

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI  
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI  
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA

MANDANTI



PROGETTO ESECUTIVO

LINEA PESCARA - BARI  
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA  
LOTTO 1- RADDOPPIO RIPALTA - LESINA

GEOTECNICA  
RELAZIONE GEOTECNICA

|               |   |  |
|---------------|---|--|
| L'Appaltatore | CONPAT S.c.a.r.l.<br>Il Direttore Tecnico | I progettisti (il Direttore della progettazione) |
| Data          | Firma (Ing. Gianguido Babini)             | Data<br>Firma                                    |

|          |       |      |      |          |                    |       |     |       |
|----------|-------|------|------|----------|--------------------|-------|-----|-------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE | ENTE | TIPO DOC | OPERA / DISCIPLINA | PROGR | REV | SCALA |
| L I 0 7  | 0 1   | E    | Z Z  | R H      | G E 0 0 0 5        | 0 0 1 | D   | ---   |

| Rev. | Descrizione     | Redatto    | Data          | Verificato | Data          | Approvato | Data          | Autorizzato/Data |
|------|-----------------|------------|---------------|------------|---------------|-----------|---------------|------------------|
| A    | PRIMA EMISSIONE | F.Pagliuso | Novembre 2021 | G.Civitate | Novembre 2021 | V.Secreti | Novembre 2021 | Ing. T. PELELLA  |
| B    | REVISIONE RDV   | F.Pagliuso | Aprile 2022   | C.Leonetti | Aprile 2022   | V.Secreti | Aprile 2022   | Ing. T. PELELLA  |
| C    | REVISIONE RDV   | F.Pagliuso | Giugno 2022   | C.Leonetti | Giugno 2022   | V.Secreti | Giugno 2022   | Ing. T. PELELLA  |
| D    | REVISIONE RDV   | F.Pagliuso | Giugno 2022   | C.Leonetti | Giugno 2022   | V.Secreti | Giugno 2022   | Ing. T. PELELLA  |

File: LI0701EZZRHGE0005001C

n. Elab. 98

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |          |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>2 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 2 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |          |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 2 DI 245                |      |        |      |    |                   |   |          |

## SOMMARIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. PREMESSA.....</b>   | <b>5</b>  |
| <b>2. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....</b>   | <b>6</b>  |
| 2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....  | 6         |
| 2.2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....   | 6         |
| <b>3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, MORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO.....</b>  | <b>11</b> |
| 3.1 LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA .....   | 11        |
| 3.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....  | 12        |
| 3.2.1 <i>Assetto litostratigrafico</i> .....  | 12        |
| 3.2.2 <i>Assetto strutturale</i> .....  | 18        |
| 3.2.3 <i>Inquadramento geomorfologico</i> .....   | 18        |
| 3.3 ELEMENTI IDROGRAFICI .....  | 18        |
| 3.4 ELEMENTI STRUTTURALI E TETTONICI.....   | 19        |
| 3.5 FORME POLIGENICHE.....  | 20        |
| 3.6 FORME, PROCESSI E DEPOSITI GRAVITATIVI.....   | 20        |
| 3.7 FORME ANTROPICHE E MANUFATTI .....  | 21        |
| 3.8 PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA E IDRAULICA.....  | 21        |
| 3.9 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULL'ASSETTO GEOMORFOLOGICO.....  | 22        |
| 3.10 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....   | 23        |
| 3.11 FALDA ACQUIFERA.....   | 25        |
| 3.12 CONDIZIONI DI DEFLUSSO IDRICO SOTTERRANEO .....  | 25        |
| <b>4. INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE.....</b>   | <b>27</b> |
| 4.1 CAMPAGNA GEOGNOSTICA DEL 2009.....  | 27        |
| 4.1.1 <i>Misure piezometriche</i> .....   | 29        |
| 4.1.2 <i>Indagini sismiche</i> .....  | 31        |
| 4.1.3 <i>Prove di permeabilità</i> .....  | 33        |
| 4.1.4 <i>Prove di laboratorio</i> .....   | 34        |
| 4.2 CAMPAGNA GEOGNOSTICA PER IL PP E PD DI UN INTERVENTO DI ADEGUAMENTO IDRAULICO DEL TOMBINO AL KM 464+616 (FOSSO OLIVELLA 2 – LOC. TORRE MOZZA) ..... | 38        |
| 4.2.1 <i>Misure piezometriche</i> .....   | 38        |

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |          |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b></p> <p><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>3 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 3 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |          |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 3 DI 245                |      |        |      |    |                   |   |          |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 4.2.2     | <i>Prove di permeabilità</i> .....  | 39         |
| 4.3       | CAMPAGNA GEOGNOSTICA DEL 2016 .....   | 40         |
| 4.3.1     | <i>Misure piezometriche</i> .....   | 42         |
| 4.3.2     | <i>Indagini sismiche</i> .....  | 43         |
| 4.3.3     | <i>Prove di permeabilità</i> .....  | 48         |
| 4.3.4     | <i>Prove di laboratorio</i> .....   | 49         |
| 4.4       | CAMPAGNA DI INDAGINE PROGETTO ESECUTIVO .....                                       | 51         |
| 4.4.1     | <i>Riepilogo indagini geognostiche integrative</i> .....                            | 54         |
| 4.4.2     | <i>Risultati indagini geognostiche integrative</i> .....                            | 57         |
| <b>5.</b> | <b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA</b> .....   | <b>63</b>  |
| 5.1       | DEFINIZIONE DELLE UNITÀ GEOTECNICHE INTERCETTATE .....                              | 63         |
| 5.2       | PARAMETRI GEOTECNICI DELLE UNITÀ GEOTECNICHE INTERCETTATE .....                     | 65         |
| 5.3       | CRITERI DI INTERPRETAZIONE DELLE INDAGINI GEOTECNICHE .....                         | 67         |
| 5.3.1     | <i>Depositi incoerenti</i> .....  | 68         |
| 5.3.2     | <i>Depositi coesivi</i> .....   | 73         |
| 5.4       | DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI – UNITÀ 5AL (ARGILLE LIMOSE E LIMI ARGILLOSI) .....    | 77         |
| 5.5       | DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI – UNITÀ 5S E UNITÀ 5GS .....                           | 78         |
| 5.6       | DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI – UNITÀ 6AL (ARGILLE LIMOSE E LIMI ARGILLOSI) ..... | 80         |
| 5.7       | CONGLOMERATI DI CAMPOMARINO – UNITÀ 7AL (ARGILLE LIMOSE E LIMI ARGILLOSI) .....     | 81         |
| 5.8       | CONGLOMERATI DI CAMPOMARINO – UNITÀ 7S (SABBIA, SABBIA LIMOSA) .....                | 82         |
| 5.9       | CONGLOMERATI DI CAMPOMARINO – UNITÀ 7GS (GHIAIA SABBIOSA) .....                     | 83         |
| 5.10      | SABBIE DI SERRACAPRIOLA – UNITÀ 8 .....   | 83         |
| 5.11      | ARGILLE SUBAPPENNINICHE – UNITÀ 9AL .....   | 84         |
| 5.12      | SINTESI PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO .....                                      | 86         |
| 5.13      | FALDA .....   | 161        |
| 5.13.1    | <i>Categoria di sottosuolo</i> .....  | 164        |
| 5.13.2    | <i>Azioni sismiche di progetto</i> .....  | 168        |
| 5.13.3    | <i>Magnitudo</i> .....  | 172        |
| <b>6.</b> | <b>OPERE D'ARTE MAGGIORI</b> .....  | <b>173</b> |
| 6.1       | VIADOTTO RIPALTA .....  | 173        |
| 6.1.1     | <i>Tratto da inizio VI a km 2+600</i> .....   | 173        |

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |          |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b></p> <p><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>4 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 4 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |          |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 4 DI 245                |      |        |      |    |                   |   |          |

|            |   |            |
|------------|---|------------|
| 6.1.2      | Tratto da km 2+600 a km 2+730.....  | 181        |
| 6.1.3      | Tratto da km 2+730 a km 2+830.....  | 185        |
| 6.1.4      | Tratto da km 2+830 a km 2+930.....  | 192        |
| 6.1.5      | Tratto da km 2+930 a km 3+050.....  | 195        |
| 6.1.6      | Tratto da km 3+050 a km 3+125.....  | 198        |
| 6.1.7      | Tratto da km 3+125 a km 3+375.....  | 202        |
| 6.1.8      | Tratto da km 3+375 a fine viadotto km 3+740.....  | 208        |
| <b>7.</b>  | <b>METODOLOGIE DI CALCOLO CAPACITÀ PORTANTE PALI .....</b>                                | <b>221</b> |
| 7.1        | ANALISI AGLI STATI LIMITE .....   | 221        |
| 7.2        | METODOLOGIA DI CALCOLO CAPACITÀ PORTANTE AI CARICHI VERTICALI .....                       | 222        |
| 7.2.1      | <i>Determinazione della resistenza di progetto a trazione.....</i>                        | <i>226</i> |
| 7.3        | CAPACITÀ PORTANTE PALI DEL VIADOTTO RIPALTA .....   | 226        |
| 7.4        | CARICO LIMITE ORIZZONTALE DEI PALI.....   | 229        |
| 7.4.1      | <i>Verifica a carico limite orizzontale in terreni potenzialmente liquefacibili.....</i>  | <i>231</i> |
| 7.5        | CARICO LIMITE VERTICALE DI UNA PALIFICATA.....  | 232        |
| <b>8.</b>  | <b>ANALISI PALIFICATE IN PRESENZA DI TERRENI POTENZIALMENTE LIQUEFACIBILI .....</b>       | <b>233</b> |
| 8.1        | CURVE CARICO-CEDIMENTO PALO IN PRESENZA DI ATTRITO NEGATIVO E VERIFICA DEI CEDIMENTI..... | 233        |
| 8.1.1      | <i>Determinazione delle curve carico-cedimento .....</i>                                  | <i>234</i> |
| <b>9.</b>  | <b>PIANO DI POSA.....</b>   | <b>238</b> |
| <b>10.</b> | <b>RIUTILIZZO DEI TERRENI DA SCAVO .....</b>  | <b>240</b> |
| <b>11.</b> | <b>TRATTAMENTO A CALCE.....</b>   | <b>240</b> |
| 11.1       | PROVE DI IDENTIFICAZIONE DELLA TERRA DA TRATTARE .....                                    | 241        |
| 11.2       | STUDIO IN LABORATORIO DELLA MISCELA TERRENO-ACQUA-CALCE .....                             | 242        |
| 11.3       | REALIZZAZIONE DEL CAMPO PROVA .....   | 243        |
| 11.4       | PARAMETRI DI RESISTENZA DEI TERRENI TRATTATI A CALCE .....                                | 244        |

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |          |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>5 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 5 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |          |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 5 DI 245                |      |        |      |    |                   |   |          |

## 1. PREMESSA

Nel presente documento si riporta la caratterizzazione geotecnica relativa al Progetto ESECUTIVO del “del lotto 1 Raddoppio della tratta ferroviaria Ripalta - Lesina Termoli - Lesina (linea Pescara – Bari)”.

Per la redazione del presente studio, oltre a documentazione bibliografica, si è fatto riferimento allo studio geologico allegato al progetto esecutivo.

Tale studio, passando per quanto specificato nel progetto definitivo (il quale è corredato da un esaustivo studio geologico-tecnico, basato sugli esiti di numerose indagini geognostiche, eseguite in più fasi) descrive anche le Indagini geologiche, idrogeologiche e geotecniche integrative, realizzate allo scopo di verificare/integrare il modello geologico e geotecnico a base della progettazione, al fine di fornire informazioni necessarie per lo sviluppo della progettazione delle opere.

Nella presente relazione sono affrontati, quindi, i seguenti aspetti:

- breve inquadramento geologico, morfologico e idrogeologico;
- descrizione delle indagini geotecniche eseguite in sito ed in laboratorio, richiamando quanto già descritto nella progettazione definitiva e specificando quanto previsto in quella esecutiva;
- rilievo del livello di falda;
- descrizione dei criteri in base ai quali sono stati interpretati i risultati delle indagini geotecniche effettuate;
- interpretazione dei risultati delle indagini geotecniche e definizione dei parametri geotecnici, in termini di proprietà fisiche e meccaniche (resistenza al taglio e deformabilità), per le unità geotecniche intercettate lungo la viabilità;
- classificazione sismica del sito;
- caratterizzazione geotecnica in corrispondenza delle opere d’arte principali: stratigrafia, definizione dei parametri geotecnici di progetto, individuazione livello di falda, categoria di sottosuolo;
- metodologie di calcolo generali per la valutazione della capacità portante dei pali;
- metodologie di calcolo per la verifica dei pali alle azioni orizzontali;
- criteri di dimensionamento/verifica dei pali in presenza di terreno liquefacibile;
- piani di posa rilevati, trincee, viabilità;
- trattamento a calce.

Per quanto riguarda l’analisi dei cedimenti dei rilevati ferroviari e loro decorso nel tempo e la verifica di stabilità delle scarpate (rilevati e trincee ferroviari), si rimanda agli appositi documenti.

Per le viabilità si tratta di strade praticamente a raso e quindi si omettono verifiche di stabilità e cedimenti, mentre si riportano indicazioni sui piani di posa.

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |          |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>6 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 6 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |          |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 6 DI 245                |      |        |      |    |                   |   |          |

## 2. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente relazione è stata redatta in conformità alla seguente normativa:

Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14-01-08 (NTC-2008);

Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008;

Regolamento (UE) N.1299/2014 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea. Relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione Europea.

Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010.

RFI DTC SICS MA IFS 001 A del 29-12-15 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili.

RFI DTC SICS SP IFS 001 B del 24-12-15 – Capitolato generale tecnico di Appalto delle opere civili.

Specifica RFI DTC INC SP IFS 008A Trattamento delle terre con calce.

### 2.2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

La presente relazione è stata redatta con riferimento ai seguenti documenti del progetto definitivo:

- D.1. LI00 00 1 69 RG GE0001 001 A – Linea Pescara – Bari. Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli – Lesina. Lotto 1: Ripalta-Lesina. Progetto Definitivo. Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e geologico-tecnica.
- D.2. IAZ2 00 D 69 RG GE0001 001 A – Linea ferroviaria adriatica – Tratta Chieti – Lesina. Interventi di messa in sicurezza della linea in corrispondenza della piana del fiume Fortore. Variante in viadotto in corrispondenza della ex stazione di Ripalta. Progetto Definitivo. Relazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica.
- D.3. IAZ2 00 D 69 SG GE0001 001 A – Linea ferroviaria adriatica – Tratta Chieti – Lesina. Interventi di messa in sicurezza della linea in corrispondenza della piana del fiume Fortore. Variante in viadotto tra le progressive chilometriche FS dal km 466 al km 470 circa. Progetto Definitivo. Indagini geognostiche. Stratigrafie sondaggi e prove penetrometriche.
- D.4. IAZ2 00 D 69 IG GE0001 002 A – Linea ferroviaria adriatica – Tratta Chieti – Lesina. Interventi di messa in sicurezza della linea in corrispondenza della piana del fiume Fortore. Variante in viadotto tra le progressive chilometriche FS dal km 466 al km 470 circa. Progetto Definitivo. Prospezioni geofisiche in foro di sondaggio.
- D.5. IAZ2 00 D 69 IG GE0001 001 A – Linea ferroviaria adriatica – Tratta Chieti – Lesina. Interventi di messa in sicurezza della linea in corrispondenza della piana del fiume Fortore. Variante in viadotto

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |          |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>7 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 7 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |          |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 7 DI 245                |      |        |      |    |                   |   |          |

tra le progressive chilometriche FS dal km 466 al km 470 circa. Progetto Definitivo. Prospezioni geofisiche. Indagine elettrica.

- D.6. IAZ2 00 D 69 PR GE0001 001 A – Linea ferroviaria adriatica – Tratta Chieuti – Lesina. Interventi di messa in sicurezza della linea in corrispondenza della piana del fiume Fortore. Variante in viadotto tra le progressive chilometriche FS dal km 466 al km 470 circa. Progetto Definitivo. Certificati delle prove geotecniche di laboratorio.
- D.7. IAW1 30 R 69 RG GE0000 001 A – Linea Pescara – Bari – Tratta Chieuti – Lesina. Intervento di adeguamento idraulico del tombino al km 464+616 (fosso Olivella2 – loc. Torre Mozza). Progetto Preliminare. Relazione geologica e idrogeologica.
- D.8. IAW2 30 D 69 SG GE0001 001 A - Linea Pescara – Bari – Tratta Chieuti – Lesina. Intervento di adeguamento idraulico del tombino al km 464+616 (fosso Olivella2 – loc. Torre Mozza). Progetto definitivo. Indagini geognostiche.
- D.9. LI00 01 D 69 SG GE0001 002 A – Linea Pescara – Bari. Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli – Lesina. Lotto 1: Ripalta – Lesina. Progetto Definitivo. Indagini geognostiche e prove in situ. Sondaggi.
- D.10. LI00 01 D 69 SG GE0001 002 A – Linea Pescara – Bari. Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli – Lesina. Lotto 1: Ripalta – Lesina. Indagini geognostiche e prove in situ. Progetto Definitivo. Documentazione fotografica.
- D.11. L032 01 R 78 P5 IF0001 001 B – Linea Pescara – Bari. Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli – Lesina. Lotto 1: Ripalta – Lesina. IF – Infrastruttura ferroviaria. Progetto Preliminare. Planimetria di progetto su cartografia – Tav 1/2.
- D.12. LI00 01 D69 SG GE0001 001 A - Linea Pescara-Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina: lotto 1: Ripalta-Lesina. Progetto Definitivo. Indagini geotecniche e prove in situ.
- D.13. LI00 01 D69 SG GE0001 002 A - Linea Pescara-Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina: lotto 1: Ripalta-Lesina. Progetto Definitivo. Indagini geognostiche e prove in situ. Sondaggi.
- D.14. LI00 01 D69 SG GE0001 003 A - Linea Pescara-Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina: lotto 1: Ripalta-Lesina. Progetto Definitivo. Indagini geognostiche e prove in situ. Pozzetti geognostici e prove CPT.
- D.15. LI00 01 D69 SG GE0001 004 A - Linea Pescara-Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina: lotto 1: Ripalta-Lesina. Progetto Definitivo. Indagini geognostiche e prove in situ. Documentazione fotografica.

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |          |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>8 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 8 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |          |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 8 DI 245                |      |        |      |    |                   |   |          |

- D.16. LI00 01 D69 IG GE0005 001 A - Linea Pescara-Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina: lotto 1: Ripalta-Lesina. Progetto Definitivo. Prospezioni geofisiche. Rapporto tecnico.
- D.17. LI00 01 D69 IG GE0005 002 A - Linea Pescara-Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina: lotto 1: Ripalta-Lesina. Progetto Definitivo. Prospezioni geofisiche. Elaborati grafici.
- D.18. LI00 01 D78 F6 GE0005 001 A÷ LI00 01 D78 F6 GE0005 004 A - Linea Pescara-Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina: lotto 1: Ripalta-Lesina. Progetto Definitivo. Profilo longitudinale. (4 tavole formato A0).
- D.19. LI00 01 D78 CL GE0005 001 A - Linea Pescara-Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina: lotto 1: Ripalta-Lesina. Progetto Definitivo. Rilevati ferroviari. Relazione di stabilità e calcolo cedimenti.
- D.20. LI00 01 D78 CL GE0005 002 A - Linea Pescara-Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina: lotto 1: Ripalta-Lesina. Progetto Definitivo. Trincee ferroviarie. Relazione di stabilità.
- D.21. LI00 01 D78 CL GE0005 003 A - Linea Pescara-Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina: lotto 1: Ripalta-Lesina. Progetto Definitivo. Interventi di mitigazione alla liquefazione.
- D.22. LI00 01 D78 WZ GE0005 001 A - Linea Pescara-Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina: lotto 1: Ripalta-Lesina. Progetto Definitivo. Rilevati. Interventi di mitigazione alla liquefazione.
- D.23. LI00 01 D78 RH GE0005 002 A - Linea Pescara-Bari – Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli-Lesina: lotto 1: Ripalta-Lesina. Progetto Definitivo. Relazione geotecnica di calcolo delle fondazioni del viadotto.
- D.24. LI0002D11BZID0002004A - Progetto Definitivo. Raddoppio della Linea ferroviaria Termoli-Lesina Lotto 1: Ripalta - Lesina. Tipologico opere di presidio idraulico – fondazioni in alveo e protezioni.
- D.25. “I rilevati ferroviari della Bologna-Verona”. Quarry & Construction, ottobre 2008. Dott. Geol. S. Ciufegni, dott. Geol. R. Briganti, ing. S. Sdoga, dott.geol. F. Ori.

La presente relazione è stata redatta con riferimento ai seguenti documenti del progetto esecutivo:

- D.26. GE00LI0701EZZRHGE0001001B - Progetto esecutivo. Raddoppio della Linea ferroviaria Termoli-Lesina Lotto 1: Ripalta - Lesina. - Relazione Geologica, geomorfologica e idrogeologica
- D.27. GE00LI0701EZZG5GE0001001B - Progetto esecutivo. Raddoppio della Linea ferroviaria Termoli-Lesina Lotto 1: Ripalta - Lesina. - Carta geologica generale
- D.28. GE00LI0701EZZG6GE0001001B - Progetto esecutivo. Raddoppio della Linea ferroviaria Termoli-Lesina Lotto 1: Ripalta - Lesina. - Carta geologica di dettaglio tav.1/5



|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |          |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>9 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 9 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |          |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 9 DI 245                |      |        |      |    |                   |   |          |

- D.29. GE00LI0701EZZG6GE0001002B - Progetto esecutivo. Raddoppio della Linea ferroviaria Termoli-Lesina Lotto 1: Ripalta - Lesina. - Carta geologica di dettaglio tav.2/5
- D.30. GE00LI0701EZZG6GE0001003B - Progetto esecutivo. Raddoppio della Linea ferroviaria Termoli-Lesina Lotto 1: Ripalta - Lesina. - Carta geologica di dettaglio tav.3/5
- D.31. GE00LI0701EZZG6GE0001004B - Progetto esecutivo. Raddoppio della Linea ferroviaria Termoli-Lesina Lotto 1: Ripalta - Lesina. - Carta geologica di dettaglio tav.4/5
- D.32. GE00LI0701EZZG6GE0001005B - Progetto esecutivo. Raddoppio della Linea ferroviaria Termoli-Lesina Lotto 1: Ripalta - Lesina. - Carta geologica di dettaglio tav.5/5
- D.33. GE00LI0701EZZG6GE0003001B - Progetto esecutivo. Raddoppio della Linea ferroviaria Termoli-Lesina Lotto 1: Ripalta - Lesina. - Carta geomorfologica tav. 1/5
- D.34. GE00LI0701EZZG6GE0003002B - Progetto esecutivo. Raddoppio della Linea ferroviaria Termoli-Lesina Lotto 1: Ripalta - Lesina. - Carta geomorfologica tav. 2/5
- D.35. GE00LI0701EZZG6GE0003003B - Progetto esecutivo. Raddoppio della Linea ferroviaria Termoli-Lesina Lotto 1: Ripalta - Lesina. - Carta geomorfologica tav. 3/5
- D.36. GE00LI0701EZZG6GE0003004B - Progetto esecutivo. Raddoppio della Linea ferroviaria Termoli-Lesina Lotto 1: Ripalta - Lesina. - Carta geomorfologica tav. 4/5
- D.37. GE00LI0701EZZG6GE0003005B - Progetto esecutivo. Raddoppio della Linea ferroviaria Termoli-Lesina Lotto 1: Ripalta - Lesina. - Carta geomorfologica tav. 5/5
- D.38. GE00LI0701EZZG6GE0002001B - Progetto esecutivo. Raddoppio della Linea ferroviaria Termoli-Lesina Lotto 1: Ripalta - Lesina. - Carta idrogeologica
- D.39. GE00LI0701EZZF6GE0001001B - Progetto esecutivo. Raddoppio della Linea ferroviaria Termoli-Lesina Lotto 1: Ripalta - Lesina. - Profilo geologico - Tav 1 di 4
- D.40. GE00LI0701EZZF6GE0001002B - Progetto esecutivo. Raddoppio della Linea ferroviaria Termoli-Lesina Lotto 1: Ripalta - Lesina. - Profilo geologico - Tav 2 di 4
- D.41. GE00LI0701EZZF6GE0001003B - Progetto esecutivo. Raddoppio della Linea ferroviaria Termoli-Lesina Lotto 1: Ripalta - Lesina. - Profilo geologico - Tav 3 di 4
- D.42. GE00LI0701EZZF6GE0001004B - Progetto esecutivo. Raddoppio della Linea ferroviaria Termoli-Lesina Lotto 1: Ripalta - Lesina. - Profilo geologico - Tav 4 di 4
- D.43. GE00LI0701EZZWZGE0001001B - Progetto esecutivo. Raddoppio della Linea ferroviaria Termoli-Lesina Lotto 1: Ripalta - Lesina. - Sezioni geologiche

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>10 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 10 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 10 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

- D.44. GE00LI0701EZZG5GE0001005B - Progetto esecutivo. Raddoppio della Linea ferroviaria Termoli-Lesina Lotto 1: Ripalta - Lesina. - Carta della pericolosità geomorfologica
- D.45. GE00LI0701EZZG5GE0001006B - Progetto esecutivo. Raddoppio della Linea ferroviaria Termoli-Lesina Lotto 1: Ripalta - Lesina. - Carta della pericolosità idraulica
- D.46. GE00LI0701EZZG5GE0001007B - Progetto esecutivo. Raddoppio della Linea ferroviaria Termoli-Lesina Lotto 1: Ripalta - Lesina. - Carta della vulnerabilità idrogeologica degli acquiferi

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>11 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 11 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 11 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

### 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, MORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

#### 3.1 LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA

La lunghezza complessiva del lotto 1 Ripalta-Lesina in progetto è di 6845 metri circa, interamente sviluppato in superficie; esso si sviluppa tra le progressive chilometriche di progetto 24+200 e 31+044.842, che corrispondono alle progressive chilometriche di lotto 0+000 (inizio lotto) e 6+844.842 (fine lotto). Nel presente documento ogni descrizione verrà effettuata in riferimento alle progressive chilometriche di lotto, in seguito denominate pk.

Dal punto di vista orografico esso impegna settori di territorio di pianura posti a quote comprese tra il livello del mare e circa 25 m s.l.m. Morfologicamente, l'area si caratterizza per la presenza di ampi settori pianeggianti o sub-pianeggianti riconducibili alla fascia costiera adriatica ed alla piana alluvionale del F. Fortore, che rappresenta il principale corso d'acqua intercettato lungo il tracciato in progetto. Localmente il tracciato insiste su settori rilevati rispetto al livello del mare rappresentati da terrazzi marini o blandi rilievi collinari.

Dall'inizio della tratta (pk 0+000) fino alla pk 2+400 e, nuovamente, tra la pk 5+400 e la fine del tracciato (pk 6+844.842), il tracciato in progetto si sviluppa in corrispondenza del rilevato ferroviario esistente; mentre nel tratto intermedio, tra le pk 2+400 e 5+400 si sviluppa in adiacenza al rilevato ferroviario esistente, sul lato sud. In figura seguente si riporta un'immagine da satellite con l'indicazione, in bianco, del tracciato in progetto.



Figura 1 – Ubicazione della tratta Ripalta - Lesina

In riferimento alla Carta Topografica d'Italia edita dall'Istituto Geografico Militare Italiano (I.G.M.I.), l'area oggetto di studio ricade all'interno del foglio in scala 1:100000 n.155 "San Severo", nella tavoletta in scala 1:25.000 n.155 I SO (Ripalta) e, con riferimento alla Carta Tecnica Regionale della Regione Puglia, negli elementi in scala 1:5.000 n. 382072, 382083, 382121, 382122 e 382124.

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>12 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 12 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 12 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

### 3.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

#### 3.2.1 Assetto litostratigrafico

Passando dalle informazioni acquisiti nel PD in base alle informazioni acquisite, sono stati effettuati rilievi di campagna per una fascia significativamente ampia (circa 500m cavallo dell'opera), preceduti ed integrati dall'analisi fotointerpretativa. Le informazioni ed i dati raccolti hanno così permesso di approfondire la distribuzione spaziale dei litotipi, il modello stratigrafico ed in generale l'assetto geologico-strutturale e verificare gli elementi geomorfologici caratteristici del territorio; in tal modo è stato possibile definire con maggiore dettaglio, il modello geologico, geomorfologico ed idrogeologico da porre a base del progetto. Tutti i dati raccolti sono stati, poi, confrontati ed integrati con quelli scaturiti dalla campagna indagini eseguita. Gli esiti sono stati rappresentati sulla cartografia e profili geologici.

Con riferimento a quanto esposto, di seguito vengono descritte le unità geologiche che caratterizzano il comparto territoriale di interesse. Nei settori di studio sono state individuate le seguenti unità geologiche, descritte dal basso verso l'alto stratigrafico.

##### Argille Subappenniniche (9)

Questa successione non affiora direttamente nei settori di stretto interesse progettuale, si rinvia estesamente al di sotto delle più recenti unità marine del substrato, rappresentate dalle Sabbie di Serracapriola (8) e dei Conglomerati di Campomarino (7). È costituita da argille limose e limi argillosi di colore grigio e grigio-azzurro, in strati da sottili a molto spessi, generalmente bioturbati e talora a laminazione pianoparallela, con frequenti intercalazioni di argille marnose, limi sabbiosi e sabbie fini di colore grigio e giallastro. I livelli psammitici diventano progressivamente più frequenti verso l'alto stratigrafico, dove si assiste al graduale passaggio alle soprastanti Sabbie di Serracapriola (8).

L'unità in questione, rappresentata da depositi in facies di scarpata e piana sottomarina, presenta uno spessore massimo di circa 1000 m ed è ascrivibile al periodo Pliocene medio – Pleistocene inferiore.

##### Sabbie di Serracapriola (8)

Tale unità si rinvia in affioramento nei settori nord-occidentali dell'area di intervento, in corrispondenza delle porzioni medio-basse dei rilievi collinari su cui sorgono i centri abitati di Termoli e Campomarino. È formata da sabbie medio-fini di colore giallastro e rossastro, prevalentemente quarzose e a grado di cementazione variabile, in strati da medi a molto spessi, generalmente bioturbati e a laminazione pianoparallela o incrociata a basso angolo. Localmente si rinvengono intercalazioni lentiformi di conglomerati grossolani ad elementi prevalentemente arenacei e calcareo-marnosi, da poco a discretamente cementati. Talora sono presenti sottili livelli di arenarie medio-fini di colore grigio e giallastro, da mediamente a ben cementate, e passaggi di argille e argille limose di colore grigio, biancastro e verde chiaro, più frequenti verso il basso della successione. Il limite inferiore con le sottostanti Argille Subappenniniche (9) è generalmente eteropico e viene posto, convenzionalmente, dove iniziano i banconi sabbiosi più spessi.

|  | <p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>13 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 13 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 13 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |



*Figura 2 - Affioramento delle Sabbie di Serracapriola a SE del centro abitato di Termoli, in corrispondenza della falesia che borda verso l'interno la spiaggia di Rio Vivo.*

Questa unità, costituita da depositi marini in facies di spiaggia e piattaforma superiore, è caratterizzata da uno spessore massimo di circa 30 m ed è riferibile al Pleistocene inferiore.

#### Conglomerati di Campomarino (7)

La presente unità si rinviene, in tutta l'area di studio, in corrispondenza dei rilievi collinari più estesi, anche se spesso risulta parzialmente ricoperta da terreni quaternari di genesi alluvionale, marina ed eluvio-colluviale. Si tratta di conglomerati poligenici ed eterometrici, ad elementi prevalentemente arenacei e calcareo-marnosi da sub-angolosi ad arrotondati, con matrice sabbiosa e sabbioso-limosa di colore grigio e giallastro, da scarsa ad abbondante. Localmente si rinvencono sottili livelli di argille limose di colore verdastro e intercalazioni medio-fini di sabbie grossolane di colore grigio e giallastro, spesso a stratificazione incrociata. Questi terreni poggiano in discordanza sui depositi plio-pleistocenici più antichi, mediante una base erosiva costituita da canali generalmente ampi e poco profondi

|  | <p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p>GE – GEOTECNICA</p> <p>RELAZIONE GEOTECNICA</p>                               | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>14 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 14 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 14 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |



*Figura 3 - Affioramento dei Conglomerati di Campomarino nei settori nord-occidentali dell'area di intervento, in corrispondenza della falesia che borda verso Ovest la piana di Località Pantano. Nella foto è chiaramente visibile la base erosiva a canali che mette in contatto l'unità conglomeratica con le sottostanti Sabbie di Serracapriola.*

Tale successione, composta da depositi di ambiente fluvio-deltizio e di spiaggia, presenta uno spessore massimo di circa 40 m ed è ascrivibile al periodo Pleistocene inferiore – Pleistocene medio.

#### Depositi alluvionali terrazzati (6)

Questi terreni si rinvengono, localmente, in corrispondenza di ampie superfici terrazzate elevate di diversi metri rispetto ai fondovalle attuali, come in corrispondenza della zona industriale di Termoli, a SE del centro abitato di Campomarino e lungo il fianco orientale del fondovalle del F. Fortore. Tale unità, riferibile al Pleistocene superiore, è costituita da due distinte facies litologiche. La prima, riferibile a depositi di canale fluviale, argine e conoide alluvionale, è formata da ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-arrotondate ad arrotondate, con abbondante matrice sabbiosa e sabbioso-limosa, oppure da sabbie e sabbie limose, a stratificazione indistinta o incrociata, con locali ghiaie eterometriche, da sub-arrotondate ad arrotondate. Talora in corrispondenza dei terrazzi morfologici più elevati, è inoltre presente una estesa copertura di “terre nere”.

|  | <p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>15 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 15 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 15 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |



*Figura 4 - Vista panoramica del terrazzo alluvionale presente a SE del centro abitato di Termoli, in Località Punta di Pizzo.*

La seconda facies litologica invece, riferibile a depositi di piana inondabile, lago di meandro e canale in fase di abbandono, è costituita da argille limose e limi argillosi, a struttura indistinta o laminata, con locali intercalazioni di limi sabbiosi e sabbie limose.

#### Depositi alluvionali recenti (5)

I presenti terreni si rinvencono diffusamente in corrispondenza delle piane alluvionali dei principali corsi d'acqua dell'area, come il F. Biferno, il T. Saccione ed il F. Fortore, e secondariamente, in lembi di limitata estensione, lungo i fondovalle dei corsi d'acqua secondari. Questa unità è riferibile all'intervallo Pleistocene superiore – Olocene e, come la precedente, risulta suddivisibile in due distinte facies litologiche. La prima, ascrivibile a depositi di canale fluviale, argine e conoide alluvionale, è costituita da ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-arrotondate ad arrotondate, con matrice sabbiosa e sabbioso-limosa da scarsa ad abbondante, oppure da sabbie e sabbie limose, a stratificazione indistinta o incrociata, con locali ghiaie eterometriche, da sub-arrotondate ad arrotondate.

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>16 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 16 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 16 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |



*Figura 5 - Vista panoramica dei depositi alluvionali recenti presenti nei settori sud-orientali dell'area di studio, in corrispondenza del fondovalle del F. Fortore.*

La seconda facies litologica al contrario, riferibile a depositi di piana inondabile, lago di meandro e canale in fase di abbandono, è formata da argille limose e limi argillosi, a struttura indistinta o laminata, con locali intercalazioni di limi sabbiosi e sabbie limose. Localmente si rinvencono livelli poco potenti di torbe e terreni organici, spesso associati a sedimenti limoso-sabbiosi e limoso-argillosi.

#### Depositi costieri recenti (4)

Fatta eccezione per il tratto più orientale, tali depositi si rinvencono in corrispondenza dell'estesa piana costiera compresa tra i primi rilievi collinari e la spiaggia attuale.

Tale unità, riferibile al periodo Pleistocene superiore – Olocene, è ancora una volta costituita da due differenti facies litologiche. La prima delle due, rappresentata da depositi di spiaggia, cordone litoraneo e duna, è formata da ghiaie poligeniche ed eterometriche, da arrotondate a molto arrotondate, con matrice sabbiosa e sabbioso-limosa da scarsa ad abbondante, oppure da sabbie e sabbie limose, a stratificazione prevalentemente incrociata, con abbondanti resti di lamellibranchi e locali ghiaie eterometriche, da arrotondate a molto arrotondate.



|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>17 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 17 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 17 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |



*Figura 6 - Vista panoramica dei depositi costieri recenti presenti nei settori sud-orientali dell'area di studio, in Località Civita Mare.*

La seconda facies, invece, è riferibile a depositi di palude salmastra e retrobarra e risulta costituita da argille, argille limose e argille sabbiose, spesso ricche di sostanza organica, con locali intercalazioni di limi, limi argillosi e limi sabbiosi.

#### Depositi alluvionali attuali (3)

I suddetti sedimenti si rinvencono, lungo i fondovalle dei principali corsi d'acqua dell'area e, in lembi di minore estensione, in corrispondenza dei corsi d'acqua secondari o dei loro affluenti più importanti.

Tale unità è riferibile all'Olocene e risulta costituita, essenzialmente, da depositi di canale fluviale e argine. Si tratta, quindi, di sabbie e sabbie limose, a stratificazione indistinta o incrociata, con locali ghiaie eterometriche, da sub-arrotondate ad arrotondate, e sporadiche intercalazioni di argille e argille limose.

#### Depositi costieri attuali (2)

Questi depositi si rinvencono in corrispondenza della spiaggia attuale di Località Rio Vivio.

Si tratta, in particolare, di depositi in facies di spiaggia e cordone litoraneo, sempre riferibili all'ultima parte dell'Olocene. Sono costituiti da sabbie e sabbie limose, a stratificazione prevalentemente incrociata, con abbondanti resti di lamellibranchi e locali ghiaie eterometriche, da arrotondate a molto arrotondate.

#### Depositi eluvio-colluviali (1)

Tali terreni affiorano in copertura di quasi tutte le unità geologiche precedentemente descritte, a meno di quelle più recenti. Gli spessori più rilevanti, comunque, si registrano in corrispondenza della parte medio-bassa dei rilievi collinari più estesi e, soprattutto, nei settori centrali e sud-orientali dell'area di studio. Le suddette coperture sono ascrivibili all'Olocene e risultano costituite da depositi di versante e di alterazione del substrato, localmente associati a sedimenti antropici o alluvionali. Si tratta di limi sabbiosi e sabbie limose, a struttura indistinta, con locali ghiaie eterometriche, da sub-angolose a sub-arrotondate; argille limose e limi argillosi, a struttura indistinta, con locali passaggi di sabbie e sabbie

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>18 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 18 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 18 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

ghiaiose.

### 3.2.2 Assetto strutturale

Dal punto di vista strutturale, l'area di studio è caratterizzata da un assetto piuttosto regolare ed omogeneo, dovuto essenzialmente alle ultime fasi di tettonica distensiva e trascorrente che hanno interessato i settori più esterni della Catena Appenninica. Tale tettonica si esplica fundamentalmente attraverso faglie dirette e trans-tensive ad alto angolo, caratterizzate da modesta estensione areale e da rigetti variabili da qualche metro a poche decine di metri. I principali elementi strutturali smembrano, localmente, i litotipi più antichi in blocchi geometrici di modeste dimensioni, che risultano variamente basculati e dislocati tra loro.

In relazione all'elevata erodibilità dei termini litologici affioranti ed alla diffusa presenza di depositi di copertura recenti, non è stato possibile rilevare sul terreno dati diretti circa gli elementi tettonici presenti nell'area, che non si presentano mai con morfologie proprie e chiaramente identificabili.

### 3.2.3 Inquadramento geomorfologico

L'area di studio, in relazione con la complessa evoluzione geologica subita, risulta fortemente influenzata dal locale assetto stratigrafico e strutturale, oltre che dai fenomeni di modellamento superficiale che l'hanno interessata durante il quaternario e dalle importanti variazioni eustatiche succedutesi nel tempo. L'evoluzione morfologica del territorio ed i principali elementi geomorfologici rilevati, pertanto, sono connessi principalmente ai meccanismi di erosione ed accumulo operati dalle acque superficiali, continentali e marine; ad essi si aggiungono, inoltre, locali elementi di origine strutturale e gravitativa, forme e depositi connessi con l'attività antropica ed elementi di genesi mista dovuti all'azione congiunta di più fattori morfogenetici.

### 3.3 ELEMENTI IDROGRAFICI

La struttura della rete idrografica locale è, in generale, fortemente influenzata sia dalle caratteristiche morfologiche del territorio sia dalla natura litologica dei terreni affioranti. Nelle aree collinari più interne ed in corrispondenza dei principali terrazzi morfologici, il reticolo idrografico locale presenta uno sviluppo poco ramificato ed un pattern sub-dendritico che segue, almeno in parte, i principali allineamenti strutturali dell'area. Nei settori di piana alluvionale e costiera, al contrario, la rete idrografica superficiale risulta piuttosto sviluppata e articolata, anche se profondamente modificata dalle numerose opere di bonifica e regimazione idraulica realizzate nel corso degli ultimi secoli.

Il principale corso d'acqua dell'area, a carattere perenne, è rappresentato dal F. Fortore, che defluisce in direzione circa anti-appenninica dai settori di catena verso il Mare Adriatico. Ad esso si aggiungono una serie di corsi d'acqua secondari, a carattere stagionale e/o torrentizio, e diversi solchi da ruscellamento concentrato attivi solo in concomitanza di eventi meteorici particolarmente intensi e severi.

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>19 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 19 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 19 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

### 3.4 ELEMENTI STRUTTURALI E TETTONICI

Un importante ruolo nell'evoluzione morfologica del territorio è svolto, ovviamente, dall'assetto strutturale dei litotipi affioranti e dal loro differente grado di erodibilità; quest'ultimo risulta legato, essenzialmente, alla natura litologica dei depositi ed alla loro età, nonché al relativo grado di alterazione e diagenesi degli stessi.

In generale, la morfogenesi selettiva ha portato allo sviluppo di forme morbide e poco marcate, con rilievi generalmente poco acclivi ed estesi intervallati ad ampie spianate di genesi marina ed alluvionale. La continuità del paesaggio è localmente interrotta da scarpate generalmente di erosione fluviale, intagliate nei terreni sabbioso-conglomeratici del substrato pleistocenico.

Dal punto di vista giaciturale, tutte le successioni sedimentarie presenti nei settori di studio sono caratterizzate da un assetto prevalentemente tabulare o, al più, blandamente immergente verso la costa. Ciò si traduce in un assetto morfologico essenzialmente dolce e poco articolato, anche se spesso interrotto da valli di erosione fluviale. Infine, gli elementi tettonici che interessano i termini litologici del substrato sono rari e non evidenti, in quanto obliterati dai depositi alluvionali e marini che ricoprono con continuità tutte le unità geologiche più antiche.

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>20 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 20 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 20 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

### 3.5 FORME POLIGENICHE

L'intero settore di studio è caratterizzato dalla presenza di diversi fattori morfogenetici, che interessano i terreni affioranti con intensità e caratteristiche differenti, spesso sovrapponendosi e combinandosi in vario modo tra loro. Ad essi va aggiunto, inoltre, l'importante ruolo svolto dalle caratteristiche stratigrafiche e sedimentologiche dei litotipi affioranti, nonché dagli elementi strutturali e tettonici localmente presenti.

Da questo quadro geomorfologico derivano, quindi, una serie di forme poligeniche originate dalla complessa sovrapposizione dei differenti fattori morfogenetici agenti sul territorio. Tali elementi sono rappresentati da estese scarpate morfologiche di origine fluviale o marina, spesso con influenza strutturale e attualmente in evoluzione per fenomeni di dilavamento, alterazione ed erosione. Non di rado, inoltre, i suddetti elementi risultano ulteriormente rielaborati dall'attività antropica, che tende a riprendere e riadattare le forme geomorfologiche più importanti già presenti sul territorio.

### 3.6 FORME, PROCESSI E DEPOSITI GRAVITATIVI

I fenomeni gravitativi di versante, nell'attuale contesto morfoclimatico, rappresentano un fattore morfoevolutivo di secondaria importanza, in quanto scarsamente influenti sul modellamento dei rilievi e sull'evoluzione morfologica generale dell'intero territorio in esame.

Nell'area di studio sono presenti, infatti, solo sporadici fenomeni di deformazione viscosa delle coltri (creep e/o soliflusso), localizzati essenzialmente in corrispondenza dei versanti che bordano il terrazzo morfologico su cui sorge il centro abitato di Campomarino. Si tratta, in buona sostanza, di fenomeni piuttosto superficiali e di scarsa intensità, che coinvolgono unicamente le coltri di copertura eluvio-colluviali o le porzioni più superficiali ed alterate del substrato geologico locale.

#### Forme, processi e depositi dovuti alle acque correnti superficiali

Le maggiori forme di accumulo connesse al deflusso idrico superficiale derivano, essenzialmente, dai processi deposizionali dei principali sistemi fluviali presenti, che conferiscono all'area di studio una morfologia blandamente ondulata e piuttosto regolare. Tali depositi presentano al loro interno vistose variazioni granulometriche e tessiturali, dovute fondamentalmente all'elevata variabilità spaziotemporale dei processi di accumulo, e tendono a creare dei complessi sistemi deposizionali parzialmente interdigerati con i depositi marini recenti della piana costiera adriatica.

In corrispondenza dei corsi d'acqua principali, e secondariamente lungo gli alvei di quelli secondari, si rinvencono vistose scarpate di erosione fluviale e zone di erosione laterale delle sponde. Gli alvei secondari mostrano, in generale, una marcata tendenza all'approfondimento, mentre i corsi d'acqua più importanti sono caratterizzati da zone di erosione laterale e settori di prevalente deposizione. Ulteriori scarpate fluviali, ormai inattive e fortemente degradate, sono inoltre presenti in corrispondenza dei margini delle incisioni fluviali più estese, in particolare nei settori di affioramento di antichi terrazzi alluvionali.

Infine, in corrispondenza dei rilievi collinari e dei settori terrazzati, sono presenti chiari fenomeni erosivi connessi col deflusso non regimato delle acque correnti superficiali, come solchi di erosione concentrata e vallecole a fondo concavo. Tali condizioni di deflusso portano, quindi, all'accumulo di frequenti depositi eluvio-colluviali alla base dei rilievi più estesi che, localmente, possono raggiungere e superare i 3 m di

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>21 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 21 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 21 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

spessore

### 3.7 FORME ANTROPICHE E MANUFATTI

I principali elementi connessi con l'attività antropica sul territorio sono rappresentati dai numerosi manufatti realizzati in corrispondenza delle principali zone urbanizzate e da tutti gli elementi connessi con la costruzione delle principali infrastrutture a rete. Ad essi si aggiungono, localmente, importanti attività estrattive per il reperimento di inerti e materiali da costruzione.

Nei settori più antropizzati si rinvengono, inoltre, estesi terreni di riporto provenienti da cavature e sbancamenti, realizzati sia nei termini litologici del substrato che nei depositi di copertura continentali e marini. La maggior parte delle zone di riporto corrispondono, ovviamente, ai rilevati delle principali infrastrutture a rete.

Ai suddetti elementi si aggiungono, ovviamente, numerosi tagli e scarpate antropiche realizzate sia lungo le principali arterie stradali che in corrispondenza di fabbricati e abitazioni. Tali elementi presentano in genere altezze contenute, raramente superiori ai 3 m, e sono spesso posti in corrispondenza di elementi geomorfologici e scarpate naturali preesistenti.

### 3.8 PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA E IDRAULICA

In riferimento alla pericolosità geomorfologica, così come si evince dal relativo elaborato cartografico, per il lotto in esame non è cartografato alcun poligono nelle tre classi caratterizzate da pericolosità da frana, né in Comune di Serracapriola né in Comune di Lesina. I primi poligoni cartografati si trovano, infatti, circa 8 km a sud-ovest del tracciato in progetto.

Si rimanda alla “Carta della pericolosità geomorfologica” (GE00LI0701EZZG5GE0001005A).

In riferimento alla pericolosità idraulica, così come si evince dal relativo elaborato cartografico, per il lotto in progetto sono cartografate aree a diversa pericolosità; queste ultime sono descritte di seguito, rispettivamente, per i tratti in progetto ricadenti nel Comune di Serracapriola e di Lesina.

Si rimanda alla “Carta della pericolosità geomorfologica” (GE00LI0701EZZG5GE0001006A).

#### Comune di Serracapriola

L'intero tracciato ricadente nel Comune di Serracapriola è inserito in un esteso areale caratterizzato da una pericolosità idraulica alta (P3) e corrispondente alla piana alluvionale del F. Fortore.

Le opere in progetto saranno realizzate sul rilevato ferroviario esistente, caratterizzato da quote più elevate di alcuni metri rispetto al territorio circostante; pertanto, la stretta fascia di rilevato su cui verranno realizzate le opere in progetto risulta caratterizzata da una pericolosità inferiore rispetto al territorio circostante, così come definito in seguito in riferimento alle progressive di lotto:

- 0+000÷0+655 pericolosità idraulica moderata (P2): in tale tratto il tracciato in progetto si sviluppa sul rilevato ferroviario attuale, in affiancamento alla linea esistente;
- 0+665÷1+630: pericolosità idraulica moderata (P2); in tale tratto il tracciato in progetto si sviluppa sul rilevato ferroviario attuale, in affiancamento alla linea esistente;
- 1+630÷1+765 pericolosità idraulica bassa (P1): in tale tratto, il tracciato in progetto si sviluppa sul rilevato ferroviario attuale, in affiancamento alla linea esistente.

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b></p> <p><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>22 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 22 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 22 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

In conclusione, si può affermare come non siano previste opere che possano modificare l'attuale assetto idraulico dell'area.

Per quanto riguarda il PAI, si rimanda al capitolo dedicato ai Vincoli territoriali.

#### Comune di Lesina

La parte di tracciato compresa tra le pk 1+940 e 3+515, ricade in un esteso areale caratterizzato da una pericolosità idraulica alta (P3) e corrispondente alla piana alluvionale del F. Fortore. Nel dettaglio, nel tratto compreso tra le pk 1+940 e 2+270, le opere in progetto saranno realizzate sul rilevato ferroviario esistente, caratterizzato da quote più elevate di alcuni metri rispetto al territorio circostante; pertanto, limitatamente a questo primo tratto, la stretta fascia di rilevato su cui verranno realizzate le opere in progetto risulta classificata da una pericolosità inferiore rispetto al territorio circostante, così come definito in seguito. Nel dettaglio, così come definito in seguito in riferimento alle progressive di lotto:

- 2+095÷2+130 pericolosità idraulica bassa (P1): in questo tratto il tracciato in progetto si sviluppa sul rilevato ferroviario attuale, in affiancamento alla linea esistente;
- 2+130÷2+270: pericolosità idraulica moderata (P2): in questo tratto il tracciato in progetto si sviluppa sul rilevato ferroviario attuale, in affiancamento alla linea esistente;
- 2+270÷3+515: pericolosità idraulica alta (P3): in questo tratto il tracciato in progetto si sviluppa sul rilevato ferroviario attuale fino alla progressiva 2+300 e poi su un nuovo rilevato, affiancato a quello esistente, fino alla 2+563. Da qui è previsto un viadotto (viadotto Ripalta) fino alla progressiva 3+738, quindi fino ad oltre il termine del tratto a pericolosità idraulica alta.
- 3+515÷4+080: pericolosità idraulica moderata (P2); in questo tratto il tracciato in progetto si sviluppa sul viadotto Ripalta fino alla progressiva 3+738; da qui inizia un nuovo rilevato fino ad oltre il termine del tratto a pericolosità idraulica alta.
- 4+080÷4+125: pericolosità idraulica bassa (P1); in questo tratto il tracciato in progetto si sviluppa interamente su un nuovo rilevato, affiancato a quello esistente.

In conclusione, si può affermare come il tracciato in viadotto realizzato tra le progressive 2+563 e 3+738 non comporterà significative modificazioni all'assetto idraulico dell'area; analogamente anche negli altri tratti a differente pericolosità, non sono previste opere che possano modificare l'attuale assetto idraulico.

### **3.9 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULL'ASSETTO GEOMORFOLOGICO**

Il tracciato ferroviario in progetto, compreso circa tra le quote 30m e 5m, attraversa per quasi tutto il suo sviluppo un settore subpianeggiante a basso gradiente, ricadendo in un contesto agricolo poco urbanizzato, localizzato ad una distanza minima di circa 1Km dalla linea di costa (verso nord), fino a circa 6,5Km giungendo a fine tratto.

Geomorfologicamente, la morfologia tabulare in esame, coincide in parte ad una area di pianura costiera, la cui origine è da attribuire al livellamento prodotto dalla sedimentazione alluvionale olocenica ed in parte a terrazzi morfologici pleistocenici (di origine fluvio-marina e lito-strutturale).

Pertanto, l'intero comparto progettuale ricade in un contesto geomorfologico assolutamente stabile e non soggette ad alcuna manifestazione morfodinamica, ovvero che si trova in equilibrio geomorfogenetico; infatti, l'assenza di rilievi nell'immediato intorno dell'area di studio e/o di salti morfologici da ampie

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>23 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 23 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 23 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

garanzie sull'assenza di qualsivoglia gravitativo di versante. Inoltre, risultano assenti anche strutture tettoniche che possano interessare direttamente l'area di progetto, ovvero non sussistono, pertanto, i presupposti per l'insorgere di movimenti di massa ed in generale di dissesti.

Le uniche criticità sono di natura idraulica e legate in particolare alla presenza del Fiume Fortore, cui è associata un'estesa fascia a pericolosità idraulica. Tuttavia, il tracciato in progetto, sviluppato in parte in rilevato, in parte in viadotto, compreso il viadotto esistente, che by-passa il corso d'acqua circa intorno alla p.k. 2+000, rimane a quota di sicurezza idraulica.

I depositi che ricadono nel secondo gruppo di ambienti sedimentari sono i più rappresentati nei settori di studio e possono essere suddivisi a loro volta in numerosi sub-ambienti, contraddistinti da differente energia del mezzo di trasporto idraulico. Tali ambienti sono distribuiti sul territorio secondo un percorso in cui l'energia di trasporto idraulico tende a diminuire progressivamente, a partire dall'ambiente di conoide pedemontana fino a quello di pianura costiera, passando attraverso tutti gli ambiti fluviali intermedi.

Tutti questi sub-ambienti sono contraddistinti, a loro volta, da un'energia del mezzo idraulico variabile nel tempo in relazione all'entità degli apporti pluviometrici. Ciò comporta la deposizione di termini litologici fortemente eterogenei che, per la continua divagazione dei corsi d'acqua, si ritrovano variamente giustapposti tra loro sia lateralmente che verticalmente. Pertanto gli acquiferi alluvionali risultano in genere fortemente eterogenei ed anisotropi, soprattutto nelle aree di pianura alluvionale e costiera, dove le differenze di comportamento idrogeologico si accentuano per la presenza di terreni a granulometria argilloso-limosa, da scarsamente permeabili ad impermeabili.

In questi ambiti idrogeologici, quindi, la presenza di intercalazioni pelitiche all'interno dei depositi sabbioso-ghiaiosi determina una scomposizione del deflusso idrico sotterraneo in una serie di falde sovrapposte, da libere a confinate. Queste ultime, a loro volta, possono essere caratterizzate da differenti carichi piezometrici, che generano fenomeni di drenanza sia verso l'alto che verso il basso.

In molti casi, comunque, il suddetto schema di circolazione idrica sotterranea può essere semplificato a causa della scarsa continuità dei livelli meno permeabili, che non consente un'efficace separazione tra le differenti falde sovrapposte. Invece, a scala globale, il comportamento di questi acquiferi è schematicamente assimilabile a quello di un unico corpo idrico sotterraneo, avente un recapito unitario. Ovviamente, le falde degli ambienti alluvionali e costiere risultano alimentate direttamente sia dalle acque superficiali che si infiltrano nel terreno che dai travasi idrici sotterranei delle strutture idrogeologiche con cui sono a contatto. Il recapito di tali falde è rappresentato, generalmente, da un limite a potenziale imposto corrispondente ad un corpo idrico superficiale, come fiumi, laghi e mari. Localmente, la tipologia di rapporti tra falde sotterranee ed corpi idrici continentali può essere anche di segno opposto, o comunque mutare nel corso dell'anno idrologico in relazione alla variazione relativa dei livelli idrici.

### 3.10 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Considerate le litologie che caratterizzano il sedime del comparto progettuale, la circolazione idrica sotterranea è influenzata dalla presenza di terreni molto eterogenei in termini di valori di permeabilità. Complessivamente, bassi valori di permeabilità si hanno in corrispondenza del substrato argilloso-siltoso plio-pleistocenico della Argille Subappennine.

Diversamente, valori di permeabilità medi si hanno in corrispondenza delle sequenze pleistoceniche

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>24 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 24 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 24 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

sabbioso-conglomeratiche (Sabbie di Serra Capriola e Conglomerati di Campomarino), che di conseguenza possono ospitare accumuli idrici sotterranei, delimitati dal substrato costituito dalle Argille subappennine.

Infine, la permeabilità è variabile nei depositi di natura alluvionale e nelle coperture eluvio-colluviali, essendo costituiti da materiali eterogenei da un punto di vista granulometrico e tessiturale. Infatti la permeabilità è da medio-elevata a elevata nelle dominanti porzioni a granulometria sabbiosa o sabbioso-ghiaiosa, mentre diminuisce in corrispondenza dei depositi a grana fine, entro i quali diviene da bassa a medio-bassa. Non a caso lungo le zone di fondovalle è possibile osservare aree con acque stagnanti. Per quanto riguarda il tipo di alimentazione, gli accumuli idrici sono alimentati sia dalle precipitazioni dirette, sia dal deflusso sotterraneo delle acque provenienti dalle zone più interne, sia dall'infiltrazione delle acque di subalveo, nelle quali si instaura una falda idrica sotterranea avente deflusso verso quest'ultimo e asse parallelo al deflusso superficiale. Tale meccanismo assicura una falda freatica persistente, il cui pelo libero assume un gradiente piezometrico che aumenta verso le zone interne, con una pendenza che segue pressappoco quella topografica. Il livello statico è soggetto durante l'anno a variazioni verticali dovute a periodi di maggiori afflussi idrici alternati a periodi di magra e/o siccitosi con un meccanismo che rispecchia, con un ritardo di pochi giorni se non addirittura di ore, quello dei corsi d'acqua.

Complessivamente, dunque, per quanto riguarda il grado di permeabilità dei terreni più superficiali, i depositi di natura alluvionale (sia recenti che terrazzati) sono estremamente eterogenei, essendo caratterizzati da intervalli a granulometria variabile da ghiaiosa a limoso-argillosa e complessivamente presentano un basso grado di permeabilità relativa, che caratterizza il tratto compreso tra le p.k. 0+200 e 4+750; diversamente, la parte restante del tracciato è caratterizzata in superficie da terreni con grado di permeabilità relativa medio. Considerato l'assetto geologico-stratigrafico, la formazione di falde acquifere, lungo l'intero areale di progetto, è legata al tamponamento esercitato dal substrato impermeabile delle Argille Subappennine.



|  |  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
| <b>GE – GEOTECNICA</b><br><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                        | <table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>25 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 25 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 25 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

### 3.11 FALDA ACQUIFERA

Lungo il tracciato in progetto le misure piezometriche hanno registrato la presenza di falda acquifera, il cui andamento è rappresentato nei profili geologico e geotecnico.

La ricostruzione dell'andamento della falda lungo i profili longitudinali in asse tracciato è stata effettuata a partire dai dati di monitoraggio piezometrico disponibili.

In particolare, per quanto riguarda i dati disponibili dal Progetto Definitivo, è disponibile una lettura del livello di falda eseguito in data 03/02/2010 nei dieci piezometri installati nella campagna di indagine eseguita nel 2009.

| Piezometro                   | PNIA33V0<br>5 | PNIA33V0<br>6 | PNIA33V0<br>8 | PCIA33V0<br>9 | PCIA33V1<br>0 |
|------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Livello di falda [m da p.c.] | 4.10          | 4.10          | 4.90          | 4.90          | 5.20          |
| Piezometro                   | PCIA33V1<br>1 | PCIA33V1<br>2 | PCIA33V1<br>3 | PCIA33V1<br>6 | PNIA33V1<br>7 |
| Livello di falda [m da p.c.] | 5.50          | 4.60          | 3.00          | 3.00          | 7.00          |

Misurazioni piezometriche disponibili dal PD.

Per quanto riguarda il PE, sono disponibili le misurazioni eseguite in data 11/05/2022, sia nei piezometri integrativi installati nei sondaggi SG03 e SG04 (il piezometro SG02 non è stato ritrovato), sia quelle eseguite nei piezometri pregressi S4 e S8 (mentre, i restanti piezometri pregressi non sono stati ritrovati), per la cui ubicazione si rimanda alla “Carta idrogeologica”; inoltre, per i piezometri integrativi sono disponibili le misurazioni eseguite al termine dell’esecuzione del sondaggio (ottobre 2021).

| Piezometro                   | S4                               | S8                                 |                                    |
|------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Livello di falda [m da p.c.] | 10.50 (11/05/22)                 | 10.45 (11/05/22)                   |                                    |
| Piezometro                   | SG02                             | SG03                               | SG04                               |
| Livello di falda [m da p.c.] | 7.00 (20/10/21)<br>non ritrovato | 8.00 (05/10/21)<br>4.20 (11/05/22) | 8.00 (07/10/21)<br>5.70 (11/05/22) |

**Tabella 3.1 – Misurazioni piezometriche eseguite in sede di PE.**

Nei profili geologici e geotecnici allegati al presente progetto, il livello di falda è rappresentato in linea blu, tratteggiata laddove, in mancanza di dati piezometrici, la ricostruzione deriva da interpretazioni (rilievi dell’acqua nei fori di sondaggio in fase di perforazione e della quota di scorrimento del F. Fortore); inoltre, in corrispondenza dei vari piezometri è stata considerata, cautelativamente, la soggiacenza minima.

Complessivamente, la falda è prossima al p.c. fino al km 4+200 circa, poi si approfondisce tra i 10 e i 15 m da p.c. fino a fine tracciato, con un andamento del livello piezometrico che segue grosso modo quello topografico.

### 3.12 CONDIZIONI DI DEFLUSSO IDRICO SOTTERRANEO

Tutti i dati raccolti di carattere geologico ed idrogeologico hanno permesso di definire le caratteristiche peculiari dell’area e di individuare il regime di deflusso idrico sotterraneo.

Complessivamente, buona parte dei corpi idrogeologici individuati rappresentano, nello schema di circolazione idrica dell’area, degli acquiferi di importanza più o meno significativa, a seconda delle locali

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b></p> <p><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>26 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 26 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 26 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

caratteristiche di permeabilità dei litotipi e della estensione areale e verticale dei depositi. Ad essi si aggiungono, inoltre, alcuni corpi idrogeologici secondari che nello specifico contesto di riferimento possono essere considerati degli acquiclude, in quanto tamponano lateralmente e verticalmente gli acquiferi sotterranei più importanti.

L'acquifero alluvionale, rappresentato da depositi fortemente eterogenei dal punto di vista granulometrico e tessiturale, costituisce un complesso sistema idrogeologico sede di corpi idrici in parte separati e in parte interconnessi, con caratteristiche di falde libere o semiconfinate. Tale acquifero risulta poggiante sui depositi pelitici e sabbioso-conglomeratici del substrato plio- pleistocenico e presenta, in generale, spessori estremamente variabili in relazione alle locali condizioni morfologiche ed alla distanza dai principali rilievi collinari dell'area. L'alimentazione deriva, in buona sostanza, dagli apporti idrici superficiali dei corsi d'acqua presenti, soprattutto del F. Fortore, anche se non mancano scambi idrici con gli acquiferi sotterranei delle unità conglomeratiche e sabbiosa dei Conglomerati di Campomarino e delle Sabbie di Serracapriola.

L'acquifero alluvionale presenta, nei settori di interesse, un deflusso in direzione circa SW-NE, che ricalca fortemente l'andamento morfologico delle principali zone di piana fluviale e costiera. Tale condizione è dettata principalmente dalle forti variazioni granulometriche dei depositi costituenti l'acquifero e, quindi, dalla presenza di importanti passaggi grossolani corrispondenti alle antiche aste fluviali dei principali corsi d'acqua dell'area che rappresentano, ovviamente, degli assi di drenaggio preferenziale per le acque di falda.

Dunque, è evidente che l'elevata permeabilità media dei depositi e la ridotta distanza dalla costa impedisce, di fatto, la formazione di sorgenti o punti d'acqua di particolare interesse, nonostante la ridotta soggiacenza media della falda. Le acque sotterranee, pertanto, tendono a defluire generalmente verso il mare, anche se non sono da escludere locali scambi idrici con i principali corsi d'acqua, almeno nei periodi più piovosi dell'anno.

Relativamente agli altri acquiferi presenti nell'area, si sottolinea la presenza di deflussi idrici sotterranei di una certa importanza anche all'interno dei depositi alluvionali terrazzati e dei termini sabbioso-conglomeratici del substrato pleistocenico. In particolare i depositi terrazzati, data la loro elevata permeabilità media e gli spessori generalmente piuttosto esigui, sono caratterizzati da falde stagionali di scarsa importanza anche se, talora, molto estese arealmente; tali falde seguono, in generale, l'andamento della superficie topografica e presentano locali scambi idrici con gli acquiferi limitrofi.

I depositi grossolani pleistocenici, al contrario, mostrano sempre una discreta permeabilità e, in relazione alla maggiore estensione areale ed agli spessori generalmente più elevati, sono generalmente sede di falde a superficie libera di una certa importanza; tali falde, come nel caso dei depositi alluvionali terrazzati ricalcano, in linea di massima, l'andamento della superficie topografica e, come detto, presentano locali scambi idrici con l'acquifero alluvionale delle zone di pianura.

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>27 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 27 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 27 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

#### 4. INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE

Al fine di caratterizzare i terreni presenti nel lotto in esame si è fatto riferimento alle seguenti campagne di indagine:

- ✓ campagna geognostica del 2009 realizzata dalla società INTERGEO S.r.l. di Modena nell'ambito del Progetto Definitivo della linea ferroviaria Adriatica tratta Chieuti-Lesina, per gli interventi di messa in sicurezza della linea in corrispondenza della piana del Fiume Fortore; tale campagna è consistita in indagini in sito ed in laboratorio.
- ✓ campagna geognostica per il Progetto Preliminare ed il Progetto Definitivo dell'intervento di adeguamento idraulico del tombino al km 464+616 (Fosso Olivella 2 – Loc. Torre Mozza), consistita in un sondaggio geognostico eseguito dall'impresa GEOTER S.r.l. nel 2000 e due sondaggi geognostici e prove di permeabilità Lefranc eseguiti dall'impresa SONDEDILE S.r.l. di Teramo nel 2010.
- ✓ campagna geognostica integrativa del 2016 realizzata dalla società IMOS S.r.l. e finalizzata alla redazione del presente Progetto Definitivo del lotto 1, consistita in indagini in sito ed in laboratorio.
- ✓ campagna di indagini geognostiche integrative eseguite per la progettazione esecutiva.

Nei seguenti paragrafi vengono descritte nel dettaglio le indagini in sito ed in laboratorio eseguite nelle suddette campagne di indagine, per i dettagli si rimanda ai certificati stratigrafici.

##### 4.1 CAMPAGNA GEOGNOSTICA DEL 2009

Le indagini geotecniche svolte nel 2009 sono principalmente localizzate lungo il viadotto Ripalta (vedasi Figura ) e sono consistite nell'esecuzione di:

- 15 sondaggi geognostici, di cui 12 a carotaggio continuo e 3 a distruzione di nucleo, spinti fino alla profondità massima di 60 m;
- n.12 prove penetrometriche statiche; di queste n.8 prove sono state eseguite con punta elettrica (sigla – PE), mentre le restanti 4 con punta elettrica e piezocono (sigla PU);
- installazione di 4 piezometri a tubo aperto tipo Norton (sigla – PN);
- installazione di 6 piezometri tipo a cella di Casagrande (sigla – PC);
- 1 prova sismica in foro di tipo Down-Hole (sigla – DH);
- 2 prove sismiche in foro di tipo Cross-Hole (sigla – CH);
- 2 prospezioni geoelettriche con elaborazione tomografica.

Durante le perforazioni dei sondaggi sono state eseguite le seguenti attività:

- Rilievo stratigrafico di dettaglio con fotografie a colori del materiale nelle cassette catalogatrici;
- prelievo di campioni indisturbati per l'esecuzione di prove di laboratorio;
- prove geotecniche in foro di tipo SPT;
- prove di permeabilità tipo Lefranc (di cui 8 a carico costante e 3 a carico variabile);
- misure di valori di Pocket Penetrometer.

|  |  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
|  | <p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
| <p>GE - GEOTECNICA</p> <p>RELAZIONE GEOTECNICA</p>                               | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>28 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 28 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 28 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

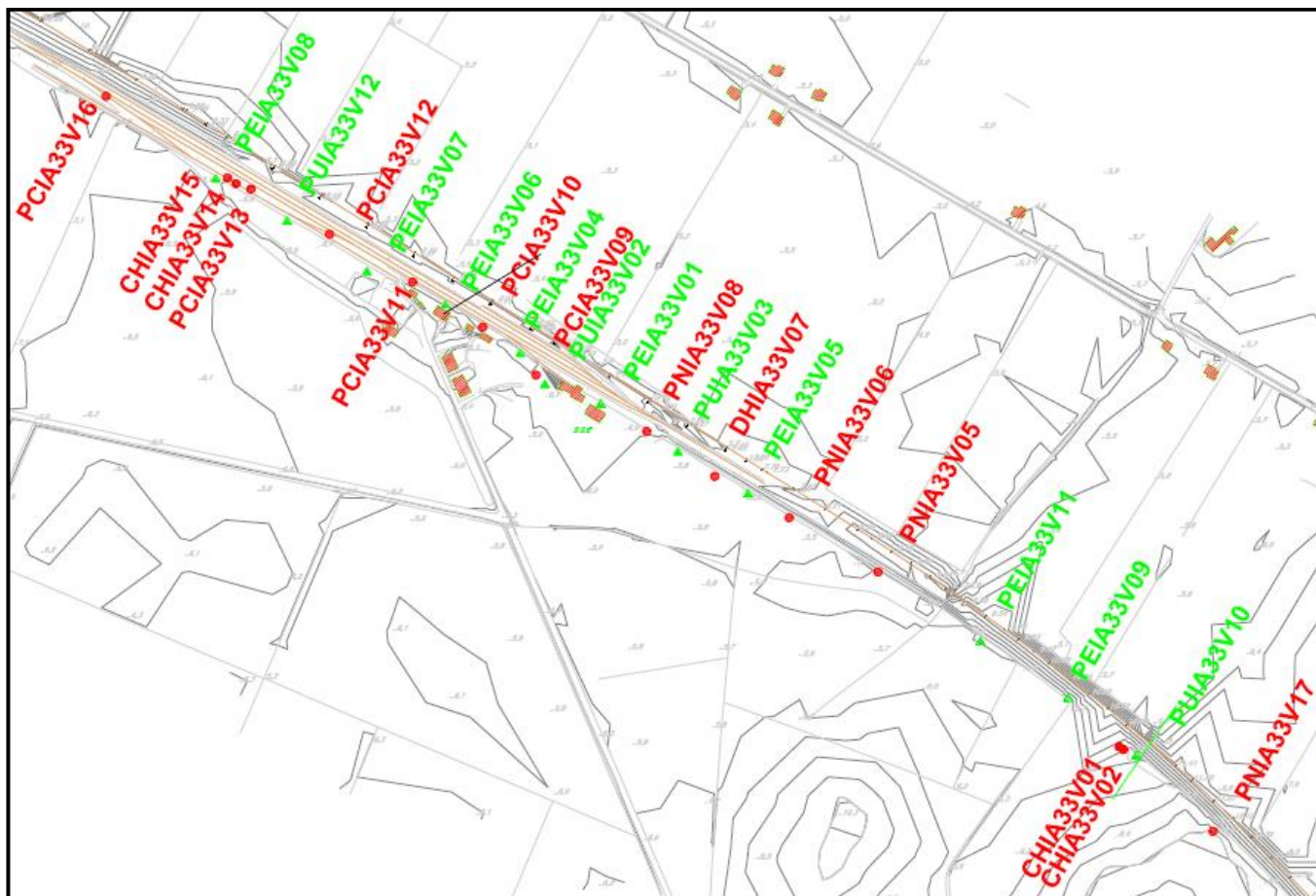


Figura 7 – Ubicazione dei sondaggi (in rosso sono indicati i sondaggi, in verde le prove CPT e CPTU) – Campagna geognostica del 2009

Nella tabella seguente si sintetizzano le attività svolte in sito.

Tabella 2 – Riepilogo dei sondaggi e delle prove eseguite nella campagna geognostica 2009

| Sigla indagine | Profondità [m] | Quota boccaforo [m] s.l.m. | n. campioni indisturbati | N. prove SPT | n. prove Lefranc | Piezometro TA; CC / Prova DH; CH |
|----------------|----------------|----------------------------|--------------------------|--------------|------------------|----------------------------------|
| CHIA33V01      | 60.0           | 5.78                       | 5                        | 11           | 1                | CH [50]                          |
| CHIA33V02      | 50.0           | 5.78                       | -                        | -            | -                | CH [50]                          |
| PNIA33V05      | 40.0           | 5.51                       | 1                        | 11           | -                | TA [3÷40]                        |
| PNIA33V06      | 40.0           | 5.54                       | 5                        | 7            | 1                | TA [18÷40]                       |
| PNIA33V08      | 40.0           | 6.05                       | 4                        | 3            | 1                | TA [24÷40]                       |
| PCIA33V09      | 40.0           | 6.68                       | 5                        | -            | 1                | CC [18.5]                        |
| PCIA33V10      | 40.0           | 6.36                       | 9                        | 1            | 1                | CC [34]                          |
| PCIA33V11      | 40.0           | 6.59                       | 8                        | 1            | 1                | CC [18]                          |

|  |  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
| <b>GE – GEOTECNICA</b><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                            | <table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>29 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 29 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 29 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

|  |       |       |   |   |   |           |
|--|-------|-------|---|---|---|-----------|
| PCIA33V12  | 40.0  | 6.75  | 8 | - | - | CC [9]    |
| PCIA33V13  | 40.0  | 6.86  | 5 | - | 1 | CC [19.5] |
| CHIA33V14  | 60.0  | 6.80  | - | - | - | CH [50]   |
| CHIA33V15  | 60.0  | 6.60  | 8 | 1 | - | CH [50]   |
| PCIA33V16  | 40.0  | 6.80  | 7 | - | 1 | CC [17]   |
| PNIA33V17  | 40.0  | 10.00 | 1 | 8 | 1 | TA [7÷36] |
| DHIA33V07  | 50.0  | 5.74  | - | - | - | DH[50]    |
| PEIA33V01  | 18.3  | 6.90  | - | - | - | -         |
| PUIA33V02  | 18.0  | 6.68  | - | - | - | -         |
| PUIA33V03  | 21.0  | 5.96  | - | - | - | -         |
| PEIA33V04  | 18.6  | 6.58  | - | - | - | -         |
| PEIA33V05  | 20.9  | 5.71  | - | - | - | -         |
| PEIA33V06  | 28.1  | 6.69  | - | - | - | -         |
| PEIA33V07  | 30.0  | 6.66  | - | - | - | -         |
| PEIA33V08  | 30.0  | 6.15  | - | - | - | -         |
| PEIA33V09  | 9.60  | 5.69  | - | - | - | -         |
| PUIA33V01<br>0   | 13.80 | 5.73  | - | - | - | -         |
| PEIA33V01<br>1   | 2.40  | 5.39  | - | - | - | -         |
| PUIA33V01<br>2   | 30.0  | 6.76  | - | - | - | -         |
| TA [m]: piezometro a tubo aperto [profondità tratto filtrante]<br>CC [m]: piezometro del tipo a cella di Casagrande [quota cella]<br>DH [m]: prova sismica Down-Hole [profondità di prova]<br>CH [m]: prova sismica Cross-Hole [profondità di prova] |       |       |   |   |   |           |

#### 4.1.1 Misure piezometriche

Per la campagna di indagine del 2009 è disponibile una sola lettura piezometrica del febbraio 2010 in corrispondenza delle strumentazioni installate. Nelle tabelle seguenti sono indicate le misure piezometriche espresse rispettivamente in profondità da p.c. ed in quota assoluta (m s.l.m.).

*Tabella 3 – Profondità falda in m dal p.c. - Campagna del 2009*

|  |  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>30 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 30 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 30 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

| SONDAGGIO | Quota<br>boccaforo<br>m s.l.m. | 03-02-2010 |
|-----------|--------------------------------|------------|
| PNIA33V05 | 5.511                          | 4.10       |
| PNIA33V06 | 5.536                          | 4.10       |
| PNIA33V08 | 6.045                          | 4.90       |
| PCIA33V09 | 6.680                          | 4.90       |
| PCIA33V10 | 6.355                          | 5.20       |
| PCIA33V11 | 6.588                          | 5.50       |
| PCIA33V12 | 6.750                          | 4.60       |
| PCIA33V13 | 6.857                          | 3.00       |
| PCIA33V16 | 6.800                          | 3.00       |
| PNIA33V17 | 10.000                         | 7.00       |

Tabella 4 – Profondità falda in m s.l.m. - Campagna 2009

| SONDAGGIO | Quota<br>boccaforo<br>m s.l.m. | 03-02-2010 |
|-----------|--------------------------------|------------|
| PNIA33V05 | 5.51                           | 1.41       |
| PNIA33V06 | 5.54                           | 1.44       |
| PNIA33V08 | 6.05                           | 1.15       |
| PCIA33V09 | 6.68                           | 1.78       |
| PCIA33V10 | 6.36                           | 1.16       |
| PCIA33V11 | 6.59                           | 1.09       |
| PCIA33V12 | 6.75                           | 2.15       |
| PCIA33V13 | 6.86                           | 3.86       |
| PCIA33V16 | 6.80                           | 3.80       |
| PNIA33V17 | 10.00                          | 3.00       |

|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <b>GE – GEOTECNICA</b><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                            | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>31 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 31 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 31 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

#### 4.1.2 Indagini sismiche

Sono state eseguite:

- N. 2 Prova Cross-Hole                                      Fori di sondaggio CHIA33V01 e CHIA33V02 (Prova CH V01-V02)
- Fori di sondaggio CHIA33V14 e CHIA33V15 (Prova CH V14-V15)
- N. 1 Prova Down-Hole                                      Foro di sondaggio DHIA33V07 (Prova DH V07)
- Le indagini sismiche sono state spinte fino a profondità 50 m al fine di definire la Vs,30, e quindi determinare la velocità delle onde di taglio per la classificazione sismica:
- CH V01-V02 – Vs,30 = 402 m/s (categoria di suolo B)
- CH V14-V15 – Vs,30 = 166 m/s (categoria di suolo D)
- DH V07 – Vs,30 = 219 m/s (categoria di suolo C).

Inoltre sono state eseguite due tomografie elettriche (L01, L02) da cui sono state ricavate le sezioni geoelettriche riportate nelle figure sottostanti. Dall'esame delle sezioni, interpretate in chiave litostратigrafica, si possono evidenziare i seguenti aspetti:

- La distribuzione dei valori di resistività registrati, piuttosto bassi anche per i litotipi grossolani, potrebbe essere dovuta alla presenza di acqua di falda ad elevato contenuto salino;
- Presenza di due settori con caratteristiche geoelettriche, e quindi litologiche, molto diverse, il cui passaggio si può collocare in prossimità del sondaggio PNIA33V08;
- Il settore nord-occidentale, come documentato dai sondaggi: PCIA33V09, PCIA33V10, PCIA33V11, PCIA33V12, PCIA33V13 e CHIA33V15, è caratterizzato dalla netta prevalenza di litotipi conduttivi a granulometria fine (argille e limi);
- Sempre nel lato nord-occidentale, in profondità (oltre i 50-55 m dal p.c.) si ha un leggero aumento di resistività imputabile alla presenza di locali e molto subordinate intercalazioni più grossolane, all'interno dei depositi argilloso-limosi;
- Fra le progressive 600 e 900 m, all'interno dei depositi fini si ha una potente intercalazione (25-30 m) di materiali ghiaiosi come evidenziato anche dalle stratigrafie: V06 e V08;
- In profondità (oltre i 50 m dal p.c.), fra le progressive 600 e 900 m, si evidenzia la presenza di materiale conduttivo a granulometria fine;
- Nel settore sud-orientale, fra le progressive 900 e 1250 m, fino a 35-40 m dal p.c., sono nettamente prevalenti i litotipi grossolani ad elevata resistività, come indicato dalle stratigrafie: V01 e V05;
- Sempre nel settore sud-orientale, oltre i 35-45 m dal p.c. sono nettamente prevalenti i materiali conduttivi a granulometria fine.

Per i certificati di prova relativi alle indagini sismiche eseguite si rimanda ai documenti specifici.

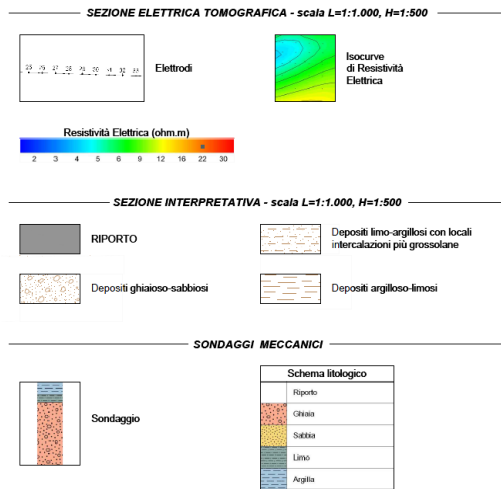
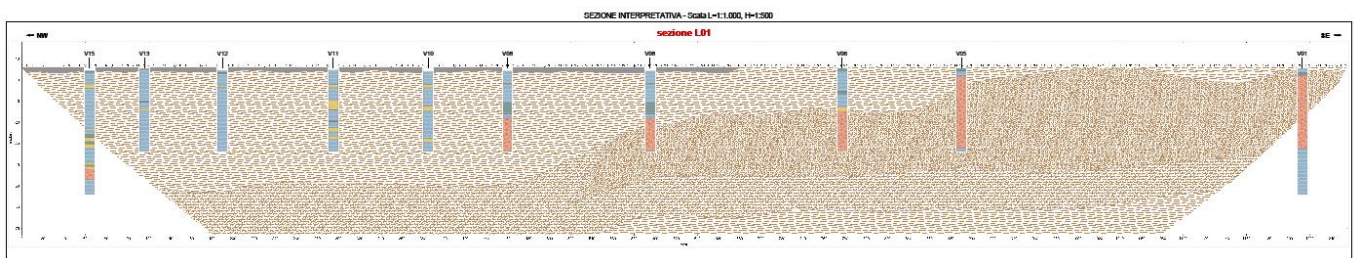
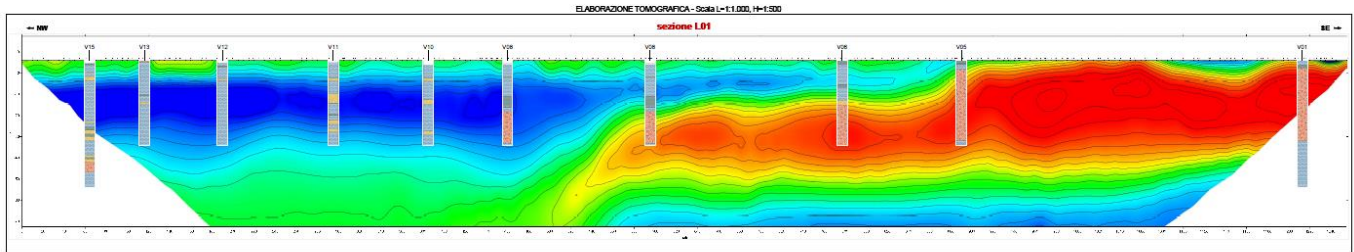


Figura 8 – Tomografia elettrica – Sezione interpretativa L01



|  |  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
| <b>GE - GEOTECNICA</b><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                            | <table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>33 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 33 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 33 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

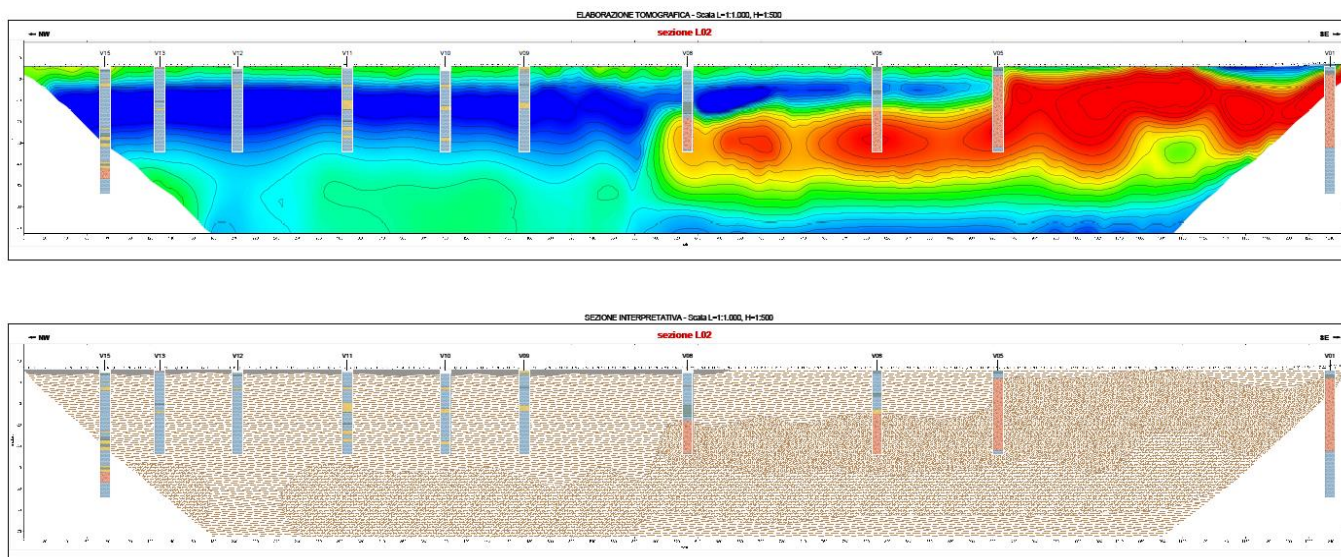


Figura 9 – Tomografia elettrica – Sezione interpretativa L02

#### 4.1.3 Prove di permeabilità

I risultati delle prove di permeabilità Lefranc a carico variabile (CV) e a carico costante (CC) sono elencati in Tabella 5. In Tabella 6 sono riportati i valori di permeabilità da prove di laboratorio (in cella edometrica).

