

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE  
OBIETTIVO N. 443/01  
LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA      Tratta VERONA – PADOVA  
Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza  
PROGETTO ESECUTIVO  
RILEVATI  
STAZIONE ALTAVILLA - FASE 1 - DA PK 40+535 A PK 43+290  
OPERE DI FINITURA  
RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0A**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE Ing. Giovanni MALAVENDA ALBO INGEGNERI PROV. DI MESSINA n. 4503 Data: Ottobre 2022	Consorzio Iricav Due ing. Paolo CARMONA Data: Ottobre 2022			

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	FOGLIO
I N 1 7	1 0	E	I 2	CL	OC0000	0 0 1	B	- - - P - - -

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma Alberto LEVORATO 	Data Ottobre 2022

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMMISSIONE	Murru 	05/2022	Pantalena 	05/2022	Galvanin 	05/2022	
B	Rev. per RdV: IN17-RV-0000000254	Murru 	10/2022	Pantalena 	10/2022	Galvanin 	10/2022	
								Data: Ottobre 2022

CIG: 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1710EI2CLOC0000001B.DOCX
		Cod. origine:



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 2 di 68	

## INDICE

1.	DESCRIZIONE GENERALE .....	4
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	5
3.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	6
3.1	Elaborati progettuali .....	6
4.	METODO DI CALCOLO .....	7
5.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	8
5.1	Calcestruzzo .....	8
5.2	Acciaio per cemento armato .....	8
5.3	Durabilità e prescrizioni sui materiali .....	8
6.	PARAMETRI SISMICI .....	10
7.	PARAMETRI GEOTECNICI .....	11
8.	CRITERI DI VERIFICA GLOBALE .....	13
8.1	Verifica a ribaltamento .....	13
8.2	Verifica a carico limite .....	13
8.3	Verifica a scorrimento .....	16
9.	CRITERI DI VERIFICA STRUTTURALE .....	16
10.	CRITERI DI CALCOLO DELLE SPINTE .....	17
11.	SCARICHI A TESTA BASAMENTO .....	21
11.1	Combinazioni di carico .....	21
11.2	Azioni palo LSU normale .....	28
11.3	Azioni palo LSU di centro fisso (picchetto) .....	30
12.	ANALISI STRUTTURALE BASAMENTO PER PALO LSU14a NORMALE .....	33
13.	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	38
13.1	Sollecitazioni intradosso fondazioni LSU14 – B0a .....	38
13.2	Verifica di capacità portante e scorrimento B0a - SLU .....	42
13.3	Verifica a ribaltamento .....	43
13.4	Verifica di capacità portante e scorrimento B0a - SLV .....	44
13.5	Verifica a ribaltamento .....	45
14.	VERIFICHE STRUTTURALI B0a .....	46
14.1	Verifica del basamento di ancoraggio del palo .....	48
15.	ANALISI STRUTTURALE BASAMENTO PER PALO LSU14a – PICCHETTO .....	51
16.	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	56
16.1	Sollecitazioni intradosso fondazioni LSU14 – B0a picchetto .....	56
16.2	Verifica di capacità portante e scorrimento B0a picchetto - SLU .....	60
16.3	Verifica a ribaltamento .....	61
16.4	Verifica di capacità portante e scorrimento B0a picchetto - SLV .....	62
16.5	Verifica a ribaltamento .....	63
17.	VERIFICHE STRUTTURALI B0a picchetto .....	64
17.1	Verifica del basamento di ancoraggio del palo .....	66

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC000001	Rev. B	Foglio 3 di 68	

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 4 di 68	

## 1. DESCRIZIONE GENERALE

La presente relazione riguarda l'intervento di realizzazione dei basamenti in c.a. per i montanti in acciaio del palo denominato "LSU14a" normale e del palo "LSU14-PICCHETTO" di centro punto fisso, previsti dalla Fase 1-2 della stazione di Altavilla della Linea AV/AC Torino – Venezia - Tratta Verona - Padova - Lotto funzionale Verona-Bivio Vicenza.

Il plinto, denominato B0a, ha le seguenti dimensioni in pianta 2.20m x 1.65m ed una altezza di 1.10m. Per la carpenteria e dettagli di armatura si rimanda agli elaborati grafici allegati all'opera (rif. §3.1).

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 5 di 68	

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- UNI EN 197-1 giugno 2001 – “Cemento: composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni”;
- UNI EN 11104 luglio 2016 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l’applicazione delle EN 206-1;
- UNI EN 206-1 ottobre 2006 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”.
- UNI EN 1998-5 (Eurocodice 8) – Gennaio 2005: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”;
- UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) – Novembre 2005: “Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1: Regole generali e regole per edifici”;
- D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni;
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n.617 Istruzione per l’applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008;
- Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale;
- RFI DTC SI PS MA IFS 001 B Manuale di progettazione delle Opere Civili Parte II sezione 2 Ponti e Strutture;
- RFI DTC SI CS MA IFS 001 B Manuale di progettazione delle Opere Civili Parte II Sezione 3 Corpo Stradale;
- Capitolato delle Opere Civili rev. B.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  <b>IRICAV2</b>		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 6 di 68

### 3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

#### 3.1 Elaborati progettuali

- |      |                      |   |
|------|----------------------|---|
| [1]  | IN1711EI2RBGE0000004 | Relazione geotecnica  |
| [2]  | IN1710EI2EEOC0000003 | ELENCO ELABORATI  |
| [3]  | IN1712EI2PZRI77A7001 | RILEVATO FERROVIARIO DA PK 40+287,46 A PK 40+950,00; ALTAVILLA FASE 1 – Planimetria di tracciamento pali              |
| [4]  | IN1712EI2PZRI78A7001 | RILEVATO FERROVIARIO DA PK 40+950,00 A PK 41+615,35; ALTAVILLA FASE 1 – Planimetria di tracciamento pali              |
| [5]  | IN1712EI2PZRI79A7001 | RILEVATO FERROVIARIO DA PK 41+615,35 A PK 42+071,63; ALTAVILLA FASE 1 – Planimetria di tracciamento palo segnalamento |
| [6]  | IN1712EI2PZRI8107001 | RILEVATO FERROVIARIO DA PK 42+475,00 A PK 42+825,00; ALTAVILLA FASE 1 – Planimetria di tracciamento pali              |
| [7]  | IN1712EI2PZRI8207001 | RILEVATO FERROVIARIO DA PK 42+825,00 A PK 43+175,00; ALTAVILLA FASE 1 – Planimetria di tracciamento pali              |
| [8]  | IN1712EI2PZRI8307001 | RILEVATO FERROVIARIO DA PK 43+175,00 A PK 43+525,00; ALTAVILLA FASE 1 – Planimetria di tracciamento pali              |
| [9]  | IN1710EI2BZOC0000014 | CARPENTERIA E ARMATURA BLOCCO DI FONDAZIONE B0a   |
| [10] | IN1710EI2BZOC0000015 | CARPENTERIA E ARMATURA BLOCCO DI FONDAZIONE B1  |
| [11] | IN1710EI2BZOC0000016 | CARPENTERIA E ARMATURA BLOCCO DI FONDAZIONE P8D   |
| [12] | IN1710EI2BZOC0000017 | CARPENTERIA E ARMATURA BLOCCO DI FONDAZIONE P2MEC   |
| [13] | IN1710EI2BZOC0000018 | CARPENTERIA E ARMATURA BLOCCO DI FONDAZIONE POT   |
| [14] | IN1710EI2BZOC0000019 | CARPENTERIA E ARMATURA BLOCCO DI FONDAZIONE TTCa  |
| [15] | IN1710EI2BZOC0000020 | CARPENTERIA E ARMATURA BLOCCO DI FONDAZIONE TTBa  |
| [16] | IN1710EI2BZOC0000021 | CARPENTERIA E ARMATURA BLOCCO DI FONDAZIONE SEGNALE S43 S45   |
| [17] | IN1710EI2BZOC0000022 | CARPENTERIA E ARMATURA BLOCCO DI FONDAZIONE TTCa - INTEGRATIVO  |
| [18] | IN1710EI2CLOC0000001 | RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a  |
| [19] | IN1710EI2CLOC0000002 | RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B1   |
| [20] | IN1710EI2CLOC0000003 | RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI P8D  |
| [21] | IN1710EI2CLOC0000004 | RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI P2MEC  |
| [22] | IN1710EI2CLOC0000005 | RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI POT  |
| [23] | IN1710EI2CLOC0000006 | RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTO SEGNALE S43 S45  |
| [24] | IN1710EI2CLOC0000007 | RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTO TTC – INTEGRATIVO  |
| [25] | IN1712EI23TLC2500K10 | INTERFERENZA STAZIONE ALTAVILLA (WBS LC250) CARICHI ALLA BASE PALI LSU  |

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC000001	Rev. B	Foglio 7 di 68	

#### 4. METODO DI CALCOLO

Il metodo di calcolo e di verifica utilizzato è quello degli stati limite (SLU-SLE). I risultati dell'analisi strutturale condotta per le singole condizioni di carico, moltiplicati da opportuni coefficienti e combinati in casi di carico, definiscono le sollecitazioni di calcolo delle membrature da verificare.

Le opere oggetto della presente relazione sono state progettate e calcolate secondo i metodi della scienza delle costruzioni, adottando per le verifiche il criterio degli stati limite (S.L.).

I criteri generali di sicurezza sono stati assunti in conformità con il D.M. 14.01.2008 – “Norme tecniche per le costruzioni” e relativa circolare esplicativa (Circolare 02.02.2009 n. 617/C.S.LL.PP.), nonché alle Istruzioni RFI/DTC/INC/PO/SP/IFS/001/A.

I carichi derivanti dalla struttura sovrastante sono stati determinati con riferimento alle norme tecniche NTC 2008 (rif.[25]). Per essi si rimanda alla apposita documentazione tecnica prodotta da Saturno relativamente all'intera linea.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 8 di 68	

## 5. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### 5.1 Calcestruzzo

Per il magrone di sottofondazione si prevede l'utilizzo di calcestruzzo di classe Rck 15.

Per la realizzazione dei basamenti si prevede l'utilizzo di calcestruzzo avente classe di resistenza 25/30 ( $R_{ck} \geq 30$  N/mm<sup>2</sup>) che presenta le seguenti caratteristiche:

Resistenza caratteristica a compressione (cilindrica)	$f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 24.90$ N/mm <sup>2</sup>
Resistenza media a compressione	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 32.90$ N/mm <sup>2</sup>
Modulo elastico	$E_{cm} = 5700 \cdot \sqrt{R_{ck}} = 31220$ N/mm <sup>2</sup>
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0.85 \cdot f_{ck} / 1.6 = 13.28$ N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione media	$f_{ctm} = 0.27 \cdot R_{ck}^{2/3} = 2.60$ N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione	$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 1.79$ N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.12$ N/mm <sup>2</sup>

### 5.2 Acciaio per cemento armato

Per le armature metalliche si adottano tondini in acciaio del tipo B450C saldabile, controllato in stabilimento e che presentano le seguenti caratteristiche:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450$ MPa
Limite di rottura $f_t$	$\geq 540$ MPa
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7.5\%$
Rapporto $f_t/f_y$	$1,15 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}}/f_{ynom}$	$\leq 1,25$

Tensione di snervamento caratteristica  $f_{yk} \geq 450$  N/mm<sup>2</sup>

Tensione caratteristica a rottura  $f_{tk} \geq 540$  N/mm<sup>2</sup>

### 5.3 Durabilità e prescrizioni sui materiali

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario, esposte all'azione dell'ambiente, si devono adottare i provvedimenti atti a limitare gli effetti di degrado indotti dall'attacco chimico, fisico e derivante dalla corrosione delle armature e dai cicli di gelo e disgelo.

Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si fa riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.



GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC000001	Rev. B	Foglio 10 di 68	

## 6. PARAMETRI SISMICI

Le opere sono ubicate nel comune di Altavilla Vicentina.

Si assumono:

Vita nominale  $V_N = 50$  anni

Classe d'uso della costruzione: III, coefficiente  $C_u=1.5$ ;

Periodo di riferimento  $V_R=75$  anni.

I corrispondenti valori delle caratteristiche sismiche per lo SLV ( $P_{VR} = 10\%$ ) sono i seguenti:

$$a_g = 0.173g$$

$$F_0 = 2.441;$$

$$T^*_c = 0.285 \text{ s};$$

Per quanto riguarda il sottosuolo su cui insiste l'opera, si assume che ricada in categoria sismica "C" e categoria topografica "T1". I coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica risultano quindi:

$$S_S = 1.447$$

$$S_T = 1.0$$

L'accelerazione massima orizzontale viene valutata pari a:

$$a_{\max} (\text{SLV}) = S a_g = 0.173 \times 1.00 \times 1.447 \text{ g} = 0.250 \text{ g}$$

da cui si ottiene:

$$k_h = 0.250 \text{ g}$$

$$k_v = \pm 0.125 \text{ g}$$

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  <b>IRICAV2</b>	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	Progetto IN17    Lotto 10    Codifica Documento EI2CLOC000001    Rev. B    Foglio 11 di 68

## 7. PARAMETRI GEOTECNICI

Sulla base della Relazione geotecnica (da 33+500 a 44+250) - di cui rif. §3.1, di seguito si riassume la stratigrafia di progetto e i parametri geotecnici caratteristici come risultato della campagna indagini.

I terreni rinvenuti lungo il tracciato sono stati raggruppati in Unità geotecniche di riferimento. Nel tratto oggetto della presente relazione, sono state individuate le seguenti unità (a partire dal p.c.):

- Limi argillosi compatti (Unità 2). Sono generalmente presenti sia in strati superficiali, per profondità dai 3 m ai 15 m da p.c., sia in profondità, intercalati nello strato ghiaioso. Si tratta di depositi a grana fine sovraconsolidati, da poco plastici a plastici, compatti.
- Depositi ghiaiosi (Unità 6). Si tratta in genere di ghiaie con sabbie e sabbiose, limose o debolmente limose, presenti praticamente lungo tutto il tratto esaminato.

La stratigrafia di calcolo valida tra le progressive da pk 40+750 a pk 44+250 - Figura 1 - è caratterizzata da uno strato superficiale di limi argillosi da debolmente sabbiosi a sabbiosi, con spessori variabili generalmente fra 3 e 8 m (unità 2), seguito da uno spesso strato di ghiaia fino alle massime profondità indagate (unità 6).

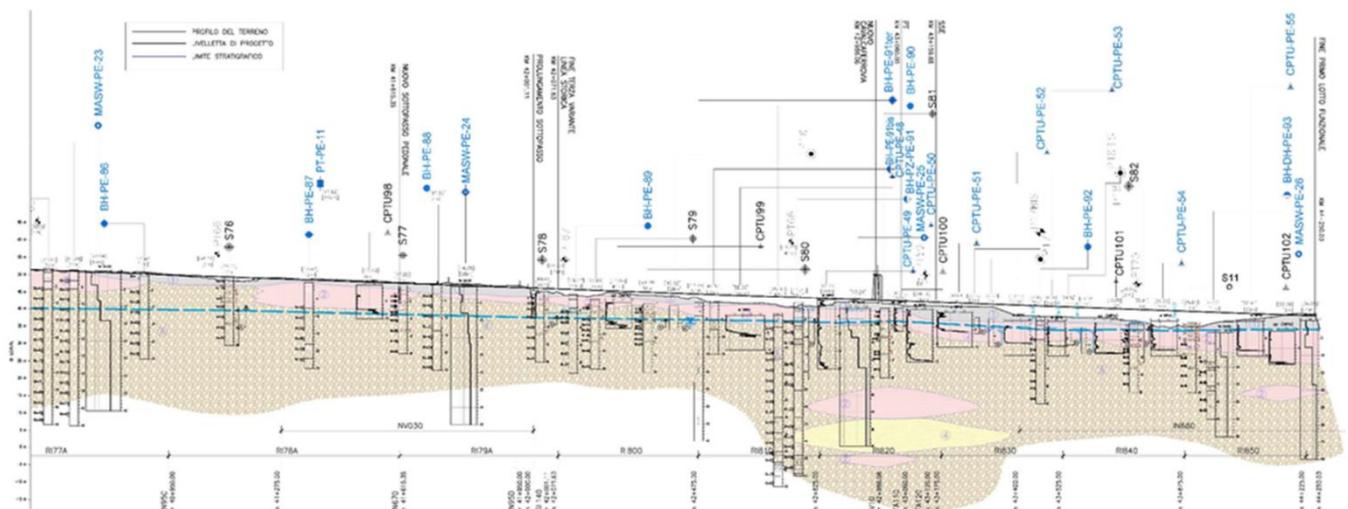


Figura 48 – Profilo geotecnico, da pk 40+750 a pk 44+250

Figura 1 – Profilo geotecnico (stralcio), da pk 40+750 a pk 44+250

La Tabella 1 riassume i parametri geotecnici caratteristici delle unità di riferimento.

Tabella 21 - Parametri geotecnici caratteristici per la tratta dalla 39+200 alla 44+250

Unità	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Dr (%)	c' (kPa)	$\phi'$ (°)	Vs (m/s)	G0 (MPa)	E' (MPa)	Cu (kPa)	$\sigma'_{p}$ (kPa)
2	18-19	-	0-10	26-30	100-200	20-90	10-30 <sup>(1)</sup> 25-50	50-120 <sup>(1)</sup> 120-200 <sup>(2)</sup>	150-300 <sup>(1)</sup>
6	19-20	25-60	0	39-41	250-400	120-300	50-240		-

Note

(1) Valori nei primi 5-10 m

(2) Valori per strati fini in profondità

Tabella 1. Parametri geotecnici caratteristici

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC000001	Rev. B	Foglio 12 di 68

Ai fini del presente Progetto, per un'adeguata modellazione delle opere previste, è stata assunta una stratigrafia operativa semplificata e uniforme, considerando la sola Unità 2 con le seguenti caratteristiche resistive:

$$\gamma_k = 18-19 \text{ kN/m}^3;$$

$$\phi'_k = 28^\circ;$$

$$c'_k = 5 \text{ kPa};$$

$$C_{u_k} = 70 \text{ kPa}.$$

Il valore della coesione non drenata è relativo ai valori osservati nella tratta come riportato nel sottostante grafico riportato nella citata relazione geotecnica di tratta, considerato che i plinti verranno realizzati in fregio alla linea esistente e che quindi il terreno risulta già consolidato dai carichi applicati nel tempo dalla massicciata ferroviari e dai carichi su di essa gravanti.

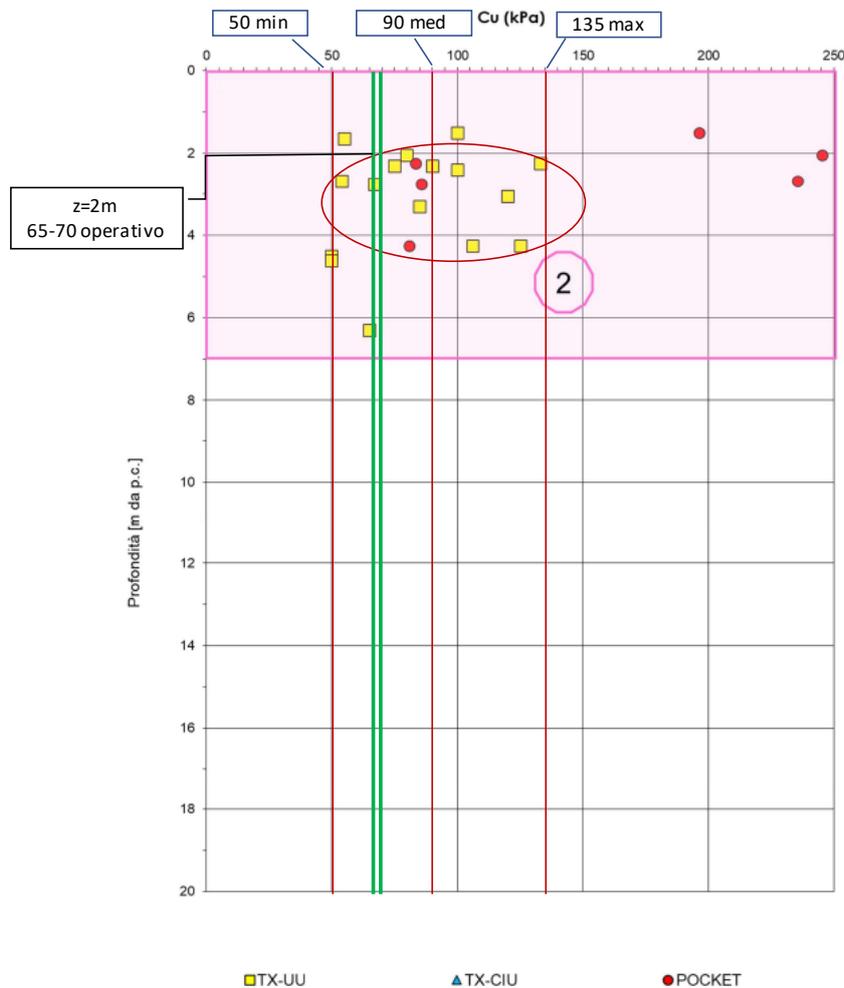


Figura 31 – Resistenza al taglio non drenata stimata da prove di laboratorio Unità 2, tra pk 39+200 e pk 44+250

La falda di progetto è assunta a quota imposta delle fondazioni.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 13 di 68	

## 8. CRITERI DI VERIFICA GLOBALE

### 8.1 Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante  $E_d$ ) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante  $R_d$ ) rispetto al punto di rotazione e verificare che il rapporto  $R_d/E_d$  sia maggiore di 1.

$$R_d/E_d \geq 1$$

L'azione ribaltante è dovuta ai carichi derivanti dalla struttura metallica e dalla sua azione inerziale in presenza di sisma, mentre il contributo stabilizzante dal peso del basamento e dall'azione verticale della sovrastruttura. I plinti in esame sono totalmente immersi nel terreno e si muovono con esso pertanto non sono soggetti ad azioni inerziali proprie e dovute alle spinte del terreno.

A favore di sicurezza si trascura comunque il contributo stabilizzante del terreno laterale, considerando pertanto l'opera a gravità.

### 8.2 Verifica a carico limite

Il rapporto fra il carico ultimo in fondazione e la risultante dei carichi indotta dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore ad 1. Detto  $E_d$  il carico gravante in fondazione e  $R_d$  il carico ultimo in fondazione, ridotto globalmente di un certo coefficiente di sicurezza  $\gamma_R$  funzione dell'approccio utilizzato, deve risultare:

$$R_d/E_d \geq 1$$

Nella definizione di  $E_d$  e di  $R_d$  concorrono inoltre i fattori parziali di sicurezza sulle azioni e sui parametri geotecnici funzione dell'approccio utilizzato.

In particolare, si assume l'approccio 2 (A1+M1+R3) secondo i coefficienti riportati in NTC2008.

La capacità portante allo stato limite ultimo è stata calcolata con riferimento alle relazioni proposte da Brinch-Hansen:

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} [5.14 \cdot c_u \cdot (1 + s'_c) \cdot i'_c + \gamma_1 \cdot D] \quad \text{BREVE TERMINE}$$

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} \left[ \gamma_1 \cdot D \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma_2 \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \right] \quad \text{LUNGO TERMINE}$$

dove:

- $R_d$  = resistenza unitaria limite di progetto;
- $\gamma_R$  = coefficiente parziale in accordo con l'approccio 2 (A1+M1+R3) delle NTC2008;
- $\gamma_1$  = peso di volume del terreno sopra il piano di posa della fondazione;
- $D$  = profondità della fondazione dalla quota finale del terreno;
- $\gamma_2$  = peso di volume del terreno sotto il piano di posa della fondazione;
- $B$  = larghezza della fondazione;
- $N_q, N_\gamma$  = coefficienti adimensionali di capacità portante;

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 14 di 68	

$s_q, s_\gamma$  = coefficienti adimensionali di forma.  
 $i_\gamma, i_q, i'_c$  = coefficienti di inclinazione del carico

I coefficienti di capacità portante e di forma sono calcolati con le seguenti relazioni:

$$N_q = \exp\{\pi \tan \phi_d\} \cdot \tan^2 \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\phi_d}{2} \right)$$

$$N_\gamma = 1.5 \cdot (N_q - 1) \tan \phi_d$$

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot \tan \phi_d$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \frac{B}{L}$$

$$s_c = 0.2 \cdot \frac{B}{L}$$

$$i'_c = 1 - \frac{m \cdot H}{B \cdot L \cdot c_u \cdot 5.14}$$

$$i_q = \left( 1 - \frac{H}{N + B \cdot L \cdot c' \cdot \cot \varphi} \right)^m$$

$$i_\gamma = \left( 1 - \frac{H}{N + B \cdot L \cdot c' \cdot \cot \varphi} \right)^{m+1}$$

dove:

$\tan \phi_d$  = tangente dell'angolo d'attrito di progetto:  $\tan \phi_d = \frac{\tan \varphi}{\gamma_\varphi}$

B, L = dimensioni della fondazione

H = carico orizzontale

coefficienti m  $m = \frac{2 + B/L}{1 + B/L}$

Riguardo la verifica di capacità portante della fondazione in condizioni sismiche, sono stati introdotti i fattori correttivi sismici in accordo con Paolucci e Pecker (1997); sono riportati di seguito:

$$z_\gamma = z_q = (1 - k_h / \tan \varphi)^{0.35}$$

$$z_c = 1 - 0.32 \cdot k_h$$

con  $k_h$  coefficiente sismico  $k_h = \beta \cdot a_{max}$ :

$a_{max}$  è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$\beta$  è il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima orizzontale attesa al sito.

