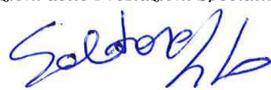


## ASSE VIARIO MARCHE – UMBRIA E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA MAXI LOTTO 2

LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIRETTRICE PERUGIA ANCONA:  
SS. 318 DI “VALFABBRICA”. TRATTO PIANELLO – VALFABBRICA  
SS. 76 “VAL D’ESINO”. TRATTI FOSSATO VICO – CANCELLI E ALBACINA – SERRA SAN QUIRICO  
“PEDEMONTANA DELLE MARCHE”, TRATTO FABRIANO – MUCCIA – SFERCIA

### PROGETTO ESECUTIVO

|  |  |   |
|--|--|---|
| <b>CONTRAENTE GENERALE:</b><br> | Il responsabile del Contraente Generale:<br><br>Ing. Federico Montanari | Il responsabile Integrazioni delle Prestazioni Specialistiche:<br><br>Ing. Salvatore Lieto |
|--|--|---|

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
| <b>PROGETTAZIONE:</b> Associazione Temporanea di Imprese<br>Mandataria:            |   |  |  |
|  |  |  |  |

|  |   |  |   |
|--|---|--|---|
| <b>RESPONSABILE DELLA PROGETTAZIONE PER L'ATI</b><br><br>Ing. Antonio Grimaldi<br><br>GEOLOGO<br>Dott. Geol. Fabrizio Pontoni<br><br>COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE<br>Ing. Michele Curiale |  |  |  |
|--|---|--|---|

|  |  |  |
|--|--|--|
| <b>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</b><br><br>Ing. Giulio Petrizzelli |  |  |
|--|--|--|

|   |   |
|---|---|
| <b>2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b><br>Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord<br><br><b>GEOLOGIA E GEOTECNICA</b><br>Integrazione alla Relazione geologica, geomorfologica, geoidrologica generale | SCALA:<br>-<br><br>DATA:<br>Aprile 2017 |
|---|---|

Codice Unico di Progetto (CUP) F12C03000050021 (Assegnato CIPE 23-12-2015)

|                   |           |        |         |     |             |          |          |      |
|-------------------|-----------|--------|---------|-----|-------------|----------|----------|------|
| Codice Elaborato: | Opera     | Tratto | Settore | CEE | WBS         | Id. doc. | N. prog. | Rev. |
|                   | L 0 7 0 3 | 2 1 2  | E       | 0 2 | G E 0 0 0 0 | R E L    | 2 0      | A    |

| REV. | DATA        | DESCRIZIONE          | Redatto | Controllato | Approvato |
|------|-------------|----------------------|---------|-------------|-----------|
| A    | Aprile 2017 | AGGIORNAMENTO P.A.I. | PROGIN  | F. Pontoni  | S. Lieto  |
|      |             |                      |         |             |           |
|      |             |                      |         |             |           |

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord  
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA  
GENERALE

|                |                |              |           |               |                 |                 |           |                         |
|----------------|----------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|-------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>2 12 | Settore<br>E | CEE<br>02 | WBS<br>GE0000 | Id. doc.<br>REL | N. progr.<br>20 | REV.<br>A | Pag. di Pag.<br>2 di 17 |
|----------------|----------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|-------------------------|

### INDICE

|  |    |
|--|----|
| 1. PREMESSA .....  | 3  |
| 2. INTERFERENZE AREA P.A.I. A PERICOLOSITA' MEDIA F-12-2153..... | 3  |
| 3. INTERFERENZE AREE P.A.I. A PERICOLOSITA' ELEVATA .....        | 12 |

#### Allegati:

Misure inclinometriche A.13.2

Misure inclinometriche A.18.2

|   |  |                |              |           |               |                 |                 |           |                         |
|---|--|----------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|-------------------------|
|  | <b>2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b><br><b>Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord</b><br>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA<br>GENERALE |                |              |           |               |                 |                 |           |                         |
|   | Opera<br>L0703   | Tratto<br>2 12 | Settore<br>E | CEE<br>02 | WBS<br>GE0000 | Id. doc.<br>REL | N. progr.<br>20 | REV.<br>A | Pag. di Pag.<br>3 di 17 |

## 1. PREMESSA

A seguito delle valutazioni relative al progetto esecutivo “ASSE VIARIO MARCHE UMBRIA E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA – MAXILOTTO 2 – Lotto funzionale del Sub Lotto 2.1 - tratto Matelica nord – Matelica sud/Castelraimondo nord”, eseguite dal “Servizio Tutela, Gestione e Assetto del Territorio – P.F. Difesa del Suolo e della Costa” della Regione Marche, sono state richieste alcune integrazioni relativamente all’interferenza tra le opere in progetto e le aree in dissesto idrogeologico individuate nel PAI (nota del 30/03/2017).

Tali integrazioni si rendono necessarie anche in relazione al fatto che, successivamente alla redazione del progetto esecutivo, sono state inserite nuove aree PAI di cui una interferente con il tracciato in progetto (F-12-2153 – R1-P2).

Le modifiche al PAI sono state proposte in adeguamento alle previsioni del PRG del Comune di Matelica ed accolte con Decreto del Dirigente della Segreteria Tecnico-Operativa Autorita’ di Bacino Regionale n. 45 del 20/06/2016.

Si è pertanto proceduto all’aggiornamento della carta geomorfologica (elab. L0703212E02GE0000PLA03B - L0703212E02GE0000PLA04C) con l’indicazione delle nuove perimetrazioni PAI.

La richiesta di integrazioni, a cui si riferisce la presente relazione, ha riguardato:

- l’area PAI di nuovo inserimento a pericolosità media (P2), censita con il codice F-12-2153, per la quale vengono richiesti gli approfondimenti di cui al punto 18 della Delibera CIPE n. 109/2015 e alle NTA del PAI.
- le aree PAI a pericolosità elevata (P3) censite con i codici F-12-1418, F-12-1423 e F-12-1435, per le quali si richiede una rivalutazione delle indagini già realizzate in merito alle verifiche di stabilità, alla rete di monitoraggio e alla verifica tecnica volta a dimostrare la compatibilità tra l’intervento, le condizioni di dissesto ed il livello di rischio esistente (punto 19 della Delibera CIPE n. 109/2015).

## 2. INTERFERENZE AREA P.A.I. A PERICOLOSITA’ MEDIA F-12-2153

Come già indicato nel precedente paragrafo, il tracciato stradale in progetto interferisce con una nuova area a rischio idrogeologico moderato (R1) e pericolosità media (P2) censita con il codice F-12-2153 nel Piano Assetto Idrogeologico della Regione Marche approvato (PAI). Tale perimetrazione risulta confermata anche nell’aggiornamento del PAI attualmente in corso di approvazione definitiva.

La perimetrazione riguarda un’ampia porzione del versante ubicato in destra idrografica del fosso di Pagliano, a valle della località S. Venanzo in comune di Matelica (fig. 2.1).

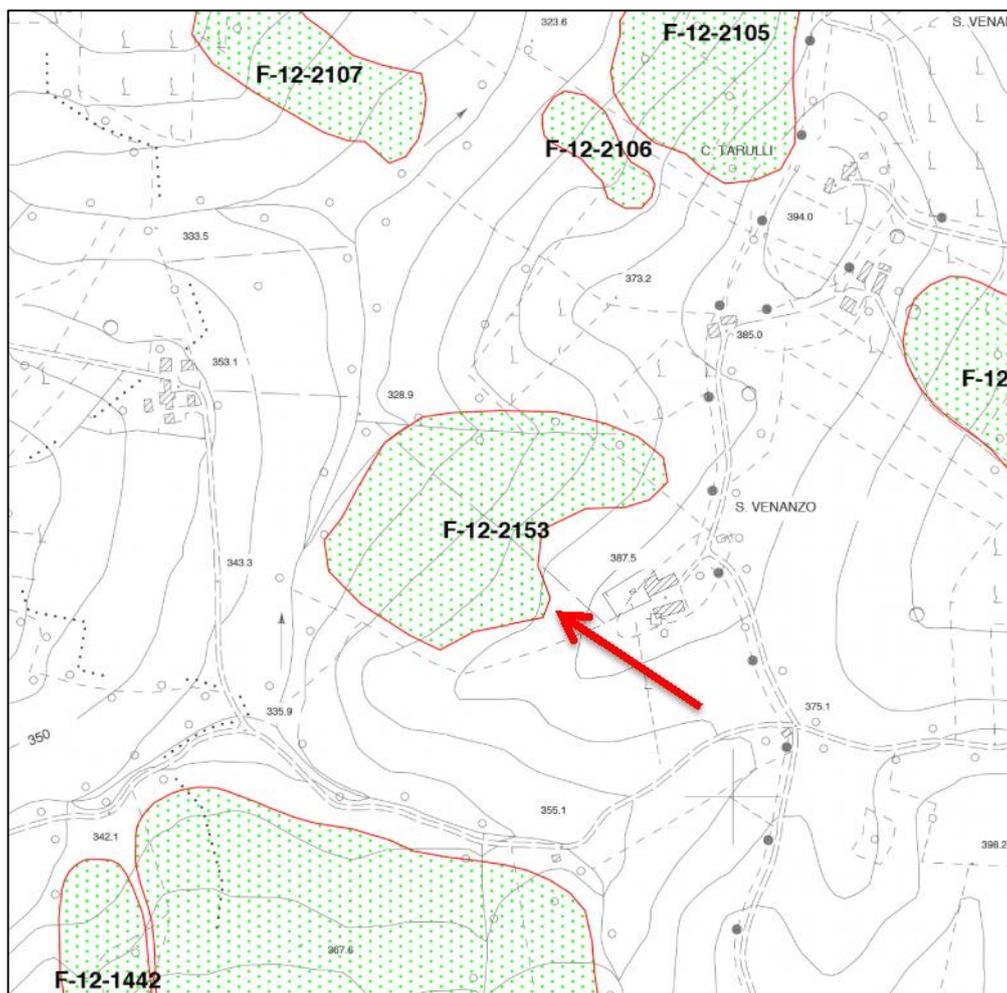


Figura 2.1 - Stralcio PAI – Tav. RI49a.

Tale perimetrazione trae origine dalle indagini geomorfologiche redatte a corredo del P.R.G. del Comune di Matelica, che indica un'area di versante genericamente interessata da "soliflusso" (fig. 2.2).

Nel corso delle indagini geologiche e geomorfologiche eseguite in sede di progetto definitivo ed esecutivo in corrispondenza del versante in oggetto non sono state rilevate forme, depositi e processi morfogenetici in atto o potenziali riconducibili all'azione della gravità, come riportato nella carta geomorfologica (elab. L0703212E02GE0000PLA03B), di cui riporta uno stralcio in fig. 2.3. Inoltre allo stato attuale non si rilevano le forme tipiche del fenomeno del soliflusso generalmente costituite da lobi e rigonfiamenti disomogenei del versante. La definizione di soliflusso si riferisce infatti a fenomeni di plasticizzazione localizzata della porzione più superficiale di terreni argillosi (suolo fino a profondità max di 1,5-2,0m) in condizioni di elevata imbibizione e saturazione. Il versante presenta nel complesso un profilo rettilineo con blande articolazioni morfologiche condizionate dall'assetto a reggi-poggio del substrato. L'acclività risulta in media dell'ordine degli 8°, mentre si riduce progressivamente procedendo verso il fondovalle.

Si riportano di seguito una foto aerea recente dell'area studiata (fig. 2.4) ed alcune panoramiche fotografiche del versante in oggetto (figg. 2.5-2.6).

**2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord  
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA  
GENERALE

|                |                |              |           |               |                 |                 |           |                         |
|----------------|----------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|-------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>2 12 | Settore<br>E | CEE<br>02 | WBS<br>GE0000 | Id. doc.<br>REL | N. progr.<br>20 | REV.<br>A | Pag. di Pag.<br>5 di 17 |
|----------------|----------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|-------------------------|

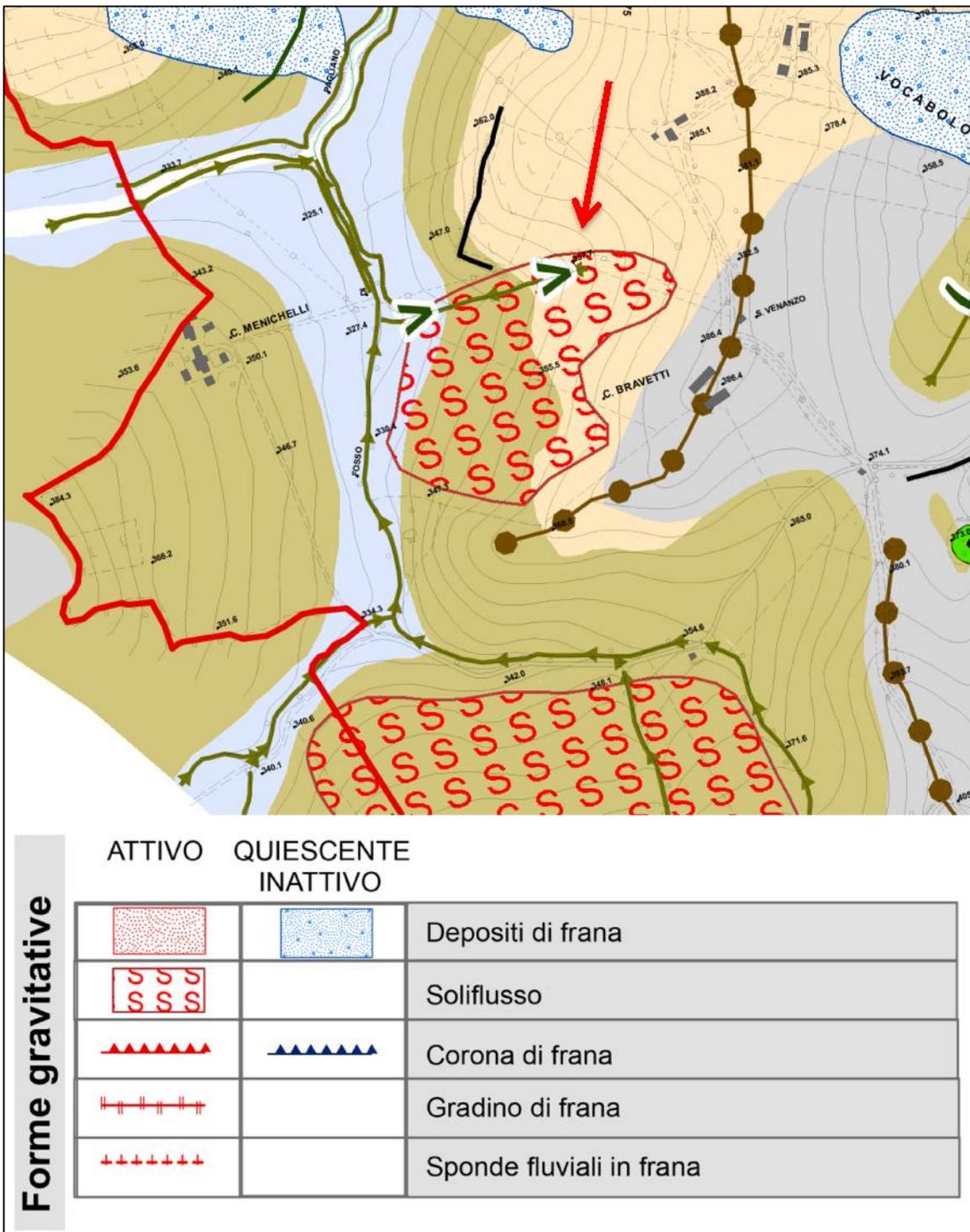


Figura 2.2 - Stralcio Tav. 2 Carta geomorfologica Variante Generale del PRG con adeguamento al PAI e al PTC – Comune di Matelica.

