

**SGC Grosseto Fano (E78).
Tratto Nodo di Arezzo (S. Zeno) - Selci Lama (E45).
Adeguamento a 4 corsie del tratto Le Ville - Selci Lama (E45).
Lotto 7.**

PROGETTO DEFINITIVO

PG 364

ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

<p>IL GEOLOGO <i>Dott. Geol. Salvatore Marino</i> Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 1069</p>	<p>PROGETTISTI SPECIALISTICI <i>Ing. Ambrogio Signorelli</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111</p>	<p>PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria) GP INGENGERIA <i>GESTIONE PROGETTI INGENGERIA srl</i> (Mandante)  (Mandante) engeko (Mandante)  <i>Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</i></p>
<p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE <i>Arch. Santo Salvatore Vermiglio</i> Ordine Architetti Provincia di Reggio Calabria n. 1270</p>	<p><i>Ing. Moreno Panfili</i> Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657</p>	<p>IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12): <i>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 14035</p>
<p>L'ARCHEOLOGO <i>Dott.ssa Maria Grazia Liseno</i> Elenco MIBACT n. 1646</p>	<p><i>Ing. Claudio Muller</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 15754</p>	
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO <i>Ing. Michele Consumini</i></p>	<p><i>Ing. Giovanni Suraci</i> Ordine Ingegneri Provincia di RC n. A2895</p>	
<p>VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO <i>Arch. Pianif. Marco Colazza</i></p>	<p><i>Ing. Giuseppe Resta</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	

STUDI E INDAGINI
Piano di monitoraggio geotecnico
Relazione

CODICE PROGETTO			NOME FILE				REVISIONE	SCALA
COMP.	PROGETTO	LIV. ANNO N.PROG.	T00GE20MOGRE01A					
DP	LO702G	D2110	T00GE20MOGRE01				A	-
D								
C								
B								
A	Emissione per Istr. ANAS Prot. CDG.U.0439522 23-05-2024		Giugno '24	L. Censori	A. Signorelli	G. Guiducci		
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO		

INDICE

1	<u>PREMESSA.....</u>	3
2	<u>NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO.....</u>	5
2.1	NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO.....	5
3	<u>IN QUADRAMENTO DEL PROGETTO.....</u>	6
4	<u>INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....</u>	9
4.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	9
4.2	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	10
5	<u>STABILITÀ DEI VERSANTI.....</u>	13
5.1	DISSESTO TRA LE PROGRESSIVE 2+200 KM E 2+370 KM.....	13
5.2	DISSESTO TRA LE PROGRESSIVE 4+720 KM E 4+775 KM.....	14
5.3	DISSESTO TRA LE PROGRESSIVE 7+130 KM E 7+380 KM.....	15
5.4	DISSESTI TRA LE PROGRESSIVE 7+775 KM E 7+875 KM E LE PROGRESSIVE 8+025 KM E 8+075.....	16
6	<u>OBIETTIVI E CRITERI DEL PIANO DI MONITORAGGIO.....</u>	17
6.1	OBIETTIVI.....	17
6.2	MONITORAGGIO PREGRESSO.....	18
6.2.1	Campagna indagini Progetto Definitivo (2022-24).....	18
7	<u>MONITORAGGIO GEOMORFOLOGICO.....</u>	20
7.1	STRUMENTAZIONE.....	20
7.1.1	Piezometri.....	20
7.1.2	Inclinometri.....	21
7.2	UBICAZIONE DELLA STRUMENTAZIONE.....	22
7.3	FREQUENZA DELLE LETTURE.....	23
8	<u>MONITORAGGIO GEOTECNICO-STRUTTURALE DELLE FONDAZIONI.....</u>	24
8.1	STRUMENTAZIONE.....	24
8.1.1	Barrette estensimetriche (BE).....	24
8.1.2	Celle di carico per centine (CCc).....	24
8.2	UBICAZIONE DELLA STRUMENTAZIONE.....	25
8.3	FREQUENZA DELLE LETTURE.....	28
9	<u>COMPUTO.....</u>	30

PROGETTAZIONE ATI:

PROGETTAZIONE ATI:

1 PREMESSA

La presente relazione illustra gli aspetti del Piano di Monitoraggio Geotecnico-Strutturale e Geomorfologico relativi al Progetto Definitivo per la realizzazione dell'adeguamento a 4 corsie del tratto Le Ville – Selci Lama, tratto Nodo di Arezzo – Selci Lama (E45), Itinerario Internazionale E78 S.G.C. Grosseto – Fano.

L'intervento in progetto si inserisce nella rete della mobilità nazionale come parte integrante dell'Itinerario Trasversale E78 Grosseto – Fano, che svolge la funzione strategica di colmare la carenza infrastrutturale nei collegamenti trasversali trans-appenninici della penisola, nel settore centro-settentrionale. La sua importanza in tal senso è sancita dal Piano Generale dei Trasporti e della Logistica e dalla Legge Obiettivo ed è confermata dagli strumenti di pianificazione settoriale (ANAS) e regionali. L'itinerario E78 costituisce uno dei più importanti collegamenti trasversali tra i corridoi longitudinali tirrenico ed adriatico (nota anche come "Autostrada dei due Mari").

In particolare, l'intervento prevede la realizzazione di una strada di categoria B (D.M. 05 novembre 2001) di sviluppo pari a circa 12,5 km nel tratto compreso tra Le Ville di Monterchi e Selci – Lama. Il tratto in esame ricade in maggior parte nella Regione Toscana, specificamente nella Provincia e nel Comune di Arezzo mentre nel tratto finale ricade nella Regione Umbria, nello specifico nella provincia di Perugia.

Il progetto si inserisce nel quadro di interventi di completamento e adeguamento a quattro corsie della "S.G.C. Grosseto – Fano", infrastruttura di collegamento trasversale tra le aree del versante tirrenico dell'Appennino e quelle del versante adriatico.

In tale quadro il progetto può essere considerato come parte funzionale di completamento dell'adeguamento della "Due Mari" nell'intero tratto Le Fabbriche – Selci Lama realizzando quindi un importante collegamento trasversale con la E45 mediante una strada a carreggiate separate in luogo della S.S.73 esistente, la quale presenta in ampi tratti caratteristiche proprie di una strada urbana piuttosto che di un'infrastruttura di collegamento interregionale.

L'itinerario E78 precedentemente descritto fa parte della rete TEN-T.

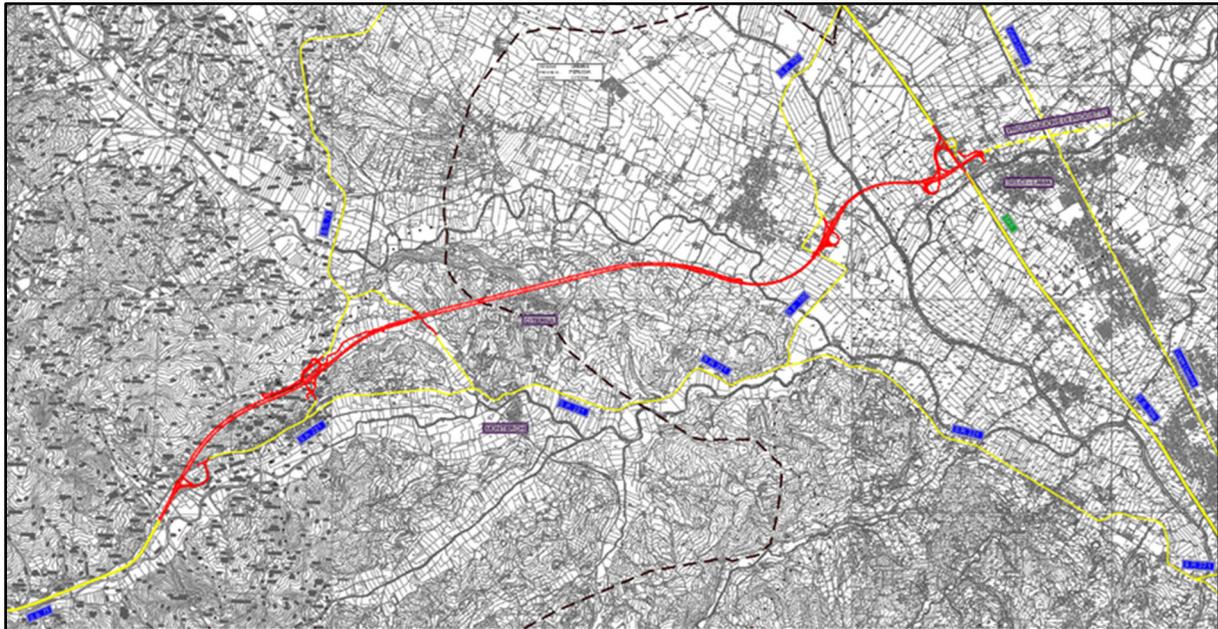


Figura 1.1 Individuazione intervento di progetto

Il presente Piano di Monitoraggio Geotecnico-Strutturale e Geomorfologico (GSG), curato in accordo con il § 6.2.6 [1] e con il “*Manuale di progettazione – Parte II – Sezione 4 – Monitoraggio geotecnico-strutturale e geomorfologico*” di Anas, è stato redatto con funzione di controllo dello stato di salute del complesso opera-terreno, mediante misure ripetute nel tempo secondo una precisa frequenza e durata, attraverso un’idonea strumentazione adeguatamente distribuita. Tale controllo avviene mediante la misura di grandezze fisiche significative quali: spostamenti, inclinazioni, deformazioni, pressioni, accelerazioni, temperature, ecc.

