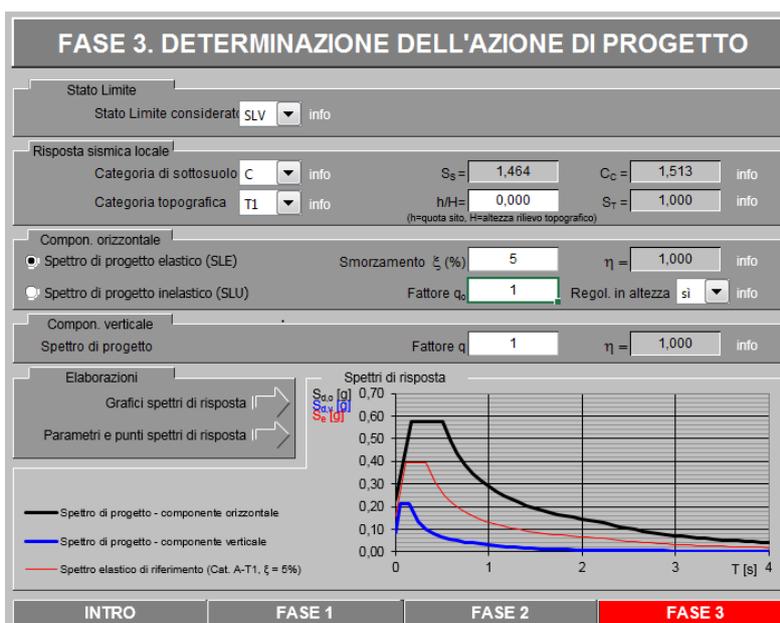


Figura 8.9 - Azione sismica: Fase 3 SLV Cat. C

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

COMPONENTE ORIZZONTALE

COMPONENTE VERTICALE

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_q	0,159 g
F_0	2,477
T_C^*	0,331 s
S_S	1,464
C_C	1,513
S_T	1,000
q	1,000

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{qv}	0,086 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,000
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

S	1,464
η	1,000
T_B	0,167 s
T_C	0,500 s
T_D	2,236 s

Parametri dipendenti

F_V	1,333
S	1,000
η	1,000

Figura 8.10 - Parametri azione sismica SLV Cat. C

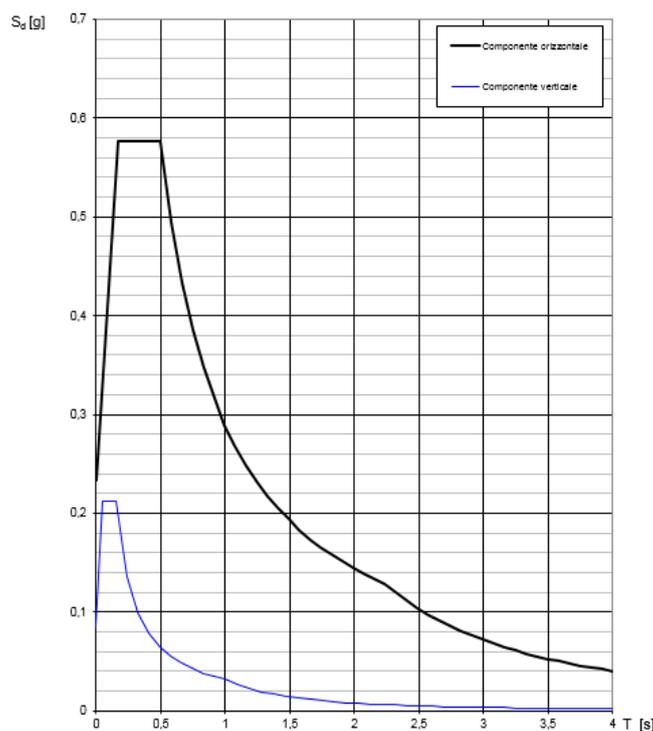


Figura 8.11 - Grafico parametri azione sismica SLV Cat. C

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

8.3.4 Spinta statica del terreno

Le spinte del terreno a monte degli elementi verticali della spalla sono calcolate con la teoria di Muller-Breslau, con distribuzione triangolare delle tensioni e conseguente risultante della spinta al metro pari a $S=1/2 \cdot k_a \cdot \gamma \cdot H^2$, applicata ad 1/3 dal basso.

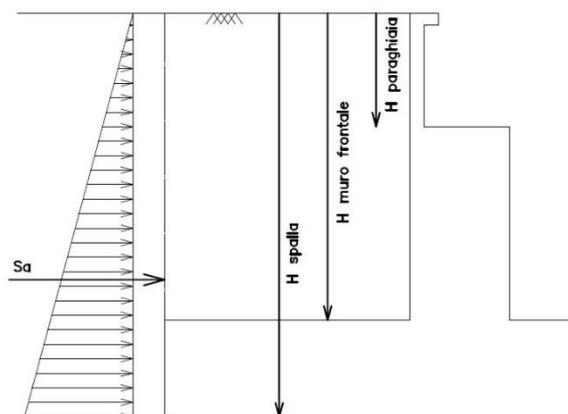


Figura 8.12 - Schema per il calcolo degli effetti della spinta statica del terreno

La spinta sia in condizioni di esercizio che in condizioni sismiche viene calcolata con il coefficiente di spinta attiva k_a .

La spinta statica del terreno è determinata secondo la teoria di Coulomb. In particolare, il coefficiente di spinta attiva è stato definito attraverso la seguente espressione:

$$k_a = \frac{\text{sen}^2(\psi + \varphi')}{\text{sen}^2\psi \cdot \text{sen}(\psi - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi' + \delta) \cdot \text{sen}(\varphi' - \varepsilon)}{\text{sen}(\psi - \delta) \cdot \text{sen}(\psi + \varepsilon)}} \right]^2}$$

dove:

ψ inclinazione paramento interno della spalla;

φ' angolo d'attrito efficace del terreno di riempimento a tergo della spalla;

δ angolo d'attrito terra-paramento (in prima approssimazione pari a 2/3 di φ');

ε inclinazione del terreno a tergo della spalla.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

SPINTE DEL TERRENO IN CONDIZIONE D'ESERCIZIO		cond con K_a
MURO FRONTALE	spinta del terreno soprafalda in condizione M1	4288,07 kN
	componente orizzontale	4288,07 kN
	componente verticale	1698,42 kN
	spinta del terreno soprafalda in condizione M2	5369,12 kN
MURO ANDATORE SINISTRA	componente orizzontale	5369,12 kN
	componente verticale	1792,60 kN
	spinta del terreno soprafalda in condizione M1	1166,19 kN
	componente orizzontale	1070,81 kN
MURO ANDATORE DESTRA	componente verticale	0,00 kN
	spinta del terreno soprafalda in condizione M2	1460,19 kN
	componente orizzontale	1376,40 kN
	componente verticale	0,00 kN
MURO ANDATORE SINISTRA	spinta del terreno soprafalda in condizione M1	1166,19 kN
	componente orizzontale	1070,81 kN
	componente verticale	461,90 kN
	spinta del terreno soprafalda in condizione M2	1460,19 kN
MURO ANDATORE DESTRA	componente orizzontale	1376,40 kN
	componente verticale	487,52 kN

Figura 8.13 - Calcolo spinta del terreno in condizioni di esercizio per i muri della spalla SPB VI01

8.3.5 Spinta dovuta al sovraccarico accidentale

Per considerare la presenza di un sovraccarico da traffico gravante sulla spalla e a tergo di essa, si considera un carico uniformemente distribuito di lunghezza indefinita con valore pari a $q=27 \text{ KN/m}^2$. Il valore della spinta risultante al metro è dunque pari a $S=k_a \cdot q \cdot H$, con punto di applicazione posizionato a metà dell'altezza dell'elemento su cui insiste. Tale forza si considera agente in senso longitudinale su tutta la larghezza della spalla $L_m = 7 \text{ m}$.

