

COMMITTENTE:



ALTA
SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01**

LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA

Lotto funzionale Brescia – Verona

PROGETTO ESECUTIVO

VARIANTE AGLI IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA: ADOZIONE DEL SISTEMA 3kVcc

LINEA PRIMARIA AT 132 kV ST/DT

CLASSIFICAZIONE FONDAZIONI

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI	SCALA: -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE	Consorzio Consorzio Cepav due Direttore del Consorzio (Ing. T. Taranta)		
Data:	Data:		



COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV. FOGLIO

I N O R 1 2 E E 2 R H L P 0 0 0 0 K B 3 A 0 0 1 0 2 2

	VISTO CONSORZIO SATURNO	
	Firma	Data
		19/04/21

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	A.GEFFRI	19-04-21	M.DONNARUMMA	19/04/21	N.MANTA	19/04/21	Data: 19/04/21

CIG. 751447334A	File: IN0R12EE2RHLP0000KB3A.docx
	Cod. origine: -






Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

CUP: F81H91000000008

GENERAL CONTRACTOR Cepav due Consortio ENI per l'Alta Velocità 	CONSORZIO SATURNO High Speed Railway Technologies 	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
		Progetto INOR	Lotto 12	Codifica Documento EE2RHLP0000KB3	Rev. A	Foglio 2 di 22

1	CLASSIFICAZIONE DELLE FONDAZIONI	3
1.1	SCOPO DEL DOCUMENTO	3
1.2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO DEL P.D.	3
1.3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO GEOLOGIA ED IDROGEOLOGIA.....	3
1.4	ANALISI QUALITATIVA RELATIVA A GEOLOGIA ED IDROGEOLOGIA.....	4
1.5	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO PER CLASSIFICAZIONE FONDAZIONI.....	5
1.6	CLASSIFICAZIONE FONDAZIONI DEGLI ELETTRODOTTI.....	6
1.6.1	Elettrodotto: Calcinato – Lonato.....	6
1.6.2	Cavidotto (Provvisorio): Entra/Esce Sona.....	7
2	CONCLUSIONI	7
3	ALLEGATO 1 (FONDAZIONI SPECIALI)	7

GENERAL CONTRACTOR Cepav due Consorzio ENI per l'Alta Velocità 	CONSORZIO SATURNO High Speed Railway Technologies 	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
		Progetto INOR	Lotto 12	Codifica Documento EE2RHLP0000KB3	Rev. A	Foglio 3 di 22

1 CLASSIFICAZIONE DELLE FONDAZIONI

1.1 SCOPO DEL DOCUMENTO

Lo scopo del documento è la classificazione “preliminare” delle fondazioni, in funzione alle fonti disponibili relativamente alle caratteristiche geotecniche ed alla soggiacenza della falda nelle aree interessate dal seguente elettrodotto:

- LP04 Elettrodotto D.T. (su unica Palificata) 132 kV dalla sottostazione Terna di Lonato alla sottostazione AV/AC di Calcinato che si sviluppa nei comuni di Calcinato e Lonato
- LP05 Palo di Derivazione e Discesa Cavi del Cavidotto D.T. da Palo di Derivazione a Connessione a LP06 –
- Tratto Provvisorio
- I seguenti cavidotti, pur facendo parte del Sistema di Alimentazione AT, essendo privi di sostegni e relative fondazioni, non verranno trattati nel presente documento
- LP06 Cavidotto D.T. da SSE AV/AC di Sona (km 143+975) a LP05B/LP08 – Tratto Definitivo
- LP07 Cavidotto D.T. da Cabina di Derivazione TERNA a SSE AV/AC Desenzano
- LP08 Cavidotto D.T. da Cabina di Derivazione 220/132 TERNA a LP06




1.2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO DEL P.E.

- **Elettrodotto “Calcinato – Lonato”**
IN0R12EE2C3LP0400KB1 - COROGRAFIA 1:25000
IN0R12EE2P5LP0400KB1 - PLANIMETRIA 1:5000
IN0R12EE2PXL0400KB1 - PROFILO ALTIMETRICO DA S.S.E. AC CALCINATO A SOSTEGNO N. 17
IN0R12EE2PXL0400KB2 - PROFILO ALTIMETRICO DAL SOSTEGNO 17 ALLA S.S. TERNA DI
LONATO
- **Cavidotto (Provvisorio) entra-esce “Sona”**
IN0R12EE2C3LP0500XB1 - COROGRAFIA 1:25000
IN0R12EE2P5LP0500XB1 - PLANIMETRIA 1:5000
IN0R12EE2F8LP0500XB1 - CAVIDOTTO DT ENTRA/ESCI DA ELETTRODOTTO RFI ESISTENTE
ALLA SSE AC SONA PROFILO ALTIMETRICO DELLA LINEA FS
(ESISTENTE) CON INSERIMENTO PALO DI DERIVAZIONE.

1.3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO GEOLOGIA ED IDROGEOLOGIA

Data l'impossibilità, in questa fase, di eseguire le indagini geognostiche opportune, si è attinto alle seguenti fonti per una valutazione qualitativa delle caratteristiche Geotecniche ed i livelli di soggiacenza delle falde nei siti dei Comuni interessati, in particolare:

- PGT (Piano del governo del Territorio) per i Comuni della Regione Lombardia
- PRC (Piano Regolatore Comunale) per i Comuni della Regione Veneto

GENERAL CONTRACTOR Cepav due Consorzio ENI per l'Alta Velocità 	CONSORZIO SATURNO High Speed Railway Technologies 	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
		Progetto INOR	Lotto 12	Codifica Documento EE2RHLP0000KB3	Rev. A	Foglio 4 di 22

- I dati desunti dai siti, di cui sopra, sono congruenti con i risultati delle analisi svolte dal General Contractor per l'intera Opera e riportati nel documento IN05 00 DE2RGMD0000002 rev 0 del 29-05-2014 - RELAZIONE GENERALE DI TRATTA nei capitoli che trattano le tematiche in oggetto.

1.4 ANALISI QUALITATIVA RELATIVA A GEOLOGIA ED IDROGEOLOGIA

Elettrodotto "Calcinato-Lonato"

La tratta ubicata ad ovest del rilievo collinare di Lonato (sostegni da 1 a 21) presenta, in base ai dati disponibili, caratteristiche geotecniche discrete e soggiacenza della falda superiore a 10 m.

Per queste fondazioni assumeremo una portanza ammissibile del terreno pari a 1,0/2,0 daN/cm² in analogia a quanto riscontrato nella tratta TR-BS per l'elettrodotto di Chiari ove le caratteristiche geotecniche del terreno sono simili.

La tratta in corrispondenza del rilievo collinare di Lonato (sostegni dal 22 al 26A) è di difficile definizione in quanto pur potendo escludere una vera e propria falda è possibile la presenza di falde sospese di entità minore, lo stesso dicasi per le caratteristiche geotecniche che si possono presentare piuttosto variabili.

Per queste fondazioni assumeremo, conservativamente, una portanza pari a 1,0 daN/cm²




La tratta dal sostegno 27 al 35 (zona centrale) presenta invece caratteristiche di minor consistenza ed è interessata dalla presenza della falda d'acqua praticamente a livello del piano campagna. Queste condizioni sono state tenute presenti nella stima delle caratteristiche geotecniche ricavandone congrue riduzioni della capacità portante (con particolare riferimento alla zona dei sostegni 33 e 35).

Per questi sostegni è previsto l'impiego di fondazioni speciali.

Palo di Derivazione e Discesa Cavi del Cavidotto (Provvisorio): "Entra/Esce" Sona

La sopra citata tratta, presenta, in base ai dati disponibili, caratteristiche analoghe alla tratta compresa tra i sostegni 1 e 21 in Comune di Lonato.

Per queste fondazioni assumeremo una portanza del terreno pari a 1,0/2,0 daN/cm² in analogia a quanto riscontrato nella tratta TR-BS per l'elettrodotto di Chiari ove le caratteristiche geotecniche del terreno sono simili.