PROGETTAZIONE ATI:

2 NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

I lavori saranno eseguiti in accordo alle norme di legge, istruzioni e normative tecniche applicabili, nonché a tutte quelle indicate nel presente documento. Si elenca di seguito la principale normativa e documentazione di riferimento.

2.1 NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO

Si riporta di seguito l'elenco delle normative a cui si è fatto riferimento per la stesura della presente relazione:

- [1] Decreto 17 gennaio 2018. Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni»
- [2] Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018
- [3] Linee Guida per il monitoraggio delle frane. Linee Guida SNPA 32/2021

PROGETTAZIONE ATI:

3 IN QUADRAMENTO DEL PROGETTO

Il tracciato stradale di progetto è ubicato, a partire da Ovest verso Est, in area interessata da cordoni collinari e valli secondarie che terminano sulla vasta area alluvionale del Fiume Tevere. Esso si configura in variante rispetto all'attuale SS73 che allo stato attuale rappresenta la prosecuzione naturale della E78.

I primi 800 m del tracciato stradale corrono lungo il fondovalle del torrente Cerfone secondo la direzione SO-NE. In questa tratta è ubicato lo svincolo di Le Ville che rammaglia la nuova tratta della E78 con l'attuale SS73. Superata l'uscita per Le Ville, il tracciato prosegue in viadotto ("Le Ville") per sovrappassare la SS73. In uscita dal viadotto "Le Ville", il tracciato prosegue in galleria ("Le Ville2") fino alla progressiva circa 2+050, dove si arriva a nord dell'abitato di Monterchi. In questa zona è previsto il secondo svincolo del tracciato, lo svincolo di Monterchi, che rammaglia nuovamente la E78 con la SS73. Il tracciato prosegue a terra fino a circa la progressiva 4+000, costeggiando il fosso del Centena, oggetto di un intervento di sistemazione idraulica. Successivamente il tracciato passa a nord della località Pocaia nel comune di Monterchi, per entrare nella seconda galleria del tracciato, la galleria "Citerna", alla progressiva circa 4+700. Si prosegue fino alla progressiva circa 7+600, dove si esce dalla galleria "Citerna" subito dopo aver attraversato il rio Rosciano; attraversamento reso possibile grazie a un intervento di riprofilatura del corso d'acqua. Il tracciato prosegue a terra in direzione E-SE, entrando nella grande valle del Sovara e del Tevere, costeggiando Via Rosciano fino alla progressiva 8+700, dove inizia il viadotto "Sovara" che consente il superamento dell'omonimo corso d'acqua e si estende fino alla progressiva 9+900, riportando in tracciato in direzione SO-NE dove è ubicato lo svincolo di Pistrino. Superato lo svincolo, alla progressiva circa 10+500 si arriva alla frazione di Olmitello nel comune di Città di Castello e si prosegue in viadotto superando il fiume Tevere, curvando verso Est. Alla progressiva circa 11+600 si esce dal viadotto Tevere e si arriva all'ultimo svincolo previsto in questo progetto, lo svincolo di Selci-E45, che rammaglia il tracciato alla E45 Orte-Ravenna, per poi sottopassarla e terminare alla progressiva 12+500 circa con la rotatoria di Selci, dove è previsto l'inizio del lotto 1 del tratto 5 della E78, adeguamento a due corsie del tratto Selci Lama - Parnacciano (Guinza), attualmente in fase di progettazione definitiva.

Il tracciato di progetto è costituito dalle seguenti opere d'arte principali:

GALLERIE NATURALI A DOPPIA CANNA

- GN.01 Galleria naturale "Le Ville" (dir. Fano) dal km 0+880,90 al km 2+036,12
- GN.02 Galleria naturale "Le Ville" (dir. Grosseto) dal km 0+795,00 al km 2+036,00
- GN.03 Galleria naturale "Citerna" (dir. Fano) dal km 4+757,00 al km 7+257,00
- GN.04 Galleria naturale "Citerna" (dir. Grosseto) dal km 4+777,00 al km 7+287,00

GALLERIE ARTIFICIALI

- GA.01 Galleria artificiale (dir. Fano) dal km 0+858,66 al km 0+880,90
- GA.02 Galleria artificiale (dir. Grosseto) dal km 0+772,00 al km 0+795,00
- GA.03 Galleria artificiale (dir. Fano) dal km 2+036,12 al km 2+071,00
- GA.04 Galleria artificiale (dir. Grosseto) dal km 2+036,00 al km 2+051,00

PROGETTAZIONE ATI:

STUDI E INDAGINI – PIANO DI MONITORAGGIO GEOTECNICO – PIANO DI MONITORAGGIO GEOTENICO

- GA.05 Galleria artificiale (dir. Fano) dal km 4+715,00 al km 4+757,00
- GA.06 Galleria artificiale (dir. Grosseto) dal km 4+740,00 al km 4+777,00
- GA.07 Galleria artificiale (dir. Fano) dal km 7+257,00 al km 7+615,00
- GA.08 Galleria artificiale (dir. Grosseto) dal km 7+287,00 al km 7+720,00

SOTTOVIA

- ST.01 Sottovia su VS.03 in Via Pianali
- ST.02 Sottovia su rampa 3C su svincolo di Pistrino
- ST.03 Sottovia su rampa 4C su svincolo di Selci-E45
- ST.04 Prolungamento sottovia esistente su E45

CAVALCAVIA

- CV.01 Cavalcavia su rampa 2F
- CV.02 Cavalcavia su VS.01
- CV.03 Cavalcavia su VS.02

VIADOTTI

- VI.01 Viadotto “Le Ville” (dir. Fano) dal km 1+025,00 al km 1+159,79
- VI.02 Viadotto “Le Ville” (dir. Grosseto) dal km 2+502,79 al km 2+556,50
- VI.03 Viadotto “Sovara” (dir. Fano) dal km 2+502,79 al km 2+556,50
- VI.04 Viadotto “Sovara” (dir. Grosseto) dal km 2+502,79 al km 2+556,50
- VI.05 Viadotto “Tevere” (dir. Fano) dal km 2+502,79 al km 2+556,50
- VI.06 Viadotto “Tevere” (dir. Grosseto) dal km 2+502,79 al km 2+556,50
- VI.07 Allargamento ponte E45

OPERE DI SOSTEGNO

- OS.01 Paratia (dir. Grosseto) dal km 0+724,60 al km 0+771,90
- OS.02 Paratia (dir. Fano) dal km 2+070,92 al km 2+250,00
- OS.03 Paratia (dir. Fano) svincolo 2C
- OS.04 Muro (dir. Grosseto) svincolo 2F
- OS.05 Muro (dir. Grosseto) svincolo 2N
- OS.06 Paratia (dir. Grosseto) dal km 4+325,00 al km 4+450,00
- OS.07 Muro (dir. Fano) svincolo VS.02
- OS.08 Muro (dir. Fano) svincolo VS.02

PROGETTAZIONE ATI:

STUDI E INDAGINI – PIANO DI MONITORAGGIO GEOTECNICO – PIANO DI MONITORAGGIO GEOTENICO

- OS.09 Muro (dir. Grosseto) svincolo VS.02
- OS.10 Paratia (dir. Grosseto) dal km 4+575,00 al km 4+725,00
- OS.11 Muro (dir. Fano) dal km 10+440,10 al km 10+478,10
- OS.12 Muro (dir. Grosseto) svincolo SV.03.E
- OS.13 Muro (dir. Fano) dal km 0+497,40 al km 0+522,10
- OS.14 Muro (dir. Fano) al km 0+522,10
- OS.15 Muro (dir. Grosseto) dal km 0+750,00 al km 0+775,00
- OS.16 Muro (dir. Grosseto) svincolo SV.02.F
- OS.17 Muro (dir. Grosseto) svincolo SV.02.F
- OS.18 Muro (dir. Fano) viabilità VS.01
- OS.19 Muro (dir. Grosseto) viabilità VS.01
- OS.20 Muro (dir. Fano) al km 8+665,00
- OS.21 Muro (dir. Fano) svincolo SV.03.A
- OS.22 Muro (dir. Grosseto) svincolo SV.03.D
- OS.23 Muro (dir. Fano) svincolo SV.04.A
- OS.24 Muro (dir. Fano) al km 11+660,16
- OS.25 Muro (dir. Fano) svincolo SV.04.A

PROGETTAZIONE ATI:

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

La modellazione geologica del sito è, insieme alle caratteristiche geotecniche dei terreni, la base di partenza per un corretto progetto di monitoraggio. È quindi fondamentale, in prima battuta, contestualizzare l'ambito in cui l'opera sarà inserita.

