

COMMITTENTE:



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**

*Miglioramento sismico VI08 – Pile 16-20 e 23-24 - Elevazioni*

SCALA:

-
---

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

**I A 5 F    0 1    D    0 9    C L    V I 0 8 0 0    0 0 4    A**

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Definitiva	P.Tortolini	LUGLIO 2019	S.Di Spigno	LUGLIO 2019	F.Gernone	LUGLIO 2019	A. Vittozzi LUGLIO 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: IA5F01D09CLVI0800004A\_Miglioramento Gravina pile 16-20 e 23-24.docx

n. Elab.:

	<b>Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>01D</b>	CODIFICA <b>09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0800004</b>	REV. <b>A</b>

## INDICE

1. INTRODUZIONE .....	2
2. RIFERIMENTI NORMATIVI .....	3
3. DESCRIZIONE DELL'OPERA .....	4
4. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI RINFORZO DELLE PILE.....	5
5. MATERIALI .....	6
6. CRITERI DI VERIFICA.....	7
7. VERIFICA DEGLI INTERVENTI DELLE PILE.....	8
7.1 Pile 16-17-18-19-20 – 23-24 .....	8
7.1.1 <i>Verifica a pressoflessione</i> .....	10
7.1.2 <i>Verifica a taglio</i> .....	15
8. VALUTAZIONE DELL'INDICE DI ADEGUAMENTO RAGGIUNTO .....	21
9. INCIDENZA ARMATURE.....	22

	<b>Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>01D</b>	CODIFICA <b>09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0800004</b>	REV. <b>A</b>

## 1. INTRODUZIONE

Oggetto della presente relazione è la verifica degli interventi di adeguamento sismico delle pile del viadotto VI08 “Gravina”.

La presente relazione risulta intrinsecamente collegata al documento IA5F01D09CLVI0800001A relazione di calcolo – Vulnerabilità sismica del viadotto VI08 Gravina, e al documento IA5F01D09CLVI0800002A - Relazione di calcolo - Miglioramento Sismico VI08, redatti nell’ambito del medesimo progetto ed al quale si rimanda per eventuali ulteriori dettagli relativamente alle strutture esistenti ed alla definizione dei carichi e sollecitazioni agenti.



*Figura 1 – Viadotto Gravina (VI08) della linea Ferrandina-Matera*

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>01D</b>	CODIFICA <b>09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0800004</b>	REV. <b>A</b>

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

- Legge 5 novembre 1971 n. 1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica.
- D.P.R. n. 380/2001 – Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia;
- Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018: “Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»”, G.U. n.8 del 20 febbraio 2018.
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione dell' «Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2018.
- RFI DTC SI PS MA IFS 001 A: “Manuale di progettazione delle opere civili - Parte II - sez.2: Ponti e strutture “ del 30/12/2016.
- RFI DTC SI CS MA IFS 001 A: Manuale di progettazione delle opere civili - Parte II - sez.3.: Corpo stradale” del 30/12/2016.
- 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.
- EN 1991-2 “Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2 : carichi da traffico sui ponti”
- EN 1992-1 “Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo - Parte 1-1 : Regole generali e regole per edifici”
- EN 1992-1 “Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo - Parte 2: ponti di calcestruzzo - Progettazione e dettagli costruttivi.”
- EN 1993-1 “Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1 : Regole generali e regole per edifici”
- EN 1993-1-8 “Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti”
- EN 1993-1-9 “Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Fatica”
- EN 1993-2 “Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 2 : Ponti di acciaio”
- EN 1994-2 “Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio- calcestruzzo - Parte 2 : Ponti”
- EN 1997-1 “Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica- Parte 1 : Regole generali.”
- UNI EN 1337 – Appoggi strutturali.

### 3. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il viadotto Gravina (VI08), compreso tra le progressive km 14+974 e km 15+ 865 della Nuova linea Ferrandina-Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale, sviluppa una lunghezza complessiva di 891 metri.

Il viadotto, a singolo binario, si compone di 28 campate: 27 sono impalcati in c.a.p. in semplice appoggio di luce pari a 30m; la campata di scavalco del fiume Gravina, invece, è un impalcato in acciaio (con struttura reticolare a via inferiore, ancora in semplice appoggio) di luce 81m.

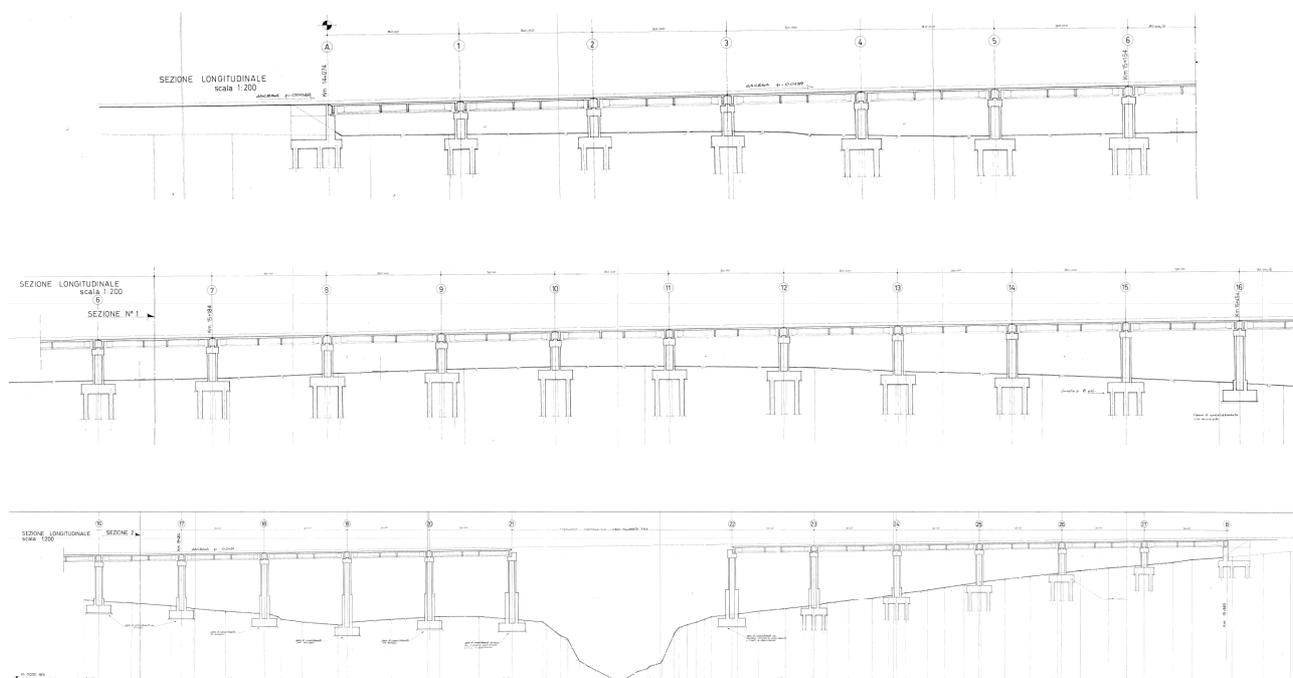


Figura 2: Sezione longitudinale viadotto (da elaborati originali di progetto)

Le pile hanno altezza variabile e sezione monocellulare in c.a.; per le pile più alte è previsto un cambio di sezione. Le fondazioni sono costituite da plinti, di dimensioni variabili, fondati su pali (D1200) o su micropali.