Sulla base delle azioni in fondazione (verticali, orizzontali e momenti) derivanti dall'analisi strutturale, il calcolo del carico limite di progetto ( $R_d$ ) è stato effettuato considerando una fondazione equivalente con dimensioni ridotte:

$$B_r = B - 2e_x$$

$$L_r = L - 2e_y$$

dove  $e_x$  ed  $e_y$  sono le eccentricità in direzione x e y e valgono rispettivamente:  $M_y/F_z$  e  $M_x/F_z$ .

La Figura 2 illustra le convenzioni di segno e uno schema della fondazione equivalente.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 15 di 68

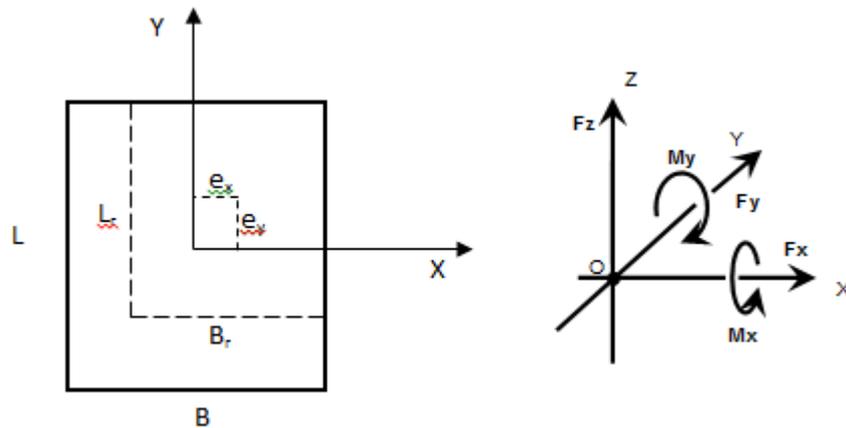


Figura 2- Fondazione equivalente

Il valore dell'azione di calcolo  $E_D$  deve essere confrontato con la resistenza ultima del sistema fondazione –terreno  $R_D$ ; deve risultare  $E_D \leq R_D$ .

#### Influenza della falda

Il carico limite è influenzato dalla presenza della falda sotto il piano di posa della fondazione nel caso in cui la distanza  $z_w$  risulti inferiore alla larghezza della fondazione  $B$  (Figura 3).

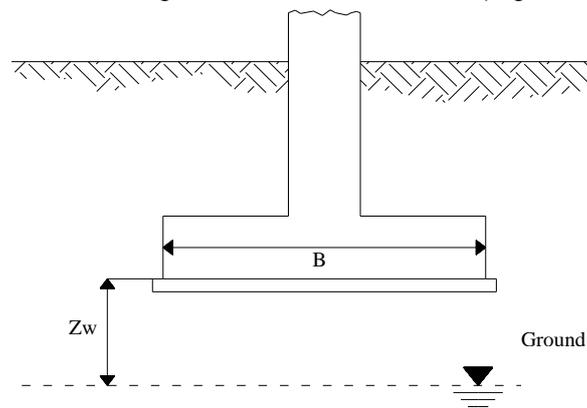


Figura 3 - Influenza della falda

In questo caso infatti la falda, ricadendo all'interno dell'area d'influenza della fondazione, comporta una riduzione del peso di volume del terreno sottostante la fondazione  $\gamma_2$  che viene calcolato come segue:

$$\gamma_2 = (\gamma - 10) + \frac{z_w}{B} \cdot 10 \quad \text{se } 0 \leq z_w \leq B$$

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 16 di 68

### 8.3 Verifica a scorrimento

La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento  $R_d$  e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro  $E_d$  risulta maggiore di 1.

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza

$$R_d/E_d \geq 1$$

Nella definizione di  $E_d$  ed  $R_d$  concorrono inoltre i fattori parziali di sicurezza sulle azioni e sui parametri geotecnici funzione dell'approccio utilizzato.

In particolare, si assume l'approccio 2 (A1+M1+R3) secondo i coefficienti riportati in NTC2008.

La resistenza limite unitaria allo scorrimento è:

$$\tau_{lim} = \sigma \cdot \tan(\delta\varphi)$$

con:

$\sigma$  = pressione trasmessa dalla fondazione;

$\varphi$  = angolo d'attrito del terreno di fondazione, opportunamente ridotto secondo normativa;

$\delta$  = coefficiente riduttivo dell'angolo di attrito = 0,8 per aderenza cls/terreno.

La resistenza allo scorrimento è:

$$T_d = \frac{T}{\gamma_R} = \frac{\tau \cdot B \cdot L}{\gamma_R}$$

La resistenza limite allo scorrimento, funzione della coesione non drenata, è calcolata come segue:

$$T_d = \frac{T}{\gamma_R} = \frac{c_u \cdot B \cdot L}{\gamma_R}$$

I coefficienti parziali da applicare ( $\gamma_R$ ) sono illustrati in Tabella 2.

Tabella 2- Coefficienti parziali – Resistenza allo scorrimento

Resistenza	Coefficiente parziale (R1)	Coefficiente parziale (R2)	Coefficiente parziale (R3)
Scorrimento	$\gamma_R = 1.0$	$\gamma_R = 1.1$	$\gamma_R = 1.1$

## 9. CRITERI DI VERIFICA STRUTTURALE

Le verifiche sono condotte secondo il metodo agli stati limite in accordo alle formulazioni riportate nel capitolo 4 di NTC 2008.

I carichi forniti dal progettista Saturno sono riportati negli appositi elaborati relativi all'intera linea a cui si rimanda per ulteriori dettagli (rif. § 3.1).

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC000001	Rev. B	Foglio 17 di 68

## 10. CRITERI DI CALCOLO DELLE SPINTE

Di seguito si riportano i criteri generali per il calcolo delle spinte laterali.

### Spinte attive in condizioni statiche

Ad una generica profondità  $z$ , nel caso di terreno puramente granulare, lo sforzo orizzontale totale sulla parete è dato da:

$$\sigma_A(z) = K_A \cdot [\sigma_v(z) - u(z)] + u(z)$$

in cui

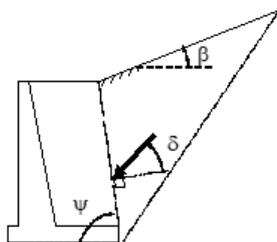
$\sigma_v(z)$  = sforzo verticale totale alla generica profondità, ossia il peso della colonna di terreno e di acqua soprastante la quota  $z$ .

$u(z)$  = pressione dell'acqua alla generica profondità

Il coefficiente di spinta attiva  $K_A$  viene valutato con le note formule derivate dalla teoria di Coulomb e sviluppate da Muller-Breslau.

#### CONDIZIONI DI SPINTA ATTIVA Teoria di Coulomb

$$K_A = \frac{\sin^2(\psi + \phi)}{\sin^2\psi \sin(\psi - \delta) \left[ 1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\sin(\psi - \delta) \sin(\psi + \beta)} \right]^2}$$



### Spinte passive in condizioni statiche

Ad una generica profondità  $z$ , nel caso di terreno puramente granulare, lo sforzo orizzontale totale sulla parete è dato da:

$$\sigma_p(z) = K_p \cdot [\sigma_v(z) - u(z)] + u(z)$$

in cui

$\sigma_v(z)$  = sforzo verticale totale alla generica profondità, ossia il peso della colonna di terreno e di acqua soprastante la quota  $z$ .

$u(z)$  = pressione dell'acqua alla generica profondità

Il coefficiente di spinta passiva  $K_p$  viene valutato con la formula di Lancellotta (2006) considerando  $\tan\theta$  pari a 0.

$$K_{p,E} = \left[ \frac{\cos \delta}{\cos(\beta - \theta) - \sqrt{\sin^2 \phi - \sin^2(\beta - \theta)}} \times (\cos \delta + \sqrt{\sin^2 \phi - \sin^2 \delta}) \right] \cdot e^{2\alpha \tan(\phi)}$$

$$2\alpha = \arcsin\left(\frac{\sin \delta}{\sin \phi}\right) + \arcsin\left(\frac{\sin(\beta - \theta)}{\sin \phi}\right) + \delta + (\beta - \theta) + 2\theta$$

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 18 di 68

### Spinte attive in condizioni sismiche

Nell'ambito dell'approccio pseudo-statico, il sistema è pensato soggetto ad un'accelerazione sismica uniforme avente le seguenti componenti

Orizzontale =  $k_h \cdot g$  - Verticale =  $\pm k_v \cdot g$

La spinta totale attiva su un paramento di altezza pari ad H è data da:

$$E_d = \frac{1}{2} \gamma^* (1 \pm k_v) K_{A,E} H^2 + E_{ws} + E_{wd}$$

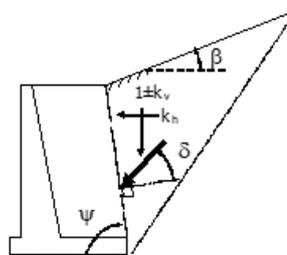
Il primo termine è la spinta attiva dovuta allo scheletro solido, il secondo termine  $E_{ws}$  è la risultante delle pressioni idrostatiche ed il terzo  $E_{wd}$  è la risultante delle sovrappressioni interstiziali.

I coefficienti di spinta attiva sono dati dalle seguenti espressioni (Mononobe & Okabe, nel seguito M-O):

#### CONDIZIONI DI SPINTA ATTIVA – Teoria di M-O

$$\beta \leq \phi - \theta : K_{A,E} = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi \sin(\psi - \theta - \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

$$\beta > \phi - \theta : K_{A,E} = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi \sin(\psi - \theta - \delta)}$$



A seconda della definizione del peso specifico  $\gamma^*$  del cuneo e dell'angolo  $\theta$  definito come l'angolo, rispetto alla verticale, fra le azioni esterne orizzontali e quelle verticali agenti sul cuneo di spinta di volume V, l'espressione generale può essere utilizzata per tre diverse condizioni nelle quali può trovarsi il rilevato.

#### Rilevato asciutto

Non c'è alcuna azione dovuta all'acqua: corrisponde alla configurazione originale ipotizzata da M-O. Come peso specifico  $\gamma^*$  si deve assumere il peso secco  $\gamma_d$ ; la forza orizzontale  $F_h$  è pari alla massa del terreno moltiplicata per l'accelerazione orizzontale mentre la forza verticale  $F_v$  è il peso del cuneo incrementato o decrementato dall'accelerazione sismica verticale; quindi:

$$\gamma^* = \gamma_d$$

$$\tan \theta = \frac{k_h}{1 \pm k_v}$$

$$E_{ws} = E_{wd} = 0$$

#### Rilevato saturo a grana fine (dinamicamente impervio: $k < 5 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ )

In sostanza si assume che l'acqua, imprigionata negli interstizi, si muova insieme con il terreno: l'accelerazione sismica agirà quindi sulla massa complessiva (terreno+acqua) del cuneo, pari a  $V \cdot \gamma_{sat}$ . Si ammette che le pressioni interstiziali non subiscano variazioni ai fini del calcolo delle azioni sulla parete. In questo caso l'equilibrio limite del cuneo è fatto al netto della risultante delle azioni idrostatiche e quindi, nelle formule generali, si assumerà:

$$\gamma^* = \gamma'$$

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	Progetto IN17    Lotto 10    Codifica Documento EI2CLOC0000001    Rev. B    Foglio 19 di 68

$$\tan \theta = \frac{\gamma_{sat}}{\gamma} \frac{k_h}{1 \pm k_v}$$

Alla spinta efficace dovrà essere aggiunta la spinta idrostatica dell'acqua, mentre, per ipotesi, la componente idrodinamica non può svilupparsi. Quindi:

$$E_{ws} = E_{wd} = 0$$

*Rilevato saturo a grana grossa (dinamicamente permeabile:  $k > 5 \cdot 10^{-4}$  m/s)*

Si ammette che l'acqua negli interstizi possa muoversi liberamente, indipendentemente dalle deformazioni subite dal terreno: l'accelerazione sismica agirà quindi sulla massa della sola parte solida del cuneo, pari a  $V \cdot \gamma_d$ . L'equilibrio limite del cuneo è fatto al netto della risultante delle pressioni interstiziali e quindi, nelle formule generali, si assumerà:

$$\gamma^* = \gamma'$$

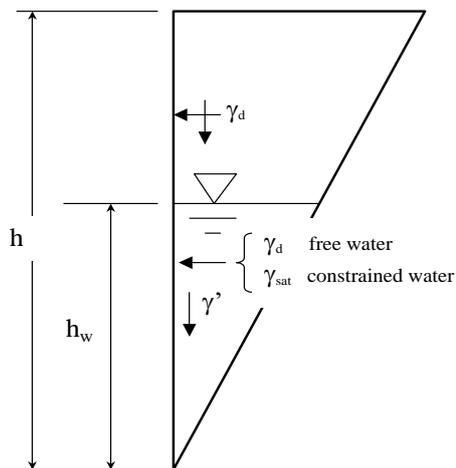
$$\tan \theta = \frac{\gamma_d}{\gamma} \frac{k_h}{1 \pm k_v}$$

In questo caso dovranno essere aggiunte sia la spinta idrostatica sia la sovrappinta idrodinamica della stessa acqua di falda.

$$E_{ws} = \frac{1}{2} \gamma_w H^2$$

$$E_{wd} = \frac{7}{12} k_h \gamma_w H^2 \quad \text{con } H' = \text{altezza della freatica dal piede del muro.}$$

*Rilevato parzialmente immerso*



Ebeling e Morrison (1992) indicano il modo per utilizzare, anche in questo caso, le equazioni di M-O: sostanzialmente questo caso può essere assimilato a quello di un terrapieno completamente immerso omogeneo, avente un peso specifico equivalente. Per calcolare la risultante delle spinte, si potrà operare come segue. Si definiscono i pesi specifici medi da associare rispettivamente alla componente efficace verticale ed alla componente laterale

$$\gamma_v^* = \left( \frac{h_w}{h} \right)^2 \cdot \gamma' + \left[ 1 - \left( \frac{h_w}{h} \right)^2 \right] \cdot \gamma_d$$

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 20 di 68

$$\gamma_H^* = \begin{cases} \gamma_d & \text{se terreno din. permeabile} \\ \left(\frac{h_w}{h}\right)^2 \cdot \gamma_{sat} + \left[1 - \left(\frac{h_w}{h}\right)^2\right] \cdot \gamma_d & \text{se terreno din. impervio} \end{cases}$$

Definendo

$$\tan \theta = \frac{\gamma_H^* k_h}{\gamma_V^* 1 - k_v}$$

si applicheranno poi le relazioni precedentemente descritte.

Punto di applicazione delle spinte attive sismiche

Considerato che la spinta attiva complessiva è in generale composta da tre termini, occorre calcolare il punto di applicazione di ognuno di essi

1. Componente associata allo scheletro solido: è applicata come nel caso statico
2. Componente idrostatica: è applicata come nel caso statico
3. Componente idrodinamica (Ewd): se esiste, è applicata considerando la seguente distribuzione di pressioni:

$$q_{wd}(z) = \pm \frac{7}{8} k_h \gamma_w \sqrt{H' \cdot z} \quad \text{con } z \text{ quota del generico punto rispetto la base della parete.}$$

### Spinte passive in condizioni sismiche

Si applicano in analogia le formulazioni descritte nel caso di spinta attiva.

Il coefficiente di spinta passiva è con la formula di Lancellotta (2006).

$$K_{P,E} = \left[ \frac{\cos \delta}{\cos(\beta - \theta) - \sqrt{\sin^2 \phi - \sin^2(\beta - \theta)}} \times \left( \cos \delta + \sqrt{\sin^2 \phi - \sin^2 \delta} \right) \right] \cdot e^{2\alpha \tan(\phi)}$$

$$2\alpha = \arcsin\left(\frac{\sin \delta}{\sin \phi}\right) + \arcsin\left(\frac{\sin(\beta - \theta)}{\sin \phi}\right) + \delta + (\beta - \theta) + 2\theta$$

NOTE:

- Nell'ambito dell'approccio 2 la spinta passiva è ridotta del coefficiente parziale  $\gamma_R = 1.4$  (R3)

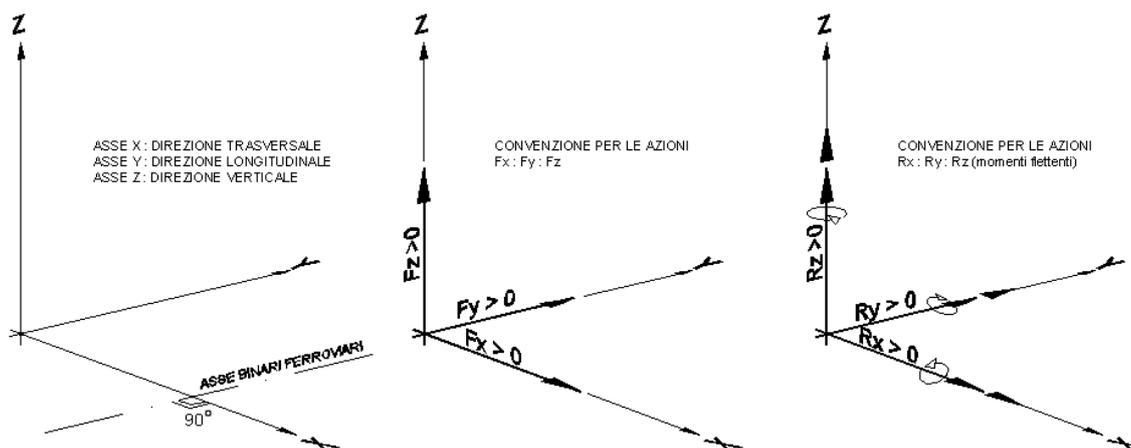
GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 21 di 68

## 11. SCARICHI A TESTA BASAMENTO

Le azioni agenti in testa ai plinti di fondazione vengono fornite dalla analisi svolta sulla struttura in acciaio soprastante, nel seguito si riportano le azioni alla base derivanti dalla analisi e utilizzate per la verifica del basamento in C.A. Nel seguito si riportano le azioni e le combinazioni di carico utilizzate.

### 11.1 Combinazioni di carico

Il sistema di riferimento delle coordinate globali della struttura, degli spostamenti e delle azioni determinate dai carichi è rappresentato dall'asse delle x orientato perpendicolarmente ai binari ferroviari, mentre l'asse y è longitudinale ad essi. L'asse verticale z è positivo diretto verso l'alto. Per quanto riguarda i valori delle azioni assiali  $F_x$ ,  $F_y$  ed  $F_z$  si intendono positivi quando diretti nel verso positivo dei rispettivi assi.



Si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

#### Combinazione fondamentale SLU

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

**Combinazione sismica**, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E

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

**Combinazione caratteristica**, cosiddetta **rara**, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

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

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

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{22} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 22 di 68

Di seguito riportiamo in forma tabellare i coefficienti parziali e di combinazione utilizzati nella determinazione delle combinazioni di carico agli SLU.

**Tabella 3 - Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU**

		<i>Coefficiente <math>g_f</math></i>	<i>EQU</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>
<i>Carichi permanenti G1</i>	<i>Favorevoli</i>	$g_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	<i>Sfavorevoli</i>		1,1	1,3	1,0
<i>Carichi permanenti non strutturali G2</i>	<i>Favorevoli</i>	$g_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	<i>Sfavorevoli</i>		1,5	1,5	1,3
<i>Carichi variabili Q</i>	<i>Favorevoli</i>	$g_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	<i>Sfavorevoli</i>		1,5	1,5	1,3

**Tabella 4 - Valori dei coefficienti di combinazione**

	$\Psi_{0j}$	$\Psi_{1j}$	$\Psi_{2j}$
Categoria E biblioteche, archivi, magazzini...	1,00	0,90	0,80
Vento	0,60	0,20	0,00

Le combinazioni utilizzate prevedono la dipendenza dei tiri dei conduttori con i relativi pesi. Analogamente le combinazioni sismiche sono prive delle azioni del vento. Le combinazioni saranno riportate nel seguito.

Si è ritenuto di utilizzare il seguente approccio progettuale:

- Approccio 2 in combinazione 2 del tipo (A1+M1+R3).

