

**ASSE VIARIO MARCHE - UMBRIA E QUADRILATERO DI
PENETRAZIONE INTERNA**
Sublotto 2.2: Intervalliva Macerata - allaccio funzionale della SS77
alla città di Macerata alle località "La Pieve" e "Mattei"

PROGETTO DEFINITIVO

<p>IL GEOLOGO</p> <p>Dott. Geol. Salvatore Marino Ordine dei geologi della Regione Lazio n. 1069</p>	<p>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</p> <p><i>Ing. Ambrogio Signorelli</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111</p>	<p>PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria)</p> <p>GPI INGEGNERIA GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl</p>
<p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p><i>Ing. Valerio Guidobaldi</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A30025</p>	<p><i>Ing. Moreno Panfili</i> Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657</p>	<p>(Mandante)</p> <p>cooprogetti cocoprogetti</p> <p>(Mandante)</p> <p>engeko</p> <p>(Mandante)</p> <p>AIM Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p>
<p>VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</p> <p><i>Ing. Iginio Farotti</i></p>	<p><i>Ing. Claudio Muller</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 15754</p> <p><i>Ing. Giuseppe Resta</i> Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p>	<p>IL PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12):</p> <p>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI ORDINE INGEGNERI ROMA Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 140354035</p>

GEOLOGIA

Relazione di compatibilità geologica e geotecnica

CODICE PROGETTO				NOME FILE				REVISIONE	SCALA
OPERA	LOTTO	STATO	SETTORE	WBS					
				DISCIPLINA	TIPO DOC.	N°	PROGRESS.		
LO703	MC	D	P	GENER00	GEO	REL	005	B	-
B	Emissione a seguito alle istruttorie Prot. QMU 0002937				Nov. 2020	Leonardi	Marino	Guiducci	
A	Emissione a seguito alle istruttorie Prot. QMU 0002937				Ott. 2020	Marino	Marino	Guiducci	
REV.	DESCRIZIONE				DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	

INDICE

1. <u>PREMESSA</u>	2
2. <u>RIFERIMENTI NORMATIVI</u>	3
3. <u>INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE</u>	3
4. <u>ELEMENTI GEOMORFOLOGICI A PERICOLOSITÀ P3 INTERFERENTI CON IL TRACCIATO</u>	4
4.1. TRACCATO COMPRESO TRA LE PROGRESSIVE 3+475.00 E 3+525.00.....	4
4.1.1 <i>considerazioni sull'area in dissesto F-19-0736 (P3)</i>	5
4.1.2 <i>stratigrafia di riferimento</i>	6
4.1.3 <i>stralcio del profilo geologico e geotecnico e caratterizzazione geotecnica</i>	14
4.2. TRACCATO COMPRESO TRA LE PROGRESSIVE 3+075 E 3+525.00.....	15
4.2.1 <i>considerazioni sull'area in dissesto F-19-0743 (P3)</i>	15
4.2.2 <i>stratigrafie di riferimento</i>	16
4.2.3 <i>stralcio del profilo geologico e geotecnico e caratterizzazione geotecnica</i>	21
5. <u>CONCLUSIONI</u>	22

1. PREMESSA

La presente relazione analizza gli elementi per la compatibilità geologica e geomorfologica delle opere in progetto - Progetto Definitivo relativo "Intervalliva di Macerata" (allaccio funzionale della SS77, alla città di Macerata e alle località "La Pieve" e "Mattei") - interferenti con i corpi franosi segnalati dal PAI.

La strada in progettazione rientra nel sistema "Asse Viario Marche-Umbria e Quadrilatero di penetrazione interna" ed è inserita tra le infrastrutture ritenute di carattere strategico e di preminente interesse nazionale, per la modernizzazione e lo sviluppo del Paese, dalla Legge Obiettivo (Legge n. 443/2001) ed in particolare dal Programma delle infrastrutture strategiche (Delibera n. 121/2001), inoltre essa ricade nell'ambito dei "Corridoi trasversali alla dorsale appenninica (corridoi stradali e autostradali)" previsti dall'Intesa Generale Quadro sottoscritta il 24 ottobre 2002 tra il Ministro delle Infrastrutture e dei Trasporti e le Regioni Marche e Umbria.

Il tracciato stradale si sviluppa prevalentemente in sinistra ed in misura minore sulla destra idrografica del Fiume Chienti, ricade all'interno dei comuni di Macerata (MC) e Corridonia (MC) e consta di due tratti:

- Tratto 1: lungo circa 3km unisce il nuovo svincolo di progetto sulla SS77 con la rotatoria di progetto sulla SP77 in località La Pieve alle porte della città di Macerata. Questo tratto è stato sviluppato sulla base del Progetto Definitivo redatto da Val di Chienti S.C.p.A. per conto di Quadilatero Marche Umbria S.p.A.
- Tratto 2: lungo circa 2km unisce la rotatoria sulla SP77 in località La Pieve con la rotatoria esistente su Via Enrico Mattei. Questo tratto è stato sviluppato sulla base del Progetto Preliminare redatto da Comune di Macerata

Nel tratto 2 alcune delle opere previste nel progetto interferiscono con alcuni corpi franosi classificati a pericolosità alta (P3) dal PAI della Regione Marche.

Lo studio è redatto tenendo conto dell'Elaborato d, Titolo III "Piano per l'assetto dei versanti" di cui all'articolo 12 "Disciplina delle aree di versante in dissesto" e del paragrafo 3J.

In tale senso, vanno considerati parte integrante del presente studio, gli elaborati progettuali ai quali si rimanda per un'analisi di dettaglio. In particolare:

- LO703.MC.D.P.GENER.00.GEO.REL.006.A - Schede dei dissesti;
- LO703.MC.D.P.GENER.00.GEO.RLG.008.C - Documentazione delle indagini geotecniche;
- LO703.MC.D.P.GENER.00.GEO.RLG.008 - Monitoraggio inclinometrico e piezometrico;
- LO703.MC.D.P.GENER.00.GEO.REL.003 - Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica;
- LO703.MC.D.P.GENER.00.GEO.PLA.008 - Carta dei dissesti geomorfologici censiti dal PAI (Regione Marche) ed IFFI (ISPRA);
- LO703.MC.D.P.GENER.00.GEO.PLA.005 - Carta geologica;
- LO703.MC.D.P.GENER.00.GEO.PLA.006 - Carta geomorfologica;
- LO703.MC.D.P.GENER.00.GEO.PRF.001-5 - Profilo geologico
- LO703.MC.D.P.GENER.00.GET.REL.001 - Relazione geotecnica

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Le principali normative di riferimento sono elencate di seguito:

- Norme di Attuazione Elaborato d – Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico Regione Marche
- Relazione piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei bacini di rilievo regionale (PAI) - Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico Regione Marche;
- Quadro della pericolosità dei fenomeni gravitativi - Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico Regione Marche - Rettifica aggiornamento 2016;
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 DM 17 gennaio 2018, capitoli 6.2.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Dal punto di vista geomorfologico l'area si presenta in armonia con il contesto paesaggistico collinare che si estende lungo la fascia periadriatica.

Le litologie presenti nell'area offrono comportamenti diversi all'azione modellante della gravità e degli agenti esogeni, infatti i fenomeni franosi cartografati sono collegati soprattutto alle caratteristiche litologico-tecniche dei terreni nonché ai processi morfoevolutivi sia naturali sia antropici che hanno interessato i singoli settori.

Nel tratto 2 del tracciato affiorano le unità litologiche comprese nella Formazione delle Argille Azzurre; esse sono formate da una porzione corticale soggetta a fenomeni di alterazione e degradazione di colore prevalentemente marrone e terreni della formazione non alterata composta per lo più da argille limose di colore grigio.

La documentazione PAI e IFFI ha rappresentato la base di partenza per il lavoro svolto, perciò ogni area è stata confrontata con quanto presente nella Carta dei Dissesti edita dal PAI Regione Marche e con la cartografia del Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi In Italia) dell'ISPRA.

Per le aree censite come instabili, particolare attenzione è stata data alle forme che intercettano il tracciato in progetto, le quali sono state perciò oggetto di indagine attraverso indagini dirette ed indirette nonché di monitoraggio geotecnico con tubi inclinometrico e piezometrico.

Dall'esame della cartografia PAI della Regione Marche, aggiornate al 2016, limitatamente alle aree interessate da Pericolosità per Frana, risulta che il tracciato di progetto interseca zone classificate a pericolosità alta (P3).

Le indagini eseguite nel II tratto del tracciato, che insiste sulla destra idrografica del F. Valteja, sono stati eseguite numerose indagini atte a verificare le condizioni geologiche, geotecniche e geomorfologiche del versante. Esse comprendono:

- n. 6 sondaggi geognostici verticali a carotaggio continuo di cui 2 attrezzati con tubo piezometro e 4 con tubo inclinometrico;

di questi, i sondaggi BH04_in, BH05_pz ricadono in corrispondenza del dissesto F-19-0743 (P3), il sondaggio BH07_in, nel dissesto F19-0736 (P3), il sondaggio BH08_in, BH09_in e BH10_pz in corrispondenza dell'area F-19-0734 (P2);

- n. 1 sondaggio inclinato a 45° della lunghezza di 3 m, eseguito per il prelievo di campioni ambientali e geotecnici;

PROGETTAZIONE ATI:

Questo sondaggio in corrispondenza dell'area F-19-0734 (P2);

- n. 4 prospezioni sismiche a rifrazione tomografica;

di queste indagini la TS03 e la TS06 ricadono in corrispondenza del dissesto F-19-0743 (P3), la stesa TS04 nel dissesto F19-0736 (P3), la TS05 in corrispondenza dell'area F-19-0734 (P2).

L'indagine è corredata di prove in foro di sondaggio, prelievi di campioni e prove di laboratorio.

Le letture inclinometriche, interrotte per diversi mesi a causa dell'ordinanza di limitazione della mobilità e circolazione sul territorio nazionale per la lotta alla pandemia di COVID-19, sono riprese a partire dal mese di Giugno; i dati al momento disponibili non evidenziano fenomeni che possano far pensare ad eventuali attività di movimenti in atto o potenziali.

Nelle aree a pericolosità AVD_P1 e AVD_P2 sono consentite trasformazioni dello stato dei luoghi previa esecuzione di indagini nel rispetto del D.M. LL.PP. 11 marzo 1988 e nel rispetto delle vigenti normative tecniche.

Per le aree di versante a rischio frana con livello di pericolosità elevata, AVD_P3, il PAI prevede che nella realizzazione di infrastrutture viarie, pubbliche o di interesse pubblico, nonché delle relative strutture accessorie, tali opere siano condizionate ad uno studio da parte del soggetto attuatore in cui siano valutate eventuali soluzioni alternative, la compatibilità con la pericolosità delle aree e l'esigenza di realizzare interventi per la mitigazione della pericolosità, previo parere vincolante dell'Autorità di bacino.

4. ELEMENTI GEOMORFOLOGICI A PERICOLOSITÀ P3 INTERFERENTI CON IL TRACCIATO

4.1. TRACCATO COMPRESO TRA LE PROGRESSIVE 3+475.00 E 3+525.00

Dal Viadotto Pieve il tracciato prosegue su un tratto di territorio interessato da aree in dissesto.

Nel catalogo IFFI questo fenomeno è classificato come "complesso" ovvero il movimento risulta dalla combinazione di due o più tipi di movimenti, e ricade all'interno dell'area PAI F-19-0736 a pericolosità P3.

La stratificazione vede la presenza di terreni di natura eluvio colluviale dello spessore massimo fino a 10 m poggianti sulle argille limose della Formazione delle Argille Azzurre.

Per questo settore di versante è stato eseguito un sondaggio a carotaggio continuo (BH07-in) attrezzato con tubo inclinometrico. Il progetto delle indagini comprendeva inizialmente anche l'esecuzione del sondaggio BH06pz, non eseguito a causa dell'impossibilità di ottenere il permesso di accesso all'area. L'indagine diretta è stata sostituita perciò da una indiretta, consistita in una stesa sismica a rifrazione TS04.

Il tracciato corre su rilevato. In considerazione della situazione geomorfologica sono previste sia opere strutturali sia a monte sia a valle dell'opera.

Sul settore a monte, tra le progressive 3+475.00 e 3+525.00 è prevista la realizzazione di un muro di sostegno su pali, mentre nel settore a valle a partire dalla progressiva 3+525 paratie di pali a

PROGETTAZIONE ATI:

protezione del piede del rilevato per una lunghezza complessiva di 300 m circa al fine di coprire l'intero tratto coinvolto dal corpo franoso.

Per i dettagli sulle scelte progettuali si rimanda alla relazione geotecnica e a quelle di calcolo.

4.1.1 CONSIDERAZIONI SULL'AREA IN DISSESTO F-19-0736 (P3)

L'area instabile viene intercettata in senso trasversale dal tracciato per un tratto di circa 325 m. Il tracciato è coinvolto, in particolare, tra le prog. 3+500 e 3+825. Le strutture interessate sono la Spalla 2 del Viadotto Piave e il tratto in rilevato che segue. Come evidente dallo stralcio planimetrico in basso, il corpo del dissesto F-19-0736 (P3) si estende lungo il versante fino al fosso Valteja.

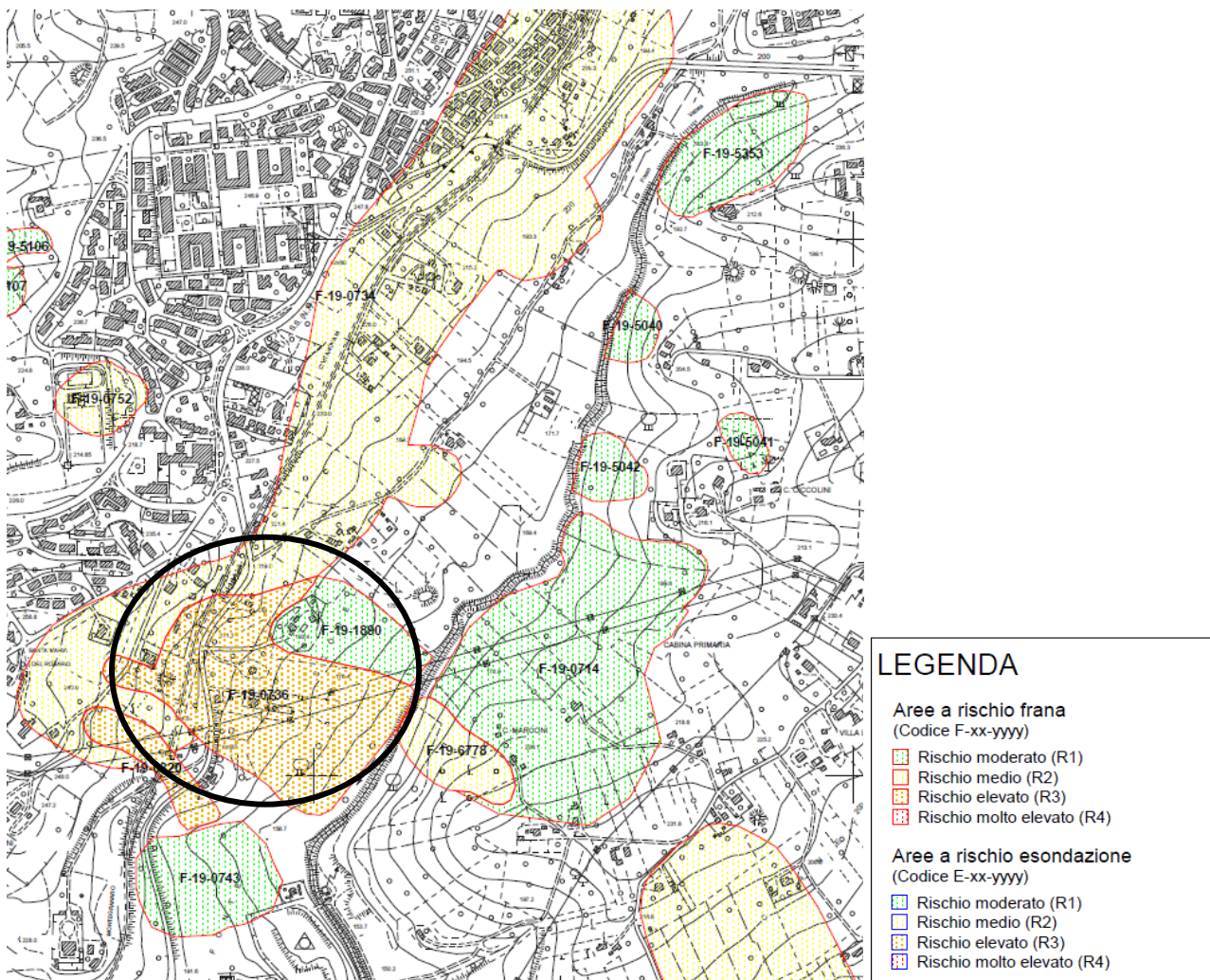


Figura 4.1 Stralcio cartografico del PAI 2016, dal Fosso La Pieve fine lotto

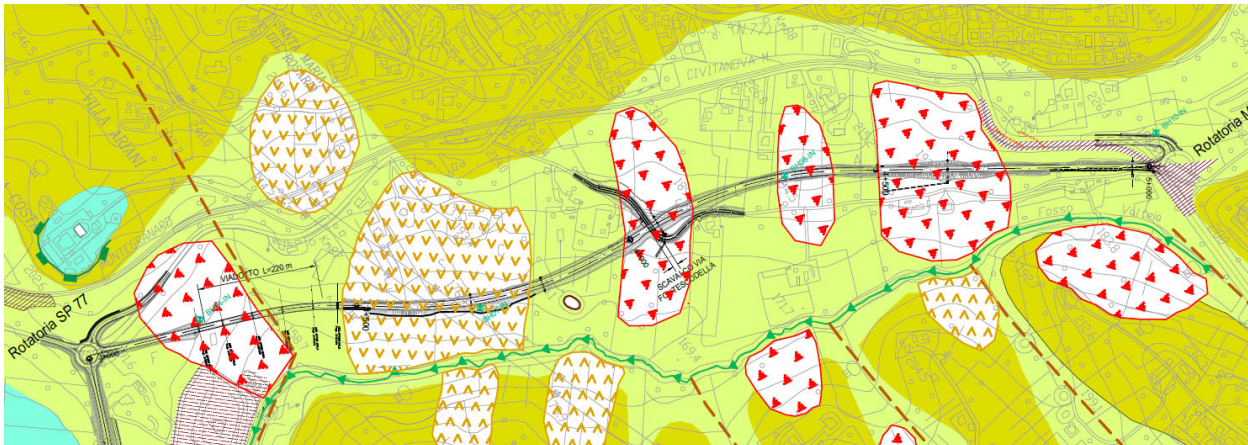


Figura 4.2 Stralcio della carta geomorfologica del versante in destra del F. Valteja

Per questo settore di corridoio è stato eseguito un sondaggio a carotaggio continuo (BH07-in) attrezzato con tubo inclinometrico.

Il progetto delle indagini comprendeva inizialmente anche l'esecuzione del sondaggio BH06pz, non eseguito a causa dell'impossibilità di ottenere il permesso di accesso all'area. L'indagine diretta è stata sostituita perciò da una indiretta, consistente in una stesa sismica a rifrazione TS04.

A sostituzione del BH07in è previsto e programmato la realizzazione di un nuovo tubo inclinometrico il cui monitoraggio sarà utile per la definizione del quadro deformativo dell'area.

Dal punto di vista stratigrafico è presente materiale ascrivibile a terreni di natura eluvio-colluviale, di colore marrone e natura limo-sabbioso-argillosa, per uno spessore compreso tra 7 e 8 metri poggianti sulle argille limoso argilloso sabbiose della Formazione delle Argille Azzurre di colore grigio.

Dall'esame delle carote di sondaggio non è stata riconosciuta alcuna superficie di scollamento.

4.1.2 STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO

Dalle carote del sondaggio si evince la presenza di un orizzonte dello spessore pari a circa 8 m ascrivibile a limo argilloso, a tratti sabbioso, debolmente ghiaioso, di colore ocra-avana-grigiastro, con inglobati rari clasti sub-arrotondati prevalentemente di natura carbonatica e dimensioni millimetriche, poggianti su argille di colore grigio.



Cassetta n° 1: da 0.00 m a 5.00 m



Cassetta n° 2: da 5.00 m a 10.00 m

PROGETTAZIONE ATI:



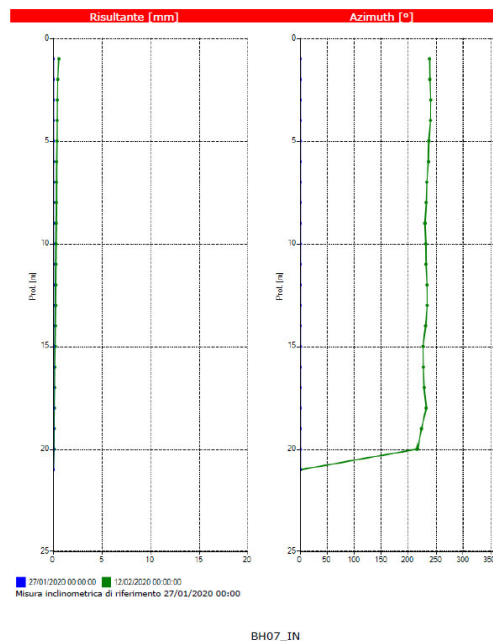
Cassetta n° 3: da 10.00 m a 15.00 m

Cassetta n° 4: da 15.00 m a 20.00 m

Figura 4.3 Cassette catalogatrici 1 e 2 del sondaggio BH07-in

Le letture inclinometriche su sondaggio BHS07in, interrotte a febbraio a causa dell'ordinanza di limitazione della mobilità e circolazione sul territorio nazionale, per la lotta alla pandemia di COVID-19, sono riprese nel mese di Giugno. Il boccaforo con il pozzetto protettivo del sondaggio è stato rinvenuto danneggiato in modo irreparabile, perciò, non è stato possibile proseguire nel monitoraggio.

I dati attualmente a disposizione constano della sola lettura n.1 di febbraio 2020.



Al fine di ottenere ulteriori informazioni circa le condizioni geomorfologiche evolutive di questo settore di versante sono state condotte ricerche bibliografiche anche presso le amministrazioni locali e il Comune di Macerata ha reso disponibile uno studio geologico registrato presso il loro ufficio territoriale. L'indagine in oggetto ricade all'interno di una proprietà privata ed è stata finalizzata alla caratterizzazione geotecnica ed al monitoraggio geotecnico dell'area dove insiste la proprietà; la finalità è stata quella di verificare la possibilità di "riperimetrazione e riclassificazione della frana PAI denominata F-19-0736" come già avvenuto per F-19-1890 (vedi di seguito).

Lo studio in oggetto è stato preso in considerazione in quanto, oltre a ricadere nell'area del dissesto, comprende, tra gli altri, la realizzazione di 2 sondaggi a carotaggio continuo, di una prova dilatometrica, nonché prove sismiche e di laboratorio, e, in particolare, un monitoraggio

PROGETTAZIONE ATI:

inclinometrico protrato per un periodo compreso tra il 05/12/2016 (misura a zero) e il 17/05/2019, quindi un intervallo temporale rappresentativo ai fini della valutazione e classificazione dell'evoluzione del versante.

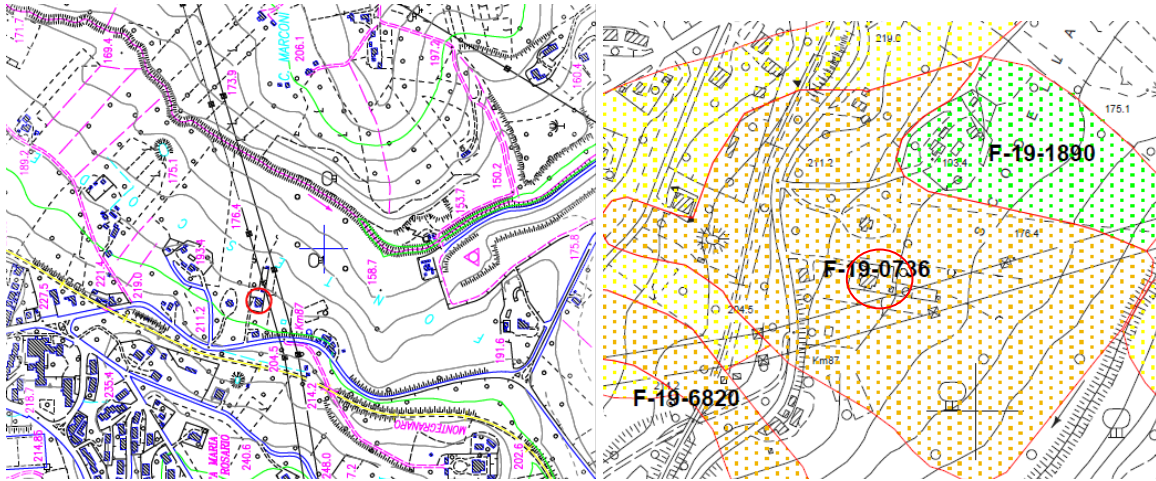


Figura 4.4 Ubicazione indagine reperita

Di seguito si riporta il grafico delle curve di lettura inclinometriche che non presentano segni di movimento significativo.

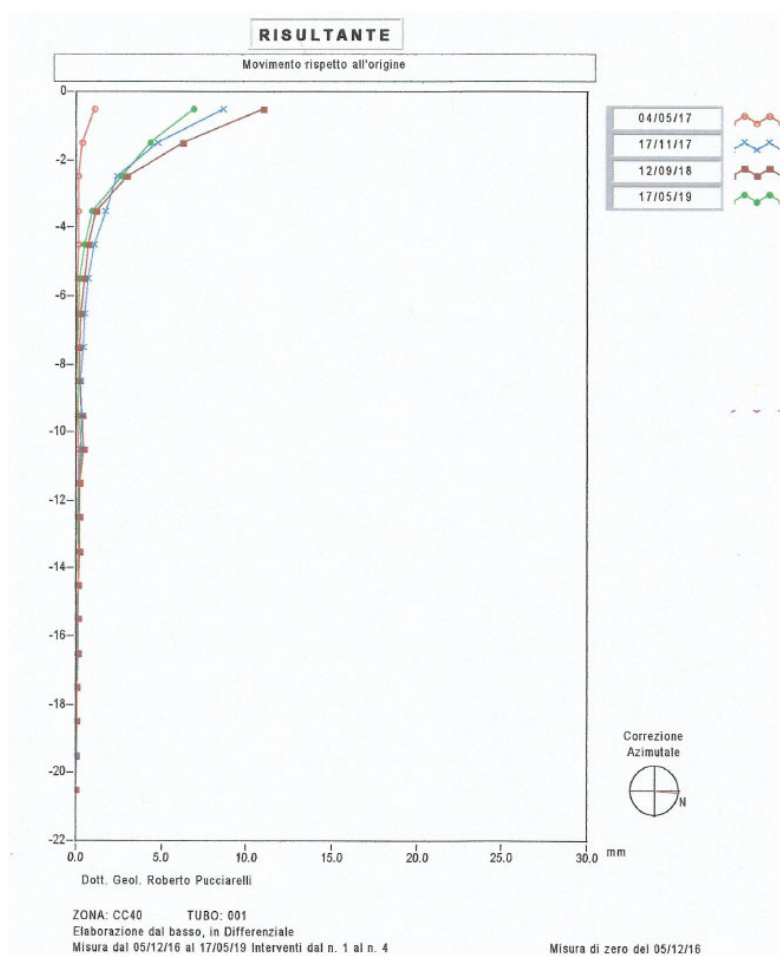


Figura 4.5 Monitoraggio inclinometrico dal 2017 al 2019 del tubo inclinometrico (indagine reperita)

La ripermimetrazione e riclassificazione di una porzione di dell'area in dissesto F-19-0743 è stata già eseguita in precedenza e attualmente identificata con F-19-1890.

Si riporta di seguito, il Decreto del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino Regionale N. 8/SABN 25/01/2013, come previsto dalla Delibera di Consiglio Regionale n. 116 del 21/01/2004, che prevede all'Art. 19 ("Modifica alle aree") mediante il quale gli Enti Locali ed i soggetti privati possano presentare istanze all'Autorità di Bacino Regionale per l'inserimento, la modifica parziale o l'eliminazione di aree e per la variazione dei livelli di rischio e di pericolosità delle aree a rischio censite dal Piano. La modifica ha riguardato un settore del versante dell'area identificata nel PAI, appunto, con cod. F-19-0736 (R1_P3), mediante riclassificazione con variazione del livello di pericolosità da P3 a P2, l'inserimento di un nuovo perimetro F-19-1890 e, cosa molto importante, una nuova classificazione della tipologia di movimento ovvero "soliflusso attivo".

Di seguito si riporta l'allegato del Decreto di cui sopra con indicata la ripermimetrazione e riclassificazione dell'area:

PROGETTAZIONE ATI:

- ALLEGATI -

Allegato A: Riperimetrazione e riclassificazione, ai sensi dell'art. 19 delle N.A. del PAI, di aree a rischio idrogeologico: Comune Macerata, Tav. RI 52 - cod. F-19-0736 (P3, R2) e F-19-1890 (soliflusso attivo) (scala 1:25.000).

L'allegato al presente atto ne costituisce parte integrante; la riproduzione dell'allegato, conforme all'originale conservato presso la Segreteria Tecnica dell'Autorità di Bacino Regionale, è pubblicata sul BUR Marche e sul sito internet dell'Autorità di Bacino Regionale (<http://www.autoritabacino.marche.it>).



REGIONE MARCHE
Autorità di Bacino Regionale

Piano Assetto Idrogeologico (PAI)

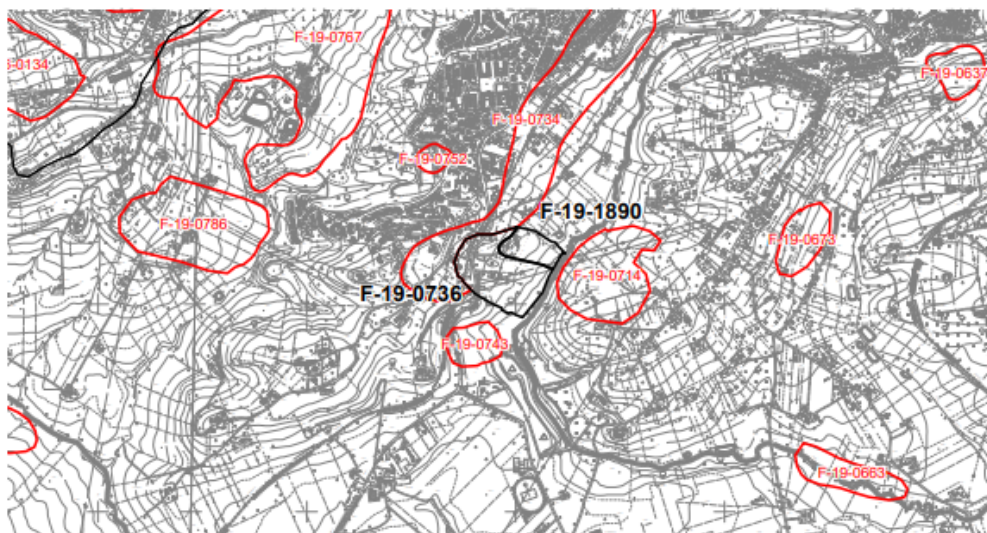
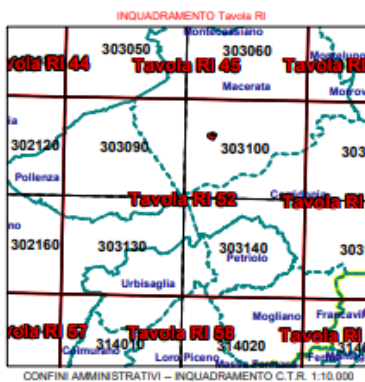
Approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale n° 116 del 21/05/04

CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

Stralcio Tavola RI 52

ALLEGATO A AL DECRETO DEL SEGRETARIO GENERALE DELL'AUTORITA' DI BACINO REGIONALE
N. 08/SABN DEL 25/01/2013

Riperimetrazione e riclassificazione, ai sensi dell'art. 19 delle N.A. del PAI, di aree a rischio idrogeologico:
Comune di Macerata (MC), Tav. RI 52- Cod. F-19-0736 (scala 1:25.000)



Codice	R	P	Bacino	Comune	Prov	Note
F-19-0736	R1	P3	CHIENTI	Macerata	MC	Parte con codice e attributi inalterati
F-19-1890	R1	P2	CHIENTI	Macerata	MC	Parte con nuovo codice (ex F-19-0736) e attributi modificati

PROGETTAZIONE ATI:

Di seguito alcune immagini dell'area in oggetto.



Figura 4.6 Area a valle della Via Fontescodella – Settore di valle, ondulazioni sulla superficie - (prog. di progetto circa 3+700)



Figura 4.7 Area a valle della Via Fontescodella – Settore di valle, leggere inclinazioni dei pali della luce - (prog. circa 3+700)

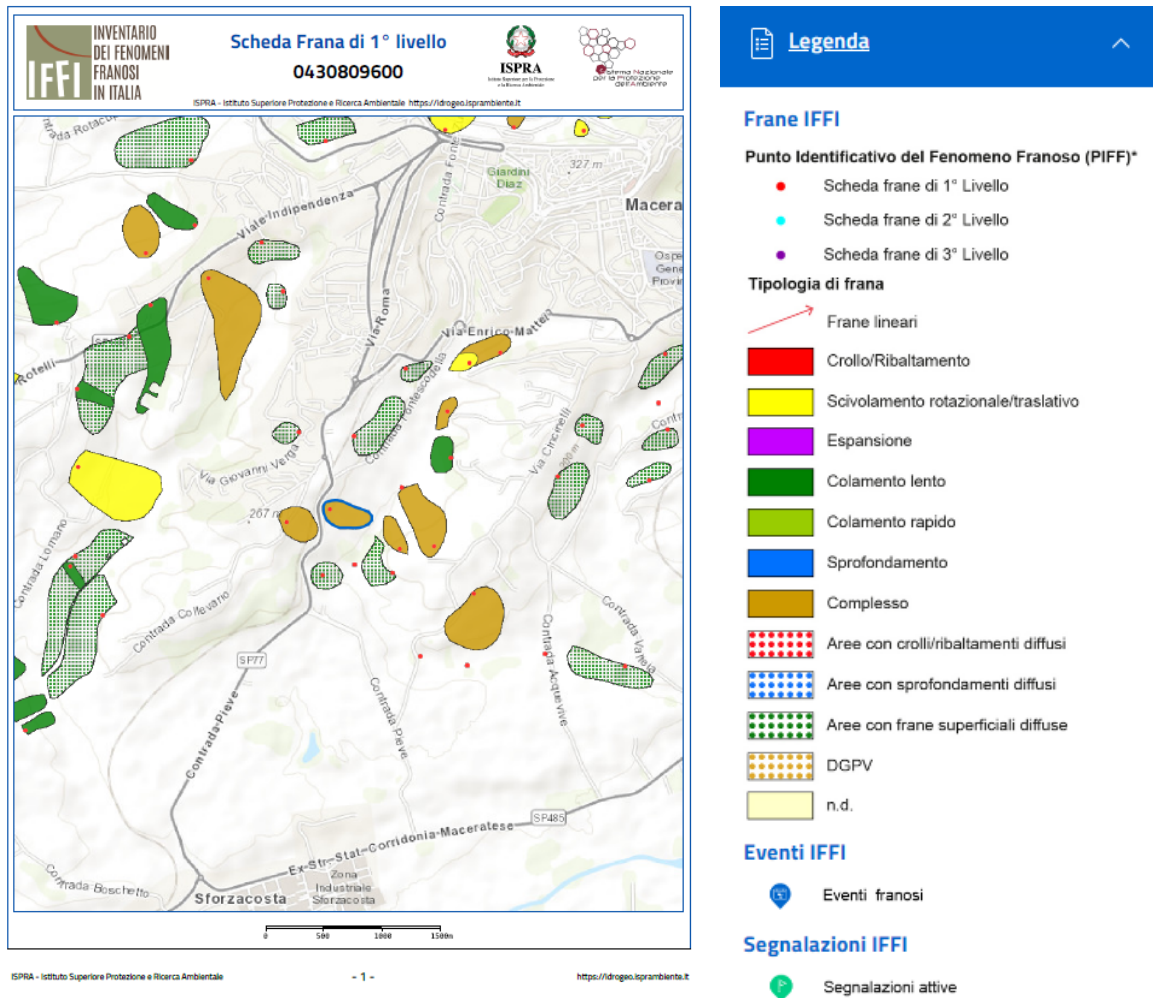
PROGETTAZIONE ATI:



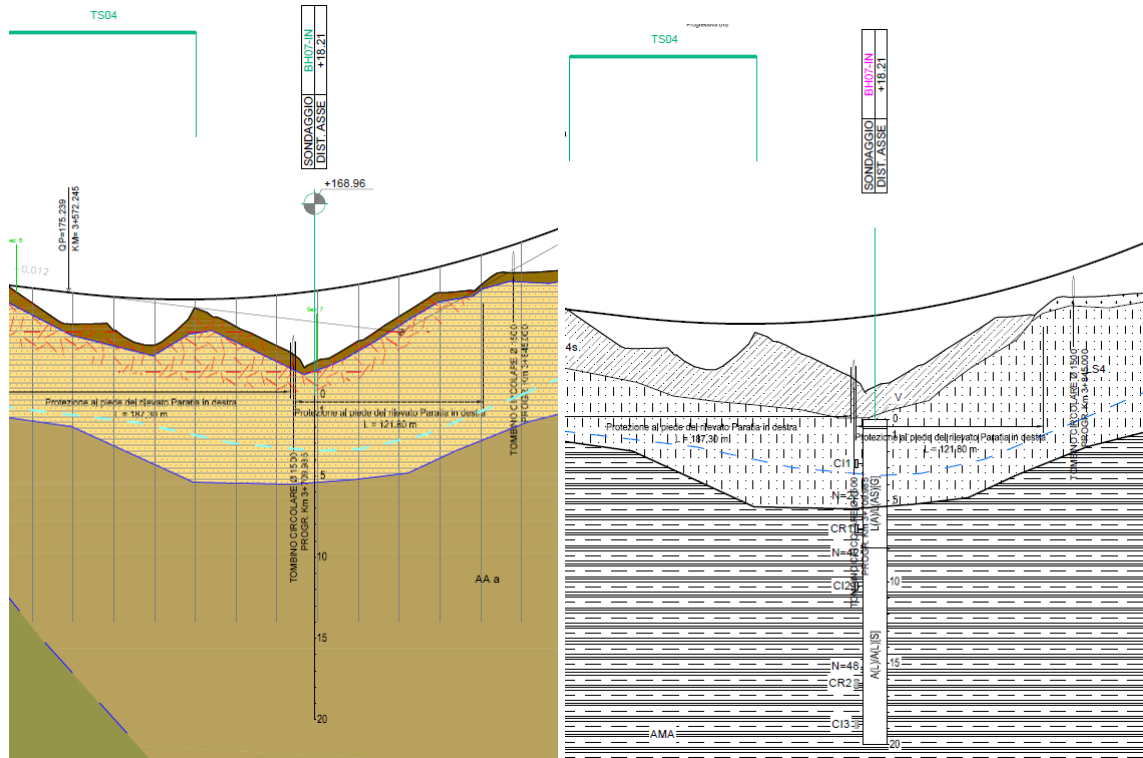
Figura 4.8 Area a valle della Via Fontescodella – Settore di valle, ondulazioni sulla superficie - (prog. di progetto circa 4+00)

PROGETTAZIONE ATI:

Il dissesto è presente anche nel catalogo IFFI, del quale di seguito si riporta la scheda di primo livello. Esso descrive l'elemento gravitativo, codificato con 0430809600, come complesso ovvero "il movimento risulta dalla combinazione di due o più tipi di movimenti".



4.1.3 STRALCIO DEL PROFILO GEOLOGICO E GEOTECNICO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA



Dal punto di vista geotecnico, i terreni coinvolti nella posa delle opere, nei tratti interessati dai dissesti sono ascritti all'unità geotecnica LS (sotto unità LS4 e LS4s - limi sabbioso argillosi) e AMA (argilla con limo, a tratti marnosa con intercalazioni di livelli sabbiosi addensati).

I parametri geotecnici scaturiti dall'analisi dei risultati delle indagini sono riportati di seguito:

Tipo	Descrizione	γ_n [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]	c_u [kPa]	E [MPa]	n_h [kN/m ³]
LS4	Argilla con limo con sabbia	19	15 ÷ 20	22 ÷ 26	60 ÷ 80	10 ÷ 20	3000
LS4s	Argilla con limo con sabbia (valori di picco)	19	0 ÷ 5	20 ÷ 23	30 ÷ 40	5 ÷ 10	2500
	Argilla con limo con sabbia (valori residui)	19	0	18	-	3	-
AMA	Argilla e limo sabbiosa a tratti marnosa	20 ÷ 21	25 ÷ 40	24 ÷ 28	100 ÷ 300	25 ÷ 30	3500

Le unità sono state sottoposte alla verifica alla liquefazione che può essere esclusa per i seguenti motivi:

- AMA: dall'analisi granulometrica dei campioni prelevati nei pozzetti e nei sondaggi si manifesta la presenza di una frazione fine (limo + argilla) pari a minimo 35%
- LS4: la distribuzione granulometrica dei campioni prelevati all'interno di questa unità è esterna alle zone precedentemente indicate

PROGETTAZIONE ATI:

4.2. TRACCATO COMPRESO TRA LE PROGRESSIVE 3+075 E 3+525.00

Il Viadotto Pieve scavalca il l'impiuvio che da Villa Ariani confluisce nel Fosso Valteja, il cui versante in destra è interessato da fenomeni gravitativi.

Il progetto delle indagini ha visto l'esecuzione dei sondaggi BHS4-in e BHS5-pz durante i quali sono stati prelevati campioni di terreno sottoposti a prove di laboratorio.

Dal punto di vista stratigrafico è presente materiale ascrivibile a terreni di natura eluvio-colluviale a granulometria limoso-sabbioso-argillosa, di colore marrone, per uno spessore compreso tra 5 e 11 metri poggianti sulle argille limoso argilloso sabbiose della Formazione delle Argille Azzurre di colore grigio.

Dall'esame delle carote di sondaggio non è stata riconosciuta alcuna superficie di scollamento.

Da quanto riscontrato in rilevamento e dai dati di monitoraggio disponibili, la dinamica di questo fenomeno è interpretabile nel complesso, come una deformazione lenta del terreno superficiale coinvolto i cui livelli più corticali si muovono lungo il pendio ad una velocità maggiore di quella dei livelli immediatamente inferiori.

I fattori scatenanti sono da ricercarsi in varie cause quali pioggia, espansione/contrazione dei materiali argillosi. In generale questi movimenti mostrano variazioni stagionali di manifestazione e/o di velocità, rallentando o addirittura arrestandosi durante l'estate per poi manifestarsi in autunno e inverno in concomitanza delle precipitazioni atmosferiche più abbondanti.

Le opere in progetto prevedono la realizzazione di trincee drenanti per il convogliamento, il drenaggio e l'allontanamento delle acque piovane. Le opere saranno realizzate immediatamente a monte del tracciato.

Per i dettagli sulle scelte progettuali si rimanda alla relazione geotecnica e a quelle di calcolo

4.2.1 CONSIDERAZIONI SULL'AREA IN DISSESTO F-19-0743 (P3)



Figura 4.9 Stralcio della carta geomorfologica. Elemento morfologico corrispondente al PAI F-19-0743

PROGETTAZIONE ATI:

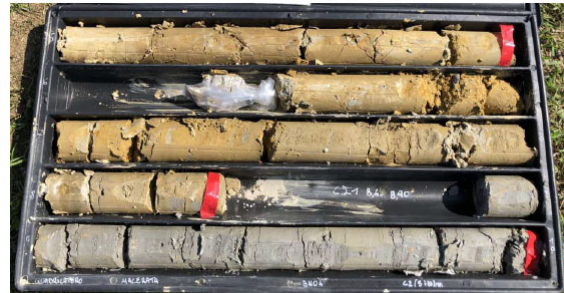
4.2.2 STRATIGRAFIE DI RIFERIMENTO

La situazione stratigrafica è evidenziata dai prodotti dei sondaggi BH04 e BH05.
È evidente la presenza di materiale eluvio-colluviale per uno spessore compreso tra 5 e 11 metri poggiate sulle argille limoso argillose sabbiose della Formazione delle Argille Azzurre.

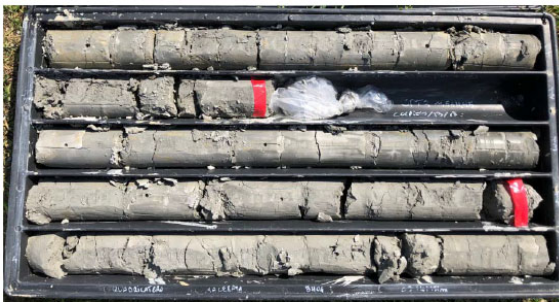
Sondaggio BH4_in



Cassetta n° 1: da 0.00 m a 5.00 m



Cassetta n° 2: da 5.00 m a 10.00 m



Cassetta n° 3: da 10.00 m a 15.00 m



Cassetta n° 4: da 15.00 m a 20.00 m

Sondaggio BH5_pz



Cassetta n° 1: da 0.00 m a 5.00 m

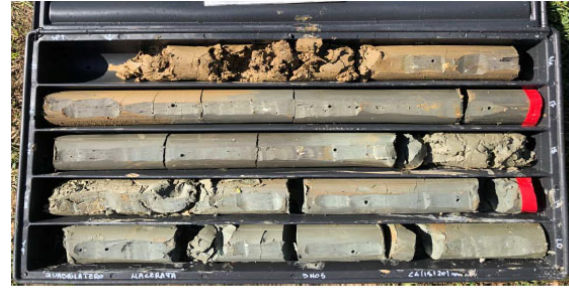


Cassetta n° 2: da 5.00 m a 10.00 m

PROGETTAZIONE ATI:



Cassetta n° 3: da 10.00 m a 15.00 m



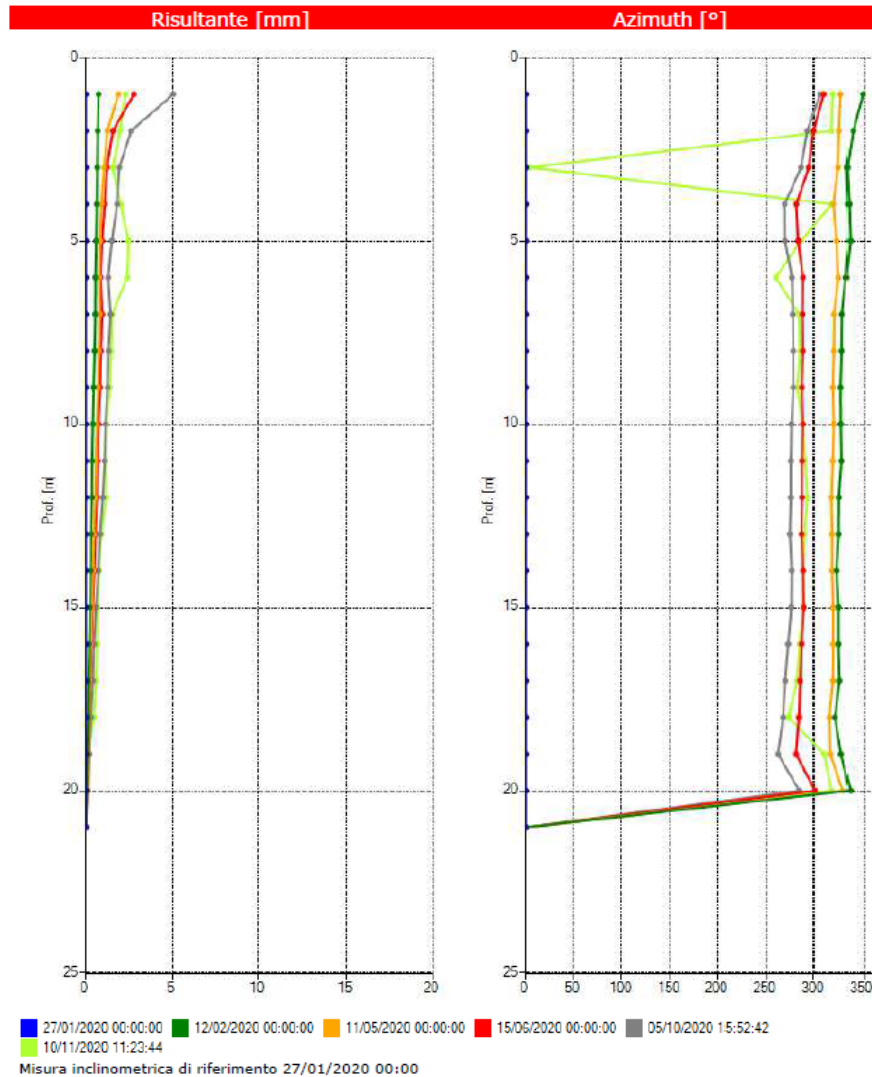
Cassetta n° 4: da 15.00 m a 20.00 m

Come anticipato il versante è in fase di monitoraggio geotecnico attraverso le letture inclinometriche nel sondaggio BH04in e piezometriche sul sondaggio BH05pz.

Le letture piezometriche sono riportate nella tabella seguente

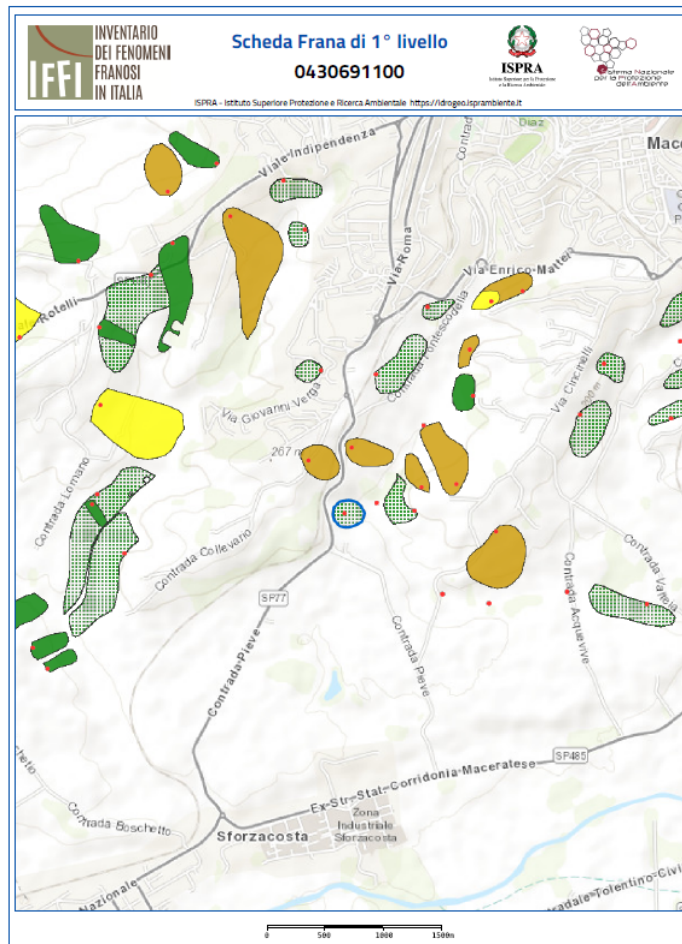
Sigla Sondaggio	Letture del 16/10/2019 m dal p.c.	Letture del 13/02/2020 m dal p.c.	Letture del 16/06/2020 m dal p.c.	Letture del 05/10/2020 m dal p.c.	Letture del 09/11/2020 m dal p.c.
BH05-pz	4.95	2.69	3.92	3.2	3.32

Le letture inclinometriche si sono protratte a partire dal mese di Febbraio 2020, l'ultima lettura disponibile è relativa al 10 novembre 2020. Dalle letture registrate non si evidenziano movimenti in atto o potenziali.



Il catalogo IFFI, del quale di seguito si riporta la scheda di primo livello del dissesto, descrive l'elemento gravitativo come area con frane superficiali diffuse ovvero "aree soggette a frane superficiali diffuse - Si riferisce a tutti quei settori di versante che in passato sono stati interessati da frane di vario tipo a carico di spessori generalmente limitati dei terreni sciolti di copertura e che si sono innescate contestualmente ad eventi idrometeorologici di forte intensità".

PROGETTAZIONE ATI:



Legenda

Frane IFFI

Punto Identificativo del Fenomeno Franoso (PIFF)*

- Scheda frane di 1° Livello
- Scheda frane di 2° Livello
- Scheda frane di 3° Livello

Tipologia di frana

- Frane lineari
- Crollo/Ribaltamento
- Scivolamento rotazionale/traslato
- Espansione
- Colamento lento
- Colamento rapido
- Sprofondamento
- Complesso
- Aree con crolli/ribaltamenti diffusi
- Aree con sprofondamenti diffusi
- Aree con frane superficiali diffuse
- DGPV
- n.d.

Eventi IFFI

- Eventi franosi

Segnalazioni IFFI

- Segnalazioni attive

PROGETTAZIONE ATI:



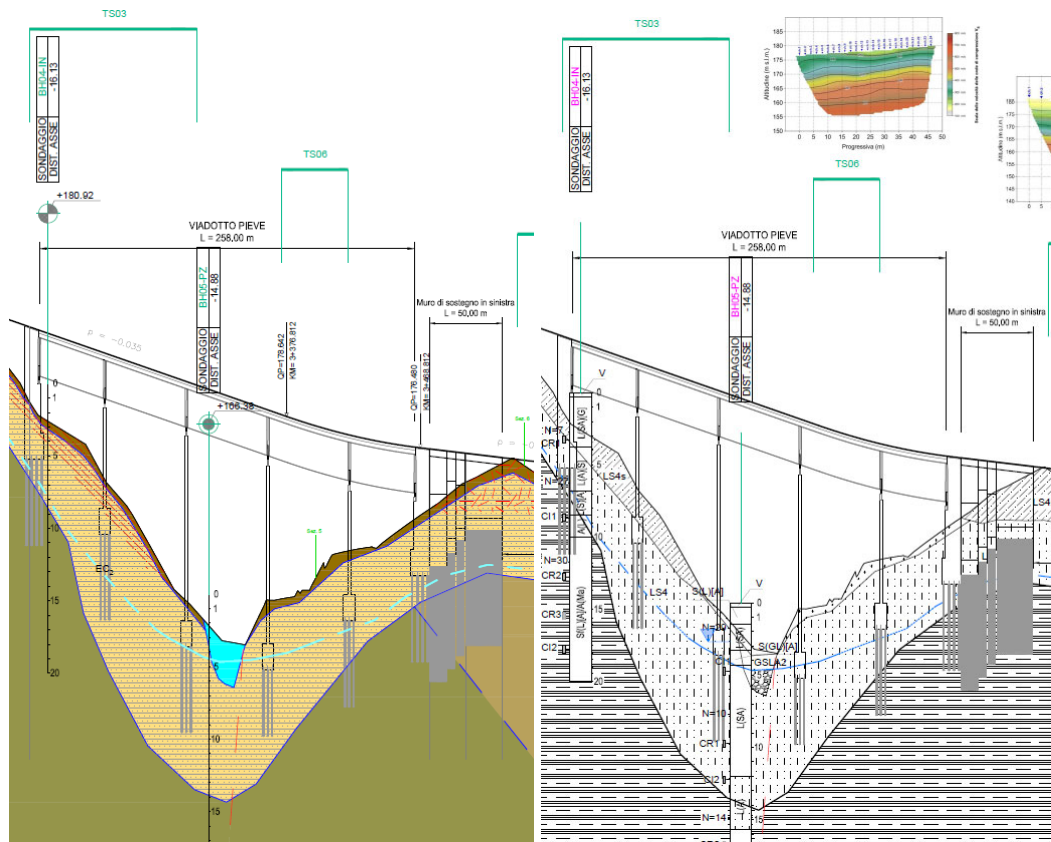
Figura 4.10 Area Viadotto Pieve vista dal fondo valle – leggere inclinazioni dei pali della luce - (prog. di progetto circa 3+200)



Figura 4.1 Immagini dove è impostato il dissesto F-19-0743 (P3)

PROGETTAZIONE ATI:

4.2.3 STRALCIO DEL PROFILO GEOLOGICO E GEOTECNICO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA



Dal punto di vista geotecnico, i terreni coinvolti nella posa delle opere, nei tratti interessati dai dissesti sono ascritti all'unità geotecnica LS (sotto unità LS4 e LS4s - limi sabbioso argillosi) e AMA (argilla con limo, a tratti marnosa con intercalazioni di livelli sabbiosi addensati).

I parametri geotecnici scaturiti dall'analisi dei risultati delle indagini sono riportati di seguito:

Tipo	Descrizione	γ_n [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]	c_u [kPa]	E [MPa]	n_h [kN/m ³]
LS4	Argilla con limo con sabbia	19	15 ÷ 20	22 ÷ 26	60 ÷ 80	10 ÷ 20	3000
LS4s	Argilla con limo con sabbia (valori di picco)	19	0 ÷ 5	20 ÷ 23	30 ÷ 40	5 ÷ 10	2500
	Argilla con limo con sabbia (valori residui)	19	0	18	-	3	-
AMA	Argilla e limo sabbiosa a tratti marnosa	20 ÷ 21	25 ÷ 40	24 ÷ 28	100 ÷ 300	25 ÷ 30	3500

Le unità sono state sottoposte alla verifica alla liquefazione che può essere esclusa per i seguenti motivi:

- AMA: dall'analisi granulometrica dei campioni prelevati nei pozzetti e nei sondaggi si manifesta la presenza di una frazione fine (limo + argilla) pari a minimo 35%
- LS4: la distribuzione granulometrica dei campioni prelevati all'interno di questa unità è esterna alle zone precedentemente indicate

PROGETTAZIONE ATI:

5. CONCLUSIONI

In riferimento alle condizioni di stabilità geomorfologica e geotecnica, le opere progettuali così come previste tendono a ridurre al minimo sia il rischio d'instabilità gravitativa che le modificazioni della morfologia attuale dei pendii. Gli approfondimenti condotti hanno consentito di inquadrare e valutare le condizioni di stabilità geomorfologica e geotecnica delle aree interessate.

Il monitoraggio geotecnico condotto tra Febbraio e Novembre 2020 non segnala indizi di eventuali movimenti potenziali od in atto.

Le soluzioni progettuali adottate sono volte a ridurre il livello di pericolosità e di rischio connesso alla realizzazione dell'infrastruttura, garantendone la messa in sicurezza in relazione all'ambito territoriale interessato.

Le verifiche di stabilità globale sono state eseguite portando in conto anche l'azione sismica mediante l'utilizzo del metodo pseudo-statico. Con tale metodo si è valutato il fattore di sicurezza rispetto allo scorrimento, lungo la superficie di rottura considerata, rappresentando gli effetti sismici mediante forza statiche orizzontali e verticali agenti nel verso di maggiore instabilità.

I risultati sono consultabili nei seguenti elaborati:

LO703.MC.D.P.GENER.00.GET.REL.001

LO703.MC.D.P.GENER.00.GET.REL.003.

Dai riscontri condotti sul campo, dai dati di monitoraggio al momento disponibili, e dalle soluzioni progettuali adottate non sono stati individuati elementi tali da far ipotizzare la presenza di condizioni di rischio per l'opera da realizzare.