Le spalle sono costituite da strutture in c.a. (muro frontale di spessore 2.00m, muri andatori di spessore variabile tra 1.0m e 0.5 m, zattera di fondazione di spessore 2.00m) con fondazione su pali D1200.

	<b>Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>01D</b>	CODIFICA <b>09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0800004</b>	REV. <b>A</b>

#### **4. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI RINFORZO DELLE PILE**

L'intervento di rinforzo delle pile sarà realizzato mediante la tecnica dell'incamiciatura in c.a. Tale tipo di intervento consente in generale di conseguire tutti o parte dei seguenti obiettivi:

- aumento della capacità portante verticale;
- aumento della resistenza a flessione e/o taglio;
- aumento della capacità in termini di deformazione;
- miglioramento della efficienza delle giunzioni per sovrapposizione.

le pile soggette al presente tipo di intervento sono caratterizzate da un cambio sezione lungo l'altezza del fusto; si interviene mediante l'incamiciatura sia al piede della pila sia in corrispondenza del cambio di sezione. Il ringrosso prevede un allargamento medio di 50 cm.

Le pile soggette ad intervento sono:

- Pila n.16-17-18-19-20 – 23-24

Maggiori informazioni circa i quantitativi armatura previsti saranno forniti nei paragrafi dedicati al dettaglio delle verifiche strutturali.

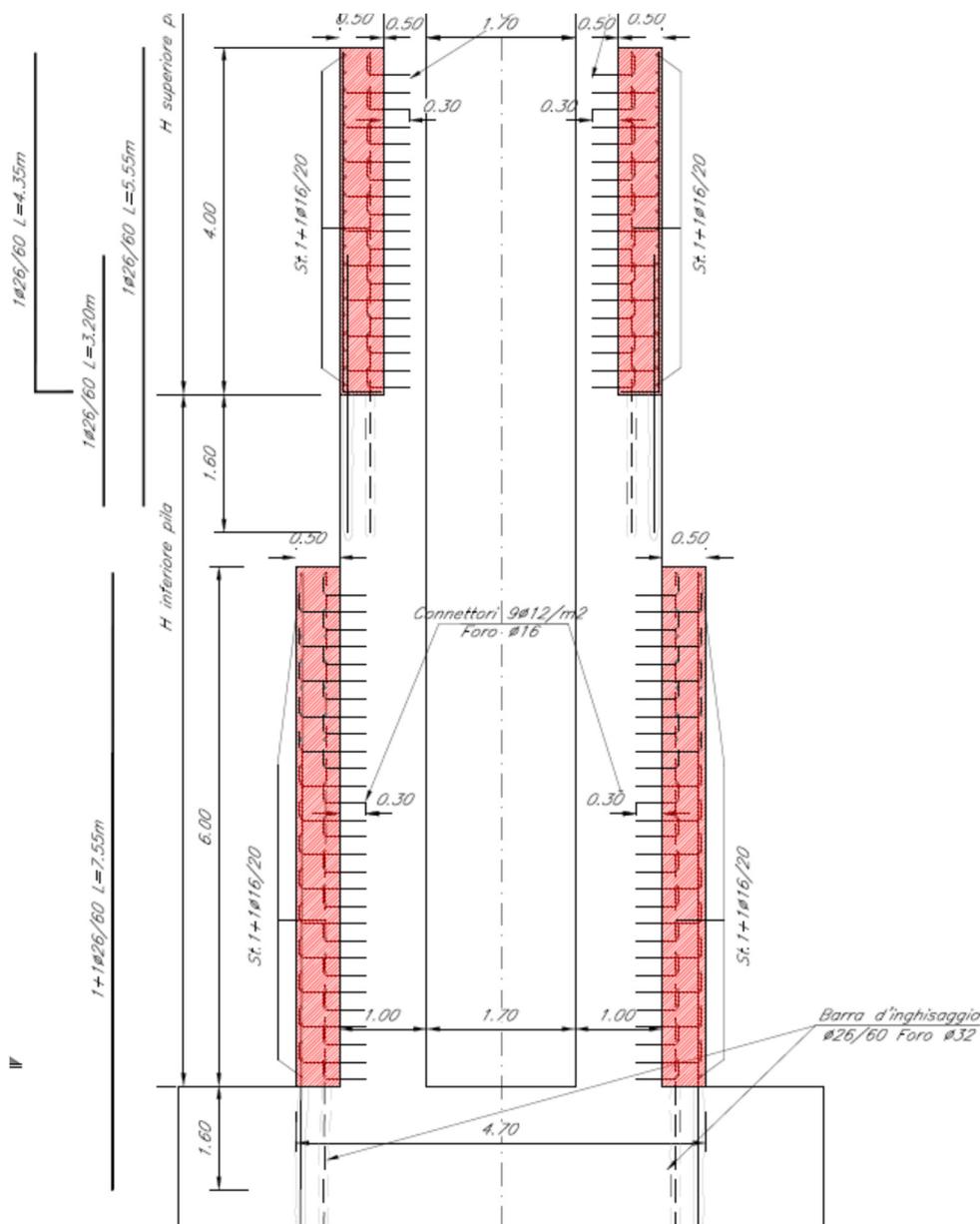


Figura 3: Intervento tipo di rinforzo dei fusti pila

## 5. MATERIALI

Per quanto riguarda i materiali delle strutture esistenti si rimanda alla relazione IA5F01D09CLVI0800001A - Relazione di calcolo - Vulnerabilità VI08, mentre i materiali impiegati per l'allargamento della sezione resistente risultano i seguenti:

- Calcestruzzo C30/37
- Acciaio armature B450C

	<b>Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>01D</b>	CODIFICA <b>09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0800004</b>	REV. <b>A</b>

## 6. CRITERI DI VERIFICA

Gli interventi di rinforzo delle pile sono stati dimensionati in relazione ai seguenti meccanismi

- verifiche a pressoflessione
- verifiche a taglio

**L'obiettivo dell'intervento proposto è il raggiungimento della resistenza almeno pari all'80% di quella richiesta ad una nuova struttura.**

L'esito delle verifiche è riassunto dall'indice  $\rho$  che rappresenta il rapporto tra la sollecitazione e la resistenza della sezione verificata:  $\rho = \text{Domanda}/\text{Capacità} = \frac{E_d}{R_d}$ . In conseguenza di quanto indicato sopra la verifica di resistenza dell'elemento strutturale è considerata superata se  $\rho < 1.25$ .