In questo approccio progettuale si considerano i coefficienti parziali di tipo A1 per la determinazione delle azioni di progetto e quelli di sicurezza agenti sulle proprietà geotecniche dei materiali di tipo M1 ed R3 per la determinazione della resistenza di progetto.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  <b>IRICAV2</b>		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 23 di 68

### CASO DI CARICO B

#### Combinazioni di tipo statico

Cmb	Tipo	Sigla Id	Peso proprio	Peso conduttori	Tiro conduttori	Vento in X	Vento in Y	Vento aerodinamico	Peso ghiaccio/neve
1	SLU	Comb. SLU A1 1	1.3	1.3	1.3	-1.5	0	-1.2	0
2	SLU	Comb. SLU A1 2	1.3	1.3	1.3	-1.5	0	1.2	0
3	SLU	Comb. SLU A1 3	1.3	1.3	1.3	1.5	0	-1.2	0
4	SLU	Comb. SLU A1 4	1.3	1.3	1.3	1.5	0	1.2	0
5	SLU	Comb. SLU A1 5	1	1	1	-1.5	0	-1.2	0
6	SLU	Comb. SLU A1 6	1	1	1	-1.5	0	1.2	0
7	SLU	Comb. SLU A1 7	1	1	1	1.5	0	-1.2	0
8	SLU	Comb. SLU A1 8	1	1	1	1.5	0	1.2	0
9	SLU	Comb. SLU A1 9	1.3	1.3	1.3	-0.9	0	-1.5	0
10	SLU	Comb. SLU A1 10	1.3	1.3	1.3	-0.9	0	1.5	0
11	SLU	Comb. SLU A1 11	1.3	1.3	1.3	0.9	0	-1.5	0
12	SLU	Comb. SLU A1 12	1.3	1.3	1.3	0.9	0	1.5	0
13	SLU	Comb. SLU A1 13	1	1	1	-0.9	0	-1.5	0
14	SLU	Comb. SLU A1 14	1	1	1	-0.9	0	1.5	0
15	SLU	Comb. SLU A1 15	1	1	1	0.9	0	-1.5	0
16	SLU	Comb. SLU A1 16	1	1	1	0.9	0	1.5	0
17	SLU	Comb. SLU A1 17	1.3	1.3	1.3	0	-1.5	-1.2	0
18	SLU	Comb. SLU A1 18	1.3	1.3	1.3	0	-1.5	1.2	0
19	SLU	Comb. SLU A1 19	1.3	1.3	1.3	0	1.5	-1.2	0
20	SLU	Comb. SLU A1 20	1.3	1.3	1.3	0	1.5	1.2	0
21	SLU	Comb. SLU A1 21	1	1	1	0	-1.5	-1.2	0
22	SLU	Comb. SLU A1 22	1	1	1	0	-1.5	1.2	0
23	SLU	Comb. SLU A1 23	1	1	1	0	1.5	-1.2	0
24	SLU	Comb. SLU A1 24	1	1	1	0	1.5	1.2	0
25	SLU	Comb. SLU A1 25	1.3	1.3	1.3	0	-0.9	-1.5	0
26	SLU	Comb. SLU A1 26	1.3	1.3	1.3	0	-0.9	1.5	0
27	SLU	Comb. SLU A1 27	1.3	1.3	1.3	0	0.9	-1.5	0
28	SLU	Comb. SLU A1 28	1.3	1.3	1.3	0	0.9	1.5	0
29	SLU	Comb. SLU A1 29	1	1	1	0	-0.9	-1.5	0
30	SLU	Comb. SLU A1 30	1	1	1	0	-0.9	1.5	0
31	SLU	Comb. SLU A1 31	1	1	1	0	0.9	-1.5	0
32	SLU	Comb. SLU A1 32	1	1	1	0	0.9	1.5	0

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  <b>IRICAV2</b>		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 24 di 68

### **Combinazioni SLE rare**

Cmb	Tipo	Sigla Id	Peso proprio	Peso conduttori	Tiro conduttori	Vento in X	Vento in Y	Vento aerodinamico	Peso ghiaccio/neve
1	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 1	1	1	1	0	0	-1	0
2	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 2	1	1	1	0	0	1	0
3	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 3	1	1	1	-1	0	-0.8	0
4	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 4	1	1	1	-1	0	0.8	0
5	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 5	1	1	1	1	0	-0.8	0
6	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 6	1	1	1	1	0	0.8	0
7	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 7	1	1	1	-0.6	0	-1	0
8	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 8	1	1	1	-0.6	0	1	0
9	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 9	1	1	1	0.6	0	-1	0
10	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 10	1	1	1	0.6	0	1	0
11	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 11	1	1	1	0	-1	-0.8	0
12	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 12	1	1	1	0	-1	0.8	0
13	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 13	1	1	1	0	1	-0.8	0
14	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 14	1	1	1	0	1	0.8	0
15	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 15	1	1	1	0	-0.6	-1	0
16	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 16	1	1	1	0	-0.6	1	0
17	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 17	1	1	1	0	0.6	-1	0
18	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 18	1	1	1	0	0.6	1	0

### **Combinazioni SLE frequente**

Cmb	Tipo	Sigla Id	Peso proprio	Peso conduttori	Tiro conduttori	Vento in X	Vento in Y	Vento aerodinamico	Peso ghiaccio/neve
1	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 1	1	1	1	0	0	-0.5	0
2	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 2	1	1	1	0	0	0.5	0
3	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 3	1	1	1	-0.2	0	0	0
4	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 4	1	1	1	0.2	0	0	0
5	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 5	1	1	1	0	-0.2	0	0
6	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 6	1	1	1	0	0.2	0	0

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  <b>IRICAV2</b>		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 25 di 68

### CASO DI CARICO D

#### Combinazioni di tipo statico

Cmb	Tipo	Sigla Id	Peso proprio	Peso conduttori	Tiro conduttori	Vento in X	Vento in Y	Vento aerodinamico	Peso ghiaccio/neve
1	SLU	Comb. SLU A1 1	1.3	1.3	1.3	-1.5	0	-1.2	0.75
2	SLU	Comb. SLU A1 2	1.3	1.3	1.3	-1.5	0	1.2	0.75
3	SLU	Comb. SLU A1 3	1.3	1.3	1.3	1.5	0	-1.2	0.75
4	SLU	Comb. SLU A1 4	1.3	1.3	1.3	1.5	0	1.2	0.75
5	SLU	Comb. SLU A1 5	1	1	1	-1.5	0	-1.2	0.75
6	SLU	Comb. SLU A1 6	1	1	1	-1.5	0	1.2	0.75
7	SLU	Comb. SLU A1 7	1	1	1	1.5	0	-1.2	0.75
8	SLU	Comb. SLU A1 8	1	1	1	1.5	0	1.2	0.75
9	SLU	Comb. SLU A1 9	1.3	1.3	1.3	-0.9	0	-1.5	0.75
10	SLU	Comb. SLU A1 10	1.3	1.3	1.3	-0.9	0	1.5	0.75
11	SLU	Comb. SLU A1 11	1.3	1.3	1.3	0.9	0	-1.5	0.75
12	SLU	Comb. SLU A1 12	1.3	1.3	1.3	0.9	0	1.5	0.75
13	SLU	Comb. SLU A1 13	1	1	1	-0.9	0	-1.5	0.75
14	SLU	Comb. SLU A1 14	1	1	1	-0.9	0	1.5	0.75
15	SLU	Comb. SLU A1 15	1	1	1	0.9	0	-1.5	0.75
16	SLU	Comb. SLU A1 16	1	1	1	0.9	0	1.5	0.75
17	SLU	Comb. SLU A1 17	1.3	1.3	1.3	-0.9	0	-1.2	1.5
18	SLU	Comb. SLU A1 18	1.3	1.3	1.3	-0.9	0	1.2	1.5
19	SLU	Comb. SLU A1 19	1.3	1.3	1.3	0.9	0	-1.2	1.5
20	SLU	Comb. SLU A1 20	1.3	1.3	1.3	0.9	0	1.2	1.5
21	SLU	Comb. SLU A1 21	1	1	1	-0.9	0	-1.2	1.5
22	SLU	Comb. SLU A1 22	1	1	1	-0.9	0	1.2	1.5
23	SLU	Comb. SLU A1 23	1	1	1	0.9	0	-1.2	1.5
24	SLU	Comb. SLU A1 24	1	1	1	0.9	0	1.2	1.5
25	SLU	Comb. SLU A1 25	1.3	1.3	1.3	0	-1.5	-1.2	0.75
26	SLU	Comb. SLU A1 26	1.3	1.3	1.3	0	-1.5	1.2	0.75
27	SLU	Comb. SLU A1 27	1.3	1.3	1.3	0	1.5	-1.2	0.75
28	SLU	Comb. SLU A1 28	1.3	1.3	1.3	0	1.5	1.2	0.75
29	SLU	Comb. SLU A1 29	1	1	1	0	-1.5	-1.2	0.75
30	SLU	Comb. SLU A1 30	1	1	1	0	-1.5	1.2	0.75
31	SLU	Comb. SLU A1 31	1	1	1	0	1.5	-1.2	0.75
32	SLU	Comb. SLU A1 32	1	1	1	0	1.5	1.2	0.75
33	SLU	Comb. SLU A1 33	1.3	1.3	1.3	0	-0.9	-1.5	0.75
34	SLU	Comb. SLU A1 34	1.3	1.3	1.3	0	-0.9	1.5	0.75
35	SLU	Comb. SLU A1 35	1.3	1.3	1.3	0	0.9	-1.5	0.75
36	SLU	Comb. SLU A1 36	1.3	1.3	1.3	0	0.9	1.5	0.75
37	SLU	Comb. SLU A1 37	1	1	1	0	-0.9	-1.5	0.75
38	SLU	Comb. SLU A1 38	1	1	1	0	-0.9	1.5	0.75
39	SLU	Comb. SLU A1 39	1	1	1	0	0.9	-1.5	0.75
40	SLU	Comb. SLU A1 40	1	1	1	0	0.9	1.5	0.75
41	SLU	Comb. SLU A1 41	1.3	1.3	1.3	0	-0.9	-1.2	1.5
42	SLU	Comb. SLU A1 42	1.3	1.3	1.3	0	-0.9	1.2	1.5
43	SLU	Comb. SLU A1 43	1.3	1.3	1.3	0	0.9	-1.2	1.5
44	SLU	Comb. SLU A1 44	1.3	1.3	1.3	0	0.9	1.2	1.5
45	SLU	Comb. SLU A1 45	1	1	1	0	-0.9	-1.2	1.5
46	SLU	Comb. SLU A1 46	1	1	1	0	-0.9	1.2	1.5
47	SLU	Comb. SLU A1 47	1	1	1	0	0.9	-1.2	1.5
48	SLU	Comb. SLU A1 48	1	1	1	0	0.9	1.2	1.5

**Combinazioni SLE rare**

Cmb	Tipo	Sigla Id	Peso proprio	Peso conduttori	Tiro conduttori	Vento in X	Vento in Y	Vento aerodinamico	Peso ghiaccio/neve
1	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 1	1	1	1	0	0	-1	0.5
2	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 2	1	1	1	0	0	1	0.5
3	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 3	1	1	1	0	0	-0.8	1
4	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 4	1	1	1	0	0	0.8	1
5	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 5	1	1	1	-1	0	-0.8	0.5
6	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 6	1	1	1	-1	0	0.8	0.5
7	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 7	1	1	1	1	0	-0.8	0.5
8	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 8	1	1	1	1	0	0.8	0.5
9	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 9	1	1	1	-0.6	0	-1	0.5
10	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 10	1	1	1	-0.6	0	1	0.5
11	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 11	1	1	1	0.6	0	-1	0.5
12	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 12	1	1	1	0.6	0	1	0.5
13	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 13	1	1	1	-0.6	0	-0.8	1
14	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 14	1	1	1	-0.6	0	0.8	1
15	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 15	1	1	1	0.6	0	-0.8	1
16	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 16	1	1	1	0.6	0	0.8	1
17	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 17	1	1	1	0	-1	-0.8	0.5
18	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 18	1	1	1	0	-1	0.8	0.5
19	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 19	1	1	1	0	1	-0.8	0.5
20	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 20	1	1	1	0	1	0.8	0.5
21	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 21	1	1	1	0	-0.6	-1	0.5
22	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 22	1	1	1	0	-0.6	1	0.5
23	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 23	1	1	1	0	0.6	-1	0.5
24	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 24	1	1	1	0	0.6	1	0.5
25	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 25	1	1	1	0	-0.6	-0.8	1
26	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 26	1	1	1	0	-0.6	0.8	1
27	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 27	1	1	1	0	0.6	-0.8	1
28	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 28	1	1	1	0	0.6	0.8	1

**Combinazioni SLE frequente**

Cmb	Tipo	Sigla Id	Peso proprio	Peso conduttori	Tiro conduttori	Vento in X	Vento in Y	Vento aerodinamico	Peso ghiaccio/neve
1	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 1	1	1	1	0	0	-0.5	0
2	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 2	1	1	1	0	0	0.5	0
3	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 3	1	1	1	0	0	0	0.2
4	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 4	1	1	1	-0.2	0	0	0
5	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 5	1	1	1	0.2	0	0	0
6	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 6	1	1	1	0	-0.2	0	0
7	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 8	1	1	1	0	0.2	0	0



<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  <b>IRICAV2</b>		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 28 di 68

## 11.2 Azioni palo LSU normale

### CASO DI CARICO A

Cmb	Azione X	Azione Y	Azione Z	Azione RX	Azione RY
	daN	daN	daN	daN cm	daN cm
1	152	16.2	-859	27210	217170
2	117	16.2	-859	27210	208470

### CASO DI CARICO B

#### Combinazioni SLU

Cmb	Azione X	Azione Y	Azione Z	Azione RX	Azione RY
	daN	daN	daN	daN cm	daN cm
1	908.3	54.4	-858.7	52520	647770
2	-673.5	-25.9	-858.7	-4390	-272280
3	144.8	303.1	-858.7	165130	215430
4	144.8	-270.8	-858.7	-110710	215430
5	818.2	184.8	-858.7	114360	596760
6	-583.4	-156.2	-858.7	-66220	-221260
7	818.2	-85	-858.7	-15280	596760
8	-583.4	113.6	-858.7	63420	-221260
9	609.9	39.1	-858.7	42400	476580
10	-368.1	-10.5	-858.7	5740	-99340
11	151.8	188.4	-858.7	109960	217170
12	151.8	-156	-858.7	-55540	217170
13	555.7	117.3	-858.7	79490	445880
14	-313.9	-88.8	-858.7	-31360	-68640
15	555.7	36.4	-858.7	40600	445880
16	-313.9	73.1	-858.7	46430	-68640
17	880.5	54.4	-858.7	52520	640810
18	-701.3	-25.9	-858.7	-4390	-279240
19	117	303.1	-858.7	165130	208470
20	117	-270.8	-858.7	-110710	208470
21	790.4	184.8	-858.7	114360	589800
22	-611.2	-156.2	-858.7	-66220	-228220
23	790.4	-85	-858.7	-15280	589800
24	-611.2	113.6	-858.7	63420	-228220
25	575.1	39.1	-858.7	42400	467880
26	-402.9	-10.5	-858.7	5740	-108040
27	117	188.4	-858.7	109960	208470
28	117	-156	-858.7	-55540	208470
29	520.9	117.3	-858.7	79490	437180
30	-348.7	-88.8	-858.7	-31360	-77340
31	520.9	36.4	-858.7	40600	437180
32	-348.7	73.1	-858.7	46430	-77340

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  <b>IRICAV2</b>		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 29 di 68

### **CASO DI CARICO D**

#### **Combinazioni SLU**

<b>Cmb</b>	<b>Azione X</b>	<b>Azione Y</b>	<b>Azione Z</b>	<b>Azione RX</b>	<b>Azione RY</b>
	daN	daN	daN	daN cm	daN cm
1	1,269.20	87.1	-858.7	79330	932920
2	-1,034.30	-58.5	-858.7	-26060	-516740
3	144.8	265.6	-858.7	1,44760	256750
4	144.8	-233.3	-858.7	-80070	256750
5	1,136.50	196	-858.7	1,26620	853130
6	-901.6	-167.4	-858.7	-73350	-436950
7	1,136.50	78.7	-858.7	73790	853130
8	-901.6	67.1	-858.7	32320	-436950
9	965.7	71.8	-858.7	74370	802690
10	-730.8	-43.2	-858.7	-15940	-345730
11	144.8	165.9	-858.7	1,04950	298150
12	144.8	-133.5	-858.7	-2996	298150
13	868.5	135.6	-858.7	1,01700	742990
14	-633.7	-107	-858.7	-43280	-286020
15	868.5	65.2	-858.7	70000	742990
16	-633.7	33.7	-858.7	20120	-286020
17	826.4	58.7	-858.7	60540	664190
18	-584.6	-30.1	-858.7	-7260	-246270
19	151.8	165.9	-858.7	99800	258490
20	151.8	-133.5	-858.7	-35110	258490
21	746.6	124	-858.7	88900	616180
22	-504.8	-95.5	-858.7	-35630	-198260
23	746.6	53.7	-858.7	57200	616180
24	-504.8	45.2	-858.7	27780	-198260
25	1,241.30	87.1	-858.7	79330	925960
26	-1,062.20	-58.5	-858.7	-26060	-523700
27	117	265.6	-858.7	1,44760	249790
28	117	-233.3	-858.7	-80070	249790
29	1,108.60	196	-858.7	1,26620	846170
30	-929.5	-167.4	-858.7	-73350	-443910
31	1,108.60	78.7	-858.7	73790	846170
32	-929.5	67.1	-858.7	32320	-443910
33	937.8	71.8	-858.7	74370	795730
34	-758.7	-43.2	-858.7	-15940	-352690
35	117	165.9	-858.7	1,04950	291190
36	117	-133.5	-858.7	-29960	291190
37	840.7	135.6	-858.7	1,01700	736030
38	-661.5	-107	-858.7	-43280	-292980
39	840.7	65.2	-858.7	70000	7,36030
40	-661.5	33.7	-858.7	20120	-292980
41	791.6	58.7	-858.7	60540	6,55490
42	-619.4	-30.1	-858.7	-7260	-254970
43	117	165.9	-858.7	99800	2,49790
44	117	-133.5	-858.7	-35110	249790
45	711.8	124	-858.7	88900	6,07480
46	-539.6	-95.5	-858.7	-35630	-206960
47	711.8	53.7	-858.7	57200	6,07480
48	-539.6	45.2	-858.7	27780	-206960

**CASO DI CARICO G**

Cmb	Azione X	Azione Y	Azione Z	Azione RX	Azione RY
	daN	daN	daN	daN cm	daN cm
1	117	16.2	-858.7	27210	208470

**CASO DI CARICO S**

Cmb	Azione X	Azione Y	Azione Z	Azione RX	Azione RY
	daN	daN	daN	daN cm	daN cm
1	540.31	147.49	-858.7	90731	392900
2	-360.31	147.49	-858.7	90731	-72440
3	540.31	-122.69	-858.7	-48871	392900
4	-360.31	-122.69	-858.7	-48871	-72440
5	225.09	462.71	-858.7	253600	230031
6	-45.09	462.71	-858.7	253600	90428
7	225.09	-437.91	-858.7	-211741	230031
8	-45.09	-437.91	-858.7	-211741	90428.7

**11.3 Azioni palo LSU di centro fisso (picchetto)****CASO DI CARICO A**

Cmb	Azione X	Azione Y	Azione Z	Azione RX	Azione RY
	daN	daN	daN	daN cm	daN cm
1	88.9	0	-861.6	0	172770
2	54.1	0	-861.6	0	164070

**CASO DI CARICO B****Combinazioni SLU**

Cmb	Azione X	Azione Y	Azione Z	Azione RX	Azione RY
	daN	daN	daN	daN cm	daN cm
1	883.2	0	-860.7	0	630320
2	-843	0	-860.7	0	-394540
3	60.2	287	-860.7	137920	154870
4	60.2	-287	-860.7	-137920	154870
5	786.1	134.9	-860.7	64820	574220
6	-745.9	-134.9	-860.7	-64820	-338440
7	786.1	-134.9	-860.7	-64820	574220
8	-745.9	134.9	-860.7	64820	-338440
9	560.9	0	-860.7	0	441880
10	-513.8	0	-860.7	0	-204360
11	67.2	172.2	-860.7	82750	156610
12	67.2	-172.2	-860.7	-82750	156610
13	502.5	80.9	-860.7	38890	408120
14	-455.4	-80.9	-860.7	-38890	-170600
15	502.5	-80.9	-860.7	-38890	408120
16	-455.4	80.9	-860.7	38890	-170600
17	855.3	0	-860.7	0	623360
18	-870.8	0	-860.7	0	-401500
19	32.4	287	-860.7	137920	147910
20	32.4	-287	-860.7	-137920	147910
21	758.2	134.9	-860.7	64820	567260
22	-773.7	-134.9	-860.7	-64820	-345400
23	758.2	-134.9	-860.7	-64820	567260
24	-773.7	134.9	-860.7	64820	-345400
25	526.1	0	-860.7	0	433180
26	-548.6	0	-860.7	0	-213060
27	32.4	172.2	-860.7	82750	147910
28	32.4	-172.2	-860.7	-82750	147910
29	467.7	80.9	-860.7	38890	399420
30	-490.2	-80.9	-860.7	-38890	-179300
31	467.7	-80.9	-860.7	-38890	399420
32	-490.2	80.9	-860.7	38890	-179300

**CASO DI CARICO D****Combinazioni SLU**

Cmb	Azione X	Azione Y	Azione Z	Azione RX	Azione RY
	daN	daN	daN	daN cm	daN cm
1	1,304.80	0	-860.1	0	969270
2	-1,296.60	0	-860.1	0	-706460
3	46.3	249.5	-860.1	112420	195830
4	46.3	-249.5	-860.1	-112420	195830
5	1,156.30	117.3	-860.1	52840	878010
6	-1,148.10	-117.3	-860.1	-52840	-615200
7	1,156.30	-117.3	-860.1	-52840	878010
8	-1,148.10	117.3	-860.1	52840	-615200
9	975.2	0	-860.1	0	830110
10	-967	0	-860.1	0	-516560
11	46.3	149.7	-860.1	67450	247200
12	46.3	-149.7	-860.1	-67450	2,47200
13	865.3	70.4	-860.1	31700	7,61130
14	-857.1	-70.4	-860.1	-31700	-447580
15	865.3	-70.4	-860.1	-31700	761130
16	-857.1	70.4	-860.1	31700	-447580
17	808.3	0	-860.1	0	661640
18	-793.2	0	-860.1	0	-397090
19	53.2	149.7	-860.1	67450	197570
20	53.2	-149.7	-860.1	-67450	197570
21	719	70.4	-860.1	31700	606720
22	-703.9	-70.4	-860.1	-31700	-342170
23	719	-70.4	-860.1	-31700	606720
24	-703.9	70.4	-860.1	31700	-342170
25	1,276.90	0	-860.1	0	962310
26	-1,324.40	0	-860.1	0	-713420
27	18.4	249.5	-860.1	112420	188870
28	18.4	-249.5	-860.1	-112420	188870
29	1,128.40	117.3	-860.1	52840	871050
30	-1,175.90	-117.3	-860.1	-52840	-622160
31	1,128.40	-117.3	-860.1	-52840	871050
32	-1,175.90	117.3	-860.1	52840	-622160
33	947.4	0	-860.1	0	823150
34	-994.9	0	-860.1	0	-523520
35	18.4	149.7	-860.1	67450	240240
36	18.4	-149.7	-860.1	-67450	240240
37	837.4	70.4	-860.1	31700	754170
38	-885	-70.4	-860.1	-31700	-454540
39	837.4	-70.4	-860.1	-31700	754170
40	-885	70.4	-860.1	31700	-454540
41	773.5	0	-860.1	0	652940
42	-828	0	-860.1	0	-405790
43	18.4	149.7	-860.1	67450	188870
44	18.4	-149.7	-860.1	-67450	188870
45	684.2	70.4	-860.1	31700	598020
46	-738.7	-70.4	-860.1	-31700	-350870
47	684.2	-70.4	-860.1	-31700	598020
48	-738.7	70.4	-860.1	31700	-350870

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 32 di 68

### CASO DI CARICO F

Cmb	Azione X	Azione Y	Azione Z	Azione RX	Azione RY
	daN	daN	daN	daN cm	daN cm
1	-454	0	-763.4	0	-255100

### CASO DI CARICO G

Cmb	Azione X	Azione Y	Azione Z	Azione RX	Azione RY
	daN	daN	daN	daN cm	daN cm
1	38.4	0	-860.9	0	152410

### CASO DI CARICO S

Cmb	Azione X	Azione Y	Azione Z	Azione RX	Azione RY
	daN	daN	daN	daN cm	daN cm
1	462.868	135.4404	-860.9	70014.72	337342.4
2	-440.068	135.4404	-860.9	70014.72	-129422
3	462.868	-135.44	-860.9	-70014.7	337342.4
4	-440.068	-135.44	-860.9	-70014.7	-129422
5	146.8404	451.468	-860.9	233382.4	173974.7
6	-124.04	451.468	-860.9	233382.4	33945.28
7	146.8404	-451.468	-860.9	-233382	173974.7
8	-124.04	-451.468	-860.9	-233382	33945.28

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 33 di 68

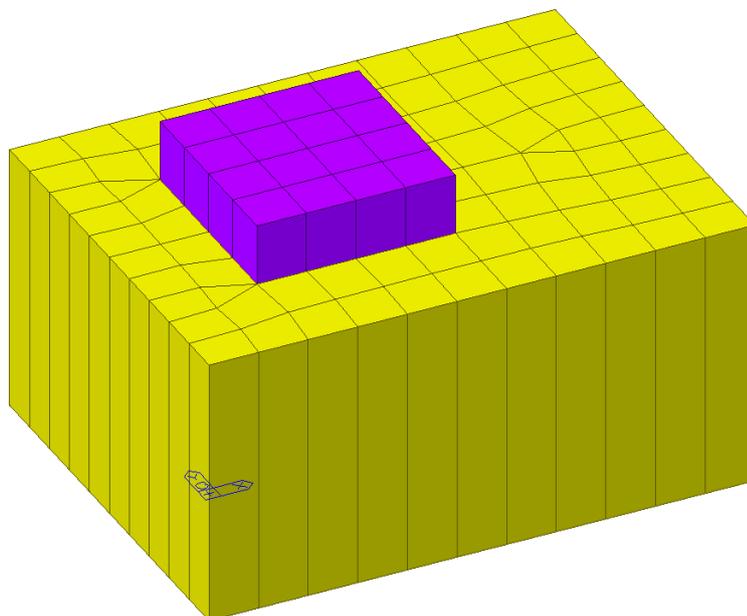
## 12. ANALISI STRUTTURALE BASAMENTO PER PALO LSU14a NORMALE

L'analisi per valutare il comportamento degli elementi strutturali previsti a progetto è stata eseguita sviluppando un modello ad elementi finiti tridimensionale con il software di calcolo MIDAS GEN. Sono stati utilizzati elementi di tipo bidimensionali "plate". Nel seguito sono mostrate le caratteristiche del modello di calcolo (i.e. geometria, vincoli e azioni interne / pressioni al suolo). La geometria rispecchia quella descritta nell'elaborato grafico di progetto. I vincoli applicati sono rigidi in direzione orizzontali, mentre nella direzione verticale l'interazione suolo – struttura viene modellato per mezzo di un suolo alla Winkler, ovvero tramite molle lineari reagenti alla sola compressione. La rigidità in termini di costante di sottofondo è determinata in accordo con la Teoria e tecnica delle strutture di Pietro Pozzati – rif Tabella 5.