**2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA  
 GENERALE

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS    | Id. doc. | N. progr. | REV. | Pag. di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|--------|----------|-----------|------|--------------|
| L0703 | 2 12   | E       | 02  | GE0000 | REL      | 20        | A    | 6 di 17      |

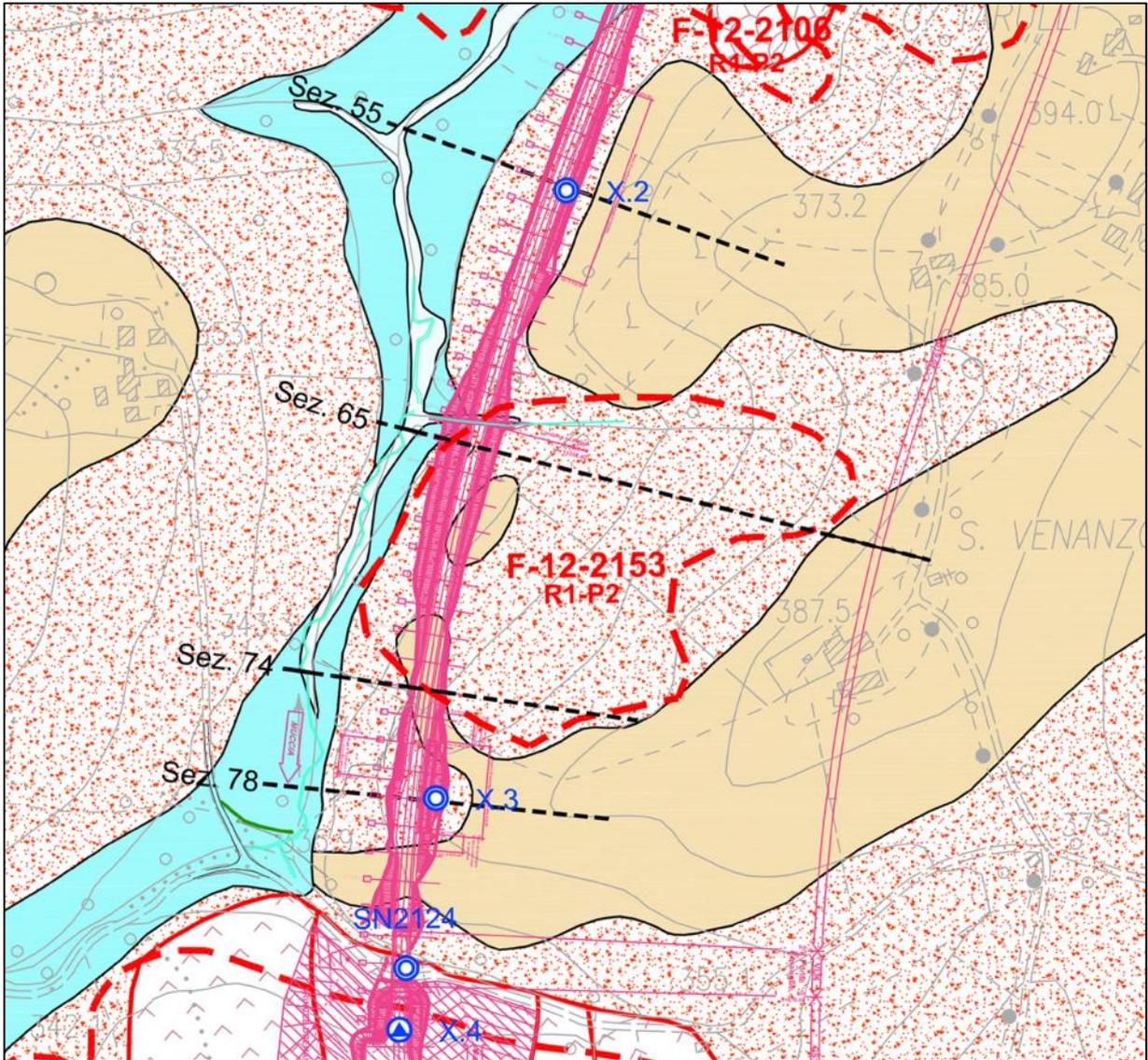


Figura 2.3 - Stralcio Carta geomorfologica di progetto

## 2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord  
RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA  
GENERALE

|                |                |              |           |               |                 |                 |           |                         |
|----------------|----------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|-------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>2 12 | Settore<br>E | CEE<br>02 | WBS<br>GE0000 | Id. doc.<br>REL | N. progr.<br>20 | REV.<br>A | Pag. di Pag.<br>7 di 17 |
|----------------|----------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|-------------------------|



Figura 2.4 – Foto aerea dell'area (googlemaps)

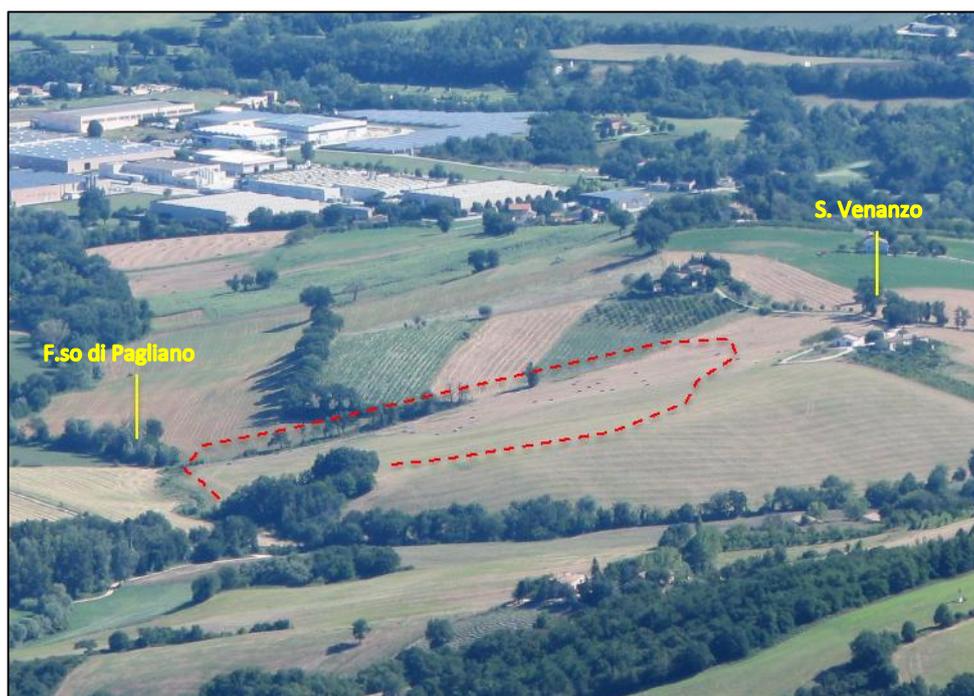


Figura 2.5 – Panoramica dell'area da sud



*Figura 2.6 – Panoramica della parte alta del versante da S. Venanzo*

Dal punto geologico l'area di versante è caratterizzata da un substrato costituito dalle associazioni litologiche della Formazione di Camerino (pelitico-arenacea PA e arenaceo-pelitica AP) passante verso l'alto alla Formazione Gessoso-solfifera (gsP).

Superficialmente sono presenti depositi colluviali di natura prevalentemente limoso-sabbiosa e/o argillosa (ec2) di spessore variabile, che passano sul fondovalle ai depositi alluvionali del fosso di Pagliano, litologicamente e tessituralmente assimilabili. Al piede del versante, nel tratto attraversato dall'opera in progetto, il substrato risulta in parte sub-affiorante, come risultato anche dai rilievi geologici di campagna, con uno spessore massimo dei depositi di copertura colluviale stimato in media nell'ordine dei 2-3 metri. Il substrato presenta un assetto giaciturale a reggi-poggio rispetto al versante.

In fig. 2.7 viene riportato uno stralcio della carta geologico-strutturale di dettaglio (elab. 212E02GE0000PLA08A) in cui sono state riportate tutte le indagini disponibili per l'area in oggetto e la delimitazione della perimetrazione PAI F-12-2153.

Nel tratto di versante ubicato in destra idrografica del fosso di Pagliano interessato dalla perimetrazione in oggetto sono stati realizzati due sondaggi geognostici a carotaggio continuo (X2-X3), attrezzati a piezometro a tubo aperto oltre a due pozzetti esplorativi (XP2-PZ2114) per l'esecuzione di prove di carico su piastra.

In fig. 2.8 si riporta uno stralcio del profilo geologico dell'area studiata (elab. 212E02GE0000PRF01A) compreso tra i sondaggi X2 e X3, da cui risulta ben evidente il limitato spessore delle coltri di copertura e il subaffioramento del litotipi del substrato in corrispondenza della perimetrazione PAI in oggetto.

Per una ricostruzione di maggior dettaglio dell'assetto geologico stratigrafico del versante interessato dalla perimetrazione F-12-2153 sono state elaborate due nuove sezioni geologiche trasversali in corrispondenza delle sezioni di progetto 65 e 74, cartografate nell'elaborato integrativo 212E02GE0000SEZ05A, di cui si riporta uno stralcio nelle figure seguenti 2.9 e 2.10.

|                |                |              |           |               |                 |                 |           |                         |
|----------------|----------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|-------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>2 12 | Settore<br>E | CEE<br>02 | WBS<br>GE0000 | Id. doc.<br>REL | N. progr.<br>20 | REV.<br>A | Pag. di Pag.<br>9 di 17 |
|----------------|----------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|-------------------------|

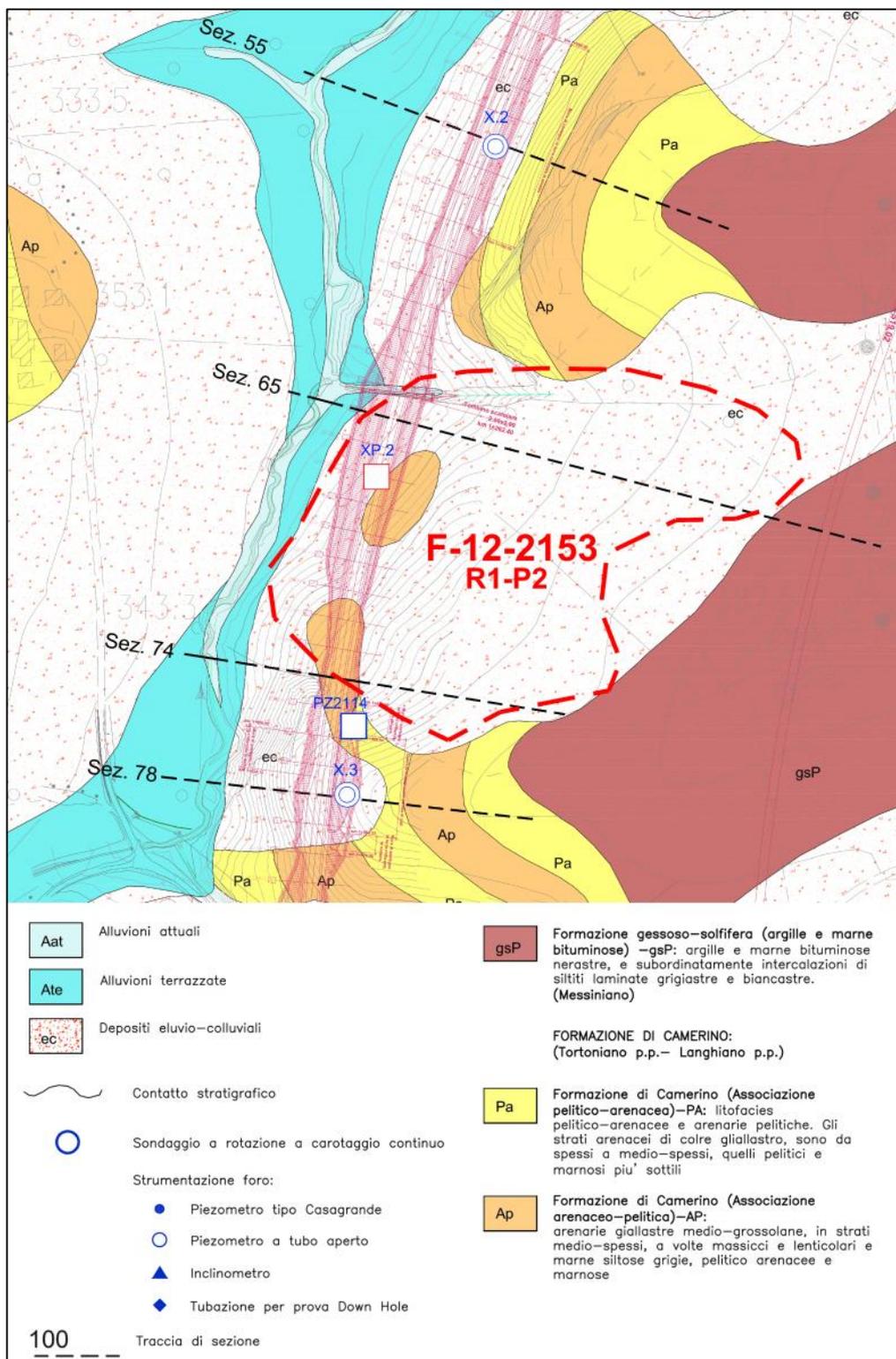


Figura 2.7 - Stralcio Carta geologico-strutturale con ubicazione indagini

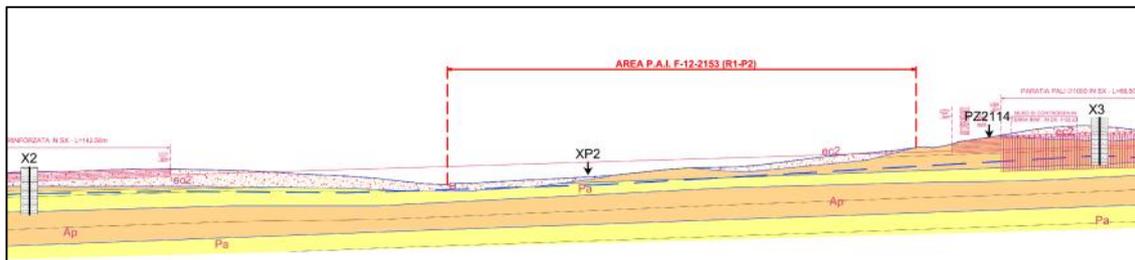


Figura 2.8 - Stralcio profilo geologico

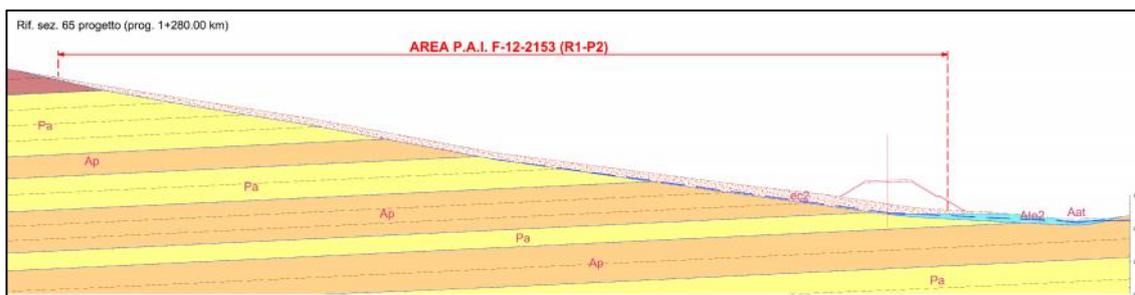


Figura 2.9 - Stralcio sezione geologica 65

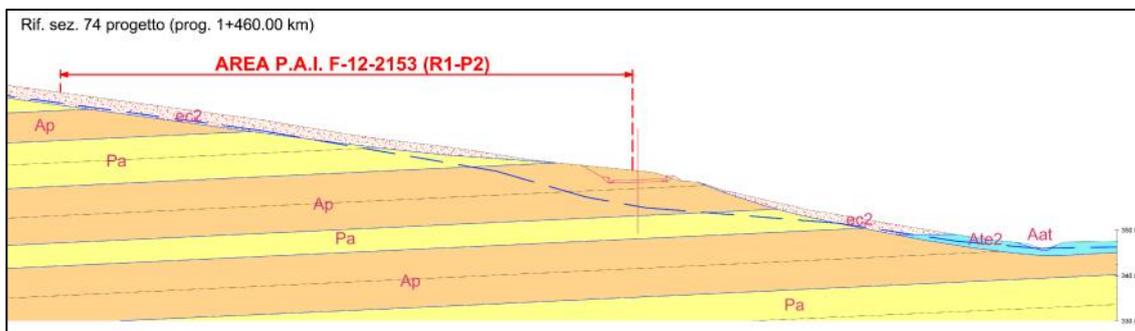


Figura 2.10 - Stralcio sezione geologica 74

Le opere in progetto interferiscono con la perimetrazione PAI al piede del versante nel tratto compreso tra il Km 1+250 e 1+460, in corrispondenza del passaggio con i depositi alluvionali di fondovalle del fosso di Pagliano. Procedendo da nord verso sud in tale tratto l'infrastruttura viaria corre in gran parte in rilevato (sez 65) mentre soltanto in un limitato tratto è prevista in trincea (sez. 74). Il tratto in trincea, in cui sono previsti verso monte scavi di altezza inferiore ai 3,0-3,5m, si sviluppa principalmente nella zona in cui risulta sub-affiorante il substrato (ass. arenaceo-pelitica della Formazione di Camerino) costituito da alternanze ritmiche di arenarie grigio-giallastre in strati sottili e medi, a grana da media a fine, e argille marnose ben stratificate di colore grigio scuro. Il tratto in rilevato insiste invece principalmente sui depositi colluviali caratterizzati da spessori stimati inferiori ai 3,0 m. Verso nord, all'inizio dell'area l'area PAI, è

invece prevista la realizzazione di un tombino scatolare 2,0x2,0m di attraversamento di un piccolo fosso di scolo che drena le acque del versante verso il fosso di pagliano.

Dal punto di vista idrogeologico, in relazione alle caratteristiche di permeabilità dei terreni ed al loro assetto stratigrafico, non esistono le condizioni per l'instaurarsi nel versante di una vera e propria falda acquifera ma soltanto una circolazione sotterranea, a tratti anche discontinua, in corrispondenza del passaggio stratigrafico coltre substrato e della porzione a maggiore componente sabbiosa e/o alterazione e fratturazione di quest'ultimo.

Le misure eseguite in corrispondenza dei piezometri a TA installati nei sondaggi X2 e X3 hanno rilevato i seguenti livelli piezometrici (m dal p.c.):

|           | Data di misura |            |            |            |            |            |
|-----------|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|           | 18.04.2016     | 21.04.2016 | 20.05.2016 | 21.06.2016 | 28.07.2016 | 23.11.2016 |
| <b>X2</b> | 12,52          | 12,52      | 12,66      | 12,44      | 12,68      | 10,53      |
| <b>X3</b> | -              | -          | 9,06       | 9,17       | 9,94       | 5,49       |

In conclusione, sulla base di tutti i dati disponibili precedentemente illustrati, per l'area PAI F-12-2153 che interferisce con il tracciato stradale in progetto, si osserva quanto segue:

- il tracciato stradale interferisce con la perimetrazione in oggetto nella porzione basale del versante,
- le indagini alla base della perimetrazione, eseguite nel 2008, hanno individuato fenomeni di dissesto di tipo "soliflusso" (plasticizzazione degli strati più superficiali di terreno in condizioni estreme di imbibizione e saturazione),
- le indagini ed i rilievi geologici-geomorfologici di dettaglio eseguiti a corredo della progettazione definitiva ed esecutiva dell'opera non ha rilevato nel versante in questione indizi riconducibili a fenomeni di instabilità in atto o quiescenti,
- in particolare al piede del versante attraversato dal tracciato stradale in progetto non sono state rilevate le forme tipiche della tipologia di dissesto posta alla base della perimetrazione PAI (lobi, rigonfiamenti disomogenei, ecc.),
- il piede del versante è infatti caratterizzato da una scarsa acclività (6-7°) ed uno spessore limitato delle coltri di copertura potenzialmente interessabili da tale tipologia di dissesto con un substrato a tratti sub-affiorante,
- la circolazione idrica sotterranea risulta concentrata al passaggio coltre-substrato con direzione di drenaggio preferenziale verso l'incisione del fosso di Pagliano,
- i livelli piezometrici rilevati nei piezometri X2-X3, posti rispettivamente a nord ed a sud della porzione di versante interessato dalla perimetrazione PAI, non sono mai risultati prossimi al piano di campagna.

Sulla base di quanto sopra esposto si ritiene pertanto che l'area interessata dal tracciato stradale ed un suo intorno significativo risultano allo stato attuale morfologicamente stabili.

Le opere in progetto risultano pertanto compatibili con le condizioni di rischio e pericolosità individuate dalla perimetrazione PAI F-12-2153.

### 3. INTERFERENZE AREE P.A.I. A PERICOLOSITA' ELEVATA

Il tracciato in progetto interferisce con n.3 aree PAI a pericolosità elevata (P3) censite con i codici F-12-1418, F-12-1423 e F-12-1435, per le quali si richiede una rivalutazione delle indagini già realizzate in merito alle verifiche di stabilità, alle letture inclinometriche e alla verifica tecnica volta a dimostrare la compatibilità tra l'intervento, le condizioni di dissesto ed il livello di rischio esistente (punto 19 della Delibera CIPE n. 109/2015).

#### VERIFICHE DI STABILITA'

Le verifiche di stabilità richieste sono riportate nella relazione dell'Elab. L0703212E17OI0000REL01D (pagg. 34 – 44).

In sintesi i risultati ottenuti sono i seguenti:

| AREA PAI | ANTE OPERAM  |             |             |             | POST OPERAM  |             |             |             |
|----------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
|          | SUP. GLOBALE |             | SUP. LOCALE |             | SUP. GLOBALE |             | SUP. LOCALE |             |
|          | COND. STAT.  | COND. SISM. | COND. STAT. | COND. SISM. | COND. STAT.  | COND. SISM. | COND. STAT. | COND. SISM. |
| F12-1418 | 0,911        | 0,850       | -           | -           | 1,417        | 1,094       | -           | -           |
| F12-1423 | 1,040        | 0,801       | 0,883       | 0,833       | 1,134        | 1,042       | 1,201       | 1,136       |
| F12-1435 | 1,000        | 0,898       | 1,152       | 1,009       | 1,087        | 1,019       | 1,461       | 1,212       |

Nella stessa relazione sono descritte le opere di consolidamento previste per la sistemazione delle aree in frana.

#### LETTURE INCLINOMETRICHE

Per quanto riguarda le misure inclinometriche, di seguito si riporta una tabella riassuntiva delle letture eseguite (vedi allegati):

| AREA PAI | INCL. N.   | MIS. RIF. | MIS. 1  | MIS. 2 | MIS. 3   | MIS. 4   | MIS. 5  | MIS. 6  | MIS. 7  |
|----------|------------|-----------|---------|--------|----------|----------|---------|---------|---------|
| F12-1418 | SN.2203BIS | 13/7/07   | 11/5/09 | -      | -        | -        | -       | -       | -       |
| F12-1423 | A.18.2     | 21/6/16   | 29/6/16 | 3/8/16 | 15/11/16 | 17/11/16 | 6/12/16 | 26/1/17 | 15/3/17 |
| F12-1435 | SN.2127    | 3/7/07    | 20/6/08 | -      | -        | -        | -       | -       | -       |
|          | A.13.2     | 21/6/16   | 29/6/16 | 3/8/16 | 15/11/16 | 15/3/17  | -       | -       | -       |

|   |  |                |              |           |               |                 |                 |           |                          |
|---|--|----------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|--------------------------|
|  | <b>2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b><br><b>Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord</b><br>RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA<br>GENERALE |                |              |           |               |                 |                 |           |                          |
|   | Opera<br>L0703   | Tratto<br>2 12 | Settore<br>E | CEE<br>02 | WBS<br>GE0000 | Id. doc.<br>REL | N. progr.<br>20 | REV.<br>A | Pag. di Pag.<br>13 di 17 |

I risultati delle misure inclinometriche hanno contribuito ad elaborare i modelli di frana. Tali misure si ritengono significative ed esaustive in rapporto alla tipologia dei fenomeni di frana esaminati. Le stesse proseguiranno anche in corso d'opera fin quando possibile.

#### VERIFICA TECNICA

Con riguardo alle n.3 aree PAI in oggetto, caratterizzate da un livello di pericolosità P3, gli studi e le verifiche effettuate dimostrano la compatibilità dell'intervento con le condizioni delle aree in dissesto ed il basso livello di rischio esistente, tenendo in particolare conto il ruolo degli interventi di stabilizzazione dei versanti previsti (trincee drenanti) e delle opere di sostegno.

Per quanto riguarda le eventuali soluzioni alternative, con riferimento alle aree F.12-1418 ed F.12-1423, nella redazione del progetto esecutivo sono state introdotte modifiche significative, rispetto al progetto definitivo, con l'obiettivo di minimizzare le interferenze dell'opera stradale con le aree in dissesto:

- innalzamento della livelletta volto a ridurre gli scavi in quanto nella soluzione progettuale del P.D., entrambi i corpi di frana intercettano il tracciato stradale nel tratto iniziale della galleria Mistranello, con quote di progetto della livelletta a 13-15 m di profondità da p.c.;
- opere di stabilizzazione del versante (drenaggi diffusi lungo il pendio, opere strutturali di stabilizzazione a presidio del corpo stradale);
- uso di opere drenanti al posto di opere che possano costituire una barriera idraulica al normale deflusso delle acque sotterranee (ad esempio galleria artificiale e/o opere di sostegno che intercettano le coltri superficiali).

In pratica è stata innalzata la livelletta stradale; in questo modo il primo corpo di frana (F12-1423) si intercetterà praticamente a raso e nel secondo corpo di frana (F12-1418) la strada sarà in rilevato con opera di contenimento a valle (muro su pali).

Nella seguente figura è mostrato uno stralcio del profilo geologico-stratigrafico in corrispondenza del primo corpo di frana (F-12-1423) con entrambe le soluzioni progettuali a confronto: in verde è indicata la livelletta del P.D., in rosso quella del P.E..

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS    | Id. doc. | N. progr. | REV. | Pag. di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|--------|----------|-----------|------|--------------|
| L0703 | 2 12   | E       | 02  | GE0000 | REL      | 20        | A    | 14 di 17     |

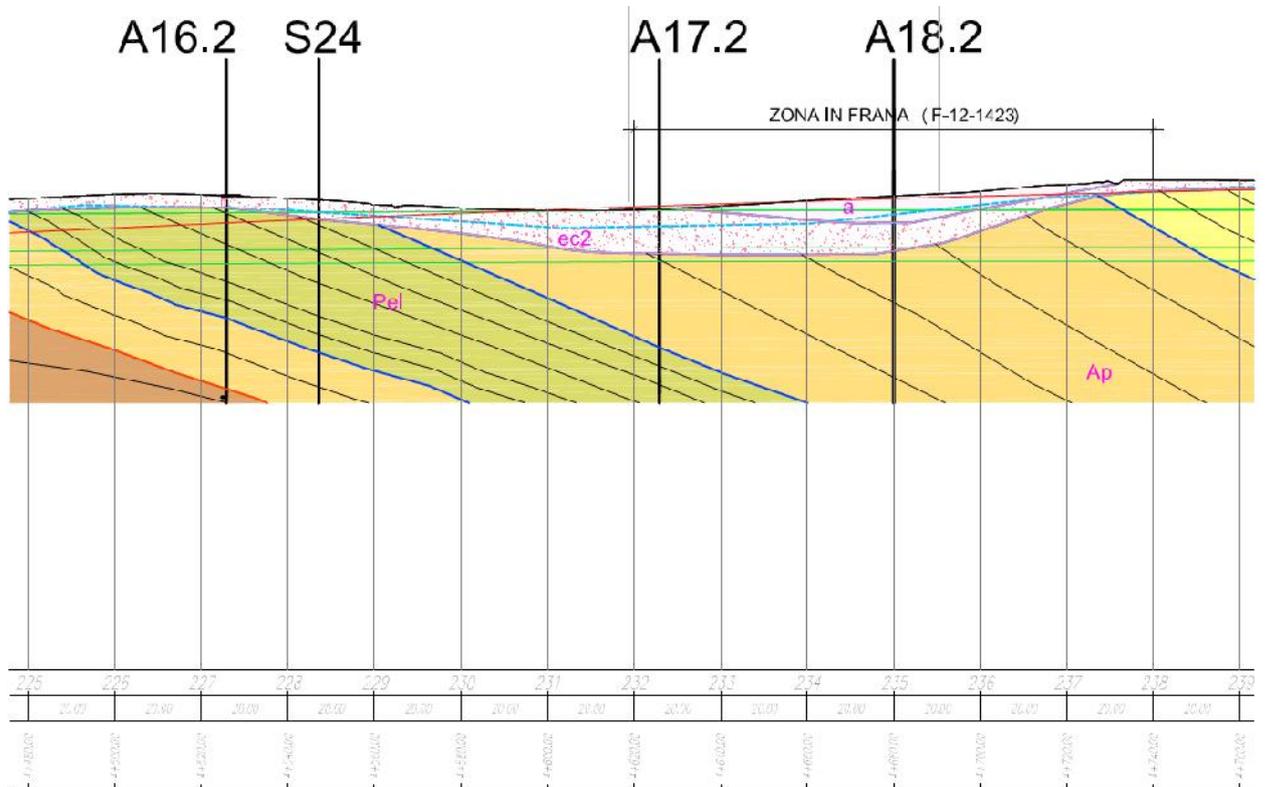


Figura 3.1 - Sezione longitudinale 247 (frana F-12-1423)

Nelle seguenti figure è mostrato il confronto fra le soluzioni progettuali del P.D. (galleria) e del P.E. (strada pressochè a raso) per la sezione 247 in corrispondenza del primo corpo di frana (F12-1423).

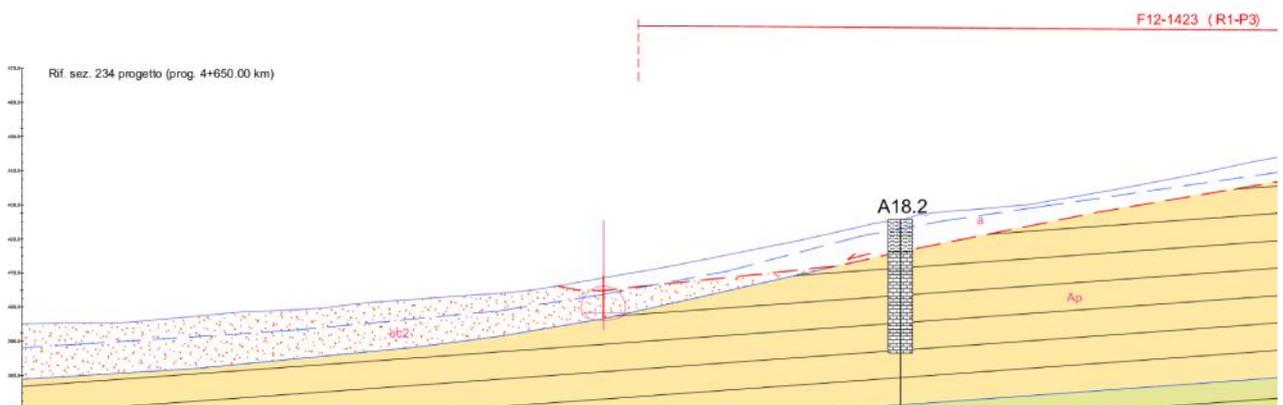


Figura 3.2 - Sezione trasversale 247 (frana F-12-1423) – Soluzione progettuale di P.D.

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS    | Id. doc. | N. progr. | REV. | Pag. di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|--------|----------|-----------|------|--------------|
| L0703 | 2 12   | E       | 02  | GE0000 | REL      | 20        | A    | 15 di 17     |

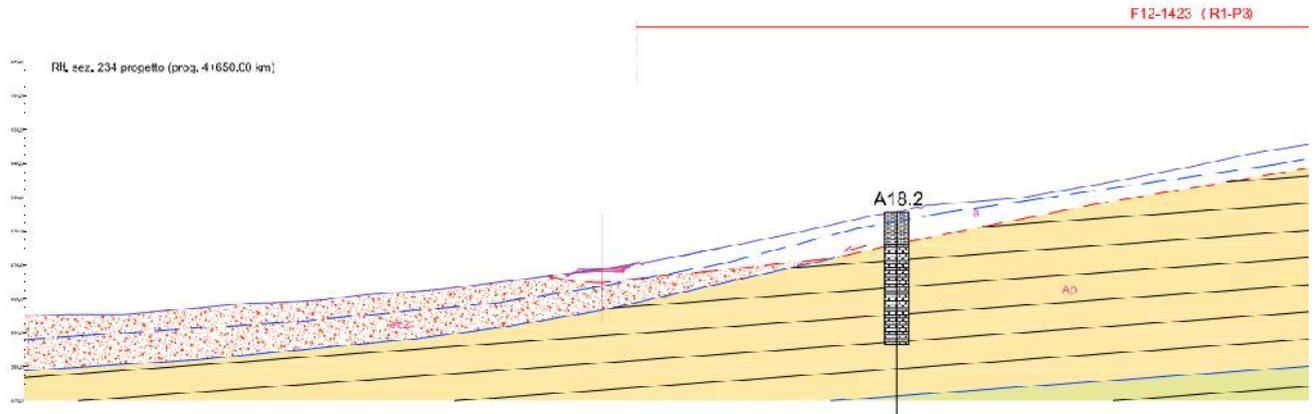


Figura 3.3 - Sezione trasversale 247 (frana F-12-1423) - Soluzione progettuale di P.E.

Nella seguente figura è mostrato uno stralcio del profilo geologico-stratigrafico in corrispondenza del secondo corpo di frana (F-12-1418): in verde è indicata la livelletta del P.D., in rosso quella del P.E.

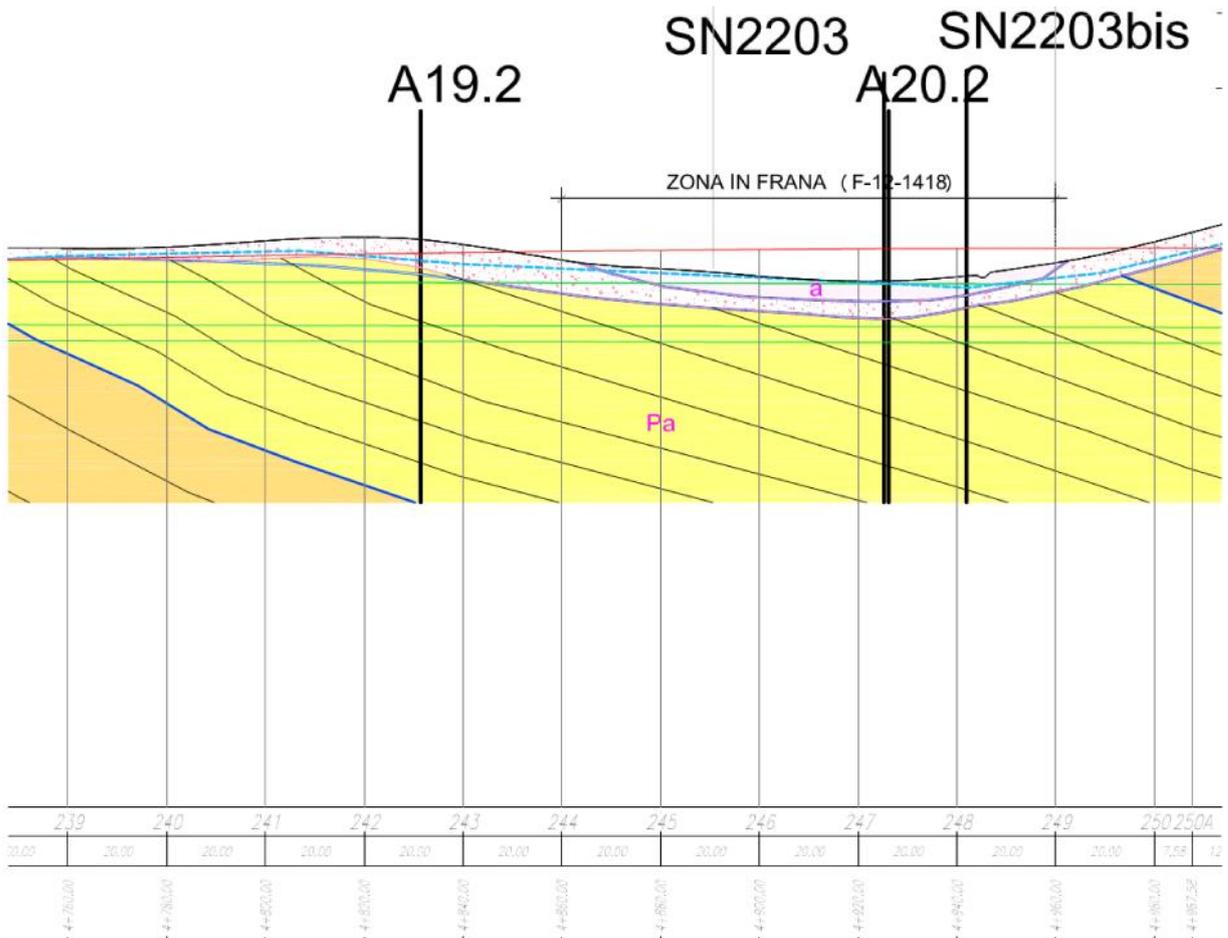


Figura 3.4 - Sezione longitudinale (frana F-12-1418)

| Opera | Tratto | Settore | CEE | WBS    | Id. doc. | N. progr. | REV. | Pag. di Pag. |
|-------|--------|---------|-----|--------|----------|-----------|------|--------------|
| L0703 | 2 12   | E       | 02  | GE0000 | REL      | 20        | A    | 16 di 17     |

Nelle seguenti figure è mostrato il confronto fra le soluzioni progettuali del P.D. (galleria) e del P.E. (strada pressochè a raso) per la sezione 234 in corrispondenza del secondo corpo di frana (F12-1418).

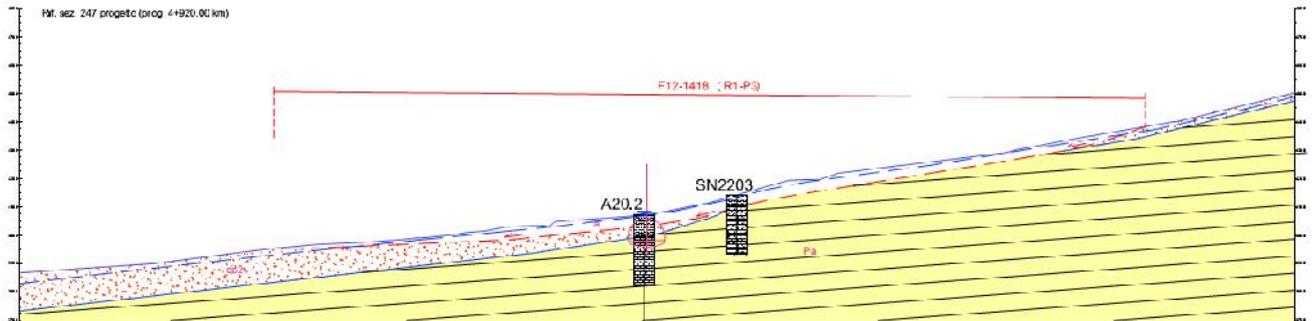


Figura 3.5 - Sezione trasversale 234 (frana F-12-1418) – Soluzione progettuale di P.D.

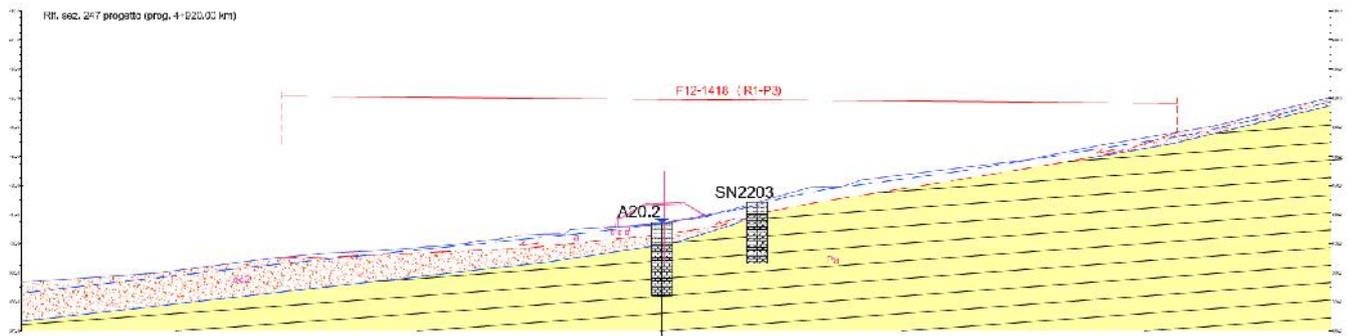


Figura 1 Sezione trasversale 234 (frana F-12-1418) - Soluzione progettuale di P.E.