Tabella 5 – Risultati prove di permeabilità Lefranc - campagna d'indagine del 2009

| Anno | Sondaggio | Tipo prova | Profondità prova [m] | Coefficiente di permeabilità media [m/s] | Unità geotecnica |
|------|-----------|------------|----------------------|--|------------------|
| 2009 | CHIA33V01 | CC         | 23.00                | 2.97E-05                                 | 7GS              |
| 2009 | PNIA33V05 | CV         | 5.85                 | 1.85E-06                                 | 7GS              |
| 2009 | PNIA33V06 | CC         | 24.00                | 2.16E-05                                 | 7GS              |
| 2009 | PNIA33V08 | CC         | 28.00                | 2.15E-05                                 | 7GS              |
| 2009 | PNIA33V09 | CC         | 18.00                | 9.71E-06                                 | 5S               |
| 2009 | PCIA33V10 | CC         | 18.50                | 9.88E-06                                 | 5S               |
| 2009 | PCIA33V11 | CC         | 19.00                | 8.68E-06                                 | 5S               |
| 2009 | PCIA33V13 | CV         | 19.50                | 2.74E-07                                 | 5AL              |
| 2009 | CHIA33V15 | CC         | 50.00                | 3.73E-05                                 | 8GS              |
| 2009 | PCIA33V16 | CV         | 16.00                | 4.89E-07                                 | 5S               |
| 2009 | PNIA33V17 | CC         | 17.00                | 2.69E-05                                 | 7GS              |

Tabella 6 – Risultati prove di permeabilità da laboratorio - campagna d'indagine del 2009

|  |  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>34 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 34 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 34 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

| Anno | Sondaggio | Profondità prova [m] | Coefficiente di permeabilità media [m/s] | Unità geotecnica |
|------|-----------|----------------------|--|------------------|
| 2009 | PCIA33V11 | 31.10                | 3.00E-10                                 | 5AL              |
| 2009 | PCIA33V12 | 10.50                | 1.40E-11                                 | 5AL              |
| 2009 | PCIA33V13 | 6.70                 | 1.40E-11                                 | 5AL              |
| 2009 | PCIA33V13 | 10.30                | 1.50E-11                                 | 5AL              |
| 2009 | PCIA33V13 | 16.50                | 2.90E-11                                 | 5AL              |
| 2009 | CHIA33V15 | 20.00                | 2.50E-11                                 | 5AL              |
| 2009 | PCIA33V16 | 10.00                | 2.50E-11                                 | 5AL              |
| 2009 | PCIA33V16 | 15.00                | 2.00E-11                                 | 5AL              |
| 2009 | PNIA33V17 | 4.00                 | 1.90E-11                                 | 6AL              |

#### 4.1.4 Prove di laboratorio

Sui campioni prelevati dai sondaggi della campagna geognostica in esame sono state eseguite le seguenti prove di laboratorio (laboratorio: Geostudi S.r.l. di Pomezia, Rm):

- determinazione del peso di volume naturale;
- determinazione del contenuto naturale d'acqua;
- analisi granulometriche;
- determinazione dei limiti di Atterberg;
- prove di compressioni triassiale (del tipo CID, UU, CIU);
- prove di taglio diretto (TD);
- prove di compressione ad espansione laterale libera E.L.L.
- prove di compressibilità edometrica.
- classificazione terre secondo CNR 10006 e USCS;
- determinazione coefficiente di permeabilità in cella edometrica.



| Sondaggio | - | PCIA33V10 | PCIA33V10 | PCIA33V10 | PCIA33V10 | PCIA33V10 | PCIA33V10 | PCIA33V10 | PCIA33V11 | PCIA33V11 | PCIA33V11 | PCIA33V11 |
|-----------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Campione  | - | C3        | C4        | C5        | C6        | C7        | C8        | C9        | C1        | C2        | C3        | C4        |
| Tipo      | - | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       |
| Unità     | - | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5S        | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       |
| Prof.     | m | 12.00     | 16.50     | 22.50     | 25.50     | 29.00     | 32.00     | 37.50     | 3.00      | 6.00      | 10.50     | 15.00     |

| Granulometria |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| G             | % | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
| S             | % | 2.4  | 10.4 | 2.9  | 14.2 | 58.3 | 6.6  | 7.8  | 1.2  | 2.4  | 0.3  | 24.8 |
| L+A           | % | 97.6 | 89.6 | 97.1 | 85.8 | 41.7 | 93.4 | 92.2 | 98.8 | 97.6 | 99.7 | 75.2 |
| L             | % | 53.2 | 53.2 | 49.7 | 47.3 | 26.4 | 59.2 | 63.8 | 41.3 | 49.9 | 34.3 | 47.7 |
| A             | % | 44.4 | 36.4 | 47.4 | 38.5 | 15.3 | 34.2 | 28.4 | 57.5 | 47.7 | 65.4 | 27.5 |

| Limiti di Atterberg |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| W <sub>L</sub>      | % | 47.8 | 41.9 | 57.9 | 42.0 | 24.1 | 37.9 | 36.4 | 61.5 | 61.2 | 73.3 | 36.0 |
| W <sub>p</sub>      | % | 26.8 | 25.2 | 30.3 | 25.7 | 16.4 | 26.0 | 25.6 | 29.6 | 31.1 | 30.7 | 22.0 |
| I <sub>p</sub>      | - | 0.56 | 0.83 | 0.54 | 0.79 | 0.01 | 0.59 | 0.69 | 1.00 | 1.06 | 0.73 | 0.44 |
| I <sub>p</sub>      | % | 21.0 | 16.7 | 27.6 | 16.3 | 7.7  | 11.9 | 10.8 | 31.9 | 30.1 | 42.6 | 14.0 |

| Caratteristiche fisiche |                   |       |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γ <sub>N</sub>          | kN/m <sup>3</sup> | 18.4  | 19.0  | 17.8  | 18.9  | 19.3 | 19.1  | 19.1  | 19.0  | 19.1  | 17.5  | 19.3  |
| w <sub>N</sub>          | %                 | 36.1  | 28.0  | 43.1  | 29.1  | 24.0 | 30.9  | 28.9  | 29.7  | 29.3  | 42.0  | 29.9  |
| e                       | -                 | 1.000 | 0.700 | 0.950 | 0.560 |      | 0.830 | 0.660 | 0.870 | 0.770 | 1.100 | 0.550 |

| Prove edometriche (valori riferiti alla tensione geostatica in sito) |                   |  |  |          |          |  |  |  |  |  |  |          |
|--|-------------------|--|--|----------|----------|--|--|--|--|--|--|----------|
| E <sub>ed</sub>  | kPa               |  |  | 4031     | 5087     |  |  |  |  |  |  | 5569     |
| c <sub>v</sub>   | m <sup>2</sup> /s |  |  | 1.30E-08 | 7.50E-08 |  |  |  |  |  |  | 6.90E-07 |
| c <sub>u</sub>   | -                 |  |  | 6.60E-03 | 3.60E-03 |  |  |  |  |  |  | 2.30E-03 |
| k  | m/s               |  |  | 2.70E-11 | 1.20E-10 |  |  |  |  |  |  | 7.90E-10 |

| Resistenza non drenata  |     |      |  |      |      |  |      |  |      |  |      |  |
|-------------------------|-----|------|--|------|------|--|------|--|------|--|------|--|
| (TX-UU) c <sub>u</sub>  | kPa |      |  | 55.5 |      |  |      |  | 94.8 |  |      |  |
| (TX-ELL) c <sub>u</sub> | kPa | 48.7 |  |      | 43.4 |  | 70.1 |  |      |  | 40.7 |  |

| Resistenza drenata |     |  |      |  |  |      |  |      |  |      |  |  |
|--------------------|-----|--|------|--|--|------|--|------|--|------|--|--|
| (TD) c             | kPa |  | 23.4 |  |  |      |  | 10.7 |  | 9.7  |  |  |
| (TD) f             | °   |  | 26.0 |  |  | 33.4 |  | 26.0 |  | 23.3 |  |  |

| Sondaggio | - | PCIA33V11 | PCIA33V11 | PCIA33V11 | PCIA33V11 | PCIA33V12 | PCIA33V12 | PCIA33V12 | PCIA33V12 | PCIA33V12 | PCIA33V12 | PCIA33V12 |
|-----------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Campione  | - | C5        | C6        | C7        | C8        | C1        | C2        | C3        | C4        | C5        | C6        | C7        |
| Tipo      | - | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       |
| Unità     | - | 5AL       | 5AL       | 5S        | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       |
| Prof.     | m | 22.50     | 27.00     | 31.10     | 36.00     | 4.50      | 7.00      | 10.50     | 15.00     | 18.00     | 22.00     | 27.00     |

| Granulometria |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| G             | % | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.1  | 0.8  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
| S             | % | 3.2  | 33.6 | 58.8 | 2.9  | 1.2  | 7.8  | 1.1  | 7.9  | 1.4  | 1.2  | 1.1  |
| L+A           | % | 96.8 | 66.4 | 41.2 | 97.1 | 98.7 | 91.4 | 98.9 | 92.1 | 98.6 | 98.8 | 98.9 |
| L             | % | 52.1 | 40.3 | 27.9 | 62.2 | 33.4 | 48.8 | 31.2 | 58.1 | 43.7 | 51.4 | 38.6 |
| A             | % | 44.7 | 26.1 | 13.3 | 34.9 | 65.3 | 42.6 | 67.7 | 34.0 | 54.9 | 47.4 | 60.3 |

| Limiti di Atterberg |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| W <sub>L</sub>      | % | 60.5 | 29.6 | 22.2 | 46.9 | 66.0 | 52.8 | 76.3 | 44.1 | 58.1 | 57.0 | 63.4 |
| W <sub>p</sub>      | % | 31.9 | 19.1 | 15.3 | 26.9 | 32.0 | 28.0 | 33.4 | 27.6 | 32.3 | 29.5 | 31.7 |
| I <sub>p</sub>      | - | 0.70 | 0.33 | 0.58 | 0.78 | 1.08 | 1.08 | 0.77 | 0.52 | 0.74 | 0.56 | 0.69 |
| I <sub>p</sub>      | % | 28.6 | 10.5 | 6.9  | 20.0 | 34.0 | 24.8 | 42.9 | 16.5 | 25.8 | 27.5 | 31.7 |

| Caratteristiche fisiche |                   |       |       |      |       |       |       |      |       |      |       |       |
|-------------------------|-------------------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|
| γ <sub>N</sub>          | kN/m <sup>3</sup> | 17.8  | 18.9  | 19.3 | 18.7  | 19.0  | 19.7  | 17.6 | 18.4  | 18.0 | 17.3  | 17.3  |
| w <sub>N</sub>          | %                 | 40.4  | 26.1  | 18.2 | 31.4  | 29.4  | 26.0  | 43.4 | 35.6  | 39.0 | 41.5  | 41.4  |
| e                       | -                 | 0.990 | 0.600 |      | 0.890 | 0.750 | 0.550 |      | 0.690 |      | 1.090 | 1.000 |

| Prove edometriche (valori riferiti alla tensione geostatica in sito) |                   |  |  |          |  |  |          |  |          |  |  |  |
|--|-------------------|--|--|----------|--|--|----------|--|----------|--|--|--|
| E <sub>ed</sub>  | kPa               |  |  |          |  |  | 8470.0   |  | 3999.0   |  |  |  |
| c <sub>v</sub>   | m <sup>2</sup> /s |  |  |          |  |  | 4.00E-08 |  | 3.90E-08 |  |  |  |
| c <sub>u</sub>   | -                 |  |  |          |  |  | 5.00E-04 |  | 2.40E-03 |  |  |  |
| k  | m/s               |  |  | 3.00E-10 |  |  | 4.20E-11 |  | 8.30E-11 |  |  |  |

| Resistenza non drenata  |     |  |  |  |      |  |  |  |  |      |      |  |
|-------------------------|-----|--|--|--|------|--|--|--|--|------|------|--|
| (TX-UU) c <sub>u</sub>  | kPa |  |  |  |      |  |  |  |  | 49.4 |      |  |
| (TX-ELL) c <sub>u</sub> | kPa |  |  |  | 89.5 |  |  |  |  |      | 19.5 |  |

| Resistenza drenata |     |      |      |  |  |      |  |  |  |  |  |      |
|--------------------|-----|------|------|--|--|------|--|--|--|--|--|------|
| (TD) c             | kPa | 7.6  |      |  |  | 19.4 |  |  |  |  |  | 4.0  |
| (TD) f             | °   | 20.6 | 30.0 |  |  | 21.9 |  |  |  |  |  | 20.9 |



LINEA PESCARA - BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina

GE - GEOTECNICA  
 RELAZIONE GEOTECNICA

COMMESSA LOTTO FASE CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
 LI07 01 E ZZ RH GE0005001 D 37 DI 245

| Sondaggio | - | PCIA33V12 | PCIA33V13 | PCIA33V13 | PCIA33V13 | PCIA33V13 | PCIA33V13 | PCIA33V13 | CHIA33V15 | CHIA33V15 | CHIA33V15 | CHIA33V15 | CHIA33V15 |
|-----------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Campione  | - | C18       | C11       | C12       | C13       | C14       | C15       | C11       | C12       | C13       | C14       | C15       | C15       |
| Tipo      | - | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       |
| Unità     | - | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       |
| Prof.     | m | 31.50     | 3.00      | 6.70      | 10.30     | 14.00     | 16.50     | 3.00      | 6.00      | 10.40     | 15.00     | 20.00     | 20.00     |

| Granulometria |   |      |      |      |      |      |      |  |      |      |      |      |
|---------------|---|------|------|------|------|------|------|--|------|------|------|------|
| G             | % | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |  | 0.5  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
| S             | % | 1.2  | 1.2  | 1.2  | 1.3  | 1.1  | 1.5  |  | 7.4  | 2.3  | 11.4 | 3.1  |
| L + A         | % | 98.8 | 98.8 | 98.8 | 98.7 | 98.9 | 98.5 |  | 92.1 | 97.7 | 88.6 | 96.9 |
| L             | % | 59.0 | 38.8 | 46.4 | 31.5 | 41.5 | 36.1 |  | 54.5 | 37.2 | 50.0 | 56.9 |
| A             | % | 39.8 | 60.0 | 52.4 | 67.2 | 57.4 | 62.4 |  | 37.6 | 60.5 | 38.6 | 40.0 |

| Limiti di Atterberg |   |      |      |      |      |      |      |  |      |      |      |      |
|---------------------|---|------|------|------|------|------|------|--|------|------|------|------|
| W <sub>L</sub>      | % | 47.6 | 60.6 | 64.8 | 73.7 | 64.8 | 67.2 |  | 45.9 | 74.0 | 40.2 | 49.2 |
| W <sub>p</sub>      | % | 26.2 | 29.9 | 30.3 | 32.5 | 35.3 | 32.4 |  | 26.0 | 34.5 | 25.6 | 29.7 |
| I <sub>c</sub>      | - | 0.81 | 1.02 | 0.98 | 0.72 | 0.85 | 0.64 |  | 0.83 | 0.77 | 0.08 | 0.87 |
| I <sub>p</sub>      | % | 21.4 | 30.7 | 34.5 | 41.2 | 29.5 | 34.8 |  | 19.9 | 39.5 | 14.6 | 19.5 |

| Caratteristiche fisiche |                   |      |      |      |      |      |      |  |      |      |      |      |
|-------------------------|-------------------|------|------|------|------|------|------|--|------|------|------|------|
| γ <sub>N</sub>          | kN/m <sup>3</sup> | 19.2 | 19.0 | 18.7 | 17.6 | 18.0 | 17.5 |  | 18.9 | 17.5 | 17.9 | 18.2 |
| w <sub>N</sub>          | %                 | 30.2 | 29.4 | 31.0 | 43.9 | 39.6 | 45.0 |  | 29.4 | 43.5 | 39.1 | 32.3 |

| Resistenza drenata |     |  |  |  |  |  |  |      |      |  |  |  |
|--------------------|-----|--|--|--|--|--|--|------|------|--|--|--|
| (TD) c             | kPa |  |  |  |  |  |  |      |      |  |  |  |
| (TD) f             | °   |  |  |  |  |  |  | 27.2 |      |  |  |  |
| (TX-CID) c         | kPa |  |  |  |  |  |  |      |      |  |  |  |
| (TX-CID) f         | °   |  |  |  |  |  |  |      | 25.1 |  |  |  |

| Sondaggio | - | CHIA33V15 | CHIA33V15 | CHIA33V15 | CHIA33V16 | CHIA33V16 | CHIA33V16 | CHIA33V16 | CHIA33V16 | CHIA33V16 | CHIA33V16 | PNIA33V17 |
|-----------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Campione  | - | C16       | C17       | C18       | C11       | C12       | C13       | C14       | C15       | C16       | C17       | C11       |
| Tipo      | - | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       |
| Unità     | - | 5AL       | 5AL       | 5S        | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 6AL       |
| Prof.     | m | 24.00     | 27.00     | 36.00     | 3.00      | 5.80      | 10.00     | 15.00     | 19.10     | 24.10     | 29.50     | 4.00      |

| Granulometria |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| G             | % | 0.0  | 0.0  | 0.1  | 0.1  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 1.9  |
| S             | % | 1.1  | 0.2  | 40.1 | 1.1  | 5.1  | 11.9 | 4.4  | 1.3  | 1.0  | 1.1  | 13.6 |
| L + A         | % | 98.9 | 99.8 | 59.8 | 98.8 | 94.9 | 88.1 | 95.6 | 98.7 | 99.0 | 98.9 | 84.5 |
| L             | % | 33.0 | 31.9 | 40.9 | 53.5 | 52.3 | 47.3 | 56.8 | 43.8 | 43.9 | 36.0 | 48.4 |
| A             | % | 65.9 | 67.9 | 18.9 | 45.3 | 42.6 | 40.8 | 38.8 | 54.9 | 55.1 | 62.9 | 36.1 |

| Limiti di Atterberg |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| W <sub>L</sub>      | % | 70.6 | 72.0 | 29.7 | 50.9 | 52.0 | 47.7 | 46.0 | 61.2 | 68.8 | 64.8 | 43.7 |
| W <sub>p</sub>      | % | 37.2 | 33.1 | 20.6 | 27.6 | 28.0 | 24.3 | 22.7 | 26.3 | 30.8 | 30.0 | 21.6 |
| I <sub>c</sub>      | - | 0.84 | 0.69 | 0.44 | 0.76 | 0.94 | 0.27 | 0.52 | 0.67 | 0.61 | 0.60 | 1.02 |
| I <sub>p</sub>      | % | 33.4 | 38.9 | 9.1  | 23.3 | 24.0 | 23.4 | 23.3 | 34.9 | 38.0 | 34.8 | 22.1 |

| Caratteristiche fisiche |                   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| γ <sub>N</sub>          | kN/m <sup>3</sup> | 17.4  | 16.7  | 19.3  | 17.4  | 18.6  | 17.7  | 18.7  | 18.2  | 17.3  | 17.6  | 20.0  |
| w <sub>N</sub>          | %                 | 42.4  | 45.1  | 25.7  | 33.1  | 29.5  | 41.4  | 33.8  | 37.7  | 45.6  | 43.9  | 21.1  |
| e                       | -                 | 0.929 | 1.200 | 0.590 | 1.030 | 0.700 | 0.860 | 0.737 | 0.824 | 0.930 | 1.100 | 0.550 |

| Prove edometriche (valori riferiti alla tensione geostatica in sito) |                   |          |  |  |  |          |          |          |          |          |  |         |
|--|-------------------|----------|--|--|--|----------|----------|----------|----------|----------|--|---------|
| E <sub>ed</sub>  | kPa               | 3598.0   |  |  |  | 5645.0   | 2076.0   | 3400.0   | 3938.0   | 2979.0   |  | 12993.0 |
| c <sub>v</sub>   | m <sup>2</sup> /s | 1.90E-08 |  |  |  | 4.80E-08 | 2.60E-08 | 1.70E-08 | 1.90E-08 | 2.90E-08 |  |         |
| c <sub>α</sub>   | -                 | 2.10E-03 |  |  |  | 1.10E-03 | 2.40E-03 | 3.30E-03 | 2.30E-03 | 4.30E-03 |  |         |
| k  | m/s               | 4.80E-11 |  |  |  | 5.80E-11 | 1.10E-10 | 4.40E-11 | 4.20E-11 | 8.10E-11 |  |         |

| Resistenza non drenata  |     |  |      |  |      |  |  |      |      |      |  |  |
|-------------------------|-----|--|------|--|------|--|--|------|------|------|--|--|
| (TX-UU) c <sub>u</sub>  | kPa |  |      |  |      |  |  |      |      |      |  |  |
| (TX-ELL) c <sub>u</sub> | kPa |  | 26.4 |  | 49.2 |  |  | 39.9 | 49.6 | 40.8 |  |  |

| Resistenza drenata |     |  |  |      |  |      |  |  |  |  |      |      |
|--------------------|-----|--|--|------|--|------|--|--|--|--|------|------|
| (TD) c             | kPa |  |  |      |  |      |  |  |  |  | 9.0  | 28.7 |
| (TD) f             | °   |  |  | 30.5 |  |      |  |  |  |  | 19.0 | 20.3 |
| (TX-CIU) c         | kPa |  |  |      |  |      |  |  |  |  |      |      |
| (TX-CIU) f         | °   |  |  |      |  |      |  |  |  |  |      |      |
| (TX-CID) c         | kPa |  |  |      |  | 25.4 |  |  |  |  |      |      |
| (TX-CID) f         | °   |  |  |      |  | 26.1 |  |  |  |  |      |      |

|  |  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
|  | <p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
| <p>GE – GEOTECNICA</p> <p>RELAZIONE GEOTECNICA</p>                               | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>38 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 38 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 38 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

#### 4.2 CAMPAGNA GEOGNOSTICA PER IL PP E PD DI UN INTERVENTO DI ADEGUAMENTO IDRAULICO DEL TOMBINO AL KM 464+616 (FOSSO OLIVELLA 2 – LOC. TORRE MOZZA)

La suddetta campagna è consistita in:

- esecuzione di un sondaggio geognostico (SC14) attrezzato con piezometro, eseguito dall'impresa GEOTER S.r.l. nel 2000. Durante l'esecuzione del sondaggio sono state eseguite prove S.P.T e prove Pocket Penetrometer.
- esecuzione di 2 sondaggi geognostici eseguiti dall'impresa SONDEDILE S.r.l. di Teramo nel 2010, di cui uno a carotaggio continuo (DHIA30P01) attrezzato con tubazione in PVC fino a fondo foro per l'esecuzione di prova sismica tipo Down-Hole, e uno a distruzione di nucleo (PNIA30P02) con installazione di piezometro a tubo aperto fino a fondo foro.

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state eseguite le seguenti attività:

- rilievo stratigrafico con documentazione fotografica a colori;
- prove geotecniche in foro di tipo SPT;
- prove di permeabilità tipo Lefranc a carico variabile;
- misure di valori di Pocket Penetrometer;
- prelievo di un campione indisturbato.

Nella tabella seguente si sintetizzano le attività svolte in sito.

Tabella 8 – Riepilogo dei sondaggi e delle prove eseguite - campagna geognostica loc. Torre Mozza

| Sondaggi   | Profondità [m] | Quota boccaforo [m] s.l.m. | n. campioni indisturbati | N. prove SPT | n. prove Lefranc | Piezometro TA; Prova DH; |
|--|----------------|----------------------------|--------------------------|--------------|------------------|--------------------------|
| SC14   | 10.0           | 3.2                        | -                        | 1            | -                | TA [1÷10]                |
| DHIA30P01  | 30.0           | 4.9                        | -                        | 9            | 1                | DH [30]                  |
| PNIA30P02  | 20.0           | 4.9                        | -                        | -            | 1                | TA [3÷20]                |
| TA [m]: piezometro a tubo aperto [profondità tratto filtrante] |                |                            |                          |              |                  |                          |
| DH [m]: prova sismica Down-Hole [profondità di prova]          |                |                            |                          |              |                  |                          |

##### 4.2.1 Misure piezometriche

Nelle tabelle seguenti sono indicate le misure piezometriche disponibili, espresse in profondità da p.c. ed in quota assoluta (m s.l.m.). Non sono state reperite misure piezometriche per il piezometro installato

|  |  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
| <b>GE – GEOTECNICA</b><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                            | <table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>39 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 39 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 39 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

nel foro PNIA30P02; in fase di perforazione sondaggio è segnalato un livello idrico a 0.9 m di profondità da p.c..

Tabella 9 – Profondità falda in m dal p.c. - campagna geognostica loc. Torre Mozza

| SONDAGGIO | Quota<br>boccaforo<br>m s.l.m. | 22-01-2000 | 11-02-2000 |
|-----------|--------------------------------|------------|------------|
|           |                                |            |            |
| SC14      | 3.2                            | 0.87       | 0.87       |

Tabella 10 – Profondità falda in m s.l.m. - campagna geognostica loc. Torre Mozza

| SONDAGGIO | Quota<br>boccaforo<br>m s.l.m. | 22-01-2000 | 11-02-2000 |
|-----------|--------------------------------|------------|------------|
|           |                                |            |            |
| SC14      | 3.2                            | 2.33       | 2.33       |

#### 4.2.2 Prove di permeabilità

I risultati delle prove di permeabilità Lefranc a carico variabile (CV) sono elencati in Tabella 11.

Tabella 11 – Risultati prove di permeabilità Lefranc - campagna geognostica loc. Torre Mozza

| Anno               | Sondaggio | Tipo prova | Profondità prova [m] | Coefficiente di permeabilità media [m/s] | Unità geotecnica |
|--------------------|-----------|------------|----------------------|--|------------------|
| 2010 (Torre Mozza) | PNIA30P02 | CV         | 2.00                 | 4.41E-05                                 | -                |
| 2010 (Torre Mozza) | DHIA30P01 | CV         | 2.00                 | 2.58E-05                                 | 5S               |

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>40 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 40 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 40 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

### 4.3 CAMPAGNA GEOGNOSTICA DEL 2016

La campagna di indagini, eseguita dall'impresa I.M.O.S. S.r.l di Campobasso, è stata realizzata ad integrazione delle indagini disponibili ed è consistita in:

- 8 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alla profondità massima di 40 m;
- pozzetti esplorativi con profondità di circa 2 m;
- 4 fori di sondaggio strumentati con piezometri, di cui tre del tipo a tubo aperto ed uno a cella di Casagrande;
- strumentazione di 3 sondaggi per prova sismica di tipo Down-Hole per una profondità massima di 30 m;
- indagini geofisiche distinte in cinque aree: 10 prove sismiche RE.MI
- prove penetrometriche statiche CPT di profondità comprese tra 4 e 13 m.
- Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati effettuati:
  - riconoscimento stratigrafico con documentazione fotografica a colori;
  - prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati per l'esecuzione di prove di laboratorio;
  - prove penetrometriche dinamiche Standard Penetration Test (SPT);
  - prove di permeabilità Lefranc;
  - prelievo di campioni rimaneggiati ed indisturbati;
  - rilievo del livello di falda;
  - misure di valori di Pocket Penetrometer (PP);
  - tutti i sondaggi sono stati interessati da carotaggio ambientale nei primi 4 m;
  - rilievo topografico con strumentazione GPS per acquisizione coordinate e quota assoluta.
- Durante l'esecuzione dei pozzetti esplorativi sono state svolte le seguenti attività:
  - descrizione stratigrafica con identificazione dello spessore di coltre vegetale;
  - prelievo di 6 campioni rimaneggiati, sottoposti a prove di laboratorio;
  - esecuzione di 10 prove di carico su piastra (PLT);
  - rilievo livello di falda, se intercettata.

In tabella seguente si sintetizzano le attività svolte in sito.



|  |  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
| <b>GE - GEOTECNICA</b><br><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                        | <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;">COMMESSA</td> <td style="border: none;">LOTTO</td> <td style="border: none;">FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td style="border: none;">REV.</td> <td style="border: none;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">LI07</td> <td style="border: none;">01</td> <td style="border: none;">E ZZ RH GE0005001</td> <td style="border: none;">D</td> <td style="border: none;">41 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 41 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 41 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

**Tabella 12 – Riepilogo prove in sito - campagna geognostica del 2016**

| Sigla indagine | Profondità [m] | Quota boccaforo [m] | n. campioni indisturbati | n. campioni rimaneggiati | N. prove SPT | N. prove Lefranc | Piezometro TA; CC [m] | Prova DH [m] |
|----------------|----------------|---------------------|--------------------------|--------------------------|--------------|------------------|-----------------------|--------------|
| S1             | 30.0           | 14.503              | -                        | 2                        | 6            | 2                | -                     | [30]         |
| S2             | 30.0           | 2.453               | 3                        | -                        | 5            | 2                | CC [12.40]            | -            |
| S3             | 40.0           | 7.842               | 3                        | -                        | 7            | 2                | -                     | [30]         |
| S4             | 30.0           | 15.776              | 2                        | 1                        | 5            | 2                | TA [3÷30]             | -            |
| S5             | 20.0           | 18.967              | 3                        | -                        | 4            | 2                | -                     | -            |
| S6             | 30.0           | 22.128              | -                        | 1                        | 8            | 2                | TA [3÷30]             | -            |
| S7             | 30.0           | 21.013              | 2                        | -                        | 4            | 2                | -                     | [30]         |
| S8             | 30.0           | 25.351              | 2                        | -                        | 5            | 2                | TA [0÷30]             | -            |
| PZ1            | 2.0            | 2.5                 | -                        | 1                        | -            | -                | -                     | -            |
| PZ2            | 2.0            | 4.5                 | -                        | 1                        | -            | -                | -                     | -            |
| PZ3            | 2.0            | 9.0                 | -                        | 1                        | -            | -                | -                     | -            |
| PZ5            | 2.1            | 17.8                | -                        | 1                        | -            | -                | -                     | -            |
| PZ6            | 2.0            | 18.2                | -                        | 1                        | -            | -                | -                     | -            |
| PZ7            | 2.0            | 27.0                | -                        | 1                        | -            | -                | -                     | -            |
| CPT 1          | 7.6            | 2.7                 | -                        | -                        | -            | -                | -                     | -            |
| CPT 2          | 10.8           | 4.5                 | -                        | -                        | -            | -                | -                     | -            |
| CPT 3          | 7.8            | 7.5                 | -                        | -                        | -            | -                | -                     | -            |
| CPT 4          | 13.4           | 15.0                | -                        | -                        | -            | -                | -                     | -            |
| CPT 5          | 4.4            | 22.5                | -                        | -                        | -            | -                | -                     | -            |

TA: piezometro a tubo aperto [profondità tratto filtrante]

CC: piezometro a cella di Casagrande [quota cella]

DH: prova sismica Down-Hole [profondità di prova]

Nel pozzetto PZ1 è stata rilevata presenza di falda a 1.7 m da p.c..

|  |  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
| <b>GE – GEOTECNICA</b><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                            | <table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>42 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 42 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 42 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

Nella seguente tabella si riportano i risultati delle prove di carico su piastra circolare D=300 mm (CNR B.U. n.146) eseguite nei pozzetti esplorativi.

Tabella 13 – Risultati prove di carico su piastra - campagna geognostica del 2016

| Sigla indagine | Profondità prova da p.c. [m] | Md [MPa] | M'd [MPa] |
|----------------|------------------------------|----------|-----------|
| PZ1-PLT1       | 1.2                          | 2.38     | -         |
| PZ2-PLT1       | 1.2                          | 4.59     | -         |
| PZ3-PLT1       | 1.1                          | 14.71    | 46.88     |
| PZ3-PLT2       | 1.6                          | 13.89    | 49.18     |
| PZ5-PLT1       | 1.1                          | 76.92    | 157.89    |
| PZ5-PLT2       | 1.6                          | 41.67    | 107.14    |
| PZ6-PLT1       | 0.8                          | 14.93    | 50.00     |
| PZ6-PLT2       | 1.5                          | 48.39    | 96.77     |
| PZ7-PLT1       | 1.8                          | 51.72    | 107.14    |
| PZ7-PLT2       | 1.2                          | 71.43    | 187.50    |

Md = modulo di deformazione al primo ciclo di carico  
M'd=modulo di deformazione al secondo ciclo di carico

#### 4.3.1 Misure piezometriche

Al momento della stesura del presente elaborato, per la campagna di indagine del 2016 è disponibile una sola lettura piezometrica. Nelle tabelle seguenti sono indicate le misure piezometriche espresse in profondità da p.c. ed in quota assoluta (m s.l.m.).

Tabella 14 – Profondità falda in m dal p.c. - Campagna del 2016

| SONDAGGIO | Quota boccaforo m s.l.m. | 11-03-2016 |
|-----------|--------------------------|------------|
| S2-2016   | 2.45                     | 0.2        |
| S4-2016   | 15.776                   | 14.53      |
| S6-2016   | 22.128                   | 19.4       |
| S8-2016   | 25.351                   | 11.4       |

|  |  |             |  |           |                     |
|--|--|-------------|--|-----------|---------------------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b> |             |  |           |                     |
| <b>GE – GEOTECNICA</b><br><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                        | COMMESSA<br>LI07   | LOTTO<br>01 | FASE CODIFICA DOCUMENTO<br>E ZZ RH GE0005001 | REV.<br>D | FOGLIO<br>43 DI 245 |

Tabella 15 – Profondità falda in m s.l.m. - Campagna del 2016

| SONDAGGIO | Quota<br>boccaforo<br>m s.l.m. |            |
|-----------|--------------------------------|------------|
|           |                                | 03-02-2010 |
| S2-2016   | 2.45                           | 2.45       |
| S4-2016   | 15.776                         | 15.78      |
| S6-2016   | 22.128                         | 22.13      |
| S8-2016   | 25.351                         | 25.35      |

#### 4.3.2 Indagini sismiche

Nella campagna di indagine in esame sono state svolte indagini geofisiche in cinque aree A, B, C, D, E. In particolare sono state utilizzate diverse metodologie geofisiche:

- Analisi elettromagnetiche per l'identificazione di eventuali anomalie superficiali (ad es. presenza di sottoservizi) in corrispondenza delle perforazioni dei sondaggi, denominate S1-S2 (area A), S3 (area B), S4 (area C), S5-S6 (area D), S7 (area E).
- N. 10 prove sismiche di tipo RE.MI./MASW, denominate XA-XB-XC-XM (area E), XD-XE (area D), XF (area C), XG (area B), XH-XI (area A), finalizzate alla definizione delle velocità delle onde di taglio ( $V_{s,30}$ ) per la caratterizzazione sismica, come richiesto da normativa vigente. Queste indagini hanno consentito la ricostruzione di tre sezioni in onde  $V_s$  (sez. AA' in area A, sez. BB' in area D e sez. CC' in area E, vedasi figure seguenti).
- N. 3 prove sismiche di tipo Down\_hole per la definizione della velocità delle onde  $V_s$  fino a 30 m ai fini della caratterizzazione in termini di deformazione dei terreni e per la classificazione sismica del sito in base alla determinazione della  $V_{s,30}$ . Le prove sono state eseguite nei fori di sondaggio S1 (area A), S3 (area B) e S7 (area E) e denominati rispettivamente H1, H3, H7.

|  |  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>44 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 44 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 44 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

*Tabella 16 – Indagini sismiche campagna 2016*

| PROVA | Tipo di prova | V <sub>s,30</sub><br>[m/s] | Categoria<br>sottosuolo<br>sismica |
|-------|---------------|----------------------------|------------------------------------|
| H1-S1 | Down_hole     | 372                        | B                                  |
| H3-S3 | Down_hole     | 198                        | C                                  |
| H7-S7 | Down_hole     | 396                        | B                                  |
| XA    | RE.MI./MASW   | 352                        | C                                  |
| XB    | RE.MI./MASW   | 336                        | C                                  |
| XC    | RE.MI./MASW   | 382                        | B                                  |
| XD    | RE.MI./MASW   | 333                        | C                                  |
| XE    | RE.MI./MASW   | 355                        | C                                  |
| XF    | RE.MI./MASW   | 402                        | B                                  |
| XG    | RE.MI./MASW   | 208                        | C                                  |
| XH    | RE.MI./MASW   | 372                        | B                                  |
| XI    | RE.MI./MASW   | 342                        | C                                  |
| XM    | RE.MI./MASW   | 380                        | B                                  |

|  |  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
| <p><b>GE - GEOTECNICA</b></p> <p><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                 | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>45 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 45 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 45 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

Nella sezione AA' (vedasi figura seguente) le indagini hanno individuato una copertura superficiale con velocità Vs comprese fra 100 e 250 m/s associabili ai limi argillosi, poi velocità intorno a 500-600 m/s relative a ghiaie addensate e a seguire valori di velocità di 300-350 m/s.

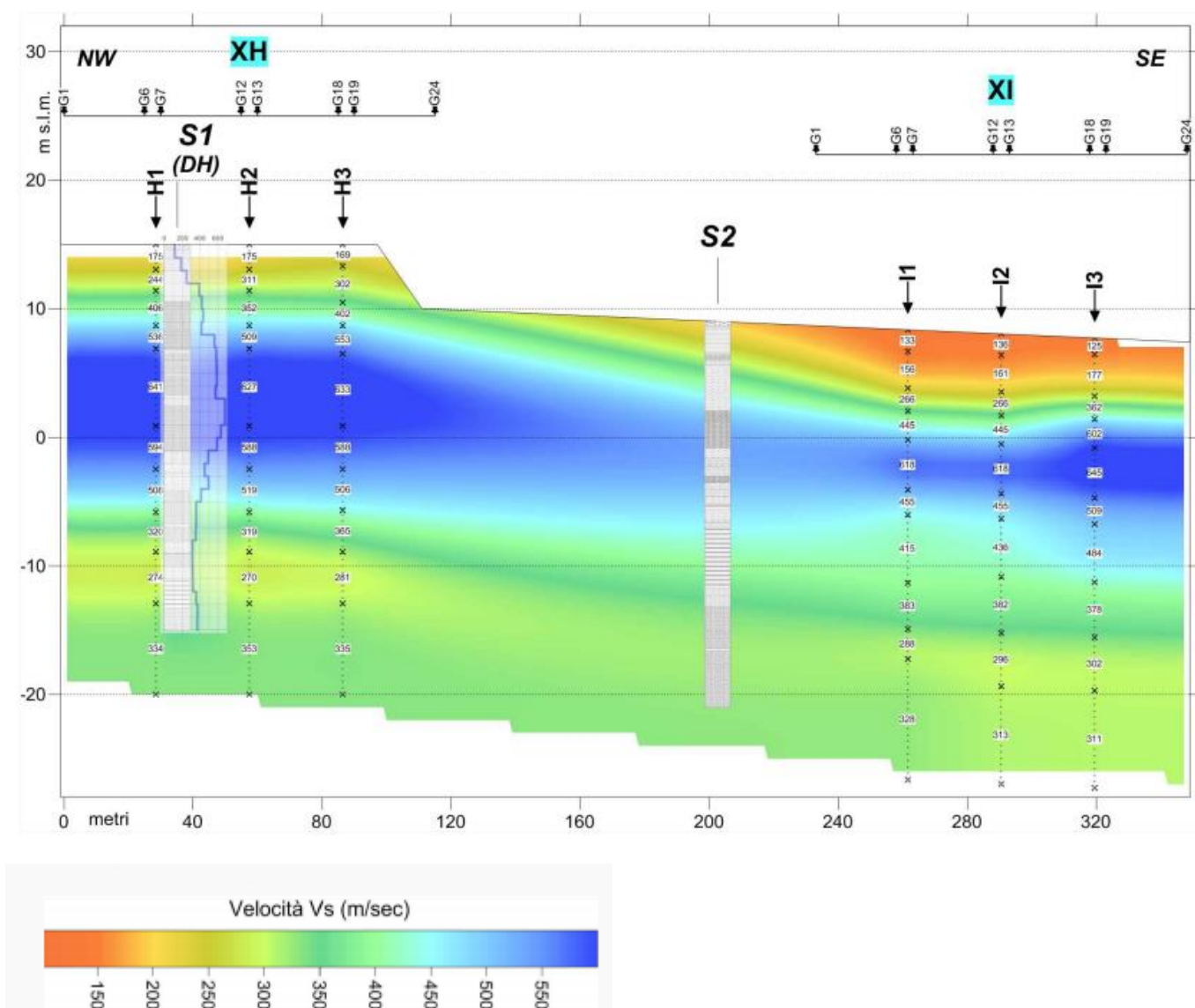


Figura 102 – Sezione sismica AA' (tavola F)

Nella sezione BB' (vedasi figura seguente) le indagini hanno individuato una copertura superficiale con velocità Vs intorno a 200 m/s associabili ai limi argillosi, poi velocità intorno a 300-350 m/s che nella porzione sud vanno fino a 500-550 m/s, relative a sabbie e ghiaie e a seguire valori di velocità di 250-300 m/s nelle argille.

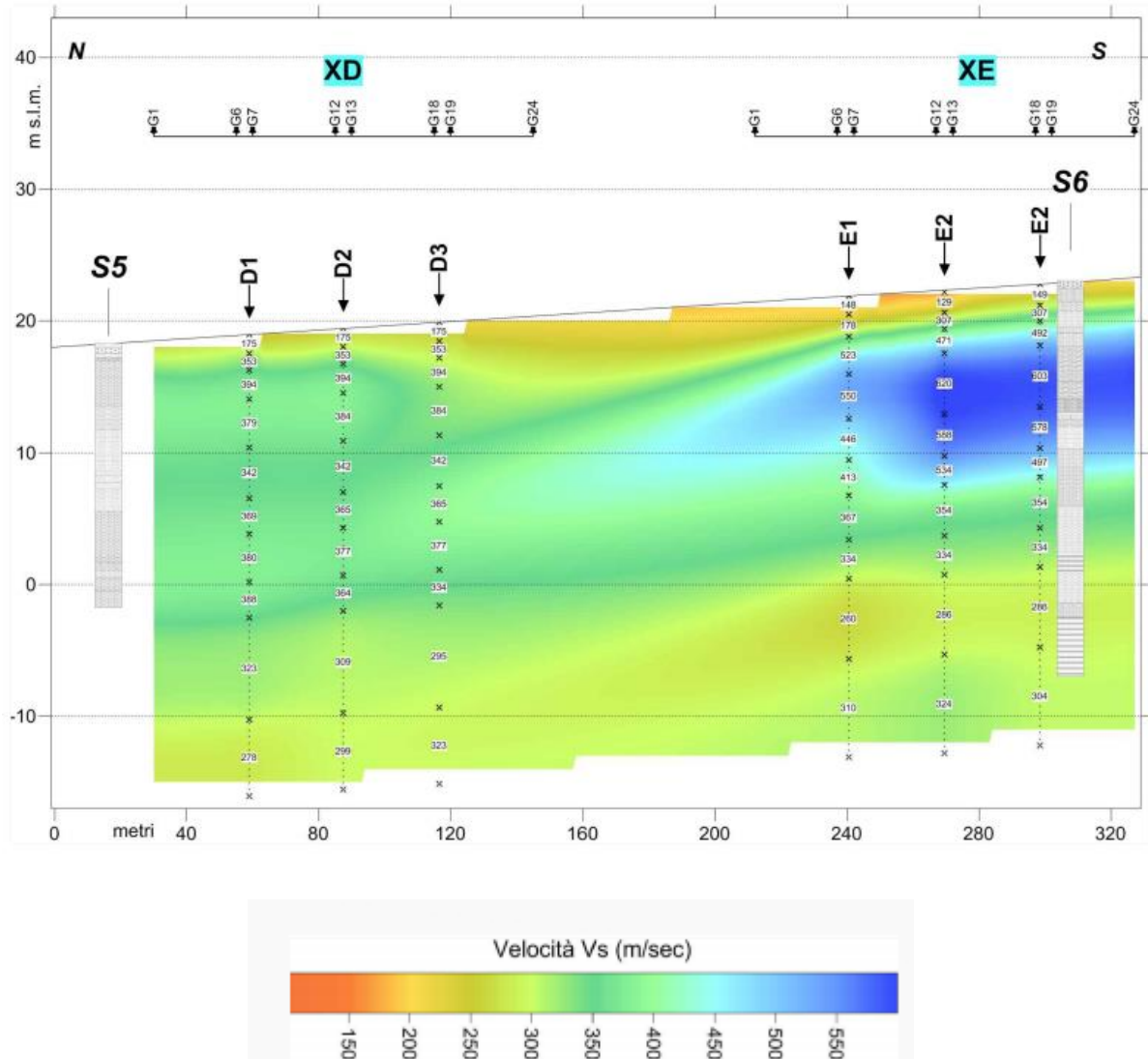


Figura 11 – Sezione sismica BB' (tavola G)

Nella sezione CC' (vedasi figura seguente) le indagini hanno individuato una copertura superficiale con velocità Vs comprese fra 100 e 200 m/s associabili ai limi argillosi, poi velocità intorno a 400-500 m/s relative a sabbie con ghiaie e a seguire valori di velocità di 250-300 m/s nelle sabbie e argille.

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE - GEOTECNICA</b></p> <p><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>47 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 47 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 47 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

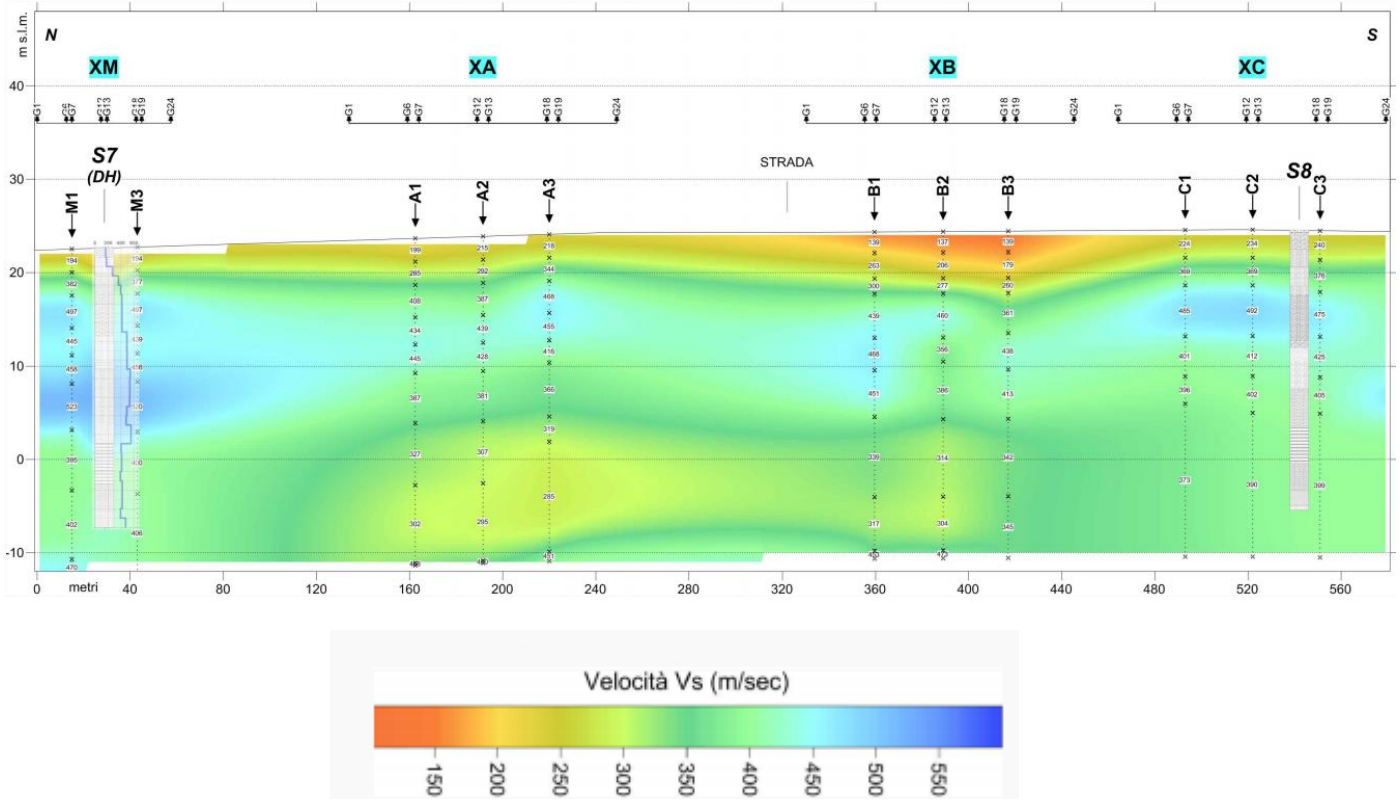


Figura 11 – Sezione sismica CC' (tavola H)

|  |  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
|  | <p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
| <p>GE – GEOTECNICA</p> <p>RELAZIONE GEOTECNICA</p>                               | <table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>48 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 48 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 48 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

### 4.3.3 Prove di permeabilità

I risultati delle prove di permeabilità Lefranc a carico variabile (CV) sono elencati in Tabella 17.

Tabella 17 – Risultati prove di permeabilità Lefranc - campagna d'indagine del 2016

| Anno | Sondaggio | Tipo prova | Profondità prova [m] | Coefficiente di permeabilità media [m/s] | Unità geotecnica |
|------|-----------|------------|----------------------|--|------------------|
| 2016 | S1        | CV         | 8.20                 | 6.15E-08                                 | 7GS              |
| 2016 | S1        | CV         | 16.00                | 6.53E-08                                 | 7GS              |
| 2016 | S2        | CV         | 6.00                 | 6.90E-09                                 | 7S               |
| 2016 | S2        | CV         | 16.60                | 1.68E-06                                 | 7AL              |
| 2016 | S3        | CV         | 9.00                 | 1.83E-08                                 | 5AL              |
| 2016 | S3        | CV         | 16.55                | 3.56E-08                                 | 5S               |
| 2016 | S4        | CV         | 11.00                | 2.53E-07                                 | 7AL              |
| 2016 | S4        | CV         | 19.00                | 6.10E-06                                 | 7S               |
| 2016 | S5        | CV         | 9.00                 | 4.30E-08                                 | 7AL              |
| 2016 | S5        | CV         | 16.00                | 1.49E-08                                 | 7AL              |
| 2016 | S6        | CV         | 11.00                | 2.71E-07                                 | 7AL              |
| 2016 | S6        | CV         | 21.00                | 1.00E-06                                 | 7AL              |
| 2016 | S7        | CV         | 11.40                | 5.41E-09                                 | 7AL              |
| 2016 | S7        | CV         | 22.00                | 2.81E-07                                 | 7AL              |
| 2016 | S8        | CV         | 7.50                 | 9.14E-08                                 | 7GS              |
| 2016 | S8        | CV         | 16.00                | 6.68E-08                                 | 7S               |



|  |  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
| <b>GE – GEOTECNICA</b><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                            | <table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>49 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 49 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 49 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

#### 4.3.4 Prove di laboratorio

Sui campioni prelevati dai sondaggi della campagna geognostica in esame sono state eseguite le seguenti prove di laboratorio (da “Tecnolab – laboratorio di prove, ricerche e sperimentazione sui materiali da costruzione” di Ortona, CH):

- determinazione del peso di volume naturale;
- determinazione del contenuto naturale d’acqua;
- analisi granulometriche;
- determinazione dei limiti di Atterberg;
- prova di taglio diretto (TD);
- prove di compressioni triassiale del tipo CID.

Tabella 18 – Tabelle laboratorio campagna 2016

|                                |                   |       |       |      |      |      |      |      |       |       |      |       |       |
|--------------------------------|-------------------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|-------|-------|
| <b>Sondaggio</b>               | -                 | S1    | S1    | PZ1  | PZ2  | PZ5  | PZ6  | S3   | S3    | S6    | S2   | S2    | S2    |
| <b>Campione</b>                | -                 | CR1   | CR2   | CR1  | CR1  | CR1  | CR1  | C11  | C12   | CR1   | C11  | C12   | C13   |
| <b>Tipo</b>                    | -                 | rim   | rim   | rim  | rim  | rim  | rim  | ind  | ind   | rim   | ind  | ind   | ind   |
| <b>Unità</b>                   | -                 | 7AL   | 7AL   | 7S   | 5AL  | 6AL  | 7AL  | 5AL  | 5S    | 7AL   | 7S   | 7AL   | 9AL   |
| <b>Prof.</b>                   | m                 | 24.30 | 28.00 | 2.00 | 2.00 | 2.10 | 2.00 | 3.70 | 10.35 | 12.20 | 6.00 | 17.55 | 22.40 |
| <b>Granulometria</b>           |                   |       |       |      |      |      |      |      |       |       |      |       |       |
| G                              | %                 | 1.0   | 2.0   | 1.0  | 0.0  | 13.0 | 16.0 | 1.0  | 2.0   | 0.0   | 1.0  | 1.0   | 2.0   |
| S                              | %                 | 5.0   | 15.0  | 89.0 | 1.0  | 20.0 | 23.0 | 3.0  | 86.0  | 6.0   | 88.0 | 8.0   | 16.0  |
| L + A                          | %                 | 94.0  | 83.0  | 10.0 | 99.0 | 67.0 | 61.0 | 96.0 | 12.0  | 94.0  | 11.0 | 91.0  | 82.0  |
| L                              | %                 | 56.0  | 46.0  | 10.0 | 42.0 | 14.0 | 38.0 | 58.0 | 11.0  | -     | -    | 46.0  | 58.0  |
| A                              | %                 | 38.0  | 37.0  | 0.0  | 57.0 | 53.0 | 23.0 | 38.0 | 1.0   | -     | -    | 45.0  | 24.0  |
| <b>Limiti di Atterberg</b>     |                   |       |       |      |      |      |      |      |       |       |      |       |       |
| W <sub>L</sub>                 | %                 | 52.0  | 49.0  |      | 85.0 | 71.0 | 58.0 | 49.0 |       | 74.0  |      | 63.0  | 52.0  |
| W <sub>P</sub>                 | %                 | 25.0  | 22.0  |      | 33.0 | 23.0 | 24.0 | 23.0 |       | 26.0  |      | 27.0  | 21.0  |
| I <sub>c</sub>                 | -                 | 0.89  | 0.82  |      | 0.82 | 1.08 | 1.21 | 0.75 |       | 0.93  |      | 0.83  | 0.79  |
| I <sub>p</sub>                 | %                 | 27.0  | 27.0  |      | 52.0 | 48.0 | 34.0 | 26.0 |       | 48.0  |      | 36.0  | 31.0  |
| <b>Caratteristiche fisiche</b> |                   |       |       |      |      |      |      |      |       |       |      |       |       |
| γ <sub>N</sub>                 | kN/m <sup>3</sup> | 19.3  | 19.9  |      |      |      |      | 19.4 | 20.0  | 19.3  | 20.6 | 19.0  | 19.3  |
| w <sub>N</sub>                 | %                 | 27.9  | 26.9  | 20.1 | 42.3 | 19.3 | 16.7 | 29.6 | 18.1  | 29.4  | 21.8 | 33.1  | 27.5  |
| <b>Resistenza drenata</b>      |                   |       |       |      |      |      |      |      |       |       |      |       |       |
| (TD) c                         | kPa               | 23.0  | 18.0  |      |      |      |      | 6.0  |       | 26.0  |      | 7.0   | 9.0   |
| (TD) f                         | °                 | 22.0  | 25.0  |      |      |      |      | 23.0 | 32.0  | 20.0  | 33.0 | 16.0  | 24.0  |



LINEA PESCARA - BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto  
1: Ripalta - Lesina

GE - GEOTECNICA  
RELAZIONE GEOTECNICA

COMMESSA LOTTO FASE CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
LI07 01 E ZZ RH GE0005001 D 50 DI 245

|                                |                   |       |       |      |       |       |      |      |       |      |      |       |       |       |
|--------------------------------|-------------------|-------|-------|------|-------|-------|------|------|-------|------|------|-------|-------|-------|
| <b>Sondaggio</b>               | -                 | S7    | S3    | S5   | S5    | S5    | PZ3  | PZ7  | S4    | S4   | S4   | S7    | S8    | S8    |
| <b>Campione</b>                | -                 | Cl1   | Cl3   | Cl1  | Cl2   | Cl3   | CR1  | CR1  | CR3   | Cl1  | Cl2  | Cl2   | Cl1   | Cl2   |
| <b>Tipo</b>                    | -                 | ind   | ind   | ind  | ind   | ind   | rim  | rim  | rim   | ind  | ind  | ind   | ind   | ind   |
| <b>Unità</b>                   | -                 | 7AL   | 5AL   | 7AL  | 7AL   | 7AL   | 5AL  | 7GS  | 7AL   | 6AL  | 7AL  | 7AL   | 7AL   | 7AL   |
| <b>Prof.</b>                   | m                 | 11.00 | 25.00 | 6.50 | 12.00 | 15.60 | 2.00 | 2.00 | 26.15 | 2.30 | 6.90 | 26.50 | 13.25 | 21.15 |
| <b>Granulometria</b>           |                   |       |       |      |       |       |      |      |       |      |      |       |       |       |
| G                              | %                 | 0.0   | 0.0   | 2.0  | 0.0   | 8.0   | 1.0  | 50.0 | 0.0   | 8.0  | 0.0  | 4.0   | 0.0   | 1.0   |
| S                              | %                 | 2.0   | 3.0   | 7.0  | 5.0   | 19.0  | 30.0 | 16.0 | 2.0   | 26.0 | 15.0 | 73.0  | 2.0   | 13.0  |
| L + A                          | %                 | 98.0  | 97.0  | 91.0 | 95.0  | 73.0  | 69.0 | 34.0 | 98.0  | 66.0 | 85.0 | 23.0  | 98.0  | 86.0  |
| L                              | %                 | -     | -     | -    | -     | -     | -    | 20.0 | -     | 35.0 | -    | 22.0  | 39.0  | 53.0  |
| A                              | %                 | -     | -     | -    | -     | -     | -    | 14.0 | -     | 31.0 | -    | 1.0   | 59.0  | 33.0  |
| <b>Limiti di Atterberg</b>     |                   |       |       |      |       |       |      |      |       |      |      |       |       |       |
| W <sub>L</sub>                 | %                 | 73.0  | 72.0  | 55.0 | 62.0  | 50.0  | 35.0 | 34.0 | 56.0  | 41.0 | 45.0 |       | 73.0  | 59.0  |
| W <sub>P</sub>                 | %                 | 33.0  | 28.0  | 30.0 | 29.0  | 24.0  | 19.0 | 20.0 | 23.0  | 21.0 | 24.0 |       | 29.0  | 26.0  |
| I <sub>c</sub>                 | -                 | 0.96  | 0.64  | 1.25 | 0.97  | 0.88  | 1.42 | 1.63 | 0.94  | 0.89 | 0.94 |       | 0.89  | 0.86  |
| I <sub>p</sub>                 | %                 | 40.0  | 44.0  | 25.0 | 33.0  | 26.0  | 16.0 | 14.0 | 33.0  | 20.0 | 21.0 |       | 44.0  | 33.0  |
| <b>Caratteristiche fisiche</b> |                   |       |       |      |       |       |      |      |       |      |      |       |       |       |
| γ <sub>N</sub>                 | kN/m <sup>3</sup> | 18.6  | 17.8  | 20.2 | 19.2  | 19.3  |      |      | 20.1  | 19.8 | 20.2 | 20.1  | 18.7  | 19.1  |
| w <sub>N</sub>                 | %                 | 34.6  | 43.8  | 23.8 | 30.1  | 27.1  | 12.3 | 11.2 | 25.1  | 23.3 | 25.3 | 19.8  | 33.8  | 30.6  |
| <b>Resistenza drenata</b>      |                   |       |       |      |       |       |      |      |       |      |      |       |       |       |
| (TD) c                         | kPa               | 11.0  | 4.0   | 28.0 |       |       |      |      |       |      |      | 15.0  |       |       |
| (TD) f                         | °                 | 19.0  | 17.0  | 24.0 |       |       |      |      |       |      |      | 24.0  |       |       |
| (TX-CID) c                     | kPa               |       |       |      |       |       |      |      | 21.0  |      |      |       | 16.0  |       |
| (TX-CID) f                     | °                 |       |       |      |       |       |      |      | 20.0  |      |      |       | 18.0  |       |

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>51 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 51 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 51 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

#### 4.4 CAMPAGNA DI INDAGINE PROGETTO ESECUTIVO

Le indagini integrative relative alla presente fase progettuale sono state realizzate dalla società Geoconsult Lab S.r.l.

La campagna di indagini è stata pianificata tenendo conto del quadro complessivo delle indagini pregresse disponibili, con l'obiettivo di approfondire gli studi relativamente a quegli aspetti che possono condizionare gli aspetti geotecnici e quindi il dimensionamento locale delle opere e le relative fasi esecutive.

Le indagini integrative miravano a risolvere le principali criticità riscontrate nel PD, che possono essere sintetizzate nei seguenti punti:

- Assenza di indagini che raggiungano profondità adeguata lungo l'opera d'arte maggiore Viadotto Ripalta. Infatti, tutti i sondaggi, ad eccezione di quello eseguito alla spalla SP del viadotto, raggiungono al massimo i 40 m di profondità, mentre i pali previsti (da pila 1 a pila 32) hanno lunghezza circa uguale a 42 m. Dunque, considerato il passaggio (Pila 1 – pila 19) alla base dei pali tra le unità 5-AL (Alluvioni – argille limose e limo argilloso) e 8-GS (Sabbie di Serracapriola), in sede di PD non si ha la certezza del reale andamento del contatto che potrebbe concretizzarsi anche a quote superiori interessando le profondità della punta dei pali.
- Presenza di livelli suscettibili a liquefazione (sabbie – sabbie limose \_Unità 5S), di spessore circa pari a 3 m o maggiori, nella unità delle argille limose e limi sabbiosi alluvionali (Unità 5-AL) riconosciuti lungo il rilevato RI04. Le informazioni derivano da un unico sondaggio (S3 del 2016), ma sono state estese a tutta la WBS. Inoltre la WBS precedente (RI03), è caratterizzata dal medesimo assetto litostratigrafico ed è priva di indagini geognostiche.
- Presenza di variabilità tra orizzonti argilloso e limosi (6-AL) e conglomeratici (7-GS), sia laterale che verticale dalla progressiva 3+750 circa a fine lotto e assenza di adeguato numero di indagini geognostiche, tra le quali prove per la determinazione dei parametri per il calcolo dei cedimenti dei rilevati.
- Necessità di approfondire l'aspetto relativo alla risposta sismica puntuale dei terreni.
- Necessità di verificare le miscele per la stabilizzazione a calce.
- Necessità di analisi e prove di laboratorio finalizzate alla:
  - ✓ caratterizzazione delle miscele di stabilizzazione a calce;
  - ✓ caratterizzazione terre per il riconoscimento della classe di aggressività sui calcestruzzi (ai sensi del prospetto 2 UNI EN 206-1);
  - ✓ caratterizzazione delle acque per il riconoscimento della classe di aggressività sui calcestruzzi (ai sensi del prospetto 2 UNI EN 206-1)

Le tipologie di indagini geognostiche eseguite sono sintetizzate nella seguente tabella.

|  |  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
| <b>GE – GEOTECNICA</b><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                            | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>52 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 52 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 52 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

| <b>TIPOLOGIA DI INDAGINE</b> |   |
|------------------------------|---|
| Prove in sito                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sondaggi: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Prove penetrometriche dinamiche (SPT)</li> <li>○ Installazione piezometri tubo aperto e tubazione down-hole</li> </ul> </li> <li>• Pozzetti: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ prova di carico su piastra (<i>piastra circolare rigida con diametro da 760 mm – doppio ciclo_0.05/00.15 Mpa</i>)</li> </ul> </li> <li>• Pozzetti: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Descrizione stratigrafica pozzetto</li> <li>○ Prelievo campioni per prove laboratorio</li> <li>○ Prelievo campioni per prove di stabilizzazione a calce</li> </ul> </li> <li>• Prove penetrometriche statiche con punta piezoconica (CPTU) e prove penetrometriche dinamiche (DPSH); queste ultime sono state inserite in corso d'opera, laddove non possibile eseguire le CPTU previste dal piano di indagini.</li> </ul>                                      |
| Prove di laboratorio         | <p>Prelievo ed esami di laboratorio di campioni rimaneggiati e indisturbati</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisi granulometria</li> <li>• Riconoscimento caratteristiche fisiche e limiti di Atterberg</li> <li>• Prove di consolidazione edometrica</li> <li>• Prove triassiali</li> <li>• Prove di laboratorio per la caratterizzazione delle miscele di stabilizzazione a calce</li> </ul> <p>Prelievo ed esami di laboratorio di campioni ambientali - terre</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caratterizzazione terre per il riconoscimento della classe di aggressività sui calcestruzzi ai sensi del prospetto 2 UNI EN 206-1</li> </ul> <p>Prelievo ed esami di laboratorio di campioni ambientali - acque</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caratterizzazione delle acque per il riconoscimento della classe di aggressività sui calcestruzzi ai sensi del prospetto 2 UNI EN 206-1</li> </ul> |
| Indagini geofisiche          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prove geofisiche tipo MASW e down-hole</li> </ul>  |

Tabella: Campagna di indagini integrative.

Per quanto riguarda le opere interessate dalle indagini integrative, in corrispondenza del rilevato **RI02 e piazzale FA01** sono stati ubicati:

- N.4 pozzetti esplorativi della profondità di 0,50m, dei quali N.3 per la WBS RI02 e N.1 per la WBS FA01, con prelievo di N.2 campioni (WBS RI02) per la definizione delle caratteristiche fisiche generali dei terreni (analisi granulometrica; caratteristiche fisiche; limiti di Atterberg) e di N.2 campioni per la caratterizzazione delle miscele per la stabilizzazione a calce (N.1 per la WBS RI02 e N.1 per la WBS FA01).

Ulteriori indagini sono localizzate in corrispondenza dei nuovi **tombini** inizio lotto (**IN01-IN09**) ed in particolare:

- N. 1 pozzetto esplorativo, con esecuzione di N.1 prova di carico su piastra (0.50/0.80m);
- N. 1 prospezione sismica tipo MASW.

Numerose indagini sono ubicate lungo il rilevato RI03, tra le quali:

- N.10 Prove penetrometriche statiche con punta piezoconica (CPTU).

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>53 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 53 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 53 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

- N.1 sondaggio a carotaggio finalizzato alla definizione della sequenza stratigrafica, condizionato con tubazione Down-Hole e spinto alla profondità di 30 m; sempre in corrispondenza del sondaggio è stato previsto il prelievo di N.1 campione di laboratorio geotecnico (analisi granulometrica; caratteristiche fisiche; limiti di Atterberg e prova edometrica) e N.1 campione per prova di aggressività su calcestruzzo (terre) e l'esecuzione di N.3 prove SPT.
- N.2 pozzetti esplorativi finalizzato alla definizione della sequenza stratigrafica e al prelievo di campioni a disturbo limitato (analisi granulometrica; caratteristiche fisiche; limiti di Atterberg).

Passando al **Rilevato RI04**, le indagini di riferimento sono:

- N.1 prova penetrometrica statica con punta piezoconica (CPTU);
- N.2 prove penetrometriche dinamiche (DPSH);
- N.1 sondaggio a carotaggio finalizzato alla definizione della sequenza stratigrafica, condizionato con piezometro e spinto alla profondità di 40 m; sempre in corrispondenza del sondaggio è stato previsto il prelievo di N.1 campione di laboratorio geotecnico (analisi granulometrica; caratteristiche fisiche; limiti di Atterberg e prova edometrica), N.1 campione di terre per prova di aggressività su calcestruzzo, N.1 campione di acqua per prova di aggressività su calcestruzzo e l'esecuzione di N.3 prove SPT.
- N. 1 pozzetto esplorativo, con esecuzione di N.1 prova di carico su piastra (0.50/0.80m);
- N. 1 prospezione sismiche tipo MASW.

L'opera che riveste maggiore importanza progettuale è certamente il Viadotto Ripalta, lungo il quale sono stati previsti:

- N.2 sondaggi a carotaggio finalizzato alla definizione della sequenza stratigrafica, condizionati con piezometro e spinti alla profondità di 50 m; in corrispondenza di ciascun sondaggio è stato previsto il prelievo di: N.2 campioni di laboratorio geotecnico e N.1 campione di terre per prova di aggressività su calcestruzzo; l'esecuzione di N.5 prove SPT; per il sondaggio SG03 è stato previsto, inoltre, il prelievo di N.1 campione per prova di aggressività su calcestruzzo (acque). Per quanto riguarda le prove di laboratorio geotecnico sono state previste: definizione delle caratteristiche fisiche generali (analisi granulometrica; caratteristiche fisiche; limiti di Atterberg); prova edometrica; prova di compressibilità non consolidata non drenata (TUU) per la determinazione della coesione non drenata; prova di compressione triassiale consolidata non-drenata (TRX-CIU), con misura della pressione interstiziale, che permette di determinare la resistenza al taglio non drenata di un provino; prova triassiale consolidata drenata (TRX-CID), che permette di determinare la resistenza al taglio in tensioni efficaci.

Procedendo lungo le progressive crescenti, in corrispondenza del **Rilevato RI05** sono ubicati:

- N.1 pozzetto esplorativo finalizzato alla definizione della sequenza stratigrafica e al prelievo di campioni a disturbo limitato (analisi granulometrica; caratteristiche fisiche; limiti di Atterberg).

Passando al **Rilevato RI06**, sono state previste:

- N.1 prova penetrometrica statica con punta piezoconica (CPTU);
- N.1 pozzetto esplorativo finalizzato alla definizione della sequenza stratigrafica, con esecuzione di N.1 prova di carico su piastra (0.50/0.80m) e prelievo di campione a disturbo limitato (analisi granulometrica; caratteristiche fisiche; limiti di Atterberg).

|  |  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
| <b>GE – GEOTECNICA</b><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                            | <table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>54 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 54 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 54 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

- N. 1 prospezione sismica tipo MASW.

Passando alla **Trincea TR03**, le indagini di riferimento sono:

- N.2 prove penetrometriche statiche con punta piezoconica (CPTU);

Infine, sono state eseguite indagini in corrispondenza del **Rilevato RI08-RI09**, tra le quali:

- N.4 pozzetti esplorativi, di cui N.2 finalizzati alla definizione della sequenza stratigrafica e al prelievo di campioni a disturbo limitato (analisi granulometrica; caratteristiche fisiche; limiti di Atterberg) e N. 2 all'esecuzione di prova di carico su piastra (0.50/0.80m);
- N.1 prova penetrometrica statica con punta piezoconica (CPTU);
- N.1 prova penetrometrica dinamica (DPSH);
- N. 2 prospezioni sismiche tipo MASW.

#### 4.4.1 Riepilogo indagini geognostiche integrative

Di seguito sono riportate delle tabelle riepilogative relative alla indagini geognostiche integrative pianificate per la presente fase progettuale.

| WBS  | ID sondaggio | Coordinate geografiche         | Carotaggio o continuo (ml) | SPT | Campioni Indisturbati | Campioni terre/acqua a analisi chimica | Installazione piezometro TA | Tubo Down-Hole |
|------|--------------|--------------------------------|----------------------------|-----|-----------------------|--|-----------------------------|----------------|
| RI03 | SG01         | 41°54'11.70"N<br>15°15'33.50"E | 30                         | 3   | 1                     | 1 terre                                |                             | X              |
| RI04 | SG02         | 41°53'53.80"N<br>15°16'6.60"E  | 40                         | 3   | 1                     | 1 terre<br>1 acque                     | X                           |                |
| V01  | SG03         | 41°53'46.60"N<br>15°16'23.90"E | 50                         | 5   | 2                     | 1 terre<br>1 acque                     | X                           |                |
|      | SG04         | 41°53'41.20"N<br>15°16'45.30"E | 50                         | 5   | 2                     | 1 terre                                | X                           |                |

Tabella – Sondaggi integrativi.

| POZZETTI ESPLORATIVI |             |                            |                   |
|----------------------|-------------|----------------------------|-------------------|
| WBS                  | ID pozzetto | Prova di Carico su piastra | Prelievo campioni |
| RI02                 | PZs1        |                            | 1                 |
|                      | PZs2        |                            | 1                 |



LINEA PESCARA - BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto  
1: Ripalta - Lesina

GE - GEOTECNICA  
RELAZIONE GEOTECNICA

COMMESSA LOTTO FASE CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
LI07 01 E ZZ RH GE0005001 D 55 DI 245

| POZZETTI ESPLORATIVI |             |                            |                   |
|----------------------|-------------|----------------------------|-------------------|
| WBS                  | ID pozzetto | Prova di Carico su piastra | Prelievo campioni |
|                      | PZs3        |                            | 1                 |
| FA01                 | PZs4        |                            | 1                 |
| RI03                 | PZs5        |                            | 1                 |
|                      | PZs6        |                            | 1                 |
| RI05                 | PZs7        |                            | 1                 |
| RI06                 | PZs8        |                            | 1                 |
| RI08                 | PZs9        |                            | 1                 |
| RI09                 | PZs10       |                            | 1                 |
| IN01-IN09            | PZ01        | 1                          |                   |
| RI04                 | PZ02        | 1                          |                   |
| RI06                 | PZ03        | 1                          |                   |
| RI08/RI09            | PZ04        | 1                          |                   |
|                      | PZ05        | 1                          |                   |

Tabella- Pozzetti integrativi.

| INDAGINI DI LABORATORIO |              |             |                                   |               |                         |                     |     |         |         |    |                                   |
|-------------------------|--------------|-------------|-----------------------------------|---------------|-------------------------|---------------------|-----|---------|---------|----|-----------------------------------|
| WBS                     | ID - feature | ID Campione | Aggressività calcestruzzo - TERRE | Granulometria | Caratteristiche fisiche | Limiti di Atterberg | TUU | TRX-CIU | TRX-CID | ED | Aggressività calcestruzzo - ACQUE |
| RI02                    | Pzs1         | CI01        |                                   | X             | X                       | X                   |     |         |         |    |                                   |
|                         | Pzs3         | CI01        |                                   | X             | X                       | X                   |     |         |         |    |                                   |
| RI03                    | SG01         | CI01        |                                   | X             | X                       | X                   |     |         |         | X  |                                   |
|                         |              | CR01        | X                                 |               |                         |                     |     |         |         |    |                                   |
| RI03                    | Pzs5         | CI01        |                                   | X             | X                       | X                   |     |         |         |    |                                   |
|                         | Pzs6         | CI01        |                                   | X             | X                       | X                   |     |         |         |    |                                   |
| RI04                    | SG02         | CI01        |                                   | X             | X                       | X                   |     |         |         | X  |                                   |
|                         |              | CR01        | X                                 |               |                         |                     |     |         |         |    | X                                 |
| VI01                    | SG03         | CI01        |                                   | X             | X                       | X                   | X   | X       | X       |    | X                                 |
|                         |              | CI02        |                                   | X             | X                       | X                   | X   | X       | X       |    |                                   |
|                         |              | CR01        | X                                 |               |                         |                     |     |         |         |    |                                   |
|                         | SG04         | CI01        |                                   |               | X                       | X                   | X   | X       | X       | X  |                                   |
|                         |              | CI02        |                                   |               | X                       | X                   | X   | X       | X       | X  |                                   |
|                         |              | CR01        | X                                 |               |                         |                     |     |         |         |    |                                   |
| RI05                    | PZs7         | CI01        |                                   | X             | X                       | X                   |     |         |         |    |                                   |
| RI06                    | PZs8         | CI01        |                                   | X             | X                       | X                   |     |         |         |    |                                   |
| RI08                    | PZs9         | CI01        |                                   | X             | X                       | X                   |     |         |         |    |                                   |
| RI09                    | PZs10        | CI01        |                                   | X             | X                       | X                   |     |         |         |    |                                   |

Tabella - Prove laboratorio integrative.

|  |  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
| <b>GE – GEOTECNICA</b><br><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                        | <table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>56 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 56 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 56 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

| INDAGINI DI LABORATORIO |             |   |                                      |
|-------------------------|-------------|---|--------------------------------------|
| WBS                     | ID Campione | Prove per idoneità al trattamento a calce | Prove n°3 miscele sperimentali calce |
| RI02                    | PZs2-C1     | X   | X                                    |
| FA01                    | PZs4-C1     | X   | X                                    |

**Tabella – Prove laboratorio integrative.**

| PENETROMETRICHE CONTINUE |                        |  |
|--------------------------|------------------------|--|
| WBS                      | ID feature             | Tipologia indagine   |
| RI03                     | CPTU01                 | Prove penetrometriche statiche con punta piezoconica             |
|                          | CPTU02                 |  |
|                          | CPTU03                 |  |
|                          | CPTU04                 |  |
|                          | CPTU05                 |  |
|                          | CPTU06                 |  |
|                          | CPTU07                 |  |
|                          | CPTU08                 |  |
|                          | CPTU09                 |  |
|                          | CPTU10                 |  |
| RI04                     | CPTU11<br>DPSH12/12bis | Prove penetrometriche dinamiche e statiche con punta piezoconica |
| RI06                     | CPTU13                 | Prove penetrometriche statiche con punta piezoconica             |
| TR03                     | CPTU14                 | Prove penetrometriche statiche con punta piezoconica             |
|                          | CPTU15                 |  |
| RI07                     | CPTU16                 | Prove penetrometriche statiche con punta piezoconica             |
| RI08                     | CPTU17 e DPSH17        | Prove penetrometriche dinamiche statiche con punta piezoconica   |

**Tabella – Prove penetrometriche integrative.**

| INDAGINI GEOFISICHE |            |  |
|---------------------|------------|--|
| WBS                 | ID feature | Tipologia indagine                     |
| IN01-<br>IN09       | MW01       | Multichannel analysis of surface waves |
| RI04                | MW02       | Multichannel analysis of surface waves |
| RI06                | MW03       | Multichannel analysis of surface waves |
| RI08/RI<br>09       | MW04       | Multichannel analysis of surface waves |
|                     | MW05       | Multichannel analysis of surface waves |

**Tabella – Indagini geofisiche integrative.**



|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>57 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 57 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 57 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

#### 4.4.2 Risultati indagini geognostiche integrative

Di seguito sono discussi i risultati delle indagini geognostiche eseguite per la presente progettazione esecutiva, i cui approfondimenti puntuali hanno consentito di chiarire le incertezze residue ereditate dalla fase progettuale precedente, complessivamente, confermando il quadro geologico-geotecnico emerso in sede di PD.

Un primo aspetto da chiarire riguarda l'assetto litostratigrafico profondo del sedime del Viadotto Ripalta, dove sono stati eseguiti i sondaggi SG03 e SG04. In particolare, il primo ha intercettato in superficie i depositi ascrivibili all'unità geotecnica 5-AL, ovvero depositi argilloso limosi e limoso argillosi (localmente debolmente sabbiosi) e con intercalazioni di sabbie tra 8.70m e 9.40m, al di sotto delle quali si passa a depositi argilloso limosi e limosi argilloso, riferibili sempre all'unità 5-AL. Passando al sondaggio SG04, quest'ultimo conferma la presenza dei depositi a grana fine dell'unità 5-AL, con intercalazione dell'unità 5-S a profondità da 18 a 21 m, circa; infine, a profondità di 47m viene intercettato il passaggio ai litotipi dell'unità 8-GS.

Di conseguenza, per il tratto compreso tra la pila 1 e la pila 19, per il quale in sede di PD era incerto l'andamento del contatto tra i depositi alluvionali e le Sabbie di Serracapriola, è possibile stabilire come tale passaggio sia localizzato a quote inferiori rispetto alla punta dei pali, così come rappresentato sul profilo geotecnico.

Ulteriore aspetto da chiarire riguarda la risposta sismica puntuale dei terreni ed in primo luogo la presenza di livelli sabbiosi suscettibili a liquefazione.

Lungo il rilevato RI04, le informazioni pregresse derivavano dal sondaggio S3 del 2016, con ipotesi in sede di PD di un potenziale rischio di liquefazione nel tratto compreso tra le p.k. 2+020 e 2+400, lungo il quale sono stati previsti interventi di consolidamento mediante una maglia regolare di colonne di Compaction Grouting.

Le indagini eseguite in questo tratto, nel PE, consistono nel sondaggio SG02 e nelle prove penetrometriche CPTU 11, DPSH 12 e DPSH12bis. In particolare, il sondaggio ha intercettato depositi sabbioso limosi fino a circa 5 m a partire dal piano campagna.

La nuova condizione sembra essere peggiorativa (l'intervento di consolidamento è previsto anche in tale zona ma non interessa i terreni superficiali), tuttavia, questi depositi, essendo superficiali ed al di sotto di un rilevato esistente, mostrano caratteristiche granulometriche diverse dai depositi che nell'area sono soggetti a liquefazione, come d'altronde appare in base all'osservazione della cassetta catalogatrice n.1 del sondaggio in questione; tale evidenza è ulteriormente verificata poiché, nel corso della perforazione di SG02, è stato prelevato un C.I. a 5.00 dal pc: dalle analisi granulometriche risulta una percentuale di fine (L+A) pari al 94% che esclude, per definizione, il rischio di liquefazione. Inoltre il rischio a liquefazione per questi depositi può essere escluso in ragione del fatto che tali terreni non risultano interessati da livello di falda, che in tale zona è mediamente ubicato a circa 5/6 m da pc (vedi stralcio profilo geotecnico PE).

I terreni sottostanti, interessati dalla presenza della falda, sono costituiti da materiale a grana fine (per lo più argille limose), come è deducibile dal log stratigrafico del medesimo sondaggio (carote integre). Di fatti tali depositi sono ascrivibili ad argille limose e limi argillosi (Unità 5-L), presenti fino a circa 12.50m; più in profondità sono stati rilevati i depositi sabbiosi riferibili all'Unità 5-S, presenti fino a circa 19.60m. La profondità, lo spessore e le caratteristiche di tale strato sono tali da non escludere la liquefazione, ma

|  |  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
| <b>GE - GEOTECNICA</b><br><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                        | <table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>58 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 58 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 58 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

le verifiche effettuate in funzione del valore delle  $N_{sp}$  rivelato portano ad un fattore di sicurezza maggiore dell'unità. Si riporta in merito i dati generali e la verifica effettuata con il metodo di Idriss e Boulanger.

## DATI GENERALI

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni 2018, Decreto 17 Gen. 2018

Fattore sicurezza normativa 1

### FALDA

Profondità falda idrica 4.5 m

### DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0.35

Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza  $V_{s30}=180-360$

Morfologia: T3-Rilievi con larghezza in cresta molto minore della larghezza di base. Pendenza  $15 < i < 30^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1.2

Magnitudo momento sismico ( $M_w$ ) 6.83

Peak ground acceleration (PGA) 0.63

## PARAMETRI GEOTECNICI

| Strato<br>Nr | Descrizione | Quota<br>iniziale<br>(m) | Quota<br>finale<br>(m) | Peso<br>unità<br>volume<br>(KN/<br>mc) | Peso<br>unità<br>volume<br>satur<br>o<br>(KN/<br>mc) | Numero<br>colpi<br>medi<br>o<br>( $N_{sp}$<br>t) | D50<br>gran<br>uli<br>(mm<br>) | Resi<br>stanz<br>a qc<br>(KPa<br>) | Resi<br>stanz<br>a<br>attrit<br>o<br>later<br>ale $f_s$<br>(KPa<br>) | Velo<br>cità<br>onde<br>di<br>tagli<br>o $V_s$<br>(m/s) |
|--------------|-------------|--------------------------|------------------------|--|--|--|--------------------------------|------------------------------------|--|---|
| 1            |             | 0                        | 7                      | 19                                     | 20   | 22   | 0                              | 0                                  | 0  | 0   |
| 2            |             | 7                        | 12.5                   | 18.5                                   | 19.5   | 0  | 0                              | 0                                  | 0  | 0   |
| 3            |             | 12.5                     | 20                     | 19                                     | 20   | 40   | 0                              | 0                                  | 0  | 0   |



LINEA PESCARA - BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto  
1: Ripalta - Lesina

GE - GEOTECNICA  
RELAZIONE GEOTECNICA

COMMESSA LOTTO FASE CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
LI07 01 E ZZ RH GE0005001 D 59 DI 245

| Profondità dal p.c. (m) | Pressione litostatica totale (KPa) | Pressione verticale effettiva (KPa) | Correzione per la pressione litostatica efficace (CN) | Numero colpi corretto (N1,60) | Coefficiente riduttivo (rd) | Resistenza alla liquefazione (CRR) | Sforzo di taglio normalizzato (CSR) | Coefficiente di sicurezza Fs |
|-------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| 12.50                   | 242.750                            | 164.297                             | 0.965   | 21.222                        | 0.935                       | 0.000                              | 0.000                               | --                           |
| 12.70                   | 246.750                            | 166.336                             | 0.845   | 33.796                        | 0.800                       | 0.991                              | 0.486                               | 2.04                         |
| 12.90                   | 250.750                            | 168.374                             | 0.841   | 33.657                        | 0.795                       | 0.964                              | 0.485                               | 1.99                         |
| 13.10                   | 254.750                            | 170.413                             | 0.834   | 33.345                        | 0.790                       | 0.910                              | 0.484                               | 1.88                         |
| 13.30                   | 258.750                            | 172.452                             | 0.830   | 33.207                        | 0.786                       | 0.886                              | 0.483                               | 1.84                         |
| 13.50                   | 262.750                            | 174.490                             | 0.827   | 33.070                        | 0.781                       | 0.863                              | 0.482                               | 1.79                         |
| 13.70                   | 266.750                            | 176.529                             | 0.823   | 32.936                        | 0.777                       | 0.840                              | 0.480                               | 1.75                         |
| 13.90                   | 270.750                            | 178.568                             | 0.820   | 32.804                        | 0.772                       | 0.818                              | 0.479                               | 1.71                         |
| 14.10                   | 274.750                            | 180.606                             | 0.817   | 32.674                        | 0.767                       | 0.797                              | 0.478                               | 1.67                         |
| 14.30                   | 278.750                            | 182.645                             | 0.814   | 32.546                        | 0.763                       | 0.778                              | 0.477                               | 1.63                         |
| 14.50                   | 282.750                            | 184.684                             | 0.810   | 32.420                        | 0.758                       | 0.759                              | 0.475                               | 1.60                         |
| 14.70                   | 286.750                            | 186.722                             | 0.807   | 32.295                        | 0.754                       | 0.742                              | 0.474                               | 1.56                         |
| 14.90                   | 290.750                            | 188.761                             | 0.804   | 32.173                        | 0.749                       | 0.725                              | 0.473                               | 1.53                         |
| 15.10                   | 294.750                            | 190.800                             | 0.796   | 31.850                        | 0.745                       | 0.686                              | 0.471                               | 1.46                         |



LINEA PESCARA - BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto  
1: Ripalta - Lesina

**GE - GEOTECNICA**  
**RELAZIONE GEOTECNICA**

|                  |             |  |           |                     |
|------------------|-------------|--|-----------|---------------------|
| COMMESSA<br>LI07 | LOTTO<br>01 | FASE CODIFICA DOCUMENTO<br>E ZZ RH GE0005001 | REV.<br>D | FOGLIO<br>60 DI 245 |
|------------------|-------------|--|-----------|---------------------|

|       |             |             |       |            |       |       |       |      |
|-------|-------------|-------------|-------|------------|-------|-------|-------|------|
| 15.30 | 298.75<br>0 | 192.83<br>8 | 0.793 | 31.72<br>8 | 0.740 | 0.672 | 0.470 | 1.43 |
| 15.50 | 302.75<br>0 | 194.87<br>7 | 0.790 | 31.60<br>9 | 0.736 | 0.657 | 0.468 | 1.40 |
| 15.70 | 306.75<br>0 | 196.91<br>6 | 0.787 | 31.49<br>0 | 0.732 | 0.644 | 0.467 | 1.38 |
| 15.90 | 310.75<br>0 | 198.95<br>4 | 0.784 | 31.37<br>4 | 0.727 | 0.631 | 0.465 | 1.36 |
| 16.10 | 314.75<br>0 | 200.99<br>3 | 0.781 | 31.25<br>9 | 0.723 | 0.619 | 0.464 | 1.33 |
| 16.30 | 318.75<br>0 | 203.03<br>2 | 0.779 | 31.14<br>5 | 0.719 | 0.607 | 0.462 | 1.31 |
| 16.50 | 322.75<br>0 | 205.07<br>0 | 0.776 | 31.03<br>4 | 0.714 | 0.595 | 0.460 | 1.29 |
| 16.70 | 326.75<br>0 | 207.10<br>9 | 0.773 | 30.92<br>3 | 0.710 | 0.585 | 0.459 | 1.27 |
| 16.90 | 330.75<br>0 | 209.14<br>8 | 0.770 | 30.81<br>4 | 0.706 | 0.574 | 0.457 | 1.26 |
| 17.10 | 334.75<br>0 | 211.18<br>6 | 0.768 | 30.70<br>7 | 0.702 | 0.564 | 0.456 | 1.24 |
| 17.30 | 338.75<br>0 | 213.22<br>5 | 0.759 | 30.37<br>4 | 0.698 | 0.537 | 0.454 | 1.18 |
| 17.50 | 342.75<br>0 | 215.26<br>4 | 0.757 | 30.26<br>7 | 0.694 | 0.528 | 0.452 | 1.17 |
| 17.70 | 346.75<br>0 | 217.30<br>2 | 0.754 | 30.16<br>2 | 0.690 | 0.520 | 0.451 | 1.15 |
| 17.90 | 350.75<br>0 | 219.34<br>1 | 0.751 | 30.05<br>8 | 0.686 | 0.511 | 0.449 | 1.14 |
| 18.10 | 354.75<br>0 | 221.38<br>0 | 0.749 | 29.95<br>5 | 0.682 | 0.503 | 0.447 | 1.13 |
| 18.30 | 358.75<br>0 | 223.41<br>8 | 0.746 | 29.85<br>4 | 0.678 | 0.496 | 0.446 | 1.11 |
| 18.50 | 362.75<br>0 | 225.45<br>7 | 0.744 | 29.75<br>4 | 0.674 | 0.488 | 0.444 | 1.10 |
| 18.70 | 366.75<br>0 | 227.49<br>6 | 0.741 | 29.65<br>5 | 0.670 | 0.481 | 0.442 | 1.09 |
| 18.90 | 370.75<br>0 | 229.53<br>4 | 0.739 | 29.55<br>7 | 0.666 | 0.474 | 0.441 | 1.08 |

|  |  |             |  |           |                     |
|--|--|-------------|--|-----------|---------------------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b> |             |  |           |                     |
| <b>GE – GEOTECNICA</b><br><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                        | COMMESSA<br>LI07   | LOTTO<br>01 | FASE CODIFICA DOCUMENTO<br>E ZZ RH GE0005001 | REV.<br>D | FOGLIO<br>61 DI 245 |

|       |             |             |       |            |       |       |       |      |
|-------|-------------|-------------|-------|------------|-------|-------|-------|------|
| 19.10 | 374.75<br>0 | 231.57<br>3 | 0.737 | 29.46<br>1 | 0.662 | 0.468 | 0.439 | 1.07 |
| 19.30 | 378.75<br>0 | 233.61<br>2 | 0.734 | 29.36<br>5 | 0.659 | 0.461 | 0.437 | 1.05 |
| 19.50 | 382.75<br>0 | 235.65<br>0 | 0.726 | 29.02<br>5 | 0.655 | 0.441 | 0.436 | 1.01 |
| 19.70 | 386.75<br>0 | 237.68<br>9 | 0.723 | 28.93<br>0 | 0.651 | 0.436 | 0.434 | 1.00 |
| 19.90 | 390.75<br>0 | 239.72<br>8 | 0.721 | 28.83<br>6 | 0.647 | 0.430 | 0.432 | 1.00 |

Ulteriormente, sempre dal sondaggio SG02, più in profondità nei depositi a grana fine dell'Unità 5-L è stata rinvenuto uno stratarello, assimilabile ad una lente di materiale ascrivibile all'unità unità 5-S. La profondità e le dimensioni di tale deposito sono tali da ritenere che il problema della liquefazione sia non significativo rispetto alla stabilità delle opere in progetto e pertanto nel profilo longitudinale geotecnico di tale area non viene indicato come zona suscettibile a liquefazione.

Sempre riguardo alla presenza di livelli sabbiosi suscettibili a liquefazione, la stessa tipologia di indagini è stata eseguita lungo il rilevato RI03, per il quale non erano disponibili indagini geognostiche eseguite in sede di PD. Anche in tal caso, i depositi per i quali è da valutare il rischio di liquefazione sono quelli riferibili all'Unità 5-S, intercettati dal sondaggio SG01 a profondità compresa tra circa 5.20m e 12m; infatti, più in superficie sono presenti i depositi a grana fine riferibili all'Unità 5-L e più in profondità i litotipi sabbioso-arenaceo-conglomeratici dei Conglomerati di Campomarino (unità 7-S). L'assetto stratigrafico è stato approfondito grazie alle prove penetrometriche eseguite lungo l'intero rilevato in esame (prove CPTU da 1 a 10), le quali, hanno intercettato spesse intercalazioni dei litotipi sabbiosi dell'unità 5-S, cui si aggiungono nella prima parte del rilevato (in corrispondenza della CPTU1) quelli a grana fine dell'Unità 5-AL. Sebbene il rischio liquefazione sembrerebbe da escludere sotto l'aspetto litostratigrafico le indagini eseguite non hanno fornito valori significativi per dimostrare l'assenza di liquefazione tuttavia **essendo il rilevato RI03 è a doppio binario, già esistente e in esercizio; non prevedendo il progetto tra l'altro ulteriori interventi di opere civili, non si ritiene di dover procedere alla verifica di stabilità del sito e pertanto l'unità 5-S rilevata al di sotto di tale opera non è stata inserita, nel profilo geotecnico come suscettibile a liquefazione.**

L'aspetto relativo alla risposta sismica puntuale dei terreni è stato approfondito anche mediante indagini geofisiche, consistenti in n.1 prova in foro di sondaggio *down-hole* e n.5 prospezioni MASW, le quali hanno implementato le informazioni relative all'assetto sismostratigrafico locale, definendo la categoria di sottosuolo (NTC2018) lungo i tratti del tracciato ferroviario scoperti da indagini; i risultati ottenuti in termini di categoria di sottosuolo sono riassunti nella tabella successiva.

|  |  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
| <b>GE – GEOTECNICA</b><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                            | <table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>62 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 62 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 62 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

| Sigla prospezione | Opera     | Titologia | Vs30 | Categoria di sottosuolo |
|-------------------|-----------|-----------|------|-------------------------|
| SG01              | RI03      | Down-hole | 310  | C                       |
| MW01              | IN01-IN09 | MASW      | 351  | C                       |
| MW02              | RI04      | MASW      | 490  | B                       |
| MW03              | RI06      | MASW      | 433  | B                       |
| MW04              | RI08/RI09 | MASW      | 474  | B                       |
| MW05              | IN01-IN09 | MASW      | 441  | B                       |

**Tabella 4.19 – Prospezioni geofisiche integrative.**

Oltre ai sondaggi ed alle prove penetrometriche eseguite lungo il viadotto e lungo i rilevati RI03 e RI04, sempre tra le indagini dirette, ulteriori prove penetrometriche sono state eseguite lungo i rilevati RI06, RI07, RI08 ed in corrispondenza dell'opera TR03. Per quanto riguarda le litologie intercettate, le CPTU 13 e CPTU14, eseguite, rispettivamente, lungo le opere RI06 e TR03, hanno intercettato i depositi alluvionali (Unità 6-AL ed 7-S); sempre nell'ambito dell'opera TR03, la CPTU15, oltre ai depositi alluvionali (Unità 5-S ed 7-S), ha intercettato anche il substrato rappresentato dai Conglomerati di Campomarino (Unità 7-GS). Infine, le prove CPTU 16 e CPTU/DPSH17 hanno intercettato i Conglomerati di Campomarino ed i relativi terreni di copertura.

Passando ai pozzetti esplorativi, da tutti gli scavi eseguiti lungo l'intero tracciato è emersa la presenza di terre limo argillose e assenza di falda acquifera superficiale; nella tabella seguente sono esposti i dati ottenuti dalle prove di laboratorio.

| Opera | Sondaggio | Campione    | Prof. (m) | Class. HRB | Gamma kN/m <sup>3</sup> | Ip    |
|-------|-----------|-------------|-----------|------------|-------------------------|-------|
| RI02  | PZS1      | Fondo scavo | 1         | A5         | 17,78                   | 6,72  |
|       | PZS3      |             | 1         | A7-5       | 18,31                   | 12,78 |
| RI03  | PZS5      |             | 1         | A7-5       | 18,50                   | 8,60  |
|       | PZS6      |             | 1         | A6         | 17,92                   | 11,16 |
| RI05  | PZS7      |             | 1         | A6         | 18,51                   | 10,78 |
| RI06  | PZS8      |             | 1         | A6         | 19,04                   | 11,66 |
| RI08  | PZS9      |             | 1         | A6         | 17,94                   | 12,47 |
| RI09  | PZS10     |             | 1         | A6         | 18,22                   | 12,49 |

**Tabella 4.20 – Pozzetti esplorativi integrativi.**

Complessivamente, le indagini dirette, hanno implementato le informazioni relative all'assetto litostratigrafico, riportate sul profilo geotecnico, unitamente alle informazioni relative all'andamento della falda acquifera. In particolar modo, particolare attenzione è stata posta nei confronti dei rapporti latero-verticali tra i litotipi a diverso comportamento geotecnico e complessivamente, non sono state apportate significative modifiche all'assetto litostratigrafico.

Inoltre, le indagini dirette hanno consentito di implementare anche le informazioni geotecniche, con i valori dei parametri che sono stati ottenuti sia dalle prove di laboratorio sui campioni prelevati dai sondaggi (riportati nella tabella seguente), sia dalle prove penetrometriche, con queste ultime che hanno

|  |   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
| <b>GE – GEOTECNICA</b><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                            | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">LI07</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH GE0005001</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">63 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 63 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 63 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

consentito di definire in continuo sia le caratteristiche meccaniche dei terreni, sia il regime delle pressioni interstiziali. Complessivamente, i valori ottenuti consentono di confermare la caratterizzazione geotecnica eseguita in sede di progettazione definitiva.

| Opera            | Sondaggio | Campione | Prof. (m)     | Granul.                        | Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> ) | Peso di volume saturo (kN/m <sup>3</sup> ) | Indice di plast. (Ip) | φ (°)   |         | Coesione drenata (kPa) |         | Coesione non drenata (kPa) |
|------------------|-----------|----------|---------------|--------------------------------|-------------------------------------|--|-----------------------|---------|---------|------------------------|---------|----------------------------|
|                  |           |          |               |                                |                                     |  |                       | TRXCI D | TRXCI U | TRXCI D                | TRXCI U | TUU                        |
| Rilevato RI03    | SG01      | C1       | 4.00-4.50     | Limo con argilla               | 18,25                               | 18,27                                      | 17,3                  | -       | -       | -                      | -       | -                          |
| Rilevato RI04    | SG02      | C1       | 5.00-5.50     | Limo con argilla deb. sabbioso | 18,99                               | 19,25                                      | 12,8                  | -       | -       | -                      | -       | -                          |
| Viadotto Ripalta | SG03      | C1       | 5.50-6.00     | Limo con argilla deb. sabbioso | 19,12                               | 19,34                                      | 12,8                  | 25      | 24      | 22                     | 48      | 136,6                      |
|                  |           | C2       | 31.00 - 31.50 | Limo con sabbia argilloso      | 18,95                               | 19,08                                      | 4,4                   | 26      | 25      | 18                     | 27      | 27,5                       |
|                  | SG04      | C1       | 8.00-8.50     | Argilla con limo deb. sabbiosa | 18,90                               | 18,91                                      | 25,8                  | 24      | 23      | 29                     | 42      | 47,8                       |
|                  |           | C2       | 24.00 - 24.50 | Limo con argilla deb. sabbioso | 18,56                               | 18,59                                      | 14,4                  | 25      | 24      | 23                     | 50      | 63,9                       |

**Tabella 4.21 – Risultati prove di laboratorio integrative.**

Infine, per quanto riguarda le analisi e prove di laboratorio finalizzate alla caratterizzazione delle miscele di stabilizzazione a calce ed alla caratterizzazione delle terre e delle acque per il riconoscimento della classe di aggressività sui calcestruzzi, si rimanda alla Relazione sulla stabilizzazione a calce.

## 5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Nel presente capitolo si riporta la caratterizzazione geotecnica generale del tracciato in esame, valutata sulla base dell'interpretazione di tutte le indagini geotecniche svolte in sito ed in laboratorio.

Dopo aver individuato le principali unità geotecniche intercettate lungo il tracciato, verranno interpretati i risultati delle indagini geotecniche sulla base dei criteri di seguito esposti e quindi verranno definiti i parametri geotecnici di progetto e la stratigrafia di riferimento sia lungo il tracciato, sia per le principali opere d'arte.

Nel profilo stratigrafico longitudinale sono riportati in forma grafica i risultati delle indagini e sono mostrate le correlazioni stratigrafiche con indicazione delle unità geotecniche intercettate; è anche indicato l'andamento del livello di falda massimo rilevato da letture piezometriche.

Il profilo stratigrafico verrà preso a riferimento per definire la stratigrafia di dettaglio lungo il tracciato ed in corrispondenza delle opere d'arte in progetto.

### 5.1 DEFINIZIONE DELLE UNITÀ GEOTECNICHE INTERCETTATE

Sulla base del modello geologico-stratigrafico di riferimento, le unità geologico-tecniche identificate e

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>64 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 64 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 64 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

rappresentate graficamente sul profilo geologico-tecnico sono le seguenti:

- Unità R: rilevato ferroviario esistente.
- Unità A: terreno di riporto di natura prevalentemente ghiaiosa, in matrice sabbioso-limosa.
- Unità B: argilla limosa e limo argilloso, localmente debolmente sabbiosa, da consistente a molto consistente; colore da nocciola a marrone e locale presenza di frustoli carboniosi e tracce di ossidazione.
- Unità C: argilla limosa e limo argilloso da mediamente consistente a consistente, di colore da grigio a grigio-azzurro, con locali screziature nocciola; sono presenti sporadiche intercalazioni decimetriche limoso-sabbiose.
- Unità D: argilla da debolmente limosa a limosa, da poco a mediamente consistente, di colore da grigio a grigio-nerastro, con resti di sostanza organica e livelli torbosi.
- Unità E: limo sabbioso mediamente consistente e sabbia limosa da sciolta a poco addensata, di colore grigio, con livelli centimetrici di argille limose e sabbiose.
- Unità F: Sabbia fine e media, da debolmente limosa a limosa, da sciolta a mediamente addensata, con locali livelli argilloso-limosi e sparse ghiaie; colore da nocciola a grigio.
- Unità G: sabbia fine e media, da debolmente limosa a limosa, da mediamente addensata ad addensata, con locali livelli argilloso-limosi e sparse ghiaie; colore grigio.
- Unità H: ghiaia eterometrica ( $\varnothing_{max}$  4÷5 cm) e poligenica, da arrotondata a sub-arrotondata, in matrice limoso-sabbiosa, con sparsi ciottoli; da addensata a molto addensata; colore da nocciola a giallastro.
- Unità I: conglomerati poligenici ed eterometrici, ad elementi da sub-angolosi ad arrotondati, in matrice sabbioso-limosa, di colore grigio e giallastro; sono presenti sottili livelli di argille limose di colore verdastro e intercalazioni medio-fini di sabbie grossolane di colore grigio e giallastro.
- Unità L: sabbie medio-fini di colore giallastro e rossastro con locali intercalazioni lentiformi di conglomerati grossolani, da poco a discretamente cementati; talora sono presenti sottili livelli di arenarie medio-fini di colore grigio e giallastro, da mediamente a ben cementate, e passaggi di argille e argille limose.
- Unità M: argille limose e limi argillosi di colore grigio e grigio-azzurro, con frequenti intercalazioni di argille marnose, limi sabbiosi e sabbie fini di colore grigio e giallastro.

Alla luce della caratterizzazione geologico-tecnica esposta nel paragrafo precedente, sono state identificate e le unità geotecniche presenti entro il sedime del tracciato ferroviario, così rappresentate nel profilo geotecnico.

Le unità geotecniche individuate sono elencate di seguito, con indicazione dei relativi parametri di resistenza e deformabilità. Di seguito si elencano le unità geotecniche individuate lungo il tracciato:

- **Terreno di riporto – Unità R**: si tratta dello spessore di terreno vegetale (Rv) costituito prevalentemente da limo sabbioso debolmente argilloso con resti vegetali e inclusi clasti e da terreno di riporto antropico (Ra) costituente il rilevato ferroviario esistente;



|  | <p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p>GE – GEOTECNICA</p> <p>RELAZIONE GEOTECNICA</p>                               | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>65 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 65 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 65 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

- **Depositi alluvionali recenti (unità geologica 5):** si tratta di terreni alluvionali che si possono distinguere in base alla composizione granulometrica in:
  - **Unità 5AL:** argille limose e limi argillosi con locali intercalazioni centimetriche di limi sabbiosi e/o di sabbie fini limose;
  - **Unità 5GS:** ghiaie poligeniche ed eterometriche, da sub-arrotondate ad arrotondate, con matrice sabbiosa e sabbioso-limosa da scarsa ad abbondante;
  - **Unità 5S:** sabbie e sabbie limose.
- **Depositi alluvionali terrazzati (unità geologica 6) – Unità 6AL:** si tratta di argille limose e limi argillosi;
- **Conglomerati di Campomarino (unità geologica 7):** Si tratta di ghiaie e ciottoli arrotondati in matrice sabbioso-limosa, a luoghi debolmente argillosa di colore marrone chiaro, da poco a moderatamente cementata, a luoghi intercalata a sabbie debolmente addensate ed argille limose giallo-verdastre. Si distinguono tre diverse facies:
  - **Unità 7GS:** conglomerati poligenici ed eterometrici, ad elementi prevalentemente arenacei e calcareo-marnosi da sub-angolosi ad arrotondati, con matrice sabbiosa e sabbioso-limosa da scarsa ad abbondante.
  - **Unità 7S:** sabbie e sabbie limose.
  - **Unità 7AL:** argille limose e limi argillosi.
- **Sabbie di Serracapriola (unità geologica 8):** sabbie medio-fini di colore giallastro e rossastro, prevalentemente quarzose e a grado di cementazione variabile (**Unità 8S**). Talvolta sono presenti lenti di conglomerati grossolani ad elementi prevalentemente arenacei e calcareo-marnosi, da poco a discretamente cementati (denominati **Unità 8GS**).
- **Argille subappenniniche (unità geologica 9) – Unità 9AL:** si tratta di argille limose e limi argillosi di colore grigio e grigio-azzurro, con frequenti intercalazioni di argille marnose, limi sabbiosi e talvolta di sabbie fini.

## 5.2 PARAMETRI GEOTECNICI DELLE UNITÀ GEOTECNICHE INTERCETTATE

Di seguito sono esposti i parametri geotecnici assegnati ad ognuna delle suddette unità geotecniche in base ai risultati anche della campagne di indagine eseguita nel progetto esecutivo. I risultati della campagna geognostica del progetto esecutivo confermano la caratterizzazione del PD; i valori delle

|  | <p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE - GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>66 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 66 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 66 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

proprietà geotecniche indicate sono da intendersi come range di valori guida per la progettazione; dunque, nelle analisi geotecniche di dettaglio delle varie opere andranno calibrati sulla base delle condizioni e specifiche situazioni locali.