Ai fini della valutazione della resistenza e della deformabilità di elementi incamiciati sono accettabili le seguenti ipotesi semplificative:

- l'elemento incamiciato si comporta monoliticamente, con piena aderenza tra il calcestruzzo vecchio e il nuovo;
- il carico assiale si considera applicato alla sola porzione preesistente dell'elemento per i soli carichi permanenti, all'intera sezione incamiciata per i carichi variabili e per le azioni sismiche;
- le proprietà meccaniche del calcestruzzo della camicia si considerano estese all'intera sezione se le differenze fra i due materiali non sono eccessive.

I valori della capacità da adottare nelle verifiche sono quelli calcolati con riferimento alla intera sezione incamiciata nelle ipotesi semplificative su indicate e ridotte al 90% in termini di resistenza complessiva a taglio e pressoflessione:

$$M_{Rd}^* = 0.9 M_{Rd}$$

$$V_{Rd}^* = 0.9 V_{Rd}$$

dove il valore asteriscato indica la resistenza ridotta della sezione incamiciata.

## 7. VERIFICA DEGLI INTERVENTI DELLE PILE

### 7.1 Pile 16-17-18-19-20 – 23-24

L'intervento di allargamento della sezione al piede della pila e al cambio di sezione è rappresentato nelle figure seguenti:

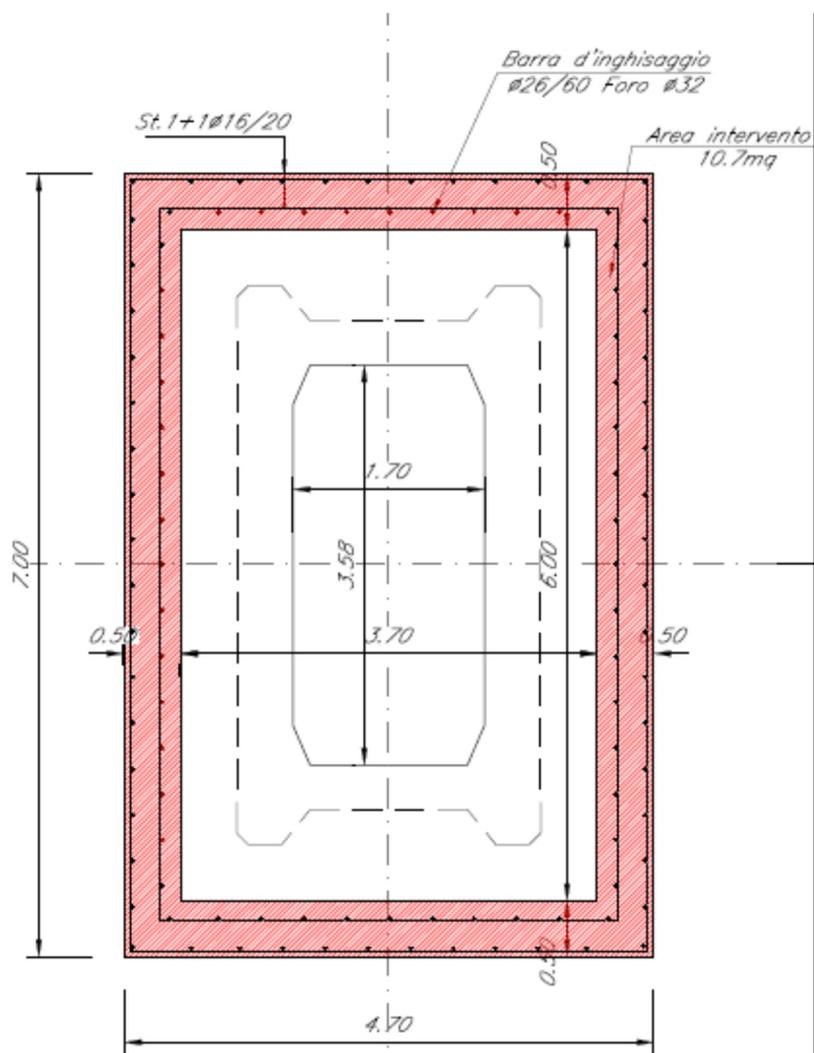


Figura 4: Intervento al piede pila

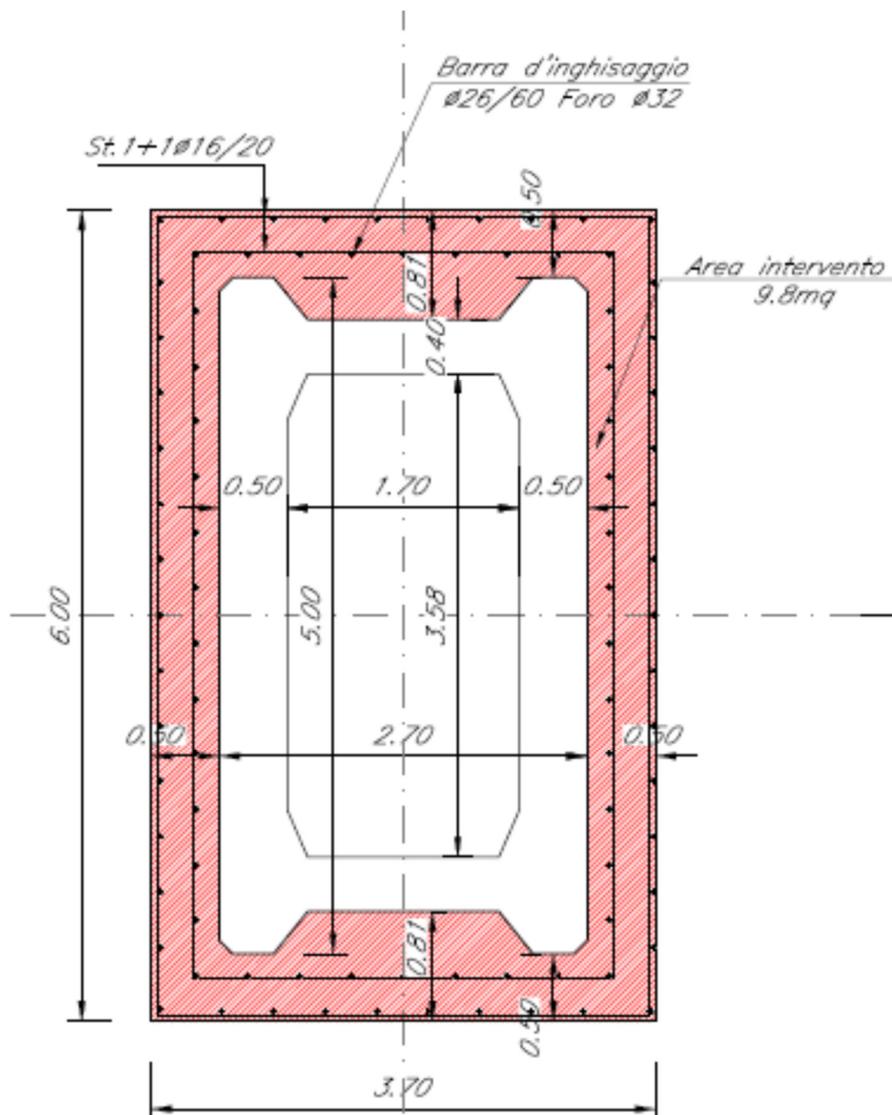


Figura 5: Intervento in corrispondenza del cambio sezione

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>01D</b>	CODIFICA <b>09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0800004</b>	REV. <b>A</b>

### 7.1.1 Verifica a pressoflessione

- Armature esistenti longitudinali:

Armatura sez. incastro (A)	Armatura sez. cambio sezione (B)
72+44 $\phi$ 26	72+44 $\phi$ 16

- Armature aggiuntive longitudinali:

Armatura sez. incastro (A)	Armatura cambio sezione (B)
2 strati $\phi$ 26/60	2 strati $\phi$ 26/60

Si riportano in sintesi i risultati ottenuti, in termini di coefficiente  $\rho$  (rapporto tra domanda e capacità) per ciascuna pila.

	tipo sez	comb.	Ned KN	Med x KNm	Med y KNm	Mrd x* kNm	Mrd y* kNm	$\rho$ -	$\rho$ max
PILA16 - FRAME16	A	SLV1 MAX	-11727	68415	19706	104770	30177	<b>0.65</b>	<b>0.65</b>
		SLV2 MAX	-12696	-68415	-19706	-104770	-30177	<b>0.65</b>	
		SLV3 MAX	-11765	20526	65689	45202	144659	<b>0.45</b>	
		SLV4 MAX	-12657	-20526	-65689	-45202	-144659	<b>0.45</b>	
		SLV1 min	-11727	68415	19706	104770	30177	<b>0.65</b>	
		SLV2 min	-12696	-68415	-19706	-104770	-30177	<b>0.65</b>	
		SLV3 min	-11765	20526	65689	45202	144659	<b>0.45</b>	
		SLV4 min	-12657	-20526	-65689	-45202	-144659	<b>0.45</b>	
PILA17 - FRAME18	A	SLV1 MAX	-12888	73356	22916	104442	32627	<b>0.70</b>	<b>0.70</b>
		SLV2 MAX	-13947	-73356	-22916	-104442	-32627	<b>0.70</b>	
		SLV3 MAX	-12936	22012	76389	42256	146640	<b>0.52</b>	
		SLV4 MAX	-13898	-22012	-76389	-42256	-146640	<b>0.52</b>	
		SLV1 min	-12888	73356	22916	104442	32627	<b>0.70</b>	
		SLV2 min	-13947	-73356	-22916	-104442	-32627	<b>0.70</b>	
		SLV3 min	-12936	22012	76389	42256	146640	<b>0.52</b>	
		SLV4 min	-13898	-22012	-76389	-42256	-146640	<b>0.52</b>	
PILA18 - FRAME20	A	SLV1 MAX	-14561	77310	27348	103832	36731	<b>0.74</b>	<b>0.74</b>
		SLV2 MAX	-15711	-77310	-27348	-103832	-36731	<b>0.74</b>	
		SLV3 MAX	-14610	23193	91166	37969	149245	<b>0.61</b>	
		SLV4 MAX	-15662	-23193	-91166	-37969	-149245	<b>0.61</b>	
		SLV1 min	-14561	77310	27348	103832	36731	<b>0.74</b>	
		SLV2 min	-15711	-77310	-27348	-103832	-36731	<b>0.74</b>	
		SLV3 min	-14610	23193	91166	37969	149245	<b>0.61</b>	
		SLV4 min	-15662	-23193	-91166	-37969	-149245	<b>0.61</b>	
PILA19 - FRAME22	A	SLV1 MAX	-16320	80500	39127	101476	49323	<b>0.79</b>	<b>0.85</b>
		SLV2 MAX	-17543	-80500	-39127	-101476	-49323	<b>0.79</b>	
		SLV3 MAX	-16362	24149	130431	28494	153899	<b>0.85</b>	
		SLV4 MAX	-17502	-24149	-130431	-28494	-153899	<b>0.85</b>	
		SLV1 min	-16320	80500	39127	101476	49323	<b>0.79</b>	
		SLV2 min	-17543	-80500	-39127	-101476	-49323	<b>0.79</b>	
		SLV3 min	-16362	24149	130431	28494	153899	<b>0.85</b>	
		SLV4 min	-17502	-24149	-130431	-28494	-153899	<b>0.85</b>	
PILA20 - FRAME24	A	SLV1 MAX	-15386	78875	30606	103278	40075	<b>0.76</b>	<b>0.76</b>
		SLV2 MAX	-16528	-78875	-30606	-103278	-40075	<b>0.76</b>	
		SLV3 MAX	-15417	23663	102025	34991	150867	<b>0.68</b>	
		SLV4 MAX	-16496	-23663	-102025	-34991	-150867	<b>0.68</b>	
		SLV1 min	-15386	78875	30606	103278	40075	<b>0.76</b>	
		SLV2 min	-16528	-78875	-30606	-103278	-40075	<b>0.76</b>	
		SLV3 min	-15417	23663	102025	34991	150867	<b>0.68</b>	
		SLV4 min	-16496	-23663	-102025	-34991	-150867	<b>0.68</b>	