GENERAL CONTRACTOR Cepav due Consorzio ENI per l'Alta Velocità 	CONSORZIO SATURNO High Speed Railway Technologies 	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
		Progetto INOR	Lotto 12	Codifica Documento EE2RHLP0000KB3	Rev. A	Foglio 5 di 22

1.5 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO PER CLASSIFICAZIONE FONDAZIONI

Le fondazioni indicate nelle tabelle seguenti, si riferiscono a quelle presenti nell'Unificazione RFI (calcolate non in presenza di Falda):

- **RFI/TC.TE IT LP 025 – Ed. 09/2002 (Vol. Primo “Caratteristiche Generali – Vol.Secondo “relazioni di calcolo – Vol. Terzo elaborati grafici)**

Elettrodotti A.T. 132-150 kV equipaggiati con sostegni a traliccio di tipo piramidale ad aste sciolte e bullonate in acciaio zincato e conduttore di fase in alluminio – acciaio Ø 31,5 mm di diametro.

- **RFI/TC.TE IT LP 029 – Ed. 11/20022002 (Vol. Primo “Caratteristiche Generali – Vol.Secondo “relazioni di calcolo – Vol. Terzo elaborati grafici)**

Elettrodotti A.T. 132-150 kV equipaggiati con sostegni monostelo in lamiera pressopiegata a sezione poligonale e con conduttore di fase in alluminio-acciaio Ø 31,5 mm di diametro.

- **RFI/TC.TE IT LP 018 – Ed. 11/2001 (Vol. Primo “Caratteristiche Generali – Vol.Secondo “relazioni di calcolo – Vol. Terzo elaborati grafici)**

Elettrodotti AT 132-150kV equipaggiati con sostegni a traliccio di tipo piramidale ad aste sciolte e bullonate in acciaio zincato e conduttore di fase in alluminio – acciaio Ø 22,8 mm di diametro.

- **DI/TC TE IT LP/TE 165 – Ed. 11/1999 (Vol. Primo “Caratteristiche Generali – Vol.Secondo “relazioni di calcolo – Vol. Terzo elaborati grafici)**

Elettrodotti A.T. 132 – 150 kV equipaggiati con sostegni monostelo in lamiera pressopiegata a sezione poligonale e con conduttore di fase Ø 22.8 mm.




Quelle dei sostegni di sottopasso TE* dell'unificazione ENEL già utilizzati nelle altre tratte dell'AV/AC sono riportate nei documenti di P.D. (calcolate anche in presenza di falda superficiale):

IN0500DE2SPLP0000K01 - SOSTEGNO TIPO "TE* SOTTOPASSO" S.T. CON FASI ORIZZONTALI
FONDAZIONI (UNIFICATE ENEL) TIPO "CR" & "CS" - DIMENSIONI -
VOLUMI - DETTAGLI ARMATURE

IN0500DE2SPLP0000K02 - SOSTEGNO TIPO "TE* SOTTOPASSO" S.T. CON FASI ORIZZONTALI -
FONDAZIONI (UNIFICATE ENEL) TIPO "CR" & "CS" - TABELLE DI
CORRISPONDENZA TRA: TIPO TERRENO / TIPO FONDAZIONE

Le Fondazioni Speciali sono state verificate assumendo dei parametri geotecnici preliminari, stimati in funzione delle caratteristiche note, da confermare successivamente con appropriate indagini geotecniche.




Per tutte le fondazioni a piedini separati impiegabili per i sostegni tralicciati, è prevista la trave di collegamento degli stessi come richiesto dalle norme per zona sismica.

GENERAL CONTRACTOR Cepav due Consorzio ENI per l'Alta Velocità 	 CONSORZIO SATURNO High Speed Railway Technologies	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
		Progetto INOR	Lotto 12	Codifica Documento EE2RHLP0000KB3	Rev. A	Foglio 6 di 22

1.6 CLASSIFICAZIONE FONDAZIONI DEGLI ELETTRODOTTI

1.6.1 Elettrodotto: Calcinato – Lonato

Picch. N°	Tipo Palo Fond.	Tipo di Terreno	Tipo Fondaz./N° Disegno	Note
1	TAD90+6	1,0 /2,0 daN/cm ²	PF520S/PF390N – ULP/4015	Con travetta colleg. Fond.
1A	TAD90+9	1,0 /2,0 daN/cm ²	PF520S/PF390N – ULP/4015	Con travetta colleg. Fond.
2	TAD90+15	1,0 /2,0 daN/cm ²	PF520S/PF390N – ULP/4015	Con travetta colleg. Fond.
3	PND15+3	1,0 /2,0 daN/cm ²	ULP2879/ULP2867	
4	PND8+12	1,0 /2,0 daN/cm ²	ULP2785/ULP2773	
5	PND8+6	1,0 /2,0 daN/cm ²	ULP2781/ULP2769	
6	PND8+6	1,0 /2,0 daN/cm ²	ULP2781/ULP2769	
7	TND8+15+2	1,0 /2,0 daN/cm ²	PF320S/PF230N – ULP/4015	Con travetta colleg. Fond.
8	PND8+3	1,0 /2,0 daN/cm ²	ULP2779/ULP2767	
9	PND2+3	1,0 /2,0 daN/cm ²	ULP2679/ULP2667	
10	PND8+3	1,0 /2,0 daN/cm ²	ULP2779/ULP2767	
11	PND8+6	1,0 /2,0 daN/cm ²	ULP2781/ULP2769	
12	PND8+6	1,0 /2,0 daN/cm ²	ULP2781/ULP2769	
13	PND8+6	1,0 /2,0 daN/cm ²	ULP2781/ULP2769	
13A	TAD90+15+2	1,0 /2,0 daN/cm ²	PF520S/PF390N – ULP/4015	Con travetta colleg. Fond.
14	TAD90+15+2	1,0 /2,0 daN/cm ²	PF520S/PF390N – ULP/4015	Con travetta colleg. Fond.
15	PND8+3	1,0 /2,0 daN/cm ²	ULP2779/ULP2767	
16	PAD60+6	1,0 /2,0 daN/cm ²	ULP3069	
17	PND8+3	1,0 /2,0 daN/cm ²	ULP2779/ULP2767	
18	PND2+3	1,0 /2,0 daN/cm ²	ULP2679/ULP2667	
19	PND2+6	1,0 /2,0 daN/cm ²	ULP2681/ULP2669	
20	PND8+3	1,0 /2,0 daN/cm ²	ULP2779/ULP2767	
21	PAD30+3	1,0 /2,0 daN/cm ²	ULP2979/ULP2967	
22	PND2+3	1,0 daN/cm ²	ULP2679	Possibile presenza di falda
23	PND8-3	1,0 daN/cm ²	ULP2775	Possibile presenza di falda
24	PND2-3	1,0 daN/cm ²	ULP2675	Possibile presenza di falda
25	PAD30+3	1,0 daN/cm ²	ULP2979	Possibile presenza di falda
26	TE*+12+1	1,0 daN/cm ²	204/230_Col 288/43- IN0500DE2SPLP0000K0151	Con travetta colleg. Fond. Possibile presenza di falda
26A	TE*+12+1	1,0 daN/cm ²	204/230_Col 288/43- IN0500DE2SPLP0000K01	Con travetta colleg. Fond. Possibile presenza di falda
27	TE*+12+1	1,0 daN/cm ²	204/230_Col 288/43- IN0500DE2SPLP0000K01	Con travetta colleg. Fond. Presenza di falda superfic.
27A	TE*+12+1	1,0 daN/cm ²	204/230_Col 288/43- IN0500DE2SPLP0000K01	Con travetta colleg. Fond. Presenza di falda superfic.
28	PAD30+3	Caratteristiche geotecniche Scadenti	ALLEGATO 1 FONDAZ. SPEC 31	Presenza di falda superfic
29	TAD90+9	Caratteristiche geotecniche Scadenti	ALLEGATO 1 FONDAZ. SPEC 34	Presenza di falda superfic.
30	PND8+3	Caratteristiche geotecniche Scadenti	ALLEGATO 1 FONDAZ. SPEC 32	Presenza di falda superfic
31	PAD60	Caratteristiche geotecniche Scadenti	ALLEGATO 1 FONDAZ. SPEC 33	Presenza di falda superfic.
31A	PND8	Caratteristiche geotecniche Scadenti	ALLEGATO 1 FONDAZ. SPEC 32	Presenza di falda superfic
32	PAD60	Caratteristiche geotecniche Scadenti	ALLEGATO 1 FONDAZ. SPEC 33	Presenza di falda superfic.
33	PAD60+6	Caratteristiche geotecniche Scadenti	ALLEGATO 1 FONDAZ. SPEC 33	Presenza di falda superfic.
34	TAD90+3	Caratteristiche geotecniche Scadenti	ALLEGATO 1 FONDAZ. SPEC 34	Con travetta colleg. Fond. Presenza di falda superfic.
35	TAD90±0	Caratteristiche geotecniche Scadenti	ALLEGATO 1 FONDAZ. SPEC 34	Con travetta colleg. Fond. Presenza di falda superfic.