#### **Depositi alluvionali recenti - Unità 5AL (Argille limose e limi argillosi)**

$\gamma = 18.5 \div 19.5 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale  
 $c' = 0 \div 15 \text{ kPa}$  coesione drenata  
 $\phi' = 23 \div 25^\circ$  angolo di resistenza al taglio  
 $c_u = 40 \div 150 \text{ kPa}$  resistenza al taglio in condizioni non drenate  
 $V_s = 150 \div 250 \text{ m/s}$  velocità delle onde di taglio  
 $G_o = 45 \div 125 \text{ MPa}$  modulo di deformazione a taglio iniziale  
 $E_o = 90 \div 400 \text{ MPa}$  modulo di deformazione elastico iniziale

#### **Depositi alluvionali recenti - Unità 5GS (Ghiaia sabbiosa)**

$\gamma = 19 \div 20 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale  
 $c' = 0 \text{ kPa}$  coesione drenata  
 $\phi' = 33 \div 35^\circ$  angolo di resistenza al taglio  
 $V_s = 330 \text{ m/s}$  velocità delle onde di taglio  
 $G_o = 200 \text{ MPa}$  modulo di deformazione a taglio iniziale  
 $E_o = 550 \text{ MPa}$  modulo di deformazione elastico iniziale

#### **Depositi alluvionali recenti - Unità 5S (Sabbia, sabbia limosa)**

$\gamma = 19 \div 20 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale  
 $c' = 0 \text{ kPa}$  coesione drenata  
 $\phi' = 28 \div 33^\circ$  angolo di resistenza al taglio  
 $V_s = 150 \div 300 \text{ m/s}$  velocità delle onde di taglio  
 $G_o = 50 \div 170 \text{ MPa}$  modulo di deformazione a taglio iniziale  
 $E_o = 110 \div 450 \text{ MPa}$  modulo di deformazione elastico iniziale

#### **Depositi alluvionali terrazzati - Unità 6AL (Argille limose e limi argillosi)**

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale  
 $c' = 5 \div 20 \text{ kPa}$  coesione drenata  
 $\phi' = 23 \div 26^\circ$  angolo di resistenza al taglio  
 $c_u = 100 \div 350 \text{ kPa}$  resistenza al taglio in condizioni non drenate  
 $E_o = 200 \div 350 \text{ MPa}$  modulo di deformazione elastico iniziale

#### **Conglomerati di Campomarino - Unità 7AL (Argille limose e limi argillosi)**

$\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale  
 $c' = 5 \div 15 \text{ kPa}$  coesione drenata  
 $\phi' = 24 \div 26^\circ$  angolo di resistenza al taglio  
 $c_u = 75 \div 350 \text{ kPa}$  resistenza al taglio in condizioni non drenate  
 $V_s = 300 \div 400 \text{ m/s}$  velocità delle onde di taglio  
 $G_o = 100 \div 320 \text{ MPa}$  modulo di deformazione a taglio iniziale  
 $E_o = 200 \div 800 \text{ MPa}$  modulo di deformazione elastico iniziale

|  |  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
|  | <p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
| <p><b>GE - GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>67 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 67 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 67 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

### **Conglomerati di Campomarino - Unità 7S (Sabbia, sabbia limosa)**

$\gamma = 20.5 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale  
 $c' = 0 \text{ kPa}$  coesione drenata  
 $\phi' = 33\div 37^\circ$  angolo di resistenza al taglio  
 $V_s = 200\div 350 \text{ m/s}$  velocità delle onde di taglio;  
 $G_o = 80\div 240 \text{ MPa}$  modulo di deformazione a taglio iniziale  
 $E_o = 200\div 600 \text{ MPa}$  modulo di deformazione elastico iniziale

### **Conglomerati di Campomarino - Unità 7GS (Ghiaia sabbiosa)**

$\gamma = 20.5 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale  
 $c' = 0 \text{ kPa}$  coesione drenata  
 $\phi' = 37\div 40^\circ$  angolo di resistenza al taglio  
 $V_s = 250\div 400 \text{ m/s}$  velocità delle onde di taglio;  
 $G_o = 120\div 300 \text{ MPa}$  modulo di deformazione a taglio iniziale  
 $E_o = 300\div 800 \text{ MPa}$  modulo di deformazione elastico iniziale

### **Sabbie di Serracapriola – Unità 8S (Sabbia, sabbia limosa)**

$\gamma = 19\div 20 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale  
 $c' = 0 \text{ kPa}$  coesione drenata  
 $\phi' = 34^\circ$  angolo di resistenza al taglio  
 $V_s = 220\div 230 \text{ m/s}$  velocità delle onde di taglio;  
 $E_o = 240\div 270 \text{ MPa}$  modulo di deformazione elastico iniziale

### **Sabbie di Serracapriola – Unità 8GS (Ghiaia con sabbiosa)**

$\gamma = 19\div 20 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale  
 $c' = 0 \text{ kPa}$  coesione drenata  
 $\phi' = 38^\circ$  angolo di resistenza al taglio  
 $V_s = 290\div 400 \text{ m/s}$  velocità delle onde di taglio;  
 $E_o = 400\div 800 \text{ MPa}$  modulo di deformazione elastico iniziale

### **Argille subappenniniche – Unità 9AL (Argille limose e limi argillosi)**

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale  
 $c' = 5\div 15 \text{ kPa}$  coesione drenata  
 $\phi' = 24\div 27^\circ$  angolo di resistenza al taglio  
 $c_u = 75\div 250 \text{ kPa}$  resistenza al taglio in condizioni non drenate  
 $V_s = 380 \text{ m/s}$  velocità delle onde di taglio;  
 $G_o = 280 \text{ MPa}$  modulo di deformazione a taglio iniziale

## **5.3 CRITERI DI INTERPRETAZIONE DELLE INDAGINI GEOTECNICHE**

Ai fini della caratterizzazione dei terreni e dell'attribuzione dei parametri geotecnici è stato fatto riferimento ai risultati delle:

|  |   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
| <b>GE – GEOTECNICA</b><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                            | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">LI07</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH GE0005001</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">68 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 68 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 68 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

- prove penetrometriche dinamiche SPT eseguite nei fori di sondaggio;
- prove penetrometriche statiche CPT e CPTU;
- prove di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati e rimaneggiati;
- indagini sismiche (prove Down-Hole, Cross-Hole, RE.MI).

Le interpretazioni delle prove e l'attribuzione dei parametri è stata operata deguendo le indicazioni di seguito riportate.

### 5.3.1 Depositi incoerenti

Per i depositi prevalentemente incoerenti, i parametri geotecnici di resistenza al taglio e di deformabilità sono stati stimati principalmente sulla base dell'interpretazione delle prove penetrometriche dinamiche SPT e poi anche tarati dai risultati dell'interpretazione delle prove penetrometriche statiche CPT, ove disponibili.

Per quanto riguarda la stima della densità relativa dalle prove SPT, sono stati considerati i valori minimi di densità relativa ottenuti dalle varie correlazioni che di seguito vengono esposte.

#### Stato di addensamento

#### **Correlazione di Skempton**

In accordo a quanto indicato in Skempton (1986), la densità relativa  $D_r$  può essere correlata al valore  $N_{SPT}$  con la seguente legge:

$$D_r = \left( \frac{1}{A + B \cdot \sigma'_{vo}} \cdot N_{SPT} \right)^{0.5}$$

essendo:

A, B = costanti empiriche indicate in tabella seguente

$\sigma'_{vo}$  = pressione verticale efficace alla quota della prova SPT (kg/cm<sup>2</sup>);

$N_{SPT}$  = numero di colpi per 30 cm di infissione ;

$D_r$  = densità relativa (-).

Tabella 22. Costanti empiriche A e B (Skempton, 1986)

| Tipo di materiale                     | A         | B   |
|---------------------------------------|-----------|---|
| Sabbie fini normalmente consolidate   | 27,5      | 27,5  |
| Sabbie grosse normalmente consolidate | 43,3      | 21,7  |
| Sabbie sovraconsolidate               | 27,5÷43,3 | $(21,7+27,5) \cdot \frac{1+2 \cdot (ko)_{sc}}{1+2 \cdot (ko)_{nc}}$ |

Nel caso in esame sono state cautelativamente considerate le costanti empiriche relative a sabbie fini normal consolidate.

|  | <p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>69 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 69 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 69 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

### Correlazione di Gibbs e Holtz

In accordo a quanto indicato da Gibbs e Holtz (1957) la densità relativa  $D_R$  può essere correlata al valore  $N_{SPT}$  con la seguente espressione:

$$D_R = \sqrt{\frac{N_{SPT}}{(16 + 23 \cdot \sigma_{vo}')}}}$$

### Correlazione di Bazaraa

In accordo a quanto indicato da Bazaraa (1967) la densità relativa  $D_R$  può essere correlata al valore  $N_{SPT}$  con la seguente espressione:

$$D_R = \sqrt{\frac{N_{SPT}}{20 \cdot (1 + 4.1 \cdot \sigma_{vo}')}}} \quad \text{per } \sigma_{vo}' \leq 0.732 \text{ kg/cm}^2$$

$$D_R = \sqrt{\frac{N_{SPT}}{20 \cdot (3.24 + 1.024 \cdot \sigma_{vo}')}}} \quad \text{per } \sigma_{vo}' > 0.732 \text{ kg/cm}^2$$

essendo:

$D_R$  = densità relativa (-).

$\sigma_{vo}'$  = pressione verticale efficace in sito alla quota della prova SPT (kg/cm<sup>2</sup>);

$N_{SPT}$  = numero di colpi per 30 cm di infissione.

### Correlazione di Terzaghi & Peck

In accordo a quanto indicato da Terzaghi e Peck (1948) la densità relativa  $D_R$  può essere correlata al valore  $N_{SPT}$  con la seguente espressione:

$$D_R = (10.297 + N_{SPT}^{-2.4142}) - (N_{SPT})^2 \cdot 0.0181$$

Dalle prove CPT, la densità relativa viene stimata sulla base della correlazione proposta da Jamiolkowski et al. 1985 in funzione della resistenza penetrometrica alla punta.

### Parametri di resistenza

Per la stima dell'angolo di resistenza al taglio dalle prove SPT sono state utilizzate due diverse correlazioni (Bolton; Schmertmann) di seguito illustrate. Generalmente, la correlazione di Bolton ha sempre fornito valori dell'angolo di resistenza al taglio inferiori, rispetto alla correlazione di Schmertmann per tutte le unità geotecniche in esame. Cautelativamente per la definizione dei parametri di resistenza di progetto si è fatto riferimento ai valori minimi ottenuti dalle correlazioni.

|  |  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
|  | <p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>70 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 70 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 70 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

### Correlazione di Schmertmann

L'angolo di resistenza al taglio ( $\varphi'$ ) stimato dalle prove SPT in base alla correlazione proposta da Schmertmann (1977) correla l'angolo di resistenza al taglio alla densità relativa attraverso la seguente relazione:

$$\varphi = 38.5 + 0.108 \cdot D_R \quad \text{valida per sabbia e ghiaia poco limosa e ghiaietto uniforme}$$

$$\varphi = 34.5 + 0.10 \cdot D_R \quad \text{sabbia grossa-media uniformemente ben gradata}$$

$$\varphi = 31.5 + 0.115 \cdot D_R \quad \text{sabbia medio-fine uniformemente ben gradata}$$

$$\varphi = 28.0 + 0.14 \cdot D_R \quad \text{sabbia fine uniforme}$$

essendo:  $D_r$  = densità relativa

Nel caso in esame si è considerata, cautelativamente per le unità incoerenti GS la correlazione valida per sabbia medio-fine uniformemente ben gradata e per le unità S la correlazione per sabbia fine uniforme.

### Correlazione di Bolton

L'angolo di resistenza al taglio di picco  $\varphi'$  è stato determinato in accordo al metodo proposto da Bolton (1986):

$$\varphi' = \varphi'_{cv} + m \cdot DI$$

$$DI = D_r \cdot [Q - \ln(p'_f)] - 1$$

essendo:

$\varphi'$  = angolo di attrito di picco riferito a pressioni di 272 kPa (°);

Q = fattore che dipende dalla composizione minereologica e dalla forma delle particelle di sabbia, valore consigliato = 10;

$p'_f = 1.4 \cdot \sigma'_{ff}$  kPa (vedasi Jamiokowski et al., 1988; in accordo a quanto proposto da Baligh, 1975, si assume  $p'_f = 1.4 \cdot 272 = 380$  kPa);

m = costante empirica dipendente dalle condizioni di deformazione prevalenti (vedasi tabella seguente (°)). Nel nostro caso si assume  $m=3$ ;

$D_r$  = densità relativa (-).

*Tabella: Valori della costante empirica m secondo Bolton (1986)*

|  |  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
| <b>GE – GEOTECNICA</b><br><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                        | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>71 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 71 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 71 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

| Condizioni di rottura  | m |
|--|---|
| Tipo prova triassiale di compressione<br>( $\sigma_2' = \sigma_3'$ )                                       | 3 |
| Tipo prova triassiale in estensione o di deformazione piana<br>( $\sigma_2' \neq \sigma_3'$ )              | 5 |
| $\sigma_2'$ = tensione principale efficace intermedia<br>$\sigma_3'$ = tensione principale efficace minore |   |

I valori dell'angolo di attrito  $\varphi_{cv}'$  sono stati ricavati in base a quanto indicato nella tabella seguente (Youd, 1972; Stroud, 1988) e sulla base delle prove di taglio diretto in laboratorio eseguite sui campioni prelevati.

Nel caso specifico per l'angolo di attrito  $\varphi_{cv}'$  si è assunto, cautelativamente:

$\varphi_{cv}' = 33^\circ$  per le sabbie con ghiaia (unità GS);

$\varphi_{cv}' = 30^\circ$  per le sabbie (unità S).

Tabella 23 Valori dell'angolo di attrito  $\varphi_{cv}'$  per sabbie silicee secondo quanto riportato in Stroud (1988) e Youd (1972)

|                              | Sabbie ben gradate         | Sabbie uniformi            |
|------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Sabbie a spigoli vivi        | $\varphi_{cv}' = 38^\circ$ | $\varphi_{cv}' = 34^\circ$ |
| Sabbie a spigoli arrotondati | $\varphi_{cv}' = 33^\circ$ | $\varphi_{cv}' = 30^\circ$ |

Dalle prove CPT, la resistenza al taglio per depositi incoerenti può essere stimata dalla correlazione di Dorgunoglu & Mitchell 1975 in funzione della resistenza penetrometrica e della tensione efficace in sito.

### Caratteristiche di deformabilità

Le caratteristiche di deformabilità dei depositi incoerenti possono essere stimate, in ordine di importanza:

- sulla base dei risultati delle indagini sismiche in sito (prove Down-Hole, Cross-Hole);
- dall'interpretazione delle prove penetrometriche dinamiche SPT.

Il modulo di taglio iniziale ( $G_0$ ) e quello di Young iniziale ( $E_0$ ), associabili a piccole deformazioni, possono essere ricavati dai valori delle velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) utilizzando le seguenti correlazioni:

$$G_o = \frac{\gamma_t}{9.81} \cdot (V_s)^2 \quad (\text{kPa})$$

$$E_o = G_o \cdot 2 \cdot (1 + \nu)$$

essendo:

$\gamma_t$  = peso di volume naturale del terreno in assunto pari a 19 kN/m<sup>3</sup>;

$\nu$  = coefficiente di Poisson del terreno (assunto pari a 0.3);

$V_s$  = velocità delle onde di taglio in m/sec.

La velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) può essere ricavata direttamente dai risultati delle prove geofisiche

|  |   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
| <b>GE - GEOTECNICA</b><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                            | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">LI07</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH GE0005001</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">72 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 72 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 72 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

in foro di sondaggio o indirettamente, interpretando i risultati delle prove SPT attraverso la correlazione di Ohta e Goto (1978) o la correlazione di Yoshida e al. (1988).

### Correlazione di Ohta e Goto (1978)

$$V_s = C \cdot (N_{SPT})_{50\%}^{0.171} \cdot (z)^{0.199} \cdot f_A \cdot f_G \text{ (m/sec)}$$

essendo:

$$C = 53.3;$$

$z$  = profondità dal p.c. in metri;

$f_A$  = coefficiente funzione dell'epoca geologica del deposito (vedasi la Tabella 24);

$f_G$  = coefficiente funzione della composizione granulometrica (vedasi la Tabella 25).

Tabella 24 Relazione di Ohta e Goto, 1978 - Coefficiente  $f_A$  (funzione dell'epoca geologica del deposito)

| $f_A$ | Olocene | Pleistocene |
|-------|---------|-------------|
|       | 1,0     | 1,3         |

Tabella 25 Relazione di Ohta e Goto, 1978 - Coefficiente  $f_G$  (funzione della granulometrica del deposito)

| $f_G$ | Ghiaie | Sabbie ghiaiose | Sabbie grosse | Sabbie medie | Sabbie fini |
|-------|--------|-----------------|---------------|--------------|-------------|
|       | 1,45   | 1,15            | 1,14          | 1,07         | 1,09        |

Nel caso in esame è stato assunto:

$$f_A = 1.3;$$

$$f_G = 1.15 \text{ per le sabbie con ghiaia, } f_G = 1.09 \text{ per le sabbie.}$$

### Correlazione di Yoshida et al. (1988)

$$v_s = C \cdot (N_{SPT})^{0.25} \cdot (\sigma_v')^{0.14} \text{ (m/sec)}$$

essendo:

$C=49$  per sabbie fini ;

$C=56$  per sabbie grosse con almeno il 25% di ghiaia;

$C=60$  per 50% di ghiaia;

$\sigma_v'$  = pressione verticale efficace esistente in sito alla quota della prova.

I moduli di deformabilità "operativi" ( $E'$ ) da adottare per il calcolo delle deformazioni/cedimenti delle opere di sostegno e delle fondazioni, saranno assunti pari a 1/5 di quello iniziale ( $E_0$ ).

Nel caso di valutazione di cedimenti di rilevati, i moduli elastici "operativi" saranno assunti pari a 1/10 di



|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>73 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 73 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 73 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

quello iniziale ( $E_{op}' = E_0/10$ ).

### 5.3.2 Depositi coesivi

Per i depositi coesivi la caratterizzazione geotecnica è stata fatta oltre che dall'interpretazione delle prove in sito, anche dai risultati delle prove di laboratorio.

#### Classificazione

La classificazione di questi terreni avverrà essenzialmente sui risultati delle seguenti prove di laboratorio:

- Analisi granulometriche;
- pesi di volume naturale e secco;
- contenuti d'acqua naturale;
- limiti di Atterberg.

#### Caratteristiche di resistenza

Per la determinazione delle caratteristiche di resistenza dei depositi coesivi ci si è basati principalmente sui risultati delle prove di laboratorio che sono essenzialmente prove:

- Taglio diretto e prove triassiali per la resistenza in tensioni efficaci;
- Triassiale non consolidata non drenata (TXUU) e prova di compressione assiale semplice (ELL) per la resistenza in condizioni non drenate.

I risultati delle prove di laboratorio sono stati anche stimati con i valori ottenuti dall'interpretazione delle prove penetrometriche statiche CPT. La resistenza al taglio in condizioni drenate è stata stimata con la carta di classificazione e di interpretazione di Searle (1979) e la resistenza al taglio in condizioni non drenate sulla base della seguente relazione:  $c_u = (q_c - \sigma_v) / 15$ .

La resistenza al taglio in condizioni non drenate è stata valutata anche dalle prove speditive di Pocket Penetrometer (PP) e delle prove penetrometriche dinamiche SPT in base alla seguente correlazione di Stroud (1974):

$$c_u \cong (5.0 \div 5.5) \cdot N_{SPT} \quad (\text{kPa})$$

I valori sono stati poi riportati nello stesso grafico, con indicato anche l'andamento della resistenza al taglio per un terreno normal consolidato ricavato dalla seguente relazione:  $c_{uNC} = 0.23 \cdot \sigma_v'$ .

#### Caratteristiche di deformabilità

Le caratteristiche di deformabilità dei depositi coesivi possono essere stimati:

- sulla base dei risultati delle indagini sismiche in sito (prove Down-Hole, Cross-Hole);

|  | <p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE - GEOTECNICA</b></p> <p><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>74 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 74 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 74 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

- dalle prove edometriche di laboratorio;
- da correlazioni di letteratura.

Per quanto concerne le prove sismiche in sito, le caratteristiche di deformabilità vengono individuate con le stesse relazioni precedentemente indicate per i terreni incoerenti. Questi valori sono stati confrontati poi con i risultati derivanti dalle correlazioni per l'interpretazione delle prove in sito SPT e CPT.

Il valore del modulo di deformazione elastico ( $E'_v$ ) per terreni coesivi sovraconsolidati può anche essere stimato con la seguente correlazione (Stroud, 1974):

$$E'_v = 130 \cdot c_u = 130 \cdot f_1 \cdot N \quad [\text{kPa}]$$

Dove:

$E'_v$  = modulo di deformazione operativo (kPa)

$c_u$  = resistenza al taglio non drenata (kPa);

$f_1$  = fattore in funzione dell'indice di plasticità IP, (vedasi figura seguente), assunto pari a 5;

$N$  = valori di  $N_{SPT}$ .

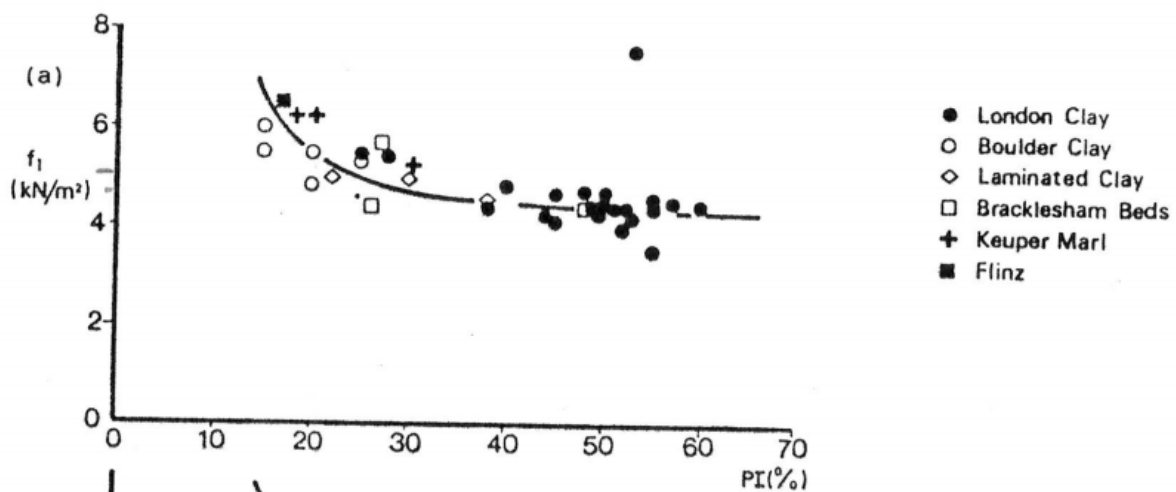


Figura 3 – Fattore  $f_1$  in funzione di IP

Sulla base di quanto riportato in Simpson et al. (1979) il modulo di taglio iniziale ( $G_0$ ) può essere stimato anche sulla base della seguente equazione:

$$G_0 = (500 \div 700) \cdot c_u \quad (\text{kPa})$$

essendo:

$c_u$  = resistenza al taglio non drenata.

Il modulo di deformazione a taglio iniziale può inoltre essere stimato dai risultati delle prove CPT con la

|  | <p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p>GE – GEOTECNICA</p> <p>RELAZIONE GEOTECNICA</p>                               | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>75 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 75 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 75 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

correlazione di Mayne e Rix (1993).

I moduli di deformabilità “operativi” (E’) da adottare per il calcolo delle deformazioni/cedimenti delle opere di sostegno e delle fondazioni, saranno assunti pari a 1/5 di quello iniziale (E0).

Nel caso di valutazione di cedimenti di rilevati, i moduli elastici “operativi” saranno assunti pari a 1/10 di quello iniziale.

Nella valutazione dei cedimenti immediati dei rilevati il modulo di deformazione in condizioni non drenate (Eu) può essere stimato sulla base della correlazione empirica proposta da Duncan & Buchignani (1976)  $E_u = k \cdot c_u$ ; il coefficiente k è valutato con il grafico di figura seguente.

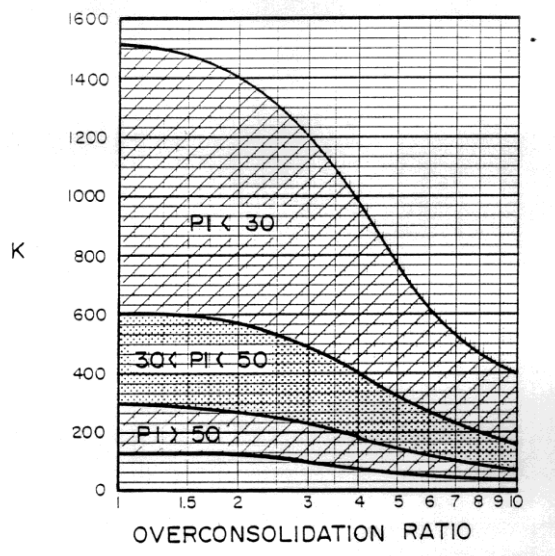


Figura 4 – Duncan & Buchigani

### Caratteristiche di consolidazione

I valori del coefficiente di consolidazione primaria verticale sono stati determinati dalle prove edometriche di laboratorio e con correlazioni empiriche in funzione del limite liquido (LL), vedasi ad esempio le seguenti:

$$c_v = \exp [-10.552 + (164.074/LL)] \quad [cm^2/s]$$

$$c_v = 0.009 (LL - 0.1) \quad [cm^2/s] \text{ NAVFAC-DM 7.1. (1971)}$$

Il coefficiente di consolidazione secondaria, è stato stimato con la correlazione proposta nel NAVFAC-DM 7.1 (1982, vedasi figura seguente), in funzione del contenuto naturale di acqua (wn).

|  | <p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p>GE - GEOTECNICA</p> <p>RELAZIONE GEOTECNICA</p>                               | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>76 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 76 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 76 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

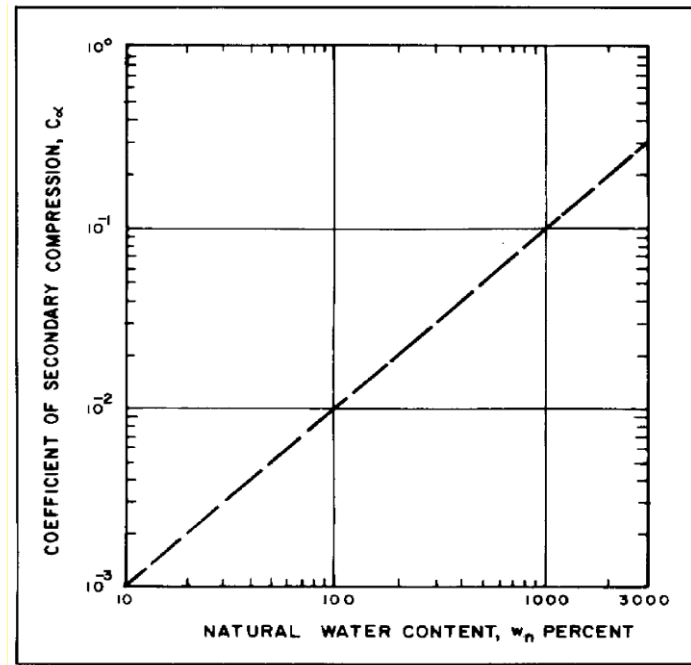


Figura 5 – Abaco di calcolo del coefficiente di consolidazione secondaria da  $w_n$  (NAVFAC, 1982)

Nei paragrafi che seguono verranno riportati a confronto per le varie unità geotecniche tutti i risultati delle prove in sito e dell'interpretazione delle prove eseguite.

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b></p> <p><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>77 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 77 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 77 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

#### 5.4 DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI – UNITÀ 5AL (ARGILLE LIMOSE E LIMI ARGILLOSI)

Si tratta di argille limose e limi argillosi, ascrivibili a depositi di piana inondabile, lago di meandro e canale in fase di abbandono.

Lo spessore del deposito nella parte iniziale del tracciato è circa 3-4 m, poi aumenta fino alle massime profondità indagate tra le progressive chilometriche 1+500 e 4+000 circa.

In corrispondenza di questa unità sono disponibili prove SPT che hanno dato valori compresi fra 10 e 25 colpi/30 cm (vedasi Figura 7).

Nell'unità geotecnica in esame sono stati prelevati sia campioni rimaneggiati sia campioni indisturbati, su cui sono state eseguite prove di laboratorio.

Il peso di volume naturale è compreso mediamente fra 17.5 e 19.5 kN/m<sup>3</sup> (vedasi Figura 8).

Dalle analisi granulometriche si ha (vedasi Figura 9):

- percentuale di ghiaia generalmente compresa fra 0 e 5%;
- percentuale di sabbia generalmente compresa fra 0 e 25%;
- percentuale di fine (limo+argilla) generalmente maggiore di 44% con percentuale di limo compresa fra 20 e 64% e percentuale di argilla compresa fra 23 e 70%.

Il contenuto naturale d'acqua è compreso fra 12 e 45% (media 34%) (vedasi Figura 11).

Il limite liquido è compreso fra 27 e 85% (media 55%), il limite plastico tra 19 e 37%, l'indice plastico fra 7 e 52% (media 27%) (vedasi Figura 11 e Figura 12).

Dalle prove penetrometriche statiche CPT1, 2, 3 si osservano valori di resistenza alla punta penetrometrica (qc) compresi tra 1.5 e 2 MPa. In corrispondenza del viadotto Ripalta le prove CPT PEIA33V01, PNIA33V08, PNIA33V06 mostrano valori generalmente più bassi delle altre prove (PUIA33V02, PUIA33V03, PEIA33V04, PEIA33V05, PEIA33V07, PUIA33V012); in generale fino a 7 m di profondità dal p.c. si osservano valori di resistenza alla punta penetrometrica (qc) pari a circa 1.5÷1.7 MPa, poi le prove PEIA33V01, PNIA33V08, PNIA33V06 mostrano valori compresi tra 1÷1.6 MPa mentre nelle altre CPT si osserva un aumento graduale della resistenza qc con la profondità (1.7÷3 MPa).

Nella Figura 23 è mostrato il coefficiente di consolidazione verticale ottenuto dalle prove di laboratorio.

##### Parametri di resistenza:

Dalle analisi di laboratorio eseguite sui campioni prelevati si sono ottenuti i seguenti valori dei parametri di resistenza (vedasi Figura 13, Figura 14, Figura 15, Figura 16):

$c' = 0 \div 25$  kPa coesione drenata

$\varphi' = 17 \div 34.5$  ° angolo di resistenza al taglio

$c_u = 19.5 - 140$  kPa resistenza al taglio in condizioni non drenate

In corrispondenza dei campioni indisturbati sono state eseguite prove di Pocket Penetrometer sulle carote prelevate, che hanno fornito valori di resistenza al taglio non drenata generalmente compresi tra 40 e 150 kPa.

I parametri di resistenza risultanti dalle prove CPT sono in linea con quelli ottenuti dalle prove di laboratorio (vedasi Figura 17, Figura 18)

##### Parametri di deformabilità:

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>78 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 78 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 78 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

I parametri di deformazione sono stati stimati principalmente dai risultati delle indagini sismiche Down-Hole (DHIA33V07, DH-S3) e Cross-Hole CHIA33V14-CHIA33V15 (Figura 19, Figura 20) ed in secondo luogo dall'interpretazione dei risultati delle prove CPT (Figura 21). Per l'unità in esame si stima:

$V_s = 150 \div 250$  m/s      velocità delle onde di taglio  
 $G_o = 45 \div 125$  MPa      modulo di deformazione a taglio iniziale  
 $E_o = 90 \div 400$  MPa      modulo di deformazione elastico iniziale

Questi valori del modulo di deformazione elastico iniziale sono in linea con la stima di  $E_o$  dalle prove CPT.

Inoltre, dalle prove CPT si stimano valori del modulo di deformazione elastico operativo compresi tra 6 e 20 MPa (Figura 22).

#### Caratteristiche di permeabilità:

In corrispondenza dell'unità è disponibile una prova di permeabilità tipo Lefranc, che ha dato un valore di permeabilità di  $2.74E-07$  m/s. Dalle prove di dissipazione (prove CPTU PUIA33V03, PUIA33V12) si sono ottenuti valori di permeabilità compresi tra  $2E-8$  e  $4E-10$  m/s (quindi il deposito è caratterizzato da permeabilità bassa) (Figura 77).

### **5.5 DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI – UNITÀ 5S E UNITÀ 5GS**

Intercalati al deposito alluvionale coesivo, si rinvengono strati/lenti alluvionali sabbiose fini (**Unità 5S**) e talvolta, ma in subordinate, ghiaioso sabbiose (**Unità 5GS**).

Nella facies sabbiosa (Unità 5S) sono state eseguite prove SPT che hanno dato valori compresi fra 3 e 22 colpi/30 cm, ad indicare basso addensamento del materiale; non si hanno prove sull'unità più grossolana.

La densità relativa stimata dalle prove SPT è compresa fra 20 e 45% (vedasi Figura 24).

Nell'unità 5S sono stati prelevati alcuni campioni rimaneggiati ed indisturbati (dove la maggior frazione fine ha permesso il campionamento), su cui sono state eseguite prove di laboratorio.

Il peso di volume naturale è compreso fra  $19.3$  e  $20$  kN/m<sup>3</sup>.

Dalle analisi granulometriche sull'unità coesiva 5S si ha:

- percentuale di ghiaia compresa fra 0 e 2%;
- percentuale di sabbia compresa fra 40 e 86%;
- percentuale di fine (limo+argilla) compresa tra 12% e 60 con percentuale di limo compresa fra 11 e 41% e percentuale di argilla compresa fra 1 e 19%.

Dalle prove penetrometriche statiche CPT eseguite in corrispondenza dell'unità in esame (CPT2, CPT3, PEIA33V08, PUIA33V12, PEIA33V07, PEIA33V06, PEIA33V04, PUIA33V02, PEIA33V01), si osservano valori di  $q_c$  compresi tra 3.5 e 8 MPa.

#### Parametri di resistenza:

In laboratorio sono disponibili i risultati di tre prove di taglio diretto sull'unità 5S che hanno fornito i seguenti valori:

$c' = 0$  kPa      coesione drenata

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE - GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>79 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 79 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 79 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

$\varphi' = 30.5 \div 33.4^\circ$  angolo di resistenza al taglio

Dall'interpretazione dei risultati delle prove SPT sull'unità 5S si stimano valori dell'angolo di resistenza al taglio di  $30 \div 33^\circ$  (Figura 25), coerenti con i valori derivanti dalle prove CPT (tra  $28$  e  $33^\circ$ ) (Figura 26).

Parametri di deformabilità:

Dalle indagini simsiche Down-Hole eseguite in corrispondenza dell'unità 5S (prova DH-S3 tra 9 e 14 e tra 16 e 22 m di profondità da p.c.), si hanno valori di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) comprese fra 260 e 280 m/s (vedasi Figura 27), in linea con i risultati derivanti dall'interpretazione delle prove SPT da cui si ottengono valori delle velocità tra 150 e 250 m/s. Da cui vengono poi individuati i moduli di deformabilità, a taglio iniziale  $G_0$  ed elastico iniziale (a basse deformazioni) (vedasi Figura 28, Figura 29):

$G_0 = 45 \div 170$  MPa modulo di deformazione a taglio iniziale

$E_0 = 110 \div 450$  MPa modulo di deformazione elastico iniziale

Per l'unità 5GS si hanno valori di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) pari a 330 m/s, da cui si stima:

$G_0 = 200$  MPa modulo di deformazione a taglio iniziale

$E_0 = 550$  MPa modulo di deformazione elastico iniziale

Caratteristiche di permeabilità:

In corrispondenza dell'unità sono disponibili prove di permeabilità tipo Lefranc, che hanno dato valori di permeabilità generalmente compresi tra  $9.9E-06$  m/s e  $2E-05$  m/s ad indicare una permeabilità alta per il deposito prettamente sabbioso e media per il deposito sabbioso limoso (Figura 77).

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>80 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 80 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 80 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

### 5.6 DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI – UNITÀ 6AL (ARGILLE LIMOSE E LIMI ARGILLOSI)

Tale unità è stata intercettata nei sondaggi S6, S5, S4, PNIA33V17 e prova penetrometrica CPT4 nei primi 2-7 metri di profondità dal p.c. Si tratta di un deposito coesivo argilloso limoso consistente.

Le prove SPT hanno fornito valori compresi tra 20 e 32 colpi/30 cm (vedasi Figura 30).

In corrispondenza dei terreni in esame sono stati prelevati 2 campioni indisturbati e 1 campione rimaneggiato, su cui sono state eseguite prove di laboratorio.

Dalle analisi granulometriche l'unità è costituita da (vedasi Figura 31):

- percentuale di ghiaia da 1.9 a 13%;
- percentuale di sabbia da 13.6 a 26%;
- percentuale di fine (limo + argilla) da 66 a 84.5%, di cui argilla tra 31 e 53% e limo tra 14 e 34.4%.

Per l'unità il limite liquido è compreso fra 41 e 71%; il limite plastico è tra 21 e 23%; il contenuto naturale d'acqua è tra 19 e 23% (Figura 32). L'indice di plasticità è tra 20 e 48% (Figura 33).

In corrispondenza dell'unità è stata eseguita una prova CPT (CPT4) da cui si ricavano valori di qc compresi tra 3 e 5 MPa.

Il peso di volume naturale derivante da laboratorio è circa 20 kN/m<sup>3</sup>, in linea con quanto stimato da prova CPT (vedasi Figura 36).

#### Parametri di resistenza:

In laboratorio sono disponibili i risultati di una prova a taglio diretto che ha fornito i seguenti valori:

$c' = 28.7$  kPa      coesione drenata

$\varphi' = 20.3^\circ$       angolo di resistenza al taglio

In Figura 37 sono riportati i valori della resistenza al taglio non drenata derivante da prove Pocket Penetrometer e confrontata con i valori derivanti da prove CPT e SPT; da cui si hanno valori compresi tra 100 e 350 kPa.

Nel grafico di Searle il materiale si colloca nella zona delle argille limose debolmente sabbiose e limi argillosi, con valori di angolo di resistenza al taglio compresi tra 23 e 28° (vedasi Figura 34).

#### Parametri di deformabilità:

Per l'unità in esame non si hanno a disposizione indagini sismiche. Pertanto, le caratteristiche di deformazione sono state stimate dalle correlazioni in base alle prove SPT. Da cui si stimano valori del modulo elastico di deformazione iniziale compresi fra 200 e 350 MPa.

Il modulo elastico di deformazione confinato stimato da prove CPT e laboratorio (edometriche) è riportato in Figura 38, da cui si stimano valori compresi tra 10 e 22 MPa.

#### Caratteristiche di permeabilità:

In corrispondenza dell'unità è disponibile una prova di permeabilità da prove edometriche di laboratorio che ha dato un valore di permeabilità bassa, pari a 1.90E-11 m/s (Figura 77)..



|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>81 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 81 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 81 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

### 5.7 CONGLOMERATI DI CAMPOMARINO – UNITÀ 7AL (ARGILLE LIMOSE E LIMI ARGILLOSI)

Si tratta di argille limose e limi argillosi, con locali intercalazioni di sabbie limose. Sono stati intercettati nel primo tratto del tracciato, fino alla progressiva chilometrica 0+500, e nell'ultimo tratto dopo il viadotto Ripalta, dalla progressiva 3+900 fino alla fine del lotto in esame. Le indagini che lo hanno intercettato sono i sondaggi S4, S5, S6, S7, S8 e le prove penetrometriche statiche PEIA33V09, PUIA33V10.

In corrispondenza di questa unità sono disponibili prove SPT che hanno dato valori generalmente compresi fra 16 e 37 colpi/30 cm (Figura 40).

Nell'unità geotecnica in esame sono stati prelevati campioni indisturbati, su cui sono state eseguite prove di laboratorio.

Il peso di volume naturale è compreso mediamente fra 18.6 e 20.1 kN/m<sup>3</sup> (media 19.5 kN/m<sup>3</sup>) (Figura 43).

Dalle analisi granulometriche si ha (Figura 41):

- percentuale di ghiaia generalmente compresa fra 0 e 16% (media 2.5 %);
- percentuale di sabbia generalmente compresa fra 2 e 23% (media 9 %)
- percentuale di fine (limo+argilla) generalmente compresa fra 61 e 98% (media 88 %) con percentuale di limo compresa fra 22 e 56% (media 44 %) e percentuale di argilla compresa fra 23 e 59% (media 44 %).

Il contenuto naturale d'acqua è compreso fra 20 e 34% (media 28 %).

Il limite liquido è compreso fra 45 e 74% (media 59 %), il limite plastico tra 22 e 33% (media 26 %), l'indice plastico fra 21 e 48% (media 33 %) (Figura 44).

#### Parametri di resistenza:

Dalle analisi di laboratorio eseguite sui campioni prelevati si sono ottenuti i seguenti valori dei parametri di resistenza (Figura 46, Figura 47, Figura 48):

$c' = 7 \div 28$  kPa coesione drenata

$\varphi' = 16 \div 25$  ° angolo di resistenza al taglio

Dall'interpretazione delle prove SPT e dalle prove Pocket Penetrometer si stimano valori di resistenza al taglio non drenata compresi tra 75 e 350 kPa (Figura 54, Figura 55).

Nel grafico di Searle il materiale si colloca nella zona delle argille limose debolmente sabbiose e limi argillosi, con valori di angolo di resistenza al taglio compresi tra 23 e 28° (vedasi Figura 49).

#### Parametri di deformabilità:

Dalle indagini sismiche Down-Hole eseguite in corrispondenza dell'unità in esame (prova DH-S7 per profondità minori di 2 m dal p.c, tra 10 e 12 m dal p.c. e per profondità maggiori di 22 m dal p.c.; prova DH-S1 per profondità maggiori di 26 m dal p.c.) si hanno valori di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) comprese fra 300 e 400 m/s (vedasi Figura 51), in linea con i valori stimati dall'interpretazione delle prove SPT da cui si ottengono valori delle velocità tra 100 e 600 m/s. Da cui vengono poi individuati i moduli di deformabilità a taglio iniziale  $G_0$  ed elastico iniziale (a basse deformazioni) (vedasi Figura 52):

$G_0 = 100 \div 320$  MPa modulo di deformazione a taglio iniziale

$E_0 = 200 \div 800$  MPa modulo di deformazione elastico iniziale

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>82 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 82 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 82 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

I valori del modulo operativo stimato da prove SPT sono mediamente compresi fra 10 e 60 MPa (vedasi Figura 53), mentre quelli stimati da prove CPT sono compresi tra 25-27 MPa.

Caratteristiche di permeabilità:

In corrispondenza dell'unità sono disponibili prove di permeabilità tipo Lefranc, che hanno dato valori di permeabilità medio-bassa compresi tra 5.41E-09 e 1.68E-06 m/s (Figura 77).

**5.8 CONGLOMERATI DI CAMPOMARINO – UNITÀ 7S (SABBIA, SABBIA LIMOSA)**

Si tratta di sabbie e sabbie limose. Sono stati intercettati nel primo tratto del tracciato, fino alla progressiva chilometrica 24+700, e nell'ultimo tratto dopo il viadotto Ripalta, dalla progressiva 28+100 fino alla fine del lotto in esame.

Le prove SPT hanno fornito valori tra 32 e 100 colpi/30 cm (Figura 40).

Le prove penetrometriche statiche (CPT1, PEIA33V09, PUIA33V10) mostrato valori di resistenza alla punta (qc) tra 6 e 14 MPa.

Sono disponibili due campioni su cui sono state eseguite prove di laboratorio.

Il peso di volume naturale è 20.5 kN/m<sup>3</sup> (Figura 43)..

Dalle analisi granulometriche si ha (Figura 42):

- percentuale di ghiaia: 1%
- percentuale di sabbia generalmente compresa fra 88 e 89%;
- percentuale di fine (limo+argilla) generalmente compresa fra 10 e 11% con percentuale di limo del 10% e percentuale di argilla compresa fra 0 e 1%.

Parametri di resistenza:

Dall'interpretazione delle prove SPT si stimano valori dell'angolo di resistenza al taglio tra 33 e 37° (Figura 57).

In laboratorio sono disponibili i risultati di una prova a taglio diretto (sondaggio S2) che ha fornito i seguenti valori Figura 61:

- c' = 0 kPa            coesione drenata
- φ' = 33°            angolo di resistenza al taglio

Parametri di defomazione:

Dalle indagini sismiche eseguite in corrispondenza dell'unità in esame (prova CH-V01 e prova DH-S7 per profondità tra 13 e 22 m) si hanno valori di velocità delle onde di taglio (Vs) comprese fra 200 e 500 m/s, maggiori di quelli che si ottengono dall'interpretazione dei risultati delle prove SPT (200÷350 m/s) (vedasi Figura 58). Da cui si stimano (vedasi Figura 59, Figura 60):

- Go = 80÷240MPa            modulo di deformazione a taglio iniziale
- Eo = 200÷600 MPa            modulo di deformazione elastico iniziale

Caratteristiche di permeabilità:

|  | <p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p>GE – GEOTECNICA</p> <p>RELAZIONE GEOTECNICA</p>                               | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>83 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 83 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 83 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

In corrispondenza dell'unità sono disponibili prove di permeabilità tipo Lefranc, che hanno dato valori di permeabilità compresi tra  $6.90E-09$  e  $6.10E-06$  m/s (Figura 77).

### 5.9 CONGLOMERATI DI CAMPOMARINO – UNITÀ 7GS (GHIAIA SABBIOSA)

Si tratta di conglomerati poligenici ed eterometrici, ad elementi prevalentemente arenacei e calcareo-marnosi da sub-angolosi ad arrotondati, con matrice sabbiosa e sabbioso-limosa da scarsa ad abbondante. Sono stati intercettati nel primo tratto del tracciato fino alla progressiva 0+500, con spessori di 4-7 m, in corrispondenza del viadotto Ripalta dal km 3+050 circa, con spessore crescente da 13 a 35 m.

Le prove CPT sono andate a rifiuto appena intercettata l'unità.

Le prove SPT hanno fornito valori tra 43 e 100 colpi/30 cm (Figura 40)..

#### Parametri di resistenza:

I valori dei parametri di resistenza sono stimati dall'interpretazione delle prove SPT, da cui si stimano valori dell'angolo di resistenza al taglio compresi tra  $37$  e  $40^\circ$  (Figura 57).

#### Parametri di defomazione:

Dalle indagini sismiche eseguite in corrispondenza dell'unità in esame (prova DH-S1 per profondità tra 4 e 17 m, prova CH-V01 per profondità tra 10 e 35 m e prova DH-S7 per profondità tra 3 e 10 m) si hanno valori di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) comprese fra 250 e 500 m/s, maggiori di quelli che si ottengono dall'interpretazione dei risultati delle prove SPT ( $200\div 400$  m/s) (vedasi Figura 59, Figura 60). Da cui si stimano:

$G_0 = 120\div 300$  MPa      modulo di deformazione a taglio iniziale

$E_0 = 300\div 800$  MPa      modulo di deformazione elastico iniziale

#### Caratteristiche di permeabilità:

In corrispondenza dell'unità sono disponibili prove di permeabilità tipo Lefranc, che hanno fornito valori di permeabilità compresi tra  $6.15E-8$  m/s e  $2.97E-5$  m/s (Figura 77).

### 5.10 SABBIE DI SERRACAPRIOLA – UNITÀ 8

Si tratta di sabbie medio-fini di colore giallastro e rossastro, prevalentemente quarzose e a grado di cementazione variabile (**Unità 8S**): Talvolta sono presenti lenti di conglomerati grossolani ad elementi prevalentemente arenacei e calcareo-marnosi, da poco a discretamente cementati (**Unità 8GS**).

L'unità in esame è presente dalla progressiva 0+500 fino alla progressiva 3+000, in particolare il sondaggio DHIA30P01 intercetta l'unità S tra 17 e 21 m dal p.c., mentre il sondaggio CHIA33V15-CHIA33V14 intercetta l'unità GS tra 48 e 53 m dal p.c.

Nell'unità 8S sono state eseguite prove SPT che hanno dato valori compresi fra 23 e 27 colpi/30 cm, mentre nell'unità 8GS si ha un solo valore, a rifiuto (vedasi Figura 62).

La densità relativa stimata dalle prove SPT è maggiore del 50% (vedasi Figura 63).

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>84 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 84 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 84 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

#### Parametri di resistenza:

I valori dei parametri di resistenza sono stimati dall'interpretazione delle prove SPT, da cui si stimano valori dell'angolo di resistenza al taglio pari a 34° per l'unità 8S e valori pari a 38° per l'unità 8GS (Figura 64).

#### Parametri di deformazione:

Dalle indagini sismiche eseguite in corrispondenza dell'unità 8GS (prova Cross-Hole CHIA33V15-CHIA33V14 tra 48 e 50 m da p.c.), si hanno valori di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) pari a 290 m/s (vedasi Figura 65).

Per l'unità 8S si stimano i seguenti parametri di deformazione (vedasi Figura 66):

$V_s = 220\div 230$  m/s velocità delle onde di taglio

$E_o = 240\div 270$  MPa modulo di deformazione elastico iniziale

Per l'unità 8GS:

$V_s = 290\div 400$  m/s velocità delle onde di taglio

$E_o = 400\div 800$  MPa modulo di deformazione elastico iniziale

#### Caratteristiche di permeabilità:

In corrispondenza dell'unità 8GS è disponibile una prova di permeabilità tipo Lefranc (CHIA33V15), che ha fornito un valore di permeabilità di  $3.73E-5$  m/s (Figura 77).

### **5.11 ARGILLE SUBAPPENNINICHE – UNITÀ 9AL**

Si tratta di argille limose e limi argillosi di colore grigio e grigio-azzurro con frequenti intercalazioni di argille marnose, limi sabbiosi e talvolta di sabbie fini di colore grigio e giallastro. Tale unità è presente lungo tutto il tracciato in esame sotto le unità 8 e 7. E' stata intercettata nelle indagini S2, DHIA30P01, CHIA33V15, PNIA33V08, PNIA33V05, CHIA33V01.

In corrispondenza di questa unità sono disponibili prove SPT che hanno dato valori compresi fra 15 e 33 colpi/30 cm (vedasi Figura 67).

Nell'unità geotecnica in esame sono stati prelevati campioni indisturbati, su cui sono state eseguite prove di laboratorio.

Il peso di volume naturale è pari a circa  $20$  kN/m<sup>3</sup> (Figura 68).

Dalle analisi granulometriche si ha (Figura 69):

- percentuale di ghiaia generalmente compresa fra 0 e 2%;
- percentuale di sabbia generalmente compresa fra 1 e 16%;
- percentuale di fine (limo+argilla) maggiore dell'80% con percentuale di limo compresa fra 52 e 60% e percentuale di argilla compresa fra 24 e 43%.

Il contenuto naturale d'acqua è compreso fra 21.5 e 27.5%.

Il limite liquido è compreso fra 36.5 e 52% (media 41%), il limite plastico tra 21 e 24.5% (media 23%), l'indice plastico fra 12 e 31%. (media 27%) (Figura 70).

#### Parametri di resistenza:

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE - GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>85 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 85 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 85 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

Dalle analisi di laboratorio eseguite sui campioni prelevati si sono ottenuti i seguenti valori dei parametri di resistenza (Figura 73):

$c' = 9\div 15$  kPa coesione drenata

$\varphi' = 24\div 31^\circ$  angolo di resistenza al taglio

Dalla correlazione di Jamiolkowskj et al. 1979 con un indice plastico medio di 27% si stima un angolo di resistenza al taglio di  $27^\circ$  (Figura 74).

La prova triassiale del tipo UU ha fornito un valore di resistenza al taglio non drenata pari a 227 kPa, in linea con i valori derivanti dalle prove Pocket Penetrometer, che hanno dato valori compresi tra 75 e 250 kPa (Figura 72).

#### Parametri di deformazione:

Dalle indagini sismiche eseguite in corrispondenza dell'unità in esame (prova CH-01 per profondità maggiori di 39 m dal p.c., prova DH07 per profondità maggiori di 40 m dal p.c.) si hanno valori di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) pari a 380 m/s, da cui si stimano Figura 75:

$G_0 = 280$  MPa modulo di deformazione a taglio iniziale

$E_0 = 730$  MPa modulo di deformazione elastico iniziale

Le correlazioni empiriche forniscono valori del modulo elastico iniziale  $E_0$  molto minori (100÷300 MPa) (vedasi Figura 76).

#### Caratteristiche di permeabilità:

Non vi sono prove di permeabilità disponibili sull'unità in esame; sulla base della bibliografia si stima una permeabilità bassa, indicativamente inferiore a  $10E-8$  m/s (Figura 77).

|  |  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
| <b>GE - GEOTECNICA</b><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                            | <table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>86 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 86 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 86 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

### 5.12 SINTESI PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Nel seguito si riassumono i parametri geotecnici di progetto per le varie unità geotecniche.

#### Depositi alluvionali recenti - Unità 5AL (Argille limose e limi argillosi)

|  |  |
|--|--|
| $\gamma = 18.5 \div 19.5 \text{ kN/m}^3$ | peso di volume naturale                        |
| $c' = 0 \div 15 \text{ kPa}$             | coesione drenata                               |
| $\varphi' = 23 \div 25^\circ$            | angolo di resistenza al taglio                 |
| $c_u = 40 \div 150 \text{ kPa}$          | resistenza al taglio in condizioni non drenate |
| $V_s = 150 \div 250 \text{ m/s}$         | velocità delle onde di taglio                  |
| $G_o = 45 \div 125 \text{ MPa}$          | modulo di deformazione a taglio iniziale       |
| $E_o = 90 \div 400 \text{ MPa}$          | modulo di deformazione elastico iniziale       |

#### Depositi alluvionali recenti - Unità 5GS (Ghiaia sabbiosa)

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| $\gamma = 19 \div 20 \text{ kN/m}^3$ | peso di volume naturale                  |
| $c' = 0 \text{ kPa}$                 | coesione drenata                         |
| $\varphi' = 33 \div 35^\circ$        | angolo di resistenza al taglio           |
| $V_s = 330 \text{ m/s}$              | velocità delle onde di taglio            |
| $G_o = 200 \text{ MPa}$              | modulo di deformazione a taglio iniziale |
| $E_o = 550 \text{ MPa}$              | modulo di deformazione elastico iniziale |

#### Depositi alluvionali recenti - Unità 5S (Sabbia, sabbia limosa)

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| $\gamma = 19 \div 20 \text{ kN/m}^3$ | peso di volume naturale                  |
| $c' = 0 \text{ kPa}$                 | coesione drenata                         |
| $\varphi' = 28 \div 33^\circ$        | angolo di resistenza al taglio           |
| $V_s = 150 \div 300 \text{ m/s}$     | velocità delle onde di taglio            |
| $G_o = 50 \div 170 \text{ MPa}$      | modulo di deformazione a taglio iniziale |
| $E_o = 110 \div 450 \text{ MPa}$     | modulo di deformazione elastico iniziale |

#### Depositi alluvionali terrazzati - Unità 6AL (Argille limose e limi argillosi)

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$     | peso di volume naturale                        |
| $c' = 5 \div 20 \text{ kPa}$     | coesione drenata                               |
| $\varphi' = 23 \div 26^\circ$    | angolo di resistenza al taglio                 |
| $c_u = 100 \div 350 \text{ kPa}$ | resistenza al taglio in condizioni non drenate |
| $E_o = 200 \div 350 \text{ MPa}$ | modulo di deformazione elastico iniziale       |

#### Conglomerati di Campomarino - Unità 7AL (Argille limose e limi argillosi)

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| $\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$  | peso di volume naturale                        |
| $c' = 5 \div 15 \text{ kPa}$    | coesione drenata                               |
| $\varphi' = 24 \div 26^\circ$   | angolo di resistenza al taglio                 |
| $c_u = 75 \div 350 \text{ kPa}$ | resistenza al taglio in condizioni non drenate |

|  |  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
|  | <p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
| <p><b>GE - GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>87 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 87 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 87 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

$V_s = 300\div 400$  m/s      velocità delle onde di taglio  
 $G_o = 100\div 320$  MPa      modulo di deformazione a taglio iniziale  
 $E_o = 200\div 800$  MPa      modulo di deformazione elastico iniziale

**Conglomerati di Campomarino - Unità 7S (Sabbia, sabbia limosa)**

$\gamma = 20.5$  kN/m<sup>3</sup>      peso di volume naturale  
 $c' = 0$  kPa      coesione drenata  
 $\varphi' = 33\div 37$  °      angolo di resistenza al taglio  
 $V_s = 200\div 350$  m/s      velocità delle onde di taglio;  
 $G_o = 80\div 240$  MPa      modulo di deformazione a taglio iniziale  
 $E_o = 200\div 600$  MPa      modulo di deformazione elastico iniziale

**Conglomerati di Campomarino - Unità 7GS (Ghiaia sabbiosa)**

$\gamma = 20.5$  kN/m<sup>3</sup>      peso di volume naturale  
 $c' = 0$  kPa      coesione drenata  
 $\varphi' = 37\div 40$  °      angolo di resistenza al taglio  
 $V_s = 250\div 400$  m/s      velocità delle onde di taglio;  
 $G_o = 120\div 300$  MPa      modulo di deformazione a taglio iniziale  
 $E_o = 300\div 800$  MPa      modulo di deformazione elastico iniziale

**Sabbie di Serracapriola – Unità 8S (Sabbia, sabbia limosa)**

$\gamma = 19\div 20$  kN/m<sup>3</sup>      peso di volume naturale  
 $c' = 0$  kPa      coesione drenata  
 $\varphi' = 34$  °      angolo di resistenza al taglio  
 $V_s = 220\div 230$  m/s      velocità delle onde di taglio;  
 $E_o = 240\div 270$  MPa      modulo di deformazione elastico iniziale

**Sabbie di Serracapriola – Unità 8GS (Ghiaia con sabbiosa)**

$\gamma = 19\div 20$  kN/m<sup>3</sup>      peso di volume naturale  
 $c' = 0$  kPa      coesione drenata  
 $\varphi' = 38$  °      angolo di resistenza al taglio  
 $V_s = 290\div 400$  m/s      velocità delle onde di taglio;  
 $E_o = 400\div 800$  MPa      modulo di deformazione elastico iniziale

**Argille subappenniniche – Unità 9AL (Argille limose e limi argillosi)**

$\gamma = 20$  kN/m<sup>3</sup>      peso di volume naturale  
 $c' = 5\div 15$  kPa      coesione drenata  
 $\varphi' = 24\div 27$  °      angolo di resistenza al taglio  
 $c_u = 75\div 250$  kPa      resistenza al taglio in condizioni non drenate  
 $V_s = 380$  m/s      velocità delle onde di taglio;

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>88 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 88 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 88 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

$G_0 = 280 \text{ MPa}$                       modulo di deformazione a taglio iniziale

$E_0 = 300\div 730 \text{ MPa}$                 modulo di deformazione elastico iniziale

I moduli di deformabilità “operativi” ( $E'$ ) da adottare per le opere di sostegno e per le fondazioni, saranno assunti pari a 1/5 di quello iniziale ( $E_0$ ).

Nel caso di valutazione di cedimenti di rilevati, i moduli elastici “operativi” saranno assunti pari a 1/10 di quello iniziale.

I valori delle proprietà geotecniche indicate sono da intendersi come range di valori guida per la progettazione; resta inteso che nelle analisi geotecniche di dettaglio delle varie opere andranno calibrati sulla base delle condizioni geotecniche locali, delle specifiche situazioni locali, oltre che rapportati alla tipologia di opere (fondazioni pali o opere di sostegno), alle ipotesi di calcolo assunte.



|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |           |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|-----------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>89 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 89 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |           |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 89 DI 245               |      |        |      |    |                   |   |           |

Figura 6 – Valori di  $N_{SPT}$  – Unità 5AL e 5S.

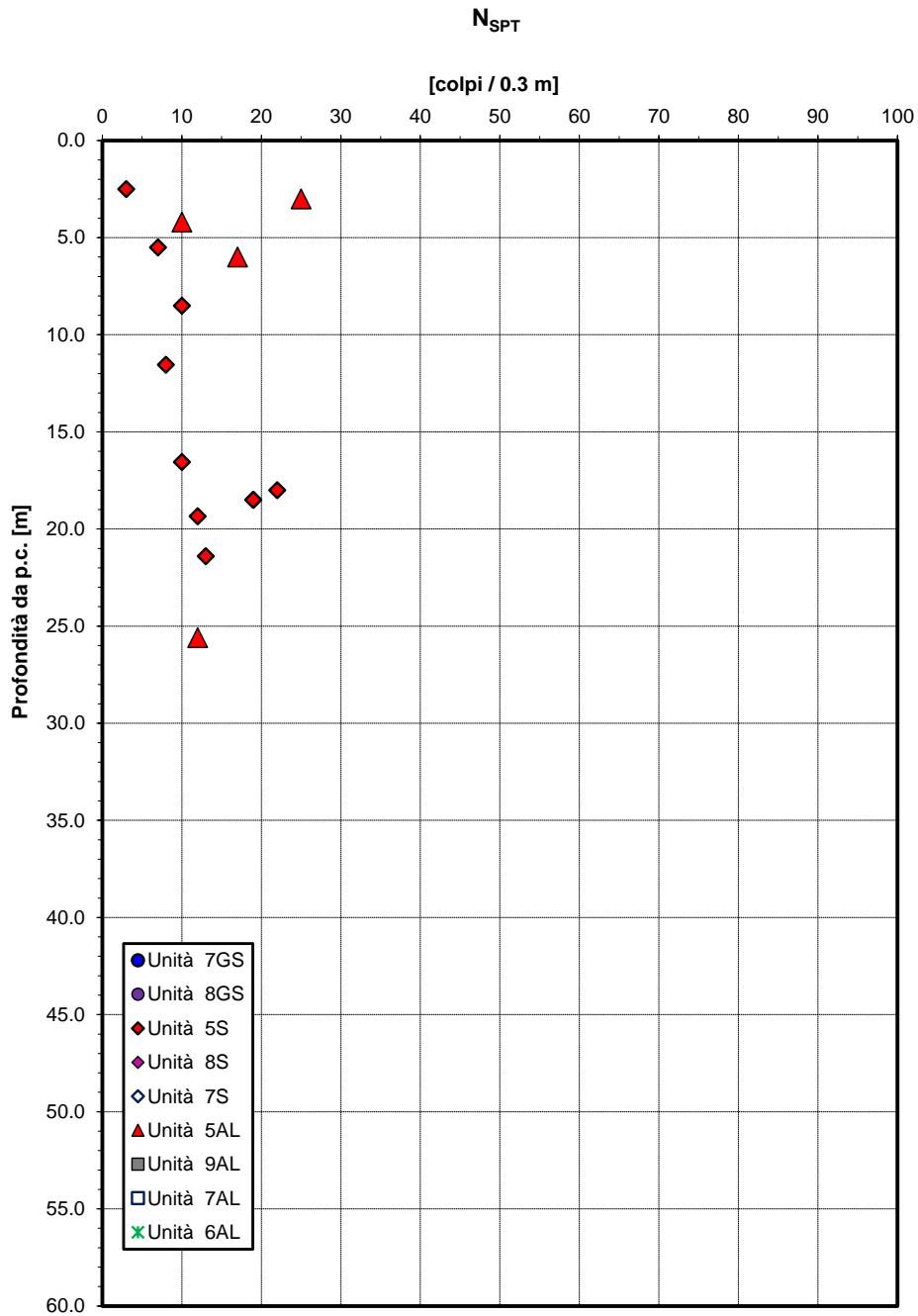


Figura 7 – Valori di  $N_{SPT}$  – Unità 5AL e 5S

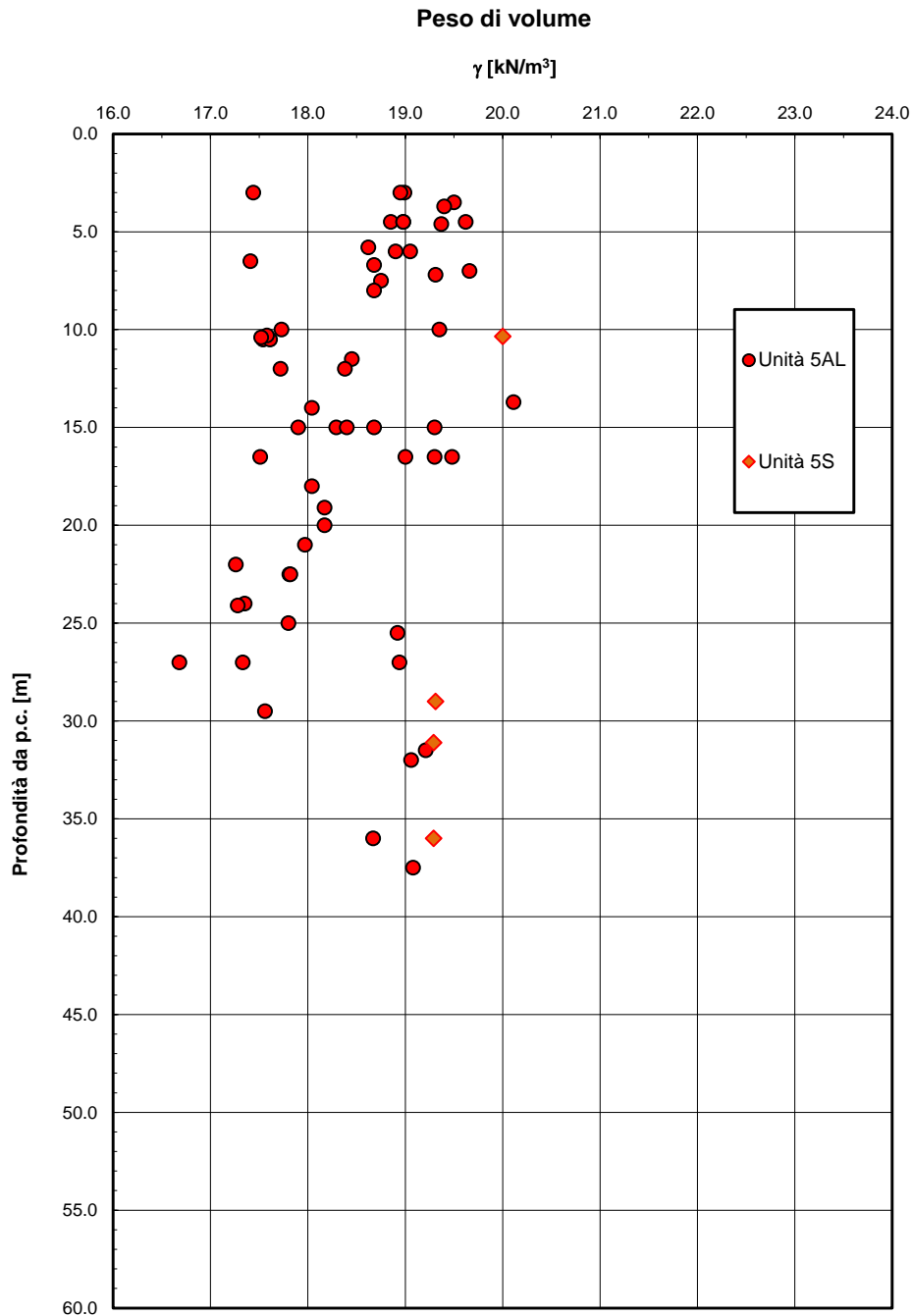


Figura 8 – Peso di volume naturale – Unità 5AL e 5S

**Granulometria unità 5AL**

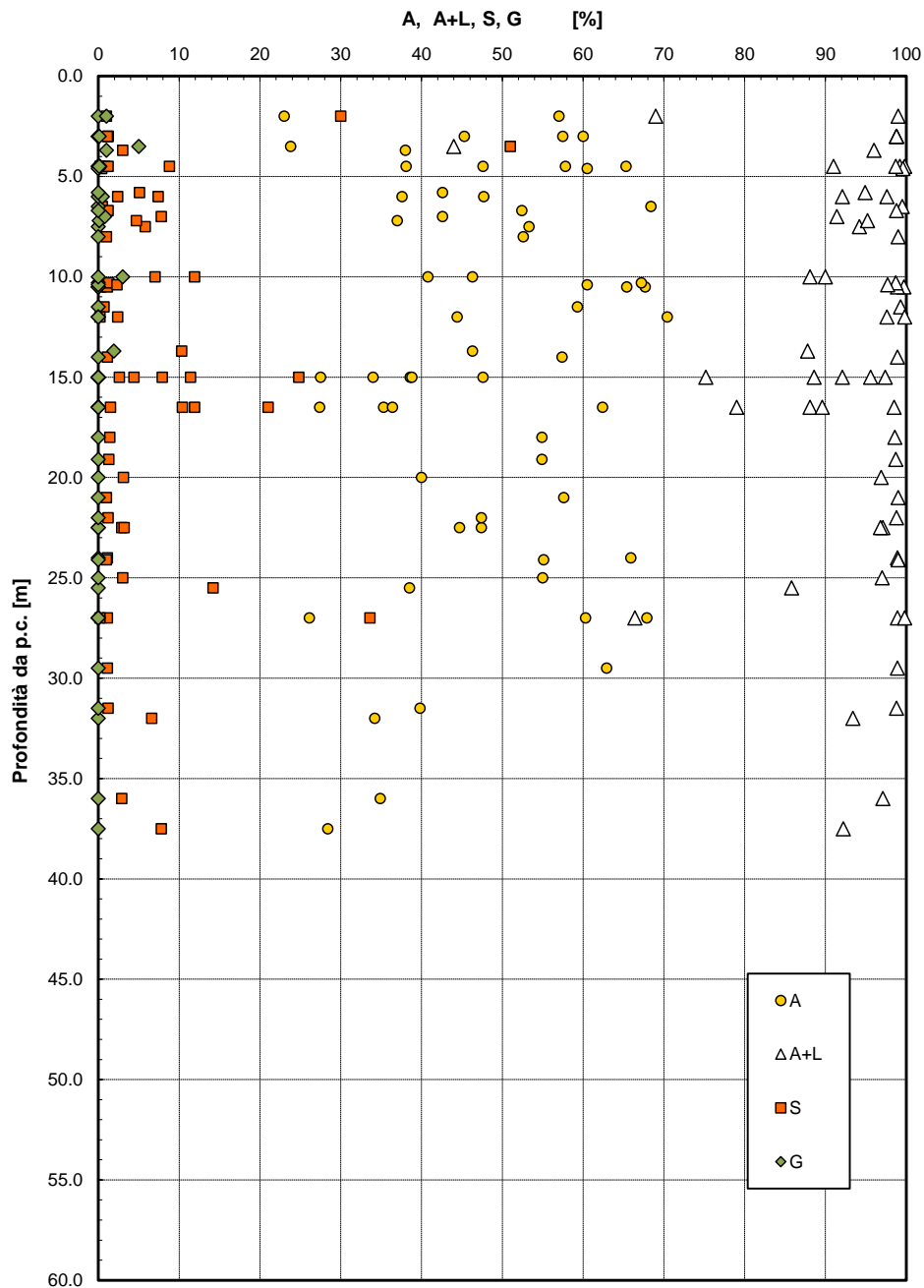


Figura 9 – Analisi granulometrica – Unità 5AL

**Granulometria unità 5S**

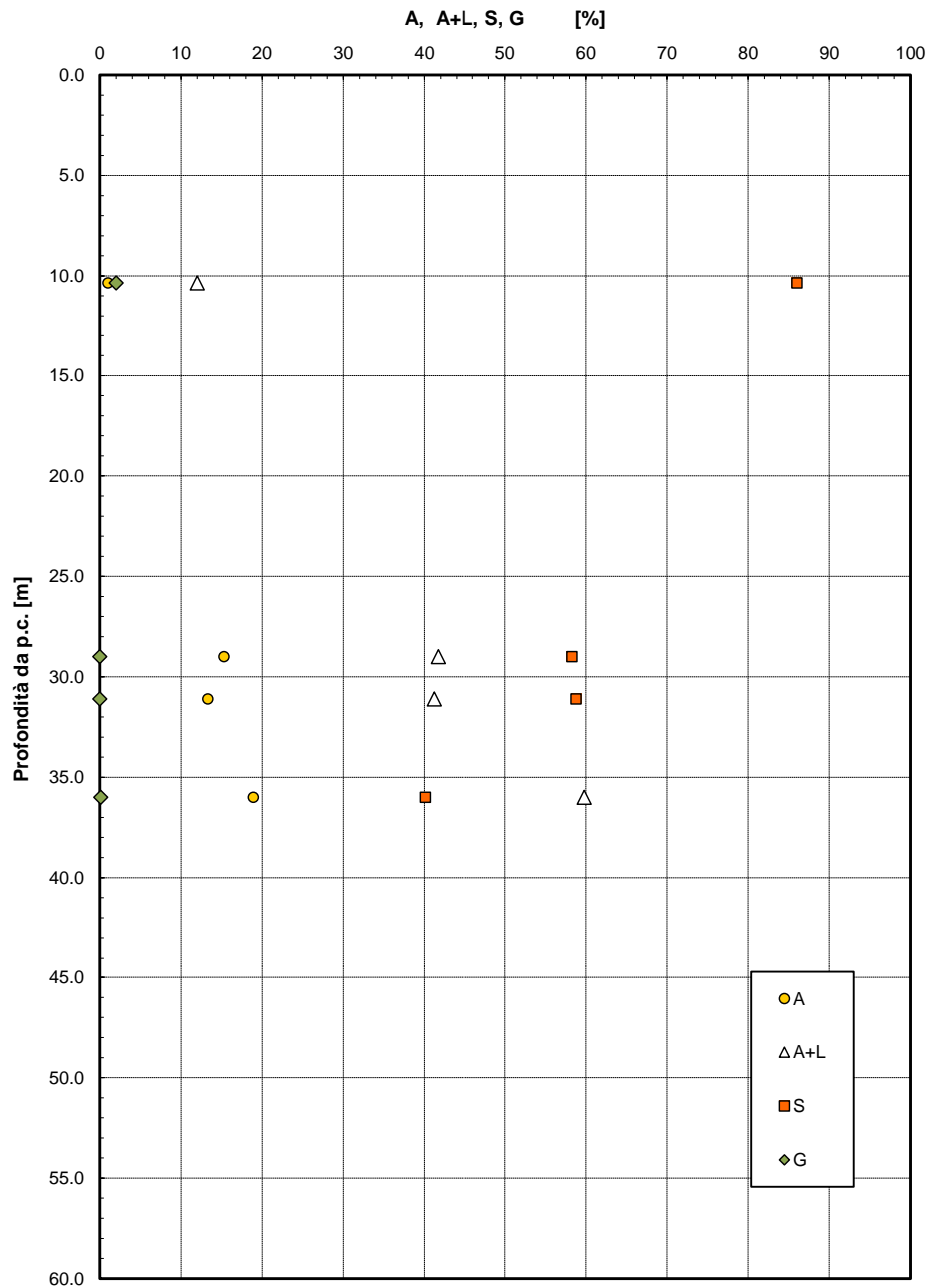


Figura 10 – Analisi granulometrica – Unità 5S

*Limiti di Atterberg e contenuto naturale d'acqua*

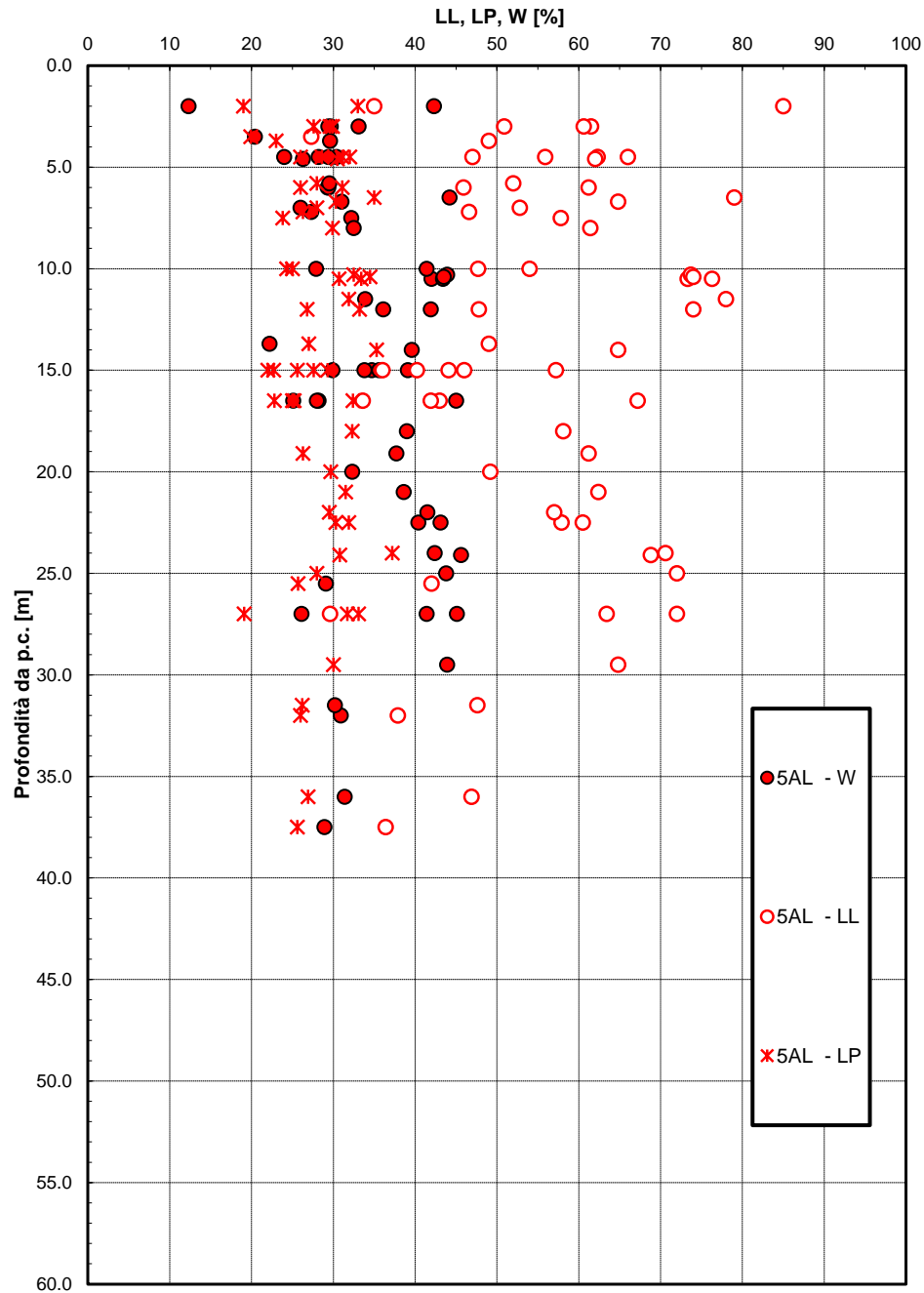


Figura 11 – Limiti di Atterberg – Unità 5AL

Carta di Plasticità di Casagrande

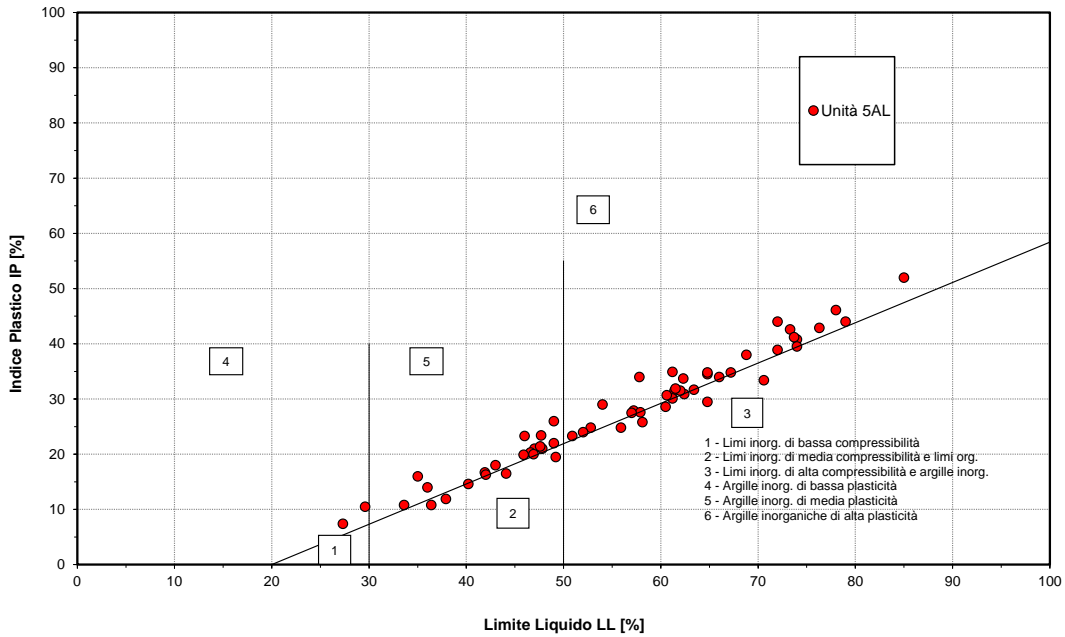


Figura 12 – Carta di plasticità di Casagrande – Unità 5AL

Andamento della coesione e dell'angolo di resistenza al taglio

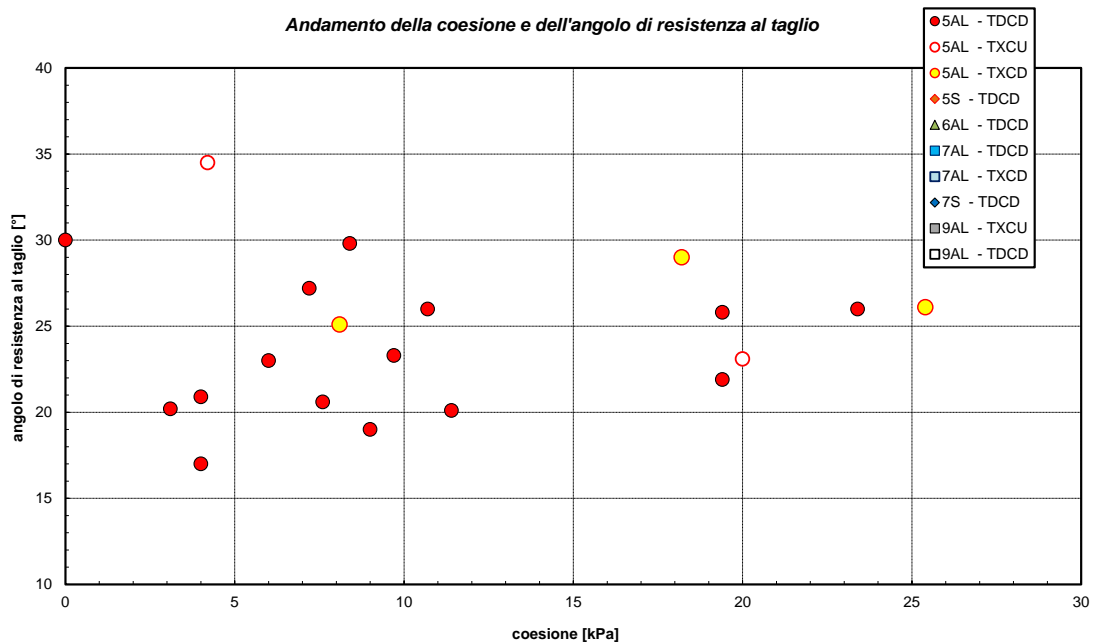


Figura 13 – Angolo di resistenza al taglio e coesione drenata– Unità 5AL

Andamento della coesione con la profondità

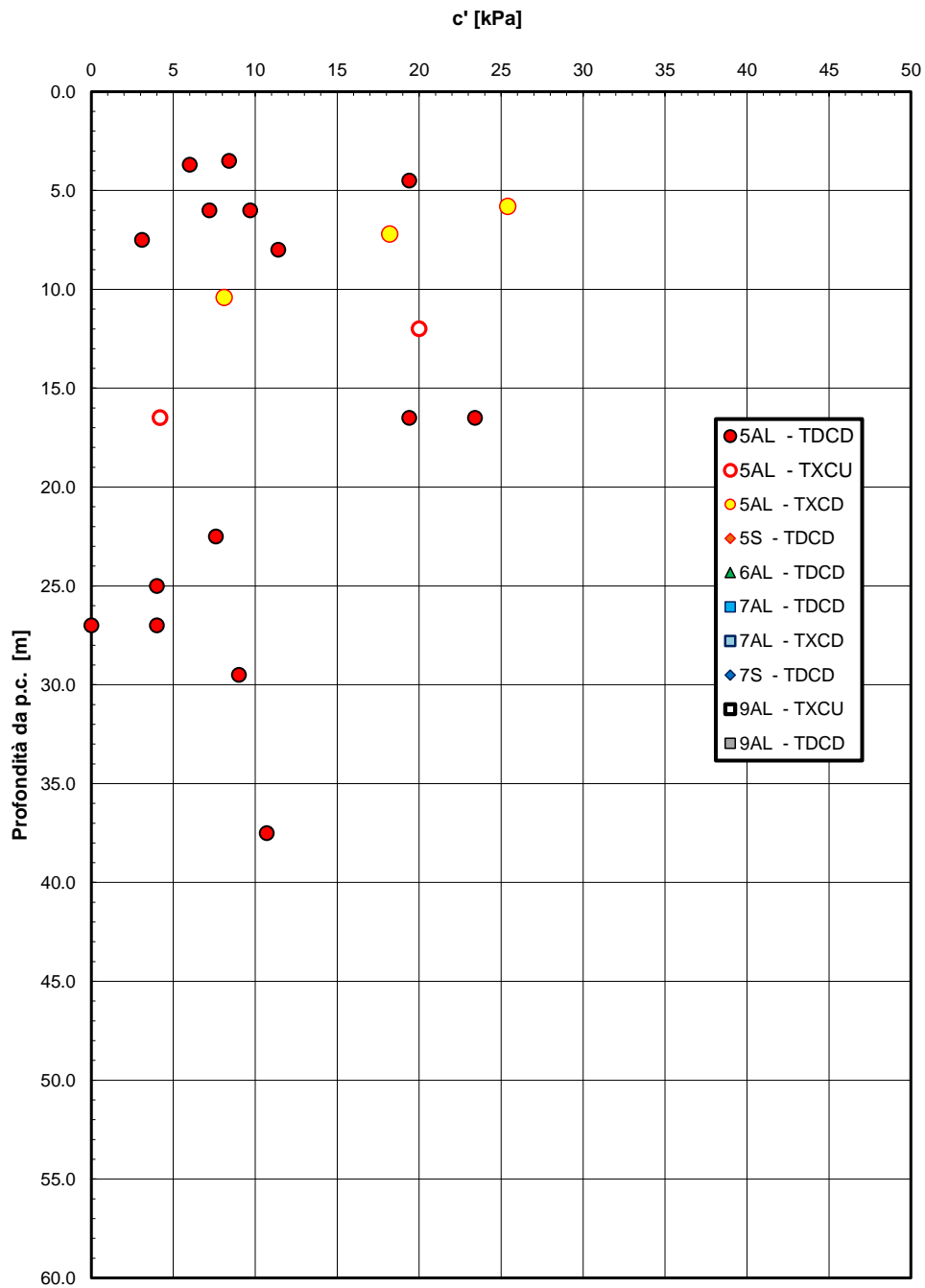


Figura 14 – Andamento della coesione con la profondità – Unità 5AL



Andamento della resistenza al taglio con la profondità

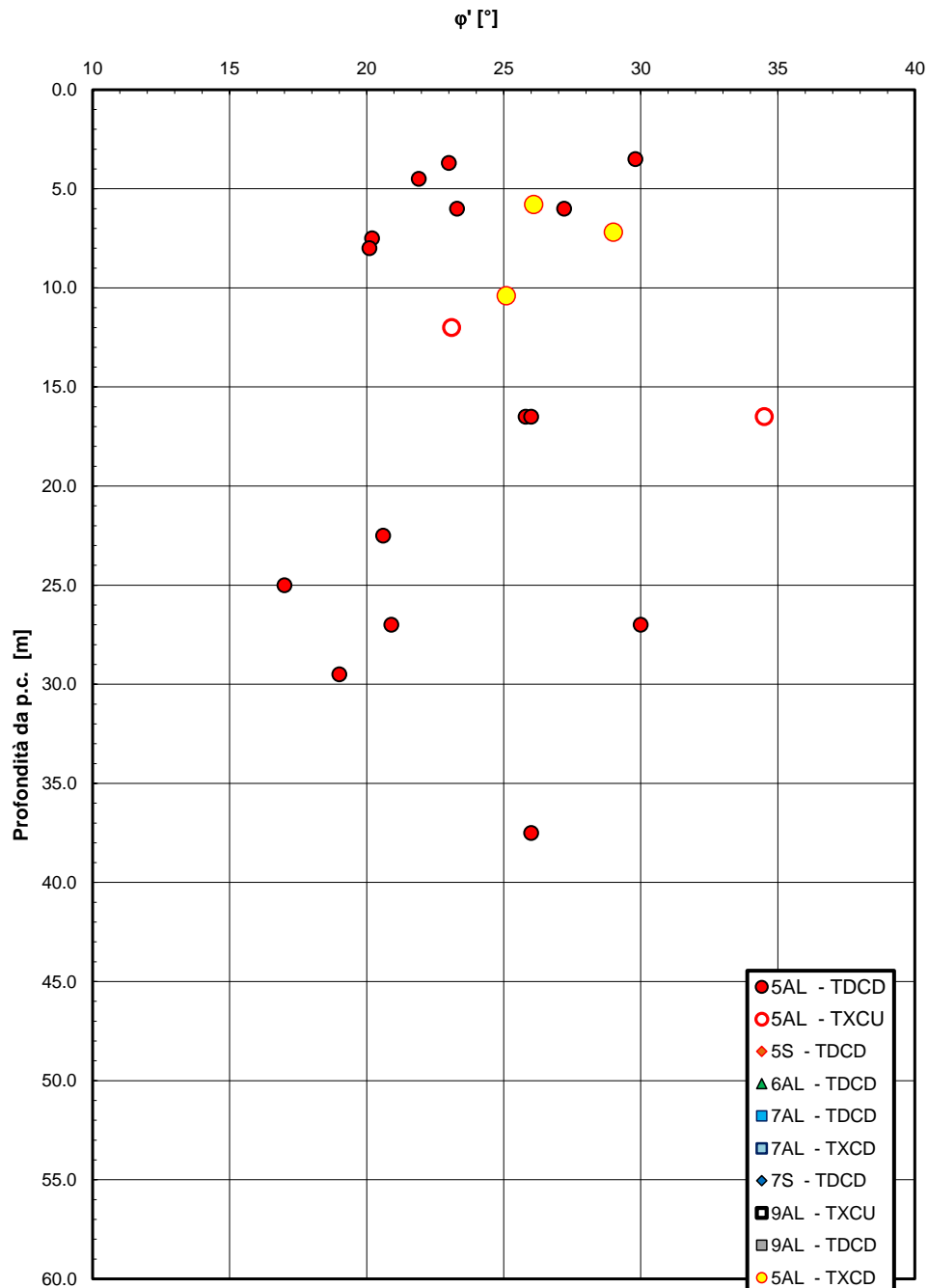


Figura 15 – Andamento della resistenza al taglio con la profondità – Unità 5AL

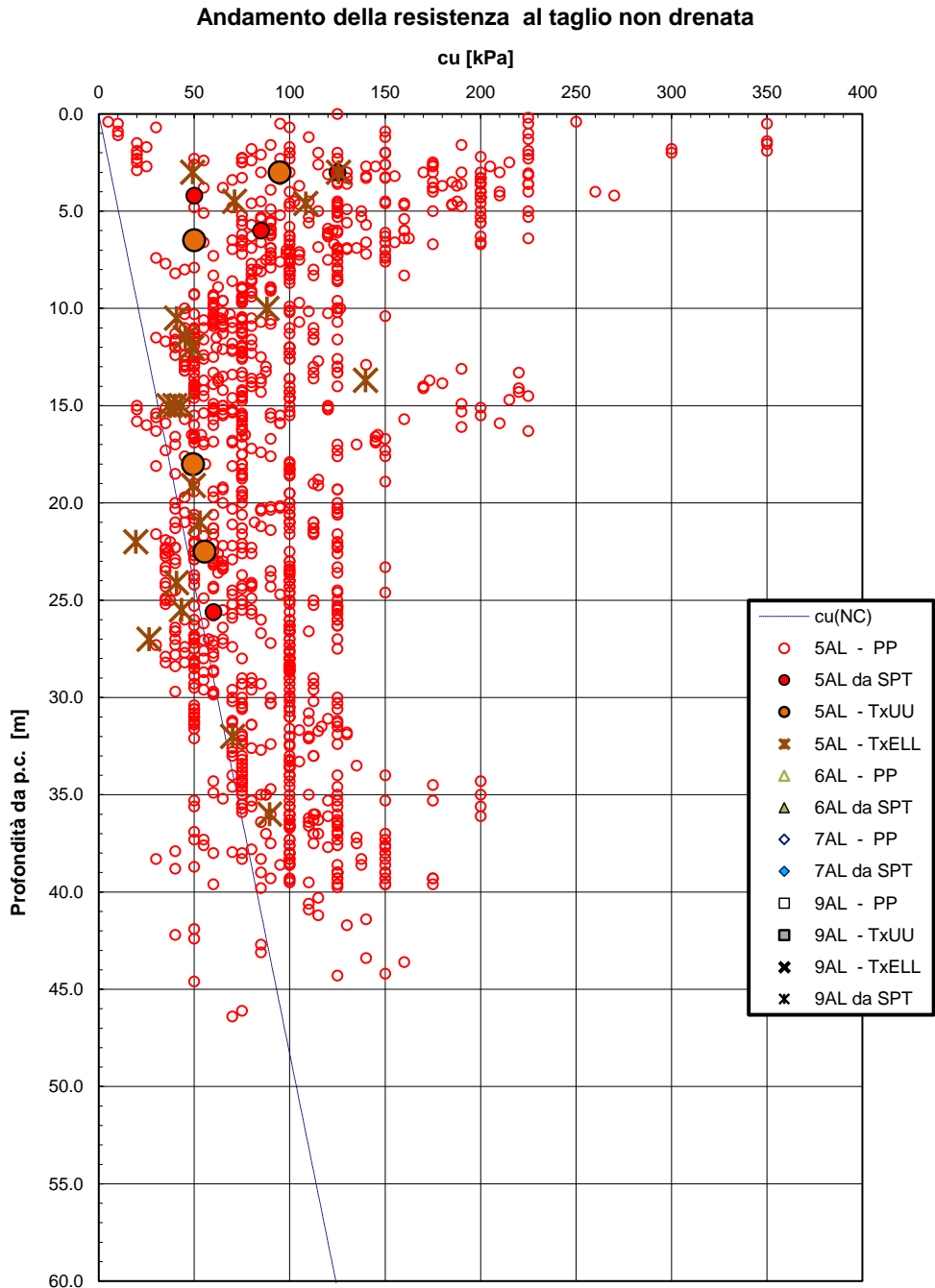


Figura 16 – Resistenza al taglio non drenata (laboratorio+PP+SPT)– Unità 5AL

Resistenza al taglio non drenata

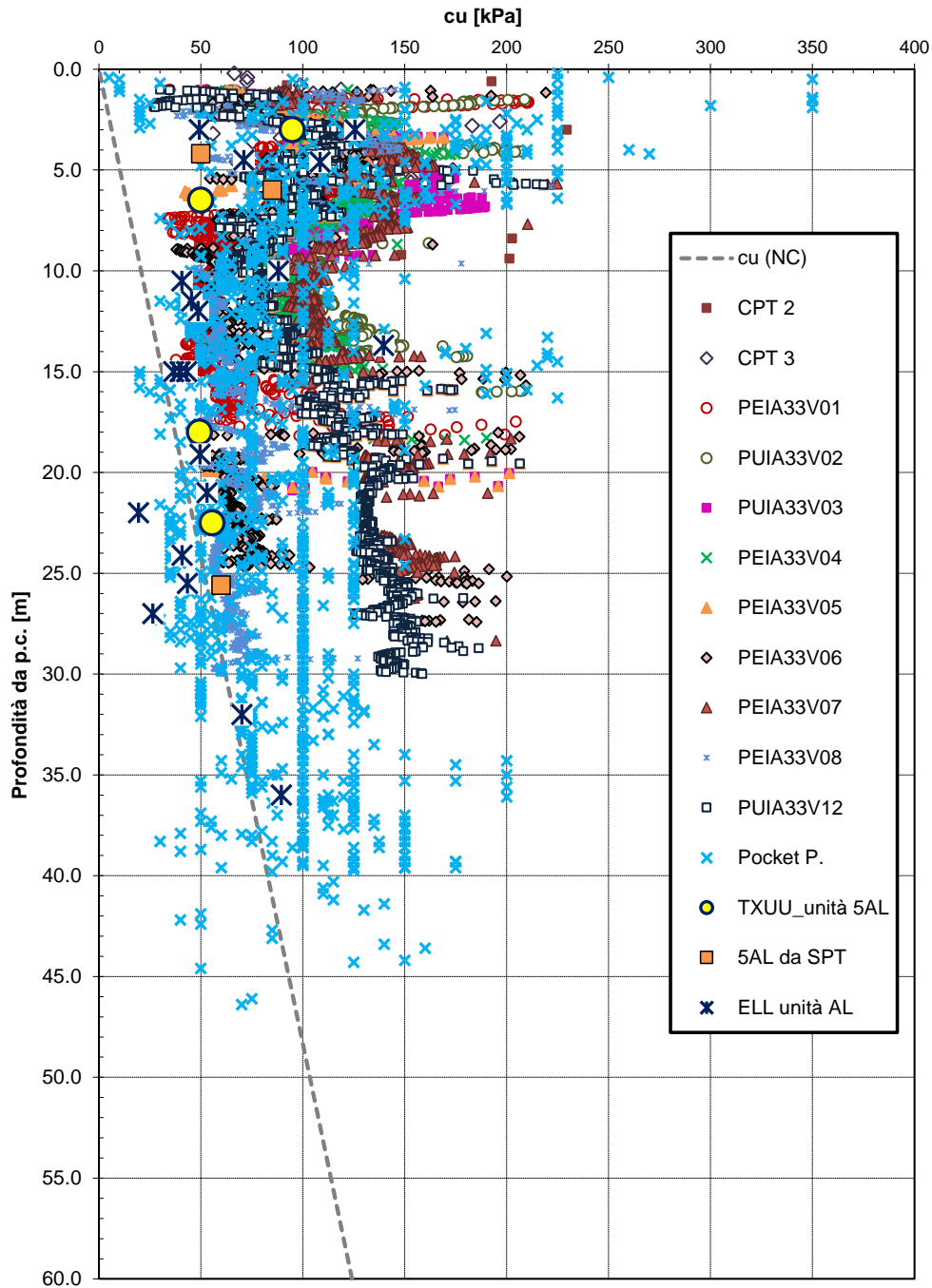


Figura 17 – Resistenza al taglio non drenata da prove CPT+laboratorio+SPT – Unità 5AL