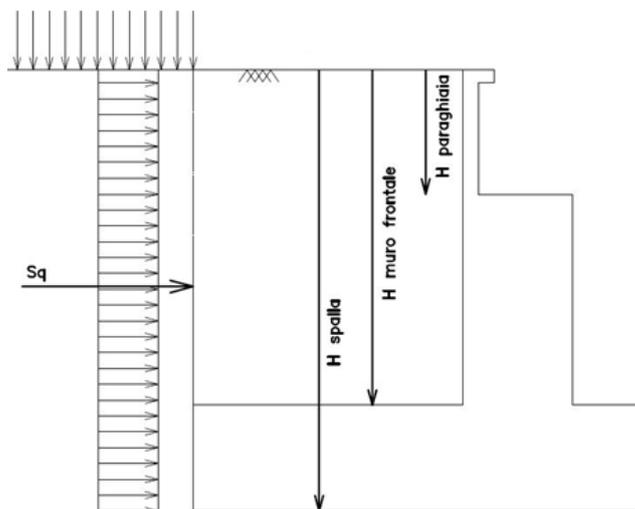


Figura 8.14 - Schema per il calcolo degli effetti della spinta dovuta al sovraccarico accidentale

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

SPINTE SOVRACCARICHI ACCIDENTALI		
MURO FRONTALE	sovraccarico accidentale q	27,00 kNmq
	spinta dovuta al sovraccarico acc M1	1968,80 kN
	componente orizzontale	1807,78 kN
	componente verticale	779,80 kN
	spinta dovuta al sovraccarico acc M2	2360,61 kN
	componente orizzontale	2225,15 kN
MURO ANDATORE SINISTRA	componente verticale	788,14 kN
	spinta dovuta al sovraccarico acc M1	649,36 kN
	componente orizzontale	596,25 kN
	componente verticale	257,20 kN
MURO ANDATORE DESTRA	spinta dovuta al sovraccarico acc M2	778,59 kN
	componente orizzontale	733,91 kN
	componente verticale	259,95 kN
	spinta dovuta al sovraccarico acc M1	649,36 kN
MURO ANDATORE SINISTRA	componente orizzontale	596,25 kN
	componente verticale	257,20 kN
	spinta dovuta al sovraccarico acc M2	778,59 kN
MURO ANDATORE DESTRA	componente orizzontale	733,91 kN
	componente verticale	259,95 kN
	spinta dovuta al sovraccarico acc M1	649,36 kN

Figura 8.15 - Calcolo spinta indotta dal sovraccarico accidentale sui muri della spalla SPB V101

8.3.6 Spinta sismica del terreno

La spinta complessiva del terreno sull'opera in condizione sismica è valutata sulla base della teoria di Mononobe-Okabe:

$$k_a = \frac{\sin^2(\psi + \varphi' - \vartheta)}{\cos \vartheta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \vartheta - \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi' + \delta) \cdot \sin(\varphi' - \varepsilon - \vartheta)}{\sin(\psi - \vartheta - \delta) \cdot \sin(\psi + \varepsilon)}} \right]^2}$$

Dove:

ψ inclinazione paramento interno della spalla;

φ' angolo d'attrito efficace del terreno di riempimento a tergo della spalla;

δ angolo d'attrito terra-paramento (in prima approssimazione pari a 2/3 di φ');

ε inclinazione del terreno a tergo della spalla.

$$\vartheta = \arctan\left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

$$k_h = \frac{\beta_m \cdot a_{\max}}{g}$$

$$k_v = 0.5 \cdot k_h$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

è un coefficiente definito pari a 0.38 nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV) e pari a 0.47 nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD) (rif. §7.11.6.2.1. del DM 17.01.2018).

L'incremento dovuto all'azione sismica agente sulla spalla (ΔS_{sism}), calcolato come differenza fra la spinta complessiva sismica e quella statica (S_{stat}), viene applicato come illustrato di seguito:

$$S_{stat} = k_a \cdot \left(\frac{\gamma_t h_s^2}{2} + \gamma_t h_r h_s + q h_s \right) \quad \text{è la spinta litostatica;}$$

$$S_{sism} = k_{as} + \left((1 + k_v) \cdot \frac{\gamma_t h_s^2}{2} + \gamma_t h_r h_s + q h_s \right) \quad \text{è la spinta sismica;}$$

$$\Delta S_{sism} = S_{sism} - S_{stat} \quad \text{è l'incremento di spinta sismico;}$$

$$\gamma_t \quad \text{è il peso per unità di volume del terreno a tergo della spalla;}$$

$$q \quad \text{è il sovraccarico agente superiormente (ulteriori strati di terreno, armamento e carico da treno).}$$

- Alle azioni sopra indicate si aggiungono le azioni inerziali correlate alle masse strutturali dell'opera (muro e ciabatta di fondazione) e del terreno imbarcato; queste ultime pari ad $a_{max} \cdot w_i$, essendo a_{max} l'accelerazione di aggancio dello spettro per la categoria di suolo in oggetto e w_i il peso strutturale dell'opera o il peso del terreno imbarcato.
- Infine, ai carichi sopra indicati si aggiungeranno le azioni trasmesse dall'impalcato alla sommità dell'opera.
- Alle azioni descritte sono aggiunte quelle concernenti il carico da traffico in funzione del corrispondente coefficiente di combinazione $\psi_2=0.2$.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

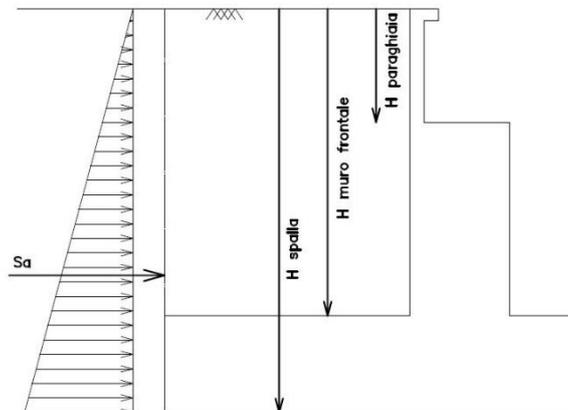


Figura 8.16 - Schema per il calcolo degli effetti della sovrappinta sismica

SPINTE DEL TERRENO IN CONDIZIONE SISMICA		
	categoria del sottosuolo	C
F_0	fattore per l'amplif. spettrale mass su sito di rif rigido	2,477
a_g	accelerazione orizz mass attesa su sito di rif rigido	1,559 m/s^2
S_s	coeff per l'effetto dell'amplif stratigrafica	1,464
S_T	coeff per l'effetto dell'amplif topografica	1
S	fattore della categoria del suolo	1,464
β_m	coeff di riduzione dell'acc max attesa al sito	0,38
a_{max}	acc orizz mass attesa al sito	2,283 m/s^2
	coeffic maggiorativo	1
k_h	coeff sismico orizzontale	0,088
k_v	coeff sismico verticale	0,044
ψ	ang. Di incl. Rispetto all'orizz del param. Del muro	90 °
β	ang. Di incl. Rispetto all'orizz della superf del terrapieno	0 °

Figura 8.17 - Parametri spinte del terreno in condizione sismica SLV Cat. C

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI000007	REV. A

8.3.7 Forze inerziali dovute al sisma

In fase sismica si devono considerare le azioni orizzontali e verticali agenti sulla spalla dovute all'inerzia delle parti in calcestruzzo e del rinterro compreso tra i muri andatori. Le risultanti orizzontali e verticali sono rispettivamente pari a $F_h = k_h \cdot W$ e $F_v = k_v \cdot W$, dove i coefficienti k_h e k_v sono calcolati come esposto al paragrafo 7.11.3.5.2 delle NTC18 risultando pari a $k_h = \beta_m \cdot a_{max} / g$, $k_v = \pm 0.5 k_h$ con $a_{max} = S_s \cdot S_t \cdot a_g$. Il coefficiente β_m , come mostrato nella tabella riportata al paragrafo precedente, viene assunto pari a 0.38 per le verifiche SLV e 0.47 per le verifiche SLD.