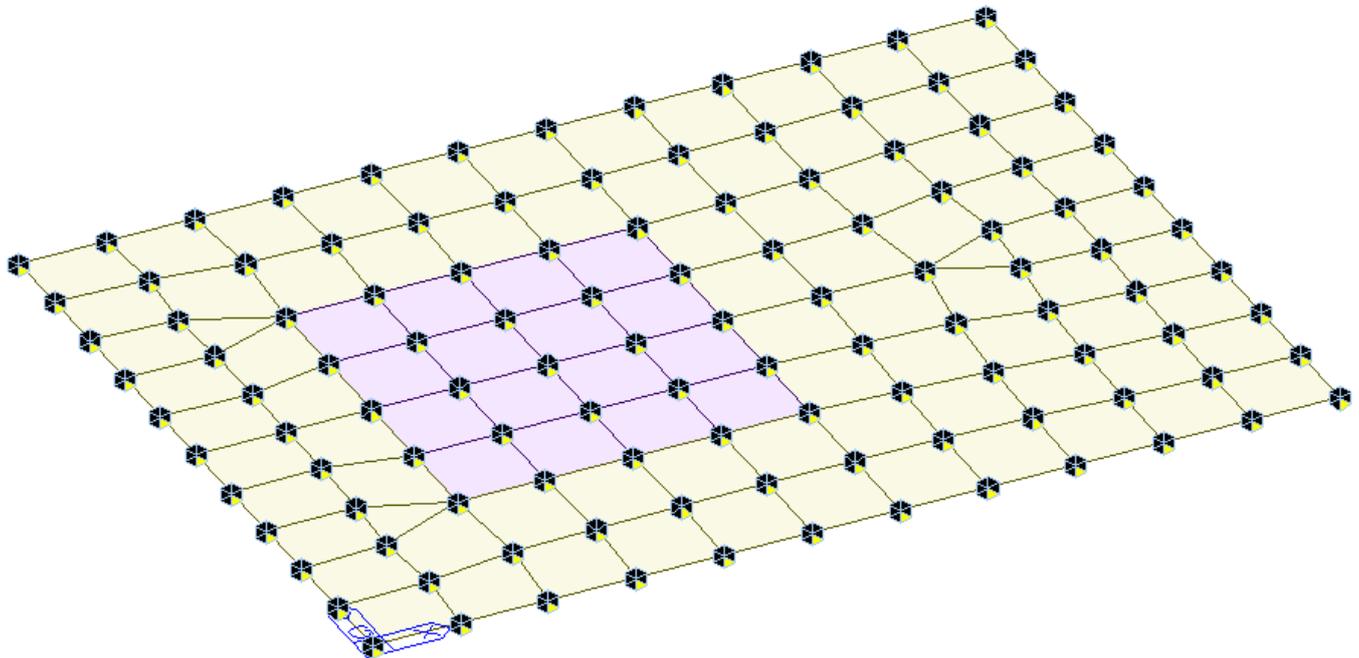
La rigidità delle molle viene assunta, coerentemente con le caratteristiche del terreno, pari a 30000kN/mc.

TERRENO	COSTANTE DI SOTTOFONDO [Kg/cm <sup>3</sup> ]
Torba leggera	0.6 ~1.2
Torba pesante	1.2 ~1.8
Terra vegetale	1.0 ~1.5
Depositi recenti	1.0 ~2.0
Sabbia di mare fina	1.5 ~2.0
Sabbia poco coerente	2.0 ~4.0
Terra molto umida	2.0 ~3.5
Terra poco umida	3.0 ~6.0
Terra secca	5.0 ~10.0
Argilla con sabbia	8.0 ~10.0
Argilla grassa	10.0 ~12.0
Sabbia compatta	8.0 ~15.0
Ghiaia con sabbia	10.0 ~25.0
Ghiaia compatta	20.0 ~30.0

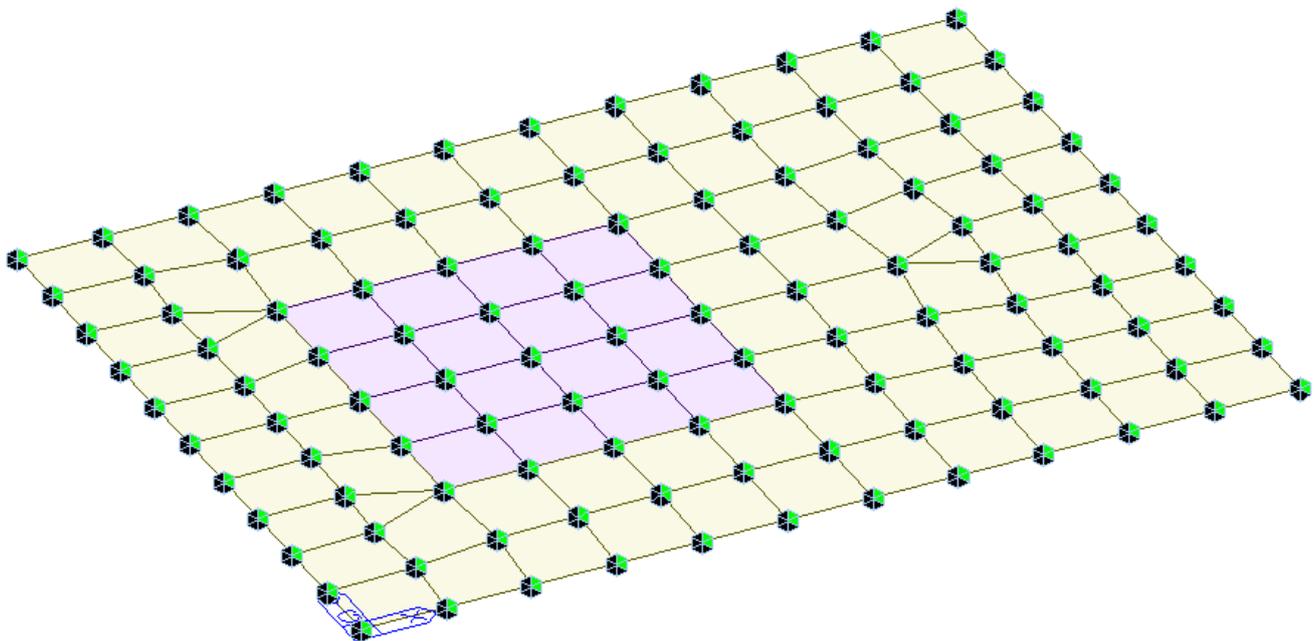
Tabella 5: Valori di costante di sottofondo, Pozzati



Vista modello FEM 3D

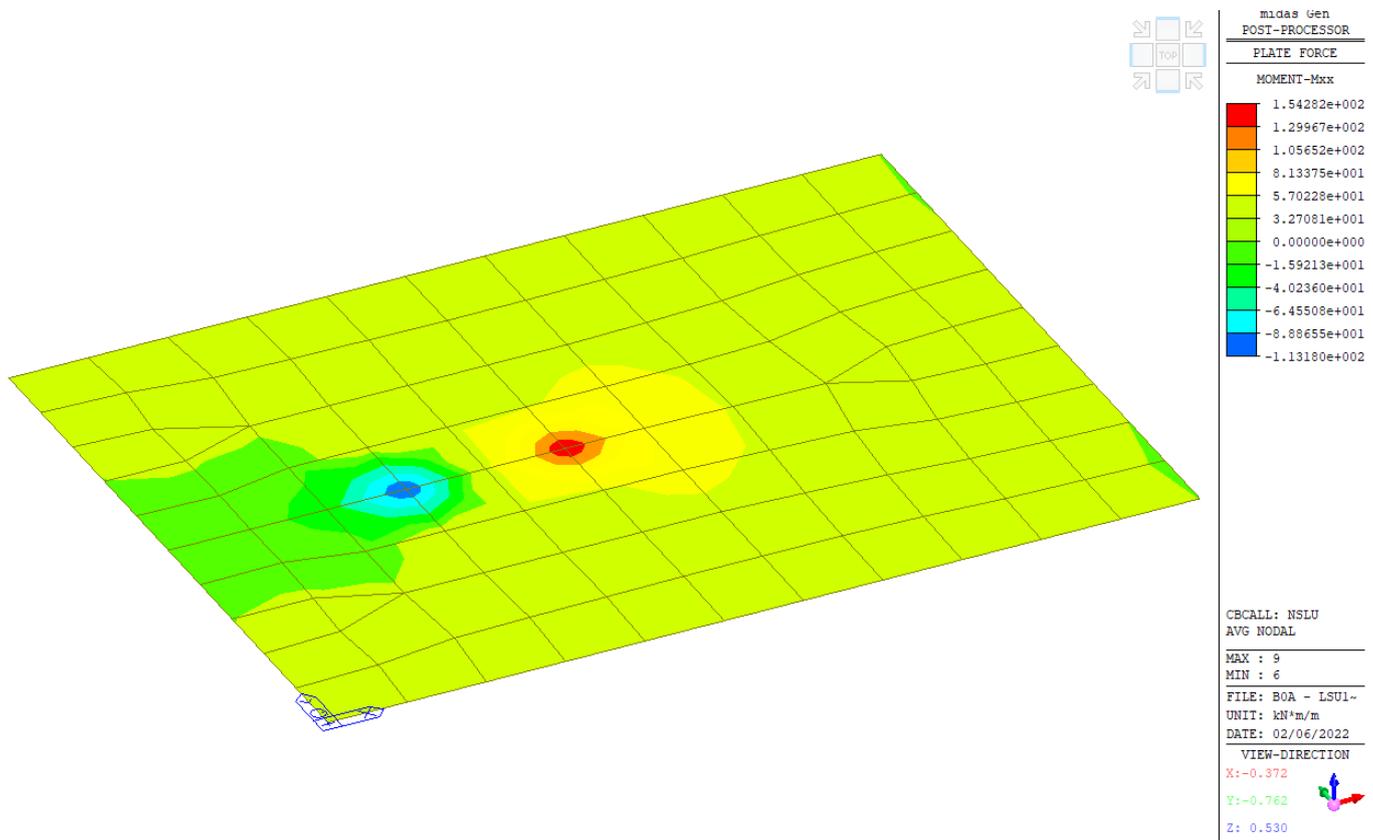


*Vista modello FEM – molle lineari*

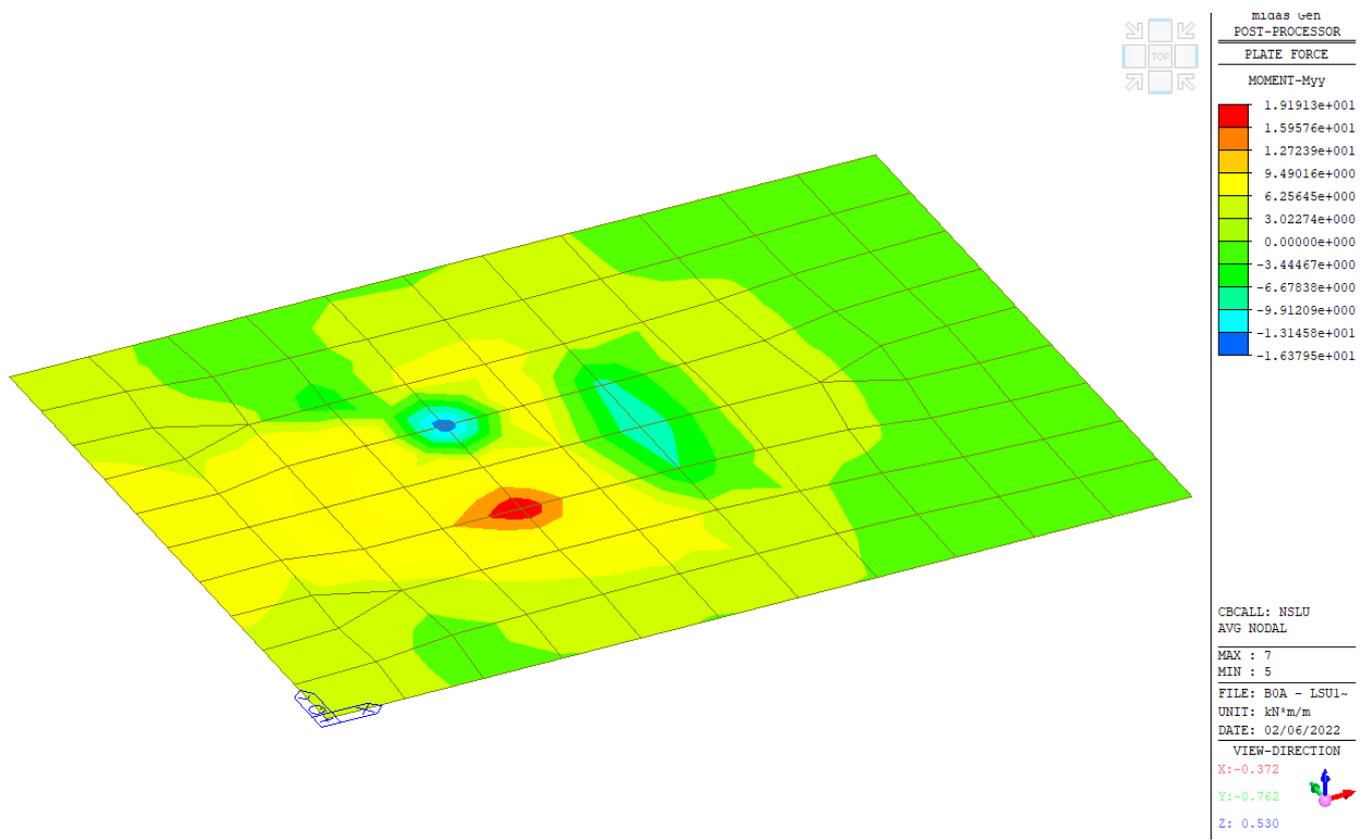


*Vista modello FEM – vincoli fissi nelle direzioni orizzontali*

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC000001	Rev. B	Foglio 35 di 68



**Inviluppo combinazioni SLU – Azione flettente Mxx (inviluppo in valore assoluto)**



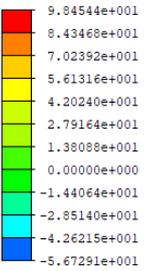
**Inviluppo combinazioni SLU – Azione flettente Myy (inviluppo in valore assoluto)**



midas Gen  
POST-PROCESSOR

PLATE FORCE

SHEAR-Vxx

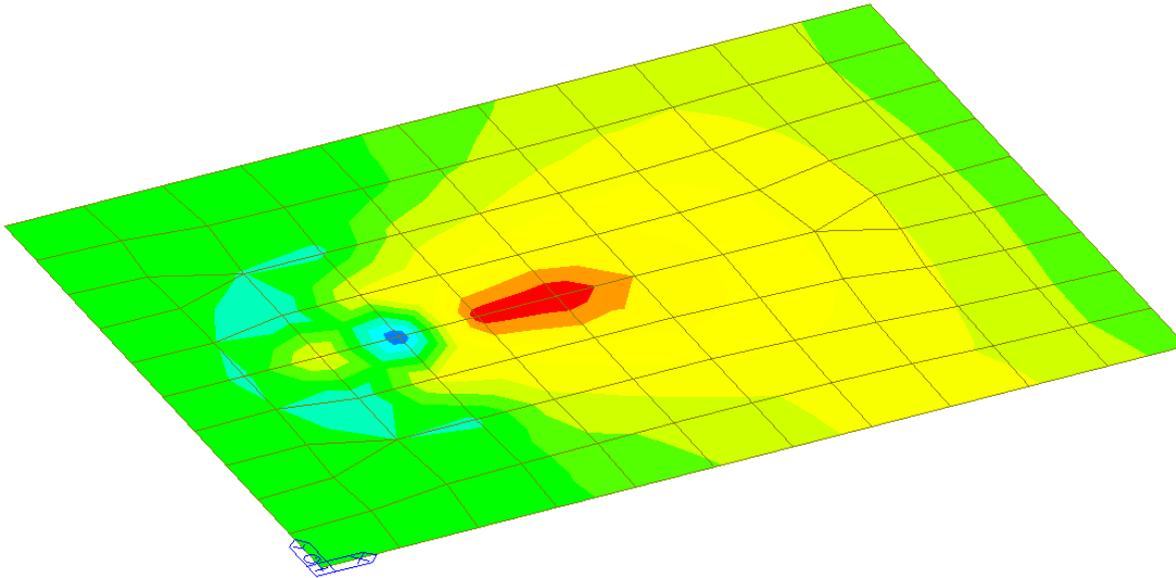


CBCALL: NSLU  
AVG NODAL

MAX : 9  
MIN : 6

FILE: B0A - LSU1-  
UNIT: kN/m  
DATE: 02/06/2022

VIEW-DIRECTION  
X: -0.372  
Y: -0.762  
Z: 0.530



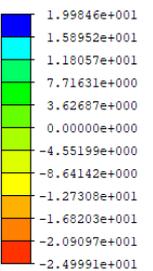
**Inviluppo combinazioni SLU – Azione tagliante Vxx (inviluppo in valore assoluto)**



midas Gen  
POST-PROCESSOR

PLATE FORCE

SHEAR-Vyy

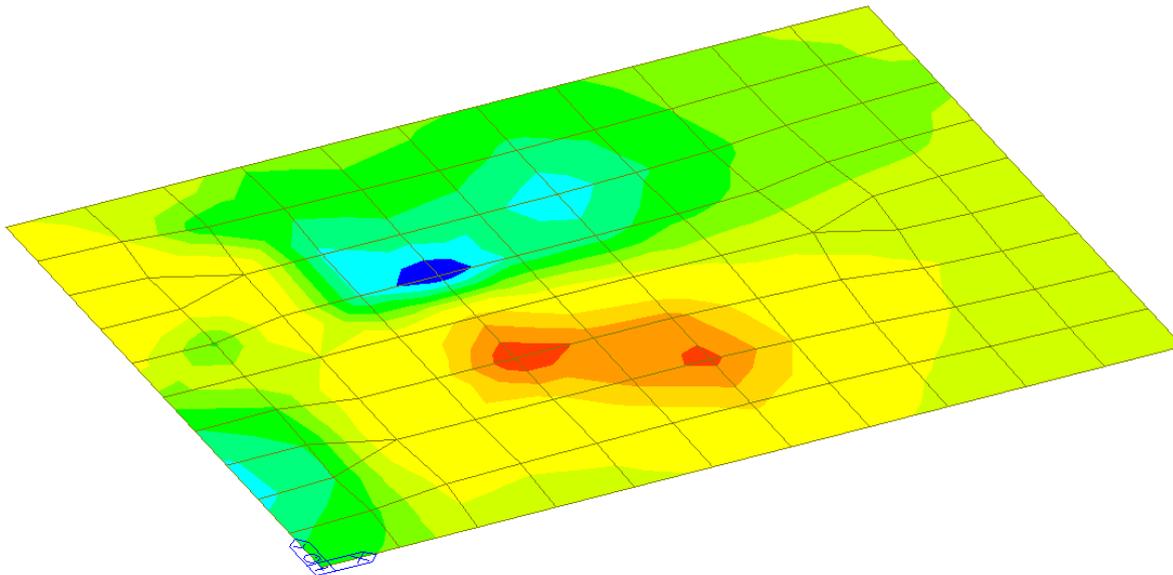


CBCALL: NSLU  
AVG NODAL

MAX : 5  
MIN : 7

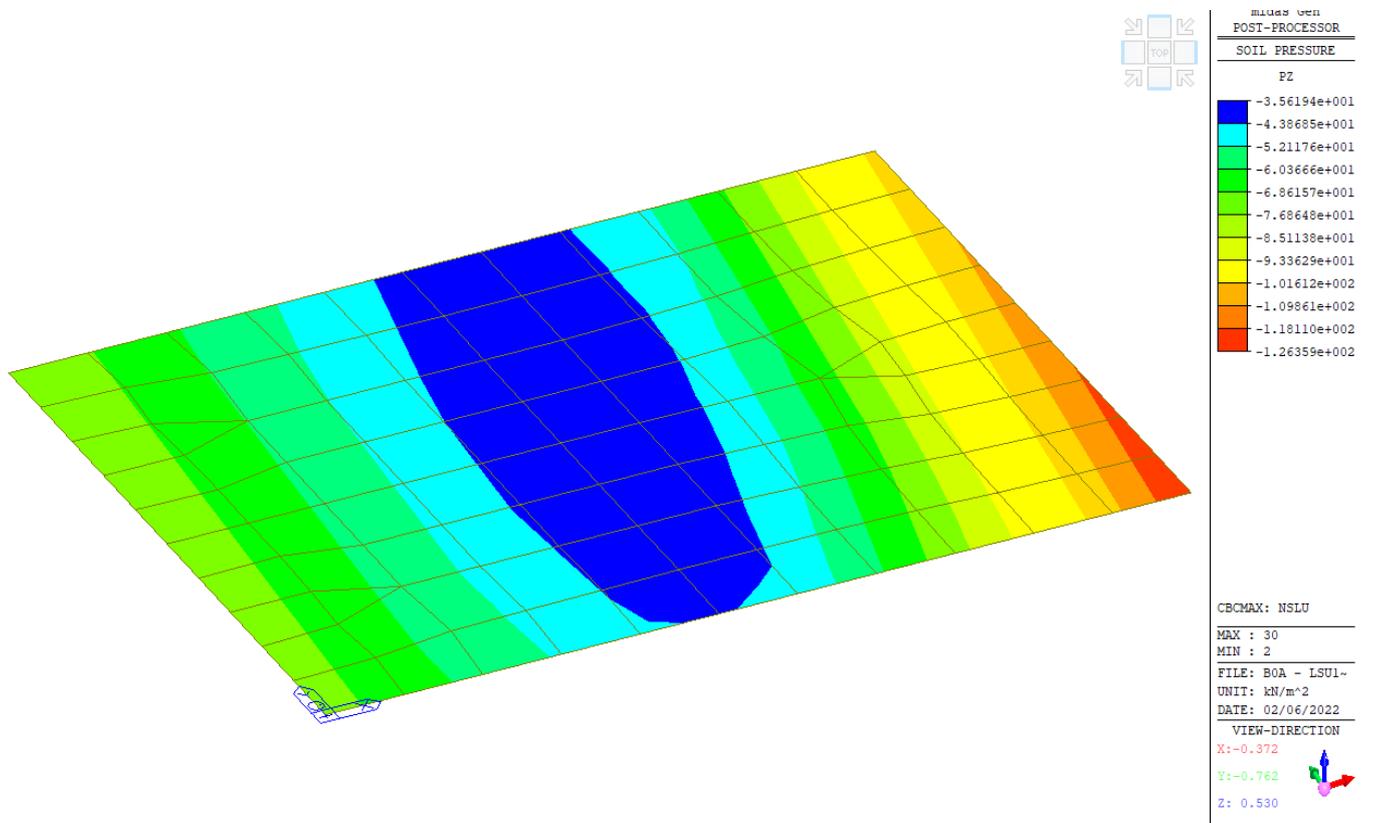
FILE: B0A - LSU1-  
UNIT: kN/m  
DATE: 02/06/2022

VIEW-DIRECTION  
X: -0.372  
Y: -0.762  
Z: 0.530



**Inviluppo combinazioni SLU – Azione tagliante Vyy (inviluppo in valore assoluto)**

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 37 di 68	



***Involuppo combinazioni SLU – Massima pressione al suolo***

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 38 di 68

### 13. VERIFICHE GEOTECNICHE

#### 13.1 Sollecitazioni intradosso fondazioni LSU14 – B0a

Di seguito si riassumono per ciascuna combinazione di carico le sollecitazioni valutate alla base del palo.

