



Seminario tecnico

Un caso di interazione viadotto-frana

Ing. Nicola Migliore
Tecne Gruppo Autostrade per l'Italia



10 Maggio 2024

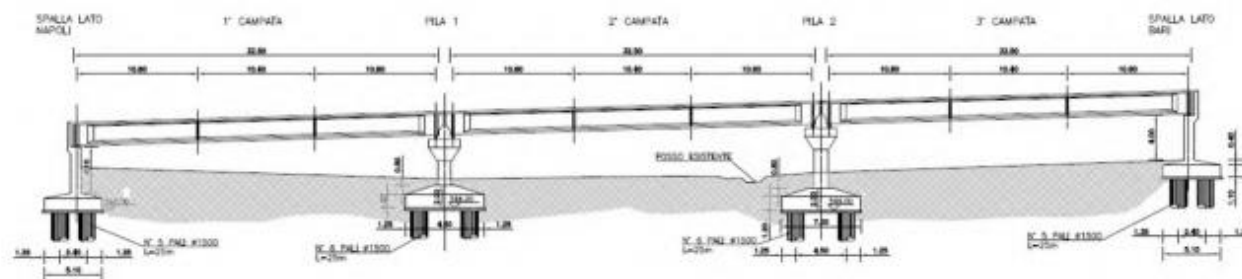
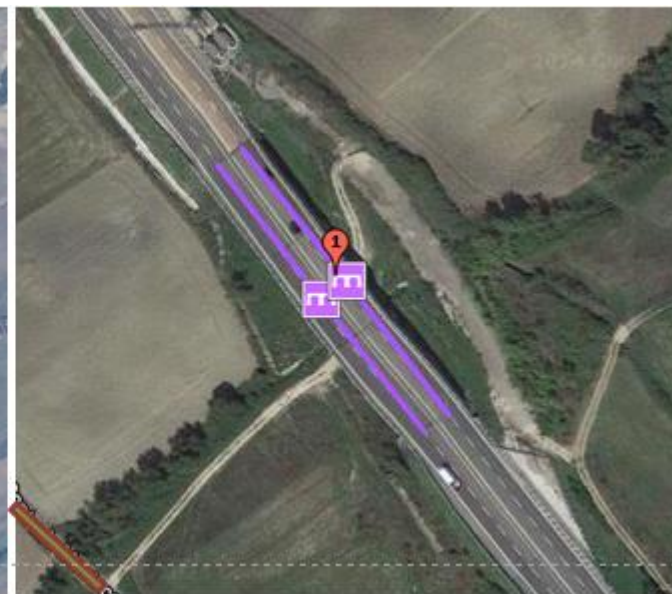


Indice degli argomenti:

- Inquadramento generale e dissesti pregressi
- Inquadramento cartografico, geologico e geotecnico
- Monitoraggio inclinometrico e piezometrico
- Caratterizzazione geotecnica – parametri meccanici
- Monitoraggio interferometrico
- Conclusioni



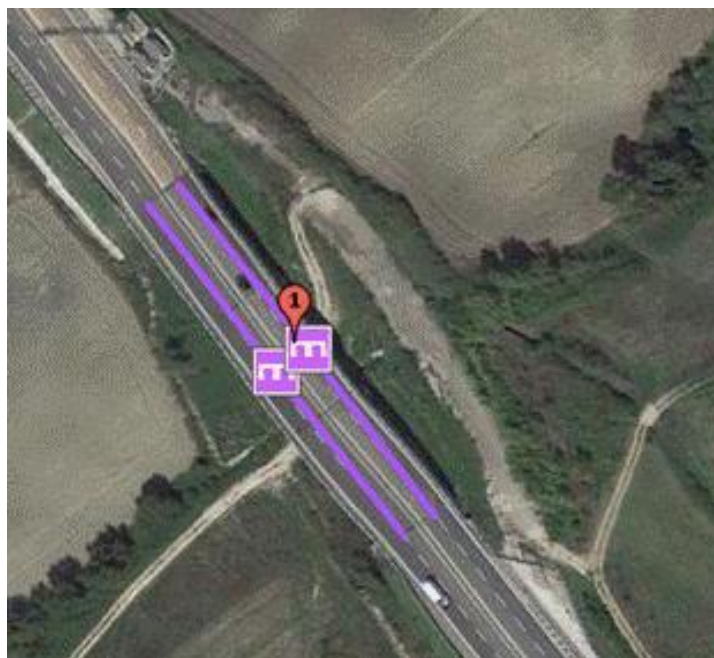
INQUADRAMENTO GENERALE



Il viadotto è stato costruito nel 1966.

La lunghezza complessiva è pari a circa 100m suddivisa in tre campate di luce costante e pari a 32m. L'opera è costituita da n. 2 spalle e da n.2 pile dotate di plinti di fondazione di forma tronco conica vincolati rispettivamente a 6 pali di fondazione per le pile e a 5 pali per le spalle. Il diametro dei pali è unico e pari a 1500mm.