4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area oggetto del presente studio fa parte della fascia centrale dell'Appennino settentrionale costituita da una struttura complessa di falde e sovrascorrimenti. Una tale disposizione strutturale si è configurata, a partire dall'Eocene, a seguito della migrazione verso Est del sistema catena avanfossa-avampaese. Dal Tortoniano la tettonica compressiva è stata affiancata dalla tettonica distensiva dando origine a strutture tipo *graben* che si manifestano all'interno della catena con la formazione di bacini intramontani.

I depositi che colmano questi bacini sono prevalentemente di tipo fluvio-lacustri; esempi evidenti e geograficamente importanti sono i bacini di Valdarno Superiore, del Mugello e della Valtiberina.

L'attuale assetto strutturale dell'area in studio rappresenta il risultato di una complessa tettonica polifasica sviluppatasi negli ultimi 15 milioni di anni.

Nell'intervallo di tempo compreso tra il Serravalliano ed il Pleistocene medio è stato attivo un campo di sforzi compressivi, orientato circa SW-NE e migrato progressivamente verso Est, che ha delineato una serie di domini strutturali, i quali, nel corso della strutturazione della catena appenninica, sono stati progressivamente deformati, secondo uno stile tettonico duttile (pieghe e sovrascorrimenti), e traslati verso Est sul dominio geologico antistante: a questa fase si deve la migrazione verso Est dell'avanfossa terrigena e quindi la marcata eterocronia della sedimentazione *preflyschoid* e *flyschoid*.

I terreni che costituiscono le colline ed i rilievi montuosi più estesi del territorio alto tiberino si sono formati durante il Miocene medio-superiore da sedimenti marini deposti in un intervallo di tempo di circa 10 milioni di anni. Le successioni sedimentarie legate a questo periodo, presenti nell'area, sono il Macigno e la Marnosa-Arenacea; in particolare, il primo occupa la parte occidentale, mentre la Marnosa-Arenacea si sviluppa in quella orientale.

Dal Pliocene ad oggi è stato, inoltre, attivo un campo di sforzi distensivi legato all'apertura del Tirreno. Quest'ultimo campo di sforzi, coassiale al precedente, ha dato luogo alla formazione di *graben* e bacini intramontani. Anche questo campo deformativo è migrato nel tempo da Ovest verso Est. Una tale evoluzione geodinamica vede la presenza di aree soggette a spinte di compressione e azioni distensive contemporaneamente attive. L'azione distensiva è tuttora in corso ed interessa porzioni sempre più esterne della catena appenninica.

Nel Pleistocene inferiore la conca intramontana, dove si dirama il corridoio di progetto, è stata colmata da sedimenti di provenienza continentale ed origine fluvio-lacustri. I principali elementi di trasposto sono rappresentati dal Tevere e dai suoi affluenti minori.

Rispetto all'area di progetto si riconoscono due domini principali: il Dominio Toscano ad Ovest (destra del Tevere) e il Dominio Umbro-Romagnolo ad Est (sinistra del Tevere).

4.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'area oggetto del presente studio ricade nell'ambito dell'Alta Valtiberina.

Il tracciato interessa, a partire da Ovest verso Est, cordoni collinari e valli secondarie che terminano sulla vasta area alluvionale del Fiume Tevere.

L'assetto geomorfologico generale dell'area è il risultato dell'azione combinata tra agenti morfodinamici, azioni antropiche e assetto litostrutturale.

Il reticolo idrografico principale è rappresentato, oltre che dal Fiume Tevere, da importanti affluenti in destra e in sinistra. Gli affluenti in sinistra confluiscono nel Tevere quasi ortogonalmente al suo asse, mentre quelli in destra, si immettono nel torrente Sovara, il quale dopo essere entrato nella valle principale, all'altezza di Citerna, scorre per un lungo tratto parallelo al fiume Tevere per poi confluire all'altezza della cittadina di Lerchi.

Le valli del torrente Cerfone e del fosso della Centena presentano una morfologia praticamente piatta o sub-orizzontale con quote s.l.m. comprese tra 300 e 330 m. Quella del Sovara e del Tevere hanno quote s.l.m. comprese tra 280 e 290 m. Le alture intervallive sono rappresentate da cordoni collinari allineati secondo un andamento OSO-ENE con quote massime di circa 500 m s.l.m.

Per il settore collinare, compreso tra Monterchi e Citerna, il tracciato prevede la realizzazione di opere in sotterraneo e opere di superficie. La prima altura è costituita da arenaria oligocenica del Macigno. I versanti sono boschivi e con pendenza media del 20-25%, interessati da movimenti gravitativi superficiali che interessano le coltri di alterazione e le coperture eluvio-colluviali a granulometria per lo più sabbiosa.

Muovendosi verso est il tracciato attraversa in galleria il colle di Citerna, parte integrante di una dorsale collinare che si estende secondo un andamento ONO-ESE e raggiunge quote pari a 480 m s.l.m. Essa separa le valli dei torrenti Sovara e Cerfone.

PROGETTAZIONE ATI:

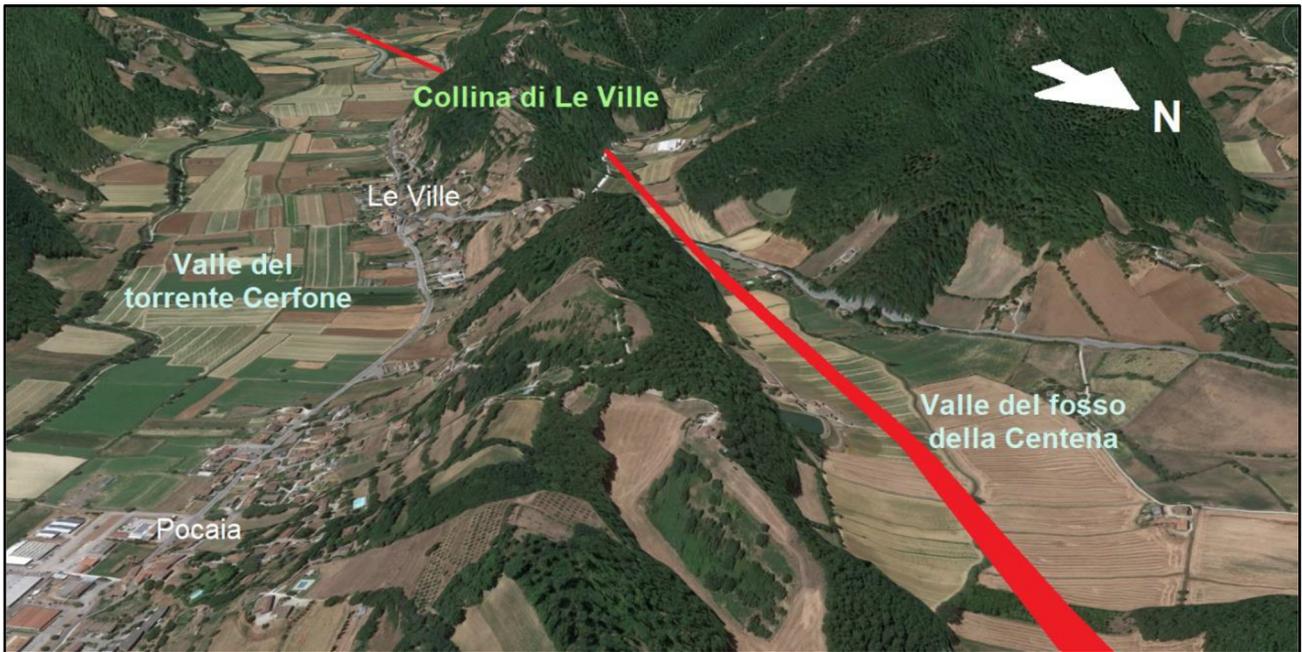


Figura 4.1 Immagine 3D dell'area interessata dal progetto, con amplificazione del rilievo pari a 3. Linea rossa: tratto occidentale del tracciato. (da Google Earth, modificata).

