



ANAS S.p.A.

DIREZIONE REGIONALE PER LA SICILIA

PA17/08

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 - Svincolo Manganaro incluso) compresi raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121

Bolognetta S.c.p.a.

Contraente Generale:
Ing. Pierfrancesco Paglini

Il Responsabile Ambientale:
Dott. Maurizio D'angelo

- PERIZIA DI VARIANTE N.2 -

BOLOGNETTA S.c.p.a.



Titolo elaborato:

GEOLOGIA GEOTECNICA E SISMICA Indagini geognostiche

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio

Codice Unico Progetto (CUP) : F41B03000230001

Codice elaborato:	OPERA	ARGOMENTO	DOC. E PROG.	FASE	REVISIONE
PA17/08	P V	I G	R T 1 3	5	0

CARTELLA:	FILE NAME:	NOTE:	PROT.	SCALA:
	PVIGRT13_50_4137		4 1 3 7	
5				
4				
3				
2				
1				
0	PRIMA EMISSIONE		APRILE 2017	S. FERRO S. Fortino D. Tironi
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO VERIFICATO APPROVATO

Progettisti :



ENSER^{srl} SOCIETA' DI INGEGNERIA



Viale Baccarini, 29 - 48018 FAENZA (RA) tel. 0546-663423
Via Zaccani, 16 - 40127 BOLOGNA (BO) tel. 051-245663
Via Andrea Costa, 115 - 47822 SANTARCANGELO DI ROMAGNA (RN) tel. 0541-1832933
ingegneria@enser.it - www.enser.it - P.E.C.: ensersrl-ra@legalmail.it

Il Progettista Responsabile
Prof. Ing. Gianfranco Marchi

Il Geologo
Dott. Stefano Ferro

Il Coordinatore per la Sicurezza
in fase di esecuzione:
Ing. Francesco Cocciante

Il Direttore dei Lavori:
Ing. Sandro Favero



Il Coordinatore per la sicurezza
in fase di Esecuzione
Ing. Francesco Cocciante



ANAS S.p.A.

DATA: _____ PROTOCOLLO: _____ VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

CODICE PROGETTO **LO410C E 1101**

Dott. Ing. Ettore de Cesbron de la Grennelais

INDICE

INDICE.....	1
1 PREMESSA.....	4
1.1 Documenti di riferimento.....	4
2 OSSERVAZIONI DI CARATTERE GENERALE SUL MONITORAGGIO	6
3 PK 12+657, SVINCOLO MEZZOJUSO	7
3.1 Dati del monitoraggio.....	7
3.1.1 Monitoraggio inclinometrico.....	7
3.2 Dissesti su manufatti esistenti e sui versanti.....	8
3.3 Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio.....	10
4 PK 25+917, VIADOTTO ESISTENTE VE10 – FERRUZZE 1 E NUOVO VIADOTTO VN03 ...	13
4.1 Dati del monitoraggio.....	13
4.1.1 Monitoraggio inclinometrico.....	13
4.1.1.1 Inclinometro New2, pk 25+984	13
4.1.1.2 S02_15b_INCL, pk 25+990	14
4.1.1.3 SD16bisIncl, pk 26+040.....	15
4.1.1.4 SD14Incl, pk 26+335	15
4.1.1.5 S03_15b_INCL, pk 26+370	16
4.1.1.6 S04_15b_INCL, pk 26+460	17
4.1.1.7 SD15bisIncl, pk 26+550.....	18
4.2 Dissesti su manufatti esistenti e sui versanti.....	19
4.3 Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio.....	21
5 PK 27+730	24
5.1 Dati del monitoraggio.....	24
5.1.1 Monitoraggio inclinometrico.....	24
5.1.1.1 Inclinometro S05_15b_INCL, pk 27+685	24
5.1.1.2 Inclinometro S06_15b_INCL, pk 27+730	25
5.2 Dissesti su manufatti esistenti e sui versanti.....	26
5.3 Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio.....	28
6 PK 28+981, OPERA OS39 E VIADOTTO ESISTENTE VE12 S.MARIA 2.....	31
6.1 Dati del monitoraggio.....	31
6.1.1 Monitoraggio inclinometrico.....	31
6.2 Dissesti su manufatti esistenti e sui versanti.....	32
6.3 Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio.....	34

7	PK 30+357	37
7.1	Dati del monitoraggio.....	37
7.1.1	Monitoraggio inclinometrico.....	37
7.1.1.1	Inclinometro S07_15b_INCL, pk 30+355	37
7.1.1.2	Inclinometro 4.17 S08_15b_INCL, pk 30+385	38
7.2	Dissesti su manufatti esistenti e sui versanti.....	39
7.3	Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio.....	42
8	PK 30+550, OPERA OS44 DI PEA E SUCCESSIVA VARIANTE.....	44
8.1	Dati del monitoraggio.....	44
8.1.1	Monitoraggio inclinometrico.....	44
8.1.1.1	Inclinometro S1In_OS44_2015, pk 30+545	44
8.1.1.2	Inclinometro S1In_OS44_BIS, pk 30+545.....	45
8.2	Dissesti su manufatti esistenti e sui versanti.....	46
8.3	Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio.....	47
9	PK 31+087	50
9.1	Dati del monitoraggio.....	51
9.1.1	Monitoraggio inclinometrico.....	51
9.1.1.1	Inclinometro S09_15b_INCL, pk 30+880	51
9.1.1.2	Inclinometro S10_15b_INCL, pk 31+085	52
9.2	Dissesti su manufatti esistenti e sui versanti.....	52
9.3	Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio.....	54
10	PK 31+518, OPERE OS45B, GALLERIA SAN GIORGIO GA01 e OS46	57
10.1	Dati del monitoraggio	57
10.1.1	Monitoraggio inclinometrico	57
10.1.1.1	Inclinometro SD20bisIncl, pk 31+512	57
10.1.1.2	Inclinometro S1In_OS46_2015, pk 31+740	58
10.1.1.3	Inclinometro SG1, pk 31+732	58
10.1.1.4	Inclinometro SG2, pk 31+710	59
10.1.1.5	Inclinometro SG3, pk 31+565	59
10.1.1.6	Inclinometro SG4, pk 31+565	59
10.1.1.7	Inclinometro SG5, pk 31+505	59
10.1.1.8	Inclinometro SG6, pk 31+510	59
10.2	Dissesti su manufatti esistenti e sui versanti.....	59
10.3	Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio	62

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio

11	PK 32+474, VIADOTTO ESISTENTE VE15 – MONTAGNOLA 1 E NUOVO VIADOTTO VN05 65	
11.1	Dati del monitoraggio	66
11.1.1	Monitoraggio inclinometrico	66
11.1.1.1	Inclinometro BH1_I, pk 32+680	66
11.1.1.2	Inclinometro BH2_I, BH2_I, pk 32+540.....	67
11.1.1.3	Inclinometro: BH3_I, pk 32+670	67
11.1.1.4	Inclinometro: BH4_I, pk 32+600	67
11.2	Dissesti su manufatti esistenti e sui versanti.....	68
11.3	Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio	71
12	PK 33+077 ÷ PK 33+377	74
12.1	Dati del monitoraggio	74
12.1.1	Monitoraggio inclinometrico	74
12.1.1.1	Inclinometro: S11_15b_INCL, pk 33+080	74
12.1.1.2	Inclinometro: S12_15b_INCL, pk 33+375	75
12.2	Dissesti su manufatti esistenti e sui versanti.....	76
12.3	Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio	78
13	CONCLUSIONI.....	81

1 PREMESSA

Sulla base delle indicazioni della strumentazione di monitoraggio (piezometri e inclinometri), dei dissesti rilevabili in sito e della morfologia di superficie verrà data una prima possibile interpretazione geomorfologica delle problematiche di dissesto e dei cinatismi attivi nei vari tratti.

Tale analisi verrà sviluppata per le tratte nel seguito elencate per le quali ad oggi si hanno evidenze di dissesti e/o di possibili problematiche con esclusione della tratta in corrispondenza del viadotto Scorciavacche 2 per la quale è in corso una indagine della Procura:

- pk 12+657, svincolo MezzoJuso
- pk 25+917, viadotto esistente VE10 – FERRUZZE 1 e nuovo viadotto VN03
- pk 27+730
- pk 28+981, opera OS39 e VIADOTTO ESISTENTE VE12 S.MARIA 2
- pk 30+357
- pk 30+550, opera OS44 di PEA e successiva variante
- pk 31+087
- pk 31+518, opere OS45B, galleria San Giorgio GA01 e OS46
- pk 32+474, viadotto esistente VE15 – MONTAGNOLA 1 e nuovo viadotto VN05
- pk 33+077 ÷ pk 33+377

1.1 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Il presente documento si basa sui seguenti documenti di riferimento.

- PLANIMETRIE CON UBICAZIONE INDAGINI
 - PEIGC001_50_4137 - Planimetria ubicazione delle indagini geognostiche - Tav. 1/19
 - PEIGC002_50_4137 - Planimetria ubicazione delle indagini geognostiche - Tav. 2/19
 - PEIGC003_50_4137 - Planimetria ubicazione delle indagini geognostiche - Tav. 3/19
 - PEIGC004_50_4137 - Planimetria ubicazione delle indagini geognostiche - Tav. 4/19
 - PEIGC005_50_4137 - Planimetria ubicazione delle indagini geognostiche - Tav. 5/19

- PEIGC006_50_4137 - Planimetria ubicazione delle indagini geognostiche - Tav. 6/19
- PEIGC007_50_4137 - Planimetria ubicazione delle indagini geognostiche - Tav. 7/19
- PEIGC008_50_4137 - Planimetria ubicazione delle indagini geognostiche - Tav. 8/19
- PEIGC009_50_4137 - Planimetria ubicazione delle indagini geognostiche - Tav. 9/19
- PEIGC010_50_4137 - Planimetria ubicazione delle indagini geognostiche - Tav. 10/19
- PEIGC011_50_4137 - Planimetria ubicazione delle indagini geognostiche - Tav. 11/19
- PEIGC012_50_4137 - Planimetria ubicazione delle indagini geognostiche - Tav. 12/19
- PEIGC013_50_4137 - Planimetria ubicazione delle indagini geognostiche - Tav. 13/19
- PEIGC014_50_4137 - Planimetria ubicazione delle indagini geognostiche - Tav. 14/19
- PEIGC015_50_4137 - Planimetria ubicazione delle indagini geognostiche - Tav. 15/19
- PEIGC016_50_4137 - Planimetria ubicazione delle indagini geognostiche - Tav. 16/19
- PEIGC017_50_4137 - Planimetria ubicazione delle indagini geognostiche - Tav. 17/19
- PEIGC018_50_4137 - Planimetria ubicazione delle indagini geognostiche - Tav. 18/19
- PEIGC019_50_4137 - Planimetria ubicazione delle indagini geognostiche - Tav. 19/19

- RELAZIONI
 - PVIGRT08_50_4137 - Relazione sulle indagini geognostiche integrative 2015-2017
 - PVIGRT09_50_4137 - Relazione sul monitoraggio inclinometrico
 - PVIGRT10_50_4137 - Relazione sul monitoraggio piezometrico

- ELABORATI RELATIVI ALLO STUDIO IDROGEOLOGICO

TAV.1	PVGEP058_50_4137	Tratto da Pk 00+000 a Pk 05+500
TAV.2	PVGEP059_50_4137	Tratto da Pk 05+500 a Pk 10+900
TAV.3	PVGEP060_50_4137	Tratto da Pk 10+900 a Pk 17+500
TAV.4	PVGEP061_50_4137	Tratto da Pk 17+500 a Pk 23+000
TAV.5	PVGEP062_50_4137	Tratto da Pk 23+000 a Pk 29+000
TAV.6	PVGEP063_50_4137	Tratto da Pk 29+000 a Pk 34+220

2 OSSERVAZIONI DI CARATTERE GENERALE SUL MONITORAGGIO

Prima di entrare nel merito di ogni singola tratta si ritiene opportuno evidenziare alcune informazioni di carattere generale desunte dall'interpretazione del monitoraggio attualmente in essere che è costituito da inclinometri e piezometri. L'analisi di dettaglio dei dati di monitoraggio è riportata nelle relazioni dedicate:

- PVIGRT09_50_4137 - Relazione sul monitoraggio inclinometrico,
- PVIGRT10_50_4137 - Relazione sul monitoraggio piezometrico,

a cui si rimanda per i dettagli. In questa sede si ritiene opportuno evidenziare i seguenti aspetti di sintesi:

A. MONITORAGGIO INCLINOMETRICO

- Esistenza di movimenti profondi localizzati fra i 10.0 e 30.0 m da p.c. come risulta dagli inclinometri: SD8Incl (pk 12+320), S06_15b_INCL (pk 27+730), S07_15b_INCL (pk 30+355), S08_15b_INCL (pk 30+385), S1In_OS44_BIS (pk 30+545), S10_15b_INCL (pk 31+085), BH4_I (pk32+600), S11_15b_INCL (pk 33+080), S12_15b_INCL (pk 33+375).
- Dall'esame dell'andamento delle velocità di spostamento emerge che le velocità più elevate si registrano nei mesi invernali e primaverili, con generalmente nell'ordine dei 70÷120 mm/anno.

B. MONITORAGGIO PIEZOMETRICO

- Il livello di falda subisce oscillazioni di qualche metro fra il periodo invernale e quello estivo.
- Mediamente il livello di falda è a qualche metro da p.c., ma nel periodo invernale è prossimo al p.c.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio

3 PK 12+657, SVINCOLO MEZZOJUSO

Nella planimetria della figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico in prossimità della Pk 12+657 ed è individuata la posizione dell'inclinometro SD8INC.

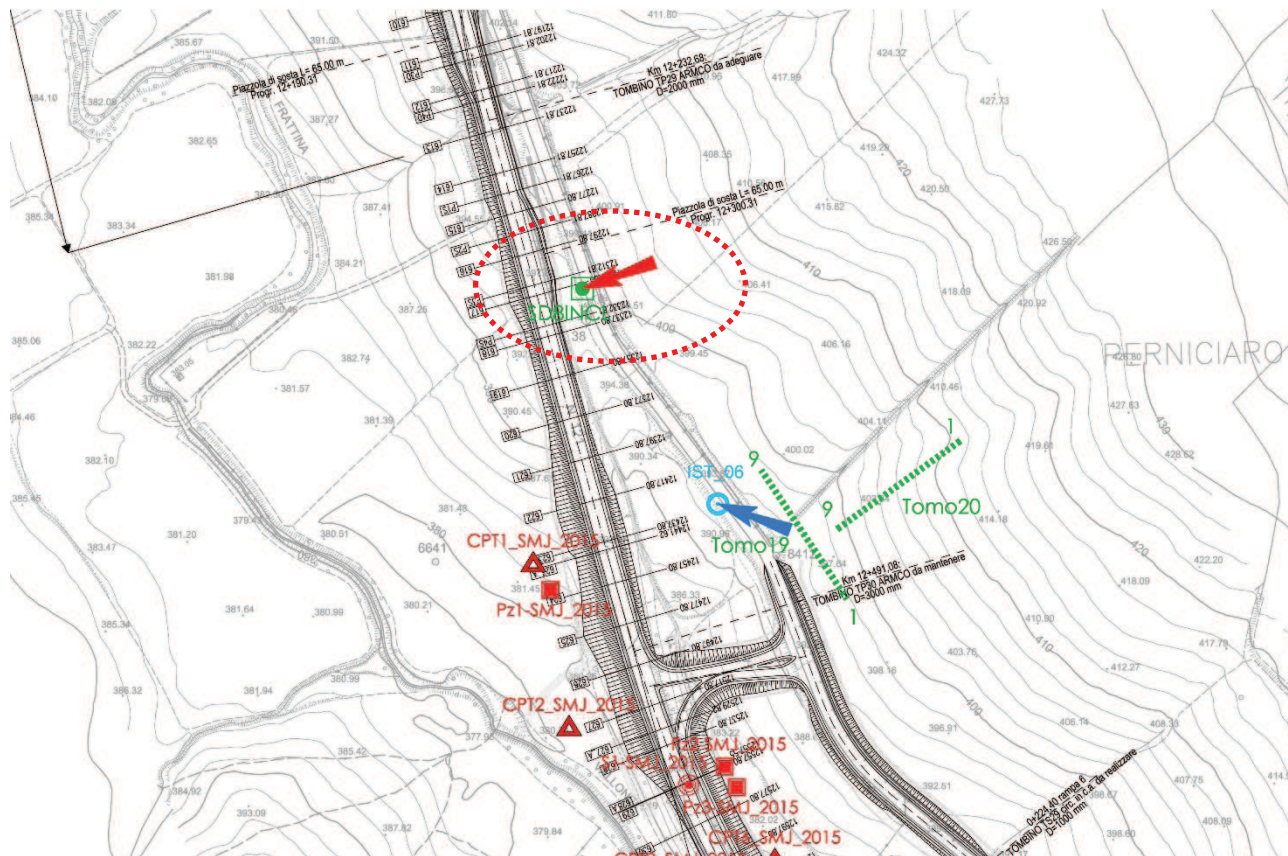


Figura 1: PK 12+657, SVINCOLO MEZZOJUSO. Planimetria ubicazione indagini

3.1 DATI DEL MONITORAGGIO

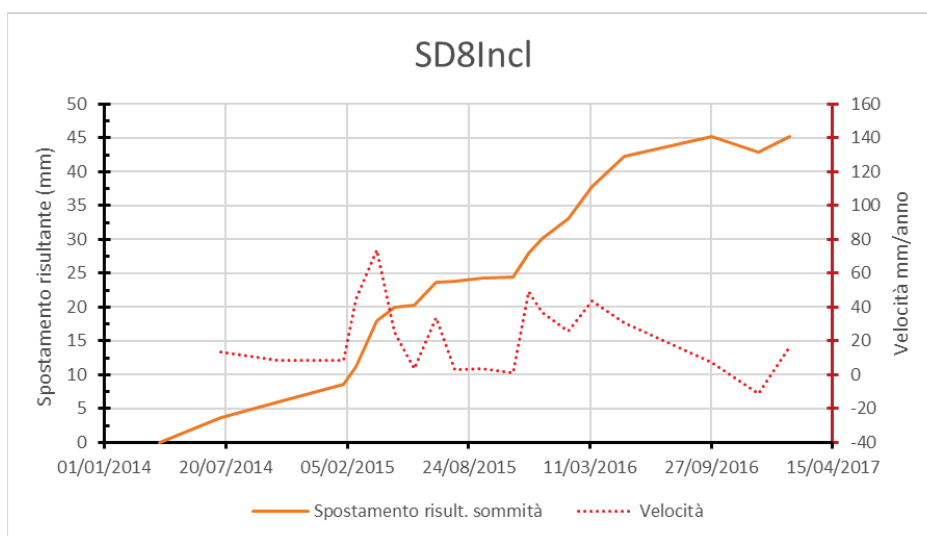
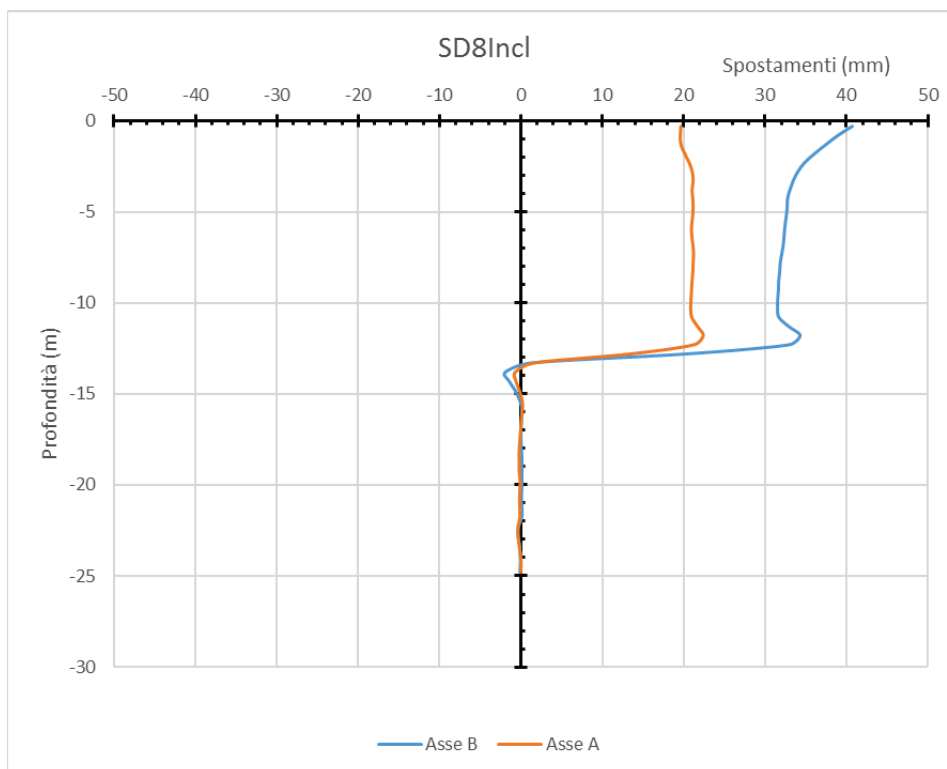
3.1.1 Monitoraggio inclinometrico

L'inclinometro SD8Incl, pk 12+320, evidenzia uno spostamento netto alla profondità di 13.0-14.0 m da piano campagna, con spostamenti complessivi pari a circa 45 mm a testa tubo. I movimenti appaiono comunque molto lenti, con velocità media di circa 1.5 cm/anno.

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio



3.2 DISSESTI SU MANUFATTI ESISTENTI E SUI VERSANTI

Da un punto di vista geomorfologico il versante si presenta con una pendenza dolce e con ondulazioni, in particolare a valle della strada esistente si nota una zona di rigonfiamento, in prossimità del fondovalle. Nelle foto seguenti sono riportate alcune viste dell'area oggetto di studio.

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio



Figura 2: PK 12+657, SVINCOLO MEZZOJUSO. Versante a monte della viabilità.



Figura 3: PK 12+657, SVINCOLO MEZZOJUSO. Versante a valle della viabilità.

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio

3.3 INTERPRETAZIONE GEOMORFOLOGICA DEI DISSESTI E DEI DATI DI MONITORAGGIO

Sulla base dei dati disponibili si ritiene che lo sketch di Figura 4 sia rappresentativo delle problematiche di dissesto dell'area. Il cinematismo individuato è quello di un movimento gravitativo che coinvolge la coltre con uno spessore di circa 13÷14 m. Planimetricamente si ritiene che l'area in movimento sia quella individuata nella Figura 5.

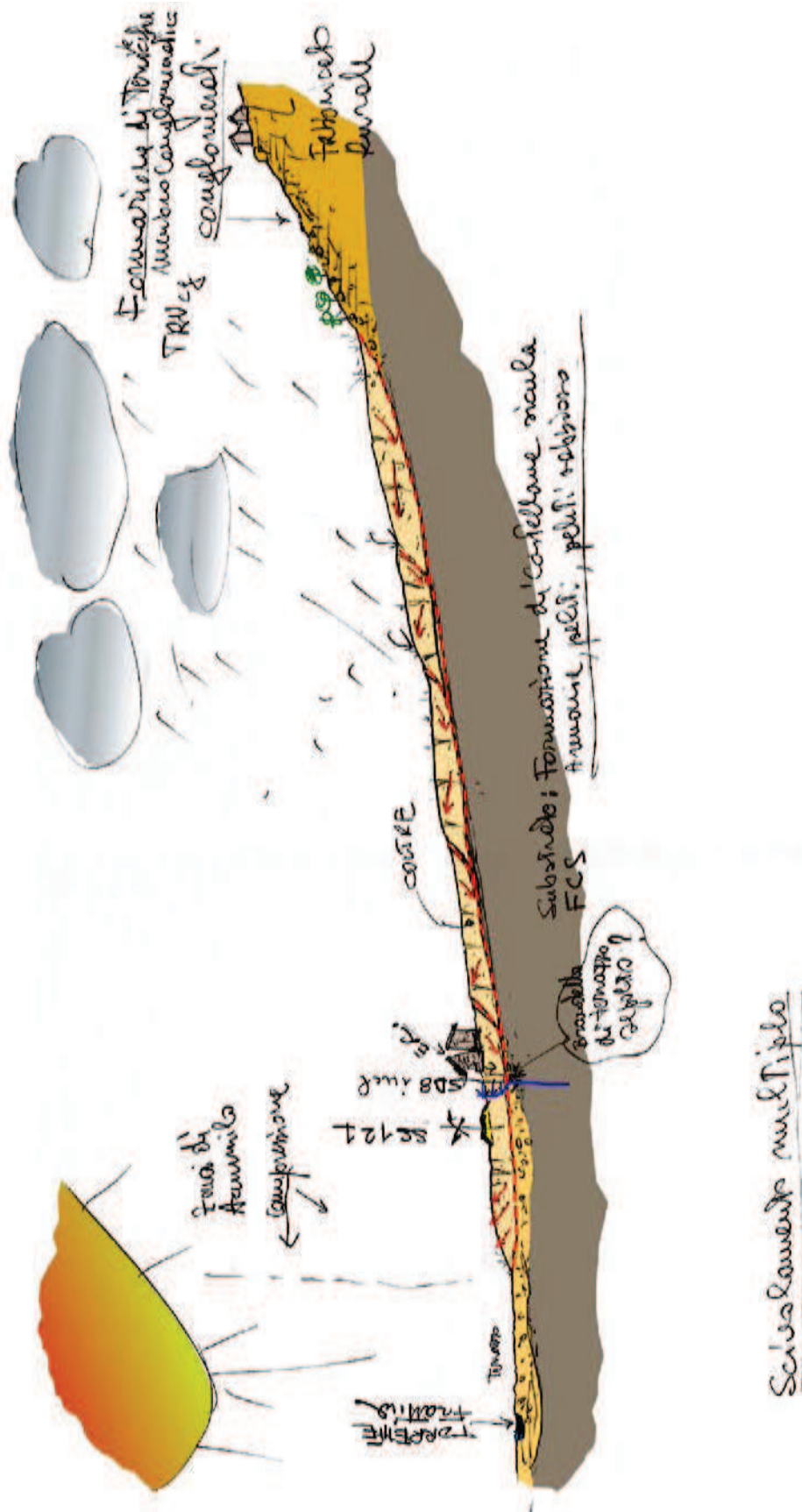


Figura 4: PK 12+657, SVINCOLO MEZZOJUSO. Sketch interpretativo dissesti

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio

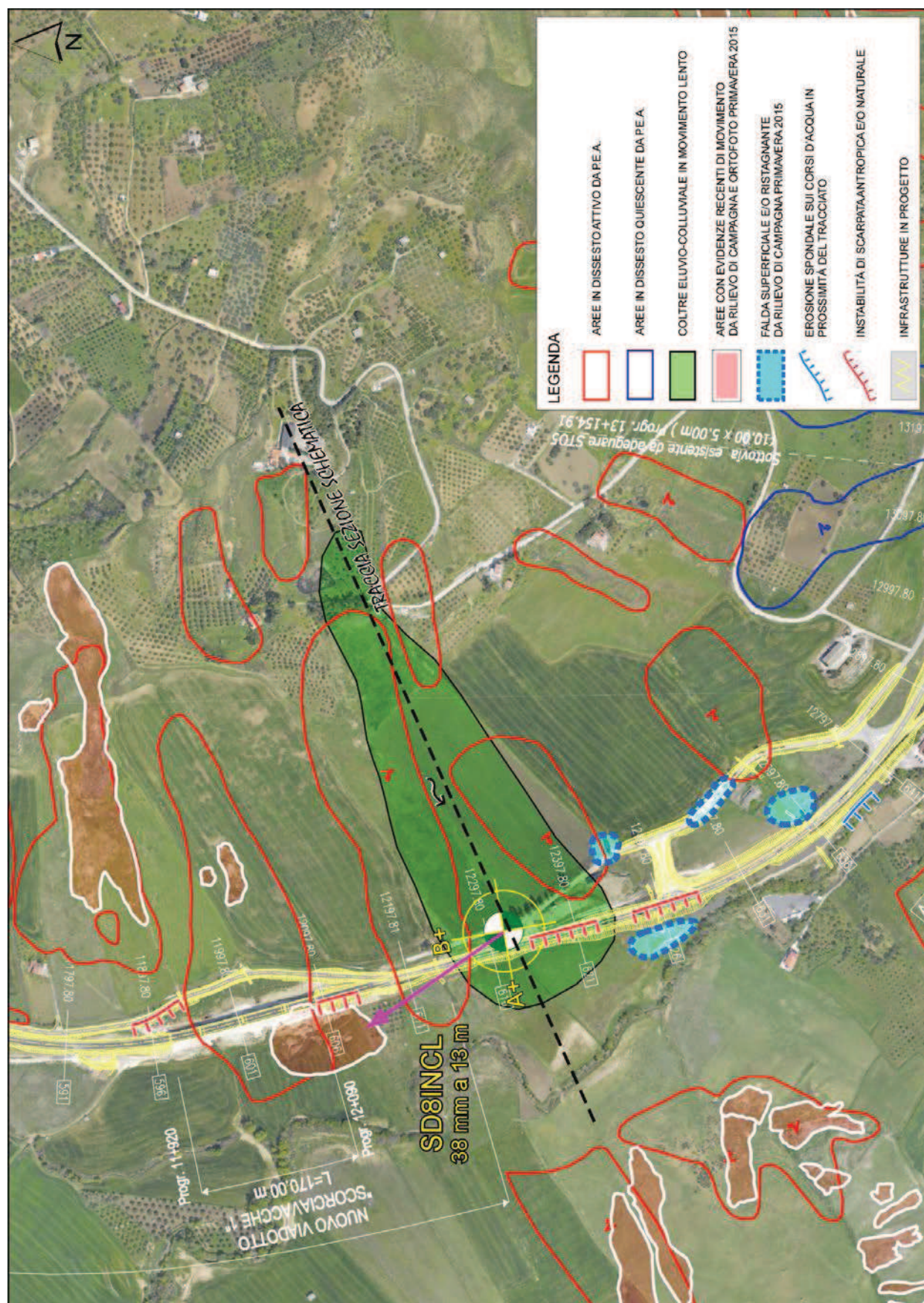


Figura 5: PK 12+657, SVINCOLO MEZZOJUSO. Individuazione planimetria dell'area in movimento

4 PK 25+917, VIADOTTO ESISTENTE VE10 – FERRUZZE 1 E NUOVO VIADOTTO VN03

Nella planimetria della figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico del viadotto Ferruzze 1 con l'ubicazione delle indagini geotecniche.