Coesione drenata (coesivi)

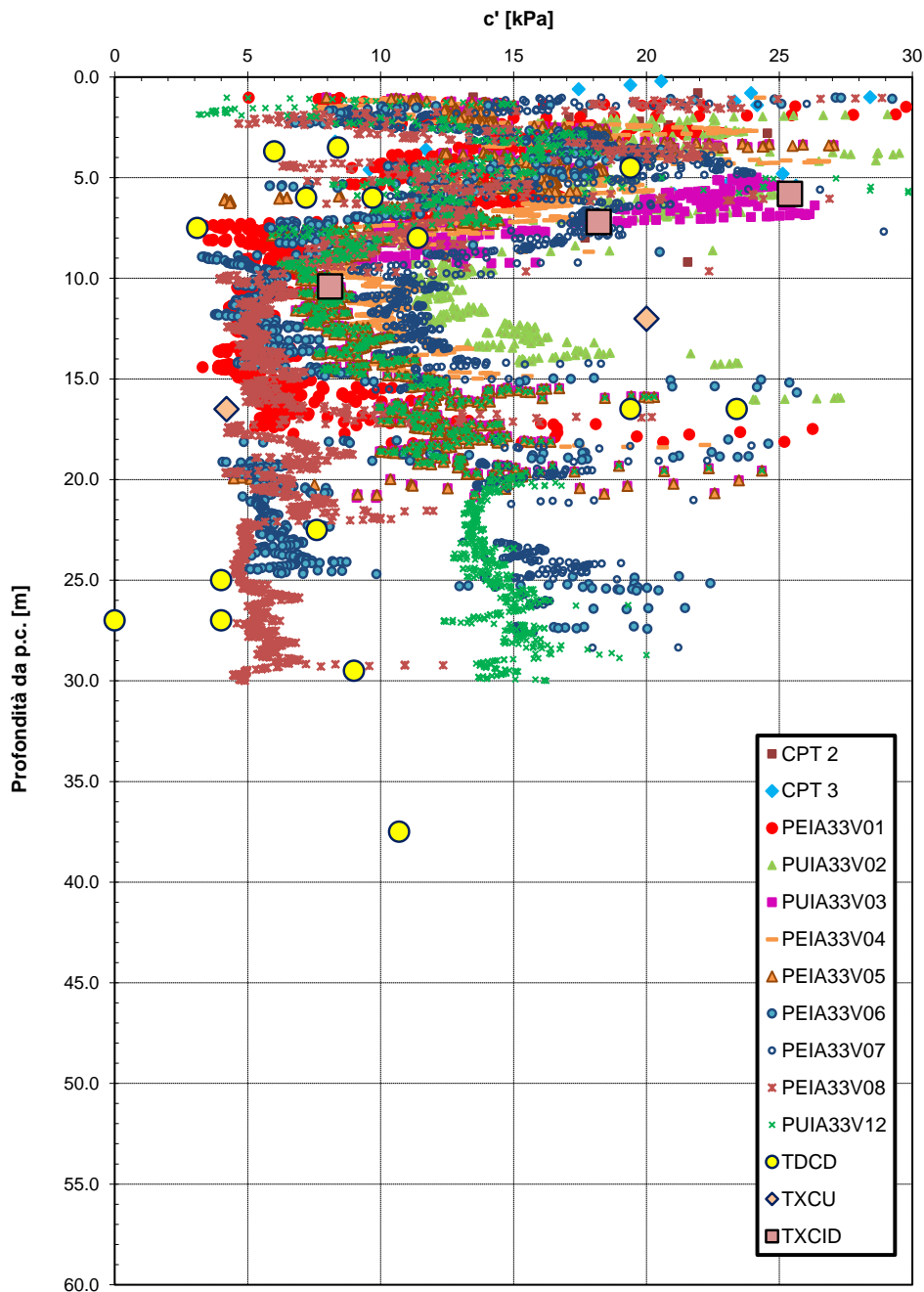


Figura 18 – Andamento della coesione drenata con la profondità da CPT e laboratorio – Unità 5AL

Velocità delle onde di taglio da prove SPT e sismiche

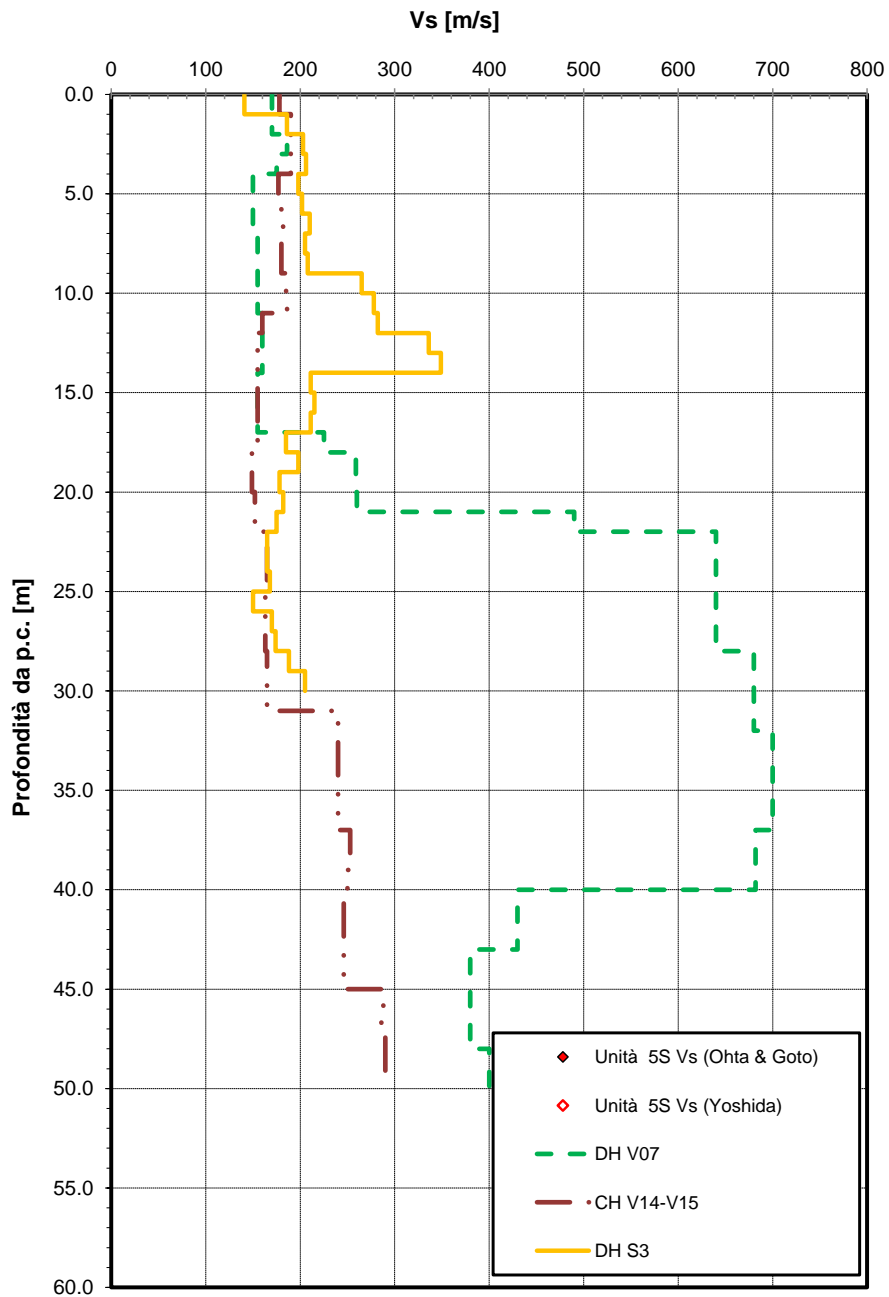


Figura 19 – Velocità delle onde di taglio da prove SPT e sismiche – Unità 5AL

Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT e sismiche

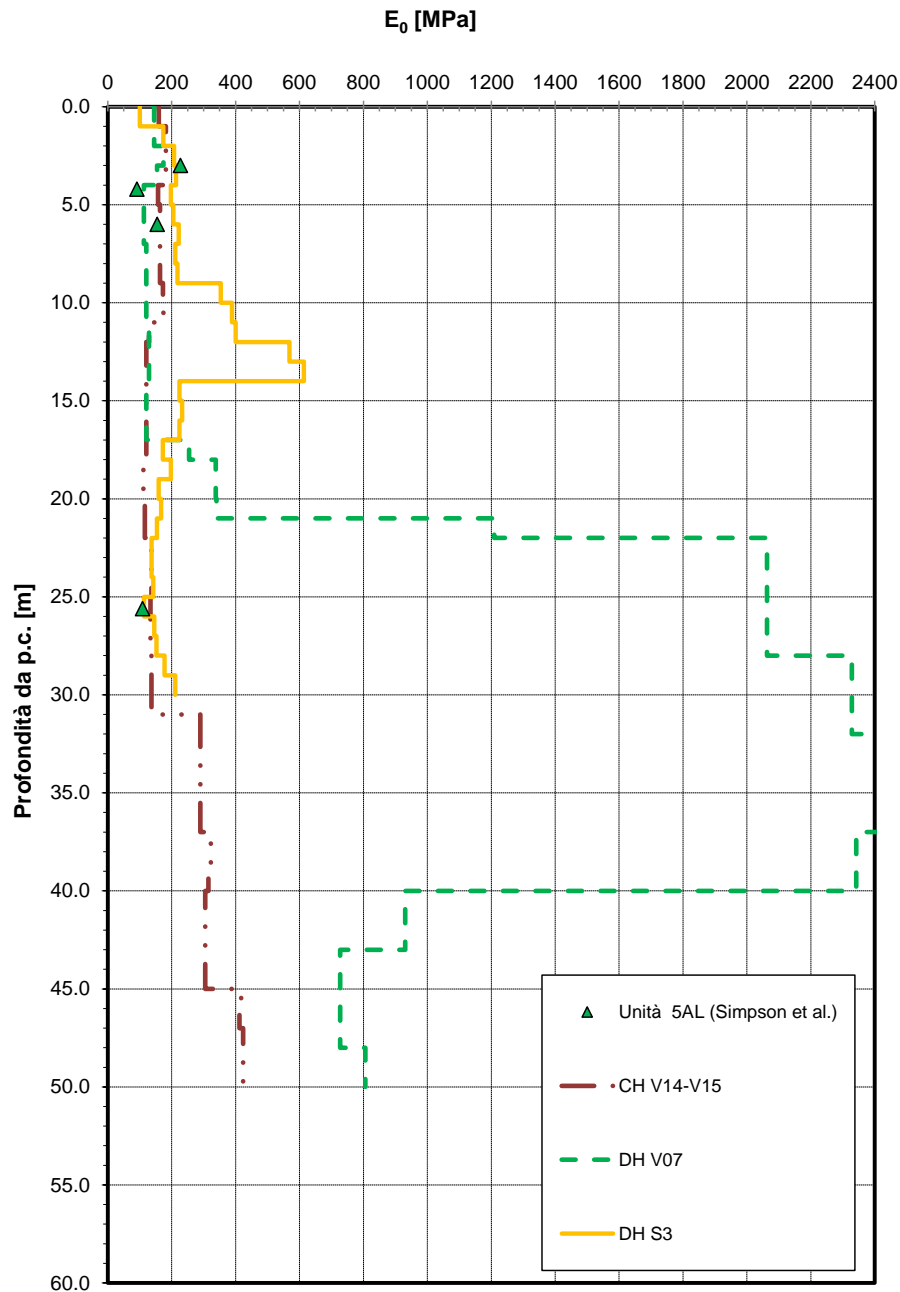


Figura 20 – Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT e sismiche – Unità 5AL

Modulo di deformazione elastico iniziale da prova CPT

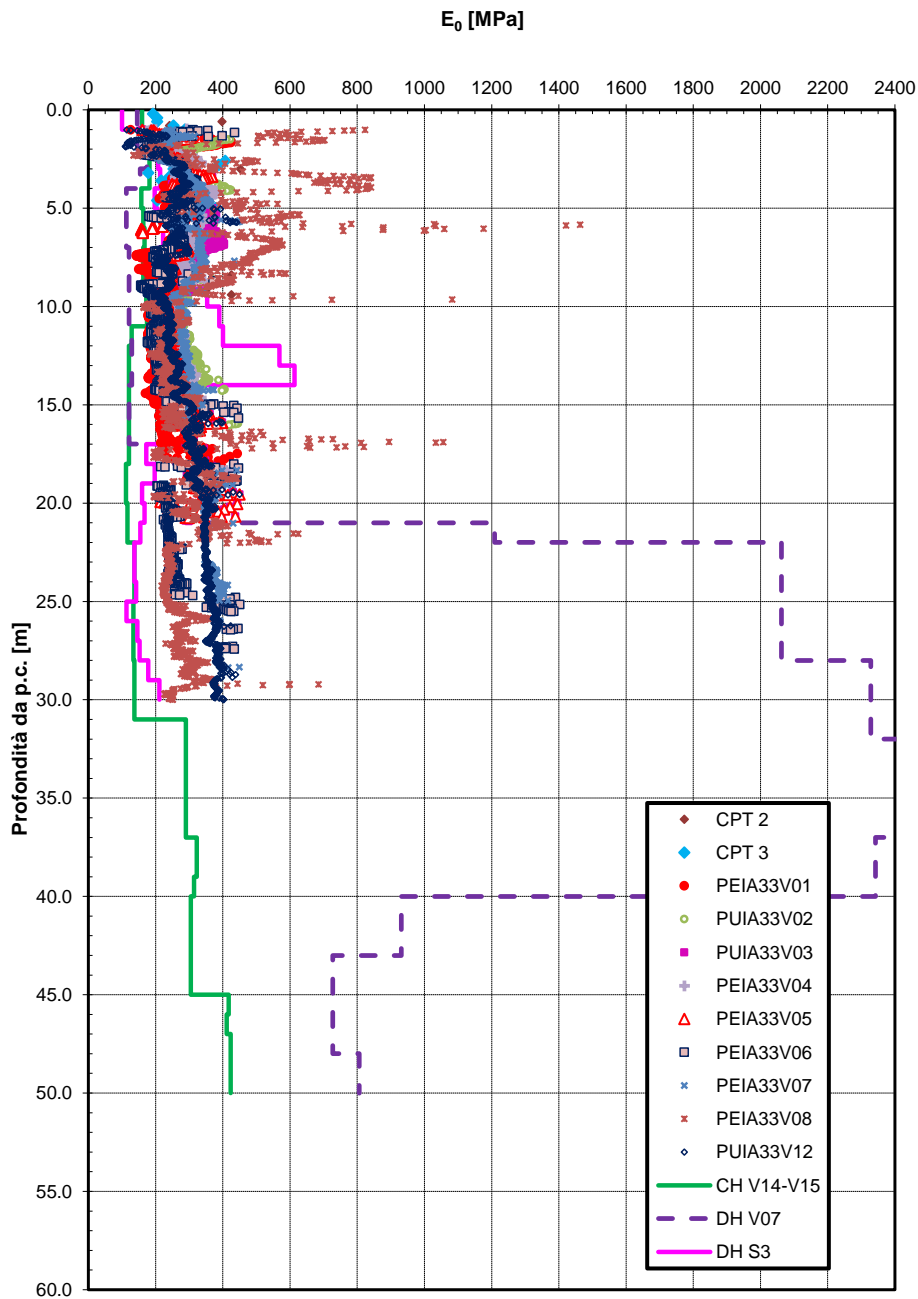


Figura 21 – Modulo di deformazione elastico iniziale da prove CPT e sismiche– Unità 5AL

Modulo elastico di deformazione elastico per terreni coesivi

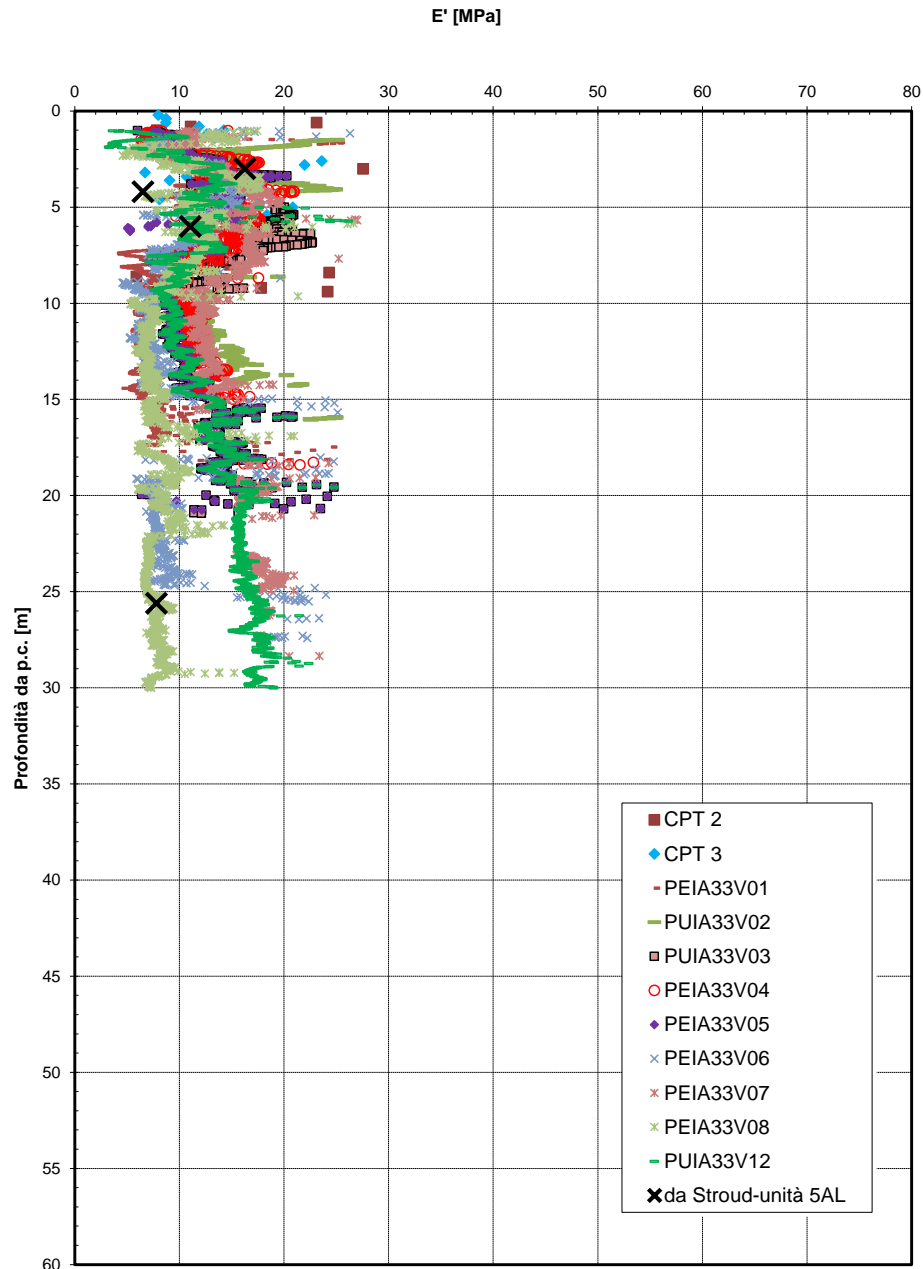


Figura 22 – Modulo di deformazione elastico operativo per terreni coesivi da prove CPT – Unità 5AL



Permeabilità da prove di laboratorio

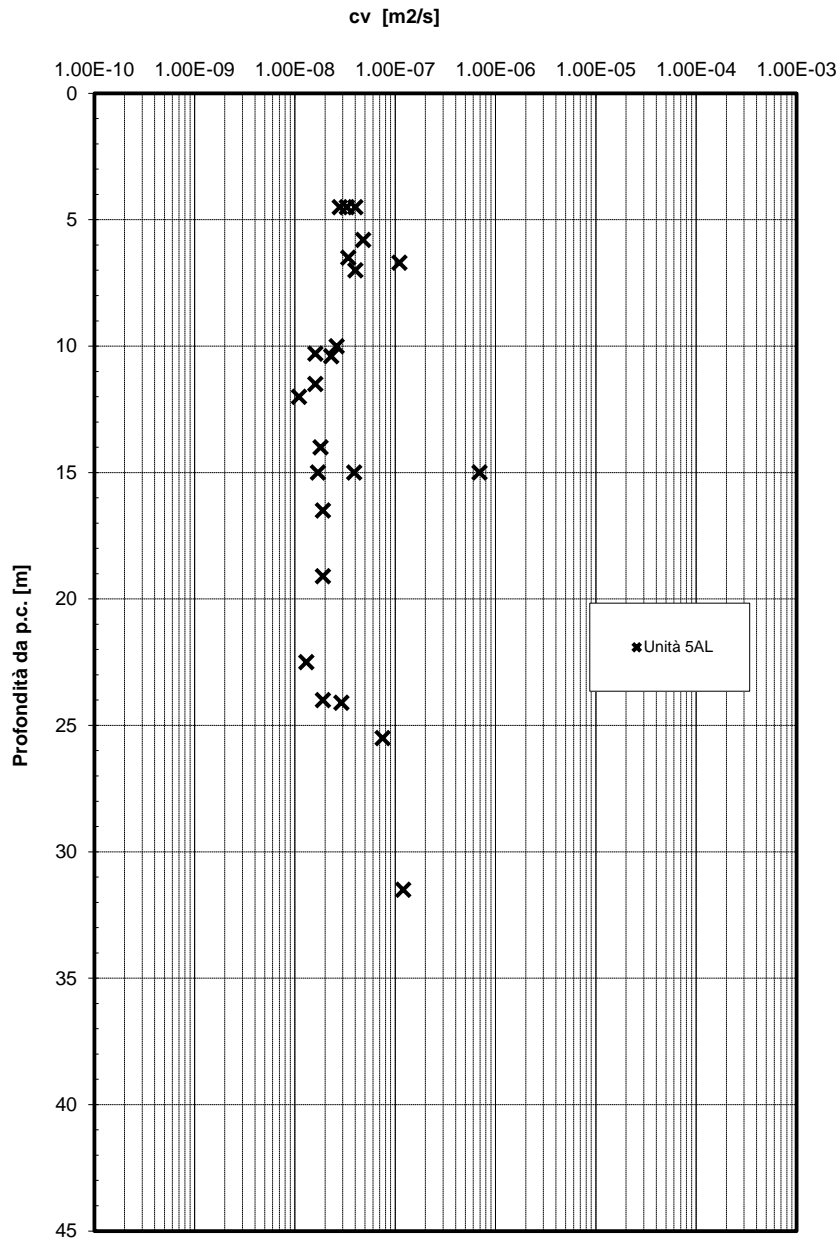


Figura 23 – Coefficiente di consolidazione verticale – Unità 5AL

Densità relativa da prove SPT

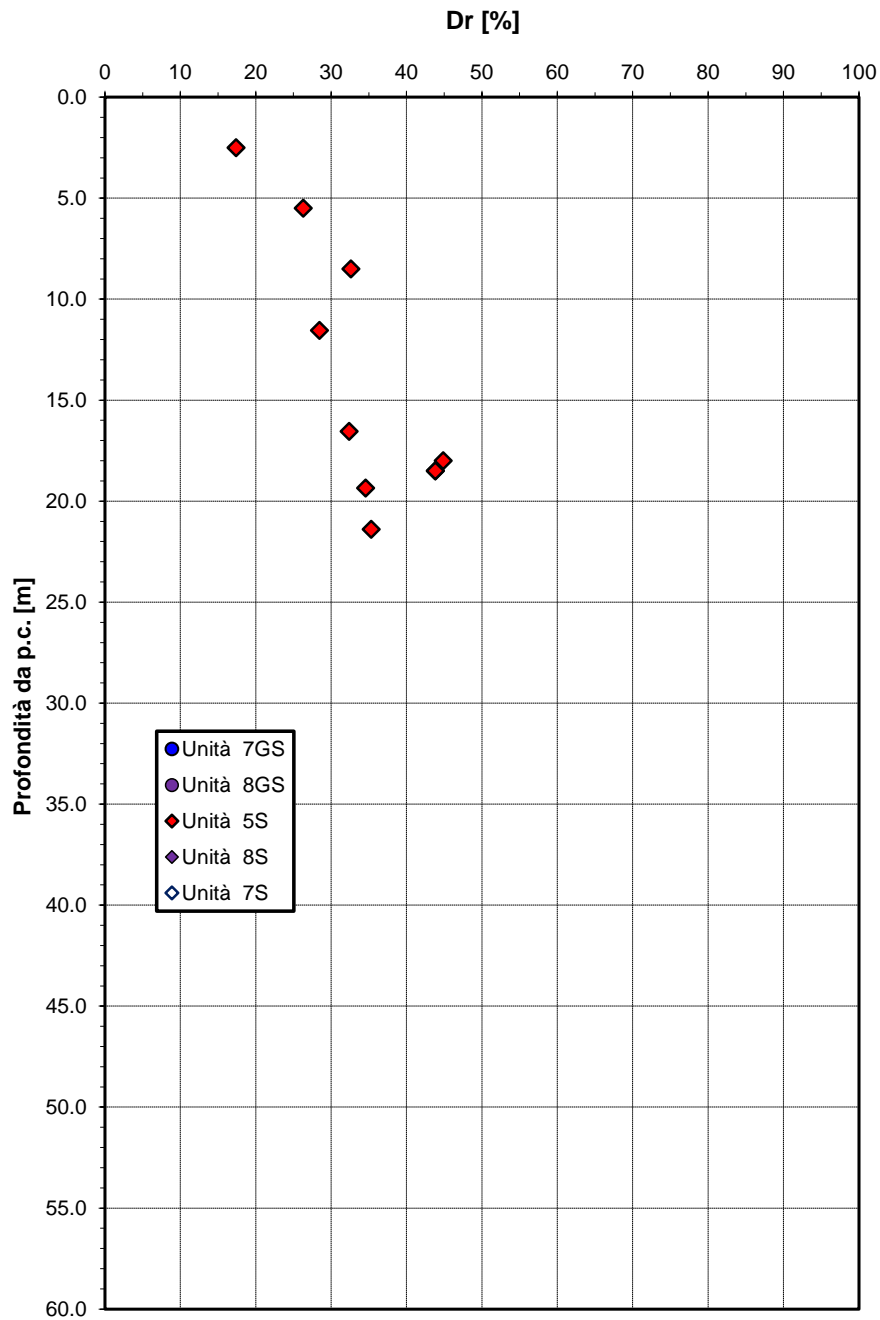


Figura 24 – Densità relativa da prove SPT – Unità 5S

Angolo di resistenza al taglio da prove SPT

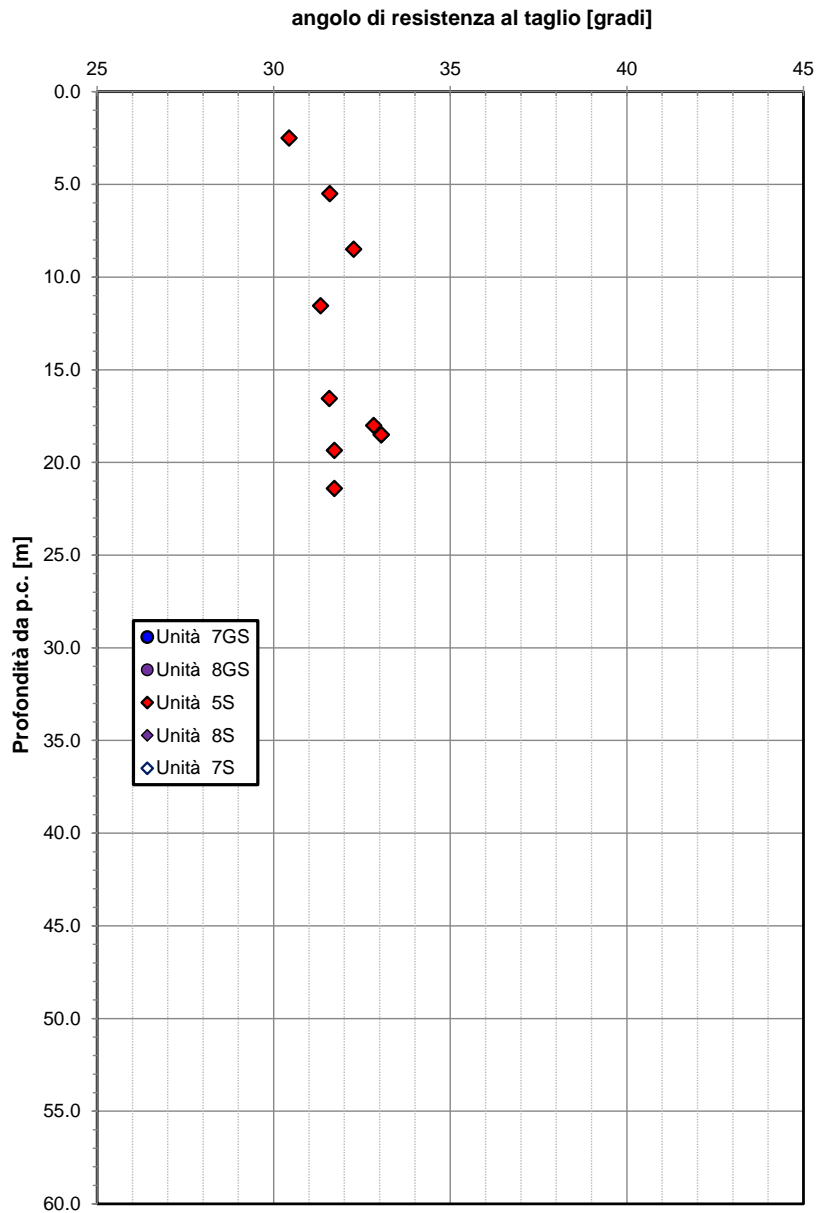


Figura 25 – Angolo di resistenza al taglio da prove SPT – Unità 5S

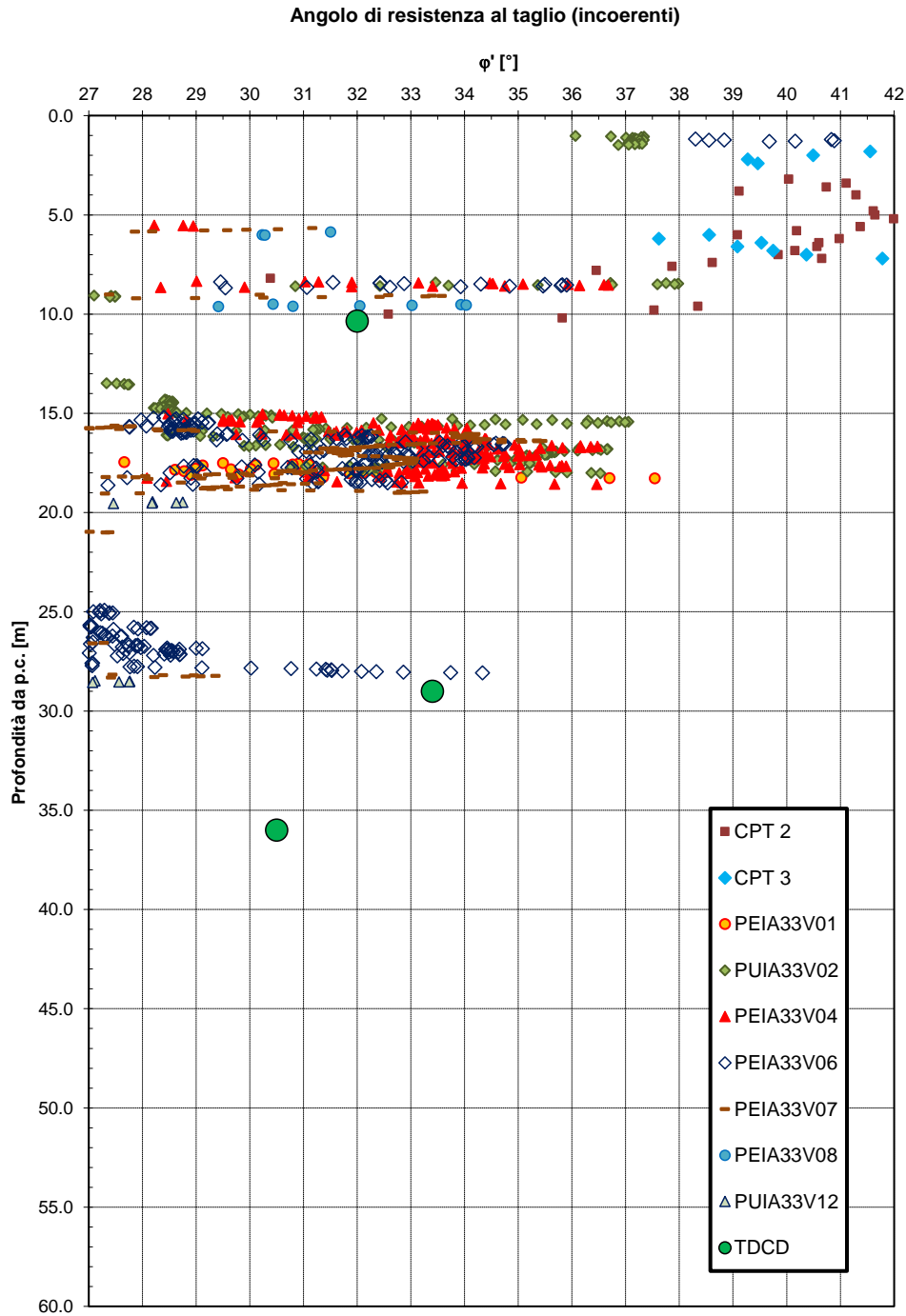


Figura 26 – Angolo di resistenza al taglio per terreni incoerenti da prove CPT e laboratorio– Unità 5S/5GS

Velocità delle onde di taglio da prove SPT e sismiche

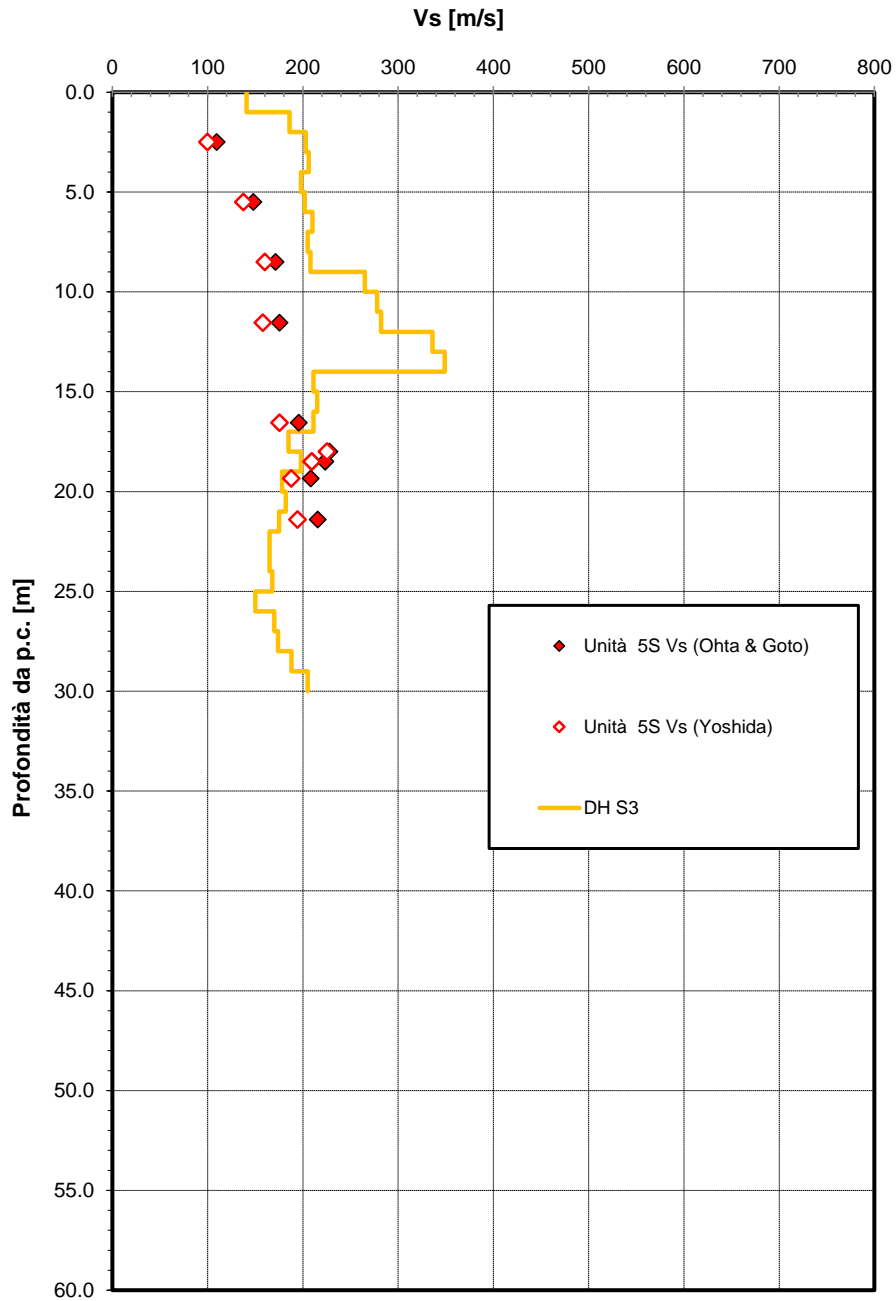


Figura 27 – Velocità delle onde di taglio da prove SPT e sismiche – Unità 5S/5GS

Modulo di deformazione a taglio iniziale da prove SPT

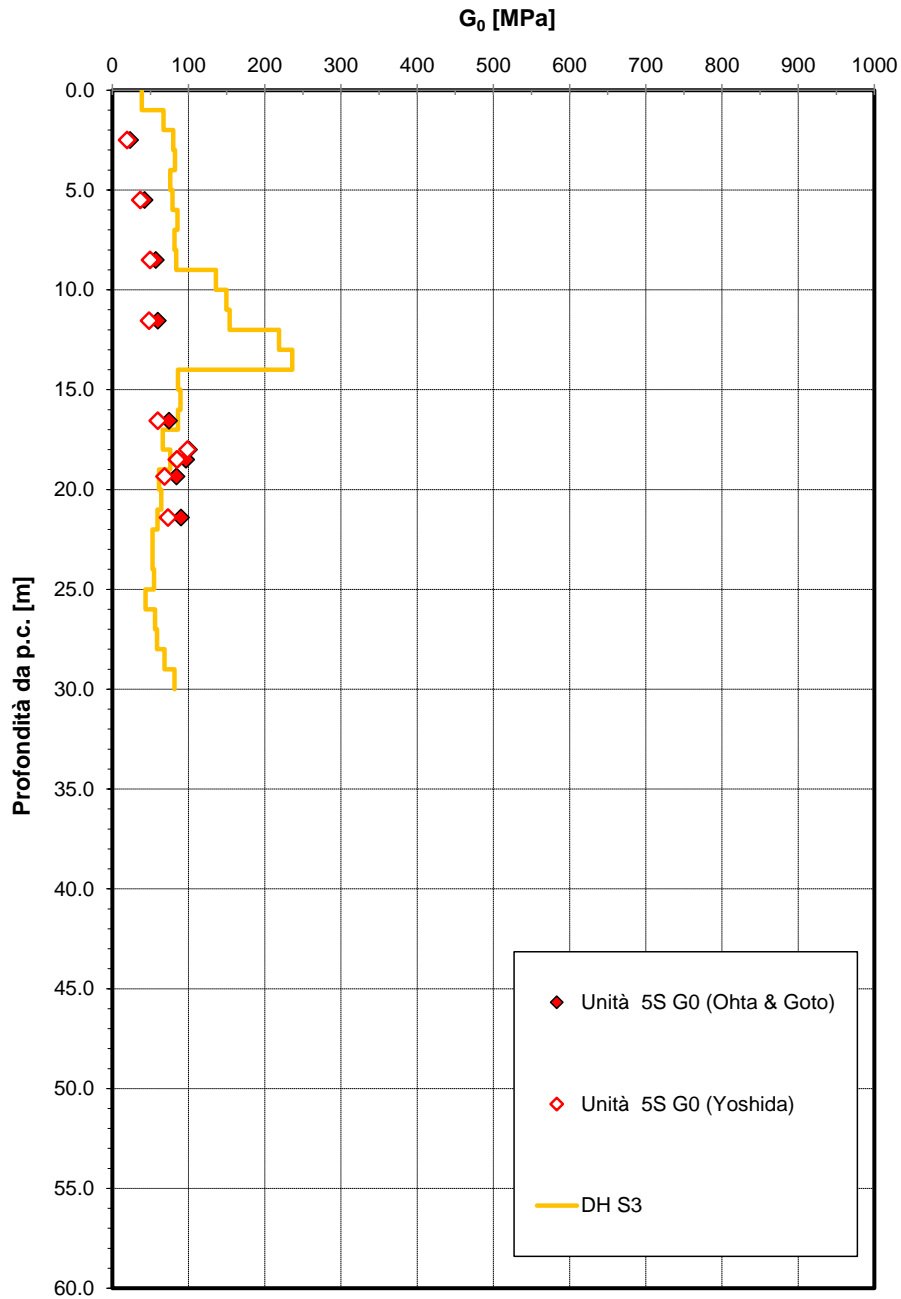


Figura 28 – Modulo di deformazione a taglio iniziale da prove SPT e sismiche – Unità 5S/5GS

Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT e sismiche

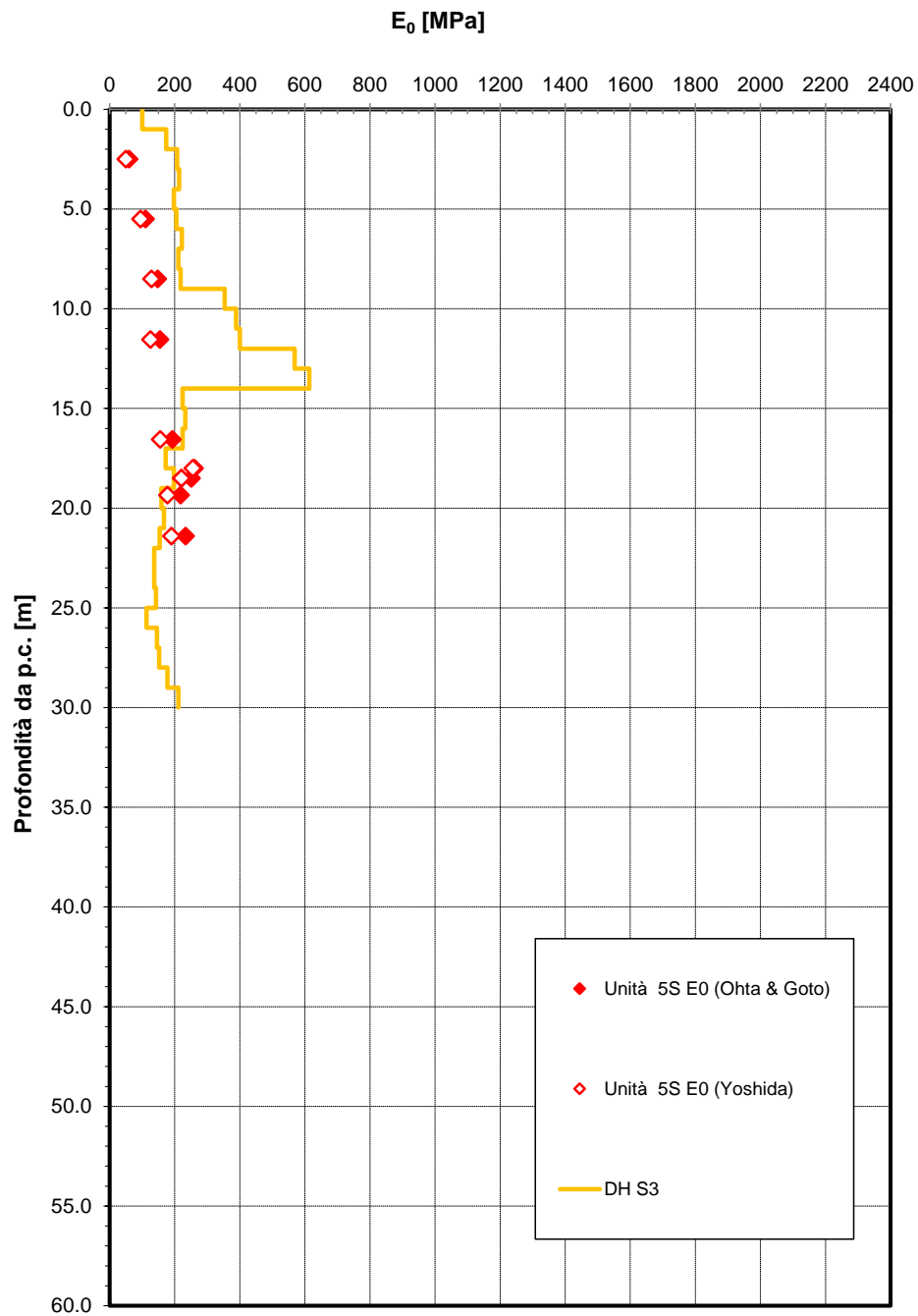


Figura 29 - Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT e sismiche – Unità 5S/5GS

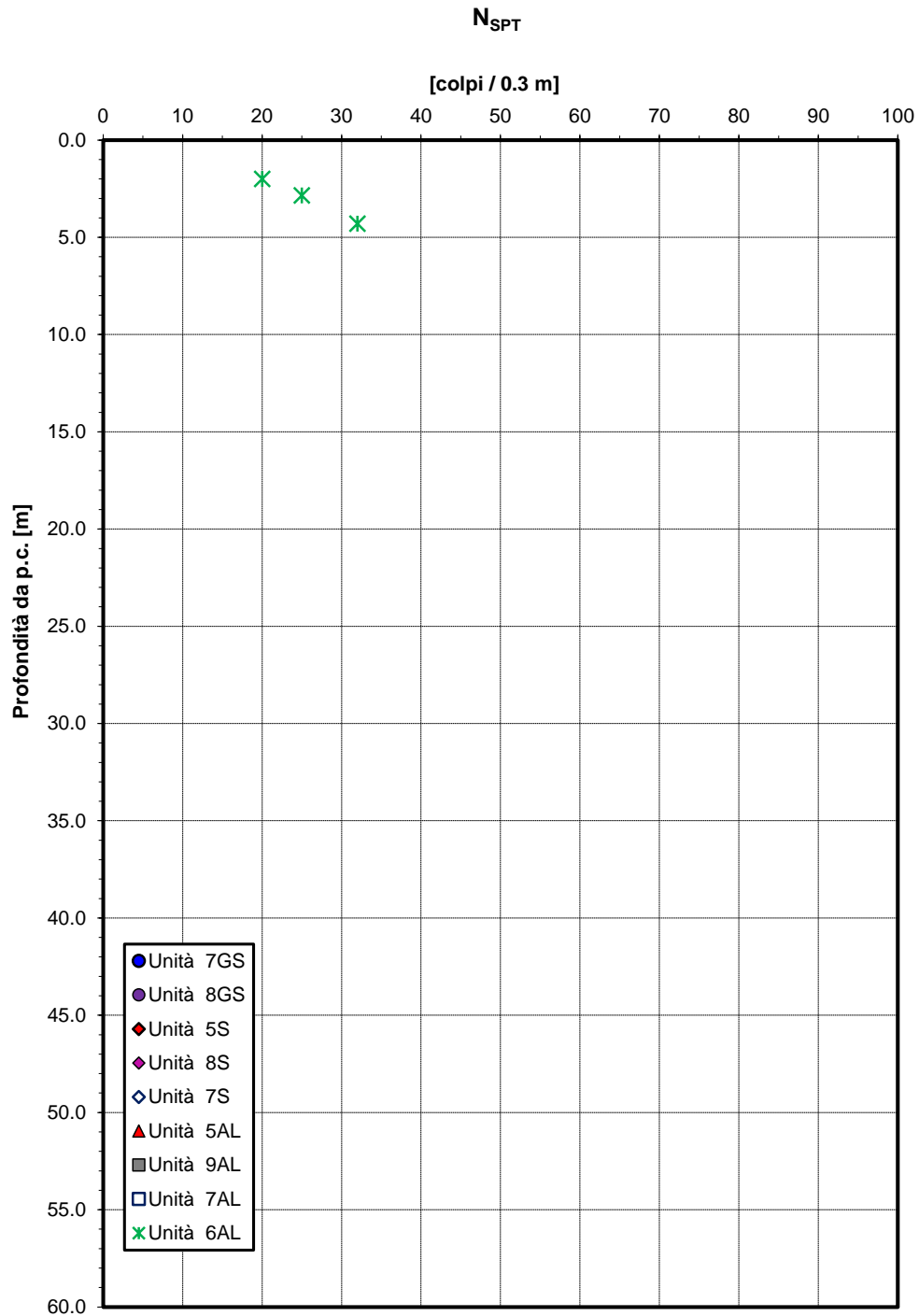


Figura 30 – Valori di  $N_{spt}$  – Unità 6AL



**Granulometria unità 6AL**

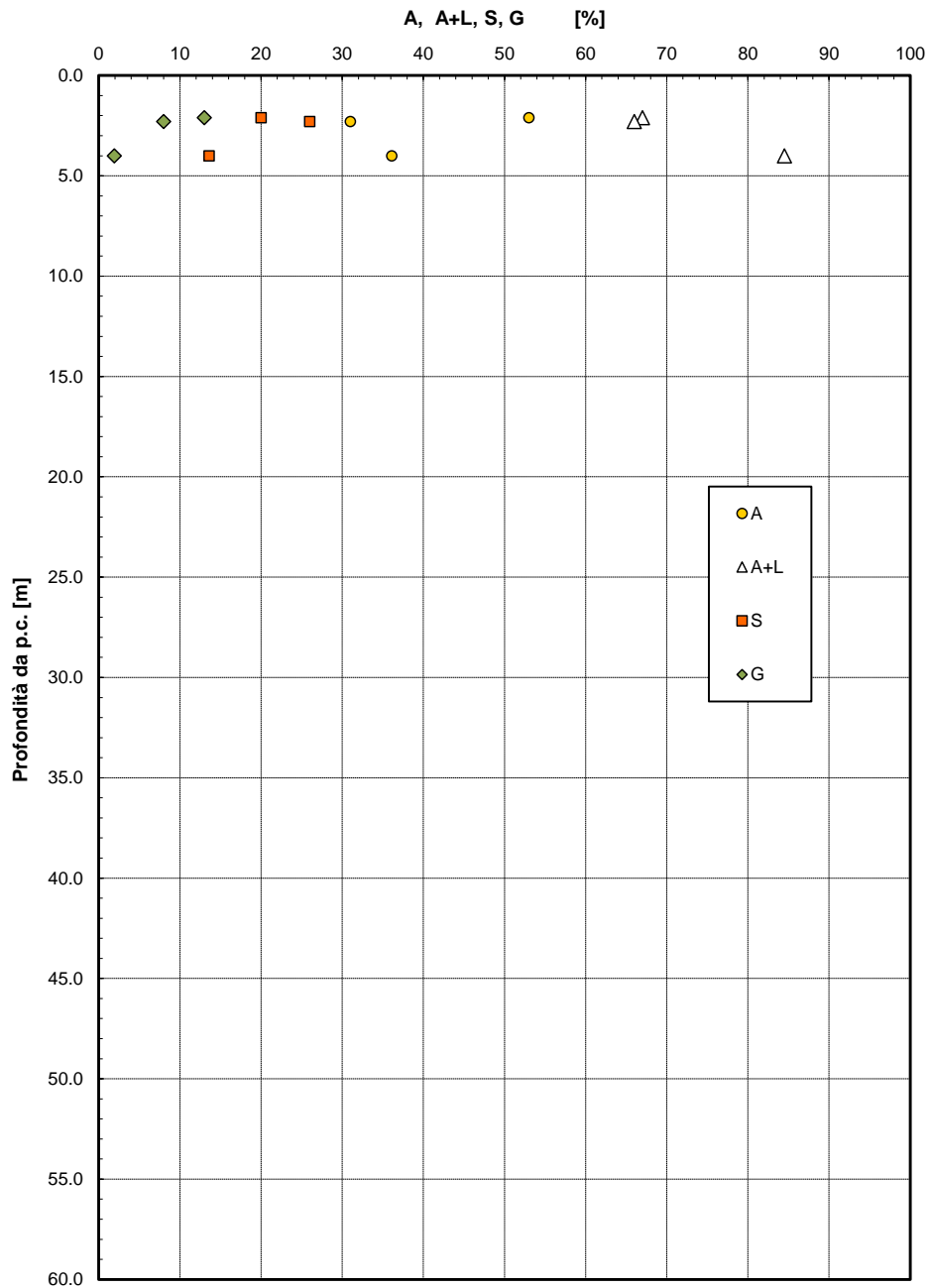


Figura 31 – Analisi granulometrica – Unità 6AL

**Limiti di Atterberg e contenuto naturale d'acqua**

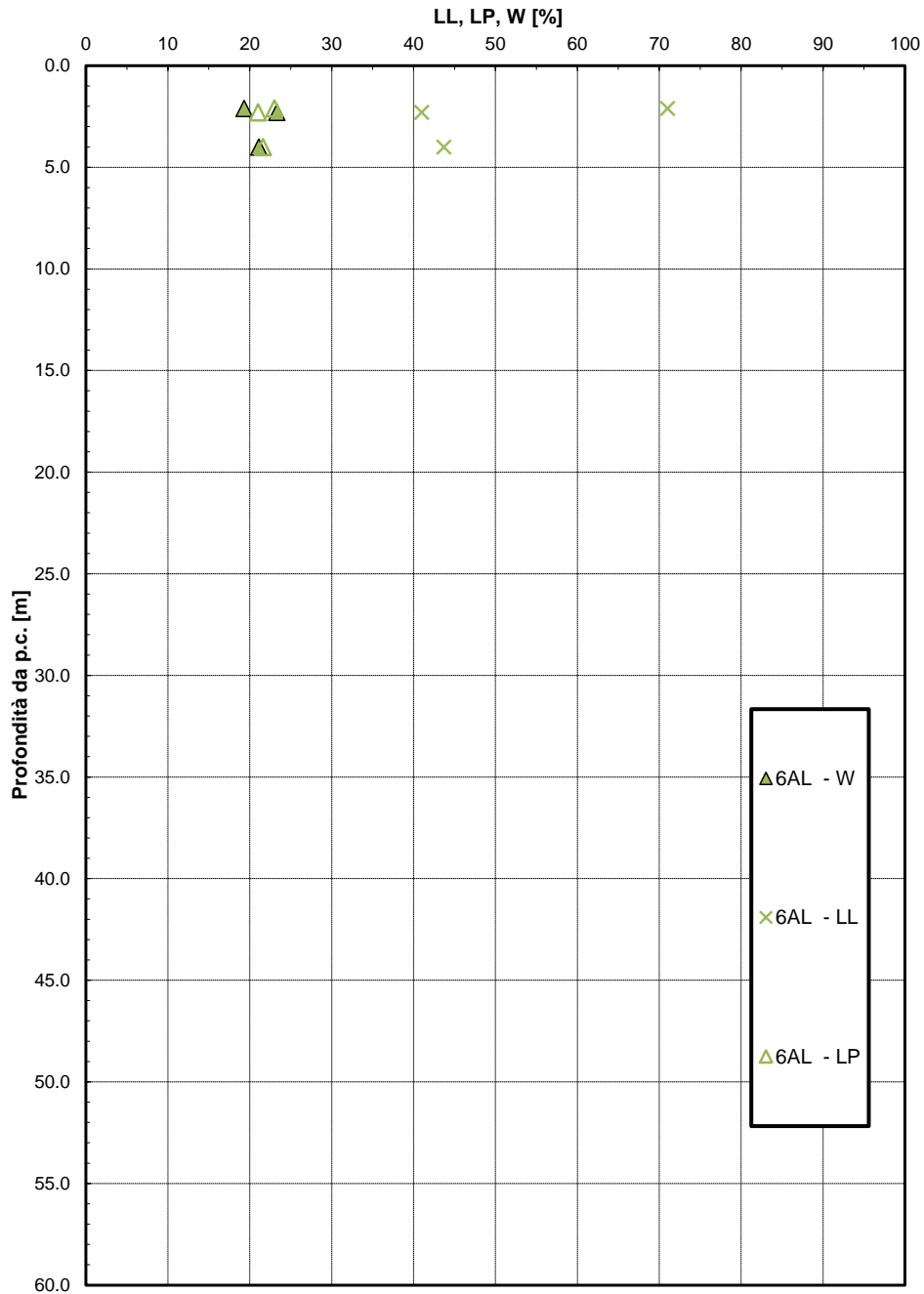


Figura 32 – Limiti di Atterberg – Unità 6AL

Carta di Plasticità di Casagrande

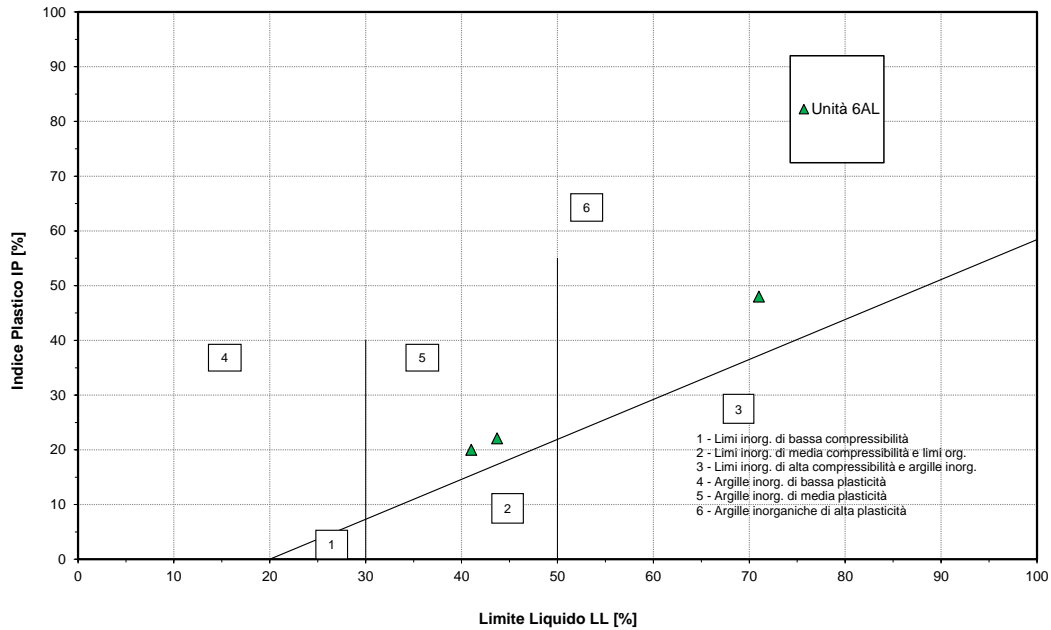


Figura 33 – Carta di plasticità di Casagrande – Unità 6AL

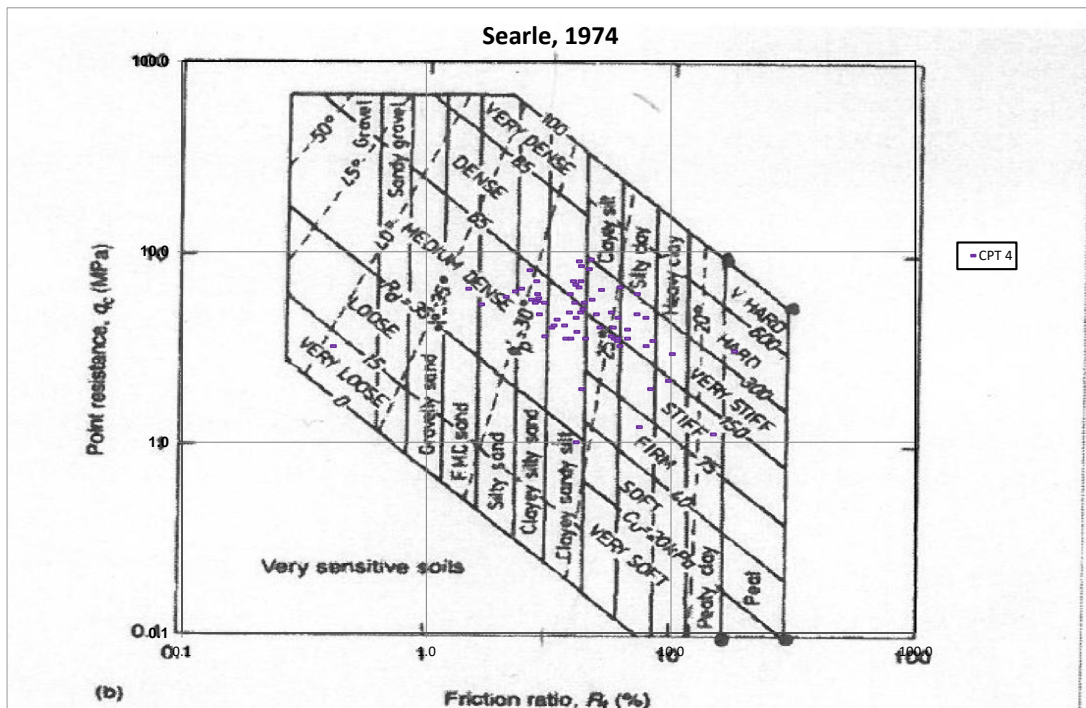


Figura 34 – Grafico di Searle per classificazione da prove CPT (angolo di resistenza al taglio) – Unità 6AL



LINEA PESCARA - BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto  
1: Ripalta - Lesina

GE – GEOTECNICA  
RELAZIONE GEOTECNICA

|          |       |                         |      |            |
|----------|-------|-------------------------|------|------------|
| COMMESSA | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO     |
| LI07     | 01    | E ZZ RH GE0005001       | D    | 116 DI 245 |

Andamento della coesione e dell'angolo di resistenza al taglio

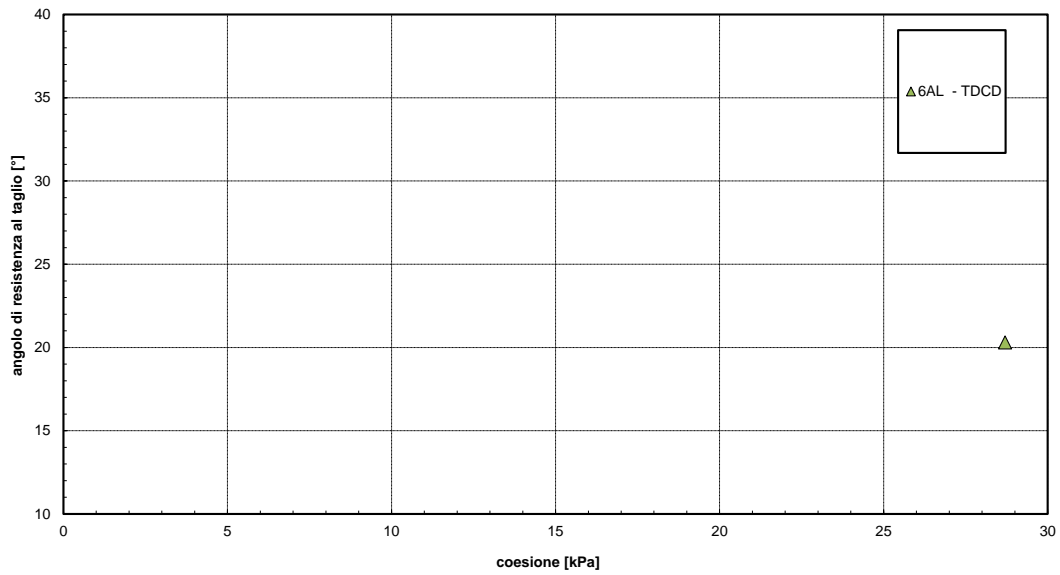


Figura 35 – Parametri di resistenza drenati da laboratorio – Unità 6AL

Peso di volume naturale

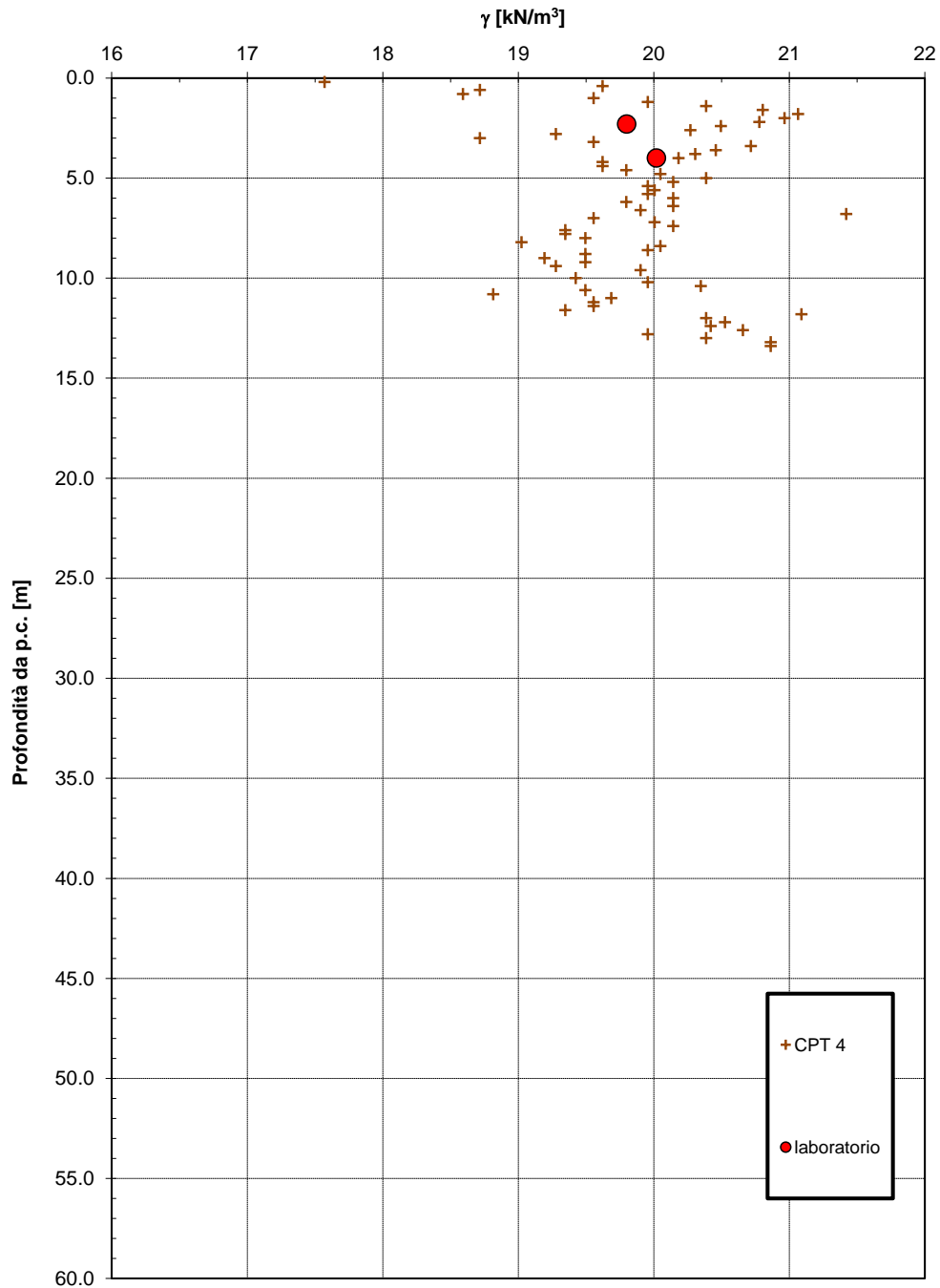


Figura 36 – Peso di volume naturale da prove di laboratorio e CPT – Unità 6AL

Resistenza al taglio non drenata

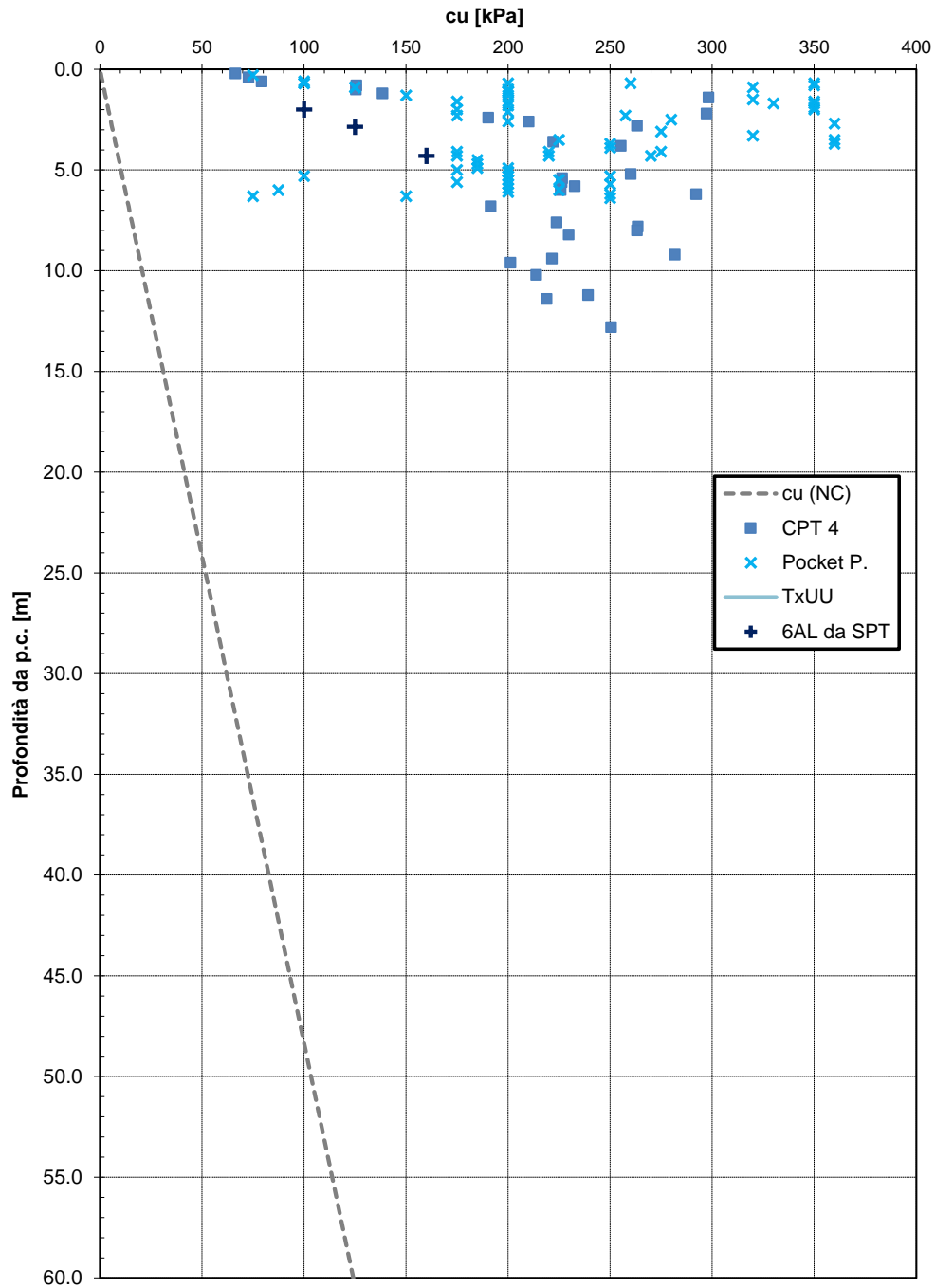


Figura 37 – Resistenza al taglio non drenata – Unità 6AL

Modulo elastico di deformazione confinato per terreni coesivi

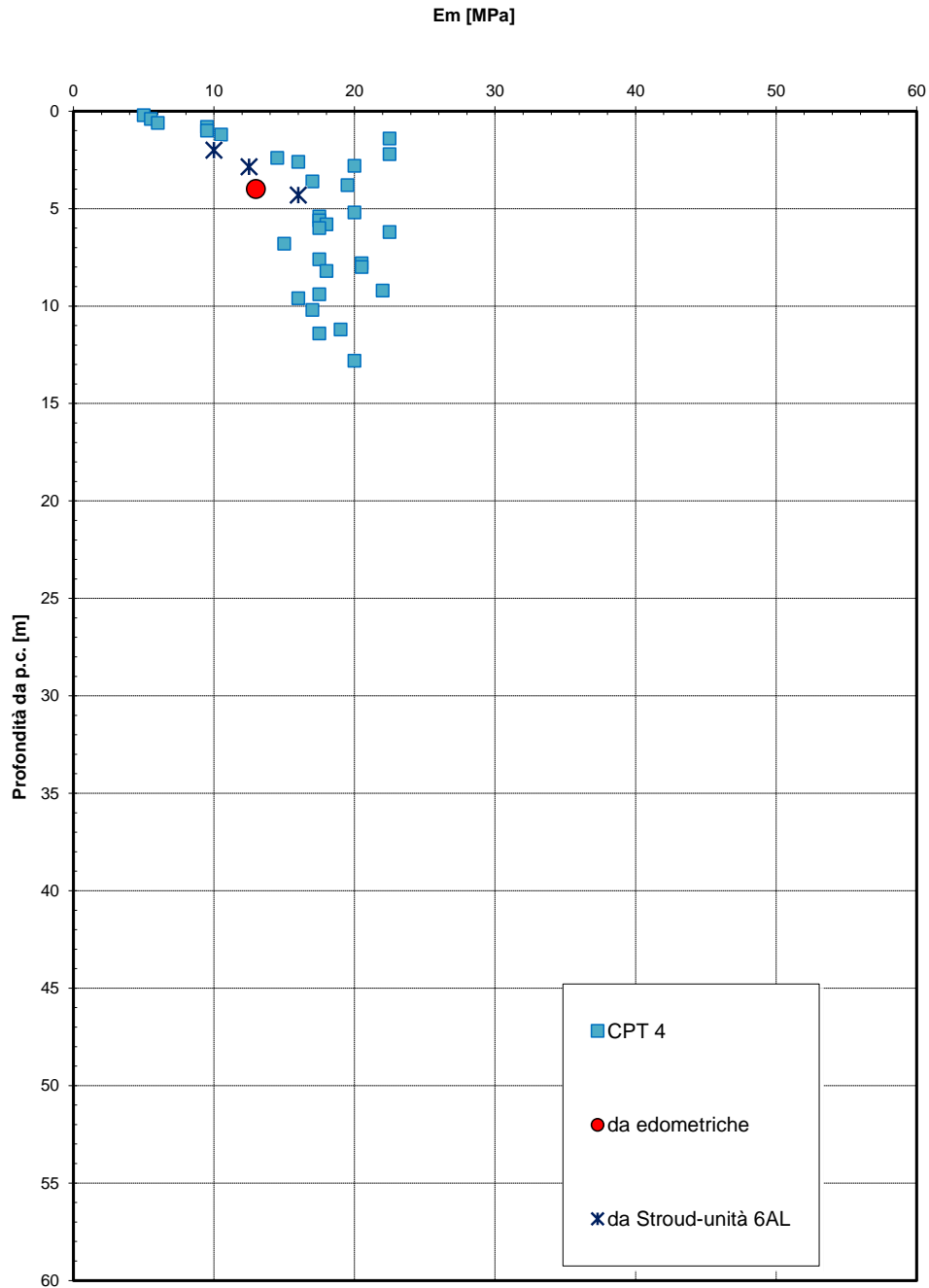


Figura 38 – Modulo elastico di deformazione confinato per terreni coesivi – Unità 6AL

Modulo di deformazione elastico operativo da prove SPT

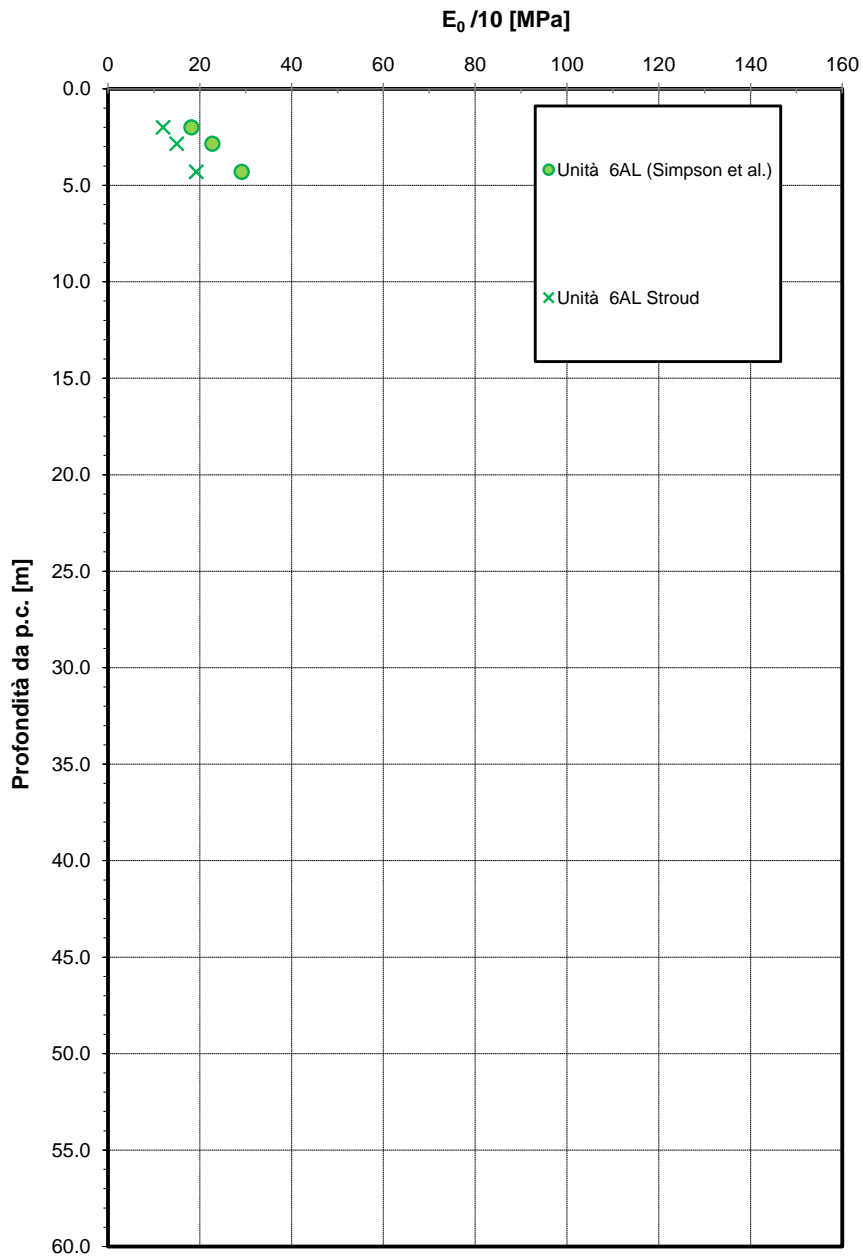


Figura 39 - Modulo di deformazione elastico operativo per terreni coesivi- Unità 6AL



