

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 B1**

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	C	L	O	C	0	0	0	0	0	0	2	B	-	-	-	P	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma Alberto LEVORATO	Data Ottobre 2022

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	Murru <i>OM</i>	05/2022	Pantalena <i>RP</i>	05/2022	Galvanin <i>PS</i>	05/2022	
B	Rev. per RdV: IN17-RV-0000000254	Murru <i>OM</i>	10/2022	Pantalena <i>RP</i>	10/2022	Galvanin <i>PS</i>	10/2022	
								Data: Ottobre 2022

CIG. 8377957CD1	CUP: J41E91000000009	File: IN1710EI2CLOC0000002B.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 B1	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC000002	Rev. B	Foglio 2 di 47	

INDICE

1.	DESCRIZIONE GENERALE	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3.	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
3.1	Elaborati progettuali	5
4.	METODO DI CALCOLO	6
5.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	7
5.1	Calcestruzzo	7
5.2	Acciaio per cemento armato	7
5.3	Durabilità e prescrizioni sui materiali	7
6.	PARAMETRI SISMICI	9
7.	PARAMETRI GEOTECNICI	10
8.	CRITERI DI VERIFICA GLOBALE	12
8.1	Verifica a ribaltamento	12
8.2	Verifica a carico limite	12
8.1	Verifica a scorrimento	15
9.	CRITERI DI VERIFICA STRUTTURALE	15
10.	CRITERI DI CALCOLO DELLE SPINTE	16
11.	SCARICHI A TESTA BASAMENTO	20
11.1	Combinazioni di carico	20
11.2	Azioni palo di ormeggio fisso	27
12.	ANALISI STRUTTURALE	30
13.	VERIFICHE GEOTECNICHE	35
13.1	Sollecitazioni intradosso fondazione B1	35
13.2	Verifica di capacità portante e scorrimento B1 - SLU	39
13.3	Verifica a ribaltamento	40
13.4	Verifica di capacità portante e scorrimento B1 - SLV	41
13.5	Verifica a ribaltamento	42
14.	VERIFICHE STRUTTURALI	43
14.1	Verifica del basamento di ancoraggio del palo	45

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B1	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC000002	Rev. B	Foglio 3 di 47

1. DESCRIZIONE GENERALE

La presente relazione riguarda l'intervento di realizzazione dei basamenti in c.a. per i montanti in acciaio del palo denominato "LSU16a/TTC", 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 B1, ha dimensioni in pianta 2.30m x 1.70m 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 B1	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC000002	Rev. B	Foglio 4 di 47	

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.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B1	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC0000002	Rev. B	Foglio 5 di 47

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  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B1	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC000002	Rev. B	Foglio 6 di 47	

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 B1	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC000002	Rev. B	Foglio 7 di 47

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/mm²) che presenta le seguenti caratteristiche:

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

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	≥ 450 MPa
Limite di rottura f_t	≥ 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/mm²

Tensione caratteristica a rottura $f_{tk} \geq 540$ N/mm²

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 B1	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC000002	Rev. B	Foglio 9 di 47

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:

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

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B1	Progetto IN17 Lotto 12 Codifica Documento EI2CLOC000002 Rev. B Foglio 10 di 47

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).

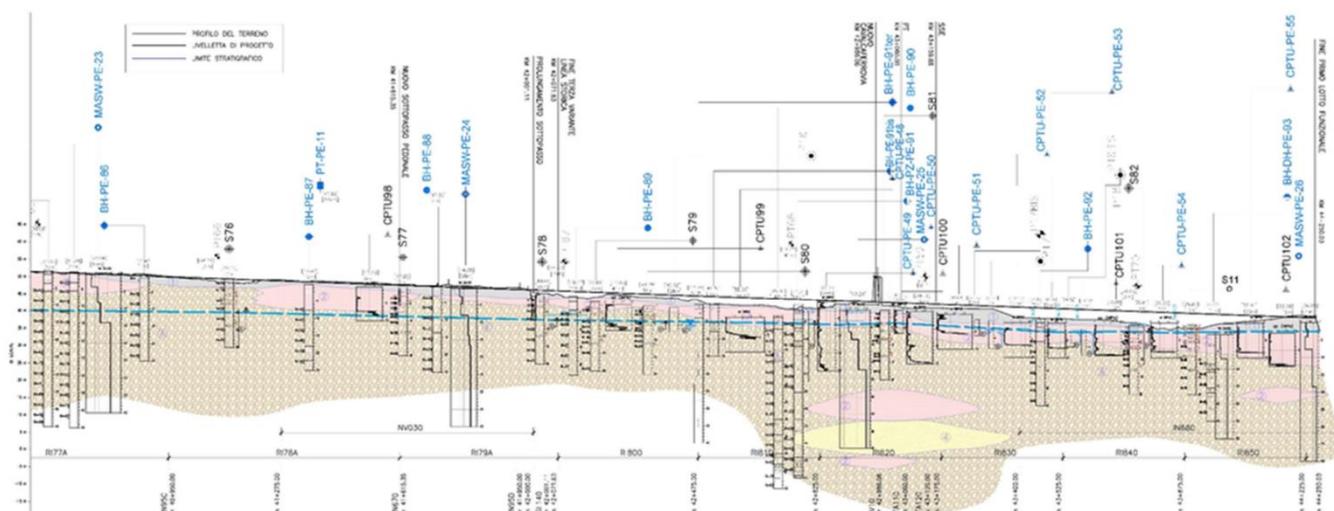


Figura 48 – Profilo geotecnico, da pk 40+750 a pk 44+250

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	γ (kN/m ³)	Dr (%)	c' (kPa)	ϕ' (°)	Vs (m/s)	G0 (MPa)	E' (MPa)	Cu (kPa)	σ'_{p} (kPa)
2	18-19	-	0-10	26-30	100-200	20-90	10-30 ⁽¹⁾ 25-50	50-120 ⁽¹⁾ 120-200 ⁽²⁾	150-300 ⁽¹⁾
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 B1	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC000002	Rev. B	Foglio 11 di 47

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.

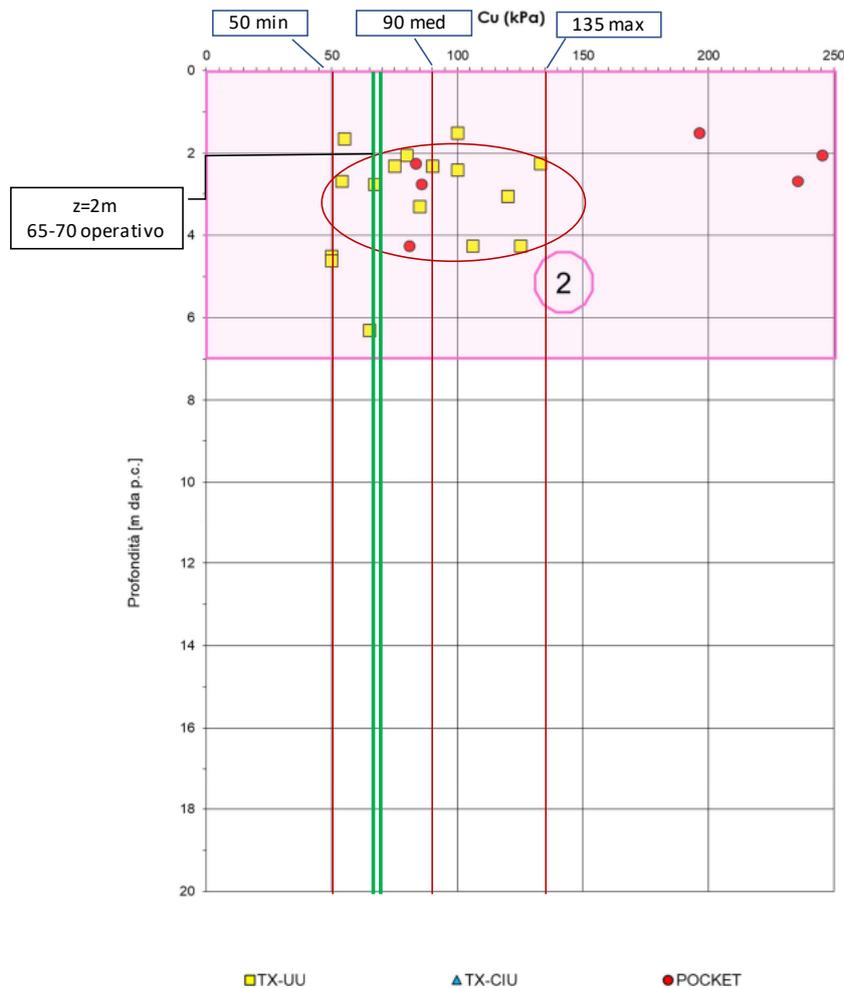


Figura 31 – Resistenza al taglio non drenata stimata da prove di laboratorio Unità 2, tra pk 39+200 e pk 44+250

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 B1	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC000002	Rev. B	Foglio 12 di 47	