L'assetto morfologico dei rilievi collinari riflette le caratteristiche tecniche delle rocce componenti per quel che riguarda la loro resistenza all'erosione e la naturale evoluzione dei versanti. Le litologie presenti, come anticipato, sono ascrivibili a conglomerati sabbie e argille. L'erosione selettiva contribuisce alla formazione di versanti acclivi e con incisioni marcate nel primo caso e a morfologie dolci, con pendii meno acclivi e forme mammellonari nel secondo caso. La collina di Citerna mostra chiaramente questa distinzione. L'area di edificazione della cittadina è su terreni conglomeratici mentre il versante collinare che guarda verso la valle del Tevere è caratterizzato dalla presenza di *litofacies* prevalentemente argillose con intercalazioni sabbiose. Le litologie di natura argillosa sono spesso sede di movimenti di versante. Sui versanti conglomeratici i fenomeni gravitativi sono più rari e localizzati solo sui versanti molto acclivi. In genere mobilizzano masse meno importanti e meglio definite ed i movimenti avvengono lungo una singola superficie di distacco.

PROGETTAZIONE ATI:

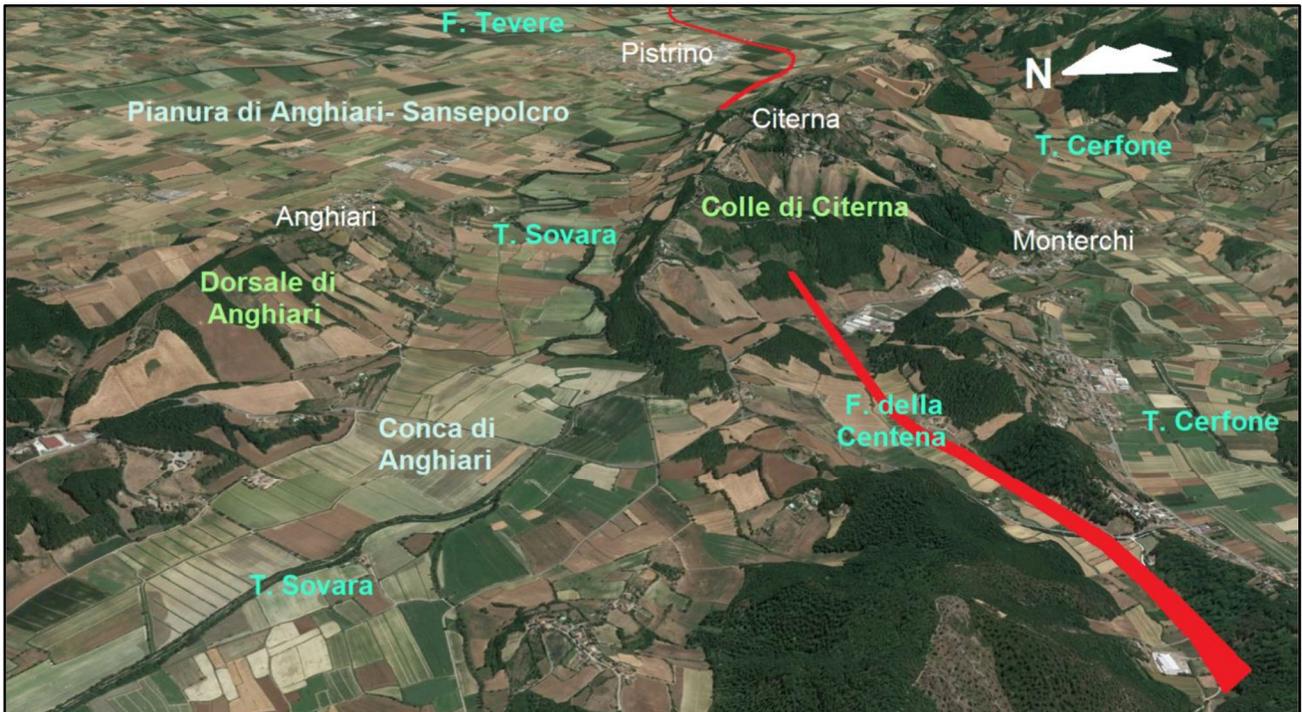


Figura 4.2 Immagine 3D dell'area interessata dal progetto, con amplificazione del rilievo pari a 3. Linea rossa: tratti centrale e orientale del tracciato. (da Google Earth, modificata).

A Est del colle, dopo l'uscita della galleria, il tracciato corre in rilevato sul bordo della valle del torrente Sovara, per proseguire attraversando la valle in senso trasversale fino alla intersezione con la E45 grazie alla progettazione di viadotti e tratti in rilevato.

La pianura di Anghiari-Sansepolcro costituisce la depressione tettonica più settentrionale riferibile all'antico Lago Tiberino e si estende dal limite di Montedoglio (Monti Rognosi) a nord fino a Città di Castello a sud. La morfologia della piana ed il reticolo idrografico del Tevere e dei suoi affluenti in quest'area sono fortemente influenzati dall'attività tettonica recente.

I reticoli idrografici sia del fiume Tevere sia del torrente Sovara sono caratterizzati da vistosi cambiamenti di direzione legate anche alla complessa situazione geodinamica dell'area nonché a forme di morfologia fluviale.

PROGETTAZIONE ATI:

5 STABILITÀ DEI VERSANTI

Nel presente capitolo sono analizzati e descritti i fenomeni franosi interferenti con il tracciato stradale in esame. Per ciascuno fenomeno si riporta quanto descritto nella cartografia ufficiale, *nell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia* (IFFI) e nel *Piano di Assetto Idrogeologico* (PAI). A completamento dell'analisi vengono considerate, qualora presenti, anche le informazioni ottenibili mediante dati interferometrici satellitari (<https://egms.land.copernicus.eu/> - EGMS).

5.1 DISSESTO TRA LE PROGRESSIVE 2+200 KM E 2+370 KM

Tra le progressive 2+200 km e 2+370 km, in corrispondenza dell'imbocco lato Fano della galleria "Le Ville", l'inventario IFFI individua la presenza di quattro aree di dissesto (ID: 0515247100, 0515241500, 0515244100 e 0515244000) con cinematica indeterminata classificate come quiescenti.



Figura 5.1 Fenomeni franosi (IFFI) tra le progressive 2+200 km e 2+370 km

Il PAI, invece, non segnala alcun fenomeno nel medesimo settore.

I dati provenienti dall'interferometri satellitare per questo settore non mostrano punti utili per la valutazione di eventuali movimenti di versante interferenti con il progetto.

Dalle osservazioni condotte in sito, è stata verificata la presenza di materiale corticale di natura sabbioso limosa in stato di addensamento per lo più sciolto a copertura del substrato arenaceo. Questo risulta soggetto a fenomeni di dilavamento e/o di accumulo in settori morfologicamente favorevoli. La natura del terreno e gli spessori degli strati colluviali comporta che il versante sia localmente caratterizzato da fenomeni di soliflusso che interessano la coltre di alterazione.

5.2 DISSESTO TRA LE PROGRESSIVE 4+720 KM E 4+775 KM

Tra le progressive 4+720 km e 4+775 km, in corrispondenza dell'imbocco lato Grosseto della galleria "Citerna", l'inventario IFFI individua la presenza di una frana (ID: 0540645700) per scivolamento rotazionale/traslattivo classificata come quiescente.