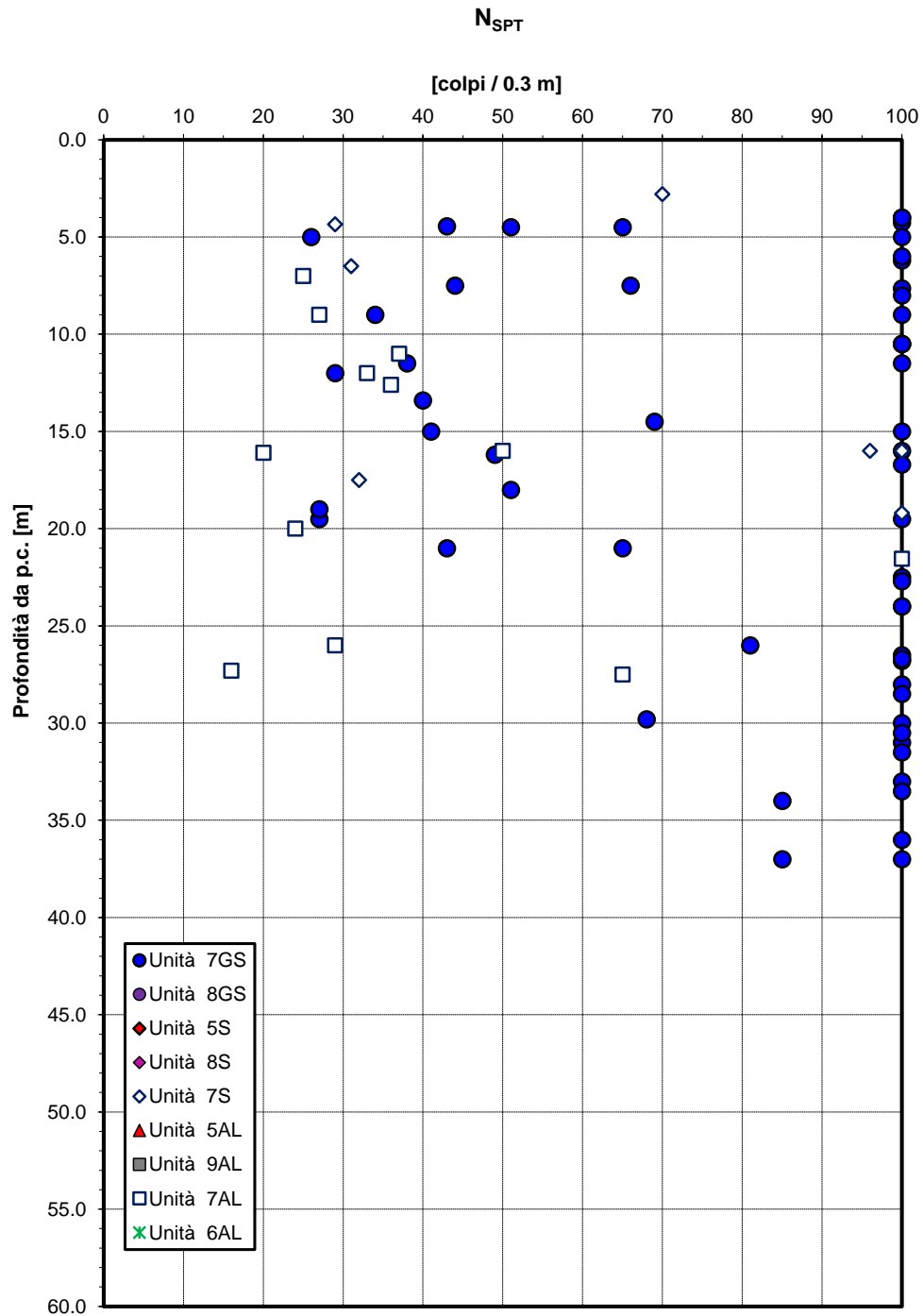


Figura 40 – Valori di  $N_{spt}$  – Unità 7AL, 7S, 7GS

**Granulometria unità 7AL**

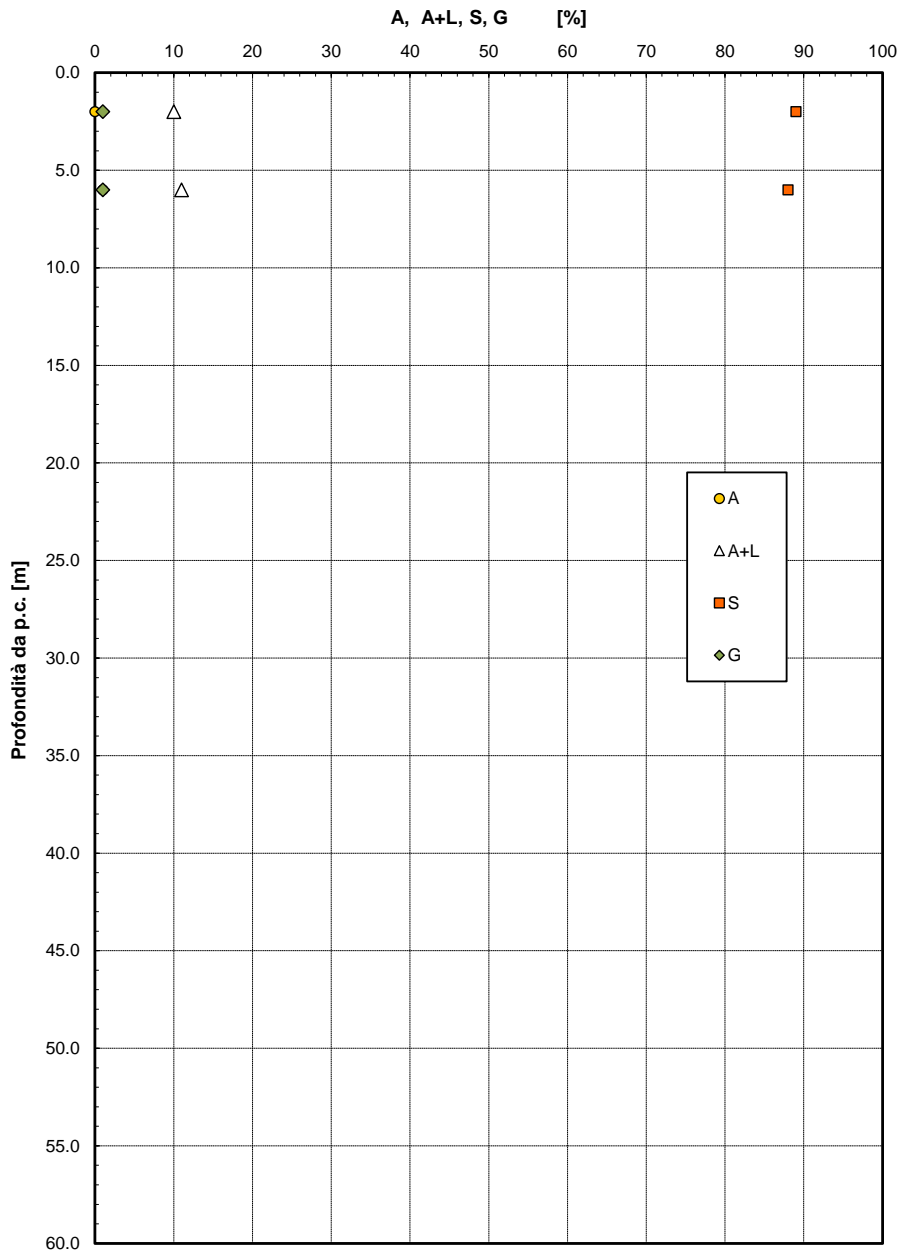


Figura 41 – Analisi granulometrica – Unità 7AL

**Granulometria unità 7S**

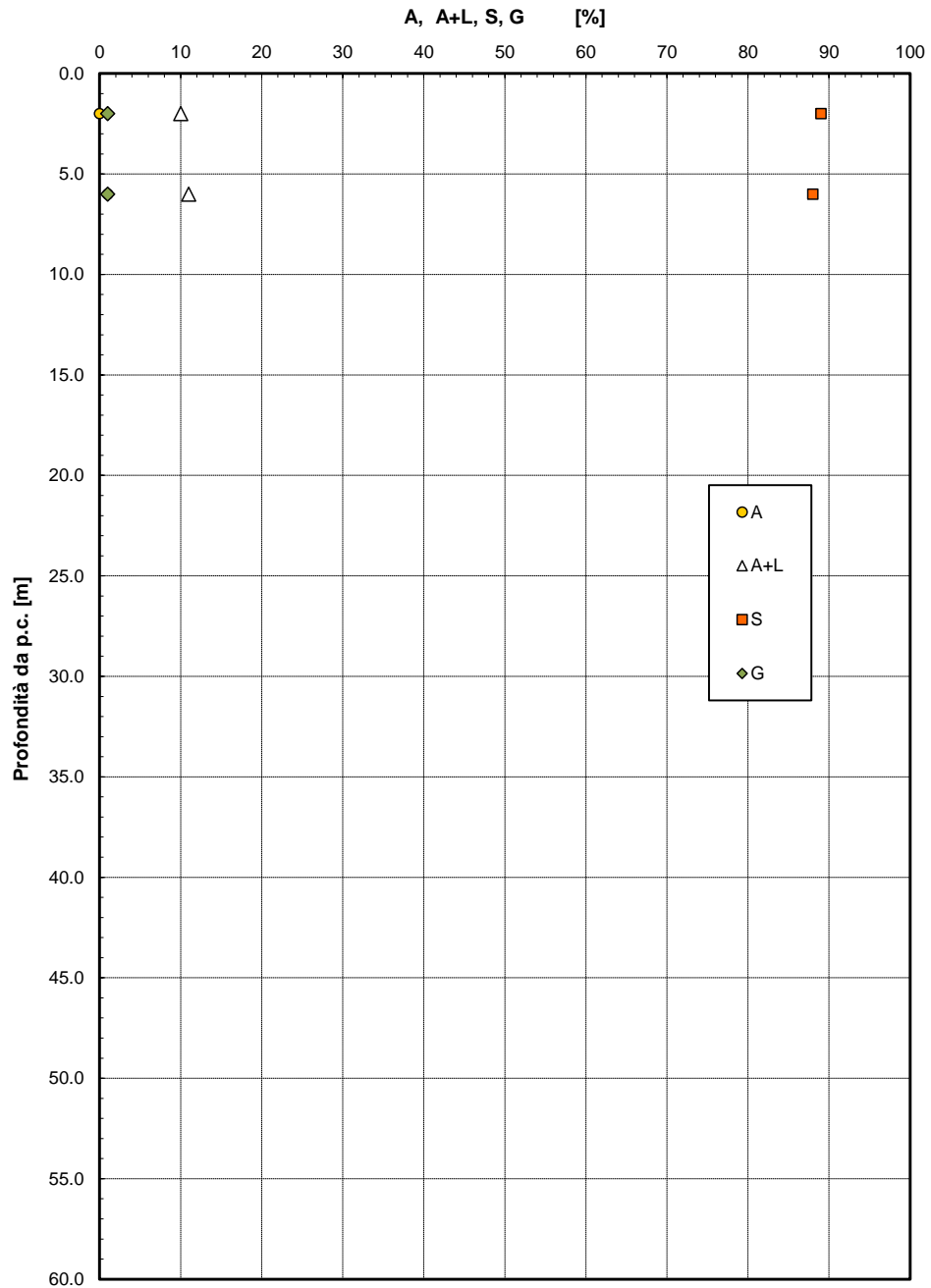


Figura 42 – Analisi granulometrica – Unità 7S

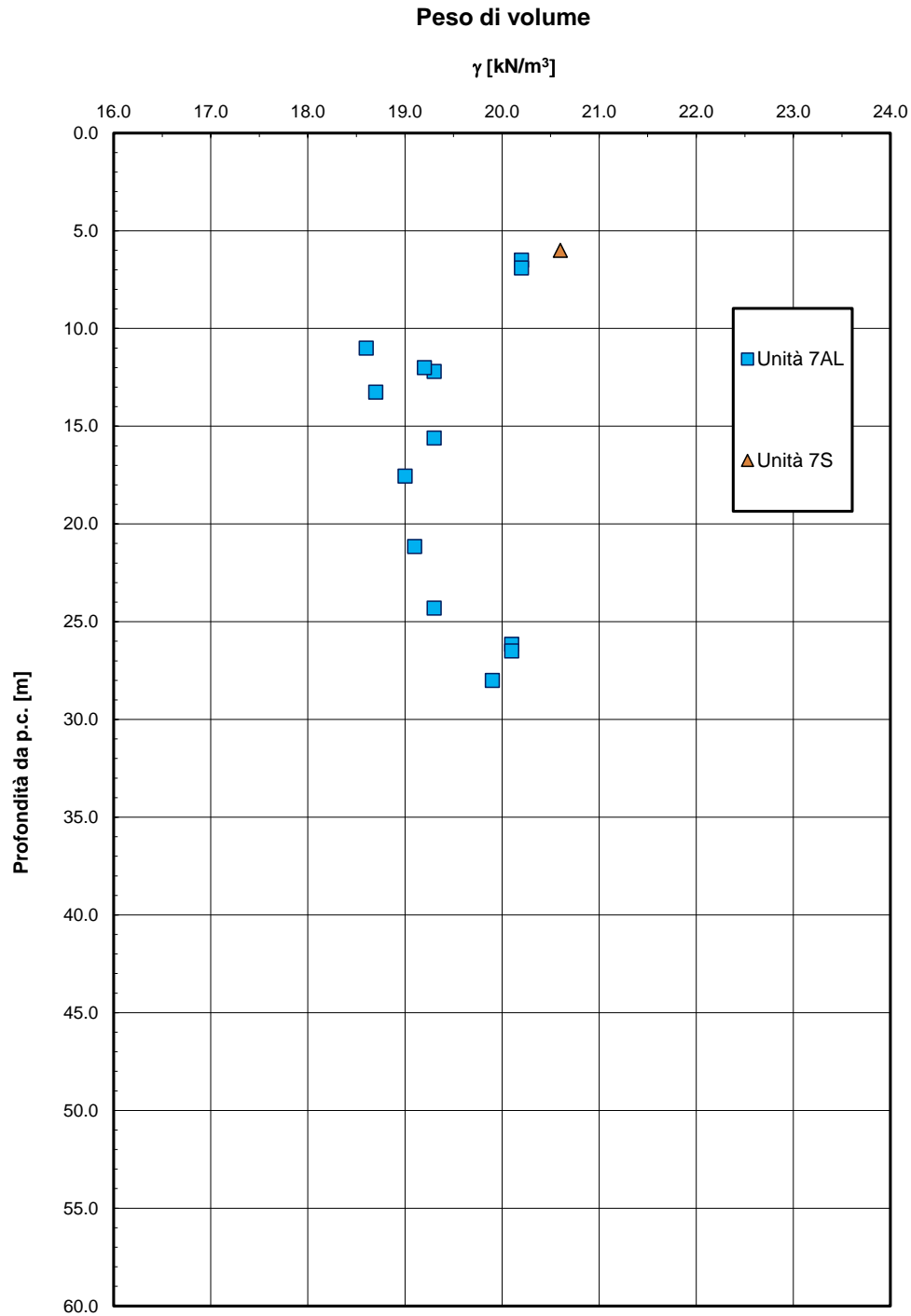


Figura 43 – Peso di volume naturale – Unità 7AL

**Limiti di Atterberg e contenuto naturale d'acqua**

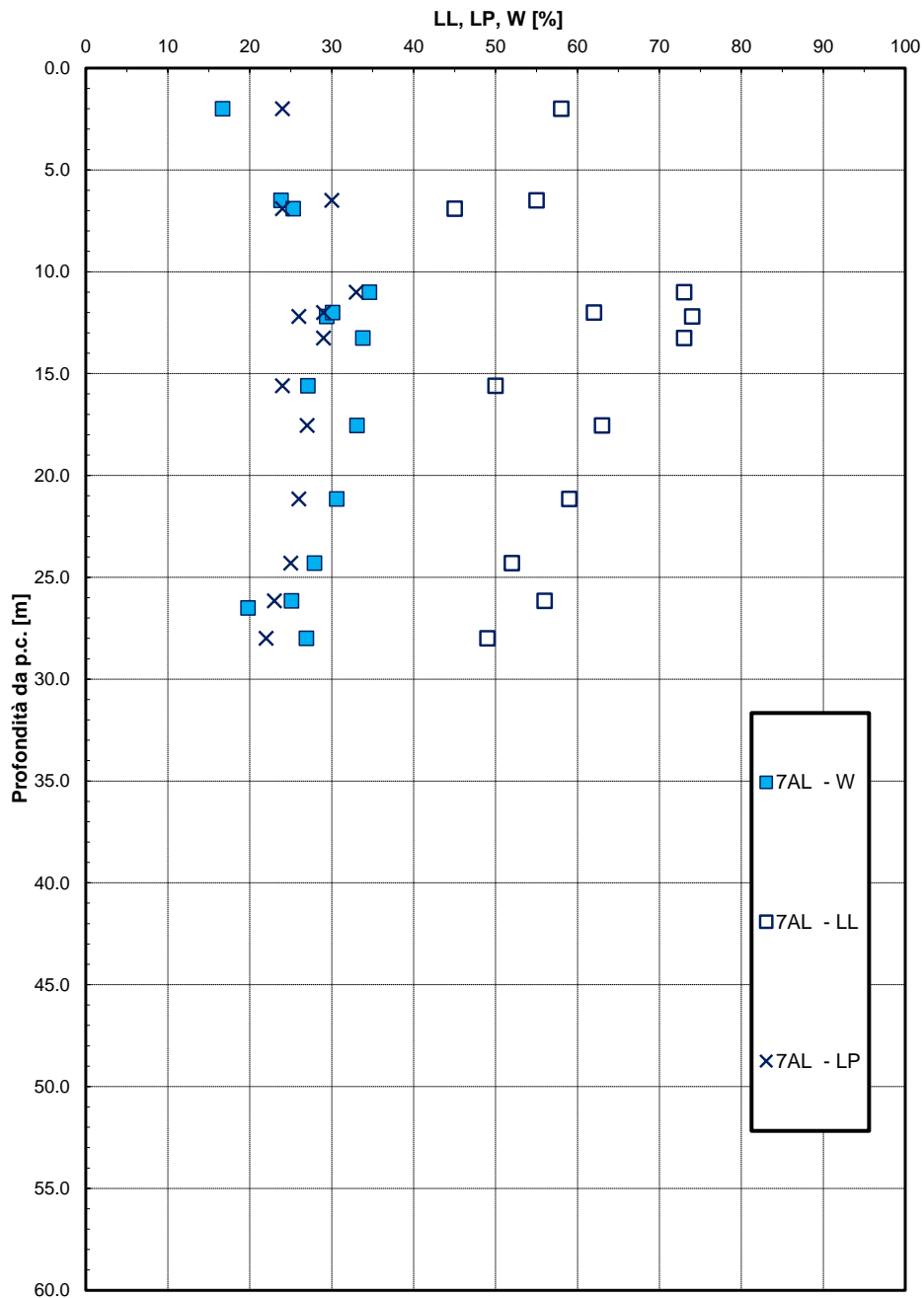


Figura 44 – Limiti di Atterberg – Unità 7AL

Carta di Plasticità di Casagrande

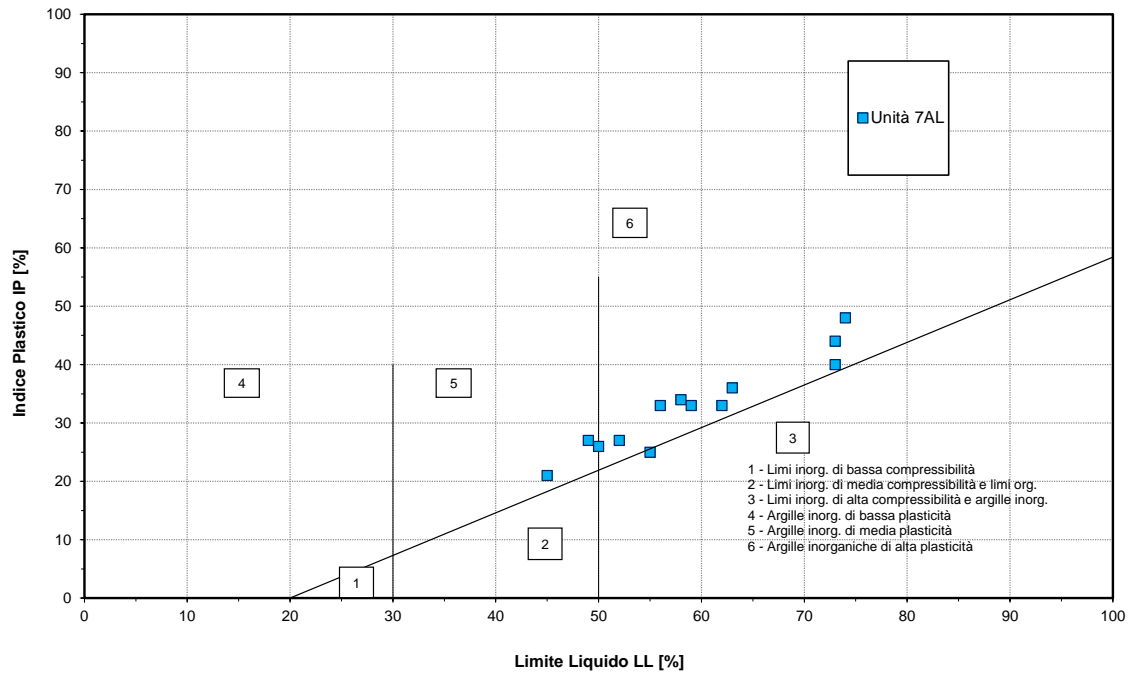


Figura 45 – Carta di plasticità di Casagrande – Unità 7AL

Andamento della coesione con la profondità

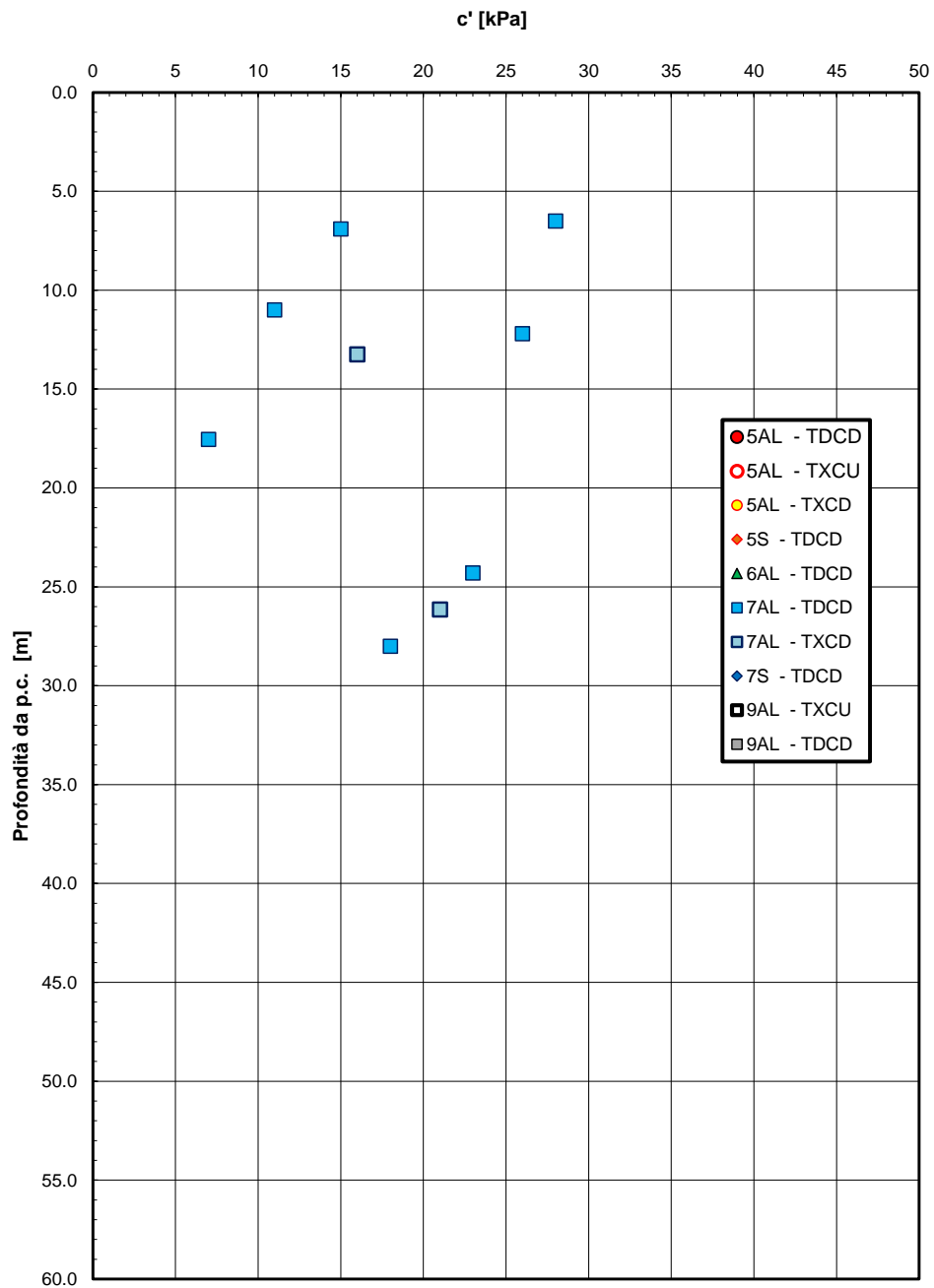


Figura 46 - Andamento della coesione con la profondità – Unità 7AL

Andamento della resistenza al taglio con la profondità

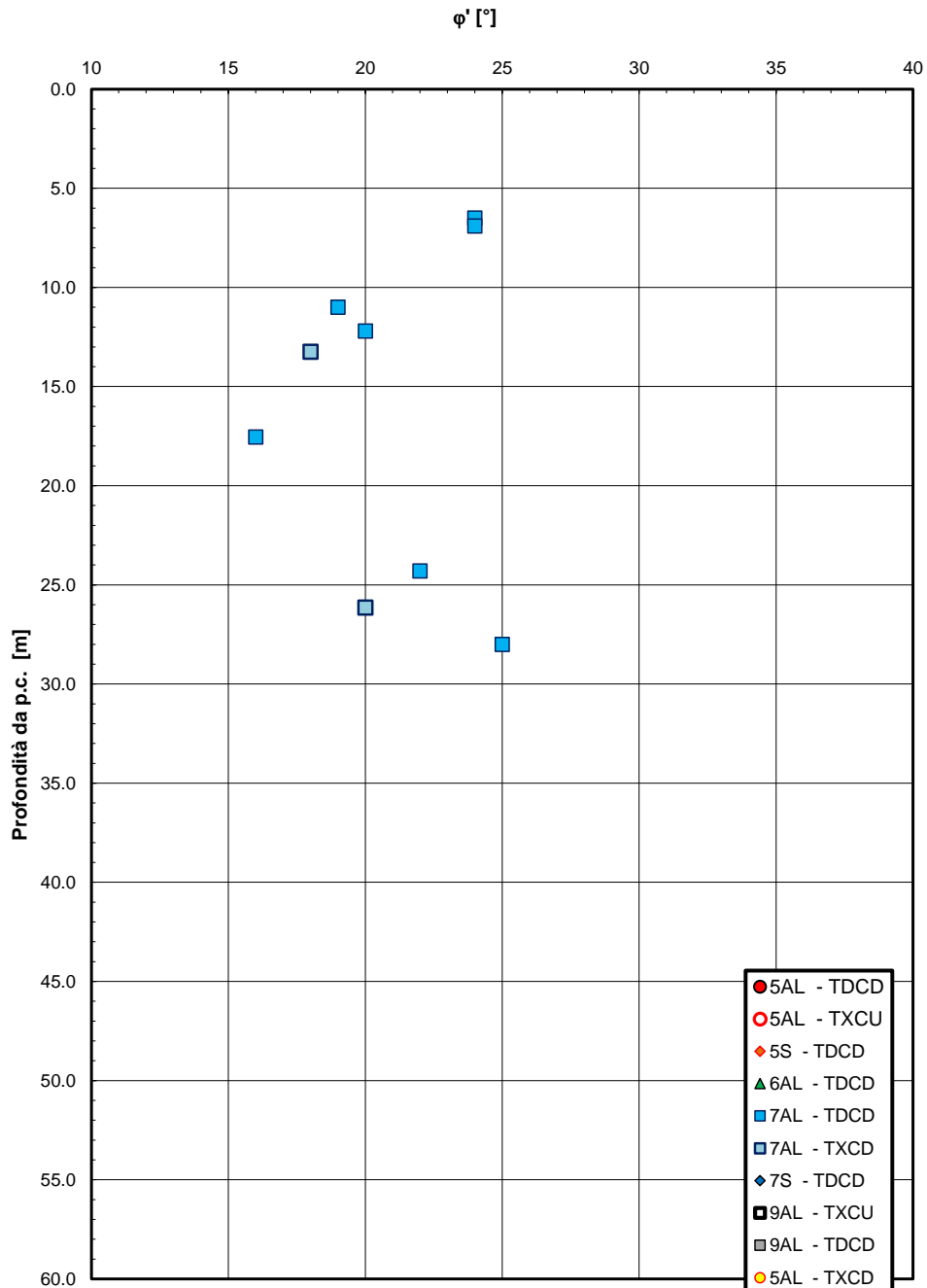


Figura 47 – Andamento della resistenza al taglio con la profondità – Unità 7AL



|  |  |                  |             |  |           |
|--|--|------------------|-------------|--|-----------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b> |                  |             |  |           |
|  | <b>GE - GEOTECNICA</b><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>  | COMMESSA<br>LI07 | LOTTO<br>01 | FASE CODIFICA DOCUMENTO<br>E ZZ RH GE0005001 | REV.<br>D |

Andamento della coesione e dell'angolo di resistenza al taglio

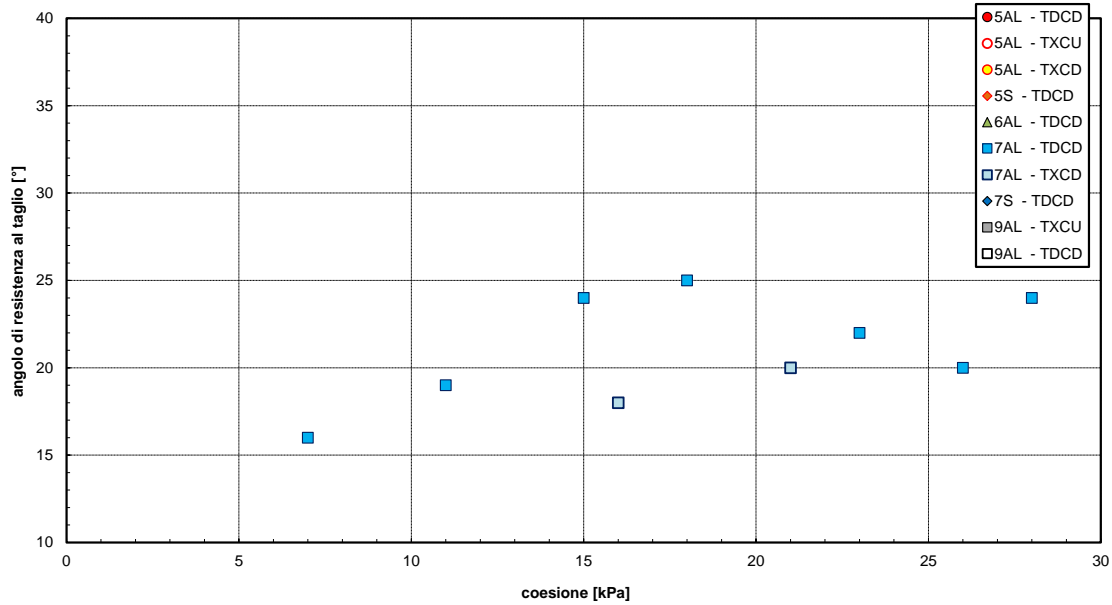


Figura 48 - Angolo di resistenza al taglio e coesione drenata- Unità 7AL

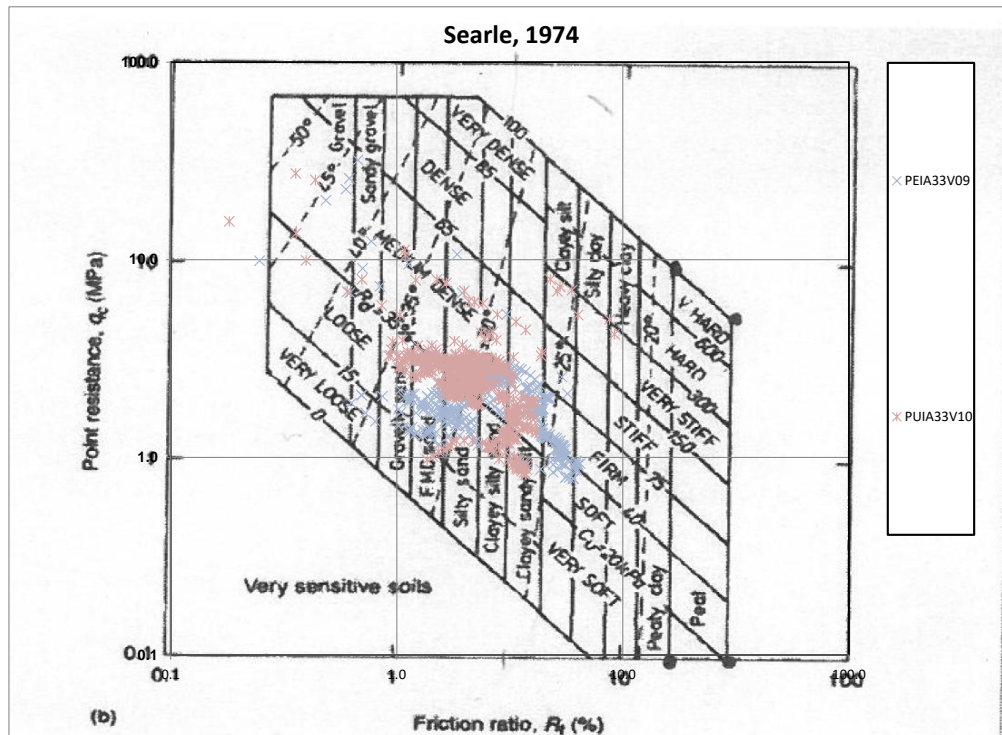


Figura 49 - Grafico di Searle per classificazione da prove CPT - Unità 7AL

Coesione drenata (coesivi)

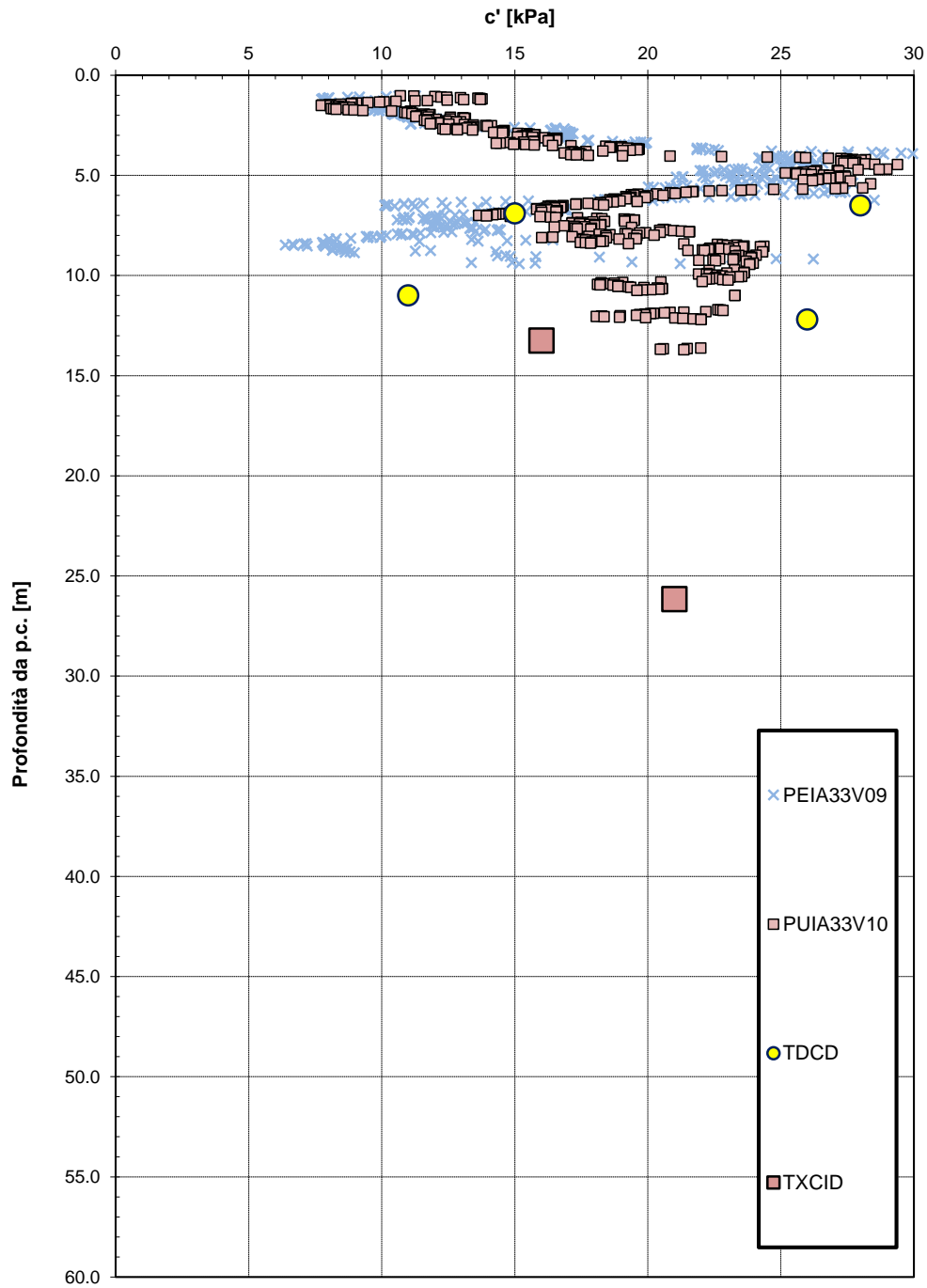


Figura 50 – Coesione drenata da prove CPT +laboratorio– Unità 7AL

Velocità delle onde di taglio da prove SPT e sismiche

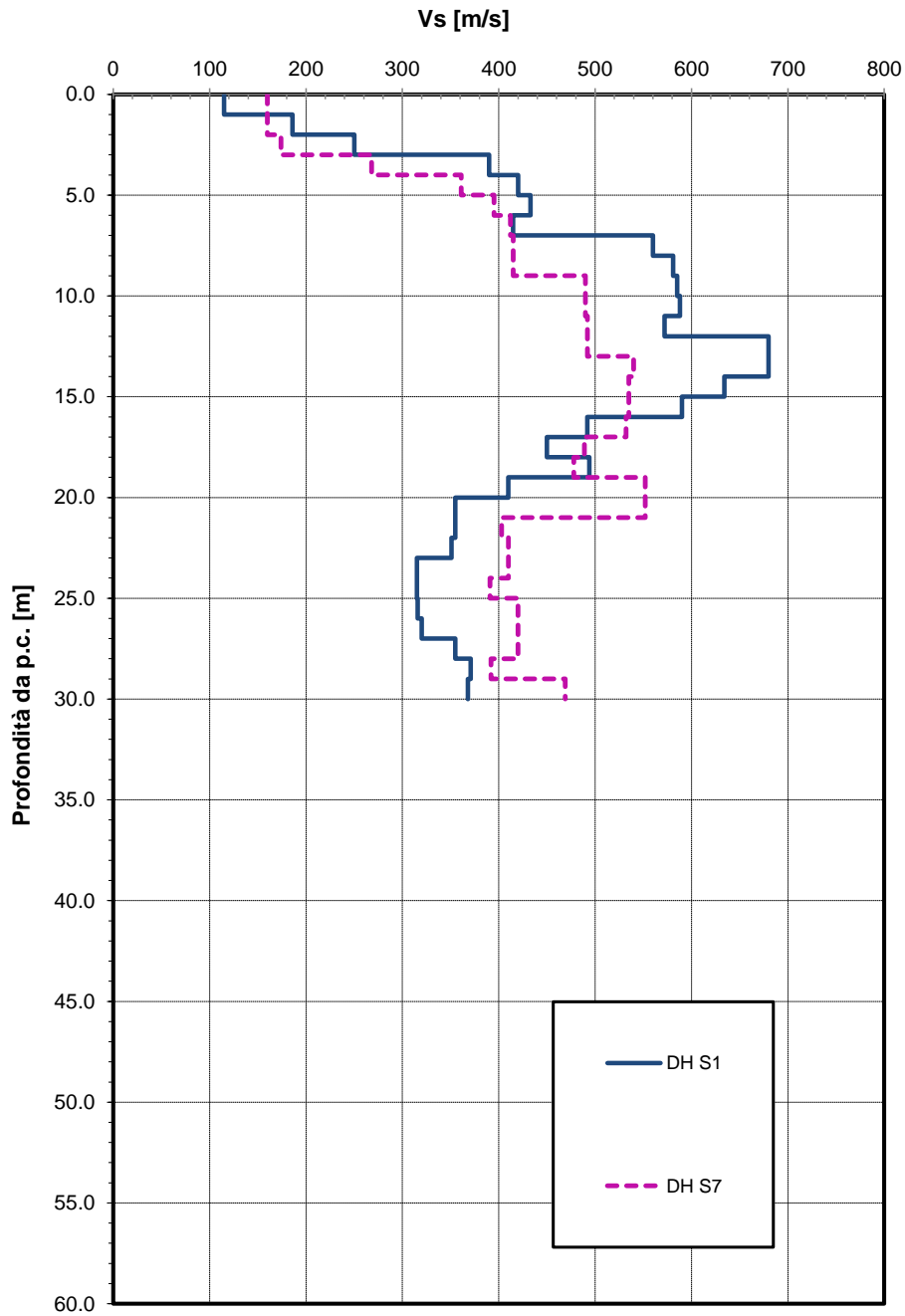


Figura 51 – Velocità delle onde di taglio da prove sismiche – Unità 7AL

Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT e sismiche

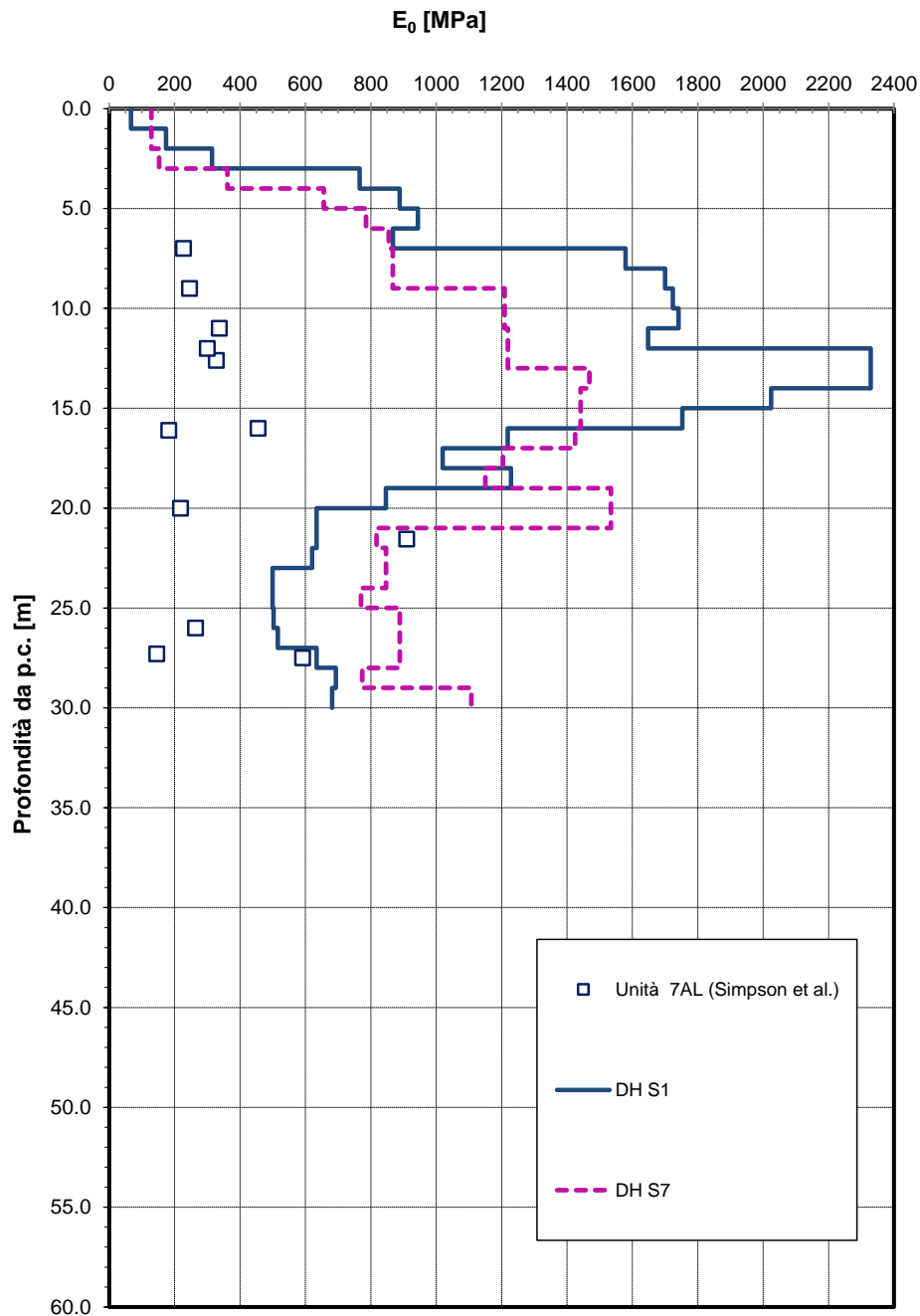


Figura 52 – Modulo di deformazione elastico iniziale da prove sismiche – Unità 7AL

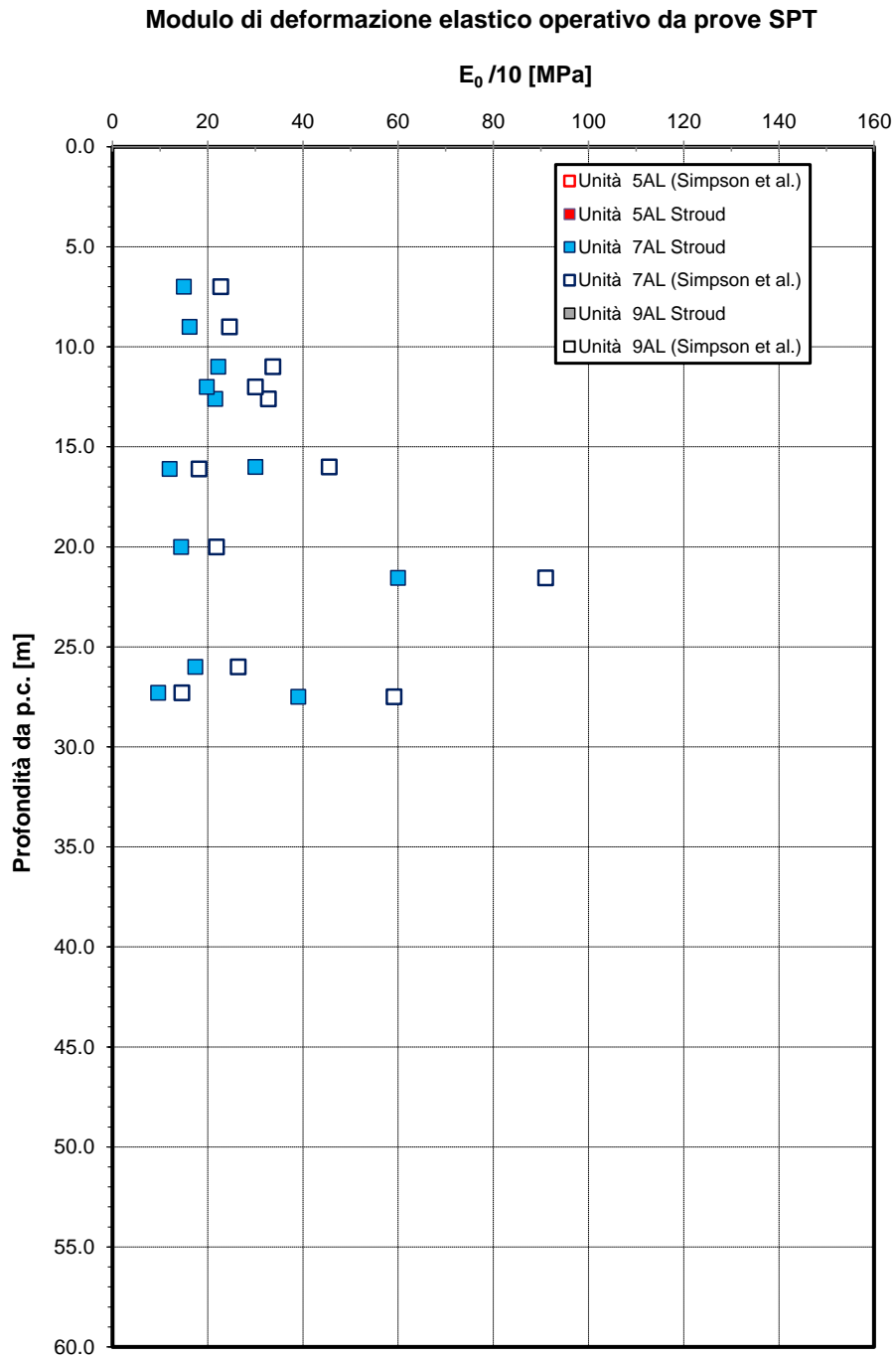


Figura 53 – Modulo di deformazione elastico operativo da prove SPT – Unità 7AL

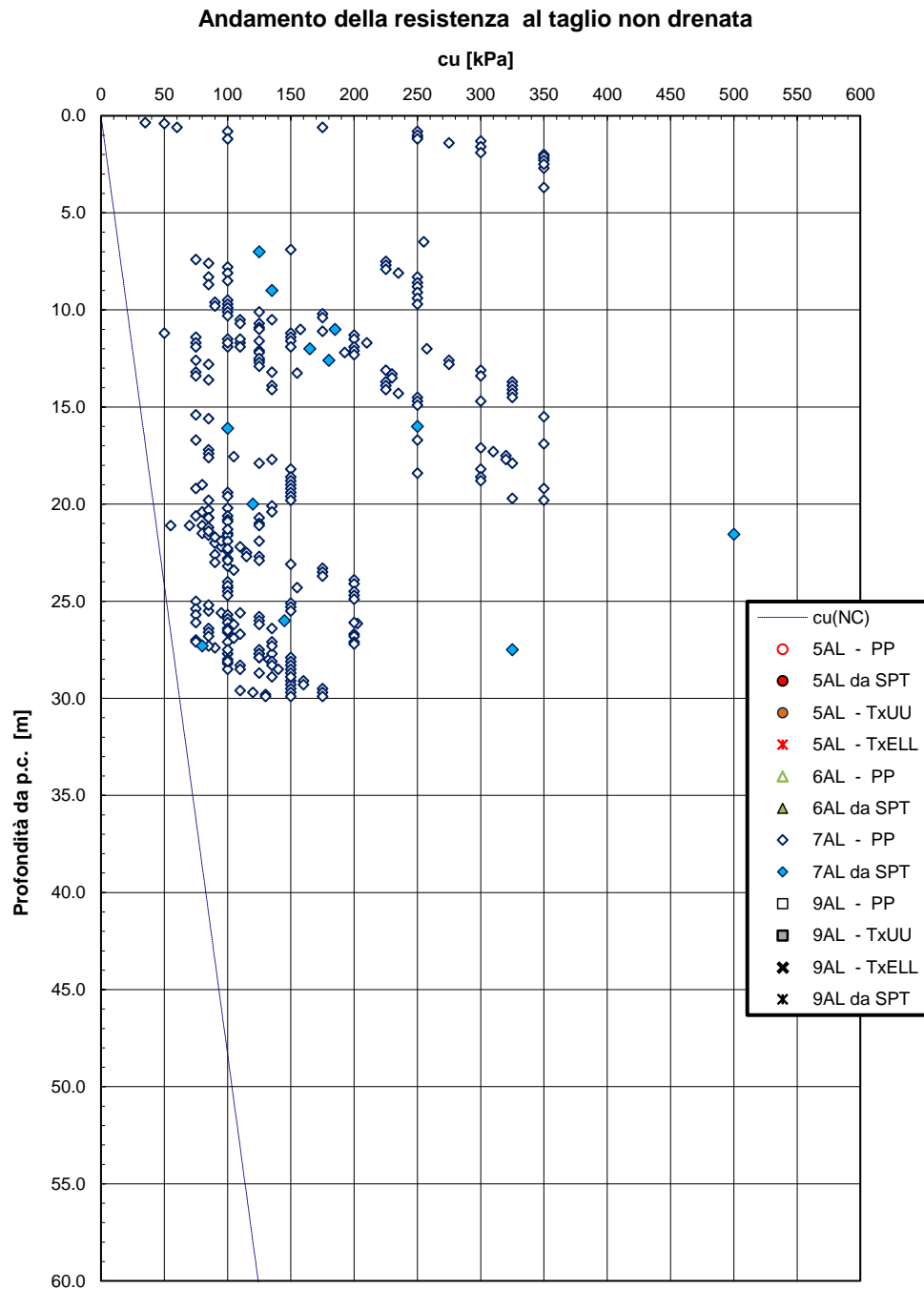


Figura 54 – Resistenza al taglio non drenata – Unità 7AL

Resistenza al taglio non drenata

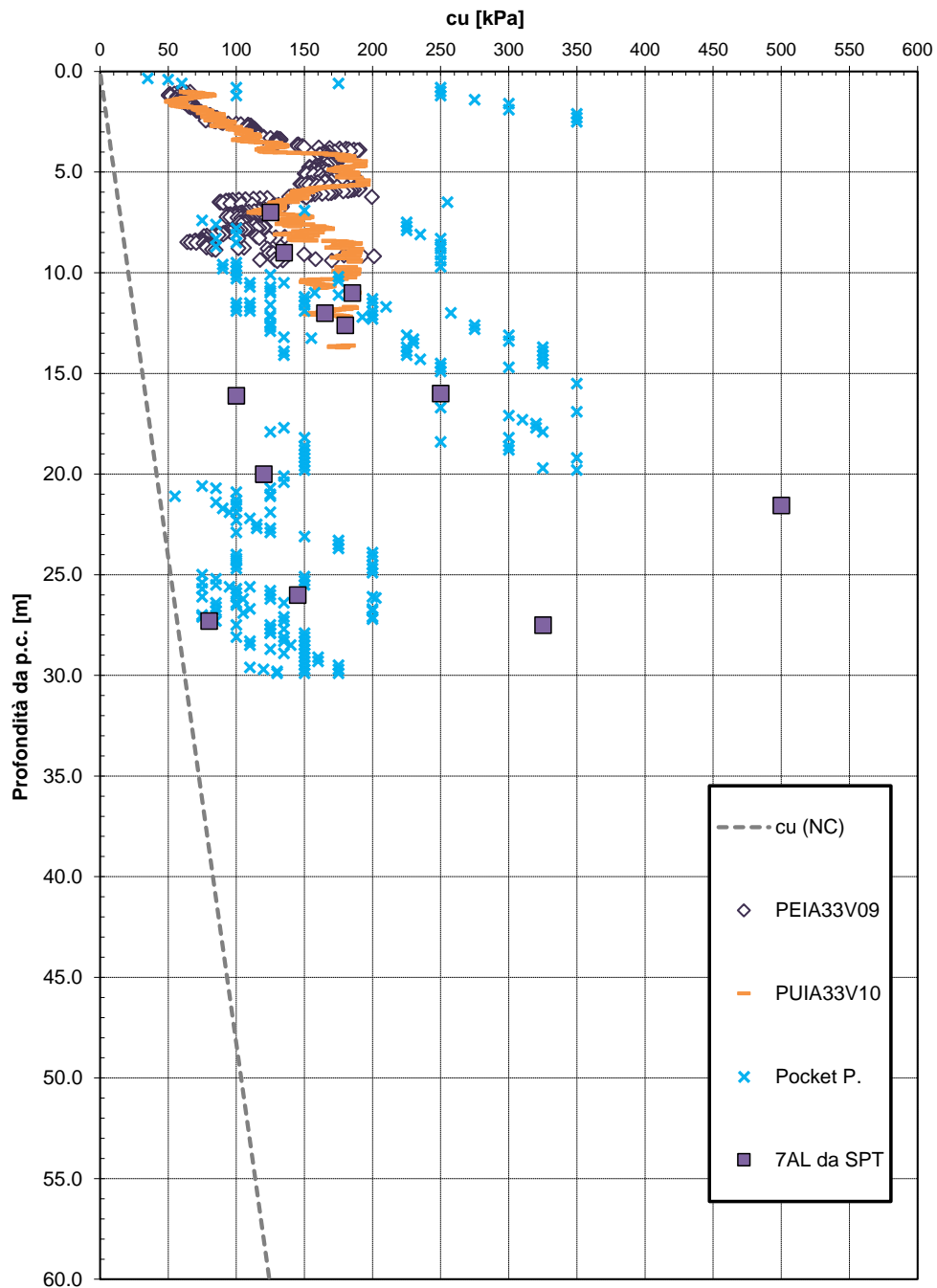


Figura 55 – Resistena al taglio non drenata da prove CPT – Unità 7AL

Densità relativa da prove SPT

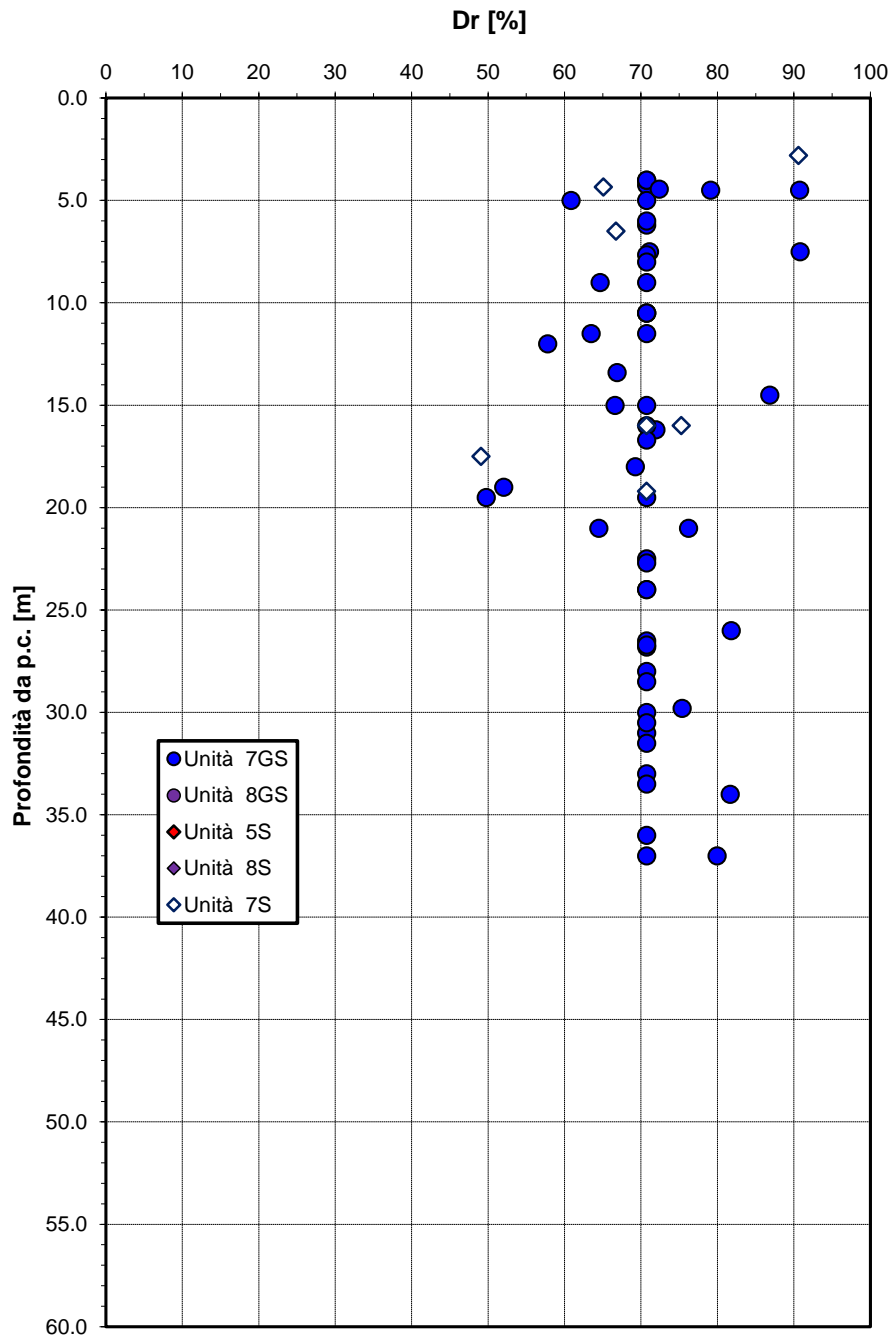


Figura 56 – Densità relativa da prove SPT – Unità 7S/7GS



Angolo di resistenza al taglio da prove SPT

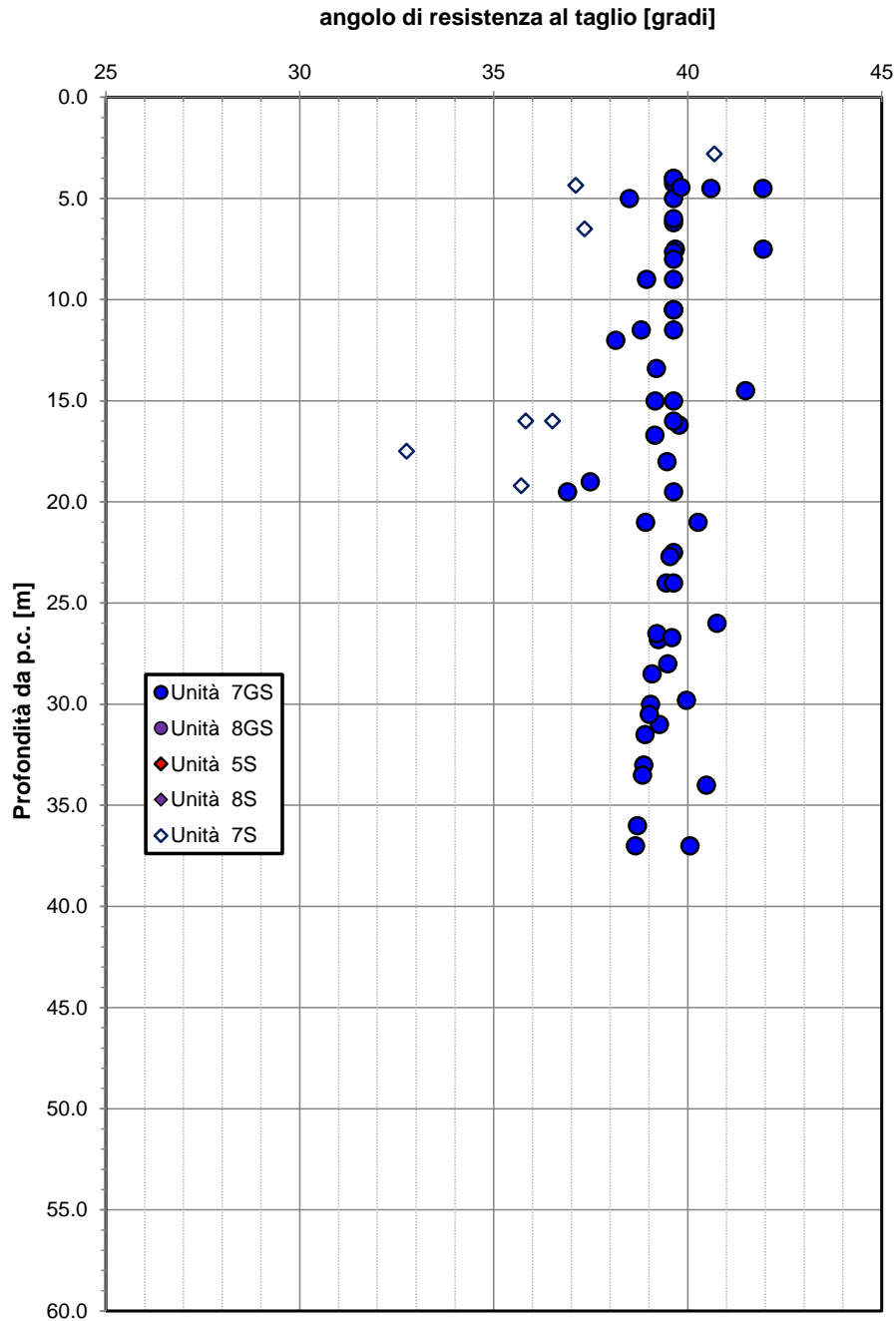


Figura 57 – Angolo di resistenza al taglio da prove SPT – Unità 7S/7GS

Velocità delle onde di taglio da prove SPT e sismiche

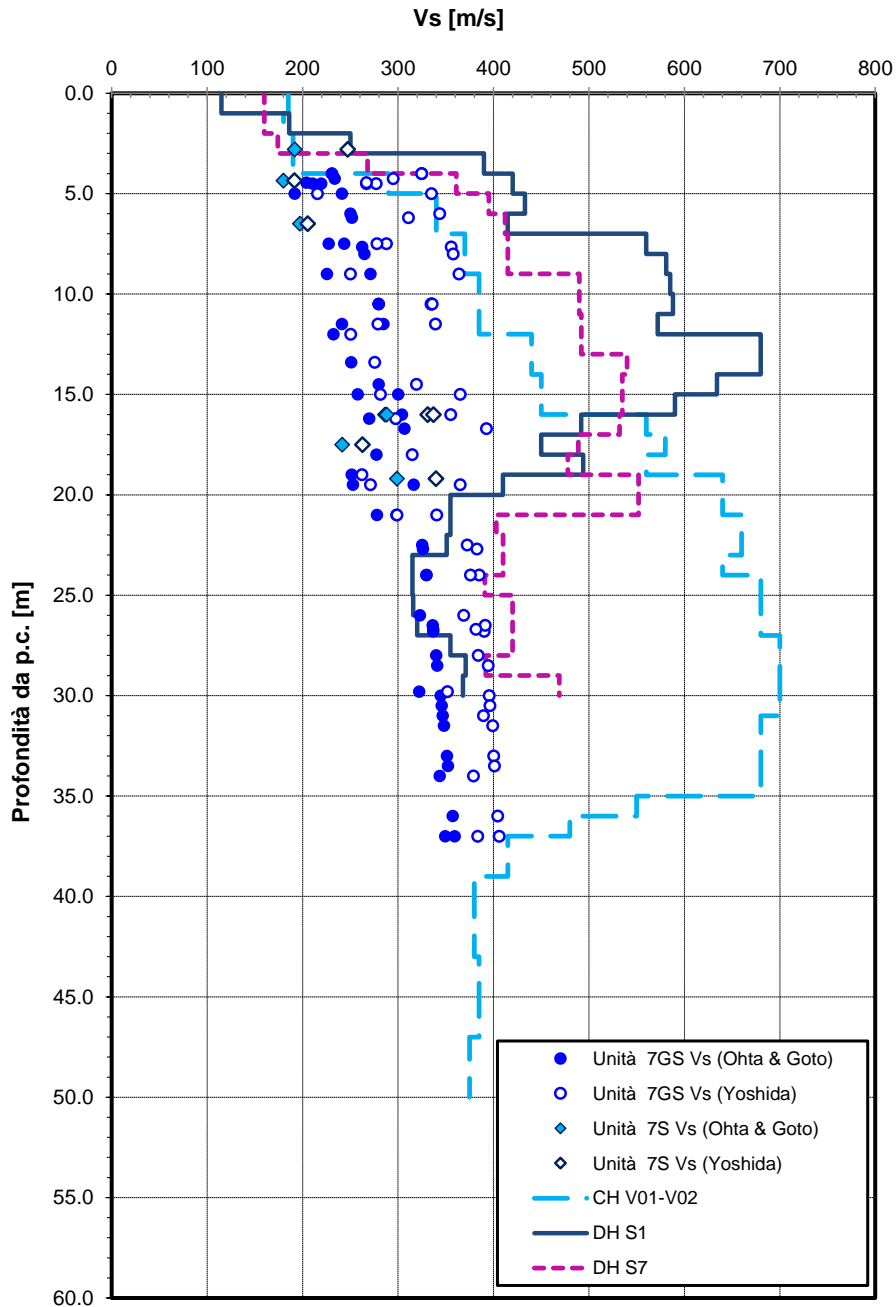


Figura 58 – Velocità delle onde di taglio da prove SPT e sismiche – Unità 7S, 7GS

Modulo di deformazione a taglio iniziale da prove SPT

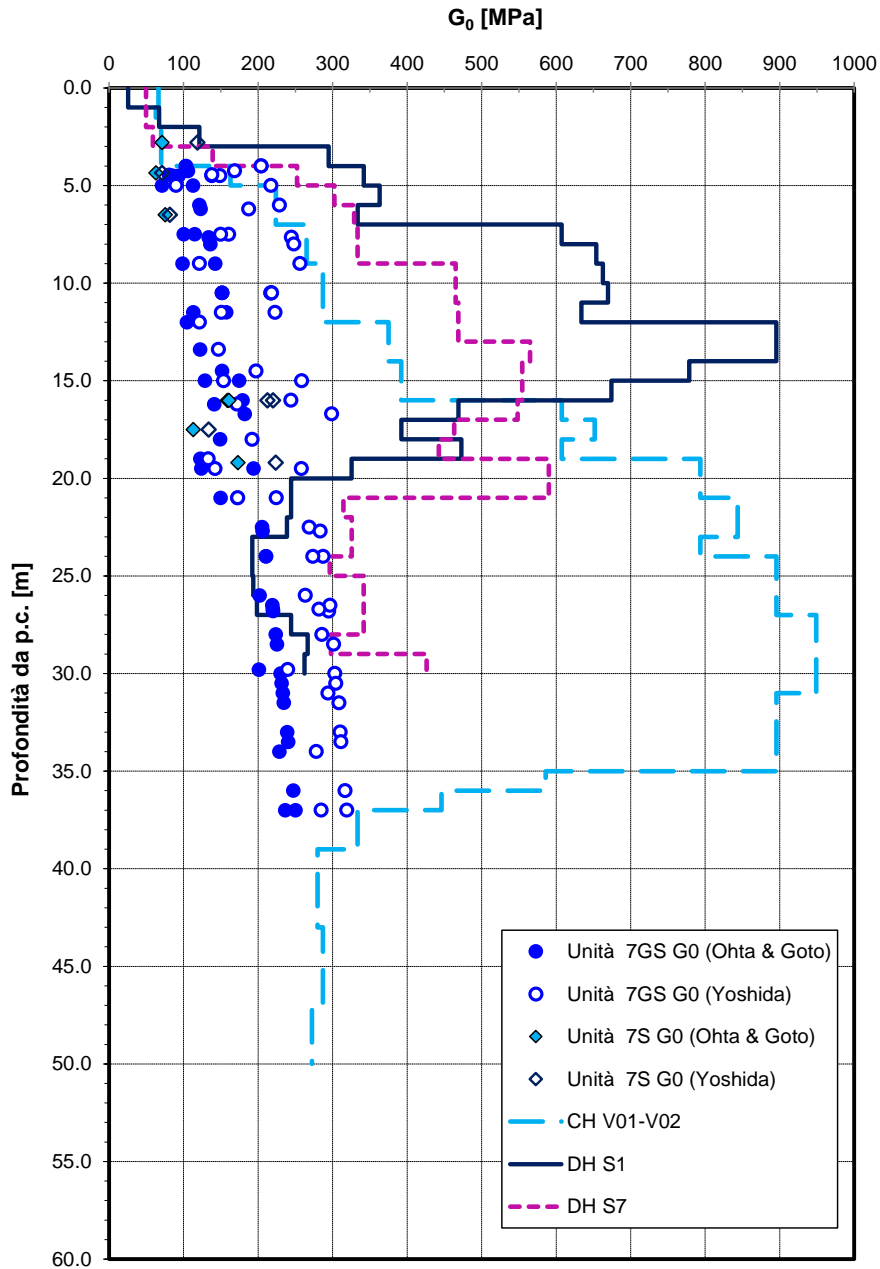


Figura 59 – Modulo di deformazione a taglio iniziale da prove SPT e sismiche – Unità 7S, 7GS

Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT e sismiche

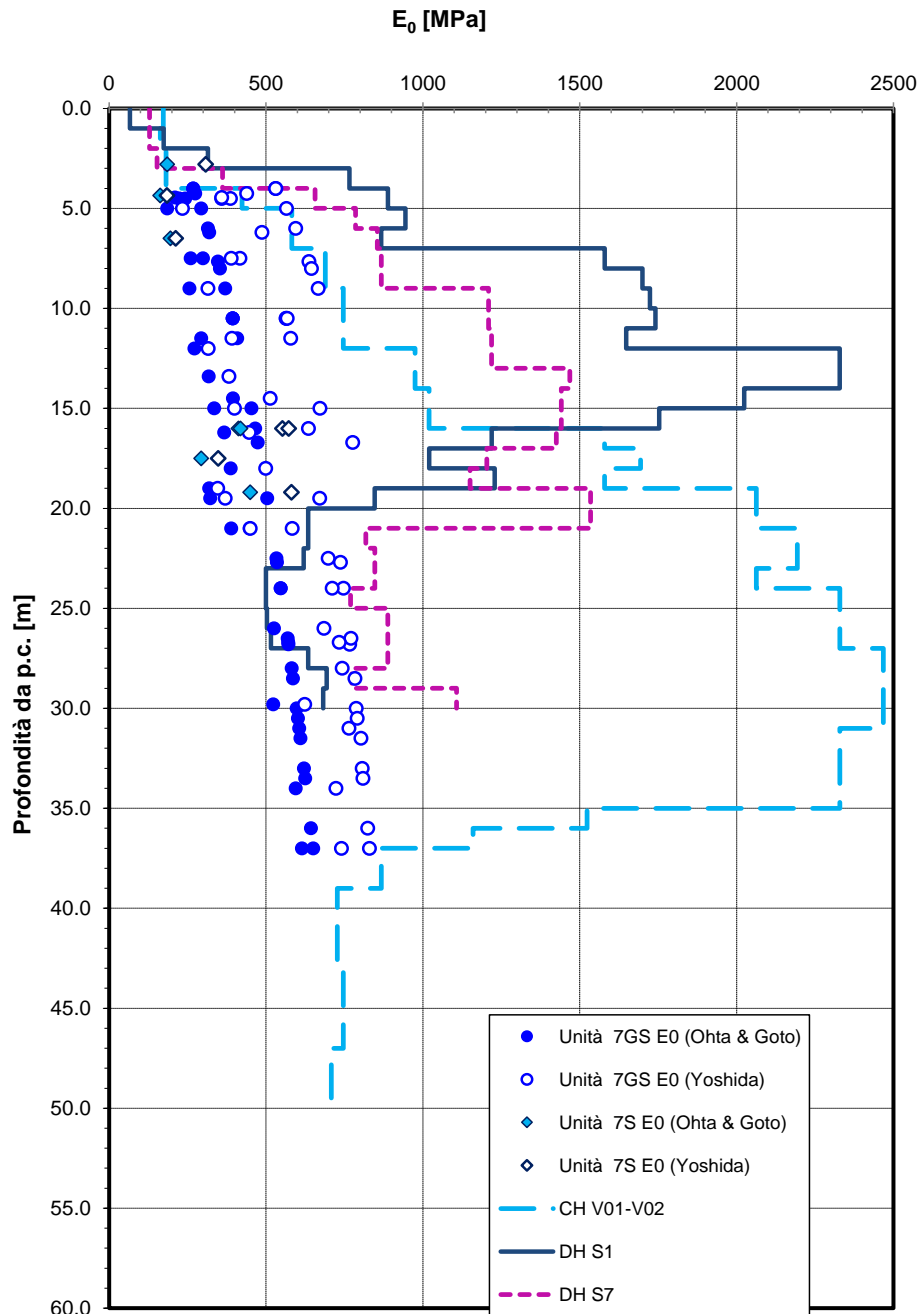
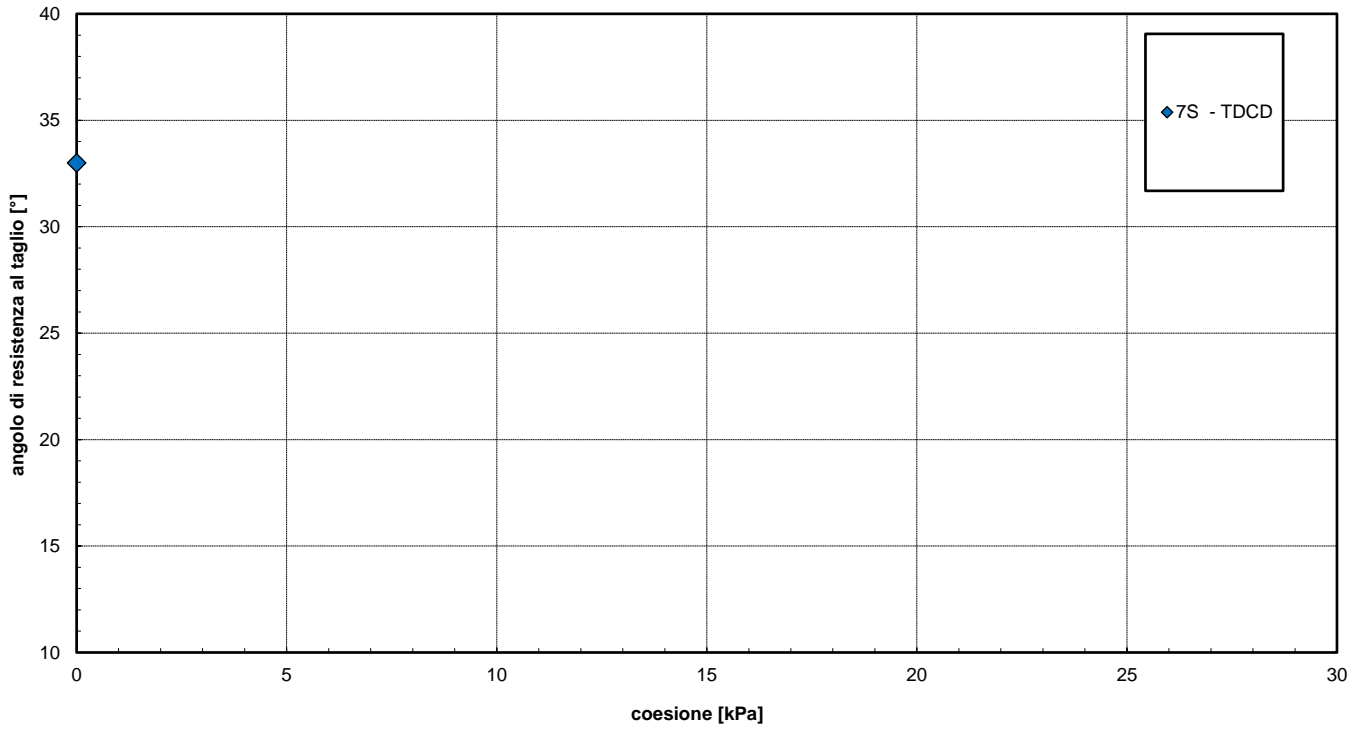


Figura 60 – Modulo di defrmazione elastico iniziale da prove SPT e sismiche – Unità 7S, 7GS

|  |   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b></p> <p><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                 | <table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>141 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 141 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 141 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

*Andamento della coesione e dell'angolo di resistenza al taglio*



*Figura 61 – Parametri di resistenza da laboratorio – Unità 7S*

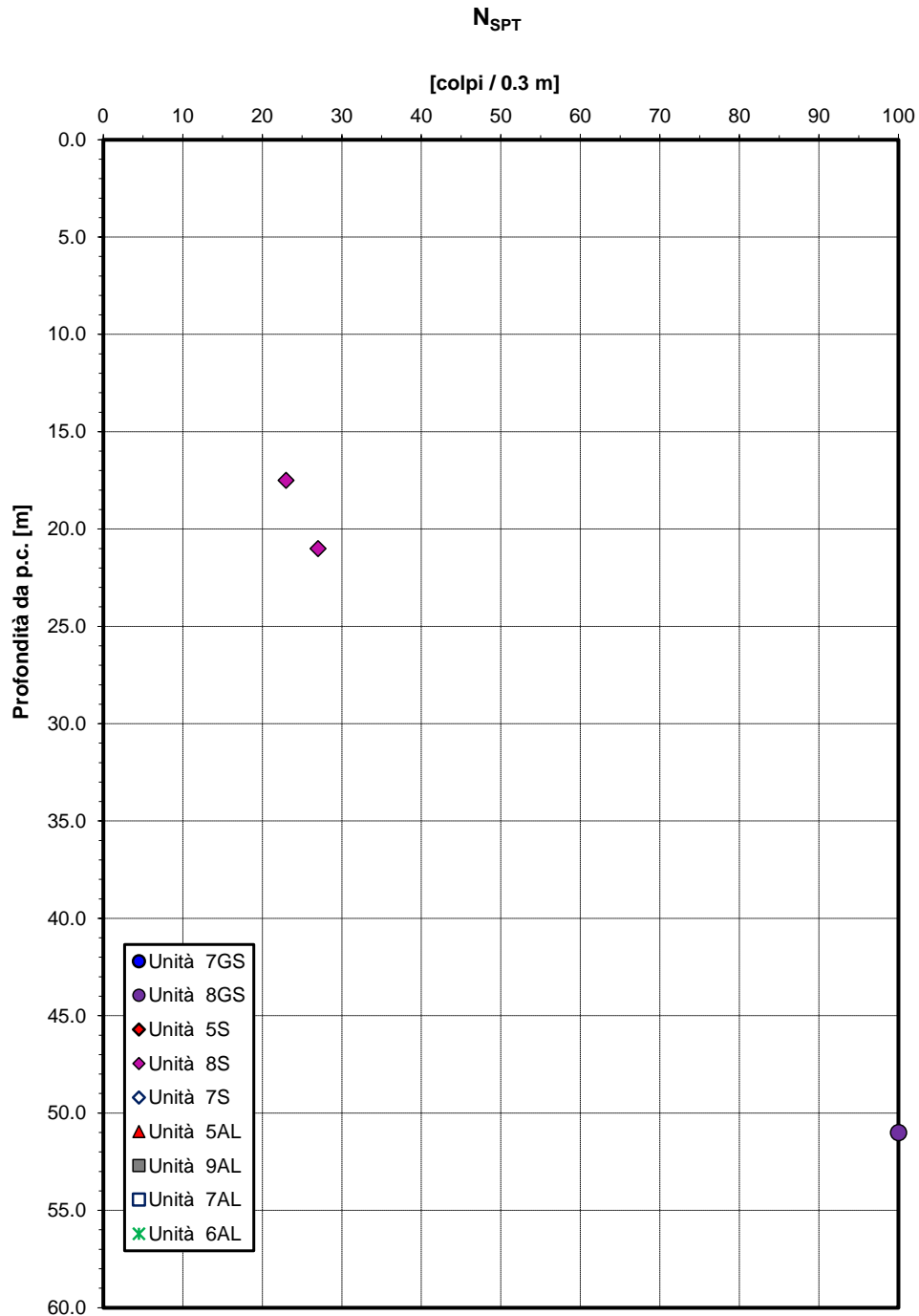


Figura 62 - Valori di SPT – Unità 8S

Densità relativa da prove SPT

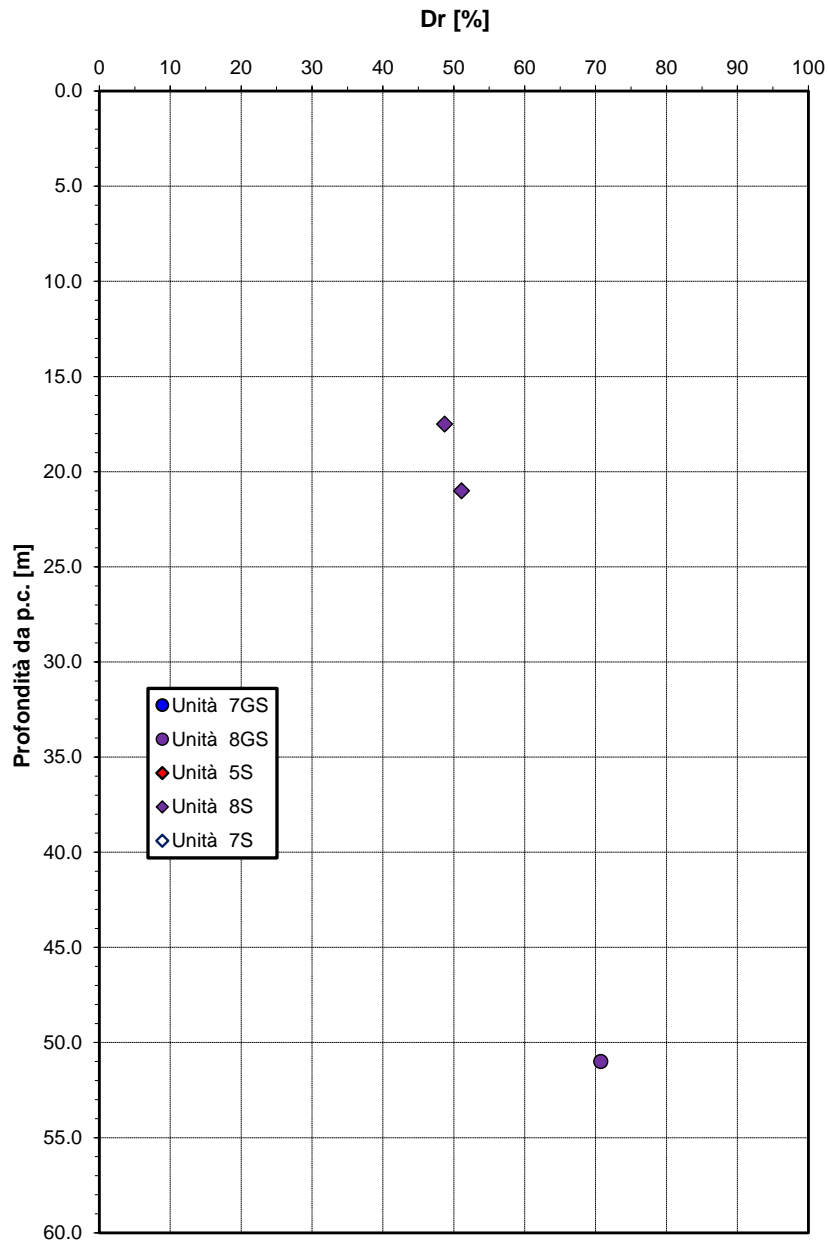


Figura 63 – Densità relativa da prove SPT – Unità 8S e 8GS

Angolo di resistenza al taglio da prove SPT

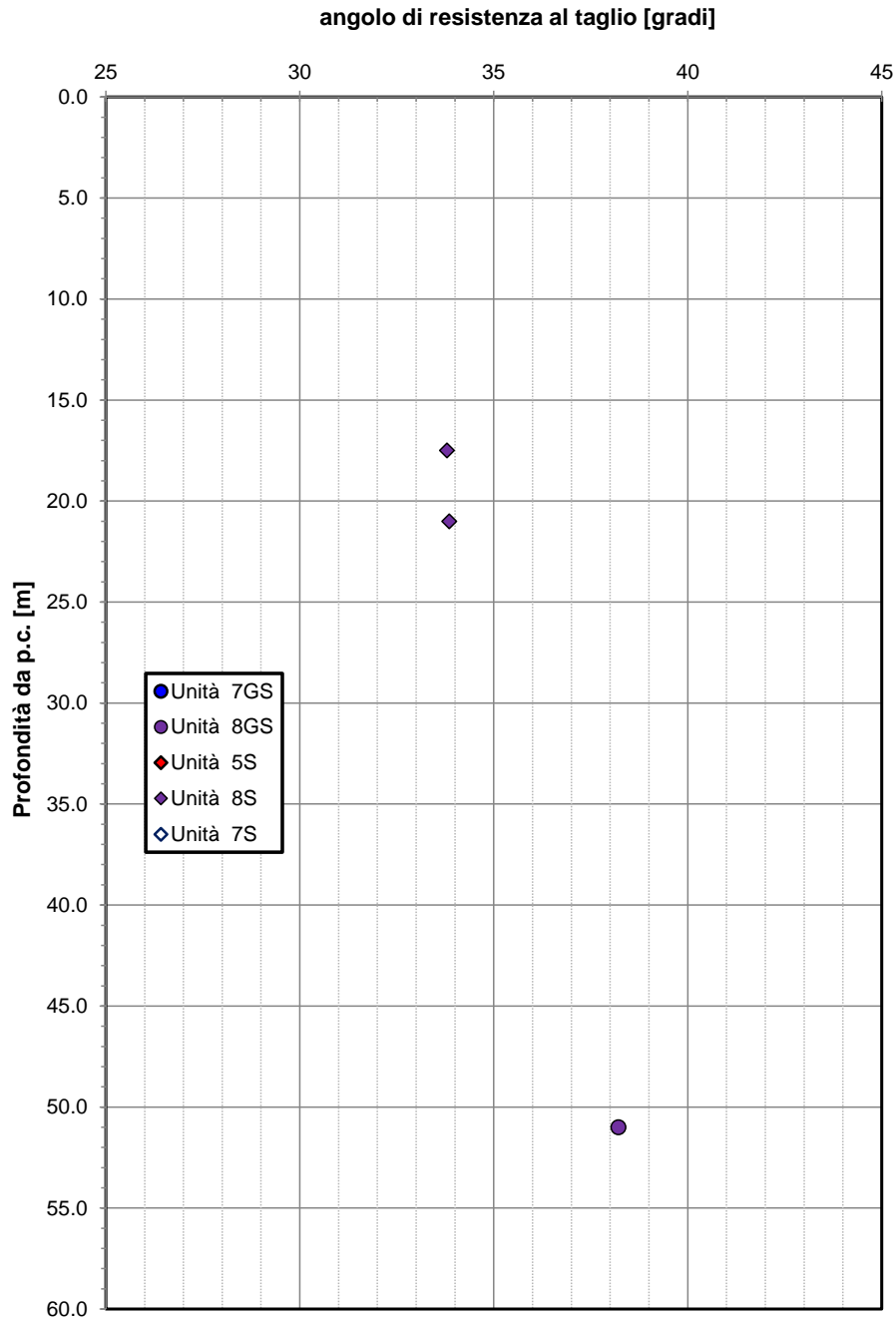


Figura 64 – Angolo di resistenza al taglio da prove SPT – Unità 8S e 8GS



Velocità delle onde di taglio da prove SPT e sismiche

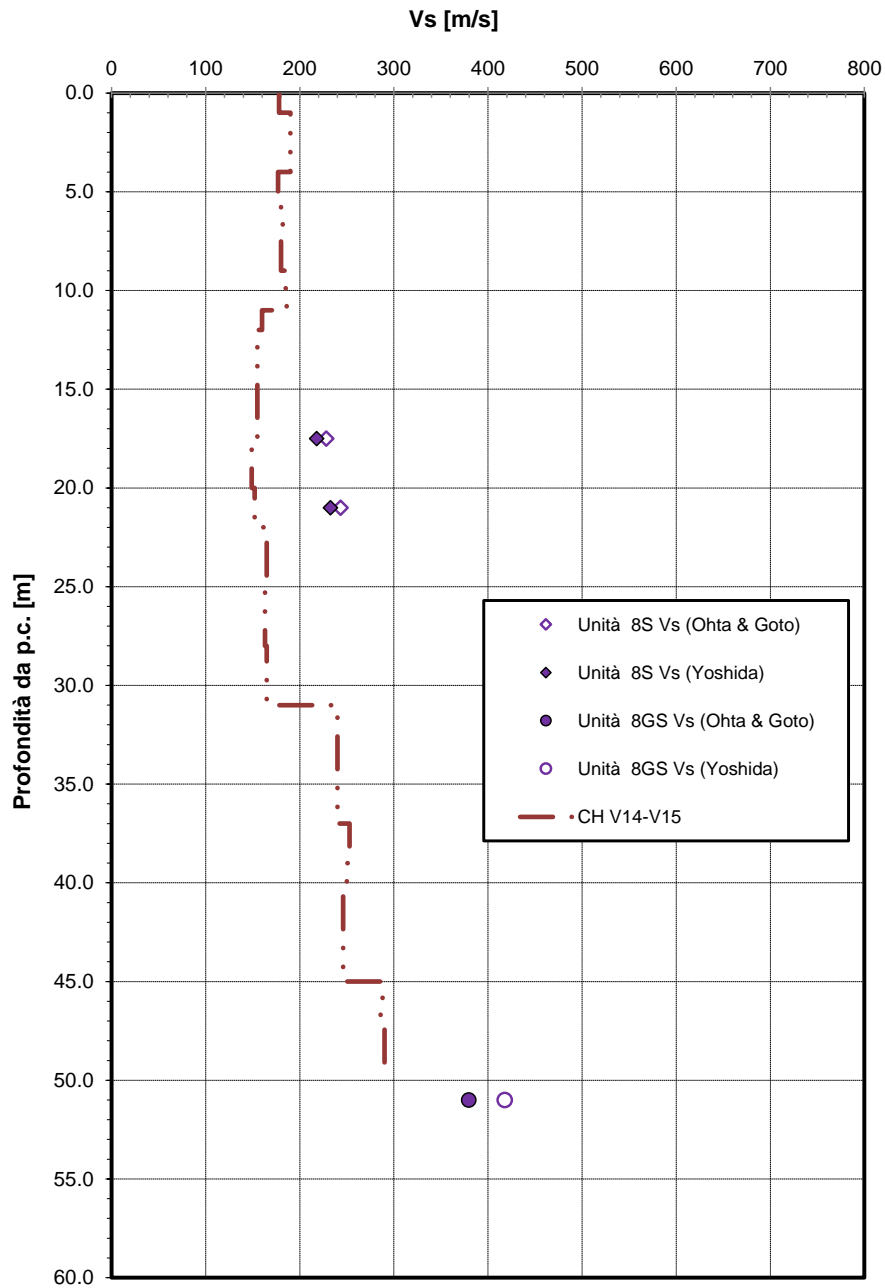


Figura 65 – Velocità delle onde di taglio da prove SPT e sismiche – Unità 8S e 8GS

Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT e sismiche

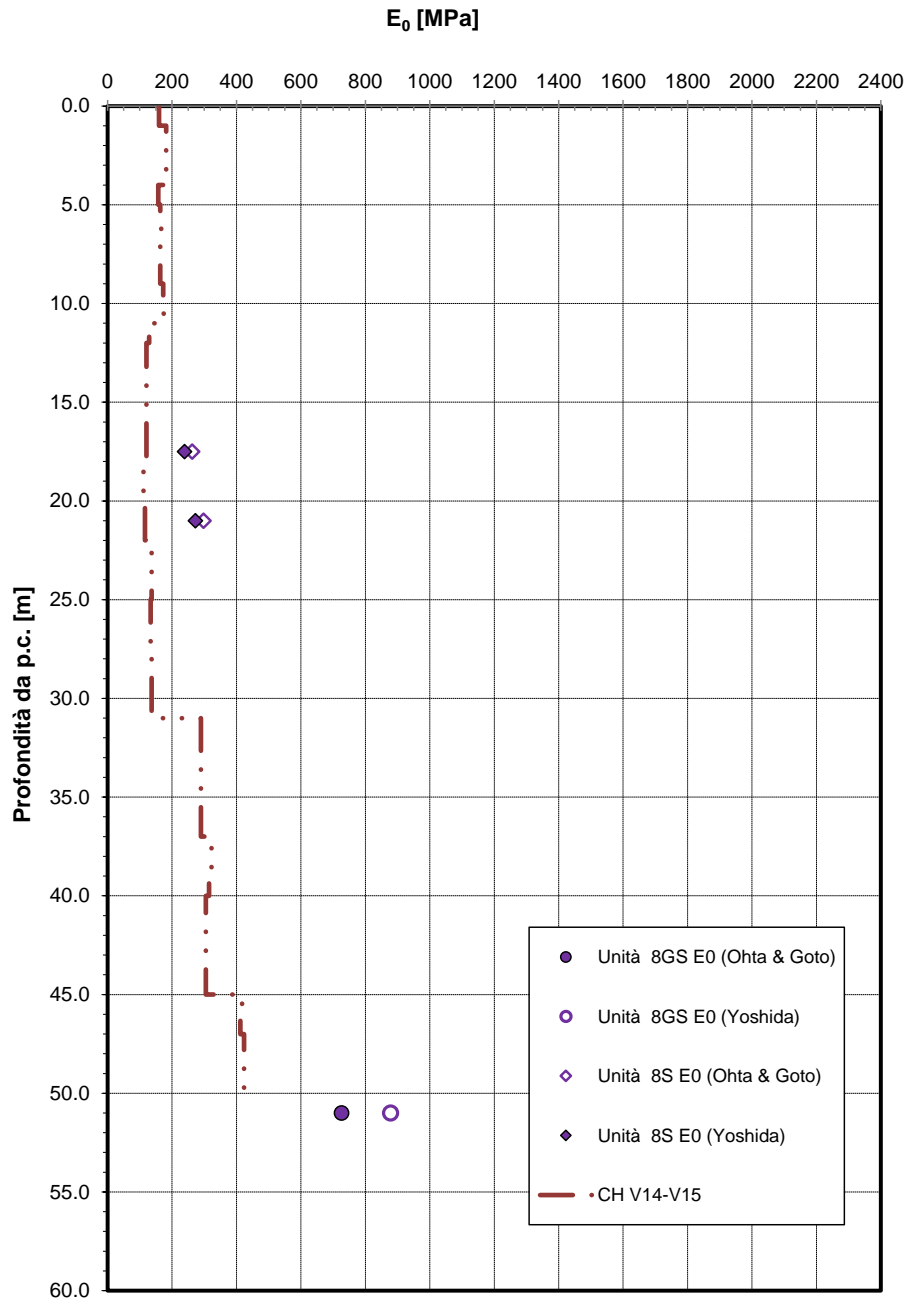


Figura 66 – Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT e sismiche – Unità 8S e 8GS

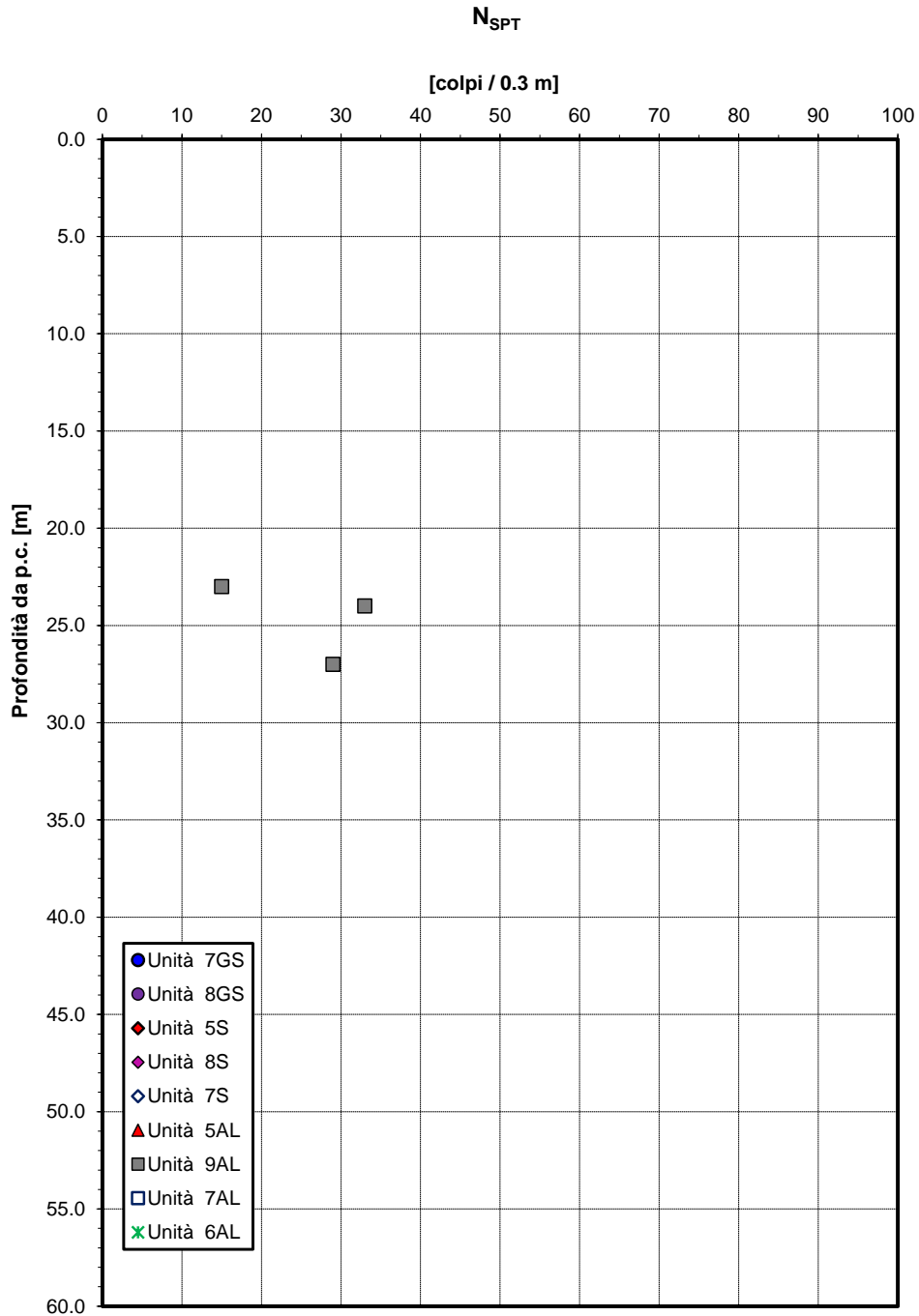


Figura 67 - Valori di  $N_{SPT}$  – Unità 9AL

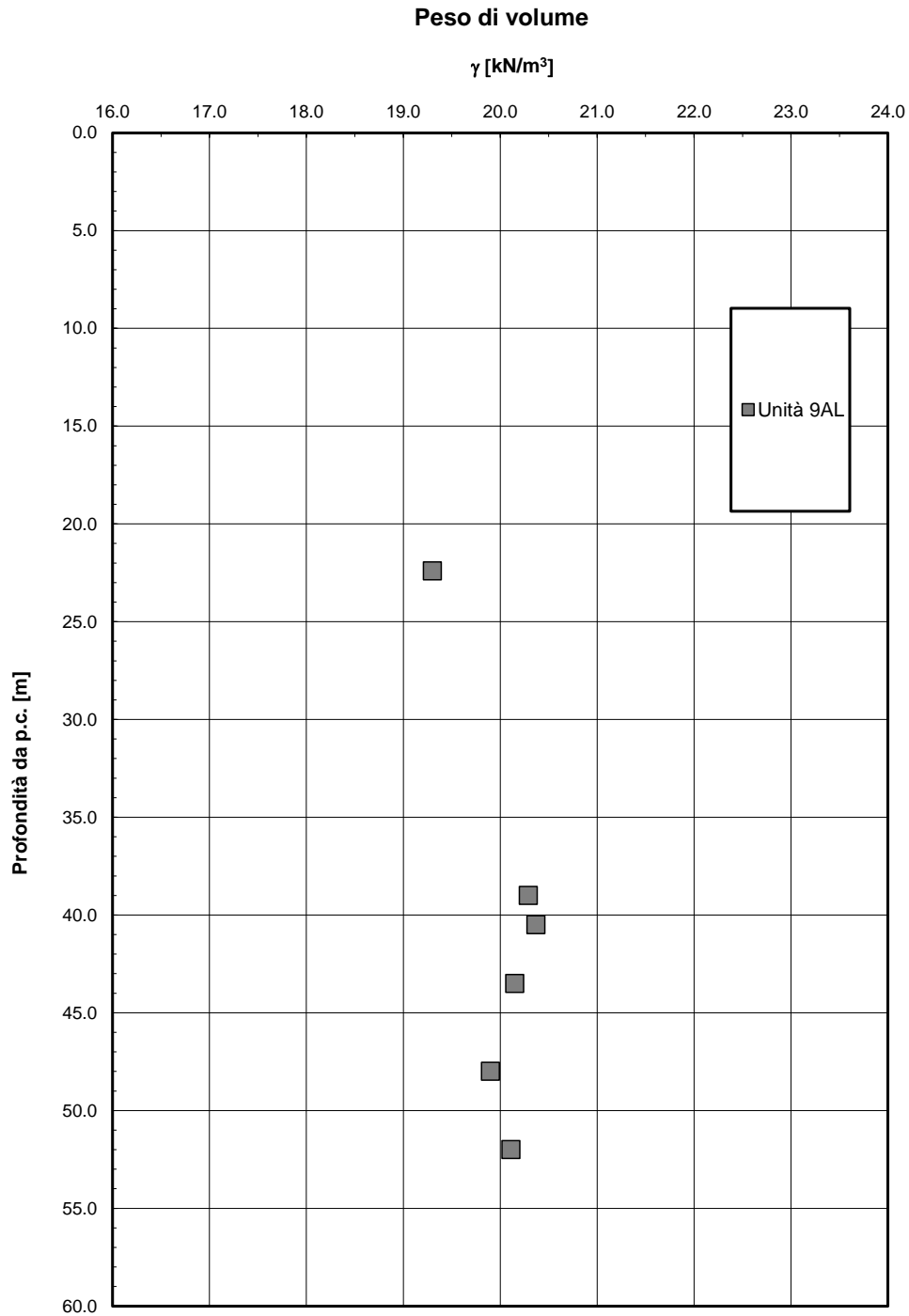


Figura 68 – Peso di volume naturale – Unità 9AL

**Granulometria unità 9AL**

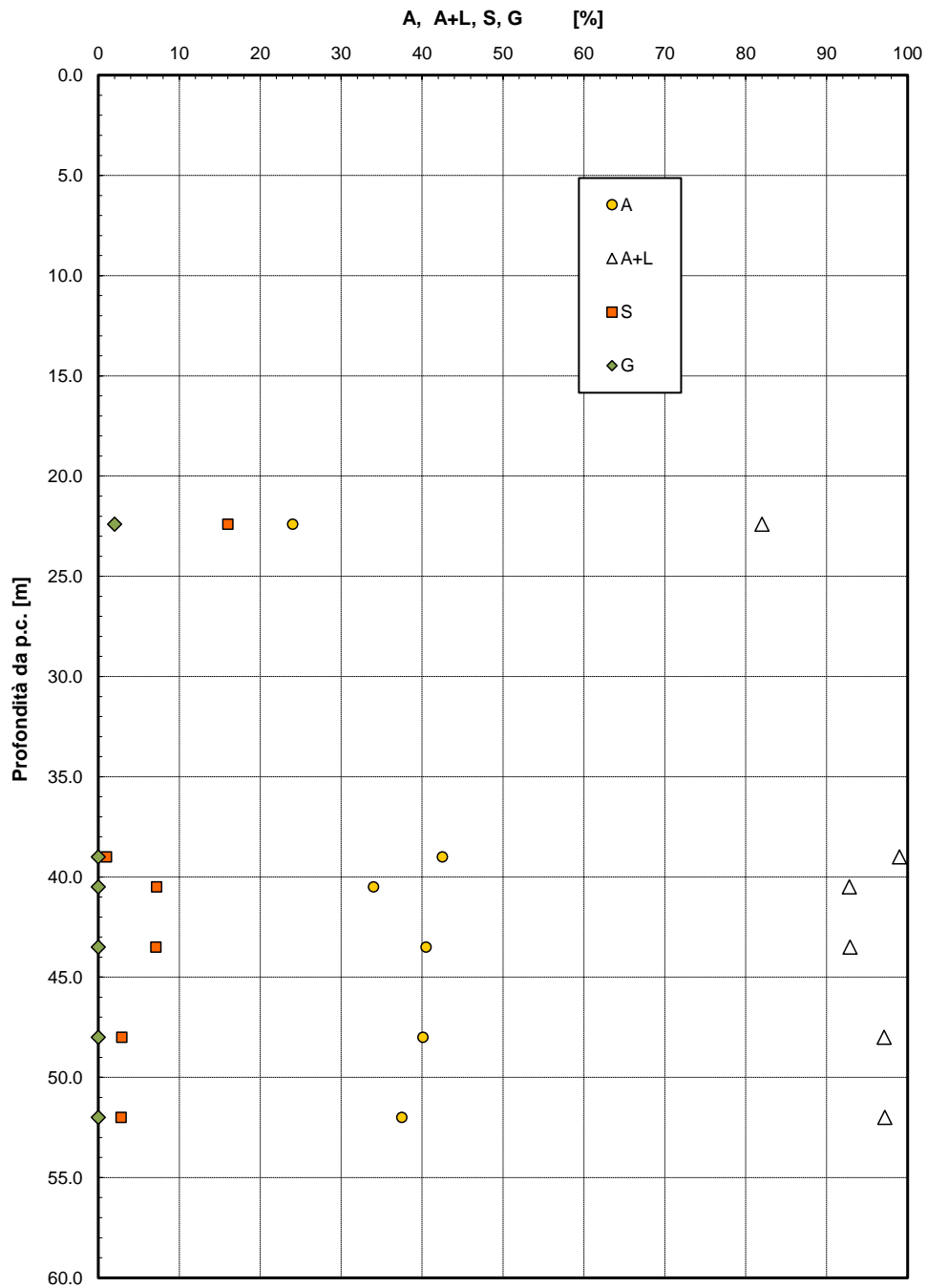


Figura 69 – Analisi granulometrica – Unità 9AL

**Limiti di Atterberg e contenuto naturale d'acqua**

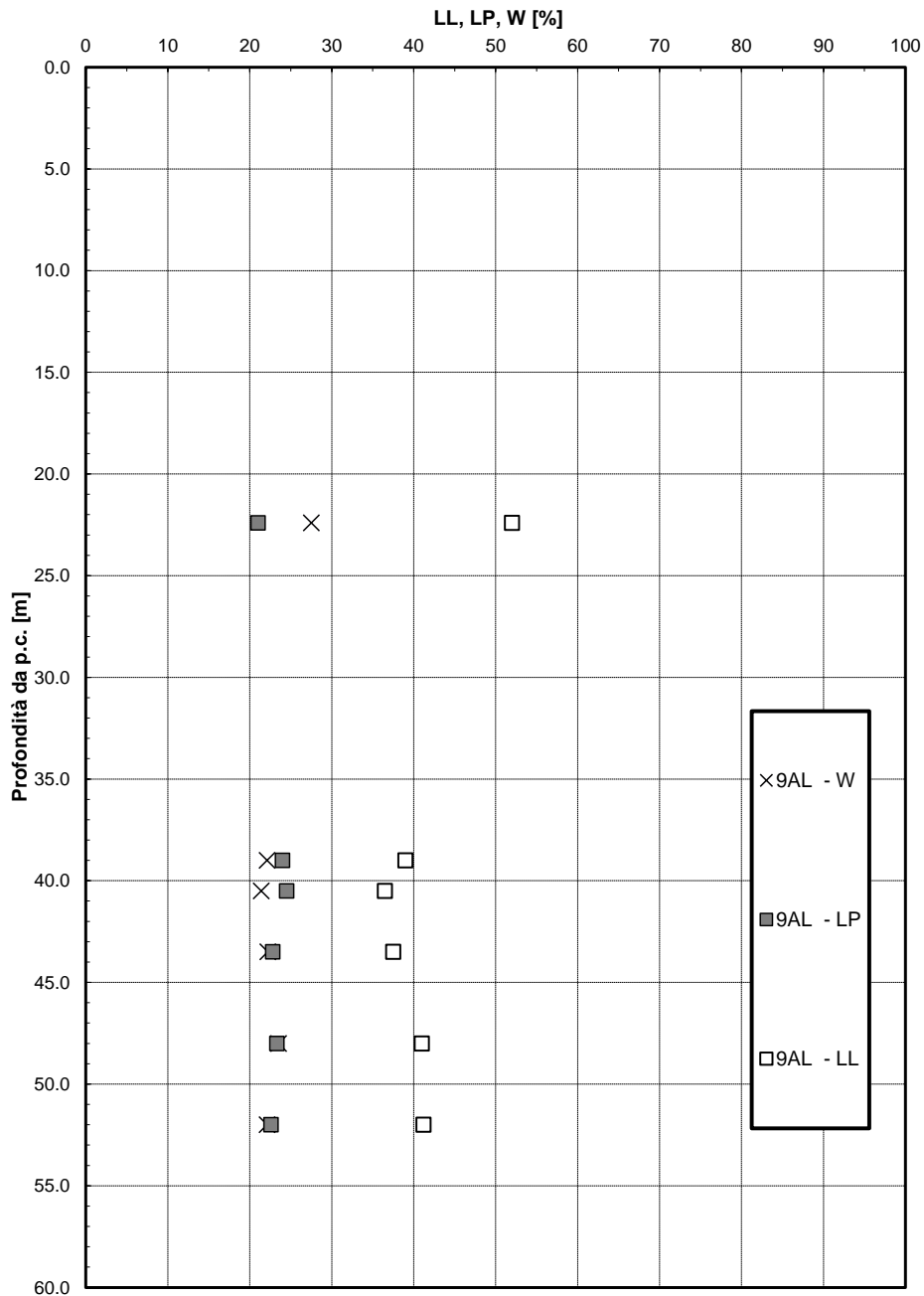


Figura 70 – Limiti di Atterberg – Unità 9AL

**Carta di Plasticità di Casagrande**

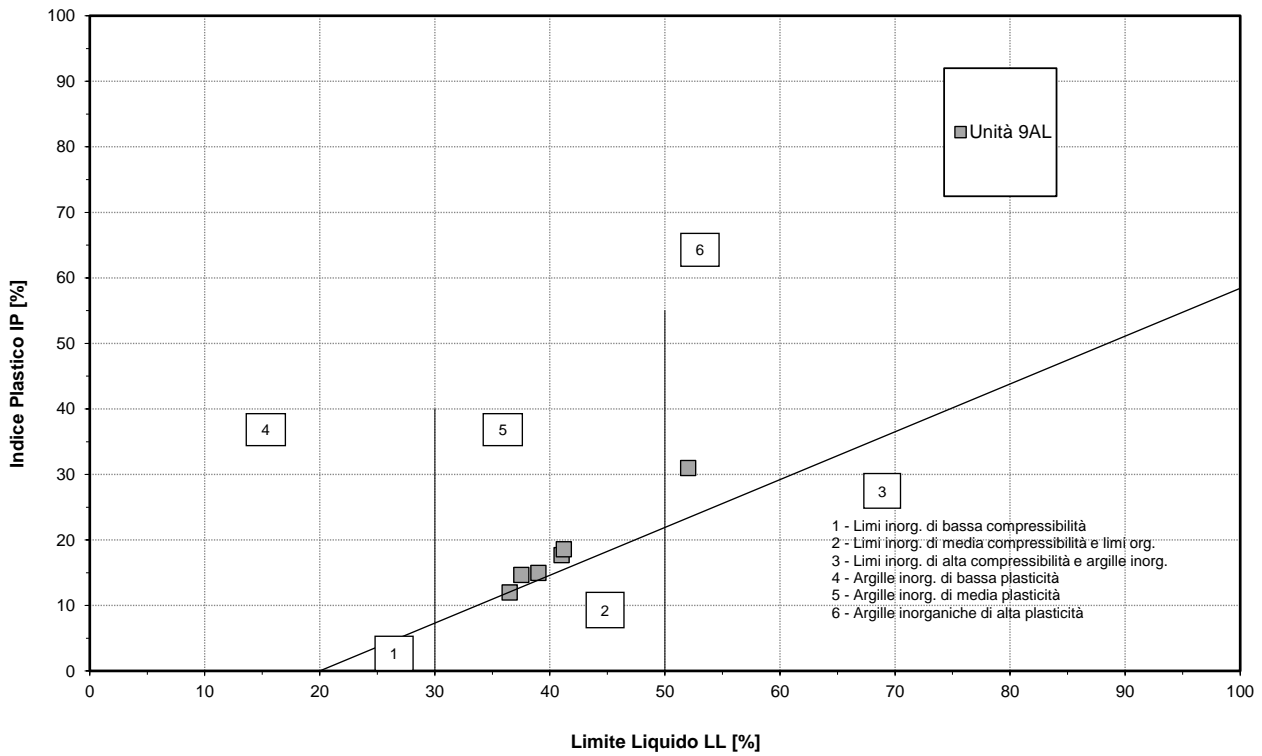


Figura 71 – Carta di plasticità di Casagrande – Unità 9AL

Andamento della resistenza al taglio non drenata

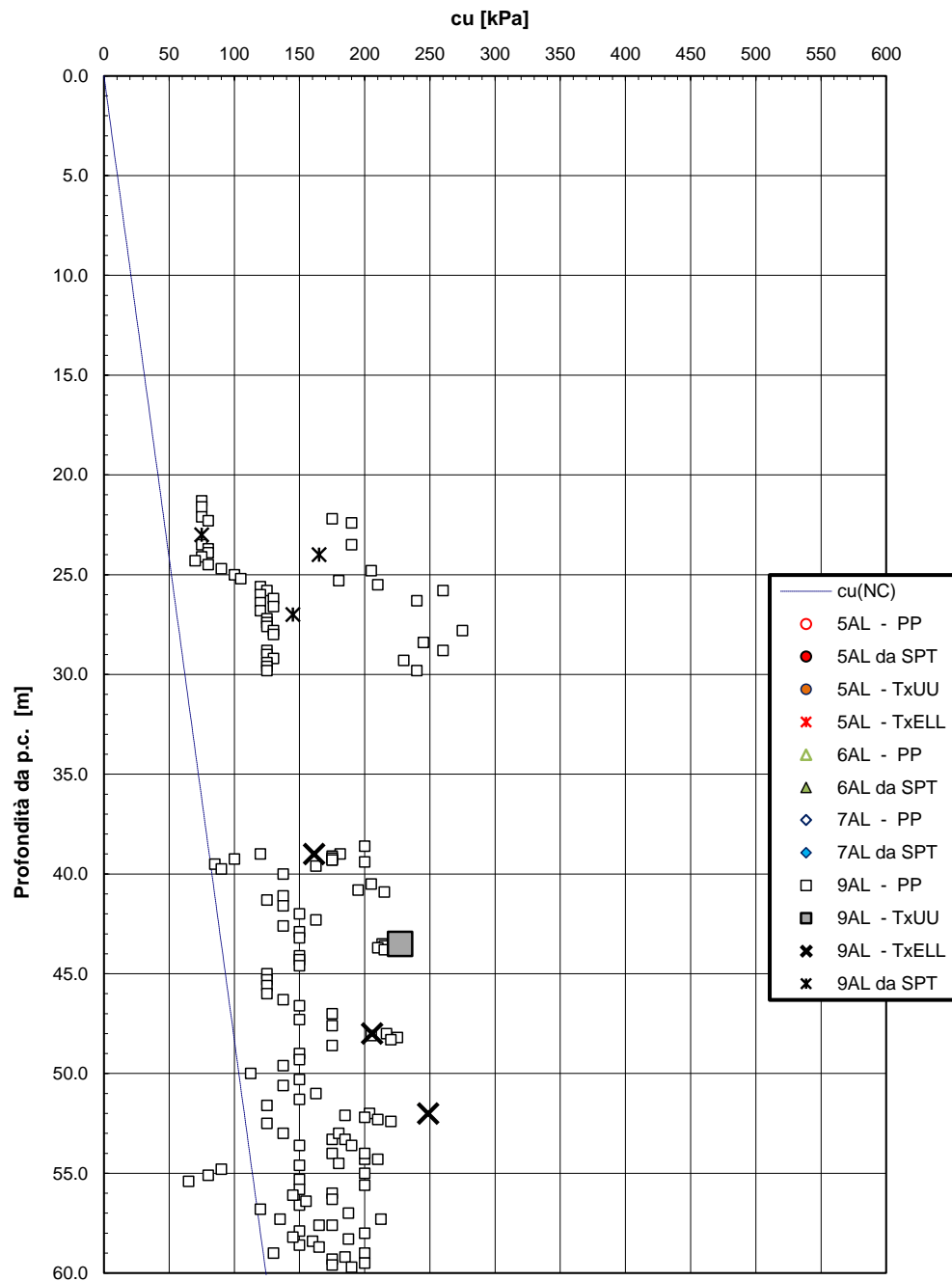


Figura 72 – Resistenza al taglio non drenata – Unità 9AL



Andamento della coesione e dell'angolo di resistenza al taglio

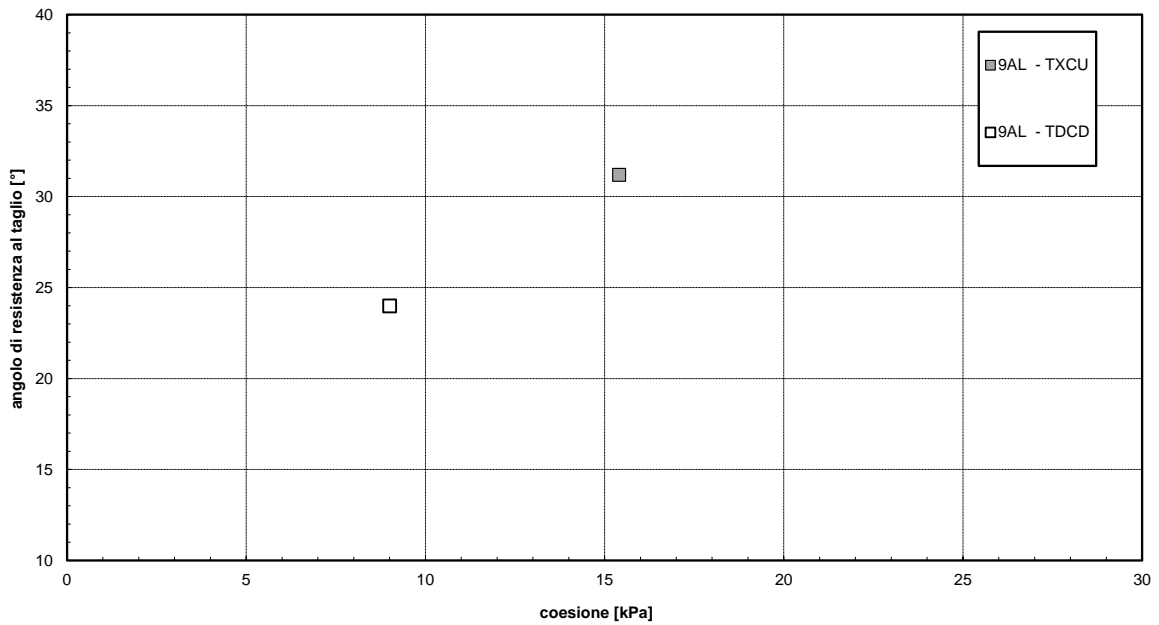


Figura 73 – Parametri di resistenza drenati (laboratorio) – Unità 9AL

Angolo di resistenza al taglio e indice di plasticità (Jamiolkowski et al., 1979)