In linea generale la soluzione progettuale della variante è mirata a limitare gli scavi non solo nelle due zone dove sono già presenti movimenti franosi attivi, ma in generale in tutto il tratto in esame che è caratterizzato dalla stessa configurazione stratigrafica e idrogeologica: coltri eluviali colluviali di spessore 4-6 m che sovrastano la formazione di Camerino con falda prossima al p.c. (generalmente variabile da 0 a 4 m di profondità in relazione agli eventi meteorici). Quindi l'obiettivo è quello di ridurre il potenziale rischio di innesco di cinematismi nello spessore delle coltri in presenza di importanti scavi in concomitanza di eventi meteorici intensi che possano rammollire i terreni detritici superficiali.

**2.1.2 PEDEMONTANA DELLE MARCHE**

Secondo stralcio funzionale: Matelica Nord – Matelica sud/Castelraimondo nord

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E GEOIDROLOGICA  
GENERALE

|                |                |              |           |               |                 |                 |           |                          |
|----------------|----------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|--------------------------|
| Opera<br>L0703 | Tratto<br>2 12 | Settore<br>E | CEE<br>02 | WBS<br>GE0000 | Id. doc.<br>REL | N. progr.<br>20 | REV.<br>A | Pag. di Pag.<br>17 di 17 |
|----------------|----------------|--------------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------|--------------------------|

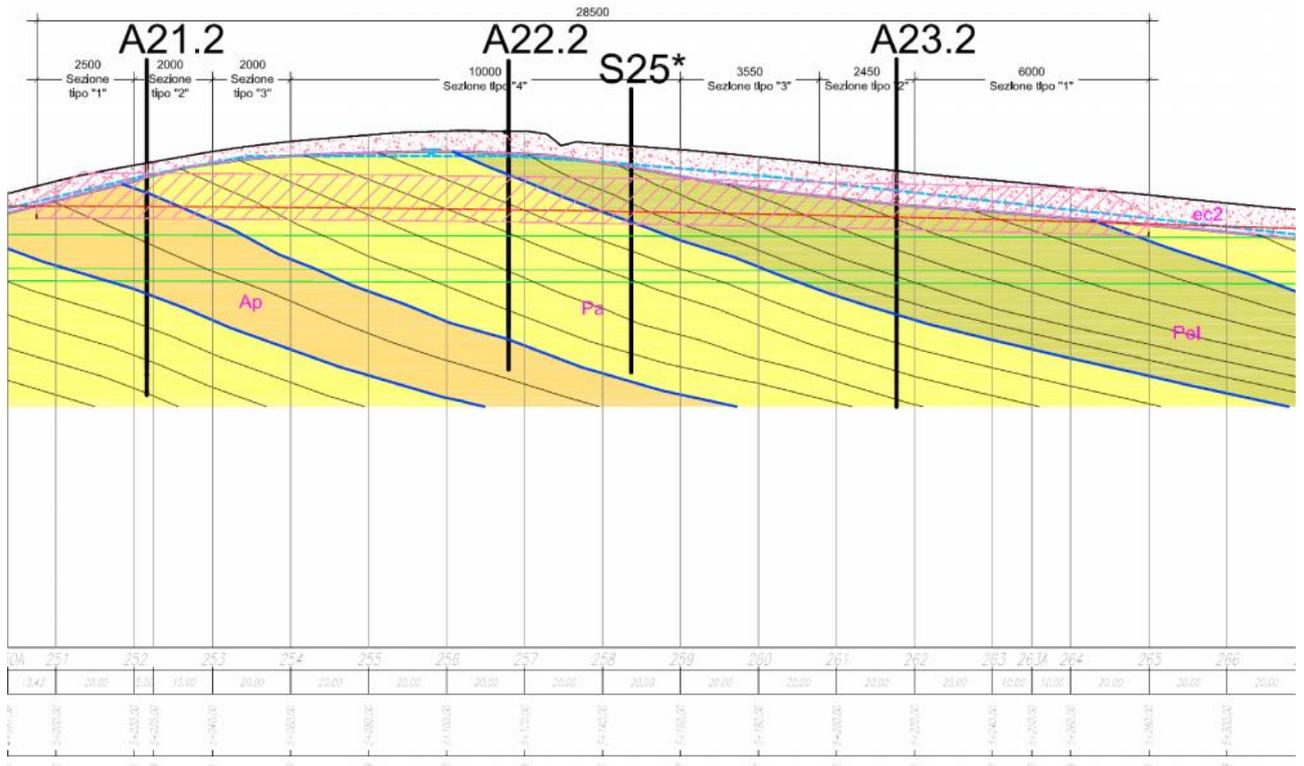


Figura 3.7 - Sezione longitudinale zona galleria naturale Mistrianello



Committente principale

QUADRILATERO Spa

Impresa committente

DIRPA 2 Scarl

Opera

GALLERIA CROCE DI CALLA

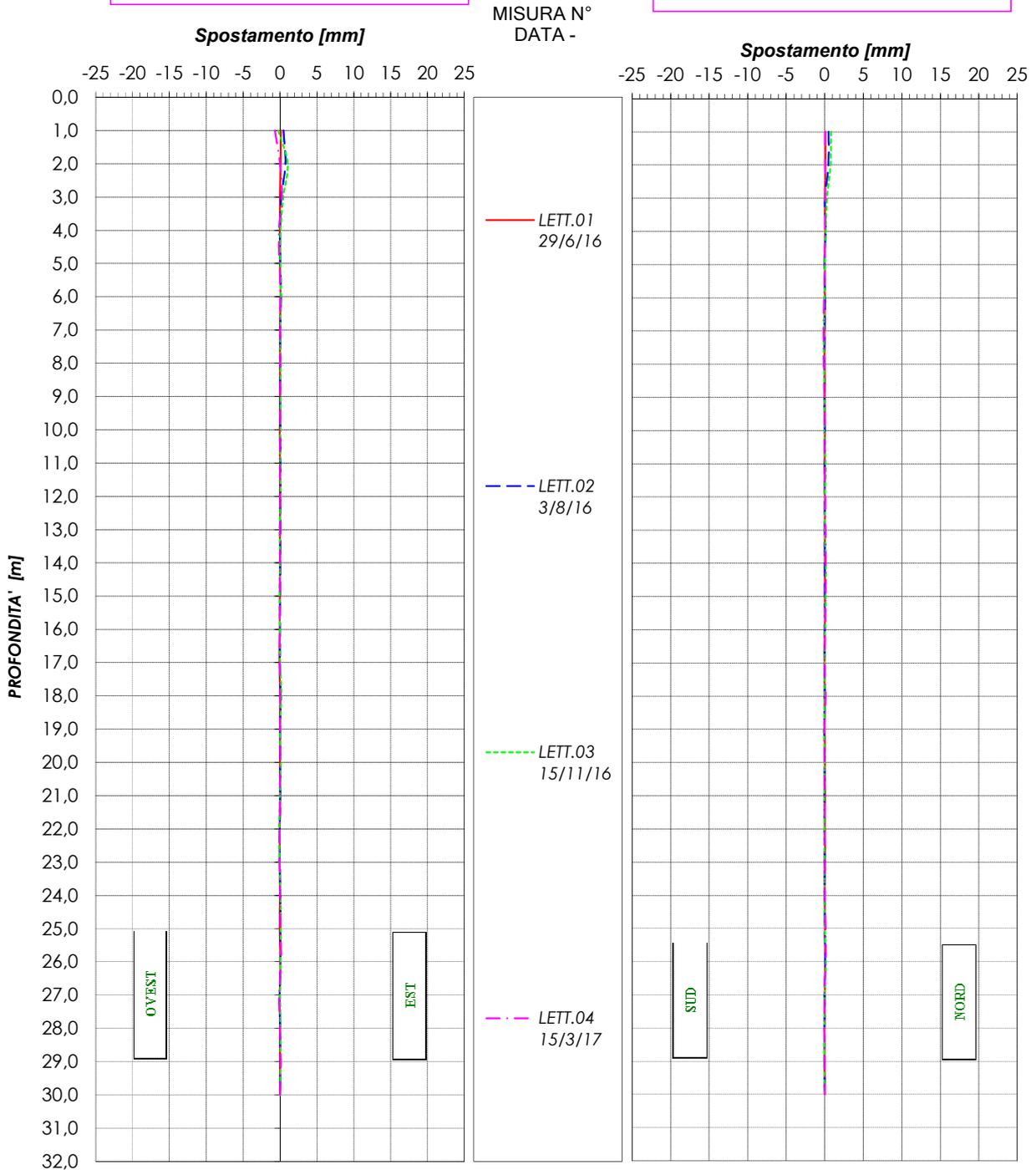
**MISURE INCLINOMETRICHE  
ELABORAZIONE DA FONDO FORO  
-GRAFICI-**

Ubicazione **PEDEMONTANA**  
Nome tubo **A13.2**  
Azimut di riferimento (°) **160**  
Data lettura di zero **21/06/2016**

Misura **4** IN DATA **15/03/2017**

**SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI LOCALI -  
EST/OVEST-**

**SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI LOCALI -  
NORD/SUD-**



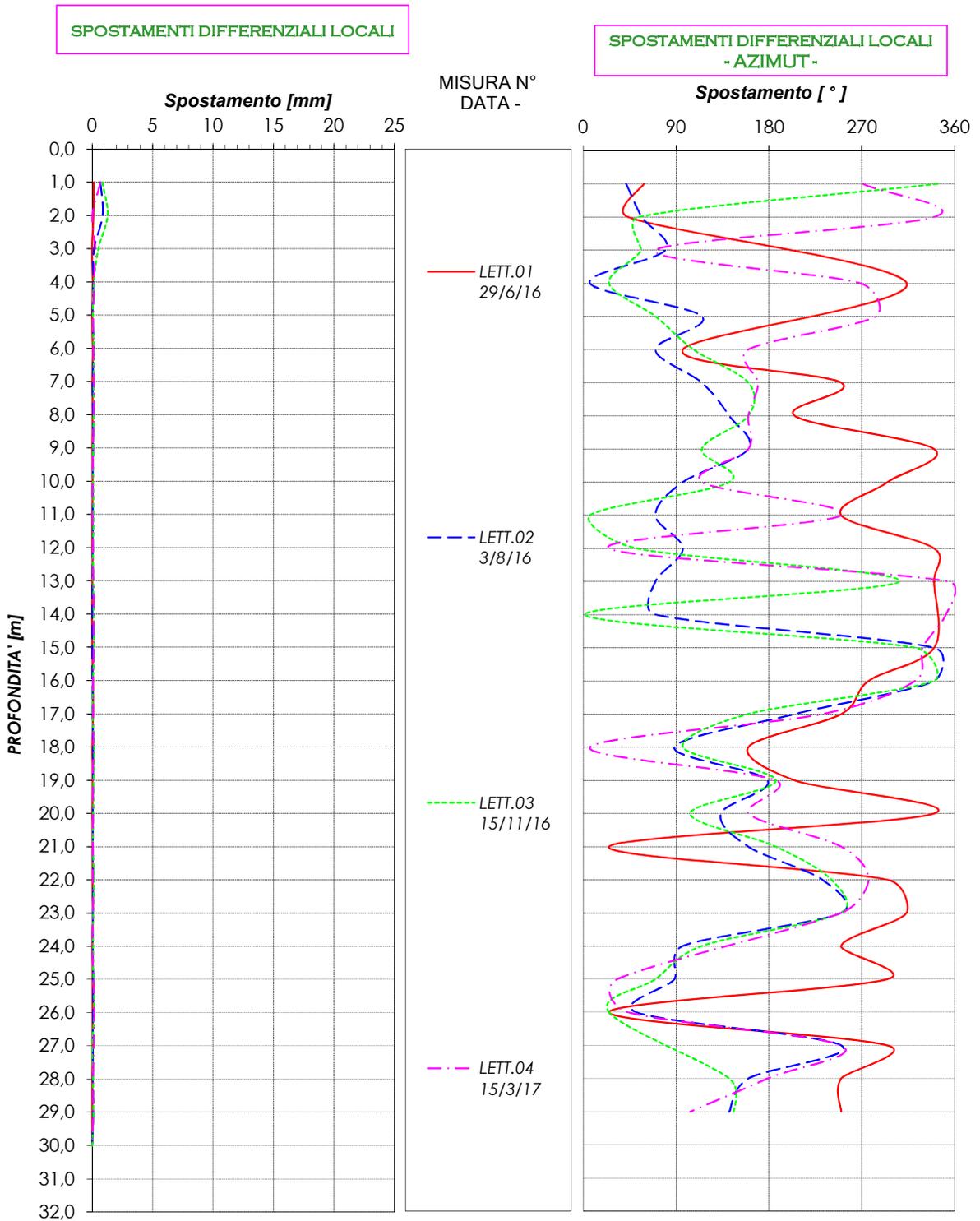


Committente principale **QUADRILATERO Spa**  
Impresa committente **DIRPA 2 Scarl**  
Opera **GALLERIA CROCE DI CALLA**

**MISURE INCLINOMETRICHE  
ELABORAZIONE DA FONDO FORO  
-GRAFICI-**

Ubicazione **PEDEMONTANA**  
Nome tubo **A13.2**  
Azimut di riferimento (°) **160**  
Data lettura di zero **21/06/2016**

Misura **4** IN DATA **15/03/2017**



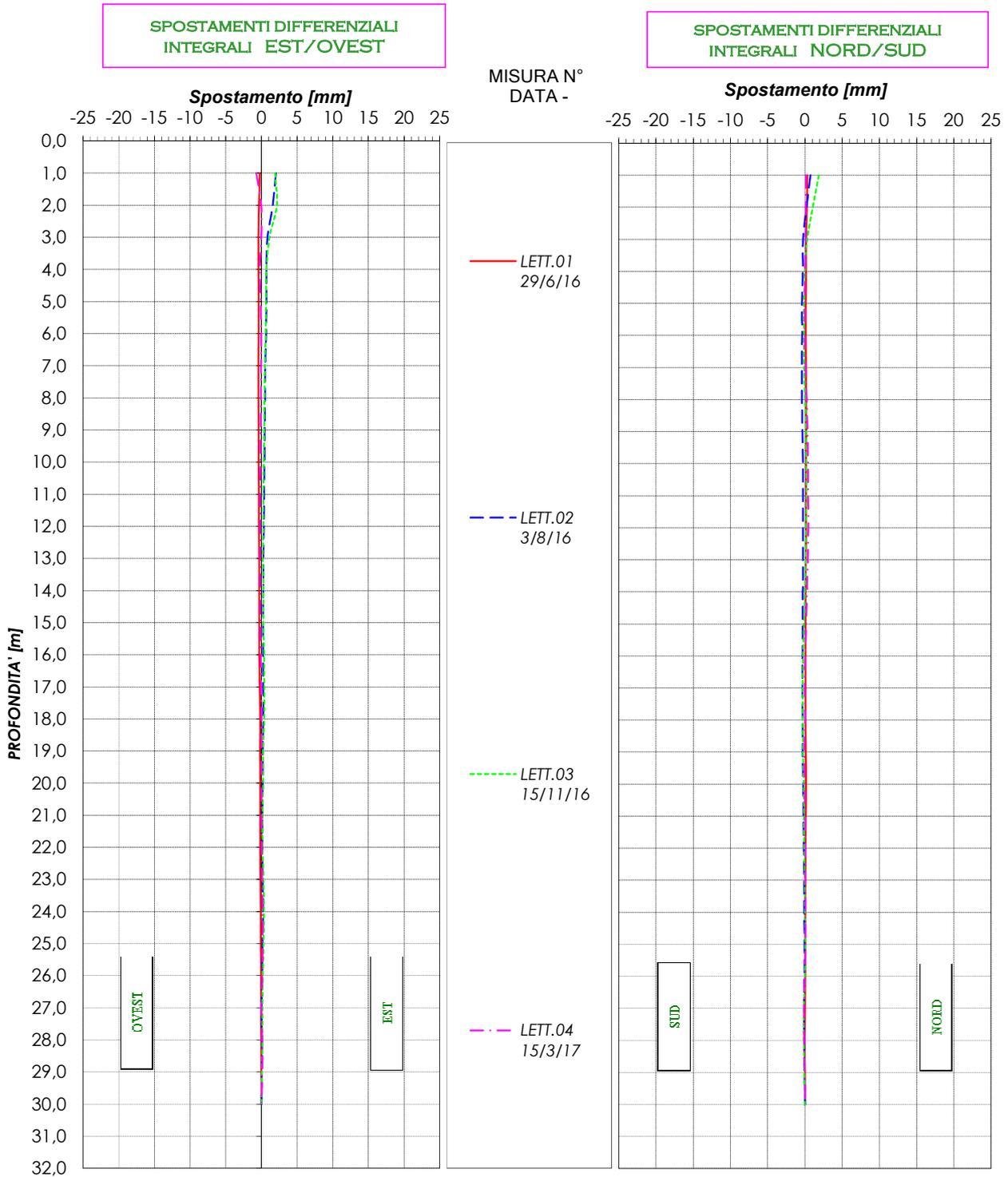


Committente principale **QUADRILATERO Spa**  
Impresa committente **DIRPA 2 Scarl**  
Opera **GALLERIA CROCE DI CALLA**

**MISURE INCLINOMETRICHE  
ELABORAZIONE DA FONDO FORO  
-GRAFICI-**

Ubicazione **PEDEMONTANA**  
Nome tubo **A13.2**  
Azimut di riferimento (°) **160**  
Data lettura di zero **21/06/2016**

Misura **4** IN DATA **15/03/2017**





Committente principale **QUADRILATERO Spa**  
Impresa committente **DIRPA 2 Scarl**  
Opera **GALLERIA CROCE DI CALLA**

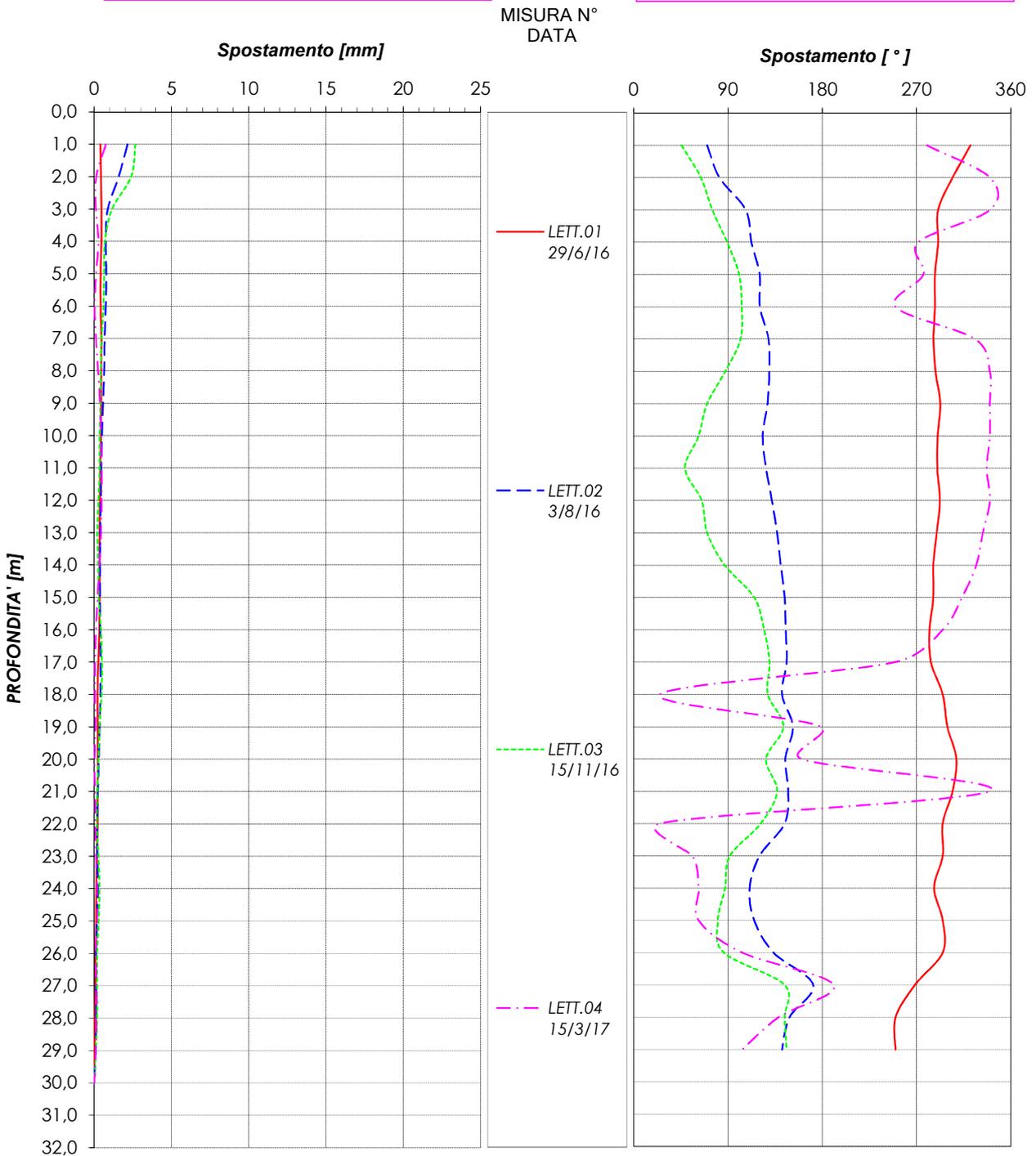
**MISURE INCLINOMETRICHE  
ELABORAZIONE DA FONDO FORO  
-GRAFICI-**

Ubicazione **PEDEMONTANA**  
Nome tubo **A13.2**  
Azimut di riferimento (°) **160**  
Data lettura di zero **21/06/2016**

Misura **4** IN DATA **15/03/2017**

SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI INTEGRALI -  
RISULTANTE -

SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI INTEGRALI -  
AZIMUT -





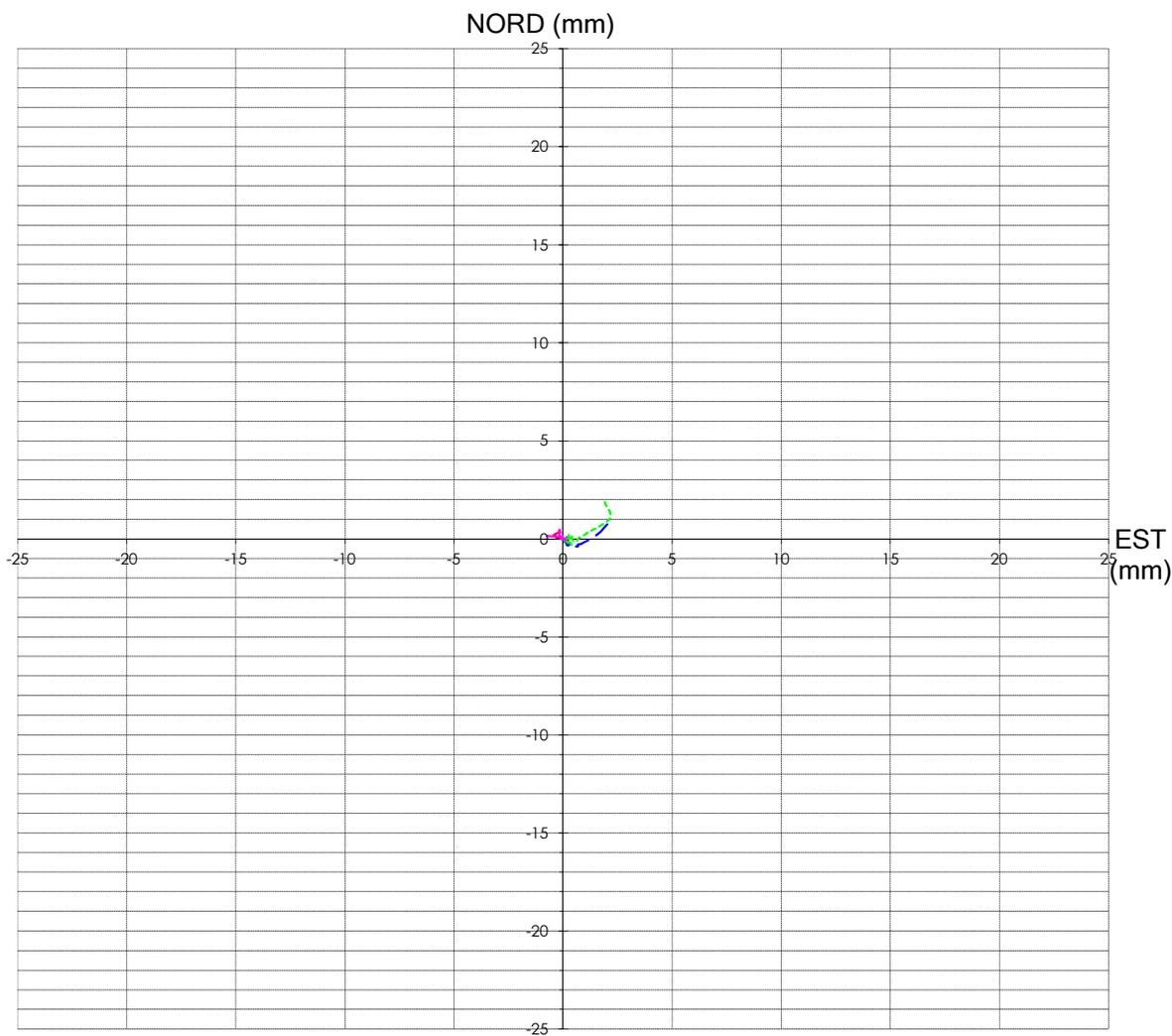
Committente principale **QUADRILATERO Spa**  
Impresa committente **DIRPA 2 Scarl**  
Opera **GALLERIA CROCE DI CALLA**

**MISURE INCLINOMETRICHE  
ELABORAZIONE DA FONDO FORO  
-GRAFICI-**

Ubicazione **PEDEMONTANA**  
Nome tubo **A13.2**  
Azimut di riferimento (°) **160**  
Data lettura di zero **21/06/2016**

Misura **4** IN DATA **15/03/2017**

**SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI INTEGRALI  
-DIAGRAMMA POLARE-**



MISURA N° - DATA

— LETT.01 29/6/16

- - - LETT.02 3/8/16

... LETT.03 15/11/16

- · - LETT.04 15/3/17



Committente principale **QUADRILATERO Spa**  
 Impresa committente **DIRPA 2 Scarl**  
 Opera **GALLERIA CROCE DI CALLA**

**MISURE INCLINOMETRICHE  
 ELABORAZIONE DA FONDO FORO  
 -TABULATI-**

Ubicazione **PEDEMONTANA**  
 Nome tubo **A13.2**  
 Azimut di riferimento (°) **160**  
 Data lettura di zero **21/06/2016**