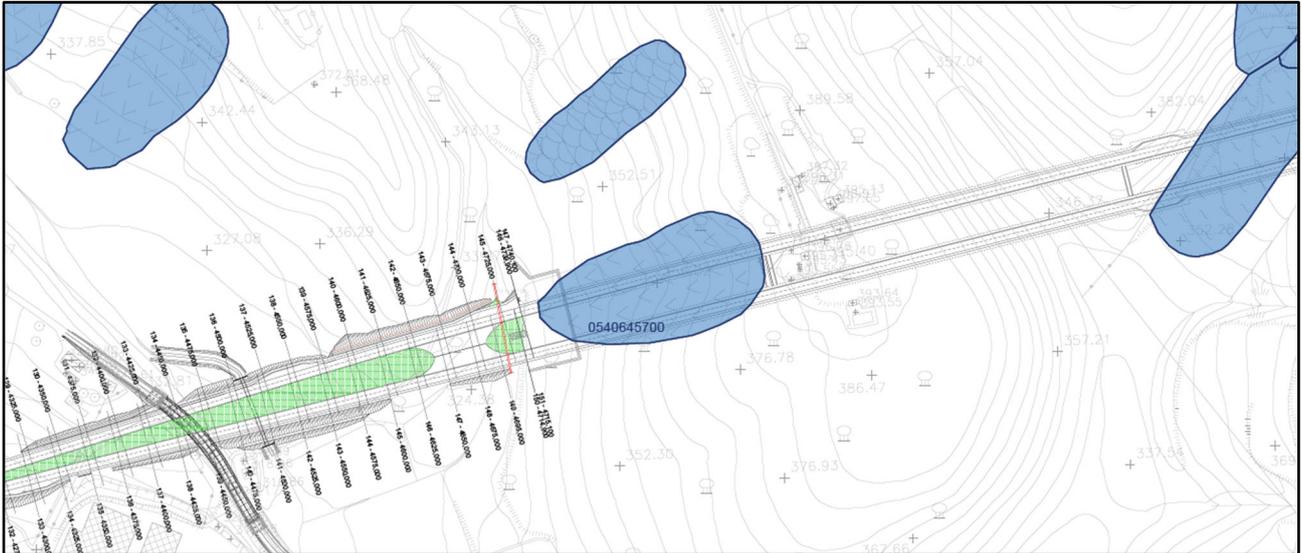


Figura 5.2 Frana per scivolamento rotazionale/traslattivo quiescente (IFFI) tra le progressive 4+720 km e 4+775 km

Il PAI registra il medesimo dissesto (ID: 2890924) come frana per scivolamento in condizioni di quiescenza.

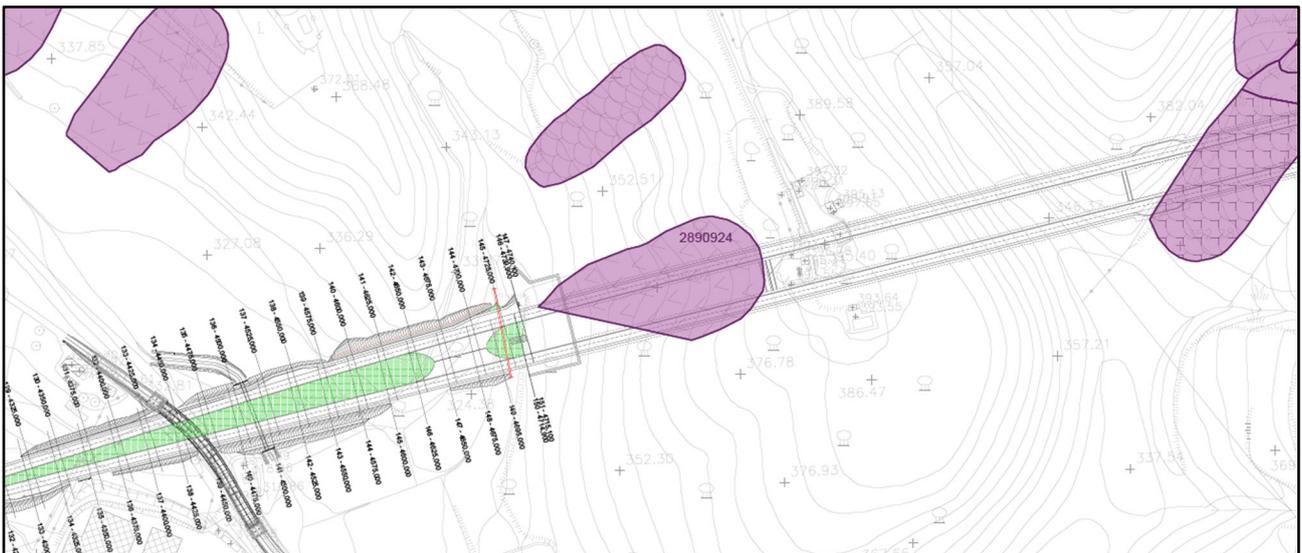


Figura 5.3 Frana per scivolamento quiescente (PAI) tra le progressive 4+720 km e 4+775 km

PROGETTAZIONE ATI:

I dati provenienti dall'interferometria satellitare per questo settore mostrano deformazioni inferiori al mm/anno.

5.3 DISSESTO TRA LE PROGRESSIVE 7+130 KM E 7+380 KM

Tra le progressive 7+130 km e 7+380 km, in corrispondenza della galleria artificiale "Citerna", l'inventario IFFI individua la presenza di una frana (ID: 0540641000) complessa classificata come quiescente.



Figura 5.4 Frana complesse quiescente (IFFI) tra le progressive 7+130 km e 7+380 km

Il PAI registra il medesimo dissesto (ID: 2890885) come frana per scivolamento in condizioni di quiescenza.



Figura 5.5 Frana per scivolamento quiescente (PAI) tra le progressive 7+130 km e 7+380 km

PROGETTAZIONE ATI:

I dati provenienti dall'interferometria satellitare per questo settore mostrano deformazioni inferiori al mm/anno.

In corrispondenza del presente dissesto è possibile individuare due sondaggi (BH17 In e BH17bis Pz) attrezzati rispettivamente con tubo inclinometrico e tubo piezometrico.

5.4 DISSESTI TRA LE PROGRESSIVE 7+775 KM E 7+875 KM E LE PROGRESSIVE 8+025 KM E 8+075

Tra le progressive 7+775 km e 7+875 km e tra le progressive 8+025 km e 8+075 km, in corrispondenza del corpo stradale, il PAI individua rispettivamente la presenza di una frana (ID: 2890886) presunta e complessa e di una frana (ID: 2890892) complessa classificata come quiescente.



Figura 5.6 Frane complesse quiescenti (PAI) tra le progressive 7+775 km e 7+875 km e tra le progressive 8+025 km e 8+075 km

Nel medesimo settore (tra le progressive 8+025 km e 8+075 km) l'inventario IFFI segnala invece, la presenza di una sola frana (ID: 0540641400) complessa classificata come quiescente.

PROGETTAZIONE ATI:

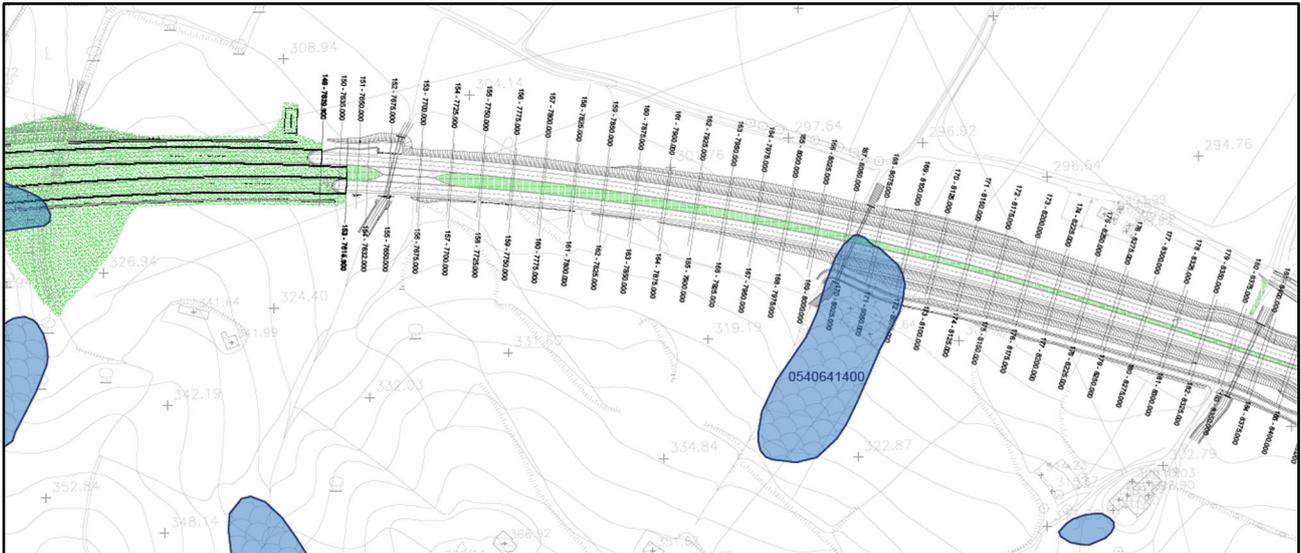


Figura 5.7 Frana complessa quiescente (IFFI) tra le progressive 8+025 km e 8+075 km

I dati provenienti dall'interferometri satellitare per questo settore non mostrano punti utili per la valutazione di eventuali movimenti di versante interferenti con il progetto.