GENERAL CONTRACTOR Cepav due Consorzio ENI per l'Alta Velocità 	CONSORZIO SATURNO High Speed Railway Technologies 	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
		Progetto INOR	Lotto 12	Codifica Documento EE2RHLP0000KB3	Rev. A	Foglio 7 di 22

1.6.2 Cavidotto (Provvisorio): Entra/Esce Sona

Picch. N°	Tipo Palo	Tipo di Terreno	Tipo Fondaz./N° Disegno	Note
1	TA90+6-1	1,0 /2,0 daN/cm ²	PF360S/PF270N – ULP/4015	Con travetta colleg. Fond.

2 CONCLUSIONI

In fase di Progettazione Esecutiva, la suddetta classificazione delle fondazioni potrà essere confermata o modificata in tutto o in parte, in base alle risultanze delle Indagini Geotecniche, Idrogeologiche e Sismiche e in base ai valori di carico sulle fondazioni risultanti dalle verifiche dei sostegni operate per le effettive condizioni di utilizzo.

I criteri di verifica saranno quelli indicati nel documento IN0R12EE2RHLP0000KB1 (RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA E ARCHITETTURA DI SISTEMA)

3 ALLEGATO 1 (FONDAZIONI SPECIALI)

Il presente Allegato riporta un dimensionamento preliminare tipologico, delle fondazioni speciali da realizzare in corrispondenza dei sostegni da 28 a 35 a seguito delle considerazioni svolte ai paragrafi precedenti.

Quanto di seguito esposto, si basa sui dati del precedente tracciato dell'elettrodotto, tipologicamente ancora valido per il nuovo tracciato, scaturito dalle richieste della CdS.

Il progetto delle fondazioni in questione prevede l'impiego dei seguenti materiali.

CALCESTRUZZO STRUTTURALE

CLASSE DI RESISTENZA DI PROGETTO

Fondazioni C25/30

CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE (UNI 11104:2004)

Fondazioni, strutture immerse in terreni non aggressivi bagnati XC2

Limiti: Rapporto max. A/C = 0,60 Dosaggio cemento 300 kg/m³ Diametro max. aggregato = 30 mm

ARMATURE

Ad aderenza migliorata in acciaio classe B450C




Ricoprimento per plinti e teste 40 mm

Ricoprimento per trivellate di grande diametro 50 mm

Interferro minimo 40 mm

COMPOSIZIONE DELLA MISCELA

- Cemento tipo CEM II A/M 32,5 con il dosaggio minimo indicato sopra
- Inerti di tipo alluvionale o da frantumazione, esenti da impurità nocive, con curva di distribuzione compresa nel fuso granulometrico di Fuller
- Acqua

GENERAL CONTRACTOR Cepav due Consorzio ENI per l'Alta Velocità 	CONSORZIO SATURNO High Speed Railway Technologies 	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
		Progetto INOR	Lotto 12	Codifica Documento EE2RHLP0000KB3	Rev. A	Foglio 8 di 22

CLASSE DI CONSISTENZA

Strutture con percentuale armature medio alta.

Miscela a consistenza fluida di classe S4 (Slump 160-210 mm)

Carichi in fondazione

I carichi agenti sulle fondazioni sono stati determinati in funzione dell'impiego effettivo dei sostegni e considerando le azioni sui conduttori previste dalla norma CEI 11-4 Ed. 2011 e sono riassunti nella tabella seguente.

La verifica strutturale delle fondazioni è svolta in accordo alle norma NTC 2008.

I valori sono i massimi considerati per la verifica del sostegno e quindi vengono assegnati alla tipologia "STR" con set di coefficienti A1.

CARICHI SULLE FONDAZIONI unità daN e daNm

Pk	sostegno	Loading	V	Tx	Ty	ST	T _R	M _x	M _y	SM
31	PAD30+6	C1AXA	20939	526	17488	18014	17496	426222,9	12082,5	438305,4
32	PND8+3	C1AXA	15553	0	8318	8318	8318	190902,6	0	190902,6
32	PND8+3	C4X1A	14032	7706	311	8017	7712	7840,6	195436	203276,5
33	PAD60+6	C1AXA	27841	111	25899	26010	25899	640519,2	2766,9	643286,1
33	PAD60+6	C3X1A	29722	607	25031	25638	25038	647085,1	14041,6	661126,7
34	TAD90+3					0				0

Le combinazioni di set di coefficienti impiegabili per le verifiche sono quindi

Approccio 1 combinazione 1 A1 + M1 + R1

Approccio 2 A1 + M1 + R3

Nel seguito è impiegato l'Approccio 2, risultato più oneroso.

Coefficienti parziali R3 di resistenza globale per pali di fondazione:

Resistenza di base impiegata singolarmente $g = 1,35$

Resistenza laterale in compressione impiegata singolarmente $g = 1,15$

Resistenza globale in compressione $g = 1,30$




Resistenza laterale del fusto in trazione $g = 1,25$

Resistenza alle azioni trasversali $g = 1,30$

Si prevede l'impiego di pali trivellati di grande diametro

(1,20 m per i picchetti 31 e 32 e 1,50 m per il picchetto 33).

La lunghezza effettiva dei pali è di 12,00 m

<p>GENERAL CONTRACTOR Cepav due Consorzio ENI per l'Alta Velocità</p> 	<p>CONSORZIO SATURNO High Speed Railway Technologies</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>				
		Progetto INOR	Lotto 12	Codifica Documento EE2RHLP0000KB3	Rev. A	Foglio 9 di 22

Portata del singolo palo

Caratterizzazione del suolo e valutazione della capacità portante dei pali

Suolo generalmente incoerente sommerso (ipotesi per dimensionamento)

Strato 1 dal piano campagna a -9,00 m sabbie limose sciolte con presenza di ghiaia e ciottoli

SPT medio $N = 8$ colpi/30 cm

Aderenza laterale al fusto $f = N/80 = 0,10$ daN/cm²

Strato 2 da quota -9,00 m a -16,00 m ghiaie sabbiose mediamente addensate

SPT medio $N = 20$ colpi/30 cm picchetti 31 e 32

SPT medio $N = 16$ colpi/30 cm picchetto 33

Aderenza laterale al fusto $f = 20/80 = 0,25$ daN/cm²

Aderenza laterale al fusto $f = 16/80 = 0,20$ daN/cm²

Suolo alla punta angolo d'attrito $\varphi = 30^\circ$

Diametro 1,20 m $L/d = 10$ $N_q^* = 6$ (raccomandazioni AGI per pali di grande diametro)

Diametro 1,50 m $L/d = 8$ $N_q^* = 5$ (raccomandazioni AGI per pali di grande diametro)