carico	Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kN*m)	MY (kN*m)
*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
A	1	1.52	0.16	-8.59	2.46	6.08
A	2	1.17	0.16	-8.59	2.46	4.65
B-SLU	3	9.08	0.54	-8.59	4.38	61.24
B-SLU	4	-6.74	-0.26	-8.59	-0.02	-56.07
B-SLU	5	1.45	3.03	-8.59	11.66	5.79
B-SLU	6	1.45	-2.71	-8.59	-6.74	5.79
B-SLU	7	8.18	1.85	-8.59	8.48	54.70
B-SLU	8	-5.83	-1.56	-8.59	-4.12	-49.53
B-SLU	9	8.18	-0.85	-8.59	-0.17	54.70
B-SLU	10	-5.83	1.14	-8.59	4.52	-49.53
B-SLU	11	6.10	0.39	-8.59	3.61	39.35
B-SLU	12	-3.68	-0.11	-8.59	0.74	-33.89
B-SLU	13	1.52	1.88	-8.59	7.98	6.08
B-SLU	14	1.52	-1.56	-8.59	-3.06	6.08
B-SLU	15	5.56	1.17	-8.59	6.07	35.41
B-SLU	16	-3.14	-0.89	-8.59	-1.72	-29.96
B-SLU	17	5.56	0.36	-8.59	3.48	35.41
B-SLU	18	-3.14	0.73	-8.59	3.47	-29.96
B-SLU	19	8.81	0.54	-8.59	4.38	60.10
B-SLU	20	-7.01	-0.26	-8.59	-0.02	-57.22
B-SLU	21	1.17	3.03	-8.59	11.66	4.65
B-SLU	22	1.17	-2.71	-8.59	-6.74	4.65
B-SLU	23	7.90	1.85	-8.59	8.48	53.56
B-SLU	24	-6.11	-1.56	-8.59	-4.12	-50.67
B-SLU	25	7.90	-0.85	-8.59	-0.17	53.56
B-SLU	26	-6.11	1.14	-8.59	4.52	-50.67
B-SLU	27	5.75	0.39	-8.59	3.61	37.92
B-SLU	28	-4.03	-0.11	-8.59	0.74	-35.32
B-SLU	29	1.17	1.88	-8.59	7.98	4.65
B-SLU	30	1.17	-1.56	-8.59	-3.06	4.65
B-SLU	31	5.21	1.17	-8.59	6.07	33.98
B-SLU	32	-3.49	-0.89	-8.59	-1.72	-31.38
B-SLU	33	5.21	0.36	-8.59	3.48	33.98
B-SLU	34	-3.49	0.73	-8.59	3.47	-31.38
D-SLU	35	12.69	0.87	-8.59	6.54	95.53
D-SLU	36	-10.34	-0.59	-8.59	-1.67	-86.29
D-SLU	37	1.45	2.66	-8.59	10.23	9.92
D-SLU	38	1.45	-2.33	-8.59	-4.27	9.92



carico	Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kN*m)	MY (kN*m)
*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
D-SLU	39	11.37	1.96	-8.59	9.53	85.43
D-SLU	40	-9.02	-1.67	-8.59	-4.66	-76.19
D-SLU	41	11.37	0.79	-8.59	6.12	85.43
D-SLU	42	-9.02	0.67	-8.59	2.16	-76.19
D-SLU	43	9.66	0.72	-8.59	6.29	77.65
D-SLU	44	-7.31	-0.43	-8.59	-0.90	-64.34
D-SLU	45	1.45	1.66	-8.59	7.84	14.06
D-SLU	46	1.45	-1.34	-8.59	1.84	14.06
D-SLU	47	8.69	1.36	-8.59	8.00	70.12
D-SLU	48	-6.34	-1.07	-8.59	-2.62	-56.81
D-SLU	49	8.69	0.65	-8.59	5.96	70.12
D-SLU	50	-6.34	0.34	-8.59	1.47	-56.81
D-SLU	51	8.26	0.59	-8.59	5.11	61.57
D-SLU	52	-5.85	-0.30	-8.59	-0.24	-52.05
D-SLU	53	1.52	1.66	-8.59	7.33	10.21
D-SLU	54	1.52	-1.34	-8.59	-1.38	10.21
D-SLU	55	7.47	1.24	-8.59	6.91	55.49
D-SLU	56	-5.05	-0.96	-8.59	-2.04	-45.97
D-SLU	57	7.47	0.54	-8.59	4.86	55.49
D-SLU	58	-5.05	0.45	-8.59	2.05	-45.97
D-SLU	59	12.41	0.87	-8.59	6.54	94.39
D-SLU	60	-10.62	-0.59	-8.59	-1.67	-87.44
D-SLU	61	1.17	2.66	-8.59	10.23	8.78
D-SLU	62	1.17	-2.33	-8.59	-4.27	8.78
D-SLU	63	11.09	1.96	-8.59	9.53	84.28
D-SLU	64	-9.30	-1.67	-8.59	-4.66	-77.33
D-SLU	65	11.09	0.79	-8.59	6.12	84.28
D-SLU	66	-9.30	0.67	-8.59	2.16	-77.33
D-SLU	67	9.38	0.72	-8.59	6.29	76.51
D-SLU	68	-7.59	-0.43	-8.59	-0.90	-65.48
D-SLU	69	1.17	1.66	-8.59	7.84	12.92
D-SLU	70	1.17	-1.34	-8.59	-0.86	12.92
D-SLU	71	8.41	1.36	-8.59	8.00	68.98
D-SLU	72	-6.62	-1.07	-8.59	-2.62	-57.95
D-SLU	73	8.41	0.65	-8.59	5.96	68.98
D-SLU	74	-6.62	0.34	-8.59	1.47	-57.95
D-SLU	75	7.92	0.59	-8.59	5.11	60.14
D-SLU	76	-6.19	-0.30	-8.59	-0.24	-53.48
D-SLU	77	1.17	1.66	-8.59	7.33	8.78
D-SLU	78	1.17	-1.34	-8.59	-1.38	8.78
D-SLU	79	7.12	1.24	-8.59	6.91	54.07
D-SLU	80	-5.40	-0.96	-8.59	-2.04	-47.40

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  <b>IRICAV2</b>	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  <b>ITALFERR</b> <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>					
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	<table border="1"> <tr> <td>Progetto IN17</td> <td>Lotto 10</td> <td>Codifica Documento EI2CLOC0000001</td> <td>Rev. B</td> <td>Foglio 40 di 68</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 40 di 68
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 40 di 68		

carico	Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kN*m)	MY (kN*m)
*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
D-SLU	81	7.12	0.54	-8.59	4.86	54.07
D-SLU	82	-5.40	0.45	-8.59	2.05	-47.40
G - SLEp	83	1.17	0.16	-8.59	2.46	4.65
S-SLV	84	5.40	1.47	-8.59	6.71	29.86
S-SLV	85	-3.60	1.47	-8.59	6.71	-31.08
S-SLV	86	5.40	-1.23	-8.59	-2.92	29.86
S-SLV	87	-3.60	-1.23	-8.59	-2.92	-31.08
S-SLV	88	2.25	4.63	-8.59	17.96	8.53
S-SLV	89	-0.45	4.63	-8.59	17.96	-9.75
S-SLV	90	2.25	-4.38	-8.59	-14.17	8.53
S-SLV	91	-0.45	-4.38	-8.59	-14.17	-9.75

Il plinto di fondazione e il torrino di appoggio per il palo:

carico	Load	B (m)	L (m)	H (m)	V (m <sup>3</sup> )	P (kN)
*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
plinto	1	2.2	1.65	1.10	3.99	99.83
torrino	2	0.8	0.8	0.5	0.32	8.00
carico	Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kN*m)	MY (kN*m)
*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
plinto	1	0	0	99.8	0	0
appoggio	1	0	0	8.0	2.40	0

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 41 di 68

Vengono selezionate le combinazioni che massimizzano le varie sollecitazioni.

carico	Load	Fx (kN) kN	Fy (kN) kN	Fz (kN) kN	Mx kNm	My kNm
D-SLU	35	<b>12.7</b>	-0.9	116.41	6.5	95.5
D-SLU	60	<b>-10.6</b>	0.6	116.41	-1.7	<b>-87.4</b>
B-SLU	5	1.4	<b>-3.0</b>	116.41	11.7	5.8
B-SLU	6	1.4	<b>2.7</b>	116.41	-6.7	5.8
B-SLU	3	9.1	-0.5	<b>116.41</b>	4.4	61.2
B-SLU	3	9.1	-0.5	<b>116.41</b>	4.4	61.2
B-SLU	5	1.4	-3.0	116.41	<b>11.7</b>	5.8
B-SLU	6	1.4	2.7	116.41	<b>-6.7</b>	5.8
D-SLU	35	12.7	-0.9	116.41	6.5	<b>95.5</b>
D-SLU	60	-10.6	0.6	116.41	-1.7	<b>-87.4</b>

carico	Load	Fx (kN) kN	Fy (kN) kN	Fz (kN) kN	Mx kNm	My kNm
S-SLV	84	<b>5.4</b>	-1.5	116.41	6.7	52.9
S-SLV	85	<b>-3.6</b>	-1.5	116.41	6.7	-8.0
S-SLV	88	2.3	<b>-4.6</b>	116.41	18.0	31.6
S-SLV	90	2.3	<b>4.4</b>	116.41	-14.2	31.6
S-SLV	84	5.4	-1.5	<b>116.41</b>	6.7	52.9
S-SLV	84	5.4	-1.5	<b>116.41</b>	6.7	52.9
S-SLV	88	2.3	-4.6	116.41	<b>18.0</b>	31.6
S-SLV	90	2.3	4.4	116.41	<b>-14.2</b>	31.6
S-SLV	84	5.4	-1.5	116.41	6.7	<b>52.9</b>
S-SLV	85	-3.6	-1.5	116.41	6.7	<b>-8.0</b>

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  <b>IFICAV2</b>		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 42 di 68

### 13.2 Verifica di capacità portante e scorrimento B0a - SLU

In condizioni statiche le sollecitazioni più sfavorevoli si riferiscono alla combinazione di carico:

Carico	Load	N (kN)	M <sub>B</sub> (kNm)	M <sub>L</sub> (kNm)	T <sub>B</sub> (kN)	T <sub>L</sub> (kN)
D-SLU	35	116.4	95.5	6.5	12.7	0.9

Nella valutazione della resistenza limite in condizioni drenate si trascura il termine funzione della coesione. Il termine R<sub>d</sub> di confronto – riferito alla capacità portante e alla resistenza allo scorrimento - è ridotto secondo il fattore  $\gamma_R$  di normativa; la verifica è soddisfatta se rispetta la disuguaglianza.

Parametri geotecnici					COEFFICIENTI RIDUTTIVI DA NORMATIA			
C <sub>u,k</sub>	$\varphi'_k$	$\gamma$	$\gamma_1$	C <sub>k</sub>	M		R	
[kPa]	[°]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	$\gamma_\varphi$	$\gamma_{c'k}$	$\gamma_{cp}$	$\gamma_s$
70	28	19	19	5	1	1	2.3	1.1

Sollecitazioni agenti					q
N	M <sub>B</sub>	M <sub>L</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>L</sub>	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
116.4	95.5	6.5	12.7	0.9	20.9

Geometria della fondazione								
B	L	D	e <sub>B</sub>	e <sub>L</sub>	B'	L'	z <sub>w</sub>	$\gamma_2$
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]
2.2	1.65	1.1	0.82	0.06	0.56	1.54	0.00	9.00

CAPACITA' PORTANTE							
<b>VERIFICA DI BREVE TERMINE - CONDIZIONI NON DRENATE</b>							
C <sub>u,d</sub>	S <sub>CB</sub>	S <sub>CL</sub>	i <sub>CB</sub>	i <sub>CL</sub>	m <sub>B</sub>	m <sub>L</sub>	N <sub>c</sub>
[kPa]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
70.0	1.073	1.073	0.929	0.996	1.733	1.267	5.14
<b>CAPACITA' PORTANTE - dir B</b>				<b>CAPACITA' PORTANTE - dir L</b>			
q <sub>lim</sub> [kPa]		165.00		q <sub>lim</sub>		176.34	
R <sub>d</sub> [kN]		141.8		R <sub>d</sub>		151.5	
R <sub>d</sub> /N		1.22		R <sub>d</sub> /N		1.30	

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  <b>IRICAV2</b>	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	Progetto IN17    Lotto 10    Codifica Documento EI2CLOC0000001    Rev. B    Foglio 43 di 68

VERIFICA DI LUNGO TERMINE - CONDIZIONI DRENATE								
$\varphi'_d$	Nq	N $\gamma$	sq	s $\gamma$	$i_{q,B}$	$i_{\gamma,B}$	$i_{q,L}$	$i_{\gamma,L}$
[°]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
28.0	14.7	10.94	1.193	0.855	0.830	0.745	0.991	0.984

CAPACITA' PORTANTE - dir B		CAPACITA' PORTANTE - dir L	
qlim [kPa]	140.08	qlim [kPa]	168.25
Rd [kN]	120.4	Rd [kN]	144.5645
Rd/N	1.03	Rd/N	1.24

(\*) fattori affondamento unitari

SCORRIMENTO						
	$c_{u,d}$	B'	L'	Rd	T	
	[kPa]	[m]	[m]	[kN]	kN	
B	70.0	0.56	1.54	54.7	12.7	OK
L				54.7	0.9	OK

Verifica scorrimento				
	Ntan $\phi'$	Ntan $\phi'/T_B$	Ntan $\phi'/T_L$	
	[kPa]	[-]	[-]	
	56	4	65	OK

### 13.3 Verifica a ribaltamento

Nel seguito sono riportate le verifiche all'equilibrio limite di ribaltamento:

	Mrib	Mstab	
Contributo PALO	83.68		
Contributo PLINTO		- 109.81	
Contributo BAGGIOLO		- 6.40	
	83.68	- 104.59	Rib. OK
			1.25

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  <b>IRICAV2</b>		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 44 di 68

### 13.4 Verifica di capacità portante e scorrimento B0a - SLV

In presenza di sisma le sollecitazioni più sfavorevoli si riferiscono alla combinazione di carico:

Carico	Load	N (kN)	M <sub>B</sub> (kNm)	M <sub>L</sub> (kNm)	T <sub>B</sub> (kN)	T <sub>L</sub> (kN)
S-SLV	84	116.4	52.9	6.7	5.4	1.5

Nella valutazione della resistenza limite in condizioni drenate si trascura il termine funzione della coesione. Il termine R<sub>d</sub> di confronto – riferito alla capacità portante e alla resistenza allo scorrimento - è ridotto secondo il fattore  $\gamma_R$  di normativa; la verifica è soddisfatta se rispetta la disuguaglianza.

Parametri geotecnici					COEFFICIENTI RIDUTTIVI DA NORMATIA			
c <sub>u,k</sub>	$\varphi'_k$	$\gamma$	$\gamma_1$	c <sub>k</sub>	M		R	
[kPa]	[°]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	$\gamma_{\varphi'}$	$\gamma_{c'k}$	$\gamma_{cp}$	$\gamma_s$
70	28	19	19	5	1	1	2.3	1.1

Sollecitazioni agenti						
N	M <sub>B</sub>	M <sub>L</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>L</sub>	q	A'
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[m <sup>2</sup> ]
116.4	52.9	6.7	5.4	1.5	20.9	1.98

Geometria della fondazione								
B	L	D	e <sub>B</sub>	e <sub>L</sub>	B'	L'	z <sub>w</sub>	$\gamma_2$
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]
2.20	1.65	1.1	0.45	0.06	1.29	1.53	0.00	9.00

Parametri sismici				
a <sub>max</sub> /g	S <sub>s</sub>	S <sub>t</sub>	$\beta_m$	K <sub>h</sub>
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
0.173	1.45	1.0	0.31	0.078

<b>VERIFICA DI BREVE TERMINE - CONDIZIONI NON DRENATE - SISMA</b>							
---	--	--	--	--	--	--	--

c <sub>u,d</sub>	S <sub>cB</sub>	S <sub>cL</sub>	i <sub>cB</sub>	i <sub>cL</sub>	m <sub>B</sub>	m <sub>L</sub>	N <sub>c</sub>
[kPa]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
70.0	1.168	1.168	0.988	0.997	1.543	1.457	5.14

CAPACITA' PORTANTE - dir B		CAPACITA' PORTANTE - dir L	
q <sub>lim</sub> [kPa]	185.27	q <sub>lim</sub>	186.82
R <sub>d</sub> [kN]	367.1	R <sub>d</sub>	370.1
R <sub>d</sub> /N	3.15	R <sub>d</sub> /N	3.18


**VERIFICA DI LUNGO TERMINE - CONDIZIONI DRENATE - SISMA**

zq	z $\gamma$	zc	kh
[-]	[-]	[-]	[-]
0.854	0.854	0.975	0.078

$\phi'_d$	Nq	N $\gamma$	sq	s $\gamma$	i <sub>q,B</sub>	i <sub><math>\gamma</math>,B</sub>	i <sub>q,L</sub>	i <sub><math>\gamma</math>,L</sub>
[°]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
28.0	14.7	10.94	1.447	0.664	0.939	0.901	0.984	0.973

**CAPACITA' PORTANTE - dir B**

qlim [kPa]	169.36
Rd [kN]	335.5
Rd/N	2.88

**CAPACITA' PORTANTE - dir L**

qlim [kPa]	177.97
Rd [kN]	352.5854
Rd/N	3.03

**SCORRIMENTO**

	c <sub>u,d</sub>	B'	L'	Rd	T	
	[kPa]	[m]	[m]	[kN]	kN	
B	70.0	1.29	1.53	126.1	5.4	OK
L				126.1	1.47	OK

**Verifica scorrimento**

Ntan $\phi'$	Ntan $\phi'$ /T <sub>B</sub>	Ntan $\phi'$ /T <sub>L</sub>	
[kPa]	[-]	[-]	
56	10	38	OK

**13.5 Verifica a ribaltamento**

Riguardo le verifiche a ribaltamento si rimanda a quanto esposto nel § 13.3 essendo le condizioni di carico più gravose.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  <b>IRICAV2</b>		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 46 di 68

## 14. VERIFICHE STRUTTURALI B0a

Il basamento è armato con barre  $\varnothing 12/20\text{cm}$  superiori e inferiori in direzione longitudinale (direzione y), mentre in senso trasversale (direzione x) sono presenti barre  $\varnothing 12/20\text{cm}$  superiormente ed inferiormente. Nel seguito si mostrano le verifiche a flessione e taglio lungo le due direzioni. In favore di sicurezza si adotta l'altezza minore del plinto, ovvero non si considera l'altezza del basamento di ancoraggio al palo:

In favore di sicurezza si adotta l'altezza minore del plinto. Il calcolo della fessurazione si effettua in combinazione rara, e la sezione non risulta fessurata.

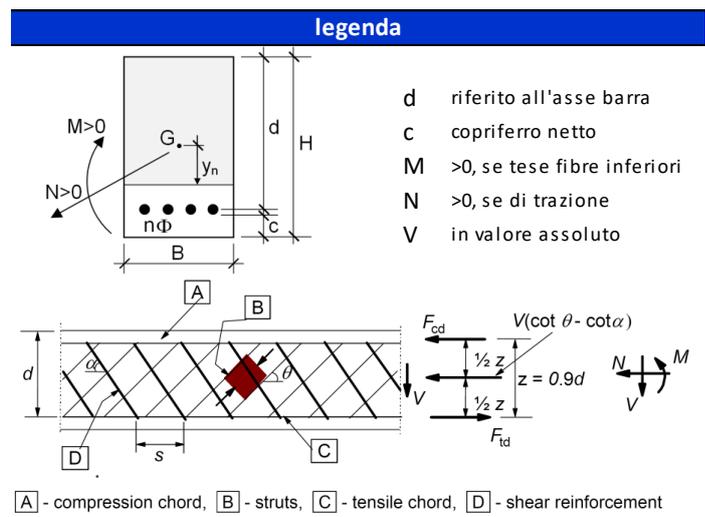
### DIREZIONE XX

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
100	110	5.0	104.4	94.0
armatura longitudinale				
nbarre	$\phi$	d	$A_{sI}$	
	[mm]	[cm]	[cm <sup>2</sup> ]	
5	12	6.0	5.65	
5	12	104.4	5.65	
armatura a taglio				
nbracci	$\phi$	s	$\alpha$	$A_{sw}$
	[mm]	[cm]	[°]	[cm <sup>2</sup> ]
0	8	25	90	0.00

98.4

sollecitazioni e risultati	
SLE	SLU
$M_{Ek}$ 120.00 [kNm]	$M_{Ed}$ 155.00 [kNm]
$N_{Ek}$ 0 [kN]	$N_{Ed}$ 0 [kN]
$V_{Ed}$ 100.00 [kN]	
tensioni e fessure	
$M_{dec}$ 0.0 [kNm]	
$M_{cr}$ 444.8 [kNm]	
$y_n$ -42.91 [cm]	
$\sigma_{c,min}$ -1.8 [MPa]	
$\sigma_{s,min}$ -14.0 [MPa]	
$\sigma_{s,max}$ 211.7 [MPa]	
$k_2$ 0.5	
$\varepsilon_{sm-\varepsilon_{cm}}$ - [‰]	
$S_{r,max}$ - [cm]	
$w_k$ - [mm]	
presso-flessione	
$M_{Rd}$ 235.4 [kNm]	
FS 1.52	
taglio	
$V_{Rdc}$ 314.3 [kN]	
non serve armatura a taglio	
$V_{Rds}$ 0.0 [kN]	
$V_{Rdmax}$ 3101.4 [kN]	
$\theta$ 30.0 [°]	
sezione duttile	
al 104.4 [cm]	

materiali			
calcestruzzo		acciaio	
$R_{ck}$	30 [MPa]	$f_{yk}$	450 [MPa]
$f_{ck}$	24.9 [MPa]	$\gamma_s$	1.15
$\gamma_c$	1.5	$f_{yd}$	391.3 [MPa]
$\alpha_{cc}$	0.85	$E_s$	200000 [MPa]
$f_{cd}$	14.1 [MPa]	$\varepsilon_{uk}$	75 [‰]
$\nu$	0.540		
$\varepsilon_{c2}$	2.0 [‰]		
$\varepsilon_{cu2}$	3.5 [‰]		
$\alpha_e$	15.0		
$k_t$	0.4	valori limite	
$k_1$	0.8	0,55 $f_{ck}$	13.7 [MPa]
$k_3$	3.4	0,75 $f_{yk}$	337.5 [MPa]
$k_4$	0.425	$w_{k,lim}$	0.2 [mm]



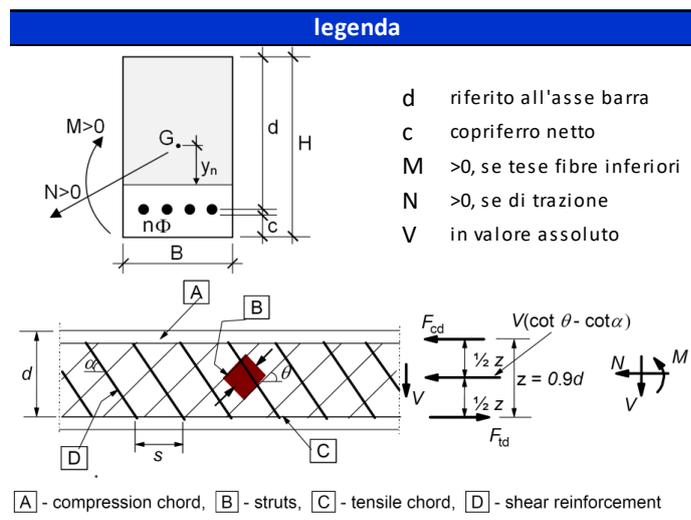
**DIREZIONE YY**

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
100	110	5.0	104.4	94.0
armatura longitudinale				
nbarre	$\phi$	d	$A_{sI}$	
	[mm]	[cm]	[cm <sup>2</sup> ]	
5	12	6.0	5.65	
5	12	104.4	5.65	
armatura a taglio				
nbracci	$\phi$	s	$\alpha$	$A_{sw}$
	[mm]	[cm]	[°]	[cm <sup>2</sup> ]
0	8	25	90	0.00

98.4

sollecitazioni e risultati	
SLE	SLU
$M_{Ek}$ 16.00 [kNm]	$M_{Ed}$ 20.00 [kNm]
$N_{Ek}$ 0 [kN]	$N_{Ed}$ 0 [kN]
$V_{Ed}$ 100.00 [kN]	$V_{Ed}$ 100.00 [kN]
tensioni e fessure	
$M_{dec}$ 0.0 [kNm]	
$M_{cr}$ 444.8 [kNm]	
$y_n$ -42.91 [cm]	
$\sigma_{c,min}$ -0.2 [MPa]	
$\sigma_{s,min}$ -1.9 [MPa]	
$\sigma_{s,max}$ 28.2 [MPa]	
$k_2$ 0.5	
$\varepsilon_{sm-\varepsilon_{cm}}$ - [%]	
$S_{r,max}$ - [cm]	
$w_k$ - [mm]	
presso-flessione	
$M_{Rd}$ 235.4 [kNm]	
FS 11.77	
taglio	
$V_{Rdc}$ 314.3 [kN]	
non serve armatura a taglio	
$V_{Rds}$ 0.0 [kN]	
$V_{Rdmax}$ 3101.4 [kN]	
$\theta$ 30.0 [°]	
sezione duttile	
al 104.4 [cm]	

materiali			
calcestruzzo		acciaio	
$R_{ck}$	30 [MPa]	$f_{yk}$	450 [MPa]
$f_{ck}$	24.9 [MPa]	$\gamma_s$	1.15
$\gamma_c$	1.5	$f_{yd}$	391.3 [MPa]
$\alpha_{cc}$	0.85	$E_s$	200000 [MPa]
$f_{cd}$	14.1 [MPa]	$\varepsilon_{uk}$	75 [%]
$\nu$	0.540		
$\varepsilon_{c2}$	2.0 [%]		
$\varepsilon_{cu2}$	3.5 [%]		
$\alpha_e$	15.0		
$k_t$	0.4		
		valori limite	
$k_1$	0.8	0,55 $f_{ck}$	13.7 [MPa]
$k_3$	3.4	0,75 $f_{yk}$	337.5 [MPa]
$k_4$	0.425	$w_{k,lim}$	0.2 [mm]



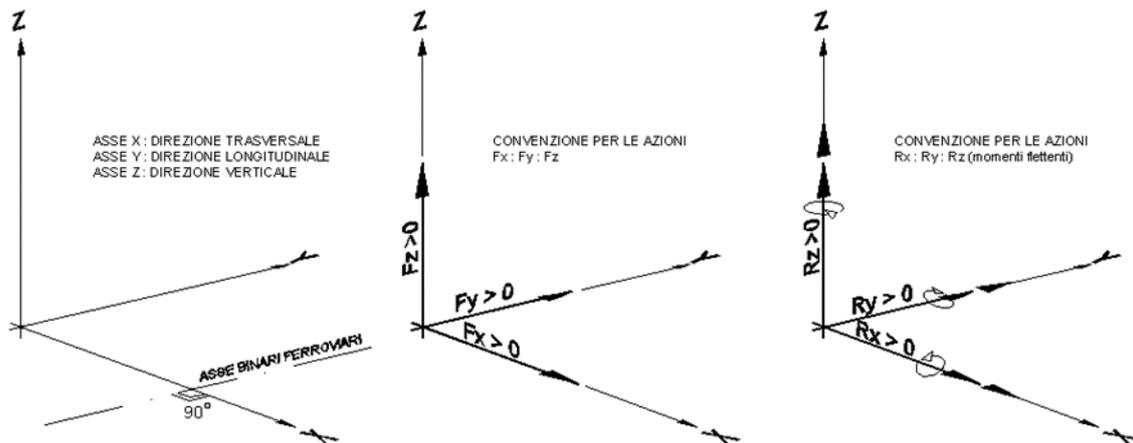
GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 48 di 68

### 14.1 Verifica del basamento di ancoraggio del palo

Si effettuano le verifiche strutturali della sezione in testa del plinto di fondazione facendo riferimento alle combinazioni di carico espresse al Cap.11. Si precisa che le sollecitazioni indicate al Cap. Cap.11 sono pertinenti alla sezione alla base del palo, pertanto, si trasporta il momento sollecitante alla sezione di verifica allo spiccato del baggio:

$$- M_{base\ del\ collo} = M_{testa} + T \cdot braccio;$$

Per il baggio oggetto di studio il braccio di trasporto risulta pari a 50 cm; si effettuano le verifiche rispetto all'asse debole e all'asse forte della sezione di calcolo.