6 OBIETTIVI E CRITERI DEL PIANO DI MONITORAGGIO

6.1 OBIETTIVI

Il monitoraggio ha come scopo principale quello di ridurre il rischio associato al raggiungimento delle condizioni di collasso o alle limitazioni d'uso dell'opera. A tal riguardo la normativa italiana vigente sulle costruzioni (NTC 2018) impone l'adozione di un piano di monitoraggio dell'opera di progetto e dà indicazioni generali sugli scopi che il monitoraggio stesso deve avere: pertanto, essa impone che venga messo in atto un adeguato sistema di monitoraggio del complesso opera-terreno, prima, durante e dopo la costruzione del manufatto (ante opera, corso d'opera e post opera). In particolare è possibile affermare che il monitoraggio geotecnico-strutturale e geomorfologico permette di:

- verificare la corrispondenza tra le ipotesi progettuali e i reali comportamenti del complesso opera-terreno;
- confermare la validità della soluzione progettuale adottata o, in caso contrario, di individuare la più idonea tra altre soluzioni possibili;
- controllare lo stato di salute nel tempo, delle opere e del contesto geologico/geomorfologico, consentendo di adottare le necessarie azioni a tutela delle persone e delle opere stesse.

Nell'ambito del presente progetto definitivo il piano di monitoraggio è volto a definire l'architettura del sistema di monitoraggio. In particolare, gli obiettivi del presente piano di monitoraggio sono:

- illustrare in maniera chiara: ubicazione, quantità e tipologia di strumenti previsti;
- definire l'architettura del piano di monitoraggio;
- fornire un CME dettagliato, dei costi del monitoraggio geotecnico-strutturale e geomorfologico.

PROGETTAZIONE ATI:

Il presente piano di monitoraggio è stato messo a punto con l'obiettivo di garantire condizioni di sicurezza sia durante le fasi di realizzazione, sia durante le fasi di esercizio dell'opera. Lo stesso prevede, oltre al controllo diretto delle strutture (gallerie, viadotti, opere minori, ecc.), il controllo dei versanti e delle infrastrutture interferenti con le nuove opere e quelle esistenti.

6.2 MONITORAGGIO PREGRESSO

6.2.1 Campagna indagini Progetto Definitivo (2022-24)

Nel periodo tra gennaio e maggio 2022 sono stati eseguiti a cura della *CAM PERFORAZIONI S.r.l.u.* di Pesaro, n. 26 sondaggi a rotazione, di cui n. 22 a carotaggio continuo integrale, n. 2 a carotaggio continuo parziale e n. 2 a distruzione di nucleo. Al fine di rilevare la profondità della superficie piezometrica, n. 15 sondaggi sono stati strumentati con piezometri, di cui n. 12 piezometri a tubo aperto ($\varnothing 2''$) e n. 3 piezometri Casagrande. Per il monitoraggio degli spostamenti a componente orizzontale del terreno, n. 1 sondaggio è stato strumentato con inclinometro.

Nella Tabella 6-1 si riporta una sintesi dei sondaggi eseguiti e strumentati con piezometri e inclinometri. La posizione dei sondaggi è indicata nella Planimetria ubicazione indagini in sito (T00GE01GEOPU01-07).

Tabella 6-1 Quadro di riferimento delle indagini eseguite (piezometri e inclinometri)

Sondaggio	Strumentazione in foro	Lunghezza (m)	Quota (m s.l.m.)	Posizione	
				Latitudine	Longitudine
BH02	Piezometro	35,0	315,34	43°28'41.85436" N	12°03'29.02092" E
BH08	Piezometro	25,0	320,23	43°29'19.59793" N	12°04'39.31056" E
BH10	Piezometro	25,0	311,20	43°29'41.11264" N	12°05'18.68886" E
BH13	Piezometro	35,0	323,29	43°29'49.91927" N	12°05'54.95473" E
BH15	Piezometro	120,0	339,73	43°30'1.35"N	12° 6'41.24"E
BH16	Piezometro	80,0	394,12	43°30'06.0513" N	12°07'17.3046" E
BH17	Inclinometro	25,0	337,53	43°30'9.85"N	12° 7'46.82"E
BH17bis	Piezometro	30,0	338,59	43°30'9.82"N	12° 7'46.94"E
BH20	Piezometro	35,0	294,34	43°30'07.38556" N	12°08'37.88156" E
BH21	Piezometro	30,0	325,17	43°30'05.18644" N	12°08'48.98278" E
BH23	Piezometro	20,0	287,71	43°30'15.86347" N	12°09'37.77787" E
BH24	Piezometro	20,0	282,21	43°30'25.96867" N	12°09'42.23055" E

PROGETTAZIONE ATI:

Sondaggio	Strumentazione in foro	Lunghezza (m)	Quota (m s.l.m.)	Posizione	
				Latitudine	Longitudine
BH26	Piezometro	40,0	285,91	43°30'42.18072" N	12°10'07.43999" E
BH28	Piezometro	40,0	284,50	43°30'47.06878" N	12°10'20.11891" E
BH29	Piezometro	45,0	283,67	43°30'46.38606" N	12°10'29.70170" E
BH31	Piezometro	40,0	285,25	43°30'50.54608" N	12°10'50.86064" E

Alcuni degli strumenti sopra riportati, ricadendo in zone interne o limitrofe alle aree di cantiere, risultano soggetti a un potenziale danneggiamento. Per questi apparecchi si prevede l'installazione di una nuova strumentazione.

PROGETTAZIONE ATI:

7 MONITORAGGIO GEOMORFOLOGICO

Il monitoraggio dei versanti è un'attività di fondamentale importanza per stabilire sia i possibili danni causati da movimenti franosi alle opere di progetto, sia per valutare l'eventuale innesco di fenomeni di versante generato dalle lavorazioni.

7.1 STRUMENTAZIONE

Per il monitoraggio delle aree potenzialmente instabili si prevede l'installazione della seguente strumentazione:

- piezometri per il controllo dello stato del regime idraulico;
- inclinometri per controllo degli spostamenti con la profondità.

7.1.1 Piezometri

La verifica della presenza di falde acquifere e la misura delle pressioni interstiziali nelle aree in dissesto sono permesse mediante l'utilizzo di tubi piezometrici inseriti nei fori di sondaggio.

Per ciascun piezometro devono essere fornite le seguenti informazioni:

- tipologia (tubo aperto, Casagrande, pneumatico, ecc.);
- quota assoluta della testa del tubo rilevata topograficamente;
- profondità rispetto al piano campagna e in quota assoluta;
- serie di letture eseguite.

La perforazione del foro di sondaggio in cui andrà installato il piezometro dovrà essere eseguita utilizzando, come fluido di circolazione, acqua oppure fango a polimeri degradabili. In nessun caso è permesso l'uso di fango bentonitico. Se il piezometro non deve essere posato a fondo foro, il foro dovrà essere riempito, ritirando man mano il rivestimento, fino ad una quota di 0,50 m più bassa di quella di installazione, con una miscela di acqua-cemento-bentonite in proporzioni tali che la consistenza della miscela, a posa avvenuta, risulti simile a quella del terreno limitrofo.

La strumentazione in questione dovrà essere costituita da una sonda elettrica (freatimetro), costituita da un puntale metallico collegato ad un cavo metrato o ad un nastro centimetrato avvolto su di un rullo, in grado di segnalare, attraverso doppio segnale acustico e luminoso, il raggiungimento del pelo libero dell'acqua nel tubo piezometrico. Il puntale (o scandaglio) dovrà essere costituito da materiale anticorrosivo e dovrà avere un diametro non superiore a 12 mm. Il cavo metrato (o il nastro centimetrato) dovrà avere una lunghezza minima di 50 m e comunque non inferiore alla lunghezza del tubo piezometrico. Il rilievo della profondità del livello dell'acqua dovrà essere eseguito introducendo il puntale della sonda elettrica nel tubo piezometrico e rilevando la profondità alla quale si manifesta il segnale acustico e luminoso. Al fine di determinare con precisione tale livello, la misura dovrà essere ripetuta diverse volte sollevando e abbassando il puntale all'interno del tubo. La precisione richiesta per la misura è di ± 1 cm.

7.1.2 Inclinatori

La misura degli spostamenti orizzontali del terreno in funzione della profondità e la verifica della presenza di potenziali superfici di scorrimento nelle aree in dissesto sono permesse mediante l'utilizzo di tubi inclinometrici inseriti nei fori di sondaggio.