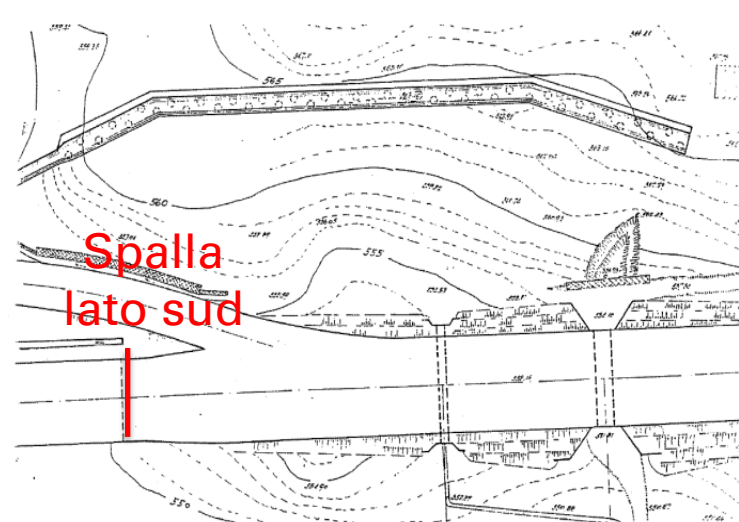
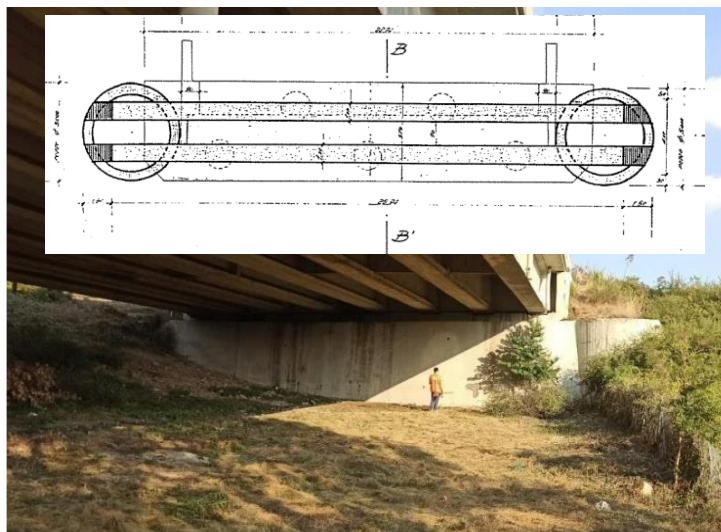
INQUADRAMENTO GENERALE



A seguito di un **movimento franoso**, avvenuto nell'ottobre del **1970**, che ha interessato la spalla sud ed il rilevato autostradale, sono stati effettuati lavori di consolidamento.

Negli **anni '90** è stato predisposto un ulteriore progetto di stabilizzazione a seguito di ulteriore dissesto localizzato.

Il viadotto è stato infine oggetto nel **2012** di interventi di ripristino corticale riguardanti le travi di bordo di ciascun impalcato, i piedritti delle pile, i muri delle spalle.



Anni 70

I lavori di consolidamento hanno comportato la realizzazione delle seguenti opere:

- due pozzi circolari ($\Phi = 5$ m, $L = 30$ m) lateralmente alla spalla lato sud;
- una cortina di pali ($\Phi = 2$ m, $L = 23$ m) disposti a quinconce e collegati in testa da una trave in c.a. a monte del tracciato autostradale, a circa 70 m dall'asse;
- una trincea drenante della profondità di 10 m appena a monte della cortina di pali di cui al punto precedente



Negli anni '90 sono sorte ulteriori problematiche associate al dissesto oggetto del consolidamento eseguito nel 1970. Nello specifico si osservò: la permanenza di un fenomeno franoso.

Il progetto di stabilizzazione ha previsto :

- la realizzazione di uno schermo drenante costituito da 26 pozzi diametro 1500 mm;
- n.5 pozzi strutturali del diametro pari a 7 m;
- un'opera di sostegno lunga circa 25 m realizzata direttamente a valle delle lesioni sulla pavimentazione in carreggiata est.

INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO



Mosaicature della pericolosità da frana e idraulica realizzate da ISPRA sulla base dei dati forniti dalle Autorità di Bacino Distrettuali
Accesso portale ISPRA-IdroGEO: maggio 2023)

Nel documento relativo al Rischio Frana prodotto dall'ex Autorità di Bacino, viene segnalata :

- un'area di medio-alta attenzione sul versante della spalla lato nord del viadotto, a cui corrisponde un rischio elevato (R3) lungo l'infrastruttura;
- per il versante ad ovest e la spalla lato sud, invece, non sono presenti segnalazioni;
- sugli altri versanti è riportato un possibile ampliamento dei fenomeni franosi