$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno	1200,30 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno	600,15 kN
$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno sul muro frontale	845,08 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno sul muro frontale	422,54 kN
$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno sul muro parag front	501,32 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno sul muro parag front	250,66 kN
$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno sul muro laterale sx	845,08 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno sul muro laterale sx	422,54 kN
$F_{h,terr} = k_h \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia orizz del terreno sul muro paragh laterale sx	501,32 kN
$F_{v,terr} = k_v \cdot W_{terr}$	forza d'inerzia vert del terreno sul muro paragh laterale sx	250,66 kN
$F_{h,mtest} = k_h \cdot W_{mtest}$	forza d'inerzia orizz del muro di testata	391,24 kN
$F_{v,mtest} = k_v \cdot W_{mtest}$	forza d'inerzia vert del muro di testata	195,62 kN
$F_{h,prg} = k_h \cdot W_{prg}$	forza d'inerzia orizz del paraghiaia	58,02 kN
$F_{v,prg} = k_v \cdot W_{prg}$	forza d'inerzia vert del paraghiaia	29,01 kN
$F_{h,Ma} = k_h \cdot W_{Ma}$	forza d'inerzia orizz del muro andatore ($y < 0$)	78,25 kN
$F_{v,Ma} = k_v \cdot W_{Ma}$	forza d'inerzia vert del muro andatore ($y < 0$)	39,12 kN
$F_{h,Ma} = k_h \cdot W_{Ma}$	forza d'inerzia orizz del muro andatore ($y > 0$)	78,25 kN
$F_{v,Ma} = k_v \cdot W_{Ma}$	forza d'inerzia vert del muro andatore ($y > 0$)	39,12 kN
$F_{h,Map} = k_h \cdot W_{map}$	forza d'inerzia orizz del muro paraghiaia andatore ($y < 0$)	23,21 kN
$F_{v,Map} = k_v \cdot W_{map}$	forza d'inerzia vert del muro paraghiaia andatore ($y < 0$)	11,60 kN
$F_{h,Map} = k_h \cdot W_{map}$	forza d'inerzia orizz del muro paraghiaia andatore ($y > 0$)	23,21 kN
$F_{v,Map} = k_v \cdot W_{map}$	forza d'inerzia vert del muro paraghiaia andatore ($y > 0$)	11,60 kN
$F_{h,fond} = k_h \cdot W_{fond}$	forza d'inerzia orizz della fondazione della spalla	725,01 kN
$F_{v,fond} = k_v \cdot W_{fond}$	forza d'inerzia vert della fondazione della spalla	362,50 kN
	spinta del sovraccarico accidentale MF	355,18 kN
	spinta orizz del sovraccarico accidentale	355,18 kN
	spinta vert del sovraccarico accidentale	0,00 kN
	spinta del sovraccarico accidentale MS	117,15 kN
	spinta orizz del sovraccarico accidentale	117,15 kN
	spinta vert del sovraccarico accidentale	0,00 kN
	spinta del sovraccarico accidentale MD	117,15 kN
	spinta orizz del sovraccarico accidentale	117,15 kN
	spinta vert del sovraccarico accidentale	0,00 kN
	forza d'inerzia del sovraccarico accidentale MF	42,97 kN
	forza d'inerzia del sovraccarico accidentale MS	42,97 kN
	forza d'inerzia del sovraccarico accidentale MD	42,97 kN

Figura 8.18 - Calcolo forze inerziali dovute al sisma SPB VI01 SLV Cat. C

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

8.3.8 Riepilogo dei carichi trasmessi dall'impalcato

Sono qui riassunte tutte le azioni trasmesse dall'impalcato alla spalla in corrispondenza del piano appoggi alla quota di sommità del muro di testata.

Nelle tabelle seguenti, si distinguono i carichi agenti definiti sulla base delle combinazioni sismiche prima dell'intervento e a seguito dell'intervento di miglioramento sismico. I carichi mobili sono direttamente quelli sismici.

Il momento M_y indicato corrisponde al momento di trasporto dei carichi verticali agenti in corrispondenza del piano appoggi al baricentro della fondazione.

CARICHI DERIVANTI DALL'ANALISI DELL'IMPALCATO		Fx	Fy	Fz	x	y	z	Mx	My	Mz
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
g1	permanenti strutturali	0	0	3395,25	2,50	0,00	8,20	0,00	8488,13	
g2	permanenti non strutturali	0	0	0	2,50	0,00	8,20	0,00	0,00	
g3	altre azioni permanenti	0	0	0	2,50	0,00	8,20	0,00	0,00	
e1	distorsioni e presollecitazioni	0	0	0	2,50	0,00	8,20	0,00	0,00	
e2	Ritiro	0	0	0	2,50	0,00	8,20	0,00	0,00	
e3	variazioni termiche	0	0	0	2,50	0,00	8,20	0,00	0,00	
e4	viscosità	0	0	0	2,50	0,00	8,20	0,00	0,00	
q1+q2	carichi mobili	0	0	380	2,50	4,00	-	1520	950,00	
q3	frenatura	0	0	0	2,50	0,00	8,20	0,00	0,00	
q4	azione centrifuga+serpeggio	0	0	0	2,50	0,00	8,20	0,00	0,00	
q5	vento	0	0	0	2,50	0,00	8,20	0,00	0,00	
q6	sisma (direzione y) carichi permanenti	0	627,7	0				1375,72	0,00	
q6	sisma (direzione x) carichi permanenti	0	786,99	0				2169,16	0,00	
q6	sisma (direzione Z) carichi permanenti	0	343,65	0				1150,56	0,00	
q7	resistenze parassite	0	0	0			8,20			
q8	azione laterale	0	0	0				0,00	0,00	
q9	altre azioni variabili (acc. servizio)	0	0	0						

Figura 8.19 - Riepilogo azioni trasmesse dall'impalcato – prima dell'intervento SPB VI01

CARICHI DERIVANTI DALL'ANALISI DELL'IMPALCATO		Fx	Fy	Fz	x	y	z	Mx	My	Mz
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
g1	permanenti strutturali	0	0	3395,25	2,50	0,00	8,20	0,00	8488,13	
g2	permanenti non strutturali	0	0	0	2,50	0,00	8,20	0,00	0,00	
g3	altre azioni permanenti	0	0	0	2,50	0,00	8,20	0,00	0,00	
e1	distorsioni e presollecitazioni	0	0	0	2,50	0,00	8,20	0,00	0,00	
e2	Ritiro	0	0	0	2,50	0,00	8,20	0,00	0,00	
e3	variazioni termiche	0	0	0	2,50	0,00	8,20	0,00	0,00	
e4	viscosità	0	0	0	2,50	0,00	8,20	0,00	0,00	
q1+q2	carichi mobili	0	0	380	2,50	4,00	-	1520	950,00	
q3	frenatura	0	0	0	2,50	0,00	8,20	0,00	0,00	
q4	azione centrifuga+serpeggio	0	0	0	2,50	0,00	8,20	0,00	0,00	
q5	vento	0	0	0	2,50	0,00	8,20	0,00	0,00	
q6	sisma (direzione y) carichi permanenti	353	458	0				1036,00	0,00	
q6	sisma (direzione x) carichi permanenti	151	516	0				1267,00	0,00	
q6	sisma (direzione Z) carichi permanenti	0	0	0				0,00	0,00	
q7	resistenze parassite	0	0	0			8,20			
q8	azione laterale	0	0	0				0,00	0,00	
q9	altre azioni variabili (acc. servizio)	0	0	0						

Figura 8.20 - Riepilogo azioni trasmesse dall'impalcato – post-intervento (post-rottura fusibile) SPB VI01

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

8.4 Combinazione dei carichi

Le verifiche di sicurezza strutturali e geotecniche sono state condotte utilizzando le combinazioni di carico definite in ottemperanza al Ref. 1 e Ref. 4.

Le verifiche di sicurezza strutturali e geotecniche dei pali sono state condotte utilizzando la combinazione A1+M1+R3, in ottemperanza alle NTC18.

Nelle tabelle seguenti, si riportano i dati relativamente alle sole combinazioni sismiche.