	tipo sez	comb.	Ned KN	Med x KNm	Med y KNm	Mrd x* kNm	Mrd y* kNm	$\rho$ -	$\rho$ max
PILA23 - FRAME33	A	SLV1 MAX	-13826	77224	24574	104360	33209	<b>0.74</b>	<b>0.74</b>
		SLV2 MAX	-14855	-77224	-24574	-104360	-33209	<b>0.74</b>	
		SLV3 MAX	-13850	23168	81917	41593	147064	<b>0.56</b>	
		SLV4 MAX	-14831	-23168	-81917	-41593	-147064	<b>0.56</b>	
		SLV1 min	-13826	77224	24574	104360	33209	<b>0.74</b>	
		SLV2 min	-14855	-77224	-24574	-104360	-33209	<b>0.74</b>	
		SLV3 min	-13850	23168	81917	41593	147064	<b>0.56</b>	
		SLV4 min	-14831	-23168	-81917	-41593	-147064	<b>0.56</b>	
PILA24 - FRAME57	A	SLV1 MAX	-11935	70298	19989	104818	29804	<b>0.67</b>	<b>0.67</b>
		SLV2 MAX	-12949	-70298	-19989	-104818	-29804	<b>0.67</b>	
		SLV3 MAX	-11988	21093	66632	45686	144318	<b>0.46</b>	
		SLV4 MAX	-12897	-21093	-66632	-45686	-144318	<b>0.46</b>	
		SLV1 min	-11935	70298	19989	104818	29804	<b>0.67</b>	
		SLV2 min	-12949	-70298	-19989	-104818	-29804	<b>0.67</b>	
		SLV3 min	-11988	21093	66632	45686	144318	<b>0.46</b>	
		SLV4 min	-12897	-21093	-66632	-45686	-144318	<b>0.46</b>	

	tipo sez	comb.	Ned KN	Med x KNm	Med y KNm	Mrd x* kNm	Mrd y* kNm	$\rho$ -	$\rho$ max
PILA16 - FRAME17	B	SLV1 MAX	-9551	51612	14993	51729	15027	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>
		SLV2 MAX	-10459	-51612	-14993	-51729	-15027	<b>1.00</b>	
		SLV3 MAX	-9589	15483	49978	22886	73873	<b>0.68</b>	
		SLV4 MAX	-10421	-15483	-49978	-22886	-73873	<b>0.68</b>	
		SLV1 min	-9551	51612	14993	51729	15027	<b>1.00</b>	
		SLV2 min	-10459	-51612	-14993	-51729	-15027	<b>1.00</b>	
		SLV3 min	-9589	15483	49978	22886	73873	<b>0.68</b>	
		SLV4 min	-10421	-15483	-49978	-22886	-73873	<b>0.68</b>	
PILA17 - FRAME19	B	SLV1 MAX	-9527	48304	15221	51576	16252	<b>0.94</b>	<b>0.94</b>
		SLV2 MAX	-10483	-48304	-15221	-51576	-16252	<b>0.94</b>	
		SLV3 MAX	-9574	14497	50738	21412	74941	<b>0.68</b>	
		SLV4 MAX	-10435	-14497	-50738	-21412	-74941	<b>0.68</b>	
		SLV1 min	-9527	48304	15221	51576	16252	<b>0.94</b>	
		SLV2 min	-10483	-48304	-15221	-51576	-16252	<b>0.94</b>	
		SLV3 min	-9574	14497	50738	21412	74941	<b>0.68</b>	
		SLV4 min	-10435	-14497	-50738	-21412	-74941	<b>0.68</b>	
PILA18 - FRAME21	B	SLV1 MAX	-9512	42496	15118	51300	18251	<b>0.83</b>	<b>0.83</b>
		SLV2 MAX	-10498	-42496	-15118	-51300	-18251	<b>0.83</b>	
		SLV3 MAX	-9561	12751	50397	19309	76316	<b>0.66</b>	
		SLV4 MAX	-10449	-12751	-50397	-19309	-76316	<b>0.66</b>	
		SLV1 min	-9512	42496	15118	51300	18251	<b>0.83</b>	
		SLV2 min	-10498	-42496	-15118	-51300	-18251	<b>0.83</b>	
		SLV3 min	-9561	12751	50397	19309	76316	<b>0.66</b>	
		SLV4 min	-10449	-12751	-50397	-19309	-76316	<b>0.66</b>	
PILA19 - FRAME23	B	SLV1 MAX	-9512	37187	17954	50264	24268	<b>0.74</b>	<b>0.76</b>
		SLV2 MAX	-10498	-37187	-17954	-50264	-24268	<b>0.74</b>	
		SLV3 MAX	-9553	11157	59850	14686	78780	<b>0.76</b>	
		SLV4 MAX	-10457	-11157	-59850	-14686	-78780	<b>0.76</b>	
		SLV1 min	-9512	37187	17954	50264	24268	<b>0.74</b>	
		SLV2 min	-10498	-37187	-17954	-50264	-24268	<b>0.74</b>	
		SLV3 min	-9553	11157	59850	14686	78780	<b>0.76</b>	
		SLV4 min	-10457	-11157	-59850	-14686	-78780	<b>0.76</b>	

	tipo sez	comb.	Ned KN	Med x KNm	Med y KNm	Mrd x* kNm	Mrd y* kNm	$\rho$ -	$\rho$ max
PILA20 - FRAME25	B	SLV1 MAX	-9532	39966	15637	51036	19969	<b>0.78</b>	<b>0.78</b>
		SLV2 MAX	-10478	-39966	-15637	-51036	-19969	<b>0.78</b>	
		SLV3 MAX	-9563	11992	52127	17766	77222	<b>0.68</b>	
		SLV4 MAX	-10447	-11992	-52127	-17766	-77222	<b>0.68</b>	
		SLV1 min	-9532	39966	15637	51036	19969	<b>0.78</b>	
		SLV2 min	-10478	-39966	-15637	-51036	-19969	<b>0.78</b>	
		SLV3 min	-9563	11992	52127	17766	77222	<b>0.68</b>	
		SLV4 min	-10447	-11992	-52127	-17766	-77222	<b>0.68</b>	
PILA23 - FRAME34	B	SLV1 MAX	-9555	46131	14827	51535	16564	<b>0.90</b>	<b>0.90</b>
		SLV2 MAX	-10455	-46131	-14827	-51535	-16564	<b>0.90</b>	
		SLV3 MAX	-9579	13842	49426	21056	75185	<b>0.66</b>	
		SLV4 MAX	-10431	-13842	-49426	-21056	-75185	<b>0.66</b>	
		SLV1 min	-9555	46131	14827	51535	16564	<b>0.90</b>	
		SLV2 min	-10455	-46131	-14827	-51535	-16564	<b>0.90</b>	
		SLV3 min	-9579	13842	49426	21056	75185	<b>0.66</b>	
		SLV4 min	-10431	-13842	-49426	-21056	-75185	<b>0.66</b>	
PILA24 - FRAME59	B	SLV1 MAX	-9530	51677	14825	51750	14846	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>
		SLV2 MAX	-10480	-51677	-14825	-51750	-14846	<b>1.00</b>	
		SLV3 MAX	-9582	15504	49418	23121	73696	<b>0.67</b>	
		SLV4 MAX	-10428	-15504	-49418	-23121	-73696	<b>0.67</b>	
		SLV1 min	-9530	51677	14825	51750	14846	<b>1.00</b>	
		SLV2 min	-10480	-51677	-14825	-51750	-14846	<b>1.00</b>	
		SLV3 min	-9582	15504	49418	23121	73696	<b>0.67</b>	
		SLV4 min	-10428	-15504	-49418	-23121	-73696	<b>0.67</b>	

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>01D</b>	CODIFICA <b>09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0800004</b>	REV. <b>A</b>

### 7.1.2 Verifica a taglio

Per il calcolo della capacità si fa riferimento a quanto prescritto al paragrafo C8.7.2.4.1 della Circolare esplicativa delle NTC18, “Incamicatura in c.a.”.

La capacità a taglio della sezione è stata valutata considerando in parallelo il meccanismo resistente dovuto alla sezione esistente con quello della sezione relativa al solo allargamento.

Calcolo resistenza a taglio			
	dir y (tra)	dir x (lon)	
bw	3000	3400	mm
H	7000	4700	mm
d	6300	4230	mm
Ac	1.89E+07	1.44E+07	mm <sup>2</sup>
Armatura esistente			
φ staffe esist	14	14	mm
passo	200	200	mm
n° bracci	4	4	-
Asw/s	3.079	3.079	mm <sup>2</sup> /mm
Armatura camicia			
φ staffe aggiunte	16	16	mm
passo	200	200	mm
n° bracci	4	4	-
Asw/s	4.021	4.021	mm <sup>2</sup> /mm
f <sub>yd</sub> barre esistente	312	312	Mpa
f <sub>yd</sub> barre aggiuntive	391	391	Mpa
<b>f<sub>y</sub> eq.</b>	<b>357</b>	<b>357</b>	<b>Mpa</b>
cotg teta	1	1	-
<b>Resistenza a taglio sezione</b>			
<b>V<sub>rd</sub>*</b>	<b>14361</b>	<b>9643</b>	<b>KN</b>

**Tabella: calcolo resistenza a taglio sezione alla base (A)**

Calcolo resistenza a taglio			
	dir y (tra)	dir x (lon)	
bw	2000	2400	mm
H	6000	3700	mm
d	5400	3330	mm
Ac	1.08E+07	7.99E+06	mm <sup>2</sup>
Armatura esistente			
φ staffe esist	14	14	mm
passo	250	250	mm
n° bracci	4	4	-
Asw/s	2.463	2.463	mm <sup>2</sup> /mm
Armatura camicia			
φ staffe aggiunte	16	16	mm
passo	200	200	mm
n° bracci	4	4	-
Asw/s	4.021	4.021	mm <sup>2</sup> /mm
fyd barre esistente	312	312	Mpa
fyd barre aggiuntive	391	391	Mpa
<b>fy eq.</b>	<b>361</b>	<b>361</b>	<b>Mpa</b>
cotg teta	1	1	-
<b>Resistenza a taglio sezione</b>			
<b>Vrd*</b>	<b>11376</b>	<b>7015</b>	<b>KN</b>

Tabella: calcolo resistenza a taglio al cambio sezione (B)

Si riportano in sintesi i risultati ottenuti, in termini di coefficiente  $\rho$  (rapporto tra domanda e capacità) per ciascuna pila.

	tipo sez	comb.	Ned KN	Ved x KNm	Ved y KNm	Vrd x* kNm	Vrd y* kNm	$\rho_x$ -	$\rho_y$ -	$\rho_{max}$
PILA16 - FRAME16	A	SLV1 MAX	-11727	1103	3942	7201	15880	<b>0.15</b>	<b>0.25</b>	<b>0.51</b>
		SLV2 MAX	-12696	-1103	-3942	7201	15880	<b>0.15</b>	<b>0.25</b>	
		SLV3 MAX	-11765	3676	1183	7201	15880	<b>0.51</b>	<b>0.07</b>	
		SLV4 MAX	-12657	-3676	-1183	7201	15880	<b>0.51</b>	<b>0.07</b>	
		SLV1 min	-11727	1103	3942	7201	15880	<b>0.15</b>	<b>0.25</b>	
		SLV2 min	-12696	-1103	-3942	7201	15880	<b>0.15</b>	<b>0.25</b>	
		SLV3 min	-11765	3676	1183	7201	15880	<b>0.51</b>	<b>0.07</b>	
		SLV4 min	-12657	-3676	-1183	7201	15880	<b>0.51</b>	<b>0.07</b>	
PILA17 - FRAME18	A	SLV1 MAX	-12888	1167	3824	7201	15880	<b>0.16</b>	<b>0.24</b>	<b>0.54</b>
		SLV2 MAX	-13947	-1167	-3824	7201	15880	<b>0.16</b>	<b>0.24</b>	
		SLV3 MAX	-12936	3892	1149	7201	15880	<b>0.54</b>	<b>0.07</b>	
		SLV4 MAX	-13898	-3892	-1149	7201	15880	<b>0.54</b>	<b>0.07</b>	
		SLV1 min	-12888	1167	3824	7201	15880	<b>0.16</b>	<b>0.24</b>	
		SLV2 min	-13947	-1167	-3824	7201	15880	<b>0.16</b>	<b>0.24</b>	
		SLV3 min	-12936	3892	1149	7201	15880	<b>0.54</b>	<b>0.07</b>	
		SLV4 min	-13898	-3892	-1149	7201	15880	<b>0.54</b>	<b>0.07</b>	
PILA18 - FRAME20	A	SLV1 MAX	-14561	1239	3564	7201	15880	<b>0.17</b>	<b>0.22</b>	<b>0.57</b>
		SLV2 MAX	-15711	-1239	-3564	7201	15880	<b>0.17</b>	<b>0.22</b>	
		SLV3 MAX	-14610	4130	1070	7201	15880	<b>0.57</b>	<b>0.07</b>	
		SLV4 MAX	-15662	-4130	-1070	7201	15880	<b>0.57</b>	<b>0.07</b>	
		SLV1 min	-14561	1239	3564	7201	15880	<b>0.17</b>	<b>0.22</b>	
		SLV2 min	-15711	-1239	-3564	7201	15880	<b>0.17</b>	<b>0.22</b>	
		SLV3 min	-14610	4130	1070	7201	15880	<b>0.57</b>	<b>0.07</b>	
		SLV4 min	-15662	-4130	-1070	7201	15880	<b>0.57</b>	<b>0.07</b>	
PILA19 - FRAME22	A	SLV1 MAX	-16320	1584	3320	7201	15880	<b>0.22</b>	<b>0.21</b>	<b>0.73</b>
		SLV2 MAX	-17543	-1584	-3320	7201	15880	<b>0.22</b>	<b>0.21</b>	
		SLV3 MAX	-16362	5280	996	7201	15880	<b>0.73</b>	<b>0.06</b>	
		SLV4 MAX	-17502	-5280	-996	7201	15880	<b>0.73</b>	<b>0.06</b>	
		SLV1 min	-16320	1584	3320	7201	15880	<b>0.22</b>	<b>0.21</b>	
		SLV2 min	-17543	-1584	-3320	7201	15880	<b>0.22</b>	<b>0.21</b>	
		SLV3 min	-16362	5280	996	7201	15880	<b>0.73</b>	<b>0.06</b>	
		SLV4 min	-17502	-5280	-996	7201	15880	<b>0.73</b>	<b>0.06</b>	

	tipo sez	comb.	Ned KN	Ved x KNm	Ved y KNm	Vrd x* kNm	Vrd y* kNm	$\rho_x$ -	$\rho_y$ -	$\rho_{max}$
PILA20 - FRAME24	A	SLV1 MAX	-15386	1307	3451	7201	15880	<b>0.18</b>	<b>0.22</b>	<b>0.61</b>
		SLV2 MAX	-16528	-1307	-3451	7201	15880	<b>0.18</b>	<b>0.22</b>	
		SLV3 MAX	-15417	4357	1036	7201	15880	<b>0.61</b>	<b>0.07</b>	
		SLV4 MAX	-16496	-4357	-1036	7201	15880	<b>0.61</b>	<b>0.07</b>	
		SLV1 min	-15386	1307	3451	7201	15880	<b>0.18</b>	<b>0.22</b>	
		SLV2 min	-16528	-1307	-3451	7201	15880	<b>0.18</b>	<b>0.22</b>	
		SLV3 min	-15417	4357	1036	7201	15880	<b>0.61</b>	<b>0.07</b>	
		SLV4 min	-16496	-4357	-1036	7201	15880	<b>0.61</b>	<b>0.07</b>	
PILA23 - FRAME33	A	SLV1 MAX	-13826	1167	3747	7201	15880	<b>0.16</b>	<b>0.24</b>	<b>0.54</b>
		SLV2 MAX	-14855	-1167	-3747	7201	15880	<b>0.16</b>	<b>0.24</b>	
		SLV3 MAX	-13850	3892	1125	7201	15880	<b>0.54</b>	<b>0.07</b>	
		SLV4 MAX	-14831	-3892	-1125	7201	15880	<b>0.54</b>	<b>0.07</b>	
		SLV1 min	-13826	1167	3747	7201	15880	<b>0.16</b>	<b>0.24</b>	
		SLV2 min	-14855	-1167	-3747	7201	15880	<b>0.16</b>	<b>0.24</b>	
		SLV3 min	-13850	3892	1125	7201	15880	<b>0.54</b>	<b>0.07</b>	
		SLV4 min	-14831	-3892	-1125	7201	15880	<b>0.54</b>	<b>0.07</b>	
PILA24 - FRAME57	A	SLV1 MAX	-11935	1094	3958	7201	15880	<b>0.15</b>	<b>0.25</b>	<b>0.51</b>
		SLV2 MAX	-12949	-1094	-3958	7201	15880	<b>0.15</b>	<b>0.25</b>	
		SLV3 MAX	-11988	3647	1189	7201	15880	<b>0.51</b>	<b>0.07</b>	
		SLV4 MAX	-12897	-3647	-1189	7201	15880	<b>0.51</b>	<b>0.07</b>	
		SLV1 min	-11935	1094	3958	7201	15880	<b>0.15</b>	<b>0.25</b>	
		SLV2 min	-12949	-1094	-3958	7201	15880	<b>0.15</b>	<b>0.25</b>	
		SLV3 min	-11988	3647	1189	7201	15880	<b>0.51</b>	<b>0.07</b>	
		SLV4 min	-12897	-3647	-1189	7201	15880	<b>0.51</b>	<b>0.07</b>	

	tipo sez	comb.	Ned KN	Ved x KNm	Ved y KNm	Vrd x* kNm	Vrd y* kNm	$\rho_x$ -	$\rho_y$ -	$\rho_{max}$
PILA16 - FRAME17	B	SLV1 MAX	-9551	1038	3760	6314	10239	<b>0.16</b>	<b>0.37</b>	<b>0.55</b>
		SLV2 MAX	-10459	-1038	-3760	6314	10239	<b>0.16</b>	<b>0.37</b>	
		SLV3 MAX	-9589	3460	1128	6314	10239	<b>0.55</b>	<b>0.11</b>	
		SLV4 MAX	-10421	-3460	-1128	6314	10239	<b>0.55</b>	<b>0.11</b>	
		SLV1 min	-9551	1038	3760	6314	10239	<b>0.16</b>	<b>0.37</b>	
		SLV2 min	-10459	-1038	-3760	6314	10239	<b>0.16</b>	<b>0.37</b>	
		SLV3 min	-9589	3460	1128	6314	10239	<b>0.55</b>	<b>0.11</b>	
		SLV4 min	-10421	-3460	-1128	6314	10239	<b>0.55</b>	<b>0.11</b>	
PILA17 - FRAME19	B	SLV1 MAX	-9527	1055	3519	6314	10239	<b>0.17</b>	<b>0.34</b>	<b>0.56</b>
		SLV2 MAX	-10483	-1055	-3519	6314	10239	<b>0.17</b>	<b>0.34</b>	
		SLV3 MAX	-9574	3518	1056	6314	10239	<b>0.56</b>	<b>0.10</b>	
		SLV4 MAX	-10435	-3518	-1056	6314	10239	<b>0.56</b>	<b>0.10</b>	
		SLV1 min	-9527	1055	3519	6314	10239	<b>0.17</b>	<b>0.34</b>	
		SLV2 min	-10483	-1055	-3519	6314	10239	<b>0.17</b>	<b>0.34</b>	
		SLV3 min	-9574	3518	1056	6314	10239	<b>0.56</b>	<b>0.10</b>	
		SLV4 min	-10435	-3518	-1056	6314	10239	<b>0.56</b>	<b>0.10</b>	
PILA18 - FRAME21	B	SLV1 MAX	-9512	1050	3096	6314	10239	<b>0.17</b>	<b>0.30</b>	<b>0.55</b>
		SLV2 MAX	-10498	-1050	-3096	6314	10239	<b>0.17</b>	<b>0.30</b>	
		SLV3 MAX	-9561	3502	929	6314	10239	<b>0.55</b>	<b>0.09</b>	
		SLV4 MAX	-10449	-3502	-929	6314	10239	<b>0.55</b>	<b>0.09</b>	
		SLV1 min	-9512	1050	3096	6314	10239	<b>0.17</b>	<b>0.30</b>	
		SLV2 min	-10498	-1050	-3096	6314	10239	<b>0.17</b>	<b>0.30</b>	
		SLV3 min	-9561	3502	929	6314	10239	<b>0.55</b>	<b>0.09</b>	
		SLV4 min	-10449	-3502	-929	6314	10239	<b>0.55</b>	<b>0.09</b>	
PILA19 - FRAME23	B	SLV1 MAX	-9512	1251	2710	6314	10239	<b>0.20</b>	<b>0.26</b>	<b>0.66</b>
		SLV2 MAX	-10498	-1251	-2710	6314	10239	<b>0.20</b>	<b>0.26</b>	
		SLV3 MAX	-9553	4172	813	6314	10239	<b>0.66</b>	<b>0.08</b>	
		SLV4 MAX	-10457	-4172	-813	6314	10239	<b>0.66</b>	<b>0.08</b>	
		SLV1 min	-9512	1251	2710	6314	10239	<b>0.20</b>	<b>0.26</b>	
		SLV2 min	-10498	-1251	-2710	6314	10239	<b>0.20</b>	<b>0.26</b>	
		SLV3 min	-9553	4172	813	6314	10239	<b>0.66</b>	<b>0.08</b>	
		SLV4 min	-10457	-4172	-813	6314	10239	<b>0.66</b>	<b>0.08</b>	

	tipo sez	comb.	Ned KN	Ved x KNm	Ved y KNm	Vrd x* kNm	Vrd y* kNm	$\rho_x$ -	$\rho_y$ -	$\rho_{max}$
PILA20 - FRAME25	B	SLV1 MAX	-9532	1086	2912	6314	10239	<b>0.17</b>	<b>0.28</b>	<b>0.57</b>
		SLV2 MAX	-10478	-1086	-2912	6314	10239	<b>0.17</b>	<b>0.28</b>	
		SLV3 MAX	-9563	3620	874	6314	10239	<b>0.57</b>	<b>0.09</b>	
		SLV4 MAX	-10447	-3620	-874	6314	10239	<b>0.57</b>	<b>0.09</b>	
		SLV1 min	-9532	1086	2912	6314	10239	<b>0.17</b>	<b>0.28</b>	
		SLV2 min	-10478	-1086	-2912	6314	10239	<b>0.17</b>	<b>0.28</b>	
		SLV3 min	-9563	3620	874	6314	10239	<b>0.57</b>	<b>0.09</b>	
		SLV4 min	-10447	-3620	-874	6314	10239	<b>0.57</b>	<b>0.09</b>	
PILA23 - FRAME34	B	SLV1 MAX	-9555	1028	3362	6314	10239	<b>0.16</b>	<b>0.33</b>	<b>0.54</b>
		SLV2 MAX	-10455	-1028	-3362	6314	10239	<b>0.16</b>	<b>0.33</b>	
		SLV3 MAX	-9579	3427	1009	6314	10239	<b>0.54</b>	<b>0.10</b>	
		SLV4 MAX	-10431	-3427	-1009	6314	10239	<b>0.54</b>	<b>0.10</b>	
		SLV1 min	-9555	1028	3362	6314	10239	<b>0.16</b>	<b>0.33</b>	
		SLV2 min	-10455	-1028	-3362	6314	10239	<b>0.16</b>	<b>0.33</b>	
		SLV3 min	-9579	3427	1009	6314	10239	<b>0.54</b>	<b>0.10</b>	
		SLV4 min	-10431	-3427	-1009	6314	10239	<b>0.54</b>	<b>0.10</b>	
PILA24 - FRAME59	B	SLV1 MAX	-9530	1026	3763	6314	10239	<b>0.16</b>	<b>0.37</b>	<b>0.54</b>
		SLV2 MAX	-10480	-1026	-3763	6314	10239	<b>0.16</b>	<b>0.37</b>	
		SLV3 MAX	-9582	3422	1129	6314	10239	<b>0.54</b>	<b>0.11</b>	
		SLV4 MAX	-10428	-3422	-1129	6314	10239	<b>0.54</b>	<b>0.11</b>	
		SLV1 min	-9530	1026	3763	6314	10239	<b>0.16</b>	<b>0.37</b>	
		SLV2 min	-10480	-1026	-3763	6314	10239	<b>0.16</b>	<b>0.37</b>	
		SLV3 min	-9582	3422	1129	6314	10239	<b>0.54</b>	<b>0.11</b>	
		SLV4 min	-10428	-3422	-1129	6314	10239	<b>0.54</b>	<b>0.11</b>	

	<b>Nuova linea Ferrandina – Matera La Martella per il collegamento di Matera con la rete ferroviaria nazionale</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<i>Relazione di calcolo</i>	COMMESSA <b>IA5F</b>	LOTTO <b>01D</b>	CODIFICA <b>09CL</b>	DOCUMENTO <b>VI0800004</b>	REV. <b>A</b>

## 8. VALUTAZIONE DELL'INDICE DI ADEGUAMENTO RAGGIUNTO

La seguente tabella riporta l'indice di adeguamento ( $\zeta$ ) raggiunto attraverso gli interventi progettati. Tale indice è stato calcolato come l'inverso del coefficiente di verifica  $p$  (domanda / capacità), dei vari meccanismi di crisi presi in esame.

Sezione	$\zeta$ FLESSIONE	$\zeta$ TAGLIO
A	>1	>1
B	1	>1

E' pertanto possibile concludere che gli interventi progettati per le pile in esame permettono di conseguire il 100% dell'adeguamento sismico.



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

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione di calcolo

COMMESSA  
IA5F

LOTTO  
01D

CODIFICA  
09CL

DOCUMENTO  
VI0800004

REV.  
A

FOGLIO  
22 di 23

## 9. INCIDENZA ARMATURE

Armature nuovi getti per allargamento del fusto

$i = 80\text{kg/m}^3$