$g' = 1000$ daN/m³ Peso efficace suolo sommerso

$g' = 1500$ daN/m³ Peso efficace calcestruzzo sommerso

PALO DIAMETRO 1,20 m

Portata laterale del fusto

$$Q_{LC} = (120 * \pi * 600) * 0,10 + (120 * \pi * 600) * 0,25 = 79128 \text{ daN}$$

Portata di punta (profondità 15,0 m)

$$Q_P = 11304 * 6 * 0,001 * 1500 = 101736 \text{ daN}$$

Portata fattorizzata globale in compressione $Q_C = 139126$ daN

Portata fattorizzata in trazione $Q_T = 63302$ daN

PALO DIAMETRO 1,50 m

Portata laterale del fusto

$$Q_{LC} = (150 * \pi * 600) * 0,10 + (150 * \pi * 600) * 0,20 = 84780 \text{ daN}$$

Portata di punta (profondità 15,0 m)

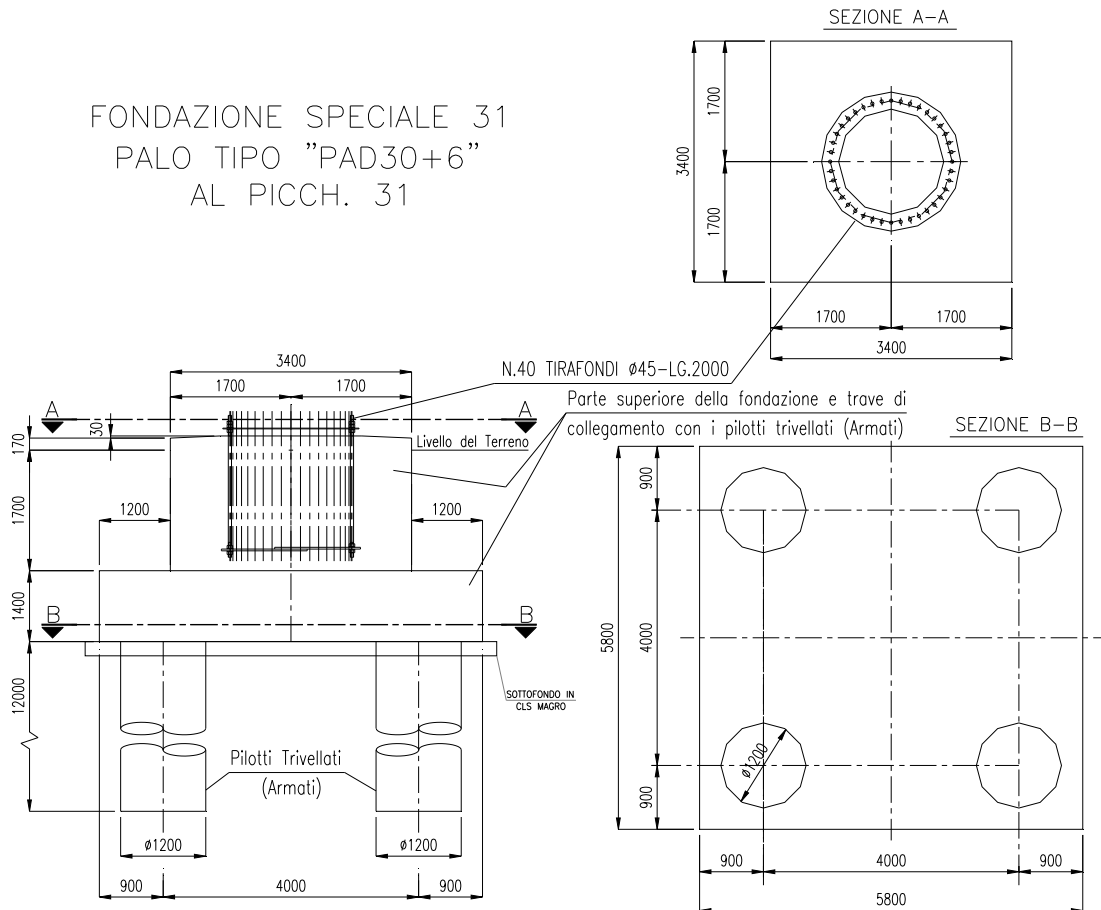
$$Q_P = 17662 * 5 * 0,001 * 1500 = 132469 \text{ daN}$$

Portata fattorizzata globale in compressione $Q_C = 167115$ daN

Portata fattorizzata in trazione $Q_T = 67824$ daN



FONDAZIONE SPECIALE 31
PALO TIPO "PAD30+6"
AL PICCH. 31



PICCHETTC **31**

H = 3,30 cm

B = 4,00 cm

N 4 pali dia 1,20 m Lg 12,0 m

Pesi unitari in condizioni sommerse

 $G_c = 1500 \text{ daN/m}^3$ $G_s = 1000 \text{ daN/m}^3$

Volume del calcestruzzo testa

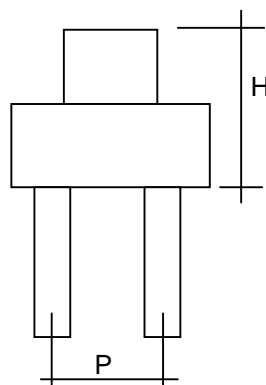
69,06

Volume di calcestruzzo pali

54,26

totale 123,30 m³Peso del cls $W_c =$

184950 daN



Carichi in fondazione

sostegno	Loading	V	T _x	T _y	ST	T _R	M _x	M _y	SM
PAD30+6	C1AXA	20939	526	17488	18014	17496	426222,9	12082,5	438305,4

Azioni in testa al singolo palo

N, U azioni assiali compressione / trazione

T azione trasversale

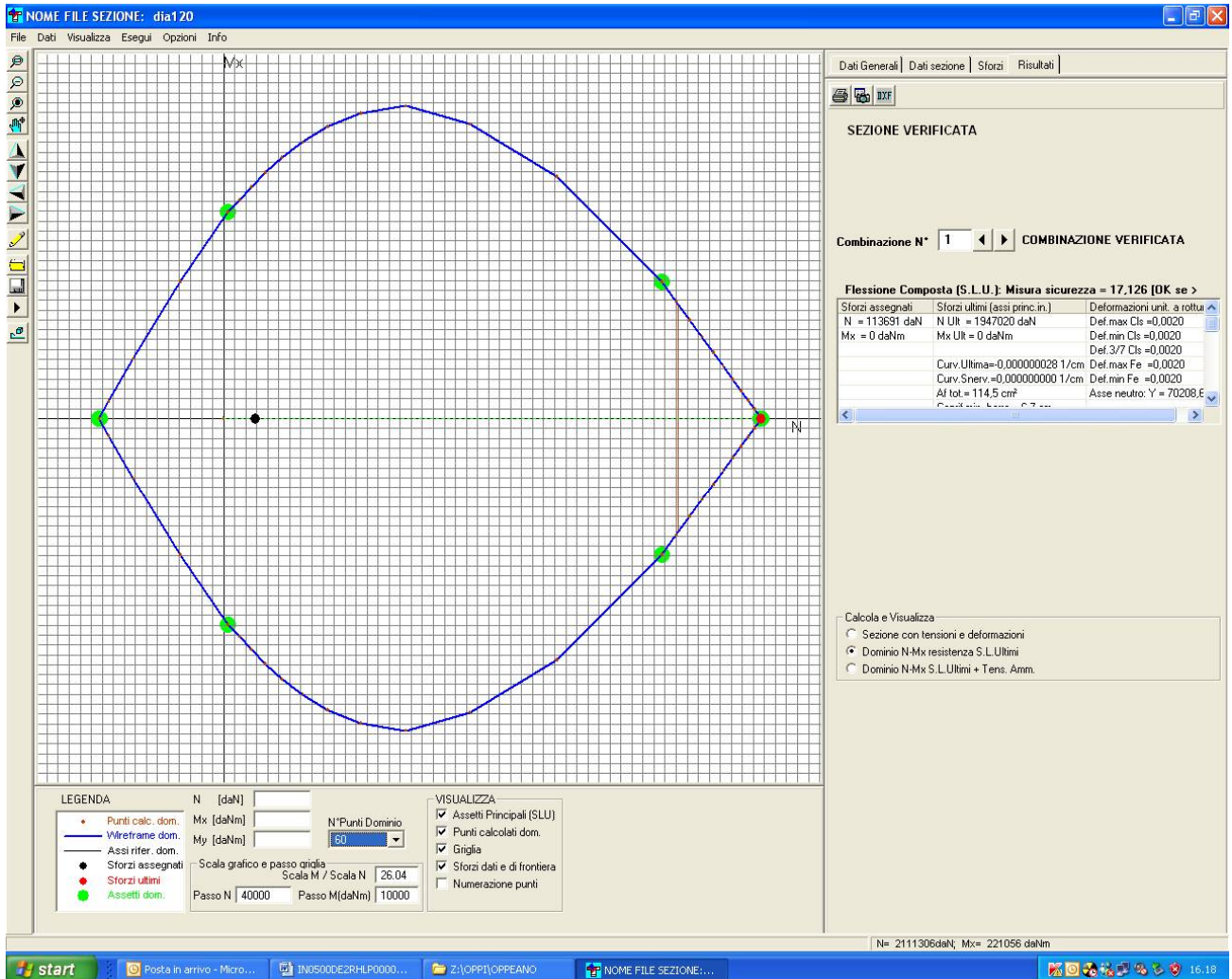
Pk	sostegno	Vcls	Wcls	H	P	N	U	T
31	PAD30+6	123,3	184950	3,30	4,00	113691	-10747	4374