	<i>Elemento</i>	sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	sisma Z verso basso + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Y	sisma Z verso alto + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Y
		Coef	Coef	Coef	Coef	Coef	Coef
Peso proprio	muro frontale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	paraghiaia frontale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	muro sinistro	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	bandiera muro sx	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	paraghiaia sinistro	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	muro destro	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	bandiera muro dx	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	paraghiaia destro	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	platea	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	terr riemp su platea	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinte statiche M1 (ka)	spinta terre su MF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta terre su MS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta terre su MD	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Δ Spinte sismiche Mononobe-Okabe M1 (ka)	sovraspinta sismica su MF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	sovraspinta sismica su MS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	sovraspinta sismica su MD	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Spinte statiche sovraccarico M1	spinta orizz sovra su MF	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	spinta orizz sovra su MS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	spinta orizz sovra su MD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	peso sovraccarico su platea	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinte sismiche sovraccarico accidentale	spinta orizz sovra su MF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta orizz sovra su MS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta orizz sovra su MD	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
inerzie X sovracc accidentale	spinta orizz sovra su MF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta orizz sovra su MS	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	spinta orizz sovra su MD	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Inerzia X spalla	muro frontale	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	paraghiaia frontale	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	muro sinistro	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	paraghiaia sinistro	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	muro destro	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	paraghiaia destro	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	platea	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
Inerzia X terre	Ter di riemp inf MF	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPF	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp inf MD	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPD	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp inf MS	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPS	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
Inerzia Y spalla	muro frontale	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	paraghiaia frontale	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	muro sinistro	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	paraghiaia sinistro	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	muro destro	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	paraghiaia destro	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	platea	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
Inerzia Y terre	Ter di riemp inf MF	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPF	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp inf MD	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPD	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp inf MS	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Ter di riemp sup TPS	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
Azioni da impalcato:	Permanenti impalcato	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Frenatura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Vento trasversale	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Sovraccarico acc	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Azione centrifuga	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Variazioni termiche	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Resistenze parassite	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inerz X perm/acc impalc	Inerzia X perman impalc	1,00	1,00	0,30	0,30	0,30	0,30
	Inerzia X sovracc acc da impalc	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inerz Y perm/acc impalc	Inerzia Y perman impalc	0,30	0,30	1,00	1,00	0,30	0,30
	Inerzia Y sovracc acc da impalc	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Figura 8.21 - Coefficienti combinazioni sismiche

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A	FOGLIO 169 di 183

8.5 Sollecitazioni a quota intradosso fondazioni

Nelle seguenti tabelle sono riportate le azioni elementari in direzione orizzontale e verticale agenti sulla spalla distinguendo tra prima dell'intervento e a seguito dell'intervento di miglioramento sismico (post rottura fusibile).

	Elemento	Fy (KN)	-Fx (KN)	Fz (KN)	x (m)	y (m)	z (m)
Peso proprio	muro frontale	0	0	-4511	2,00	0,00	4,95
	paraghiaia frontale	0	0	-656	1,25	0,00	9,65
	muro sinistro	0	0	-885	-2,00	-8,00	4,95
	bandiera muro sx	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	paraghiaia sinistro	0	0	-263	-2,00	-8,25	9,65
	muro destro	0	0	-885	-2,00	8,00	4,95
	bandiera muro dx	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	paraghiaia destro	0	0	-263	-2,00	8,25	9,65
	platea	0	0	-8200	0,00	0,00	1,00
	terr riemp su platea	0	0	-13576	-2,00	0,00	6,70
Spinte statiche M1 (ka)	spinta terre su MF	0	-3937	-1698	-5,00	0,00	3,80
	spinta terre su MS	1071	0	0	-2,00	-7,50	5,13
	spinta terre su MD	-1071	0	-462	-2,00	7,50	5,13
Δ Spinte sismiche Mononobe-Okabe M1 (ka)	sovraspinta sismica su MF	0	-1131	1698	-5,00	0,00	3,80
	sovraspinta sismica su MS	471,1	0	0	-2,00	-7,50	5,13
	sovraspinta sismica su MD	-471,1	0	462	-2,00	7,50	5,13
Spinte statiche sovraccarico M1	spinta oriz sovracc su MF	0	-1808	-780	-5,00	0,00	5,70
	spinta oriz sovracc su MS	596	0	-257	-2,00	-7,50	6,70
	spinta oriz sovracc su MD	-596	0	-257	-2,00	7,50	6,70
	peso sovraccarico su platea	0	0	-2430	-2,00	0,00	11,40
Spinte sismiche sovraccarico accidentale	spinta oriz sovracc su MF	0	-285	0	-5,00	0,00	5,70
	spinta oriz sovracc su MS	94	0	0	-2,00	-7,50	6,70
	spinta oriz sovracc su MD	-94	0	0	-2,00	7,50	6,70
inerzie X sovracc accidentale	spinta oriz sovracc su MF	0	-43	0	-2,00	0,00	5,70
	spinta oriz sovracc su MS	43	0	0	-2,00	0,00	6,70
	spinta oriz sovracc su MD	-43	0	0	-2,00	0,00	6,70
Inerzia X spalla	muro frontale	0	-391	-196	2,00	0,00	4,95
	paraghiaia frontale	0	-58	-29	1,25	0,00	9,65
	muro sinistro	0	-78	-39	-2,00	0,00	4,95
	paraghiaia sinistro	0	-23	-12	-2,00	0,00	9,65
	muro destro	0	-78	-39	-2,00	0,00	4,95
	paraghiaia destro	0	-23	-12	-2,00	0,00	9,65
	platea	0	-725	-363	0,00	0,00	1,00
Inerzia X terre	Ter di riemp inf MF	0	-845	-423	-2,00	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPF	0	-501	-251	-2,00	0,00	9,65
	Ter di riemp inf MD	0	0	0	-2,00	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPD	0	0	0	-2,00	0,00	9,65
	Ter di riemp inf MS	0	0	0	-2,00	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPS	0	0	0	-2,00	0,00	9,65
Inerzia Y spalla	muro frontale	391	0	-196	2,00	0,00	4,95
	paraghiaia frontale	58	0	-29	1,25	0,00	9,65
	muro sinistro	78	0	-39	-2,00	0,00	4,95
	paraghiaia sinistro	23	0	-12	-2,00	0,00	9,65
	muro destro	78	0	-39	-2,00	0,00	4,95
	paraghiaia destro	23	0	-12	-2,00	0,00	9,65
	platea	725	0	-363	0,00	0,00	1,00
Inerzia Y terre	Ter di riemp inf MF	0	0	0	-2,00	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPF	0	0	0	-2,00	0,00	9,65
	Ter di riemp inf MD	0	0	0	-2,00	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPD	0	0	0	-2,00	0,00	9,65
	Ter di riemp inf MS	845	0	-423	-2,00	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPS	501	0	-251	-2,00	0,00	9,65
Azioni da impalcato:	Permanenti impalcato	0	0	-3395	2,50	0,00	8,20
	Frenatura	0	0	0	2,50	0,00	8,20
	Vento trasversale	0	0	0	2,50	0,00	11,25
	Sovraccarico acc	0	0	-380	2,50	0,00	8,20
	Azione centrifuga	0	0	0	2,50	0,00	11,80
	Variazioni termiche	0	0	0	2,50	0,00	8,20
	Resistenze parassite	0	0	0	2,50	0,00	10,00
Inerz X perm/acc impalc	Inerzia X perman impalc	787	0	0	2,50	0,00	8,20
	Inerzia X sovracc acc da impalc	0	0	0	2,50	0,00	8,20
Inerz Y perm/acc impalc	Inerzia Y perman impalc	628	0	0	2,50	0,00	8,20
	Inerzia Y sovracc acc da impalc	0	0	0	2,50	0,00	8,20

Figura 8.22 - Riepilogo azioni prima dell'intervento intradosso fondazione SPB VI01