Per ciascun piezometro devono essere fornite le seguenti informazioni:

- stratigrafia della perforazione;
- quota assoluta della testa del tubo rilevata topograficamente;
- indicazione dell'orientamento del sistema d'assi rispetto al Nord magnetico;
- andamento degli spostamenti con la profondità (in forma numerica e grafica);
- diagramma dell'azimut con la profondità.

La strumentazione in questione dovrà essere costituita da un tubo inclinometrico, da una sonda, da una centralina di misura e dal relativo cavo di connessione. I tubi inclinometrici, realizzati in ABS o PVC e giuntati mediante manicotti, hanno in genere una lunghezza di 3 m, spessore di circa 3 mm e diametro nominale pari a 60 mm. Questi possiedono al loro interno quattro scanalature (guide) entro cui può scorrere la sonda rimovibile. Tali scanalature, ortogonali tra loro, hanno la funzione di guidare ed orientare la sonda durante le letture. Al fine di garantire un'adeguata precisione delle letture eseguite è importante che la deviazione dalla verticalità dovrà essere inferiore all'1,5% e la spirality dovrà essere inferiore a 0,3°/m. Qualora la realizzazione del singolo inclinometro fosse eseguita in adiacenza a un piezometro, per il foro attrezzato con tubo inclinometrico si può prevedere una perforazione a distruzione di nucleo.

La misura inclinometrica dovrà avvenire secondo le seguenti fasi:

- installazione della carrucola strozzacavo sulla testa del tubo inclinometrico;
- misura ed annotazione della distanza tra la prima tacca di riscontro sul cavo e le ruote superiori della sonda inclinometrica;
- inserimento della sonda inclinometrica nel tubo inclinometrico e abbassamento della stessa fino a fondo foro; la sonda dovrà essere fatta scorrere, durante il primo inserimento nel tubo, con la rotella di riferimento lungo una guida prestabilita, precedentemente contrassegnata da una tacca di riferimento a testa foro;
- attesa della completa stabilizzazione della sonda nei confronti della temperatura di fondo foro;
- sollevamento della sonda fino a far coincidere la prima tacca del cavo con il punto di lettura coincidente con la testa del tubo inclinometrico; le misure dovranno essere eseguite sempre con la tacca del cavo posta in corrispondenza della testa del tubo inclinometrico;
- inizio delle letture, che dovranno essere effettuate in discesa partendo dall'alto ad intervalli di 1 m, attraverso la registrazione manuale o l'acquisizione diretta dei dati, assicurandosi che la misura più profonda sia eseguita senza che la sonda inclinometrica tocchi sul fondo;
- qualora durante una misura non si dovesse riuscire ad eseguire le letture fino alla profondità di origine della tubazione, si procederà ad appoggiare la sonda sul punto di massima

PROGETTAZIONE ATI:

profondità raggiungibile e si annoteranno accuratamente i dati di inclinazione e la distanza in centimetri dalla lettura completa più profonda;

- recupero della sonda inclinometrica e, una volta arrivata in superficie, rotazione della stessa di 180° e nuovo inserimento della stessa nel tubo inclinometrico con la rotella di riferimento nella guida 2 (opposta alla guida 1);
- esecuzione delle letture in discesa, partendo sempre dall'alto;
- recupero della sonda inclinometrica e, una volta arrivata in superficie, rotazione della stessa di 90° in senso orario rispetto alla guida 1 e nuovo inserimento della stessa nel tubo inclinometrico con la rotella di riferimento nella guida 3;
- esecuzione delle letture in discesa, partendo sempre da testa foro;
- recupero della sonda inclinometrica e, una volta arrivata in superficie, rotazione della stessa di 180° e nuovo inserimento della stessa nel tubo inclinometrico con la rotella di riferimento nella guida 4 (opposta alla guida 3);
- esecuzione delle letture in discesa, partendo sempre da testa foro.

7.2 UBICAZIONE DELLA STRUMENTAZIONE

Al fine di garantire il principio di ridondanza dei dati raccolti e al tempo stesso evitare un'inutile sovrabbondanza di apparecchi installati, l'ubicazione della nuova strumentazione prevista nel presente piano di monitoraggio geomorfologico tiene conto della:

- presenza di strumentazione installata durante campagne di monitoraggio pregresse;
- presenza di strumentazione installata durante l'attuale fase progettuale (ad es. monitoraggio ambientale).

Nella Tabella 7-1 si riporta una sintesi dei sondaggi di cui si prevede l'esecuzione e l'installazione mediante piezometri e inclinometri. La posizione dei sondaggi è indicata nella Planimetria monitoraggio geomorfologico (T00GE20MOGPP01A-03).

Tabella 7-1 Quadro di riferimento della strumentazione prevista (monitoraggio geomorfologico)

Progressiva (km)	Sondaggio	Modalità perforazione	Strumentazione in foro	Lunghezza (m)
2+200	MG01 In	cc	Inclinometro	20,0
3+750	MG02 Pz	cc	Piezometro tubo aperto	25,0
5+475	MG03 In	cc	Inclinometro	20,0
7+800	MG04 In	dn	Inclinometro	25,0
	MG04bis Pz	cc	Piezometro tubo aperto	25,0
8+050	MG05 In	dn	Inclinometro	20,0
	MG05bis Pz	cc	Piezometro tubo aperto	20,0
12+000	MG06 Pz	cc	Piezometro tubo aperto	20,0

PROGETTAZIONE ATI:

LEGENDA

Tipologia: cc = carotaggio continuo; dn = distruzione di nucleo;

7.3 FREQUENZA DELLE LETTURE

Al fine di effettuare un corretto monitoraggio, le frequenze delle letture sono state adeguate alle risultanze in corso d'opera ed alle tempistiche di esecuzione, considerando una realizzazione delle opere senza interruzioni delle attività ed in coerenza da quanto stabilito nel Cronoprogramma lavori (T00CA01CANCR01/03).

Nella Tabella 7-2 si riporta la frequenza delle letture prevista nel piano di monitoraggio geomorfologico per ciascuna fase (ante opera, corso d'opera e post opera).

Tabella 7-2 Frequenza delle letture prevista (monitoraggio geomorfologico)

STRUMENTI	ANTE OPERA (12 mesi)	CORSO D'OPERA (78 mesi)	POST OPERA (12 mesi)
Piezometri	1 / 30gg	1 / 60gg	1 / 90gg
Inclinometri	1 / 30gg	1 / 60gg	1 / 90gg

PROGETTAZIONE ATI:

8 MONITORAGGIO GEOTECNICO-STRUTTURALE DELLE FONDAZIONI

Il monitoraggio geotecnico-strutturale è un'attività di fondamentale importanza per la misura delle grandezze e dei fenomeni relativi ad una variazione degli stati tenso-deformativi e di equilibrio dell'opera.

8.1 STRUMENTAZIONE

Per il monitoraggio delle fondazioni di ponti e viadotti si prevede l'installazione della seguente strumentazione:

- barrette estensimetriche (BE) per il controllo degli stati tenso-deformativi dell'opera.
- celle di carico per centine (CCc) per il controllo dei tensionali dell'opera

8.1.1 Barrette estensimetriche (BE)

Pali di medio e grande diametro

Si prevedere l'installazione di n. 3 coppie di barrette estensimetriche all'interno di due pali della fondazione. I due pali saranno quelli situati ai due spigoli opposti del plinto. Le barrette devono essere montate longitudinalmente all'asse del palo e ubicate a quote diverse rispetto dalla base del plinto. Su uno dei due pali la coppia di barrette deve essere installata lungo una direttrice parallela all'asse longitudinale del viadotto. Sul restante palo la coppia di barrette deve essere installata lungo una direttrice perpendicolare all'asse del viadotto.

Pozzi di grande diametro

Si prevedere l'installazione di n. 6 coppie di barrette estensimetriche all'interno di quattro pali della fondazione. I quattro pali saranno quelli situati ai quattro estremi opposti del pozzo. Le barrette devono essere montate longitudinalmente all'asse del palo e ubicate a quote diverse rispetto dalla base del plinto. Su due dei quattro pali la coppia di barrette deve essere installata lungo una direttrice parallela all'asse longitudinale del viadotto. Sui restanti due pali la coppia di barrette deve essere installata lungo una direttrice perpendicolare all'asse del viadotto.

8.1.2 Celle di carico per centine (CCc)

Pozzi di grande diametro

Nel caso fossero presenti centine di ripartizione, si prevede l'installazione di n. 1 coppia di celle di carico in corrispondenza di due punti di giunzione per ogni livello di centine.