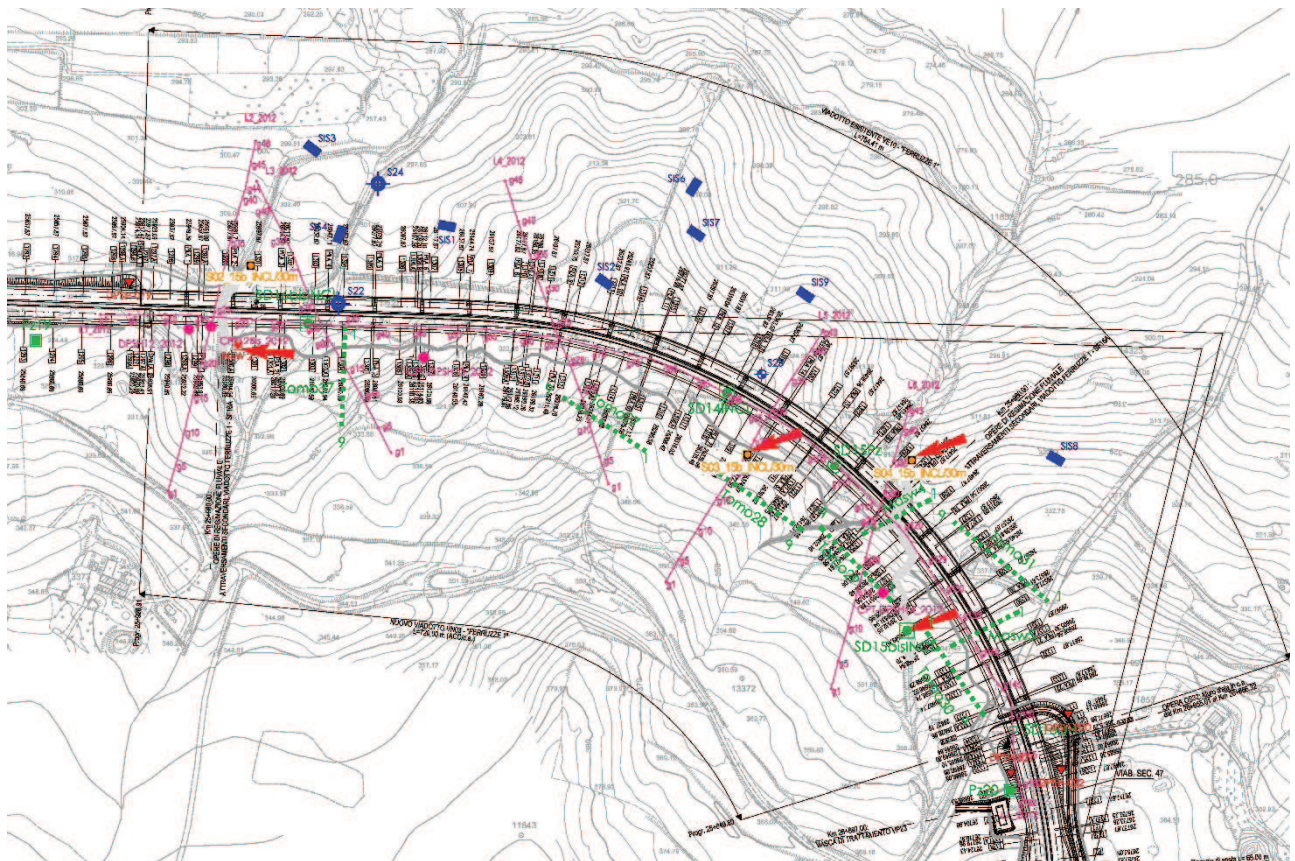


Figura 6: PK 25+917, VIADOTTO ESISTENTE VE10 – FERRUZZE 1. Planimetria ubicazione indagini

4.1 DATI DEL MONITORAGGIO

4.1.1 Monitoraggio inclinometrico

Gli inclinometri di cui sono disponibili letture per il viadotto Ferruzze 1 sono:

- New2, SD16bisIncl, SD14Incl, S03_15b_INCL, S04_15b_INCL, SD15bisIncl;

gli inclinometri SD16bisIncl, SD14Incl non sono attualmente più leggibili.

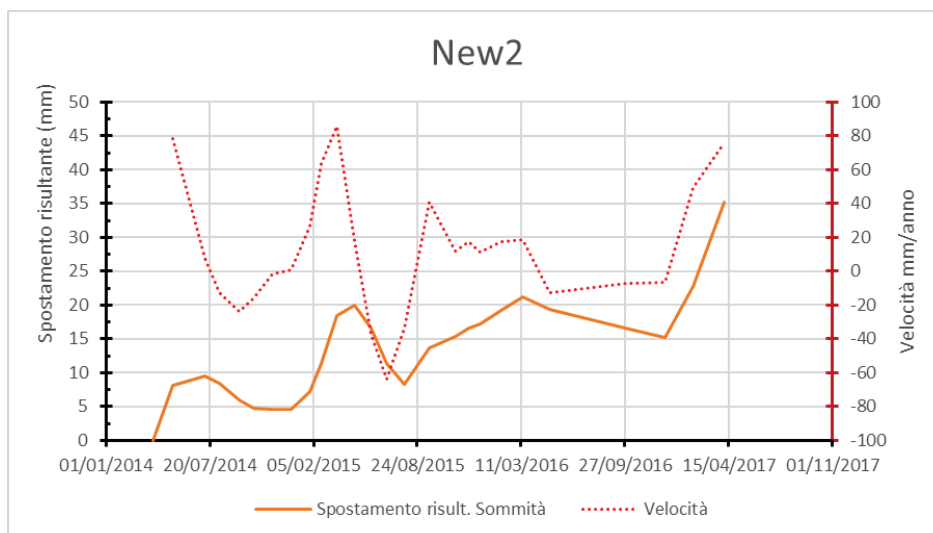
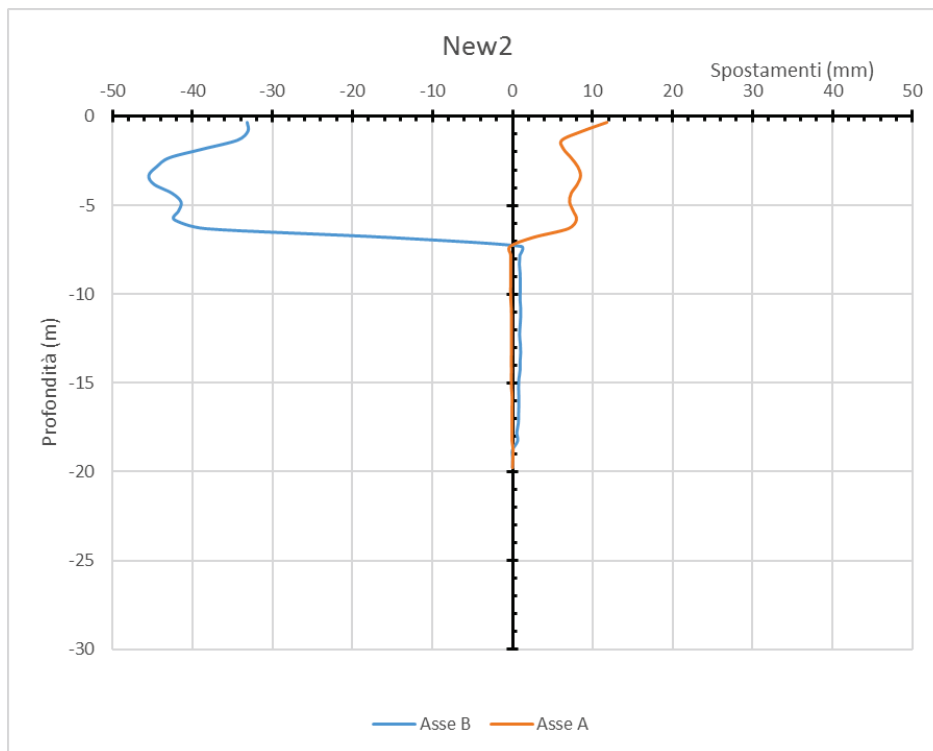
4.1.1.1 Inclinometro New2, pk 25+984

Si nota un movimento abbastanza uniforme nei primi 7.0 m di profondità, con movimenti a testa tubo di circa 50 mm, come documentato dai grafici seguenti.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio



4.1.1.2 S02_15b_INCL, pk 25+990

Inclinometro danneggiato di cui non sono disponibili letture significative.

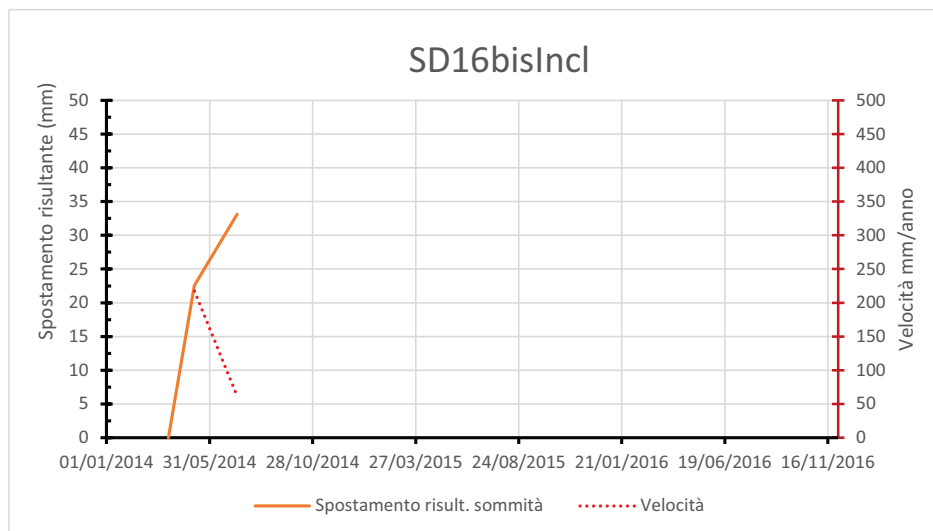
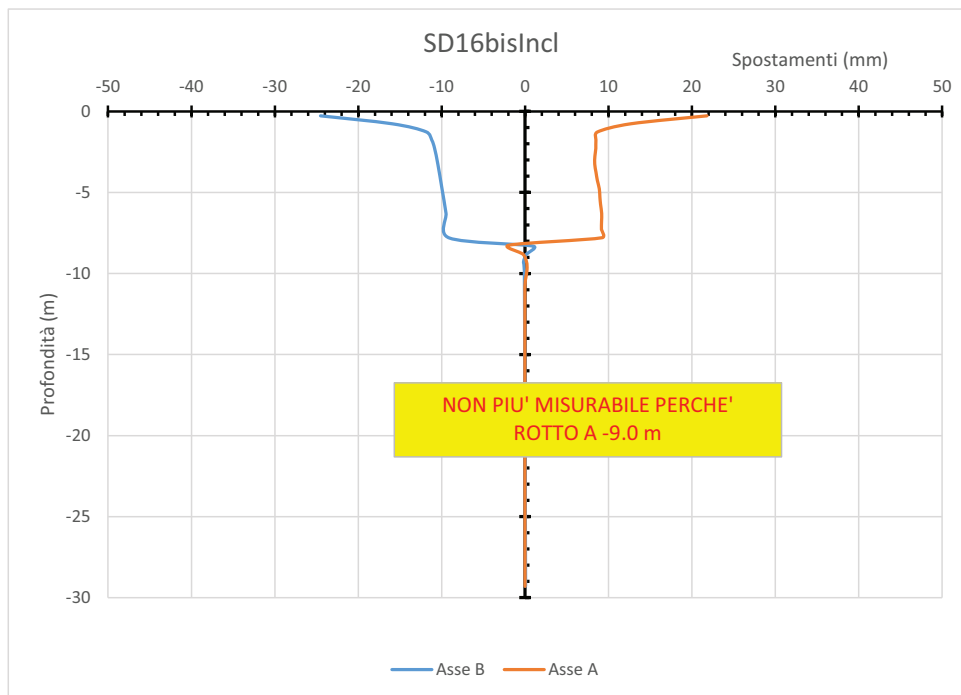
Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio

4.1.1.3 SD16bisIncl, pk 26+040

L'inclinometro, rotto dopo la terza lettura di esercizio (08/08/2014), evidenzia un movimento netto alla profondità di 8,0 m circa da p.c.



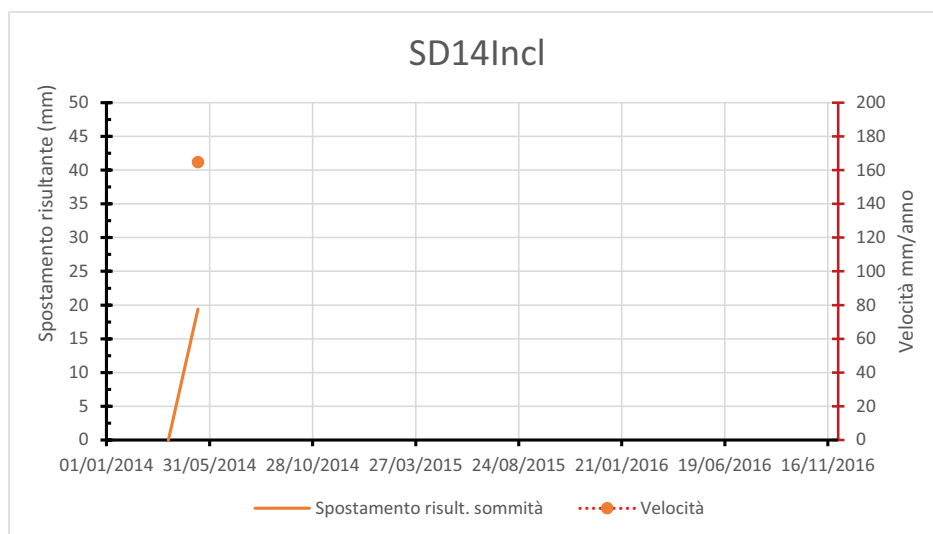
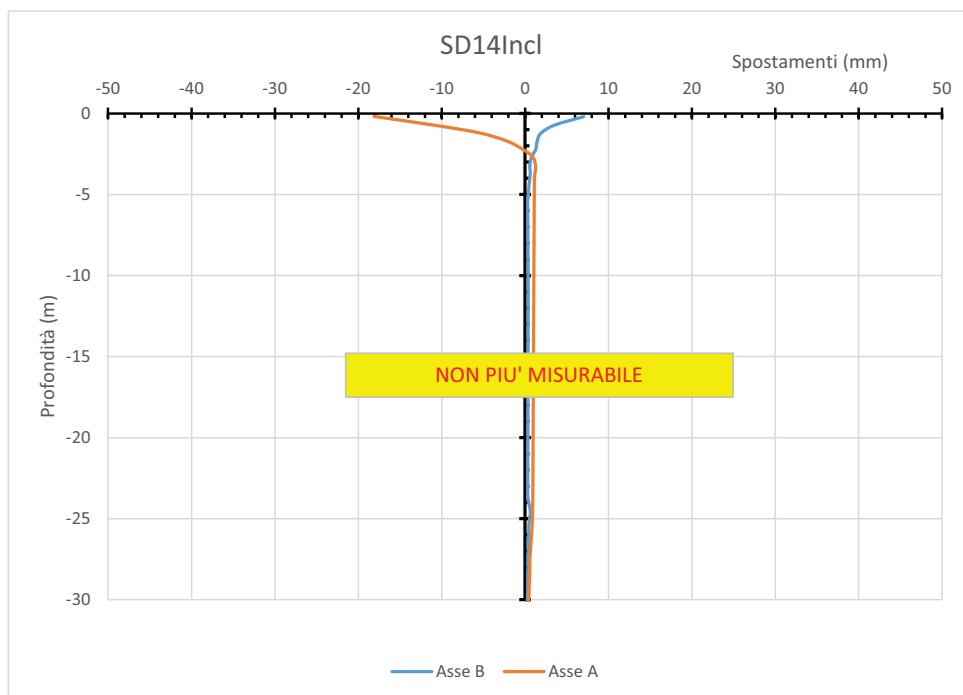
4.1.1.4 SD14Incl, pk 26+335

L'inclinometro, rotto durante le attività di cantiere e per cui è disponibile una lettura di esercizio in data 14/05/2014, evidenzia un movimento di qualche centimetro nei primi 2+3 metri di profondità.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio



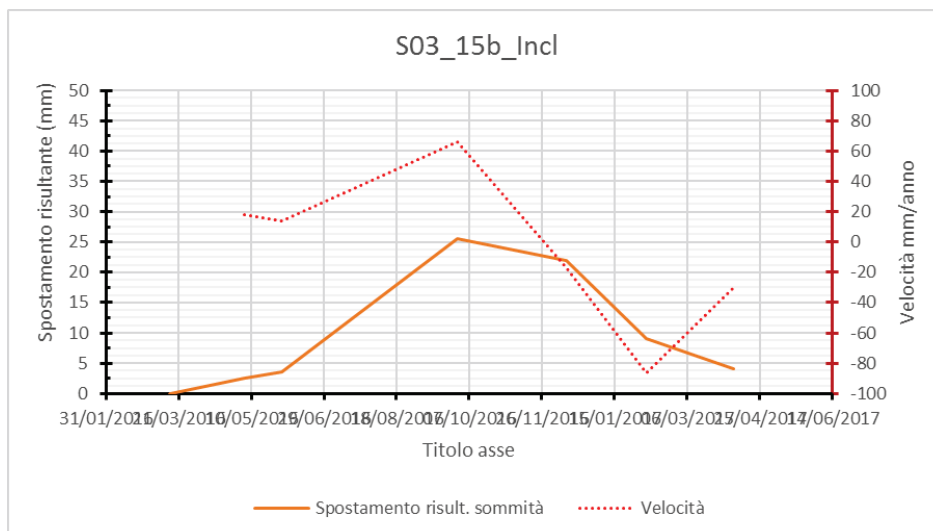
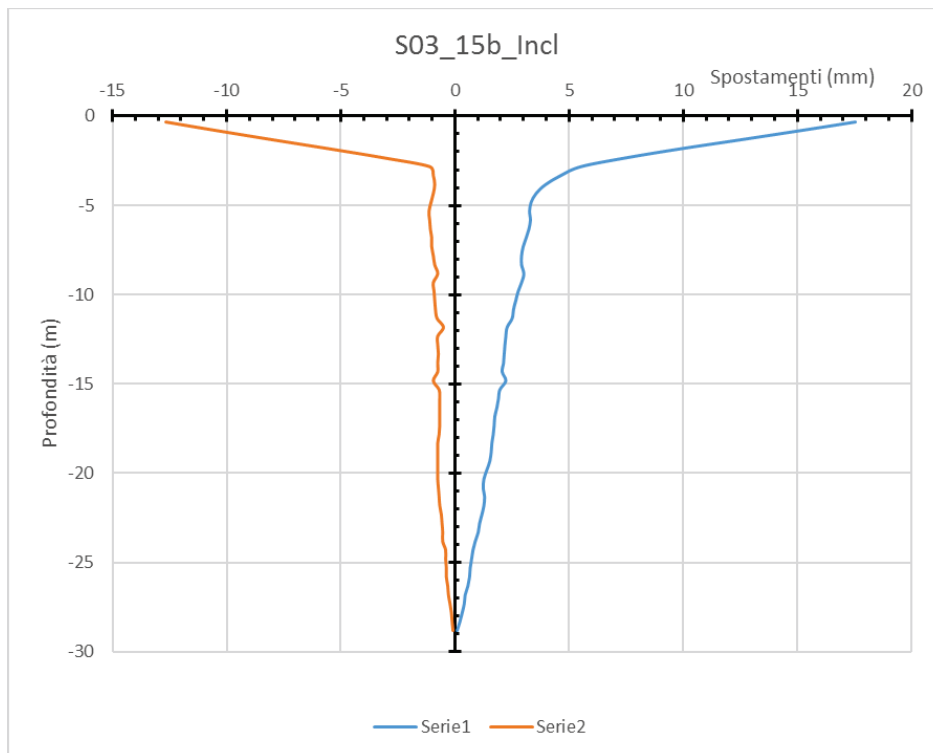
4.1.1.5 S03_15b_INCL, pk 26+370

L'inclinometro evidenzia movimenti centimetrici della coltre superficiale, con deformazioni nei primi 3 metri di profondità, come evidenziano i grafici seguenti.

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio



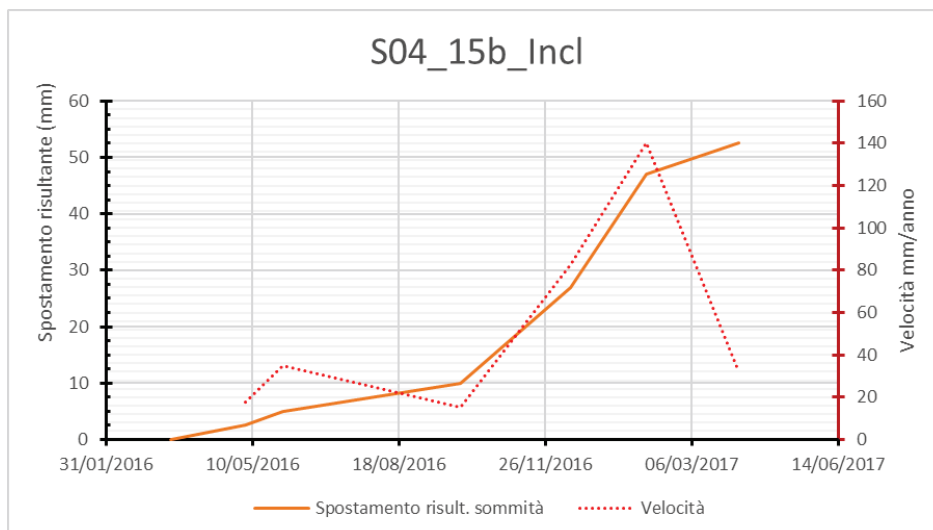
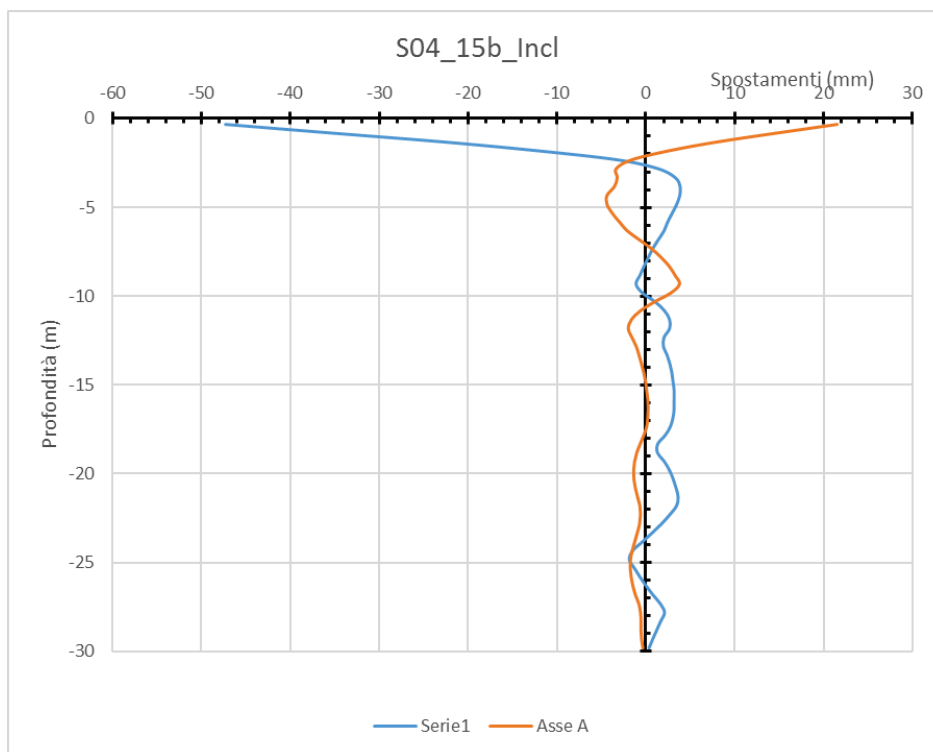
4.1.1.6 S04_15b_INCL, pk 26+460

L'inclinometro evidenzia movimenti centimetrici della coltre superficiale, con deformazioni nei primi 3 metri di profondità ed entità degli spostamenti di circa 50 mm a testa tubo. Si segnalano tuttavia deformazioni anomale della verticale inclinometrica in profondità, al momento non facilmente interpretabili. Si resta in attesa di ulteriori letture per valutare meglio la situazione.

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio



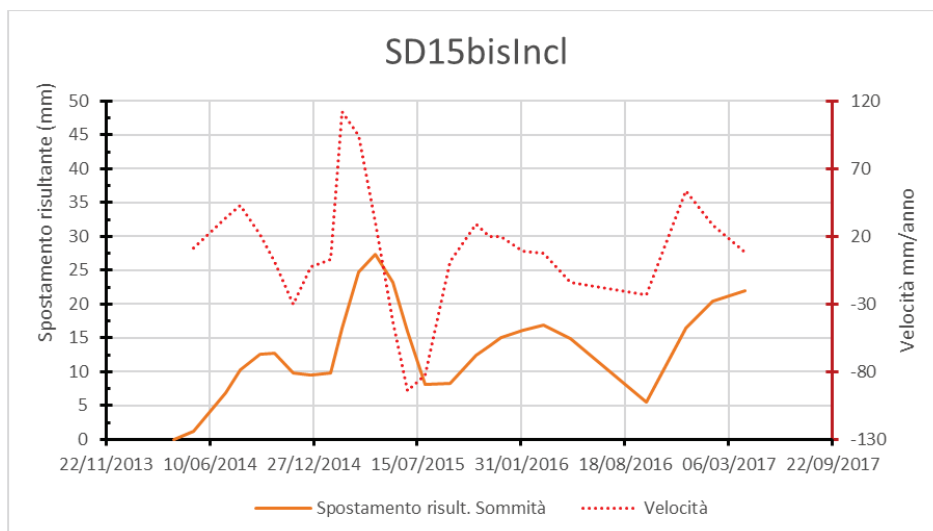
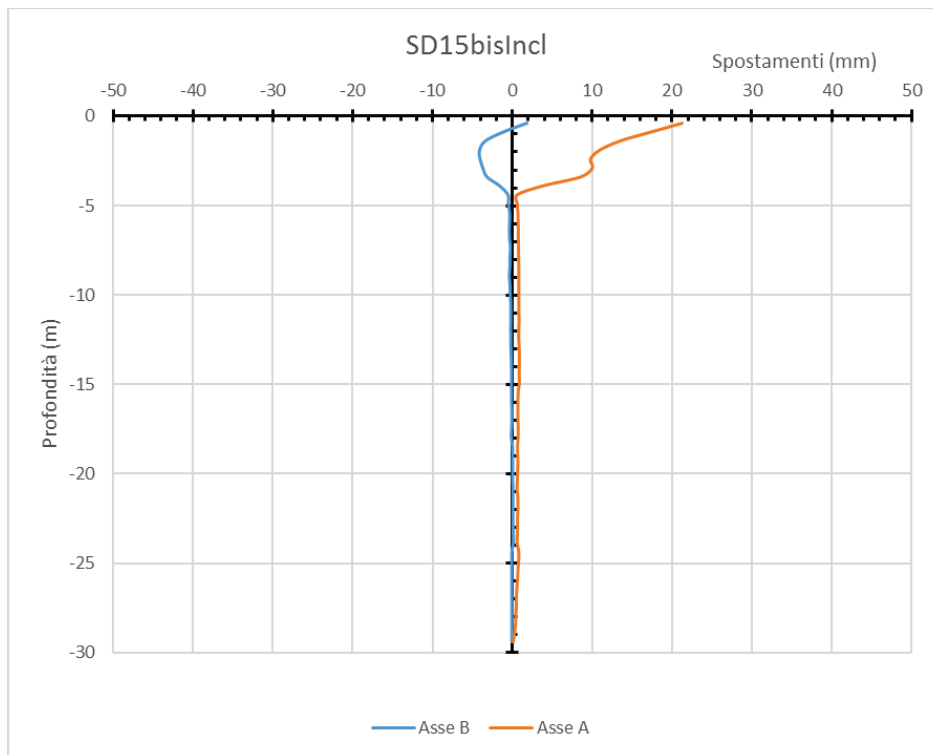
4.1.1.7 SD15bisIncl, pk 26+550

Si nota uno spostamento centimetrico abbastanza uniforme nei primi 4 metri di profondità. I grafici inclinometrici mostrano anche un’inversione del movimento legata essenzialmente alle lavorazioni di cantiere eseguite nei pressi del punto di misura.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio



4.2 DISSESTI SU MANUFATTI ESISTENTI E SUI VERSANTI

L'esame visivo dei luoghi all'esterno della perimetrazione dell'area di cantiere ha evidenziato diffusi segni di dissesto in atto su vaste aree del versante prospiciente l'opera in fase di realizzazione, denotando una riattivazione delle coltri quiescenti in seguito alle precipitazioni di carattere eccezionale che hanno caratterizzato il periodo invernale 2014-2015.

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio

Sono visibili nicchie di distacco multiple con fenomeni in avanzamento a monte del viadotto Ferruzze, con progressivo accumulo deformativo e compressione in direzione delle pile del viadotto. A valle del tracciato sono inoltre presenti fenomeni franosi retrogressivi multipli che, in caso di ulteriore sviluppo (ad oggi con modalità, tempi e velocità difficilmente prevedibili) potrebbero potenzialmente comportare rischio di interessamento per le fondazioni del viadotto esistente (Figura 7, Figura 8, Figura 9). Tali fenomeni risultano particolarmente marcati ed evidenti, con altezze di rigetto della scarpata di frana di almeno 1,5 m, facendo presupporre movimenti in essere caratterizzati da spessori importanti.



Figura 7: PK 25+917, VIADOTTO ESISTENTE VE10 – FERRUZZE 1. Evidenze di dissesto a valle del viadotto.



Figura 8: PK 25+917, VIADOTTO ESISTENTE VE10 – FERRUZZE 1. Evidenze di dissesto a valle del viadotto.

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio

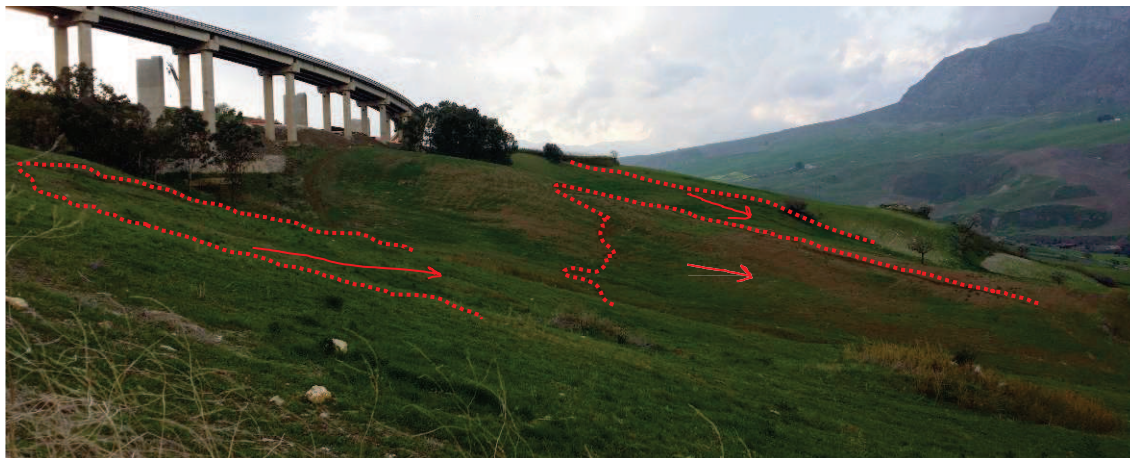


Figura 9: PK 25+917, VIADOTTO ESISTENTE VE10 – FERRUZZE 1. Evidenze di dissesto a valle del viadotto.



Figura 10: PK 25+917, VIADOTTO ESISTENTE VE10 – FERRUZZE 1. Evidenze di dissesto a monte del viadotto.

4.3 INTERPRETAZIONE GEOMORFOLOGICA DEI DISSESTI E DEI DATI DI MONITORAGGIO

Sulla base dei dati disponibili si ritiene che lo sketch di Figura 11 sia rappresentativo delle problematiche di dissesto dell'area. Il cinematisma individuato è quello di un movimento gravitativo che coinvolge la coltre con uno spessore variabile tra 7÷9 m.

Planimetricamente si ritiene che l'area in movimento e/o potenzialmente instabile sia quella individuata nella Figura 12.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio

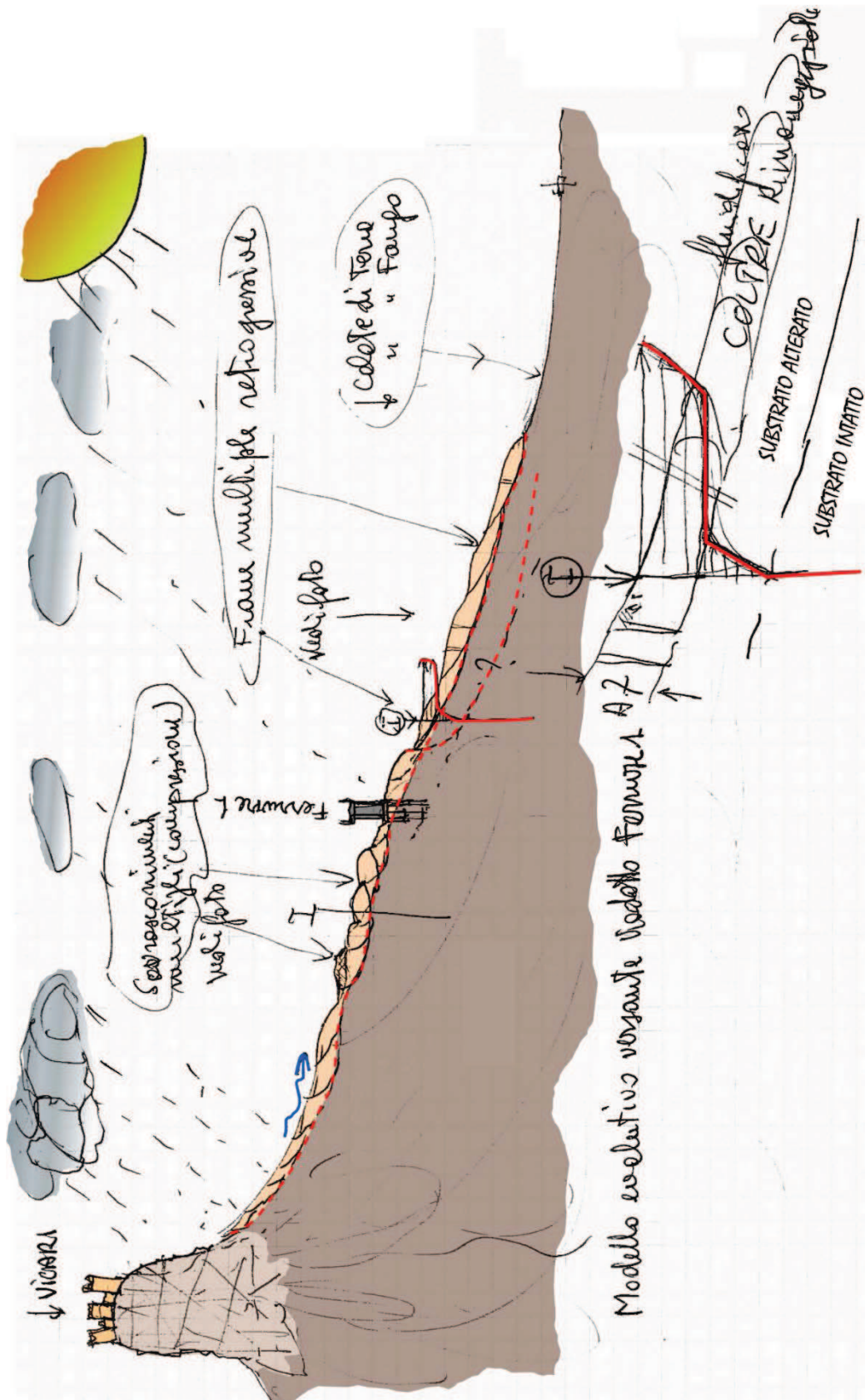


Figura 11: PK 25+917, VIADOTTO ESISTENTE VE10 – FERRUZZE 1. Sketch interpretativo dissesti

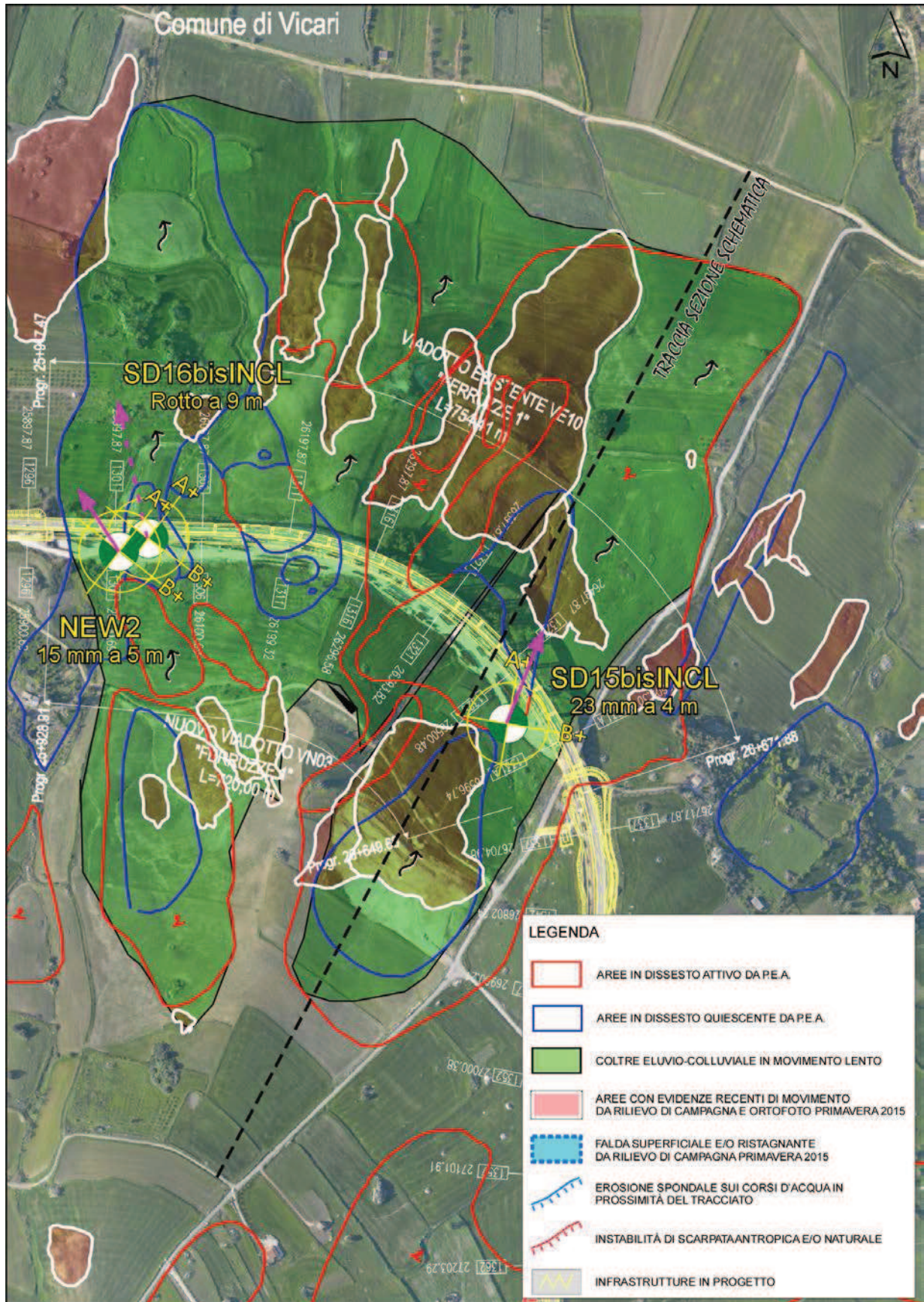


Figura 12: PK 25+917, VIADOTTO ESISTENTE VE10 – FERRUZZE 1. Individuazione planimetria dell'area in movimento

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio

5 PK 27+730

Nella planimetria della figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico della tratta in prossimità della pk 27+730 in cui sono ubicati gli inclinometri S05_15b_INCL e S06_15b_INCL.

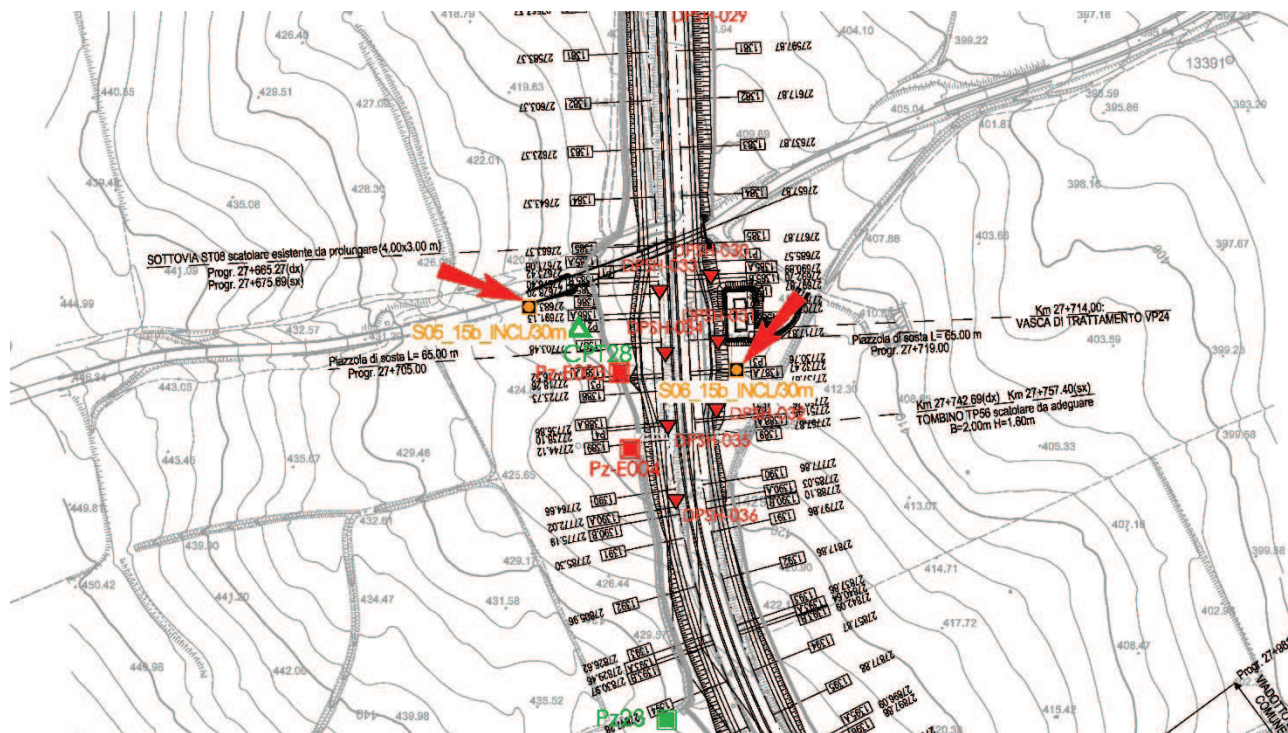


Figura 13: PK 27+730. Planimetria ubicazione indagini

5.1 DATI DEL MONITORAGGIO

5.1.1 Monitoraggio inclinometrico

Gli inclinometri disponibili sono: S05_15b_INCL e S06_15b_INCL.

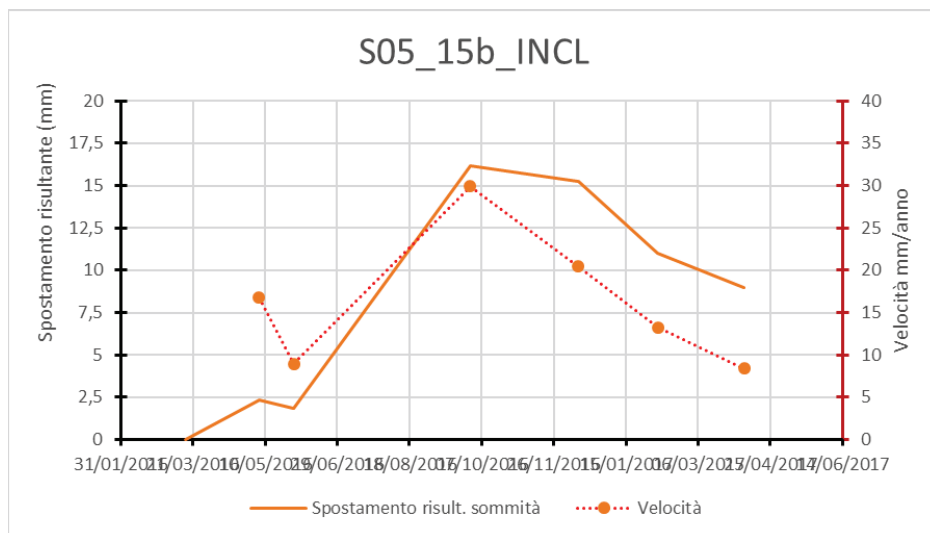
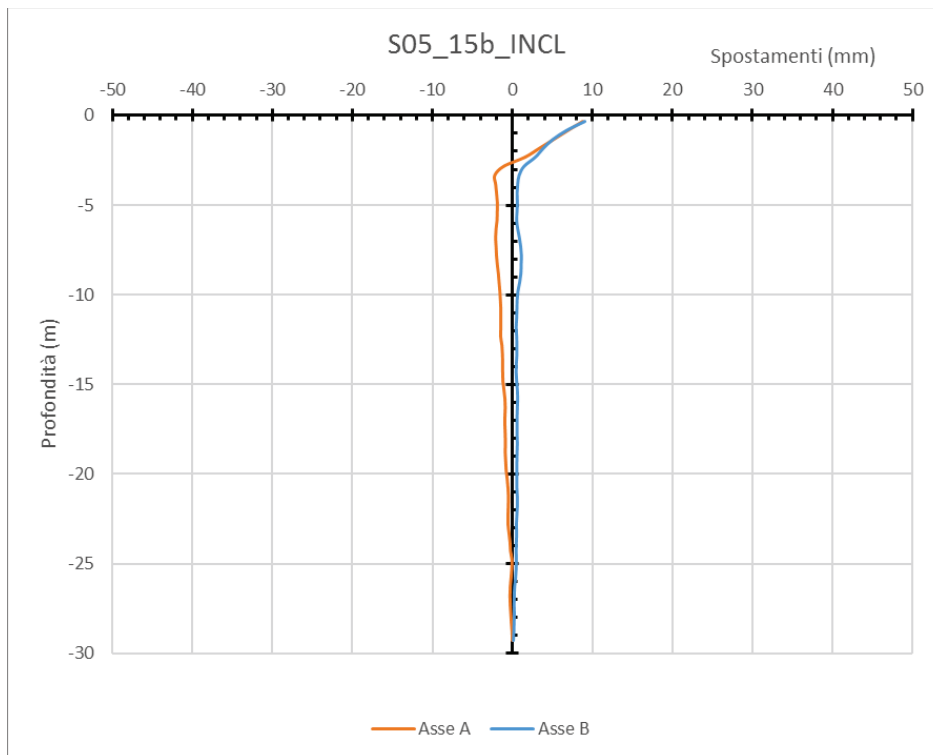
5.1.1.1 Inclinometro S05_15b_INCL, pk 27+685

Si registrano movimenti nell'ordine dei 15 mm a carico dei terreni più superficiali, con spessori in movimento all'incirca pari a 2 m.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio



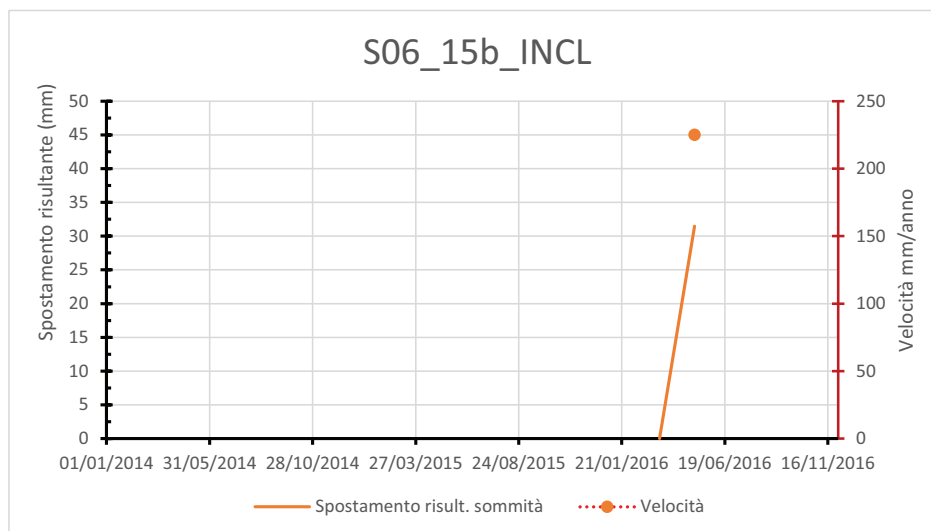
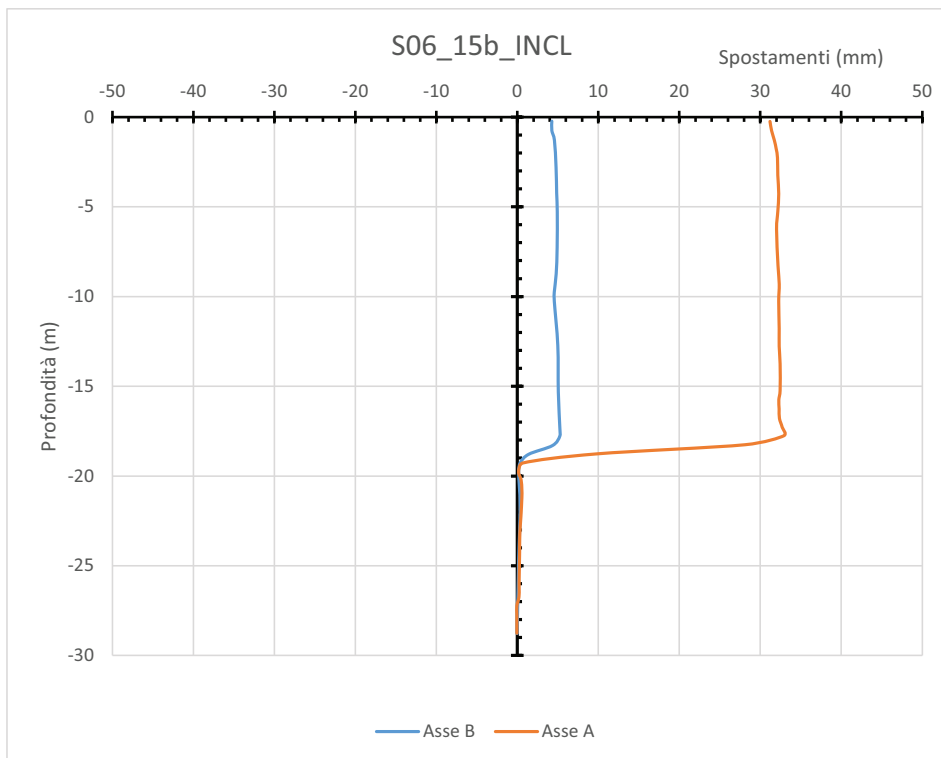
5.1.1.2 *Inclinometro S06_15b_INCL, pk 27+730*

L'inclinometro, che nelle letture iniziali evidenziava un netto spostamento di circa 30 mm alla profondità di 19.0 m, risulta non più percorribile con la sonda inclinometrica alle medesime profondità dalla lettura del 29/09/2015.

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio



5.2 DISSESTI SU MANUFATTI ESISTENTI E SUI VERSANTI

Particolarmente evidente è il dissesto che coinvolge il rilevato stradale esistente tra le progressive 27+657 e 27+795, interessato da una recente e marcata attività di dissesto che ha prodotto una evidente traslazione verso valle del rilevato stesso (Figura 14).

Il movimento è rimarcato dal netto disassamento della riga di mezzzeria, che risulta spostata verso valle di circa 1 mt.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio



Figura 14: PK 27+730. Traslazione in blocco verso valle del rilevato stradale (1 mt. ca.)

Ben evidenti anche i fianchi del movimento, sottolineati da fenomeni fessurativi e deformazioni della pavimentazione stradale in corrispondenza del Sottovia esistente ST08, alla pk 27+665 (fianco sx lato PA), e del Tombino TP56, alla pk 27+757 (fianco dx lato AG).

Il manufatto ST08 risulta fortemente danneggiato e deformato per effetto dei movimenti gravitativi, con lesioni beanti decimetriche, ferri di armatura tagliati, fuoripiombo macroscopici, movimenti e traslazioni relative nell'ordine di diversi decimetri (Figura 15, Figura 16).



Figura 15: PK 27+730. Evidenze di dissesto in corrispondenza del fianco sinistro del movimento

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio



Figura 16: PK 27+730. Evidenze di dissesto in corrispondenza del fianco sinistro del movimento

5.3 INTERPRETAZIONE GEOMORFOLOGICA DEI DISSESTI E DEI DATI DI MONITORAGGIO

Sulla base dei dati disponibili si ritiene che lo sketch di Figura 17 sia rappresentativo delle problematiche di dissesto dell'area. Il cinematisma individuato è quello di un movimento gravitativo profondo che si localizza all'interno della formazione di substrato alla profondità di circa 19.0 m. Planimetricamente si ritiene che l'area in movimento sia quella individuata nella Figura 18.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 - Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio

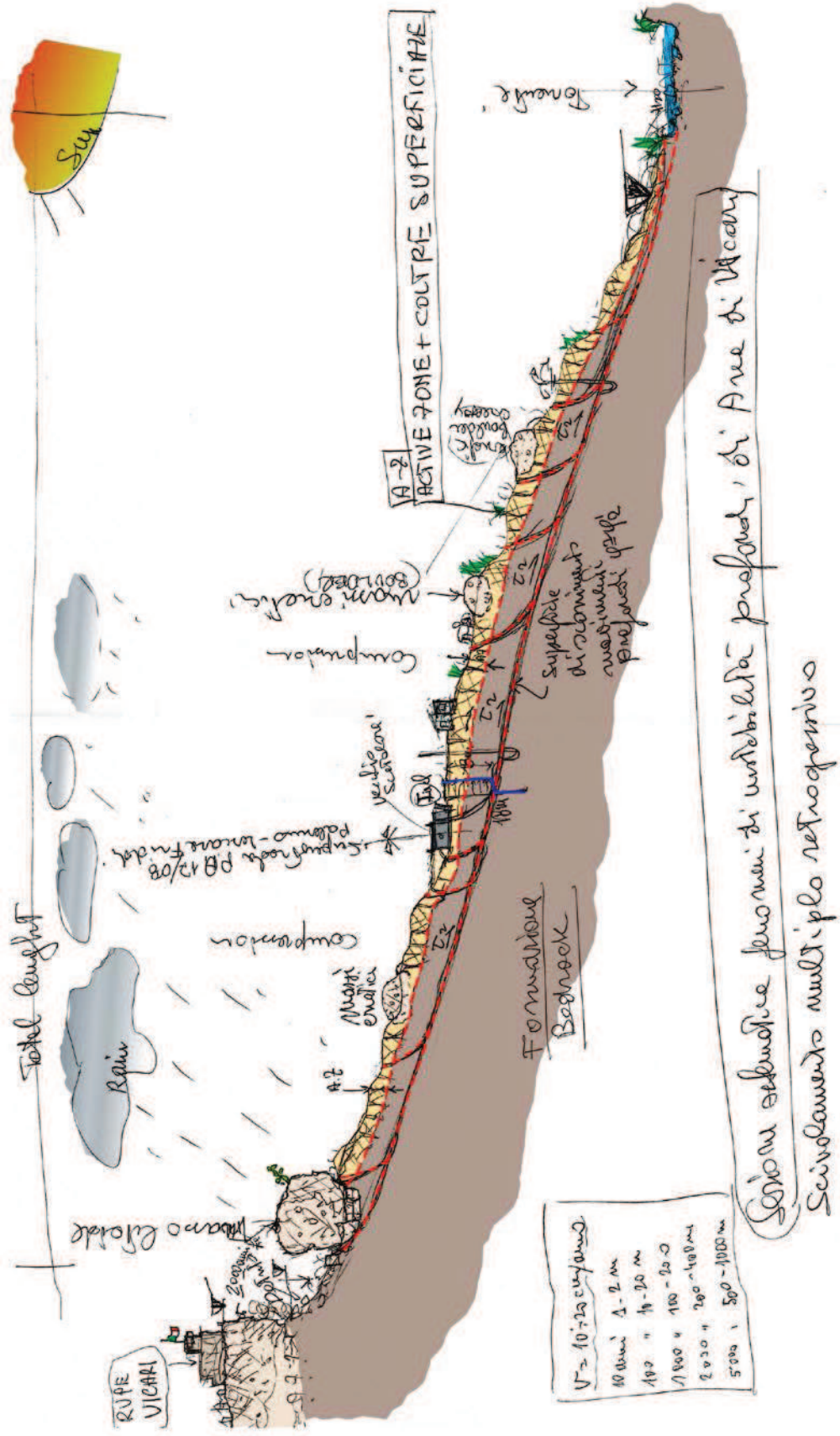


Figura 17: PK 27+730. Sketch interpretativo dissesti

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio

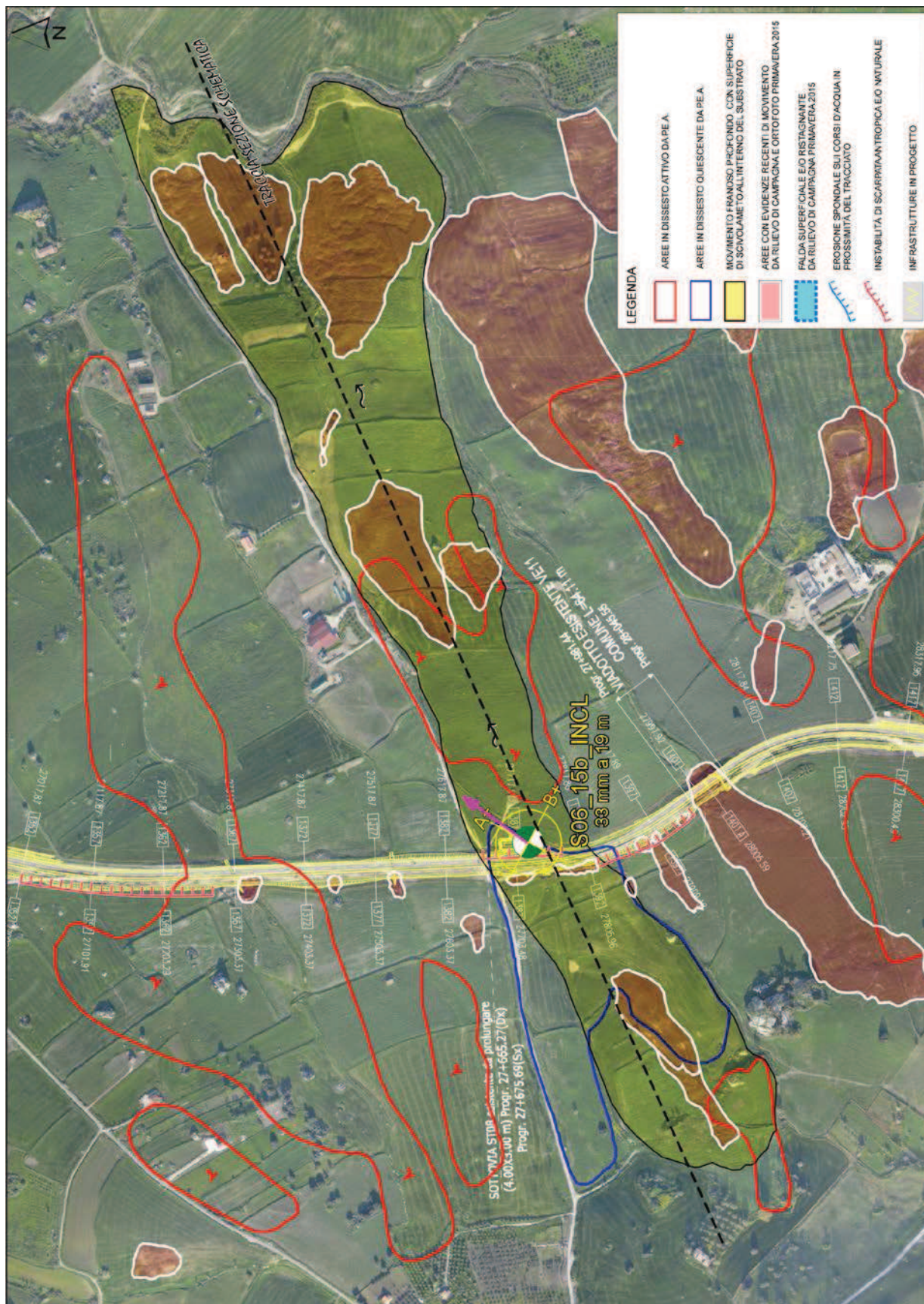


Figura 18: PK 27+730. Individuazione planimetria dell'area in movimento

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio

6 PK 28+981, OPERA OS39 E VIADOTTO ESISTENTE VE12 S.MARIA 2

Nella planimetria della figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico della tratta in prossimità del viadotto S.Maria 2, in cui è ubicato l'inclinometro S1In_OS39_2015.



Figura 19: PK 28+981, OPERA OS39 E VIADOTTO ESISTENTE VE12 S.MARIA 2. Planimetria ubicazione indagini

6.1 DATI DEL MONITORAGGIO

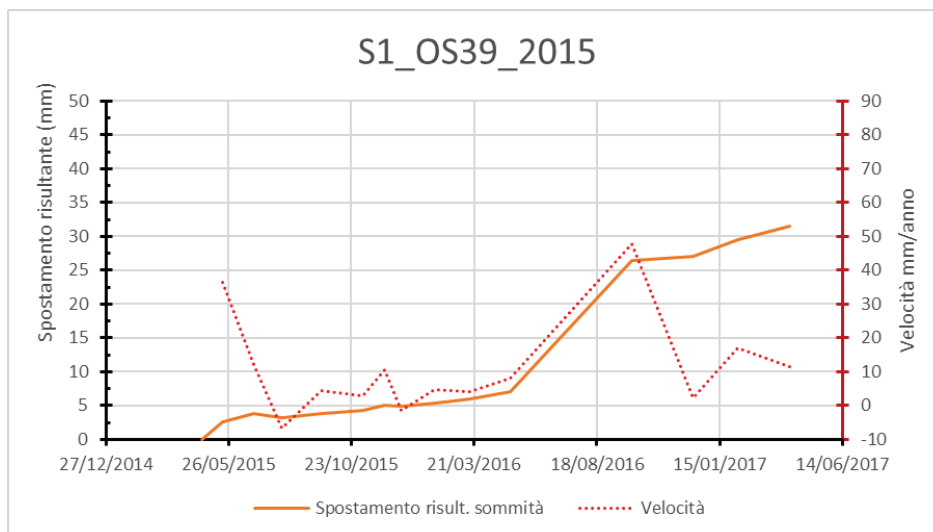
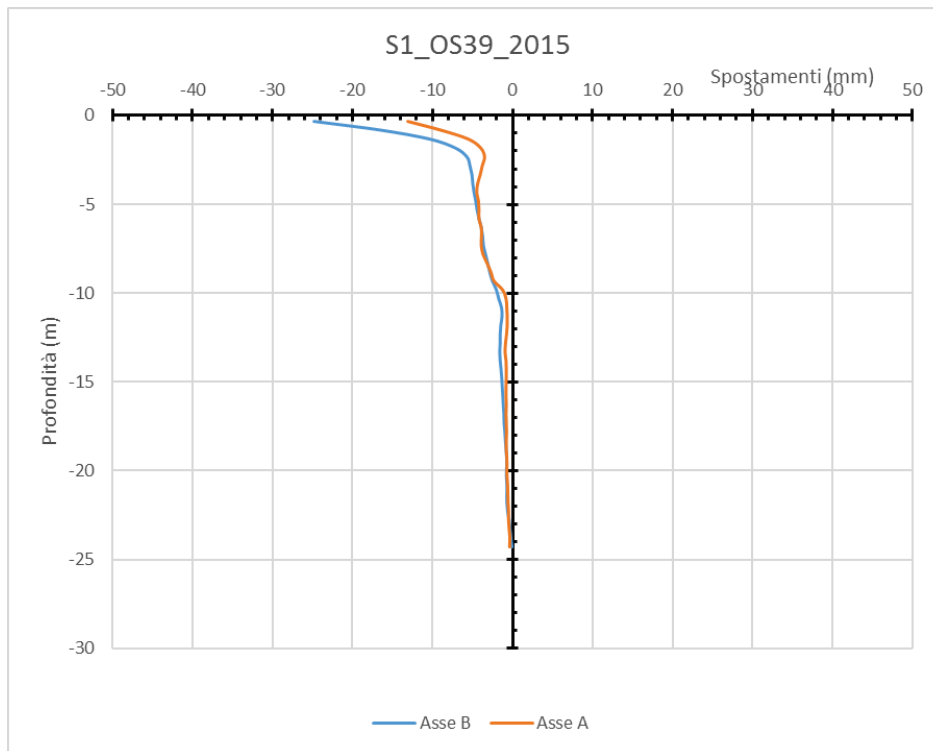
6.1.1 Monitoraggio inclinometrico

Si registrano movimenti centimetrici a carico dei terreni più superficiali, con spessori in movimento all'incirca pari a 2 m. Lievi deformazioni millimetriche si individuano inoltre fino a 10÷11 metri di profondità, con entità delle deformazioni nell'ordine dei 5 mm.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio



6.2 DISSESTI SU MANUFATTI ESISTENTI E SUI VERSANTI

Da un punto di vista geomorfologico il versante si presenta con una pendenza dolce e con ondulazioni. Nelle foto seguenti sono riportate alcune viste dell'area oggetto di studio.

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio



Figura 20: PK 28+981, OPERA OS39 E VIADOTTO ESISTENTE VE12 S.MARIA 2. Vista da monte del viadotto



Figura 21: PK 28+981, OPERA OS39 E VIADOTTO ESISTENTE VE12 S.MARIA 2. Vista a valle del viadotto

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio

6.3 INTERPRETAZIONE GEOMORFOLOGICA DEI DISSESTI E DEI DATI DI MONITORAGGIO

Sulla base dei dati disponibili si ritiene che lo sketch di Figura 22 sia rappresentativo delle problematiche di dissesto dell'area. Il cinematisma ipotizzato, benché al momento millimetrico ed in attesa di eventuali conferme, è quello di un movimento gravitativo che coinvolge la coltre con uno spessore massimo di circa 10.0 m.

Planimetricamente si ritiene che l'area in possibile movimento sia quella individuata nella Figura 23.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio

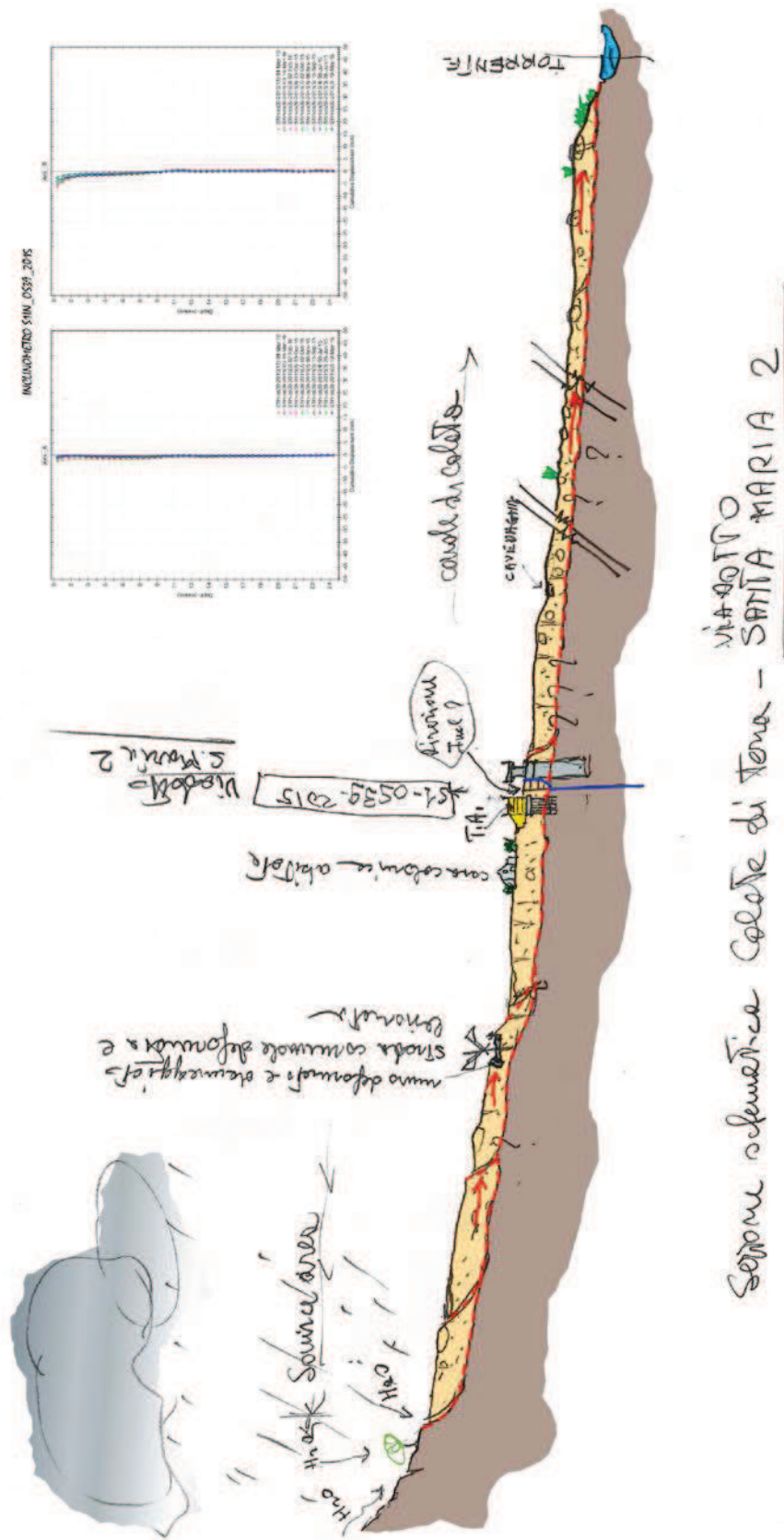


Figura 22: PK 28+981, OPERA OS39 E VIADOTTO ESISTENTE VE12 S.MARIA 2. Sketch interpretativo dissesti

7 PK 30+357

Nella planimetria della figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico della tratta in prossimità della PK 30+357 , in cui sono ubicati gli inclinometri S07_15b_INCL e S08_15b_INCL.

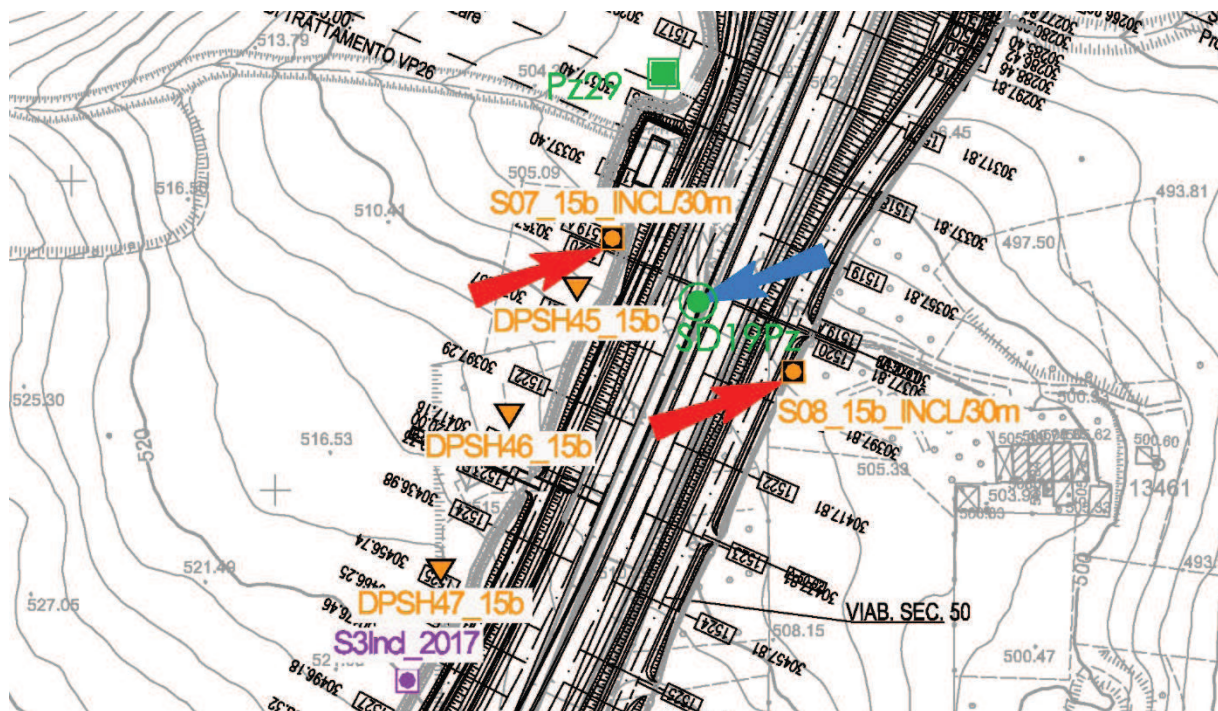


Figura 24: PK 30+357. Planimetria ubicazione indagini

7.1 DATI DEL MONITORAGGIO

7.1.1 Monitoraggio inclinometrico

Gli inclinometri disponibili sono: S07_15b_INCL e S08_15b_INCL.

7.1.1.1 Inclinometro S07_15b_INCL, pk 30+355

L'inclinometro evidenzia un movimento netto nell'ordine dei 20÷30 mm alla profondità di circa 28.0 m e movimenti più significativi (40 mm) in superficie, come documentato dai grafici seguenti.

Tuttavia la direzione del movimento profondo, quasi esclusivamente sull'asse B, non è compatibile con l'immersione del versante. Anche la profondità di localizzazione dello spostamento sembra eccessiva rispetto alla quota del fondovalle ed implicherebbe o una superficie di scorrimento con inclinazione molto bassa ($1\div 2^\circ$), o un movimento al di sotto della quota di fondovalle.

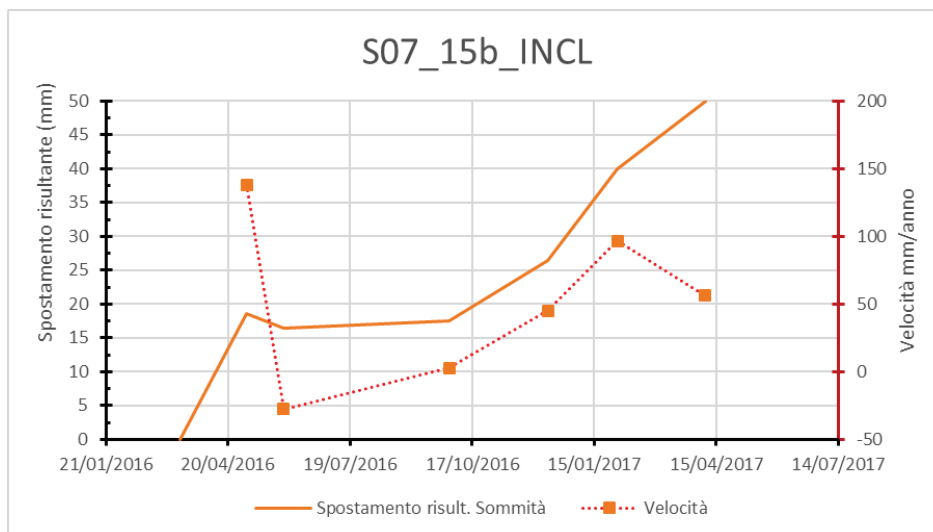
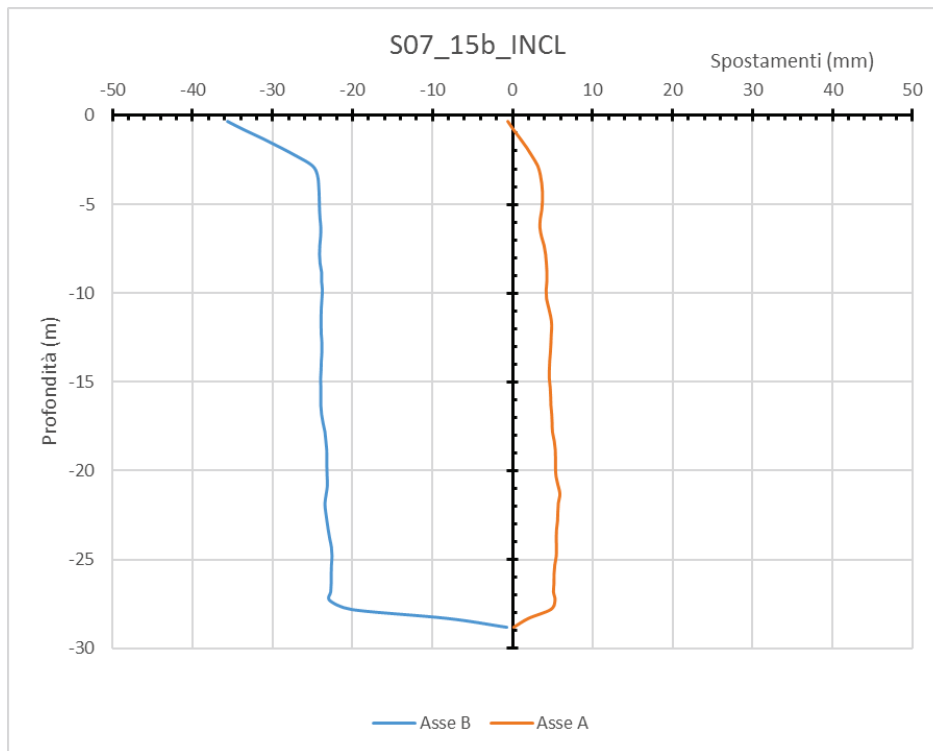
Si resta quindi in attesa di eventuali approfondimenti di indagine per definire meglio i meccanismi di tale movimento profondo.

Più evidente è invece il movimento di superficie, rilevato nei primi 3 metri di profondità, con chiare evidenze di superficie.

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio



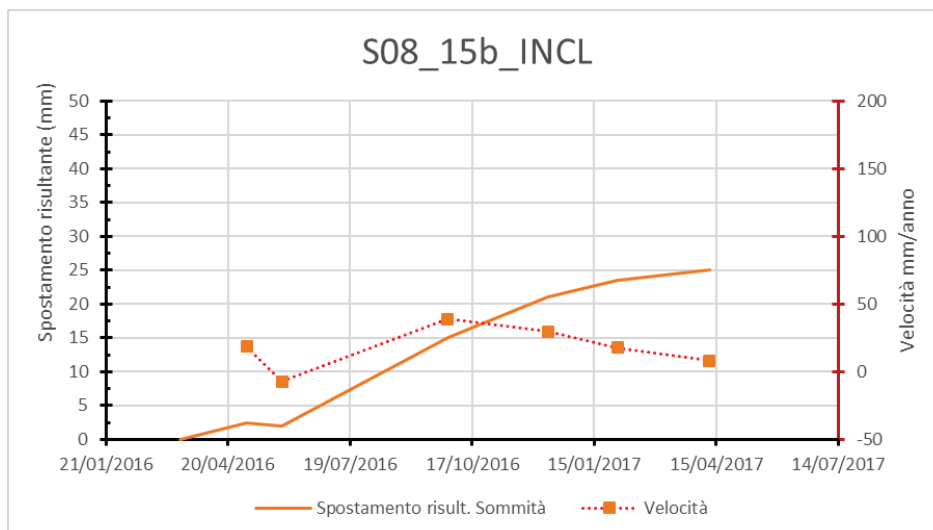
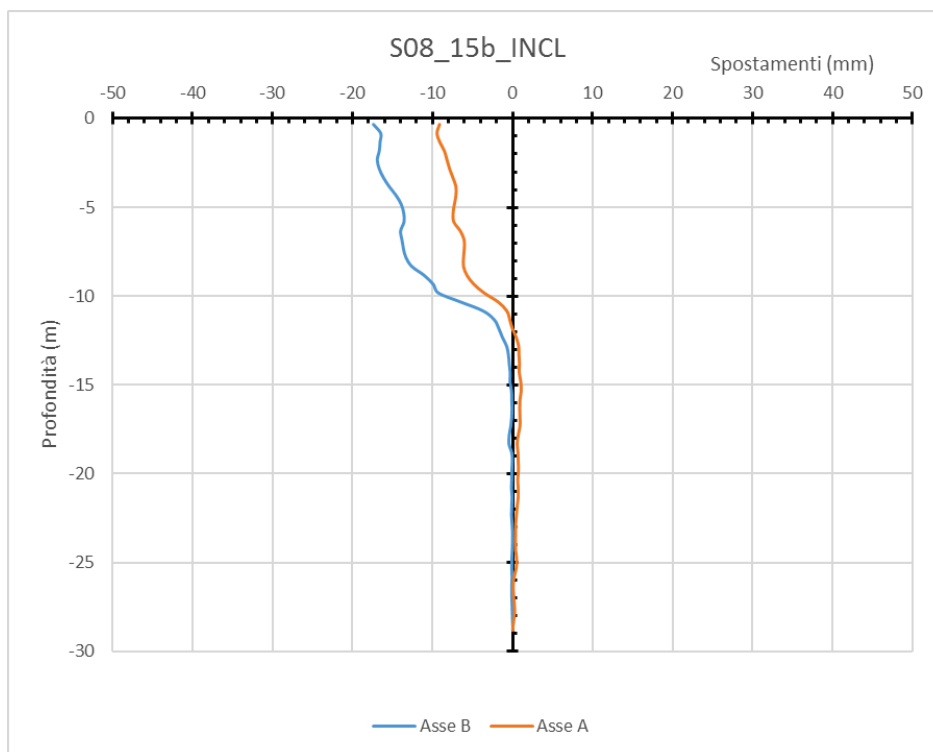
7.1.1.2 *Inclinometro 4.17 S08_15b_INCL, pk 30+385*

L'inclinometro evidenzia un movimento con superficie di scorrimento localizzata a circa 10÷11 m di profondità, con entità degli spostamenti nell'ordine dei 20 mm.

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio



7.2 DISSESTI SU MANUFATTI ESISTENTI E SUI VERSANTI

Il versante a monte del tracciato esistente si presenta con una pendenza media molto modesta, con blande ondulazioni ed irregolarità. I sopralluoghi effettuati in sito evidenziano una recente e vasta attività a carico dei terreni di copertura a monte dell'area di intervento. Sono inoltre stati osservati fenomeni fessurativi e distacchi sui muri perimetrali alla viabilità esistente, come documentato nelle seguenti immagini.

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio



Figura 25: PK 30+357. Evidenze di dissesto sul muro di valle del tracciato stradale attuale.



Figura 26: PK 30+357. Evidenze di dissesto sul muro di valle del tracciato stradale attuale.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio



Figura 27: PK 30+357. Evidenze di dissesto sul muro di valle del tracciato stradale attuale.



Figura 28: PK 30+357. Evidenze di dissesto sul muro di monte del tracciato stradale attuale.

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio



Figura 29: PK 30+357. Evidenze di dissesto sul muro di monte del tracciato stradale attuale.

7.3 INTERPRETAZIONE GEOMORFOLOGICA DEI DISSESTI E DEI DATI DI MONITORAGGIO

Sulla base dei dati disponibili si ritiene che i dissesti osservati sui manufatti siano principalmente connessi alle fenomenologie gravitative in atto a carico delle coltri superficiali, estendendosi in pianta così come cartografato nella sottostante planimetria.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio

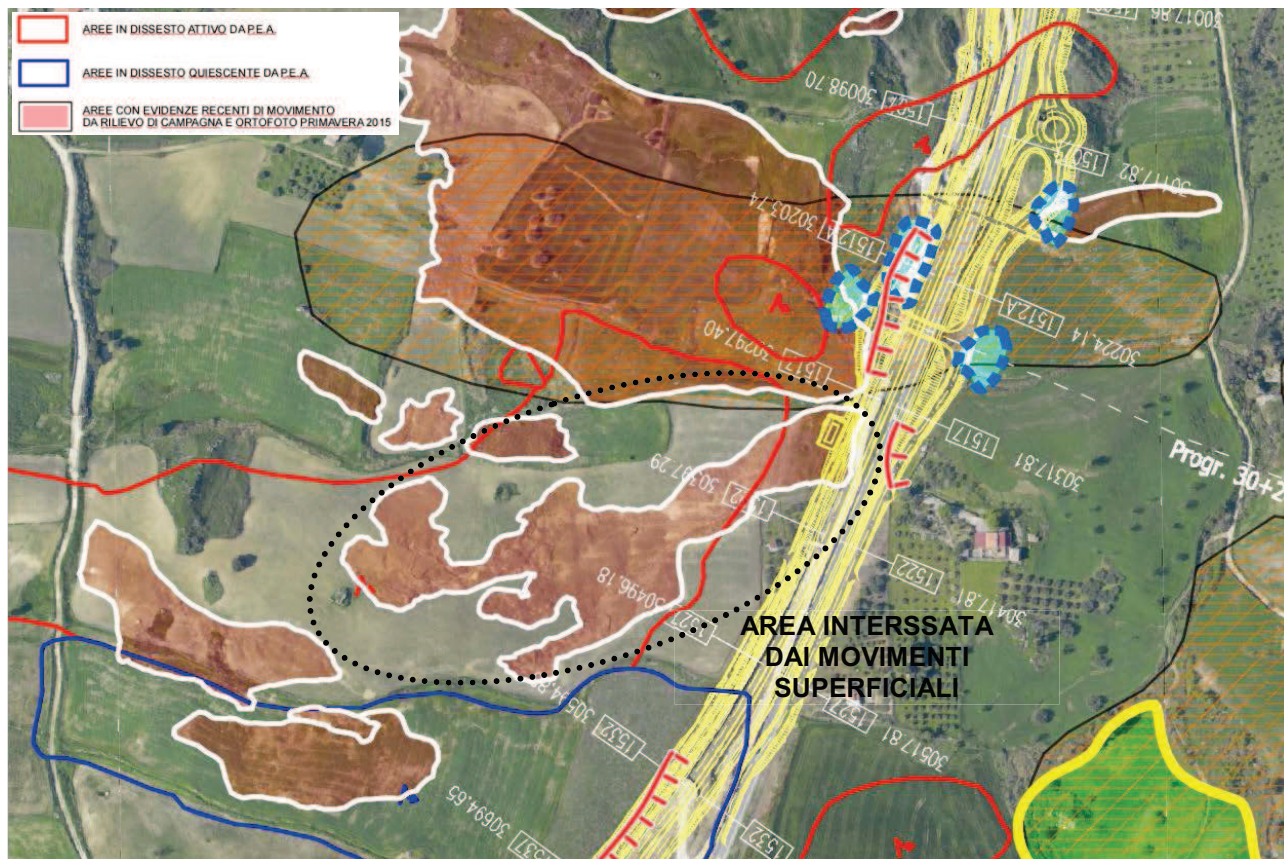


Figura 30: PK 30+357. Aree con evidenze recenti di movimento da rilievo di campagna e ortofoto primavera 2015.

8 PK 30+550, OPERA OS44 DI PEA E SUCCESSIVA VARIANTE

Nella planimetria della figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico della tratta in prossimità della PK 30+550 in cui sono disponibili i dati di monitoraggio relativi all'inclinometro S1In_OS44_2015 e S1In_OS44_BIS.

L'area è stata recentemente interessata da una ulteriore fase geognostica integrativa che ha previsto l'installazione di n.3 ulteriori verticali inclinometriche (S2Incl_2017, S3Incl_2017, S4Incl_2017), di cui al momento non sono disponibili letture inclinometriche.

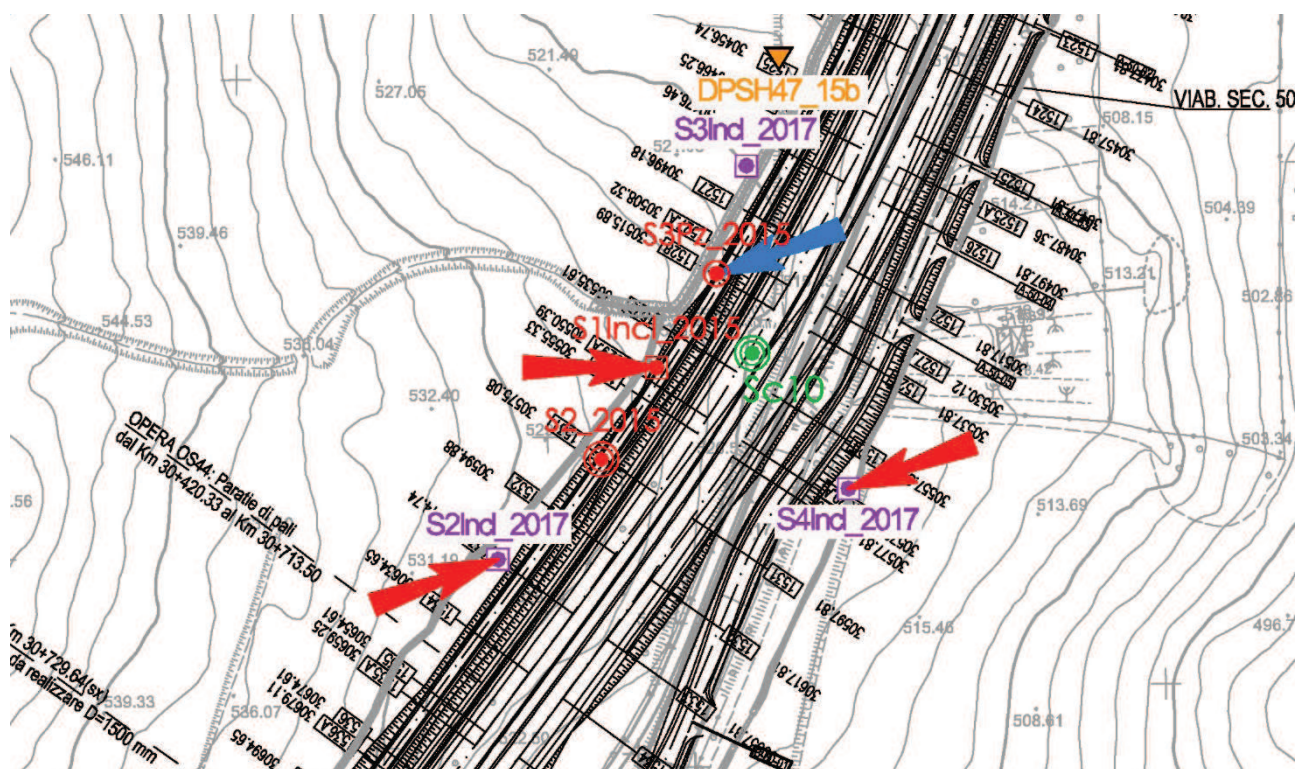


Figura 31: PK 30+357, OPERA OS44 DI PEA E SUCCESSIVA VARIANTE. Planimetria ubicazione indagini

8.1 DATI DEL MONITORAGGIO

8.1.1 Monitoraggio inclinometrico

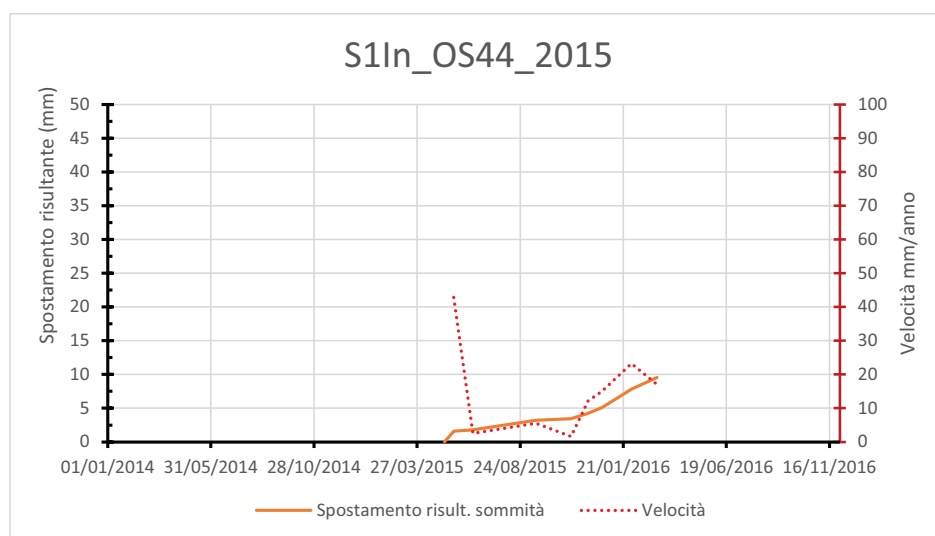
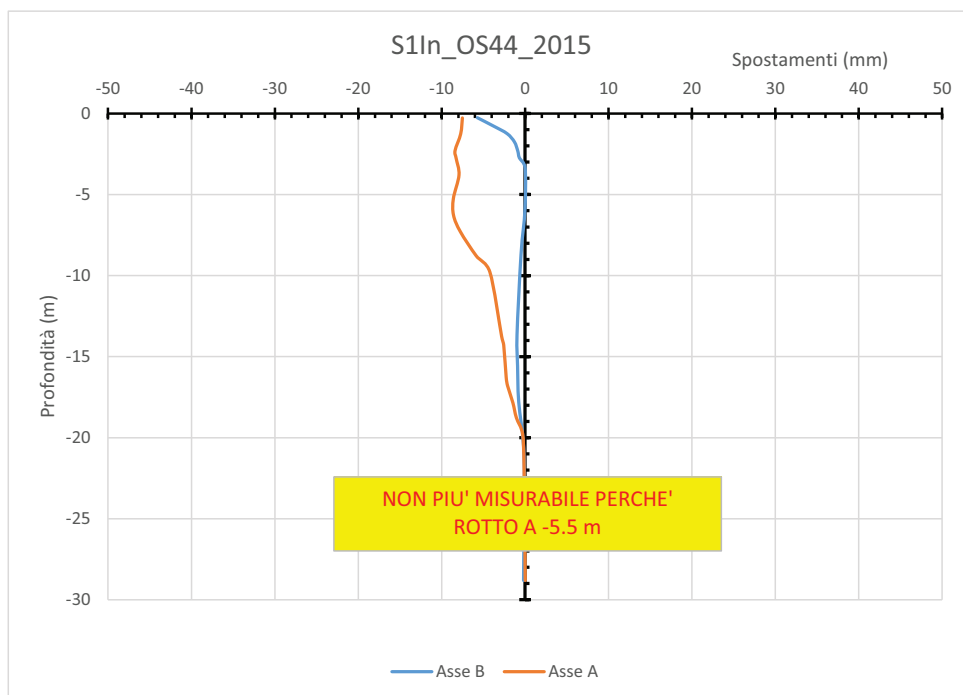
8.1.1.1 Inclinometro S1In_OS44_2015, pk 30+545

L'inclinometro risulta interrotto a -5,5 m di profondità. Le misure disponibili fino al 10/03/2016 indicano un movimento uniforme nell'ordine del centimetro nei primi 9÷10 m di profondità, che poi diminuisce fino ad annullarsi alla profondità di 20 m. L'inclinometro è stato successivamente rimpiazzato dalla verticale S1In_OS44_BIS, di seguito commentata.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio



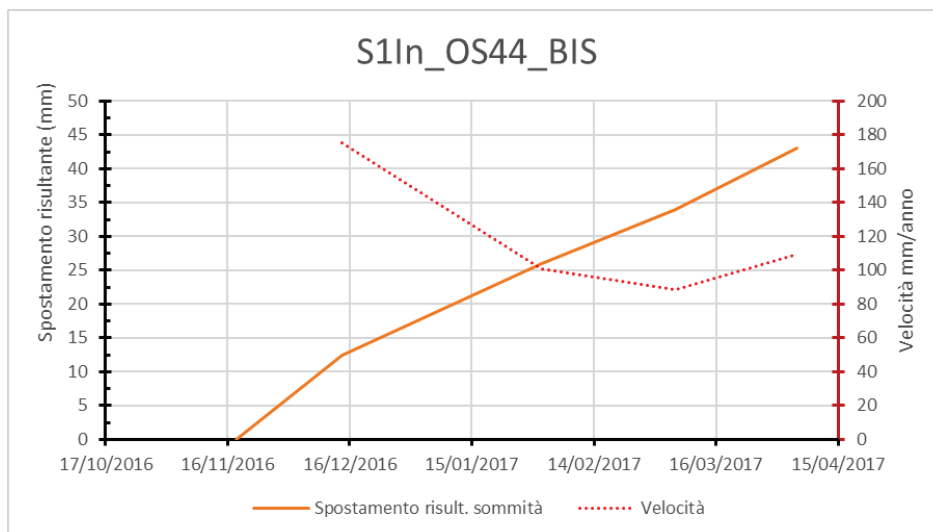
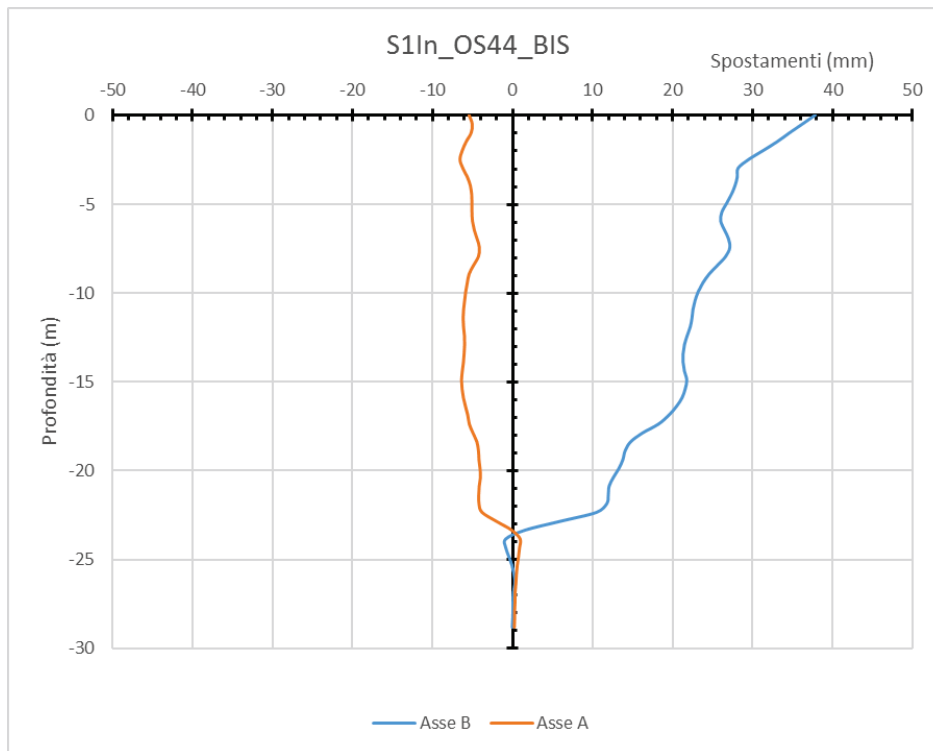
8.1.1.2 Inclinatorio S1In_OS44_BIS, pk 30+545

L'inclinometro evidenzia la presenza di un movimento profondo netto, con localizzazione della superficie di scorrimento a circa -23 m da testa tubo. L'entità degli spostamenti è di circa 38 mm. La direzione di movimento indicata nei diagrammi polari appare tuttavia anomala, non conforme al pendio (circa sud), e probabilmente affetta da errori di azimut e/o elaborazione.

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio



8.2 DISSESTI SU MANUFATTI ESISTENTI E SUI VERSANTI

Da un punto di vista geomorfologico il versante si presenta con una pendenza dolce e con ritmiche ondulazioni. Nella foto seguente si riporta una vista generale dell'area oggetto di studio.

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio



Figura 32: PK 30+550, OPERA OS44 DI PEA E SUCCESSIVA VARIANTE. Vista panoramica del versante afferente l'opera OS44.



Figura 33: PK 30+550, OPERA OS44 DI PEA E SUCCESSIVA VARIANTE. Vista frontale dell'opera OS44.

8.3 INTERPRETAZIONE GEOMORFOLOGICA DEI DISSESTI E DEI DATI DI MONITORAGGIO

Sulla base dei dati al momento disponibili si ritiene che lo sketch di Figura 34 sia rappresentativo delle problematiche di dissesto dell'area. Il cinematisma individuato è quello di un movimento gravitativo che coinvolge la coltre con uno spessore di circa 9 m, con un risentimento anche in profondità, che coinvolge il substrato fino a 20÷23 m da p.c..

Planimetricamente si ritiene che l'area in movimento sia quella individuata nella Figura 35.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio

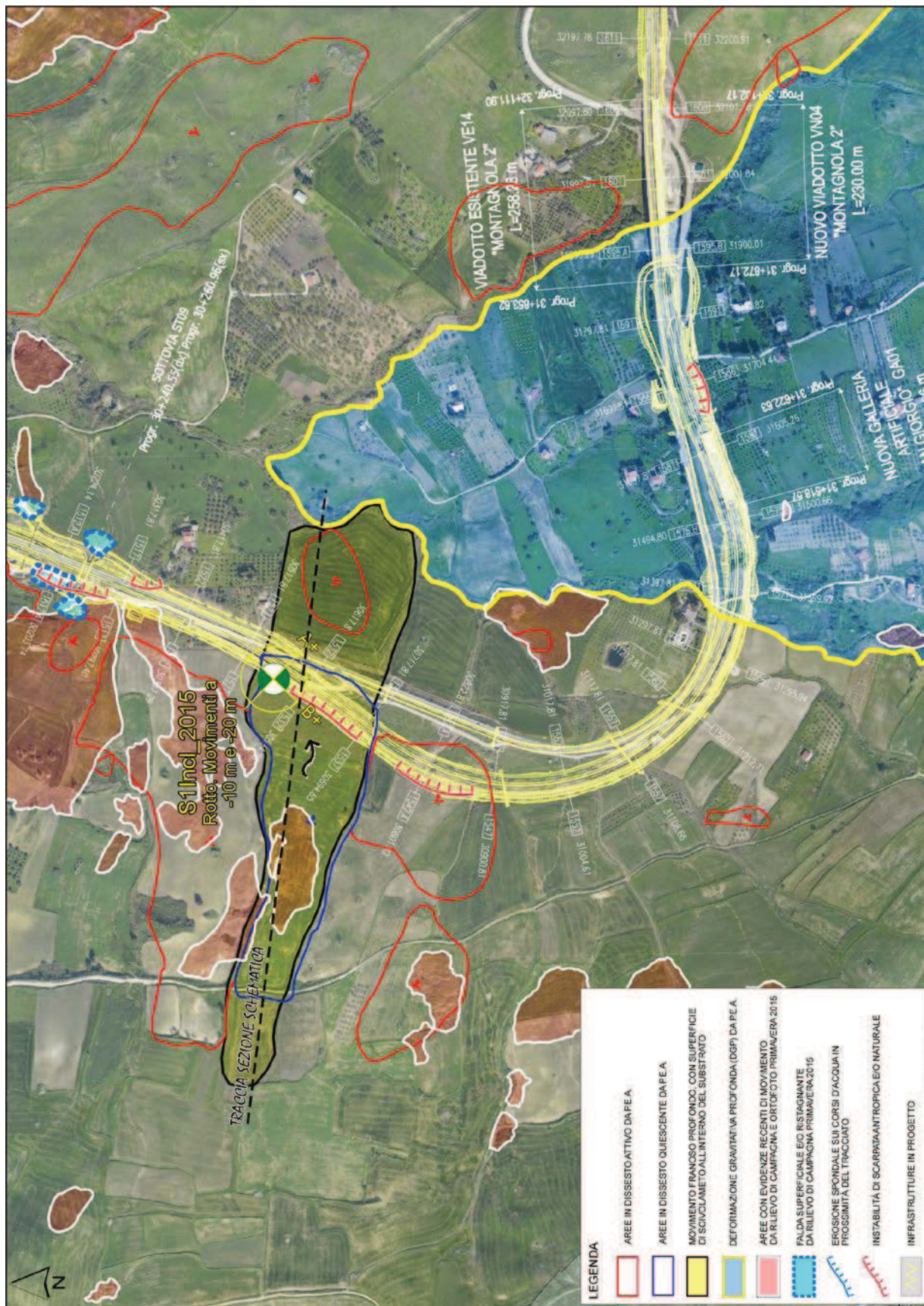


Figura 35: PK 30+550, OPERA OS44 DI PEA E SUCCESSIVA VARIANTE. Individuazione planimetria dell'area in movimento

9 PK 31+087

Nella planimetria della figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico della tratta in prossimità della PK 31+087 in cui sono disponibili gli inclinometri S09_15b_INCL e S10_15b_INCL.

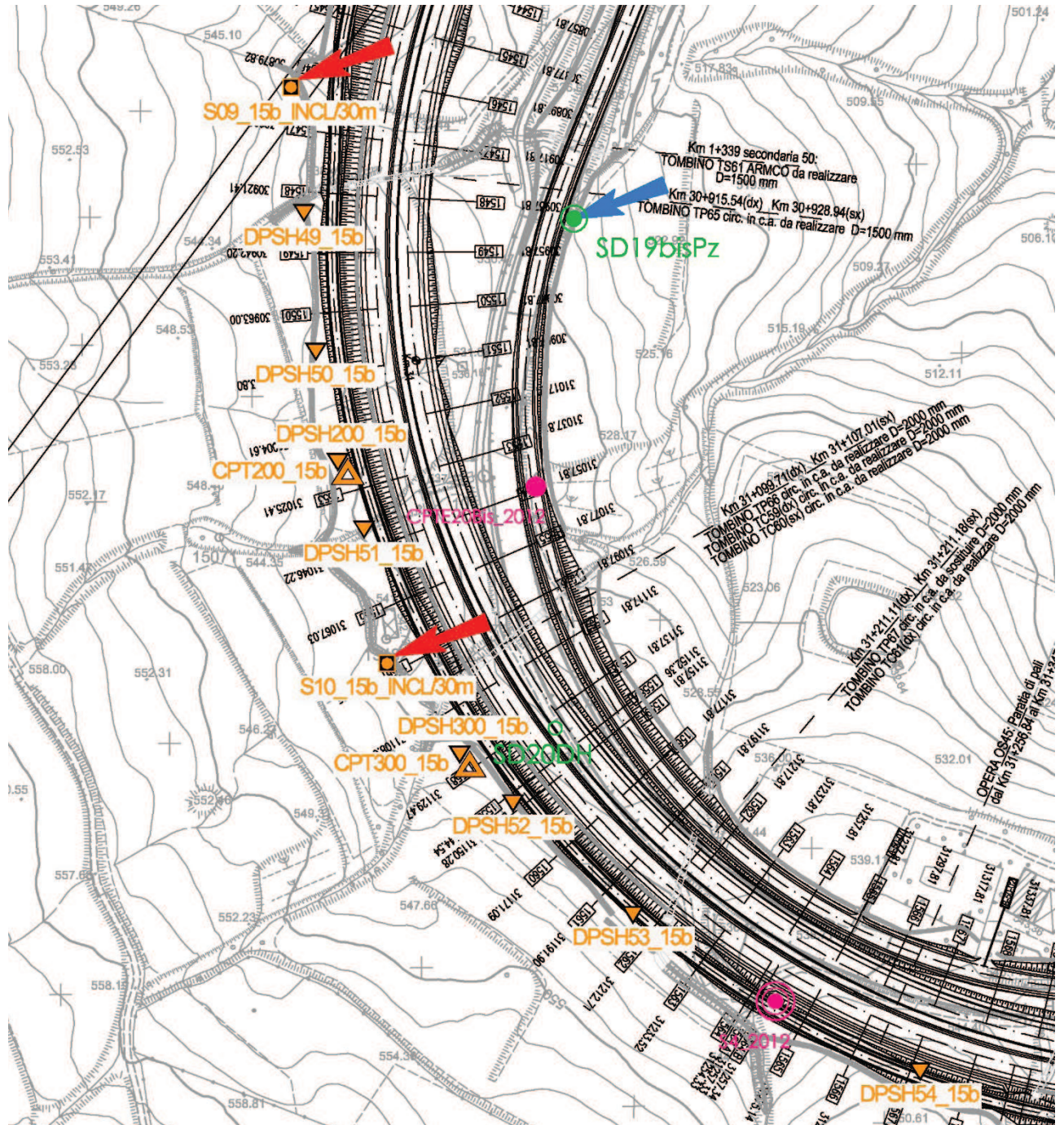


Figura 36: PK 31+087. Planimetria ubicazione indagini

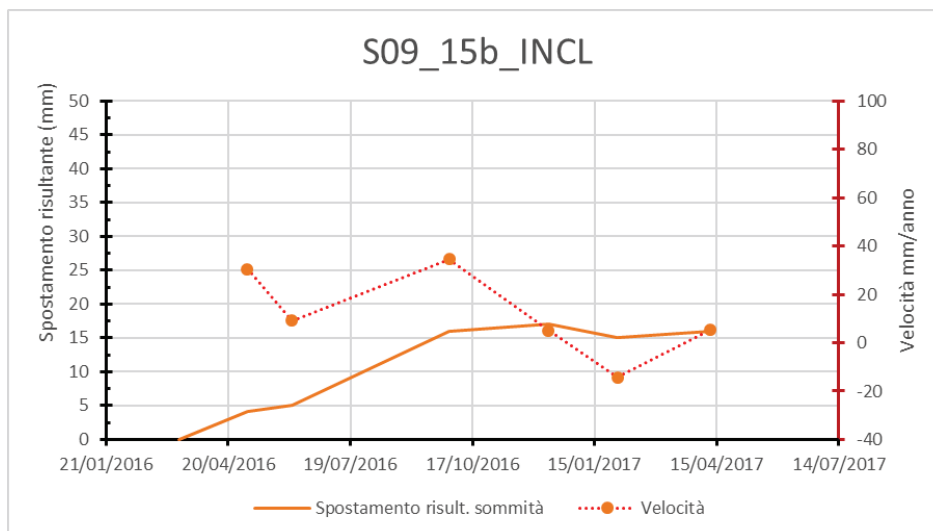
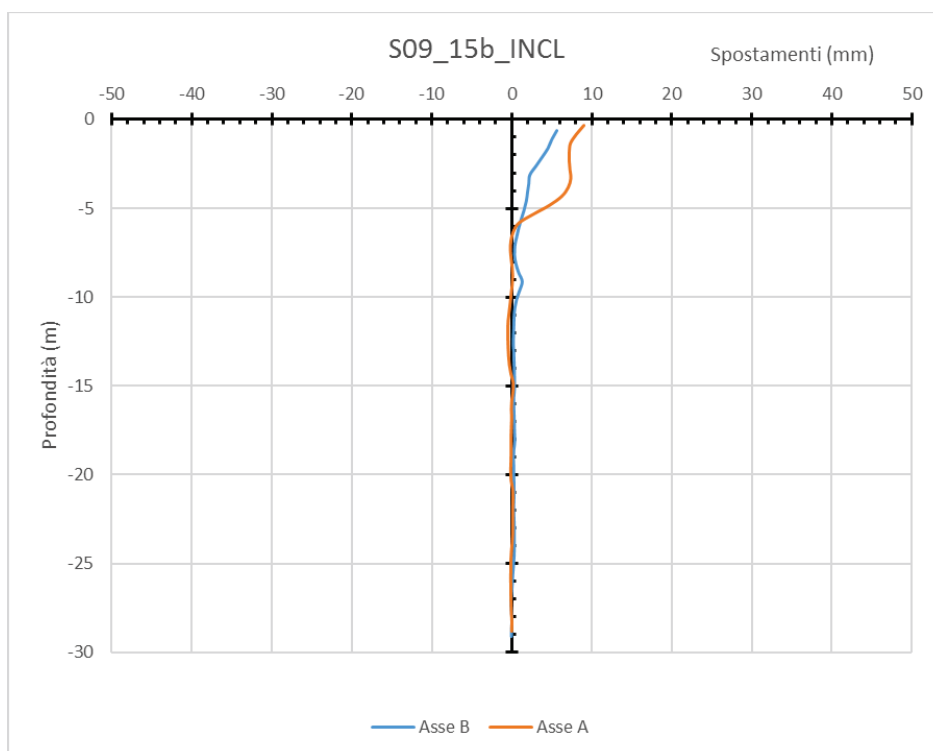
9.1 DATI DEL MONITORAGGIO

9.1.1 Monitoraggio inclinometrico

Gli inclinometri disponibili sono: S09_15b_INCL e S10_15b_INCL.

9.1.1.1 Inclinometro S09_15b_INCL, pk 30+880

L'inclinometro evidenzia movimenti millimetrici nei primi 5 m di profondità, con movimenti nell'ordine del centimetro.



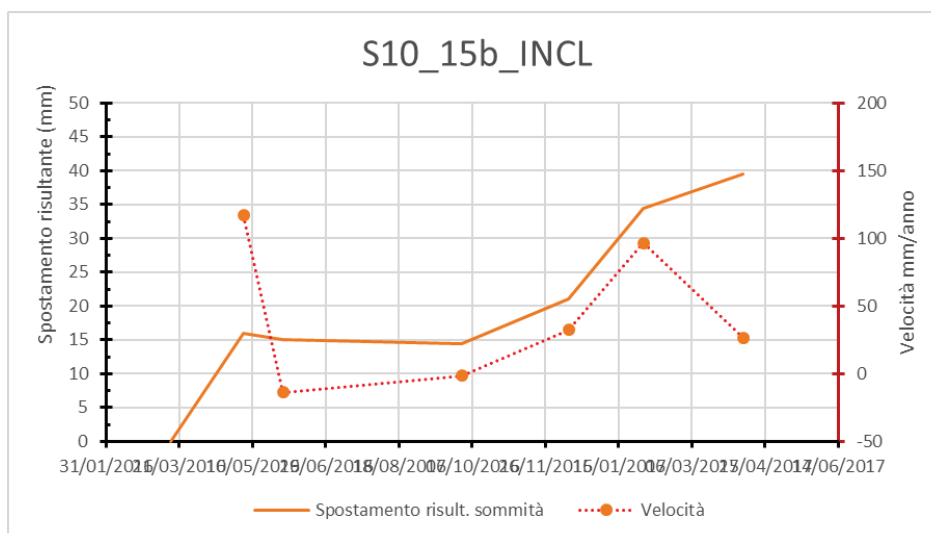
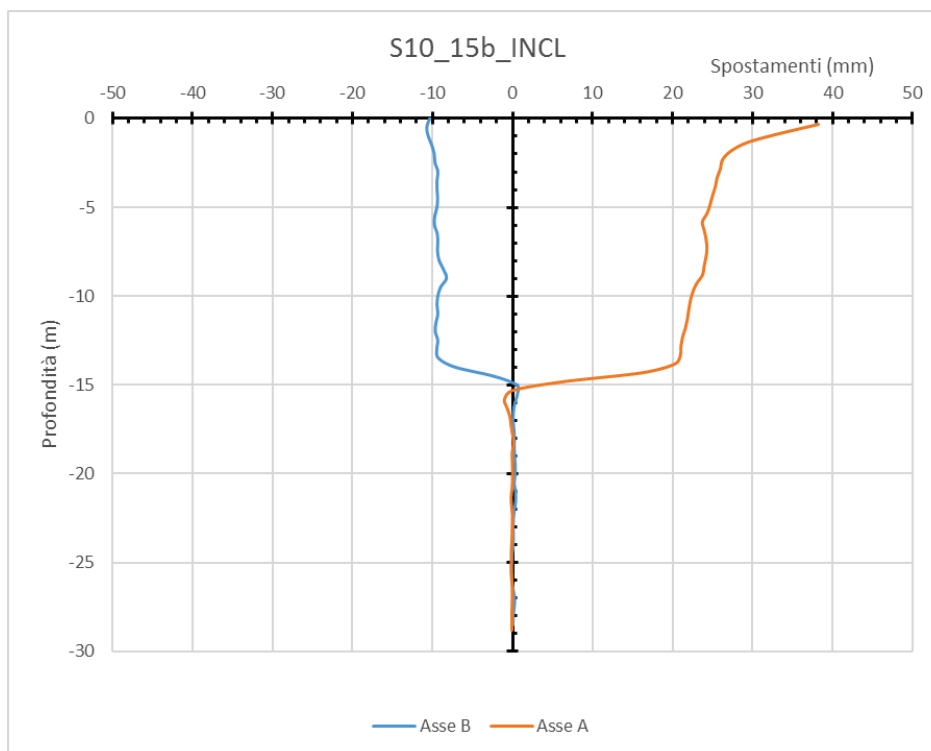
Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio

9.1.1.2 *Inclinometro S10_15b_INCL, pk 31+085*

É evidente uno spostamento netto alla profondità di 15 m, con movimenti a testa tubo di 40 mm circa.



9.2 DISSESTI SU MANUFATTI ESISTENTI E SUI VERSANTI

Da un punto di vista geomorfologico il versante si presenta con una pendenza dolce e con ripetute ondulazioni. Nel tratto in esame non sono presenti manufatti significativi, se non un modesto

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio

fabbricato fatiscente e muretti laterali alla viabilità esistente, su cui non si notano particolari evidenze di dissesto. Nelle foto seguenti sono riportate alcune viste dell'area oggetto di studio.



Figura 37: PK 31+087. Foto panoramica dell'area di impianto



Figura 38: PK 31+087. Foto panoramica dell'area di impianto

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio



Figura 39: PK 31+087. Foto panoramica dell'area di impianto

9.3 INTERPRETAZIONE GEOMORFOLOGICA DEI DISSESTI E DEI DATI DI MONITORAGGIO

Sulla base dei dati disponibili si ritiene che lo sketch di Figura 40 sia rappresentativo delle problematiche di dissesto dell'area. Il cinematisma individuato è quello di un movimento gravitativo che coinvolge la coltre con uno spessore di circa 14÷15 m.

Planimetricamente si ritiene che l'area in movimento sia quella individuata nella Figura 41.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio

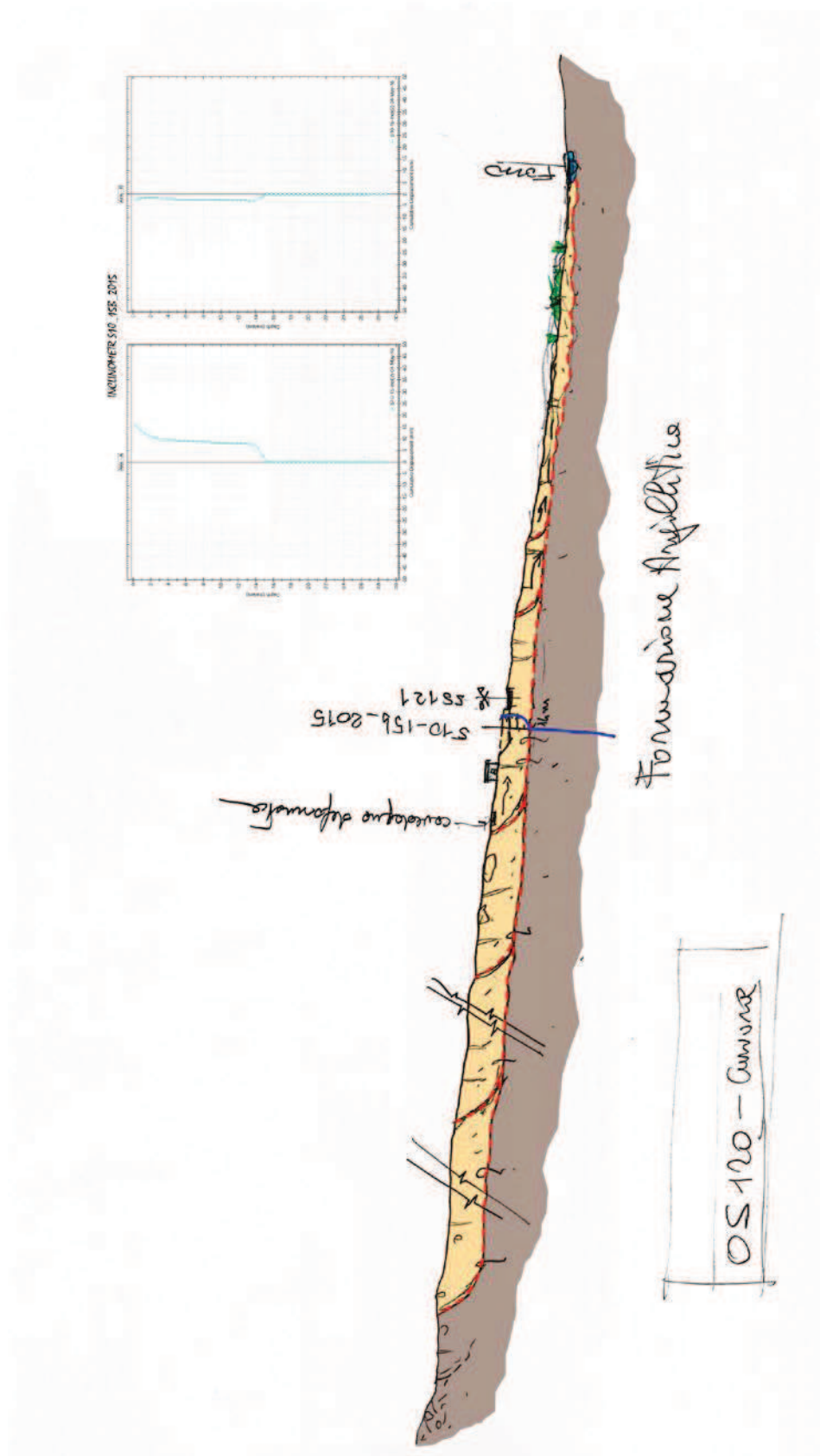


Figura 40: PK 31+087. Sketch interpretativo dissesti

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio

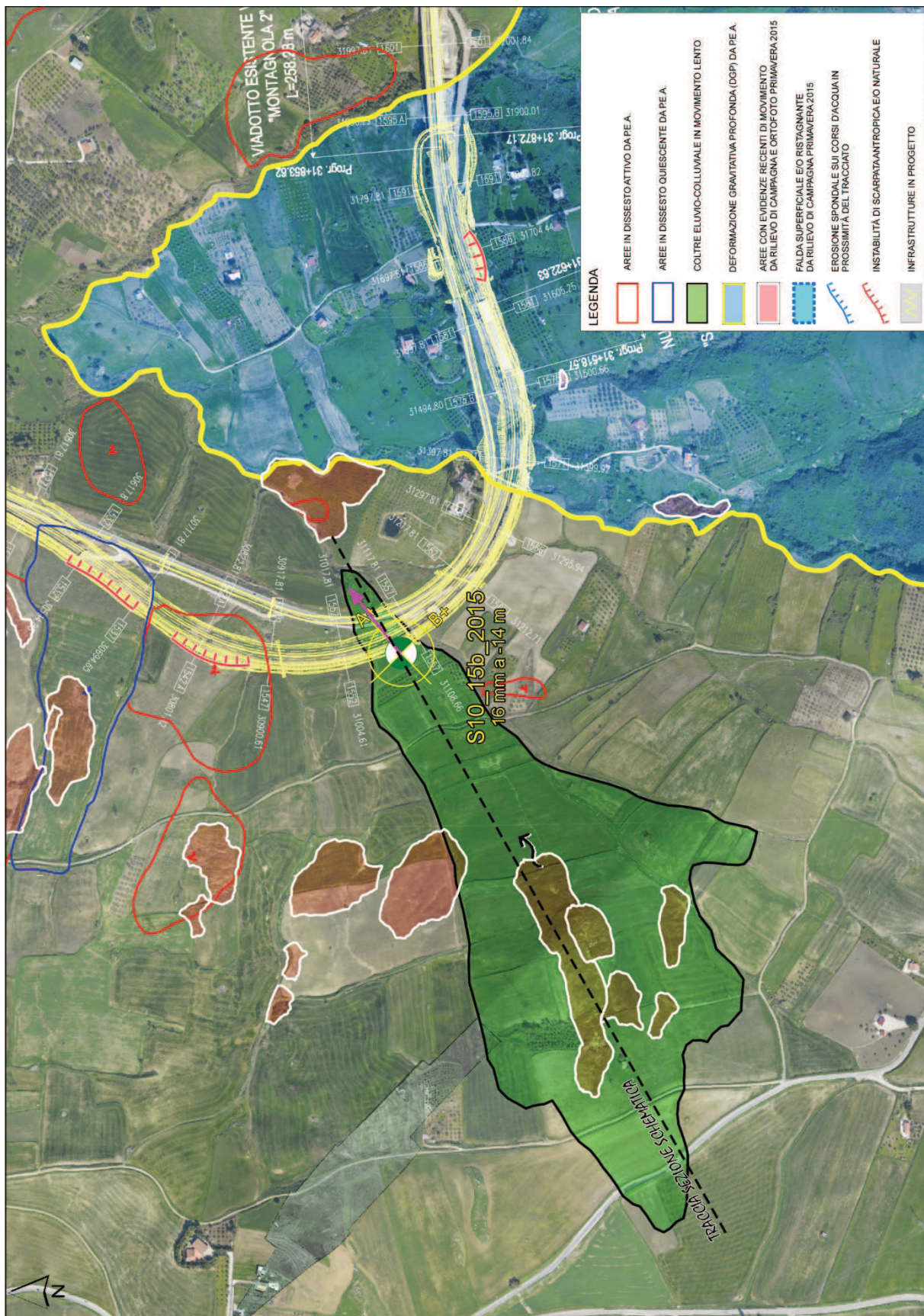


Figura 41: PK 31+087. Individuazione planimetria dell'area in movimento

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio

10 PK 31+518, OPERE OS45B, GALLERIA SAN GIORGIO GA01 E OS46

Nella planimetria della figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico della tratta in prossimità della Pk 31+518 in cui sono localizzate le opere OS45B, la galleria San Giorgio (GA01) e OS46. Per questa tratta sono disponibili gli inclinometri SD20bisIncl, S1In_OS46_2015_rip, oltre a n.6 inclinometri installati nei pressi della Galleria San Giorgio (SG1÷SG6).

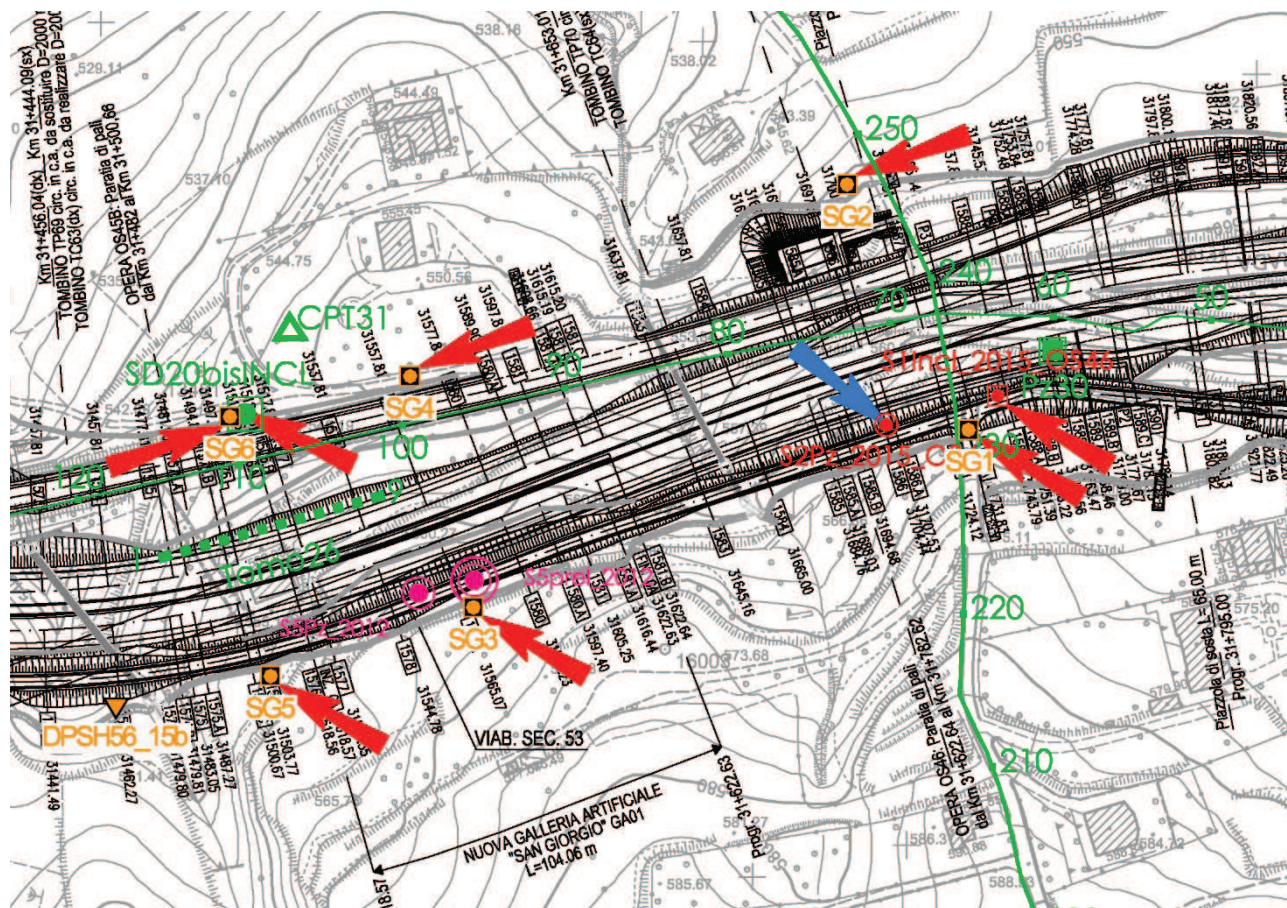


Figura 42: PK 31+518, OPERE OS45B, OS46 E GALLERIA SAN GIORGIO GA01. Planimetria ubicazione indagini

10.1 DATI DEL MONITORAGGIO

10.1.1 Monitoraggio inclinometrico

Gli inclinometri disponibili sono: SD20bisIncl, S1In_OS46_2015_rip, SG1, SG2, SG3, SG4, SG5 e SG6.

10.1.1.1 Inclinometro SD20bisIncl, pk 31+512

Non ci sono significativi segnali di deformazione della tubazione inclinometrica.

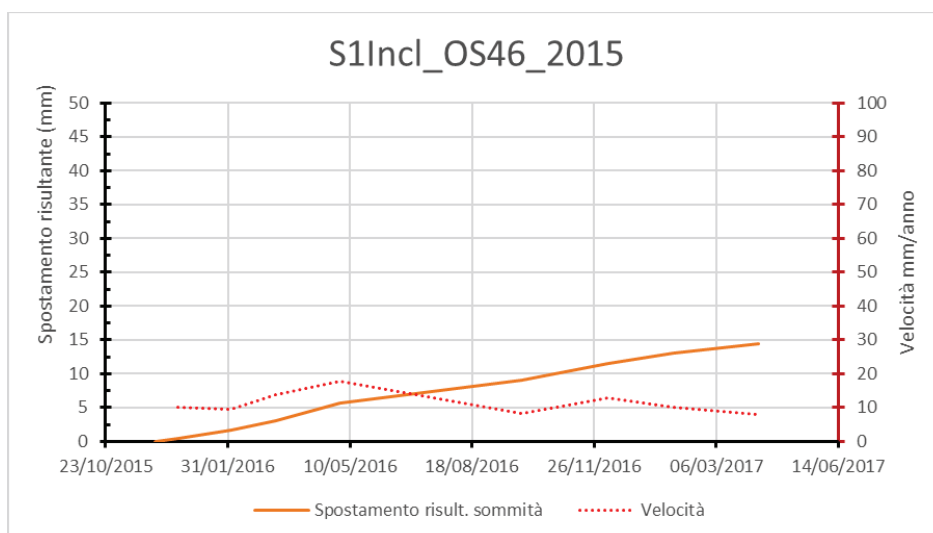
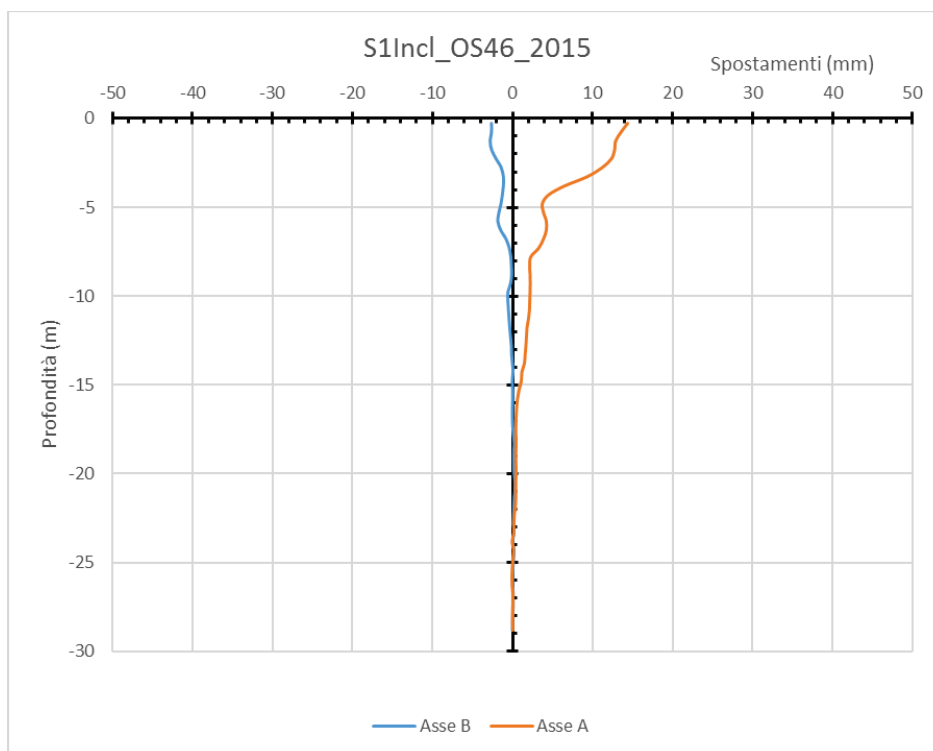
Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio

10.1.1.2 *Inclinometro S1In_OS46_2015, pk 31+740*

L'inclinometro, ubicato a tergo dell'opera OS46, è stato ripristinato dopo aver subito un danneggiamento; al momento evidenzia movimenti nell'ordine di circa 15 millimetrici nei primi 4 metri e movimenti millimetrici tra 4+8 metri.



10.1.1.3 *Inclinometro SG1, pk 31+732*

Non ci sono significativi segnali di deformazione della tubazione inclinometrica.

10.1.1.4 *Inclinometro SG2, pk 31+710*

Non ci sono significativi segnali di deformazione della tubazione inclinometrica.

10.1.1.5 *Inclinometro SG3, pk 31+565*

Lievi movimenti della coltre superficiale (2÷3 m circa di profondità), con spostamenti nell'ordine dei 20 mm a testa tubo.

10.1.1.6 *Inclinometro SG4, pk 31+565*

Non ci sono significativi segnali di deformazione della tubazione inclinometrica.

10.1.1.7 *Inclinometro SG5, pk 31+505*

Lievi movimenti della coltre superficiale (3÷4 m circa di profondità), con spostamenti nell'ordine dei 25 mm a testa tubo.

10.1.1.8 *Inclinometro SG6, pk 31+510*

Non ci sono significativi segnali di deformazione della tubazione inclinometrica.

10.2 DISSESTI SU MANUFATTI ESISTENTI E SUI VERSANTI

Da un punto di vista geomorfologico le opere si localizzano su un versante caratterizzato da una morfologia irregolare dovuta sia alla presenza di dissesti superficiali, sia disturbi di tipo tettonico e/o litologico. In particolare, l'area si colloca all'interno della più ampia e vasta deformazione gravitativa profonda di versante (DGPV) censita alla scheda sigla "DGPV" di PEA, caratterizzata da una superficie topografica molto irregolare, con un ritmico susseguirsi di scarpate, gradini, contropendenze ed un reticolo idrografico superficiale molto inciso. A livello più locale, non sono visibili particolari criticità geomorfologiche legate a fenomenologie di dissesto superficiali. Nelle foto seguenti sono riportate alcune viste dell'area oggetto di studio.

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio



Figura 43: PK 31+518, OPERE OS45B, GALLERIA SAN GIORGIO GA01 E OS46. Vista generale in direzione Agrigento



Figura 44: PK 31+518, OPERE OS45B, GALLERIA SAN GIORGIO GA01 E OS46. Vista generale in direzione Agrigento

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio



Figura 45: PK 31+518, OPERE OS45B, GALLERIA SAN GIORGIO GA01 E OS46. Vista generale in direzione Agrigento



Figura 46: PK 31+518, OPERE OS45B, GALLERIA SAN GIORGIO GA01 E OS46. Vista generale in direzione Palermo

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio



Figura 47: PK 31+518, OPERE OS45B, GALLERIA SAN GIORGIO GA01 E OS46. Vista generale in direzione Palermo

10.3 INTERPRETAZIONE GEOMORFOLOGICA DEI DISSESTI E DEI DATI DI MONITORAGGIO

Allo stato attuale delle conoscenze sembra plausibile ipotizzare che gli spostamenti registrati siano riferibili a sole questioni deformative locali delle opere realizzate per effetto degli scavi a valle.

Non si escludono inoltre deformazioni alla scala di versante connesse alla presenza della DGPV, come ipotizzato nello sketch di Figura 48. Nel caso si tratterebbe comunque di fenomenologie molto profonde ed estremamente lente.

Planimetricamente l'area interessata dalla DGPV è quella individuata nella Figura 49.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 - Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio

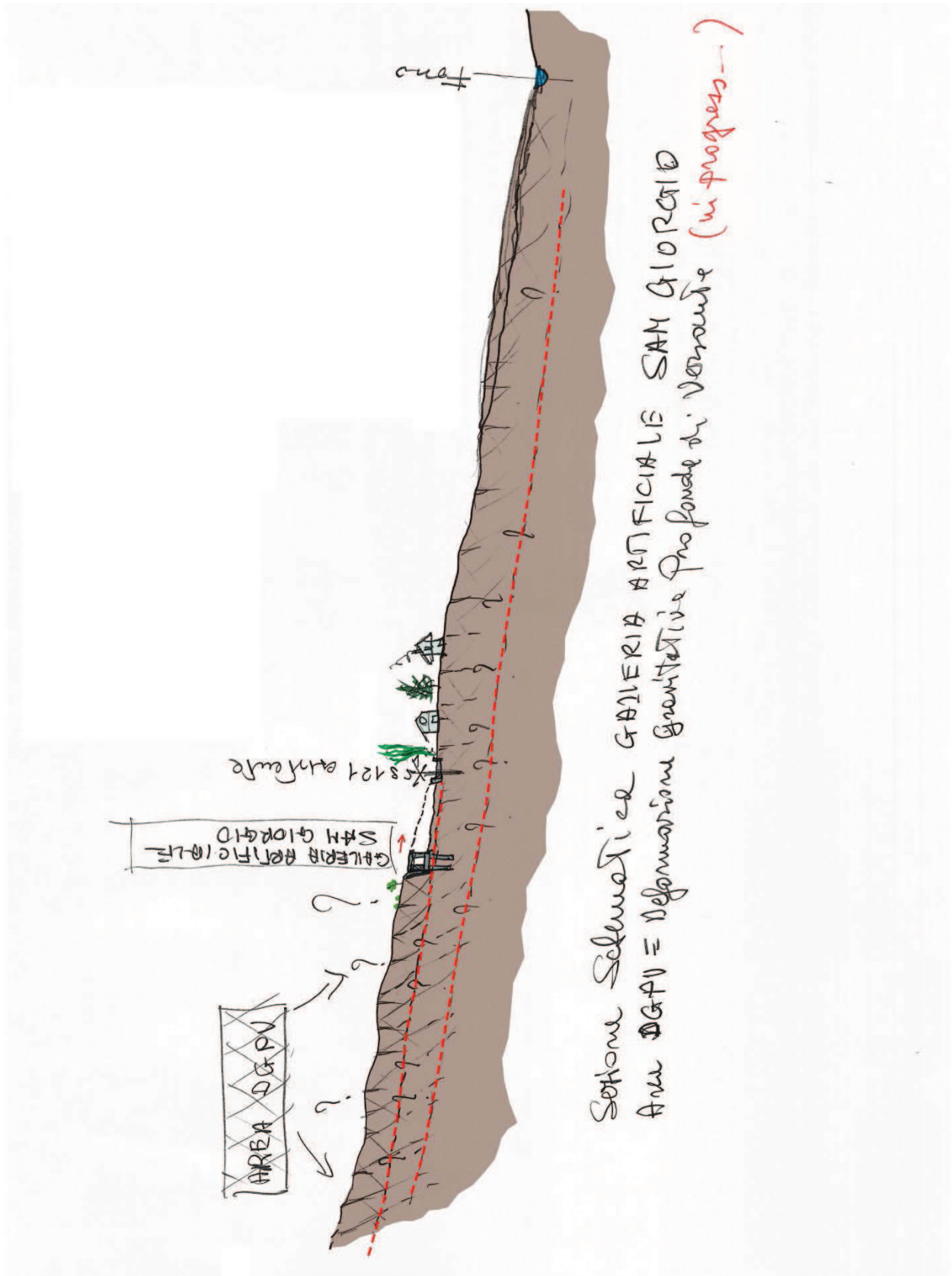


Figura 48: PK 31+518, OPERE OS45B, GALLERIA SAN GIORGIO GA01 E OS46. Sketch interpretativo dissesti

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio

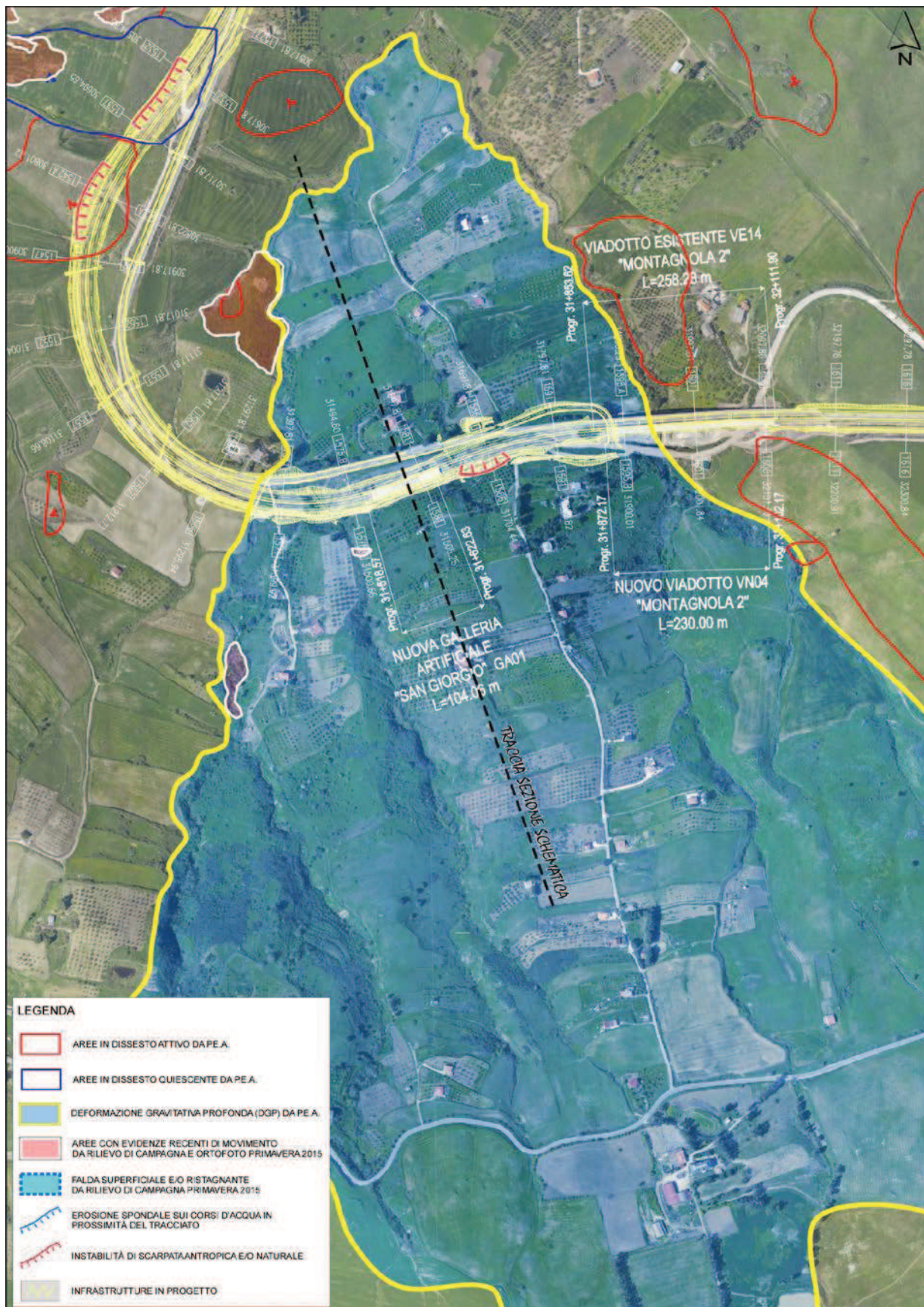


Figura 49: PK 31+518, OPERE OS45B, GALLERIA SAN GIORGIO GA01 E OS46. Individuazione planimetria dell'area in DGPV

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio

11 PK 32+474, VIADOTTO ESISTENTE VE15 – MONTAGNOLA 1 E NUOVO VIADOTTO VN05

Nella planimetria della figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico della tratta in prossimità del viadotto Montagnola 1.

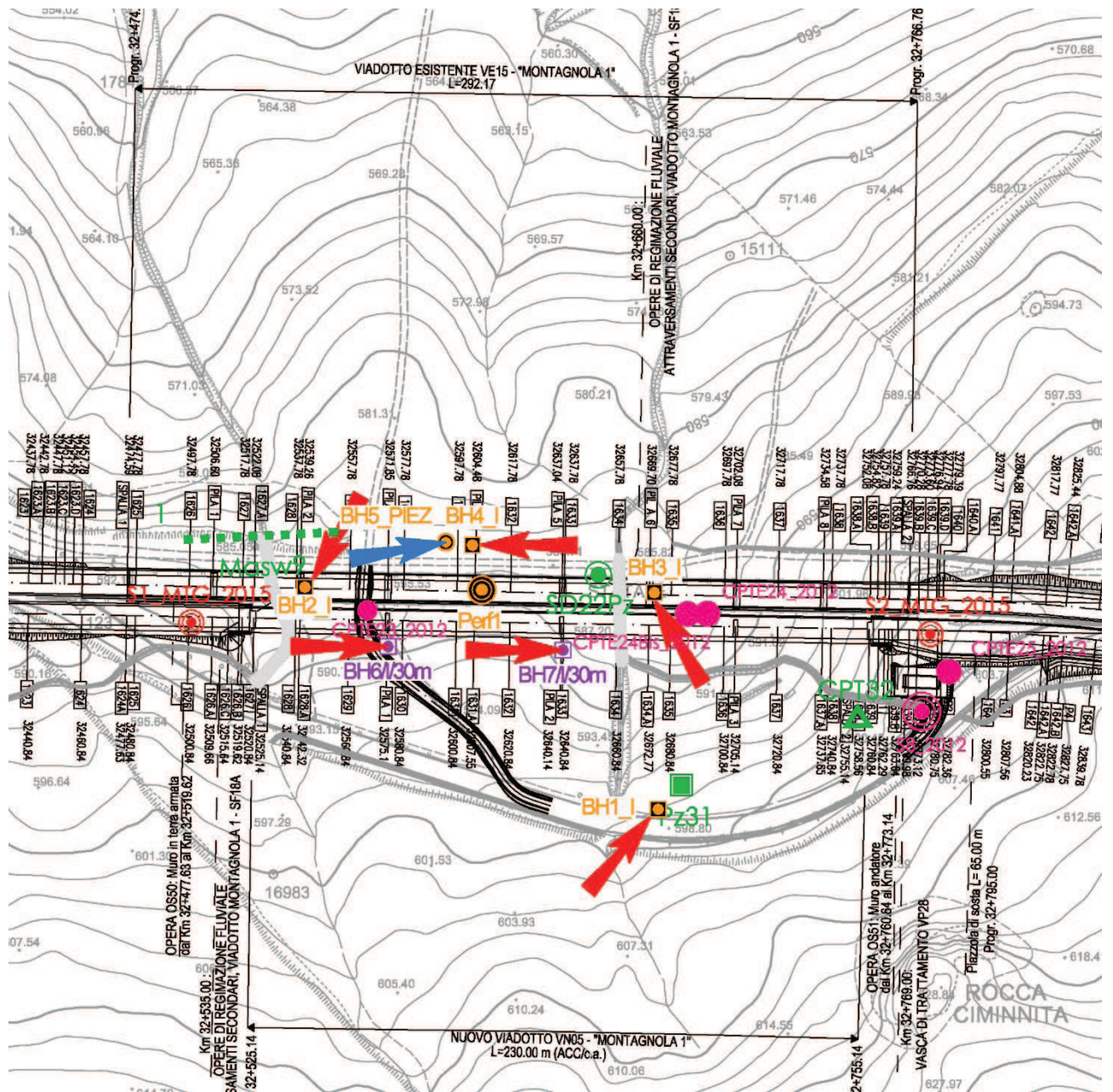


Figura 50: PK 32+474, VIADOTTO ESISTENTE VE15 – MONTAGNOLA 1 E NUOVO VIADOTTO VN05. Planimetria ubicazione indagini

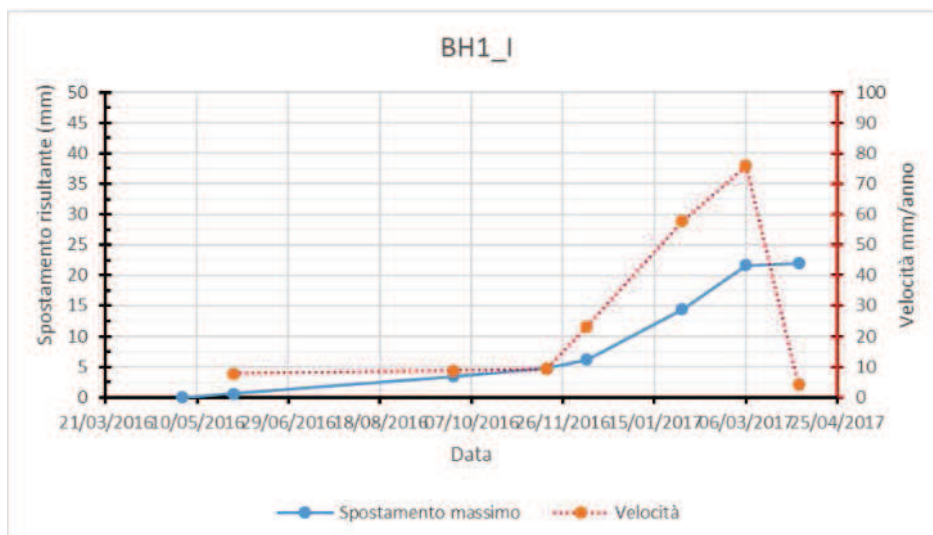
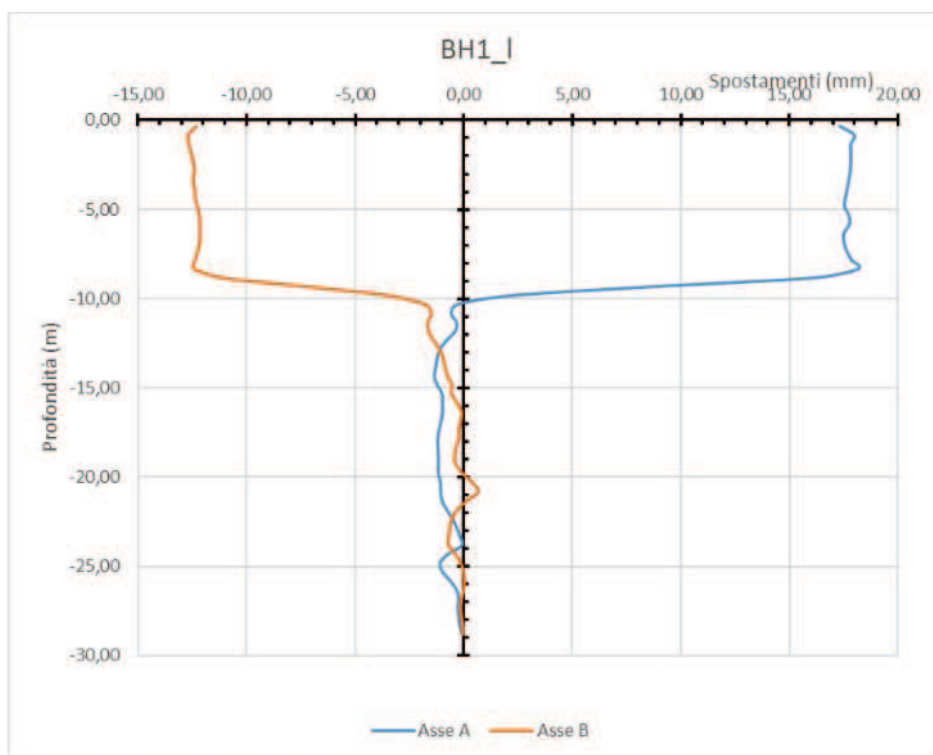
11.1 DATI DEL MONITORAGGIO

11.1.1 Monitoraggio inclinometrico

Gli inclinometri disponibili sono: BH1_I, BH2_I, BH3_I e BH4_I.

11.1.1.1 Inclinometro BH1_I, pk 32+680

L'inclinometro evidenzia un movimento netto alla profondità di 9,5 m da testa tubo, con spostamenti nell'ordine dei 20 mm e direzione di movimento conforme al versante.



11.1.1.2 *Inclinometro BH2_I, BH2_I, pk 32+540*

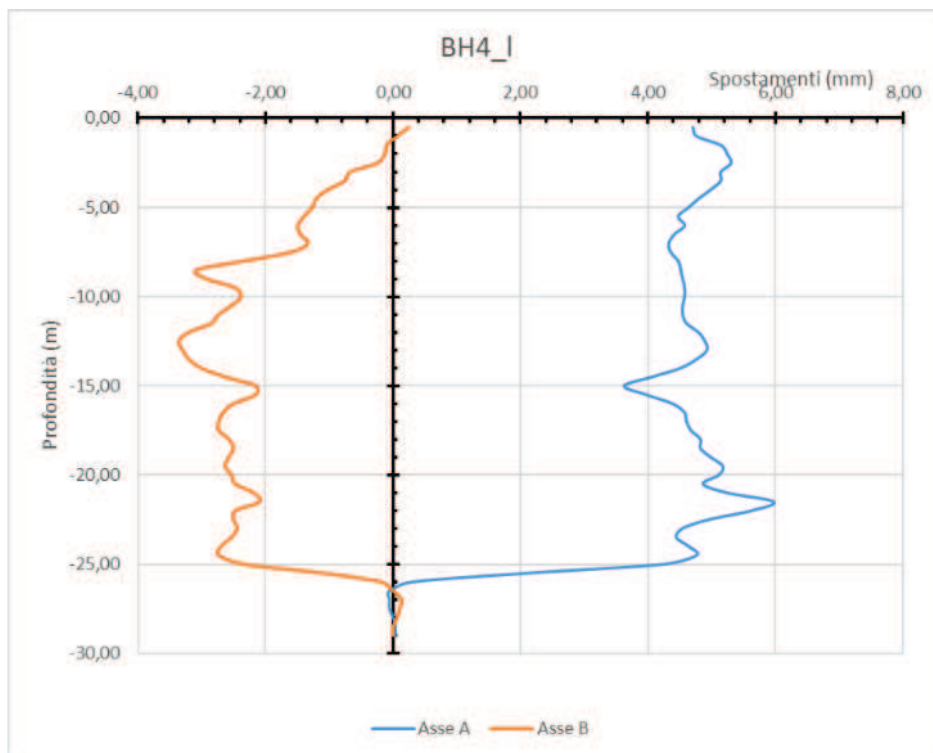
Si osservano deformazioni della verticale inclinometrica contenute entro 4÷5 mm. L'andamento delle deformate con la profondità e l'analisi delle componenti di movimento sugli assi principali di lettura (asse A e B) non permettono, al momento, di interpretare tali deformazioni in maniera univoca. L'entità degli spostamenti è inoltre tale da poter rientrare nell'errore strumentale

11.1.1.3 *Inclinometro: BH3_I, pk 32+670*

L'inclinometro non è più misurabile dalla 2^a lettura di esercizio, in quanto interrotto a -11 m circa da p.c.. In data 24 marzo 2017 è stata eseguita una video-ispezione da cui è emerso che la parte sommitale del tubo non è più integra causa danneggiamento in fase di pulizia del tubo mediante immissione di aria ad alta pressione in data 24/03/2017.

11.1.1.4 *Inclinometro: BH4_I, pk 32+600*

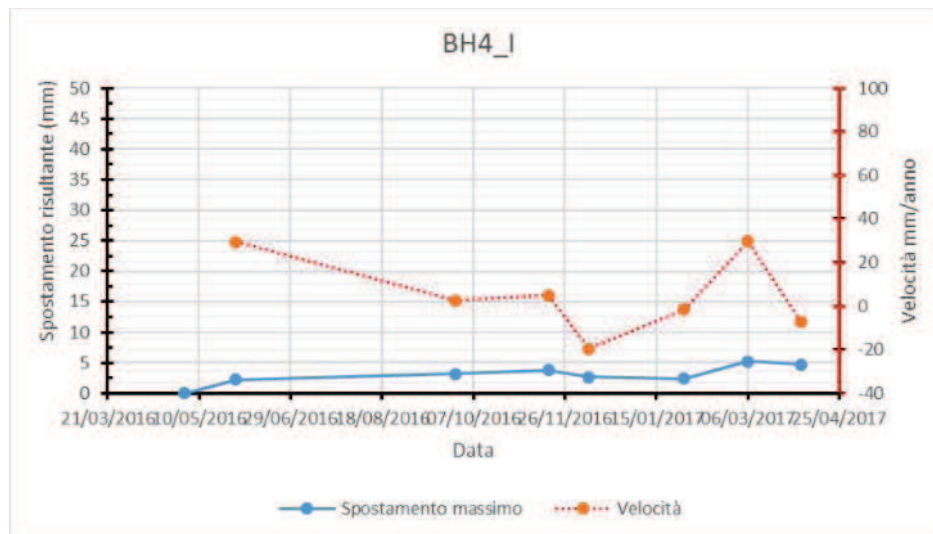
L'andamento delle deformate inclinometriche con la profondità lungo gli assi di lettura sembra delineare la presenza di un movimento di versante profondo, con superficie di scorrimento localizzata alla profondità di -25.5 m da testa tubo. Allo stato attuale, l'entità degli spostamenti appare comunque contenuta, con spostamenti nell'ordine dei 5 mm e direzione di movimento conforme al versante.



Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio



11.2 DISSESTI SU MANUFATTI ESISTENTI E SUI VERSANTI

La zona di imposta del viadotto si colloca a mezza costa su un versante a debole pendenza e presenta una morfologia concava delimitata lateralmente dalle dorsali su cui si impostano le spalle del viadotto (Figura 51). Ad eccezione delle evidenze di movimento sulle strutture del viadotto precedentemente illustrate, dai rilievi in campo non sono emersi elementi morfologici riconducibili a manifesti fenomeni di instabilità locale.

Nell'area immediatamente a valle del viadotto, che presenta tipiche morfologie ondulate ben delimitate da due distinte linee di impluvio.

Per quanto concerne il versante a monte del viadotto, si riconosce un susseguirsi “ritmico” di forme concave e convesse, a testimonianza di come il versante sia stato ciclicamente interessato nel tempo da lenti processi deformativi a carico delle coltri più superficiali. Anche in questo caso non sono visibili sul terreno evidenze macroscopiche di attivazioni recenti, denotando quindi, se non uno stato di quiescenza relativa, una evoluzione estremamente lenta dei fenomeni gravitativi di versante, tale da non poter essere rilevata con la sola osservazione visiva.

Solamente in corrispondenza dei manufatti e della bretella stradale che corrono a monte dei viadotti Montagnola 1 si possono rinvenire gli effetti tangibili prodotti nel tempo da questi lenti processi deformativi.

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio



Figura 51: PK 32+474, VIADOTTO ESISTENTE VE15 – MONTAGNOLA 1 E NUOVO VIADOTTO VN05. Area di imposta del viadotto esistente



Figura 52: PK 32+474, VIADOTTO ESISTENTE VE15 – MONTAGNOLA 1 E NUOVO VIADOTTO VN05. Porzione di versante a monte del viadotto esistente Montagnola 1

Se da un lato i dissesti sul versante non sono così evidenti, dall'altro sul viadotto esistente si notano le seguenti anomalie:

- Il sicurvia ha una vistosa deformazione fra le pile 2 e 6 come documentato dalle foto di Figura 53.
- Le campate di impalcato fra le pile 2 e 6, coerentemente con la deformazione del sicurvia, non sono allineate come documentato dalle foto di Figura 54.
- I giunti in corrispondenza delle pile hanno subito deformazioni in conseguenza della diversa rotazione degli impalcati.
- Macroscopica rotazione delle pile 2 e 6 come documentato dalle foto di Figura 55.



Figura 53: PK 32+474, VIADOTTO ESISTENTE VE15 – MONTAGNOLA 1 E NUOVO VIADOTTO VN05. Deformazione sicurvia



Figura 54: PK 32+474, VIADOTTO ESISTENTE VE15 – MONTAGNOLA 1 E NUOVO VIADOTTO VN05. Deformazione impalcato



Figura 55: PK 32+474, VIADOTTO ESISTENTE VE15 – MONTAGNOLA 1 E NUOVO VIADOTTO VN05. Vista della pila 2 ruotata verso valle

11.3 INTERPRETAZIONE GEOMORFOLOGICA DEI DISSESTI E DEI DATI DI MONITORAGGIO

In base alle evidenze morfologiche osservate in sito, ai dissesti rilevati sui manufatti e ai dati inclinometrici, è possibile aggiornare il quadro geomorfologico dell'area afferente il viadotto Montagnola 1.

In particolare, si ritiene che il versante sia interessato per la sua intera lunghezza e per un areale piuttosto vasto da lenti fenomeni gravitativi, costituiti da più fenomenologie di dissesto tra loro coalescenti. In dettaglio, è possibile perimetrare un'area in dissesto con forma tipicamente allungata che si estende dalla zona di crinale sino a circa la porzione mediana di versante, con un'estensione longitudinale di circa 1,5 km ed una larghezza media stimata all'incirca in 250 m (Figura 57).

Tale area è costituita dalla sovrapposizione nello spazio e nel tempo di più fenomenologie di dissesto gravitativo, non necessariamente attive contemporaneamente, che coinvolgono i terreni superficiali di copertura (coltre), con spessori variabili da qualche metro fino a circa 9.0 m.

L'inclinometro BH4 ha registrato un leggero movimento profondo a circa 26 m, di entità molto limitata ed ancora entro il range dell'errore/tolleranze strumentali; il proseguo del monitoraggio consentirà di fugare ogni dubbio a riguardo.

In Figura 56 sia riporta una sezione schematica rappresentativa delle problematiche di dissesto generali dell'area, desunta a partire dalle indagini disponibili.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio

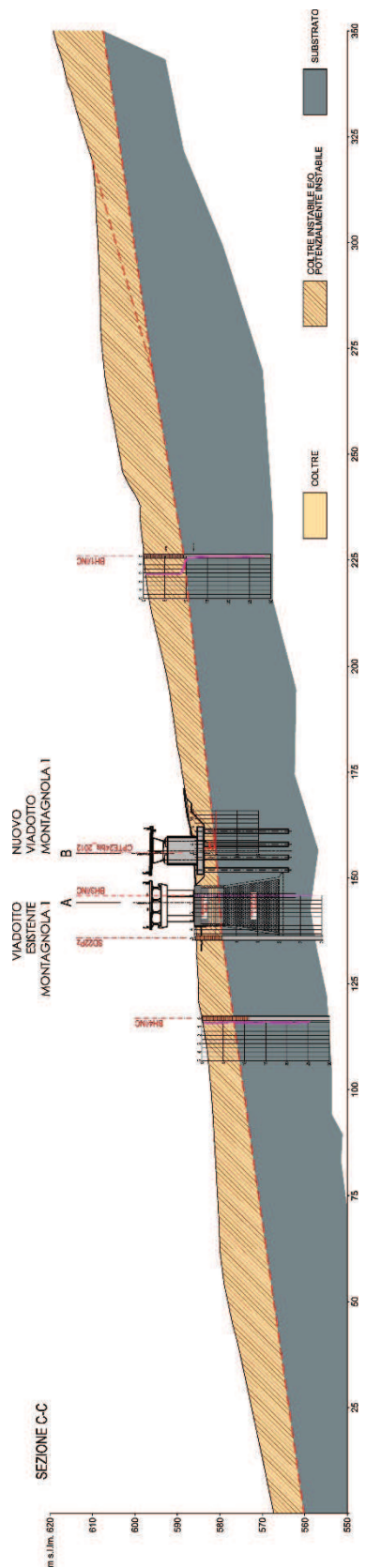


Figura 56: PK 32+474, VIADOTTO ESISTENTE VE15 – MONTAGNOLA 1 E NUOVO VIADOTTO VN05. Sezione interpretativa dissesti

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio

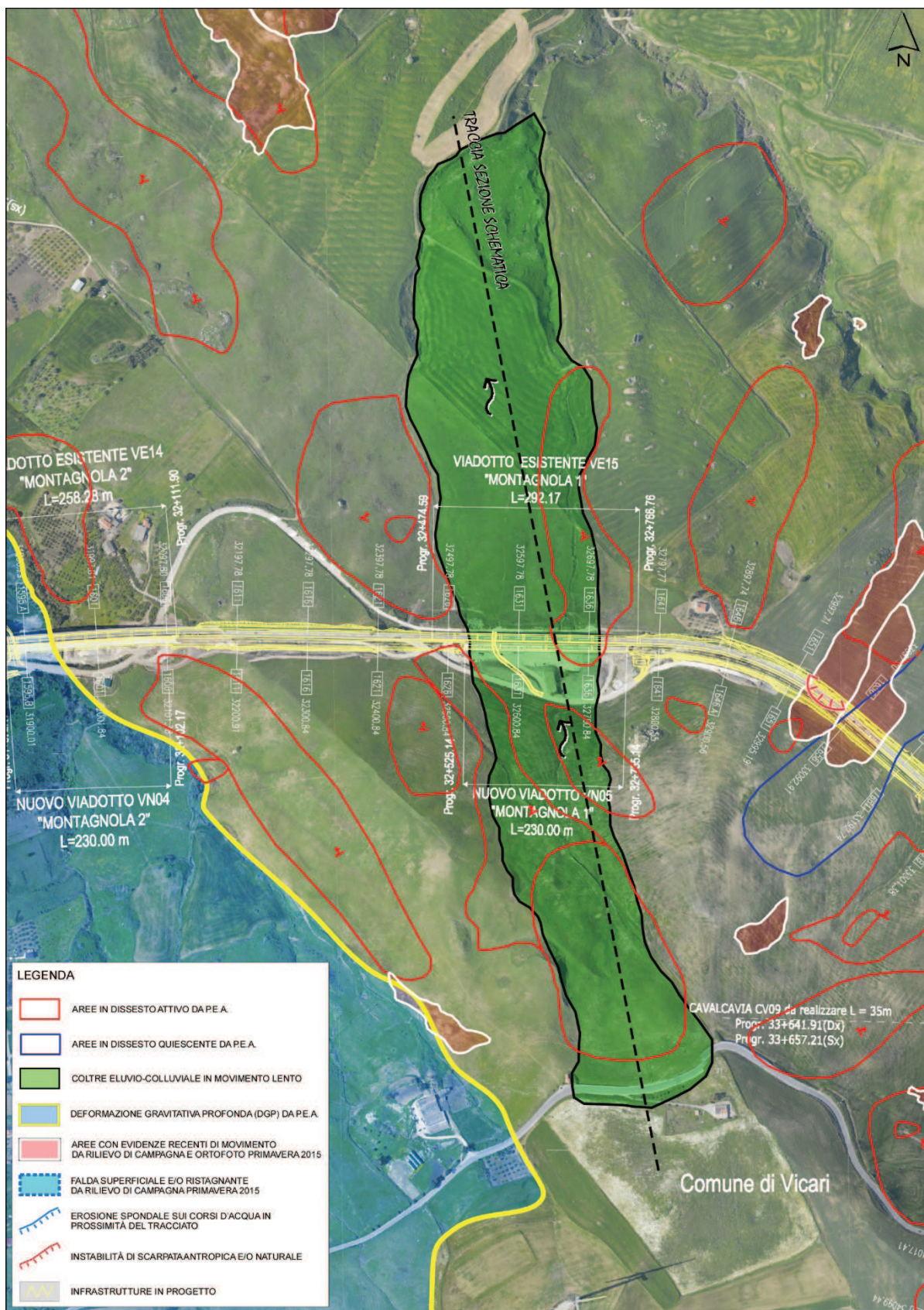


Figura 57: PK 32+474, VIADOTTO ESISTENTE VE15 – MONTAGNOLA 1 E NUOVO VIADOTTO VN05. Individuazione planimetria dell'area in movimento

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio

12 PK 33+077 ÷ PK 33+377

Nella planimetria della figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico della tratta compresa tra le pk 33+077 e pk 33+377, in cui sono ubicati gli inclinometri S11_15b_INCL e S12_15b_INCL.

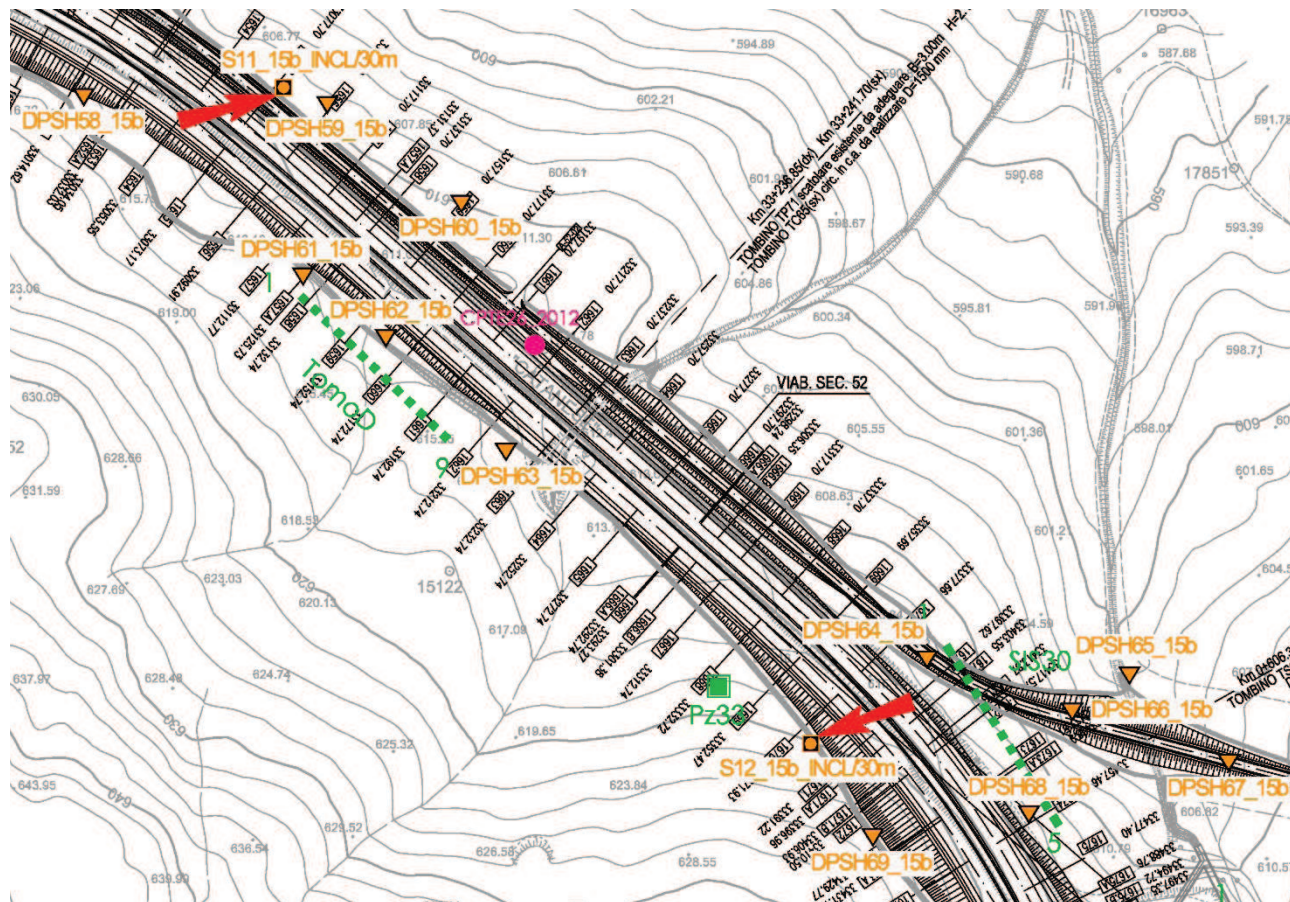


Figura 58: 13 PK 33+077. Planimetria ubicazione indagini

12.1 DATI DEL MONITORAGGIO

12.1.1 Monitoraggio inclinometrico

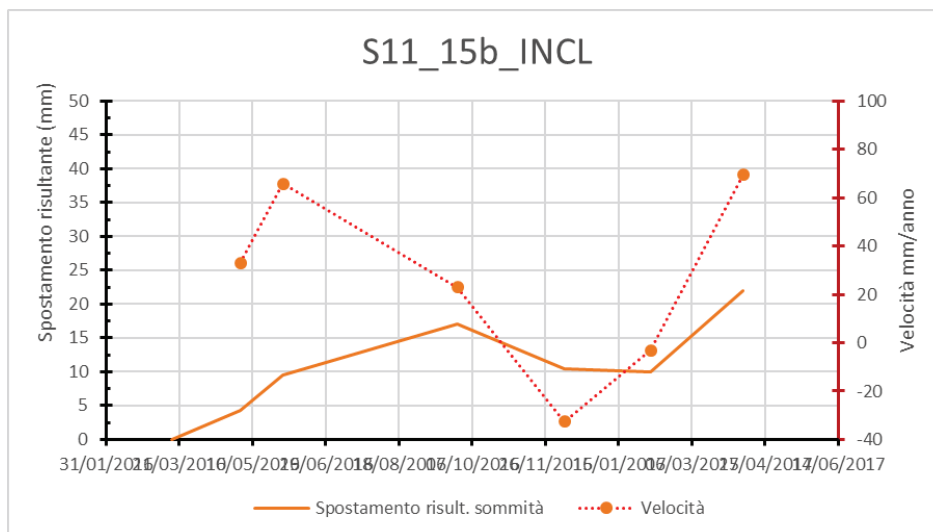
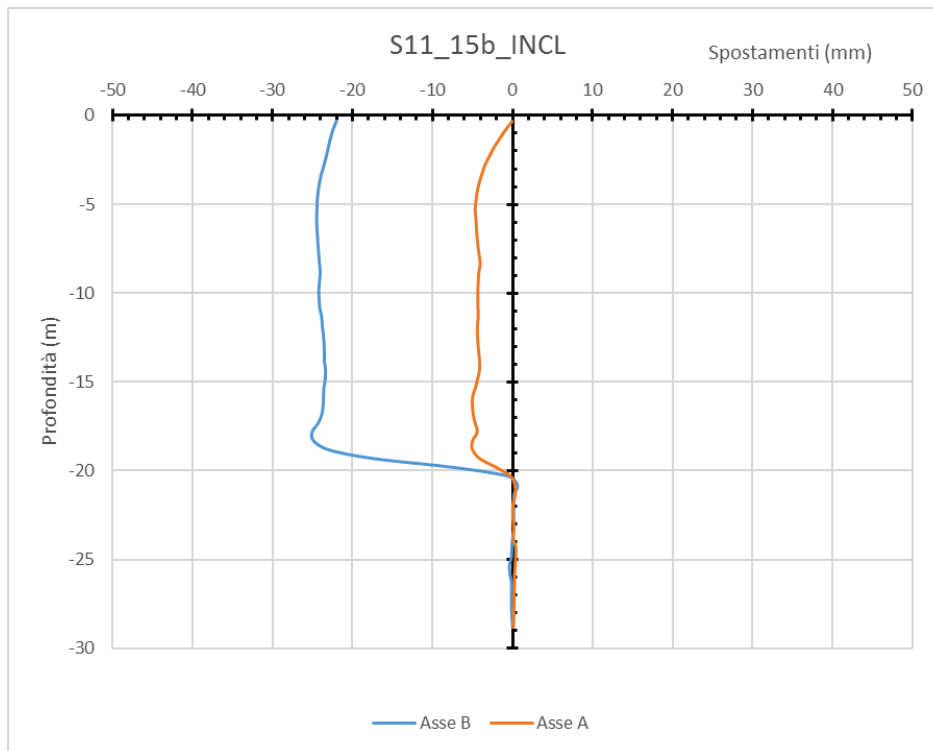
12.1.1.1 Inclinometro: S11_15b_INCL, pk 33+080

L'inclinometro S11_15b_INCL, evidenzia uno spostamento netto di 20 mm alla profondità di 20.0 m, come documentato dai grafici seguenti

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio



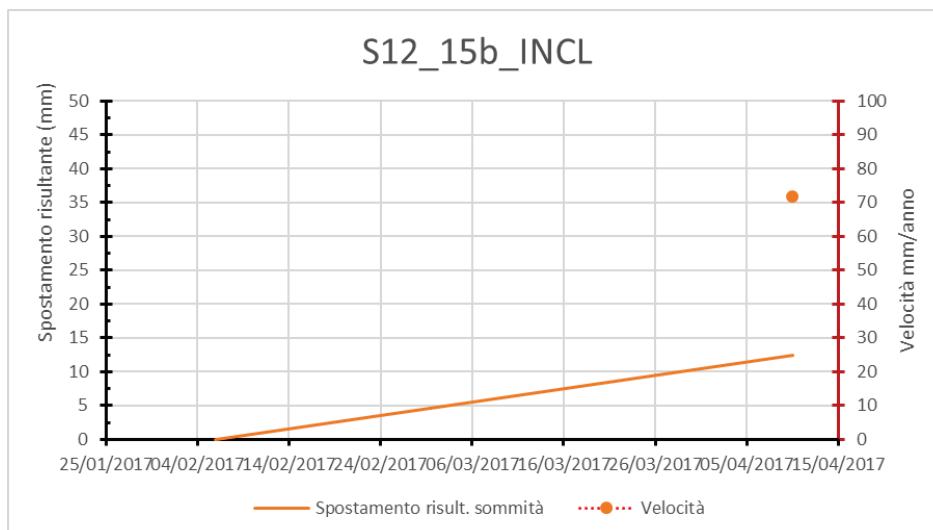
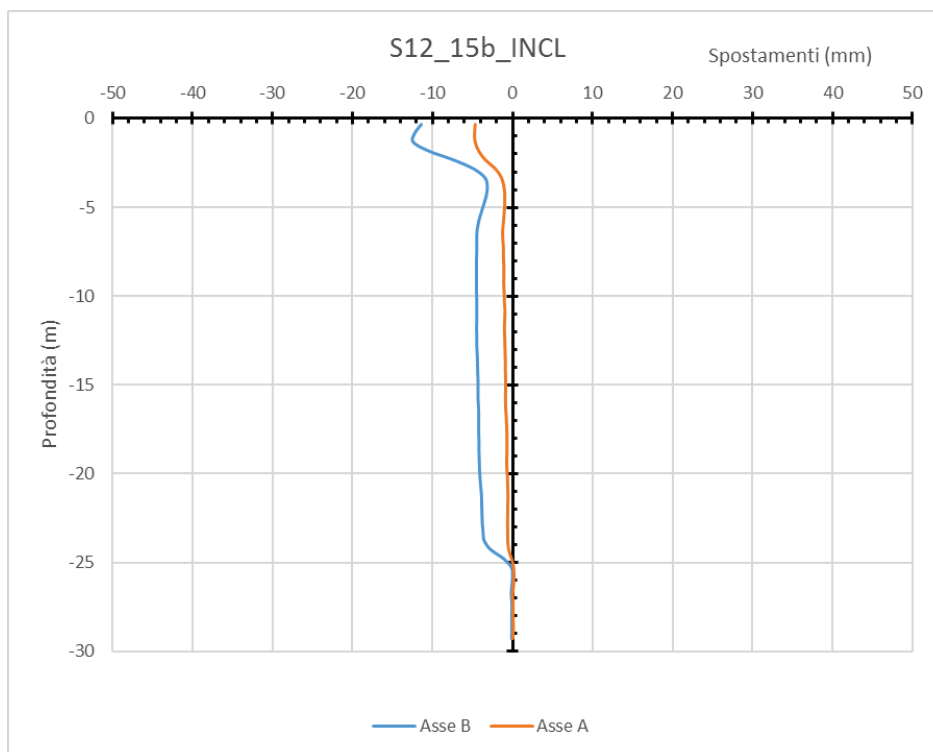
12.1.1.2 *Inclinometro: S12_15b_INCL, pk 33+375*

L'inclinometro è stato inserito all'interno del piano di monitoraggio solo recentemente e sono disponibili gli esiti di una sola lettura inclinometrica, eseguita ad un paio di mesi di distanza dalla lettura iniziale di zero. Nonostante ciò, le letture evidenziano un movimento netto alla profondità di circa 25.0 m con spostamenti nell'ordine dei 5 mm e movimenti più significativi nei primi 3 m di profondità, con risultante di spostamento all'incirca di 12 mm.

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio



12.2 DISSESTI SU MANUFATTI ESISTENTI E SUI VERSANTI

Da un punto di vista geomorfologico la tratta in corrispondenza della pk 33+077 si trova in corrispondenza della porzione mediana di un versante che degrada in direzione NE, con pendenze medie all'incirca di 8°+9° ed una morfologia irregolare dovuta sia alla presenza di numerosi dissesti attivi o quiescenti, di tipo generalizzato o di tipologia definita, sia a forme di erosione e morfologie di origine antropica. In particolare, nel corso dei numerosi sopralluoghi in sito sono state

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio

osservate evidenze di recenti fenomeni fessurativi e deformativi della pavimentazione stradale esistente (Figura 59, Figura 60), riconducibili a lenti fenomeni gravitativi di versante attivatisi/riattivatisi in conseguenza alle abbondanti e severe precipitazioni che hanno caratterizzato il periodo invernale 2014÷2015.



Figura 59: PK 33+077. Evidenti lesioni ed avvallamenti della pavimentazione stradale.



Figura 60: PK 33+077. Evidenti lesioni ed avvallamenti della pavimentazione stradale, con distacco di cordoli e muretti.

Affidamento a Contraente Generale dei “Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotatoria Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121”.

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio

12.3 INTERPRETAZIONE GEOMORFOLOGICA DEI DISSESTI E DEI DATI DI MONITORAGGIO

Sulla base dei dati disponibili si ritiene che lo sketch di Figura 61 sia rappresentativo delle problematiche di dissesto dell'area. Il cinematismo individuato è quello di un movimento gravitativo profondo che si localizza all'interno della formazione di substrato alla profondità di circa 19÷20 m.

Planimetricamente si ritiene che l'area in movimento sia quella individuata nella Figura 62.

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio

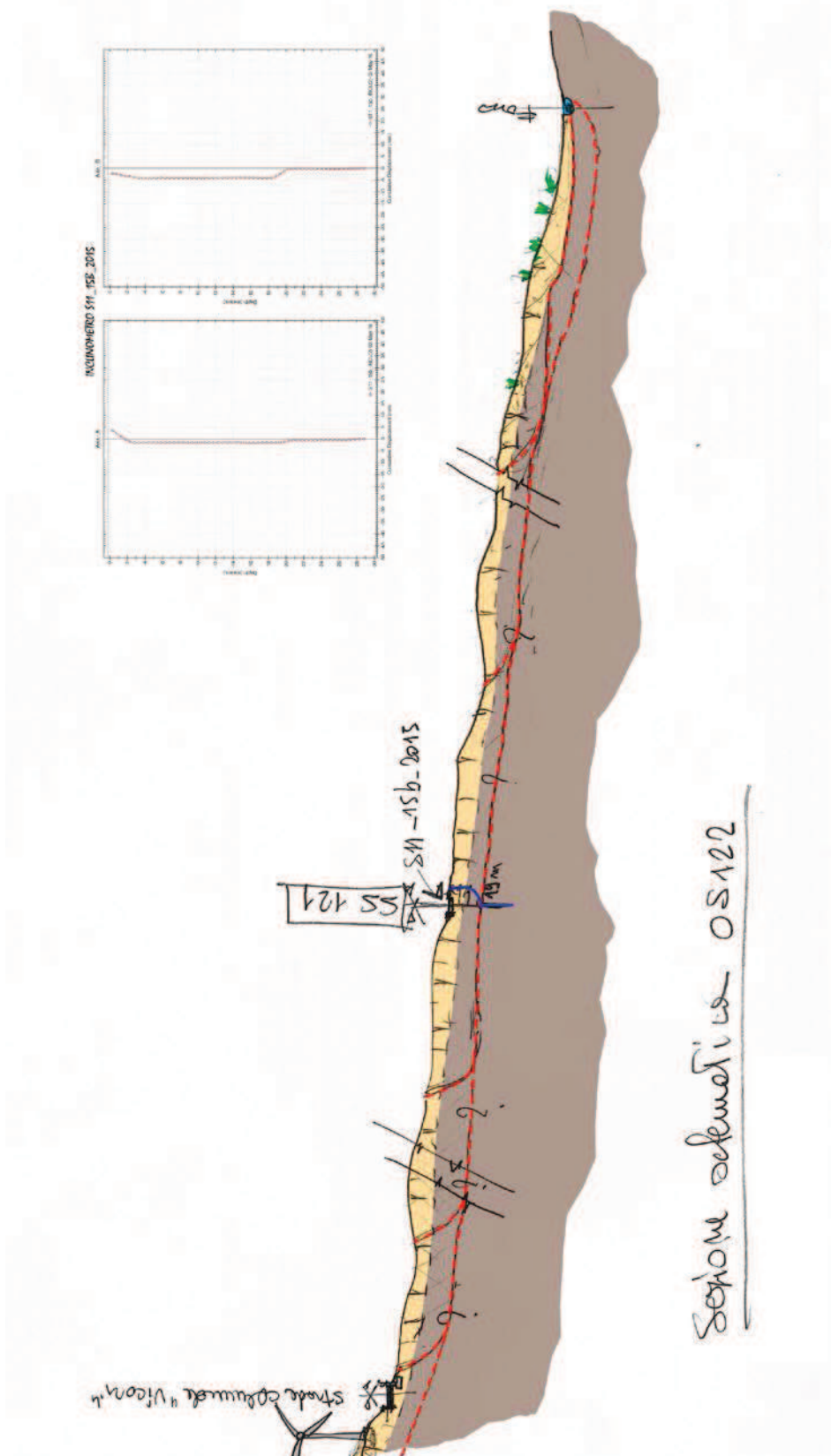


Figura 61: PK 33+077. Sketch interpretativo dissesti

Affidamento a Contraente Generale dei "Lavori di ammodernamento del tratto Palermo - Lercara Friddi, lotto funzionale dal km 14,4 (km. 0,0 del Lotto 2) compreso il tratto di raccordo della rotonda Bolognetta, al km 48,0 (km. 33,6 del Lotto 2 – Svincolo Manganaro incluso) compresi i raccordi con le attuali SS n.189 e SS n.121".

PROGETTO ESECUTIVO DI VARIANTE

Interpretazione geomorfologica dei dissesti e dei dati di monitoraggio

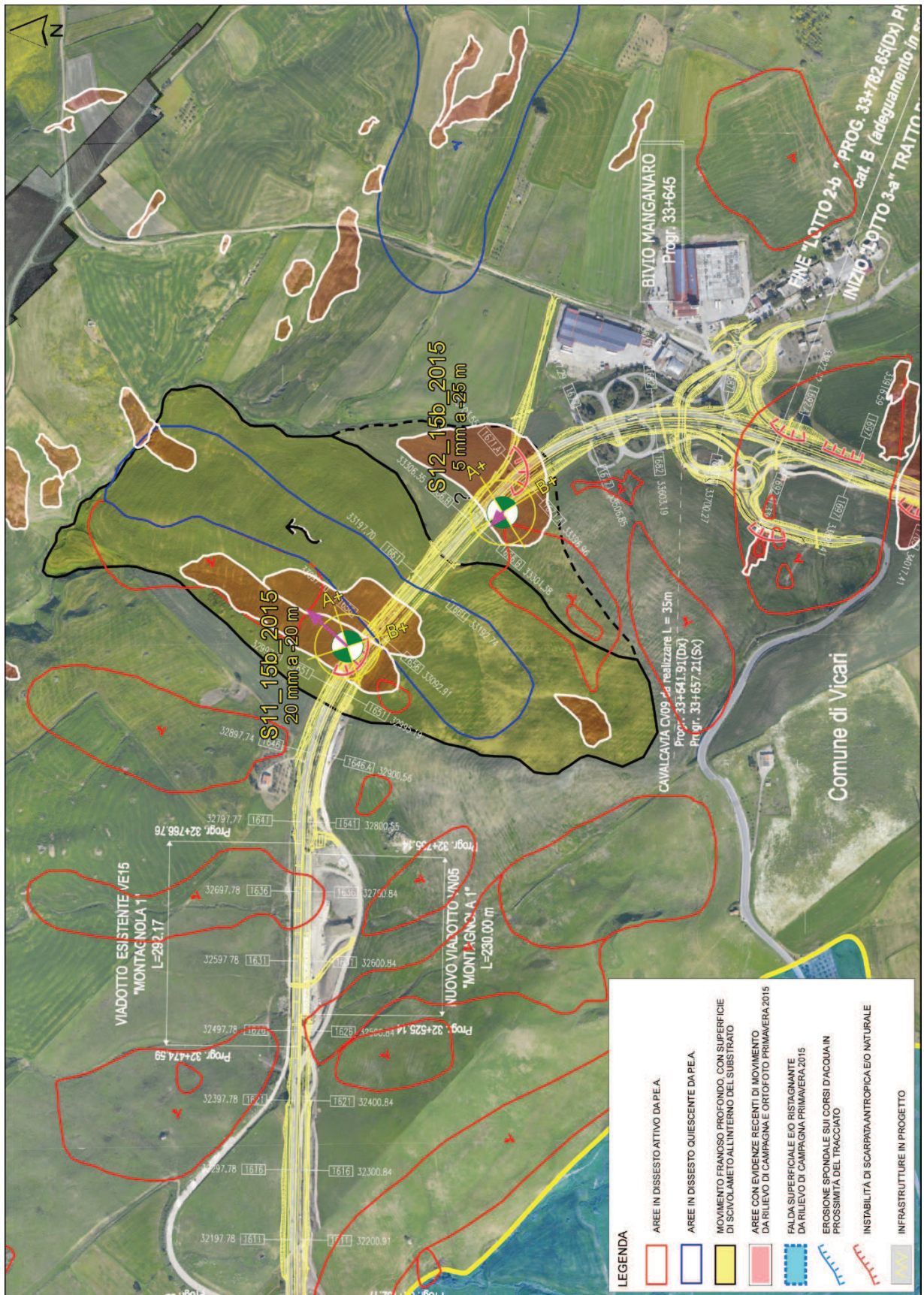


Figura 62: PK 33+077. Individuazione planimetria dell'area in movimento

13 CONCLUSIONI

Sulla base di quanto evidenziato nei paragrafi precedenti, frutto dell'interpretazione dei dati provenienti dal monitoraggio geotecnico in corso di esecuzione, emergono alcuni elementi novativi in relazione ai movimenti gravitativi che interferiscono con la strada in progetto.

In genere questi movimenti coinvolgono i soli terreni di copertura, che localmente possono avere spessori anche superiori a 10.0 m (fino a 14 m nel caso dell'inclinometro S10_15b_2015).

In altri casi i dati inclinometrici registrati hanno permesso di individuare movimenti gravitativi con superficie di scivolamento all'interno della formazione di substrato, con profondità delle deformazioni anche fino a circa 30 m.

La ricostruzione geometrica della potenziale superficie di scivolamento, ottenuta congiungendo il dato di profondità inclinometrico con il fondovalle, mostra superfici di scivolamento caratterizzate da inclinazioni molto basse, intorno ai 5÷6°, lungo le quali l'angolo operativo è prossimo ai 10÷12°, ovvero vicino alla resistenza residua dei materiali argillosi.

In aggiunta alle informazioni puntuali del monitoraggio inclinometrico si segnala che lungo tutto il tracciato è presente una coltre eluvio colluviale e/o gravitativa con basse caratteristiche meccaniche, rigonfiante e sensibile alle condizioni climatiche. Sulla base delle evidenze del dissesto idrogeologico osservato a seguito degli eventi meteorici di carattere eccezionale verificatisi nell'inverno 2014-2015 (vedasi gli elaborati di cui all'elenco al §1.1) risulta che le coltri, a seguito di intense e prolungate piogge, manifestano una chiara e diffusa tendenza all'instabilità con plasticizzazioni superficiali diffuse e difficilmente prevedibili in mancanza di assetti litostratigrafici e geostrutturali univocamente definibili ed interpretabili.

Le analisi di stabilità a ritroso su movimenti locali che coinvolgono la parte superficiale delle coltre porta a valori dell'angolo di resistenza al taglio operativo mediamente di 15-20° e quindi prossimo al valore critico dei materiali argillosi.

Le frane profonde dovrebbero avere un'evoluzione tendenzialmente lenta nel tempo, mentre le coltri superficiali, raggiunte le condizioni critiche di equilibrio limite, possono assumere velocità di movimento elevate e incontrollabili. Si ritiene che questo possa valere anche per la tratta in prossimità della pk 27+730 dove l'inclinometro S06_15B_INCL ha rilevato in 2 mesi circa un movimento di 30 mm nel substrato alla profondità di circa 19.0 m. L'assenza di precipitazione nei mesi di inizio del monitoraggio inclinometrico presumibilmente non ha messo in evidenza il movimento della coltre superficiale che, localmente, ha uno spessore di circa 7.0÷8.0 m e

resistenze meccaniche molto basse. Occorre quindi attendere le prossime letture per una valutazione più attendibile delle velocità di movimento.

Dal punto di vista ingegneristico si ritiene ragionevole che le opere a presidio ed a garanzia della continuità di esercizio dell'infrastruttura viaria siano progettate per contrastare la spinta delle coltri superficiali con falda prossima a piano campagna e angolo di resistenza al taglio mediamente prossimo a quello critico ($\varphi' = 15-20^\circ$).

Nei confronti dei movimenti profondi, la cui evoluzione nel tempo dovrebbe essere ragionevolmente lenta e legata ai cicli stagionali, non sono tecnicamente ed economicamente ipotizzabili interventi risolutivi, se non assolutamente fuori scala rispetto ai lavori di ammodernamento in corso di esecuzione ed affidati al Contraente Generale, per cui si ritiene accettabile una "convivenza controllata", che preveda una prosecuzione del monitoraggio dei fenomeni deformativi nonché l'esecuzione di interventi manutentivi nel corso della vita utile dell'infrastruttura.

Di fatto, a fronte del contesto geomorfologico attuale, l'obiettivo della progettazione è di migliorare la funzionalità e la sicurezza dell'infrastruttura, stabilizzare i fenomeni di dissesto superficiali e mitigare gli effetti dei movimenti profondi, non potendo però annullare totalmente gli effetti a questi connessi.

Si ritiene, quindi, che le opere progettate con i criteri assunti dopo le evidenze di dissesto geomorfologico dell'inverno 2014-2015 siano adeguate anche con le informazioni acquisite ad oggi dal monitoraggio, con l'accorgimento di continuare a monitorare nel tempo i movimenti gravitativi e di eseguire, se necessario, quegli interventi manutentivi e/o di riparazione, ed eventualmente integrativi, che nel tempo si renderanno necessari.

Si ribadisce che il contesto idro-geologico e geotecnico dei versanti attraversati dalla viabilità in ammodernamento è complesso e progettualmente impegnativo: un approccio progettuale più cautelativo che voglia intervenire fin da subito sui movimenti profondi porterebbe alla progettazione di opere ingenti, a costi molto elevati e di non certa efficacia; tale approccio risulterebbe inoltre eccessivo in assenza di una valutazione dell'effetto delle opere realizzate e/o che si andranno a realizzare, in coerenza con una metodologia progettuale di tipo "osservazionale" e nell'ipotesi verosimile che l'evoluzione dei movimenti sarà lenta e che gli effetti del miglioramento del drenaggio operato dagli interventi che si andranno a realizzare porterà a benefici.

In sintesi l'approccio progettuale adottato a seguito del quadro geomorfologico e di vulnerabilità dell'infrastruttura in ammodernamento emerso da:

- analisi dei dissesti conseguenti all'elevata piovosità dell'inverno 2014-2015;
- dati di monitoraggio che hanno rilevato l'esistenza di movimenti franosi anche profondi;

prevede:

- adozione di criteri progettuali maggiormente cautelativi in termini di livelli di falda, che è assunta prossima a p.c. e angolo di resistenza al taglio della coltre superficiale assunto pari a quello critico ($\varphi'_{operativo} \approx \varphi'_{critico} \approx 15-20^\circ$) o da back analysis;
- convivenza con i movimenti franosi profondi di versante che dovranno essere monitorati nel tempo.
- osservazione degli effetti delle opere realizzate e in corso di realizzazione sui movimenti franosi profondi.

Alcune opere maggiormente critiche nella loro configurazione progettuale “attuale” saranno comunque suscettibili di evoluzione e successive valutazioni nel caso in cui si riscontrassero movimenti eccessivi ovvero situazioni anche locali di criticità residua.