Verifica a compressione $N = 113691 < 139126 \text{ daN}$ Verifica a trazione $U = -10747 < 63302 \text{ daN}$



Verifica delle azioni trasversali

Dominio di rottura della sezione Armatura principale del palo 20 dia 27 ; staffe 2 spirali controverse dia 10


 Azione massima sul singolo palo $T = 4374$ daN

 $M_{yield} = 238670$ daNm

Capacità portante ultima in condizioni di pressoflessione valutata secondo la teoria di Broms

Tipo di palo lungo a testa libera in suolo incoerente (k sottofondo crescente linearmente con la profondità)

$$T_u = [1,51 * (M_{yield}^2 * g * D * K_p)^{0,333}] / 1,3 = 66465 \text{ daN} > 4374$$

con

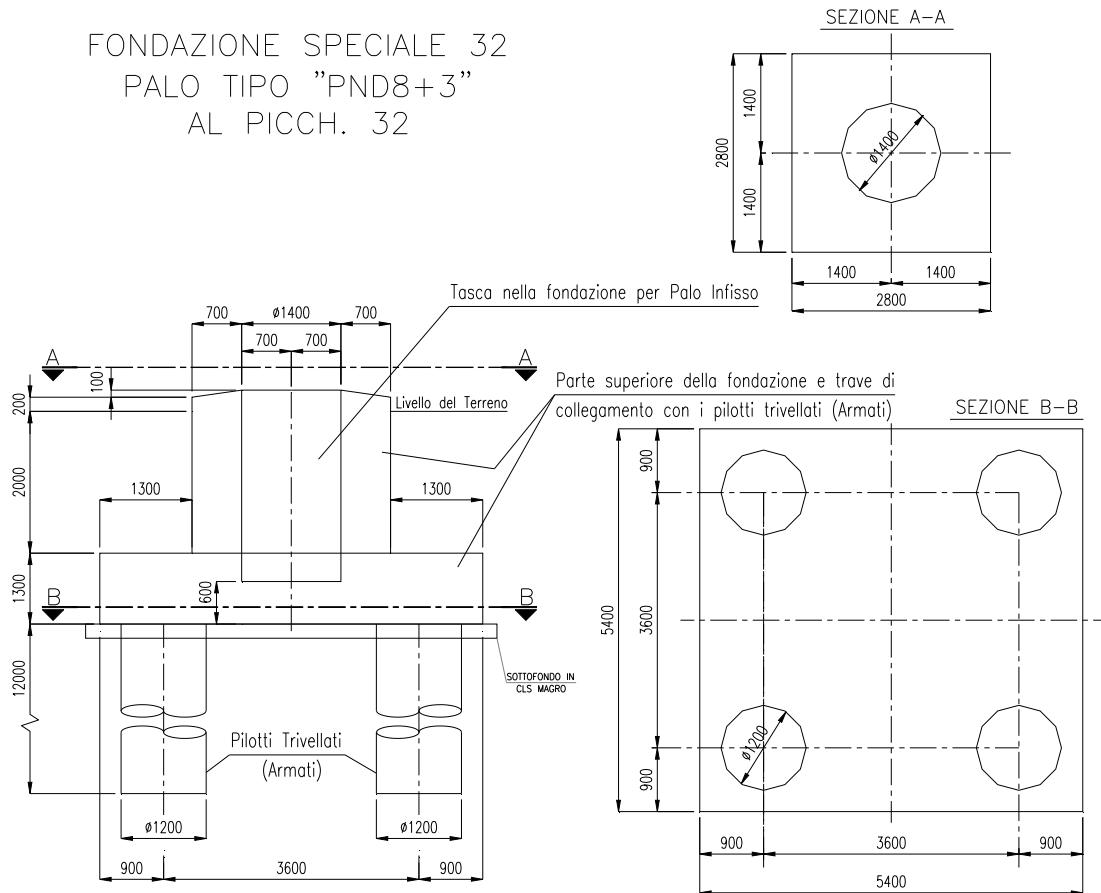
 $g = 1000$ daN/m³ peso del suolo

 $K_p = 2,75$ coefficiente di spinta

 $D = 120$ cm



FONDAZIONE SPECIALE 32
PALO TIPO "PND8+3"
AL PICCH. 32



PICCHETTO **32**

H = 3,50 cm

B = 3,60 cm

N 4 pali dia 1,20 m Lg 12,0 m

Pesi unitari in condizioni sommerse

 $G_c = 1500 \text{ daN/m}^3$ $G_s = 1000 \text{ daN/m}^3$

Volume del calcestruzzo testa

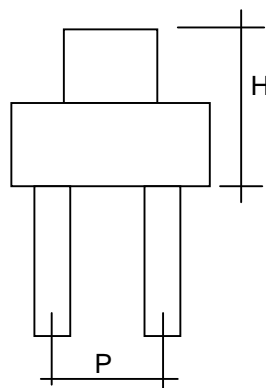
55,16

Volume di calcestruzzo pali

109,42

totale 123,30 m³Peso del cls $W_c =$

164100 daN



Carichi in fondazione

sostegno	Loading	V	T _x	T _y	ST	T _R	M _x	M _y	SM
PND8+3	C1AXA	15553	0	8318	8318	8318	190902,6	0	190902,6
PND8+3	C4X1A	14032	7706	311	8017	7712	7840,6	195436	203276,5

Azioni in testa al singolo palo

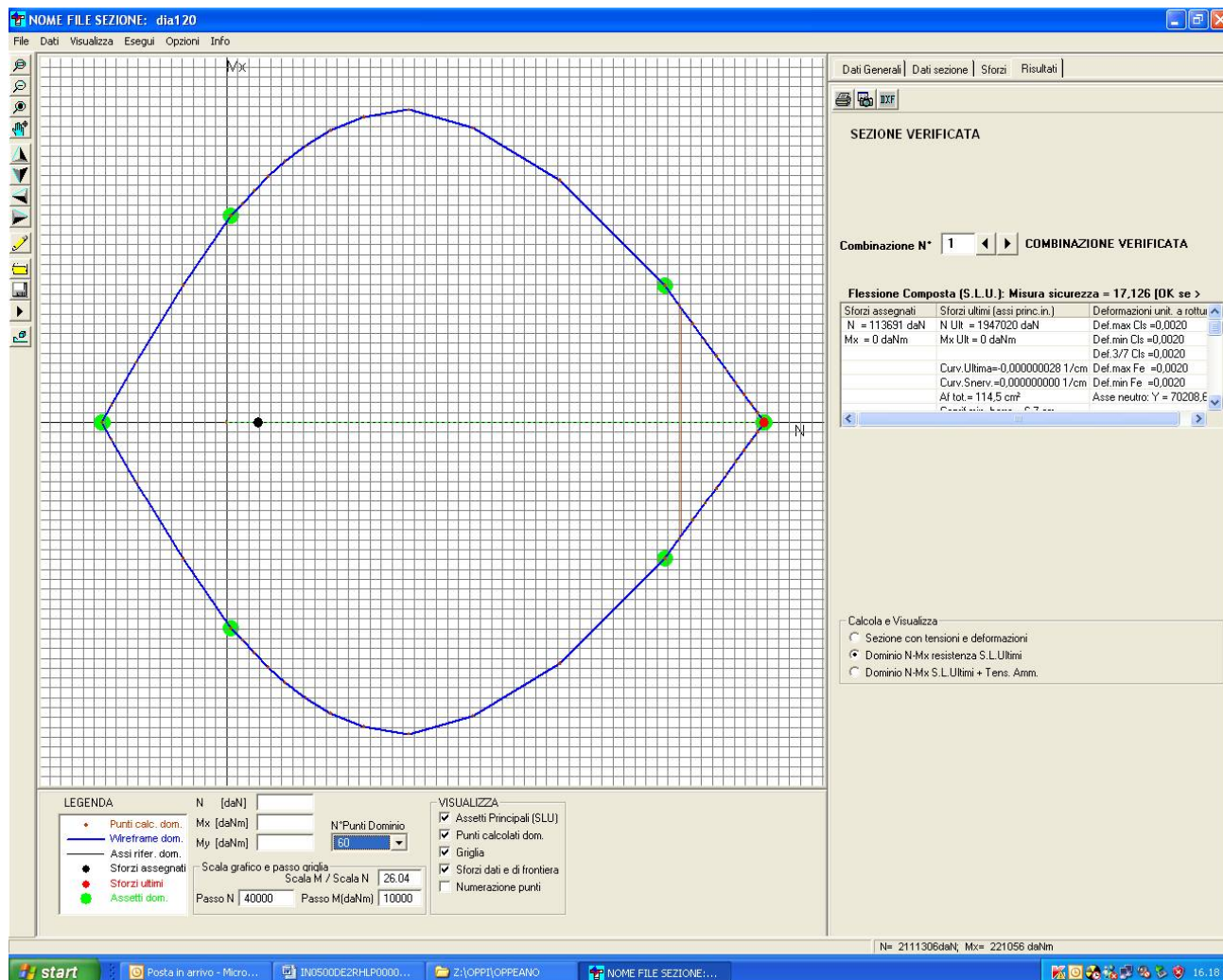
N, U azioni assiali compressione / trazione

T azione trasversale

Pk	sostegno	Vcls	Wcls	H	P	N	U	T
32	PND8+3	109,4	164100	3,50	3,60	75471	14356	2080
32	PND8+3	109,4	164100	3,50	3,60	76663	12403	1928

Verifica a compressione $N = 76663 < 139126 \text{ daN}$ Verifica a trazione $U = 0 < 63302 \text{ daN}$

Dominio di rottura della sezione Armatura principale del palo 20 dia 27 ; staffe 2 spirali controverse dia 10



Azione massima sul singolo palo $T = 2080 \text{ daN}$

$M_{yield} = 227333 \text{ daNm}$

Capacità portante ultima in condizioni di pressoflessione valutata secondo la teoria di Broms

Tipo di palo lungo a testa libera in suolo incoerente (k sottofondo crescente linearmente con la profondità)

$$T_u = [1,51 * (M_{yield}^2 * g * D * K_p)^{0,333}] / 1,3 = 63714 \text{ daN} > 4374$$

con

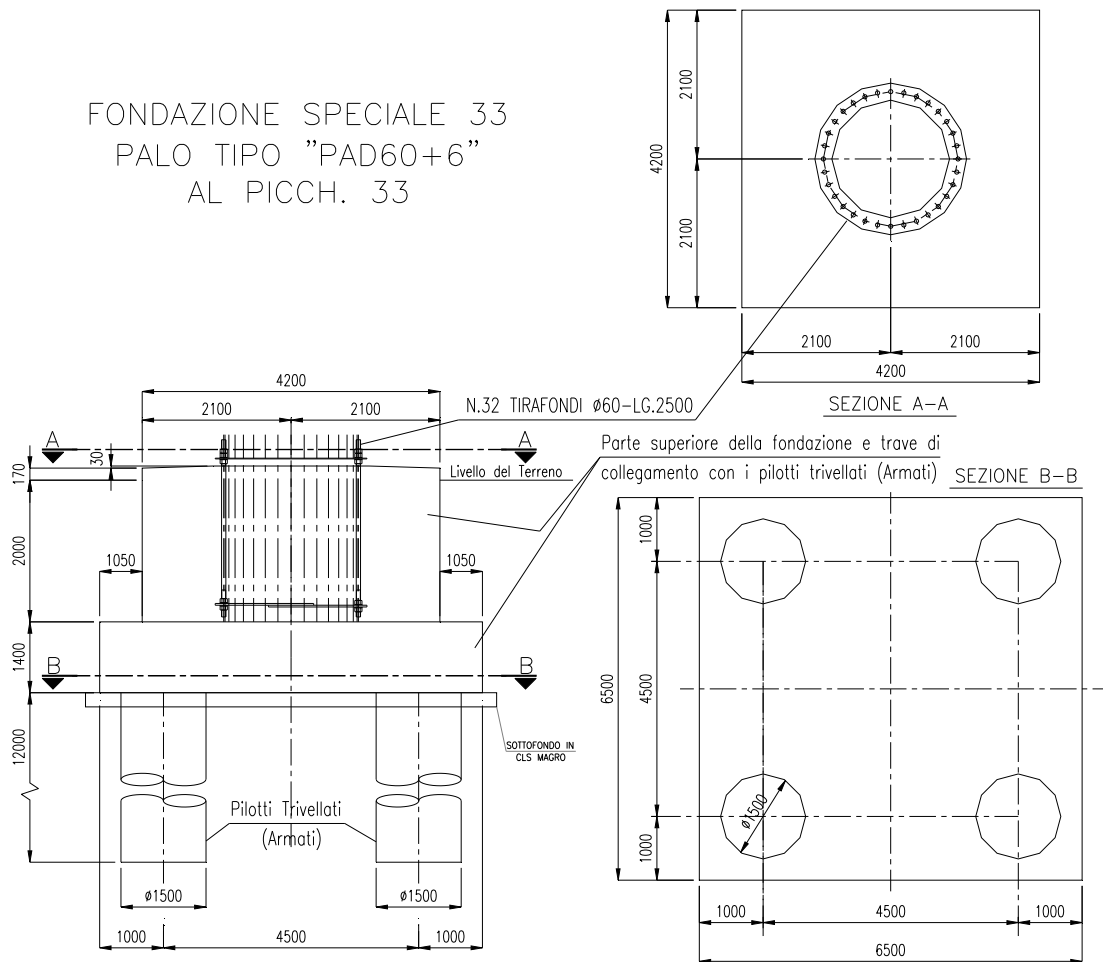
$g = 1000 \text{ daN/m}^3$ peso del suolo

$K_p = 2,75$ coefficiente di spinta

$D = 120 \text{ cm}$



FONDAZIONE SPECIALE 33
PALO TIPO "PAD60+6"
AL PICCH. 33

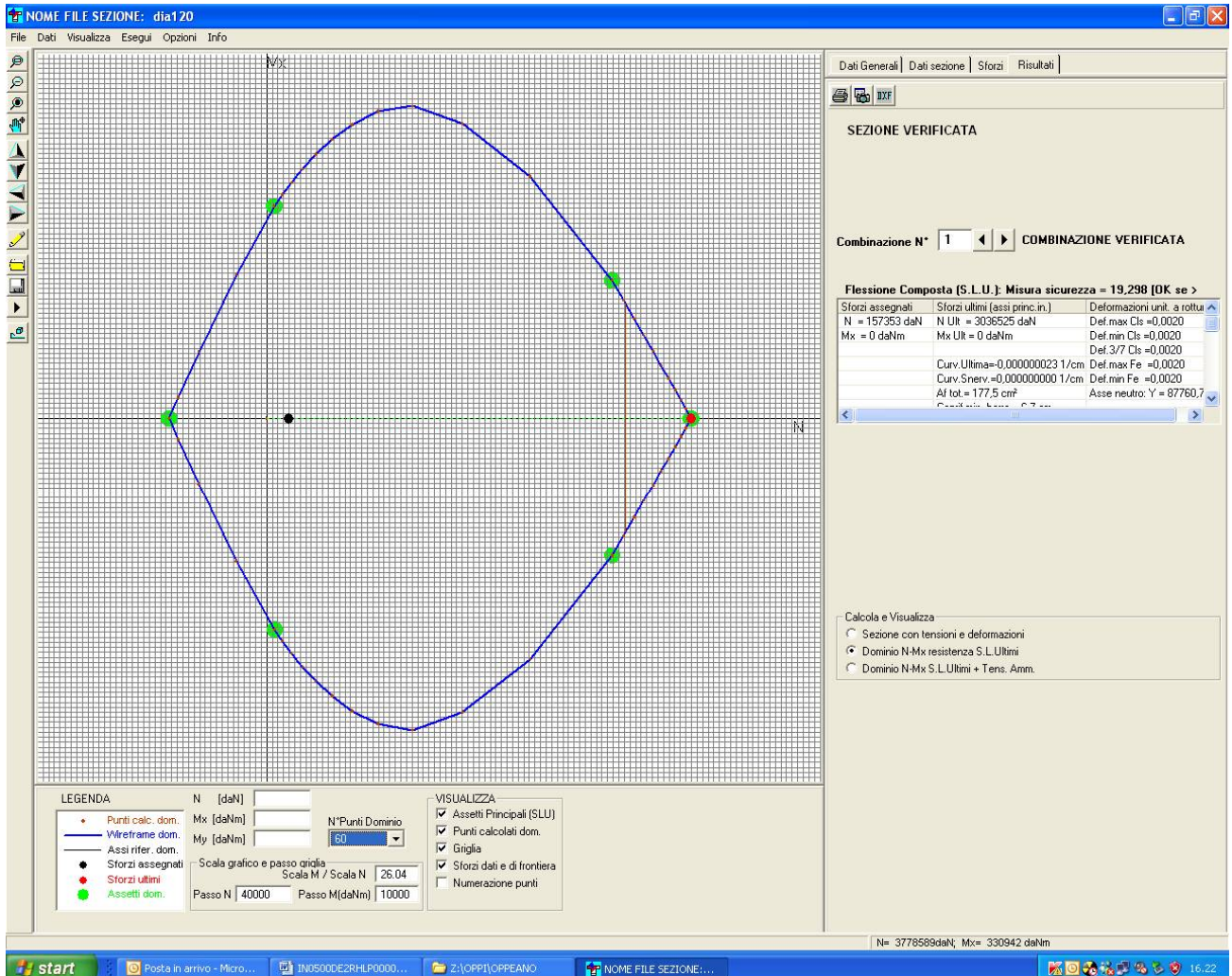




PICCHETTO		33							
H =	3,60	cm							
B =	4,50	cm							
N 4 pali dia 1,50 m Lg 12,0 m									
Pesi unitari in condizioni sommerse									
$G_c =$	1500	daN/m^3							
$G_s =$	1000	daN/m^3							
Volume del calcestruzzo testa		97,96							
Volume di calcestruzzo pali		84,78							
totale		182,74		m^3					
Peso del cls $W_c =$		274050		daN					
Carichi in fondazione									
sostegno	Loading	V	Tx	Ty	ST	T_R	Mx	My	SM
PAD60+6	C1AXA	27841	111	25899	26010	25899	640519,2	2766,9	643286,1
PAD60+6	C3X1A	29722	607	25031	25638	25038	647085,1	14041,6	661126,7
Azioni in testa al singolo palo									
N, U azioni assiali compressione / trazione					T azione trasversale				
Pk	sostegno	Vcls	Wcls	H	P	N	U	T	
33	PAD60+6	182,7	274050	3,60	4,50	157353	-6407	6475	
33	PAD60+6	182,7	274050	3,60	4,50	159657	-7771	6260	
Verifica a compressione $N = 159657$				<	167115 daN				
Verifica a trazione $U = - 7771$				<	67824 daN				



Dominio di rottura della sezione Armatura principale del palo 30 dia 27 ; staffe 2 spirali controverse dia 10



Azione massima sul singolo palo $T = 6475 \text{ daN}$

$M_{yield} = 464232 \text{ daNm}$

Capacità portante ultima in condizioni di pressoflessione valutata secondo la teoria di Broms

Tipo di palo lungo a testa libera in suolo incoerente (k sottofondo crescente linearmente con la profondità)

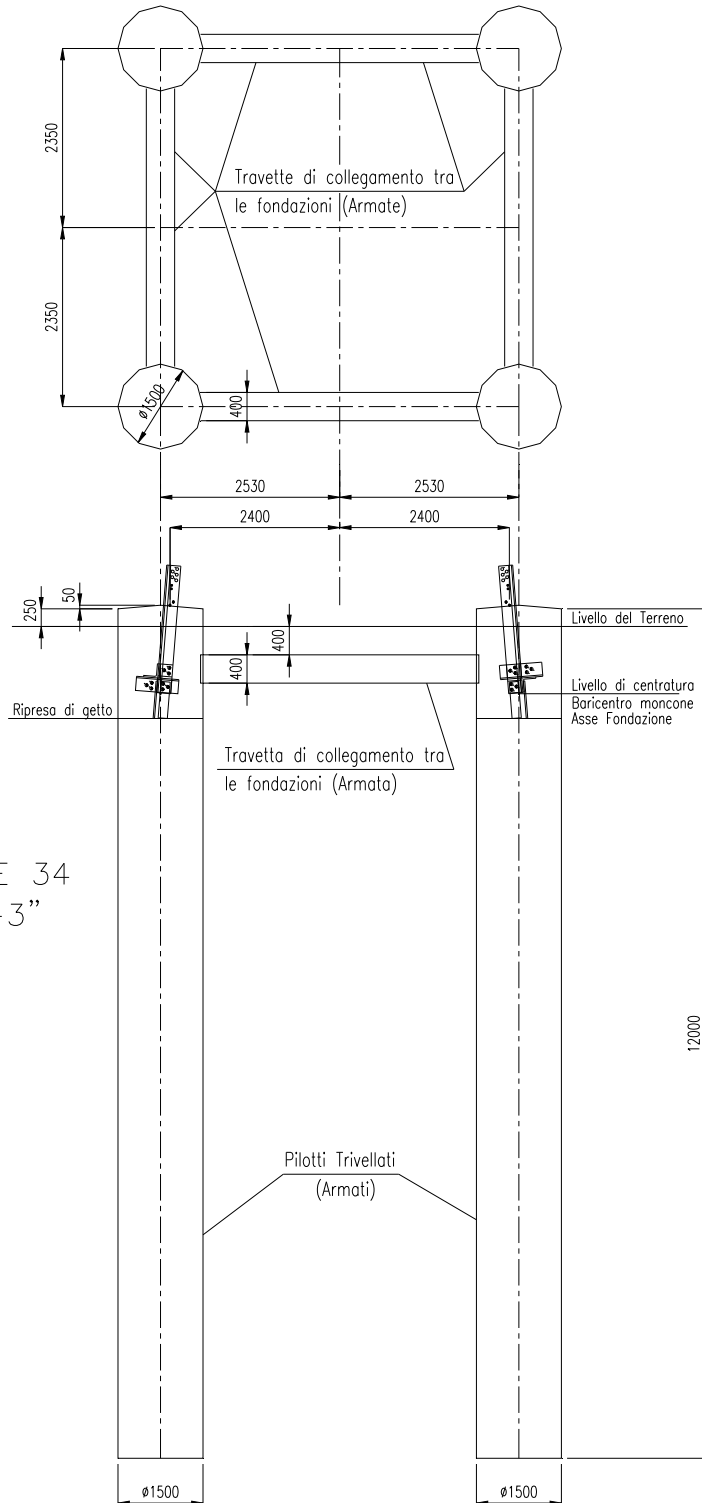
$$T_u = [1,51 * (M_{yield}^2 * g * D * K_p)^{0,333}] / 1,3 = 101251 \text{ daN} > 4374$$

con

$g = 1000 \text{ daN/m}^3$ peso del suolo

$K_p = 2,75$ coefficiente di spinta

$D = 150 \text{ cm}$



FONDAZIONE SPECIALE 34
PALO TIPO "TAD90+3"
AL PICCH. 34

PICCHETTC 34					
N 1 palo dia 1,50 m Lg 11,75 m interrata per ciascun piede					
Pesi unitari in condizioni sommerse					
$g_c =$		1500		daN/m ³	
$g_s =$		1000		daN/m ³	
Volume del calcestruzzo palo		21,20		m ³	
Volume della trave		0,56		m ³	
		21,76		m ³	
Peso del cls $W_c =$		32640		daN	
Carichi sulle fondazioni.					
E' incluso il coefficiente parziale di sicurezza					
I carichi dovuti al sisma sono risultati inferiori a quelli statici riportati.					
Carichi in fondazione					
sostegno	Loading	C	Tx	Ty	Tr
TAD90+3	S18-1a1	98458	8898	10196	13533
TAD90+3	S18-1a1	-89539	9024	8434	12352
Azioni in testa al singolo palo					
N azione assiale		T azione trasversale			
Pk	sostegno	Vcls	Wcls	N	T
34	TAD90+3	21,8	32640	131098	13533
34	TAD90+3	21,8	32640	-56899	12352
Verifica a compressione		N = 131098		< 167115 daN	
Verifica a trazione		U = -56899		< 67824 daN	

Dominio di rottura della sezione Armatura principale del palo 30 dia 27 ; staffe 2 spirali controverse dia 10

Dominio di rottura identico a quello del caso precedente

Verifica alle azioni trasversali

Azione massima sul singolo palo $T = 13533$ daN

$M_{yield} = 432655$ daNm

Capacità portante ultima in condizioni di pressoflessione valutata secondo la teoria di Broms

Tipo di palo lungo a testa libera in suolo incoerente (k sottofondo crescente linearmente con la profondità)




$T_u = [1,51 * (M_{yield}^2 * g * D * K_p)^{0,333}] / 1,3 = 105351$ daN > 13533

con

$g = 1000$ daN/m³ peso del suolo

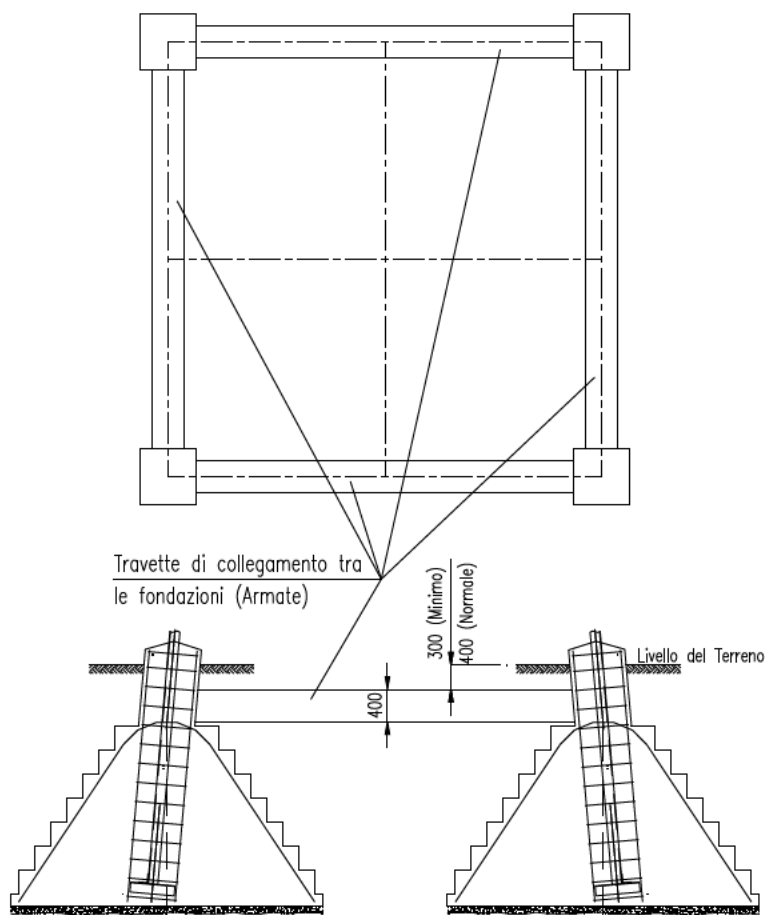
$K_p = 2,75$ coefficiente di spinta

$D = 150$ cm

GENERAL CONTRACTOR Cepav due Consorzio ENI per l'Alta Velocità 	CONSORZIO SATURNO High Speed Railway Technologies 	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
		Progetto INOR	Lotto 12	Codifica Documento EE2RHLP0000KB3	Rev. A	Foglio 21 di 22

TRAVETTE DI COLLEGAMENTO TRA FONDAZIONI A PIEDINI SEPARATI




Tutte le fondazioni a piedini separati andranno collegate tra loro con travette di collegamento in CLS armate (solo sostegni tralicciati)., Secondo le Specifiche ed i criteri in seguito descritti.



DISEGNO TIPOLOGICO

VARIABILITA' SPAZIALE DEL MOTO SISMICO

In conformità ai paragrafi 3.2.5.1 e 7.2.5.1 del DM 14 / 01 / 2008, per tener conto della variabilità spaziale del moto sismico ed evitare spostamenti relativi eccessivi tra i piedini e critici per la struttura in elevazione, si sono previste travi di collegamento degli stessi. Il citato decreto ne prevede l'impiego per zone di classe 1, 2 e 3 in presenza di suoli tipo B, C e D.

GENERAL CONTRACTOR Cepav due Consorzio ENI per l'Alta Velocità 	CONSORZIO SATURNO High Speed Railway Technologies 	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				
		Progetto INOR	Lotto 12	Codifica Documento EE2RHLP0000KB3	Rev. A	Foglio 22 di 22

Criteri di progettazione

N_{Ed} Valore dell'azione verticale massima al piede

Azione assiale F nella trave $\pm 0,3 N_{Ed} (a_{max}/g)$ per suolo di tipo B

$\pm 0,4 N_{Ed} (a_{max}/g)$ per suolo di tipo C

$\pm 0,6 N_{Ed} (a_{max}/g)$ per suolo di tipo D

a_{max} è l'accelerazione massima attesa al sito $= a_g * S$ (a_g parametro di rischio sismico per suolo tipo A)

Esempio

Per suolo tipo C in condizione SLV (stato limite di salvaguardia della vita) nei comuni di Calcinato e Lonato si ha

$a_g/g = 0,156$ e $S = 1,5$ per cui $F = \pm 0,4 N_{Ed} (a_{max}/g) = \pm 0,094 * N_{Ed}$

A favore di sicurezza si può assumere $F = 10\% N_{Ed}$