	Elemento	Fy (KN)	-Fx (KN)	Fz (KN)	x (m)	y (m)	z (m)
Peso proprio	muro frontale	0	0	-4511	2,00	0,00	4,95
	paraghiaia frontale	0	0	-656	1,25	0,00	9,65
	muro sinistro	0	0	-885	-2,00	-8,00	4,95
	bandiera muro sx	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	paraghiaia sinistro	0	0	-263	-2,00	-8,25	9,65
	muro destro	0	0	-885	-2,00	8,00	4,95
	bandiera muro dx	0	0	0	0,00	0,00	0,00
	paraghiaia destro	0	0	-263	-2,00	8,25	9,65
	platea	0	0	-8200	0,00	0,00	1,00
terr riemp su platea	0	0	-13576	-2,00	0,00	6,70	
Spinte statiche M1 (ka)	spinta terre su MF	0	-3937	-1698	-5,00	0,00	3,80
	spinta terre su MS	1071	0	0	-2,00	-7,50	5,13
	spinta terre su MD	-1071	0	-462	-2,00	7,50	5,13
Δ Spinte sismiche Mononobe-Okabe M1 (ka)	sovraspinta sismica su MF	0	-1131	1698	-5,00	0,00	3,80
	sovraspinta sismica su MS	471,1	0	0	-2,00	-7,50	5,13
	sovraspinta sismica su MD	-471,1	0	462	-2,00	7,50	5,13
Spinte statiche sovraccarico M1	spinta orizz sovra su MF	0	-1808	-780	-5,00	0,00	5,70
	spinta orizz sovra su MS	596	0	-257	-2,00	-7,50	6,70
	spinta orizz sovra su MD	-596	0	-257	-2,00	7,50	6,70
	peso sovraccarico su platea	0	0	-2430	-2,00	0,00	11,40
Spinte sismiche sovraccarico accidentale	spinta orizz sovra su MF	0	-285	0	-5,00	0,00	5,70
	spinta orizz sovra su MS	94	0	0	-2,00	-7,50	6,70
	spinta orizz sovra su MD	-94	0	0	-2,00	7,50	6,70
inerzie X sovracc accidentale	spinta orizz sovra su MF	0	-43	0	-2,00	0,00	5,70
	spinta orizz sovra su MS	43	0	0	-2,00	0,00	6,70
	spinta orizz sovra su MD	-43	0	0	-2,00	0,00	6,70
Inerzia X spalla	muro frontale	0	-391	-196	2,00	0,00	4,95
	paraghiaia frontale	0	-58	-29	1,25	0,00	9,65
	muro sinistro	0	-78	-39	-2,00	0,00	4,95
	paraghiaia sinistro	0	-23	-12	-2,00	0,00	9,65
	muro destro	0	-78	-39	-2,00	0,00	4,95
	paraghiaia destro	0	-23	-12	-2,00	0,00	9,65
	platea	0	-725	-363	0,00	0,00	1,00
Inerzia X terre	Ter di riemp inf MF	0	-845	-423	-2,00	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPF	0	-501	-251	-2,00	0,00	9,65
	Ter di riemp inf MD	0	0	0	-2,00	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPD	0	0	0	-2,00	0,00	9,65
	Ter di riemp inf MS	0	0	0	-2,00	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPS	0	0	0	-2,00	0,00	9,65
Inerzia Y spalla	muro frontale	391	0	-196	2,00	0,00	4,95
	paraghiaia frontale	58	0	-29	1,25	0,00	9,65
	muro sinistro	78	0	-39	-2,00	0,00	4,95
	paraghiaia sinistro	23	0	-12	-2,00	0,00	9,65
	muro destro	78	0	-39	-2,00	0,00	4,95
	paraghiaia destro	23	0	-12	-2,00	0,00	9,65
	platea	725	0	-363	0,00	0,00	1,00
Inerzia Y terre	Ter di riemp inf MF	0	0	0	-2,00	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPF	0	0	0	-2,00	0,00	9,65
	Ter di riemp inf MD	0	0	0	-2,00	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPD	0	0	0	-2,00	0,00	9,65
	Ter di riemp inf MS	845	0	-423	-2,00	0,00	4,95
	Ter di riemp sup TPS	501	0	-251	-2,00	0,00	9,65
Azioni da impalcato:	Permanenti impalcato	0	0	-3395	2,50	0,00	8,20
	Frenatura	0	0	0	2,50	0,00	8,20
	Vento trasversale	0	0	0	2,50	0,00	11,25
	Sovraccarico acc	0	0	-380	2,50	0,00	8,20
	Azione centrifuga	0	0	0	2,50	0,00	11,80
	Variazioni termiche	0	0	0	2,50	0,00	8,20
	Resistenze parassite	0	0	0	2,50	0,00	10,00
Inerz X perm/acc impalc	Inerzia X perman impalc	516	-151	0	2,50	0,00	8,20
	Inerzia X sovracc acc da impalc	0	0	0	2,50	0,00	8,20
Inerz Y perm/acc impalc	Inerzia Y perman impalc	458	-353	0	2,50	0,00	8,20
	Inerzia Y sovracc acc da impalc	0	0	0	2,50	0,00	8,20

Figura 8.23 -Riepilogo azioni post-intervento (post-rottura fusibile) intradosso fondazione SPB VI01

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

Tali azioni combinate con i coefficienti riportati in precedenza determinano le sollecitazioni di progetto nel baricentro del plinto, alla quota intradosso, esposte nelle tabelle seguenti.

Nelle tabelle seguenti sono riportate le azioni elementari in direzione orizzontale e verticale agenti sulla platea di fondazione della spalla, distinguendo tra prima dell'intervento e a seguito dell'intervento di miglioramento sismico (post-rottura del fusibile).

Combinazioni	Ty (KN)	Tx (KN)	N (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	1745	8120	-33467	-9923	14988
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	1745	8120	-36120	-9923	8546
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	3822	5422	-33467	-18942	2555
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	3822	5422	-36120	-18942	-3887
sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	958	5422	-39215	-1301	-11402
sisma Z verso alto + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	958	5422	-30371	-1301	10070

Figura 8.24 - Forze risultanti nel baricentro del plinto di fondazione, quota intradosso – prima dell'intervento SPB VI01

Combinazioni	Ty (KN)	Tx (KN)	N (KN)	Mx (KNm)	My (KNm)
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	1474	8271	-33467	-6799	16226
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	1474	8271	-36120	-6799	9785
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	3653	5775	-33467	-17210	5449
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	3653	5775	-36120	-17210	-992
sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	958	5422	-39215	-1301	-11402
sisma Z verso alto + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	958	5422	-30371	-1301	10070

Figura 8.25 - Forze risultanti nel baricentro del plinto di fondazione, quota intradosso – post-intervento (post-rottura fusibile) SPB VI01

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

8.6 Verifica strutturale dei pali di fondazione

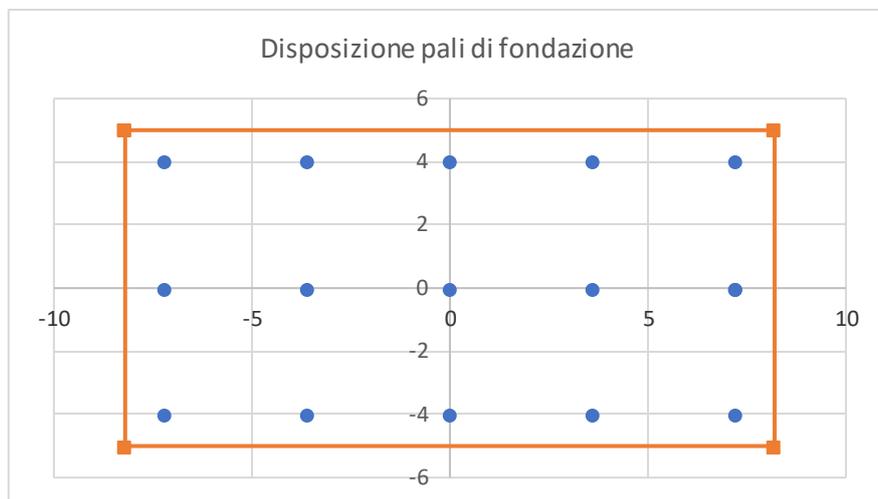


Figura 8.26 - Pianta fondazione spalla SPB VI01

Per i materiali, come riportato in IA5F03D09ROVI0000001, si fa riferimento ai seguenti dati:

- Calcestruzzo C 20/25 con FC=1.2;
- Acciaio FeB38k;
- Copriferro 6 cm;
- Diametro pali 1200 mm;
- Armatura pali 34 Φ 30.