Pericolosità Idrogeo

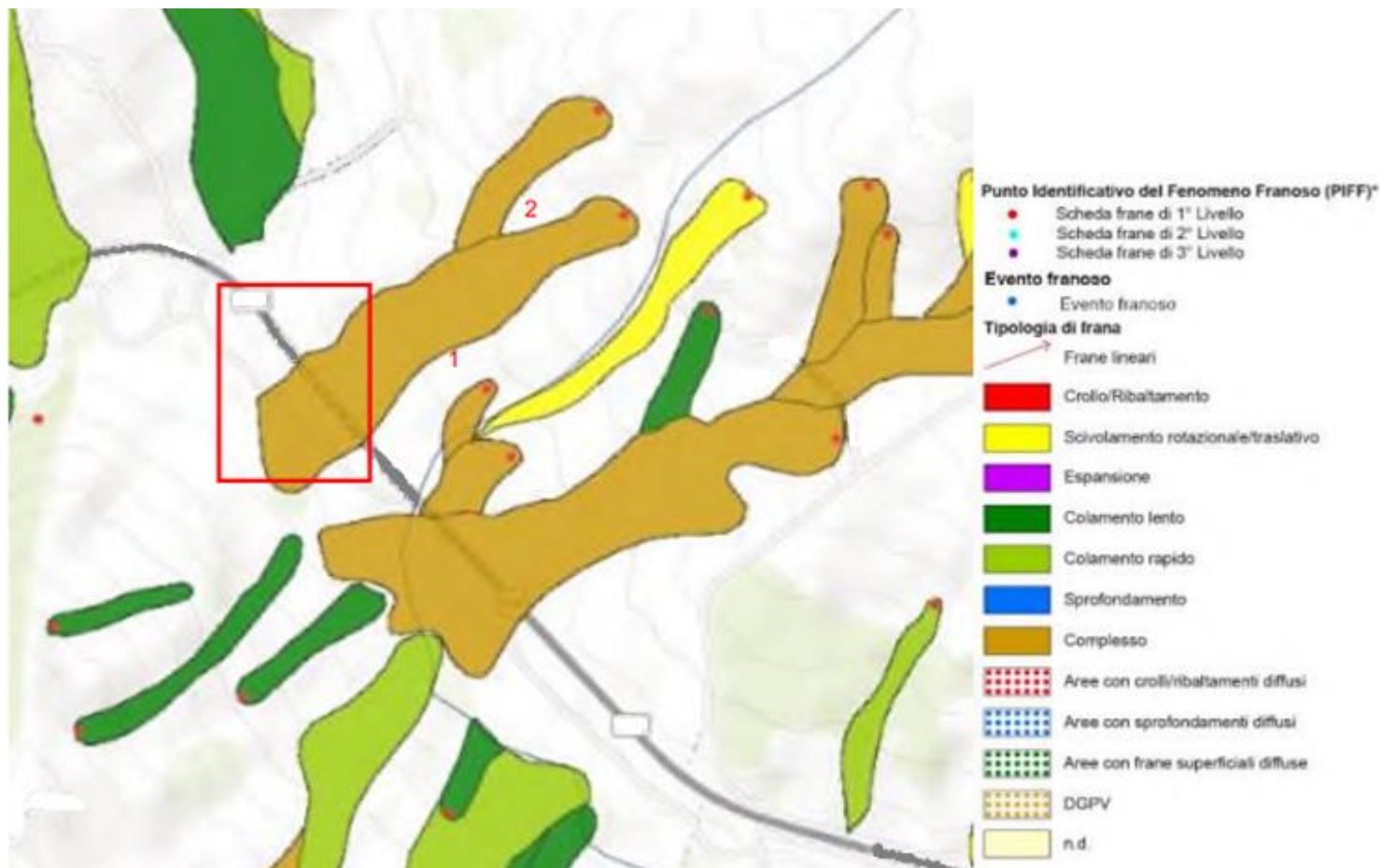
Pericolosità frane

	Molto elevata P4
	Elevata P3
	Media P2
	Moderata P1
	Aree di Attenzione AA

Pericolosità idraulica

	Elevata
	Media
	Bassa

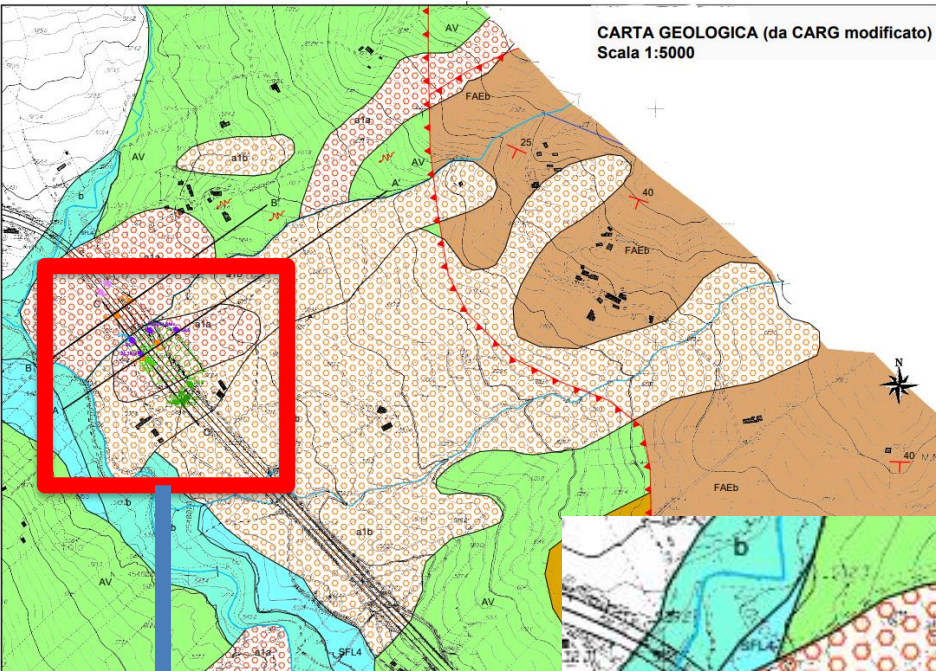
INQUADRAMENTO
CARTOGRAFICO



Area classificata tipologia di movimento **complesso**

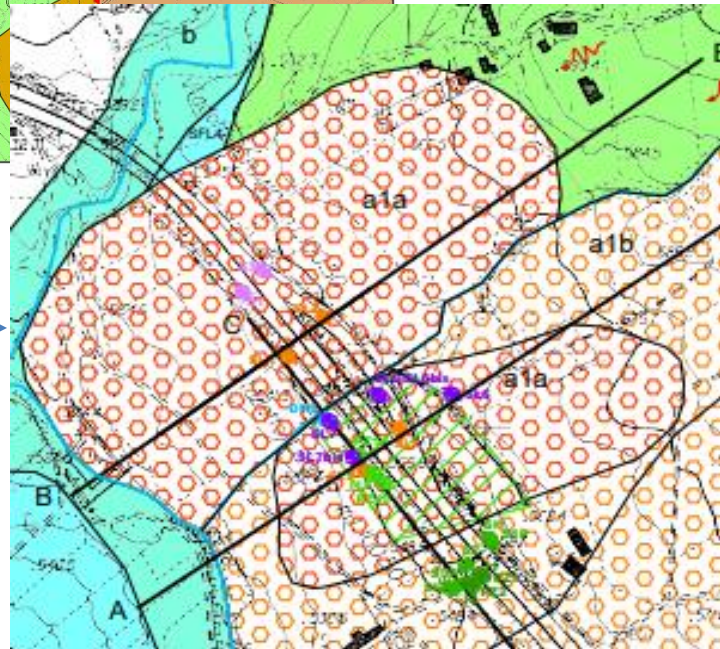
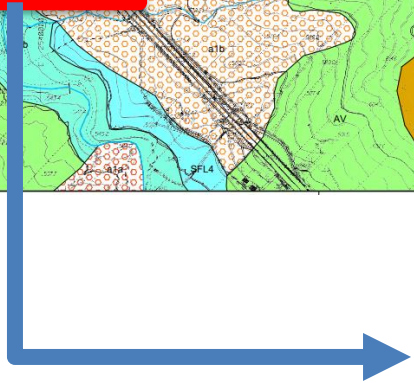


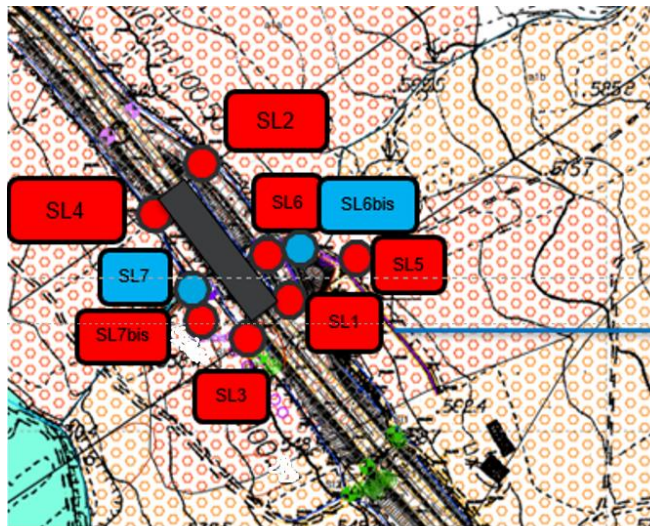
**INQUADRAMENTO
GEOLOGICO -
GEOTECNICO**



Depositi di frana attiva

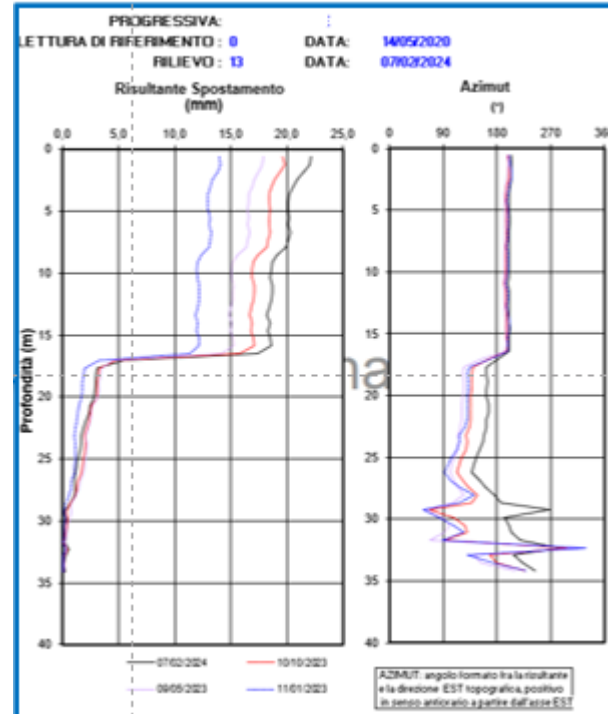
Depositi di frana quiescente





- Inclinometri
- Piezometri

SL1 Spalla lato sud



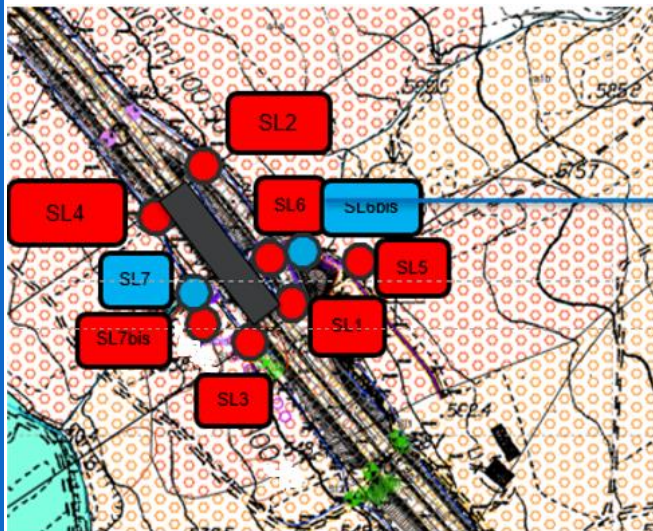
Superficie di scorrimento
16 – 17 m

Sub-strato
argilliti/ argille
marnose

Copertura in
frana argille
limose

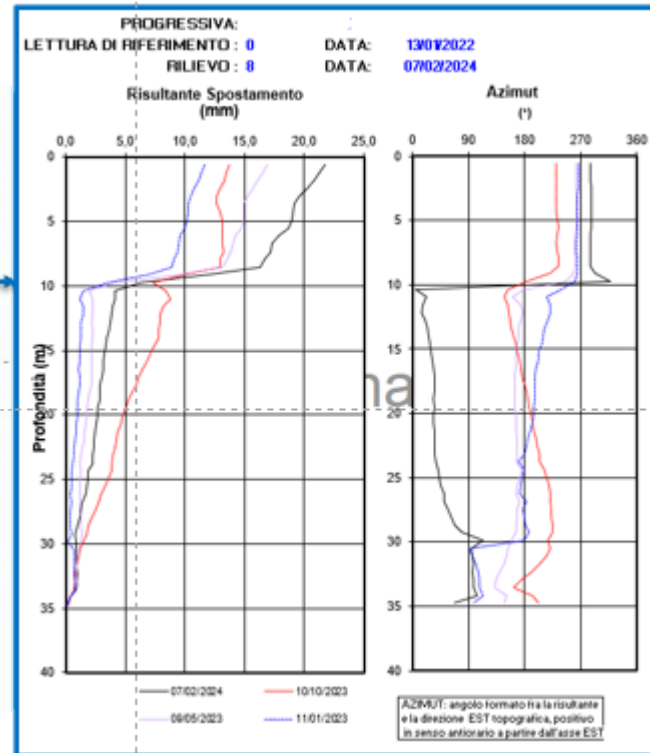


18 m



● Inclinometri
● Piezometri

SL6 - Pile

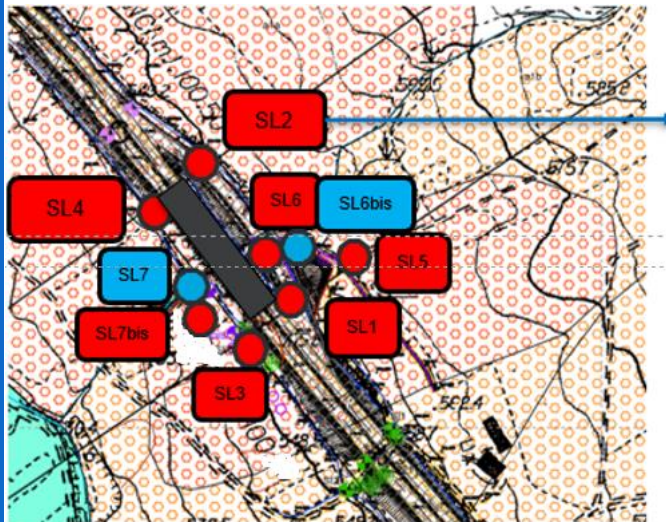


Superficie di scorrimento
10 – 11 m

Sub-strato argilliti/ argille marnose
Copertura in frana argille limose
10 m

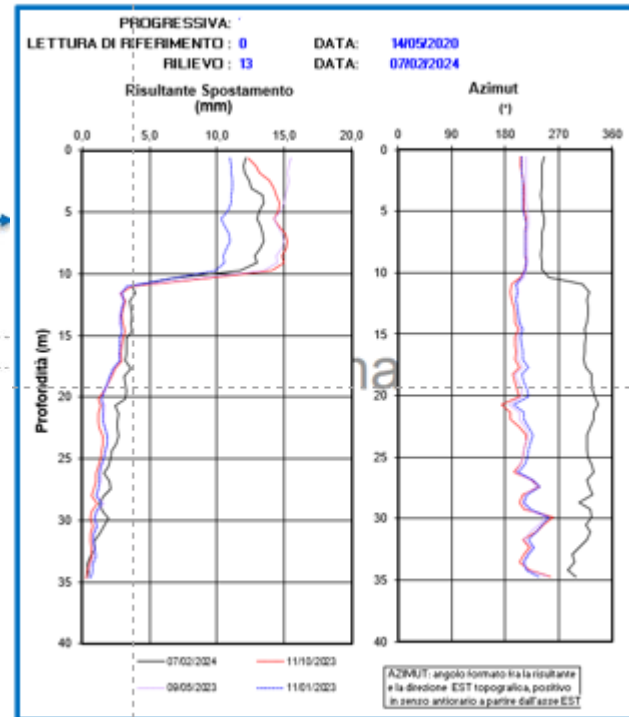


12 m



● Inclinometri
● Piezometri

SL2 – Spalla lato nord

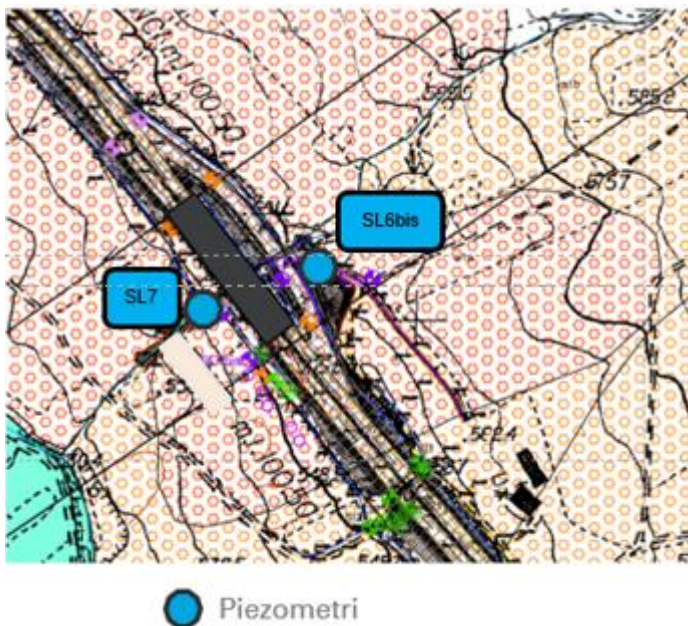


Superficie di scorrimento
10 – 11 m

Sub-strato argilliti/ argille marnose ← Copertura in frana argille limose →
10 m



12 m

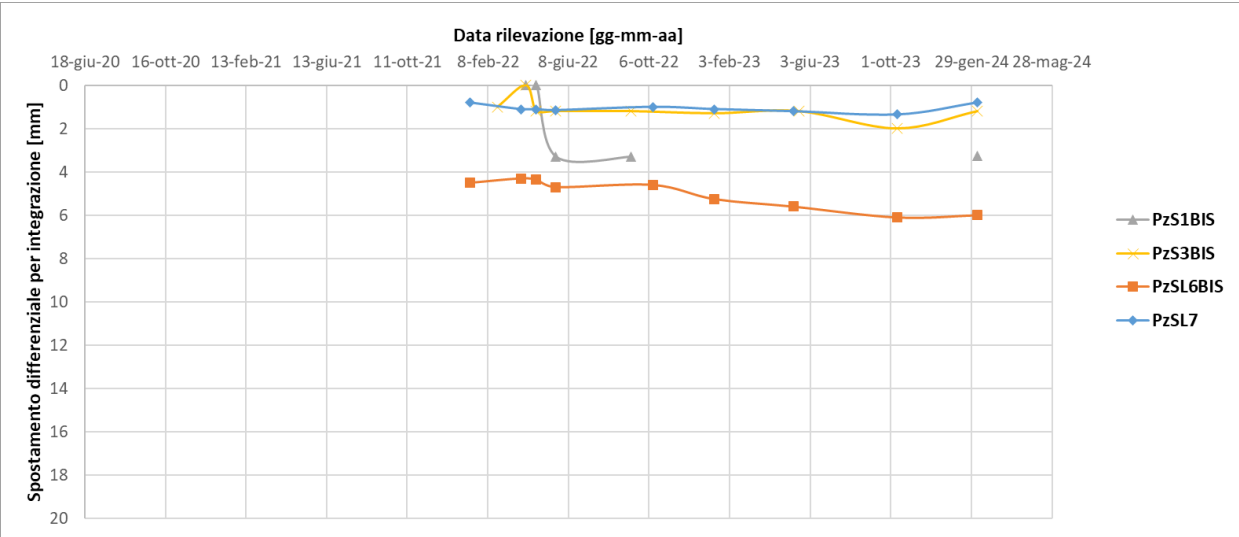


Id	DATA	LIV.1
PzSL6BIS	13-gen-22	4,50
	29-mar-22	4,30
	21-apr-22	4,35
	20-mag-22	4,70
	12-ott-22	4,60
	11-gen-23	5,25
	9-mag-23	5,60
	11-ott-23	6,10
	7-feb-24	6,00
PzSL7	13-gen-22	0,80
	29-mar-22	1,10
	21-apr-22	1,10
	20-mag-22	1,15
	12-ott-22	1,00
	11-gen-23	1,10
	9-mag-23	1,20
	11-ott-23	1,35
	7-feb-24	0,80

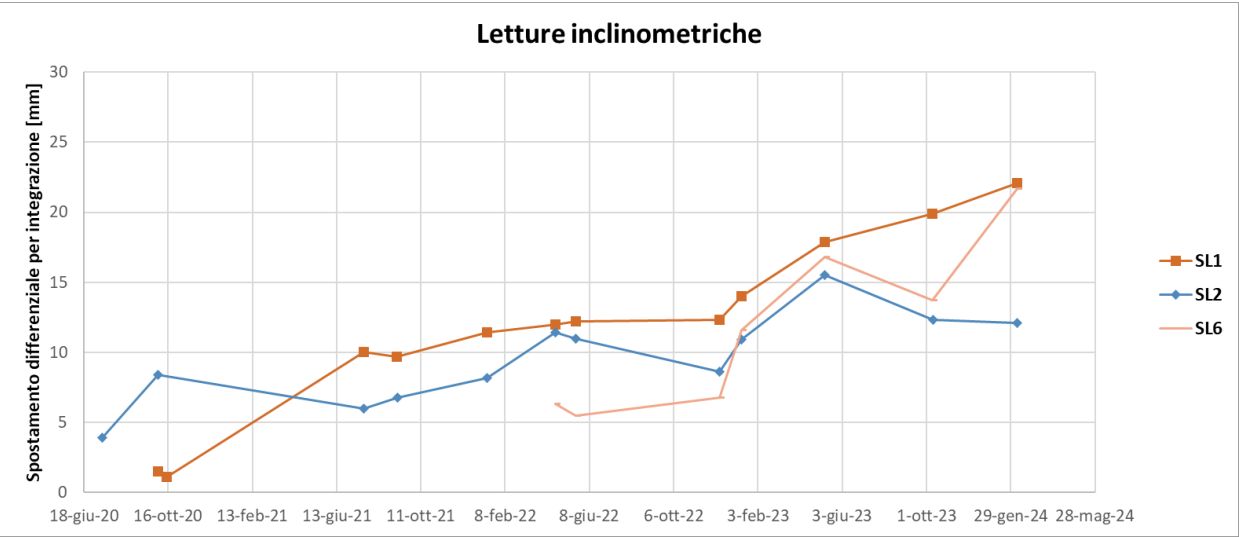


**MONITORAGGIO
PIEZOMETRICO-
INCLINOMETRICO**

Monitoraggio piezometrico



Monitoraggio inclinometrico (Spostamento differenziale per integrazione a p.c.)



Strato 1: C Coltri di copertura

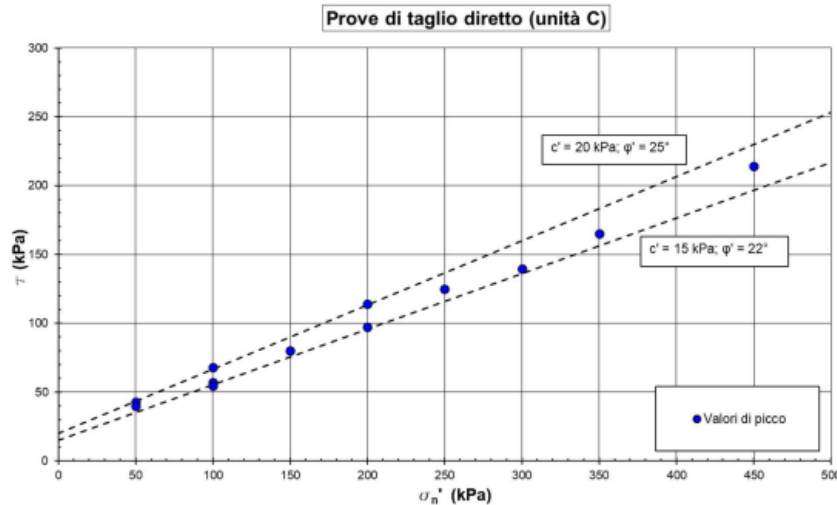


Figura 9-8 - Parametri di resistenza di picco in condizioni drenate – Unità C

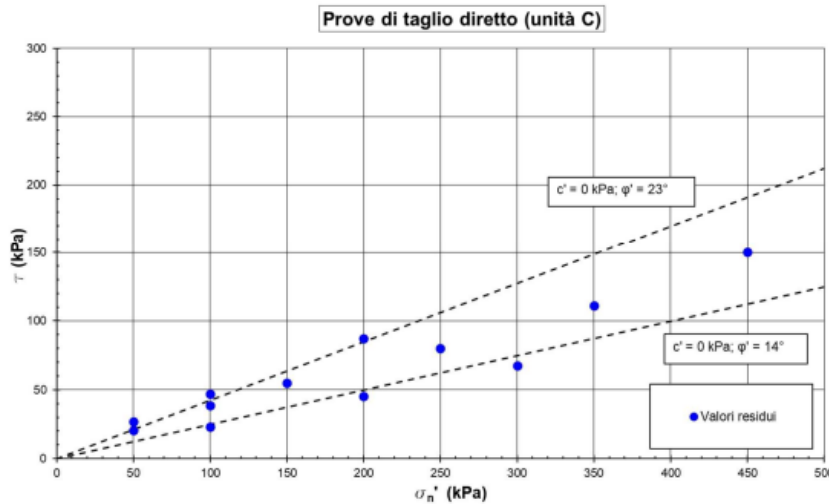


Figura 9-9 - Parametri di resistenza residui in condizioni drenate – Unità C

Tabella 9-1 - Unità geotecnica C – parametri geotecnici caratteristici

γ (kN/m ³)	19
ϕ_p' (°)	22-25
c' (kPa)	15-20
ϕ_r' (°)	14
C_u (kPa)	50
G_0 (MPa)	40-150
E_0 (MPa)	100-300
E_{op} (MPa)	8-20

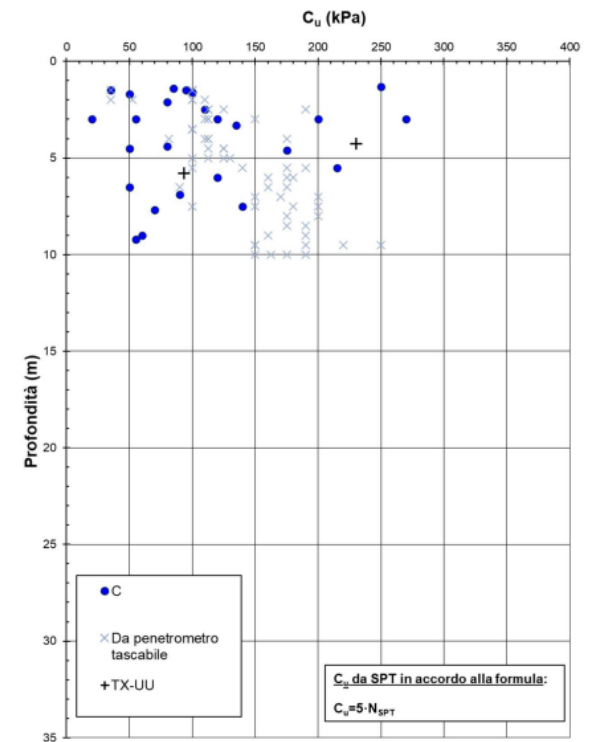


Figura 9-12 - Resistenza al taglio in condizioni non drenate – Unità C

Strato 2: AV Substrato – argille variegata

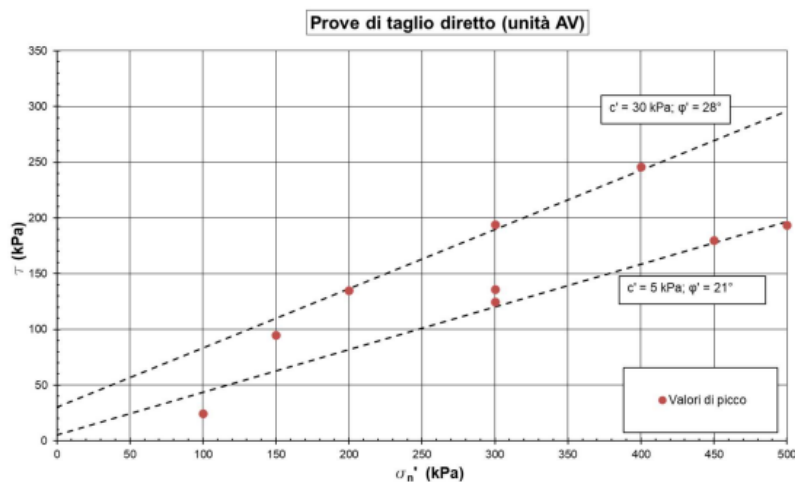


Figura 9-23 - Parametri di resistenza di picco in condizioni drenate – Unità AV

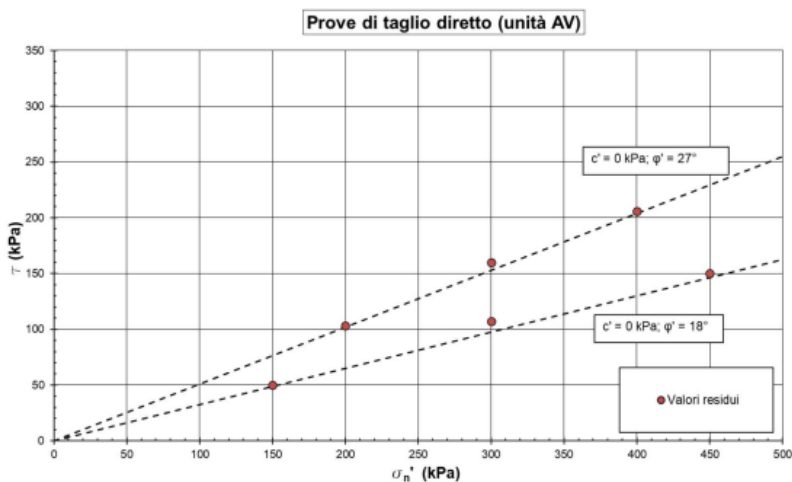


Figura 9-24 - Parametri di resistenza residui in condizioni drenate – Unità AV

Tabella 9-2 - Unità geotecnica AV – parametri geotecnici caratteristici

γ (kN/m ³)	19
ϕ_p (°)	24
c' (kPa)	25
ϕ_r (°)	14
C_u (kPa)	300
G_0 (MPa)	>180
E_0 (MPa)	>400
E_{op} (MPa)	40-60

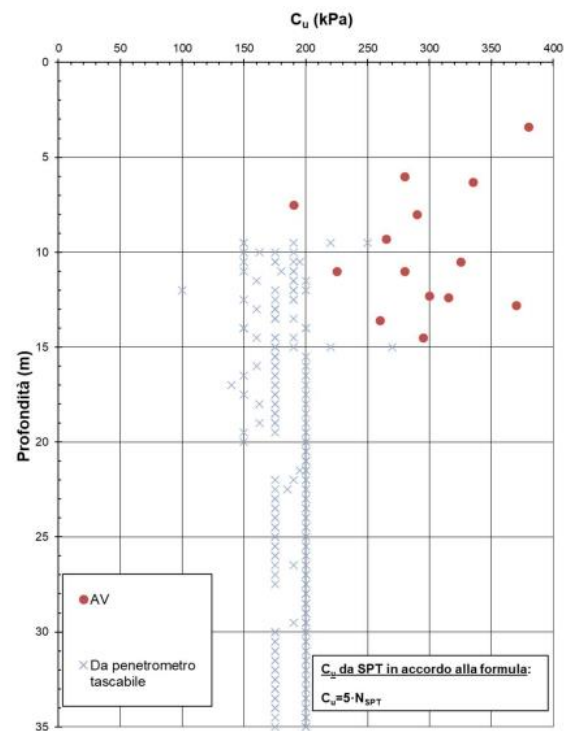


Figura 9-30 - Resistenza al taglio in condizioni non drenate – Unità AV

- Nonostante l'evidenza degli spostamenti del movimento di versante (rilevato dagli inclinometri), il monitoraggio in continuo degli spostamenti della struttura mostra che la struttura è ferma.
- Nell'ambito del progetto di adeguamento sismico del viadotto comunque è stato considerato l'effetto degli spostamenti sulle fondazioni al fine di dimensionare interventi di protezione.
- L'applicazione dei diversi sistemi di monitoraggio è fondamentale, poiché ci permette attraverso l'incrocio dei risultati, di accrescere il nostro grado di sensibilità e conoscenza dell'area per poter attuare gli opportuni interventi calibrati sulla diversa disponibilità dei sistemi di misura.



Grazie per l'attenzione