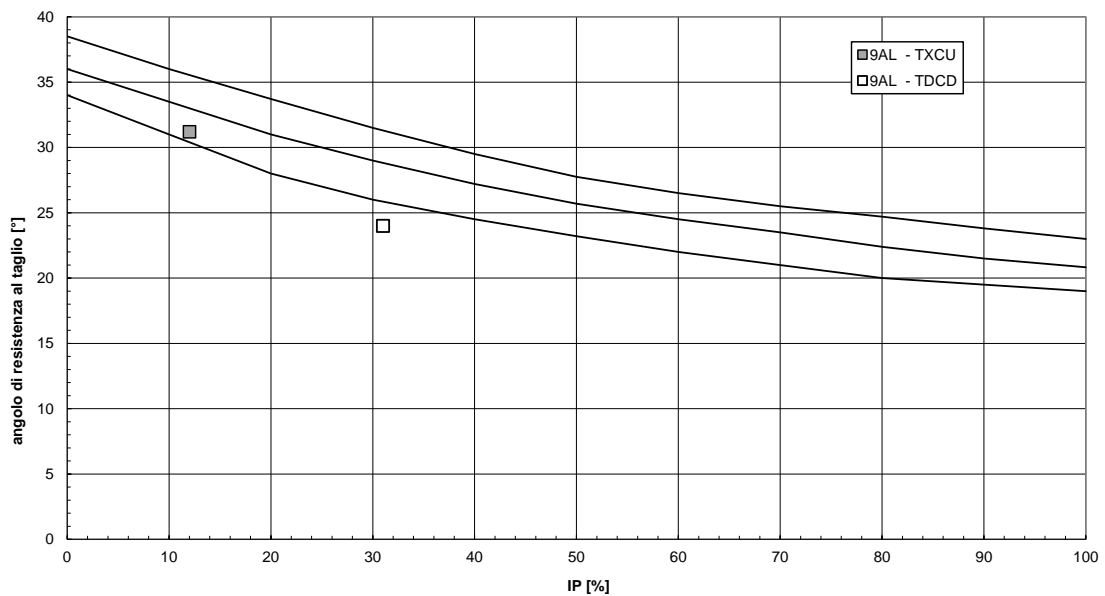


Figura 74 – Angolo di resistenza al taglio e indice di plasticità – Unità 9AL

Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT e sismiche

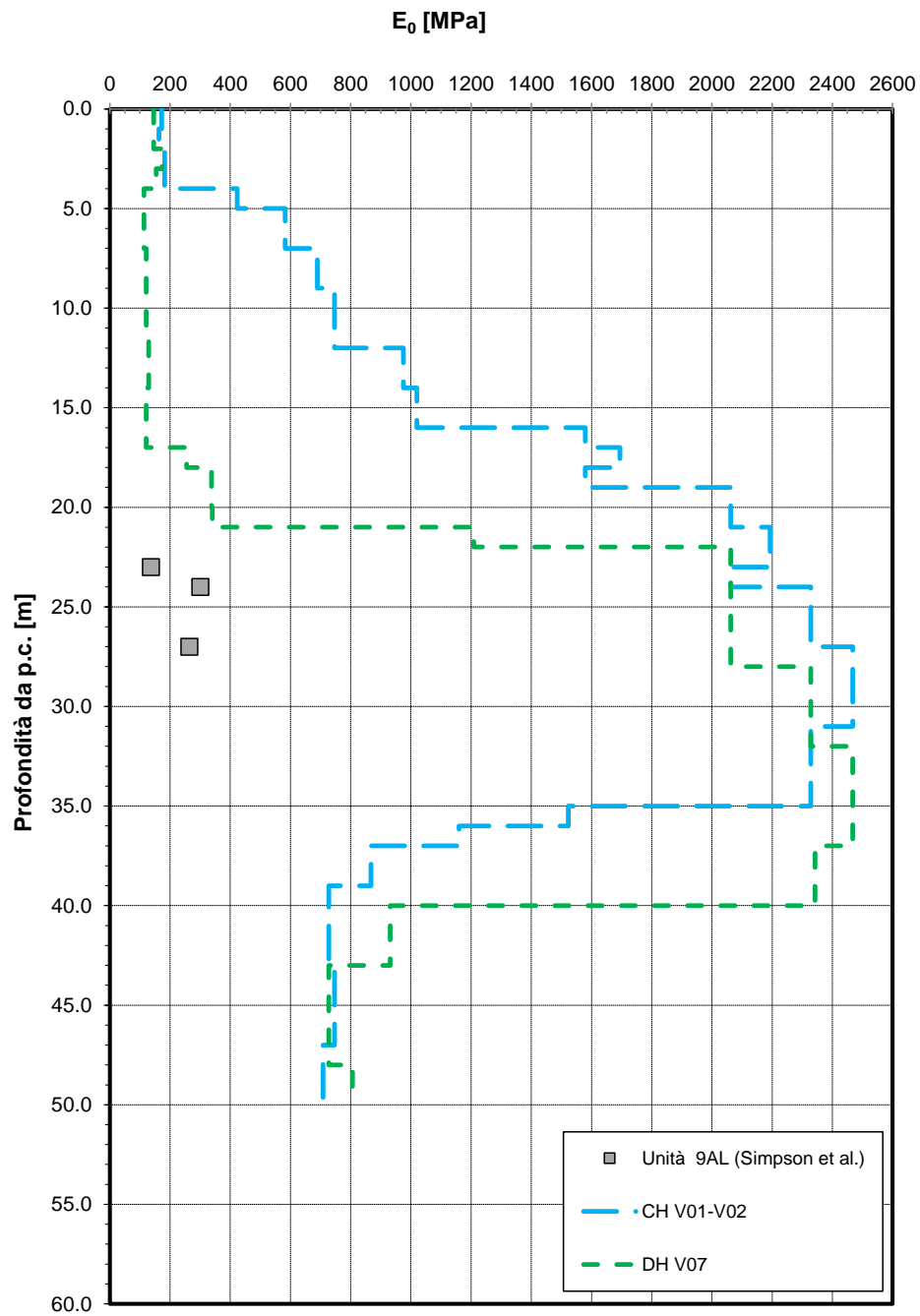


Figura 75 – Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT e sismiche – Unità 9AL

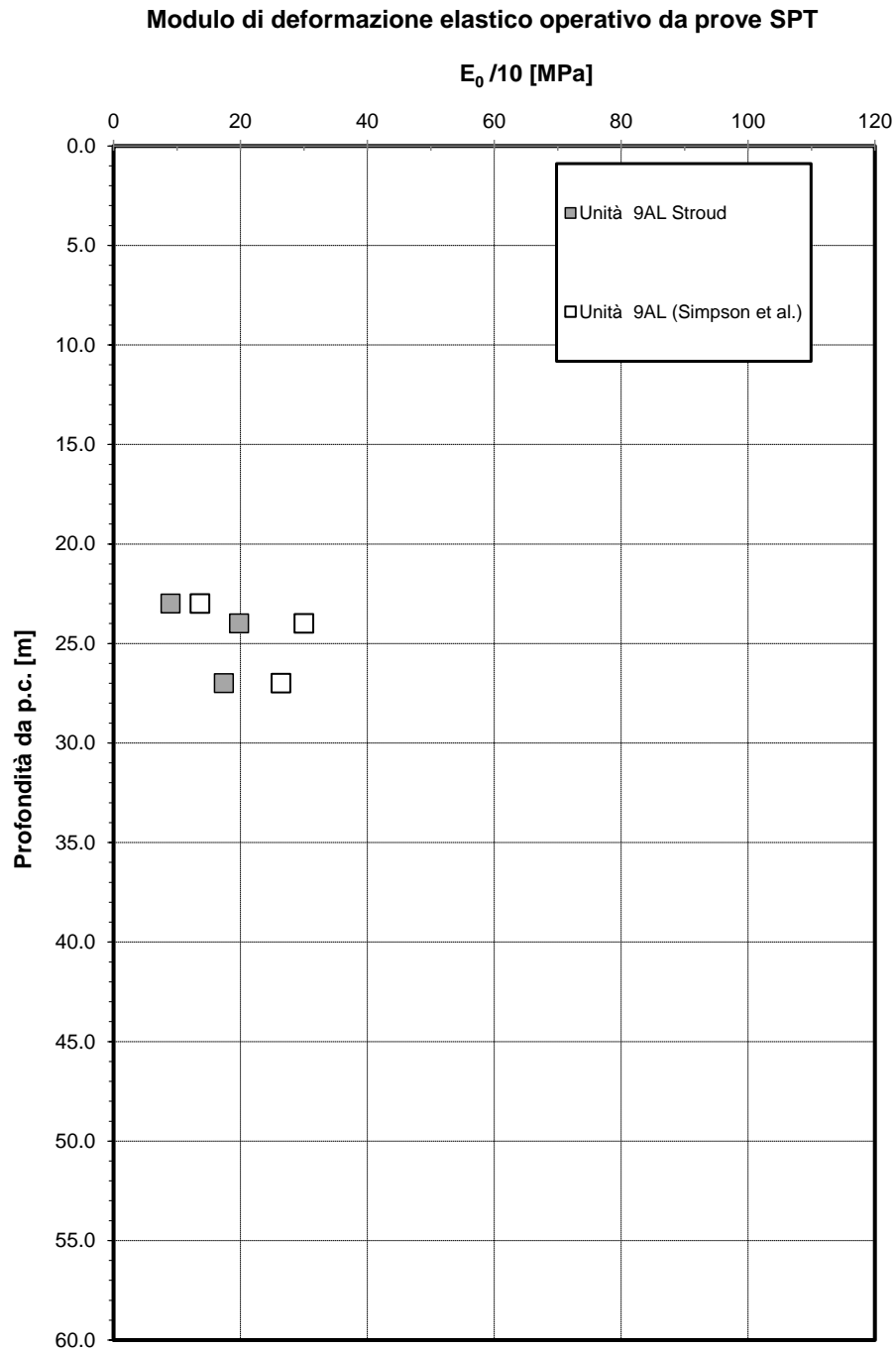


Figura 76 – Modulo di deformazione elastico operativo da prove SPT – Unità 9AL

Permeabilità da prove Lefranc

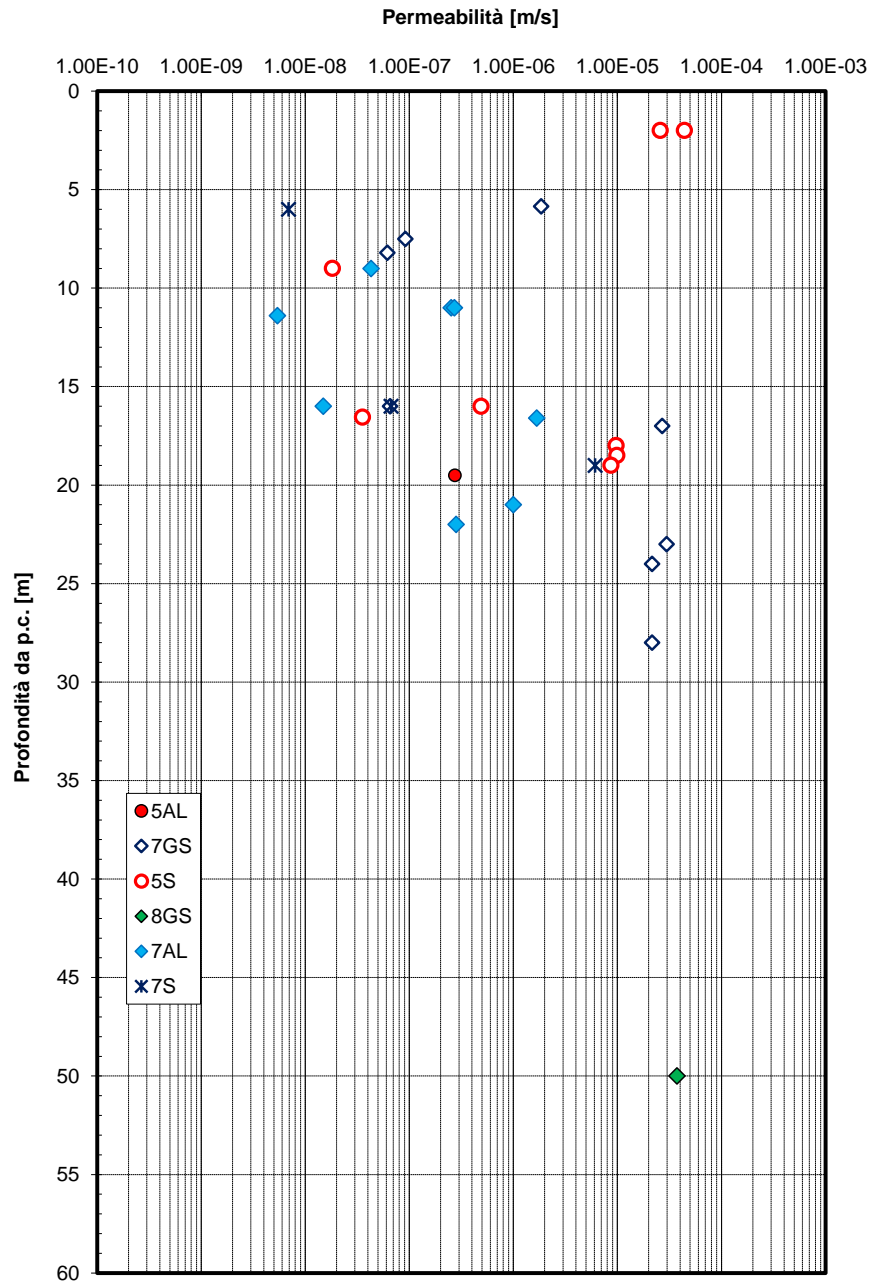


Figura 77 – Permeabilità da prove Lefranc

Resistenza alla punta penetrometrica

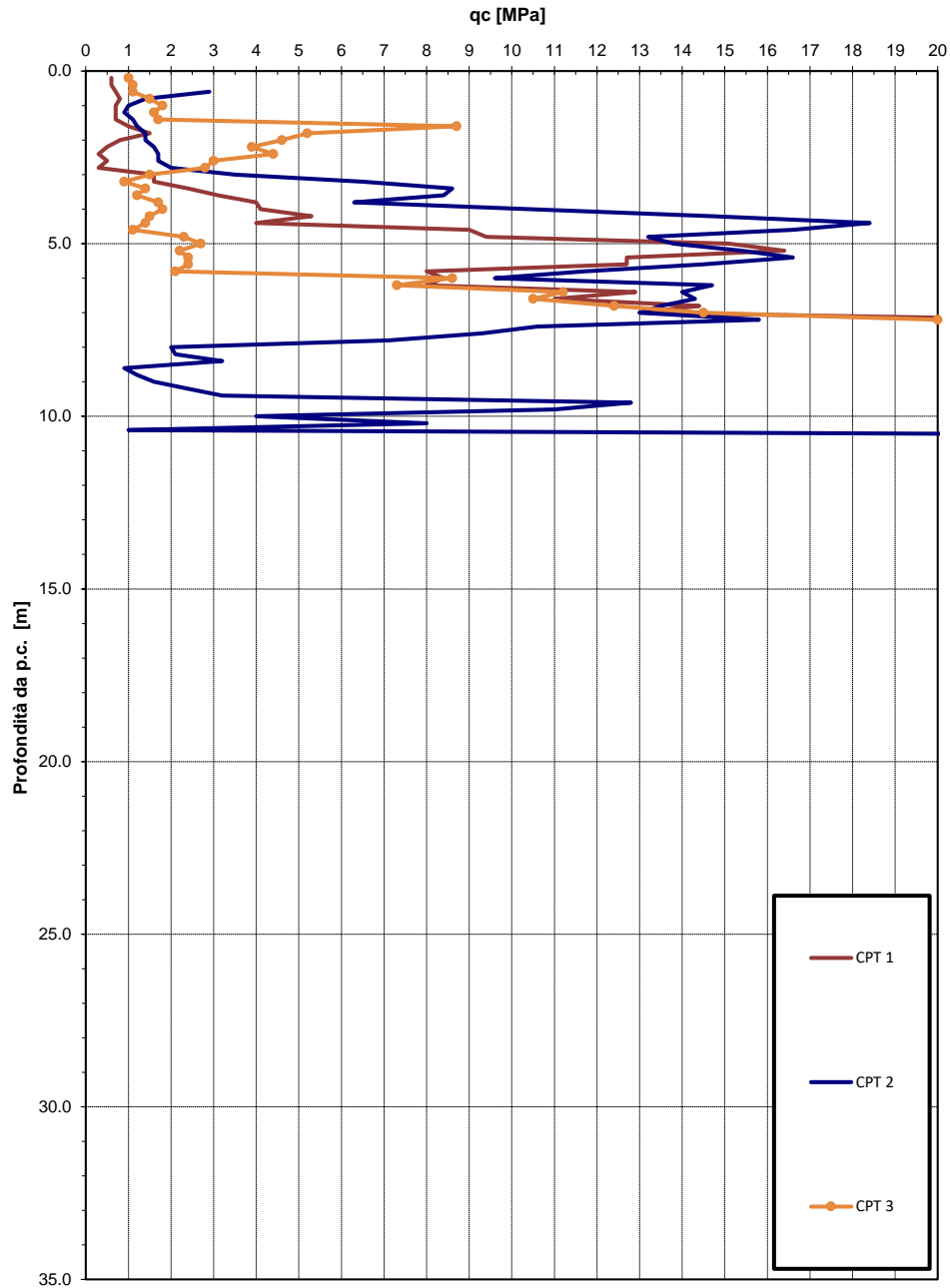


Figura 78 – Resistenza alla punta penetrometrica –qc (CPT1, CPT2, CPT3)

Resistenza alla punta penetrometrica

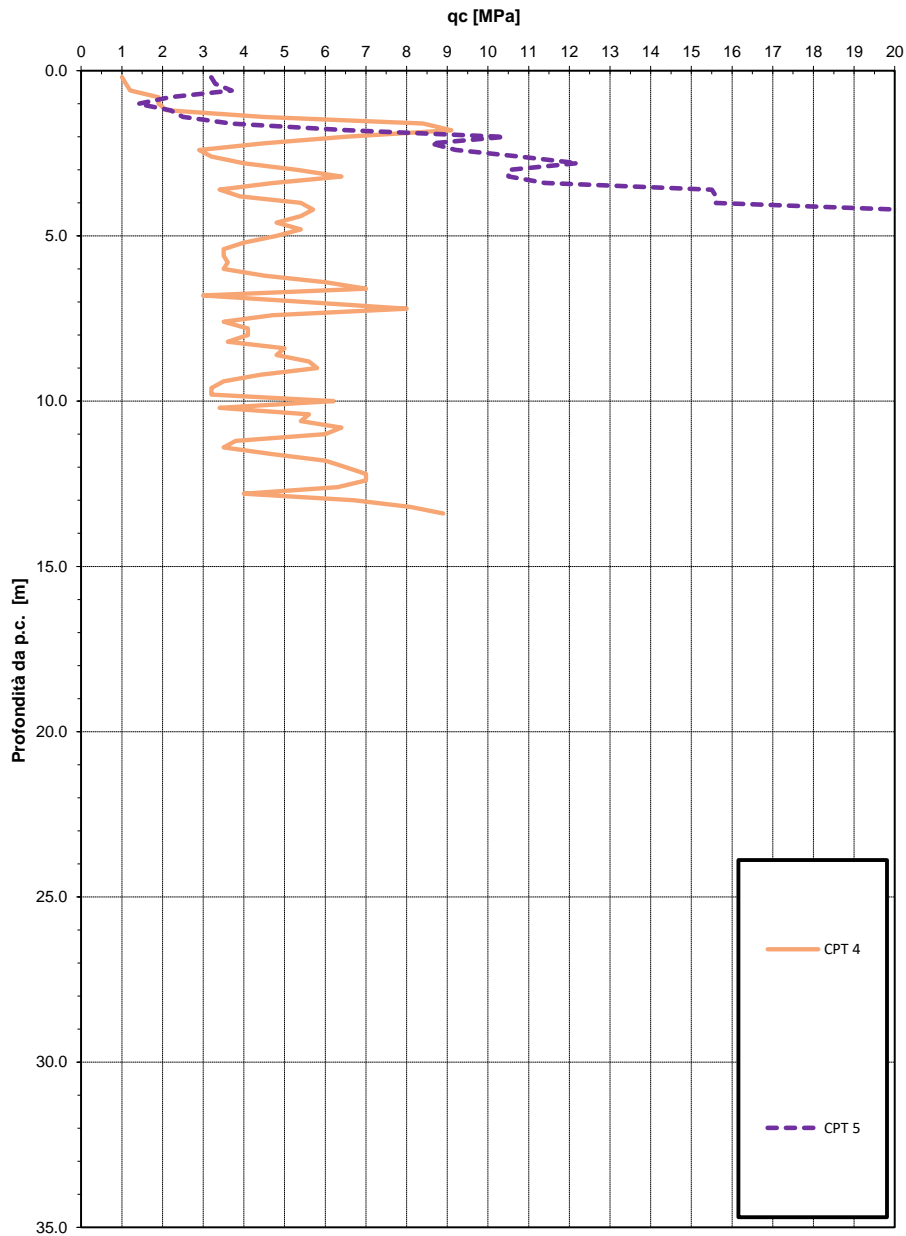


Figura 79 – Resistenza alla punta penetrometrica –qc (CPT4, CPT5)

Resistenza alla punta penetrometrica

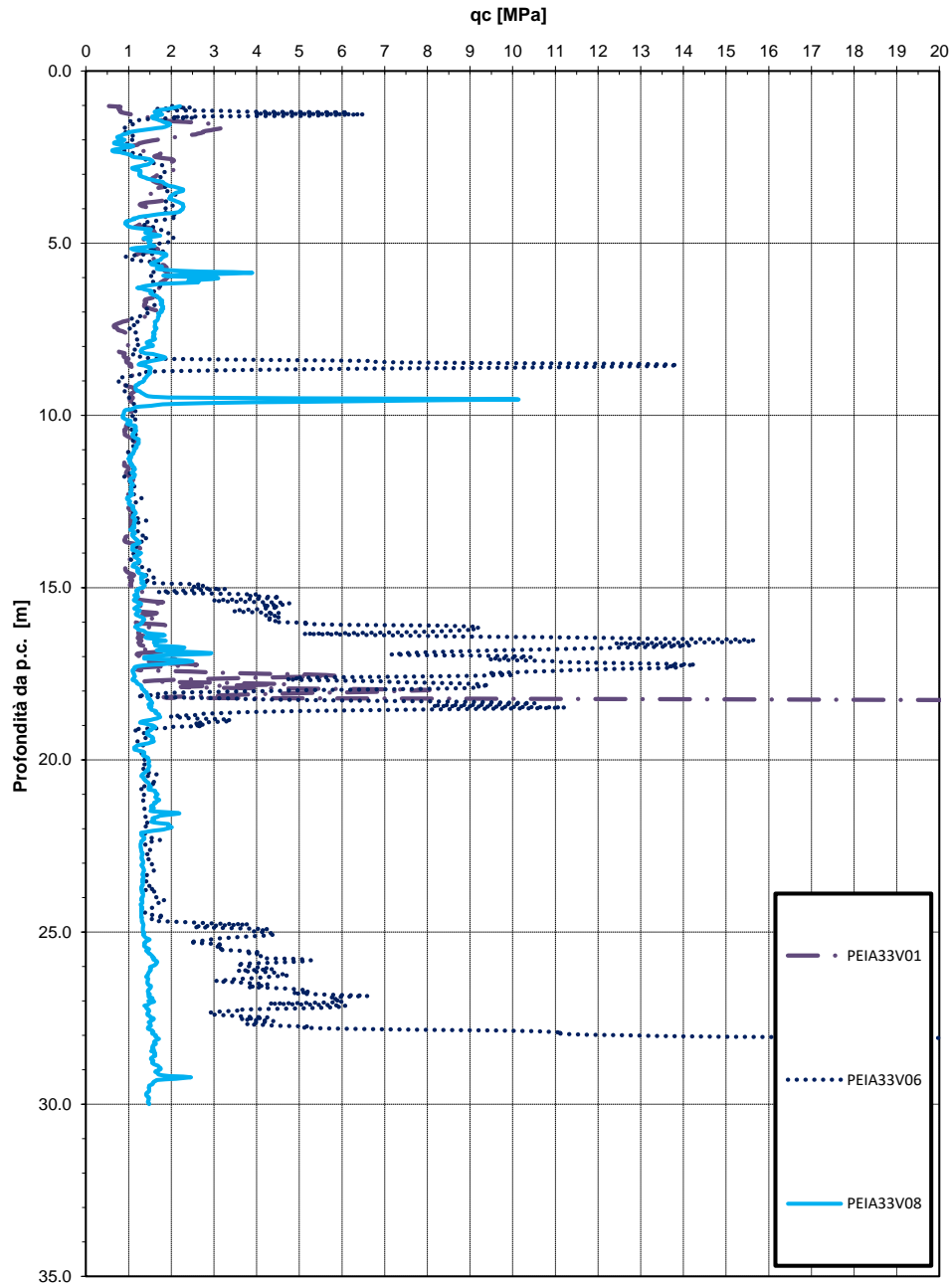


Figura 80 – Resistenza alla punta penetrometrica –qc (PEIA33V01, V06, V06)

Resistenza alla punta penetrometrica

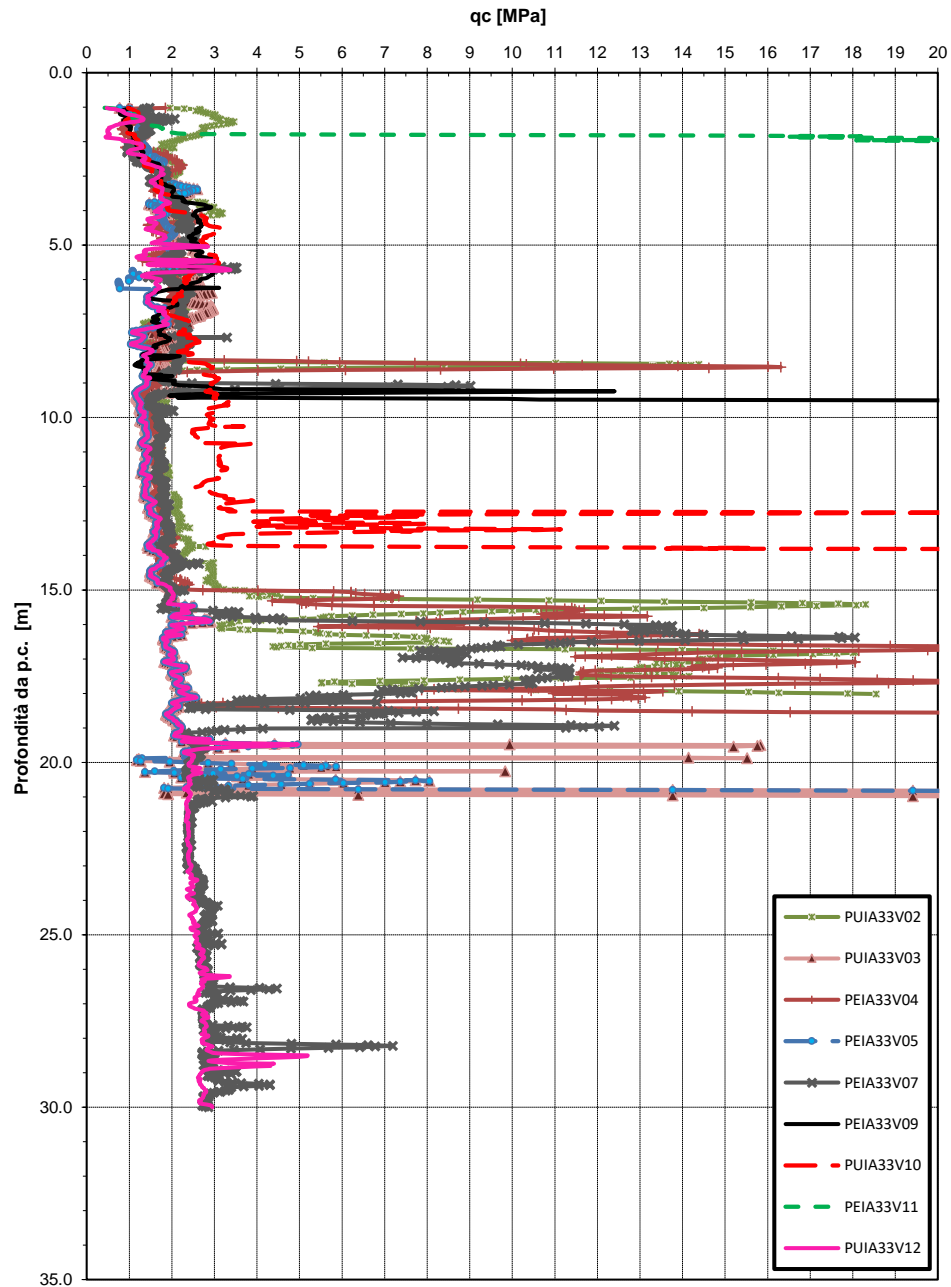


Figura 81 – Resistenza alla punta penetrometrica –qc (PEIA33V02, V03, V04, V05, V07, V12)



|  |   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
| <b>GE – GEOTECNICA</b><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                            | <table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>161 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 161 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 161 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

### 5.13 FALDA

Nel tracciato in progetto sono stati installati piezometri nelle diverse campagne d'indagine. Per la campagna del 2016, al momento della stesura del presente elaborato, si ha a disposizione una sola lettura piezometrica.

Nella tabella e figure seguenti si riportano le letture piezometriche espresse in metri di profondità dal p.c. ed in quota assoluta.

Nel profilo stratigrafico longitudinale è stato rappresentato il livello di falda massimo lungo il tracciato, desunto dalle letture piezometriche a disposizione. Per definire il livello piezometrico di progetto per le varie opere si dovrà tenere conto anche del fatto che la zona è soggetta ad allagamento; quindi per il tratto da inizio tracciato fino alla fine circa del viadotto Ripalta, il livello di falda di progetto per le opere definitive andrà assunto coincidente con il p.c. locale. Per il dimensionamento delle opere ed in particolare le verifiche di stabilità dei rilevati si farà riferimento anche all'elaborato D.24. Dopo il viadotto Ripalta il livello della falda si approfondisce rispetto al p.c.; dal km 4+200 circa fino a fine tracciato il livello della falda si approfondisce a 10-15 m dal p.c..

*Tabella 26 – Tabelle Letture piezometriche in quota assoluta*

| SONDAGGIO | Quota<br>boccaforo<br>m s.l.m. | 22-01-2000 | 11-02-2000 | 03-02-2010 | 11-03-2016 | MAX<br>(m s.l.m.) | MIN<br>(m s.l.m.) | MEDIA<br>(m s.l.m.) |
|-----------|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| PNIA33V05 | 5.51                           |            |            | 1.41       |            | 1.41              | 1.41              | 1.41                |
| PNIA33V06 | 5.54                           |            |            | 1.44       |            | 1.44              | 1.44              | 1.44                |
| PNIA33V08 | 6.05                           |            |            | 1.15       |            | 1.15              | 1.15              | 1.15                |
| PCIA33V09 | 6.68                           |            |            | 1.78       |            | 1.78              | 1.78              | 1.78                |
| PCIA33V10 | 6.36                           |            |            | 1.16       |            | 1.16              | 1.16              | 1.16                |
| PCIA33V11 | 6.59                           |            |            | 1.09       |            | 1.09              | 1.09              | 1.09                |
| PCIA33V12 | 6.75                           |            |            | 2.15       |            | 2.15              | 2.15              | 2.15                |
| PCIA33V13 | 6.86                           |            |            | 3.86       |            | 3.86              | 3.86              | 3.86                |
| PCIA33V16 | 6.80                           |            |            | 3.80       |            | 3.80              | 3.80              | 3.80                |
| PNIA33V17 | 10.00                          |            |            | 3.00       |            | 3.00              | 3.00              | 3.00                |
| PNLIA3V06 | 19.20                          |            |            | 5.64       |            | 5.64              | 5.64              | 5.64                |
| PNLIA3V07 | 11.60                          |            |            | 4.48       |            | 4.48              | 4.48              | 4.48                |
| PNLIA3V09 | 4.20                           |            |            | 2.85       |            | 2.85              | 2.85              | 2.85                |
| PCLIA3V02 | 3.00                           |            |            | 1.83       |            | 1.83              | 1.83              | 1.83                |
| PCLIA3V03 | 3.50                           |            |            | 3.20       |            | 3.20              | 3.20              | 3.20                |
| S2-2016   | 2.45                           |            |            |            | 2.25       | 2.25              | 2.25              | 2.25                |
| S4-2016   | 15.776                         |            |            |            | 1.25       | 1.25              | 1.25              | 1.25                |
| S6-2016   | 22.128                         |            |            |            | 2.73       | 2.73              | 2.73              | 2.73                |
| S8-2016   | 25.351                         |            |            |            | 13.95      | 13.95             | 13.95             | 13.95               |
| SC14      | 3.2                            | 2.33       | 2.33       |            |            | 2.33              | 2.33              | 2.33                |

|  |  |
|--|--|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>                               |
| <b>GE – GEOTECNICA</b><br><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                        | COMMESSA    LOTTO    FASE CODIFICA DOCUMENTO    REV.    FOGLIO<br>LI07            01            E ZZ RH GE0005001            D            162 DI 245 |

Tabella 27 – Tabelle Letture piezometriche in m da p.c.

| SONDAGGIO | Quota boccaforo m s.l.m. | 22-01-2000 | 11-02-2000 | 03-02-2010 | 11-03-2016 | MAX soggiacenza (m da pc) | MIN soggiacenza (m da pc) | MEDIA (m da pc) |
|-----------|--------------------------|------------|------------|------------|------------|---------------------------|---------------------------|-----------------|
| PNIA33V05 | 5.511                    |            |            | 4.10       |            | 4.10                      | 4.10                      | 4.10            |
| PNIA33V06 | 5.536                    |            |            | 4.10       |            | 4.10                      | 4.10                      | 4.10            |
| PNIA33V08 | 6.045                    |            |            | 4.90       |            | 4.90                      | 4.90                      | 4.90            |
| PCIA33V09 | 6.680                    |            |            | 4.90       |            | 4.90                      | 4.90                      | 4.90            |
| PCIA33V10 | 6.355                    |            |            | 5.20       |            | 5.20                      | 5.20                      | 5.20            |
| PCIA33V11 | 6.588                    |            |            | 5.50       |            | 5.50                      | 5.50                      | 5.50            |
| PCIA33V12 | 6.750                    |            |            | 4.60       |            | 4.60                      | 4.60                      | 4.60            |
| PCIA33V13 | 6.857                    |            |            | 3.00       |            | 3.00                      | 3.00                      | 3.00            |
| PCIA33V16 | 6.800                    |            |            | 3.00       |            | 3.00                      | 3.00                      | 3.00            |
| PNIA33V17 | 10.000                   |            |            | 7.00       |            | 7.00                      | 7.00                      | 7.00            |
| PNLIA3V06 | 19.2                     |            |            | 13.56      |            | 13.56                     | 13.56                     | 13.56           |
| PNLIA3V07 | 11.6                     |            |            | 7.12       |            | 7.12                      | 7.12                      | 7.12            |
| PNLIA3V09 | 4.2                      |            |            | 1.35       |            | 1.35                      | 1.35                      | 1.35            |
| PCLIA3V02 | 3                        |            |            | 1.17       |            | 1.17                      | 1.17                      | 1.17            |
| PCLIA3V03 | 3.5                      |            |            | 0.3        |            | 0.30                      | 0.30                      | 0.30            |
| S2-2016   | 2.45                     |            |            |            | 0.2        |                           |                           |                 |
| S4-2016   | 15.776                   |            |            |            | 14.53      |                           |                           |                 |
| S6-2016   | 22.128                   |            |            |            | 19.4       |                           |                           |                 |
| S8-2016   | 25.351                   |            |            |            | 11.4       |                           |                           |                 |
| SC14      | 3.2                      | 0.87       | 0.87       |            |            |                           |                           |                 |

Per quanto riguarda il PE, sono disponibili le misurazioni eseguite in data 11/05/2022, sia nei piezometri integrativi installati nei sondaggi SG03 e SG04 (il piezometro SG02 non è stato ritrovato), sia quelle eseguite nei piezometri pregressi S4 e S8 (mentre, i restanti piezometri pregressi non sono stati ritrovati), per la cui ubicazione si rimanda alla “Carta idrogeologica”; inoltre, per i piezometri integrativi sono disponibili le misurazioni eseguite al termine dell’esecuzione del sondaggio (ottobre 2021).

| Piezometro                   | S4                               | S8                                 |                                    |
|------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Livello di falda [m da p.c.] | 10.50 (11/05/22)                 | 10.45 (11/05/22)                   |                                    |
| Piezometro                   | SG02                             | SG03                               | SG04                               |
| Livello di falda [m da p.c.] | 7.00 (20/10/21)<br>non ritrovato | 8.00 (05/10/21)<br>4.20 (11/05/22) | 8.00 (07/10/21)<br>5.70 (11/05/22) |

Tabella 5.28 – Misurazioni piezometriche eseguite in sede di PE.

Nei profili geologici e geotecnici allegati al presente progetto, il livello di falda è rappresentato in linea blu, tratteggiata laddove, in mancanza di dati piezometrici, la ricostruzione deriva da interpretazioni (rilievi dell’acqua nei fori di sondaggio in fase di perforazione e della quota di scorrimento del F. Fortore); inoltre, in corrispondenza dei vari piezometri è stata considerata, cautelativamente, la soggiacenza minima.

Complessivamente, la falda è prossima al p.c. fino al km 4+200 circa, poi si approfondisce tra i 10 e i 15 m da p.c. fino a fine tracciato, con un andamento del livello piezometrico che segue grosso modo quello topografico.

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>163 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 163 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 163 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

## CLASSIFICAZIONE SISMICA

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da una "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

I risultati dello studio di pericolosità sono forniti, in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km) e nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale:

- in termini di valori di accelerazione orizzontale massima  $a_g$ , del valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale  $F_0$ , del periodo di inizio del tratto costante dello spettro in accelerazione orizzontale  $T_c^*$ ;
- per diverse probabilità di superamento in 75 anni e/o diversi periodi di ritorno  $T_R$  ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 45 e 1462 anni, estremi inclusi.

Pertanto, per individuare, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche occorre fissare:

- la vita di riferimento  $V_R$  della costruzione;
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento  $P_{V_R}$  associate a ciascuno degli stati limite considerati.

Infatti, fissata la vita di riferimento  $V_R, T_R$  è esprimibile in funzione di  $P_{V_R}$  mediante l'espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})}$$

La vita di riferimento è calcolata come:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

dove  $V_N$  è la vita nominale dell'opera e  $C_U$  la classe d'uso.

Per le opere d'arte del presente progetto si ha in linea generale:  $V_N=75$  anni e  $C_U=1.5$  (classe d'uso III).

Nota l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido  $a_g$ , l'accelerazione di picco  $a_{max}$  è valutata sulla base della risposta sismica locale:

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

dove  $S_S$  è il coefficiente che comprende l'effetto della amplificazione stratigrafica,  $S_T$  è il coefficiente che comprende l'effetto della amplificazione topografica.

Nel seguito viene definita la categoria di sottosuolo e le azioni sismiche di progetto.

|  |  |             |  |           |                      |
|--|--|-------------|--|-----------|----------------------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b> |             |  |           |                      |
| <b>GE – GEOTECNICA</b><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                            | COMMESSA<br>LI07   | LOTTO<br>01 | FASE CODIFICA DOCUMENTO<br>E ZZ RH GE0005001 | REV.<br>D | FOGLIO<br>164 DI 245 |

### 5.13.1 Categoria di sottosuolo

La classificazione della categoria di sottosuolo viene eseguita sulla base di misure dirette dei valori di velocità di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità  $V_{s,30}$ . Si può ricavare il parametro  $V_{s,30}$  mediante la relazione:

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

Per la definizione della categoria di sottosuolo sismica, in accordo alla normativa vigente sono state eseguite indagini sismiche finalizzate alla determinazione della  $V_{s,30}$ , in particolare sono state eseguite prove sismiche di tipo Cross-Hole, Down Hole e MASW (vedasi paragrafi 4.1.2, 4.3.2). Inoltre per caratterizzare la zona della prima parte del viadotto, interessata da predominanza di terreni coesivi, si sono utilizzati anche i dati di resistenza al taglio non drenata ( $cu_{,30}$ ) da pocket Penetrometer e da prove CPT e i valori di  $V_{s,30}$  estrapolati da CPT (in base alla correlazione di Mayne & Rix, 1993).

Dall'interpretazione delle indagini si evince che lungo il tracciato il valore della velocità  $V_{s,30}$  è piuttosto variabile, passando da categoria C a D ed anche localmente a B (vedasi tabella seguente); quindi cautelativamente per il dimensionamento delle opere si considera:

- Da inizio tracciato km 0+000 al km 2+300 si associa una categoria di sottosuolo sismica C;
- Dal km 2+300 al km 3+100 si associa una categoria di sottosuolo sismica D; Come si evince dalla seguente tabella e dalle successive due figure ( $V_s$  e  $cu$  da prove CPT), le verticali di indagine CHIA33V15 e PEIA33V08 mostrano con la profondità valori di velocità delle onde di taglio  $V_s$  e valori di resistenza in condizioni non drenata ( $cu$ ) più bassi delle verticali di indagine ubicate vicino. Quindi è lecito presupporre che la categoria di sottosuolo D sia limitata alla zona della spalla, comunque cautelativamente si considera la categoria di sottosuolo D per l'intervallo di progressive indicato.
- Dal km 3+100 a fine tracciato al km 6+840, si associa una categoria di sottosuolo sismica C.

Le indagini svolte nel PE, riportate nella tabella sottostante hanno confermato le categorie di sottosuolo attribuite nel PD.

**Tabella 29 – Definizione categoria di sottosuolo sismica da indagini**

| PROVA              | Progressiva [km] | Tipo di prova | Vs-<br>equivalente<br>[m/s] | cu,30 [kPa] | Categoria<br>di<br>sottosuolo |
|--------------------|------------------|---------------|-----------------------------|-------------|-------------------------------|
| <b>INDAGINI PD</b> |                  |               |                             |             |                               |
| H1-S1 / XH         | 0+144            | Down_hole     | 372                         | -           | B                             |



LINEA PESCARA - BARI

RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto  
1: Ripalta - Lesina

GE - GEOTECNICA  
RELAZIONE GEOTECNICA

COMMESSA LOTTO FASE CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO  
LI07 01 E ZZ RH GE0005001 D 165 DI 245

| PROVA              | Progressiva [km] | Tipo di prova | Vs-<br>equivalente<br>[m/s] | cu,30 [kPa] | Categoria<br>di<br>sottosuolo |
|--------------------|------------------|---------------|-----------------------------|-------------|-------------------------------|
| <b>INDAGINI PD</b> |                  |               |                             |             |                               |
| XI                 | da 0+100 a 0+440 | RE.MI./MASW   | 342                         | -           | C                             |
| H3-S3              | 2+082            | Down_hole     | 198                         | -           | C                             |
| XG                 | Da 2+100 a 2+220 | RE.MI./MASW   | 208                         | -           | C                             |
| PCIA33V16          | 2+410            | sondaggio     | -                           | 91          | C                             |
| PEIA33V08          | 2+567            | CPT           | Vs=180÷220                  | Cu<70       | D                             |
| CH V14-<br>V15     | 2+569.5          | Cross Hole    | 166                         | 75          | D                             |
| PCIA33V13          | 2+596            | sondaggio     | -                           | 99          | C                             |
| PEIA33V12          | 2+654            | CPT           | Vs=200÷280                  | Cu=70÷150   | C                             |
| PCIA33V12          | 2+695            | sondaggio     | -                           | 103         | C                             |
| PEIA33V07          | 2+757            | CPT           | Vs=200÷280                  | Cu=70÷150   | C                             |
| PCIA33V11          | 2+799            | sondaggio     | -                           | 150         | C                             |
| PCIA33V10          | 2+889            | sondaggio     | -                           | 84          | C                             |
| PCIA33V09          | 2+966            | sondaggio     | -                           | 97          | C                             |
| CH V01-<br>V02     | 3+717.5          | Cross Hole    | 402                         | -           | B                             |
| XD                 | Da 4+750 a 5+070 | RE.MI./MASW   | 333                         | -           | C                             |
| XE                 |                  | RE.MI./MASW   | 355                         | -           | C                             |
| XF                 | Da 4+110 a 4+250 | RE.MI./MASW   | 402                         | -           | B                             |
| H7-S7              | 6+008            | Down_hole     | 396                         | -           | B                             |
| XM                 | Da 6+200 a 6+600 | RE.MI./MASW   | 380                         | -           | B                             |
| XA                 |                  | RE.MI./MASW   | 352                         | -           | C                             |
| XB                 |                  | RE.MI./MASW   | 336                         | -           | C                             |
| XC                 |                  | RE.MI./MASW   | 382                         | -           | B                             |

| <b>INDAGINI PE</b> |       |           |     |   |   |
|--------------------|-------|-----------|-----|---|---|
| SG01               | 1+260 | Down_hole | 310 | - | C |
| MW01               | 0+350 | MASW      | 351 | - | C |
| MW02               | 2+300 | MASW      | 490 | - | B |
| MW03               | 4+050 | MASW      | 433 | - | B |
| MW04               | 5+790 | MASW      | 474 | - | B |
| MW05               | 6+760 | MASW      | 441 | - | B |

Velocità delle onde di taglio da prova CPT

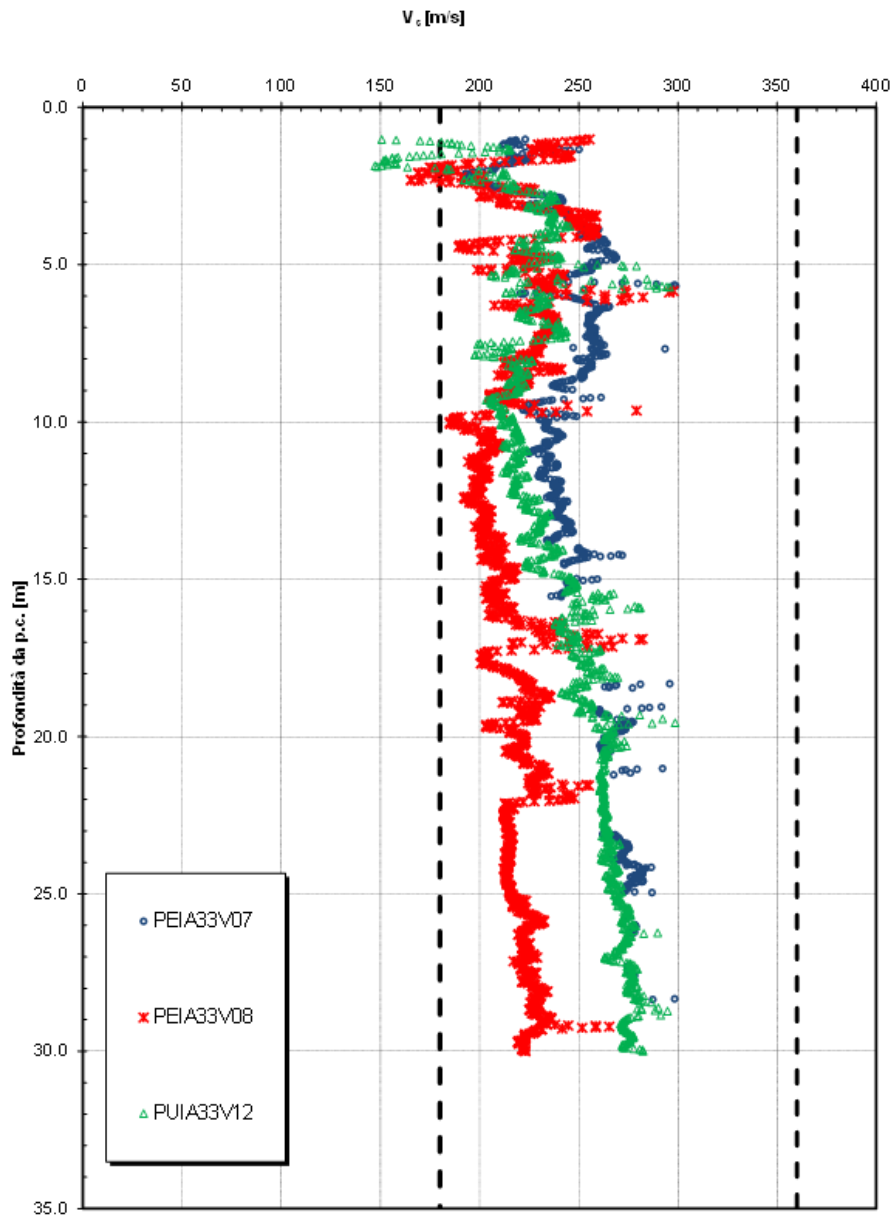


Figura 82 – Velocità delle onde di taglio da prove CPT

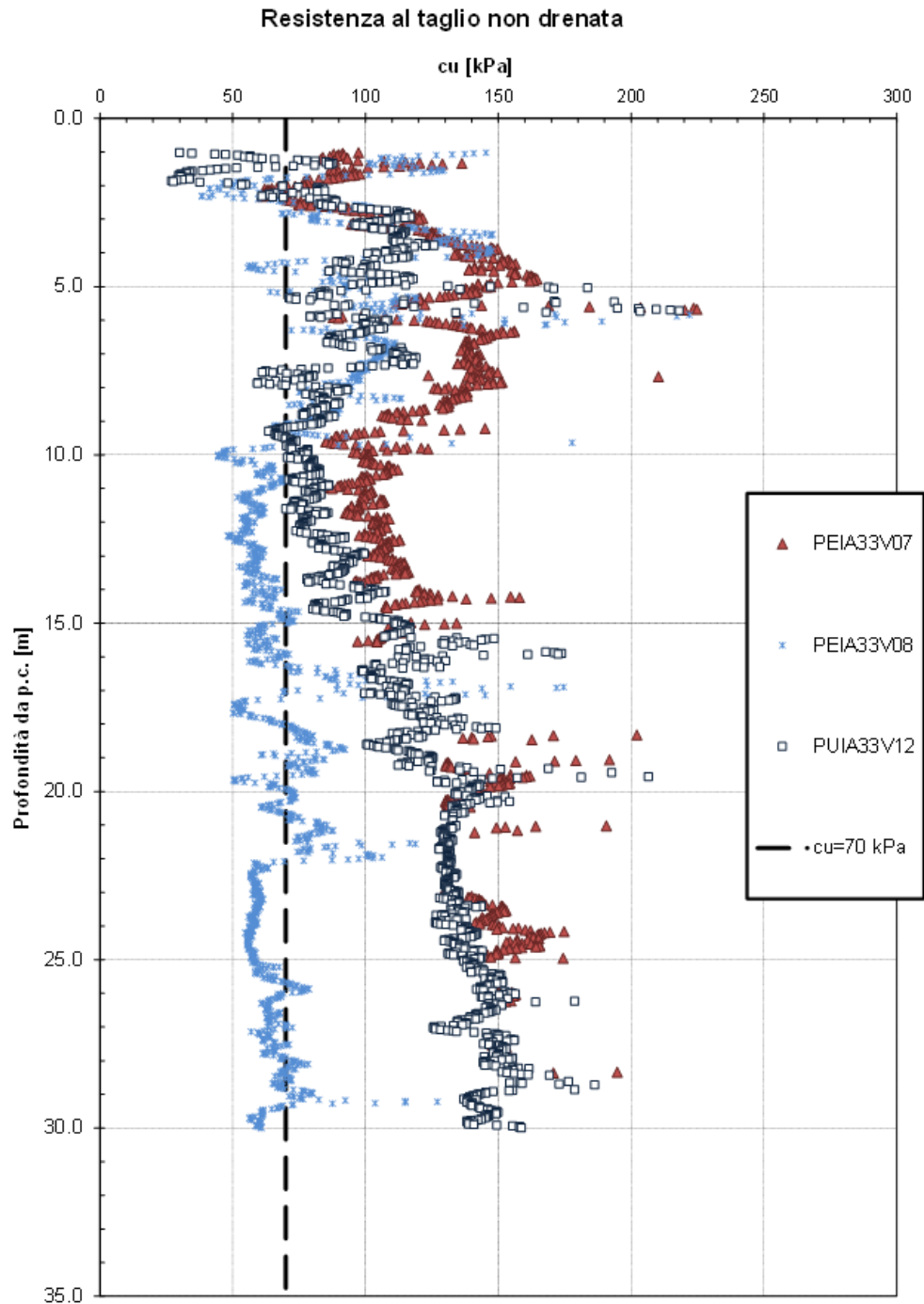


Figura 83 – Resistenza al taglio non drenata da prove CPT

|  |   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
| <b>GE – GEOTECNICA</b><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                            | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>168 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 168 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 168 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

### 5.13.2 Azioni sismiche di progetto

Per il sito in esame, sulla base di quanto riportato nei capitoli precedenti, si ha:

- accelerazioni massime attese al piano campagna sono pari a  $a_{max} = 0.35$  g per zona con categoria tipo C.
- accelerazioni massime attese al piano campagna sono pari a  $a_{max} = 0.38$  g per zona con categoria tipo D.

Tabella 30 – Localizzazione sito

#### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

LATITUDINE

Ricerca per comune

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

**Elaborazioni grafiche**

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

---

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri

**Reticolo di riferimento**

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



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

**Nodi del reticolo intorno al sito**



INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3



|  |   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
| <b>GE – GEOTECNICA</b><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                            | <table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>169 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 169 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 169 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

### FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_U$   info

Valori di progetto

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

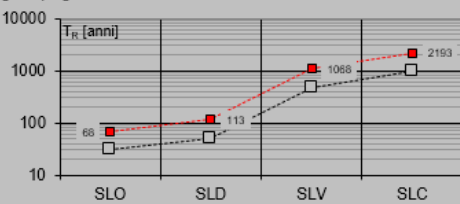
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

|                                 |                       |  |      |
|---------------------------------|-----------------------|--|------|
| Stati limite di esercizio - SLE | SLO - $P_{VR} = 81\%$ | <input style="width: 50px;" type="text" value="68"/>   | info |
|                                 | SLD - $P_{VR} = 63\%$ | <input style="width: 50px;" type="text" value="113"/>  |      |
| Stati limite ultimi - SLU       | SLV - $P_{VR} = 10\%$ | <input style="width: 50px;" type="text" value="1068"/> | info |
|                                 | SLC - $P_{VR} = 5\%$  | <input style="width: 50px;" type="text" value="2193"/> |      |

Elaborazioni

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

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- .....■..... Strategia scelta

|       |        |        |        |
|-------|--------|--------|--------|
| INTRO | FASE 1 | FASE 2 | FASE 3 |
|-------|--------|--------|--------|

Tabella 31 – Parametri sismici

| SLATO LIMITE | $T_R$<br>[anni] | $a_g$<br>[g] | $F_o$<br>[-] | $T_C^*$<br>[s] |
|--------------|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| SLO          | 68              | 0.080        | 2.506        | 0.296          |
| SLD          | 113             | 0.102        | 2.508        | 0.313          |
| SLV          | 1068            | 0.266        | 2.432        | 0.340          |
| SLC          | 2193            | 0.347        | 2.427        | 0.351          |

|  |  |             |  |                             |
|--|--|-------------|--|-----------------------------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b> |             |  |                             |
| <b>GE – GEOTECNICA</b><br><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                        | COMMESSA<br>LI07   | LOTTO<br>01 | FASE CODIFICA DOCUMENTO<br>E ZZ RH GE0005001 | REV. FOGLIO<br>D 170 DI 245 |

Tabella 32 – Parametri dello spettro di risposta orizzontale allo SLV – categoria sismica tipo C

### FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

**Stato Limite**  
Stato Limite considerato: **SLV** info

**Risposta sismica locale**

Categoria di sottosuolo: **C** info       $S_S = 1.312$        $C_C = 1.498$  info

Categoria topografica: **T1** info       $h/H = 0.000$        $S_T = 1.000$  info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

**Compon. orizzontale**

Spettro di progetto elastico (SLE)      Smorzamento  $\xi$  (%): **5**       $\eta = 1.000$  info

Spettro di progetto inelastico (SLU)      Fattore  $q_0$ : **3**      Regol. in altezza: **no** info

**Compon. verticale**

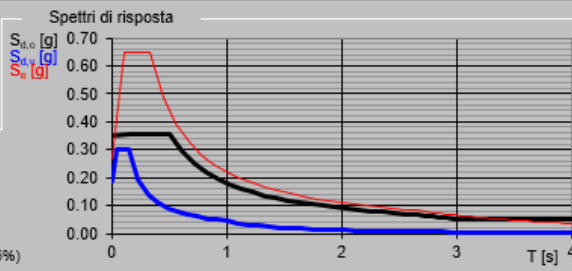
Spettro di progetto      Fattore  $q$ : **1.5**       $\eta = 0.667$  info

**Elaborazioni**

Grafici spettri di risposta →

Parametri e punti spettri di risposta →

**Spettri di risposta**



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

INTRO   
 FASE 1   
 FASE 2   
 FASE 3

#### Parametri indipendenti

|              |         |
|--------------|---------|
| STATO LIMITE | SLV     |
| $a_0$        | 0.266 g |
| $F_{q_0}$    | 2.432   |
| $T_C$        | 0.340 s |
| $S_S$        | 1.312   |
| $C_C$        | 1.498   |
| $S_T$        | 1.000   |
| $q$          | 2.400   |

#### Parametri dipendenti

|        |         |
|--------|---------|
| $S$    | 1.312   |
| $\eta$ | 0.417   |
| $T_B$  | 0.170 s |
| $T_C$  | 0.510 s |
| $T_D$  | 2.664 s |

|  |  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|--|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
| <b>GE - GEOTECNICA</b><br><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                        | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">LI07</td> <td style="text-align: center;">01</td> <td style="text-align: center;">E ZZ RH GE0005001</td> <td style="text-align: center;">D</td> <td style="text-align: center;">171 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 171 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO  | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01   | E ZZ RH GE0005001       | D     | 171 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

**Tabella 33 – Parametri dello spettro di risposta orizzontale allo SLV – categoria sismica tipo D**

### FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

**Stato Limite**  
Stato Limite considerato: SLV info

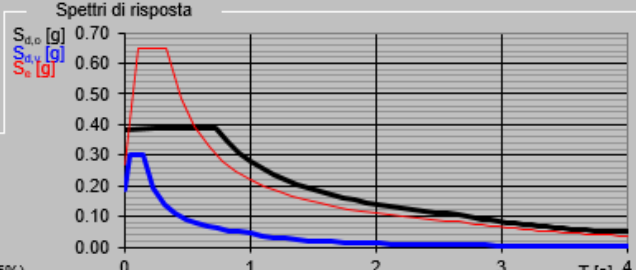
**Risposta sismica locale**  
 Categoria di sottosuolo: D info  
 Categoria topografica: T1 info  
 $S_S =$  1.430 info  
 $C_C =$  2.142 info  
 $h/H =$  0.000 info  
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)  
 $S_T =$  1.000 info

**Compon. orizzontale**  
 Spettro di progetto elastico (SLE)  $\xi$  (%) 5 info  
 Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore  $q_0$  3 info  
Regol. in altezza no info

**Compon. verticale**  
 Spettro di progetto Fattore  $q$  1.5 info  
 $\eta =$  0.667 info

**Elaborazioni**  
 Grafici spettri di risposta ▶▶▶  
 Parametri e punti spettri di risposta ▶▶▶

**Spettri di risposta**



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

$S_{a,0}$  [g]

$S_{a,v}$  [g]

$S_e$  [g]

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

**Parametri indipendenti**

|              |         |
|--------------|---------|
| STATO LIMITE | SLV     |
| $a_0$        | 0.266 g |
| $F_{q_0}$    | 2.432   |
| $T_C$        | 0.340 s |
| $S_S$        | 1.430   |
| $C_C$        | 2.142   |
| $S_T$        | 1.000   |
| $q$          | 2.400   |

**Parametri dipendenti**

|        |         |
|--------|---------|
| S      | 1.430   |
| $\eta$ | 0.417   |
| $T_B$  | 0.243 s |
| $T_C$  | 0.729 s |
| $T_D$  | 2.664 s |

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>172 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 172 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 172 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

### 5.13.3 Magnitudo

Sulla base di quanto dettagliatamente riportato nella relazione geologica del tracciato, ai fini della valutazione della suscettibilità alla liquefazione del terreno di fondazione, la magnitudo viene assunta pari a  $M = 6.83$ .

|  |   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
| <b>GE - GEOTECNICA</b><br><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                        | <table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>173 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 173 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 173 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

## 6. OPERE D'ARTE MAGGIORI

Nel presente capitolo vengono descritte per le opere d'arte maggiori del tracciato in progetto, la stratigrafia, i parametri geotecnici di progetto, il livello di falda e la categoria di sottosuolo sulla base delle indagini del PD più vicine all'opera in esame. Le indagini integrative hanno confermato i risultati di seguito descritti. La stratigrafia è in accordo a quanto riportato nel profilo stratigrafico longitudinale.

### 6.1 VIADOTTO RIPALTA

Il viadotto si estende tra le progressive chilometriche 2+565 a 3+740 ed è costituito da 2 spalle e 46 pile.

#### 6.1.1 Tratto da inizio VI a km 2+600

Lungo il tratto in esame sono state eseguite le indagini in sito e le prove di laboratorio elencate nelle seguenti tabelle.

| INDAGINI IN SITO |                |                            |                          |              |                  |                                  |
|------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|--------------|------------------|----------------------------------|
| Sigla indagine   | Profondità [m] | Quota boccaforo [m] s.l.m. | n. campioni indisturbati | N. prove SPT | n. prove Lefranc | Piezometro TA; CC / Prova DH; CH |
| CHIA33V14        | 60.0           | 6.80                       | -                        | -            | -                | CH [50]                          |
| CHIA33V15        | 60.0           | 6.60                       | 8                        | 1            | -                | CH [50]                          |
| PEIA33V08        | 30.0           | 6.15                       | -                        | -            | -                | -                                |

CH [m]: prova sismica Cross-Hole [profondità di prova]

### PROVE DI LABORATORIO

| Sondaggio                      | -                 | CHIA33V15 | CHIA33V15 | CHIA33V15 | CHIA33V15 | CHIA33V15 | CHIA33V15 | CHIA33V15 | CHIA33V15 |
|--------------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Campione                       | -                 | C1        | C2        | C3        | C4        | C5        | C6        | C7        | C8        |
| Tipo                           | -                 | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       |
| Unità                          | -                 | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5S        |
| Prof.                          | m                 | 3.00      | 6.00      | 10.40     | 15.00     | 20.00     | 24.00     | 27.00     | 36.00     |
| <b>Granulometria</b>           |                   |           |           |           |           |           |           |           |           |
| G                              | %                 |           | 0.5       | 0.0       | 0.0       | 0.0       | 0.0       | 0.0       | 0.1       |
| S                              | %                 |           | 7.4       | 2.3       | 11.4      | 3.1       | 1.1       | 0.2       | 40.1      |
| L+A                            | %                 |           | 92.1      | 97.7      | 88.6      | 96.9      | 98.9      | 99.8      | 59.8      |
| L                              | %                 |           | 54.5      | 37.2      | 50.0      | 56.9      | 33.0      | 31.9      | 40.9      |
| A                              | %                 |           | 37.6      | 60.5      | 38.6      | 40.0      | 65.9      | 67.9      | 18.9      |
| <b>Limiti di Atterberg</b>     |                   |           |           |           |           |           |           |           |           |
| W <sub>L</sub>                 | %                 |           | 45.9      | 74.0      | 40.2      | 49.2      | 70.6      | 72.0      | 29.7      |
| W <sub>P</sub>                 | %                 |           | 26.0      | 34.5      | 25.6      | 29.7      | 37.2      | 33.1      | 20.6      |
| I <sub>c</sub>                 | -                 |           | 0.83      | 0.77      | 0.08      | 0.87      | 0.84      | 0.69      | 0.44      |
| I <sub>p</sub>                 | %                 |           | 19.9      | 39.5      | 14.6      | 19.5      | 33.4      | 38.9      | 9.1       |
| <b>Caratteristiche fisiche</b> |                   |           |           |           |           |           |           |           |           |
| γ <sub>N</sub>                 | kN/m <sup>3</sup> |           | 18.9      | 17.5      | 17.9      | 18.2      | 17.4      | 16.7      | 19.3      |
| w <sub>N</sub>                 | %                 |           | 29.4      | 43.5      | 39.1      | 32.3      | 42.4      | 45.1      | 25.7      |
| <b>Resistenza drenata</b>      |                   |           |           |           |           |           |           |           |           |
| (TD) c                         | kPa               |           |           |           |           |           |           |           |           |
| (TD) f                         | °                 |           | 27.2      |           |           |           |           |           | 30.5      |
| (TX-CID) c                     | kPa               |           |           |           |           |           |           |           |           |
| (TX-CID) f                     | °                 |           |           | 25.1      |           |           |           |           |           |

Per quanto riguarda le indagini integrative, sono stati ubicati:

|  |   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
| <b>GE - GEOTECNICA</b><br><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                        | <table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>174 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 174 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 174 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

| WBS  | ID sondaggio | Coordinate geografiche         | Carotaggi o continuo (ml) | SPT | Campi Indisturbati | Campioni terre/acqua analisi chimica | Installazione piezometro o TA | Tubo Down-Hole |
|------|--------------|--------------------------------|---------------------------|-----|--------------------|--------------------------------------|-------------------------------|----------------|
| RI03 | SG01         | 41°54'11.70"N<br>15°15'33.50"E | 30                        | 3   | 1                  | 1 terre                              |                               | X              |
| RI04 | SG02         | 41°53'53.80"N<br>15°16'6.60"E  | 40                        | 3   | 1                  | 1 terre<br>1 acque                   | X                             |                |

Tabella – Sondaggi integrativi.

| POZZETTI ESPLORATIVI |             |                            |                   |
|----------------------|-------------|----------------------------|-------------------|
| WBS                  | ID pozzetto | Prova di Carico su piastra | Prelievo campioni |
| RI02                 | PZs1        |                            | 1                 |
|                      | PZs2        |                            | 1                 |
|                      | PZs3        |                            | 1                 |
| FA01                 | PZs4        |                            | 1                 |
| RI03                 | PZs5        |                            | 1                 |
|                      | PZs6        |                            | 1                 |
| RI04                 | PZ02        | 1                          |                   |

Tabella- Pozzetti integrativi.

| INDAGINI DI LABORATORIO |              |             |                                   |               |                         |                     |     |         |         |    |                                   |  |
|-------------------------|--------------|-------------|-----------------------------------|---------------|-------------------------|---------------------|-----|---------|---------|----|-----------------------------------|--|
| WBS                     | ID - feature | ID Campione | Aggressività calcestruzzo - TERRE | Granulometria | Caratteristiche fisiche | Limiti di Atterberg | TUU | TRX-CIU | TRX-CID | ED | Aggressività calcestruzzo - ACQUE |  |
| RI02                    | Pzs1         | CI01        |                                   | X             | X                       | X                   |     |         |         |    |                                   |  |
|                         | Pzs3         | CI01        |                                   | X             | X                       | X                   |     |         |         |    |                                   |  |
| RI03                    | SG01         | CI01        |                                   | X             | X                       | X                   |     |         |         | X  |                                   |  |
|                         |              | CR01        | X                                 |               |                         |                     |     |         |         |    |                                   |  |
| RI03                    | Pzs5         | CI01        |                                   | X             | X                       | X                   |     |         |         |    |                                   |  |
|                         | Pzs6         | CI01        |                                   | X             | X                       | X                   |     |         |         |    |                                   |  |
| RI04                    | SG02         | CI01        |                                   | X             | X                       | X                   |     |         |         | X  |                                   |  |
|                         |              | CR01        | X                                 |               |                         |                     |     |         |         |    | X                                 |  |
|                         |              | CI02        |                                   | X             | X                       | X                   | X   | X       | X       | X  |                                   |  |
|                         |              | CR01        | X                                 |               |                         |                     |     |         |         |    |                                   |  |

Tabella – Prove laboratorio integrative.

|  |   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
| <b>GE - GEOTECNICA</b><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                            | <table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>175 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 175 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 175 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

| PENETROMETRICHE CONTINUE |               |  |
|--------------------------|---------------|--|
| WBS                      | ID feature    | Tipologia indagine   |
| RI03                     | CPTU01        | Prove penetrometriche statiche con punta piezoconica             |
|                          | CPTU02        |  |
|                          | CPTU03        |  |
|                          | CPTU04        |  |
|                          | CPTU05        |  |
|                          | CPTU06        |  |
|                          | CPTU07        |  |
|                          | CPTU08        |  |
|                          | CPTU09        |  |
|                          | CPTU10        |  |
| RI04                     | CPTU11        | Prove penetrometriche dinamiche e statiche con punta piezoconica |
|                          | DPSH12/12b is |  |

**Tabella – Prove penetrometriche integrative.**

| INDAGINI GEOFISICHE |            |  |
|---------------------|------------|--|
| WBS                 | ID feature | Tipologia indagine                     |
| RI04                | MW02       | Multichannel analysis of surface waves |

**Tabella – Indagini geofisiche integrative.**

Le indagini integrative hanno confermato quanto predetto nel progetto definitivo, per i risultati si rimanda all'elaborato "indagini geognostiche progetto esecutivo"

Le unità geotecniche intercettate e i parametri geotecnici di progetto sono i seguenti:

**Unità 5-AL: per  $z < 48.0$  m**

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 25^\circ$$

$$c' = 0\div5 \text{ kPa}$$

$$c_u = 100 \text{ kPa} \quad \text{per } 0.0 < z < 10.0 \text{ m}$$

$$c_u = 60 \text{ kPa} \quad \text{per } 10.0 < z < 16.0 \text{ m}$$

$$c_u = 75 \text{ kPa} \quad \text{per } 16.0 < z < 22.0 \text{ m}$$

$$c_u = 55 \text{ kPa} \quad \text{per } 22.0 < z < 25.0 \text{ m}$$

$$c_u = -20 + 2.85 \cdot z \text{ kPa} \quad \text{per } 25.0 < z < 48.0 \text{ m}$$

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>176 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 176 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 176 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

**Unità 8-GS: per 48.0 < z < 53.0 m**

$$\gamma_{\text{nat}} = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 35^\circ$$

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

$$N_{\text{spt}} = R$$

**Unità 9-AL: per 53.0 < z < 60.0 m**

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 26^\circ$$

$$c' = 10 \text{ kPa}$$

$$c_u = 160 \text{ kPa}$$



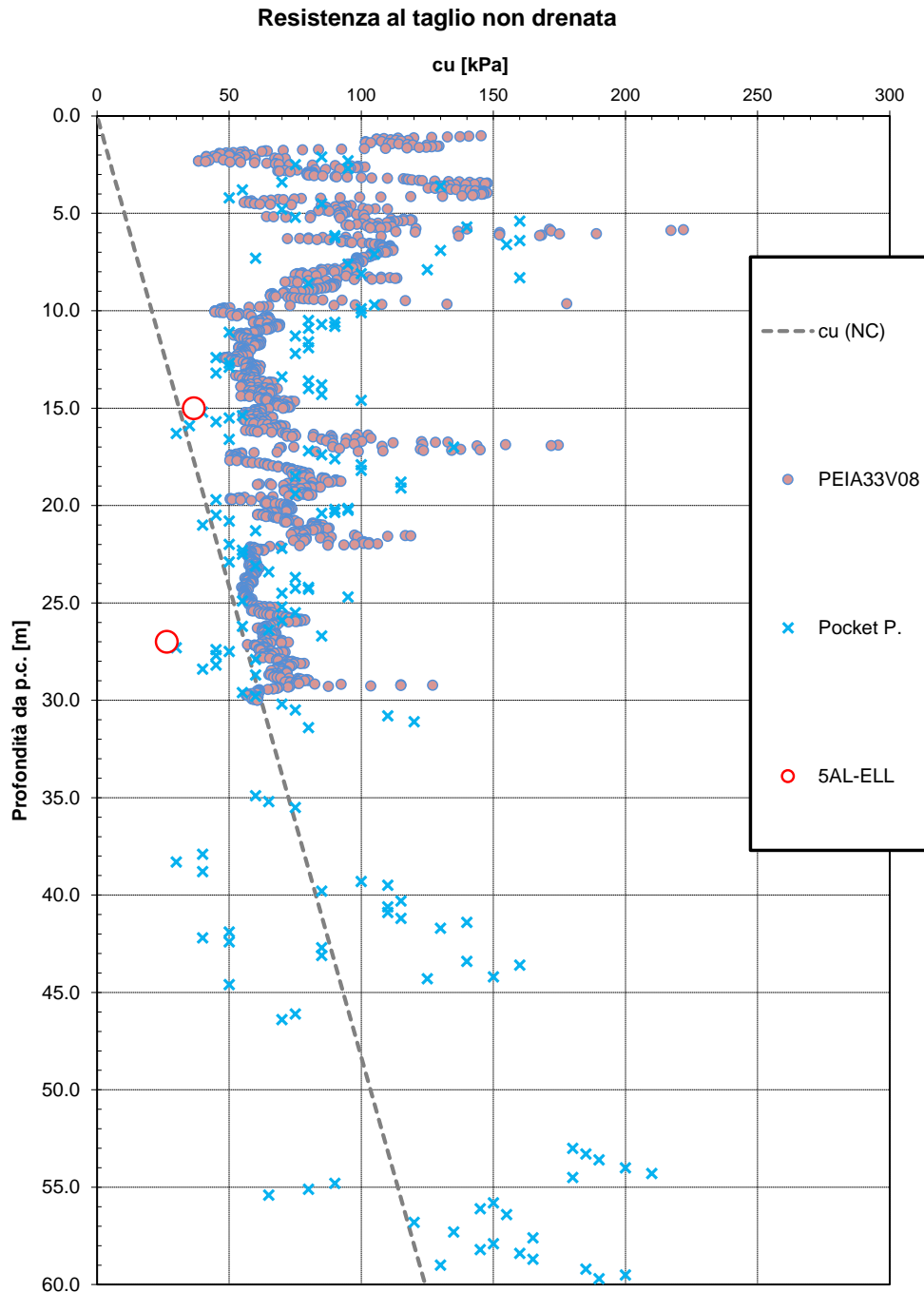


Figura 84 – Resistenza al taglio non drenata (sondaggio: CHIA33V15)

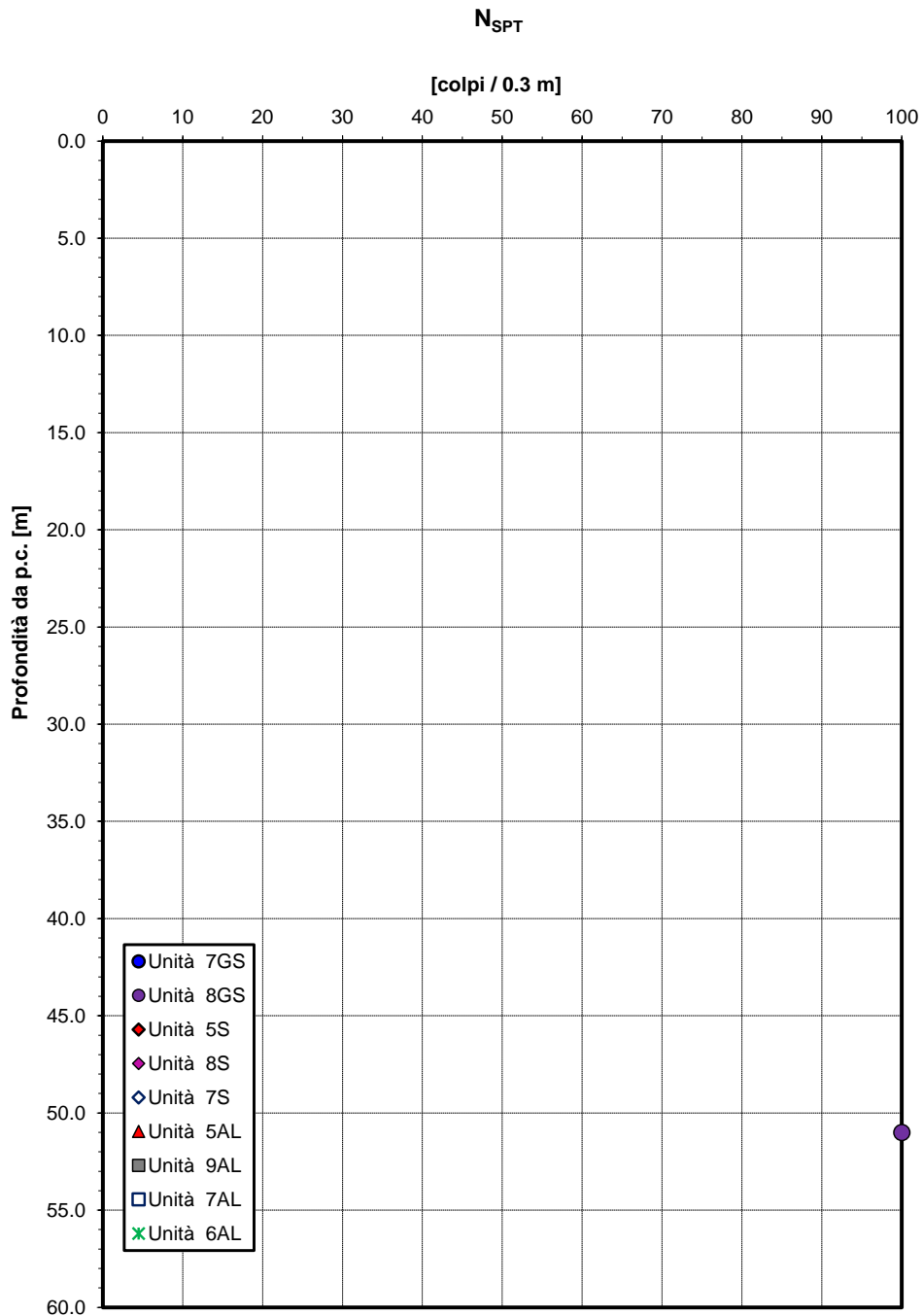
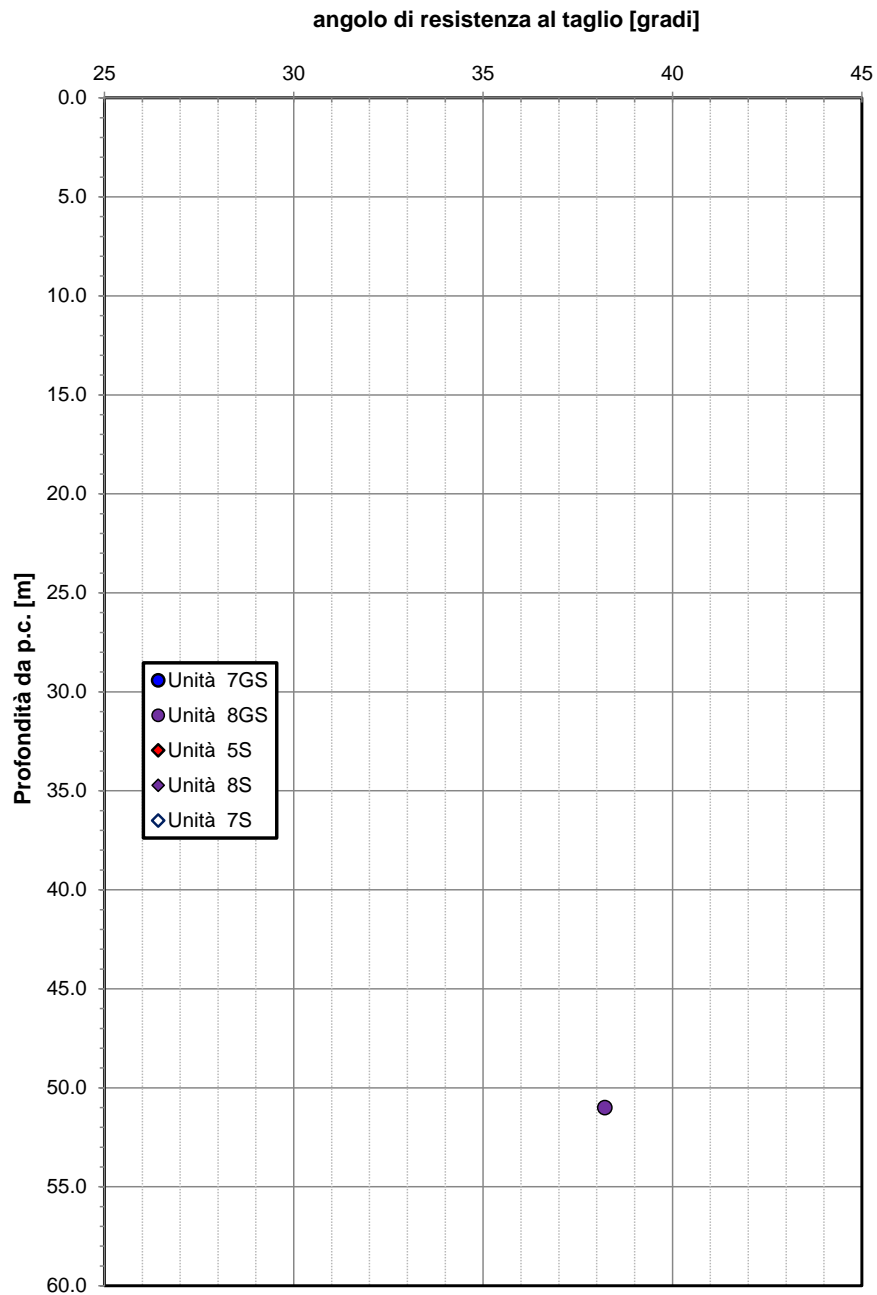


Figura 85 – Valori di SPT (sondaggio: CHIA33V15)

|  |   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>179 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 179 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 179 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

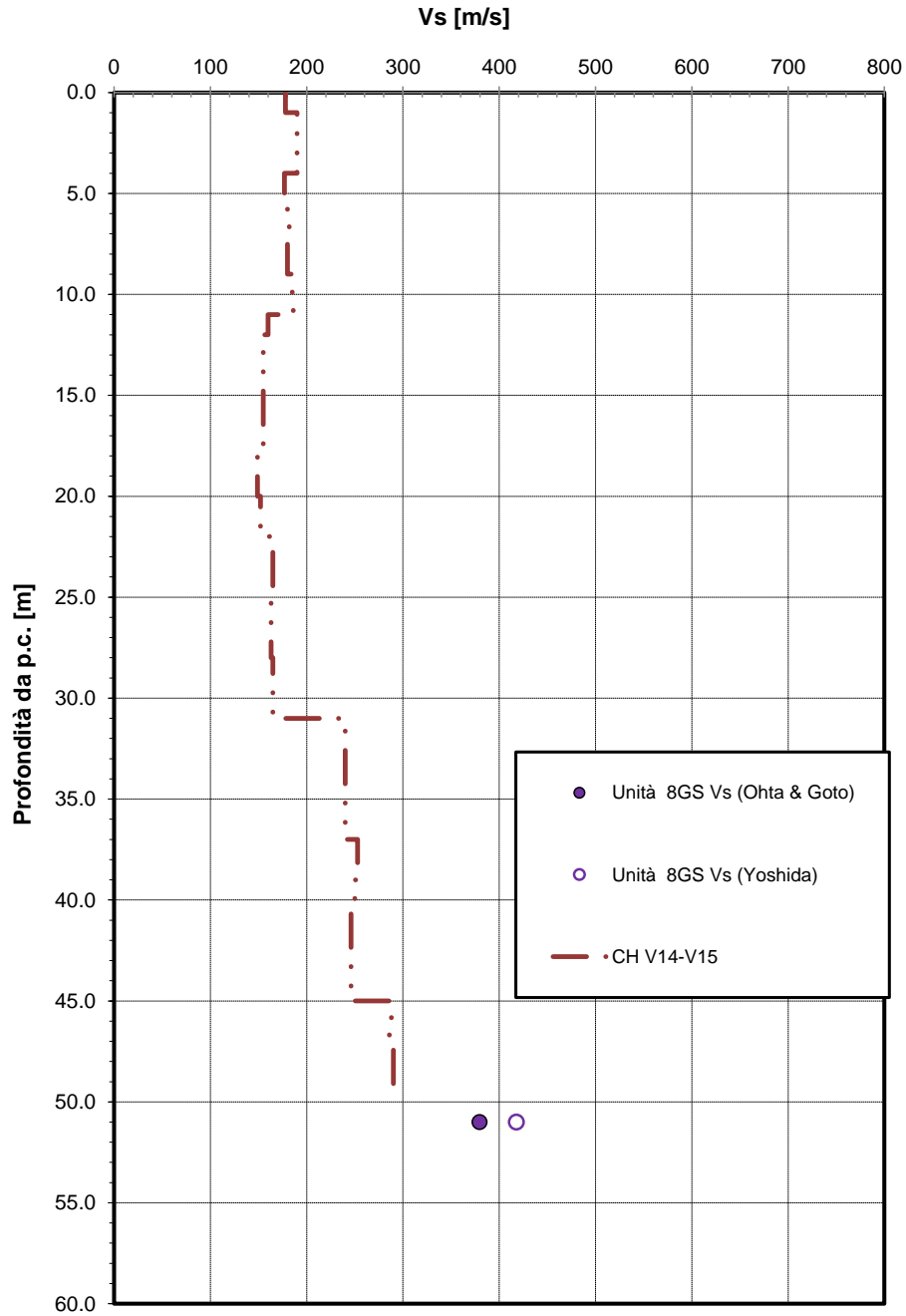
**Angolo di resistenza al taglio da prove SPT**



**Figura 86 – Angolo di resistenza al taglio da prove SPT (sondaggio: CHIA33V15)**

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
| <p><b>GE - GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>180 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 180 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 180 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

**Velocità delle onde di taglio da prove SPT e sismiche**



**Figura 87 – Velocità delle onde di taglio da prove SPT e sismiche (sondaggio: CHIA33V15)**

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b></p> <p><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>181 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 181 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 181 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

**Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT e sismiche**

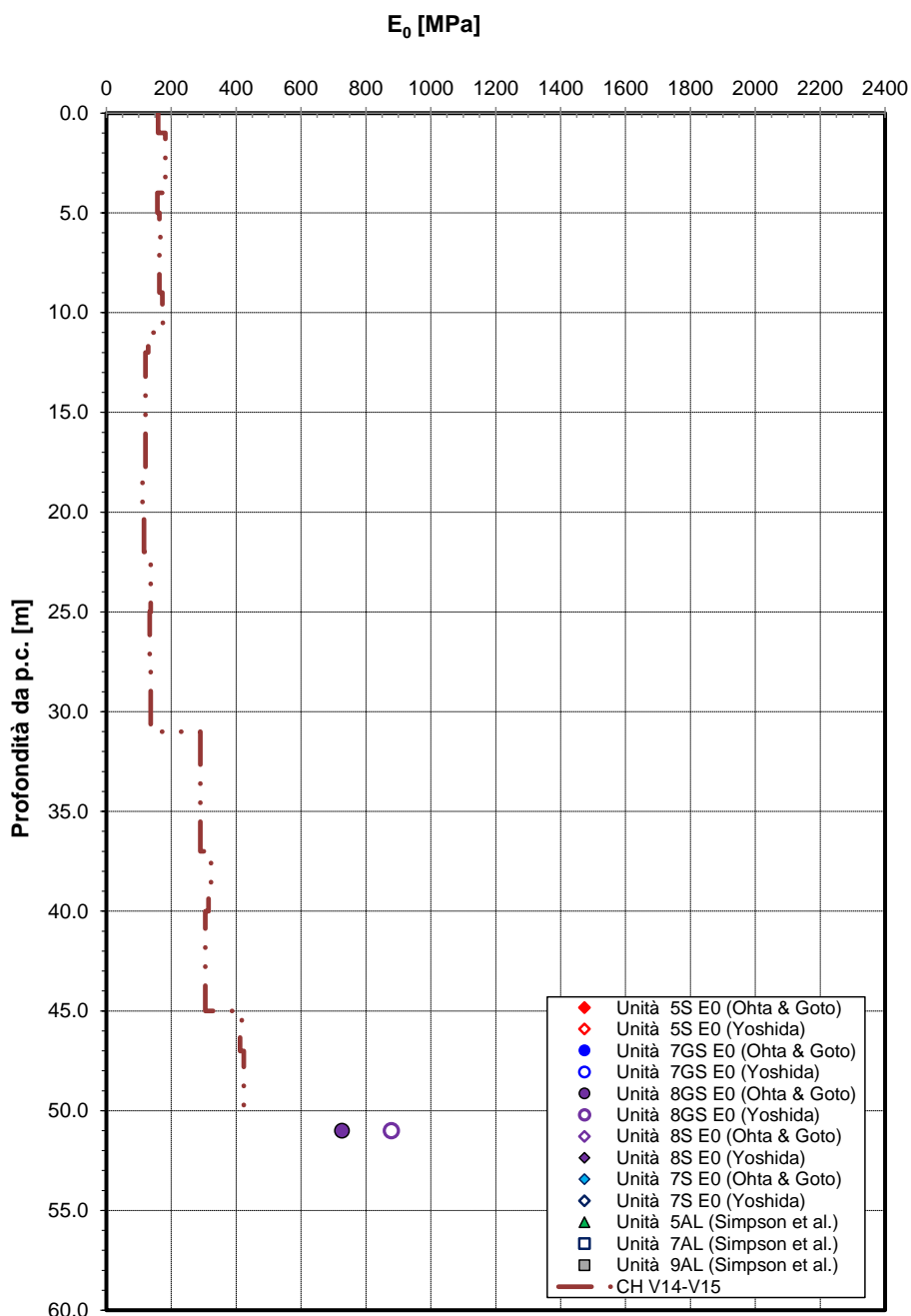


Figura 88 – Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT e sismiche (sondaggio: CHIA33V15)

**6.1.2 Tratto da km 2+600 a km 2+730**

Lungo il tratto in esame sono state eseguite le indagini in sito e le prove di laboratorio elencate nelle

|  |   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
| <b>GE - GEOTECNICA</b><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                            | <table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>182 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 182 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 182 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

seguenti tabelle.

| <b>INDAGINI IN SITO</b> |                |                            |                          |              |                  |                                  |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|--------------|------------------|----------------------------------|
| Sigla indagine          | Profondità [m] | Quota boccaforo [m] s.l.m. | n. campioni indisturbati | N. prove SPT | n. prove Lefranc | Piezometro TA; CC / Prova DH; CH |
| PCIA33V11               | 40.0           | 6.59                       | 8                        | 1            | 1                | CC [18]                          |
| PCIA33V12               | 40.0           | 6.75                       | 8                        | -            | -                | CC [9]                           |
| PCIA33V13               | 40.0           | 6.86                       | 5                        | -            | 1                | CC [19.5]                        |
| PEIA33V07               | 30.0           | 6.66                       | -                        | -            | -                | -                                |
| PUIA33V012              | 30.0           | 6.76                       | -                        | -            | -                | -                                |

CC [m]: piezometro del tipo a cella di Casagrande [quota cella]

### PROVE DI LABORATORIO

| Sondaggio                      |                   | PCIA33V11 | PCIA33V11 | PCIA33V11 | PCIA33V11 | PCIA33V11 | PCIA33V11 | PCIA33V11 |
|--------------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Campione                       |                   | Cl1       | Cl2       | Cl3       | Cl4       | Cl5       | Cl6       | Cl7       |
| Tipo                           |                   | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       |
| Unità                          |                   | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5S        |
| Prof.                          | m                 | 3.00      | 6.00      | 10.50     | 15.00     | 22.50     | 27.00     | 31.10     |
| <b>Granulometria</b>           |                   |           |           |           |           |           |           |           |
| G                              | %                 | 0.0       | 0.0       | 0.0       | 0.0       | 0.0       | 0.0       | 0.0       |
| S                              | %                 | 1.2       | 2.4       | 0.3       | 24.8      | 3.2       | 33.6      | 58.8      |
| L + A                          | %                 | 98.8      | 97.6      | 99.7      | 75.2      | 96.8      | 66.4      | 41.2      |
| L                              | %                 | 41.3      | 49.9      | 34.3      | 47.7      | 52.1      | 40.3      | 27.9      |
| A                              | %                 | 57.5      | 47.7      | 65.4      | 27.5      | 44.7      | 26.1      | 13.3      |
| <b>Limiti di Atterberg</b>     |                   |           |           |           |           |           |           |           |
| W <sub>L</sub>                 | %                 | 61.5      | 61.2      | 73.3      | 36.0      | 60.5      | 29.6      | 22.2      |
| W <sub>P</sub>                 | %                 | 29.6      | 31.1      | 30.7      | 22.0      | 31.9      | 19.1      | 15.3      |
| I <sub>c</sub>                 | -                 | 1.00      | 1.06      | 0.73      | 0.44      | 0.70      | 0.33      | 0.58      |
| I <sub>p</sub>                 | %                 | 31.9      | 30.1      | 42.6      | 14.0      | 28.6      | 10.5      | 6.9       |
| <b>Caratteristiche fisiche</b> |                   |           |           |           |           |           |           |           |
| γ <sub>N</sub>                 | kN/m <sup>3</sup> | 19.0      | 19.1      | 17.5      | 19.3      | 17.8      | 18.9      | 19.3      |
| w <sub>N</sub>                 | %                 | 29.7      | 29.3      | 42.0      | 29.9      | 40.4      | 26.1      | 18.2      |
| <b>Resistenza drenata</b>      |                   |           |           |           |           |           |           |           |
| (TD) c                         | kPa               |           | 9.7       |           |           | 7.6       |           |           |
| (TD) f                         | °                 |           | 23.3      |           |           | 20.6      | 30.0      |           |

|                  |   |           |           |           |           |           |           |           |
|------------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Sondaggio</b> | - | PCIA33V11 | PCIA33V12 | PCIA33V12 | PCIA33V12 | PCIA33V12 | PCIA33V12 | PCIA33V12 |
| <b>Campione</b>  | - | C18       | C11       | C12       | C13       | C14       | C15       | C16       |
| <b>Tipo</b>      | - | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       |
| <b>Unità</b>     | - | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       |
| <b>Prof.</b>     | m | 36.00     | 4.50      | 7.00      | 10.50     | 15.00     | 18.00     | 22.00     |

**Granulometria**

|       |   |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|---|------|------|------|------|------|------|------|
| G     | % | 0.0  | 0.1  | 0.8  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
| S     | % | 2.9  | 1.2  | 7.8  | 1.1  | 7.9  | 1.4  | 1.2  |
| L + A | % | 97.1 | 98.7 | 91.4 | 98.9 | 92.1 | 98.6 | 98.8 |
| L     | % | 62.2 | 33.4 | 48.8 | 31.2 | 58.1 | 43.7 | 51.4 |
| A     | % | 34.9 | 65.3 | 42.6 | 67.7 | 34.0 | 54.9 | 47.4 |

**Limiti di Atterberg**

|                |   |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------|---|------|------|------|------|------|------|------|
| W <sub>L</sub> | % | 46.9 | 66.0 | 52.8 | 76.3 | 44.1 | 58.1 | 57.0 |
| W <sub>P</sub> | % | 26.9 | 32.0 | 28.0 | 33.4 | 27.6 | 32.3 | 29.5 |
| l <sub>c</sub> | - | 0.78 | 1.08 | 1.08 | 0.77 | 0.52 | 0.74 | 0.56 |
| l <sub>p</sub> | % | 20.0 | 34.0 | 24.8 | 42.9 | 16.5 | 25.8 | 27.5 |

**Caratteristiche fisiche**

|                |                   |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| γ <sub>N</sub> | kN/m <sup>3</sup> | 18.7 | 19.0 | 19.7 | 17.6 | 18.4 | 18.0 | 17.3 |
| w <sub>N</sub> | %                 | 31.4 | 29.4 | 26.0 | 43.4 | 35.6 | 39.0 | 41.5 |

**Resistenza drenata**

|        |     |  |      |  |  |  |  |  |
|--------|-----|--|------|--|--|--|--|--|
| (TD) c | kPa |  | 19.4 |  |  |  |  |  |
| (TD) f | °   |  | 21.9 |  |  |  |  |  |

|                  |   |           |           |           |           |           |           |           |
|------------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Sondaggio</b> | - | PCIA33V12 | PCIA33V12 | PCIA33V13 | PCIA33V13 | PCIA33V13 | PCIA33V13 | PCIA33V13 |
| <b>Campione</b>  | - | C17       | C18       | C11       | C12       | C13       | C14       | C15       |
| <b>Tipo</b>      | - | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       |
| <b>Unità</b>     | - | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       |
| <b>Prof.</b>     | m | 27.00     | 31.50     | 3.00      | 6.70      | 10.30     | 14.00     | 16.50     |

**Granulometria**

|       |   |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|---|------|------|------|------|------|------|------|
| G     | % | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
| S     | % | 1.1  | 1.2  | 1.2  | 1.2  | 1.3  | 1.1  | 1.5  |
| L + A | % | 98.9 | 98.8 | 98.8 | 98.8 | 98.7 | 98.9 | 98.5 |
| L     | % | 38.6 | 59.0 | 38.8 | 46.4 | 31.5 | 41.5 | 36.1 |
| A     | % | 60.3 | 39.8 | 60.0 | 52.4 | 67.2 | 57.4 | 62.4 |

**Limiti di Atterberg**

|                |   |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------|---|------|------|------|------|------|------|------|
| W <sub>L</sub> | % | 63.4 | 47.6 | 60.6 | 64.8 | 73.7 | 64.8 | 67.2 |
| W <sub>P</sub> | % | 31.7 | 26.2 | 29.9 | 30.3 | 32.5 | 35.3 | 32.4 |
| l <sub>c</sub> | - | 0.69 | 0.81 | 1.02 | 0.98 | 0.72 | 0.85 | 0.64 |
| l <sub>p</sub> | % | 31.7 | 21.4 | 30.7 | 34.5 | 41.2 | 29.5 | 34.8 |

**Caratteristiche fisiche**

|                |                   |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| γ <sub>N</sub> | kN/m <sup>3</sup> | 17.3 | 19.2 | 19.0 | 18.7 | 17.6 | 18.0 | 17.5 |
| w <sub>N</sub> | %                 | 41.4 | 30.2 | 29.4 | 31.0 | 43.9 | 39.6 | 45.0 |

**Resistenza drenata**

|        |     |      |  |  |  |  |  |  |
|--------|-----|------|--|--|--|--|--|--|
| (TD) c | kPa | 4.0  |  |  |  |  |  |  |
| (TD) f | °   | 20.9 |  |  |  |  |  |  |

Di seguito sono riportate delle tabelle riepilogative relative alla indagini geognostiche integrative per tale tratto.

|  |   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
| <b>GE - GEOTECNICA</b><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                            | <table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>184 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 184 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 184 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

| WBS | ID sondaggio | Coordinate geografiche         | Carotaggio continuo (ml) | SPT | Campioni Indisturbati | Campioni terre/acqua a analisi chimica | Installazione piezometro TA | Tubo Down-Hole |
|-----|--------------|--------------------------------|--------------------------|-----|-----------------------|--|-----------------------------|----------------|
| V01 | SG03         | 41°53'46.60"N<br>15°16'23.90"E | 50                       | 5   | 2                     | 1 terre<br>1 acque                     | X                           |                |

**Tabella – Sondaggi integrativi.**

| INDAGINI DI LABORATORIO |              |             |                                   |               |                         |                     |     |         |         |    |                                   |
|-------------------------|--------------|-------------|-----------------------------------|---------------|-------------------------|---------------------|-----|---------|---------|----|-----------------------------------|
| WBS                     | ID - feature | ID Campione | Aggressività calcestruzzo - TERRE | Granulometria | Caratteristiche fisiche | Limiti di Atterberg | TUU | TRX-CIU | TRX-CID | ED | Aggressività calcestruzzo - ACQUE |
| VI01                    | SG03         | CI01        |                                   | X             | X                       | X                   | X   | X       | X       |    | X                                 |
|                         |              | CI02        |                                   | X             | X                       | X                   | X   | X       | X       |    |                                   |
|                         |              | CR01        | X                                 |               |                         |                     |     |         |         |    |                                   |

**Tabella – Prove laboratorio integrative.**

Le indagini integrative hanno confermato quanto predetto nel progetto definitivo, per i risultati si rimanda all'elaborato "indagini geognostiche progetto esecutivo"

Le unità geotecniche intercettate e i parametri geotecnici di progetto sono i seguenti:

**Unità 5-AL:**

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 25^\circ$$

$$c' = 0 \div 5 \text{ kPa}$$

$$c_u = 100 \text{ kPa} \quad \text{per } 0.0 < z < 10.0 \text{ m}$$

$$c_u = 48 + 1.5 \cdot z \text{ kPa} \quad \text{per } 10.0 < z < 48.0 \text{ m}$$



|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
| <p><b>GE - GEOTECNICA</b></p> <p><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>185 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 185 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 185 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

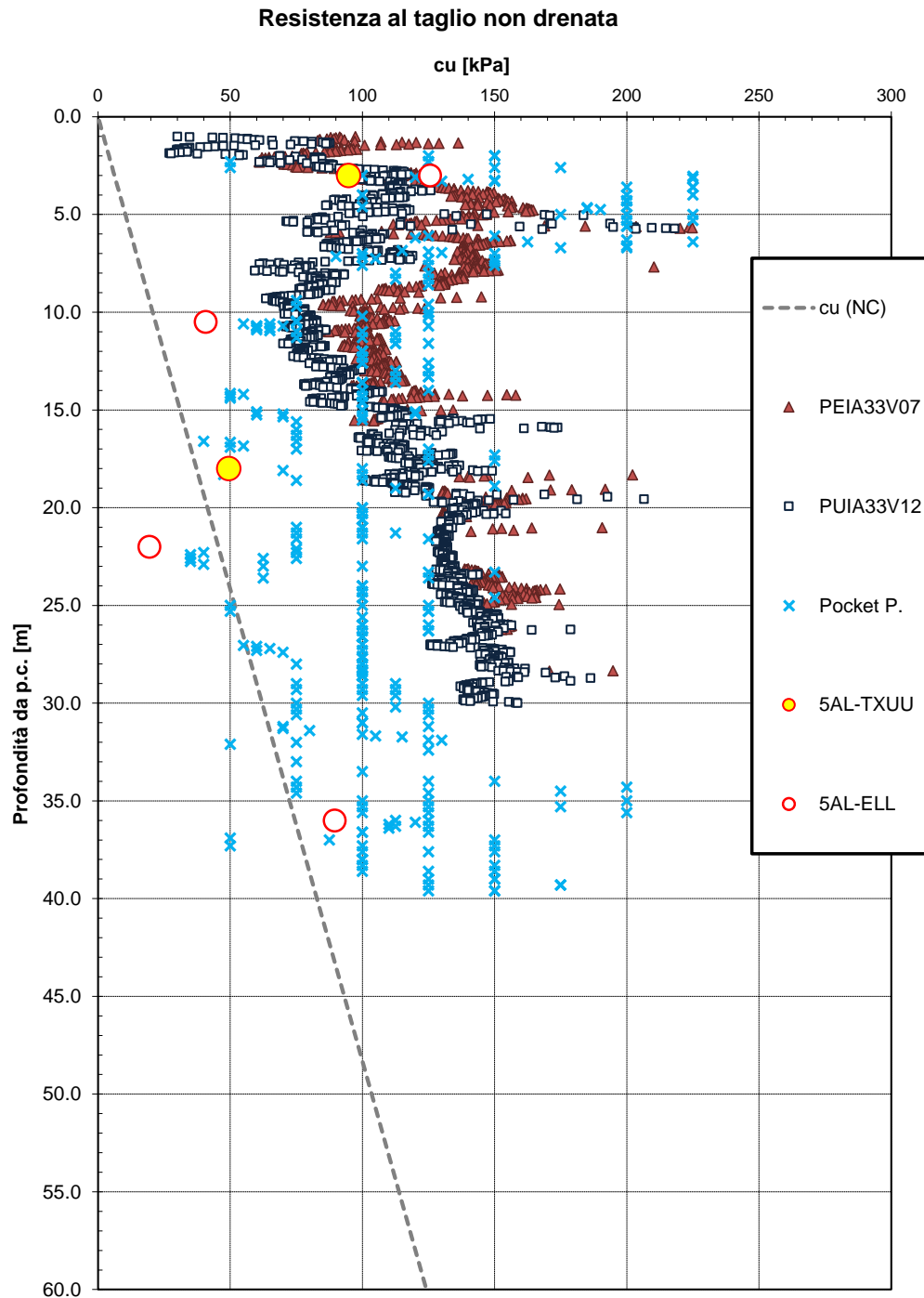


Figura 89 – Resistenza al taglio non drenata da prove CPT (sondaggi: PCIA33V11, PCIA33V12, PCIA33V13)

### 6.1.3 Tratto da km 2+730 a km 2+830

Lungo il tratto in esame sono state eseguite le indagini in sito e le prove di laboratorio elencate nelle

|  |   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
| <b>GE - GEOTECNICA</b><br><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                        | <table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>186 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 186 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 186 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

seguenti tabelle.

| <b>INDAGINI IN SITO</b>   |                |                            |                          |              |                  |                                  |
|---|----------------|----------------------------|--------------------------|--------------|------------------|----------------------------------|
| Sigla indagine  | Profondità [m] | Quota boccaforo [m] s.l.m. | n. campioni indisturbati | N. prove SPT | n. prove Lefranc | Piezometro TA; CC / Prova DH; CH |
| PUIA33V02   | 18.0           | 6.68                       | -                        | -            | -                | -                                |
| PEIA33V04   | 18.6           | 6.58                       | -                        | -            | -                | -                                |
| PEIA33V06   | 28.1           | 6.69                       | -                        | -            | -                | -                                |
| PEIA33V07   | 30.0           | 6.66                       | -                        | -            | -                | -                                |
| PCIA33V10   | 40.0           | 6.36                       | 9                        | 1            | 1                | CC [34]                          |
| PCIA33V11   | 40.0           | 6.59                       | 8                        | 1            | 1                | CC [18]                          |
| PEIA33V01   | 18.3           | 6.90                       | -                        | -            | -                | -                                |
| PUIA33V01<br>2  | 30.0           | 6.76                       | -                        | -            | -                | -                                |
| CC [m]: piezometro del tipo a cella di Casagrande [quota cella] |                |                            |                          |              |                  |                                  |

|  |   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
| <b>GE - GEOTECNICA</b><br><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                        | <table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>187 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 187 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 187 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

## PROVE DI LABORATORIO

|                  |   |           |           |           |           |           |           |           |           |
|------------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Sondaggio</b> | - | PCIA33V10 | PCIA33V10 | PCIA33V10 | PCIA33V10 | PCIA33V10 | PCIA33V10 | PCIA33V10 | PCIA33V10 |
| <b>Campione</b>  | - | C11       | C12       | C13       | C14       | C15       | C16       | C17       | C18       |
| <b>Tipo</b>      | - | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       |
| <b>Unità</b>     | - | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5S        | 5AL       |
| <b>Prof.</b>     | m | 4.60      | 7.20      | 12.00     | 16.50     | 22.50     | 25.50     | 29.00     | 32.00     |

### Granulometria

|       |   |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| G     | % | 0.0  | 0.1  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  | 0.0  |
| S     | % | 0.4  | 4.7  | 2.4  | 10.4 | 2.9  | 14.2 | 58.3 | 6.6  |
| L + A | % | 99.6 | 95.2 | 97.6 | 89.6 | 97.1 | 85.8 | 41.7 | 93.4 |
| L     | % | 39.1 | 58.2 | 53.2 | 53.2 | 49.7 | 47.3 | 26.4 | 59.2 |
| A     | % | 60.5 | 37.0 | 44.4 | 36.4 | 47.4 | 38.5 | 15.3 | 34.2 |

### Limiti di Atterberg

|                |   |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| W <sub>L</sub> | % | 62.0 | 46.6 | 47.8 | 41.9 | 57.9 | 42.0 | 24.1 | 37.9 |
| W <sub>P</sub> | % | 30.5 | 26.3 | 26.8 | 25.2 | 30.3 | 25.7 | 16.4 | 26.0 |
| I <sub>c</sub> | - | 1.13 | 0.95 | 0.56 | 0.83 | 0.54 | 0.79 | 0.01 | 0.59 |
| I <sub>p</sub> | % | 31.5 | 20.3 | 21.0 | 16.7 | 27.6 | 16.3 | 7.7  | 11.9 |

### Caratteristiche fisiche

|                |                   |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| γ <sub>N</sub> | kN/m <sup>3</sup> | 19.4 | 19.3 | 18.4 | 19.0 | 17.8 | 18.9 | 19.3 | 19.1 |
| w <sub>N</sub> | %                 | 26.3 | 27.3 | 36.1 | 28.0 | 43.1 | 29.1 | 24.0 | 30.9 |

### Resistenza drenata

|            |     |  |      |  |      |  |  |      |  |
|------------|-----|--|------|--|------|--|--|------|--|
| (TD) c     | kPa |  |      |  | 23.4 |  |  |      |  |
| (TD) f     | °   |  |      |  | 26.0 |  |  | 33.4 |  |
| (TX-CID) c | kPa |  |      |  |      |  |  |      |  |
| (TX-CID) f | °   |  | 29.0 |  |      |  |  |      |  |

Le unità geotecniche intercettate e i parametri geotecnici di progetto sono i seguenti:

#### Unità 5-AL:

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 25^\circ$$

$$c' = 0 \div 5 \text{ kPa}$$

$$c_u = 100 \text{ kPa} \quad \text{per } 0.0 < z < 10.0 \text{ m}$$

$$c_u = 48 + 1.5 \cdot z \text{ kPa} \quad \text{per } 10.0 < z < 48.0 \text{ m}$$

#### Unità 5-S per 8.0 < z < 9.0 m (strato potenzialmente liquefacibile)

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 30^\circ$$

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

#### Unità 5-S per 16.0 < z < 19.5 m (strato potenzialmente liquefacibile)

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 32^\circ$$

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>188 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 188 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 188 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

$c' = 0$  kPa

Nspt = 20 colpi/30 cm

Resistenza alla punta penetrometrica

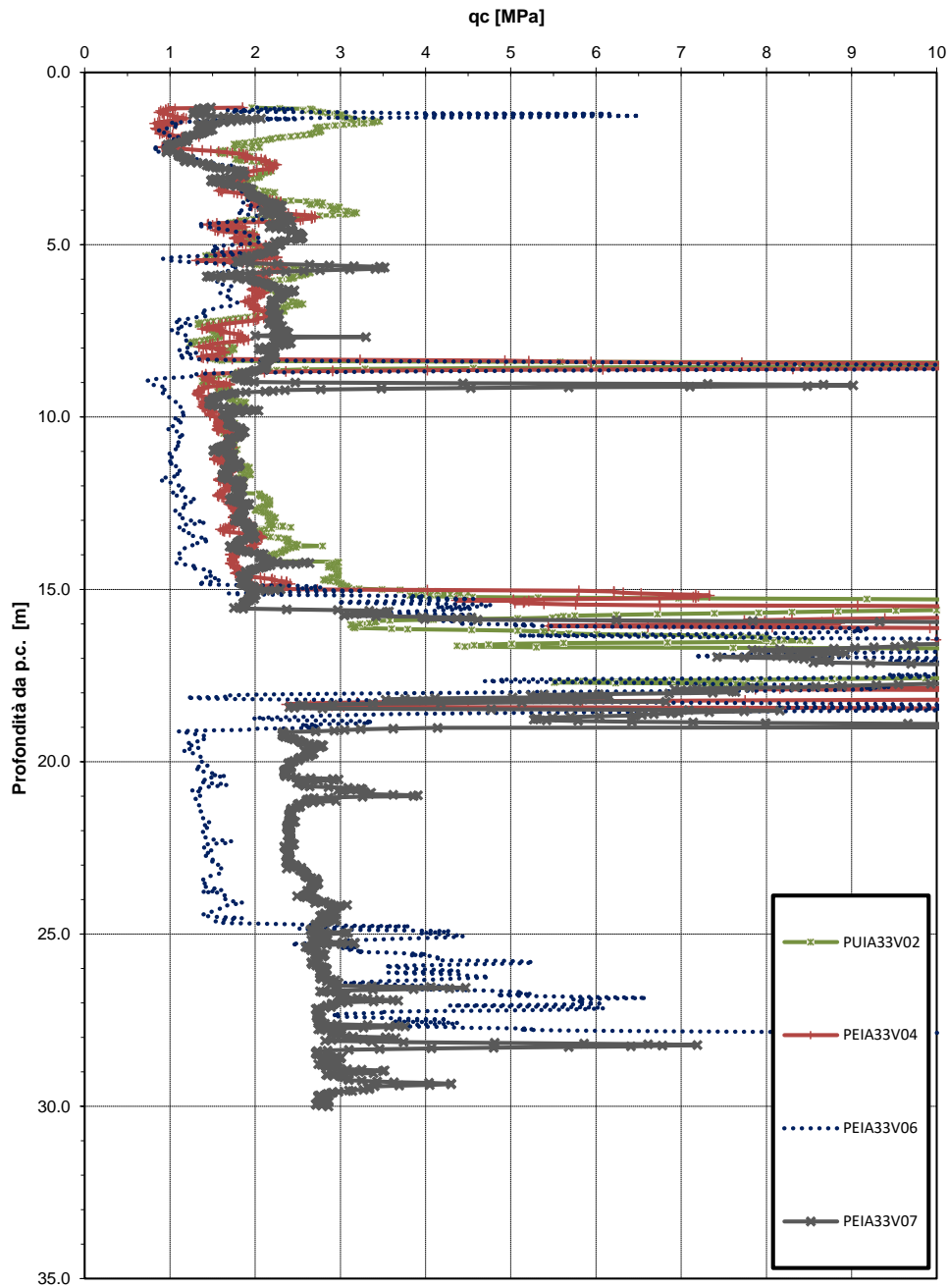


Figura 90 – Resistenza alla punta penetrometrica

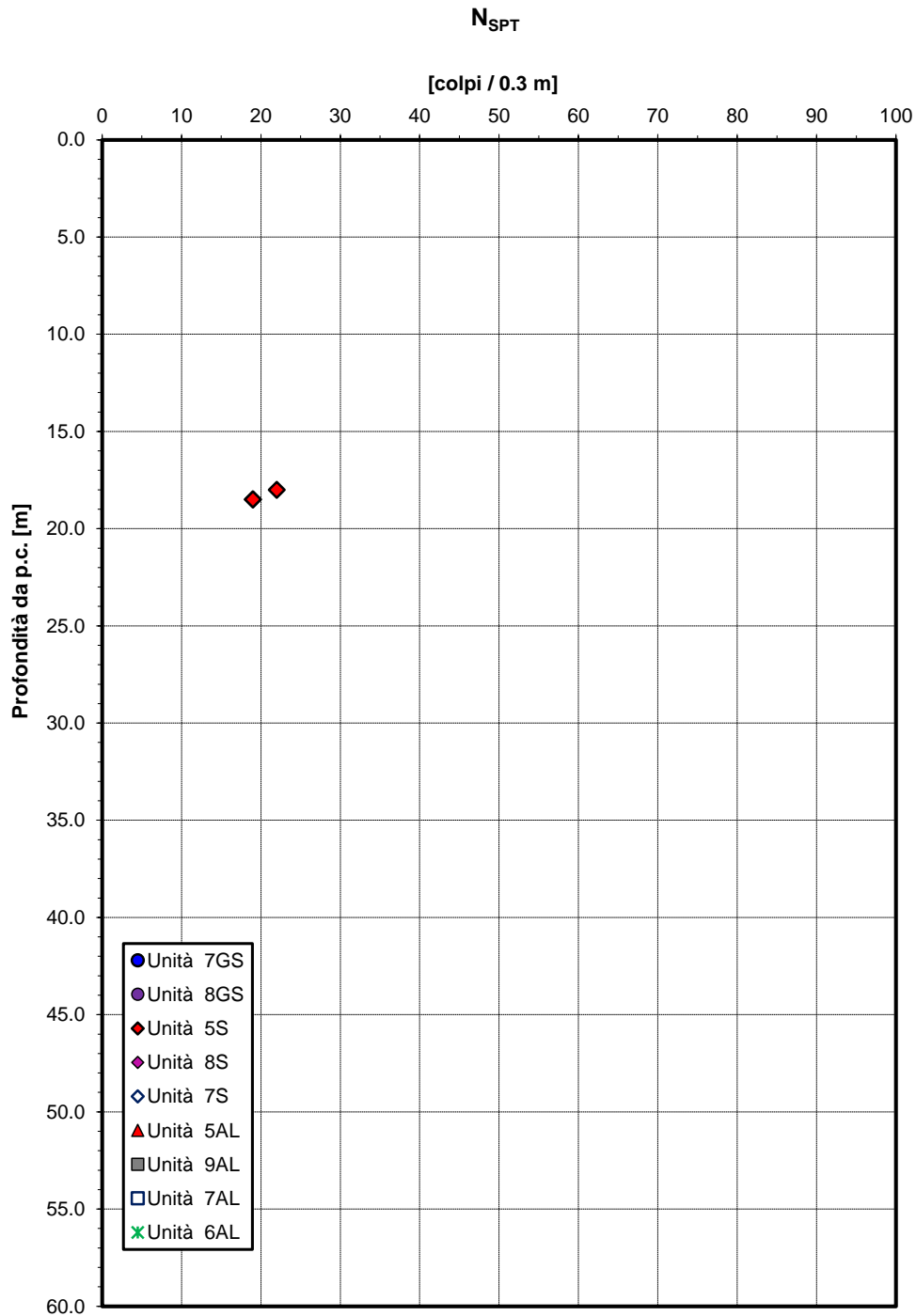


Figura 91 – Valori di SPT (sondaggi: PCIA33V10, PCIA33V11)

|  | <p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
| <p>GE - GEOTECNICA</p> <p>RELAZIONE GEOTECNICA</p>                               | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>191 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 191 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 191 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

### Angolo di resistenza al taglio da prove SPT

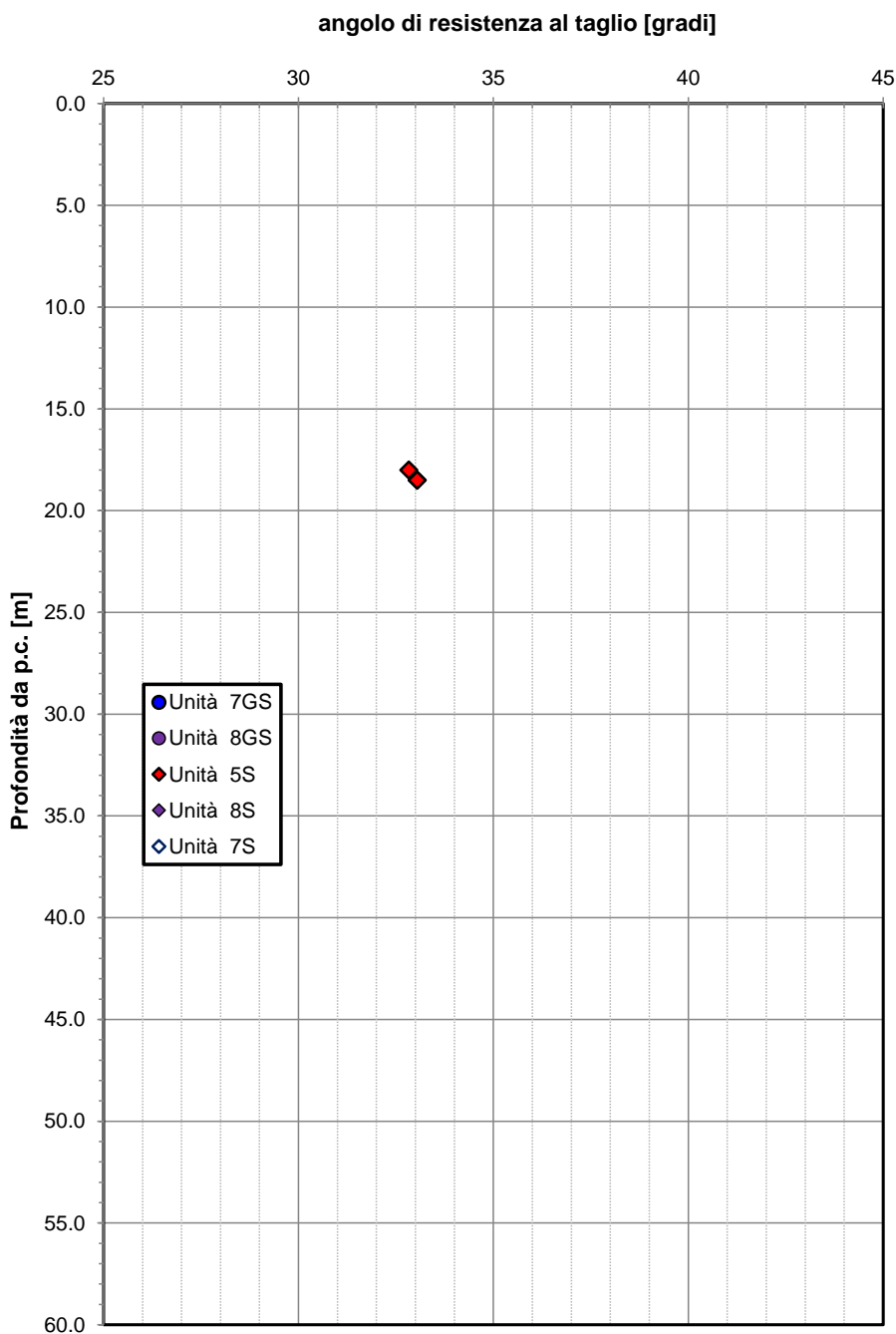


Figura 92 – Angolo di resistenza al taglio da prove SPT (sondaggi: PCIA33V10, PCIA33V11)

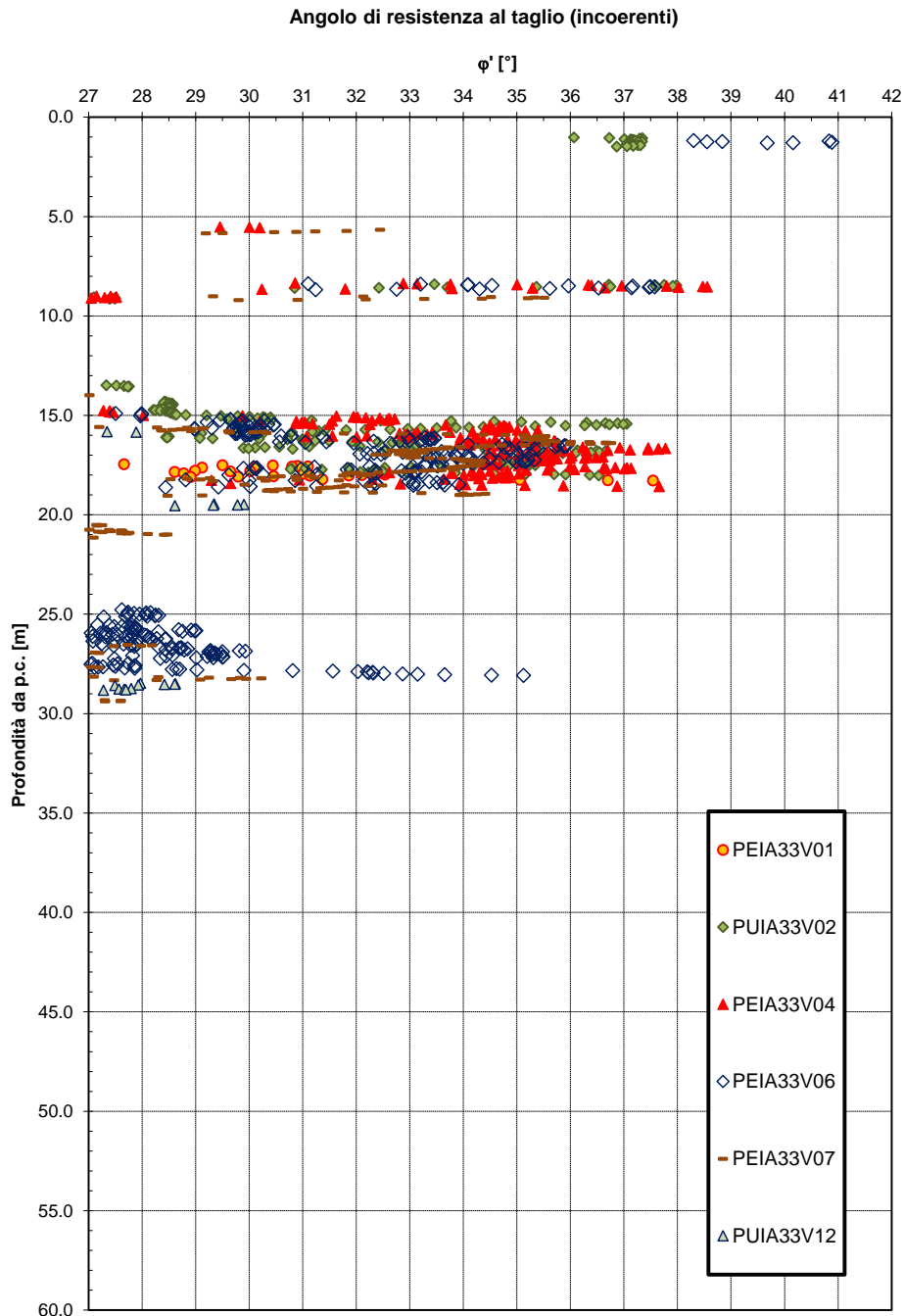


Figura 93 – Angolo di resistenza al taglio per terreni incoerenti da prove CPT

#### 6.1.4 Tratto da km 2+830 a km 2+930

Lungo il tratto in esame sono state eseguite le indagini in sito e le prove di laboratorio elencate nelle seguenti tabelle.



|  |  |
|--|--|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b> |
| <b>GE - GEOTECNICA</b><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                            | COMMESSA LI07    LOTTO 01    FASE CODIFICA DOCUMENTO E ZZ RH GE0005001    REV. D    FOGLIO 193 DI 245                  |

| INDAGINI IN SITO  |                |                              |                          |              |                  |                                  |
|---|----------------|------------------------------|--------------------------|--------------|------------------|----------------------------------|
| Sigla indagine  | Profondità [m] | Quota boccaforo o [m] s.l.m. | n. campioni indisturbati | N. prove SPT | n. prove Lefranc | Piezometro TA; CC / Prova DH; CH |
| PCIA33V10   | 40.0           | 6.36                         | 9                        | 1            | 1                | CC [34]                          |
| PEIA33V06   | 28.1           | 6.69                         | -                        | -            | -                | -                                |
| CC [m]: piezometro del tipo a cella di Casagrande [quota cella] |                |                              |                          |              |                  |                                  |

### PROVE DI LABORATORIO

| Sondaggio                      | -                 | PCIA33V10 | PCIA33V10 | PCIA33V10 | PCIA33V10 | PCIA33V10 | PCIA33V10 | PCIA33V10 | PCIA33V10 | PCIA33V10 |
|--------------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Campione                       | -                 | C11       | C12       | C13       | C14       | C15       | C16       | C17       | C18       | C19       |
| Tipo                           | -                 | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       |
| Unità                          | -                 | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5S        | 5AL       | 5AL       |
| Prof.                          | m                 | 4.60      | 7.20      | 12.00     | 16.50     | 22.50     | 25.50     | 29.00     | 32.00     | 37.50     |
| <b>Granulometria</b>           |                   |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| G                              | %                 | 0.0       | 0.1       | 0.0       | 0.0       | 0.0       | 0.0       | 0.0       | 0.0       | 0.0       |
| S                              | %                 | 0.4       | 4.7       | 2.4       | 10.4      | 2.9       | 14.2      | 58.3      | 6.6       | 7.8       |
| L+A                            | %                 | 99.6      | 95.2      | 97.6      | 89.6      | 97.1      | 85.8      | 41.7      | 93.4      | 92.2      |
| L                              | %                 | 39.1      | 58.2      | 53.2      | 53.2      | 49.7      | 47.3      | 26.4      | 59.2      | 63.8      |
| A                              | %                 | 60.5      | 37.0      | 44.4      | 36.4      | 47.4      | 38.5      | 15.3      | 34.2      | 28.4      |
| <b>Limiti di Atterberg</b>     |                   |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| W <sub>L</sub>                 | %                 | 62.0      | 46.6      | 47.8      | 41.9      | 57.9      | 42.0      | 24.1      | 37.9      | 36.4      |
| W <sub>P</sub>                 | %                 | 30.5      | 26.3      | 26.8      | 25.2      | 30.3      | 25.7      | 16.4      | 26.0      | 25.6      |
| I <sub>c</sub>                 | -                 | 1.13      | 0.95      | 0.56      | 0.83      | 0.54      | 0.79      | 0.01      | 0.59      | 0.69      |
| I <sub>p</sub>                 | %                 | 31.5      | 20.3      | 21.0      | 16.7      | 27.6      | 16.3      | 7.7       | 11.9      | 10.8      |
| <b>Caratteristiche fisiche</b> |                   |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| γ <sub>N</sub>                 | kN/m <sup>3</sup> | 19.4      | 19.3      | 18.4      | 19.0      | 17.8      | 18.9      | 19.3      | 19.1      | 19.1      |
| w <sub>N</sub>                 | %                 | 26.3      | 27.3      | 36.1      | 28.0      | 43.1      | 29.1      | 24.0      | 30.9      | 28.9      |
| <b>Resistenza drenata</b>      |                   |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| (TD) c                         | kPa               |           |           |           | 23.4      |           |           |           |           | 10.7      |
| (TD) f                         | °                 |           |           |           | 26.0      |           |           | 33.4      |           | 26.0      |
| (TX-CID) c                     | kPa               |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| (TX-CID) f                     | °                 |           | 29.0      |           |           |           |           |           |           |           |

Le unità geotecniche intercettate e i parametri geotecnici di progetto sono i seguenti:

#### Unità 5-AL:

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\phi' = 25^\circ$$

$$c' = 0 \div 5 \text{ kPa}$$

$$c_u = 100 \text{ kPa} \quad \text{per } 0.0 < z < 7.0 \text{ m}$$

$$c_u = 50 \text{ kPa} \quad \text{per } 7.0 < z < 16.0 \text{ m}$$

$$c_u = 60 \text{ kPa} \quad \text{per } 16.0 < z < 25.0 \text{ m}$$

$$c_u = -20 + 2.85 \cdot z \text{ kPa} \quad \text{per } 25.0 < z < 50.0 \text{ m}$$

#### Unità 5-S per $8.5 < z < 9.5 \text{ m}$ (strato potenzialmente liquefacibile)

|  | <p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|---|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                     | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>194 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 194 DI 245 |
| COMMESSA  | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07  | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 194 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 30^\circ$$

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

**Unità 5-S per  $16.0 < z < 19.5$  m (strato potenzialmente liquefacibile)**

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 32^\circ$$

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

$$N_{spt} = 20 \text{ colpi/30 cm}$$

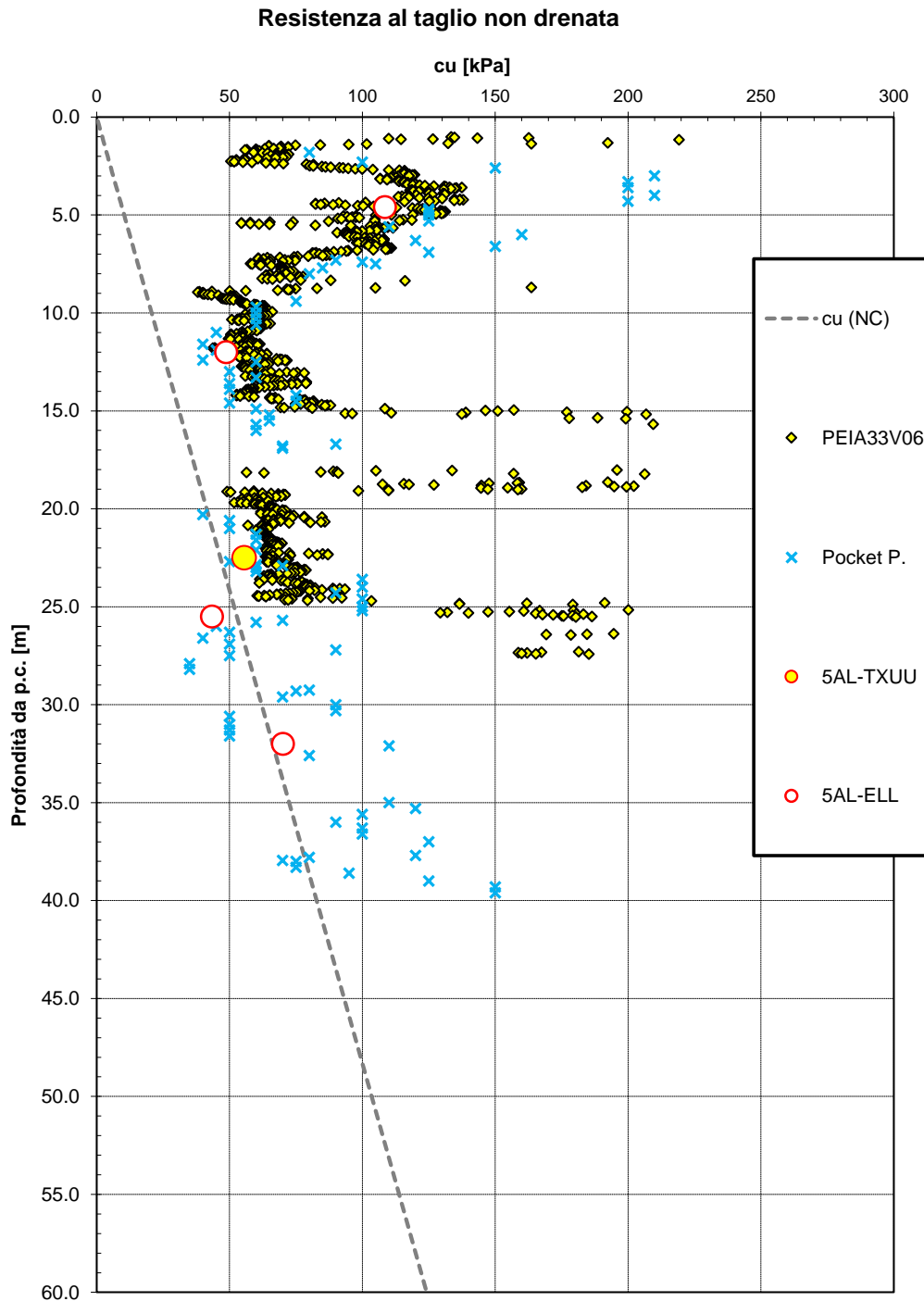


Figura 94 – Resistenza al taglio non drenata (sondaggio: PCIA33V10)

### 6.1.5 Tratto da km 2+930 a km 3+050

Lungo il tratto in esame sono state eseguite le indagini in sito e le prove di laboratorio elencate nelle

|  |   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
| <b>GE - GEOTECNICA</b><br><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                        | <table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>196 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 196 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 196 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

seguenti tabelle.

| <b>INDAGINI IN SITO</b>   |                |                            |                          |              |                  |                                  |
|---|----------------|----------------------------|--------------------------|--------------|------------------|----------------------------------|
| Sigla indagine  | Profondità [m] | Quota boccaforo [m] s.l.m. | n. campioni indisturbati | N. prove SPT | n. prove Lefranc | Piezometro TA; CC / Prova DH; CH |
| PCIA33V09   | 40.0           | 6.68                       | 5                        | -            | 1                | CC [18.5]                        |
| PEIA33V04   | 18.6           | 6.58                       | -                        | -            | -                | -                                |
| PEIA33V01   | 18.3           | 6.90                       | -                        | -            | -                | -                                |
| PUIA33V02   | 18.0           | 6.68                       | -                        | -            | -                | -                                |
| CC [m]: piezometro del tipo a cella di Casagrande [quota cella] |                |                            |                          |              |                  |                                  |

### PROVE DI LABORATORIO

| Sondaggio                      | -                 | PCIA33V09 | PCIA33V09 | PCIA33V09 | PCIA33V09 | PCIA33V09 |
|--------------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Campione                       | -                 | CI1       | CI2       | CI3       | CI4       | CI5       |
| Tipo                           | -                 | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       |
| Unità                          | -                 | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       |
| Prof.                          | m                 | 4.50      | 8.00      | 12.00     | 15.00     | 21.00     |
| <b>Granulometria</b>           |                   |           |           |           |           |           |
| G                              | %                 | 0.0       | 0.0       | 0.0       | 0.0       | 0.0       |
| S                              | %                 | 0.2       | 1.0       | 0.2       | 2.6       | 1.0       |
| L + A                          | %                 | 99.8      | 99.0      | 99.8      | 97.4      | 99.0      |
| L                              | %                 | 52.2      | 46.4      | 29.4      | 49.8      | 41.4      |
| A                              | %                 | 47.6      | 52.6      | 70.4      | 47.6      | 57.6      |
| <b>Limiti di Atterberg</b>     |                   |           |           |           |           |           |
| W <sub>L</sub>                 | %                 | 55.9      | 61.4      | 74.0      | 57.2      | 62.4      |
| W <sub>P</sub>                 | %                 | 31.1      | 29.9      | 33.2      | 29.3      | 31.5      |
| I <sub>c</sub>                 | -                 | 1.12      | 0.92      | 0.79      | 0.81      | 0.77      |
| I <sub>p</sub>                 | %                 | 24.8      | 31.5      | 40.8      | 27.9      | 30.9      |
| <b>Caratteristiche fisiche</b> |                   |           |           |           |           |           |
| γ <sub>N</sub>                 | kN/m <sup>3</sup> | 19.0      | 18.7      | 17.7      | 18.3      | 18.0      |
| w <sub>N</sub>                 | %                 | 28.2      | 32.5      | 41.9      | 34.7      | 38.6      |
| <b>Resistenza drenata</b>      |                   |           |           |           |           |           |
| (TD) c                         | kPa               |           | 11.4      |           |           |           |
| (TD) f                         | °                 |           | 20.1      |           |           |           |
| (TX-CIU) c                     | kPa               |           |           | 20.0      |           |           |
| (TX-CIU) f                     | °                 |           |           | 23.1      |           |           |

Di seguito sono riportate delle tabelle riepilogative relative alla indagini geognostiche integrative pianificate per la presente fase progettuale e per il seguente tratto.

|  |   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
| <b>GE - GEOTECNICA</b><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                            | <table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>197 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 197 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 197 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

| WBS  | ID sondaggio | Coordinate geografiche         | Carotaggio continuo (ml) | SPT | Campioni Indisturbati | Campioni terre/acqua a analisi chimica | Installazione piezometro TA | Tubo Down-Hole |
|------|--------------|--------------------------------|--------------------------|-----|-----------------------|--|-----------------------------|----------------|
| VI01 | SG04         | 41°53'41.20"N<br>15°16'45.30"E | 50                       | 5   | 2                     | 1 terre                                | X                           |                |

Tabella – Sondaggi integrativi.

| INDAGINI DI LABORATORIO |              |             |                                   |               |                         |                     |     |         |         |    |                                   |
|-------------------------|--------------|-------------|-----------------------------------|---------------|-------------------------|---------------------|-----|---------|---------|----|-----------------------------------|
| WBS                     | ID - feature | ID Campione | Aggressività calcestruzzo - TERRE | Granulometria | Caratteristiche fisiche | Limiti di Atterberg | TUU | TRX-CIU | TRX-CID | ED | Aggressività calcestruzzo - ACQUE |
| VI01                    | SG04         | CI01        |                                   | X             | X                       | X                   | X   | X       | X       |    |                                   |
|                         |              | CI02        |                                   | X             | X                       | X                   | X   | X       | X       |    |                                   |
|                         |              | CR01        | X                                 |               |                         |                     |     |         |         |    |                                   |

Tabella – Prove laboratorio integrative.

Le indagini integrative hanno confermato quanto predetto nel progetto definitivo, per i risultati si rimanda all'elaborato "indagini geognostiche progetto esecutivo"

Le unità geotecniche intercettate e i parametri geotecnici di progetto sono i seguenti:

**Unità 5-AL:**

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 25^\circ$$

$$c' = 0 \div 5 \text{ kPa}$$

$$c_u = 100 \text{ kPa} \quad \text{per } 0.0 < z < 7.0 \text{ m}$$

$$c_u = 60 \text{ kPa} \quad \text{per } 7.0 < z < 16.0 \text{ m}$$

$$c_u = 20 + 2 \cdot z \text{ kPa} \quad \text{per } 16.0 < z < 40.0 \text{ m}$$

**Unità 5-S per 16.0 < z < 19.5 m (strato potenzialmente liquefacibile)**

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 32^\circ$$

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

$$N_{spt} = 20 \text{ colpi/30 cm}$$

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
| <p><b>GE - GEOTECNICA</b></p> <p><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>198 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 198 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 198 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

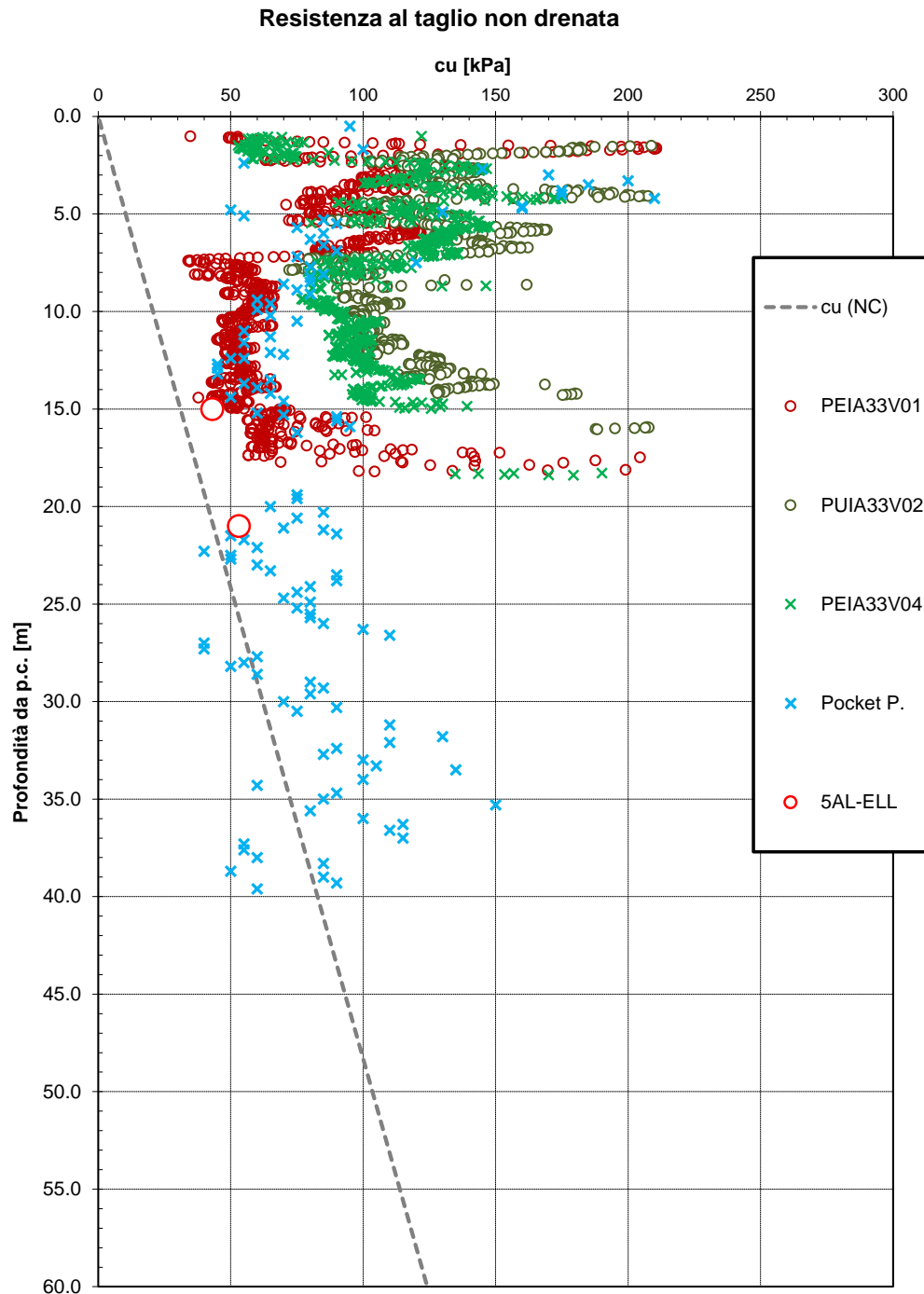


Figura 95 – Resistenza al taglio non drenata (sondaggio: PCIA33V09)

### 6.1.6 Tratto da km 3+050 a km 3+125

Lungo il tratto in esame sono state eseguite le indagini in sito e le prove di laboratorio elencate nelle

|  |  |             |  |           |                      |
|--|--|-------------|--|-----------|----------------------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b> |             |  |           |                      |
| <b>GE - GEOTECNICA</b><br><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                        | COMMESSA<br>LI07   | LOTTO<br>01 | FASE CODIFICA DOCUMENTO<br>E ZZ RH GE0005001 | REV.<br>D | FOGLIO<br>199 DI 245 |

seguenti tabelle.

| <b>INDAGINI IN SITO</b> |                |                            |                          |              |                  |                                  |
|-------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|--------------|------------------|----------------------------------|
| Sigla indagine          | Profondità [m] | Quota boccaforo [m] s.l.m. | n. campioni indisturbati | N. prove SPT | n. prove Lefranc | Piezometro TA; CC / Prova DH; CH |
| PNIA33V08               | 40.0           | 6.05                       | 4                        | 3            | 1                | TA [24÷40]                       |
| PEIA33V01               | 18.3           | 6.90                       | -                        | -            | -                | -                                |

TA [m]: piezometro a tubo aperto [profondità tratto filtrante]

### PROVE DI LABORATORIO

| Sondaggio                      | -                 | PNIA33V08 | PNIA33V08 | PNIA33V08 | PNIA33V08 |
|--------------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Campione                       | -                 | C1        | C2        | C3        | C4        |
| Tipo                           | -                 | ind       | ind       | ind       | ind       |
| Unità                          | -                 | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       |
| Prof.                          | m                 | 4.50      | 7.50      | 11.50     | 16.50     |
| <b>Granulometria</b>           |                   |           |           |           |           |
| G                              | %                 | 0.0       | 0.0       | 0.0       | 0.0       |
| S                              | %                 | 0.8       | 5.8       | 0.7       | 21.0      |
| L+A                            | %                 | 99.2      | 94.2      | 99.3      | 79.0      |
| L                              | %                 | 41.4      | 40.9      | 40.0      | 51.6      |
| A                              | %                 | 57.8      | 53.3      | 59.3      | 27.4      |
| <b>Limiti di Atterberg</b>     |                   |           |           |           |           |
| W <sub>L</sub>                 | %                 | 62.3      | 57.8      | 78.0      | 33.6      |
| W <sub>P</sub>                 | %                 | 28.6      | 23.8      | 31.9      | 22.8      |
| I <sub>c</sub>                 | -                 | 0.95      | 0.75      | 0.96      | 0.50      |
| I <sub>p</sub>                 | %                 | 33.7      | 34.0      | 46.1      | 10.8      |
| <b>Caratteristiche fisiche</b> |                   |           |           |           |           |
| γ <sub>N</sub>                 | kN/m <sup>3</sup> | 18.9      | 18.8      | 18.5      | 19.3      |
| w <sub>N</sub>                 | %                 | 30.4      | 32.2      | 33.9      | 28.2      |
| <b>Resistenza drenata</b>      |                   |           |           |           |           |
| (TD) c                         | kPa               |           | 3.1       |           |           |
| (TD) f                         | °                 |           | 20.2      |           |           |
| (TX-CIU) c                     | kPa               |           |           |           | 4.2       |
| (TX-CIU) f                     | °                 |           |           |           | 34.5      |

Le unità geotecniche intercettate e i parametri geotecnici di progetto sono i seguenti:

**Unità 5-AL: per z < 27.0 m**

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 25^\circ$$

$$c' = 0\div 5 \text{ kPa}$$

$$c_u = 90 \text{ kPa} \quad \text{per } 0.0 < z < 7.0 \text{ m}$$

$$c_u = 50 \text{ kPa} \quad \text{per } 7.0 < z < 15.0 \text{ m}$$

$$c_u = 70 \text{ kPa} \quad \text{per } 15.0 < z < 27.0 \text{ m}$$

**Unità 7-GS per 27 < z < 39 m**

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>200 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 200 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 200 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 38^\circ$$

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

$$N_{spt} = 50 \div R \text{ colpi/30 cm}$$

**Unità 9-AL per  $39 < z < 40 \text{ m}$**

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 26^\circ$$

$$c' = 10 \text{ kPa}$$

$$c_u = 100 \text{ kPa}$$



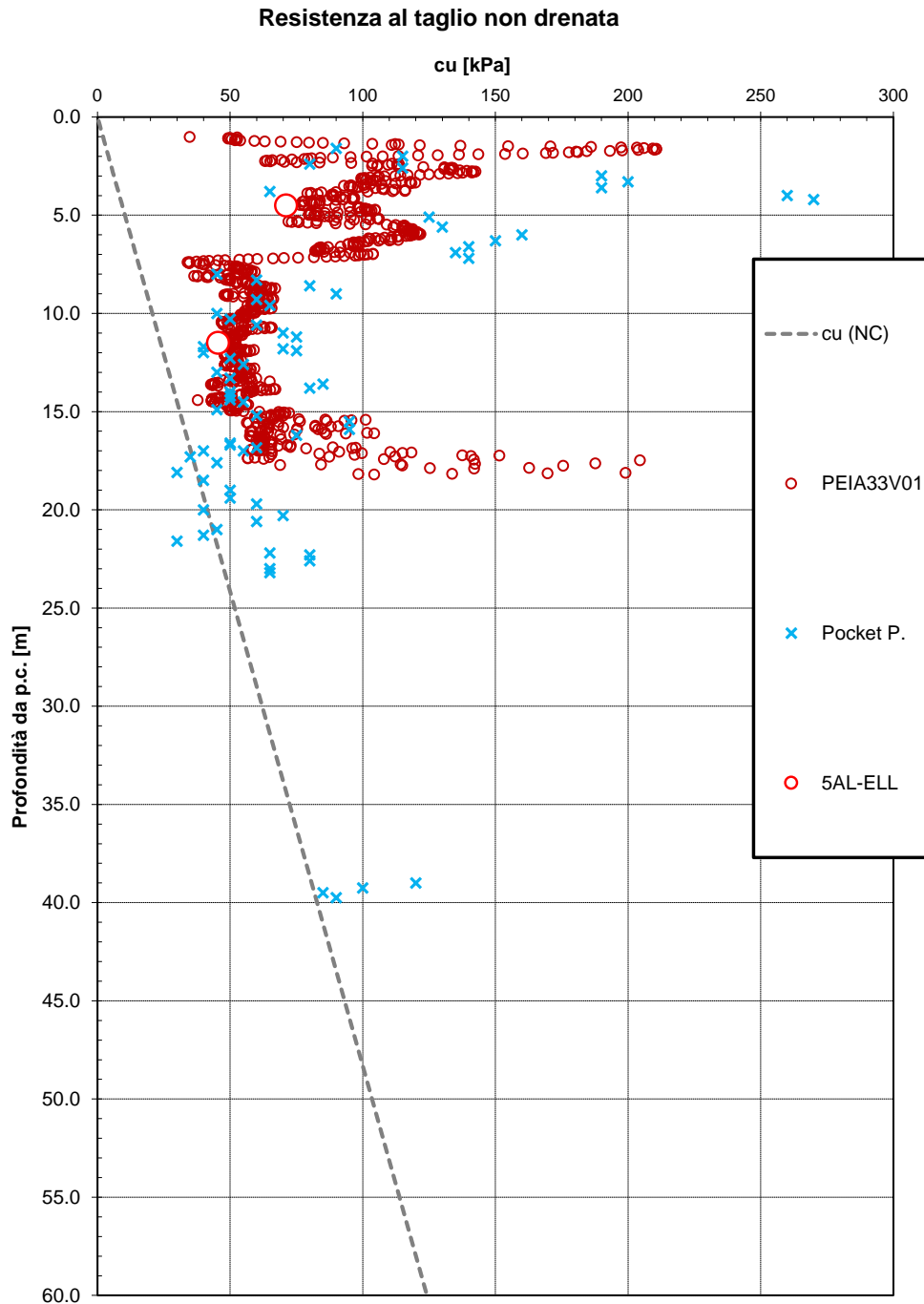


Figura 96 – Resistenza al taglio non drenata (sondaggio PNIA33V08)

|  |   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
|  | <p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
| <p>GE – GEOTECNICA</p> <p>RELAZIONE GEOTECNICA</p>                               | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>202 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 202 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 202 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

Angolo di resistenza al taglio da prove SPT

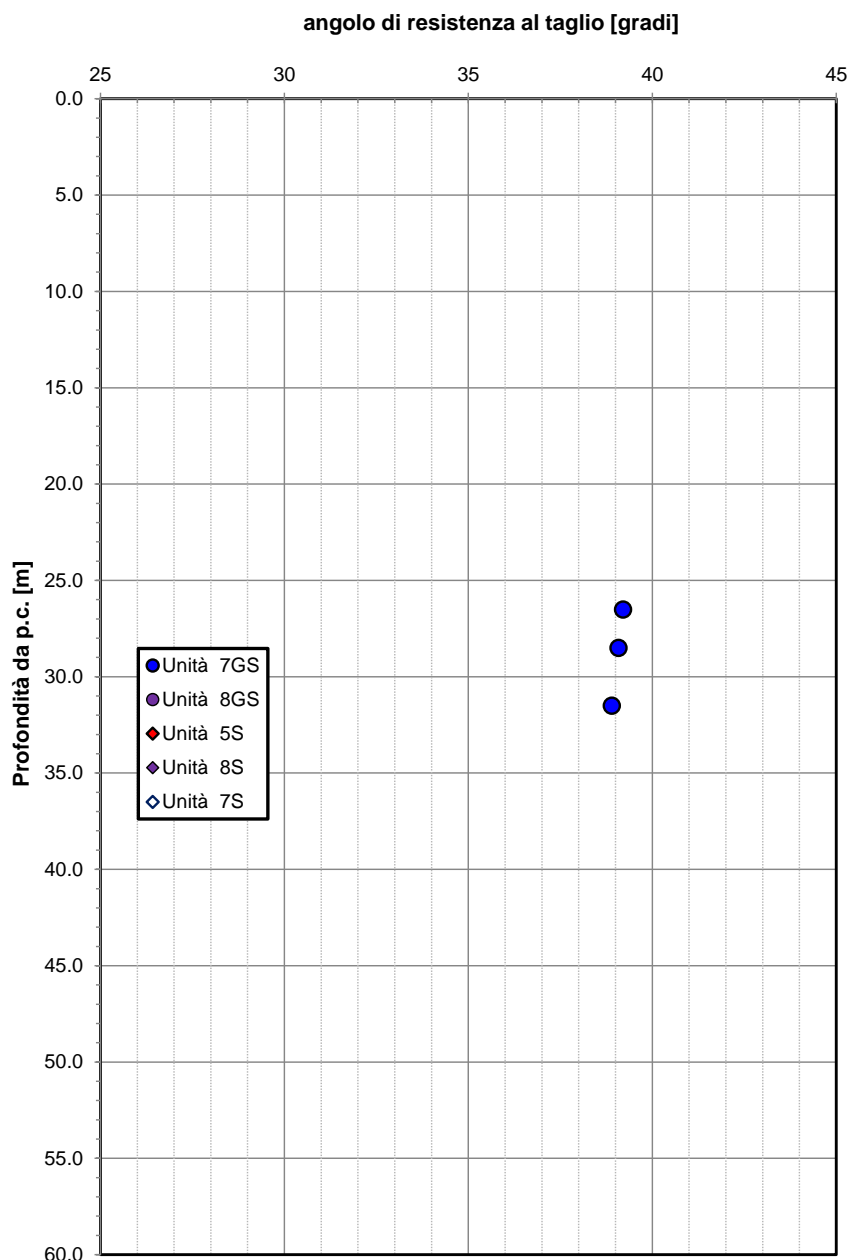


Figura 97 – Angolo di resistenza al taglio da prove SPT (sondaggio PNIA33V08)

6.1.7 Tratto da km 3+125 a km 3+375

Lungo il tratto in esame sono state eseguite le indagini in sito e le prove di laboratorio elencate nelle seguenti tabelle.

|  |  |
|--|--|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>                               |
| <b>GE - GEOTECNICA</b><br><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                        | COMMESSA    LOTTO    FASE CODIFICA DOCUMENTO    REV.    FOGLIO<br>LI07            01            E ZZ RH GE0005001            D            203 DI 245 |

| <b>INDAGINI IN SITO</b>  |                |                              |                          |              |                  |                                  |
|--|----------------|------------------------------|--------------------------|--------------|------------------|----------------------------------|
| Sigla indagine   | Profondità [m] | Quota boccaforo o [m] s.l.m. | n. campioni indisturbati | N. prove SPT | n. prove Lefranc | Piezometro TA; CC / Prova DH; CH |
| PNIA33V06  | 40.0           | 5.54                         | 5                        | 7            | 1                | TA [18÷40]                       |
| PUIA33V03  | 21.0           | 5.96                         | -                        | -            | -                | -                                |
| PEIA33V05  | 20.9           | 5.71                         | -                        | -            | -                | -                                |
| TA [m]: piezometro a tubo aperto [profondità tratto filtrante] |                |                              |                          |              |                  |                                  |

### PROVE DI LABORATORIO

| Sondaggio | - | PNIA33V06 | PNIA33V06 | PNIA33V06 | PNIA33V06 | PNIA33V06 |
|-----------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Campione  | - | Cl1       | Cl2       | Cl3       | Cl4       | Cl5       |
| Tipo      | - | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       |
| Unità     | - | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       | 5AL       |
| Prof.     | m | 4.50      | 6.50      | 10.00     | 13.70     | 16.50     |

#### Granulometria

|       |   | PNIA33V06 | PNIA33V06 | PNIA33V06 | PNIA33V06 | PNIA33V06 |
|-------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| G     | % | 0.2       | 0.0       | 3.0       | 1.9       | 0.0       |
| S     | % | 8.8       | 0.5       | 7.0       | 10.3      | 11.9      |
| L + A | % | 91.0      | 99.5      | 90.0      | 87.8      | 88.1      |
| L     | % | 52.9      | 31.1      | 43.7      | 41.5      | 52.8      |
| A     | % | 38.1      | 68.4      | 46.3      | 46.3      | 35.3      |

#### Limiti di Atterberg

|                |   | PNIA33V06 | PNIA33V06 | PNIA33V06 | PNIA33V06 | PNIA33V06 |
|----------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| W <sub>L</sub> | % | 47.0      | 79.0      | 54.0      | 49.0      | 43.0      |
| W <sub>P</sub> | % | 26.0      | 35.0      | 25.0      | 27.0      | 25.0      |
| I <sub>c</sub> | - | 1.10      | 0.79      | 0.90      | 1.22      | 0.99      |
| I <sub>p</sub> | % | 21.0      | 44.0      | 29.0      | 22.0      | 18.0      |

#### Caratteristiche fisiche

|                |                   | PNIA33V06 | PNIA33V06 | PNIA33V06 | PNIA33V06 | PNIA33V06 |
|----------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| γ <sub>N</sub> | kN/m <sup>3</sup> | 19.6      | 17.4      | 19.4      | 20.1      | 19.5      |
| w <sub>N</sub> | %                 | 24.0      | 44.2      | 27.9      | 22.2      | 25.1      |

#### Resistenza drenata

|        |     | PNIA33V06 | PNIA33V06 | PNIA33V06 | PNIA33V06 | PNIA33V06 |
|--------|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| (TD) c | kPa |           |           |           |           | 19.4      |
| (TD) f | °   |           |           |           |           | 25.8      |

Le unità geotecniche intercettate e i parametri geotecnici di progetto sono i seguenti:

**Unità 5-AL:            per z < 19.5 m**

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 25^\circ$$

$$c' = 0\div 5 \text{ kPa}$$

$$c_u = 100 \text{ kPa} \quad \text{per } 0.0 < z < 7.0 \text{ m}$$

$$c_u = 45 + 3.85 \cdot z \text{ kPa} \quad \text{per } 7.0 < z < 19.5 \text{ m}$$

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|---|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                     | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>204 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 204 DI 245 |
| COMMESSA  | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07  | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 204 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

**Unità 5-S per  $19.5 < z < 21$  m**

$$\gamma_{\text{nat}} = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 30^\circ$$

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

$$N_{\text{spt}} = 27 \text{ colpi/30 cm}$$

**Unità 7-GS per  $21 < z < 40$  m**

$$\gamma_{\text{nat}} = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 38^\circ$$

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

$$N_{\text{spt}} = 80 \div R \text{ colpi/30 cm}$$

Resistenza al taglio non drenata

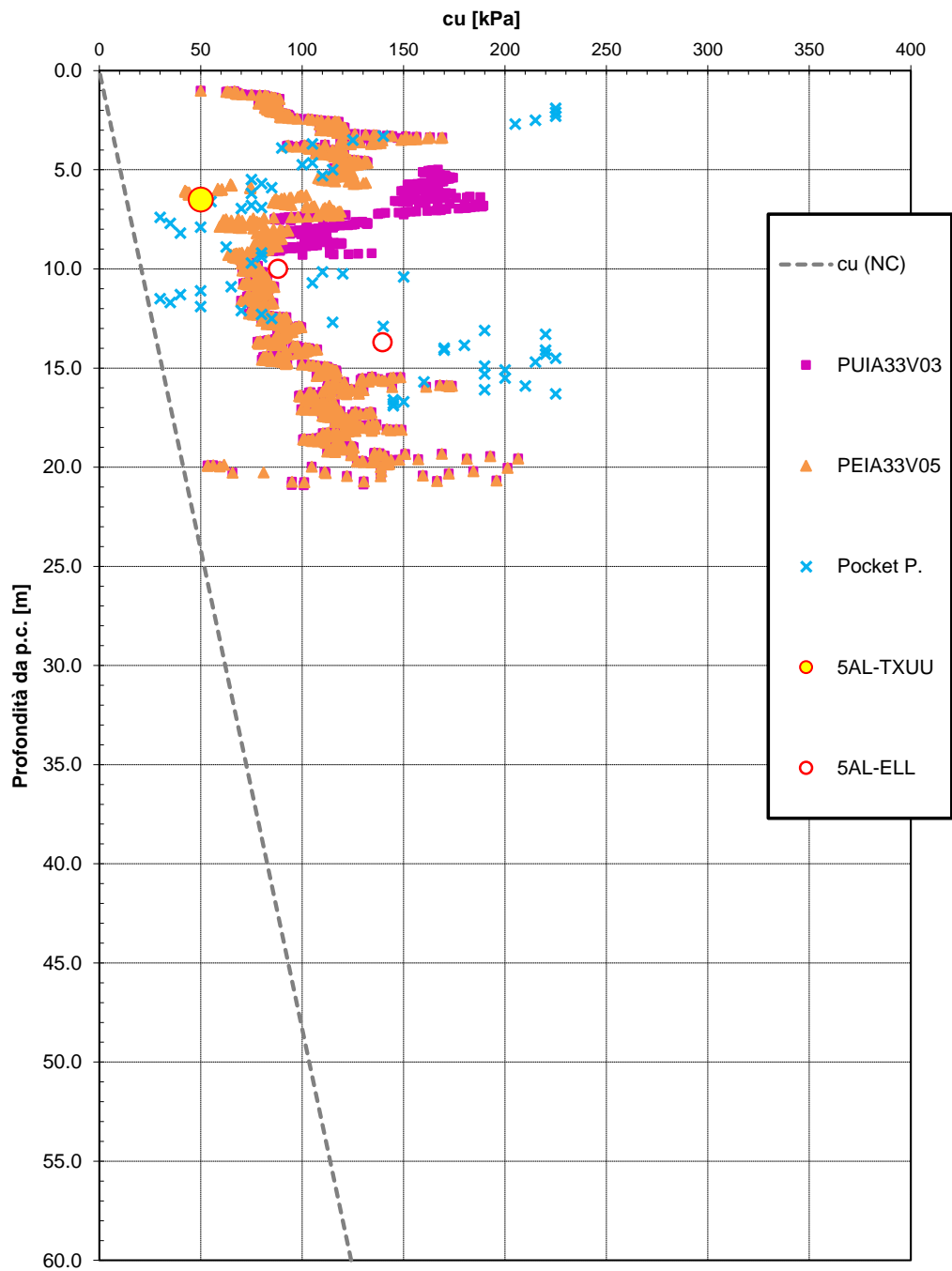


Figura 98 – Resistenza al taglio non drenata (sondaggio: PNIA33V06)

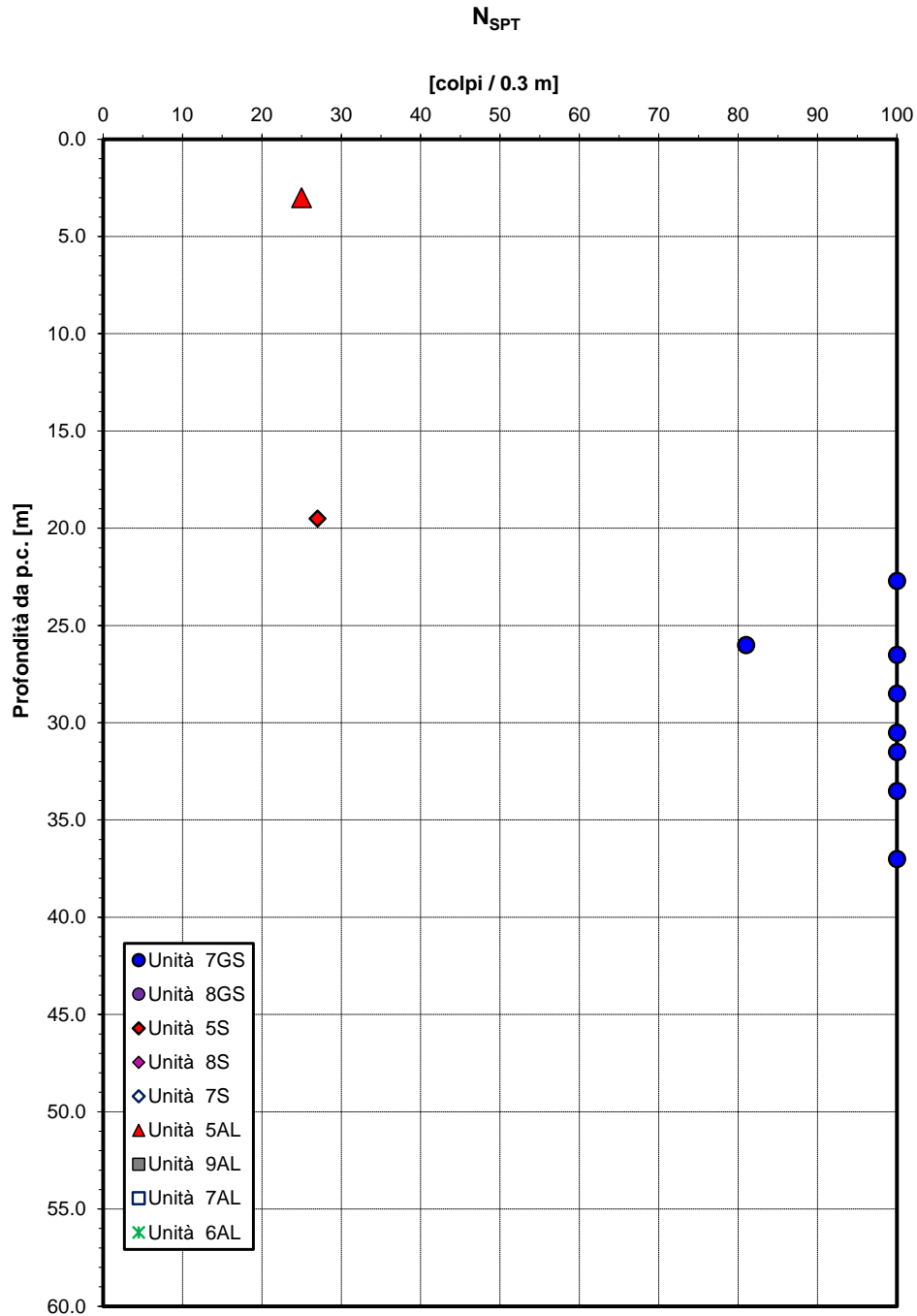


Figura 99 – Valori di SPT (sondaggi: PNIA33V06, PNIA33V08)

Angolo di resistenza al taglio da prove SPT

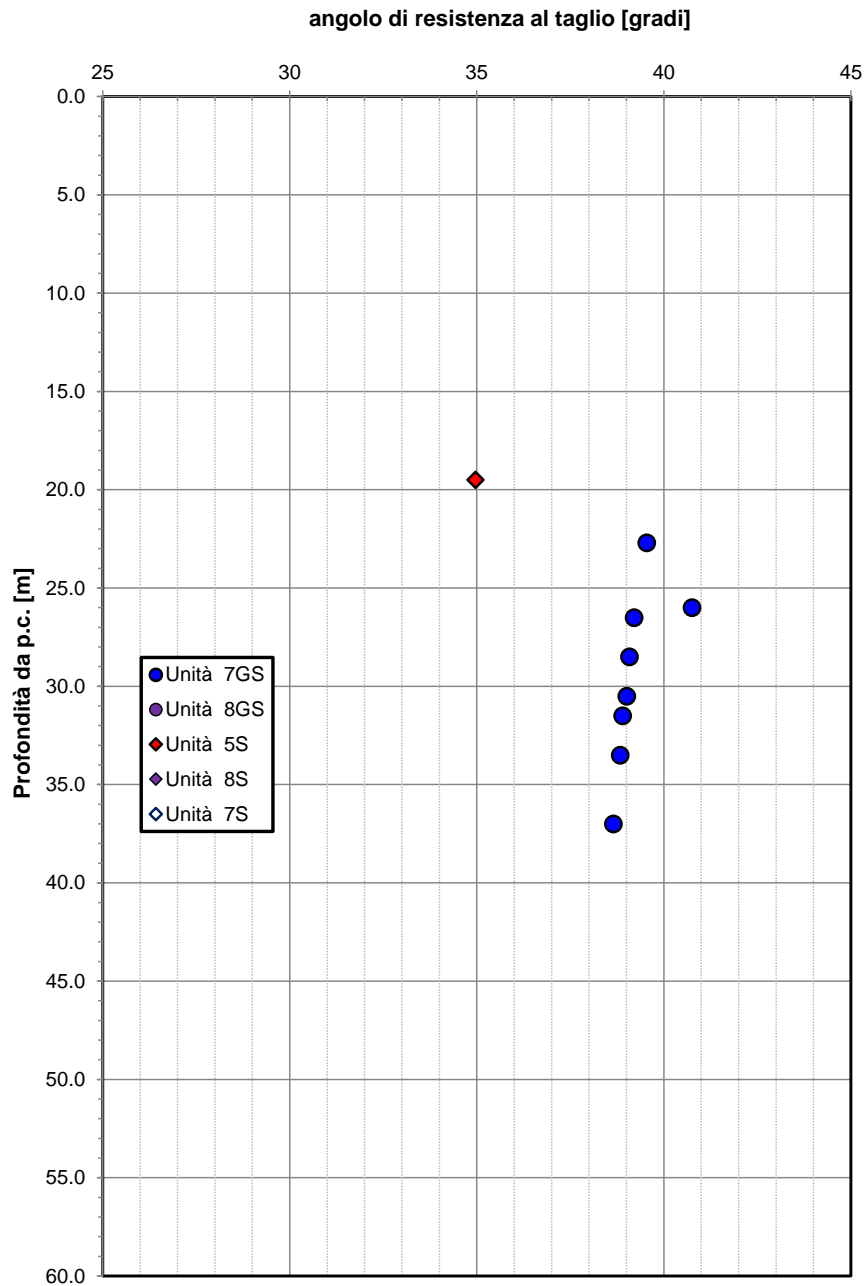
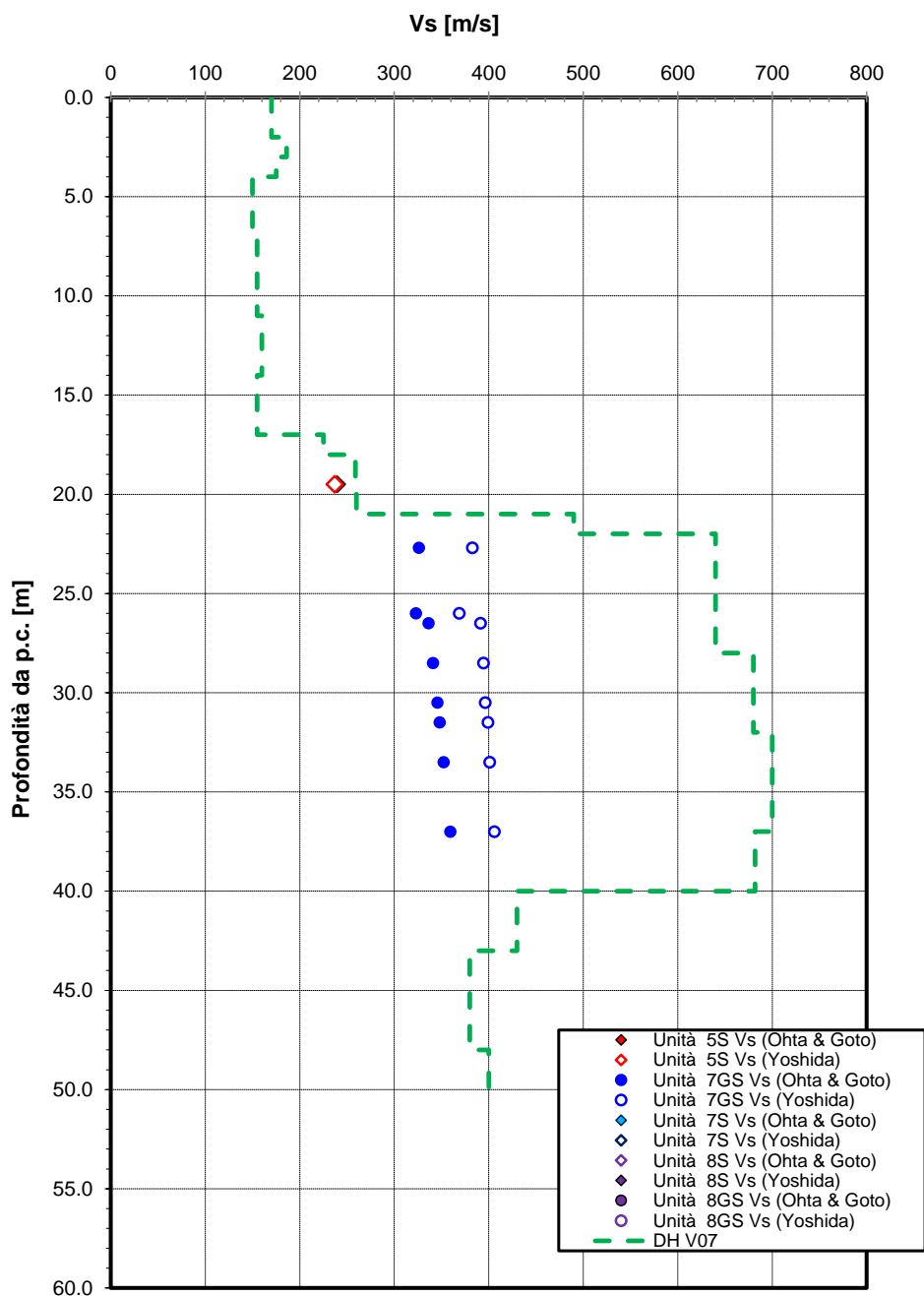


Figura 100 – Angolo di resistenza al taglio da prove SPT (sondaggi: PNIA33V06, PNIA33V08)

|  |   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>208 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 208 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 208 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

**Velocità delle onde di taglio da prove SPT e sismiche**



**Figura 101 – Velocità delle onde di taglio da prove SPT e sismiche (sondaggio: PNIA33V06)**

**6.1.8 Tratto da km 3+375 a fine viadotto km 3+740**

Lungo il tratto in esame sono state eseguite le indagini in sito e le prove di laboratorio elencate nelle



|  |   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
| <p><b>GE - GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>209 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 209 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 209 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

seguenti tabelle.

| <b>INDAGINI IN SITO</b>  |                |                            |                          |              |                  |                                  |
|--|----------------|----------------------------|--------------------------|--------------|------------------|----------------------------------|
| Sigla indagine   | Profondità [m] | Quota boccaforo [m] s.l.m. | n. campioni indisturbati | N. prove SPT | n. prove Lefranc | Piezometro TA; CC / Prova DH; CH |
| PNIA33V05  | 40.0           | 5.51                       | 1                        | 11           | -                | TA [3÷40]                        |
| CHIA33V01  | 60.0           | 5.78                       | 5                        | 11           | 1                | CH [50]                          |
| PEIA33V09  | 9.60           | 5.69                       | -                        | -            | -                | -                                |
| PEIA33V11  | 2.40           | 5.39                       | -                        | -            | -                | -                                |
| PEIA33V10  | 13.80          | 5.73                       | -                        | -            | -                | -                                |
| TA [m]: piezometro a tubo aperto [profondità tratto filtrante] |                |                            |                          |              |                  |                                  |
| CH [m]: prova sismica Cross-Hole [profondità di prova]         |                |                            |                          |              |                  |                                  |

|  |  |                    |   |                  |                             |
|--|--|--------------------|---|------------------|-----------------------------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b> |                    |   |                  |                             |
| <b>GE - GEOTECNICA</b><br><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                        | <b>COMMESSA</b><br>LI07  | <b>LOTTO</b><br>01 | <b>FASE CODIFICA DOCUMENTO</b><br>E ZZ RH GE0005001 | <b>REV.</b><br>D | <b>FOGLIO</b><br>210 DI 245 |

## PROVE DI LABORATORIO

| Sondaggio                      | -                 | CHIA33V01 | CHIA33V01 | CHIA33V01 | CHIA33V01 | CHIA33V01 | PNIA33V05 |
|--------------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Campione                       | -                 | Cl1       | Cl2       | Cl3       | Cl4       | Cl5       | Cl1       |
| Tipo                           | -                 | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       | ind       |
| Unità                          | -                 | 5AL       | 9AL       | 9AL       | 9AL       | 9AL       | 9AL       |
| Prof.                          | m                 | 3.50      | 40.50     | 43.50     | 48.00     | 52.00     | 39.00     |
| <b>Granulometria</b>           |                   |           |           |           |           |           |           |
| G                              | %                 | 5.0       | 0.0       | 0.0       | 0.0       | 0.0       | 0.0       |
| S                              | %                 | 51.0      | 7.2       | 7.1       | 2.9       | 2.8       | 1.0       |
| L + A                          | %                 | 44.0      | 92.8      | 92.9      | 97.1      | 97.2      | 99.0      |
| L                              | %                 | 20.2      | 58.8      | 52.4      | 57.0      | 59.7      | 56.5      |
| A                              | %                 | 23.8      | 34.0      | 40.5      | 40.1      | 37.5      | 42.5      |
| <b>Limiti di Atterberg</b>     |                   |           |           |           |           |           |           |
| W <sub>L</sub>                 | %                 | 27.3      | 36.5      | 37.5      | 41.0      | 41.2      | 39.0      |
| W <sub>P</sub>                 | %                 | 19.9      | 24.5      | 22.8      | 23.3      | 22.6      | 24.0      |
| I <sub>c</sub>                 | -                 | 0.93      | 1.26      | 1.04      | 0.99      | 1.03      | 1.13      |
| I <sub>p</sub>                 | %                 | 7.4       | 12.0      | 14.7      | 17.7      | 18.6      | 15.0      |
| <b>Caratteristiche fisiche</b> |                   |           |           |           |           |           |           |
| γ <sub>N</sub>                 | kN/m <sup>3</sup> | 19.5      | 20.4      | 20.2      | 19.9      | 20.1      | 20.3      |
| w <sub>N</sub>                 | %                 | 20.4      | 21.4      | 22.2      | 23.5      | 22.1      | 22.1      |
| <b>Resistenza drenata</b>      |                   |           |           |           |           |           |           |
| (TD) c                         | kPa               | 8.4       |           |           |           |           |           |
| (TD) f                         | °                 | 29.8      |           |           |           |           |           |
| (TX-CIU) c                     | kPa               |           | 15.4      |           |           |           |           |
| (TX-CIU) f                     | °                 |           | 31.2      |           |           |           |           |

Le unità geotecniche intercettate e i parametri geotecnici di progetto sono i seguenti:

**Tratto da km 3+175 a 3+730 (esclusa spalla):**

**Unità 5-AL: per  $z < 4$  m**

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 25^\circ$$

$$c' = 0 \div 5 \text{ kPa}$$

$$c_u = 100 \div 150 \text{ kPa}$$

**Unità 7-GS per  $4 < z < 38$  m**

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 38^\circ$$

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

$$N_{spt} = 40 \div R \text{ colpi/30 cm}$$

|  |   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
| <b>GE - GEOTECNICA</b><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                            | <table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>211 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 211 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 211 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

**Unità 9-AL per 38 < z < 60 m**

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 26^\circ$$

$$c' = 10 \text{ kPa}$$

$$c_u = 160 \div 250 \text{ kPa (valore medio 190 kPa)}$$

**Tratto da km 3+730 a fine viadotto (spalla lato Lesina):**

Di seguito sono riportate delle tabelle riepilogative relative alla indagini geognostiche integrative pianificate per la presente fase progettuale e per il presente tratto.

**Tabella – Sondaggi integrativi.**

| POZZETTI ESPLORATIVI |             |                            |                   |
|----------------------|-------------|----------------------------|-------------------|
| WBS                  | ID pozzetto | Prova di Carico su piastra | Prelievo campioni |
| RI05                 | PZs7        |                            | 1                 |
| RI06                 | PZs8        |                            | 1                 |
| RI08                 | PZs9        |                            | 1                 |
| RI09                 | PZs10       |                            | 1                 |
| RI06                 | PZ03        | 1                          |                   |
| RI08/RI09            | PZ04        | 1                          |                   |
|                      | PZ05        | 1                          |                   |

**Tabella– Pozzetti integrativi.**

| INDAGINI DI LABORATORIO |              |             |                                   |               |                         |                     |     |         |         |    |                                   |
|-------------------------|--------------|-------------|-----------------------------------|---------------|-------------------------|---------------------|-----|---------|---------|----|-----------------------------------|
| WBS                     | ID - feature | ID Campione | Aggressività calcestruzzo - TERRE | Granulometria | Caratteristiche fisiche | Limiti di Atterberg | TUU | TRX-CIU | TRX-CID | ED | Aggressività calcestruzzo - ACQUE |
|                         |              | CI02        |                                   | X             | X                       | X                   | X   | X       | X       |    |                                   |
|                         |              | CR01        | X                                 |               |                         |                     |     |         |         |    |                                   |
| RI05                    | PZs7         | CI01        |                                   | X             | X                       | X                   |     |         |         |    |                                   |
| RI06                    | PZs8         | CI01        |                                   | X             | X                       | X                   |     |         |         |    |                                   |
| RI08                    | PZs9         | CI01        |                                   | X             | X                       | X                   |     |         |         |    |                                   |
| RI09                    | PZs10        | CI01        |                                   | X             | X                       | X                   |     |         |         |    |                                   |

**Tabella – Prove laboratorio integrative.**

|  |   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
| <b>GE – GEOTECNICA</b><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                            | <table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>212 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 212 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 212 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

| PENETROMETRICHE CONTINUE |                 |  |
|--------------------------|-----------------|--|
| WBS                      | ID feature      | Tipologia indagine   |
|                          | DPSH12/12bis    |  |
| RI06                     | CPTU13          | Prove penetrometriche statiche con punta piezoconica           |
| TR03                     | CPTU14          | Prove penetrometriche statiche con punta piezoconica           |
|                          | CPTU15          |  |
| RI07                     | CPTU16          | Prove penetrometriche statiche con punta piezoconica           |
| RI08                     | CPTU17 e DPSH17 | Prove penetrometriche dinamiche statiche con punta piezoconica |

**Tabella – Prove penetrometriche integrative.**

| INDAGINI GEOFISICHE |            |  |
|---------------------|------------|--|
| WBS                 | ID feature | Tipologia indagine                     |
| IN01-IN09           | MW01       | Multichannel analysis of surface waves |
| RI04                | MW02       | Multichannel analysis of surface waves |
| RI06                | MW03       | Multichannel analysis of surface waves |
| RI08/RI09           | MW04       | Multichannel analysis of surface waves |
|                     | MW05       | Multichannel analysis of surface waves |

**Tabella – Indagini geofisiche integrative.**

Le indagini integrative hanno confermato quanto predetto nel progetto definitivo, per i risultati si rimanda all'elaborato "indagini geognostiche progetto esecutivo"

**Unità 5-AL: per  $z < 12$  m**

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 25^\circ$$

$$c' = 0 \div 5 \text{ kPa}$$

$$c_u = 100 \div 150 \text{ kPa}$$

**Unità 7-GS per  $12 < z < 38$  m**

$$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 38^\circ$$

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>213 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 213 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 213 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

$N_{spt} = 40 \div R \text{ colpi}/30 \text{ cm}$

**Unità 9-AL per  $38 < z < 60 \text{ m}$**

$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$

$\varphi' = 26^\circ$

$c' = 10 \text{ kPa}$

$c_u = 160 \div 250 \text{ kPa}$  (valore medio 190 kPa)

Resistenza alla punta penetrometrica

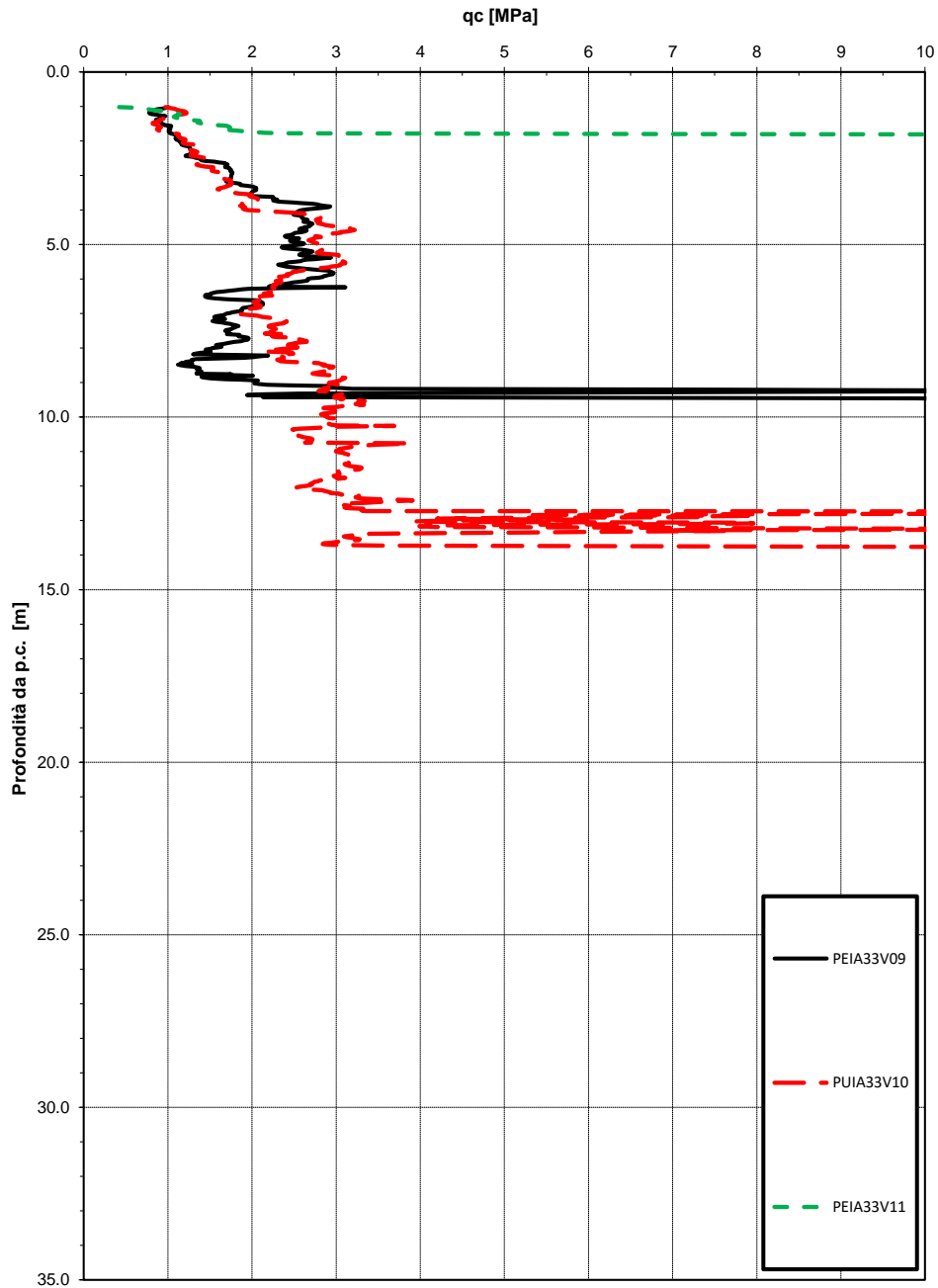


Figura 102 – Resistenza alla punta penetrometrica

Resistenza al taglio non drenata

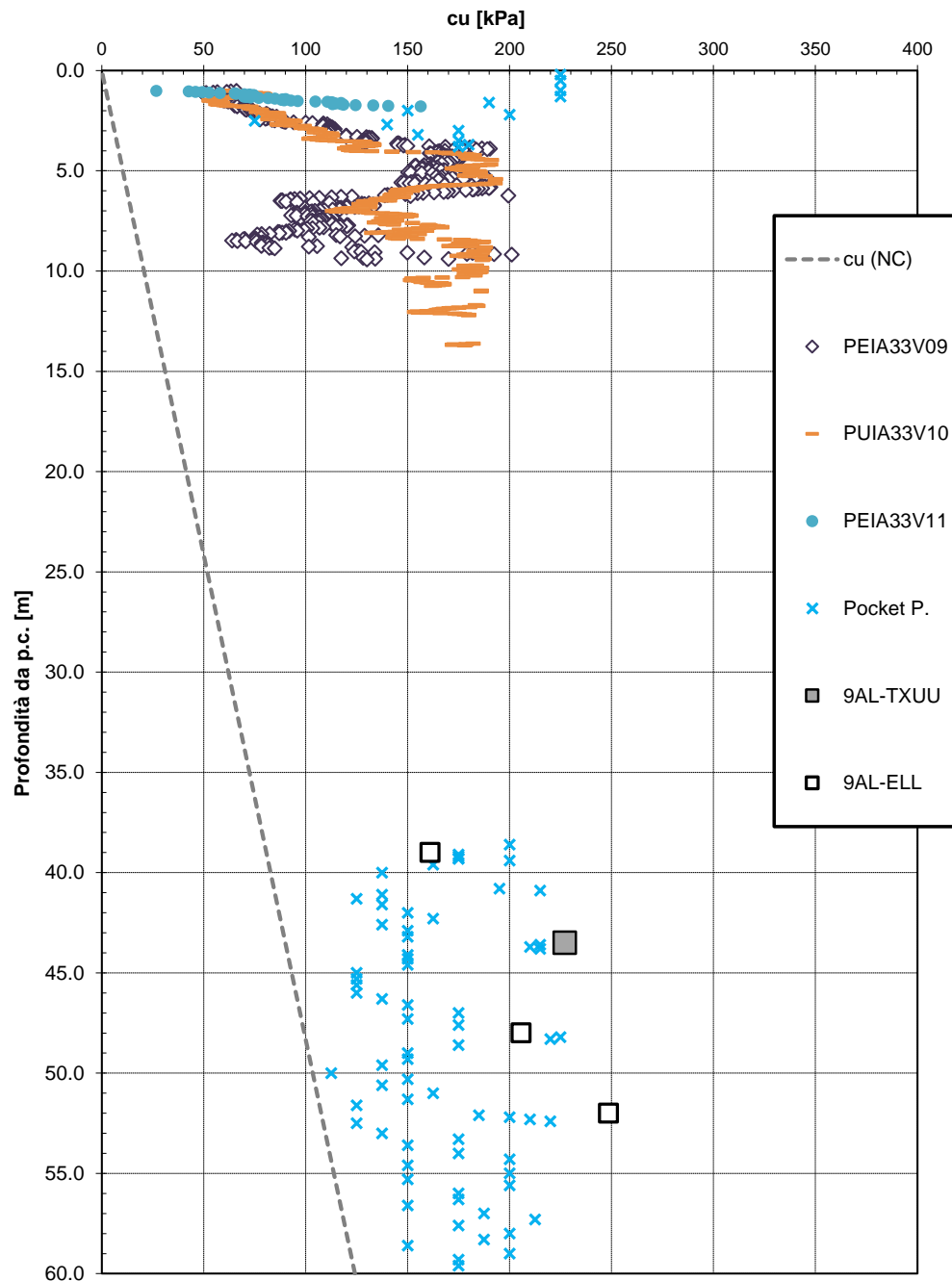


Figura 103 – Resistenza al taglio non drenata (sondaggi: PNIA33V05, CHIA33V01)

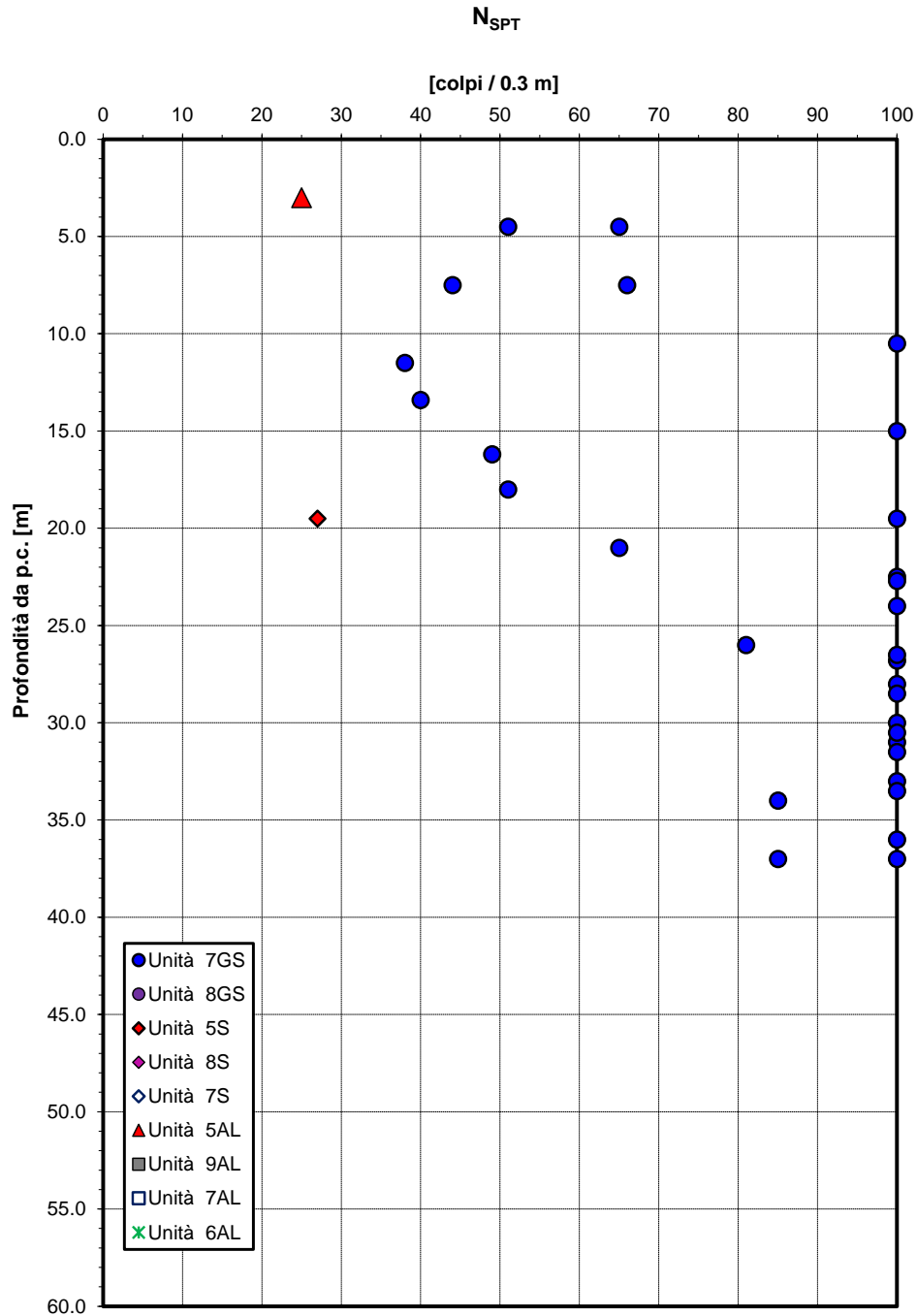


Figura 104 – Valori di SPT (sondaggi PNIA33V08, PNIA33V06, PNIA33V05, CHIA33V01)



|  |   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b></p> <p><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                 | <table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>217 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 217 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 217 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

**Angolo di resistenza al taglio da prove SPT**

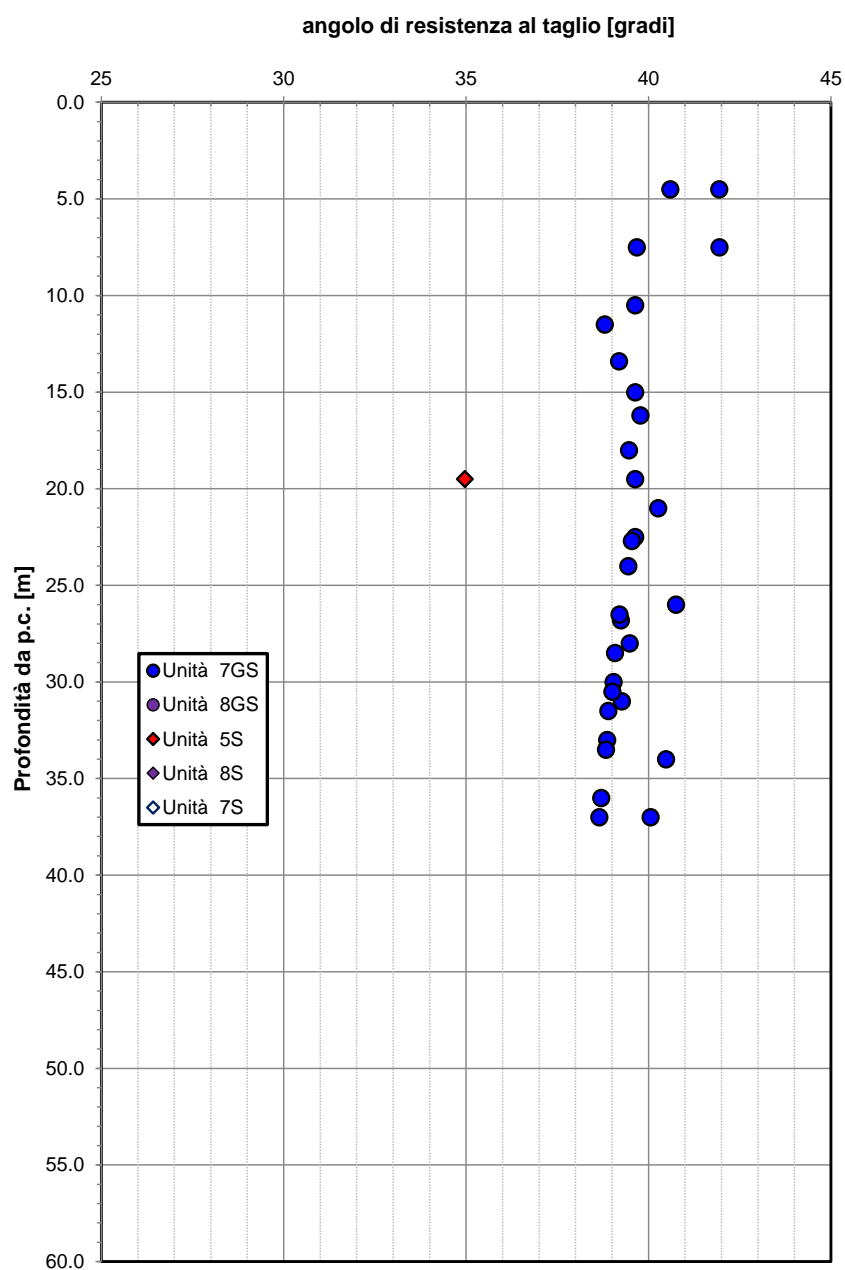


Figura 105 – Angolo di resistenza al taglio da prove SPT (sondaggi PNIA33V08, PNIA33V06, PNIA33V05, CHIA33V01)

Velocità delle onde di taglio da prove SPT e sismiche

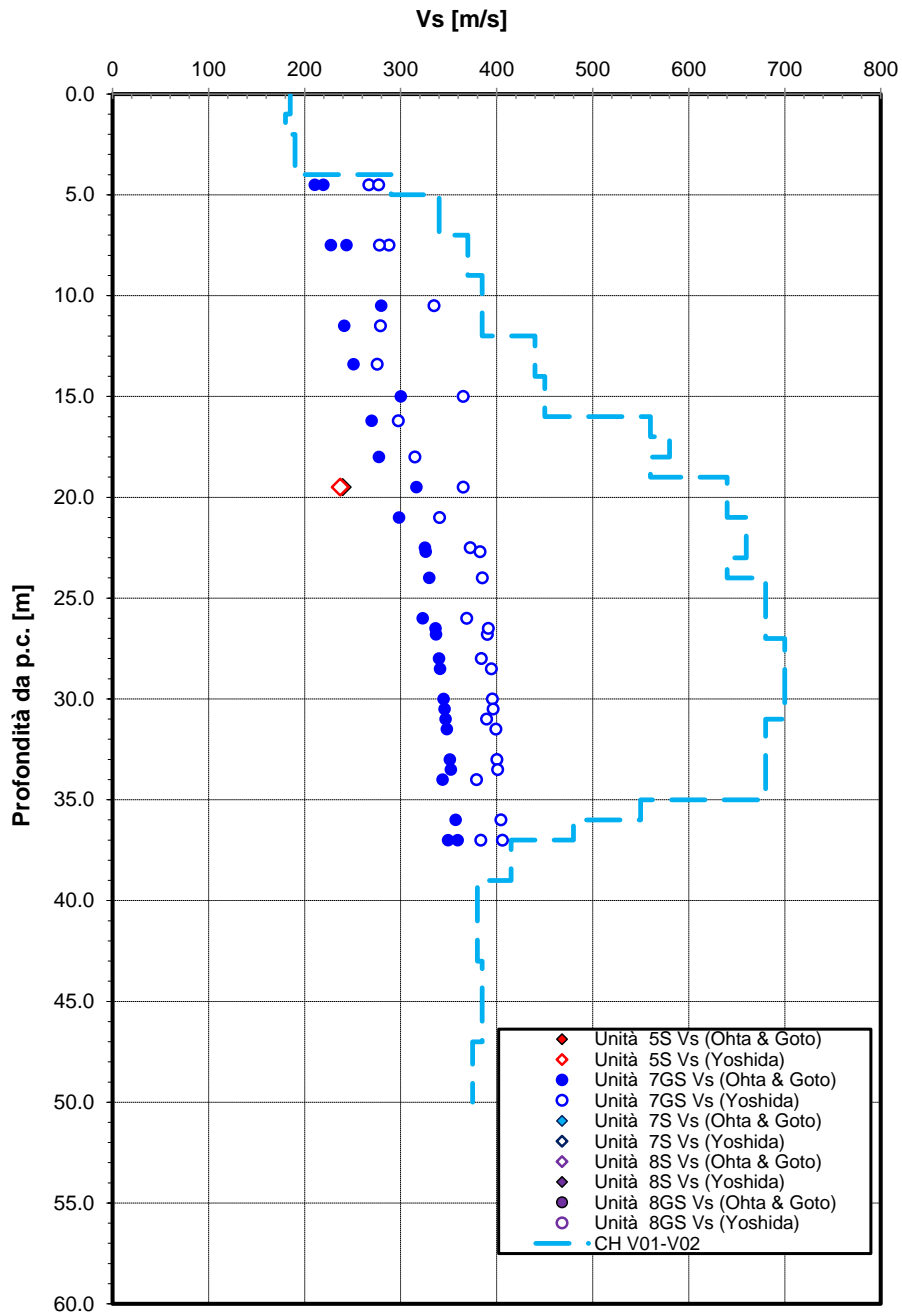


Figura 106 – Velocità delle onde di taglio da prove SPT e sismiche (sondaggi PNIA33V08, PNIA33V06, PNIA33V05, CHIA33V01)

Modulo di deformazione a taglio iniziale da prove SPT

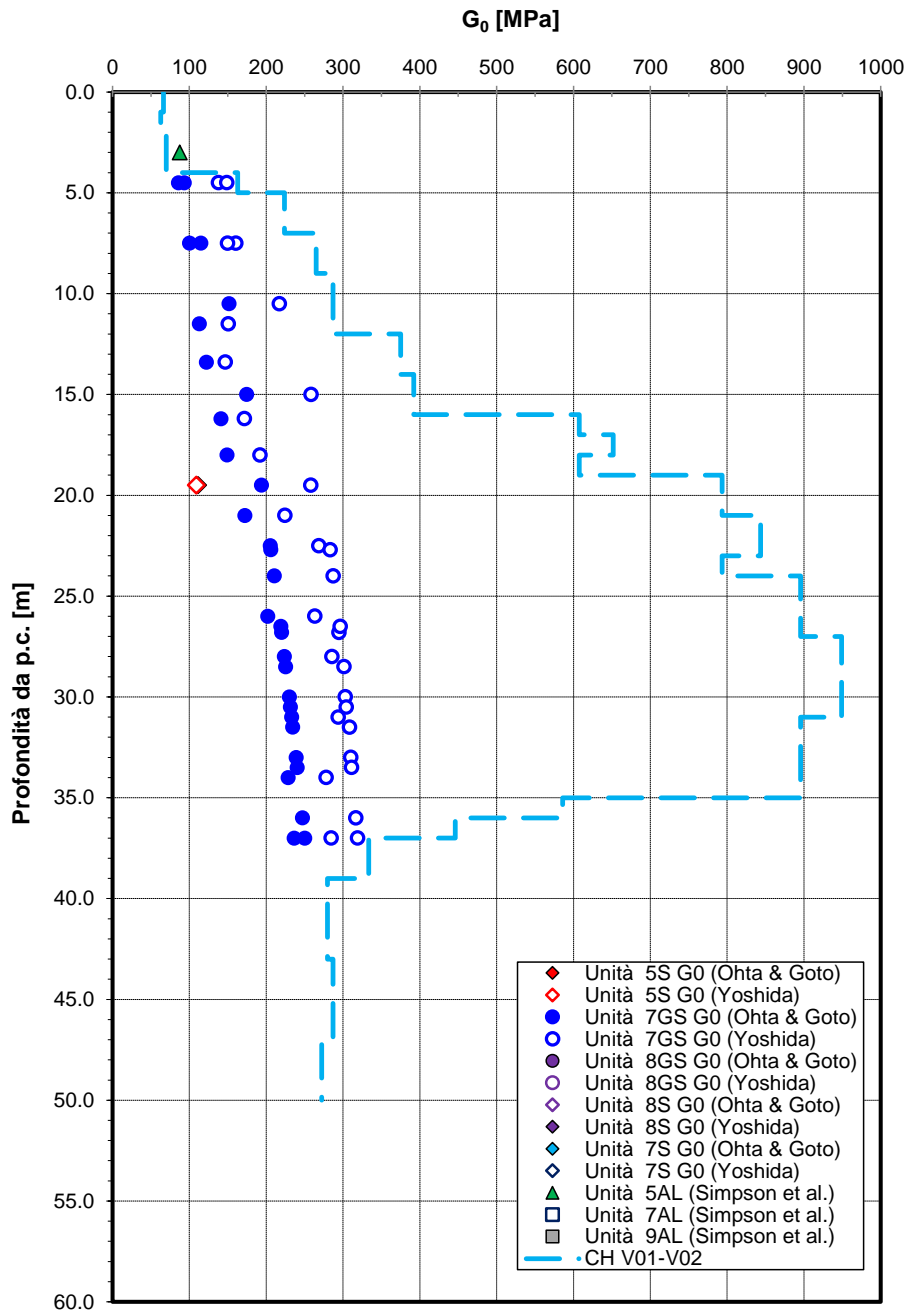


Figura 107 – Modulo di deformazione a taglio iniziale da prove SPT e sismiche (sondaggi PNIA33V08, PNIA33V06, PNIA33V05, CHIA33V01)

Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT e sismiche

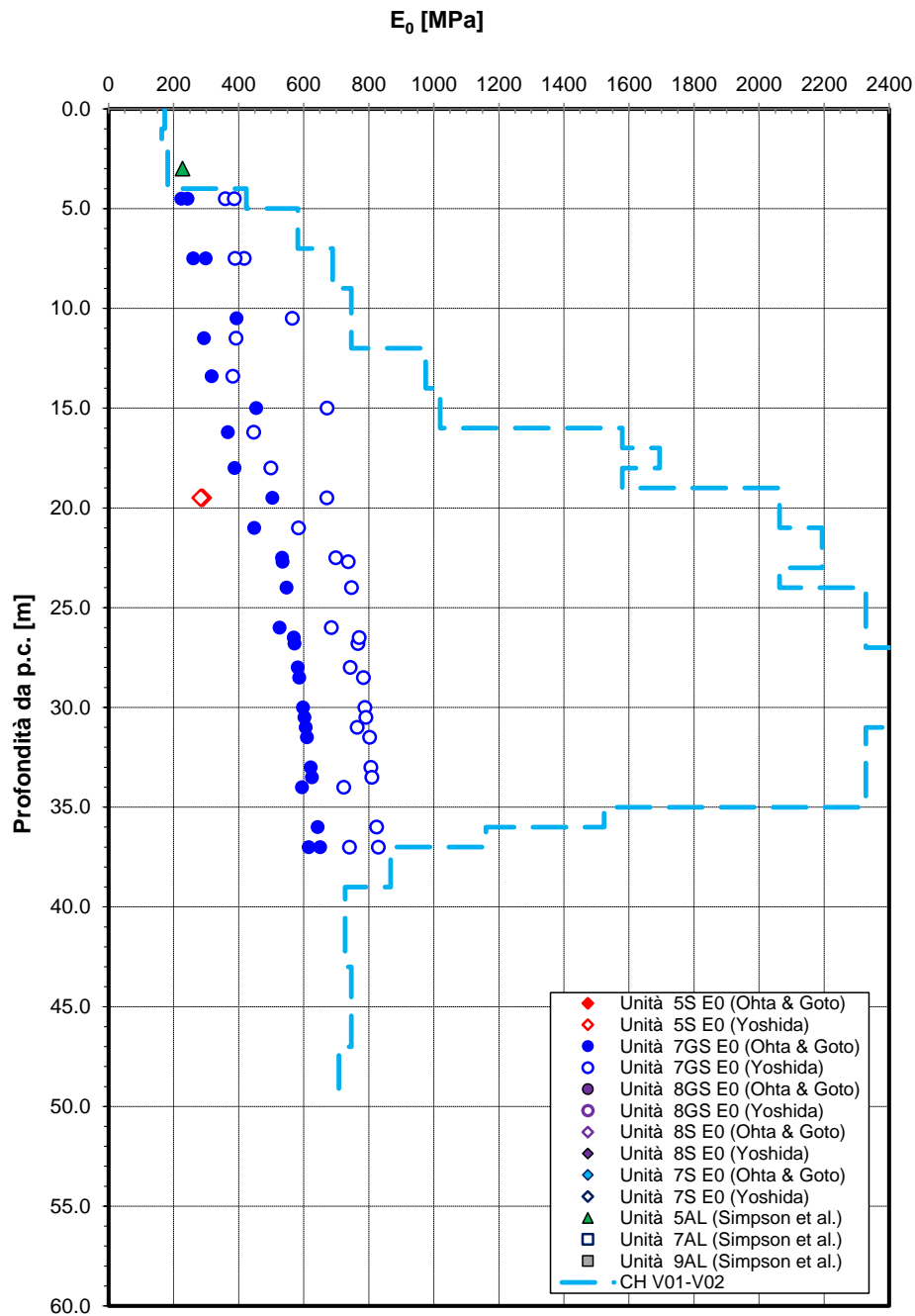


Figura 108 – Modulo di deformazione elastico iniziale da prove SPT e sismiche (sondaggi PNIA33V08, PNIA33V06, PNIA33V05, CHIA33V01)

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>221 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 221 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 221 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

## 7. METODOLOGIE DI CALCOLO CAPACITÀ PORTANTE PALI

Nel presente paragrafo si riportano le metodologie di calcolo della capacità portante per i pali trivellati di grande diametro previsti in progetto.

### 7.1 ANALISI AGLI STATI LIMITE

Le verifiche di capacità portante dei pali vengono svolte secondo la metodologia degli stati limite ultimi, in accordo alla normativa vigente (DM 14/01/2008. “Norme tecniche per le costruzioni”). La verifica della capacità portante dei pali è soddisfatta se:

$$F_{cd} < R_{cd}$$

essendo

$$R_{cd} = R_k / \gamma_R$$

dove:

$F_{cd}$  = carico assiale di compressione di progetto;

$R_{cd}$  = capacità portante di progetto nei confronti dei carichi assiali;

$R_k$  = valore caratteristico della capacità portante limite del palo.

In particolare le verifiche di capacità portante dei pali agli stati limite ultimi (SLU) vengono condotte con riferimento ad almeno uno dei due approcci:

Approccio 1:

Combinazione 1: A1 + M1 + R1

Combinazione 2: A2 + M1 + R2

Approccio 2:

Combinazione 1: A1 + M1 + R3

tenendo conto dei coefficienti parziali di riferimento normativo.

La resistenza di progetto a compressione  $R_{c,d}$  è calcolata applicando al valore caratteristico della resistenza  $R_{c,k}$  i coefficienti parziali  $\gamma_R$  riportati in tabella seguente, relativi alla condizione di pali trivellati.

Il valore caratteristico della resistenza  $R_{c,k}$  a compressione è ottenuto applicando i fattori di correlazione  $\xi_3$  e  $\xi_4$  (vedasi tabella seguente) alle resistenze di calcolo  $R_{cal}$ ; tali fattori sono funzione del numero di verticali d'indagine rappresentative.

Per ogni opera verrà assunto un coefficiente  $\xi_3$  in funzione delle verticali di indagine eseguite.

In condizioni sismiche le verifiche di capacità portante dei pali agli stati limite ultimi (SLU) vanno condotte con riferimento all'Approccio 2 (A1+M1+R3), tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nella

|  |   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b>  |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
| <b>GE - GEOTECNICA</b><br><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                        | <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;">COMMESSA</td> <td style="border: none;">LOTTO</td> <td style="border: none;">FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td style="border: none;">REV.</td> <td style="border: none;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">LI07</td> <td style="border: none;">01</td> <td style="border: none;">E ZZ RH GE0005001</td> <td style="border: none;">D</td> <td style="border: none;">222 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 222 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 222 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

successiva tabella e ponendo i coefficienti parziali sulle azioni tutti pari all'unità.

Tabella 34 Coefficienti parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche

| Resistenza               | Simbolo       | Pali infissi |      |      | Pali trivellati |      |      | Pali ad elica continua |      |      |
|--------------------------|---------------|--------------|------|------|-----------------|------|------|------------------------|------|------|
|                          |               | (R1)         | (R2) | (R3) | (R1)            | (R2) | (R3) | (R1)                   | (R2) | (R3) |
| Base                     | $\gamma_b$    | 1,0          | 1,45 | 1,15 | 1,0             | 1,7  | 1,35 | 1,0                    | 1,6  | 1,3  |
| Laterale in compressione | $\gamma_s$    | 1,0          | 1,45 | 1,15 | 1,0             | 1,45 | 1,15 | 1,0                    | 1,45 | 1,15 |
| Totale <sup>(*)</sup>    | $\gamma_t$    | 1,0          | 1,45 | 1,15 | 1,0             | 1,6  | 1,30 | 1,0                    | 1,55 | 1,25 |
| Laterale in trazione     | $\gamma_{st}$ | 1,0          | 1,6  | 1,25 | 1,0             | 1,6  | 1,25 | 1,0                    | 1,6  | 1,25 |

<sup>(\*)</sup> da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

$$R_{t,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{t,cal})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{t,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

Tabella 35 Fattori di correlazione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali d'indagine

| Numero di verticali indagate | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 7    | $\geq 10$ |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|-----------|
| $\xi_3$                      | 1,70 | 1,65 | 1,60 | 1,55 | 1,50 | 1,45 | 1,40      |
| $\xi_4$                      | 1,70 | 1,55 | 1,48 | 1,42 | 1,34 | 1,28 | 1,21      |

## 7.2 METODOLOGIA DI CALCOLO CAPACITÀ PORTANTE AI CARICHI VERTICALI

La portata di progetto di un palo trivellato (eseguito con completa asportazione del terreno) "Qd" può essere espressa dalla seguente relazione:

$$Q_d = Q_{II} / F_{SL} + Q_{bl} / F_{SB} - W'p$$

dove:

$Q_{II}$  = portata laterale limite,

$Q_{bl}$  = portata di base limite,

$W'p$  = peso efficace del palo (al netto del peso del terreno asportato),

$F_{SL}$  = fattore di sicurezza per la portata laterale ( $=\xi_3 \cdot \gamma_s$ ).

$F_{SB}$  = fattore di sicurezza per la portata di base ( $=\xi_3 \cdot \gamma_b$ ).

|  |   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
|  | <p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>223 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 223 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 223 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

### Portata laterale

La portata laterale limite viene valutata con la seguente relazione:

$$Q_{ll} = \pi \cdot D \cdot \sum_i (\tau_i \cdot h_i)$$

dove:

D = diametro palo,

$\tau_i$  = tensione di adesione laterale limite nello strato i-esimo,

$h_i$  = altezza dello strato i-esimo.

### Depositi incoerenti

Per i depositi incoerenti, la tensione tangenziale ultima lungo il fusto del palo, in accordo ad esempio a Burland [1973], Reese & O'Neill [1988], Chen & Kulhawy [1994], O'Neill & Hassan [1994], può essere valutata con riferimento alla seguente espressione:

$$\tau_i = \beta \cdot \sigma'_v \leq \tau_{i,max}$$

dove:

$\sigma'_v$  = tensione verticale efficace litostatica,

$\beta$  = coefficiente empirico

$\tau_{i,max}$  = valore massimo dell'adesione laterale limite palo-terreno (pari a 150 kPa per terreni incoerenti).

Per le unità 7-GS e 8-GS, in accordo a Reese & O'Neill [1988] e a O'Neill & Hassan [1994] (vedi anche Jamiolkowski [2000]) al coefficiente empirico  $\beta$  possono essere assegnati i seguenti valori per i depositi incoerenti in esame:

$$1.0 \geq \beta = 1.5 - 0.420 \cdot (z)^{0.34} \geq 0.25$$

essendo z la profondità a partire dal p.c. originario.

Per i depositi limoso sabbiosi (unità 5-S) si valuta:

$$\beta = k \cdot \tan \phi$$

Essendo

k = coefficiente di pressione laterale = 0.7 (a compressione);

$\phi$  = angolo di resistenza al taglio.

Inoltre nel caso di pali trivellati a fango, il valore di  $\tau_{i,max}$  è ricavabile in funzione del numero di colpi da prova SPT dalle seguenti espressioni (Reese & Wright, 1977):

|  | <p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
| <p><b>GE - GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>224 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 224 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 224 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

$$\tau_{l,max} = 3.0 \cdot N_{SPT} \text{ kPa} \quad \text{per } N_{SPT} \leq 53$$

$$\tau_{l,max} = 142 + 0.32 \cdot N_{SPT} \text{ kPa} \quad \text{per } N_{SPT} > 53$$

### Depositi coesivi

Per i terreni coesivi alluvionali (unità 5-AL), la tensione tangenziale può essere valutata con la seguente espressione:

$$\tau_i = \alpha \cdot c_u \leq \tau_{l,max}$$

Dove:

$c_u$  = resistenza al taglio in condizioni non drenate

$\alpha$  = parametro empirico assunto come da AGI:

$$\alpha = 0.90 \quad \text{per } c_u \leq 25 \text{ kPa};$$

$$\alpha = 0.80 \quad \text{per } 25 \leq c_u \leq 50 \text{ kPa};$$

$$\alpha = 0.60 \quad \text{per } 50 \leq c_u \leq 75 \text{ kPa};$$

$$\alpha = 0.40 \quad \text{per } c_u \geq 75 \text{ kPa}.$$

$\tau_{l,max}$  = valore massimo dell'adesione laterale limite palo-terreno (pari a 100 kPa per terreni coesivi).

Per i depositi coesivi del substrato (unità 9-AL) la tensione tangenziale può essere valutata con la correlazione di Burland (1993):

$$\tau_i = \beta \cdot \sigma'v \leq \tau_{l,max}$$

Dove

$$\beta = 0.1 + 0.4 \cdot c_u / \sigma'v \quad (\text{con } \beta > 0.23, \text{ AGI dicembre 1984}).$$

$c_u$  = resistenza al taglio in condizioni non drenate

$\tau_{l,max}$  = valore massimo dell'adesione laterale limite palo-terreno (pari a 120 kPa per terreni coesivi del substrato - unità 9-AL).

### **Portata di base**

Per la valutazione della portata di base limite sono state utilizzate le seguenti relazioni:

$$Q_{bl} = A_p \cdot q_{bl}$$

dove:

$A_p$  = area della base del palo,

$q_{bl}$  = portata limite specifica di base.



|  |   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
|  | <p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
| <p><b>GE - GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>225 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 225 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 225 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

### Depositi incoerenti

La pressione di base del palo associabile a cedimenti pari al 10% del diametro del palo, in accordo ad esempio a Gwizdala [1984], Reese & O'Neill [1988] e Matsui [1993], può essere valutata con riferimento alla seguente espressione:

$$(q_{ub})_{\frac{s}{D}=0.1} = (N_{SPT})_m \cdot \alpha_N \leq q_{ubmax} \text{ kPa}$$

essendo:

$\alpha_N$  = coefficiente empirico riportato nella seguente tabella;

$q_{ubmax}$  = pressione ultima di base massima consigliabile, vedasi seguente tabella;

$(N_{SPT})_m$  = valore di  $N_{SPT}$  medio su un tratto pari a  $1.5 \cdot D$  al di sopra e al di sotto della base del palo.

Tabella 36 - Valori di  $\alpha_N$  e di  $q_{ubmax}$  secondo Gwizdala [1984]

|               | $\alpha_N$ (-) | $q_{ubmax}$ (KPa) |
|---------------|----------------|-------------------|
| GHIAIE        | 150            | 7500              |
| SABBIE        | 120            | 5800              |
| SABBIE LIMOSE | 85             | 4300              |

I terreni presenti lungo il tracciato non vengono quasi mai descritti come ghiaie pulite, quindi si assume:

- Unità 8-GS, unità 7-GS: parametro  $\alpha_N = 120$  con valore massimo di  $q_{ubmax} = 5800$  kPa;
- Unità 5-S, unità 8-S: parametro  $\alpha_N = 85$  con valore massimo di  $q_{ubmax} = 4300$  kPa.

### Depositi coesivi

La portata di base limite nei terreni coesivi viene valutata con la seguente relazione:

$$q_b = 9 \cdot c_u + \sigma_v \text{ [kPa]}$$

dove:

$c_u$  = resistenza al taglio non drenata [kPa];

$\sigma_v$  = tensione totale verticale.

### Note:

La lunghezza del palo dovrà essere almeno pari a 10 volte il diametro del palo.

Il carico di progetto sul palo dovrà essere compatibile con le caratteristiche resistenti della sezione del

|  | <p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>226 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 226 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 226 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

palo.

Si verificherà inoltre che la risposta del palo in esercizio sia di tipo “elastico”; verificando un adeguato coefficiente di sicurezza sulla portata ultima per attrito laterale ( $Q_{ll} / FS_{el}$ , con  $FS \geq 1.2$  per condizioni di carico SLE).

### 7.2.1 Determinazione della resistenza di progetto a trazione

La portata a trazione di progetto di un palo trivellato (eseguito con completa asportazione del terreno) “ $Q_d$ ” può essere espressa dalla seguente relazione:

$$Q_d = Q_{LL} / FS_L + W'_P$$

dove:

$Q_{LL}$  = portata laterale limite (da determinarsi in conformità a quanto già descritto nel precedente paragrafo),

$W'_P$  = peso efficace del palo (alleggerito se sotto falda),

$FS_L$  = fattore di sicurezza per la portata laterale ( $= \gamma_R \cdot \xi_3$ ).

### 7.3 CAPACITÀ PORTANTE PALI DEL VIADOTTO RIPALTA

La capacità portante dei pali è stata svolta con Approccio 2 (A1+M1+R3) per le due spalle ed i seguenti gruppi di pile:

- spalla lato Termoli km 2+565;
- gruppo 1: pile da km 2+600 a km 2+730;
- gruppo 2: pile dal km 2+730 al km 2+830;
- gruppo 3: dal km 2+830 al km 2+930;
- gruppo 4: pile dal km 2+930 al km 3+050;
- gruppo 5: pile dal km 3+050 al km 3+125
- gruppo 6: pile dal km 3+125 al km 3+375
- gruppo 7: pile dal km 3+375 al km 3+730
- spalla lato Lesina km 3+740.

Dalle valutazioni di capacità portante svolte per tutti i gruppi di pile menzionati, si è visto che per i gruppi 1, 2, 3, 4, le curve di portanza sono simili e quindi cautelativamente si assume quella che fornisce minore

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>227 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 227 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 227 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

portanza: gruppo 3. Per tale gruppo viene valutata anche la curva di portanza in presenza di liquefazione (e quindi da considerare per analisi SLV) per le palificate delle pile: da pila P8 a pila P19 comprese.

Nella seguente figura sono mostrate a confronto le curve di capacità portante per i gruppi di pile ed a seguire per le spalle. Cautelativamente, per il Progetto Definitivo delle palificate del viadotto si è deciso di considerare due sole curve di portanza, in quanto comunque a livello strutturale è stata calcolata una sola pila rappresentativa per tutta l'opera. Quindi le lunghezze palo andranno definite considerando le curve di portanza per:

- spalla lato Termoli km 2+565: valida per spalla A;
- gruppo 3: valida per le pile da P1 a P32, di cui per le pile da P8 a pila P19 comprese vanno verificate anche a liquefazione.
- gruppo 7: valida per pile da P33 a P46
- spalla lato Lesina km 3+740: valida per la spalla B.

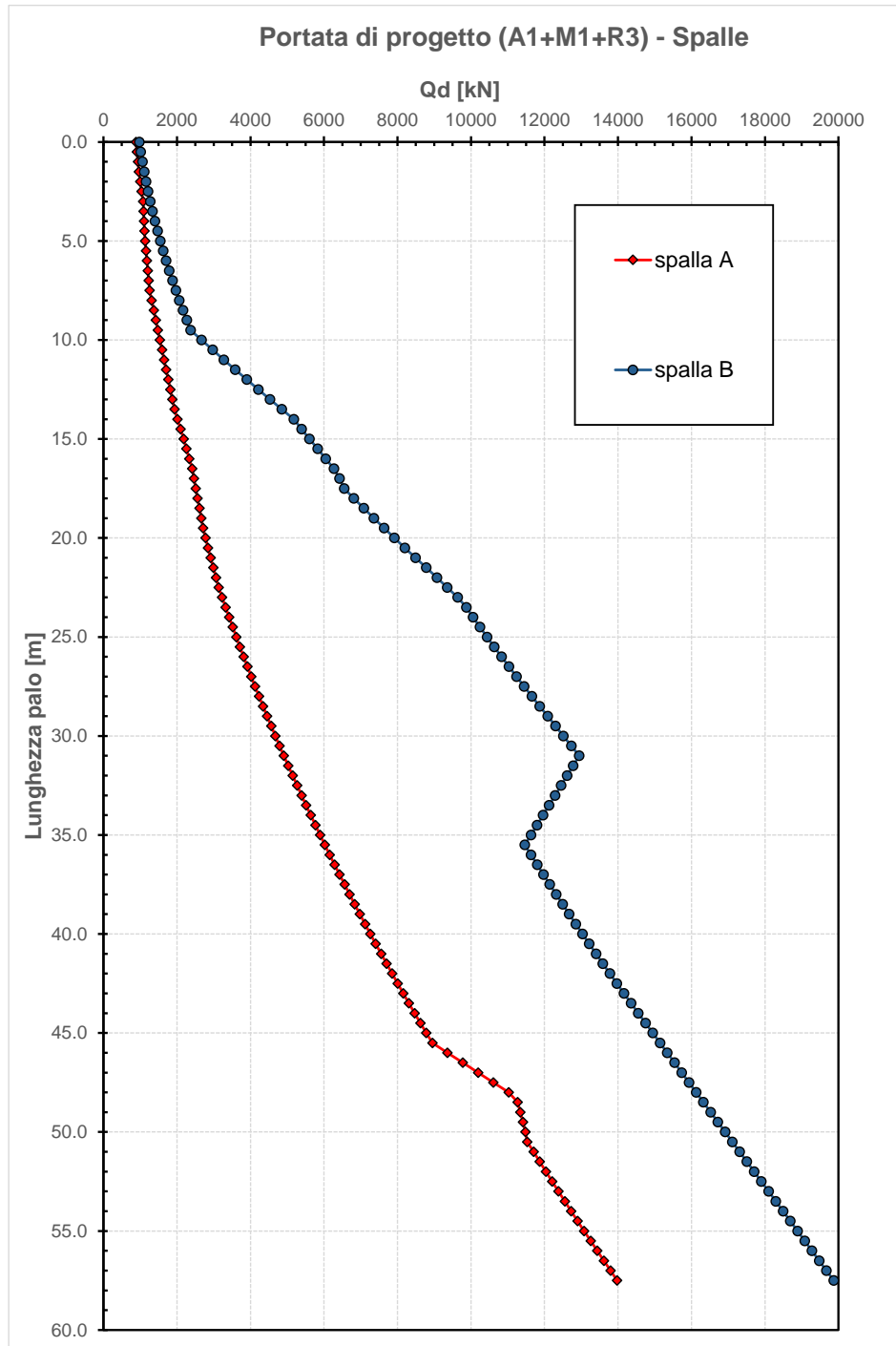


Figura 109 – Curve capacità portante pali - spalle

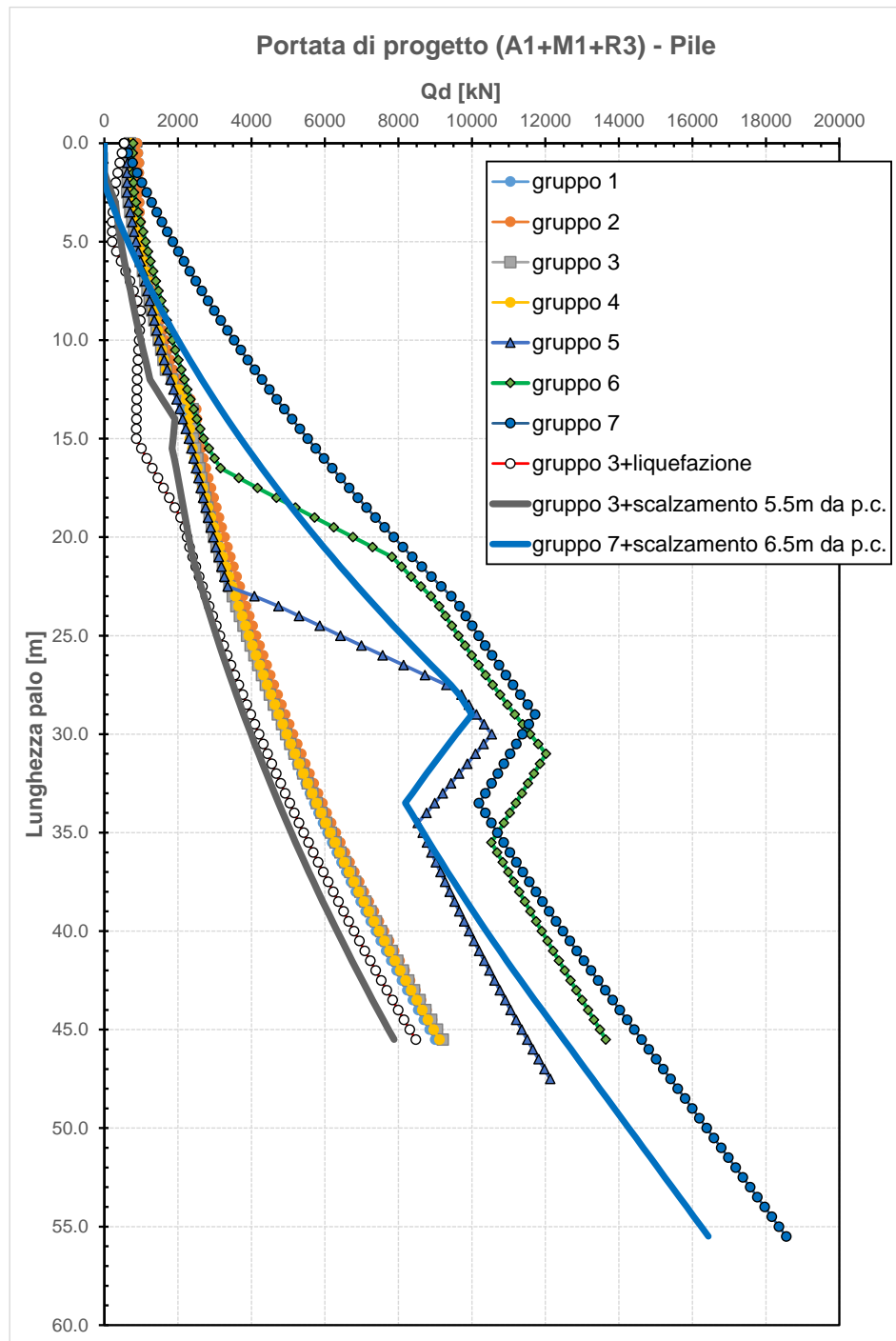


Figura 110 – Curve capacità portante pali – pile

#### 7.4 CARICO LIMITE ORIZZONTALE DEI PALI

Per la verifica del carico limite orizzontale si fa riferimento alla teoria di Broms per il caso di pali con rotazione in testa impedita.

|  |   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
|  | <p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>230 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 230 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 230 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

Le equazioni con cui si determina il carico limite a forze orizzontali dei pali sono definite di seguito al variare del tipo di meccanismo considerato.

In terreni coesivi si ha:

Palo corto: 
$$H = 9c_u d^2 \left( \frac{L}{d} - 1.5 \right)$$

Palo intermedio: 
$$H = -9c_u d^2 \left( \frac{L}{d} + 1.5 \right) + 9c_u d^2 \sqrt{2 \left( \frac{L}{d} \right)^2 + \frac{4}{9} \frac{M_y}{c_u d^3} + 4.5}$$

Palo lungo: 
$$H = -13.5c_u d^2 + c_u d^2 \sqrt{182.25 + 36 \frac{M_y}{c_u d^3}}$$

dove :

H = carico limite orizzontale del palo;

$c_u$  = resistenza non drenata del terreno;

$M_y$  = momento di plasticizzazione del palo;

L = lunghezza del palo;

d = diametro del palo.

In terreni incoerenti si ha (vedasi figura seguente):

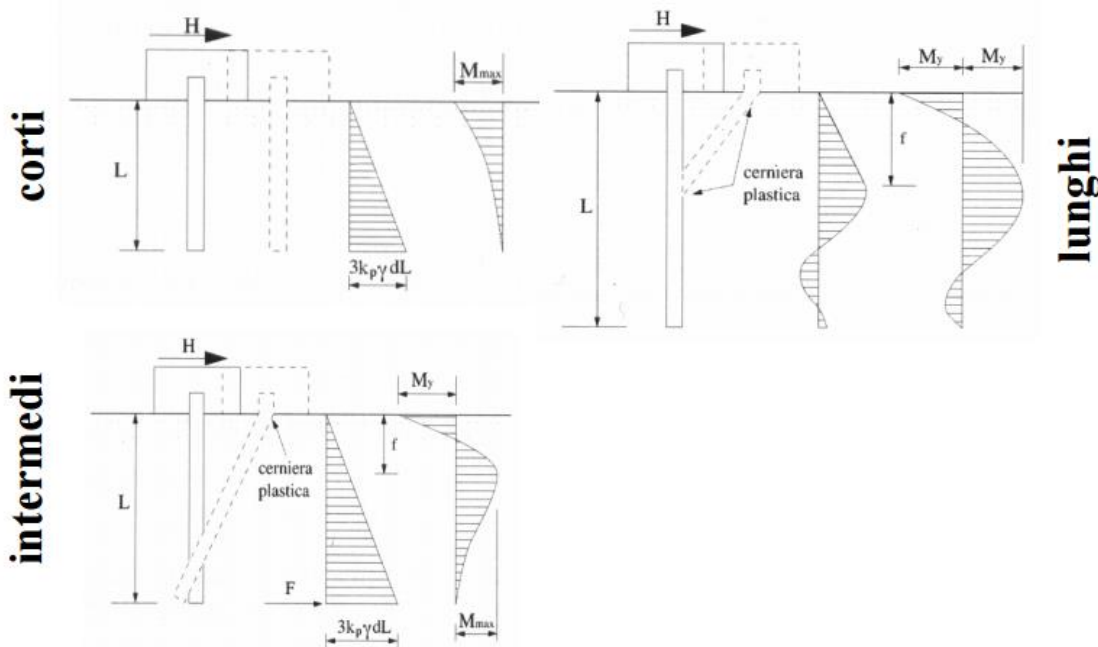
Palo corto: 
$$H = 1.5k_p \gamma d^3 \left( \frac{L}{d} \right)^2$$

Palo intermedio: 
$$H = \frac{1}{2} k_p \gamma d^3 \left( \frac{L}{d} \right)^2 + \frac{M_y}{L}$$

Palo lungo: 
$$H = k_p \gamma d^3 \sqrt[3]{\left( 3.676 \frac{M_y}{k_p \gamma d^4} \right)^2}$$

Dove, oltre ai termini già definiti,

$k_p$  = coefficiente di spinta passiva.



Il valore di H dovrà essere confrontato con il massimo valore del taglio agente sul palo al variare delle combinazioni (Vpd); il valore determinato con la teoria di Broms dovrà essere ridotto secondo quanto prevede la normativa vigente.

$$H \lim = \frac{H}{\xi \cdot \gamma_T} \geq Vpd$$

dove:

H = valore limite in funzione del meccanismo attivato;

$\xi$  = fattore di correlazione in funzione delle verticali indagate;

$\gamma_T$  = fattore di resistenza laterale secondo la tabella di seguito riportata.

Tabella 37 Coefficiente parziale  $\gamma_T$  per le verifiche agli stati limite ultimi di pali soggetti a carichi trasversali

| Resistenze Caratteristiche (R) | R1   | R2   | R3   |
|--------------------------------|------|------|------|
| Resistenza laterale:           | 1.00 | 1.60 | 1.30 |

#### 7.4.1 Verifica a carico limite orizzontale in terreni potenzialmente liquefacibili

Per la verifica del carico limite orizzontale per i pali di fondazione situati nelle zone dove è stata riscontrata la presenza di lenti sabbiose potenzialmente liquefacibili, la teoria di Broms resta applicabile, ma non sono più utilizzabili le soluzioni semplificate (sopra riportate) disponibili in forma chiusa e/o con abachi adimensionali. Quindi per questi casi, è stata eseguita una apposita verifica con programma FEM non lineare, considerato nello spessore di terreno liquefacibile una pressione orizzontale limite nulla e

|  | <p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b></p> <p><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>232 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 232 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 232 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

negli altri strati di terreno curve P-Y non lineari, definibili lungo il fusto del palo e resistenze variabili. Nel caso in esame, trattandosi di terreni incoerenti, la pressione orizzontale limite viene valutata:  $P = 3 \cdot k_p \cdot \sigma'v$ ; la legge P-Y di mobilitazione non lineare, di tipo iperbolico, meglio descrive il comportamento dei terreni in esame. Il palo, in testa è stato vincolato alla rotazione ( $\theta=0$  rotazione impedita) ed è stato applicato un carico orizzontale (H) via via incrementato, mobilitando man mano la resistenza laterale disponibile fino a raggiungere il momento di prima plasticizzazione della sezione lungo il palo. Tale analisi è riportata nella relazione geotecnica di calcolo delle fondazioni dei viadotti.

### 7.5 CARICO LIMITE VERTICALE DI UNA PALIFICATA

Per la valutazione del carico limite verticale di una palificata si devono valutare due diversi meccanismi di rottura:

- a) Rottura dei singoli pali:  $R_{d,G,1} = N \cdot R_{d, \text{singolo palo}}$
- b) Rottura del blocco (in particolare per terreni coesivi):  $R_{d,G,2} = R_{d, \text{base blocco}} + R_{d, \text{laterale blocco}}$

La resistenza a carico verticale della palificata è data dal valore minimo delle resistenze valutate per i due meccanismi di rottura elencati:  $R_{d, \text{gruppo}} = \min (R_{d,G,1} ; R_{d,G,2})$ .

Per la valutazione del carico limite verticale di un gruppo di pali si può ricorrere al coefficiente di efficienza  $\eta$  (Azizi, 2000; Fleming et al. 1992;2009) e quindi  $R_{d,G,1} = \eta \cdot N \cdot R_{d, \text{singolo palo}}$ .

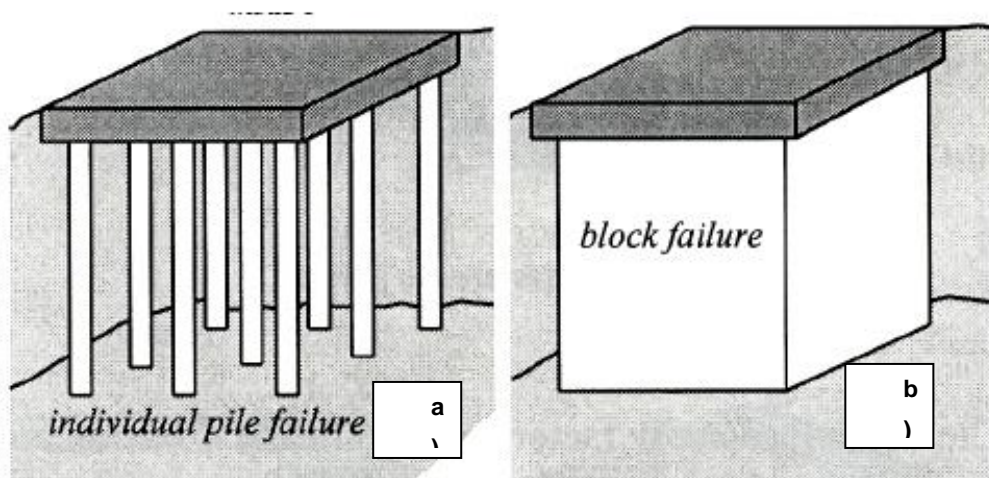


Figura 111. Carico limite verticale del gruppo di pali



|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>233 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 233 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 233 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

## 8. ANALISI PALIFICATE IN PRESENZA DI TERRENI POTENZIALMENTE LIQUEFACIBILI

Nella relazione geotecnica sulla liquefazione è riportata nel dettaglio la verifica a liquefazione dei terreni presenti lungo il tracciato. Lungo lo sviluppo del viadotto Ripalta, dalle indagini eseguite sono stati individuati due livelli di terreno potenzialmente liquefacibile: il primo di ridotto spessore, 1 m al massimo è collocato intorno ai 9 m di profondità dal p.c. locale; il secondo strato ha uno spessore più rilevante ed è abbastanza profondo, tra i 16 ed i 20 m circa. Questi strati di terreno potenzialmente liquefacibile sono stati confermati sia dalle due prove SPT eseguite nei sondaggi PCIA33V11, PCIA33V10, sia dalle prove penetrometriche statiche eseguite nella zona PEIA33V07, PEIA33V06, PEIA33V04, PEIA33V02, PEIA33V01

Per il dimensionamento delle palificate ubicate in corrispondenza di strati potenzialmente liquefacibili, si procede nel seguente modo:

- Valutazione della capacità portante dei pali, trascurando il contributo di portata laterale nello strato liquefacibile;
- Valutazione del momento adimensionale lungo il palo e del parametro alfa, considerando un modulo di reazione orizzontale palo-terreno nullo nello strato liquefacibile;
- Valutazione dell'interazione palo-terreno in presenza di attrito negativo (dato dal terreno nello strato potenzialmente liquefacibile e del terreno sovrastante fino a testa palo) e quindi della curva carico cedimento in presenza di attrito negativo, al fine di verificare che i cedimenti ai carichi di esercizio siano compatibili con la funzionalità delle sovrastrutture anche in presenza di attrito negativo.

Le fondazioni interessate dal problema della liquefazione sono comprese indicativamente tra le progressive chilometriche 2+730 e 3+077 (pile da P8 a P19 comprese).

Nel seguente paragrafo si riportano le valutazioni dell'interazione palo-terreno in presenza di attrito negativo.

### 8.1 CURVE CARICO-CEDIMENTO PALO IN PRESENZA DI ATTRITO NEGATIVO E VERIFICA DEI CEDIMENTI

Individuati i cedimenti del terreno indotti dallo strato liquefacibile e lo spessore di terreno compressibile, è stata determinata la curva carico-cedimento del palo isolato attraverso il programma di calcolo APAL, che utilizza il metodo delle curve di trasferimento riferite al fusto ed alla base dei pali sviluppate da Reese e O'Neill, tipo curve t-s bilineari per l'attrito laterale e curve q-s per la portanza di base (iperboliche).

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>234 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 234 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 234 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

### 8.1.1 Determinazione delle curve carico-cedimento

La valutazione della curva carico-cedimento del palo isolato è stata effettuata con il programma APAL che utilizza il metodo delle curve di trasferimento riferite al fusto ed alla base dei pali sviluppate da Reese e O'Neill (curve t-s e q-s). In base a tale metodo:

- il palo è schematizzato con un elemento cilindrico, suddiviso in conci, caratterizzato da un modulo elastico  $E_p$ ;
- il legame tra palo e terreno viene schematizzato come indicato in Figura 112; le curve di trasferimento per adesione laterale sono di tipo bilatero, definite dal valore limite della  $\sigma$  nel punto considerato e dallo spostamento relativo limite tra palo e terreno. Lo spostamento limite è stato assunto per i terreni in esame pari a 5 mm, in accordo con numerose risultanze sperimentali disponibili in bibliografia (vedasi Figura 113).
- La curva di trasferimento per la base è di tipo iperbolico (vedasi Figura 113). Si ipotizza che la portata di base limite venga raggiunta per una frazione  $k$  del diametro  $D$  del palo. L'interpolazione delle curve per le sabbie (Duncan e Champ) e per le argille (Burland – Whitaker) risulta soddisfacente adottando le seguenti relazioni:

$$P_b = [Q_{bl} / 0.9 \cdot E_{si} \cdot s] / [(Q_{bl} / 0.9) + (E_{si} \cdot s)]$$

Dove:

$$E_{si} = (Q_{bl} / 0.9) / C \cdot k \cdot D$$

$Q_{bl} / 0.9$  = portata limite teorica asintotica

$s$  = spostamento generico

$C$  = coefficiente caratteristico della curva

$D$  = diametro del palo.

La curva di base è dunque definita dalla portata limite, dal coefficiente  $k$  che determina lo spostamento limite e da  $C$  ( assunto 0.09 per le sabbie e 0.13 per le argille) che influenza la forma della curva iperbolica.

I valori di tensione laterale limite e di portata di base limite adottati per la definizione delle curve carico-cedimento, sono quelli utilizzati per la capacità portante dei pali delle spalle (vedasi Appendice A).

|  |   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
|  | <p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
| <p>GE - GEOTECNICA</p> <p>RELAZIONE GEOTECNICA</p>                               | <table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>FASE CODIFICA DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>235 DI 245</td> </tr> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 235 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 235 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

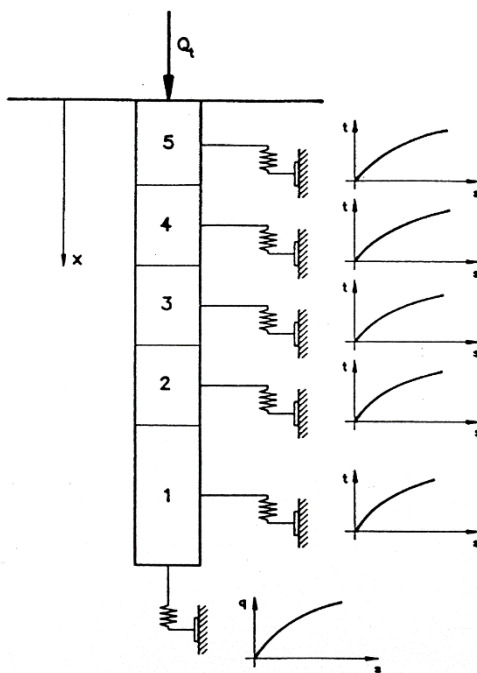


Figura 112 –Legame ideale palo-terreno

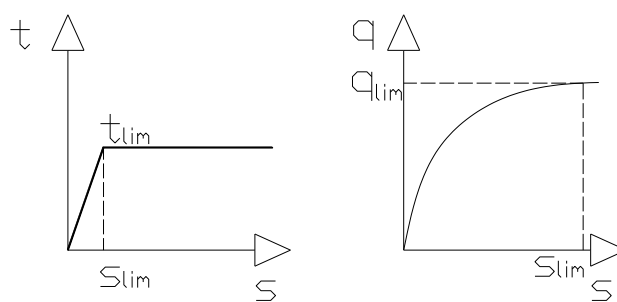


Figura 113 –curve di trasferimento (laterale e base)

La curva carico-cedimento del palo isolato è stata determinata assegnando diversi valori di carico in sommità e ottenendo i corrispondenti valori di cedimento.

Per la determinazione della curva carico-cedimento in presenza di attrito negativo si è proceduto nel seguente modo:

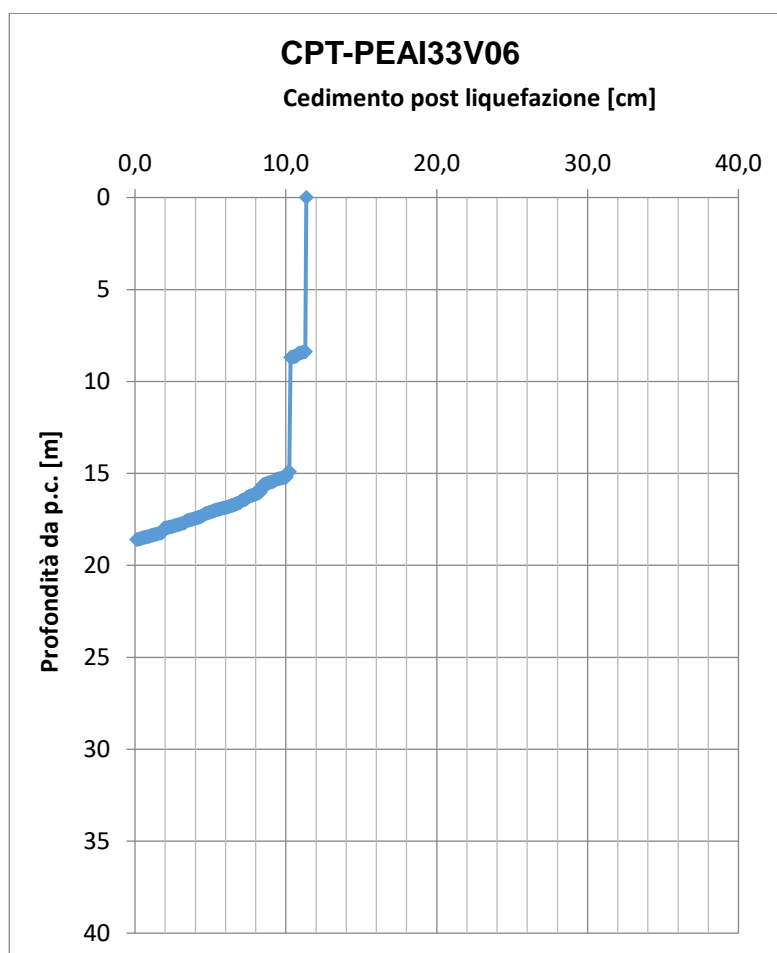
- determinazione della curva carico-cedimento assumendo il diagramma di cedimento valutato in presenza di liquefazione;
- tale diagramma di cedimenti è stato applicato a partire da testa palo;
- l'andamento delle tensioni tangenziali, assunte lungo il fusto del palo a partire dal p.c., è quello

|  | <p>LINEA PESCARA - BARI</p> <p>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b></p> <p><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>236 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 236 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 236 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

utilizzato per il calcolo della portanza dei pali.

- determinazione del cedimento, a carico nullo, considerando il diagramma di cedimento;
- costruzione della curva carico-cedimento. Tale curva carico-cedimento verrà utilizzata al fine di verificare che in presenza del massimo carico assiale agente sul palo in SLE il cedimento sia compatibile con la funzionalità delle sovrastrutture.

Le valutazioni dei cedimenti di liquefazione sono riportate nella relazione apposita sulla liquefazione, a cui si rimanda per i dettagli; nella seguente figura si riporta l'andamento dell'ipotetico cedimento indotto dalla liquefazione per le pile P8-P19 del viadotto VI01, utilizzato per la valutazione dei cedimenti del palo in presenza di attrito negativo.

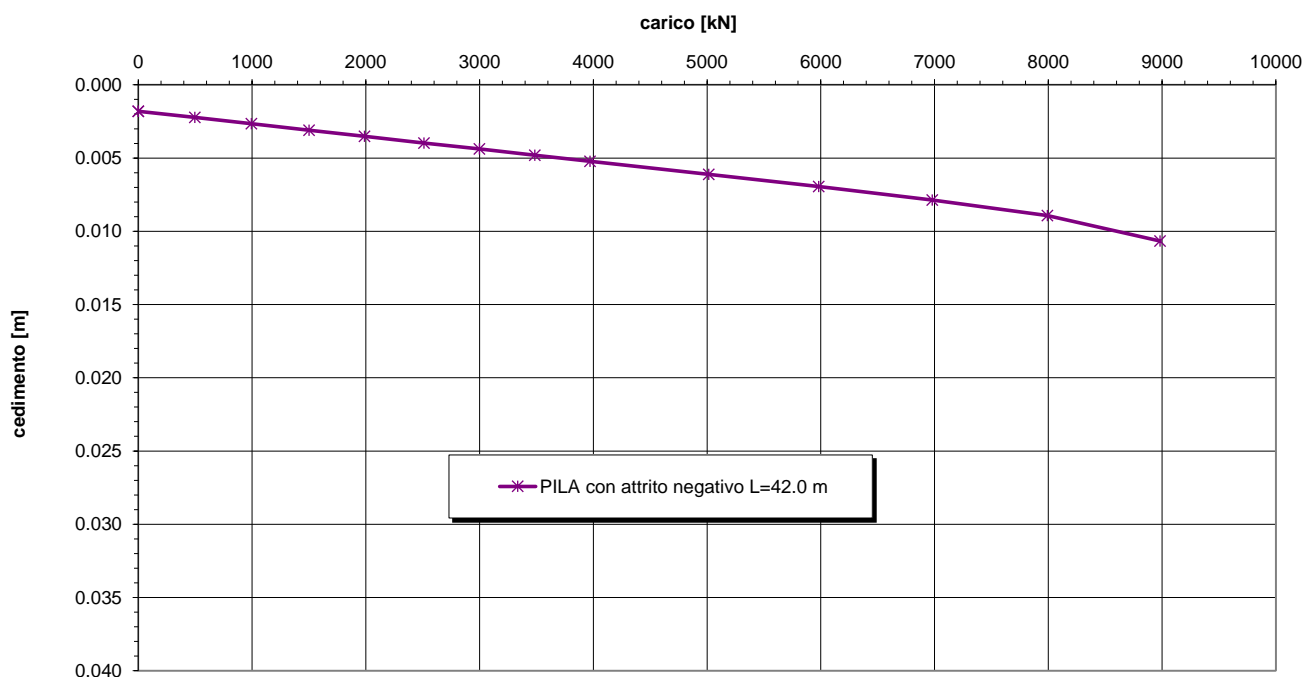


**Figura 114 –cedimento post-liquefazione (pile)**

Nelle seguenti figure si riportano le curve carico – cedimento del palo isolato in assenza ed in presenza di attrito negativo per la lunghezza di progetto di palo 42 m e diametro D=1500 mm.

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
| <p><b>GE - GEOTECNICA</b></p> <p><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>237 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 237 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 237 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

**PILE + ATTRITO NEGATIVO PER CEDIMENTI POST-LIQUEFAZIONE**  
**Curva carico-cedimento palo isolato D=1500 mm**



**Figura 115 –curva carico-cedimento in presenza di potenziale liquefazione – D=1500 mm**

La verifica dei cedimenti consiste nell'assicurarsi che per la lunghezza utile di palo definita, i cedimenti del palo sotto i carichi di esercizio, siano compatibili con la funzionalità delle sovrastrutture. Per tale verifica si rimanda alla relazione geotecnica di calcolo delle fondazioni del viadotto.

|  |  |             |  |           |                      |
|--|--|-------------|--|-----------|----------------------|
|  | <b>LINEA PESCARA - BARI</b><br><br><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b> |             |  |           |                      |
| <b>GE – GEOTECNICA</b><br><br><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b>                        | COMMESSA<br>LI07   | LOTTO<br>01 | FASE CODIFICA DOCUMENTO<br>E ZZ RH GE0005001 | REV.<br>D | FOGLIO<br>238 DI 245 |

## 9. PIANO DI POSA

Sulla base dei risultati delle indagini geotecniche in sito (sondaggi e pozzetti esplorativi) è stato possibile individuare lo spessore di coltre vegetale e quindi il trattamento idoneo per la formazione del piano di posa dei rilevati in progetto.

Lo spessore minimo per la formazione del rilevato ferroviario è di 0.50 m (scotico): dovrà comunque essere asportato tutto lo spessore di terreno vegetale. Qualora, raggiunto il piano di posa previsto, si rinvenisse ancora coltre vegetale o comunque terreno rammollito, non idoneo ai requisiti progettuali quale piano di posa, si dovrà provvedere a bonifica e sostituzione con materiale idoneo.

Nella seguente tabella si riassumono gli spessori di scotico+bonifica previsti per i rilevati ferroviari in progetto; per tutti i tratti di rilevato non compresi nell'elenco sottostante, si prevede scotico di 0.50 m.

Nell'area interessata dalla WBS FA01 - rilevato SSE, lo spessore vegetale è pari a 1.20 m. Quindi si prevede scotico 0.50 m + bonifica 0.70 m, poi considerando le scadenti caratteristiche meccaniche dei terreni in fondazione (vedasi prove di carico su piastra nel pozzetto 1 e 2), si procederà a trattamento a calce del terreno al piano di posa (tipo A6, A7-6) per uno spessore di 0.50 m.

Anche per il rilevato RI02 (progressive chilometriche da 0+264 a 0+750) si prevede trattamento a calce del terreno in sito per uno spessore di 0.50 m.

Tabella 38. Spessori scotico+bonifica -rilevati

| Progressive chilometriche |          | WBS  | Spessore vegetale [m] | SCOTICO [m] | BONIFICA [m] |
|---------------------------|----------|------|-----------------------|-------------|--------------|
| da                        | a        | -    | -                     |             |              |
| 0+264,00                  | 0+778,29 | RI02 | 1.2                   | 0.50        | 0.70         |
| 2+200,00                  | 2+565.39 | RI04 | 0.9                   | 0.50        | 0.40         |
| 3+740,39                  | 4+028,87 | RI06 | 0.9                   | 0.50        | 0.40         |
| 4+040,87                  | 4+450,00 | RI07 | 0.9                   | 0.50        | 0.40         |
| 5+469,52                  | 5+740,92 | RI08 | 0.7                   | 0.50        | 0.20         |
| 5+745,72                  | 6+050,00 | RI10 | 0.7                   | 0.50        | 0.20         |

Per le trincee, il terreno in situ a fondo scavo potrà essere utilizzato come piano di posa dello strato supercompattato unicamente se risulta appartenere ai gruppi A1, A3 (con coefficiente di disuniformità maggiore di 7) o A2-4 della classificazione UNI 11531-1/2014. Esso dovrà essere costipato in modo da ottenere una densità secca non inferiore al 95% della densità massima, ottenuta per quella terra con la prova di costipamento AASHTO modificata (UNI EN 13286-2). Il modulo di deformazione non dovrà

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>239 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 239 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 239 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

essere inferiore a 40 MPa. In ogni caso, dopo la compattazione, il terreno del piano di posa dovrà avere sulla sommità dello strato supercompattato un modulo di 80 MPa misurato con prova di carico su piastra al primo ciclo di carico nell'intervallo 0.25 MPa – 0.35 MPa.

Per le trincee in esame si osserva che nel tratto dalla pk 4+464.61 alla pk 5+469.52 (WBS TR03) il terreno presente al piano di posa è coesivo argilloso limoso (unità 6AL) e quindi sicuramente non idoneo quale piano di posa. Quindi:

- dalla pk 4+464.61 alla pk 5+469.52 (WBS TR03) si prevede bonifica mediante sostituzione dei terreni al di sotto dello strato supercompattato, per uno spessore di 0.50 m. Il materiale del rinterro dovrà essere protetto con geotessile rivoltato per un metro.
- per i restanti tratti in trincea non si prevede bonifica.

Per quanto concerne la viabilità soppressione PL lo spessore di terreno vegetale è pari a 0.90 m e dovrà essere completamente asportato. Quindi si prevede:

- per i tratti in rilevato della viabilità: 0.5 cm scotico + 0.40 m di bonifica; non si prevede strato anticapillare;
- per i tratti in trincea della viabilità: asportazione del vegetale + ulteriore rinterro variabile in funzione della quota di posa dello strato supercompattato (sia in rilevato che in trincea, la superficie del piano di posa della sovrastruttura stradale sarà realizzata mediante formazione di uno supercompattato di spessore pari a 0.30 m).

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>240 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 240 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 240 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

## 10. RIUTILIZZO DEI TERRENI DA SCAVO

Secondo la recente normativa in materia ambientale, le terre e le rocce provenienti da attività di scavo (TRS) non sono classificate come rifiuti e pertanto, a seguito di determinate verifiche condotte in seno al piano di gestione e riutilizzo delle TRS, possono essere reimpiegate quali materiali da costruzione per rilevati, trincee, riempimenti.

I requisiti fisico-meccanici dei terreni richiesti per la costruzione delle varie tipologie di opere in terra sono forniti dalla classificazione HRB-AASHTO (CNR-UNI 10006), in conformità della quale sono stati identificati alcuni campioni di terreno prelevati dalle cassette dei sondaggi. In questo modo si può valutare la possibilità del reimpiego, da un punto di vista geotecnico, dei terreni appartenenti alle singole unità geotecniche quale materiale da costruzione e la destinazione più appropriata.

Per il progetto in esame si ha un ridotto apporto di materiale proveniente dagli scavi, infatti si hanno modesti tratti in trincea, di cui nella TR01 predominano terreni sabbioso-ghiaiosi (unità 7S, 7GS – conglomerati di Campomarino) e quindi materiali riutilizzabili tal quali (A1, A2-4), mentre nelle altre due TR si scavano terreni coesivi, rispettivamente 5AL e 6AL (appartenenti alle classi A6, A7-6, A7-5) e quindi non riutilizzabili tal quale se non previo idoneo trattamento a calce.

Nella prima parte del tracciato, zona RI02 e rilevato SSE, il piano di posa dei rilevati, sotto lo scotico+bonifica è scadente (vedasi prove di carico su piastra pozzetti 1 e 2). Si tratta di terreno coesivo alluvionale (unità 5AL) classificabile come A7-6, A7-5, A6. Per questo materiale si prevede trattamento a calce del terreno in sito per uno spessore di 0.50 m: l'intervento riguarda il rilevato RI02 da km 0+270 a km 0+750 ed il rilevato della nuova SSE (fabbricato FA01).

## 11. TRATTAMENTO A CALCE

Per il progetto in esame si prevede quindi il trattamento a calce dei terreni in sito costituenti il piano di posa dei rilevati, al fine di migliorarne le caratteristiche fisico-meccaniche. Non vi è quindi un reimpiego dei terreni provenienti dagli scavi, ma solo una stabilizzazione a calce del piano di posa del rilevato RI02 e del rilevato SSE.

Il trattamento di stabilizzazione consiste nel miscelare al terreno una certa percentuale di calce. Una possibile miscela è stata definita tramite prove di laboratorio in fase di PE al fine di avere una miscela terreno-acqua-calce, idonea ai requisiti progettuali. Si sottolinea che, i mezzi impiegati e le modalità operative, devono garantire il trattamento del terreno, sul posto, per una profondità di almeno 50cm.



|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>241 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 241 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 241 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

Alla luce dei dati ad oggi disponibili, i terreni in sito sono idonei al trattamento a calce e si prevede, ai fini dei computi, un impiego di calce con percentuali previste come da campagna di prove realizzata. Si chiarisce che i dati raccolti sembrano essere poco sufficienti pertanto dovranno essere realizzate ulteriori prove e sperimentazione finalizzate al campo prove.

Nel seguito verranno descritte, con riferimento a quanto riportato nella Specifica RFI DTC INC SP IFS 008A Trattamento delle terre con calce, le prove di identificazione delle terre da trattare e lo studio di laboratorio con le miscele sperimentali, le metodologie di realizzazione del campo prova e relative finalità ed i controlli finali da eseguire.

Per il caso in esame si prescrive una miscelazione in sito del terreno e calce e successiva compattazione. Tale tecnica prevede la successione delle fasi operative di seguito elencate:

- Preparazione del terreno;
- Spandimento della calce;
- Immissione dell'acqua di aggiunta;
- Miscelazione;
- Compattazione.

### **11.1 PROVE DI IDENTIFICAZIONE DELLA TERRA DA TRATTARE**

All'interno delle aree da trattare dovrà essere prelevato n.1 campione ogni volta che si riscontrino caratteristiche differenti e, in ogni caso, almeno uno ogni 2000 mq.

Le prove di laboratorio, preparative per il campo prova, da eseguire sui terreni presenti in sito da trattare con calce sono le seguenti:

- analisi granulometrica, inclusa analisi per via umida;
- contenuto di sostanze organiche;
- tenore in solfati;
- contenuto naturale d'acqua;
- limiti di Atterberg ed indice di plasticità;
- prova di compattazione AASHTO modificata (Proctor Modificata con determinazione di umidità ottimale,  $w_{opt}$  e densità secca massima,  $\rho_{d,max}$ );
- indice di portanza CBR immediato (IPI);

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>242 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 242 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 242 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

- indice di portanza CBR con imbibizione in acqua a 96 ore (dopo 4 giorni);
- analisi chimico-fisiche dell'acqua di falda: sali disciolti, PH.

Sui campioni preparati al contenuto d'acqua ottimale  $W_{n,opt}$ , saranno eseguite le seguenti prove:

- compressione a espansione laterale libera e taglio diretto.

### 11.2 STUDIO IN LABORATORIO DELLA MISCELA TERRENO-ACQUA-CALCE

Lo scopo dello studio sperimentale delle miscele in laboratorio è quello di determinare il quantitativo minimo di calce necessario ad ottenere il miglioramento prefissato delle caratteristiche del terreno tale da assicurare nel tempo i requisiti richiesti.

Le percentuali sono da intendersi riferite al peso del terreno naturale prima del trattamento e del costipamento. Per lo studio della miscela "ottimale" per il trattamento del terreno verranno analizzate tre miscele, in particolare si potranno considerare per il trattamento a calce:

- miscela con il 2.0% in peso del legante;
- miscela con il 2.5% in peso del legante;
- miscela con il 3.0% in peso del legante.

Per ciascuna miscela sperimentale si dovranno eseguire le seguenti prove di laboratorio:

- analisi granulometrica, inclusa analisi per via umida;
- contenuto naturale d'acqua;
- limiti di Atterberg;
- prova di compattazione AASHTO modificata (Proctor Modificata con determinazione di umidità ottimale,  $W_{opt}$  e densità secca massima,  $\gamma_{d,max}$ );
- indice di portanza CBR immediato (IPI);
- indice CBR con imbibizione a 96 hr (4 giorni), per tempi di maturazione pari a 7 giorni e a 28 giorni;
- Compressione semplice a 7 gg di maturazione su provini con diverso grado di contenuto d'acqua (W%):  $W_{opt}$ ,  $W_{opt}+2\%$ ,  $W_{opt}-2\%$  (dove  $W_{n,opt}$  è il contenuto d'acqua ottimale);
- Compressione semplice a 28 gg di maturazione su provini con diverso grado di contenuto d'acqua (W%):  $W_{opt}$ ,  $W_{opt}+2\%$ ,  $W_{opt}-2\%$ ;
- Inoltre, nel caso di miscele per corpo del rilevato, prova di taglio in cella triassiale CID su tre provini a 28 gg di maturazione.

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>243 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 243 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 243 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

In fase di indagine sono richieste anche le analisi chimico-fisiche dell'acqua utilizzata nella preparazione degli impasti.

### 11.3 REALIZZAZIONE DEL CAMPO PROVA

Ultimato lo studio delle miscele sperimentali, sulla base dei risultati delle sperimentazioni di laboratorio, sarà scelta la miscela ottimale per calce da testare sul campo prova; verrà quindi predisposto un campo prova con le seguenti finalità:

- verificare su scala reale i dati ottenuti in laboratorio;
- controllo delle attrezzature, dei metodi di miscelazione e di compattazione;
- definizione delle fasi e dei metodi delle lavorazioni, con particolare riferimento all'apporto di calce;
- schemi di miscelatura (numero di passate del Pulvimixer ottimali necessari ad ottenere la granulometria prevista) e rullatura (numero di passate del rullo), in relazione alle attrezzature adottate;
- la definizione delle modalità di controllo dei limiti di accettabilità dei tenori di umidità dei terreni posti in opera e delle miscele terreno-calce, prima della rullatura finale.

L'ubicazione del campo prova, le dimensioni e le modalità esecutive del rilevato saranno concordate con la Committenza. Si prevede comunque un campo prova di dimensioni in sommità 4mx50 m di lunghezza utile e realizzato con le stesse modalità di esecuzione del rilevato.

Si precisano i controlli da effettuare su ognuno degli strati finiti:

- Dovrà essere tarata la spanditrice di calce per il controllo del dosaggio.
- Prima della stesa della calce dovrà essere controllato il contenuto d'acqua del terreno e confrontato con quello utilizzato nello studio delle miscele.
- Dopo la miscelazione dovrà essere nuovamente controllato il contenuto d'acqua e verranno eseguiti prelievi per l'esecuzione di prove di classificazione, prove Proctor e CBR e prove geotecniche.
- La miscela dovrà essere poi compattata secondo schemi di rullatura prefissati.
- Il prodotto finale dovrà essere controllato mediante prove di carico su piastra (da 30 cm). Le misure andranno effettuate almeno a tempo 0 (cioè subito dopo la compattazione), dopo 24 ore e a 7 gg su almeno 5 punti appartenenti al medesimo strato omogeneo (in termini di composizione e modalità di compattazione) e solo sull'ultimo strato del corpo di rilevato, a 28 gg dalla compattazione.

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
| <p><b>GE – GEOTECNICA</b><br/><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                    | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>244 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 244 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 244 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |

- In prossimità dei punti di determinazione del modulo di deformazione, determinazione della densità in sito e del contenuto in acqua, subito dopo aver eseguito la compattazione.
- A 28 gg dalla compattazione, sull'ultimo strato del corpo del rilevato prelievo di tre campioni indisturbati da sottoporre a prova di taglio in cella triassiale (CID); le prove verranno eseguite sia sui provini tal quali che dopo 5 cicli di imbibizione (4 gg.) ed essiccamento (24 ore) e completa saturazione per almeno 7 giorni.

I risultati ottenuti con il campo prova dovranno confermare quelli dello studio sperimentale in laboratorio. Nel caso in cui i requisiti minimi previsti da progetto non venissero raggiunti, dovranno essere modificati i metodi di compattazione e/o le miscele terra-calce fino al raggiungimento dei requisiti minimi richiesti.

La miscela ottimale scaturirà dai risultati delle analisi effettuate in laboratorio e da quelli ottenuti nel campo prova ed in ogni caso dovrà essere approvata da Committente.

I campi prova costituiranno il riferimento per la realizzazione del corpo dei rilevati, pertanto negli elaborati finali dei campi prova dovranno essere chiaramente specificate le modalità realizzative da riprodurre in corso d'opera.

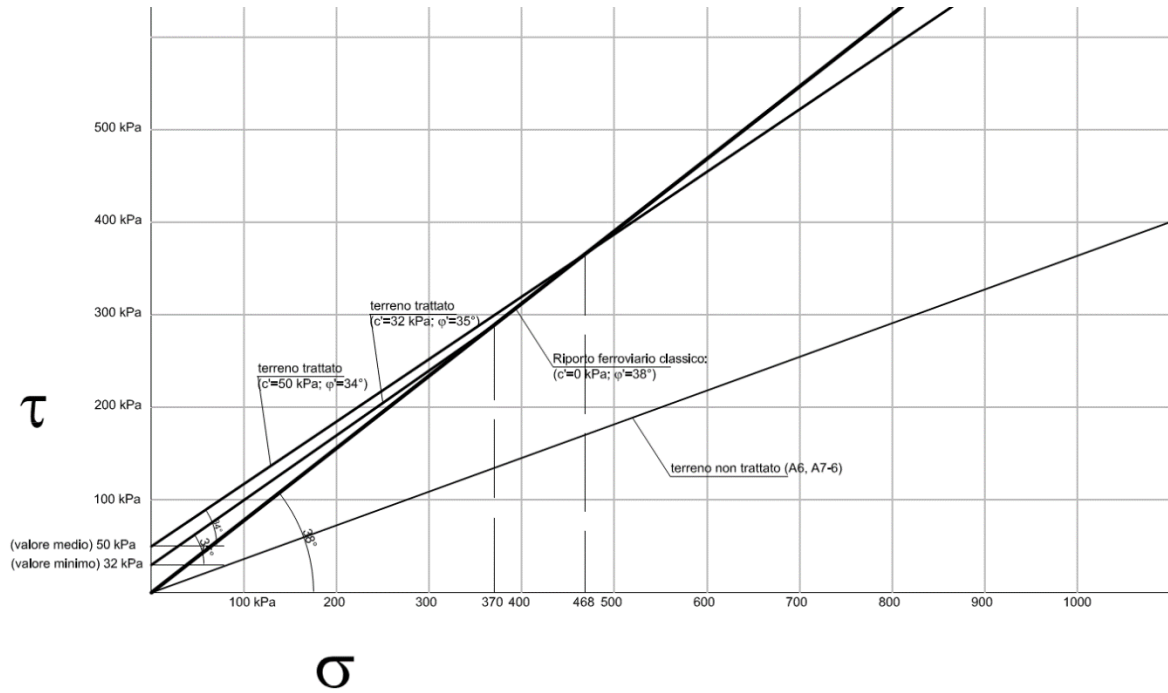
#### **11.4 PARAMETRI DI RESISTENZA DEI TERRENI TRATTATI A CALCE**

Per il piano di posa dei rilevati ferroviari dalla progr.0+270 a 0+750, si prevede il trattamento a calce dei terreni in sito (terre prevalentemente appartenenti ai gruppi A6 e A7).

Per una stima dei parametri di resistenza da associare ai terreni trattati a calce, si può fare riferimento a documentazioni bibliografiche su esperienze maturate per terreni simili in condizioni analoghe, vedasi ad esempio il documento D.25. Per i rilevati ferroviari della linea Bologna-Verona, si è verificato un notevole aumento delle caratteristiche di resistenza dei terreni con un trattamento a calce, in percentuale 2% CaO. In particolare si trattava di terreni A6, A7-6, simili a quelli in esame, caratterizzati da parametri di resistenza in condizioni naturali di 50 kPa per la coesione non drenata, angolo di resistenza al taglio poco superiore a 20° associato a coesione nulla. Con il trattamento a calce eseguito si è misurata una coesione drenata tra 32 e 75 kPa, associati a valori dell'angolo di resistenza al taglio rispettivamente di 35 e 34° e resistenza al taglio non drenata tra 332 e 446 kPa.

Quindi dalle esperienze note si osserva che le prove di laboratorio eseguite su terreni tratti, quali quelli del caso in esame, comportano un aumento sia dell'angolo di resistenza al taglio, che della coesione, pervenendo a caratteristiche di resistenza generalmente superiori a quelle utilizzate per i rilevati ferroviari classici (nell'ambito delle tensioni verticali usualmente di riferimento), come si osserva dalle seguente figura.

|  | <p><b>LINEA PESCARA - BARI</b></p> <p><b>RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA: Lotto 1: Ripalta - Lesina</b></p>   |                         |       |                         |      |        |      |    |                   |   |            |
|--|---|-------------------------|-------|-------------------------|------|--------|------|----|-------------------|---|------------|
| <p><b>GE - GEOTECNICA</b></p> <p><b>RELAZIONE GEOTECNICA</b></p>                 | <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LI07</td> <td>01</td> <td>E ZZ RH GE0005001</td> <td>D</td> <td>245 DI 245</td> </tr> </tbody> </table> | COMMESSA                | LOTTO | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV. | FOGLIO | LI07 | 01 | E ZZ RH GE0005001 | D | 245 DI 245 |
| COMMESSA   | LOTTO   | FASE CODIFICA DOCUMENTO | REV.  | FOGLIO                  |      |        |      |    |                   |   |            |
| LI07   | 01  | E ZZ RH GE0005001       | D     | 245 DI 245              |      |        |      |    |                   |   |            |



**Figura 116 – Confronto parametri di resistenza terreno: terreno naturale non trattato, terreno trattato a calce e riporto ferroviario classico**