	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

PRIMA DELL'INTERVENTO

Sui singoli pali si ha:

Combinazioni	N [kN]	MI [kNm]	Mt [kNm]	VI [kN]	Vt [kN]	n [°]	V [kN]	M [kNm]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
									palo1 Q	palo2 Q	palo3 Q	palo4 Q	palo5 Q	palo6 Q	palo7 Q	palo8 Q	palo9 Q	palo10 Q	palo11 Q	palo12 Q	palo13 Q	palo14 Q	palo15 Q	palo16 Q
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	33707,97	16215,01	-13301,13	8119,85	1792,37	16	519,71	1309,66	2174,33	2306,80	2439,28	2571,75	2704,23	1841,80	1974,27	2106,75	2239,22	2371,70	2504,17	1509,27	1641,74	1774,22	1906,70	2039,17
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	36361,17	9773,59	-13301,13	8119,85	1792,37	16	519,71	1309,66	2445,40	2525,25	2605,10	2684,95	2764,80	2112,87	2192,72	2272,57	2352,42	2432,27	2432,27	1780,35	1860,20	1940,04	2019,89	2099,74
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	33707,97	6789,50	-21018,88	6213,34	3587,38	16	448,41	1130,00	2521,28	2576,75	2632,22	2687,69	2743,16	1995,81	2051,28	2106,75	2162,22	2217,69	2217,69	1470,34	1525,81	1581,28	1636,75	1692,22
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	36361,17	348,09	-21018,88	6213,34	3587,38	16	448,41	1130,00	2792,36	2795,20	2798,05	2800,89	2803,73	2266,89	2269,73	2272,57	2275,42	2278,26	2278,26	1741,41	1744,26	1747,10	1749,95	1752,79
sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	42018,44	-24179,55	-17122,93	6213,34	1241,48	16	396,01	997,95	3449,32	3251,77	3054,23	2856,68	2659,14	3021,24	2823,70	2626,15	2428,61	2231,06	2231,06	2593,17	2395,62	2198,08	2000,53	1802,99
sisma Z verso alto + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	25248,50	36921,55	-17122,93	6213,34	1241,48	16	396,01	997,95	1402,81	1704,46	2006,10	2307,75	2609,40	974,74	1276,38	1578,03	1879,68	2181,32	2181,32	546,66	848,31	1149,96	1451,60	1753,25

Figura 8.27 - Riepilogo azioni sui pali prima dell'intervento SPB VI01

SOLLECITAZIONI MASSIME AGENTI SUI PALI

N max	3449
N min	547
V max	519,71
V min	396,01
M max	1309,66
M min	997,95

Tabella 8.1 - Involuppo sollecitazioni pali prima dell'intervento SPB VI01

Dove per il calcolo del momento agente si rimanda alla relazione IA5F03D09GEVI0100001.

Per poterlo confrontare con i momenti resistenti post-intervento (post-rottura fusibile), vengono riportati i domini resistenti in campo sostanzialmente elastico.

 <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p>					
	<p>Relazione di calcolo Spalle</p>	<p>COMMESSA IA5F</p>	<p>LOTTO 03</p>	<p>CODIFICA CL</p>	<p>DOCUMENTO VI0000007</p>	<p>REV. A</p>

Calcolo momento resistente in campo sostanzialmente elastico

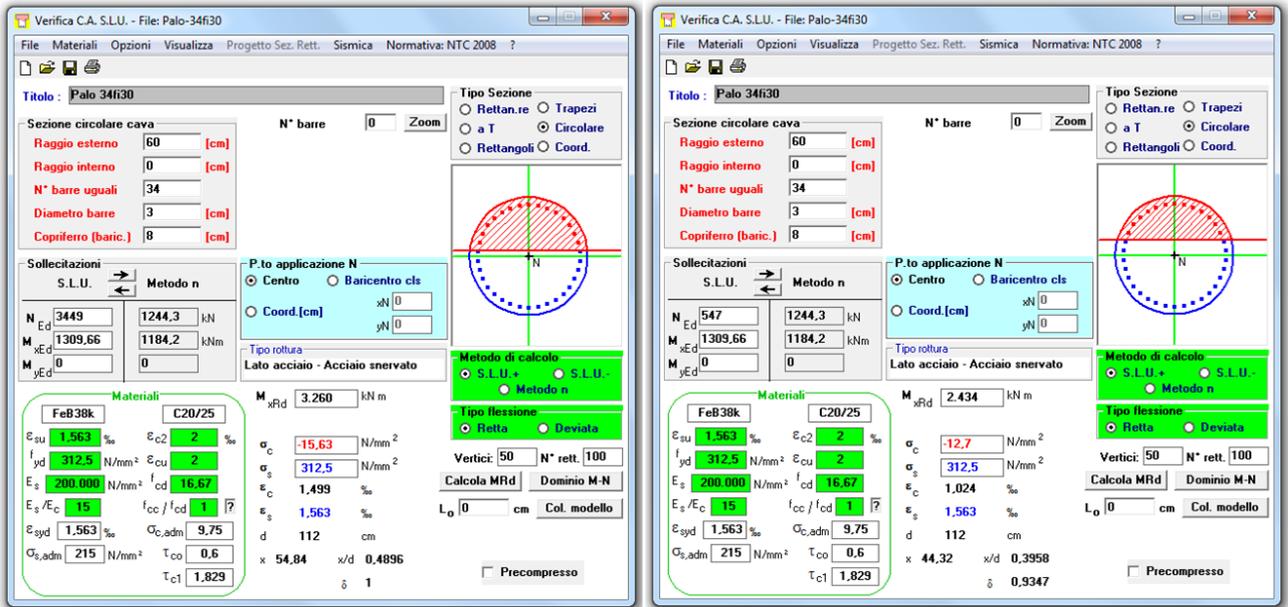


Figura 8.28 - Calcolo momento resistente prima dell'intervento SPB VI01 per le combinazioni $N_{max}; M_{max}$ (a sinistra) e $N_{min}; M_{max}$ (a destra)

Calcolo dominio di rottura

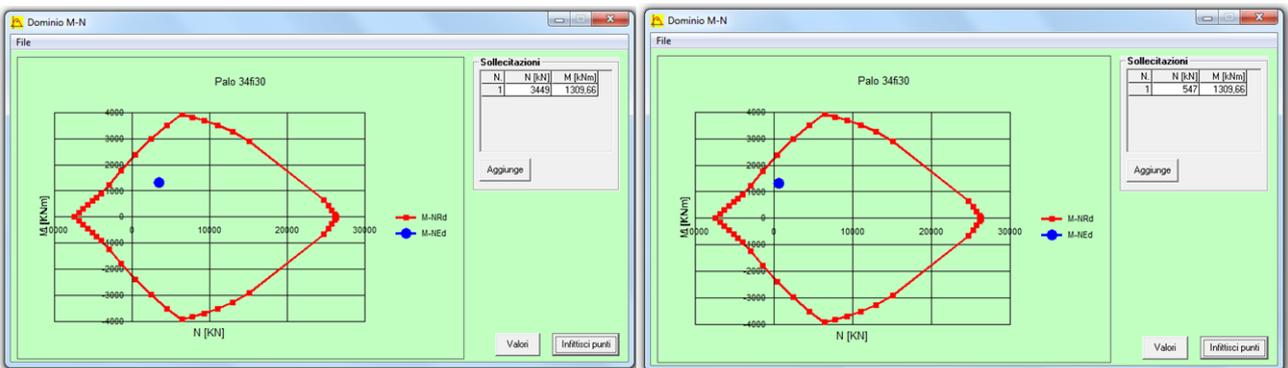


Figura 8.29 - Calcolo dominio di rottura prima dell'intervento SPB VI01 per le combinazioni $N_{max}; M_{max}$ (a sinistra) e $N_{min}; M_{max}$ (a destra)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

POST-INTERVENTO (post-rottura del fusibile)

Sui singoli pali si ha:

Combinazioni	N [kN]	MI [kNm]	Mt [kNm]	VI [kN]	Vt [kN]	n	V [kN]	M [kNm]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
									palo1	palo2	palo3	palo4	palo5	palo6	palo7	palo8	palo9	palo10	palo11	palo12	palo13	palo14	palo15	palo16
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	33707,97	18321,59	-9759,39	8376,75	1470,47	16	531,55	1339,51	2051,36	2201,05	2590,73	2600,42	2650,11	1807,38	1957,06	2106,75	2256,43	2406,12	2406,12	1563,39	1713,08	1862,76	2012,45	2162,14
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	36361,17	11880,17	-9759,39	8376,75	1470,47	16	531,55	1339,51	2322,44	2419,50	2516,56	2613,62	2710,68	2078,45	2175,51	2272,57	2369,63	2466,69	2466,69	1834,47	1931,53	2028,59	2125,65	2222,71
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	33707,97	10055,56	-18620,98	6611,64	3336,38	16	462,86	1166,41	2407,97	2490,12	2572,27	2654,43	2736,58	1942,44	2024,60	2106,75	2188,90	2271,05	2271,05	1476,92	1559,07	1641,22	1723,38	1805,53
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	36361,17	3614,15	-18620,98	6611,64	3336,38	16	462,86	1166,41	2679,04	2708,57	2738,10	2767,63	2797,15	2213,52	2243,05	2272,57	2302,10	2331,63	2331,63	1747,99	1777,52	1807,05	1836,58	1866,10
sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	42018,44	-22939,71	-16038,83	6364,54	1109,27	16	403,78	1017,53	3401,96	3214,54	3027,12	2839,71	2652,29	3000,98	2813,57	2626,15	2438,74	2251,32	2251,32	2600,01	2412,60	2225,18	2037,77	1850,35
sisma Z verso alto + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	25248,50	38161,39	-16038,83	6364,54	1109,27	16	403,78	1017,53	1355,45	1667,23	1979,00	2290,78	2602,55	954,48	1266,26	1578,03	1889,81	2201,58	2201,58	553,51	865,28	1177,06	1488,84	1800,61

Figura 8.30 - Riepilogo azioni sui pali post-intervento (post-rottura fusibile) SPB VI01

SOLLECITAZIONI MASSIME AGENTI SUI PALI

N max	3401,96
N min	553,51
V max	531,55
V min	403,78
M max	1339,51
M min	1017,53

Tabella 8.2 - Involuppo sollecitazioni pali post-intervento (post-rottura fusibile) SPB VI01

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p>					
	<p>Relazione di calcolo Spalle</p>	<p>COMMESSA IA5F</p>	<p>LOTTO 03</p>	<p>CODIFICA CL</p>	<p>DOCUMENTO VI0000007</p>	<p>REV. A</p>

Calcolo momento resistente in campo sostanzialmente elastico

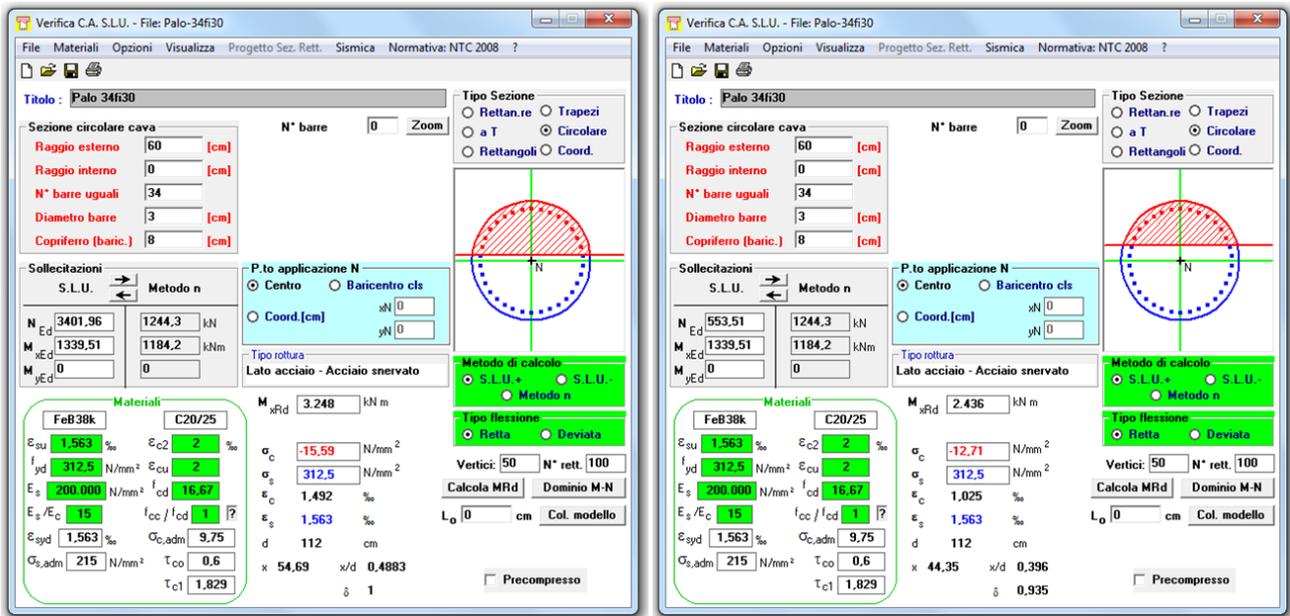


Figura 8.31 - Calcolo momento resistente post-intervento (post-rottura fusibile) SPB VI01 per le combinazioni $N_{max}; M_{max}$ (a sinistra) e $N_{min}; M_{max}$ (a destra)