Misura **4** IN DATA **15/03/2017**

| PROFONDITA' (m) | SPOSTAMENTI LOCALI (mm) |        |            |        | SPOSTAMENTI INTEGRALI (mm) |        |            |        |
|-----------------|-------------------------|--------|------------|--------|----------------------------|--------|------------|--------|
|                 | EST                     | NORD   | RISULTANTE | AZIMUT | EST                        | NORD   | RISULTANTE | AZIMUT |
| 1,0             | -0,696                  | 0,013  | 0,696      | 271,0  | -0,739                     | 0,130  | 0,750      | 280,0  |
| 2,0             | -0,009                  | 0,023  | 0,025      | 340,0  | -0,043                     | 0,117  | 0,125      | 340,0  |
| 3,0             | 0,235                   | 0,086  | 0,250      | 70,0   | -0,034                     | 0,094  | 0,100      | 340,0  |
| 4,0             | -0,158                  | -0,004 | 0,158      | 268,4  | -0,269                     | 0,008  | 0,269      | 271,8  |
| 5,0             | -0,088                  | 0,021  | 0,090      | 283,7  | -0,111                     | 0,013  | 0,112      | 276,6  |
| 6,0             | 0,034                   | -0,094 | 0,100      | 160,0  | -0,023                     | -0,009 | 0,025      | 250,0  |
| 7,0             | 0,028                   | -0,150 | 0,152      | 169,5  | -0,058                     | 0,085  | 0,103      | 326,0  |
| 8,0             | 0,043                   | -0,117 | 0,125      | 160,0  | -0,086                     | 0,235  | 0,250      | 340,0  |
| 9,0             | 0,026                   | -0,070 | 0,075      | 160,0  | -0,128                     | 0,352  | 0,375      | 340,0  |
| 10,0            | 0,032                   | -0,015 | 0,035      | 115,0  | -0,154                     | 0,423  | 0,450      | 340,0  |
| 11,0            | -0,023                  | -0,009 | 0,025      | 250,0  | -0,186                     | 0,438  | 0,476      | 337,0  |
| 12,0            | 0,030                   | 0,064  | 0,071      | 25,0   | -0,162                     | 0,446  | 0,475      | 340,0  |
| 13,0            | -0,011                  | 0,103  | 0,103      | 354,0  | -0,192                     | 0,382  | 0,428      | 333,3  |
| 14,0            | -0,019                  | 0,126  | 0,127      | 351,3  | -0,182                     | 0,280  | 0,334      | 327,0  |
| 15,0            | -0,066                  | 0,109  | 0,127      | 328,7  | -0,162                     | 0,154  | 0,224      | 313,4  |
| 16,0            | -0,049                  | 0,062  | 0,079      | 321,6  | -0,096                     | 0,045  | 0,106      | 295,0  |
| 17,0            | -0,062                  | -0,049 | 0,079      | 231,6  | -0,047                     | -0,017 | 0,050      | 250,0  |
| 18,0            | 0,013                   | 0,111  | 0,112      | 6,6    | 0,015                      | 0,032  | 0,035      | 25,0   |
| 19,0            | -0,006                  | -0,056 | 0,056      | 186,6  | 0,002                      | -0,079 | 0,079      | 178,4  |
| 20,0            | 0,026                   | -0,070 | 0,075      | 160,0  | 0,009                      | -0,023 | 0,025      | 160,0  |
| 21,0            | -0,047                  | -0,017 | 0,050      | 250,0  | -0,017                     | 0,047  | 0,050      | 340,0  |
| 22,0            | -0,056                  | 0,006  | 0,056      | 276,6  | 0,030                      | 0,064  | 0,071      | 25,0   |
| 23,0            | -0,070                  | -0,026 | 0,075      | 250,0  | 0,085                      | 0,058  | 0,103      | 56,0   |
| 24,0            | 0,000                   | 0,000  | 0,000      | 115,0  | 0,156                      | 0,083  | 0,177      | 61,9   |
| 25,0            | 0,068                   | 0,105  | 0,125      | 33,1   | 0,156                      | 0,083  | 0,177      | 61,9   |
| 26,0            | 0,115                   | 0,122  | 0,168      | 43,4   | 0,088                      | -0,021 | 0,090      | 103,7  |
| 27,0            | -0,117                  | -0,043 | 0,125      | 250,0  | -0,028                     | -0,143 | 0,146      | 191,0  |
| 28,0            | 0,002                   | -0,079 | 0,079      | 178,4  | 0,090                      | -0,100 | 0,135      | 138,2  |
| 29,0            | 0,088                   | -0,021 | 0,090      | 103,7  | 0,088                      | -0,021 | 0,090      | 103,7  |
| 30,0            | 0,000                   | 0,000  | 0,000      |        | 0,000                      | 0,000  | 0,000      |        |



Committente principale **QUADRILATERO Spa**  
Impresa committente **DIRPA 2 Scarl**  
Opera **GALLERIA MISTRIANELLO**

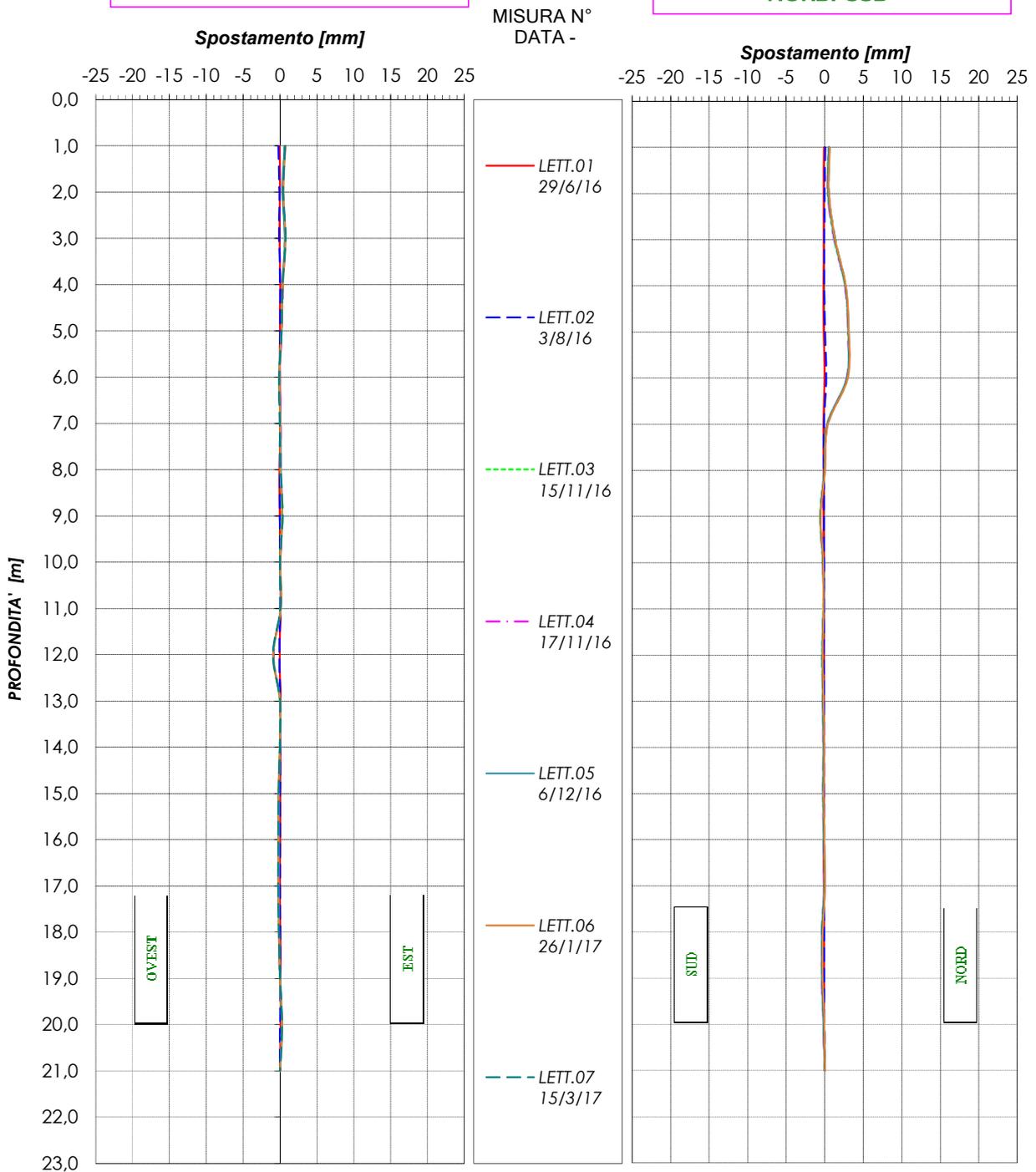
**MISURE INCLINOMETRICHE  
ELABORAZIONE DA FONDO FORO  
-GRAFICI-**

Ubicazione **PEDEMONTANA**  
Nome tubo **A18.2**  
Azimut di riferimento (°) **350**  
Data lettura di zero **21/06/2016**

Misura **7** IN DATA **15/03/2017**

**SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI LOCALI -  
EST/OVEST-**

**SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI LOCALI -  
NORD/SUD-**



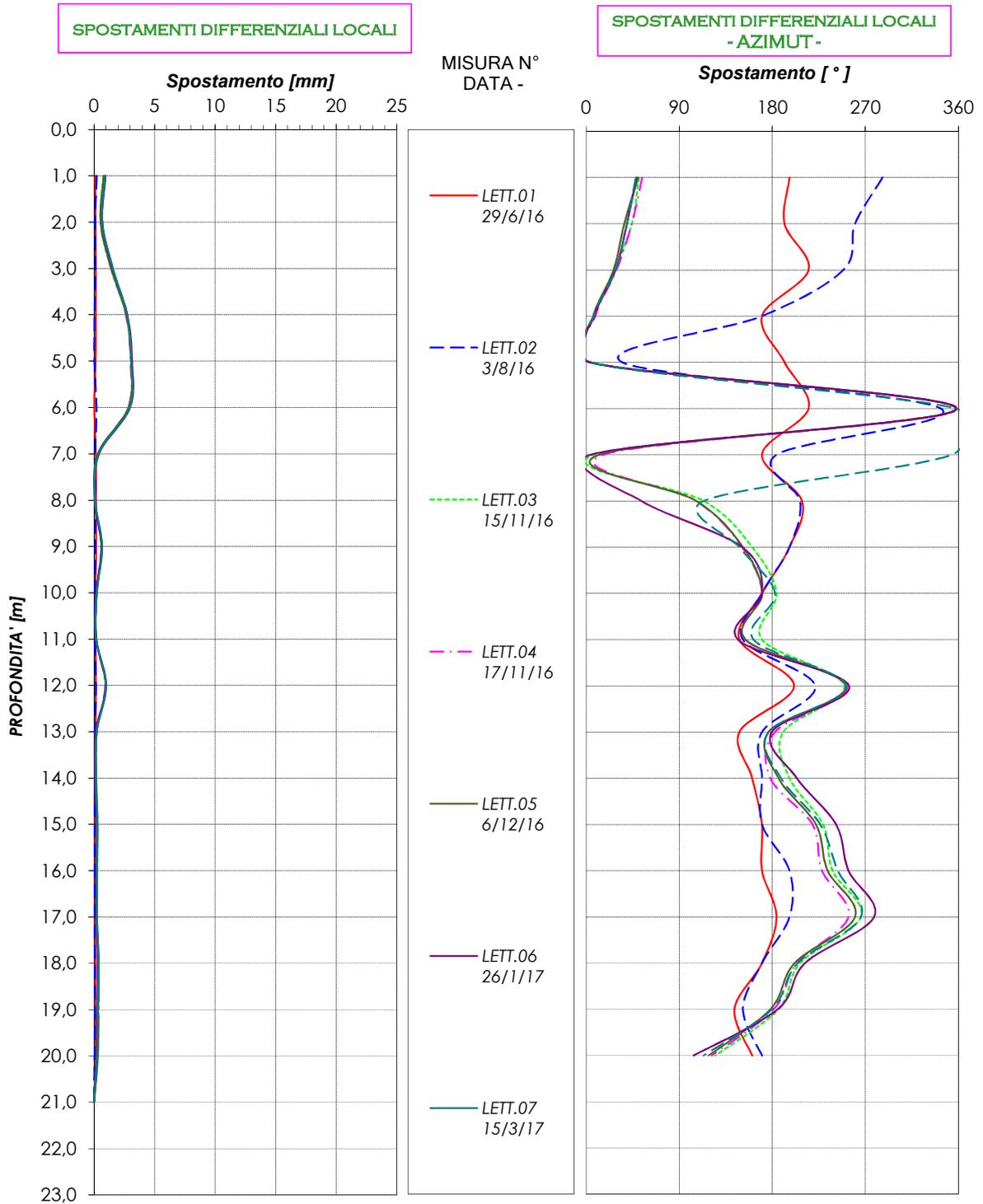


Committente principale **QUADRILATERO Spa**  
Impresa committente **DIRPA 2 Scarl**  
Opera **GALLERIA MISTRIANELLO**

**MISURE INCLINOMETRICHE  
ELABORAZIONE DA FONDO FORO  
-GRAFICI-**

Ubicazione **PEDEMONTANA**  
Nome tubo **A18.2**  
Azimut di riferimento (°) **350**  
Data lettura di zero **21/06/2016**

Misura **7** IN DATA **15/03/2017**





Committente principale **QUADRILATERO Spa**  
Impresa committente **DIRPA 2 Scarl**  
Opera **GALLERIA MISTRIANELLO**

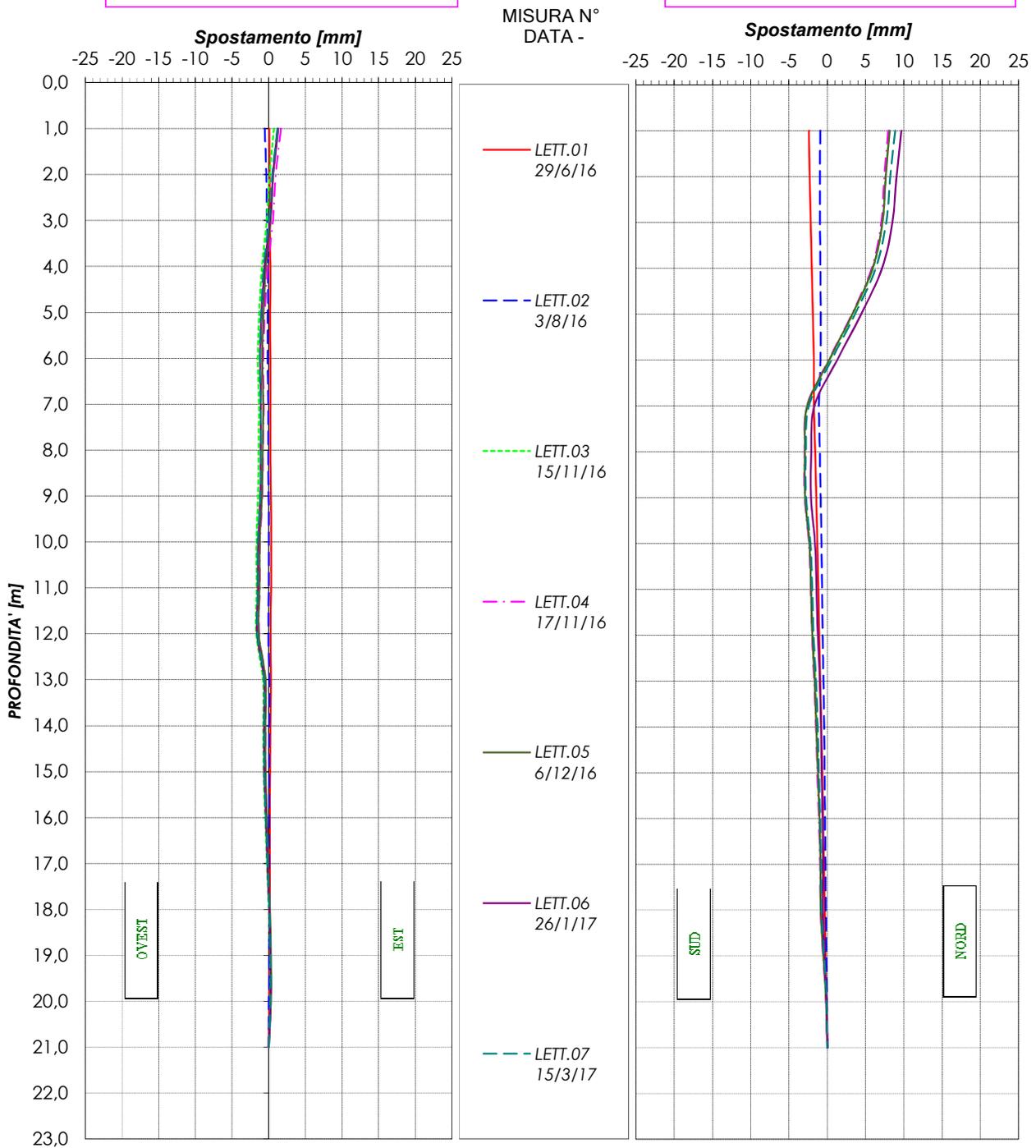
**MISURE INCLINOMETRICHE  
ELABORAZIONE DA FONDO FORO  
-GRAFICI-**

Ubicazione **PEDEMONTANA**  
Nome tubo **A18.2**  
Azimut di riferimento (°) **350**  
Data lettura di zero **21/06/2016**

Misura **7** IN DATA **15/03/2017**

**SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI  
INTEGRALI EST/OVEST**

**SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI  
INTEGRALI NORD/SUD**





Committente principale **QUADRILATERO Spa**  
Impresa committente **DIRPA 2 Scarl**  
Opera **GALLERIA MISTRIANELLO**

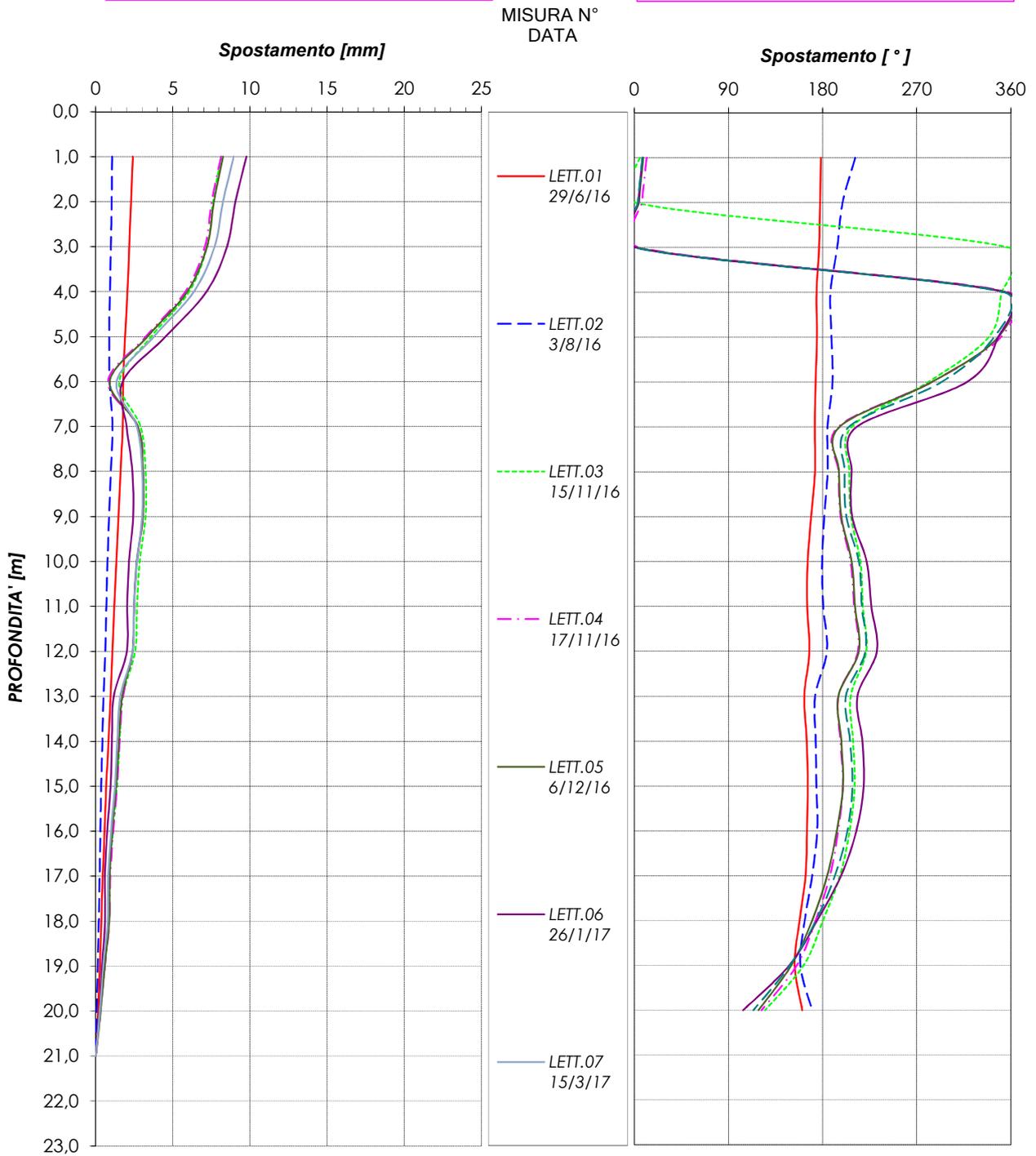
**MISURE INCLINOMETRICHE  
ELABORAZIONE DA FONDO FORO  
-GRAFICI-**

Ubicazione **PEDEMONTANA**  
Nome tubo **A18.2**  
Azimut di riferimento (°) **350**  
Data lettura di zero **21/06/2016**

Misura **7** IN DATA **15/03/2017**

**SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI INTEGRALI -  
RISULTANTE -**

**SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI INTEGRALI -  
AZIMUT -**





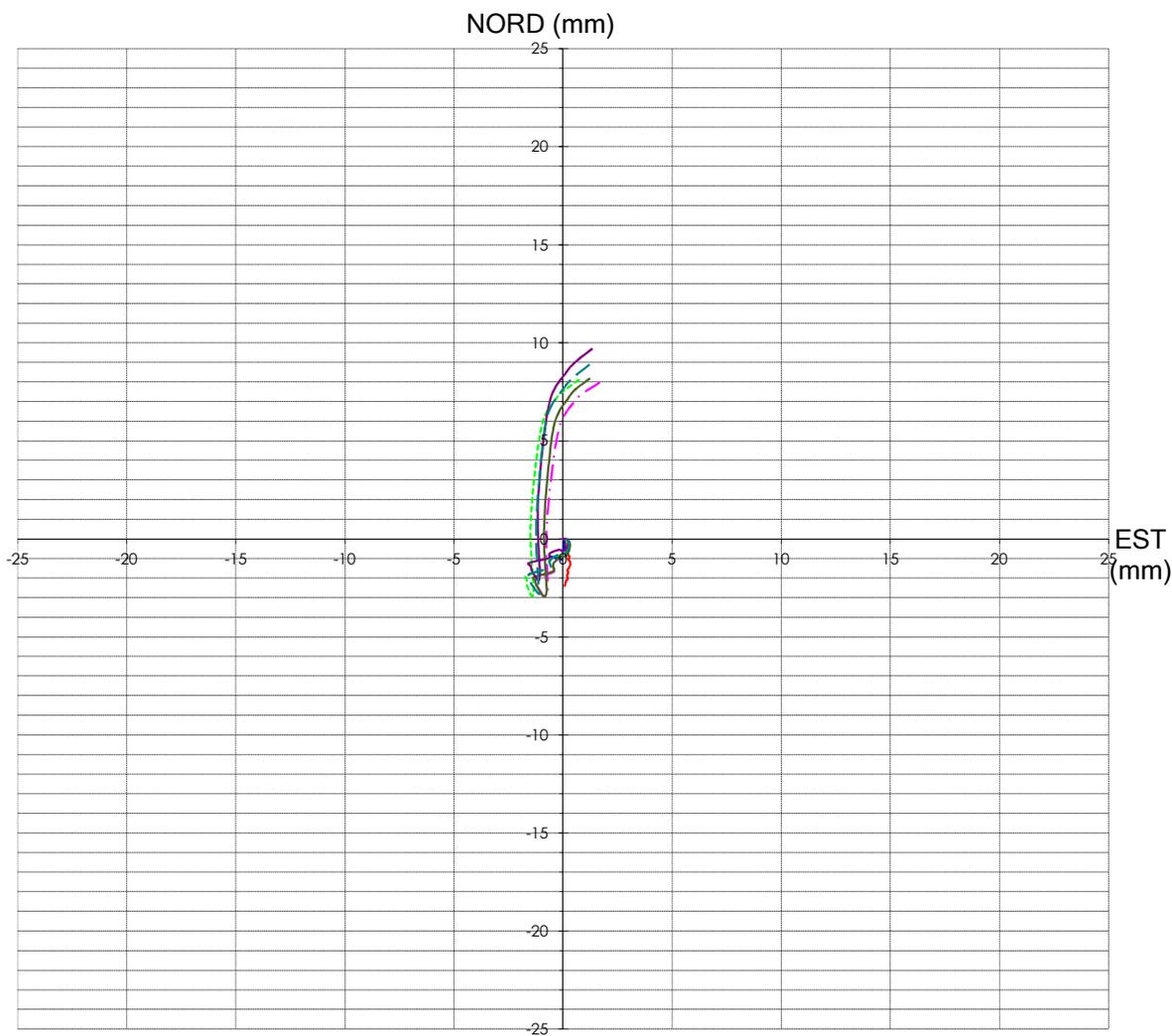
Committente principale **QUADRILATERO Spa**  
Impresa committente **DIRPA 2 Scarl**  
Opera **GALLERIA MISTRIANELLO**

**MISURE INCLINOMETRICHE  
ELABORAZIONE DA FONDO FORO  
-GRAFICI-**

Ubicazione **PEDEMONTANA**  
Nome tubo **A18.2**  
Azimut di riferimento (°) **350**  
Data lettura di zero **21/06/2016**

Misura **7** IN DATA **15/03/2017**

**SPOSTAMENTI DIFFERENZIALI INTEGRALI  
-DIAGRAMMA POLARE-**



MISURA N° - DATA

- LETT.01 29/6/16
- - LETT.02 3/8/16
- - - LETT.03 15/11/16
- · - LETT.04 17/11/16
- LETT.05 6/12/16
- LETT.06 26/1/17
- - - LETT.07 15/3/17



Committente principale **QUADRILATERO Spa**  
Impresa committente **DIRPA 2 Scarl**  
Opera **GALLERIA MISTRIANELLO**

**MISURE INCLINOMETRICHE  
ELABORAZIONE DA FONDO FORO  
-TABULATI-**

Ubicazione **PEDEMONTANA**  
Nome tubo **A18.2**  
Azimut di riferimento (°) **350**  
Data lettura di zero **21/06/2016**

Misura **7** IN DATA **15/03/2017**

| PROFONDITA' (m) | SPOSTAMENTI LOCALI (mm) |        |            |        | SPOSTAMENTI INTEGRALI (mm) |        |            |        |
|-----------------|-------------------------|--------|------------|--------|----------------------------|--------|------------|--------|
|                 | EST                     | NORD   | RISULTANTE | AZIMUT | EST                        | NORD   | RISULTANTE | AZIMUT |
| 1,0             | 0,701                   | 0,631  | 0,943      | 48,0   | 1,179                      | 8,864  | 8,942      | 7,6    |
| 2,0             | 0,439                   | 0,534  | 0,691      | 39,4   | 0,478                      | 8,233  | 8,247      | 3,3    |
| 3,0             | 0,747                   | 1,376  | 1,566      | 28,5   | 0,039                      | 7,699  | 7,699      | 0,3    |
| 4,0             | 0,336                   | 2,699  | 2,720      | 7,1    | -0,709                     | 6,323  | 6,363      | 353,6  |
| 5,0             | 0,193                   | 3,080  | 3,086      | 3,6    | -1,045                     | 3,624  | 3,771      | 343,9  |
| 6,0             | -0,114                  | 2,950  | 2,952      | 357,8  | -1,238                     | 0,543  | 1,352      | 293,7  |
| 7,0             | -0,045                  | 0,398  | 0,401      | 353,6  | -1,124                     | -2,407 | 2,656      | 205,0  |
| 8,0             | 0,083                   | -0,036 | 0,090      | 113,7  | -1,079                     | -2,805 | 3,006      | 201,0  |
| 9,0             | 0,355                   | -0,572 | 0,673      | 148,2  | -1,162                     | -2,769 | 3,003      | 202,8  |
| 10,0            | -0,010                  | -0,230 | 0,230      | 182,5  | -1,517                     | -2,197 | 2,669      | 214,6  |
| 11,0            | 0,055                   | -0,168 | 0,177      | 161,9  | -1,506                     | -1,966 | 2,477      | 217,5  |
| 12,0            | -0,959                  | -0,321 | 1,011      | 251,5  | -1,561                     | -1,798 | 2,382      | 221,0  |
| 13,0            | 0,014                   | -0,226 | 0,226      | 176,3  | -0,603                     | -1,477 | 1,595      | 202,2  |
| 14,0            | -0,023                  | -0,156 | 0,158      | 188,4  | -0,617                     | -1,251 | 1,395      | 206,3  |
| 15,0            | -0,196                  | -0,187 | 0,270      | 226,3  | -0,594                     | -1,095 | 1,245      | 208,5  |
| 16,0            | -0,233                  | -0,117 | 0,261      | 243,3  | -0,398                     | -0,908 | 0,992      | 203,7  |
| 17,0            | -0,251                  | -0,019 | 0,251      | 265,7  | -0,165                     | -0,791 | 0,808      | 191,8  |
| 18,0            | -0,165                  | -0,359 | 0,395      | 204,7  | 0,085                      | -0,772 | 0,777      | 173,7  |
| 19,0            | 0,003                   | -0,304 | 0,304      | 179,5  | 0,250                      | -0,413 | 0,483      | 148,7  |
| 20,0            | 0,248                   | -0,109 | 0,270      | 113,7  | 0,248                      | -0,109 | 0,270      | 113,7  |
| 21,0            | 0,000                   | 0,000  | 0,000      |        | 0,000                      | 0,000  | 0,000      |        |