**Sistema di riferimento considerato per la sezione**

La sezione di calcolo ha dimensioni 80x80cm ed è armata a flessione con 12Φ18. A taglio si considerano delle staffe Φ12 con spaziatura pari a 30 cm. Il copriferro netto è assunto pari a 4cm.

**ASSE XX**

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
<b>80</b>	<b>80</b>	5,2	73,9	66,5
armatura longitudinale				
nbarre	$\phi$	d	Asl	
	[mm]	[cm]	[cm <sup>2</sup> ]	
<b>4</b>	<b>18</b>	<b>6,1</b>	10,18	
<b>4</b>	<b>18,0</b>	<b>73,9</b>	10,18	
armatura a taglio				
nbracci	$\phi$	s	$\alpha$	Asw
	[mm]	[cm]	[°]	[cm <sup>2</sup> ]
<b>2</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	<b>90</b>	2,26

sollecitazioni e risultati	
SLE	SLU
M <sub>Ek</sub> <b>6,85</b> [kNm]	M <sub>Ed</sub> <b>101,85</b> [kNm]
N <sub>Ek</sub> <b>0</b> [kN]	N <sub>Ed</sub> <b>0</b> [kN]
<b>tensioni e fessure</b>	
M <sub>dec</sub> 0,0 [kNm]	
M <sub>cr</sub> 199,4 [kNm]	
y <sub>n</sub> -25,93 [cm]	
$\sigma_{c,min}$ -0,2 [MPa]	
$\sigma_{s,min}$ -1,3 [MPa]	
$\sigma_{s,max}$ 9,8 [MPa]	
<b>taglio</b>	
	V <sub>Ed</sub> <b>12,70</b> [kN]
	M <sub>Rd</sub> 288,9 [kNm]
	FS 2,84
	V <sub>Rdc</sub> 193,5 [kN]
	<b>non serve armatura a taglio</b>
	V <sub>Rds</sub> 339,9 [kN]
	V <sub>Rdmax</sub> 1756,3 [kN]
	$\theta$ 30,0 [°]
	sezione <b>duatile</b>
	a <sub>i</sub> 73,9 [cm]

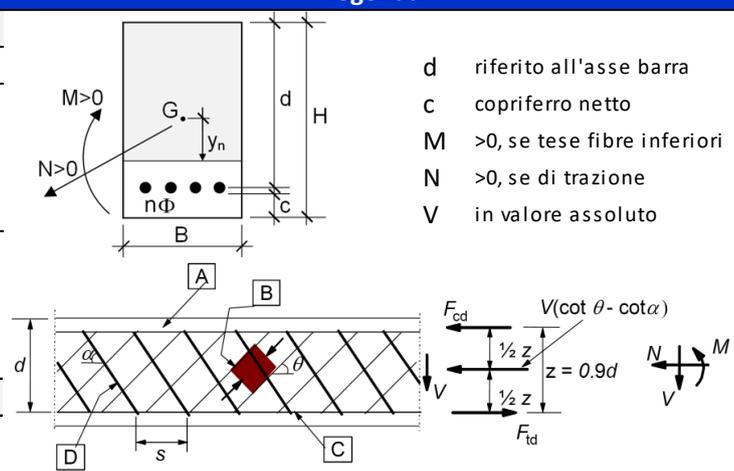
materiali		legenda	
calcestruzzo	acciaio		
R <sub>ck</sub> <b>30</b> [MPa]	f <sub>yk</sub> <b>450</b> [MPa]		d riferito all'asse barra
f <sub>ck</sub> 24,9 [MPa]	$\gamma_s$ <b>1,15</b>		c copriferro netto
$\gamma_c$ <b>1,5</b>	f <sub>yd</sub> 391,3 [MPa]		M >0, se tese fibre inferiori
$\alpha_{cc}$ <b>0,85</b>	E <sub>s</sub> <b>210000</b> [MPa]		N >0, se di trazione
f <sub>cd</sub> 14,1 [MPa]	$\epsilon_{uk}$ <b>75</b> [‰]		V in valore assoluto
v 0,540			
$\epsilon_{c2}$ <b>2,0</b> [‰]			
$\epsilon_{cu2}$ <b>3,5</b> [‰]			
$\alpha_e$ <b>15,0</b>			
k <sub>t</sub> <b>0,4</b>			
valori limite			
0,55 f <sub>ck</sub>	13,7 [MPa]		
0,75 f <sub>yk</sub>	337,5 [MPa]		
k <sub>3</sub> <b>3,4</b>			
k <sub>4</sub> <b>0,425</b>	W <sub>k,lim</sub> <b>0,2</b> [mm]		

**ASSE YY**

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
<b>80</b>	<b>80</b>	5,2	73,9	66,5
armatura longitudinale				
nbarre	$\phi$	d	Asl	
	[mm]	[cm]	[cm <sup>2</sup> ]	
<b>4</b>	<b>18</b>	<b>6,1</b>	10,18	
<b>4</b>	<b>18,0</b>	<b>73,9</b>	10,18	
armatura a taglio				
nbracci	$\phi$	s	$\alpha$	Asw
	[mm]	[cm]	[°]	[cm <sup>2</sup> ]
<b>2</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	<b>90</b>	2,26

sollecitazioni e risultati	
SLE	SLU
M <sub>E</sub> k	<b>2,60</b> [kNm]
N <sub>E</sub> k	<b>0</b> [kN]
tensioni e fessure	
M <sub>dec</sub>	0,0 [kNm]
M <sub>cr</sub>	199,4 [kNm]
y <sub>n</sub>	-25,93 [cm]
$\sigma_{c,min}$	-0,1 [MPa]
$\sigma_{s,min}$	-0,5 [MPa]
$\sigma_{s,max}$	3,7 [MPa]
k <sub>2</sub>	0,5
$\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$	- [%]
S <sub>r,max</sub>	- [cm]
w <sub>k</sub>	- [mm]
M <sub>Ed</sub>	<b>20,30</b> [kNm]
N <sub>Ed</sub>	<b>0</b> [kN]
V <sub>Ed</sub>	<b>4,60</b> [kN]
M <sub>Rd</sub>	288,9 [kNm]
FS	14,23
taglio	
V <sub>Rdc</sub>	193,5 [kN]
non serve armatura a taglio	
V <sub>Rds</sub>	339,9 [kN]
V <sub>Rdmax</sub>	1756,3 [kN]
$\theta$	30,0 [°]
sezione duttile	
a <sub>i</sub>	73,9 [cm]

materiali		legenda	
calcestruzzo	acciaio		
R <sub>ck</sub>	<b>30</b> [MPa]	f <sub>yk</sub>	<b>450</b> [MPa]
f <sub>ck</sub>	24,9 [MPa]	$\gamma_s$	<b>1,15</b>
$\gamma_c$	<b>1,5</b>	f <sub>yd</sub>	391,3 [MPa]
$\alpha_{cc}$	<b>0,85</b>	E <sub>s</sub>	<b>210000</b> [MPa]
f <sub>cd</sub>	14,1 [MPa]	$\epsilon_{uk}$	<b>75</b> [%]
$\nu$	0,540		
$\epsilon_{c2}$	<b>2,0</b> [%]		
$\epsilon_{cu2}$	<b>3,5</b> [%]		
$\alpha_e$	<b>15,0</b>		
k <sub>t</sub>	<b>0,4</b>		
k <sub>1</sub>	<b>0,8</b>		
k <sub>3</sub>	<b>3,4</b>		
k <sub>4</sub>	<b>0,425</b>		
valori limite			
0,55 f <sub>ck</sub>	13,7 [MPa]		
0,75 f <sub>yk</sub>	337,5 [MPa]		
w <sub>k,lim</sub>	<b>0,2</b> [mm]		



d riferito all'asse barra

c copriferro netto

M >0, se tese fibre inferiori

N >0, se di trazione

V in valore assoluto

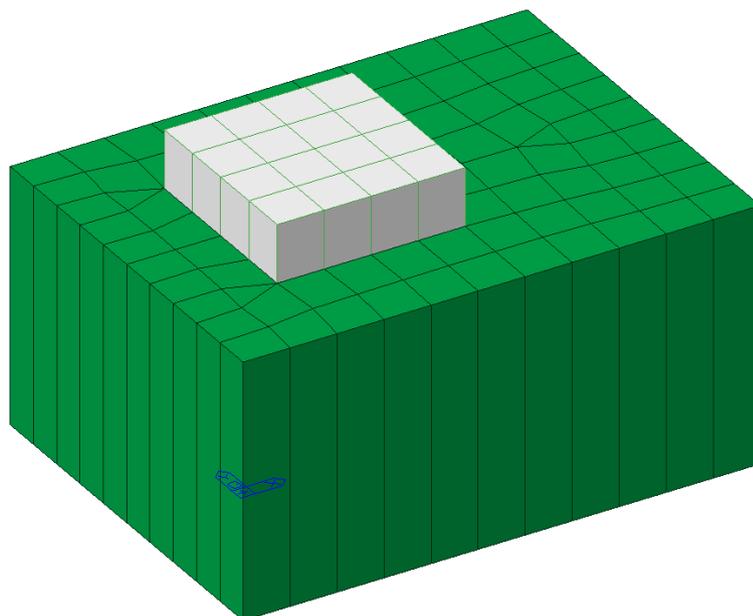
GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 51 di 68

## 15. ANALISI STRUTTURALE BASAMENTO PER PALO LSU14a – PICCHETTO

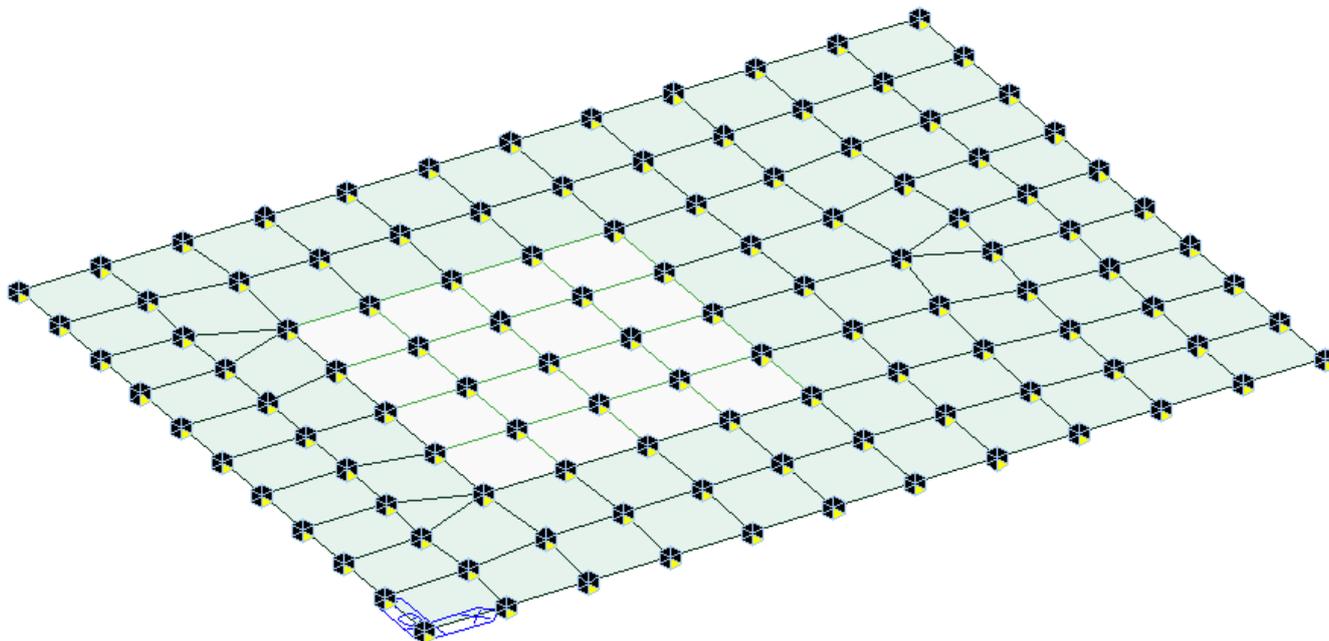
L'analisi per valutare il comportamento degli elementi strutturali previsti a progetto è stata eseguita sviluppando un modello ad elementi finiti tridimensionale con il software di calcolo MIDAS GEN. Sono stati utilizzati elementi di tipo bidimensionali "plate". Nel seguito sono mostrate le caratteristiche del modello di calcolo (i.e. geometria, vincoli e azioni interne / pressioni al suolo). La geometria rispecchia quella descritta nell'elaborato grafico di progetto. I vincoli applicati sono rigidi in direzione orizzontali, mentre nella direzione verticale l'interazione suolo – struttura viene modellato per mezzo di un suolo alla Winkler, ovvero tramite molle lineari reagenti alla sola compressione. La rigidità in termini di costante di sottofondo è determinata in accordo con la Teoria e tecnica delle strutture di Pietro Pozzati – rif Tabella 5. La rigidità delle molle viene assunta, coerentemente con le caratteristiche del terreno, pari a 30000kN/mc.

TERRENO	COSTANTE DI SOTTOFONDO [Kg/cm <sup>3</sup> ]
Torba leggera	0.6 ~1.2
Torba pesante	1.2 ~1.8
Terra vegetale	1.0 ~1.5
Depositi recenti	1.0 ~2.0
Sabbia di mare fina	1.5 ~2.0
Sabbia poco coerente	2.0 ~4.0
Terra molto umida	2.0 ~3.5
Terra poco umida	3.0 ~6.0
Terra secca	5.0 ~10.0
Argilla con sabbia	8.0 ~10.0
Argilla grassa	10.0 ~12.0
Sabbia compatta	8.0 ~15.0
Ghiaia con sabbia	10.0 ~25.0
Ghiaia compatta	20.0 ~30.0

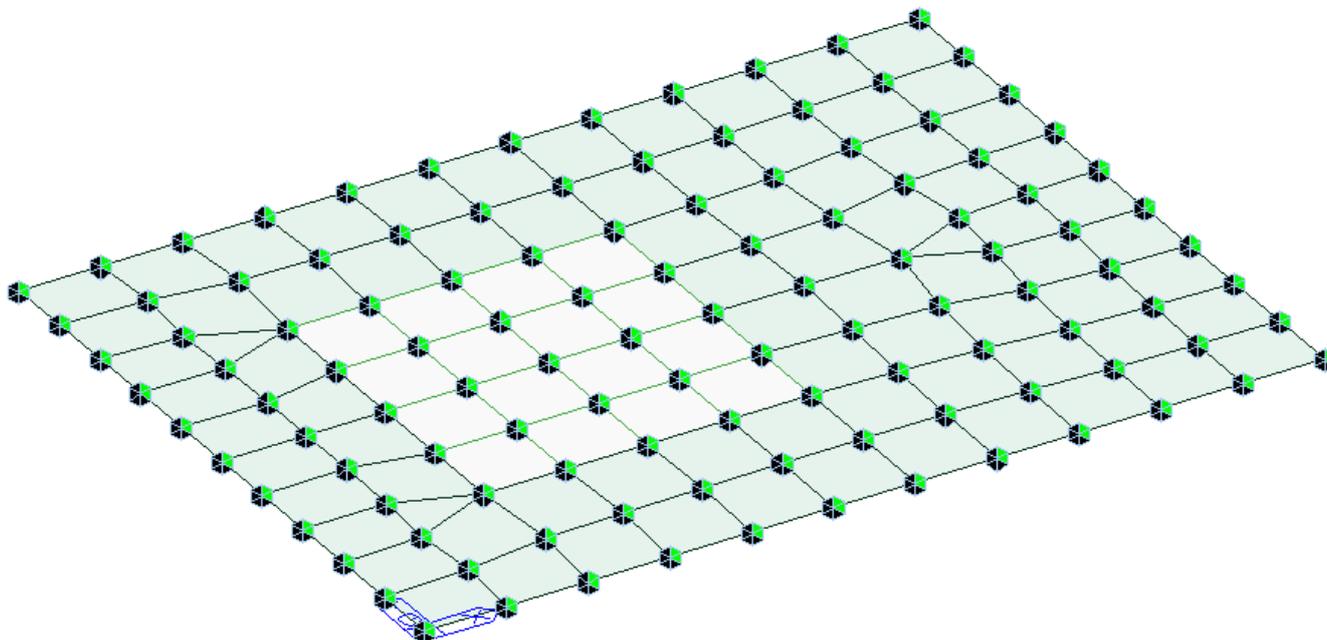
Tabella 6: Valori di costante di sottofondo, Pozzati



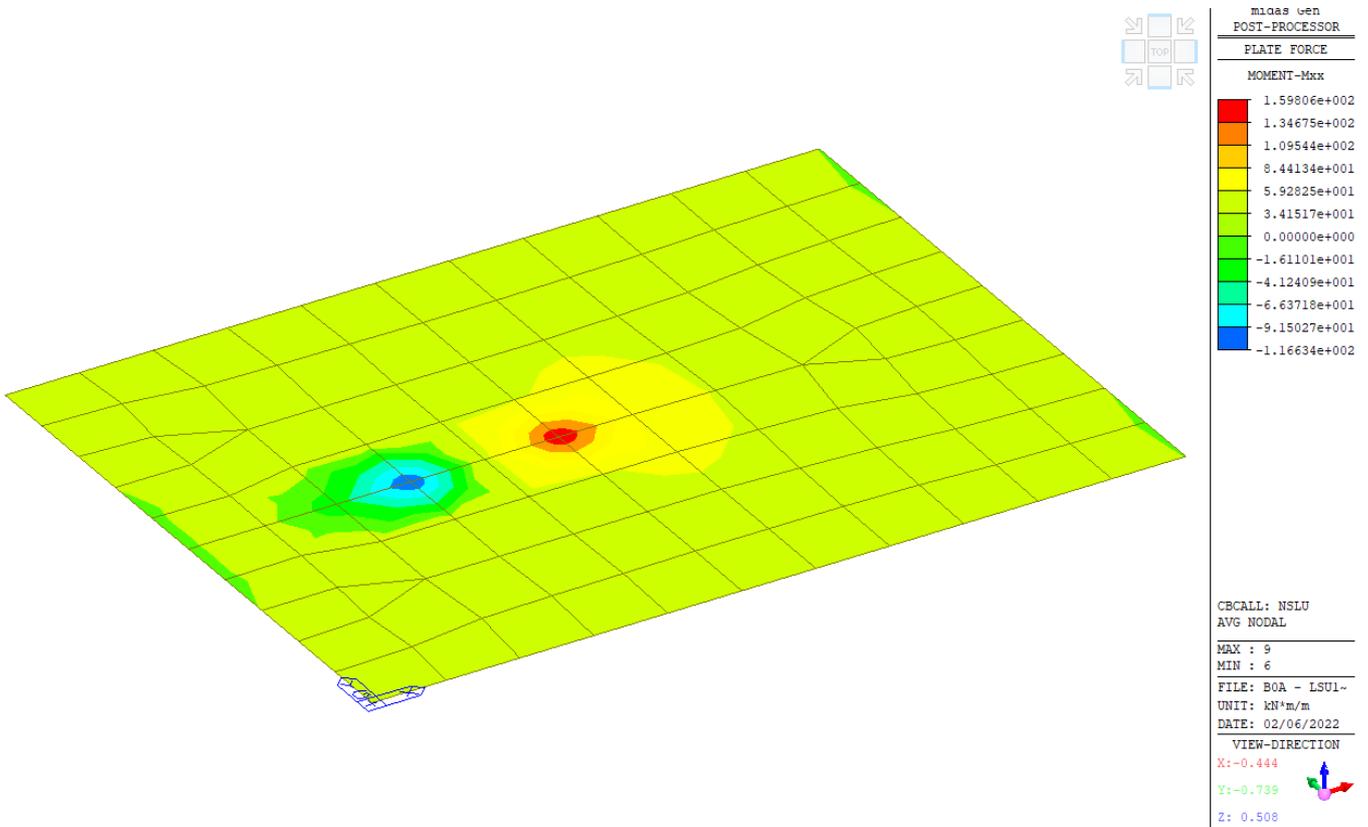
Vista modello FEM 3D



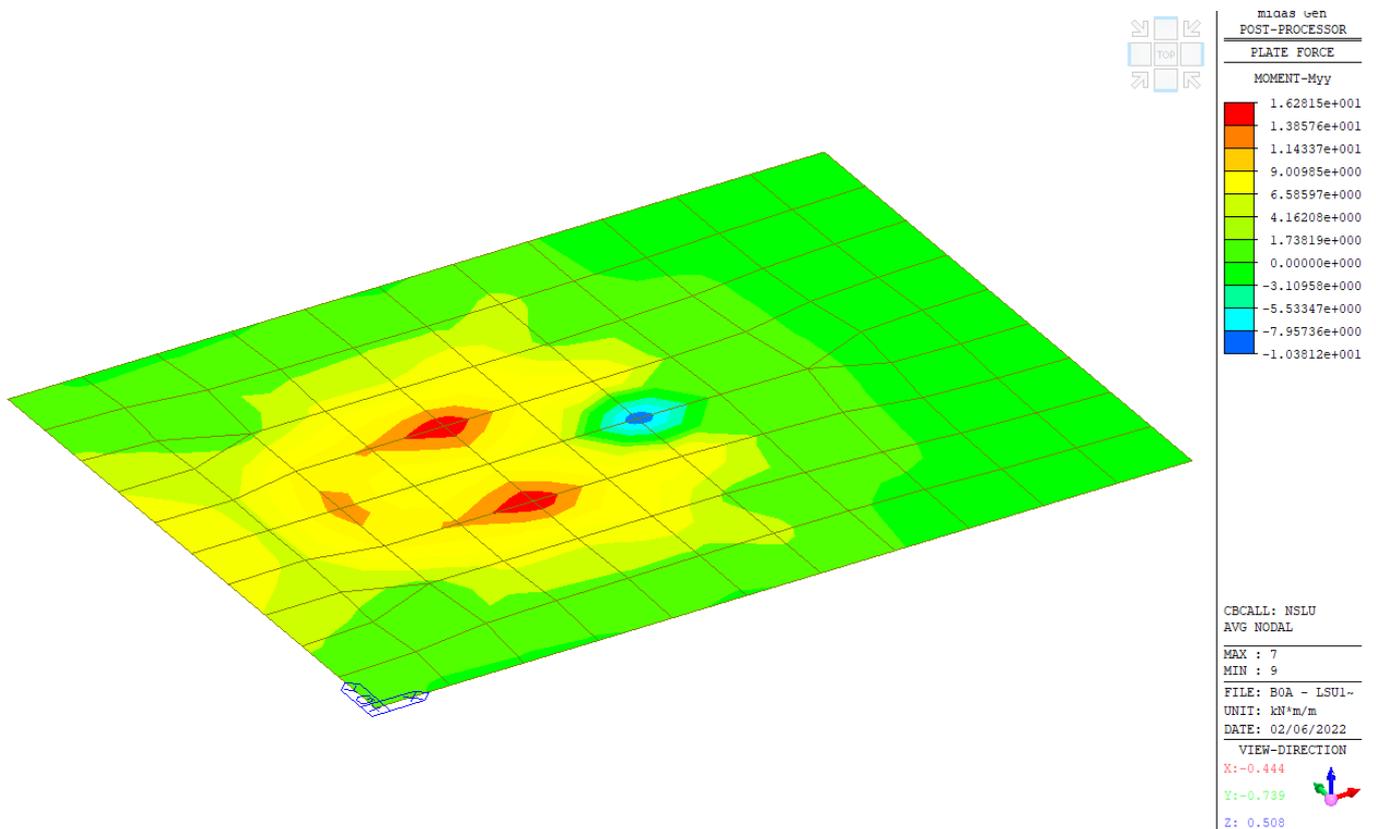
*Vista modello FEM – molle lineari*



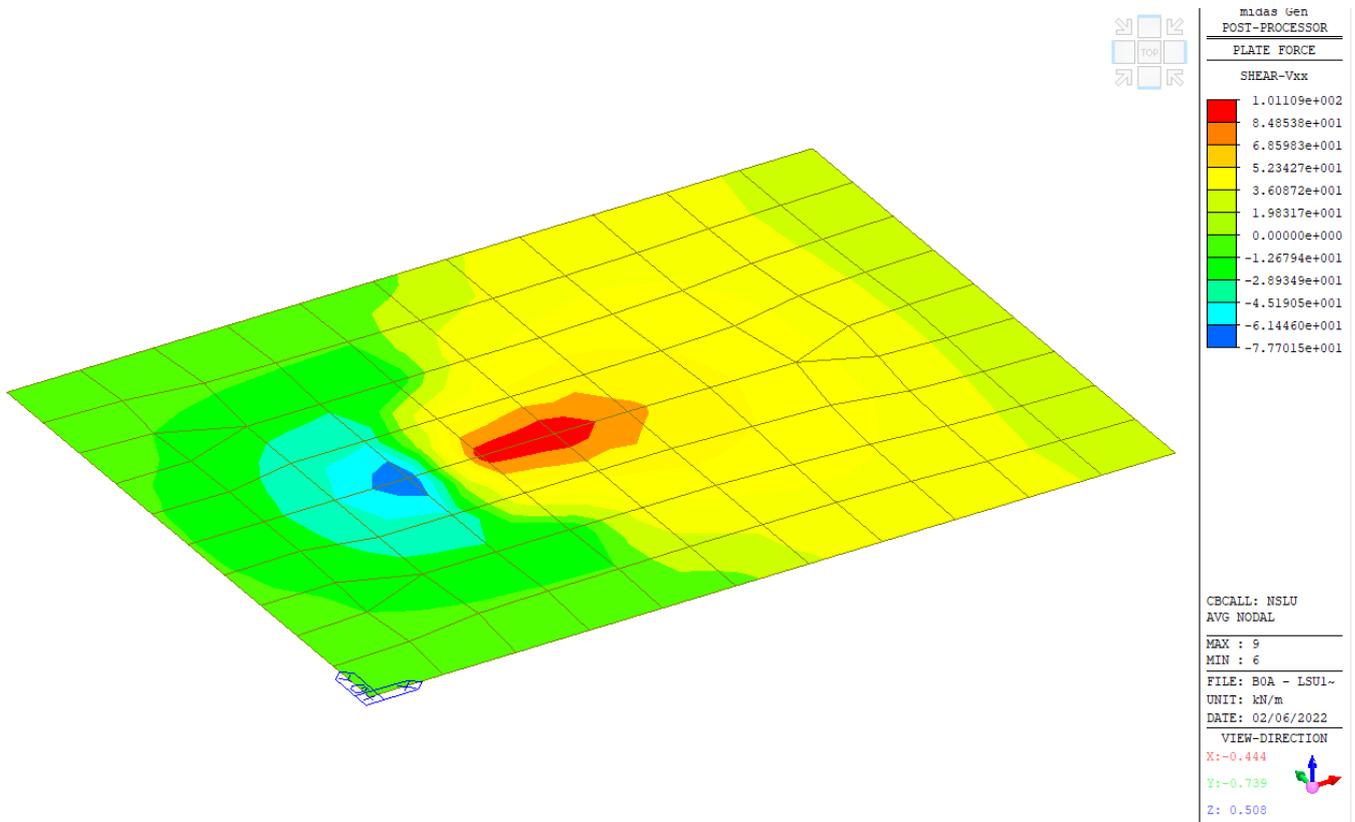
*Vista modello FEM – vincoli fissi nelle direzioni orizzontali*



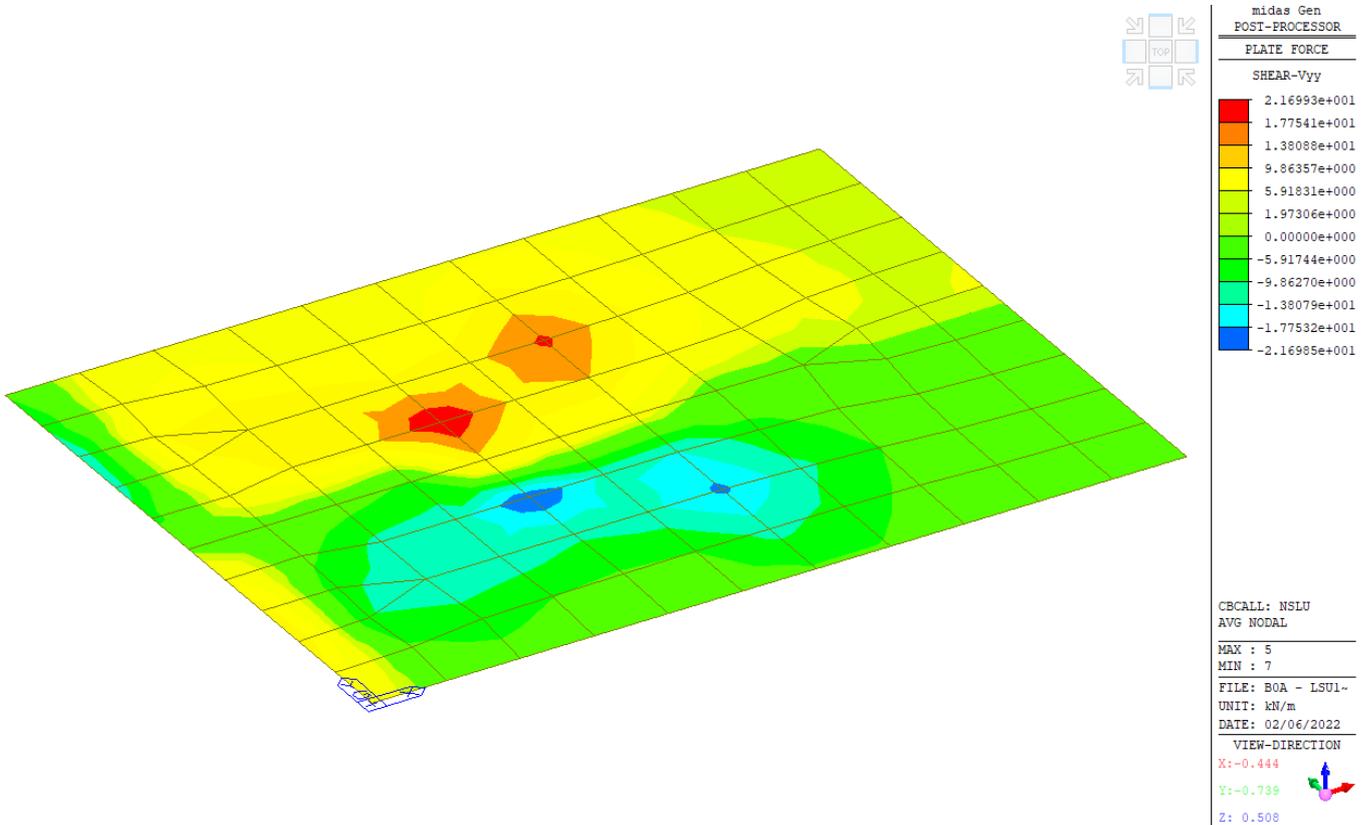
**Inviluppo combinazioni SLU – Azione flettente Mxx (inviluppo in valore assoluto)**



**Inviluppo combinazioni SLU – Azione flettente Myy (inviluppo in valore assoluto)**



**Inviluppo combinazioni SLU – Azione tagliante Vxx (inviluppo in valore assoluto)**



**Inviluppo combinazioni SLU – Azione tagliante Vyy (inviluppo in valore assoluto)**

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 55 di 68	

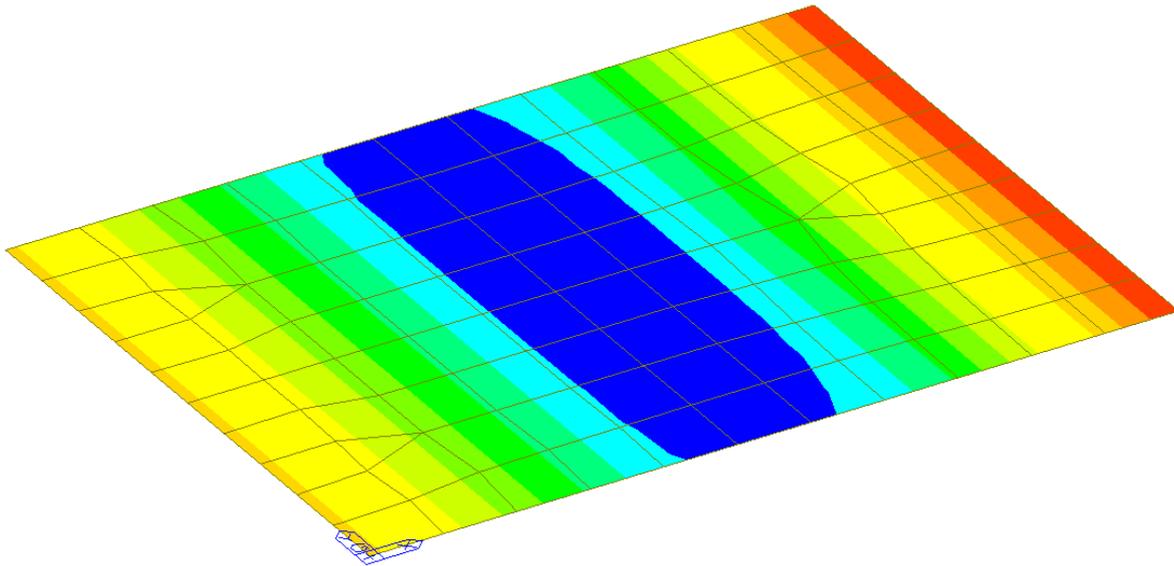


midas Gen  
POST-PROCESSOR  
SOIL PRESSURE

PZ

-3.61861e+001
-4.38683e+001
-5.15504e+001
-5.92326e+001
-6.69148e+001
-7.45970e+001
-8.22792e+001
-8.99614e+001
-9.76436e+001
-1.05326e+002
-1.13008e+002
-1.20690e+002

CBCMAX: NSLU  
MAX : 7  
MIN : 2  
FILE: B0A - LSU1-  
UNIT: kN/m^2  
DATE: 02/06/2022  
VIEW-DIRECTION  
X: -0.444  
Y: -0.739  
Z: 0.508

**Inviluppo combinazioni SLU – Massima pressione al suolo (massima in senso algebrico)**

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 56 di 68

## 16. VERIFICHE GEOTECNICHE

### 16.1 Sollecitazioni intradosso fondazioni LSU14 – B0a picchetto

Di seguito si riassumono per ciascuna combinazione di carico le sollecitazioni valutate alla base dei pali.

carico	Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kN*m)	MY (kN*m)
*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
A	1	0.89	-	-8.62	-	-1.67
A	2	0.54	-	-8.62	-	-3.09
B-SLU	3	8.83	-	-8.61	-	56.79
B-SLU	4	-8.43	-	-8.61	-	-47.96
B-SLU	5	0.60	2.87	-8.61	9.20	-3.92
B-SLU	6	0.60	-2.87	-8.61	-9.20	-3.92
B-SLU	7	7.86	1.35	-8.61	4.32	49.63
B-SLU	8	-7.46	-1.35	-8.61	-4.32	-40.80
B-SLU	9	7.86	-1.35	-8.61	-4.32	49.63
B-SLU	10	-7.46	1.35	-8.61	4.32	-40.80
B-SLU	11	5.61	-	-8.61	-	32.79
B-SLU	12	-5.14	-	-8.61	-	-23.67
B-SLU	13	0.67	1.72	-8.61	5.52	-3.63
B-SLU	14	0.67	-1.72	-8.61	-5.52	-3.63
B-SLU	15	5.03	0.81	-8.61	2.59	28.48
B-SLU	16	-4.55	-0.81	-8.61	-2.59	-19.36
B-SLU	17	5.03	-0.81	-8.61	-2.59	28.48
B-SLU	18	-4.55	0.81	-8.61	2.59	-19.36
B-SLU	19	8.55	-	-8.61	-	55.65
B-SLU	20	-8.71	-	-8.61	-	-49.10
B-SLU	21	0.32	2.87	-8.61	9.20	-5.06
B-SLU	22	0.32	-2.87	-8.61	-9.20	-5.06
B-SLU	23	7.58	1.35	-8.61	4.32	48.49
B-SLU	24	-7.74	-1.35	-8.61	-4.32	-41.94
B-SLU	25	7.58	-1.35	-8.61	-4.32	48.49
B-SLU	26	-7.74	1.35	-8.61	4.32	-41.94
B-SLU	27	5.26	-	-8.61	-	31.37
B-SLU	28	-5.49	-	-8.61	-	-25.10
B-SLU	29	0.32	1.72	-8.61	5.52	-5.06
B-SLU	30	0.32	-1.72	-8.61	-5.52	-5.06
B-SLU	31	4.68	0.81	-8.61	2.59	27.06
B-SLU	32	-4.90	-0.81	-8.61	-2.59	-20.79
B-SLU	33	4.68	-0.81	-8.61	-2.59	27.06
B-SLU	34	-4.90	0.81	-8.61	2.59	-20.79
D-SLU	35	13.05	-	-8.60	-	97.43
D-SLU	36	-12.97	-	-8.60	-	-86.41
D-SLU	37	0.46	2.50	-8.60	7.25	-0.05
D-SLU	38	0.46	-2.50	-8.60	-7.25	-0.05



carico	Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kN*m)	MY (kN*m)
*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
D-SLU	39	11.56	1.17	-8.60	3.41	85.93
D-SLU	40	-11.48	-1.17	-8.60	-3.41	-74.91
D-SLU	41	11.56	-1.17	-8.60	-3.41	85.93
D-SLU	42	-11.48	1.17	-8.60	3.41	-74.91
D-SLU	43	9.75	-	-8.60	-	78.24
D-SLU	44	-9.67	-	-8.60	-	-62.15
D-SLU	45	0.46	1.50	-8.60	4.35	5.09
D-SLU	46	0.46	-1.50	-8.60	-4.35	5.09
D-SLU	47	8.65	0.70	-8.60	2.04	69.59
D-SLU	48	-8.57	-0.70	-8.60	-2.04	-53.49
D-SLU	49	8.65	-0.70	-8.60	-2.04	69.59
D-SLU	50	-8.57	0.70	-8.60	2.04	-53.49
D-SLU	51	8.08	-	-8.60	-	58.73
D-SLU	52	-7.93	-	-8.60	-	-47.42
D-SLU	53	0.53	1.50	-8.60	4.35	0.24
D-SLU	54	0.53	-1.50	-8.60	-4.35	0.24
D-SLU	55	7.19	0.70	-8.60	2.04	51.81
D-SLU	56	-7.04	-0.70	-8.60	-2.04	-40.50
D-SLU	57	7.19	-0.70	-8.60	-2.04	51.81
D-SLU	58	-7.04	0.70	-8.60	2.04	-40.50
D-SLU	59	12.77	-	-8.60	-	96.29
D-SLU	60	-13.24	-	-8.60	-	-87.55
D-SLU	61	0.18	2.50	-8.60	7.25	-1.19
D-SLU	62	0.18	-2.50	-8.60	-7.25	-1.19
D-SLU	63	11.28	1.17	-8.60	3.41	84.79
D-SLU	64	-11.76	-1.17	-8.60	-3.41	-76.05
D-SLU	65	11.28	-1.17	-8.60	-3.41	84.79
D-SLU	66	-11.76	1.17	-8.60	3.41	-76.05
D-SLU	67	9.47	-	-8.60	-	77.10
D-SLU	68	-9.95	-	-8.60	-	-63.29
D-SLU	69	0.18	1.50	-8.60	4.35	3.95
D-SLU	70	0.18	-1.50	-8.60	-4.35	3.95
D-SLU	71	8.37	0.70	-8.60	2.04	68.44
D-SLU	72	-8.85	-0.70	-8.60	-2.04	-54.63
D-SLU	73	8.37	-0.70	-8.60	-2.04	68.44
D-SLU	74	-8.85	0.70	-8.60	2.04	-54.63
D-SLU	75	7.74	-	-8.60	-	57.30
D-SLU	76	-8.28	-	-8.60	-	-48.85
D-SLU	77	0.18	1.50	-8.60	4.35	-1.19
D-SLU	78	0.18	-1.50	-8.60	-4.35	-1.19
D-SLU	79	6.84	0.70	-8.60	2.04	50.38
D-SLU	80	-7.39	-0.70	-8.60	-2.04	-41.93

carico	Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kN*m)	MY (kN*m)
*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
D-SLU	81	6.84	-0.70	-8.60	-2.04	50.38
D-SLU	82	-7.39	0.70	-8.60	2.04	-41.93
F	83	-4.54	-	-7.63	-	-28.08
G - SLEp	84	0.38	-	-8.61	-	-4.51
S-SLV	85	4.63	1.35	-8.61	4.83	20.77
S-SLV	86	-4.40	1.35	-8.61	4.83	-15.00
S-SLV	87	4.63	-1.35	-8.61	-4.83	20.77
S-SLV	88	-4.40	-1.35	-8.61	-4.83	-15.00
S-SLV	89	1.47	4.51	-8.61	16.11	-0.62
S-SLV	90	-1.24	4.51	-8.61	16.11	-18.96
S-SLV	91	1.47	-4.51	-8.61	-16.11	-0.62
S-SLV	92	-1.24	-4.51	-8.61	-16.11	-18.96

Il plinto di fondazione e il torrino di appoggio per il palo:

carico	Load	B (m)	L (m)	H (m)	V (m <sup>3</sup> )	P (kN)
*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
plinto	1	2.2	1.65	1.10	3.99	99.83
torrino	2	0.8	0.8	0.5	0.32	8.00
carico	Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kN*m)	MY (kN*m)
*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
plinto	1	0	0	99.8	0	0
appoggio	1	0	0	8.0	2.40	0

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 59 di 68

Vengono selezionate le combinazioni, trasportate ad intradosso fondazione, che massimizzano le varie sollecitazioni.

carico	Load	Fx (kN) kN	Fy (kN) kN	Fz (kN) kN	Mx kNm	My kNm
D-SLU	35	<b>13.0</b>	0.0	116.43	0.0	97.4
D-SLU	60	<b>-13.2</b>	0.0	116.43	0.0	<b>-87.6</b>
B-SLU	5	0.6	<b>-2.9</b>	116.43	9.2	-3.9
B-SLU	6	0.6	<b>2.9</b>	116.43	-9.2	-3.9
D-SLU	35	13.0	0.0	<b>116.43</b>	0.0	97.4
B-SLU	3	8.8	0.0	<b>116.43</b>	0.0	56.8
B-SLU	5	0.6	-2.9	116.43	<b>9.2</b>	-3.9
B-SLU	6	0.6	2.9	116.43	<b>-9.2</b>	-3.9
D-SLU	35	13.0	0.0	116.43	0.0	<b>97.4</b>
D-SLU	60	-13.2	0.0	116.43	0.0	<b>-87.6</b>

carico	Load	Fx (kN) kN	Fy (kN) kN	Fz (kN) kN	Mx kNm	My kNm
S-SLV	85	<b>4.6</b>	-1.4	116.43	4.8	46.1
S-SLV	86	<b>-4.4</b>	-1.4	116.43	4.8	-15.0
S-SLV	89	1.5	<b>-4.5</b>	116.43	16.1	24.7
S-SLV	91	1.5	<b>4.5</b>	116.43	-16.1	24.7
S-SLV	85	4.6	-1.4	<b>116.43</b>	4.8	46.1
S-SLV	85	4.6	-1.4	<b>116.43</b>	4.8	46.1
S-SLV	89	1.5	-4.5	116.43	<b>16.1</b>	24.7
S-SLV	91	1.5	4.5	116.43	<b>-16.1</b>	24.7
S-SLV	85	4.6	-1.4	116.43	4.8	<b>46.1</b>
S-SLV	86	-4.4	-1.4	116.43	4.8	<b>-15.0</b>

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  <b>IRICAV2</b>	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	Progetto IN17    Lotto 10    Codifica Documento EI2CLOC0000001    Rev. B    Foglio 60 di 68

### 16.2 Verifica di capacità portante e scorrimento B0a picchetto - SLU

In condizioni statiche le sollecitazioni più sfavorevoli si riferiscono alla combinazione di carico:

Carico	Load	N (kN)	M <sub>B</sub> (kNm)	M <sub>L</sub> (kNm)	T <sub>B</sub> (kN)	T <sub>L</sub> (kN)
D-SLU	35	116.4	97.4	-	13.0	-

Nella valutazione della resistenza limite in condizioni drenate si trascura il termine funzione della coesione. Il termine R<sub>d</sub> di confronto – riferito alla capacità portante e alla resistenza allo scorrimento - è ridotto secondo il fattore  $\gamma_R$  di normativa; la verifica è soddisfatta se rispetta la disuguaglianza.

Parametri geotecnici					COEFFICIENTI RIDUTTIVI DA NORMATIA			
C <sub>u,k</sub>	$\varphi'_k$	$\gamma$	$\gamma_1$	C <sub>k</sub>	M		R	
[kPa]	[°]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	$\gamma_\varphi$	$\gamma_{c'k}$	$\gamma_{cp}$	$\gamma_s$
70	28	19	19	5	1	1	2.3	1.1

Sollecitazioni agenti					q
N	M <sub>B</sub>	M <sub>L</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>L</sub>	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
116.4	97.4	0.0	13.0	0.0	20.9

Geometria della fondazione								
B	L	D	e <sub>B</sub>	e <sub>L</sub>	B'	L'	z <sub>w</sub>	$\gamma_2$
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]
2.2	1.65	1.10	0.84	0.00	0.53	1.65	0.00	9.00

CAPACITA' PORTANTE							
VERIFICA DI BREVE TERMINE - CONDIZIONI NON DRENATE							
C <sub>u,d</sub>	S <sub>cB</sub>	S <sub>cL</sub>	i <sub>cB</sub>	i <sub>cL</sub>	m <sub>B</sub>	m <sub>L</sub>	N <sub>c</sub>
[kPa]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
70.0	1.064	1.064	0.927	1.000	1.758	1.242	5.14
CAPACITA' PORTANTE - dir B				CAPACITA' PORTANTE - dir L			
q <sub>lim</sub> [kPa]		163.33		q <sub>lim</sub>		175.55	
R <sub>d</sub> [kN]		141.8		R <sub>d</sub>		152.4	
R <sub>d</sub> /N		1.22		R <sub>d</sub> /N		1.31	

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  <b>IFICAV2</b>	<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	Progetto IN17    Lotto 10    Codifica Documento EI2CLOC0000001    Rev. B    Foglio 61 di 68

VERIFICA DI LUNGO TERMINE - CONDIZIONI DRENATE								
$\varphi'_d$	Nq	N $\gamma$	sq	s $\gamma$	$i_{q,B}$	$i_{\gamma,B}$	$i_{q,L}$	$i_{\gamma,L}$
[°]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
28.0	14.7	10.94	1.170	0.872	0.823	0.737	1.000	1.000
<b>CAPACITA' PORTANTE - dir B</b>			<b>CAPACITA' PORTANTE - dir L</b>					
qlim [kPa]		136.04	qlim [kPa]		166.27			
Rd [kN]		118.1	Rd [kN]		144.3804			
Rd/N		1.01	Rd/N		1.24			
(*) fattori affondamento unitari								

SCORRIMENTO						
	$c_{u,d}$	B'	L'	Rd	T	
	[kPa]	[m]	[m]	[kN]	kN	
B	70.0	0.53	1.65	55.3	13.0	OK
L				55.3	0.0	#DIV/0!

Verifica scorrimento				
	Ntan $\phi'$	Ntan $\phi'$ /T <sub>B</sub>	Ntan $\phi'$ /T <sub>L</sub>	
	[kPa]	[-]	[-]	
	56	4	-	OK

### 16.3 Verifica a ribaltamento

Nel seguito sono riportate le verifiche all'equilibrio limite di ribaltamento:

	Mrib	Mstab	
Contributo PALO	85.57		
Contributo PLINTO	-	109.81	
Contributo BAGGIOLO	-	6.40	
	85.57	- 104.59	Rib. OK
			1.22

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  <b>IRICAV2</b>		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 62 di 68

#### 16.4 Verifica di capacità portante e scorrimento B0a picchetto - SLV

In presenza di sisma le sollecitazioni più sfavorevoli si riferiscono alla combinazione di carico:

Carico	Load	N (kN)	M <sub>B</sub> (kNm)	M <sub>L</sub> (kNm)	T <sub>B</sub> (kN)	T <sub>L</sub> (kN)
S-SLV	85	116.4	46.1	4.8	4.6	1.35

Nella valutazione della resistenza limite in condizioni drenate si trascura il termine funzione della coesione. Il termine R<sub>d</sub> di confronto – riferito alla capacità portante e alla resistenza allo scorrimento - è ridotto secondo il fattore  $\gamma_R$  di normativa; la verifica è soddisfatta se rispetta la disuguaglianza.

Parametri geotecnici					COEFFICIENTI RIDUTTIVI DA NORMATIA			
c <sub>u,k</sub>	$\varphi'_k$	$\gamma$	$\gamma_1$	c <sub>k</sub>	M		R	
[kPa]	[°]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	$\gamma_\varphi$	$\gamma_{c'k}$	$\gamma_{cp}$	$\gamma_s$
70	28	19	19	5	1	1	2.3	1.1

Sollecitazioni agenti						
N	M <sub>B</sub>	M <sub>L</sub>	T <sub>B</sub>	T <sub>L</sub>	q	A'
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[m <sup>2</sup> ]
116.4	46.1	4.8	4.6	1.35	20.9	2.21

Geometria della fondazione								
B	L	D	e <sub>B</sub>	e <sub>L</sub>	B'	L'	z <sub>w</sub>	$\gamma_2$
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/m <sup>3</sup> ]
2.20	1.65	1.1	0.40	0.04	1.41	1.57	0.00	9.00

Parametri sismici				
I <sub>max</sub> /g	S <sub>s</sub>	S <sub>t</sub>	$\beta_m$	K <sub>n</sub>
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
0.173	1.45	1.0	0.31	0.078

<b>VERIFICA DI BREVE TERMINE - CONDIZIONI NON DRENATE - SISMA</b>							
---	--	--	--	--	--	--	--

c <sub>u,d</sub>	s <sub>CB</sub>	s <sub>CL</sub>	i <sub>CB</sub>	i <sub>CL</sub>	m <sub>B</sub>	m <sub>L</sub>	N <sub>c</sub>
[kPa]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
70.0	1.180	1.180	0.991	0.997	1.527	1.473	5.14

CAPACITA' PORTANTE - dir B		CAPACITA' PORTANTE - dir L	
q <sub>lim</sub> [kPa]	187.50	q <sub>lim</sub>	188.65
R <sub>d</sub> [kN]	413.6	R <sub>d</sub>	416.1
R <sub>d</sub> /N	3.55	R <sub>d</sub> /N	3.57

GENERAL CONTRACTOR  <b>IRICAV2</b>	ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE					
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Progetto IN17</td> <td style="width: 15%;">Lotto 10</td> <td style="width: 30%;">Codifica Documento EI2CLOC0000001</td> <td style="width: 10%;">Rev. B</td> <td style="width: 15%;">Foglio 63 di 68</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 63 di 68
Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 63 di 68		

<b>VERIFICA DI LUNGO TERMINE - CONDIZIONI DRENATE - SISMA</b>			
zq	zγ	zc	kh
[-]	[-]	[-]	[-]
0.854	0.854	0.975	0.078

$\varphi'_d$	Nq	Nγ	sq	sγ	$i_{q,B}$	$i_{\gamma,B}$	$i_{q,L}$	$i_{\gamma,L}$
[°]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
28.0	14.7	10.94	1.478	0.641	0.949	0.917	0.985	0.976

<b>CAPACITA' PORTANTE - dir B</b>		<b>CAPACITA' PORTANTE - dir L</b>	
qlim [kPa]	175.32	qlim [kPa]	182.46
Rd [kN]	386.7	Rd [kN]	402.4809
Rd/N	3.32	Rd/N	3.46

<b>SCORRIMENTO</b>						
	$c_{u,d}$	B'	L'	Rd	T	
	[kPa]	[m]	[m]	[kN]	kN	
B	70.0	1.41	1.57	140.4	4.6	<b>OK</b>
L				140.4	1.35	<b>OK</b>

<b>Verifica scorrimento</b>		
$N \tan \phi'$	$N \tan \phi' / T_B$	$N \tan \phi' / T_L$
[kPa]	[-]	[-]
56	12	42
<b>OK</b>		

### 16.5 Verifica a ribaltamento

Riguardo le verifiche a ribaltamento si rimanda a quanto esposto nel § 16.3 essendo le condizioni di carico più gravose.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b>  <b>IRICAV2</b>		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a		Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 64 di 68

## 17. VERIFICHE STRUTTURALI B0a picchetto

Il basamento è armato con barre  $\varnothing 12/20\text{cm}$  superiori ed inferiori in direzione longitudinale (direzione y), mentre in senso trasversale (direzione x) sono presenti barre  $\varnothing 12/20\text{cm}$  superiormente ed inferiormente. Nel seguito si mostrano le verifiche a flessione e taglio lungo le due direzioni. In favore di sicurezza si adotta l'altezza minore del plinto. Il calcolo della fessurazione si effettua in combinazione rara, e la sezione non risulta fessurata.

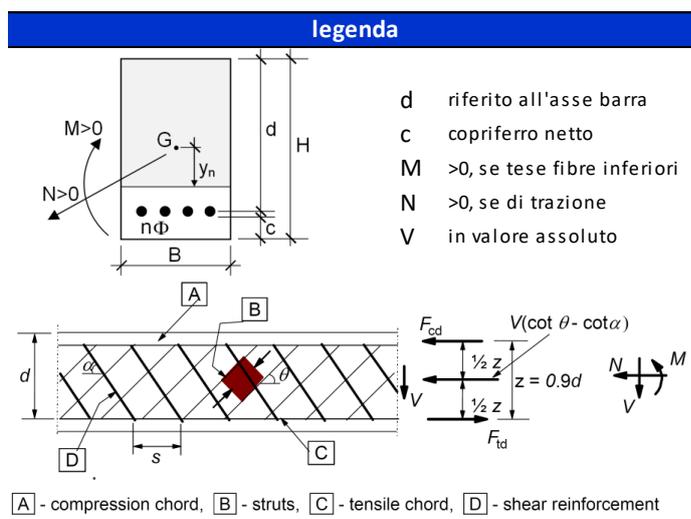
### DIREZIONE XX

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
100	110	5.0	104.4	94.0
armatura longitudinale				
nbarre	$\phi$	d	Asl	
	[mm]	[cm]	[cm <sup>2</sup> ]	
5	12	6.0	5.65	
5	12	104.4	5.65	
armatura a taglio				
nbracci	$\phi$	s	$\alpha$	Asw
	[mm]	[cm]	[°]	[cm <sup>2</sup> ]
0	8	25	90	0.00

98.4

sollecitazioni e risultati	
SLE	SLU
MEk <b>125.00</b> [kNm]	MEd <b>160.00</b> [kNm]
NEk <b>0</b> [kN]	NEd <b>0</b> [kN]
<b>tensioni e fessure</b>	
Mdec 0.0 [kNm]	
Mcr 444.8 [kNm]	
<b>presso-flessione</b>	
	MRd 235.4 [kNm]
	FS 1.47
<b>taglio</b>	
	VRdc 314.3 [kN]
	<b>non serve armatura a taglio</b>
	VRds <b>0.0</b> [kN]
	VRdmax 3101.4 [kN]
	$\theta$ 30.0 [°]
	sezione duttile
	al 104.4 [cm]

materiali			
calcestruzzo		acciaio	
Rck	<b>30</b> [MPa]	f <sub>yk</sub>	<b>450</b> [MPa]
f <sub>ck</sub>	24.9 [MPa]	$\gamma_s$	<b>1.15</b>
$\gamma_c$	<b>1.5</b>	f <sub>yd</sub>	391.3 [MPa]
$\alpha_{cc}$	<b>0.85</b>	E <sub>s</sub>	<b>200000</b> [MPa]
f <sub>cd</sub>	14.1 [MPa]	$\epsilon_{uk}$	<b>75</b> [‰]
$\nu$	0.540		
$\epsilon_{c2}$	<b>2.0</b> [‰]		
$\epsilon_{cu2}$	<b>3.5</b> [‰]		
$\alpha_e$	<b>15.0</b>		
k <sub>t</sub>	<b>0.4</b>		
		valori limite	
k <sub>1</sub>	<b>0.8</b>	0,55 f <sub>ck</sub>	13.7 [MPa]
k <sub>3</sub>	<b>3.4</b>	0,75 f <sub>yk</sub>	337.5 [MPa]
k <sub>4</sub>	<b>0.425</b>	w <sub>k,lim</sub>	<b>0.2</b> [mm]



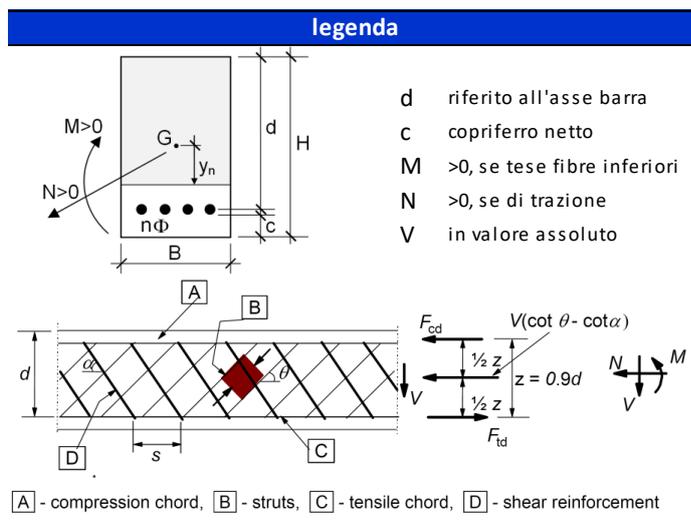
**DIREZIONE YY**

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
100	110	5.0	104.4	94.0
armatura longitudinale				
nbarre	$\phi$	d	$A_{sI}$	
	[mm]	[cm]	[cm <sup>2</sup> ]	
5	12	6.0	5.65	
5	12	104.4	5.65	
armatura a taglio				
nbracci	$\phi$	s	$\alpha$	$A_{sw}$
	[mm]	[cm]	[°]	[cm <sup>2</sup> ]
0	8	25	90	0.00

98.4

sollecitazioni e risultati	
SLE	SLU
$M_{Ek}$ 16 [kNm]	$M_{Ed}$ 20 [kNm]
$N_{Ek}$ 0 [kN]	$N_{Ed}$ 0 [kN]
$V_{Ed}$ 205 [kN]	
tensioni e fessure	
$M_{dec}$ 0.0 [kNm]	
$M_{cr}$ 444.8 [kNm]	
$y_n$ -42.91 [cm]	
$\sigma_{c,min}$ -0.2 [MPa]	
$\sigma_{s,min}$ -1.9 [MPa]	
$\sigma_{s,max}$ 28.2 [MPa]	
$k_2$ 0.5	
$\varepsilon_{sm-\varepsilon_{cm}}$ - [%]	
$S_{r,max}$ - [cm]	
$w_k$ - [mm]	
presso-flessione	
$M_{Rd}$ 235.4 [kNm]	
FS 11.77	
taglio	
$V_{Rdc}$ 314.3 [kN]	
non serve armatura a taglio	
$V_{Rds}$ 0.0 [kN]	
$V_{Rdmax}$ 3101.4 [kN]	
$\theta$ 30.0 [°]	
sezione duttile	
al 104.4 [cm]	

materiali	
calcestruzzo	acciaio
$R_{ck}$ 30 [MPa]	$f_{yk}$ 450 [MPa]
$f_{ck}$ 24.9 [MPa]	$\gamma_s$ 1.15
$\gamma_c$ 1.5	$f_{yd}$ 391.3 [MPa]
$\alpha_{cc}$ 0.85	$E_s$ 200000 [MPa]
$f_{cd}$ 14.1 [MPa]	$\varepsilon_{uk}$ 75 [%]
$\nu$ 0.540	
$\varepsilon_{c2}$ 2.0 [%]	
$\varepsilon_{cu2}$ 3.5 [%]	
$\alpha_e$ 15.0	
$k_t$ 0.4	
valori limite	
$k_1$ 0.8	0,55 $f_{ck}$ 13.7 [MPa]
$k_3$ 3.4	0,75 $f_{yk}$ 337.5 [MPa]
$k_4$ 0.425	$w_{k,lim}$ 0.2 [mm]



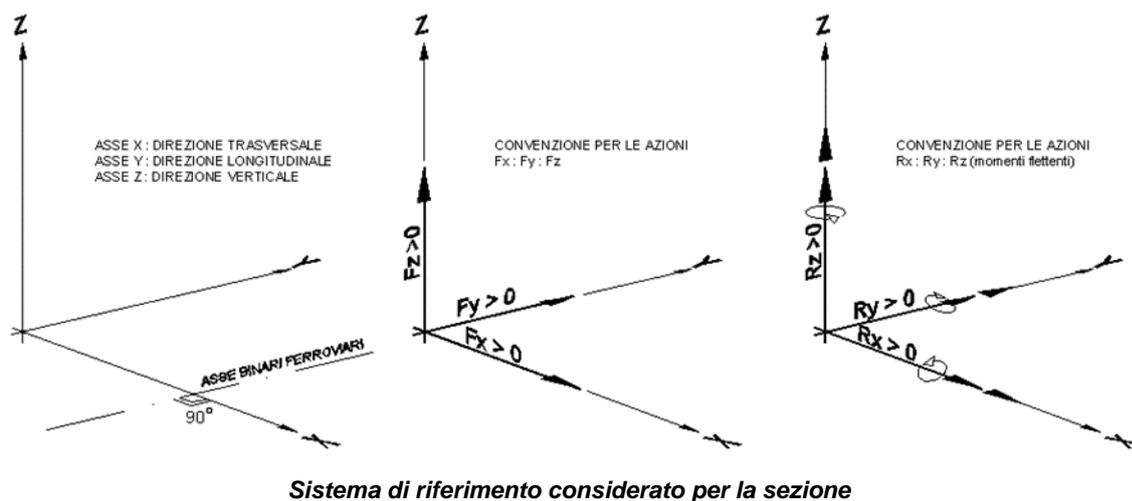
GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B0a	Progetto IN17	Lotto 10	Codifica Documento EI2CLOC0000001	Rev. B	Foglio 66 di 68

### 17.1 Verifica del basamento di ancoraggio del palo

Si effettuano le verifiche strutturali della sezione in testa del plinto di fondazione facendo riferimento alle combinazioni di carico espresse al Cap.11. Si precisa che le sollecitazioni indicate al Cap.11 sono pertinenti alla sezione alla base del palo, pertanto, si trasporta il momento sollecitante alla sezione di verifica allo spiccato del baggiolo:

$$- M_{base\ del\ collo} = M_{testa} + T \cdot braccio;$$

Per il baggiolo oggetto di studio il braccio di trasporto risulta pari a 50 cm; si effettuano le verifiche rispetto all'asse debole e all'asse forte della sezione di calcolo.



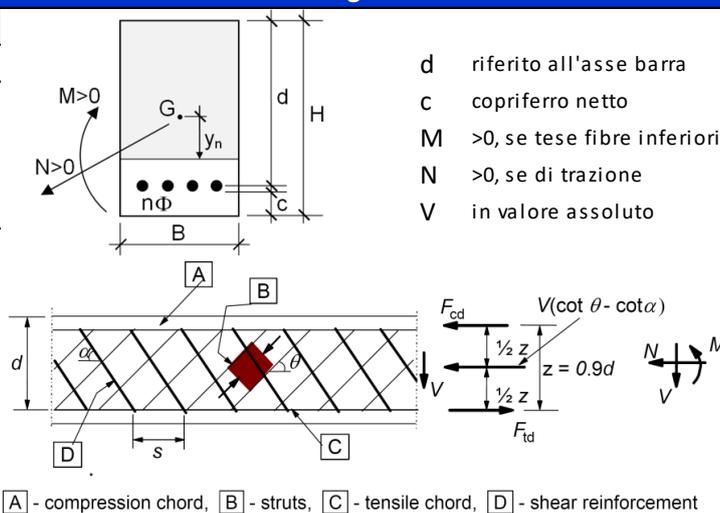
La sezione di calcolo ha dimensioni 80x80cm ed è armata a flessione con 12Φ18. A taglio si considerano delle staffe Φ12 con spaziatura pari a 30 cm. Il copriferro netto è assunto pari a 4cm.

**ASSE XX**

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
<b>80</b>	<b>80</b>	5,2	73,9	66,5
armatura longitudinale				
nbarre	$\phi$	d	Asl	
	[mm]	[cm]	[cm <sup>2</sup> ]	
<b>4</b>	<b>18</b>	<b>6,1</b>	10,18	
<b>4</b>	<b>18,0</b>	<b>73,9</b>	10,18	
armatura a taglio				
nbracci	$\phi$	s	$\alpha$	Asw
	[mm]	[cm]	[°]	[cm <sup>2</sup> ]
<b>2</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	<b>90</b>	2,26

sollecitazioni e risultati	
SLE	SLU
$M_{Ek}$ <b>30,35</b> [kNm]	$M_{Ed}$ <b>104,00</b> [kNm]
$N_{Ek}$ <b>0</b> [kN]	$N_{Ed}$ <b>0</b> [kN]
$V_{Ed}$ <b>13,20</b> [kN]	
tensioni e fessure	
$M_{dec}$ 0,0 [kNm]	
$M_{cr}$ 199,4 [kNm]	
$y_n$ -25,93 [cm]	
$\sigma_{c,min}$ -0,7 [MPa]	
$\sigma_{s,min}$ -5,8 [MPa]	
$\sigma_{s,max}$ 43,2 [MPa]	
$k_2$ 0,5	
$\varepsilon_{sm-\varepsilon_{cm}}$ - [%]	
$s_{r,max}$ - [cm]	
$w_k$ - [mm]	
	$M_{Rd}$ 288,9 [kNm]
	FS 2,78
	taglio
	$V_{Rdc}$ 193,5 [kN]
	<b>non serve armatura a taglio</b>
	$V_{Rds}$ 339,9 [kN]
	$V_{Rdmax}$ 1756,3 [kN]
	$\theta$ 30,0 [°]
	sezione duttile
	al 73,9 [cm]

materiali		legenda	
calcestruzzo	acciaio		
$R_{ck}$ <b>30</b> [MPa]	$f_{yk}$ <b>450</b> [MPa]	$d$	referito all'asse barra
$f_{ck}$ 24,9 [MPa]	$\gamma_s$ <b>1,15</b>	$c$	copriferro netto
$\gamma_c$ <b>1,5</b>	$f_{yd}$ 391,3 [MPa]	$M$	>0, se tese fibre inferiori
$\alpha_{cc}$ <b>0,85</b>	$E_s$ <b>210000</b> [MPa]	$N$	>0, se di trazione
$f_{cd}$ 14,1 [MPa]	$\varepsilon_{uk}$ <b>75</b> [%]	$V$	in valore assoluto
$\nu$ 0,540			
$\varepsilon_{c2}$ <b>2,0</b> [%]			
$\varepsilon_{cu2}$ <b>3,5</b> [%]			
$\alpha_e$ <b>15,0</b>			
$k_t$ <b>0,4</b>			
valori limite			
$k_1$ <b>0,8</b>	0,55 $f_{ck}$ 13,7 [MPa]		
$k_3$ <b>3,4</b>	0,75 $f_{yk}$ 337,5 [MPa]		
$k_4$ <b>0,425</b>	$w_{k,lim}$ <b>0,2</b> [mm]		



**ASSE YY**

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
<b>80</b>	<b>80</b>	5,2	73,9	66,5
armatura longitudinale				
nbarre	$\phi$	d	Asl	
	[mm]	[cm]	[cm <sup>2</sup> ]	
<b>4</b>	<b>18</b>	<b>6,1</b>	10,18	
<b>4</b>	<b>18,0</b>	<b>73,9</b>	10,18	
armatura a taglio				
nbracci	$\phi$	s	$\alpha$	Asw
	[mm]	[cm]	[°]	[cm <sup>2</sup> ]
<b>2</b>	<b>12</b>	<b>30</b>	<b>90</b>	2,26

sollecitazioni e risultati	
SLE	SLU
$M_{Ek}$ <b>13,59</b> [kNm]	$M_{Ed}$ <b>18,35</b> [kNm]
$N_{Ek}$ <b>0</b> [kN]	$N_{Ed}$ <b>0</b> [kN]
$V_{Ed}$ <b>4,50</b> [kN]	
tensioni e fessure	
$M_{dec}$ 0,0 [kNm]	
$M_{cr}$ 199,4 [kNm]	
$y_n$ -25,93 [cm]	
$\sigma_{c,min}$ -0,3 [MPa]	
$\sigma_{s,min}$ -2,6 [MPa]	
$\sigma_{s,max}$ 19,3 [MPa]	
$k_2$ 0,5	
$\varepsilon_{sm-\varepsilon_{cm}}$ - [%]	
$s_{r,max}$ - [cm]	
$w_k$ - [mm]	
taglio	
$M_{Rd}$ 288,9 [kNm]	
FS 15,74	
$V_{Rdc}$ 193,5 [kN]	
<b>non serve armatura a taglio</b>	
$V_{Rds}$ 339,9 [kN]	
$V_{Rdmax}$ 1756,3 [kN]	
$\theta$ 30,0 [°]	
sezione duttile	
ai 73,9 [cm]	

materiali		legenda	
calcestruzzo	acciaio		
$R_{ck}$ <b>30</b> [MPa]	$f_{yk}$ <b>450</b> [MPa]	$d$	riferito all'asse barra
$f_{ck}$ 24,9 [MPa]	$\gamma_s$ <b>1,15</b>	$c$	copriferro netto
$\gamma_c$ <b>1,5</b>	$f_{yd}$ 391,3 [MPa]	$M$	>0, se tese fibre inferiori
$\alpha_{cc}$ <b>0,85</b>	$E_s$ <b>210000</b> [MPa]	$N$	>0, se di trazione
$f_{cd}$ 14,1 [MPa]	$\varepsilon_{uk}$ <b>75</b> [%]	$V$	in valore assoluto
$\nu$ 0,540			
$\varepsilon_{c2}$ <b>2,0</b> [%]			
$\varepsilon_{cu2}$ <b>3,5</b> [%]			
$\alpha_e$ <b>15,0</b>			
$k_t$ <b>0,4</b>			
valori limite			
$k_1$ <b>0,8</b>	0,55 $f_{ck}$ 13,7 [MPa]	$F_{cd}$	$V(\cot \theta - \cot \alpha)$
$k_3$ <b>3,4</b>	0,75 $f_{yk}$ 337,5 [MPa]	$F_{td}$	$z = 0,9d$
$k_4$ <b>0,425</b>	$w_{k,lim}$ <b>0,2</b> [mm]		