Calcolo dominio di rottura

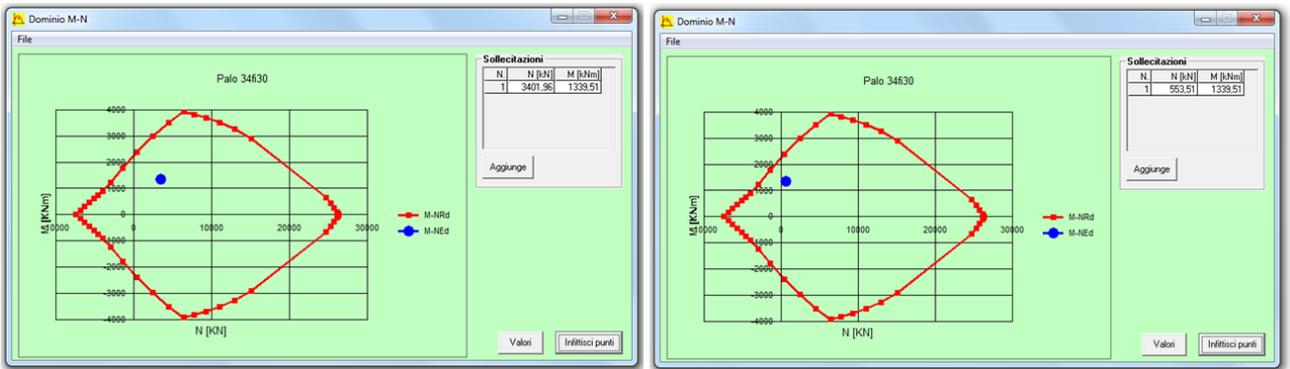


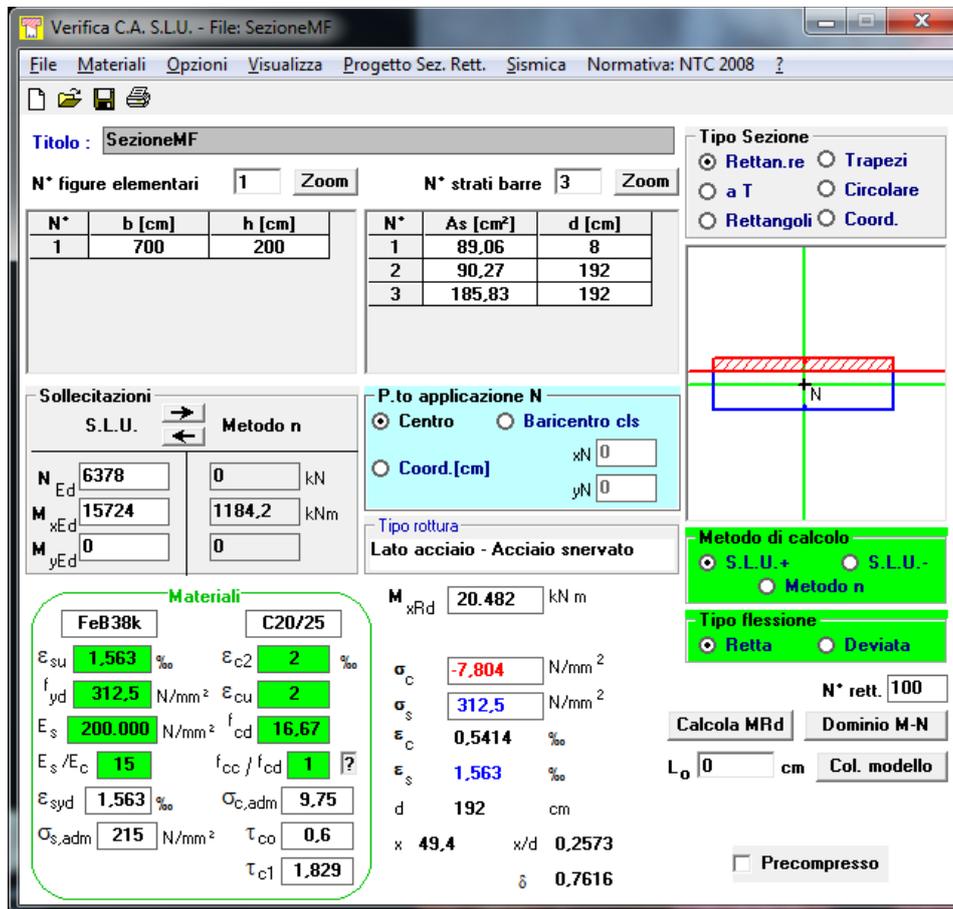
Figura 8.32 - Calcolo dominio di rottura post-intervento (post-rottura fusibile) SPB VI01 per le combinazioni $N_{max}; M_{max}$ (a sinistra) e $N_{min}; M_{max}$ (a destra)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale PROGETTO DEFINITIVO					
	<i>Relazione di calcolo Spalle</i>	COMMESSA IA5F	LOTTO 03	CODIFICA CL	DOCUMENTO VI0000007	REV. A

Consideriamo l'intera sezione del muro frontale pari a 7x2 m che, con riferimento alla Relazione 11265-ROPC/19_Rev.0 del 01/03/2019 (Rif. Commessa 11265-ROP/17) di *indagini pacometriche* eseguite in loco, risulta armata in tal modo:

- Zona tesa: 5 Φ 26 / 20 + 5 Φ 26 / 40 al metro;
- Zona compressa: 5 Φ 18 / 20 al metro;

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE



The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface for a wall section. The main window title is 'Verifica C.A. S.L.U. - File: SezioneMF'. The menu bar includes 'File', 'Materiali', 'Opzioni', 'Visualizza', 'Progetto Sez. Rett.', 'Sismica', and 'Normativa: NTC 2008'. The interface is divided into several panels:

- Titolo:** SezioneMF
- N° figure elementari:** 1 (Zoom)
- N° strati barre:** 3 (Zoom)
- Table 1:**

N°	b [cm]	h [cm]
1	700	200
- Table 2:**

N°	As [cm²]	d [cm]
1	89,06	8
2	90,27	192
3	185,83	192
- Sollecitazioni:** S.L.U. (selected), Metodo n
- Ed:** 6378 kN
- M_{xEd}:** 15724 kNm
- M_{yEd}:** 0 kNm
- P.to applicazione N:** Centro (selected), Baricentro cls, Coord. [cm] (xN: 0, yN: 0)
- Tipo rottura:** Lato acciaio - Acciaio snervato
- Metodo di calcolo:** S.L.U.+ (selected), S.L.U.-, Metodo n
- Tipo flessione:** Retta (selected), Deviata
- Materiali:** FeB38k, C20/25

ϵ_{su}	1,563 ‰	ϵ_{c2}	2 ‰
f_{yd}	312,5 N/mm²	ϵ_{cu}	2 ‰
E_s	200.000 N/mm²	f_{cd}	16,67
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	1
ϵ_{syd}	1,563 ‰	$\sigma_{c,adm}$	9,75
$\sigma_{s,adm}$	215 N/mm²	τ_{co}	0,6
		τ_{c1}	1,829
- Calculated values:**
 - M_{xRd} : 20.482 kN m
 - σ_c : -7.804 N/mm²
 - σ_s : 312,5 N/mm²
 - ϵ_c : 0,5414 ‰
 - ϵ_s : 1,563 ‰
 - d: 192 cm
 - x: 49,4 cm
 - x/d: 0,2573
 - δ : 0,7616
- Buttons:** Calcola MRd, Dominio M-N, L₀: 0 cm, Col. modello, Precompresso (checkbox)

Figura 9.3 - Calcolo momento resistente Muro Frontale

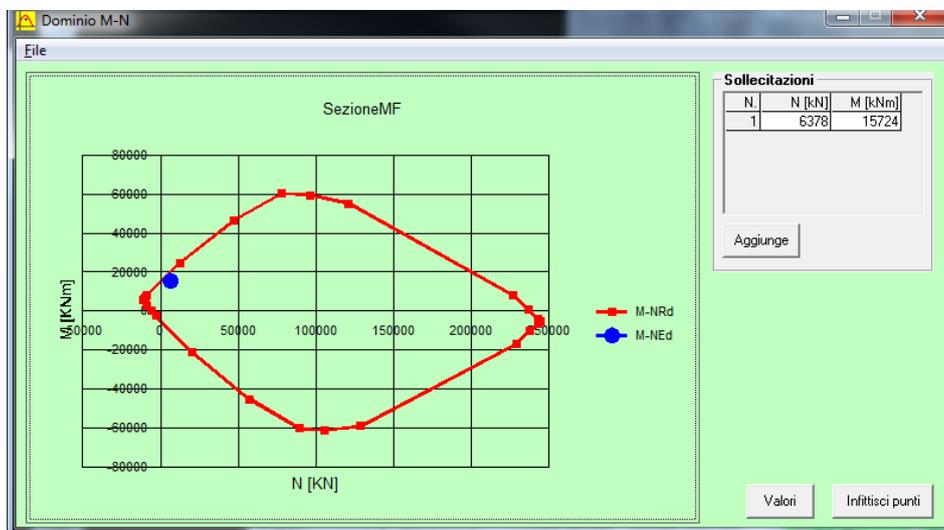


Figura 9.4 - Dominio di rottura Muro Frontale - Verifica a pressoflessione post-intervento (post-rottura fusibile)

VERIFICA A TAGLIO

Dati

Sezione		700X200		
b	700	[cm]	7000	[mm]
h	200	[cm]	2000	[mm]
c	8	[cm]		
d'	8	[cm]		
d	192	[cm]	1920	[mm]
z'	184	[cm]		
γc	1,5	[-]		
fck	25	[Mpa]		
fcd	16,67	[Mpa]		

As	90,27	[cm ²]
-----------	-------	--------------------

Hp. Scegliamo l'armatura più piccola in zona tesa pari a 17Φ26

Vsd	3429	[kN]
------------	------	------

Taglio sollecitante



Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo Spalle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IA5F	03	CL	VI0000007	A	182 di 183

Verifica a taglio

k	1,323	Effetto legato all'ingranamento	
ρ_l	0,001	\leq	0,02
σ_{cp}	0,539	[Mpa]	Tensione normale dovuta ai carichi o alla precompressione
v min	0,27	\leq	3,33

Rapporto geometrico d'armatura longitudinale tesa

Tensione normale dovuta ai carichi o alla precompressione

Tensione resistente minima del CLS

Vrd1	4859,09	[kN]	\geq	3727,19
------	---------	------	--------	---------

VERIFICA	Vrd1 \geq Vsd	Non ho bisogno di armatura trasversale
----------	-----------------	---