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 γ_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;
- γ_R = coefficiente parziale in accordo con l'approccio 2 (A1+M1+R3) delle NTC2008;
- γ_1 = peso di volume del terreno sopra il piano di posa della fondazione;
- D = profondità della fondazione dalla quota finale del terreno;
- γ_2 = peso di volume del terreno sotto il piano di posa della fondazione;
- B = larghezza della fondazione;
- N_q, N_γ = coefficienti adimensionali di capacità portante;

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B1	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC0000002	Rev. B	Foglio 13 di 47

s_q, s_γ = coefficienti adimensionali di forma.
 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;

β 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  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B1	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC000002	Rev. B	Foglio 14 di 47

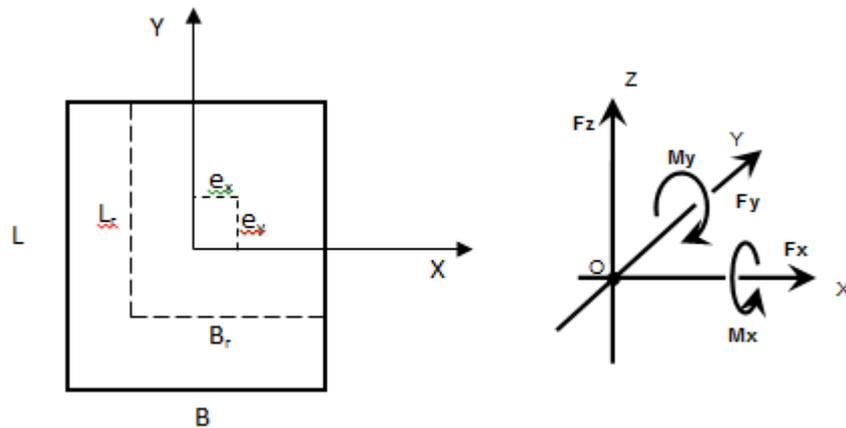


Figura 2- Fondazione equivalente

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).

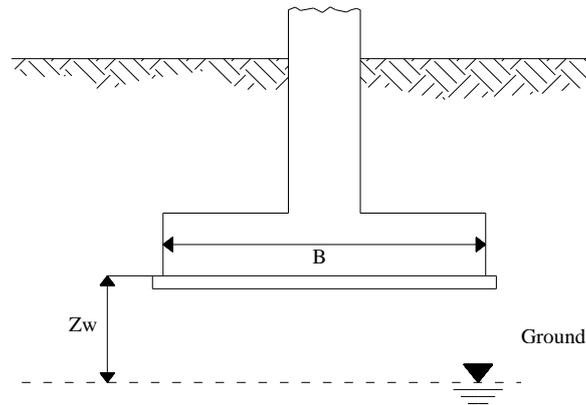


Figura 3 - Influenza della falda

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 γ_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 B1	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC000002	Rev. B	Foglio 15 di 47

8.1 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:

σ = pressione trasmessa dalla fondazione;

φ = angolo d'attrito del terreno di fondazione, opportunamente ridotto secondo normativa;

δ = 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 (γ_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 B1	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC000002	Rev. B	Foglio 16 di 47	

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 .

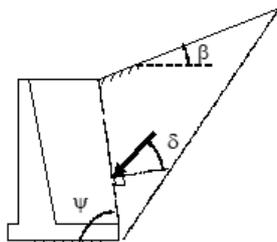
$u(z)$ = pressione dell'acqua alla generica profondità

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 		ALTA SORVEGLIANZA 				
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B1	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC000002	Rev. B	Foglio 17 di 47	

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:

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

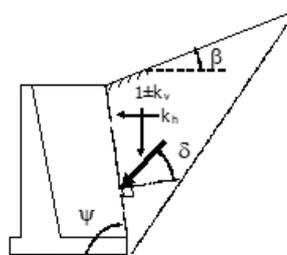
Il primo termine è la spinta attiva dovuta allo scheletro solido, il secondo termine E_{ws} è la risultante delle pressioni idrostatiche ed il terzo E_{wd} è la risultante delle sovrappressioni interstiziali.

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 γ^* del cuneo e dell'angolo θ 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 γ^* si deve assumere il peso secco γ_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: $k < 5 \cdot 10^{-4} m/s$)

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:

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B1	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC000002	Rev. B	Foglio 18 di 47

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

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

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:

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

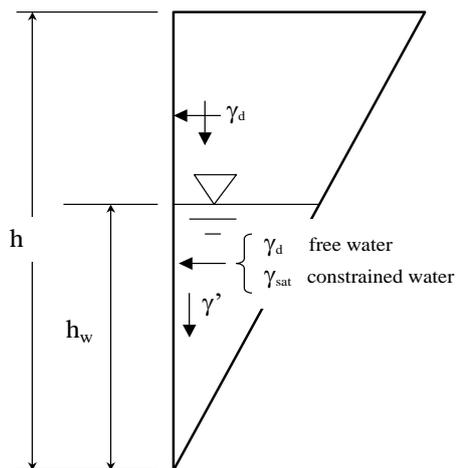
$$\tan \theta = \frac{\gamma_d}{\gamma} \frac{k_h}{1 \pm k_v}$$

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B1	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC000002	Rev. B	Foglio 19 di 47

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

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

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)

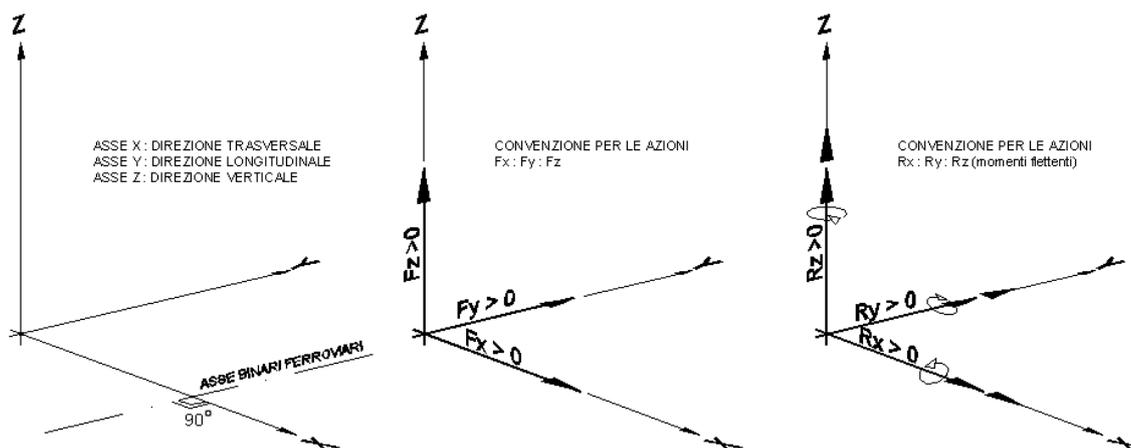
GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 				
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B1	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC000002	Rev. B	Foglio 20 di 47

11. SCARICHI A TESTA BASAMENTO

Le azioni agenti in testa al plinto 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 B1	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC0000002	Rev. B	Foglio 21 di 47

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 g_f</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

	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{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.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B1		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC0000002	Rev. B	Foglio 22 di 47

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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE					
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B1	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="837 224 965 280">Progetto IN17</td> <td data-bbox="965 224 1061 280">Lotto 12</td> <td data-bbox="1061 224 1348 280">Codifica Documento EI2CLOC0000002</td> <td data-bbox="1348 224 1428 280">Rev. B</td> <td data-bbox="1428 224 1549 280">Foglio 23 di 47</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC0000002	Rev. B	Foglio 23 di 47
Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC0000002	Rev. B	Foglio 23 di 47		

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

**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

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B1		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC000002	Rev. B	Foglio 27 di 47

11.2 Azioni palo di ormeggio fisso

CASO DI CARICO A

Cmb	Azione X	Azione Y	Azione Z	Azione RX	Azione RY
	daN	daN	daN	daN cm	daN cm
1	192.7	0	-1424	0	247370
	157.9	0	-1424	0	238670

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	993.1	0	-1618	0	710400
2	-660.9	0	-1618	0	-262970
3	199.9	0	-1618	0	256090
4	199.9	0	-1618	0	256090
5	899.5	0	-1618	0	656790
6	-567.3	0	-1618	0	-209360
7	899.5	0	-1618	0	656790
8	-567.3	0	-1618	0	-209360
9	682.8	0	-1618	0	530410
10	-343.6	0	-1618	0	-81250
11	206.8	0	-1618	0	257830
12	206.8	0	-1618	0	257830
13	626.4	0	-1618	0	498160
14	206.8	0	-1618	0	257830
15	626.4	0	-1618	0	498160
16	206.8	0	-1618	0	257830
17	965.2	0	-1618	0	703440
18	-688.7	0	-1618	0	-269930
19	172	0	-1618	0	249130
20	172	0	-1618	0	249130
21	871.6	0	-1618	0	649830
22	-595.1	0	-1618	0	-216320
23	871.6	0	-1618	0	649830
24	-595.1	0	-1618	0	-216320
25	648	0	-1618	0	521710
26	-378.4	0	-1618	0	-89950
27	172	0	-1618	0	249130
28	172	0	-1618	0	249130
29	591.6	0	-1618	0	489460
30	-322.1	0	-1618	0	-57690
31	591.6	0	-1618	0	489460
32	-322.1	0	-1618	0	-57690

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

Cmb	Azione X daN	Azione Y daN	Azione Z daN	Azione RX daN cm	Azione RY daN cm
1	1,400.30	0	-1758.7	0	10,29830
2	-1,052.10	0	-1758.7	0	-5,29890
3	208.9	0	-1758.7	0	3,04090
4	208.9	0	-1758.7	0	3,04090
5	1,259.70	0	-1758.7	0	9,44200
6	-911.5	0	-1758.7	0	-4,44260
7	1,259.70	0	-1758.7	0	9,44200
8	-911.5	0	-1758.7	0	-4,44260
9	1,083.80	0	-1758.7	0	8,89970
10	-735.6	0	-1758.7	0	-3,49250
11	208.9	0	-1758.7	0	345500
12	208.9	0	-1758.7	0	345500
13	980.2	0	-1758.7	0	825540
14	-632.1	0	-1758.7	0	-284820
15	980.2	0	-1758.7	0	825540
16	-632.1	0	-1758.7	0	-284820
17	930.7	0	-1758.7	0	741280
18	-575.6	0	-1758.7	0	-239600
19	215.9	0	-1758.7	0	305830
20	215.9	0	-1758.7	0	305830
21	846.1	0	-1758.7	0	689750
22	-491	0	-1758.7	0	-188070
23	846.1	0	-1758.7	0	689750
24	-491	0	-1758.7	0	-188070
25	1,372.50	0	-1758.7	0	1022870
26	-1,080.00	0	-1758.7	0	-536850
27	181.1	0	-1758.7	0	297130
28	181.1	0	-1758.7	0	297130
29	1,231.90	0	-1758.7	0	937240
30	-939.4	0	-1758.7	0	-451220
31	1,231.90	0	-1758.7	0	937240
32	-939.4	0	-1758.7	0	-451220
33	1,055.90	0	-1758.7	0	883010
34	-763.4	0	-1758.7	0	-356210
35	181.1	0	-1758.7	0	338540
36	181.1	0	-1758.7	0	338540
37	952.4	0	-1758.7	0	818580
38	-659.9	0	-1758.7	0	-291780
39	952.4	0	-1758.7	0	818580
40	-659.9	0	-1758.7	0	-291780
41	895.9	0	-1758.7	0	732580
42	-610.4	0	-1758.7	0	-248300
43	181.1	0	-1758.7	0	297130
44	181.1	0	-1758.7	0	297130
45	811.3	0	-1758.7	0	681050
46	-525.8	0	-1758.7	0	-196770
47	811.3	0	-1758.7	0	681050
48	-525.8	0	-1758.7	0	-196770

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B1		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC000002	Rev. B	Foglio 29 di 47

CASO DI CARICO F

Cmb	Azione X	Azione Y	Azione Z	Azione RX	Azione RY
	daN	daN	daN	daN cm	daN cm
1	437.4	0	-4543	0	422340

CASO DI CARICO G

Cmb	Azione X	Azione Y	Azione Z	Azione RX	Azione RY
	daN	daN	daN	daN cm	daN cm
1	168.1	0	-1564	0	246220

CASO DI CARICO S

Cmb	Azione X	Azione Y	Azione Z	Azione RX	Azione RY
	daN	daN	daN	daN cm	daN cm
1	581.92	135.78	-1564	70228	423364
2	-323.32	135.78	-1564	70228	-44824
3	581.92	-135.78	-1564	-70228	423364
4	-323.32	-135.78	-1564	-70228	-44824
5	265.08	452.62	-1564	234094	259498
6	-6.48	452.62	-1564	234094	119041
7	265.08	-452.62	-1564	-234094	259498
8	-6.48	-452.62	-1564	-234094	119041

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE			
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B1	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC000002	Rev. B	Foglio 30 di 47

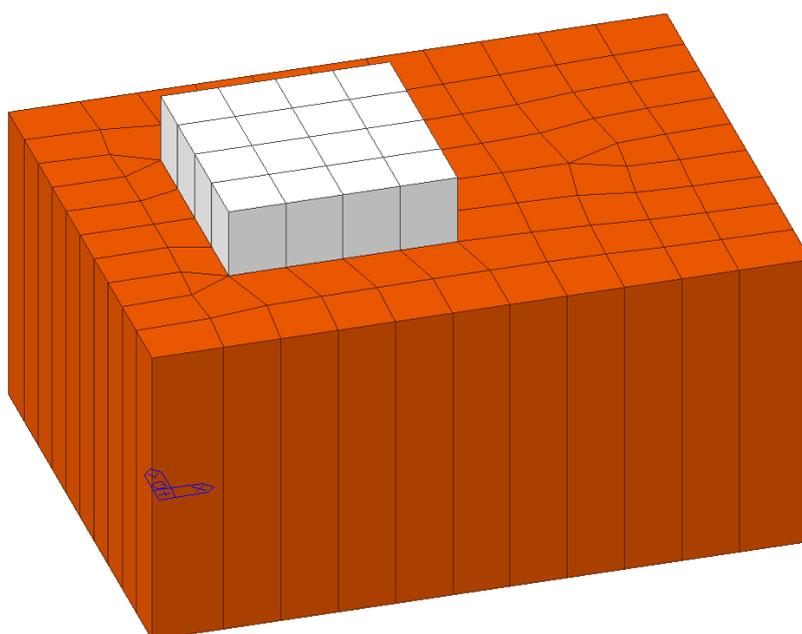
12. ANALISI STRUTTURALE

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.

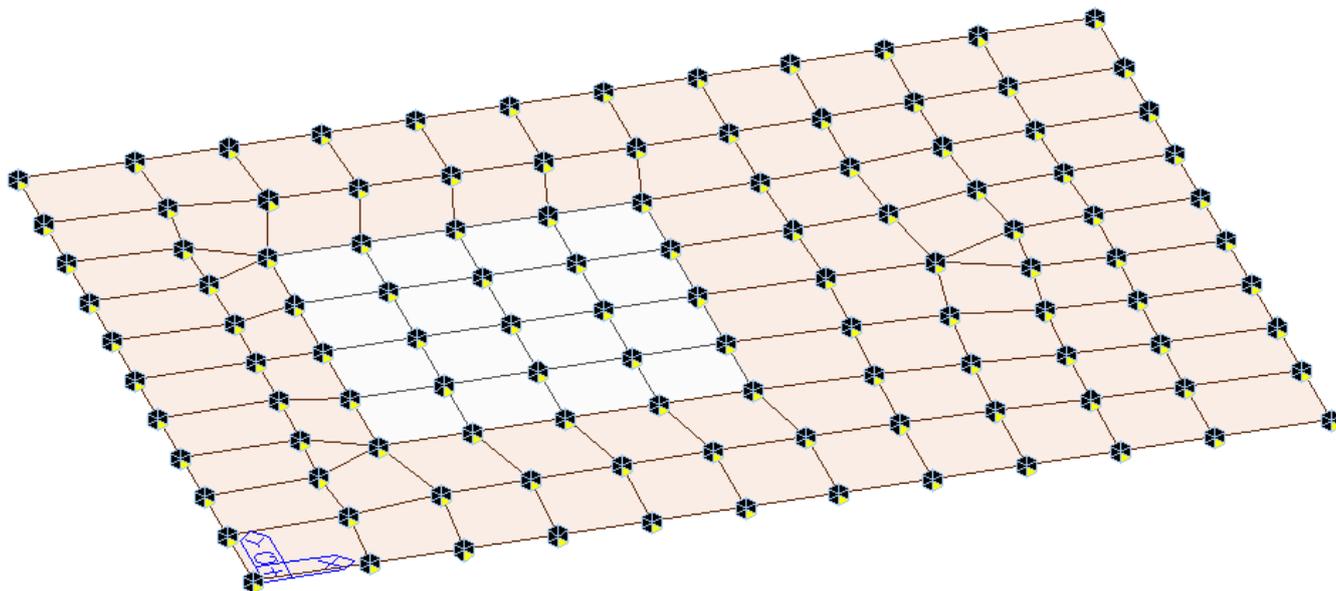
La rigidità delle molle viene assunta, coerentemente con le caratteristiche del terreno, pari a 30000kN/mc.

TERRENO	COSTANTE DI SOTTOFONDO [Kg/cm ³]
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

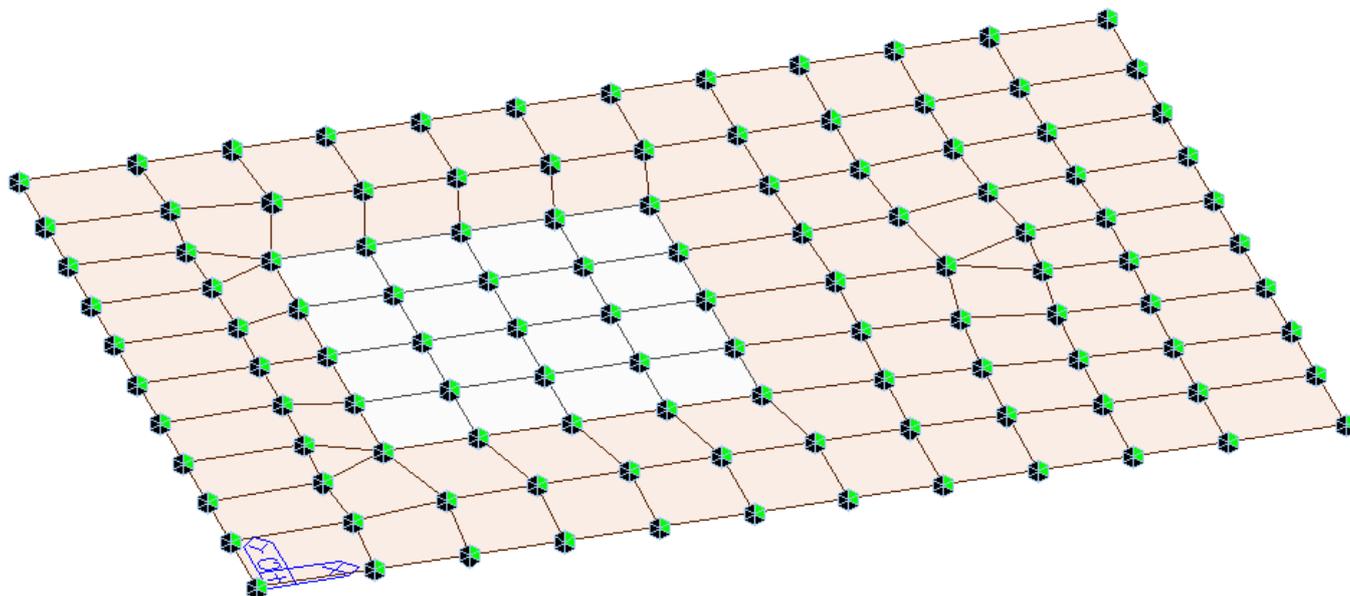
Tabella 5: Valori di costante di sottofondo, Pozzati



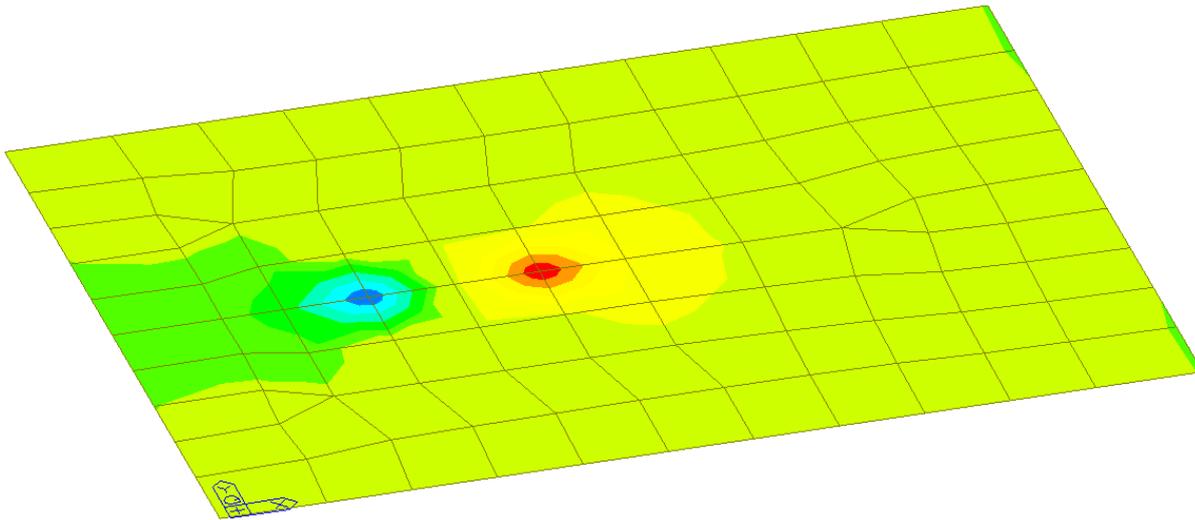
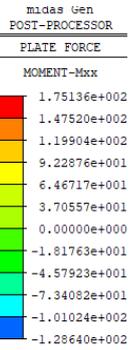
Vista modello FEM 3D



Vista modello FEM – molle lineari

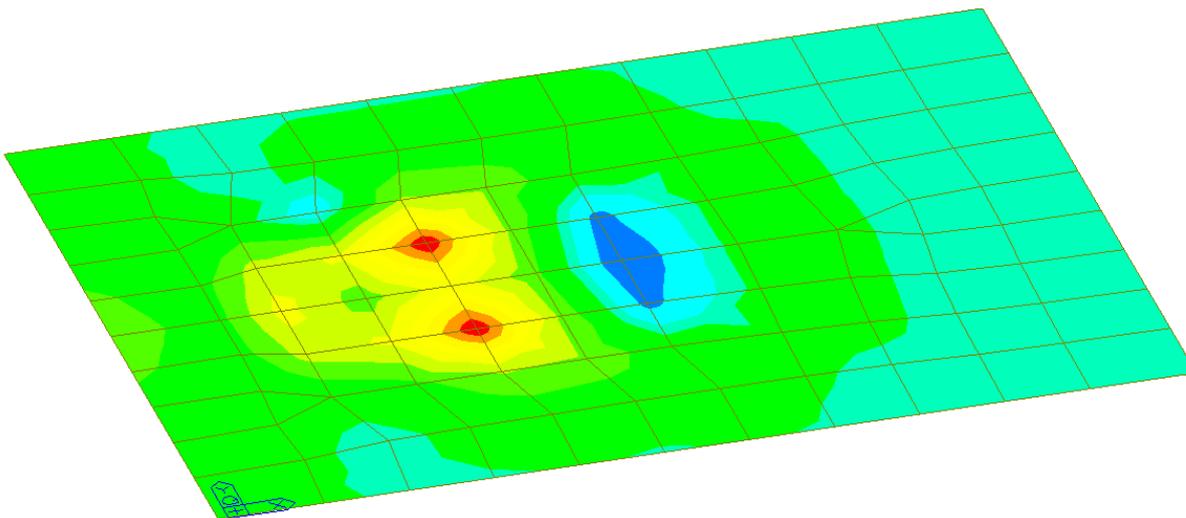
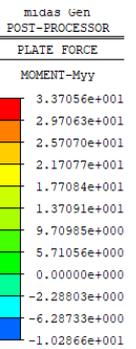


Vista modello FEM – vincoli fissi nelle direzioni orizzontali



CBCALL: NSLU
AVG NODAL
MAX : 9
MIN : 6
FILE: B1_TTCA - -
UNIT: kN³m/m
DATE: 02/06/2022
VIEW-DIRECTION
X: -0.245
Y: -0.826
Z: 0.508

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



CBCALL: NSLU
AVG NODAL
MAX : 7
MIN : 9
FILE: B1_TTCA - -
UNIT: kN³m/m
DATE: 02/06/2022
VIEW-DIRECTION
X: -0.245
Y: -0.826
Z: 0.508

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

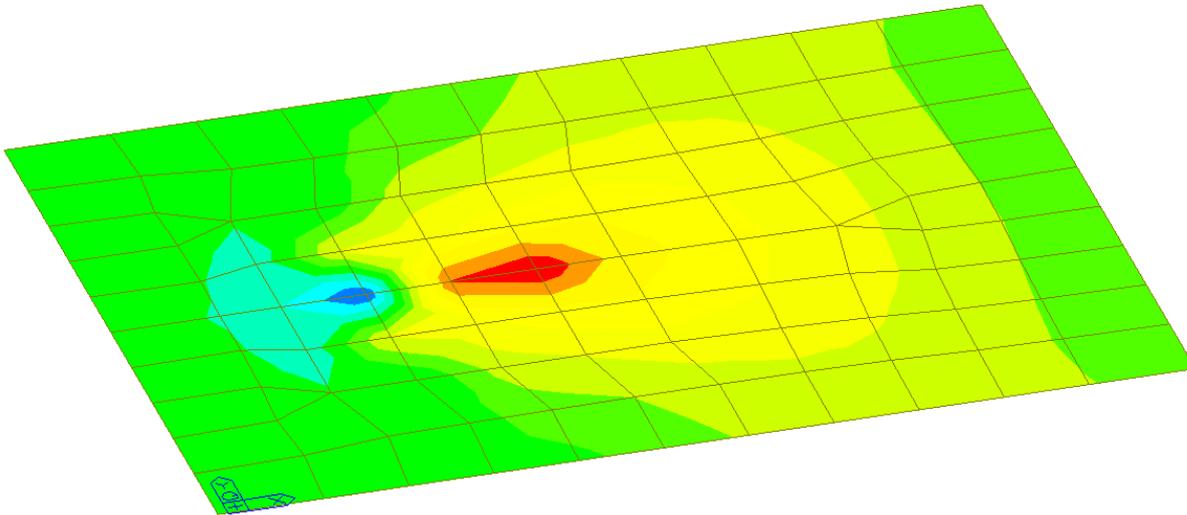


midas Gen
POST-PROCESSOR

PLATE FORCE

SHEAR-Vxx

1.22106e+002
1.04516e+002
8.69269e+001
6.93374e+001
5.17478e+001
3.41583e+001
1.65688e+001
0.00000e+000
-1.86103e+001
-3.61998e+001
-5.37894e+001
-7.13789e+001



CBCALL: NSLU
AVG NODAL

MAX : 9
MIN : 6

FILE: B1_ITCA - ~
UNIT: kN/m
DATE: 02/06/2022

VIEW-DIRECTION
X: -0.245
Y: -0.826
Z: 0.508

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

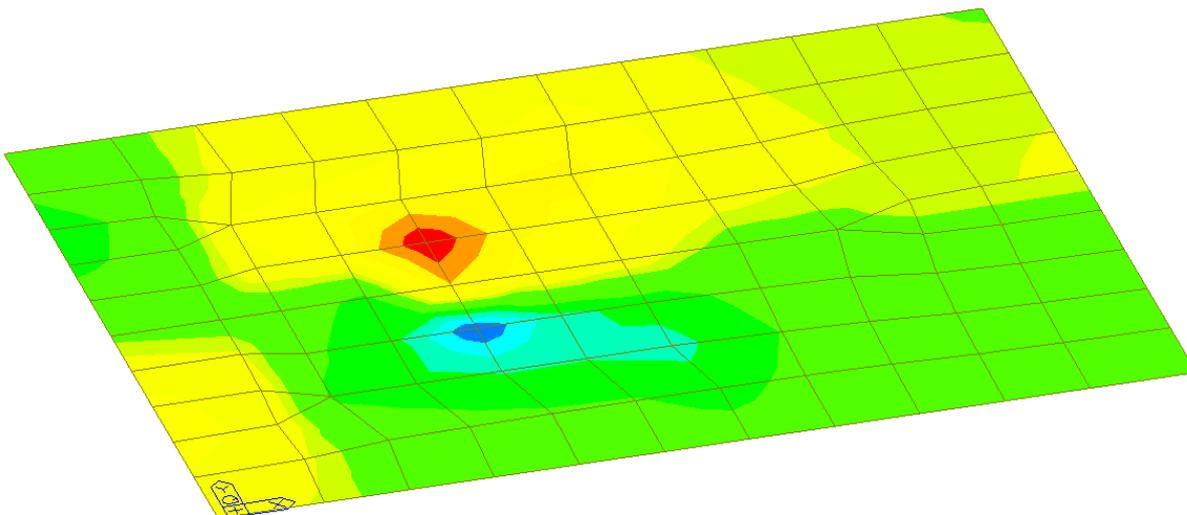


midas Gen
POST-PROCESSOR

PLATE FORCE

SHEAR-Vyy

4.19228e+001
3.43006e+001
2.66784e+001
1.90562e+001
1.14340e+001
3.81186e+000
0.00000e+000
-1.14325e+001
-1.90547e+001
-2.66769e+001
-3.42991e+001
-4.19213e+001



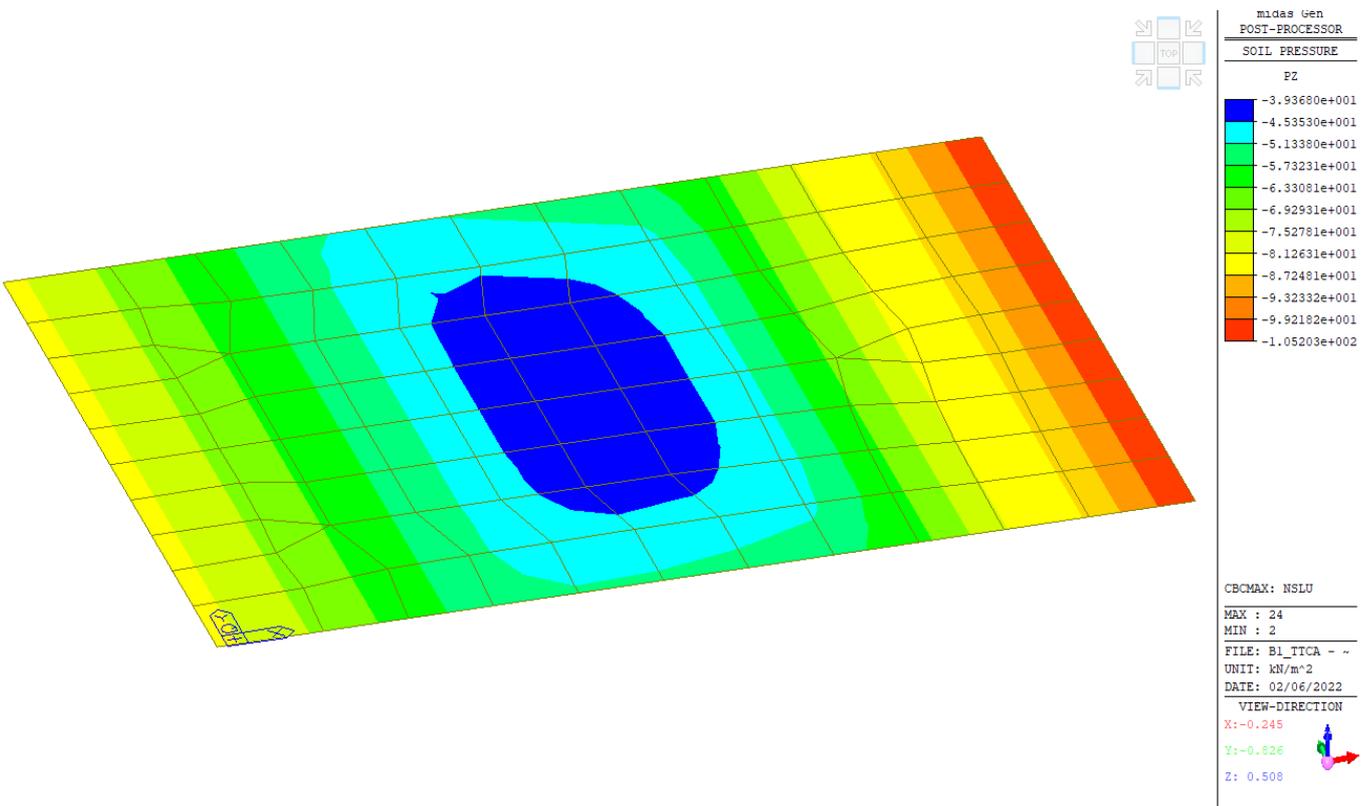
CBCALL: NSLU
AVG NODAL

MAX : 5
MIN : 7

FILE: B1_ITCA - ~
UNIT: kN/m
DATE: 02/06/2022

VIEW-DIRECTION
X: -0.245
Y: -0.826
Z: 0.508

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



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 B1	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC000002	Rev. B	Foglio 35 di 47

13. VERIFICHE GEOTECNICHE

13.1 Sollecitazioni intradosso fondazione B1

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	1.93	-	-14.24	-	16.01
A	2	1.58	-	-14.24	-	14.59
B-SLU	3	9.93	-	-16.18	-	75.80
B-SLU	4	-6.61	-	-16.18	-	-48.00
B-SLU	5	2.00	-	-16.18	-	17.68
B-SLU	6	2.00	-	-16.18	-	17.68
B-SLU	7	9.00	-	-16.18	-	68.94
B-SLU	8	-5.67	-	-16.18	-	-41.14
B-SLU	9	9.00	-	-16.18	-	68.94
B-SLU	10	-5.67	-	-16.18	-	-41.14
B-SLU	11	6.83	-	-16.18	-	52.84
B-SLU	12	-3.44	-	-16.18	-	-24.75
B-SLU	13	2.07	-	-16.18	-	17.97
B-SLU	14	2.07	-	-16.18	-	17.97
B-SLU	15	6.26	-	-16.18	-	48.71
B-SLU	16	2.07	-	-16.18	-	17.97
B-SLU	17	6.26	-	-16.18	-	48.71
B-SLU	18	2.07	-	-16.18	-	17.97
B-SLU	19	9.65	-	-16.18	-	74.66
B-SLU	20	-6.89	-	-16.18	-	-49.14
B-SLU	21	1.72	-	-16.18	-	16.54
B-SLU	22	1.72	-	-16.18	-	16.54
B-SLU	23	8.72	-	-16.18	-	67.80
B-SLU	24	-5.95	-	-16.18	-	-42.28
B-SLU	25	8.72	-	-16.18	-	67.80
B-SLU	26	-5.95	-	-16.18	-	-42.28
B-SLU	27	6.48	-	-16.18	-	51.41
B-SLU	28	-3.78	-	-16.18	-	-26.18
B-SLU	29	1.72	-	-16.18	-	16.54
B-SLU	30	1.72	-	-16.18	-	16.54
B-SLU	31	5.92	-	-16.18	-	47.29
B-SLU	32	-3.22	-	-16.18	-	-22.05
B-SLU	33	5.92	-	-16.18	-	47.29
B-SLU	34	-3.22	-	-16.18	-	-22.05
D-SLU	35	14.00	-	-17.59	-	114.75
D-SLU	36	-10.52	-	-17.59	-	-80.46
D-SLU	37	2.09	-	-17.59	-	23.12
D-SLU	38	2.09	-	-17.59	-	23.12

Carico	Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kN*m)	MY (kN*m)
*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
D-SLU	39	12.60	-	-17.59	-	103.94
D-SLU	40	-9.12	-	-17.59	-	-69.64
D-SLU	41	12.60	-	-17.59	-	103.94
D-SLU	42	-9.12	-	-17.59	-	-69.64
D-SLU	43	10.84	-	-17.59	-	95.70
D-SLU	44	-7.36	-	-17.59	-	-57.33
D-SLU	45	2.09	-	-17.59	-	27.26
D-SLU	46	2.09	-	-17.59	-	27.26
D-SLU	47	9.80	-	-17.59	-	87.60
D-SLU	48	-6.32	-	-17.59	-	-49.23
D-SLU	49	9.80	-	-17.59	-	87.60
D-SLU	50	-6.32	-	-17.59	-	-49.23
D-SLU	51	9.31	-	-17.59	-	78.39
D-SLU	52	-5.76	-	-17.59	-	-43.80
D-SLU	53	2.16	-	-17.59	-	23.40
D-SLU	54	2.16	-	-17.59	-	23.40
D-SLU	55	8.46	-	-17.59	-	71.88
D-SLU	56	-4.91	-	-17.59	-	-37.30
D-SLU	57	8.46	-	-17.59	-	71.88
D-SLU	58	-4.91	-	-17.59	-	-37.30
D-SLU	59	13.73	-	-17.59	-	113.61
D-SLU	60	-10.80	-	-17.59	-	-81.60
D-SLU	61	1.81	-	-17.59	-	21.98
D-SLU	62	1.81	-	-17.59	-	21.98
D-SLU	63	12.32	-	-17.59	-	102.80
D-SLU	64	-9.39	-	-17.59	-	-70.79
D-SLU	65	12.32	-	-17.59	-	102.80
D-SLU	66	-9.39	-	-17.59	-	-70.79
D-SLU	67	10.56	-	-17.59	-	94.56
D-SLU	68	-7.63	-	-17.59	-	-58.47
D-SLU	69	1.81	-	-17.59	-	26.12
D-SLU	70	1.81	-	-17.59	-	26.12
D-SLU	71	9.52	-	-17.59	-	86.46
D-SLU	72	-6.60	-	-17.59	-	-50.37
D-SLU	73	9.52	-	-17.59	-	86.46
D-SLU	74	-6.60	-	-17.59	-	-50.37
D-SLU	75	8.96	-	-17.59	-	76.96
D-SLU	76	-6.10	-	-17.59	-	-45.23
D-SLU	77	1.81	-	-17.59	-	21.98
D-SLU	78	1.81	-	-17.59	-	21.98
D-SLU	79	8.11	-	-17.59	-	70.45
D-SLU	80	-5.26	-	-17.59	-	-38.72

Carico	Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kN*m)	MY (kN*m)
*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
D-SLU	81	8.11	-	-17.59	-	70.45
D-SLU	82	-5.26	-	-17.59	-	-38.72
F	83	4.37	-	-45.43	-	48.34
G - SLEp	84	1.68	-	-15.64	-	16.00
S-SLV	85	5.82	1.36	-15.64	4.85	40.33
S-SLV	86	-3.23	1.36	-15.64	4.85	-20.97
S-SLV	86	5.82	-1.36	-15.64	-4.85	40.33
S-SLV	87	-3.23	-1.36	-15.64	-4.85	-20.97
S-SLV	88	2.65	4.53	-15.64	16.17	18.88
S-SLV	89	-0.06	4.53	-15.64	16.17	0.49
S-SLV	90	2.65	-4.53	-15.64	-16.17	18.88

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

carico	Load	B (m)	L (m)	H (m)	V (m³)	P (kN)
*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****
plinto	1	2.30	1.70	1.10	4.30	107.53
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	107.5	0	0
appoggio	1	0	0	8.0	2.80	0

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 				
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B1	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC000002	Rev. B	Foglio 38 di 47	

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	14.0	0.0	133.11	0.0	114.8
D-SLU	60	-10.8	0.0	133.11	0.0	-81.6
B-SLU	3	9.9	0.0	131.71	0.0	75.8
B-SLU	3	9.9	0.0	131.71	0.0	75.8
B-SLU	3	9.9	0.0	131.71	0.0	75.8
D-SLU	35	14.0	0.0	133.11	0.0	114.8
B-SLU	3	9.9	0.0	131.71	0.0	75.8
B-SLU	3	9.9	0.0	131.71	0.0	75.8
D-SLU	35	14.0	0.0	133.11	0.0	114.8
D-SLU	60	-10.8	0.0	133.11	0.0	-81.6

carico	Load	Fx (kN) kN	Fy (kN) kN	Fz (kN) kN	Mx kNm	My kNm
S-SLV	85	5.8	-1.4	131.17	4.9	59.9
S-SLV	86	-3.2	-1.4	131.17	4.9	-1.4
S-SLV	88	2.7	-4.5	131.17	16.2	38.5
S-SLV	90	2.7	4.5	131.17	-16.2	38.5
S-SLV	85	5.8	-1.4	131.17	4.9	59.9
S-SLV	85	5.8	-1.4	131.17	4.9	59.9
S-SLV	88	2.7	-4.5	131.17	16.2	38.5
S-SLV	90	2.7	4.5	131.17	-16.2	38.5
S-SLV	85	5.8	-1.4	131.17	4.9	59.9
S-SLV	86	-3.2	-1.4	131.17	4.9	-1.4

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2		ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B1		Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC0000002	Rev. B	Foglio 39 di 47

13.2 Verifica di capacità portante e scorrimento B1 - SLU

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

Carico	Load	N (kN)	M _B (kNm)	M _L (kNm)	T _B (kN)	T _L (kN)
D-SLU	35	133.1	114.8	-	14.0	-

Nella valutazione della resistenza limite in condizioni drenate si trascura il termine funzione della coesione. Il termine R_d di confronto – riferito alla capacità portante e alla resistenza allo scorrimento - è ridotto secondo il fattore γ_R di normativa; la verifica è soddisfatta se rispetta la disuguaglianza.

Parametri geotecnici					COEFFICIENTI RIDUTTIVI DA NORMATIA			
c _{u,k}	φ'_k	γ	γ_1	c _k	M		R	
[kPa]	[°]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kPa]	$\gamma_{\varphi'}$	$\gamma_{c'k}$	γ_{cp}	γ_s
70	28	19	19	5	1	1	2.3	1.1

Sollecitazioni agenti					q
N	M _B	M _L	T _B	T _L	
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
133.1	114.8	0.0	14.0	0.0	20.9

Geometria della fondazione								
B	L	D	e _B	e _L	B'	L'	z _w	γ_2
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/m ³]
2.3	1.7	1.1	0.86	0.00	0.58	1.70	0.00	9.00

CAPACITA' PORTANTE							
VERIFICA DI BREVE TERMINE - CONDIZIONI NON DRENATE							
c _{u,d}	s _{cB}	s _{cL}	i _{cB}	i _{cL}	m _B	m _L	N _c
[kPa]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
70.0	1.068	1.068	0.931	1.000	1.747	1.253	5.14
CAPACITA' PORTANTE - dir B				CAPACITA' PORTANTE - dir L			
q _{lim} [kPa]		164.57		q _{lim}		176.17	
R _d [kN]		161.1		R _d		172.5	
R _d /N		1.21		R _d /N		1.30	

 IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE					
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B1	<table border="1"> <tr> <td>Progetto IN17</td> <td>Lotto 12</td> <td>Codifica Documento EI2CLOC000002</td> <td>Rev. B</td> <td>Foglio 40 di 47</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC000002	Rev. B	Foglio 40 di 47
Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC000002	Rev. B	Foglio 40 di 47		

VERIFICA DI LUNGO TERMINE - CONDIZIONI DRENATE								
φ'_d	Nq	N γ	sq	s γ	$i_{q,B}$	$i_{\gamma,B}$	$i_{q,L}$	$i_{\gamma,L}$
[°]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
28.0	14.7	10.94	1.180	0.865	0.834	0.752	1.000	1.000
CAPACITA' PORTANTE - dir B				CAPACITA' PORTANTE - dir L				
qlim [kPa]		139.74		qlim [kPa]		168.51		
Rd [kN]		136.8		Rd [kN]		164.9533		
Rd/N		1.03		Rd/N		1.24		

SCORRIMENTO						
	$c_{u,d}$	B'	L'	Rd	T	
	[kPa]	[m]	[m]	[kN]	kN	
B	70.0	0.58	1.70	62.3	14.0	OK
L				62.3	0.0	#DIV/0!

Verifica scorrimento				
	Ntan ϕ'	Ntan ϕ'/T_B	Ntan ϕ'/T_L	
	[kPa]	[-]	[-]	
	64	5	-	OK

13.3 Verifica a ribaltamento

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

	Mrib	Mstab	
Contributo PALO	91.73		
Contributo PLINTO		- 123.65	
Contributo BAGGIOLO		- 6.40	
	91.73	- 117.05	Rib. OK
			1.28

 IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE					
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B1	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Progetto IN17</td> <td style="width: 15%;">Lotto 12</td> <td style="width: 30%;">Codifica Documento EI2CLOC000002</td> <td style="width: 10%;">Rev. B</td> <td style="width: 20%;">Foglio 41 di 47</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC000002	Rev. B	Foglio 41 di 47
Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC000002	Rev. B	Foglio 41 di 47		

13.4 Verifica di capacità portante e scorrimento B1 - SLV

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

Carico	Load	N (kN)	M _B (kNm)	M _L (kNm)	T _B (kN)	T _L (kN)
S-SLV	85	131.2	59.9	4.9	5.8	1.4

Nella valutazione della resistenza limite in condizioni drenate si trascura il termine funzione della coesione. Il termine R_d di confronto – riferito alla capacità portante e alla resistenza allo scorrimento - è ridotto secondo il fattore γ_R di normativa; la verifica è soddisfatta se rispetta la disuguaglianza.

Parametri geotecnici					COEFFICIENTI RIDUTTIVI DA NORMATIA			
C _{u,k}	φ _k	γ	γ ₁	c _k	M		R	
[kPa]	[°]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[kPa]	γ _φ	γ _{ck}	γ _{cp}	γ _s
70	28	19	19	5	1	1	2.3	1.1

Sollecitazioni agenti						
N	M _B	M _L	T _B	T _L	q	A'
[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[m ²]
131.17	59.92	4.85	5.82	1.36	20.9	2.25

Geometria della fondazione								
B	L	D	e _B	e _L	B'	L'	z _w	γ ₂
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[kN/m ³]
2.30	1.7	1.1	0.46	0.04	1.39	1.63	0.00	9.00

Parametri sismici				
a _{max} /g	S _s	S _t	β _m	K _h
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
0.173	1.45	1.0	0.31	0.078

VERIFICA DI BREVE TERMINE - CONDIZIONI NON DRENATE - SISMA							
C _{u,d}	S _{cb}	S _{cl}	i _{cb}	i _{cl}	m _B	m _L	N _c
[kPa]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
70.0	1.171	1.171	0.989	0.998	1.540	1.460	5.14
CAPACITA' PORTANTE - dir B			CAPACITA' PORTANTE - dir L				
q _{lim} [kPa]		185.73	q _{lim}		187.27		
R _d [kN]		418.7	R _d		422.1		
R _d /N		3.19	R _d /N		3.22		

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE					
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B1	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Progetto IN17</td> <td style="width: 15%;">Lotto 12</td> <td style="width: 30%;">Codifica Documento EI2CLOC000002</td> <td style="width: 10%;">Rev. B</td> <td style="width: 30%;">Foglio 42 di 47</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC000002	Rev. B	Foglio 42 di 47
Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC000002	Rev. B	Foglio 42 di 47		

VERIFICA DI LUNGO TERMINE - CONDIZIONI DRENATE - SISMA									
	zq	zγ	zc	kh					
	[-]	[-]	[-]	[-]					
	0.854	0.854	0.975	0.078					
φ' _d	Nq	Nγ	sq	sγ	i _{q,B}	i _{γ,B}	i _{q,L}	i _{γ,L}	
[°]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	
28.0	14.7	10.94	1.453	0.659	0.942	0.906	0.987	0.978	
CAPACITA' PORTANTE - dir B					CAPACITA' PORTANTE - dir L				
qlim [kPa]			171.50	qlim [kPa]			180.22		
Rd [kN]			386.6	Rd [kN]			406.3		
Rd/N			2.95	Rd/N			3.10		

SCORRIMENTO						
	C _{u,d}	B'	L'	Rd	T	
	[kPa]	[m]	[m]	[kN]	kN	
B	70.0	1.39	1.63	143.5	5.8	OK
L				143.5	1.4	OK

Verifica scorrimento			
Ntanφ'	Ntanφ'/T _B	Ntanφ'/T _L	
[kPa]	[-]	[-]	
63	11	47	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.

GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE					
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B1	<table border="1"> <tr> <td>Progetto IN17</td> <td>Lotto 12</td> <td>Codifica Documento EI2CLOC000002</td> <td>Rev. B</td> <td>Foglio 43 di 47</td> </tr> </table>	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC000002	Rev. B	Foglio 43 di 47
Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC000002	Rev. B	Foglio 43 di 47		

14. VERIFICHE STRUTTURALI

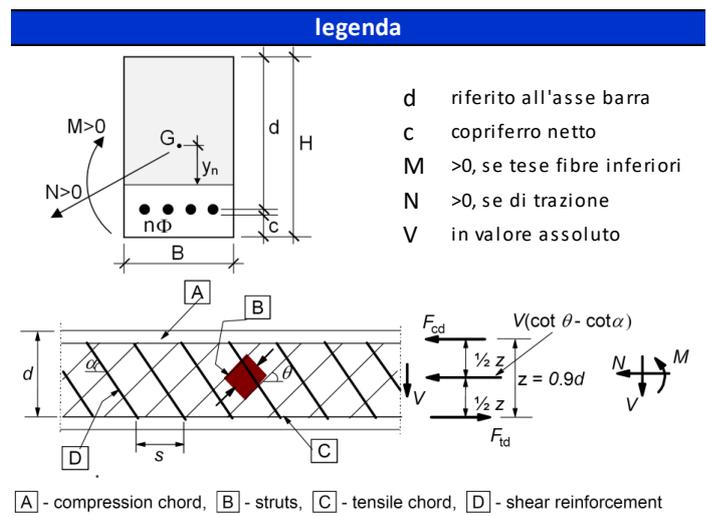
Il basamento è armato con barre $\varnothing 12/20\text{cm}$ superiori ed inferiori in direzione longitudinale (direzione y), mentre in senso trasversale (direzione x) sono presenti barre $\varnothing 12/25\text{cm}$ superiormente ed inferiormente. Nel seguito si mostrano le verifiche a flessione e taglio 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:

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	ϕ	d	Asl	
	[mm]	[cm]	[cm ²]	
5	12	6.0	5.65	
5	12	104.4	5.65	
armatura a taglio				
nbracci	ϕ	s	α	Asw
	[mm]	[cm]	[°]	[cm ²]
0	8	25	90	0.00

sollecitazioni e risultati	
SLE	SLU
MEk 135.00 [kNm]	MEd 175.0 [kNm]
NEk 0 [kN]	NEd 0 [kN]
tensioni e fessure	
Mdec 0.0 [kNm]	
Mcr 444.8 [kNm]	
y_n -42.91 [cm]	
$\sigma_{c,min}$ -2.1 [MPa]	
$\sigma_{s,min}$ -15.7 [MPa]	
$\sigma_{s,max}$ 238.2 [MPa]	
k_2 0.5	
$\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}$ - [%o]	
$S_{r,max}$ - [cm]	
wk - [mm]	
	presso-flessione
	MRd 235.4 [kNm]
	FS 1.35
	taglio
	VRdc 314.3 [kN]
	non serve armatura a taglio
	VRds 0.0 [kN]
	VRdmax 3101.4 [kN]
	θ 30.0 [°]
	sezione duttile
	al 104.4 [cm]

materiali			
calcestruzzo		acciaio	
Rck	30 [MPa]	f _{yk}	450 [MPa]
f _{ck}	24.9 [MPa]	γ_s	1.15
γ_c	1.5	f _{yd}	391.3 [MPa]
α_{cc}	0.85	E _s	200000 [MPa]
f _{cd}	14.1 [MPa]	ε_{uk}	75 [%o]
ν	0.540		
ε_{c2}	2.0 [%o]		
ε_{cu2}	3.5 [%o]		
α_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]

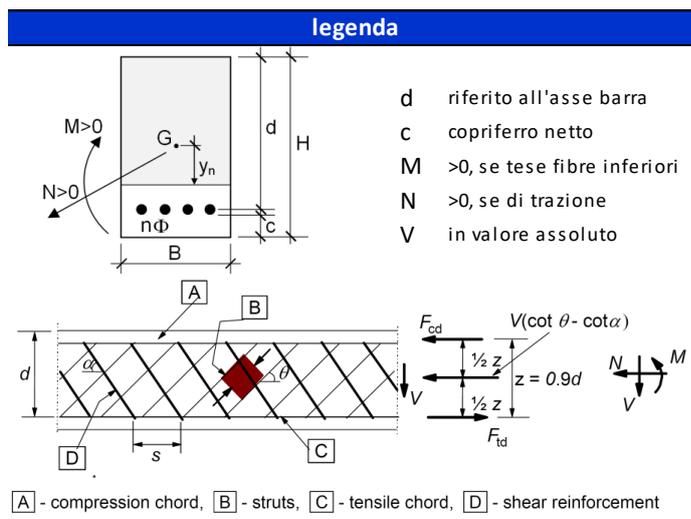


DIREZIONE YY

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

materiali			
calcestruzzo		acciaio	
R _{ck}	30 [MPa]	f _{yk}	450 [MPa]
f _{ck}	24.9 [MPa]	γ_s	1.15
γ_c	1.5	f _{yd}	391.3 [MPa]
α_{cc}	0.85	E _s	200000 [MPa]
f _{cd}	14.1 [MPa]	ϵ_{uk}	75 [‰]
ν	0.540		
ϵ_{c2}	2.0 [‰]		
ϵ_{cu2}	3.5 [‰]		
α_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]

sollecitazioni e risultati			
SLE	SLU		
M _{Ek}	28.00 [kNm]	M _{Ed}	35.00 [kNm]
N _{Ek}	0 [kN]	N _{Ed}	0 [kN]
tensioni e fessure			
M _{dec}	0.0 [kNm]		
M _{cr}	444.8 [kNm]		
y _n	-42.91 [cm]		
$\sigma_{c,min}$	-0.4 [MPa]		
$\sigma_{s,min}$	-3.3 [MPa]		
$\sigma_{s,max}$	49.4 [MPa]		
k ₂	0.5		
$\epsilon_{sm-\epsilon_{cm}}$	- [‰]		
S _{r,max}	- [cm]		
w _k	- [mm]		
		presso-flessione	
		M _{Rd}	235.4 [kNm]
		FS	6.73
		taglio	
		V _{Rdc}	314.3 [kN]
		non serve armatura a taglio	
		V _{Rds}	0.0 [kN]
		V _{Rdmax}	3101.4 [kN]
		θ	30.0 [°]
		sezione	duttile
		al	104.4 [cm]



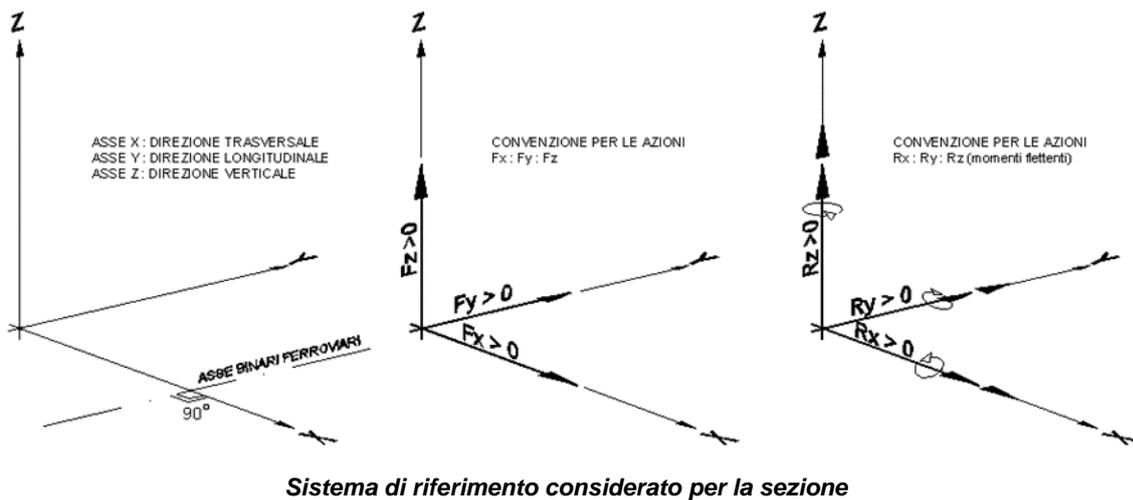
GENERAL CONTRACTOR  IRICAV2	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
FASE PV.1A - RELAZIONE DI CALCOLO BASAMENTI B1	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica Documento EI2CLOC000002	Rev. B	Foglio 45 di 47

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. 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.



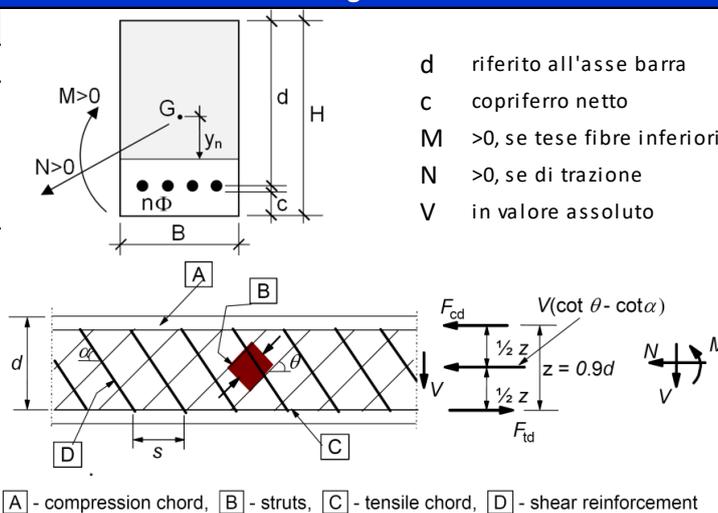
La sezione di calcolo ha dimensioni 80x80cm ed è armata a flessione con 12Φ18. A taglio si considerano delle staffe Φ12 con spaziatura pari a 30 cm. Il copriferro netto è assunto pari a 4cm.

ASSE XX

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
80	80	5,2	73,9	66,5
armatura longitudinale				
nbarre	ϕ	d	Asl	
	[mm]	[cm]	[cm ²]	
4	18	6,1	10,18	
4	18,0	73,9	10,18	
armatura a taglio				
nbracci	ϕ	s	α	Asw
	[mm]	[cm]	[°]	[cm ²]
2	12	30	90	2,26

sollecitazioni e risultati	
SLE	SLU
M_{Ek} 48,30 [kNm]	M_{Ed} 121,80 [kNm]
N_{Ek} 0 [kN]	N_{Ed} 0 [kN]
V_{Ed} 14,00 [kN]	
tensioni e fessure	
M_{dec} 0,0 [kNm]	
M_{cr} 199,4 [kNm]	
y_n -25,93 [cm]	
$\sigma_{c,min}$ -1,1 [MPa]	
$\sigma_{s,min}$ -9,2 [MPa]	
$\sigma_{s,max}$ 68,7 [MPa]	
k_2 0,5	
$\varepsilon_{sm-\varepsilon_{cm}}$ - [%]	
$s_{r,max}$ - [cm]	
w_k - [mm]	
taglio	
M_{Rd} 288,9 [kNm]	
FS 2,37	
V_{Rdc} 193,5 [kN]	
non serve armatura a taglio	
V_{Rds} 339,9 [kN]	
V_{Rdmax} 1756,3 [kN]	
θ 30,0 [°]	
sezione duttile	
al 73,9 [cm]	

materiali		legenda	
calcestruzzo	acciaio		
R_{ck} 30 [MPa]	f_{yk} 450 [MPa]	d	riferito all'asse barra
f_{ck} 24,9 [MPa]	γ_s 1,15	c	copriferro netto
γ_c 1,5	f_{yd} 391,3 [MPa]	M	>0, se tese fibre inferiori
α_{cc} 0,85	E_s 210000 [MPa]	N	>0, se di trazione
f_{cd} 14,1 [MPa]	ε_{uk} 75 [%]	V	in valore assoluto
ν 0,540			
ε_{c2} 2,0 [%]			
ε_{cu2} 3,5 [%]			
α_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]		



ASSE YY

geometria				
sezione trasversale				
B	H	c	d	z
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
80	80	5,2	73,9	66,5
armatura longitudinale				
nbarre	ϕ	d	Asl	
	[mm]	[cm]	[cm ²]	
4	18	6,1	10,18	
4	18,0	73,9	10,18	
armatura a taglio				
nbracci	ϕ	s	α	Asw
	[mm]	[cm]	[°]	[cm ²]
2	12	30	90	2,26

sollecitazioni e risultati	
SLE	SLU
M_{Ek} 13,67 [kNm]	M_{Ed} 18,45 [kNm]
N_{Ek} 0 [kN]	N_{Ed} 0 [kN]
V_{Ed} 4,50 [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]	
$\sigma_{s,max}$ 19,5 [MPa]	
k_2 0,5	
$\varepsilon_{sm-\varepsilon_{cm}}$ - [%]	
$s_{r,max}$ - [cm]	
w_k - [mm]	
taglio	
M_{Rd} 288,9 [kNm]	
FS 15,66	
V_{Rdc} 193,5 [kN]	
non serve armatura a taglio	
V_{Rds} 339,9 [kN]	
V_{Rdmax} 1756,3 [kN]	
θ 30,0 [°]	
sezione duttile	
al 73,9 [cm]	

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