8.2 UBICAZIONE DELLA STRUMENTAZIONE

Nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** si riporta una sintesi della strumentazione installata per il monitoraggio geotecnico-strutturale delle fondazioni di ponti e viadotti.

Opera	Appoggio	Tipologia fondazione		n. BE	n. CCc
VI.01	Spalla A	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P1	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P2	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P3	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P4	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P5	Indiretta	Pozzi con micropali Ø300	12	6
	Pila P6	Indiretta	Micropali Ø300	-	-
	Spalla B	Indiretta	Micropali Ø300	-	-
VI.01	Totale			42	6
VI.02	Spalla A	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P1	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P2	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P3	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P4	Indiretta	Pozzo con micropali Ø300	12	6
	Pila P5	Indiretta	Pozzo con micropali Ø300	12	6
	Spalla B	Indiretta	Micropali Ø300	-	-
VI.02	Totale			48	12
VI.03	Spalla A	Indiretta	Pozzo con micropali Ø300	12	8
	Pila P1	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P2	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P3	Indiretta	Pozzo con pali Ø800	12	-
	Pila P4	Indiretta	Pozzo con pali Ø800	12	-
	Pila P5	Indiretta	Pozzo con pali Ø800	12	-
	Pila P6	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P7	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P8	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P9	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P10	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P11	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P12	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P13	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P14	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P15	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P16	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P17	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
Pila P18	Indiretta	Pali Ø1200	6	-	

PROGETTAZIONE ATI:

STUDI E INDAGINI – PIANO DI MONITORAGGIO GEOTECNICO – PIANO DI MONITORAGGIO GEOTENICO

	Pila P19	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Spalla B	Indiretta	Pozzo con micropali Ø300	12	8
VI.03	Totale			156	20
	Spalla A	Indiretta	Pozzo con micropali Ø300	12	8
	Pila P1	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P2	Indiretta	Pozzo con pali Ø800	12	-
	Pila P3	Indiretta	Pozzo con pali Ø800	12	-
	Pila P4	Indiretta	Pozzo con pali Ø800	12	-
	Pila P5	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P6	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P7	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P8	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
VI.04	Pila P9	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P10	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P11	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P12	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P13	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P14	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P15	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P16	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P17	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P18	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Spalla B	Indiretta	Pozzo con micropali Ø300	12	8
VI.04	Totale			150	20
	Spalla A	Indiretta	Pozzo con micropali Ø300	12	8
	Pila P1	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P2	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P3	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P4	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P5	Indiretta	Pozzo con pali Ø800	12	-
	Pila P6	Indiretta	Pozzo con pali Ø800	12	-
	Pila P7	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P8	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
VI.05	Pila P9	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P10	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P11	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P12	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P13	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P14	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P15	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P16	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P17	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P18	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Spalla B	Indiretta	Pozzo con micropali Ø300	12	8
VI.05	Totale			144	20

PROGETTAZIONE ATI:

STUDI E INDAGINI – PIANO DI MONITORAGGIO GEOTECNICO – PIANO DI MONITORAGGIO GEOTENICO

	Spalla A	Indiretta	Pozzo con micropali Ø300	12	8
	Pila P1	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P2	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P3	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P4	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P5	Indiretta	Pozzo con pali Ø800	12	-
	Pila P6	Indiretta	Pozzo con pali Ø800	12	-
	Pila P7	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P8	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
VI.06	Pila P9	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P10	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P11	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P12	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P13	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P14	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P15	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P16	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P17	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P18	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Spalla B	Indiretta	Pozzo con micropali Ø300	12	8
VI.06	Totale			144	20
VI.07	Spalla A	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Spalla B	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
VI.07	Totale			12	0
	Spalla A	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P1	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P2	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
CV.01	Pila P3	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P4	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P5	Indiretta	Micropali Ø300	-	-
	Spalla B	Indiretta	Micropali Ø300	-	-
CV.01	Totale			30	0
	Spalla A	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P1	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
CV.03	Pila P2	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Pila P3	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
	Spalla B	Indiretta	Pali Ø1200	6	-
CV.03	Totale			30	0

PROGETTAZIONE ATI:

8.3 FREQUENZA DELLE LETTURE

Al fine di effettuare un corretto monitoraggio, le frequenze delle letture sono state adeguate alle risultanze in corso d'opera ed alle tempistiche di esecuzione, considerando una realizzazione delle opere senza interruzioni delle attività ed in coerenza da quanto stabilito nel Cronoprogramma lavori (T00CA01CANCR01/03).

Nella Tabella 8-1 Tabella 8-2 si riporta la durata delle diverse fasi di monitoraggio prevista nel piano di monitoraggio geotecnico-strutturale delle fondazioni per ciascuna opera.

Tabella 8-1 Durata delle diverse fasi di monitoraggio

OPERA	ANTE OPERA	CORSO D'OPERA "A"	CORSO D'OPERA "B"	CORSO D'OPERA "C"	POST OPERA
VI.01	-	-	1 mese		12 mesi
VI.02	-	-	1 mese		12 mesi
VI.03	-	-	5 mesi		12 mesi
VI.04	-	-	5 mesi		12 mesi
VI.05	-	-	5 mesi		12 mesi
VI.06	-	-	5 mesi		12 mesi
VI.07	-	-	1 mese		12 mesi
CV.01	-	-	4 mesi		12 mesi
CV.03	-	-	2 mesi		12 mesi

Nella Tabella 8-2 si riporta la frequenza delle letture prevista nel piano di monitoraggio geotecnico-strutturale delle fondazioni per ciascuna opera e per ciascuna fase (ante opera, corso d'opera e post opera).

Tabella 8-2 Frequenza delle letture prevista (monitoraggio fondazioni)

OPERA	STRUMENTI	ANTE OPERA	CORSO D'OPERA "A"	CORSO D'OPERA "B"	CORSO D'OPERA "C"	POST OPERA
VI.01	BE	-	-	1 / 30gg	1 / 30gg	1 / 30gg
	CCc	-	-	1 / 30gg	1 / 30gg	1 / 30gg
VI.02	BE	-	-	1 / 30gg	1 / 30gg	1 / 30gg
	CCc	-	-	1 / 30gg	1 / 30gg	1 / 30gg
VI.03	BE	-	-	1 / 30gg	1 / 30gg	1 / 30gg
	CCc	-	-	1 / 30gg	1 / 30gg	1 / 30gg
VI.04	BE	-	-	1 / 30gg	1 / 30gg	1 / 30gg

PROGETTAZIONE ATI:

STUDI E INDAGINI – PIANO DI MONITORAGGIO GEOTECNICO – PIANO DI MONITORAGGIO GEOTENICO

OPERA	STRUMENTI	ANTE OPERA	CORSO D'OPERA "A"	CORSO D'OPERA "B"	CORSO D'OPERA "C"	POST OPERA
	CCc	-	-	1 / 30gg	1 / 30gg	1 / 30gg
VI.05	BE	-	-	1 / 30gg	1 / 30gg	1 / 30gg
	CCc	-	-	1 / 30gg	1 / 30gg	1 / 30gg
VI.06	BE	-	-	1 / 30gg	1 / 30gg	1 / 30gg
	CCc	-	-	1 / 30gg	1 / 30gg	1 / 30gg
VI.07	BE	-	-	1 / 30gg	1 / 30gg	1 / 30gg
	CCc	-	-	1 / 30gg	1 / 30gg	1 / 30gg
CV.01	BE	-	-	1 / 30gg	1 / 30gg	1 / 30gg
	CCc	-	-	1 / 30gg	1 / 30gg	1 / 30gg
CV.03	BE	-	-	1 / 30gg	1 / 30gg	1 / 30gg
	CCc	-	-	1 / 30gg	1 / 30gg	1 / 30gg

PROGETTAZIONE ATI:

9 COMPUTO

Per la stima economica del piano di monitoraggio geomorfologico si è fatto riferimento al Listino Prezzi ANAS in vigore (attualmente il Listino Prezzi 2023 - Prove, Indagini e Monitoraggio - PM-IG-MA.2023 - Rev.1).

La valorizzazione economica del piano di monitoraggio tiene in considerazione i seguenti aspetti:

- costi di fornitura e posa in opera dei diversi strumenti;
- costi di fornitura e posa in opera dei cavi multipolari di collegamento;
- costi dei *datalogger* per gli strumenti automatizzati;
- costi dei pannelli solari per l'alimentazione del sistema e dei gruppi di continuità (il tutto da quantificare secondo l'energia richiesta dal sistema);
- costi per approntamenti;
- costi delle misure;
- costi di approntamento di eventuali piattaforme WEB per la distribuzione dei dati;
- costi per l'emissione dei dati.

PROGETTAZIONE ATI: