

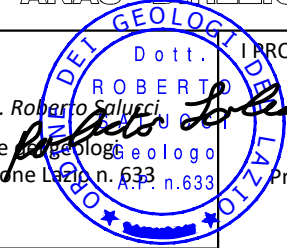
E78 GROSSETO - FANO
Tratto Nodo di Arezzo – Selci – Lama (E45)
Adeguamento a quattro corsie del tratto
San Zeno – Arezzo – Palazzo del Pero, 1° lotto

PROGETTO DEFINITIVO

FI 508

ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

IL GEOLOGO
 Dott. Geol. Roberto Salucci
 Ordine Ingegneri Geologi della Regione Lazio n. 633



I PROGETTISTI SPECIALISTICI
 Ing. Ambrogio Signorelli
 Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE
 Arch. Santo Salvatore Vermiglio
 Ordine Architetti Provincia di Reggio Calabria n. 1270

Ing. Moreno Panfili
 Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A2657

Ing. Matteo Bordugo
 Ordine Ingegneri Provincia di Pordenone al n. 790A

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO
 Ing. Francesco Pisani

VISTO: IL RESP. DEL PROGETTO
 Arch. Pianif. Marco Colazza

Ing. Giuseppe Resta
 Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629

PROGETTAZIONE ATI:
 (Mandataria)

GP INGENGERIA
 GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA srl

(Mandante)


 cooprogetti

(Mandante)


 engeko

(Mandante)


 Studio di Architettura e Ingegneria Moderna

IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12):

Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI
 ORDINE INGEGNERI ROMA
 N° 14035

STUDI ED INDAGINI

Geologia

Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV. PROG ANNO	T01GE01GEORE01_B			
DPFI508	D 23	CODICE ELAB.	T01GE01GEORE01	B	-
D					
C					
B	Revisione a seguito istruttoria n°U. 0016028.09-01-2024	Gennaio '24	Vazzoler	Salucci	Guiducci
A	Emissione	Agosto '23	Vazzoler	Salucci	Guiducci
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1. <u>PREMESSA</u>	2
2. <u>NORMATIVE DI RIFERIMENTO E BIBLIOGRAFIA</u>	3
3. <u>INDAGINI ESEGUITE</u>	5
4. <u>LINEAMENTI GEOLOGICI</u>	7
4.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.....	7
4.2. CARATTERI GEOLITOLOGICI DEI DEPOSITI SUPERFICIALI E DELLE FORMAZIONI DEL SUBSTRATO	8
4.2.1. <i>Litologie del substrato</i>	8
4.2.2. <i>Depositi continentali quaternari</i>	10
5. <u>LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI</u>	11
6. <u>CARTOGRAFIA PAI</u>	14
7. <u>DISSESTI CENSITI</u>	15
7.1. PRINCIPALI MORFOTIPI RICONOSCIUTI	67
8. <u>LINEAMENTI IDROGEOLOGICI</u>	67
8.1. CENSIMENTO POZZI.....	68
8.2. MONITORAGGIO PIEZOMETRICO (ULTIMA LETTURA 01-08-203).....	71
9. <u>INQUADRAMENTO SISMICO</u>	73
9.1. CLASSIFICAZIONE SISMICA.....	73
9.2. PERICOLOSITÀ SISMICA	74
9.3. SISMICITÀ STORICA	77
9.4. ASPETTI SIMOGENETICI	82
9.5. FAGLIE CAPACI	86
9.6. MICROZONAZIONE SISMICA LOCALE	88
9.7. SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE LOCALE	90
9.8. AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA.....	90
9.9. AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA	91
9.10. CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	92
9.10.1. <i>Interpretazione indagini sismiche</i>	92
9.11. VITA NOMINALE	93
9.12. CLASSE D'USO.....	94
9.13. PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA.....	95
10. <u>ANALISI DEL TRACCIATO LUNGO LA CARREGGIATA DIREZIONE GROSSETO</u>	96

1. PREMESSA

La presente relazione ha come finalità la caratterizzazione geologica delle aree interessate dal Progetto Definitivo Tratto Nodo Di Arezzo – Selci – Lama (E45) adeguamento a 4 corsie del tratto San Zeno – Arezzo- Palazzo del Pero , 1° Lotto.

Il lavoro è stato svolto in ottemperanza al D.M. 17/01/2018 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni”, ed è stata eseguita una ricerca bibliografica di eventuali studi specialistici riguardanti la zona in esame presso Enti, Comuni e Regioni interessati al territorio dell'intervento.

La presente relazione geologica fornisce la caratterizzazione lito-stratigrafica, geomorfologica, idrogeologica e lito-tecnica dell'area di interesse e delle unità dei terreni e delle rocce presenti nelle aree attraversate dall'infrastruttura, ed individua le problematiche legate all'interazione tra la medesima ed il territorio.

Lo studio eseguito è consistito nelle seguenti attività:

- una approfondita ricerca dei dati bibliografici esistenti sulla tratta
- acquisizione delle cartografie tematiche disponibili presso autorità di bacino (PAI) , comuni (Studi urbanistici comunali e Studi di Microzonazione sismica), Ispra (cartografia geologica tecnica e archivio fenomeni franosi)
- accurato rilevamento geologico e geomeccanico di campagna eseguito su un corridoio a cavallo del nuovo tracciato
- analisi ed interpretazione dei risultati di una campagna di indagini di indagini geognostiche geofisiche e geotecniche eseguita nell'anno 2022-2023.

Tutta la documentazione relativa alle campagne di indagine eseguite è contenuta in appositi elaborati allegati al presente progetto (T00GE00GEORE01_A / T00GE00GEORE10_A) mentre l'ubicazione di dettaglio è riportata negli specifici elaborati T00GE00GEOPU01/07_A.

Gli studi e gli approfondimenti eseguiti hanno consentito di emettere i seguenti elaborati :

- T00GE01GEORE01 Relazione geologica geomorfologica ed idrogeologica
- T00GE01GEORE02 Rilievi geomeccanici
- T00GE01GEOCG01/05 Carta Geologica
- T00GE01GEOCG006/10 Carta Geomorfologica
- T00GE01GEOCI01/05 Carta Idrogeologica
- T00GE01GEOFG01/05 Profilo geologico
- T00GE02GEOSG01/02 Sezioni geologiche

PROGETTAZIONE ATI:

-T00GE02GEORE01 Relazione sismica

-T00GE02GEOCS01/02 Planimetria con classificazione sismica

2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO E BIBLIOGRAFIA

La redazione della seguente relazione è stata eseguita nel rispetto delle normative vigenti in materia di progettazione antisismica e di diverse raccomandazioni tecniche, tra cui:

- Decreto Ministero dei Lavori Pubblici n. 47 (11 marzo 1988) “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.
- Eurocodice 8 – Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture. Parte 5: Fondazioni, Strutture di contenimento ed Aspetti geotecnici (1998).
- Circolare Ministero Lavori Pubblici 24 settembre 1988 n.30483 “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione”. (Pres. Cons. Superiore - Servizio Tecnico Centrale).
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica (ordinanza n. 3274 – Allegati 1, 2 e 3);
- OPCM n.3316 del 02.10.2003 recante modifiche e integrazioni dell'OPCM n. 3274
- DGR Toscana n. 604 del 16 giugno 2003 ha per oggetto la riclassificazione sismica del territorio della Regione Lazio in applicazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 -2003
- OPCM n.3431 del 03.05.2005, Norme Tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici.
- O.P.C.M. 3519 del 2006 Nuova Ordinanza (OPCM 3519/2006) ha adottato la mappa di pericolosità sismica MPS04 quale riferimento ufficiale, e ha definito i criteri che le Regioni devono seguire per aggiornare le afferenze dei Comuni alle 4 zone sismiche;
- Gruppo di lavoro MS (2008). Indirizzi e criteri per la Microzonazione sismica. Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome, Dipartimento della protezione civile, Roma;
- O.P.C.M. 13/11/2010 n. 3907: “Contributi per gli interventi di prevenzione del rischio sismico”;
- la DGR Toscana n. 878 2012 ha aggiornato la classificazione sismica del 2003;

PROGETTAZIONE ATI:

- la DGR 421 del 2014, a seguito della fusione di 14 comuni, ha ulteriormente aggiornato la classificazione sismica della regione Toscana;
- NTC 2018 – DM 08/2018 Decreto del Ministero delle infrastrutture dei trasporti n. 8/2018 “ Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni “ entrato in vigore il 22 marzo 2018 che ha leggermente modificato le categorie di suolo e di cui in data 21 gennaio 2019 sono state pubblicate le istruzioni per l’applicazione;
- Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM 17/01/2018 pubblicate sul Supplemento ordinario alla “Gazzetta Ufficiale, n. 42 del 20 febbraio 2018.

Bibliografia

- Zaho B., Horike M.; 2003: Simulation of High-Frequency Strong Vertical Motions using Microtremor Horizontal-to-Vertical Ratios. Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 93, No. 6, pp. 2546–2553;
- G. Lanzo, A. Pagliaroli. Selection of real accelerograms for the seismic response analysis of the historical town of Nicastro (Southern Italy) during the March 1638 Calabria earthquake. Elsevier 2007;
- G. Modoni, A. Gazzellone (2010). Simplified theoretical analysis of the seismic response of artificially compacted gravels. Proc. V Int. Conf. on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics, San Diego, USA, Paper No. 1.28a;
- DEEPSOIL v. 6.1 (Y. Hashash, 2014);
- REXEL v. 3.5 (Computer aided code-based real record selection for seismic analysis of structures);
- Studio di microzonazione sismica per i comuni del centro Italia colpiti dagli eventi sismici a far data dal 24 agosto 2016 così come previsto con l’ordinanza n° 24 del 12 maggio 2017 del Commissario Straordinario;
- G. Peruzzi, D. Albarello (2016). Stimatori approssimati della componente verticale del moto nelle valutazioni di risposta sismica locale.

3. INDAGINI ESEGUITE

Il presente lavoro è basato su attività di studio e ricerca di tipo bibliografico, rilievi geologici e geomorfologici effettuati in sito integrata con i risultati di una campagna di indagini geognostiche eseguita per il progetto definitivo.

L'ubicazione di dettaglio delle indagini è riportata sulle specifiche planimetrie ubicazione indagini e sulle carte geologiche mentre per il dettaglio dei risultati si rimanda agli allegati redatti dalle ditte esecutrici (elaborato T01GE00GEORE01); per i risultati delle analisi e prove di laboratorio si rimanda alla Documentazione indagini geognostiche – Analisi e prove di laboratorio geotecnico (elaborato T01GE00GEORE03).

La campagna è stata eseguita nell'anno 2022-2023 dalla ditta EUROGEO srl ed è costituita da:

- n. 39 sondaggi a carotaggio continuo, spinti fino a profondità variabile da m 5 m a m 35.
- n. 1 sondaggio a distruzione di nucleo
- n. 84 prove penetrometriche dinamiche in foro tipo SPT
- n. 4 prove di permeabilità in foro tipo Lefranc
- n. 1 prova di permeabilità in foro tipo Lugeon
- prelievo di n.3 campioni indisturbati, n.90 campioni rimaneggiati e n. 57 campioni rimaneggiati ambientali
- prelievo di n.2 campioni di acque da piezometro a tubo aperto per la determinazione dell'aggressività al calcestruzzo
- n. 18 piezometri a tubo aperto
- n. 3 inclinometri
- n. 4 prove down hole in foro
- n. 11 pozzetti geognostici
- n. 22 stendimenti di sismica a rifrazione
- n. 4 prospezioni masw
- Prove di laboratorio ed analisi chimiche sui campioni prelevati nei sondaggi

Nelle tabelle che seguono si riassume il dettaglio dei sondaggi e delle prove in foro eseguite

SONDAGGIO	PROF. (m)	CAMPIONI RIMANEGGIATI AMBIENTALI INDISTURBATI	SPT	Prove permeabilità	FORO ATTREZZATO
B-PZ01	3	2/2/0	2	--	--
B-PZ01	3	2/2/0	1	--	--
B-PZ01amb	3	2/2/0	1	--	--
B-PZ02	3	2/2/0	2	--	--
B-PZ03	3	2/2/0	2	--	--
B-PZ04	3	2/2/0	2	--	--
B-PZ05	3	2/2/0	2	--	--
B-PZ06	3	2/2/0	2	--	--
B-PZ07	3	2/2/0	2	--	--
B-PZ08	3	2/2/0	2	--	--
B-PZ09	3	2/2/0	2	--	--
B-PZ10	3	2/2/0	2	--	--

PROGETTAZIONE ATI:

SONDAGGIO	PROF. (m)	CAMPIONI RIMANEGGIATI AMBIENTALI INDISTURBATI	CAMPIONI ACQUE PER VALUTAZIONE AGGRESSIVITA' AL CALCESTRUZZO	SPT	Prove permeabilità	FORO ATTREZZATO
B-S01	15	2/2/2	--	2	--	--
B-S02	20	3/--/--	--	3	--	--
B-S03	20	3/2/--	--	3	--	Piezometro
B-S03bis	20	1/--/--	--	1	--	Piezometro
B-S03ter	20	2/--/--	--	1	--	Piezometro
B-S04	20	5/--/--	--	3	--	Piezometro
B-S05	20	2/2/--	--	3	--	--
B-S06	20	5/3/--	--	3	1 lefranc	Piezometro
B-S07	35	2/--/--	--	2	--	Down Hole
B-S08	20	2/--/--	--	--	--	Piezometro
B-S08bis	20	2/--/--	--	3	--	Inclinometro
B-S08ter	20	2/--/--	--	1	--	Inclinometro
B-S09	30	3/--/--	--	3	--	Inclinometro
B-S09bis	30	2/--/1	1	3	--	Piezometro
B-S10	15	2/3/--	--	3	--	Piezometro
B-S10bis	20	3/--/--	--	3	--	Piezometro
B-S11	35	7/3/--	--	5	--	Down hole
B-S12	35	7/--/--	--	5	1 Lefranc	Piezometro
B-S13	35	3/3/--	--	5	--	Down hole
B-S14	35	--/--/3	1	1	1 Lugeon	Piezometro
B-S15	25	2/--/--	--	2	1 Lefranc	Piezometro
B-S15bis	20	4/--/--	--	3	1 Lefranc	Piezometro
B-S19	20	1/--/--	--	--	--	Piezometro
B-S19bis	35	2/--/--	--	--	--	Piezometro
B-S20	35	1/--/--	--	1	--	Down hole
B-S20bis	35	--/--/--	--	--	--	Piezometro
B-S21	25	1/3/--	--	3	--	Piezometro
B-S22	20	1/--/--	--	1	--	Piezometro

PROGETTAZIONE ATI:

4. LINEAMENTI GEOLOGICI

4.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Geologicamente, l'area oggetto del presente studio, fa parte della fascia centrale della catena orogenica dell'Appennino settentrionale costituito da una struttura complessa di falde e sovrascorrimenti.

In questo settore si sviluppano le formazioni alloctone cosiddette Liguridi, appartenenti ad un ambiente di tipo pelagico (Bacino Ligure), riferibili ad un periodo di deposizione compreso tra il Cretacico superiore e l'Eocene.

L'esistenza di un oceano compreso tra le masse continentali europea e africana è confermata dalla presenza di serie basaltiche ed ofioliti, alla base dei sedimenti in questione, ben rappresentate nella fascia montuosa ligure-emiliana.

Circa 30 milioni di anni fa per l'effetto di una rotazione con fulcro in prossimità dell'attuale Liguria, il blocco sardo-corso iniziò a ruotare in senso antiorario fino a raggiungere la sua attuale posizione intorno a 18 milioni di anni fa; mentre la sua appendice meridionale continuò a migrare fino a posizionarsi all'estremo sud della penisola (Calabria e Sicilia). Questo processo, che prende il nome di "sfenocasma ligure-piemontese", provocò l'avanzamento delle Unità Liguridi verso E e il loro accavallamento sulle unità autoctone del Dominio Toscano Interno, il quale si scollò dal suo basamento al livello delle evaporiti triassiche accavallandosi a sua volta alle Unità dal Dominio Toscano Esterno.

Questo processo veniva, allo stesso tempo, accompagnato dalla messa in posto di ingenti quantità di materiale torbiditico che si andava accumulando in allungate fosse marine parallele al fronte della sommersa.

L'avanzata del ricoprimento ligure terminò in tempi diversi da luogo a luogo, ma quasi sempre in un periodo di tempo compreso tra i 10 e i 5 milioni di anni fa; dopo di che fu coinvolto insieme al substrato autoctono in ulteriori fasi tettoniche e processi di sollevamento.

A partire dal Tortoniano superiore un'inversione tettonica (da compressiva a distensiva) portò alla formazione di bacini neogenici riempiti da depositi fluvio-lacustri (Mugello, Valdarno Superiore, Valdarno Medio) e depositi marini (Valdarno Inferiore).

Le caratteristiche delle forme appenniniche assumono quindi aspetti diversi fra i bacini a Nord dell'Arno, dove prevalgono formazioni geologiche rigide, e i bacini a Sud dell'Arno dove si hanno grandi estensioni di terreni argillosi.

Ovunque però si è verificata una marcata azione erosiva caratterizzata dall'incisione dei depositi alluvionali.

Il Bacino corrispondente al sistema di pianura intermontana di Arezzo ed alla Val di Chiana deve la sua genesi ed evoluzione, durante l'orogenesi dell'Appennino, alla formazione di due alti strutturali, corrispondenti ad anticlinali, che delimitano il bacino: la dorsale Alpe di Poti - M. Murlo – Pratomagno, a est, e che continua fino ai rilievi di Cortona (Monte Castel Giudeo e Alta S.Egidio), ed i Monti del Chianti, a ovest, e Di Rapolano - Cetona a sud ovest. Gli elementi strutturali che caratterizzano le due dorsali sono la Falda Toscana e l'Unità Cervarola - Falterona, entrambe differenziate durante le fasi mioceniche del corrugamento appenninico dove affiorano in prevalenza di unità torbiditico-arenacee e subordinatamente argilloso-marnose. L'elemento strutturale più importante della zona meridionale della Val di Chiana è rappresentato dalla dorsale Rapolano - Monte Cetona, che separa il bacino neoautoctono Siena-Radicofani da quello della Val di Chiana.

In questa dorsale allungata in direzione nord – sud, di notevole interesse geologico e morfologico, affiorano le formazioni mesozoiche sormontate dalle successioni toscane e ligure s.l..

Nel Quaternario inferiore, sollevamenti a blocchi e basculamenti verso est provocano la regressione marina che trasforma la Val di Chiana in un grande lago, con la parte più profonda verso est. I movimenti differenziali esumano, quindi, la soglia di Chiani e contribuiscono alla deviazione del

PROGETTAZIONE ATI:

paleo - Arno verso nord-ovest e al riempimento del bacino di Arezzo; la riduzione di portata idrica ed il forte apporto di sedimenti dai torrenti minori portano alla progressiva estinzione del lago, con la presumibile eccezione della parte più profonda, corrispondente all'attuale Lago Trasimeno. La riorganizzazione dell'idrografia procede con l'instaurarsi del moderno Arno che, per erosione e subsidenza, si abbassa rispetto alla Val di Chiana, con l'incisione dei depositi del bacino di Arezzo. L'alto tasso di sedimentazione nella Val di Chiana e la soglia di Chiani mantengono la valle sospesa rispetto al Valdarno, mentre la sua relativa subsidenza ostacola lo sviluppo di un reticolo diretto verso il Tevere. Gli elevati deflussi idrici nel bacino della Val di Chiana determinano vaste aree paludose.

Il bacino di Arezzo non si discosta da questo modello in quanto il suo bordo meridionale è delimitato da uno di questi allineamenti, l'allineamento Arbia-Val Marecchia, che è appunto una faglia trasversale che si sviluppa dall'area di Larderello fino alla costa marchigiana.

Le strutture fondamentali che delimitano ad ovest e ad est il territorio comunale di Arezzo sono la dorsale dei Monti del Chianti e la dorsale Protomagno -Alpe di Poti.

Il bacino di Arezzo è occupato per gran parte da depositi quaternari che hanno, per loro natura, obliterato le evidenze dell'attività tettonica, ma ad un'attenta analisi dell'assetto stratigrafico si evidenziano strutture sia degli affioramenti del substrato che dei depositi fluvio-lacustri.

Ovunque però si è verificata una marcata azione erosiva caratterizzata dall'incisione dei depositi alluvionali.

4.2. CARATTERI GEOLITOLOGICI DEI DEPOSITI SUPERFICIALI E DELLE FORMAZIONI DEL SUBSTRATO

4.2.1. LITOLOGIE DEL SUBSTRATO

4.2.1.1. Arenarie del Cervarola

La formazione è costituita da una regolare alternanza di siltiti, arenarie fini e marne argillose; le arenarie sono generalmente di esiguo spessore (3 - 4 cm), ma possono raggiungere spessori anche di 20 - 30 cm.

I litotipi coerenti-lapidei sono caratterizzati generalmente da un grado di fratturazione medio alto e si differenziano sostanzialmente per la presenza o meno di differenziazioni litologiche e stratigrafiche. Prevalentemente si riscontra la presenza di Arenarie con intercalazioni argillitiche e siltitiche con buone proprietà meccaniche. Le caratteristiche meccaniche di tale classe diminuiscono però fortemente all'aumentare del grado di alterazione e della potenza degli strati argilloso-siltosi oltre che all'aumentare del grado di fratturazione. I termini monolitologici sono costituiti da arenarie e peliti più o meno fratturate con buone proprietà meccaniche che diminuiscono però fortemente all'aumentare del grado di alterazione.

Sono frequentemente laminate e presentano controimpronte alla base tipo "groove casts". Talvolta si ritrovano fra gli strati arenacei delle intercalazioni di calcari marnosi con liste e noduli di selce; altre intercalazioni sono costituite da scisti nerastri e lenti marnose. L'età è ascrivibile all'Oligocene superiore-Miocene inferiore.

La coltre di alterazione è rappresentata da un ammasso costituito da uno scheletro di clasti e blocchi arenacei e marnosi in matrice sabbiosa-argillosa, ma non mancano ampie porzioni di formazione non destrutturata, in cui sono ancora intatte le strutture originarie, come la stratificazione, e l'ammasso è solo affetto da un allentamento con ampliamento delle fratture e propagazione in profondità del processo di ossidazione.

La formazione è interessata da numerose dislocazioni per faglia diretta orientate in direzione appenninica (NW-SE), che attraversano il substrato e che vengono intercettate circa ortogonalmente dal tracciato stradale. Esse "sbloccano" la formazione delle Arenarie del Cervarola e non se ne conoscono i rigetti. Oltretutto il rilievo attraversato dal tratto San Zeno Arezzo e la serie

PROGETTAZIONE ATI:

di rilievi attraversata dal tratto Arezzo-Palazzo del Pero, sono separati dalla piana di Arezzo che rappresenta una depressione tettonica ai cui margini sono collocate importanti faglie dirette che ribassano il settore di pianura rispetto ai territori posti al margine. Questo aspetto, tra gli altri, rende difficoltosa la correlazione stratigrafica tra i due settori.



Figura 4-1 Arenarie del Cervarola in affioramento

4.2.1.2. Marne di S.Polo

La formazione è rappresentata da marne giallastre e grigie a frattura scheggiosa intercalate al Macigno del Mugello. Essa si incontra solamente nella porzione iniziale del lotto 1, tra la pk 1200+000 e la pk 1600+000.

L'età, anche per questa formazione, è ascrivibile all'Oligocene superiore-Miocene inferiore.

Sono marne a grana fine intensamente alterate, dalle basse caratteristiche di resistenza, poco tenaci, scarsamente rigide ed elastiche, fittamente laminate ed intensamente fratturate con riempimenti a matrice argillosa, spesso calcitici o a breccia minuta in matrice argillosa e presenza sporadica di ricementazioni lungo i giunti (valori di RQD bassi). Resistenza a di compressione monoassiale generalmente bassa.



Figura 4-2 Marne di San Polo in affioramento

4.2.2. DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

4.2.2.1. Depositi alluvionali recenti ed attuali (Olocene - Attuale)

Individuano depositi alluvionali recenti di ambiente fluviale, costituiti da litotipi rappresentati da limi argillosi, limi sabbiosi, argille limose, con spessi banchi di sabbie e strati ghiaiosi, di età olocenica. I sedimenti alluvionali ricoprono il substrato costituito dal Macigno del Mugello fino alle aree marginali in cui questo viene ad emergere. Gli spessori delle alluvioni tendono ad aumentare progressivamente mano a mano che ci si sposta verso Arezzo. Partendo da Arezzo gli spessori delle alluvioni decrescono spostandosi verso est, partendo da importanti spessori dell'ordine di svariate decine di metri e confermati dal fatto che i sondaggi non hanno mai raggiunto il substrato lapideo e decrescendo fino ad azzerarsi al contatto con i versantei arenacei. Localmente sono presenti anche intercalazioni di terre fini e medio-fini, da argilla a limo sabbioso, che talvolta possono prevalere, in particolare nella parte sommatiale.

4.2.2.2. Terreni di riporto

Data l'intensa urbanizzazione dell'area, sono presenti terreni di riporto rappresentati da materiali eterogenei, da limi sabbiosi e/o argillosi a sabbie limose, con ghiaia o ciottoli di varia composizione, spesso clasti di marna, arenaria e laterizi; talora vi è presente sostanza organica.

I terreni suddetti, intercettati da alcuni sondaggi, rappresentano rilevati stradali oppure aree di colmamento artificiale (da pk 0 a pk 450, da pk 0+750 a pk 1+300, da pk 1+700 a pk 1+740, da pk 2+025 a pk 2+125, da pk 2+325 a pk 2+375, da pk 2+490 a pk 2+630, da pk 3+750 a pk 3+925, da pk 4+175 a pk 4+280, da pk 4+600 a pk 4+710, da pk 5+390 a pk 5+460, da pk 5+540 a pk 5+660, da pk 6+210 a pk 6+280, da pk 6+650 a pk 6+675, da pk 7+015 a pk 7+400, da pk 8+100 a pk 8+475).

Nella carta geologica prodotta, in allegato a questo elaborato, sono cartografate le zone in cui le unità appena descritte sono affioranti o sub-affioranti.

5. LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI

La morfologia del territorio attraversato dal progetto in oggetto si può dividere in tre settori ben distinti tra loro:

- Un primo settore rappresentato da un territorio tipicamente pianeggiante, corrispondente alle aree di pianura della Val di Chiana e della piana di Arezzo, colmate da sedimenti alluvionali, poste rispettivamente nella zona sud-occidentale ed in quella nord-orientale; le pendenze sono molto blande e decrescono verso ovest nel settore della val di Chiana, cioè verso il Canale Maestro della Chiana, nella seconda area verso nord-ovest, cioè verso la piana di Arezzo. Le quote altimetriche sono di poco inferiori ai 250 m s.l.m. nell'area della Val di Chiana.
- Un secondo settore, nella porzione centrale del lotto, corrisponde all'area di spartiacque costituita da un rilievo impostato nelle Arenarie del Cervarola, la cui massima quota raggiunge i 700 m circa s.l.m.. Questo è rappresentato da versanti impostati su roccia caratterizzati da pendenze relativamente accentuate. Il tracciato attraversa la dorsale ad una quota di circa 500 m s.l.m..
- Un terzo settore caratterizzato da un'area di fondovalle, le cui quote variano da un massimo di 485 m s.l.m. ad un minimo di 435 m s.l.m..

Le quote altimetriche sono di poco inferiori ai 250 m s.l.m. nel tratto iniziale nell'area all'interno della Val di Chiana, e aumentano nel tratto centrale del lotto fino ad arrivare a circa 500 m s.l.m. per poi decrescere nuovamente fino a circa 435 m s.l.m. Circa l'influenza dei depositi affioranti sul modellamento, le Arenarie del Cervarola danno le quote più elevate.

Dal punto di vista idrografico il tracciato intercetta due corsi d'acqua modesti, il Torrente Vingone tra le pk 250+000 e 353+229 ed il Rio Fiumicello che corre parallelo all'ultima parte del tracciato del lotto in esame.

Per il resto del tracciato sono presenti solo modestissimi scoli che drenano verso il reticolo principale.

La rete dei torrenti e dei canali che drenano la Piana di Arezzo e la Val di Chiana rappresentano un sistema idraulico e di drenaggio estremamente complesso, caratterizzato da un assetto geomorfologico che, specie nelle aree di margine e nelle fasce colluvio-alluvionali pedemontane orientali, determina condizioni di sovralluvionamento e di colmata alluvionale delle superfici.

Ne derivano spesso alvei pensili che solcano superfici depresse che, in occasione di fenomeni alluvionali o di piogge importanti, possono venire diffusamente allagate.

Questa condizione geomorfologica dei torrenti costituisce una naturale criticità idraulica che si somma alle numerose interferenze operate da infrastrutture viarie e insediamenti, le quali determinano spesso ostruzione al naturale deflusso in alveo, determinando fenomeni di allagamento. Tra questi va citato il Fosso di Covole, affluente sinistro del Torrente della Bicchieraia, uno dei cui rami apicali intercetta il tracciato tra le 5+500 e 5+650 circa ad una quota di 445 m s.l.m. circa ed è cartografato dal PAI come area a pericolosità di frana molto elevata.

Dal punto di vista dei fenomeni gravitativi, il territorio in cui ricade il lotto presenta una franosità piuttosto accentuata. Prima di passare all'analisi dei singoli fenomeni cartografati, è opportuno specificare la distinzione che è stata adottata in cartografia per quanto riguarda lo stato di attività dei fenomeni franosi. Per **fenomeni attivi** si intendono quelli in continua evoluzione, le cui dinamiche e modificazioni possono essere registrate in breve intervallo temporale; si tratta quindi di fenomeni che non hanno raggiunto condizioni di equilibrio. Questi possono alternare periodi di massima dinamica a periodi di inattività temporanea generalmente legati al ciclo stagionale. Si

PROGETTAZIONE ATI:

citano ad esempio l'azione erosiva delle acque incanalate, oppure fenomeni legati alla dinamica gravitativa del tipo "soliflusso", che mostrano diversa velocità nei vari periodi dell'anno;

Per forme **non attive** si intendono fenomeni che non hanno subito movimenti per più cicli stagionali. A tale categoria possono essere ricondotte le frane "quiescenti" che risultano in apparente stato di stabilità. Il movimento può riprendere sia lungo la nicchia di distacco che nel cumulo della frana, in occasione di sensibili variazioni morfologiche, per eventi climatici anomali o in caso di adeguate sollecitazioni transitorie (interventi antropici, sisma, ecc.). Si tratta di frane inattive che possono essere riattivate dalle proprie cause originali; in sostanza sono fenomeni per i quali permangono le possibilità di movimento. Gran parte di tali frane non ha subito sostanziali evoluzioni negli ultimi anni, ma è facilmente prevedibile che, in concomitanza con precipitazioni superiori alla media, si possano verificare riprese nell'attività dinamica. Tali forme, durante il periodo di inattività, possono mostrare comunque indicatori tali da far ritenere una più o meno prossima ripresa del movimento;

Le frane **stabilizzate** comprendono quelle fenomenologie che hanno raggiunto uno stato di equilibrio tale da far ritenere meno probabili nuove evoluzioni in senso dinamico.

Da segnalare infine la presenza di **forme artificiali** (antropiche). Si tratta di forme dovute all'azione dell'uomo sul territorio, quindi rientrano in questa categoria un'ampia gamma di interventi e in generale tutte le aree che, per una qualsiasi ragione, sono state modificate dall'uomo.

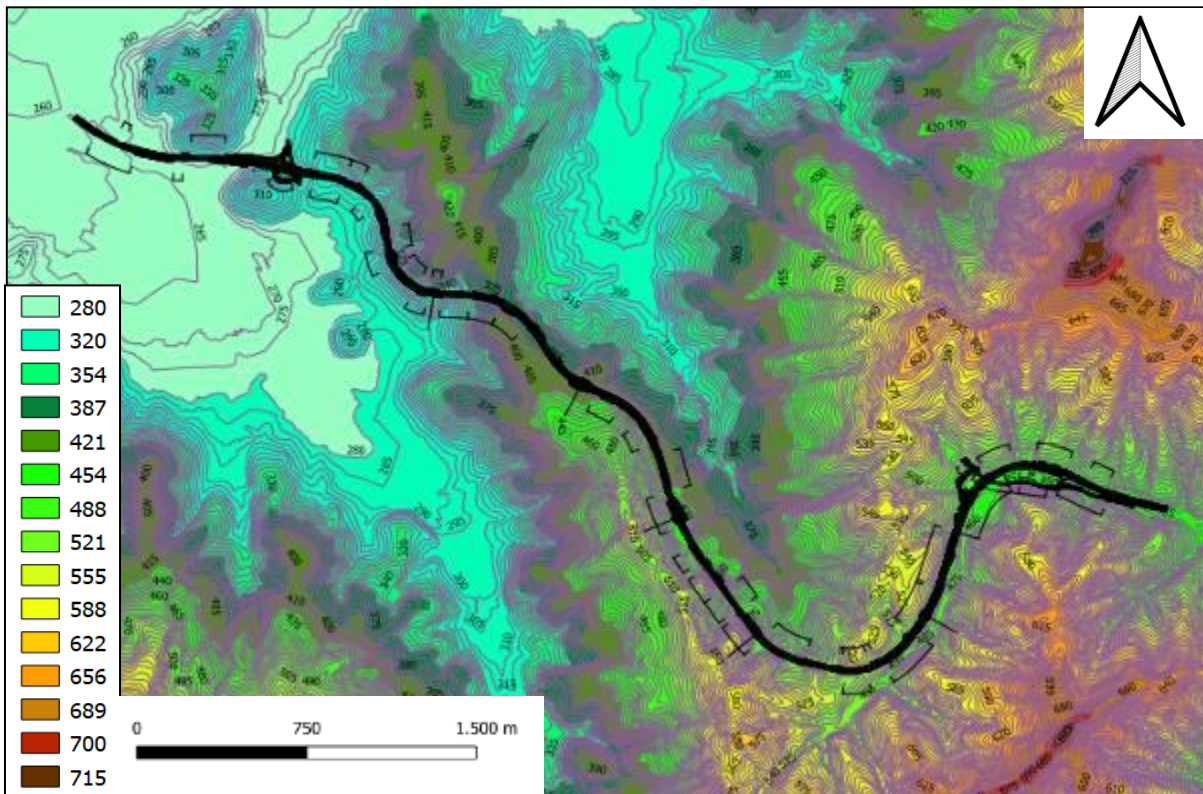


Figura 5-1 Schema altimetrico dell'area in cui insiste il tracciato (in nero). L'equidistanza tra le isoipse è di 5 m.

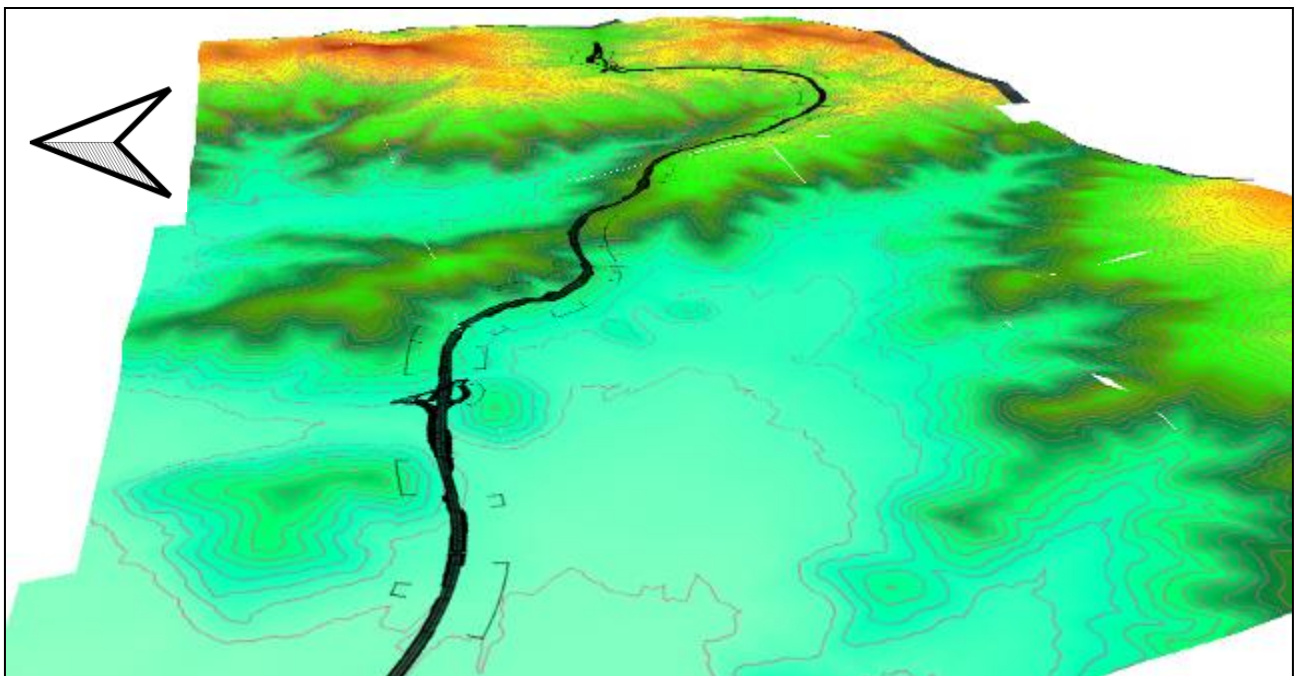


Figura 5-2 Visualizzazione 3D dell'area di Figura 4.1

PROGETTAZIONE ATI:

6. CARTOGRAFIA PAI

Dall'analisi della cartografia PAI risulta che il tracciato del Lotto 1 sia interessato da due aree a pericolosità da frana molto elevata e da un'area a pericolosità di frana elevata, rispettivamente tra le pk 2625+000 e 2+830+000 e tra le pk 5500+000 e 5650+000 per quanto riguarda le prime e tra le pk 3725+000 e 3900+000 per quanto riguarda la seconda.

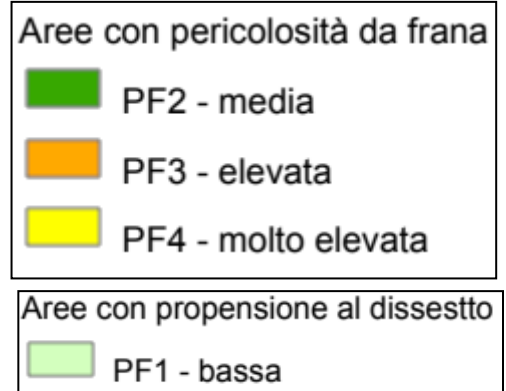
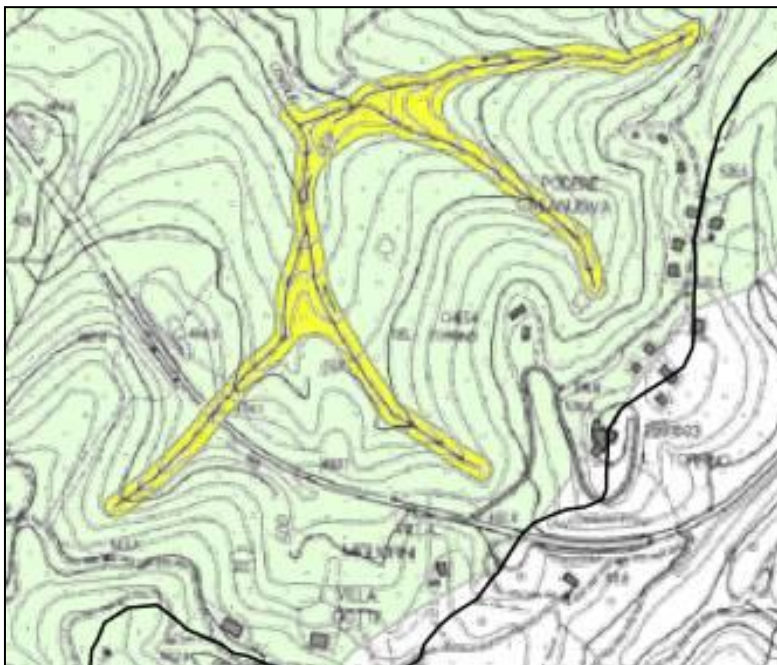
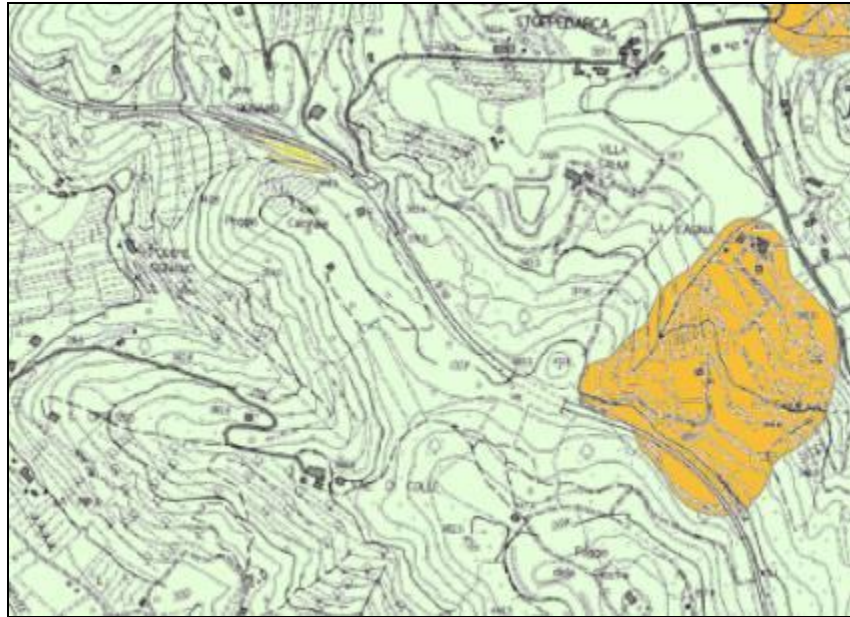


Figura 6-1 Stralci del PAI in cui sono evidenziate le tre aree che interessano il tracciato

7. DISSESTI CENSITI

Nell'area del tracciato del Lotto 1, nonostante i terreni affioranti non siano di natura particolarmente franosa, sono stati cartografati n. 17 fenomeni franosi. Questi sono concentrati nelle aree in cui gli ammassi risultano particolarmente fratturati e, più in generale, sui versanti con giacitura a franapoggio e traversipoggio.

Gli studi, rilievi ed indagini hanno consentito di caratterizzare i dissesti franosi attraversati dal tracciato di progetto; si tratta essenzialmente di frane attive e/o quiescenti riconducibili a fenomeni complessi e di scivolamento ed un solo dissesto è rappresentato da crolli (Frana 2bis).

Come desunto dalle osservazioni svolte, a parte il citato fenomeno di crollo attivato dal taglio in trincea dell'esistente SS73, si tratta di fenomeni innescati essenzialmente dall'azione erosiva esercitata dai corsi d'acque al piede dei versanti e dalle acque dilavanti che scorrono in modo disordinato sui pendii stessi.

Il tracciato di progetto intercetta in settori differenti i dissesti censiti, prevalentemente nella zona di coronamento e in minor misura nella parte centrale del corpo frana, ortogonalmente alla direzione di scorrimento. Le superfici di scorrimento appaiono estese e geometricamente alquanto regolari, sub-parallele alla superficie del pendio.

Di seguito, una breve descrizione dei fenomeni in cui per le frane intersecate dal tracciato di progetto sono state riportate puntuali riprese fotografiche, stralci della carta geologia allegata con perimetrazione del dissesto, sezione geologica rappresentativa, tabelle di sintesi delle caratteristiche geometriche, sintesi dei risultati delle indagini geognostiche svolte e dati interferometrici rilevati dal sistema "Lamma Rete Toscana" visualizzabili sul geoportale regionale https://geoportale.lamma.rete.toscana.it/difesa_suolo/#/viewer/openlayers/326 in corrispondenza di punti prestabiliti. I dati interferometrici riportano (con differenti colori) le velocità di movimento, espressa in mm/anno, ed i valori assoluti di spostamento del suolo (mm).

Frana 1

Frana quiescente con movimento indeterminato. Il rilevamento di campagna ha permesso di classificarlo come frana antica stabilizzata con gradoni. Poiché il fenomeno non interferisce direttamente con il tracciato non è stato investigato con indagini dirette.



Figura 7-1 Vista di insieme del settore di coronamento Frana 1

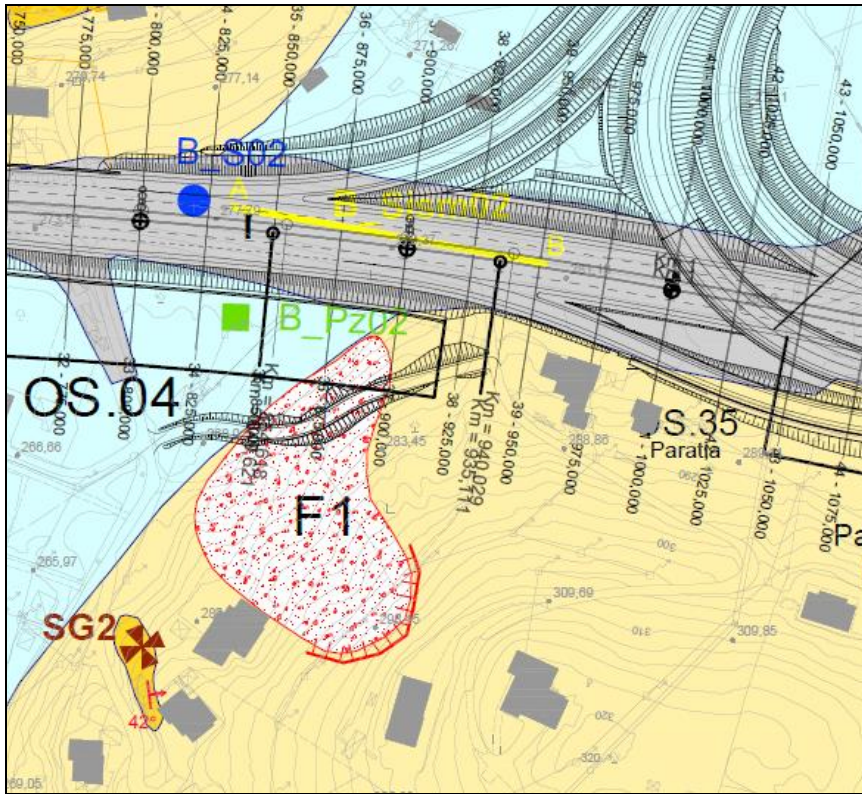


Figura 7-2 Stralcio carta geologica con perimetrazione frana 1

Frana 2

Il fenomeno quiescente in parte obliterato da una coltre di terreni di riporto e dai riporti stradali, interessa il tracciato tra le pk. 2+475 e 2+525 circa e si sviluppa essenzialmente sul versante destro di un'incisione torrentizia fortemente acclive. Il dissesto è stato investigato con la base sismica B_Sism05.

Nella tabella che segue si riassumono le principali caratteristiche geometriche del corpo di frana :

quota max (m s.l.m.)	quota min (m s.l.m.)	dislivello (m)	lunghezza massima (m)	larghezza massima (m)	lunghezza tracciato coinvolto (m)	distanza min dall'asse di progetto (m)	Spessore max dissesto in area tracciato (m)
340	315	25	140	40	40	-	2-3



Figura 7-3 Riprese fotografiche del dissesto nel settore a monte (foto a sinistra) e a valle della strada in oggetto

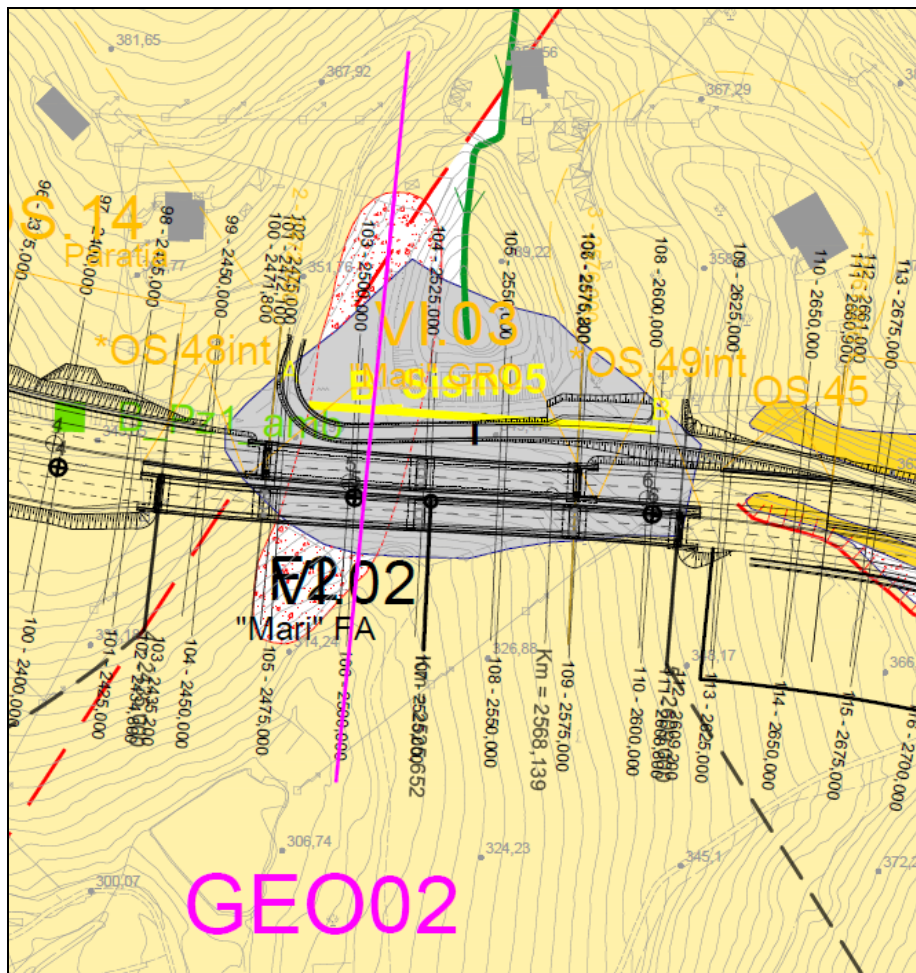


Figura 7-4 Stralcio carta geologica con perimetrazione frana 2

PROGETTAZIONE ATI:

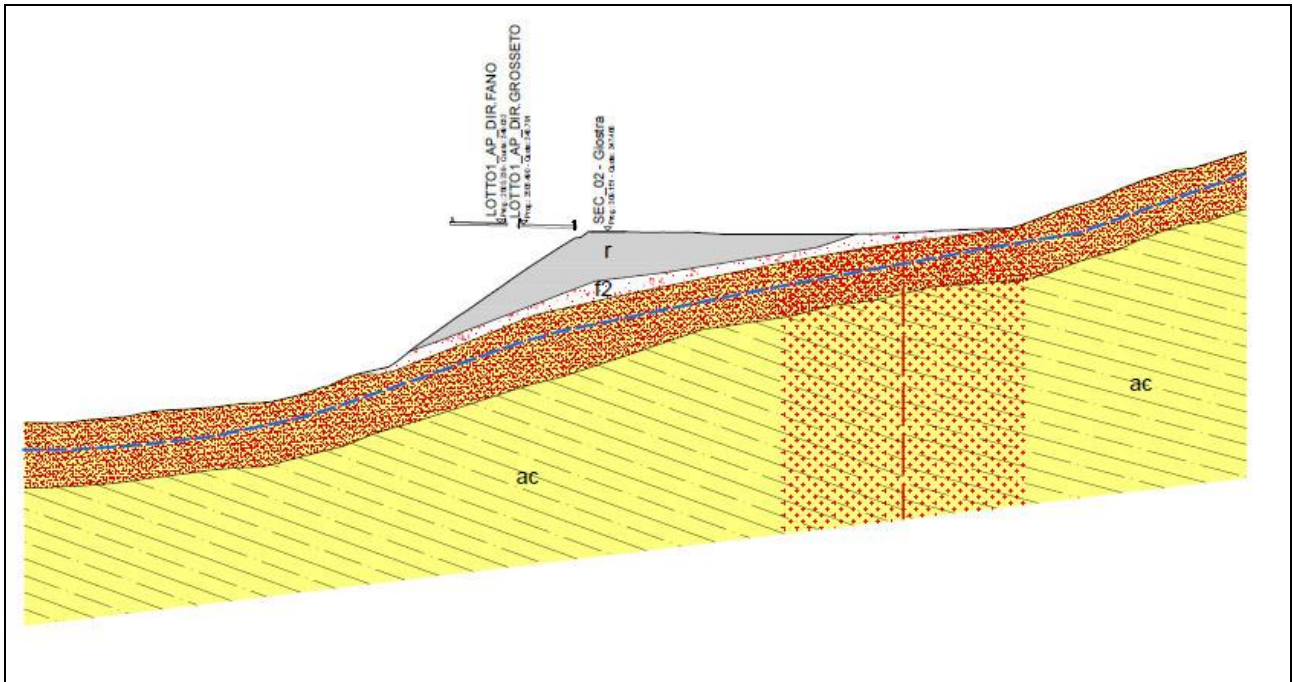


Figura 7-5 Sezione stratigrafica perpendicolare al tracciato

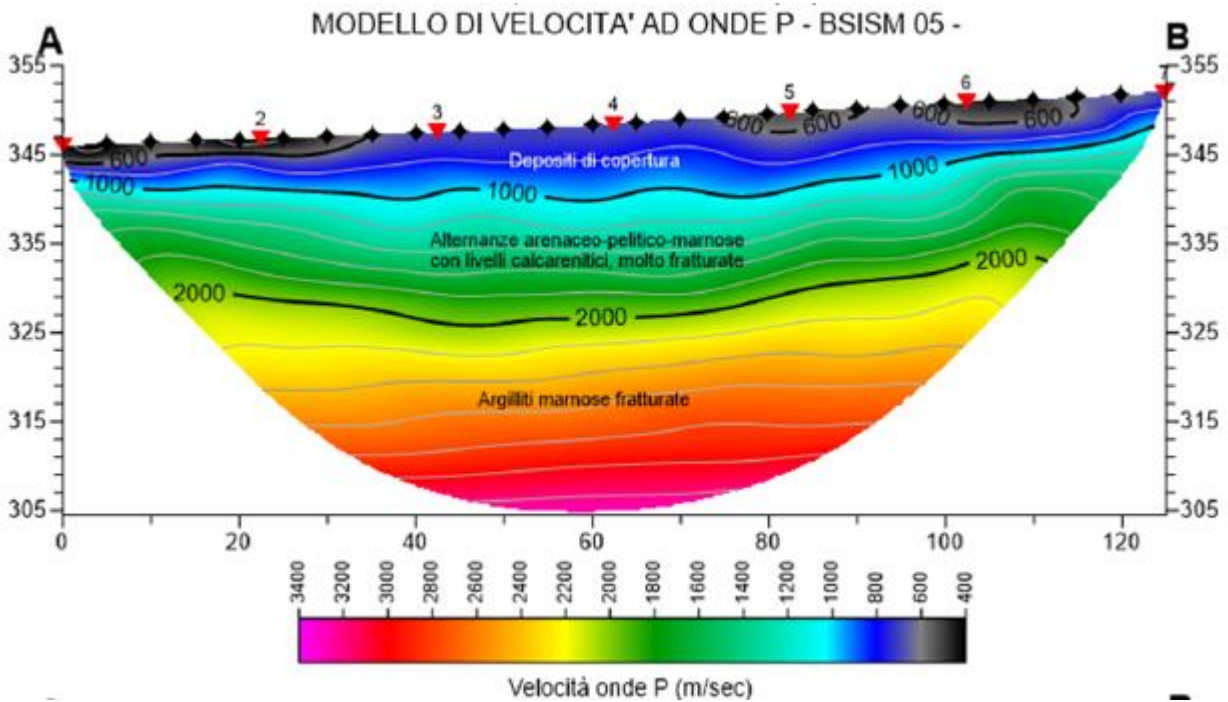


Figura 7-6 Sezione sismica BSISM 05

PROGETTAZIONE ATI:



Figura 7-7 Ripresa satellitare con ubicazione punto MLBSVV5

PROGETTAZIONE ATI:

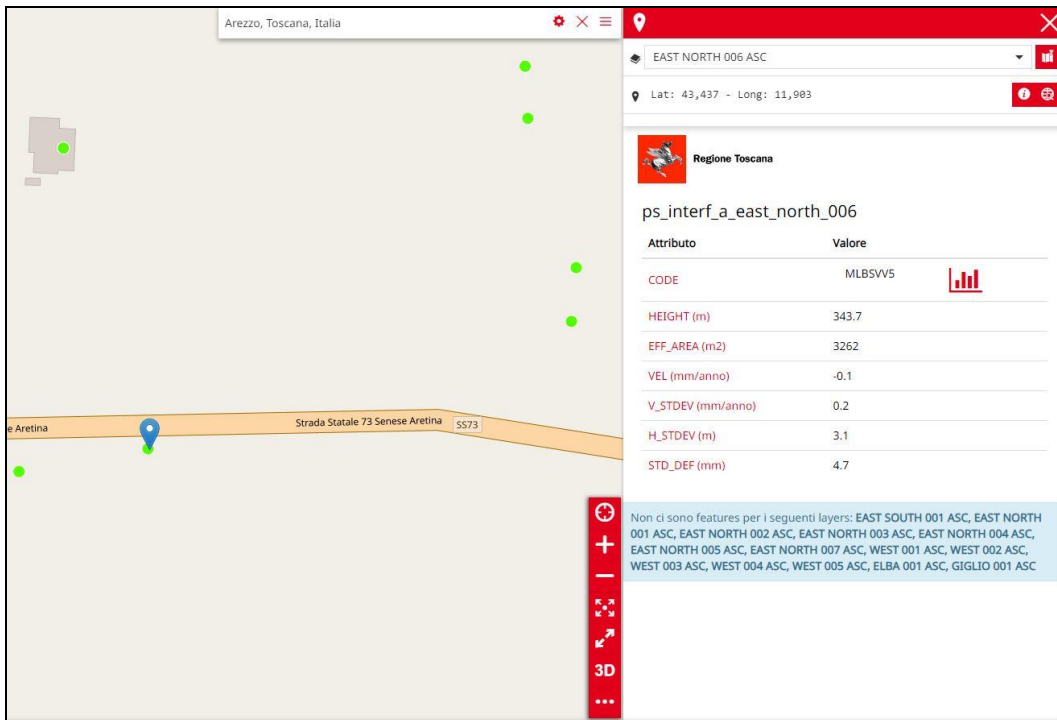


Figura 7-8 Schermata punto MLBSVV5

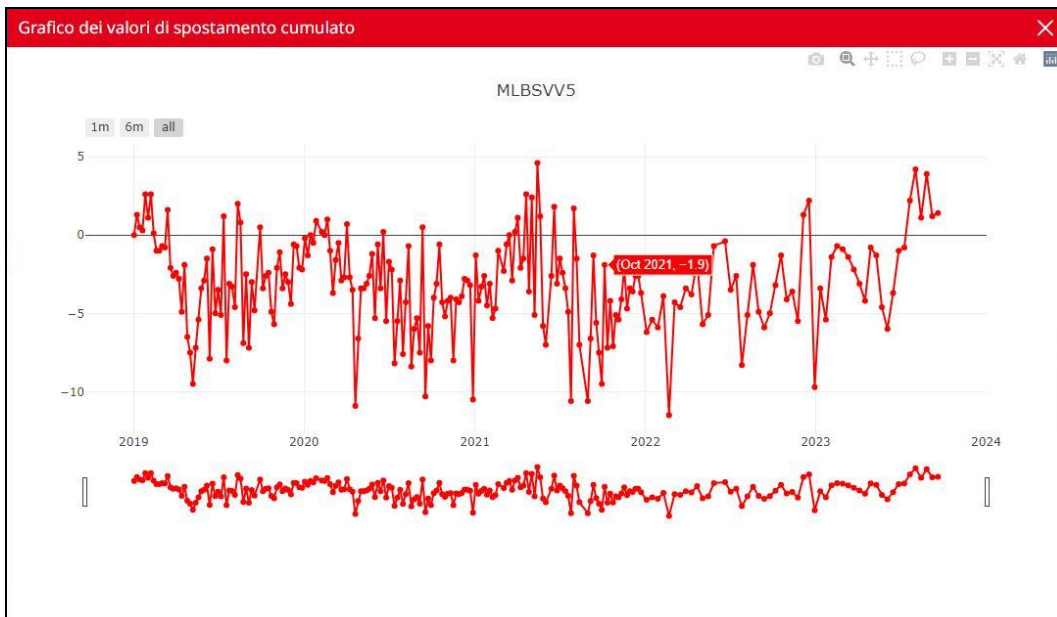


Figura 7-9 Grafico spostamento cumulativo punto MLBSVV5

Il punto mostra velocità di spostamento pari $-0,1$ mm/anno non presentando tendenze all'abbassamento costante.

Frana 2 bis

Il fenomeno viene cartografato dal PAI come area con pericolosità da frana molto elevato (P4) che interessa il tracciato tra le pk. 2+625 e 2+830 circa. I sopralluoghi hanno permesso di determinare che l'intera area corrisponde ad una trincea impostata nelle Arenarie del Cervarola, interessata dal

PROGETTAZIONE ATI:

distacco di cunei litoidi (frana di crollo) e protetta da rete metallica, funi e chiodi. A causa della elevata acclività del versante non sono state eseguite indagini dirette.

Il progetto prevede la realizzazione di un intervento di rimozione della rete esistente, pulizia e disgaggio della parete, realizzazione di una nuova rete chiodata e realizzazione di una paratia berlinese.

Nella tabella che segue si riassumono le principali caratteristiche geometriche del corpo di frana :

quota max (m s.l.m.)	quota min (m s.l.m.)	dislivello (m)	lunghezza massima (m)	larghezza massima (m)	lunghezza tracciato coinvolto (m)	distanza min dall'asse di progetto (m)	Spessore max dissesto in area tracciato (m)
377	357	20	165	19	99	-	2

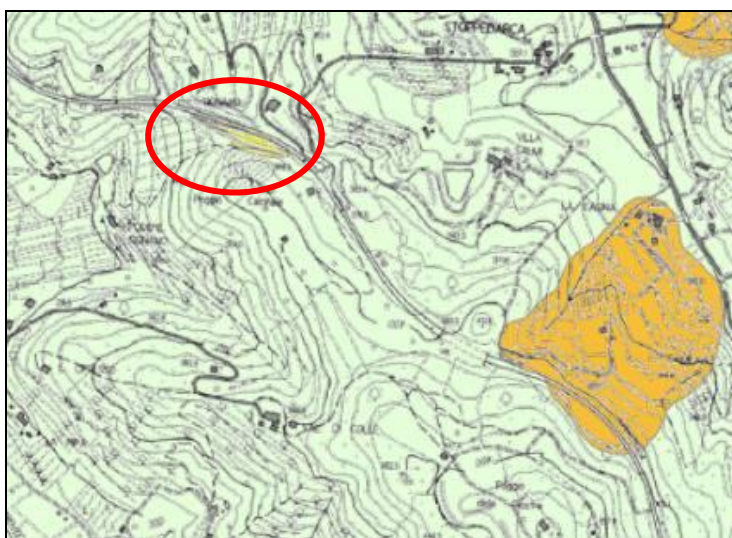


Figura 7-10 Stralcio carta della pericolosità del Pai



Figura 7-11 Vista della SS 73 direzione Fano – Nella foto di sinistra panoramica della scarpata interessata dal dissesto. Nella foto di destra visibili le Arenarie di Cervarola con stratificazione a franapoggio consolidate con rete metallica, funi e chiodi; visibile in basso l'accumulo di cunei litoidi franati

PROGETTAZIONE ATI:

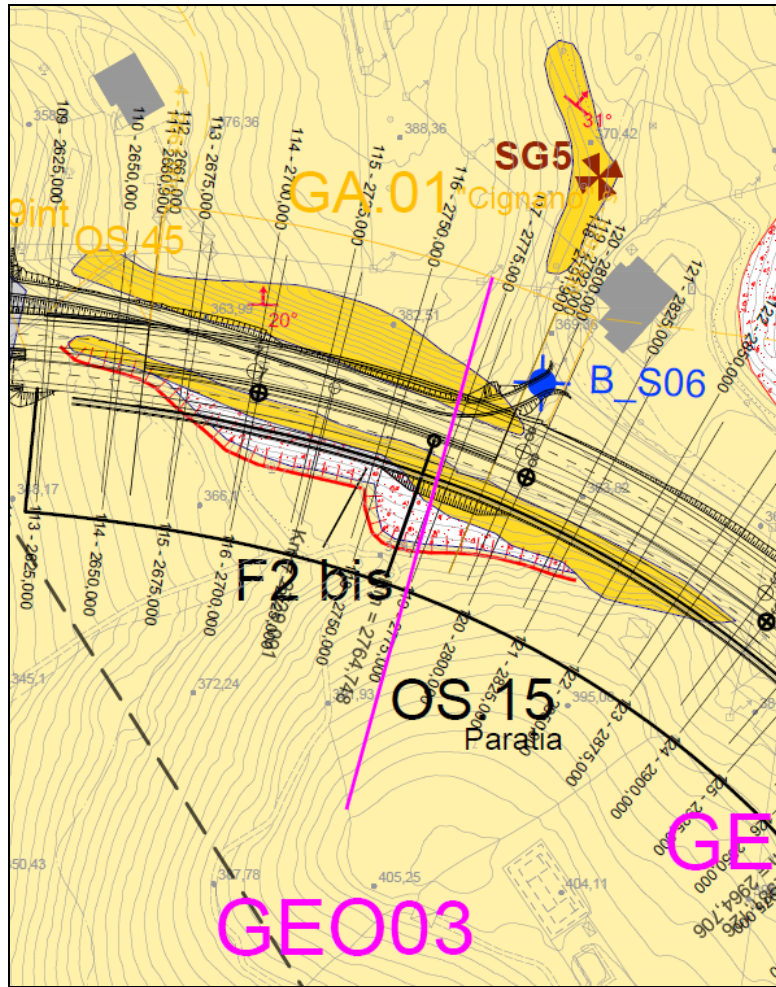


Figura 7-12 Stralcio carta geologica con perimetrazione frana 2 bis

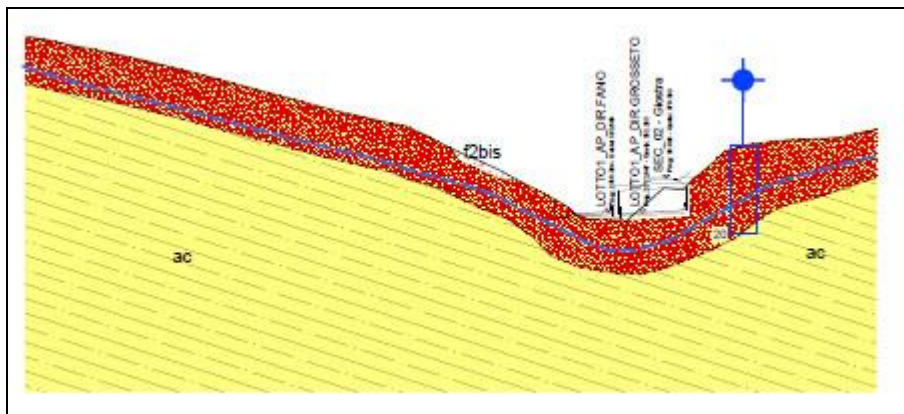


Figura 7-13 Sezione stratigrafica perpendicolare al tracciato

PROGETTAZIONE ATI:



Figura 7-14 Ripresa satellitare con ubicazione punto MM9QLCA

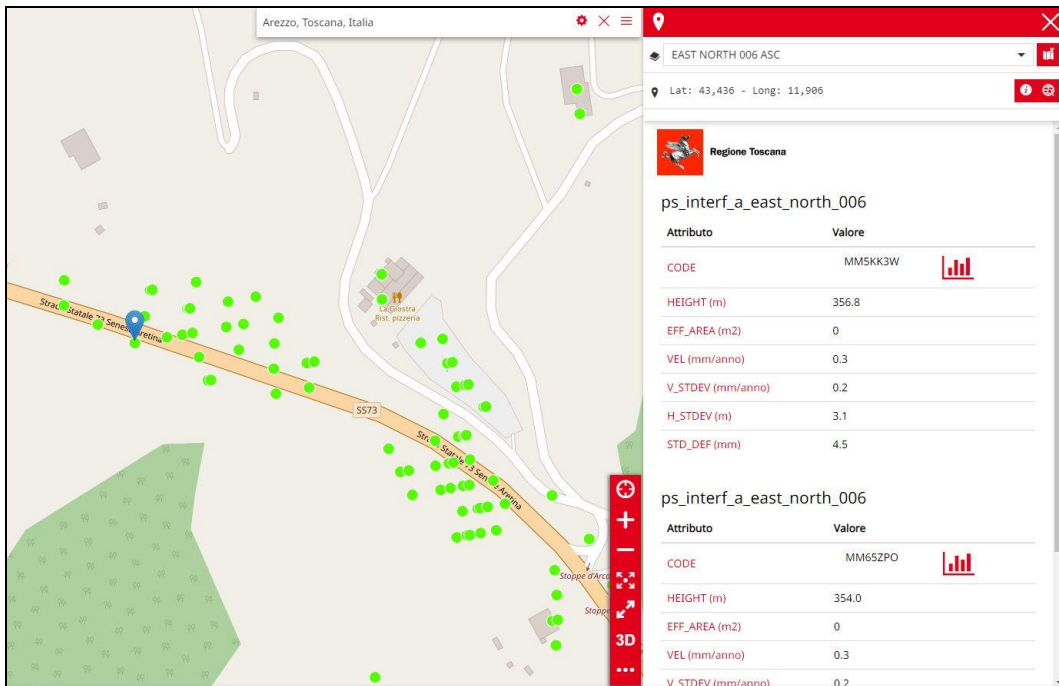


Figura 7-15 Schermata punto MM9QLCA

PROGETTAZIONE ATI:

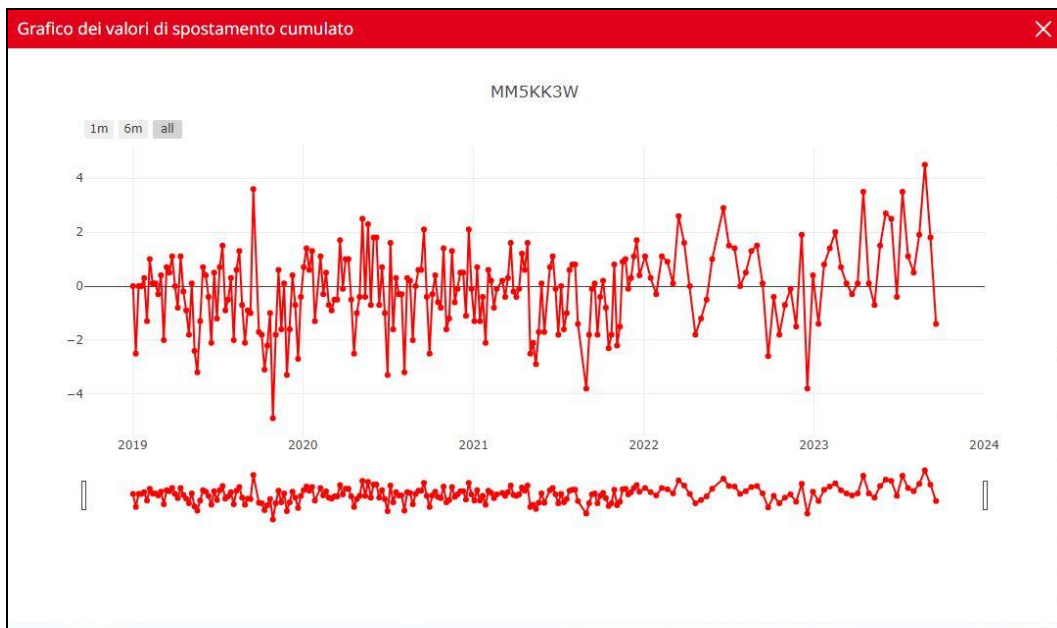


Figura 7-16 Grafico spostamento cumulativo punto MM9QLCA

Il punto mostra velocità di spostamento pari 0,3 mm/anno senza generali tendenze di abbassamento costante.

Frana 3

Fenomeno complesso attivo, di notevole estensione, il cui coronamento è situato presso lo svincolo di Stoppe d’Arca. Nelle foto, in particolare, viene riportata la zona di nicchia (a sinistra), evidenziata da un’evidente deformazione del manto stradale, ed una panoramica dell’intero dissesto, il cui limite è tratteggiato in rosso. In giallo, invece, viene evidenziato il dissesto n° 4. Il dissesto è stato investigato con il sondaggio geognostico B_S07 eseguito sul bordo del dissesto in asse al tracciato, di cui si riporta stratigrafia.

Il progetto prevede la realizzazione di una paratia berlinese con tiranti passivi.

Nella tabella che segue si riassumono le principali caratteristiche geometriche del corpo di frana :

quota max (m s.l.m.)	quota min (m s.l.m.)	dislivello (m)	lunghezza massima (m)	larghezza massima (m)	lunghezza tracciato coinvolto (m)	distanza min dall'asse di progetto (m)	Spessore max dissesto in area tracciato (m)
370	316	54	200	180	-	11	8-9

PROGETTAZIONE ATI:



Figura 7-17 Panoramica la zona di nicchia coincidente con lo svincolo di Stoppe d'Arca.

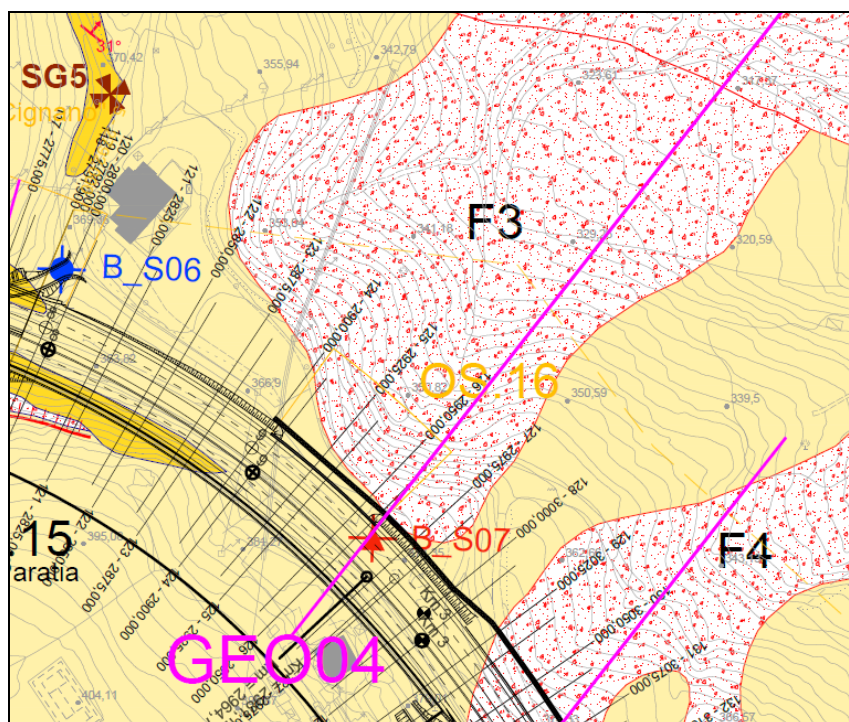


Figura 7-18 Stralcio carta geologica con perimetrazione frana 3

PROGETTAZIONE ATI:

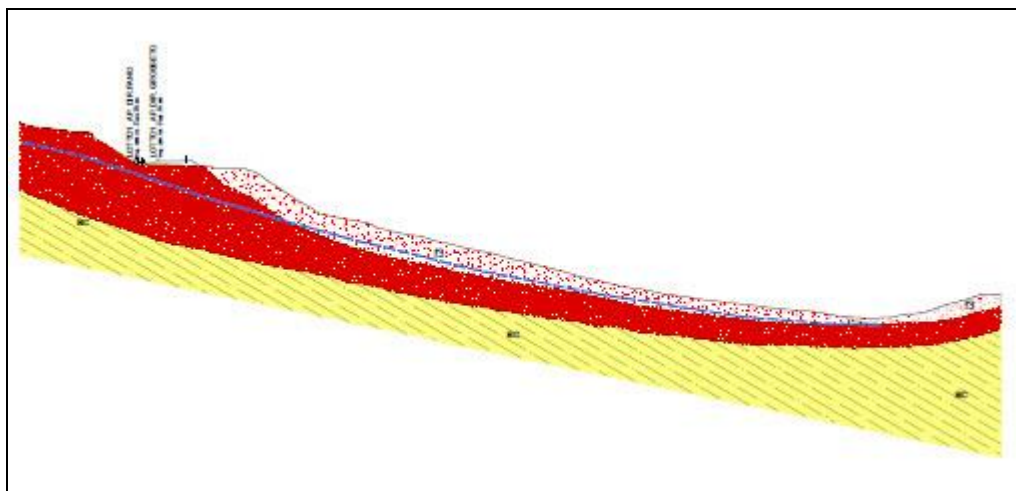


Figura 7-19 Sezione stratigrafica perpendicolare al tracciato

PROGETTAZIONE ATI:



Committente: ANAS SPA	Sondaggio: B-S07
Riferimento: AREZZO	Data: 29.09.2022-01.10.2022
Coordinate:	Quota:
Perforazione: CAROTAGGIO CONTINUO	

SCALA 1:100

STRATIGRAFIA

Pagina 1/2

Ø mm	R. v.	A.	Pz.	Prei. % 0 --- 100	Campioni	Standard Penetration Test	Test	prove in foro	RQD % 0 --- 100	metri batt.	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE
						m	S.P.T.	N	Pt				
												1.4	Limo argilloso bruno con inclusi frammenti litoidi umido
						3.0	38-50/7cm	Rif A				2	Siltite argillosa nocciola debolmente cementata umida
						6.0	50/12cm	Rif A				10.5	Argillite grigia nocciola con screziature rossastre localmente marnosa con ampie fratture caratterizzate da riempimento limoso e frammenti litoidi siltosi umida
					CR1) Rim	7.00 7.50						18.0	Argillite limosa grigio alternata a livelli da centimetrici a decimetrici di siltite grigio scura con screziature brunastre. I livelli di siltite mostrano una scistosità piano-parallela e le fratture hanno un angolazione di circa 20-40°. Le fratture sono moderatamente aperte e talvolta riempite di argilla-limo. Si riscontrano livelli caratterizzati da una notevole alterazione molto fratturati fino alla completa disgregazione della roccia
												20	

PROGETTAZIONE



Committente: ANAS SPA	Sondaggio: B-S07
Riferimento: AREZZO	Data: 29.09.2022-01.10.2022
Coordinate:	Quota:
Perforazione: CAROTAGGIO CONTINUO	

SCALA 1:100		STRATIGRAFIA										Pagina 2/2		
Ø mm	R V	A	Pz	Prel. % 0 --- 100	Campioni	Standard Penetration Test			probe in ftm	RQD % 0 --- 100	metri	LITOLOGIA	Prof. m	DESCRIZIONE
						m	S.P.T.	N	Pt					
														Argillite limosa grigio alternata a livelli da centimetrici a decimetrici di siltite grigio scura con screziature brunastre. I livelli di siltite mostrano una scistosità piano-parallela e le fratture hanno un'angolazione di circa 20-40°. Le fratture sono moderatamente aperte e talvolta riempite di argilla-limo. Si riscontrano livelli caratterizzati da una notevole alterazione molto frantumata fino alla completa disgregazione della roccia
					CL1) SD#	23,75								
						23,90								
101													35,0	

- sondaggio eseguito in data 29.09.2022-01.10.2022
- perforazione eseguita a carotaggio continuo 152/101mm fino alla profondità di 5,50m da p.c.
- perforazione eseguita a carotaggio continuo con carotiere doppio T6 diametro 101mm con corona diamantata da 5,50m a 35,00m da p.c.
- esecuzione di n°2 prove standard penetration test (SPT)
- prelievo di n°1 campione rimaneggiato (CR)
- prelievo di n°1 campione litoide (CL)
- installazione di piezometro in pvc a tubo aperto diametro 3" (0,00-35,00m cieco) per esecuzione prove down hole in foro
- eseguito cementazione dal basso dell'intercapedine rivestimento-piezometro per tutta la lunghezza del foro comprensiva di rabbocco finale
- installazione di chiusino fuori terra in pvc diametro 140mm a protezione del terminale piezometrico
- quota falda: non rilevata



Figura 7-20 Ripresa satellitare con ubicazione punto MN319KX

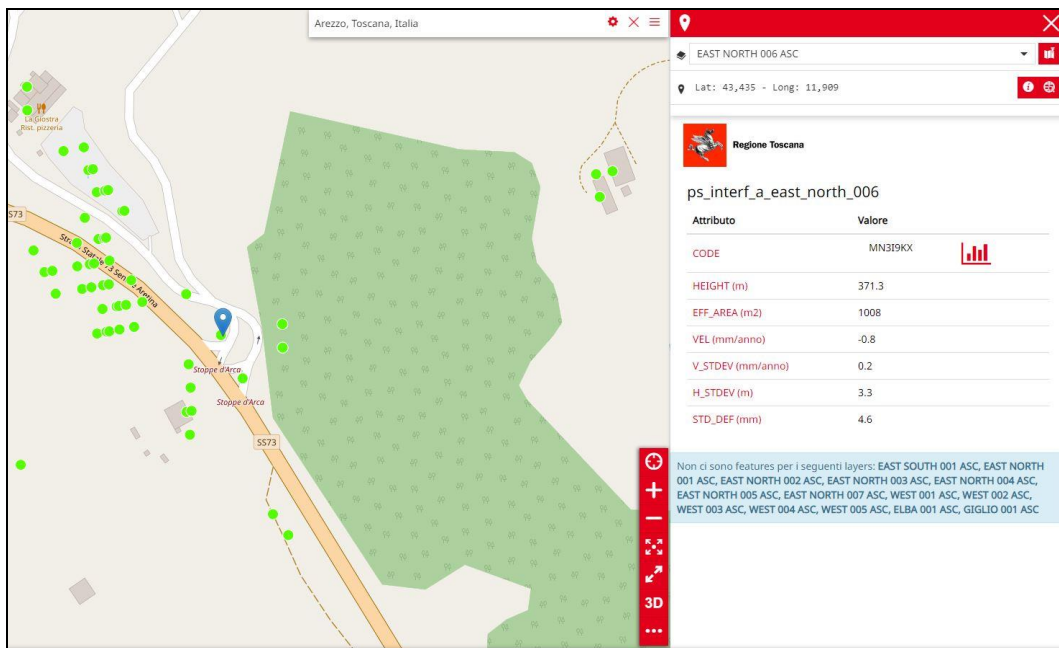


Figura 7-21 Schermata punto MN319KX

PROGETTAZIONE ATI:

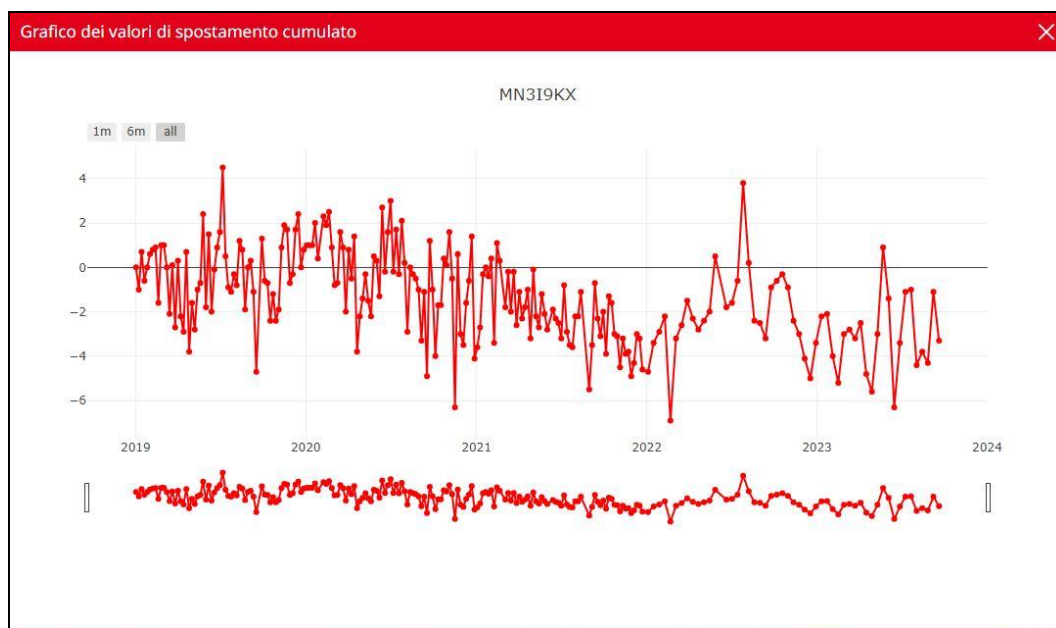


Figura 7-22 Grafico spostamento cumulativo punto MN3I9KX

Il punto mostra velocità di spostamento pari -0,8 mm/anno con generale tendenza all’abbassamento.

Frana 4

Frana complessa di notevole estensione che si sviluppa da quota 390 a 305 m s.l.m. circa ed i fianchi, nella zona di testata, intercettano il tracciato tra le pk. 3+025 e 3+125 circa. Nelle foto sottostanti si riportano rispettivamente il fianco sinistro, il fianco destro e la parte alta del dissesto. Il dissesto è stato investigato con il pozzetto ambientale B_PZ04 e con la base sismica B_Sism05_quater.

Il progetto prevede la realizzazione di una paratia berlinese con tiranti passivi.

Nella tabella che segue si riassumono le principali caratteristiche geometriche del corpo di frana:

quota max (m s.l.m.)	quota min (m s.l.m.)	dislivello (m)	lunghezza massima (m)	larghezza massima (m)	lunghezza tracciato coinvolto (m)	distanza min dall'asse di progetto (m)	Spessore max dissesto in area tracciato (m)
394	305	89	430	65	74	-	7



Figura 7-23 In alto a sinistra visibile lesione sul manto stradale riconducibile al fianco sinistro del dissesto; in alto a destra lesione corrispondente al fianco destro; in basso la parte sommitale del dissesto.

PROGETTAZIONE ATI:

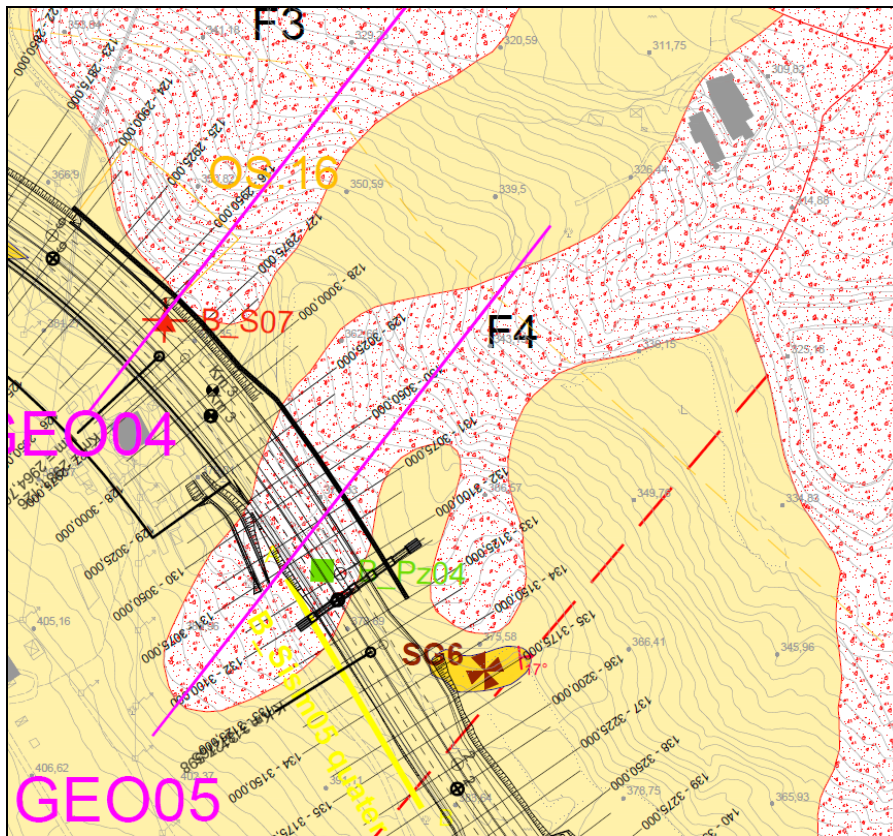


Figura 7-24 Stralcio carta geologica con perimetrazione frana 4

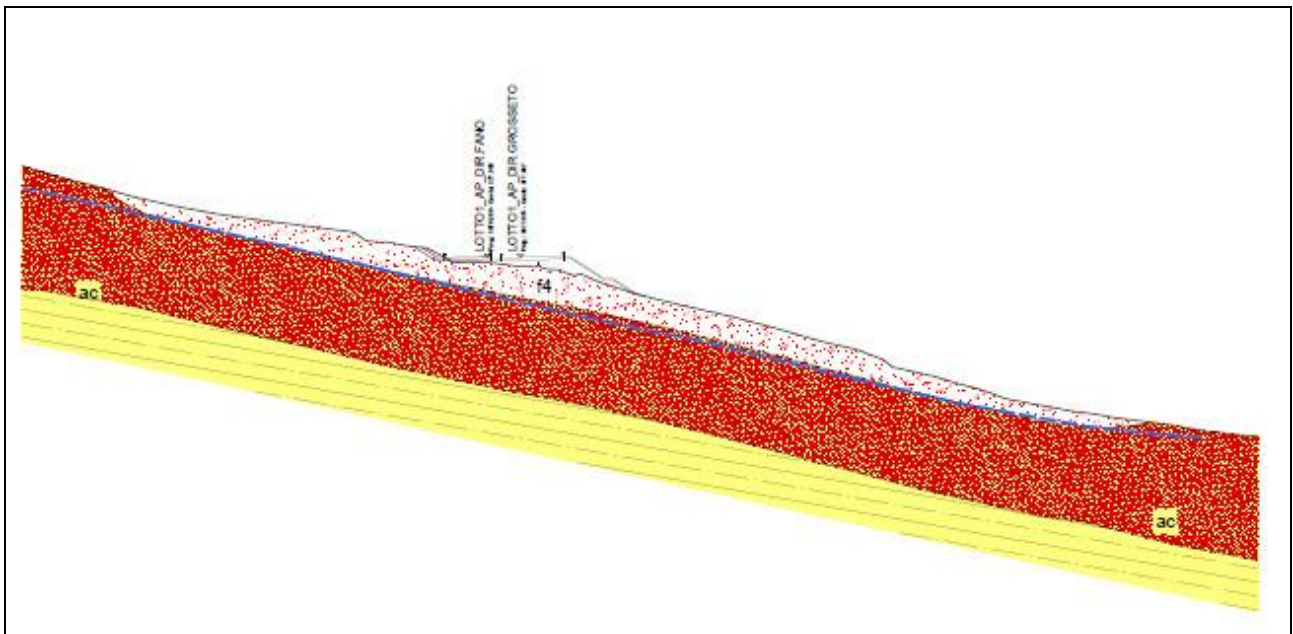


Figura 7-25 Sezione stratigrafica perpendicolare al tracciato

PROGETTAZIONE ATI:



Committente: ANAS SPA	Sondaggio: B-PZ04
Riferimento: AREZZO	Data: 01.12.2022
Coordinate:	Quota:
Perforazione: CAROTAGGIO CONTINUO	

SCALA 1:50 **STRATIGRAFIA** Pagina 1/1

Ø mm	R V	A	Pz	Prel. % 0 --- 100	Campioni	Standard Penetration Test	Leq	prove in foro	RQD % 0 --- 100	metri basi	LITOLOGIA	prof. m	DESCRIZIONE
						m	S.P.T.	N	Pt				
					CA1) Amb- 0,01 1,00							0,4	Ghiaia prevalentemente di siltite con sabbia e limo sciolta asciutta di colore nerastro con la presenza di apparati radicali vegetali
					CR1) Rim- 0,80 1,20	1,0	18-36-34	70	C			1	Limo sabbioso di colore marrone chiaro da debolmente consistente a sciolto asciutto con piccola frazione argillitica e clasti eterometrici di siltite e pelite. Sono presenti sottili livelli calcarei
					CA2) Amb- 1,00 2,00							2	
					CR2) Rim- 2,60 3,00							3	
131						3,0	30-50/2cm					3,0	

- sondaggio eseguito in data 01.12.2022
- perforazione eseguita a carotaggio continuo 152/131mm fino alla profondità di 3,00m da p.c.
- esecuzione di n°2 prove standard penetration test (SPT)
- prelievo di n°2 campioni rimaneggiati (CR)
- prelievo di n°3 campioni ambientali + 2vials (CA) - CA3 campione rappresentativo (0,00-2,00m)
- ritombamento del foro mediante compactonite in pellets

MODELLO DI VELOCITA' AD ONDE P - BSISM 05quater -

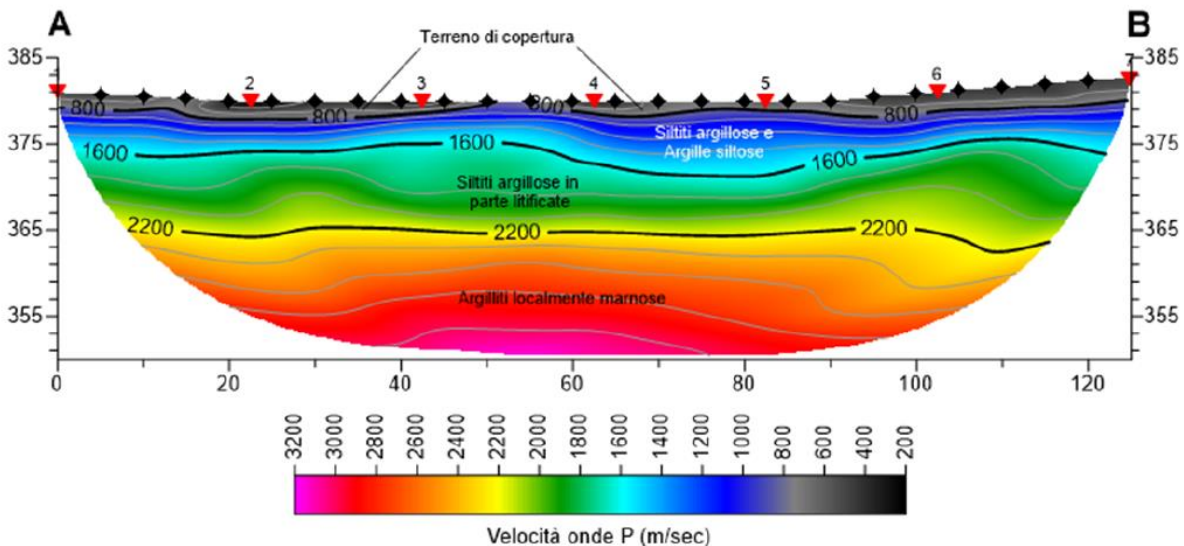


Figura 7-26 Sezione sismica BSISM 05 quater

PROGETTAZIONE ATI:

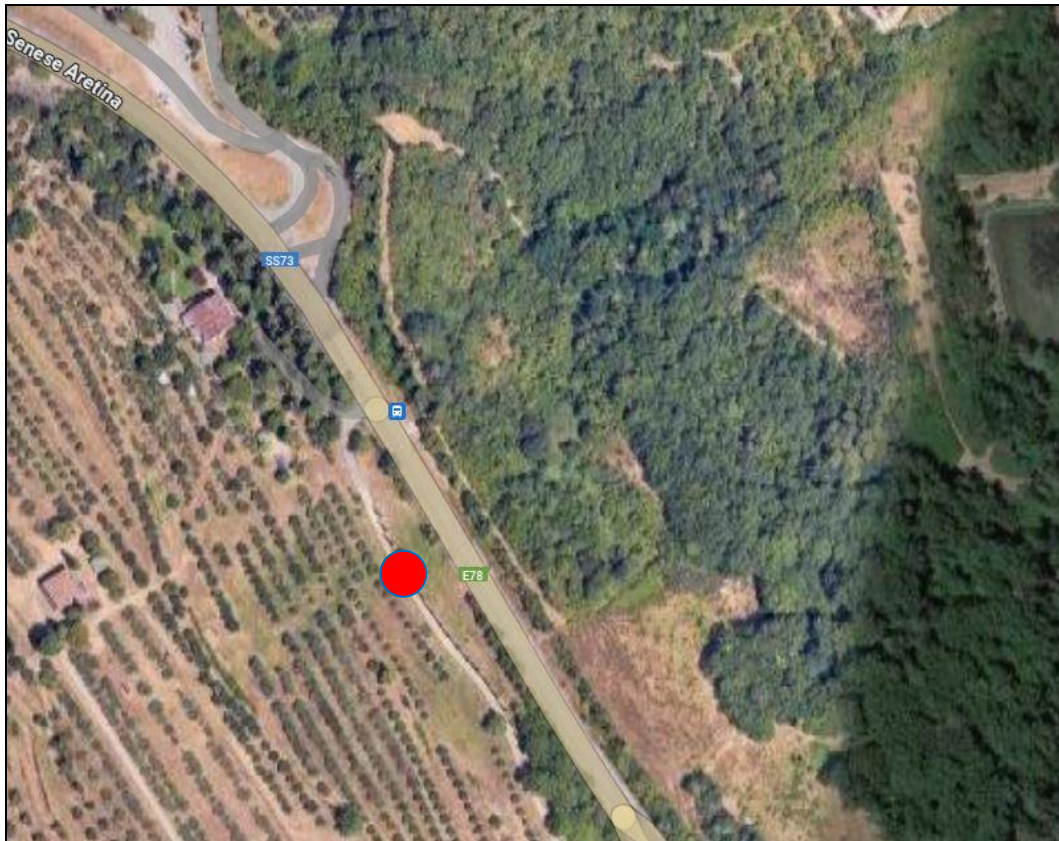


Figura 7-27 Ripresa satellitare con ubicazione punto MN4P4S9

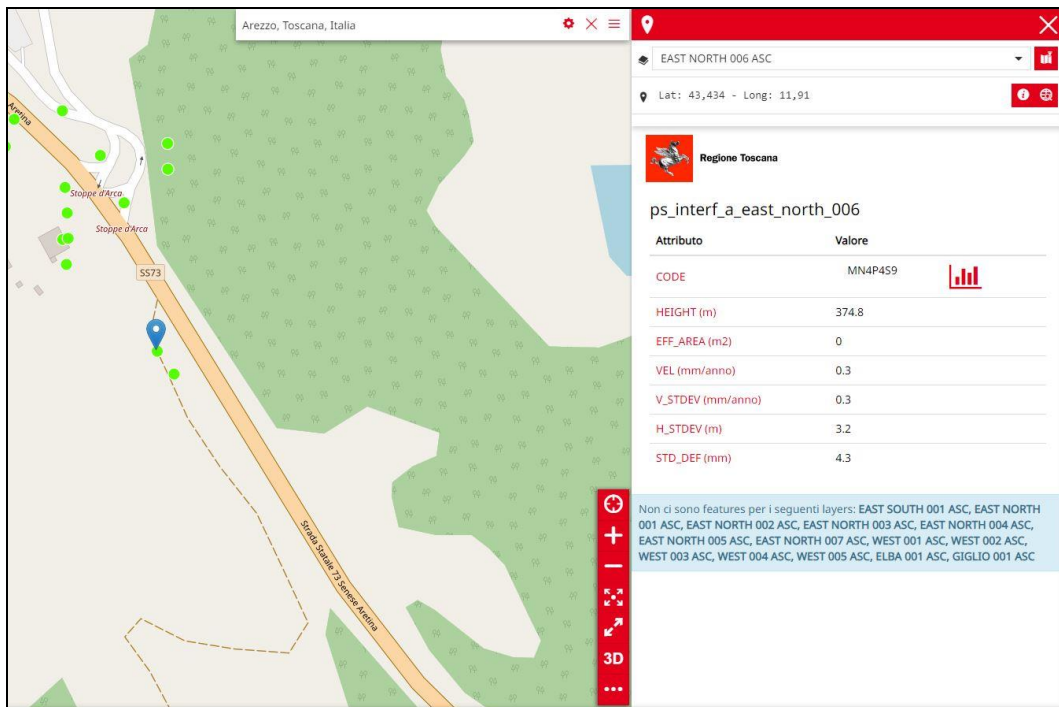


Figura 7-28 Schermata punto MN4P4S9

PROGETTAZIONE ATI:

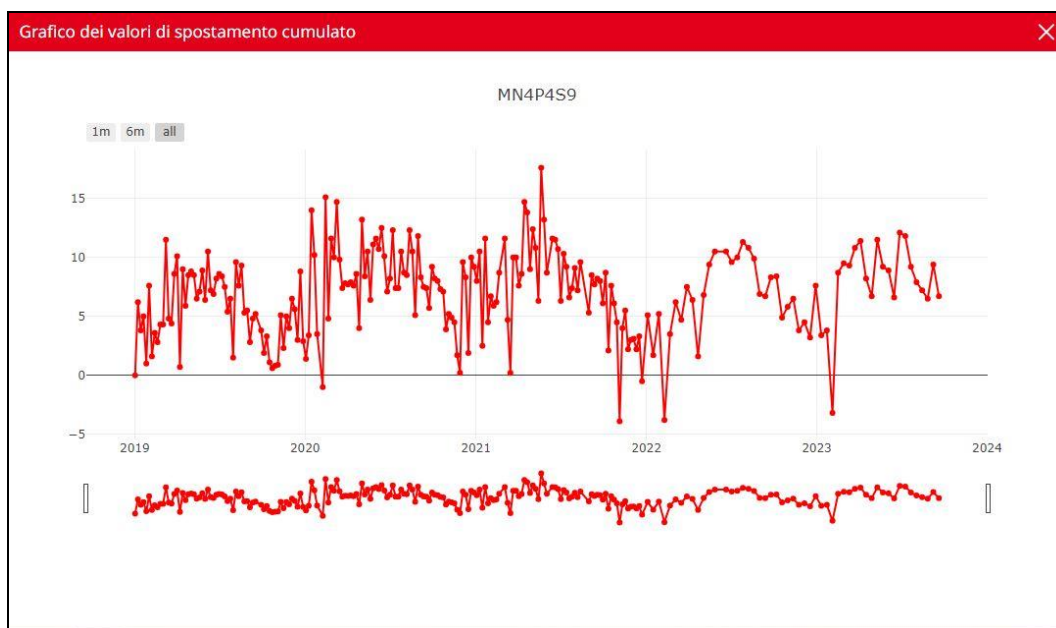


Figura 7-29 Grafico spostamento cumulativo punto MN4P4S9

Il punto mostra velocità di spostamento pari 0,3 mm/anno non mostrando generali tendenze di abbassamento costante.

Frana 5

Fenomeno quiescente, con cinematica indeterminata, che nel settore di testata intercetta il tracciato tra le pk 3+350 e 3+425 circa. Il dissesto è stato investigato con il pozzetto ambientale B_PZ04 e con la base sismica B_Sism05_ter.

Il progetto prevede la realizzazione di una paratia berlinese con tiranti passivi.

Nella tabella che segue si riassumono le principali caratteristiche geometriche del corpo di frana :

quota max (m s.l.m.)	quota min (m s.l.m.)	dislivello (m)	lunghezza massima (m)	larghezza massima (m)	lunghezza tracciato coinvolto (m)	distanza min dall'asse di progetto (m)	Spessore max dissesto in area tracciato (m)
403	304	99	495	146	62	-	7-8



Figura 7-30 Nella foto di sinistra il settore sommitale del dissesto. Nella foto di destra è stato riportato lo sviluppo della frana sull'intero pendio, ripreso dal versante opposto.

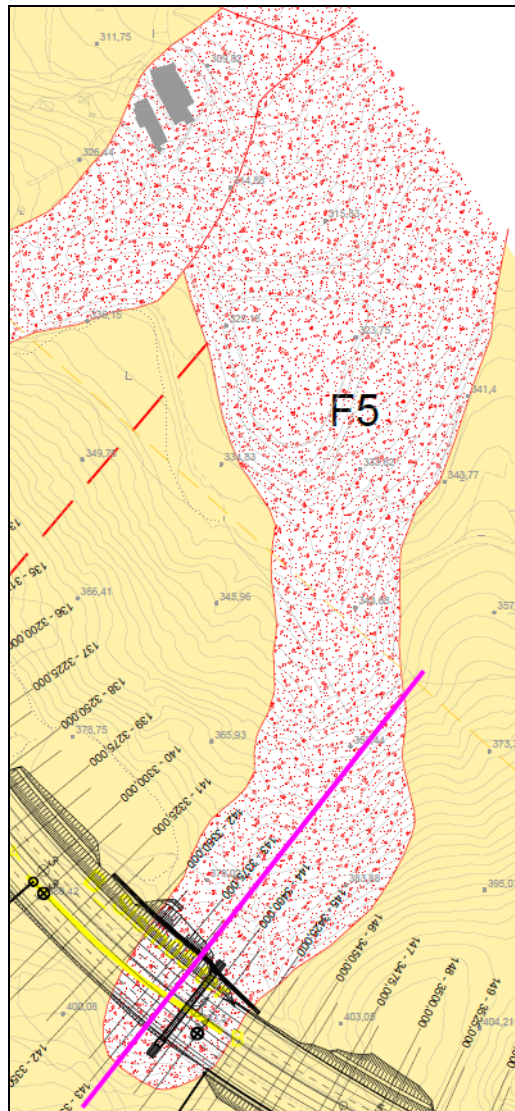


Figura 7-31 Stralcio carta geologica con perimetrazione frana 5

PROGETTAZIONE ATI:

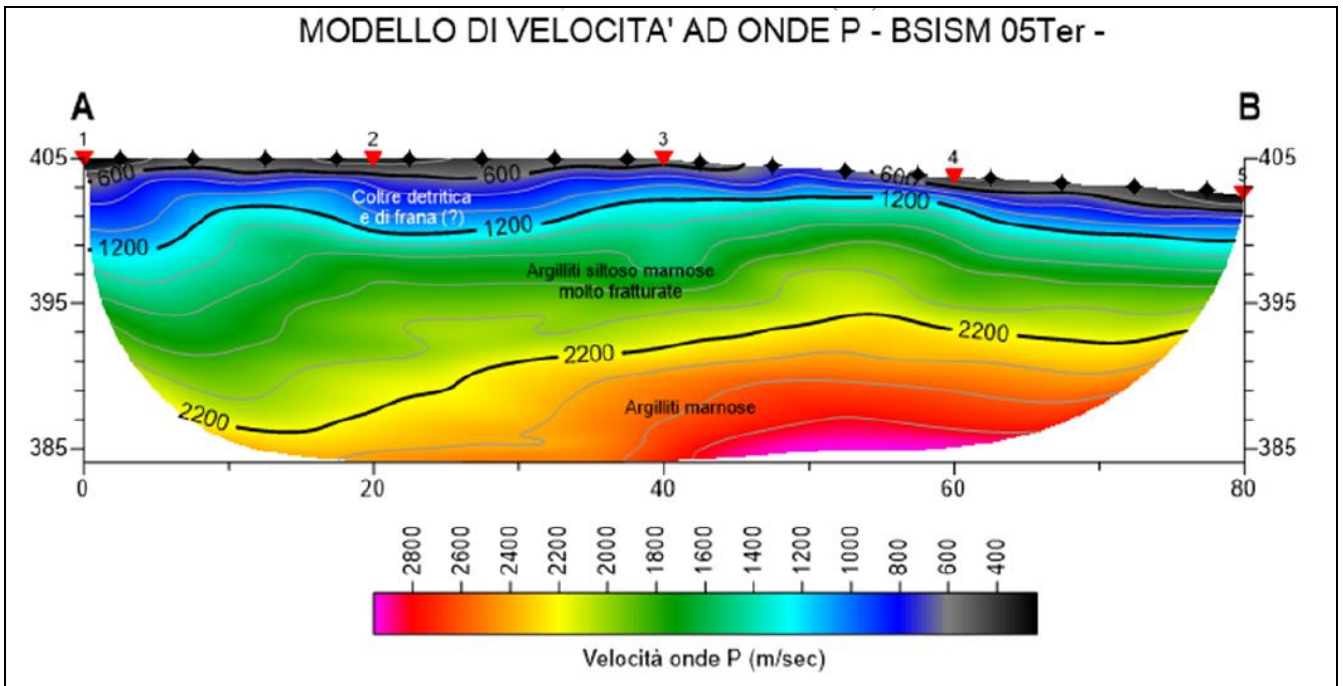


Figura 7-32 Sezione sismica BSISM 05ter



Figura 7-33 Ripresa satellitare con ubicazione punto MNUW7DW

PROGETTAZIONE ATI:

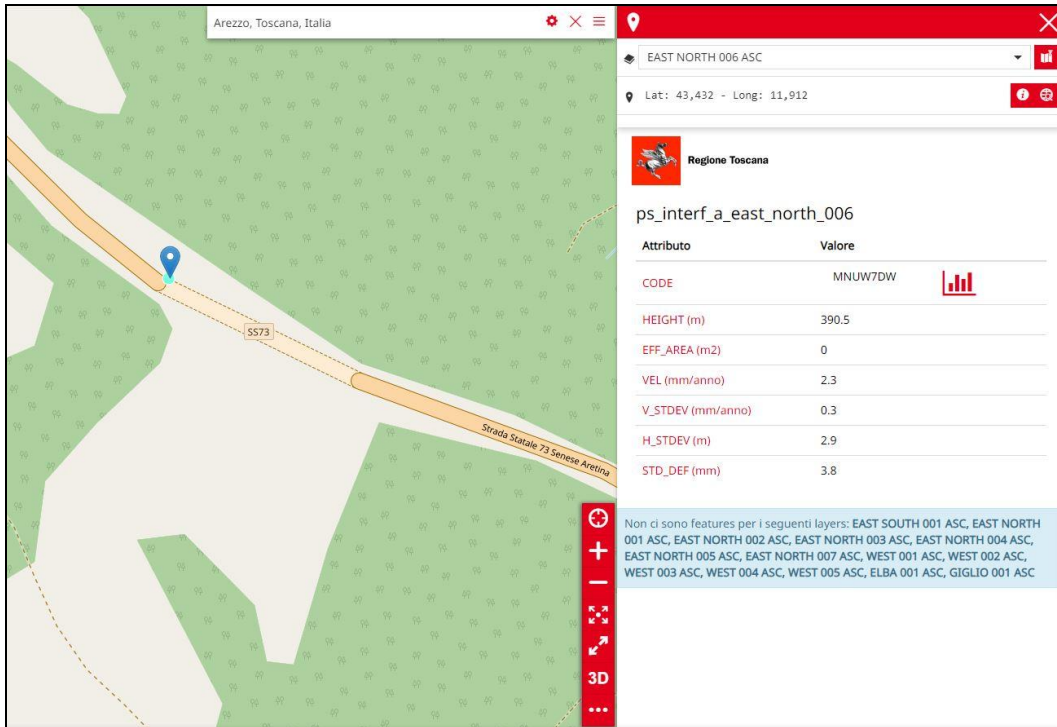


Figura 7-34 Schermata punto MNUW7DW

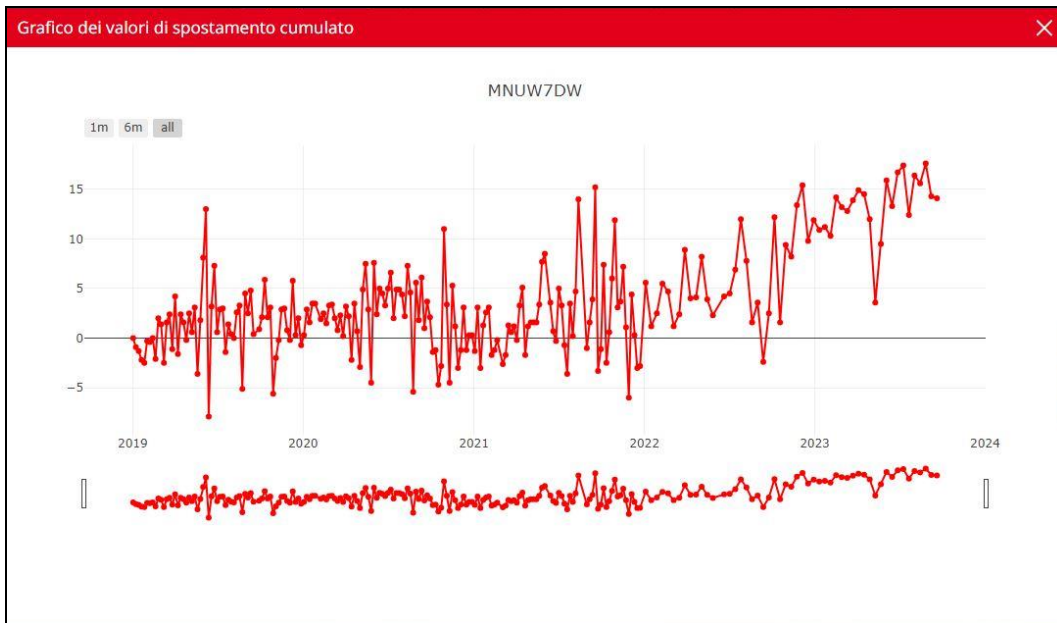


Figura 7-35 Grafico spostamento cumulativo punto MNUW7DW

Il punto mostra velocità di spostamento pari 2,3 mm/anno mostrando una generale tendenza di innalzamento costante.

Frana 6

Il fenomeno, molto esteso, viene censito dal PAI come scivolamento e colata lenta - inattivo potenzialmente instabile (quiescente) con pericolosità P3a. Interessa il tracciato tra le pk. 3+725 e

PROGETTAZIONE ATI:

3+900 circa. Il dissesto è stato investigato con i sondaggi BS08-BS08bis-BS08ter e la base sismica B_Sism06.

Il progetto prevede la realizzazione di una paratia berlinese con tiranti passivi.

Nella tabella che segue si riassumono le principali caratteristiche geometriche del corpo di frana :

quota max (m s.l.m.)	quota min (m s.l.m.)	dislivello (m)	lunghezza massima (m)	larghezza massima (m)	lunghezza tracciato coinvolto (m)	distanza min dall'asse di progetto (m)	Spessore max dissesto in area tracciato (m)
408	316	92	380	355	198	-	6 su riporti - 6 su frana

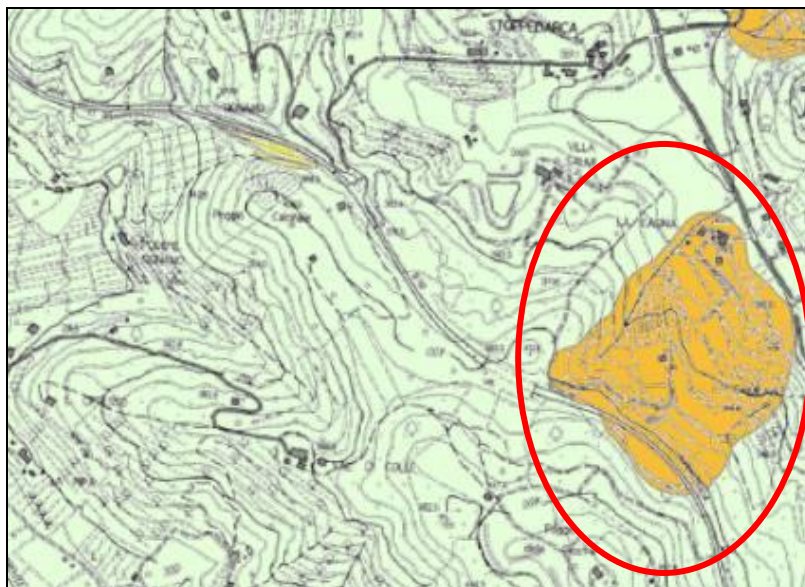


Figura 7-36 Stralcio carta della pericolosità del Pai



Figura 7-37 Nella foto di sinistra il settore di nicchia del dissesto. Nella foto di destra è stata riportata l'estensione della frana sull'intero pendio, ripreso dal versante opposto.

PROGETTAZIONE ATI:

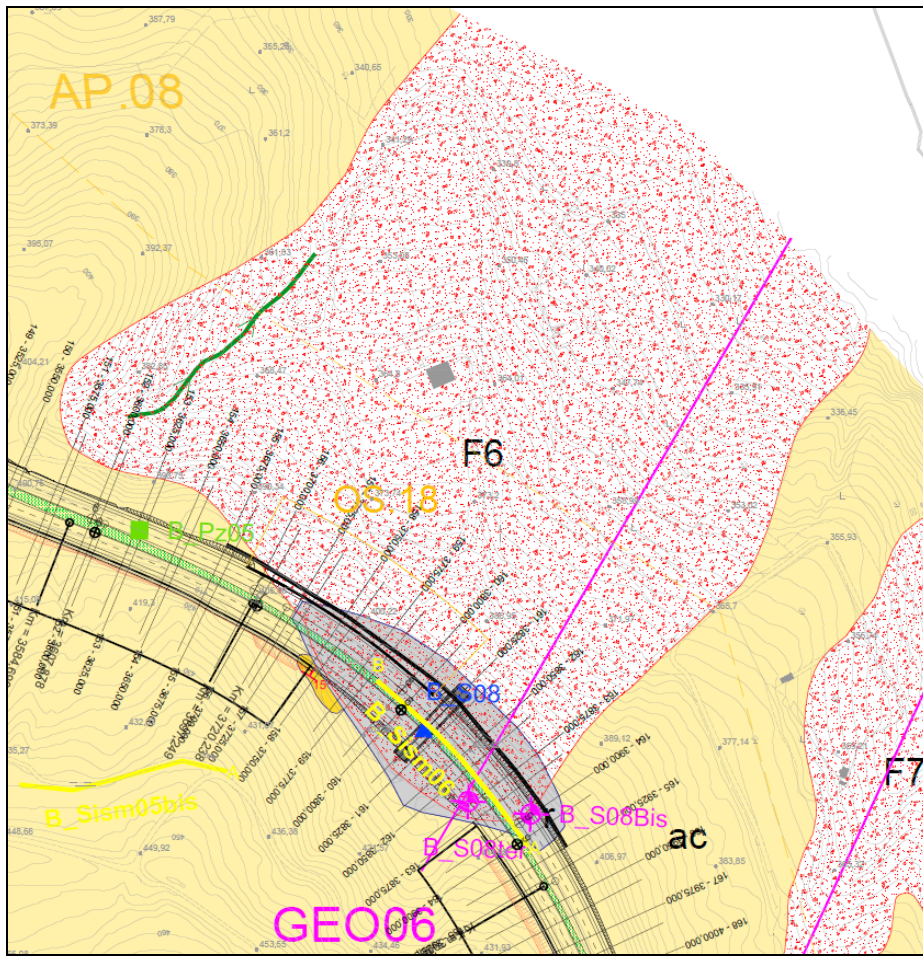


Figura 7-38 Stralcio carta geologica con perimetrazione frana 6

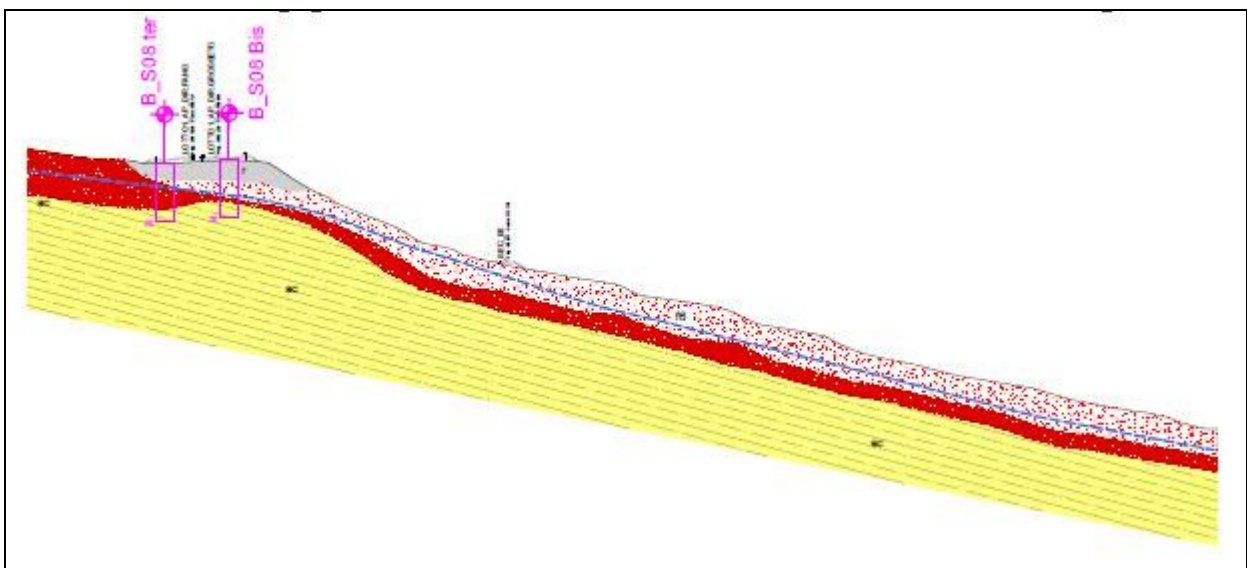


Figura 7-39 Sezione stratigrafica perpendicolare ai tracciat

PROGETTAZIONE ATI:

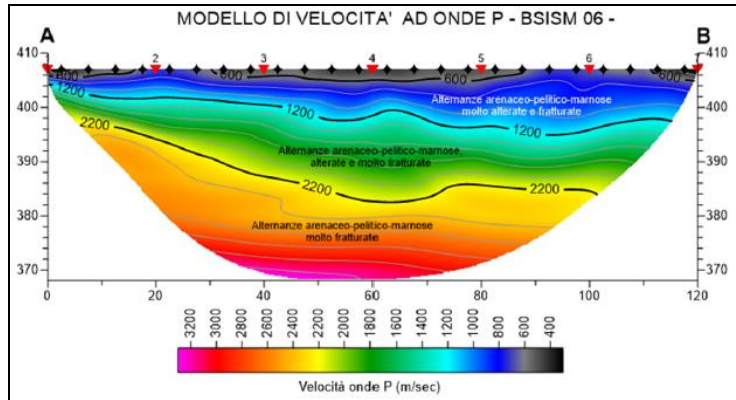
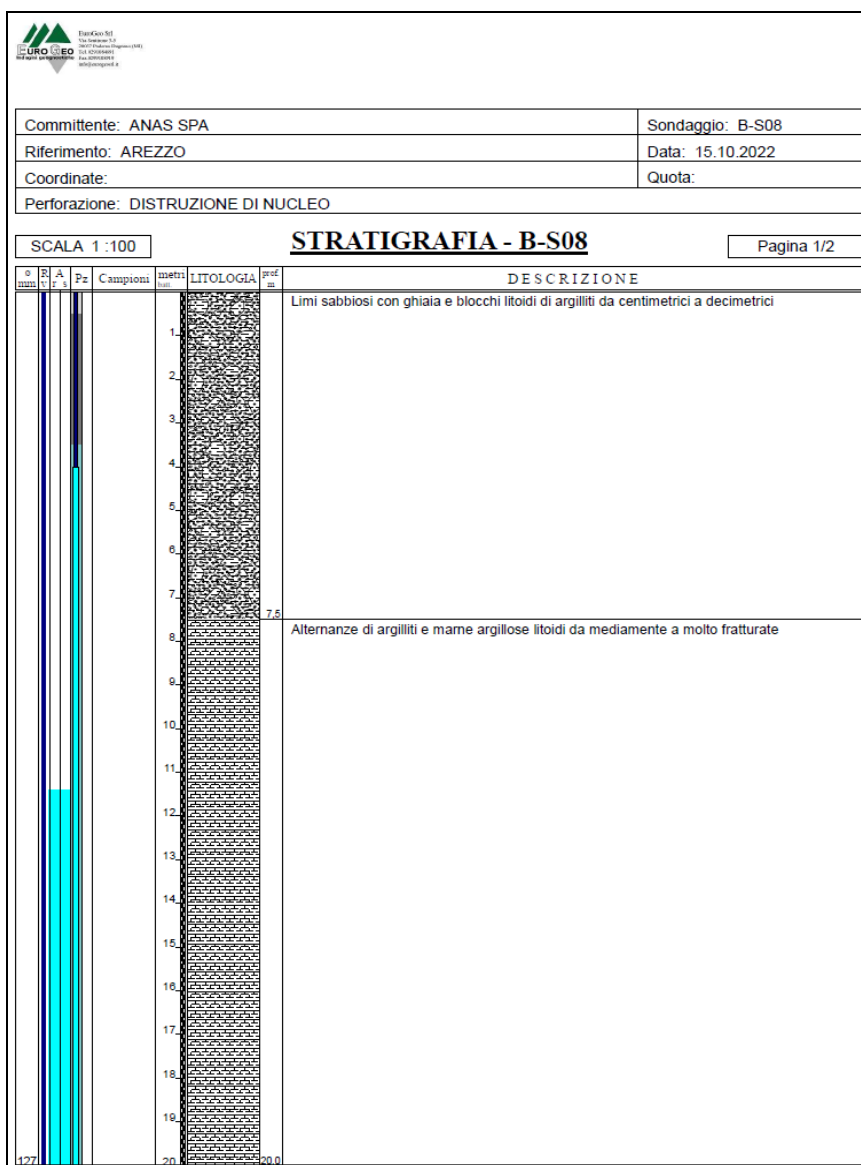
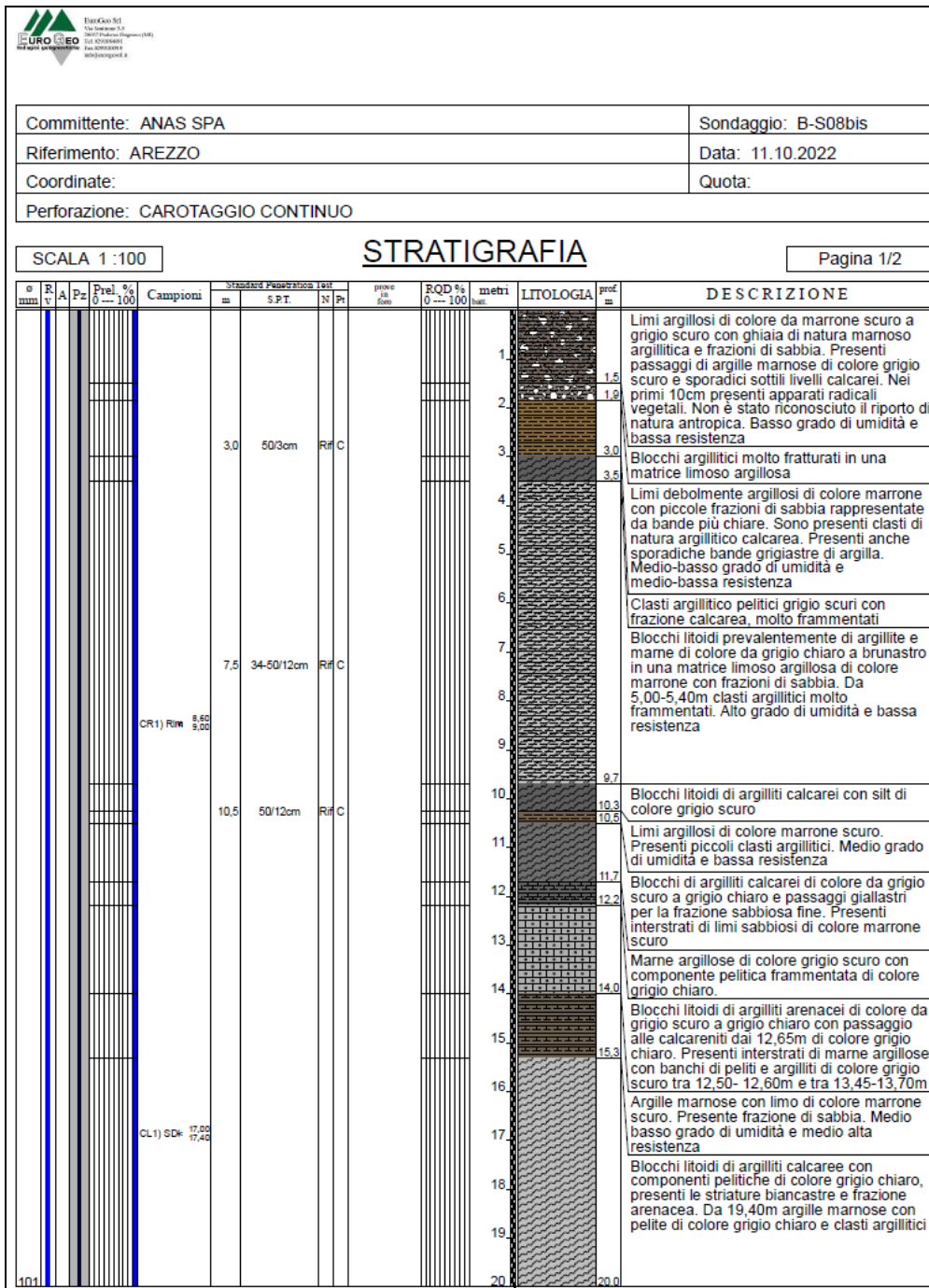


Figura 7-40 Sezione sismica BSISM 05

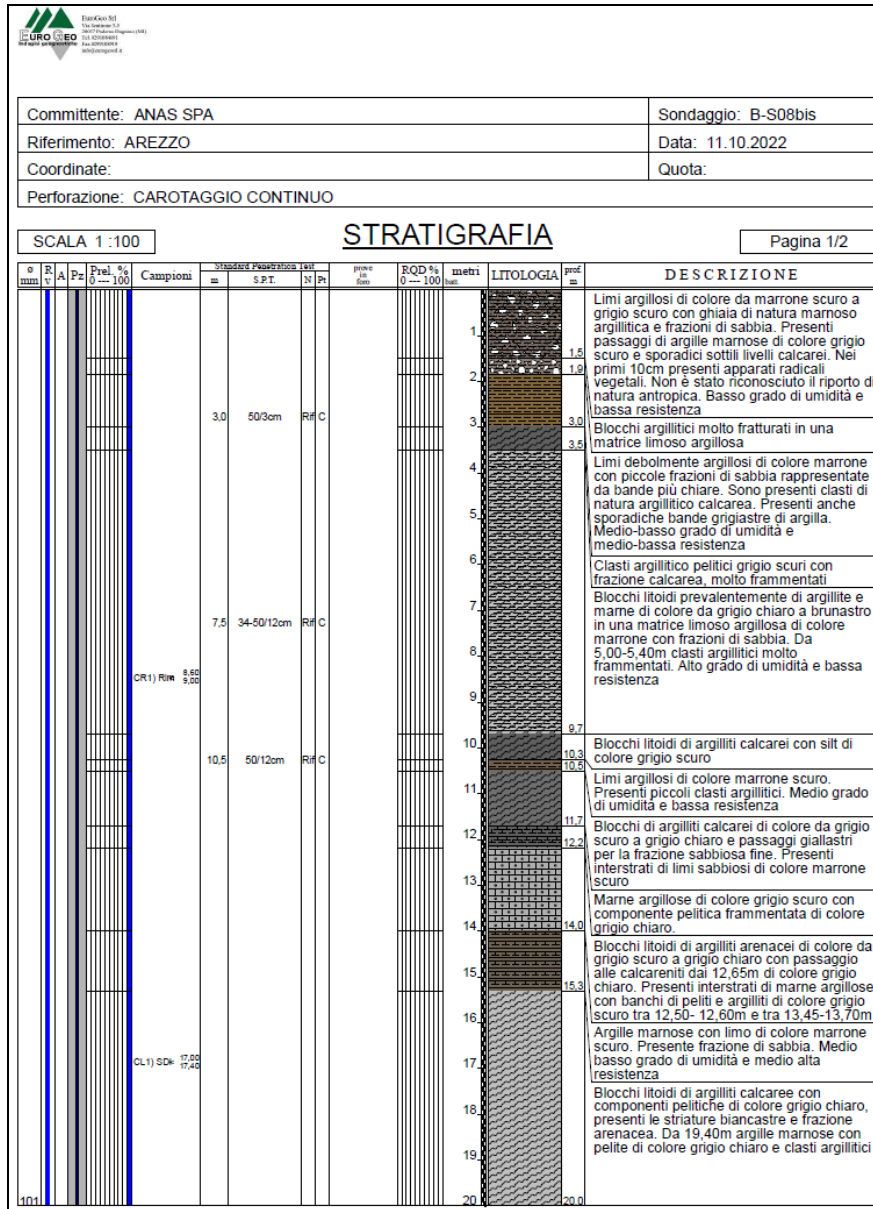
PROGETTAZIONE ATI:



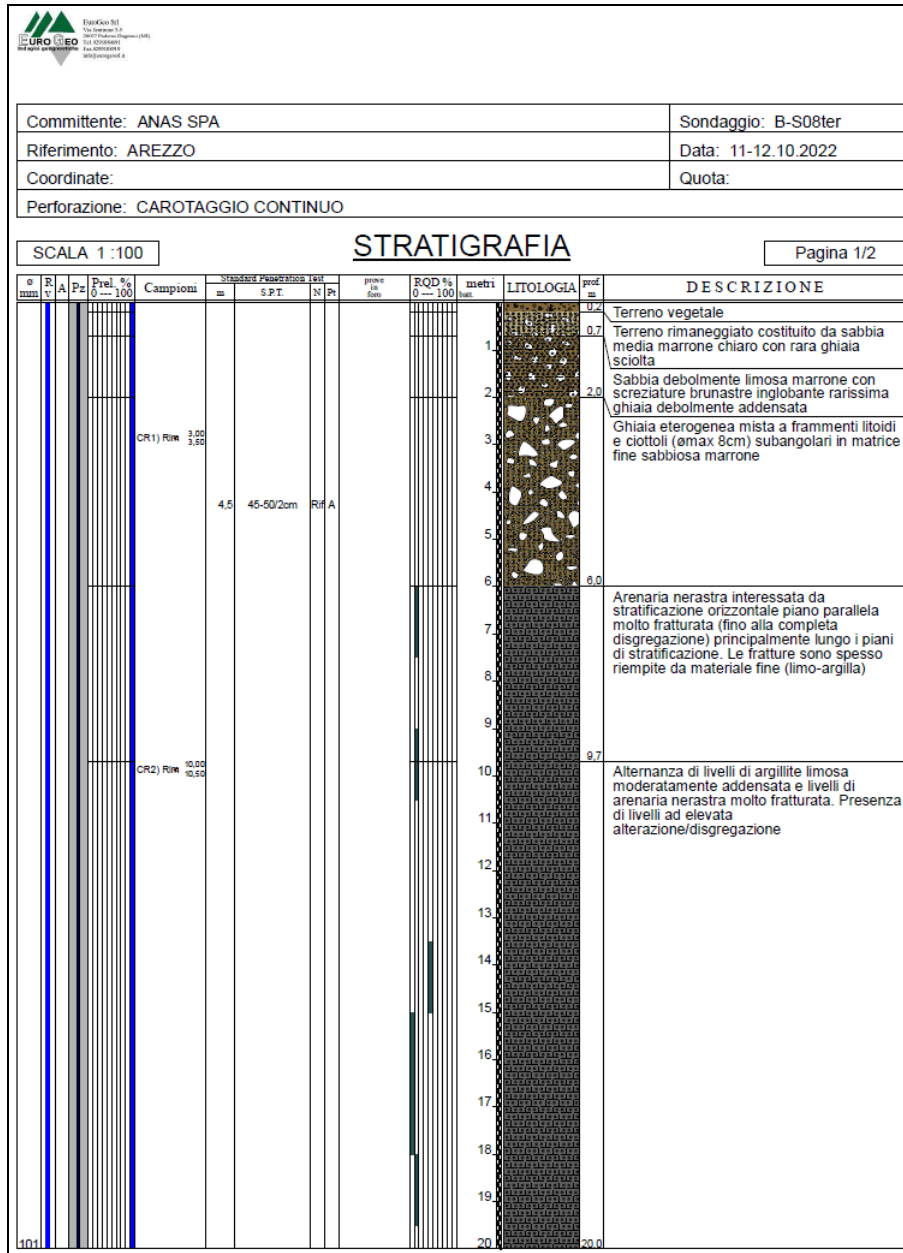
PROGETTAZIONE ATI:



PROGETTAZIONE ATI:



PROGETTAZIONE ATI:



PROGETTAZIONE ATI:

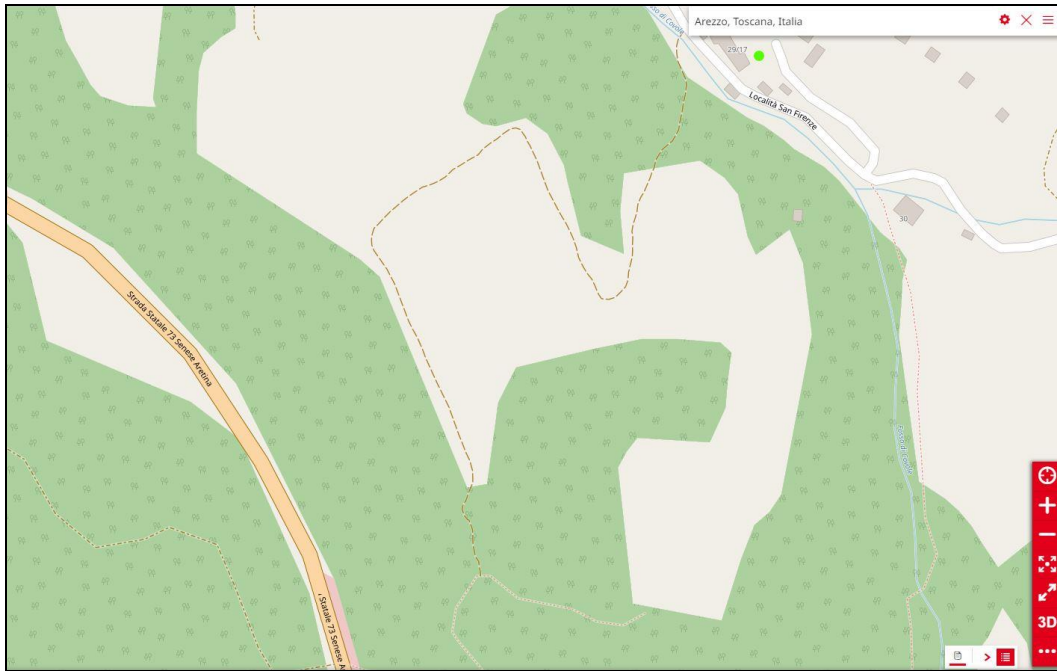


Figura 7-41 Schermata Web-GIS Lamma; non sono presenti punti di misura.

Frana 7

Si tratta di un fenomeno quiescente con cinematica indeterminata che intercetta il tracciato di progetto tra le pk. 4+100 e 4+150 circa. Nella foto a sinistra la nicchia di frana. A destra, una panoramica del dissesto. Il dissesto è stato investigato con il sondaggio B_S09bis e B_PZ06. Il progetto prevede la realizzazione di una paratia berlinese con tiranti passivi.

Nella tabella che segue si riassumono le principali caratteristiche geometriche del corpo di frana :

quota max (m s.l.m.)	quota min (m s.l.m.)	dislivello (m)	lunghezza massima (m)	larghezza massima (m)	lunghezza tracciato coinvolto (m)	distanza min dall'asse di progetto (m)	Spessore max dissesto in area tracciato (m)
415	329	86	428	110	57	-	7

PROGETTAZIONE ATI:

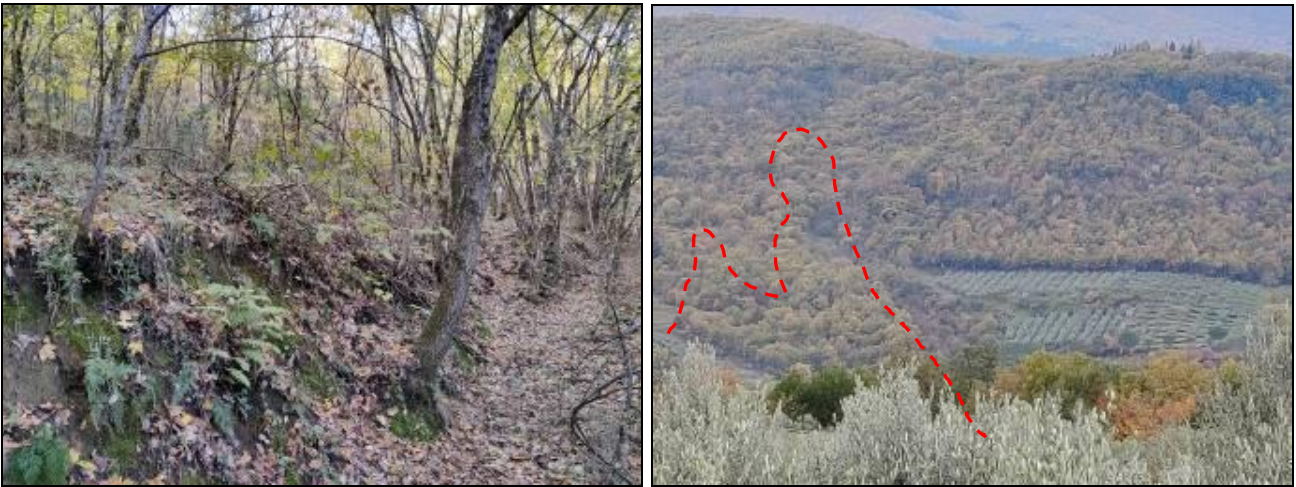


Figura 7-42 Nella foto di sinistra il settore di nicchia della frana. Nella foto di destra è stata riportata l'estensione del dissesto sull'intero pendio, ripreso dal versante opposto.

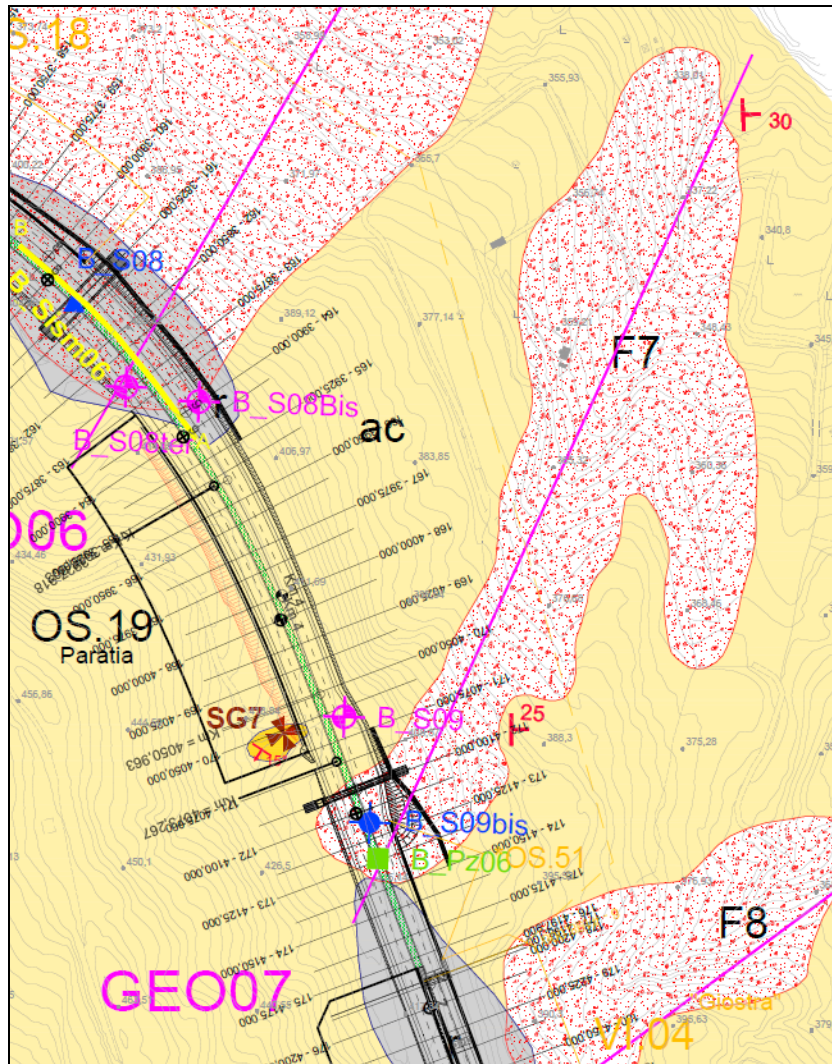


Figura 7-43 Stralcio carta geologica con perimetrazione frana 7

PROGETTAZIONE ATI:

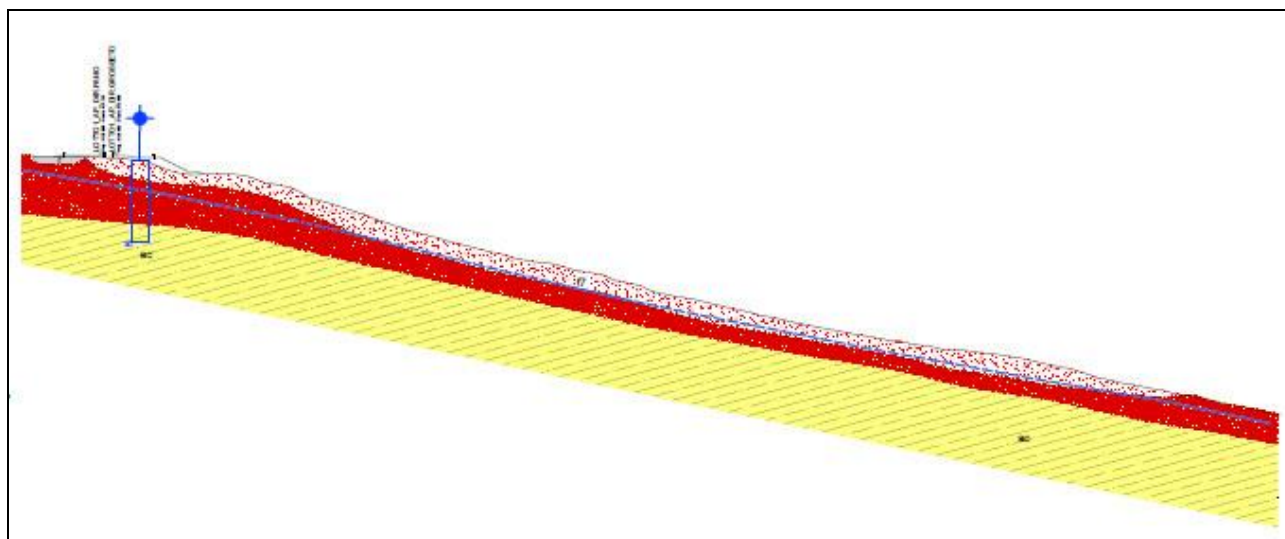
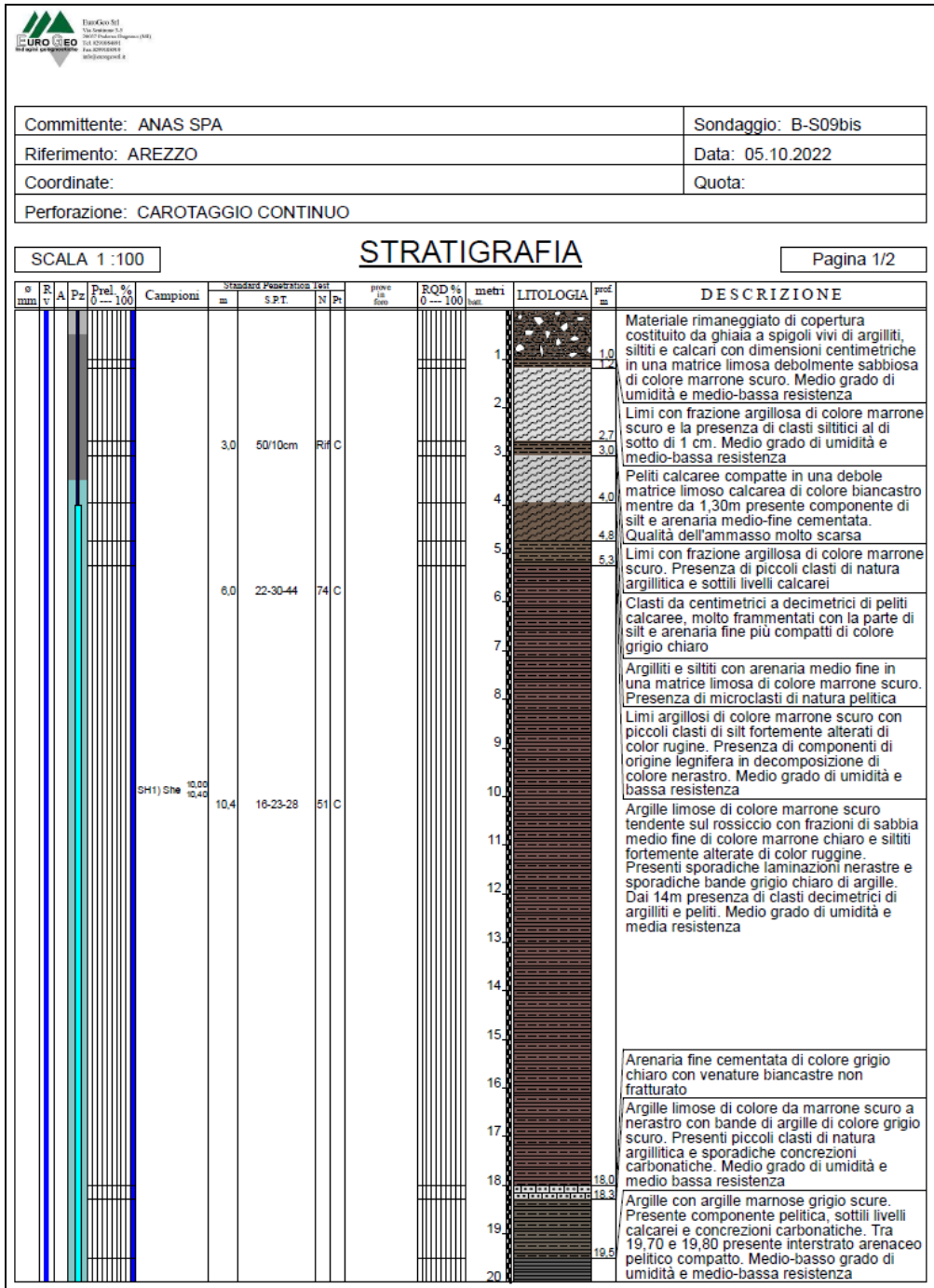


Figura 7-44 Sezione stratigrafica perpendicolare ai tracciat

PROGETTAZIONE ATI:



PROGETTAZIONE ATI:

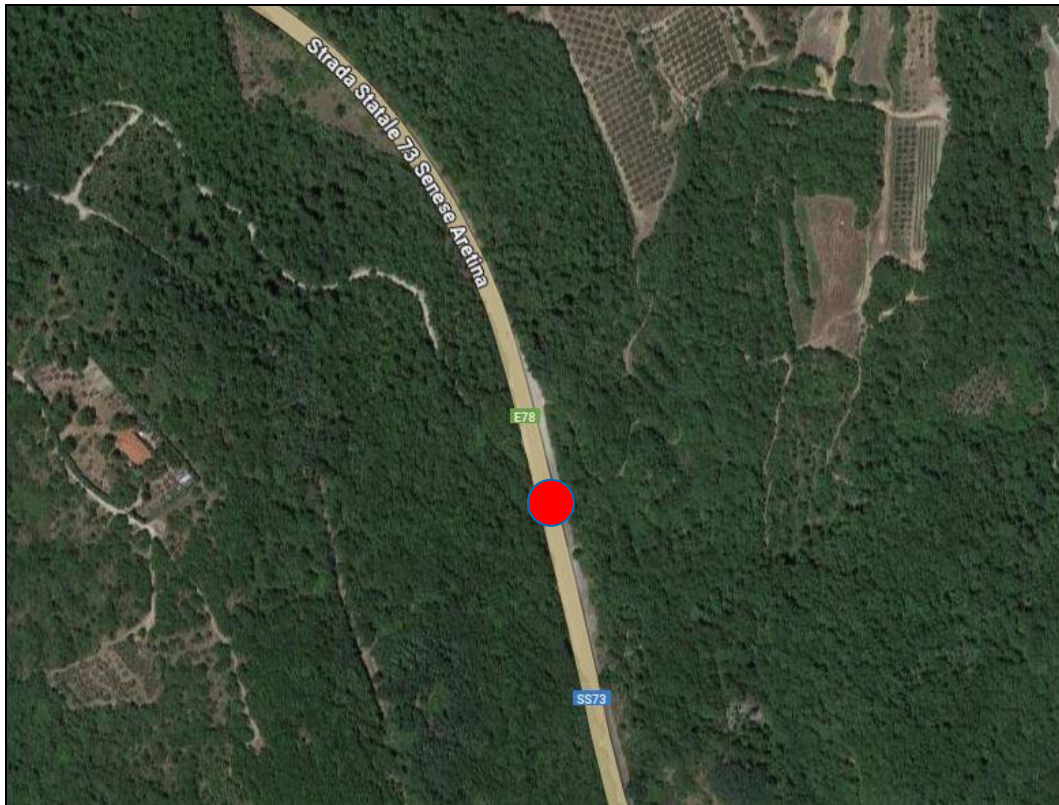


Figura 7-45 Ripresa satellitare con ubicazione punto MPHU48T

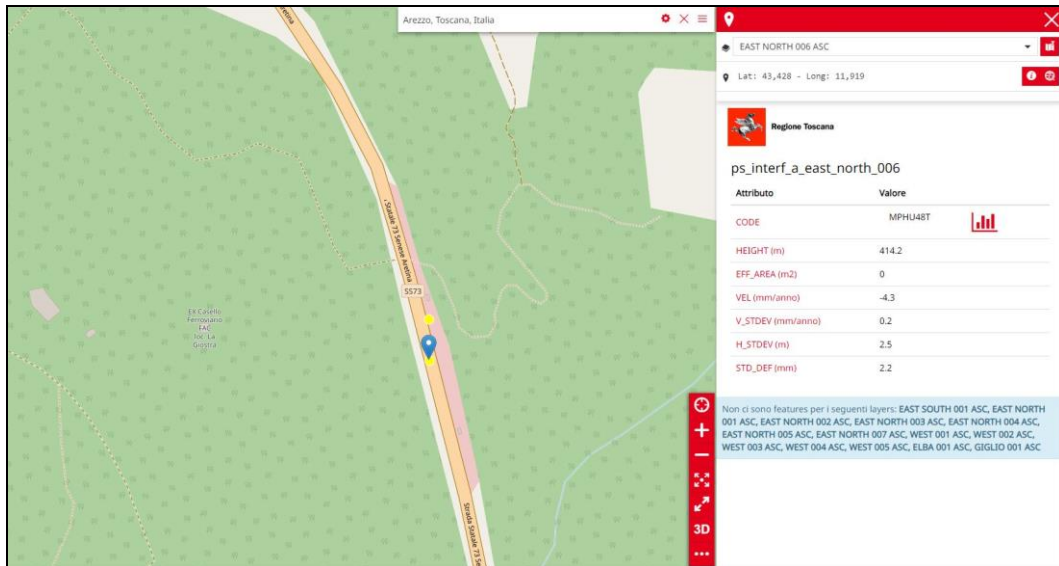


Figura 7-46 Schermata punto MPHU48T

PROGETTAZIONE ATI:

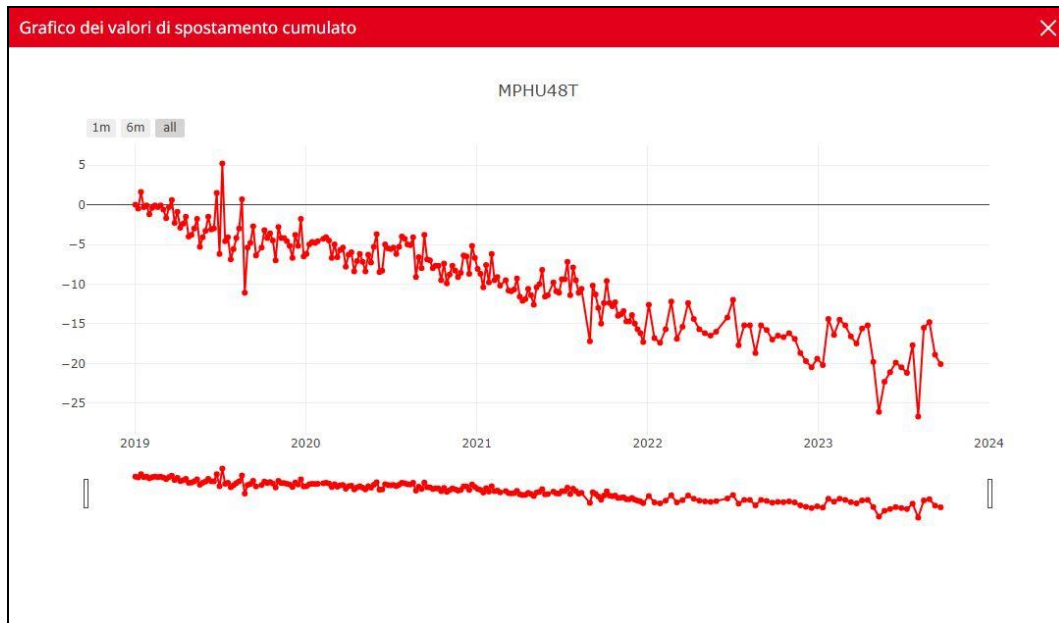


Figura 7-47 Grafico spostamento cumulativo punto MPHU48T

Il punto mostra velocità di spostamento pari $-4,3$ mm/anno mostrando una costante tendenza all'abbassamento.

PROGETTAZIONE ATI:

Frana 8

Il fenomeno, con cinematica indeterminata, mostra segni di attività. La nicchia lambisce la base del rilevato stradale esistente. Nella foto a sinistra la nicchia di frana. A destra, fenomeni di erosione concentrata nella zona di testata. Nella foto in basso, una panoramica del dissesto



Figura 7-48 In alto a sinistra visibile la zona di nocchia; in alto a destra fenomeni di erosione concentrata sviluppatasi nel settore di testata. Nella foto bassa è stata riportata l'estensione del dissesto sull'intero pendio, ripreso dal versante opposto.

PROGETTAZIONE ATI:

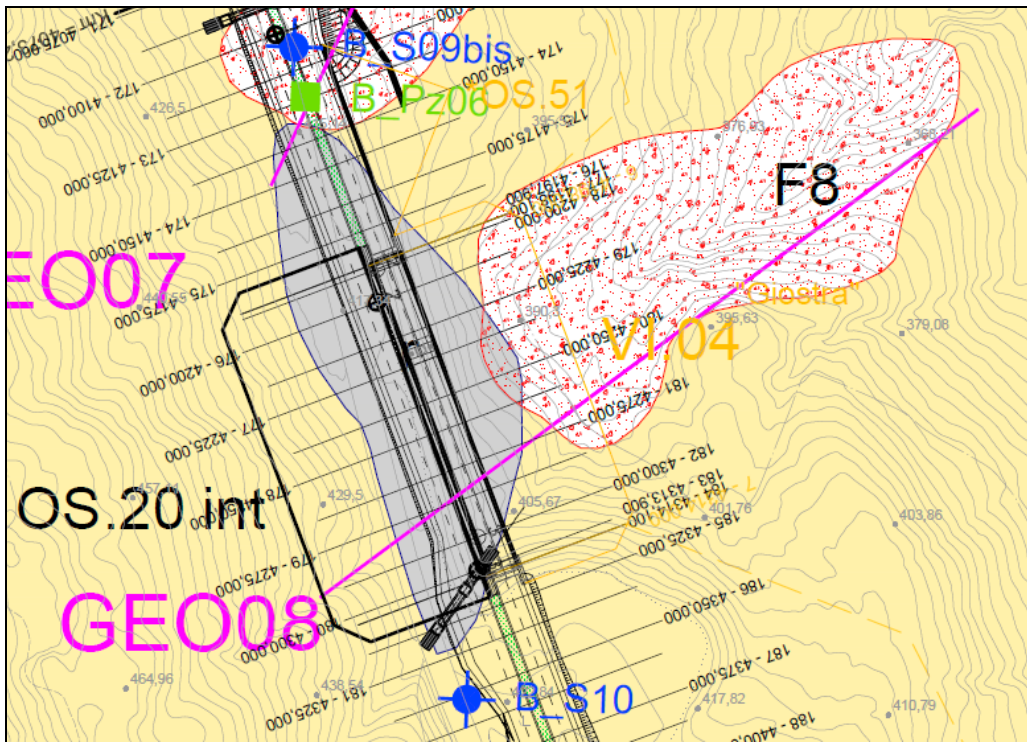


Figura 7-49 Stralcio carta geologica con perimetrazione frana 8

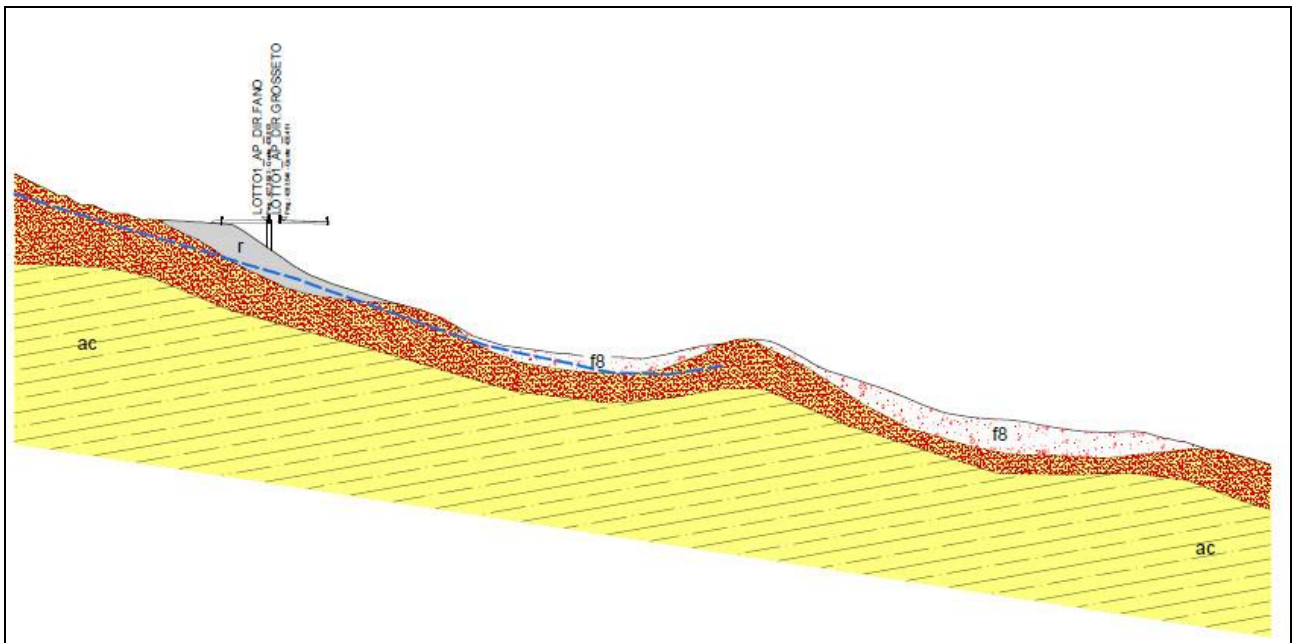


Figura 7-50 Sezione stratigrafica perpendicolare al tracciato

PROGETTAZIONE ATI:

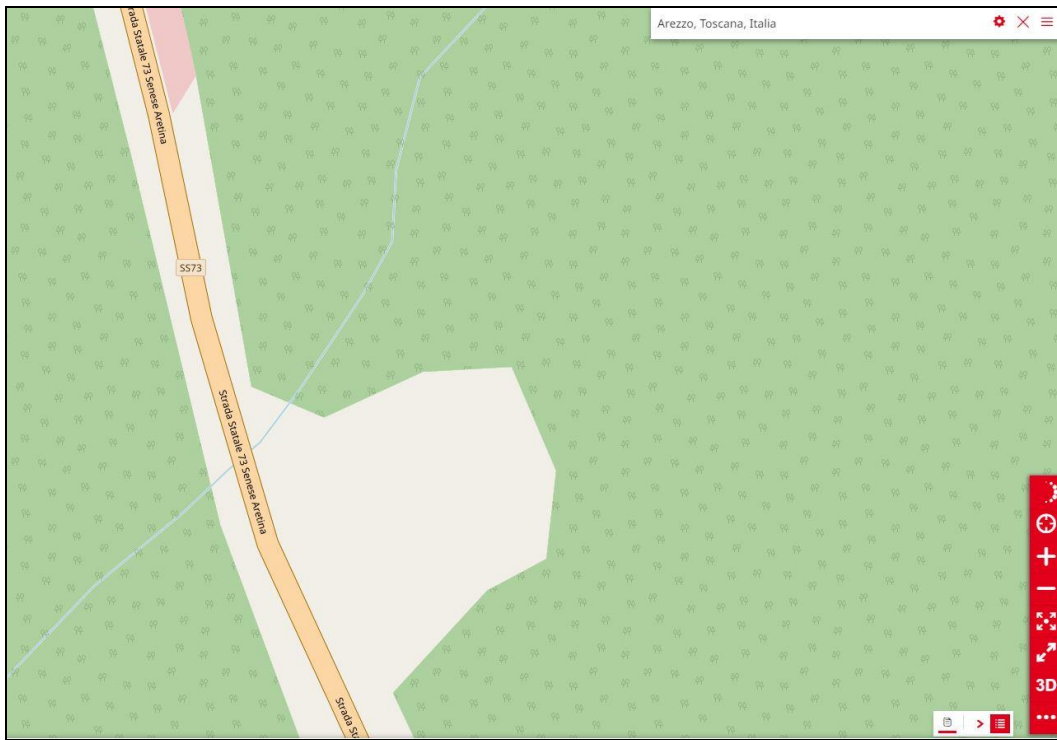


Figura 7-51 Schermata Web-GIS Lamma; non sono presenti punti di misura.

Frana 9

Si tratta di un fenomeno attivo con cinematica indeterminata che non intercetta il tracciato di progetto, ma la cui nicchia di distacco è situata 70 m a valle della strada esistente. Il rilevamento di terreno ha permesso di classificarlo come attivo. Nella foto una panoramica del dissesto.



Figura 7-52 Estensione del dissesto ripreso dal versante opposto.

PROGETTAZIONE ATI:

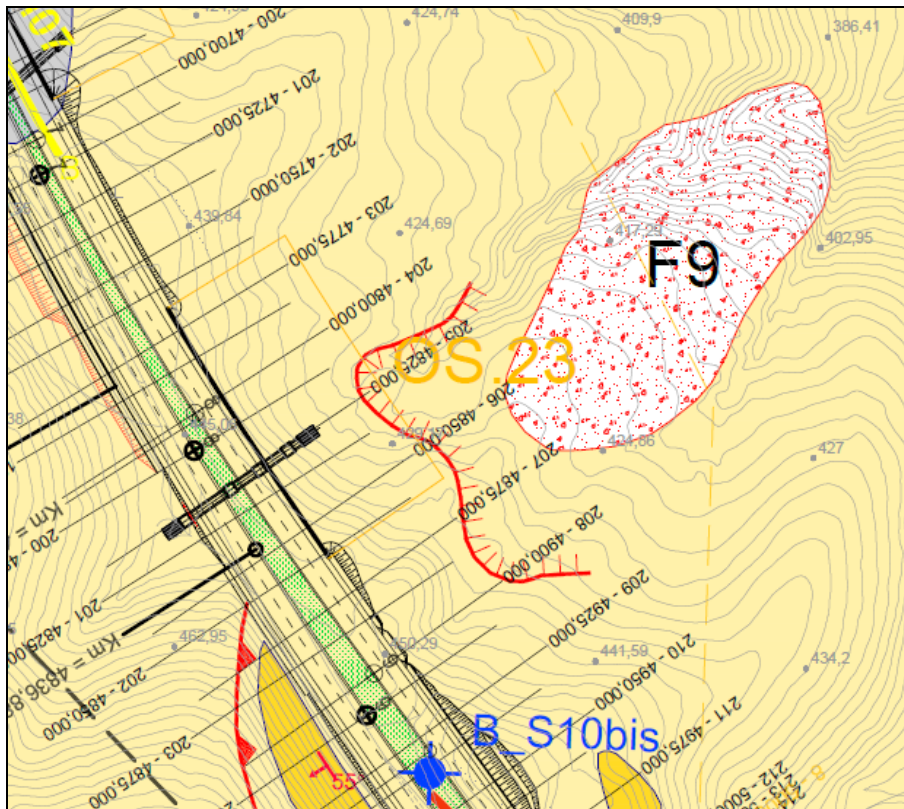


Figura 7-53 Stralcio carta geologica con perimetrazione frana 9

Frana 10

Il fenomeno non intercetta l'opera in progetto e si presenta come frana relitta stabilizzata. Il rilevamento di terreno ha permesso di classificarlo come quiescente. Nelle foto, due panoramiche del dissesto.



Figura 7-54 In sinistra foto panoramica dell'area interessata dal dissesto; in destra è stata riportata l'estensione del dissesto sull'intero pendio, ripreso dal versante opposto.

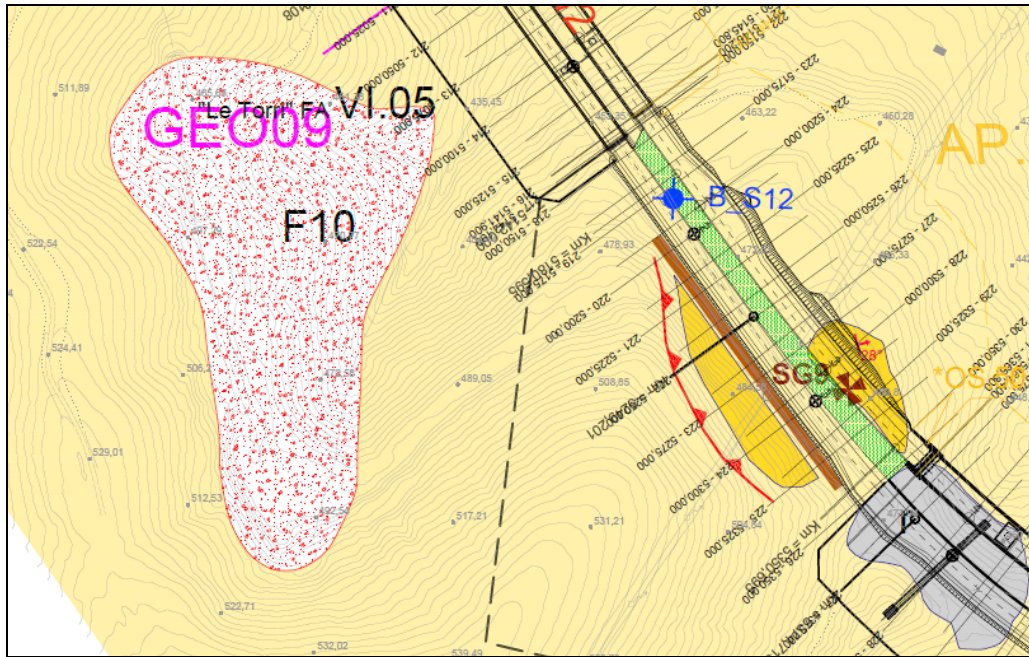


Figura 7-55 Stralcio carta geologica con perimetrazione frana 10

Frana 11

Il fenomeno viene censito dal PAI, con forma differente, ed indicato come area a franosità diffusa ad elevata pericolosità (P4) che intercetta il tracciato tra le pk 5+500 e 5+650 circa. Il rilevamento di terreno ha permesso di classificarlo come attivo. Nella foto a sinistra, il fianco destro del dissesto. Nella foto a destra, una panoramica dello stesso.

Il progetto prevede la realizzazione di una paratia berlinese con tiranti passivi.

Nella tabella che segue si riassumono le principali caratteristiche geometriche del corpo di frana :

quota max (m s.l.m.)	quota min (m s.l.m.)	dislivello (m)	lunghezza massima (m)	larghezza massima (m)	lunghezza tracciato coinvolto (m)	distanza min dall'asse di progetto (m)	Spessore max dissesto in area tracciato (m)
510	386	124	680	135	134	-	1 su riporti su 3 frana

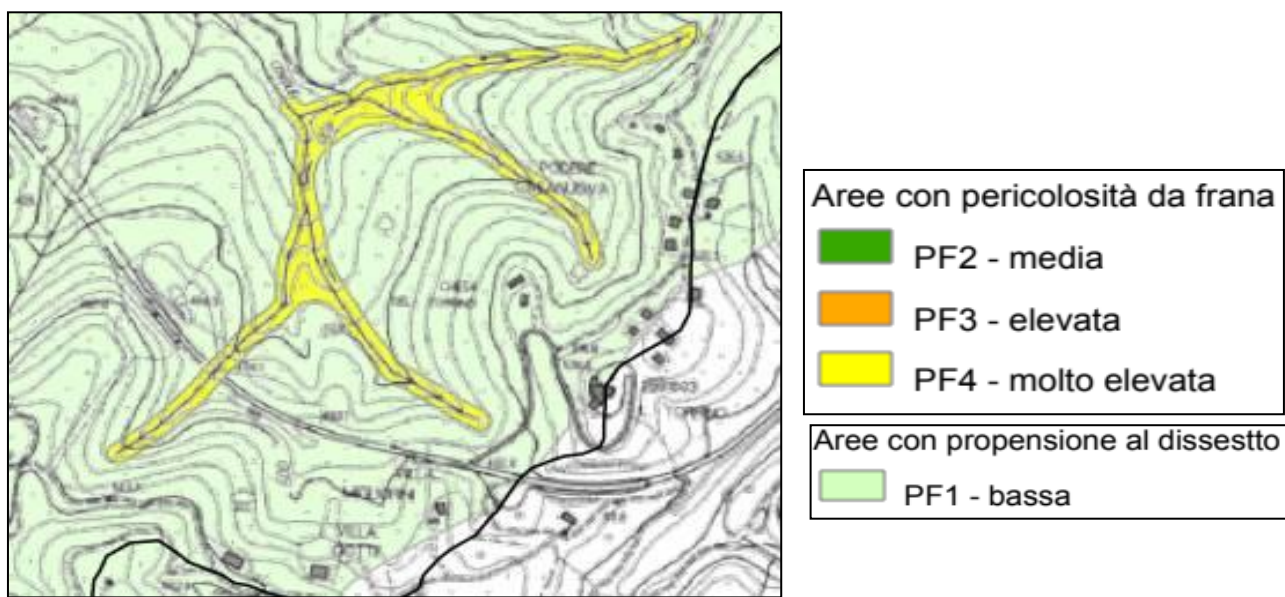


Figura 7-56 Stralcio carta della pericolosità del Pai



Figura 7-57 In sinistra foto panoramica della zona di nicchia; in destra è stata riportata l'estensione del dissesto sull'intero pendio, ripreso dal versante opposto.

PROGETTAZIONE ATI:

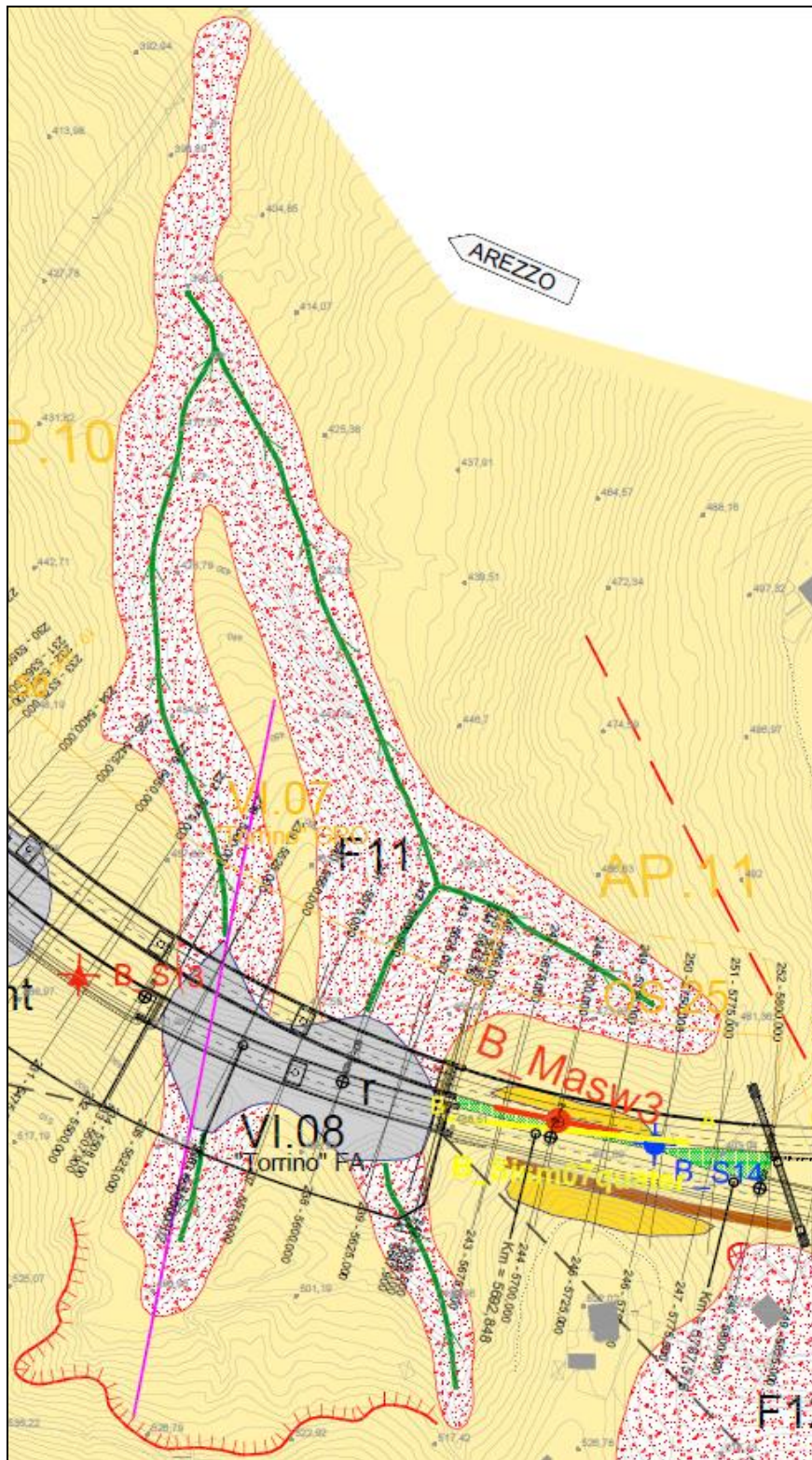


Figura 7-58 Stralcio carta geologica con perimetrazione frana 11

PROGETTAZIONE ATI:

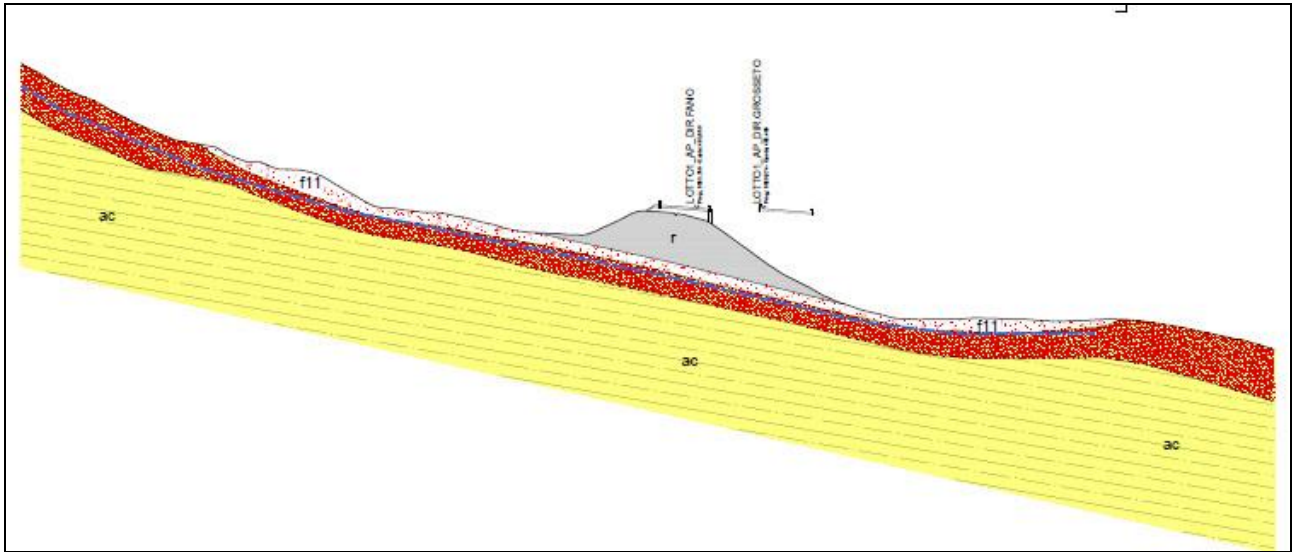


Figura 7-59 Sezione stratigrafica perpendicolare al tracciato

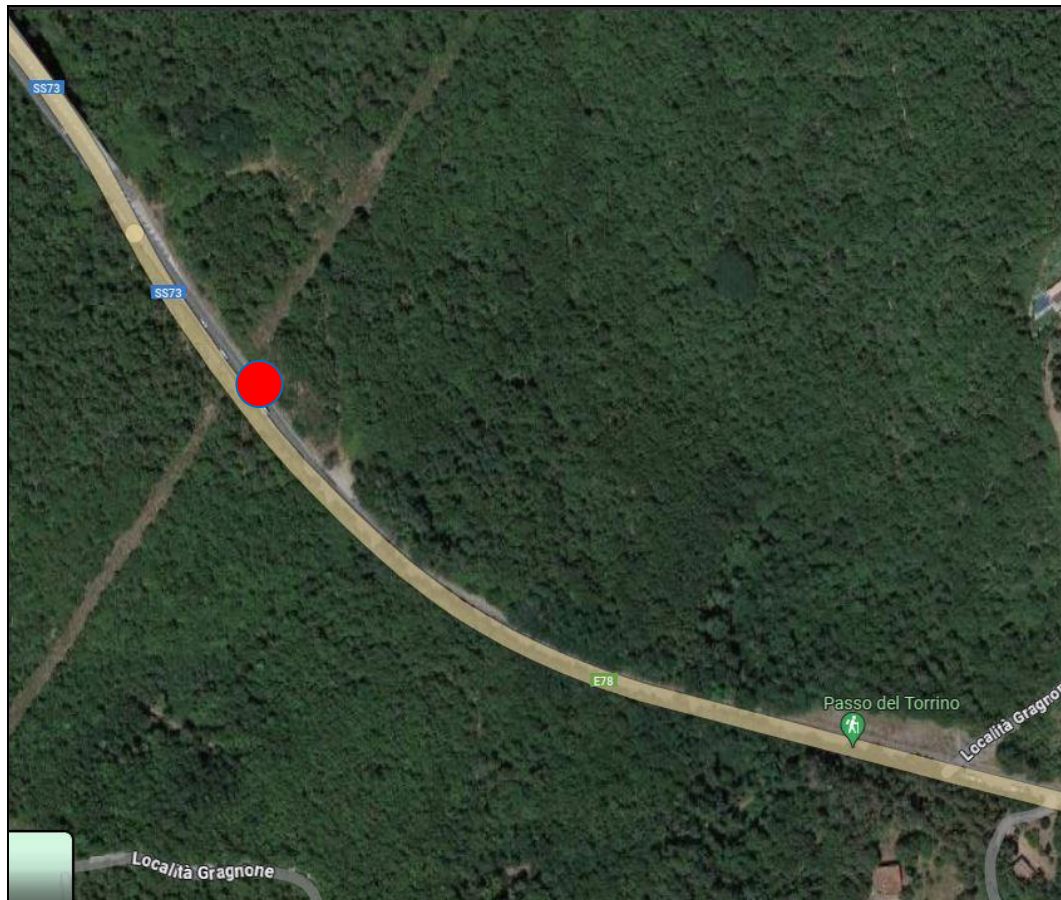


Figura 7-60 Ripresa satellitare con ubicazione punto MQPW6Y5

PROGETTAZIONE ATI:

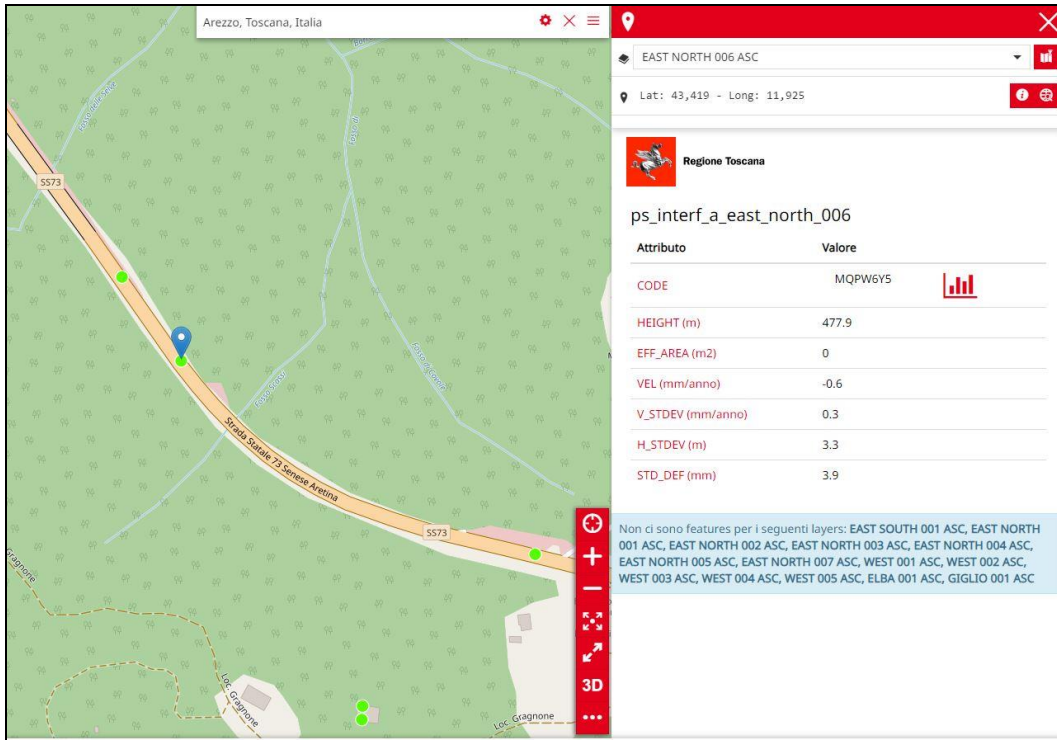


Figura 7-46 Schermata punto MQPW6Y5

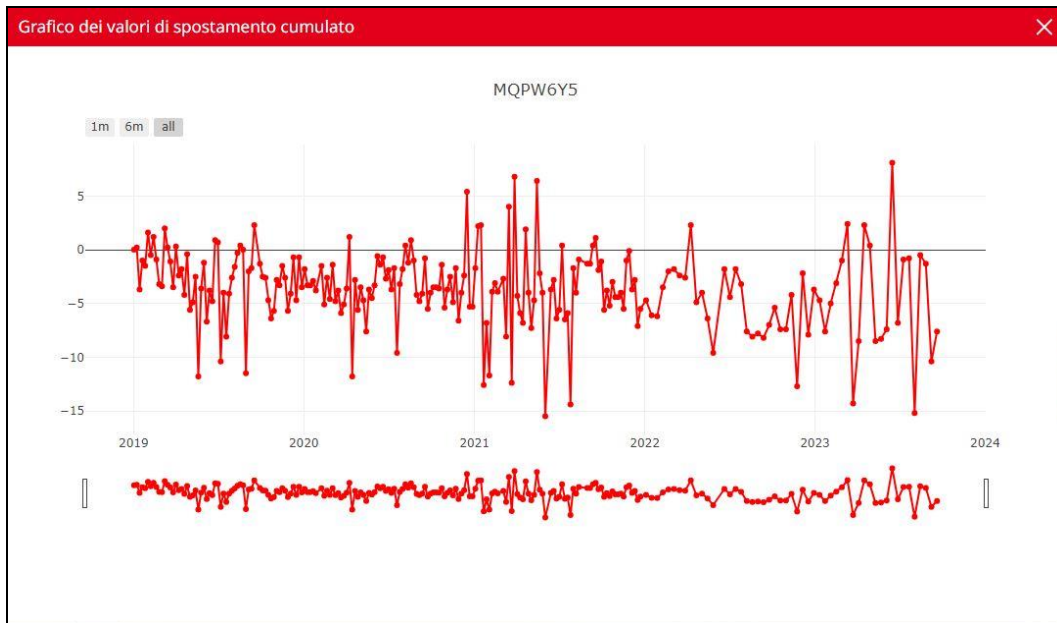


Figura 7-47 Grafico spostamento cumulativo punto MQPW6Y5

Il punto mostra velocità di spostamento pari -4,3 mm/anno non mostrando generali tendenze all'abbassamento.

PROGETTAZIONE ATI:

Frana 12

Il fenomeno, attivo, si sviluppa a monte dell'asse di progetto, senza attualmente intercettarlo, in corrispondenza delle pk. 5+800 e 5+850 circa. Nella foto a sinistra, il corpo di frana. Nella foto a destra, il fianco sinistro della frana.



Figura 7-48 In sinistra foto panoramica del corpo di frana su cui si sviluppa una strada vicinale; in destra panoramica del fianco sinistro del dissesto.

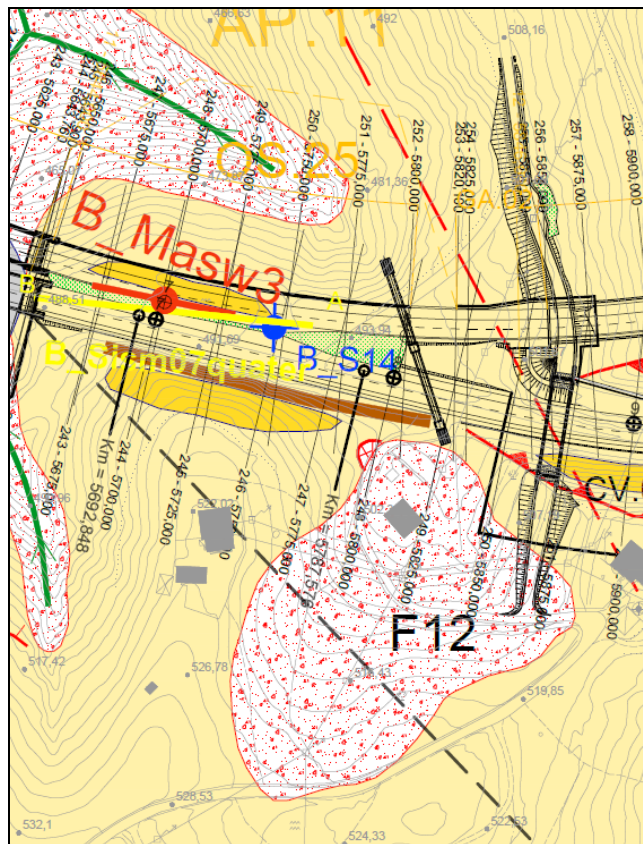


Figura 7-49 Stralcio carta geologica con perimetrazione frana 12

PROGETTAZIONE ATI:

Frana 13

Il fenomeno si presenta attivo con cinematica indeterminata, ma è situato a distanza di sicurezza dal tracciato di progetto. Nella foto, il piede della frana.



Figura 7-50 Ripresa fotografica della zona di piede.

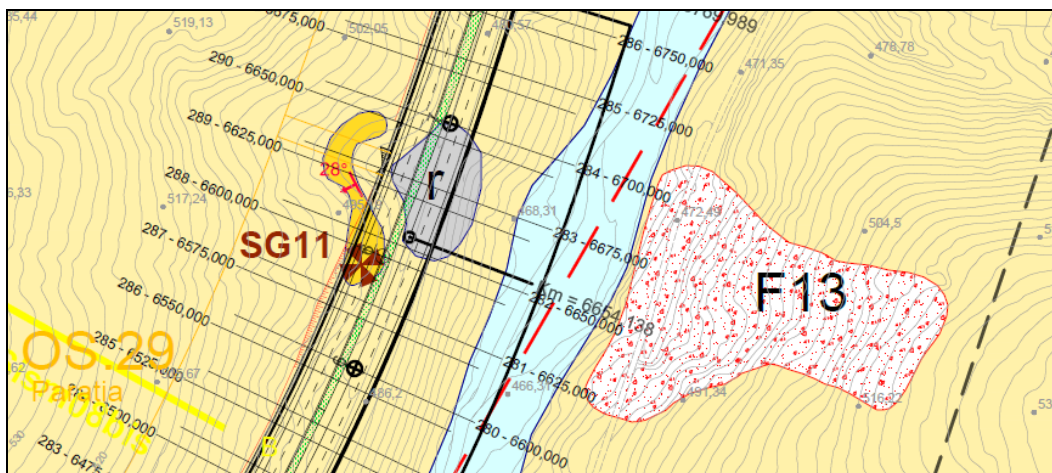


Figura 7-51 Stralcio carta geologica con perimetrazione frana 13

Frana 14

Si tratta di un fenomeno complesso attivo situato a distanza di sicurezza dal tracciato principale di progetto ma posto in aderenza di una viabilità secondaria. Nella foto, il corpo di frana. Il progetto prevede la realizzazione di una paratia berlinese con tiranti passivi.

Nella tabella che segue si riassumono le principali caratteristiche geometriche del corpo di frana :

PROGETTAZIONE ATI:

quota max (m s.l.m.)	quota min (m s.l.m.)	dislivello (m)	lunghezza massima (m)	larghezza massima (m)	lunghezza tracciato coinvolto (m)	distanza min dall'asse di progetto (m)	Spessore max dissesto in area tracciato (m)
506	456	50	130	125	-	5	Il dissesto lambisce il tracciato



Figura 7-52 Panoramica del dissesto rilevato.

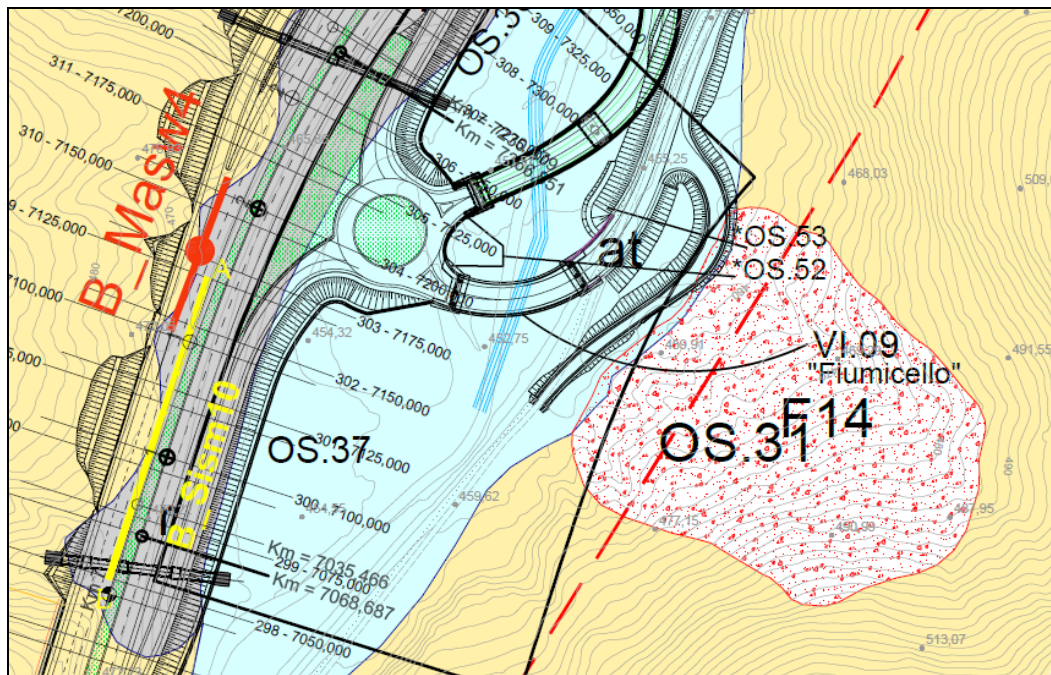


Figura 7-53 Stralcio carta geologica con perimetrazione frana 14

PROGETTAZIONE ATI:

Frana 15

Si tratta di un fenomeno complesso attivo situato a monte del tracciato, presso la pk-. 7+900, ad una distanza di circa 560 m.



Figura 7-54 Panoramica dissesto F15.

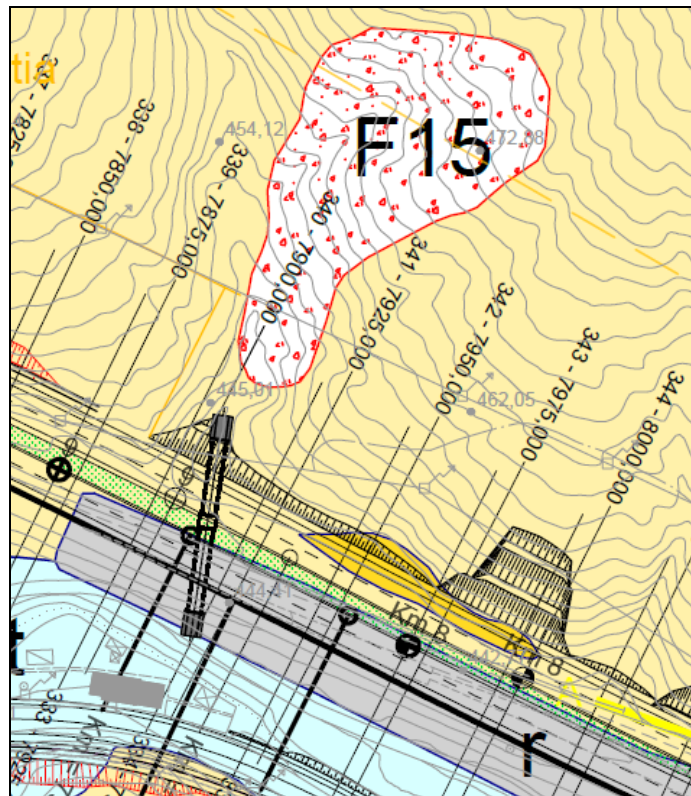


Figura 7-55 Stralcio carta geologica con perimetrazione frana 15

PROGETTAZIONE ATI:

Frana 16

Fenomeno quiescente, con cinematica indeterminata, situato ad una distanza di circa 100 m dal tracciato. Nella foto, il corpo di frana.



Figura 7-56 Zona di piede della frana 16.

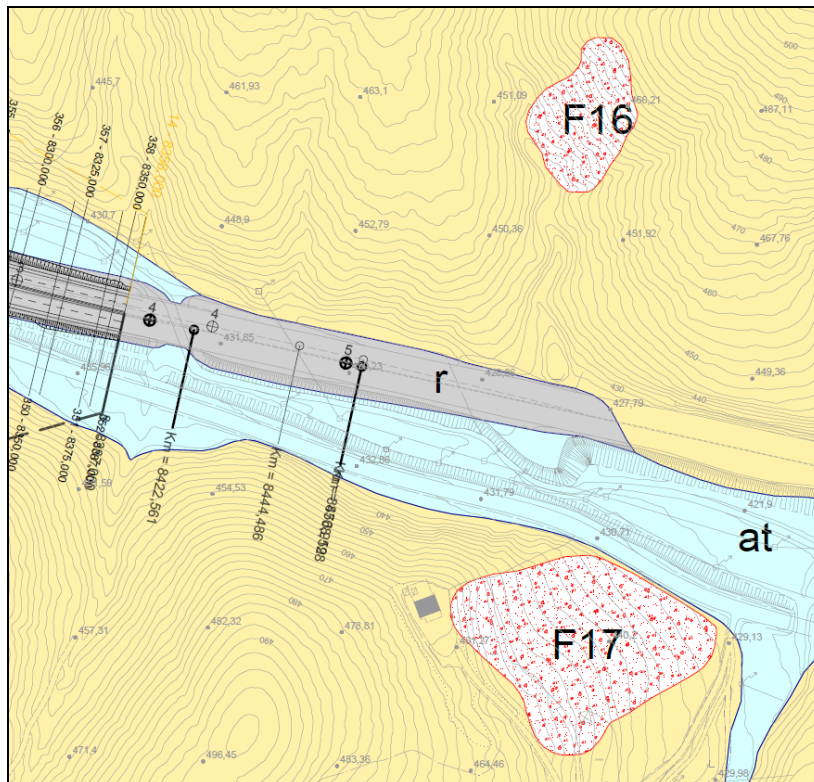


Figura 7-57 Stralcio carta geologica con perimetrazione frana 16

PROGETTAZIONE ATI:

Frana 17

Si tratta di una frana stabilizzata con gradoni situata a notevole distanza dal tracciato di progetto



Figura 7-58 Panoramica corpo frana attualmente stabilizzato.

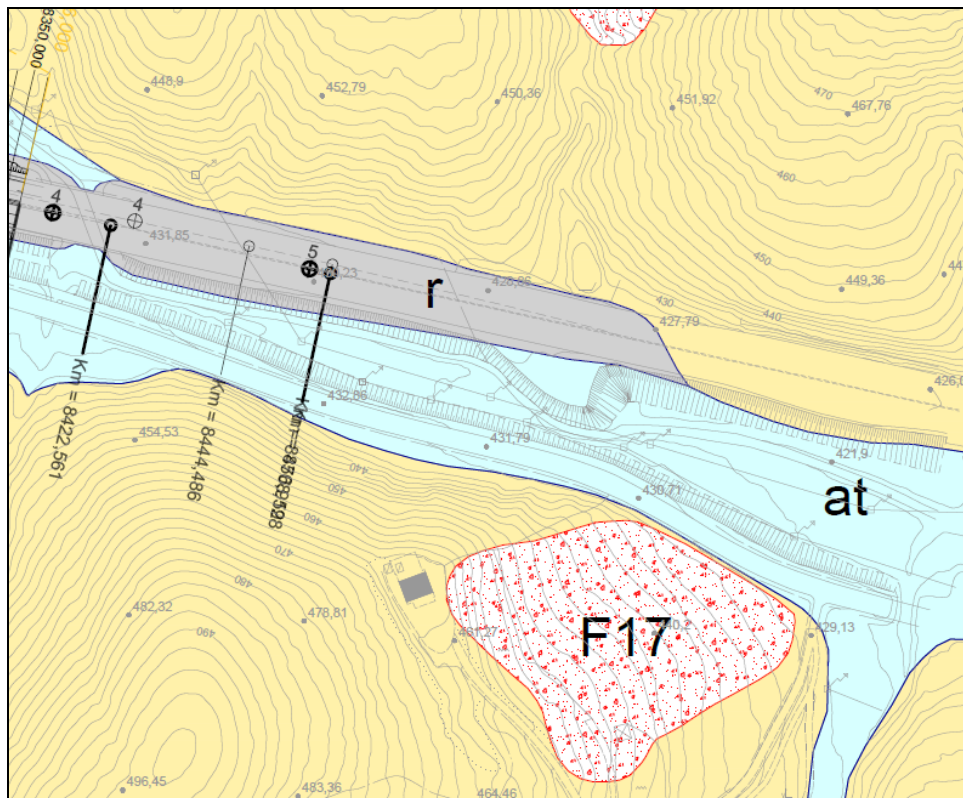


Figura 7-59 Stralcio carta geologica con perimetrazione frana 17

PROGETTAZIONE ATI:

7.1. PRINCIPALI MORFOTIPI RICONOSCIUTI

Oltre alle frane sopra descritte, nell'ambito del corridoio di analisi geologica sono stati riconosciuti i morfotipi descritti nel seguito e cartografati sulle planimetrie geomorfologiche allegate.

In linea generale si tratta di: Orli di scarpata di frana, Orli di degradazione e forme di ruscellamento concentrato.

- Orli di scarpata di frana: rappresentano la linea di distacco situata nella parte sommitale del dissesto ed assume forme e caratteristiche differenti in funzione della tipologia del fenomeno franoso.
- Orli di degradazione: si tratta della linea superiore della scarpata naturale prodotta nell'azione in cui l'erosione agisce in una zona di contatto fra due formazioni rocciose con diverso grado di disgregabilità, che morfologicamente si produce una discontinuità nella topografia.
- Forme di ruscellamento concentrato: si tratta di forme derivanti dalle acque di precipitazione che tendono a concentrarsi in canali effimeri (rills) di scorrimento preferenziale, formando lungo il pendio rivoli a regime intermittente, che tendono sempre più ad approfondirsi e subiscono continue modificazioni nel tempo e nello spazio. Il progressivo approfondirsi dei rivoli, con il graduale aumento della concentrazione dell'acqua entro linee preferenziali, determina un ulteriore incremento del potere erosivo delle acque dilavanti.

8. LINEAMENTI IDROGEOLOGICI

Le formazioni geologiche affioranti nell'area in esame possiedono caratteristiche idrogeologiche alquanto diverse. Alla permeabilità primaria dei depositi alluvionali si contrappone la permeabilità di tipo secondario mostrata dalle formazioni flyshioidi.

La permeabilità come sopra definita ha significato puramente qualitativo e si basa su considerazioni dettate dall'esperienza. In questi terreni valutazioni di carattere quantitativo si potranno ottenere prevalentemente con prove in situ.

La falda presente nella pianura di Arezzo trae la sua alimentazione dalla fascia pedecollinare e defluisce in direzione del canale maestro della Chiana.

Gli acquiferi presenti nell'area possono essere divisi in due tipologie principali:

- **Acquiferi permeabili per porosità:**
A questa categoria appartengono i sedimenti granulari non consolidati che vanno dalle sabbie alle ghiaie e ai ciottoli. Hanno una elevata porosità primaria e quindi possono immagazzinare buone percentuali d'acqua, sino al 40% del volume; la loro permeabilità aumenta con le dimensioni dei granuli. Si tratta di sedimenti marini o continentali (fluviolacustri e fluviali) che hanno un'età dal Miocene. Sono costituiti da ghiaie e sabbie la cui permeabilità varia in funzione della percentuale di limo e argilla.
I sedimenti alluvionali sono in genere ben alimentati, sia dall'infiltrazione delle acque di pioggia sia dagli alvei fluviali; in qualche caso usufruiscono anche della ricarica laterale e profonda delle rocce incassanti.
Nelle pianure alluvionali si trovano le falde idriche più importanti e quindi più sfruttate. Ciò dipende da vari fattori: oltre alla buona permeabilità dei sedimenti alluvionali sono fattori importanti la produttività delle falde idriche e la loro facile captazione con pozzi generalmente poco profondi ed ubicati nelle zone stesse di utilizzazione.

PROGETTAZIONE ATI:

Sistemi acquiferi liberi in alluvioni da grossolane a medie, od in materiali fortemente alterati e/o risedimentati, privi di efficace protezione in superficie e, talora, soggiacenti ad agglomerati di centri di pericolo (urbanizzato) sono caratterizzati da una classe di vulnerabilità generalmente molto elevata che diminuisce fino ad una classe alta in funzione della presenza di una copertura superficiale da scarsamente permeabile a tratti impermeabile.

La soggiacenza della falda nei settori di piana alluvionale e variabile da pochi metri a profondità intorno ai 10 m dal p.c..

- **Acquiferi permeabili per fratturazione:**

La seconda categoria di acquiferi è quella delle rocce consolidate, solitamente di età anteriore al Miocene, nelle quali l'acqua circola per gravità in corrispondenza di una rete di discontinuità formatasi successivamente al consolidamento della roccia: in genere si tratta di fratture originate dai movimenti tettonici o da processi di alterazione. Tali condizioni si verificano più frequentemente nei litotipi maggiormente cementati di arenaria, calcarenite e calcirudite, mentre sono rare nei litotipi pelitici, marne argillose e argilloscisti, ancorché compatti, a causa della maggior presenza di materiali di riempimento.

Nel complesso questi depositi sono caratterizzati da una permeabilità medio-bassa.

Questi sistemi acquiferi sono caratterizzati da un grado di vulnerabilità variabile da media a bassa a seconda dello stato di fratturazione e della percentuale di materiali marnosi presenti. In genere, questi complessi non sono molto produttivi a parità di alimentazione ma possono dare risposte di accumulo di inquinanti quando si trovano nel sottosuolo di agglomerati di centri di pericolo o vengono impegnati da scarichi industriali e discariche.

8.1. CENSIMENTO POZZI

Nell'ambito del lavoro è stata eseguita una ricerca di tutti i pozzi presenti nel corridoio di progetto. I pozzi identificati sono quelli presenti nella Banca dati Sottosuolo e Risorsa Idrica (BDSRI) della Regione Toscana che si pone l'obiettivo di omogenizzare un'ampia tipologia di basi dati che riguardano il sottosuolo e la risorsa idrica rappresentati principalmente dai pozzi e dalle stratigrafie. La BDSRI ad oggi raccoglie ed omogeneizza i dati su pozzi e derivazioni per i quali è stato fatto richiesta di concessioni e/o autorizzazioni dalle ex Amministrazioni provinciali. Oltre ai pozzi delle 10 Province toscane e del Circondario Empolese-Valdelsa, sono presenti i dati sulle sorgenti (sempre da fonte Provinciale) e i piezometri (fonte Centro Funzionale Regionale e AdB regionali). Dal database sono state estratte le principali informazioni disponibili sui presenti nel database e ricadenti in un corridoio di circa 50 metri a cavallo dell'asse di progetto. e quindi potenzialmente interferenti con il tracciato. Nelle tabelle che seguono sono state schematizzate le seguenti informazioni, ove disponibili:

- Identificativo del pozzo
- Profondità della perforazione
- Portata di esercizio
- Stato di attività
- Livello statico dell'acqua

ID Pozzo	Prof. (m)	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Portata di eserc. (l/s)	Quota s.l.m. (m)	Stato di attività
10040368	5				259	Attivo continuo
10003486	8			0,2	260	Attivo continuo
10003380	30	16		0,5	260	Attivo continuo
10003430	7			0,17	259	Attivo continuo
10001268	5				260	Attivo continuo
10040371	30				260	Attivo continuo
10003477	11			0,17	260	Attivo continuo
10004344	8				260	Attivo continuo
10003413	10			10	260	Attivo continuo
10003398	30				260	Attivo continuo
21003133	29				260	n.d.
10004286	7				260	Attivo continuo
10004305	29	5	10	0,5	264	Attivo continuo
21003180	29				264	n.d.
10004373	28			0,3	262	Attivo continuo
10004332	24			0,5	266	Attivo continuo
10004297	8				267	Inattivo
10004351	10				267	Attivo continuo
10004328	6				267	Attivo continuo
10047528	70	12			274	Attivo continuo

PROGETTAZIONE ATI:

ID Pozzo	Prof. (m)	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Portata di eserc. (l/s)	Quota s.l.m. (m)	Stato di attività
10001290	26			0,05	276	Attivo continuo
10001177	10				279	Inattivo
10004341	20			0,5	278	Attivo continuo
10004265	18				278	Attivo continuo
10004338	25				278	Attivo continuo
10046621	110	30			279	Attivo continuo
10004281	25				281	Attivo continuo
10004326	30			0,7	270	Attivo continuo
10004315	35			0,7	270	Attivo continuo
10004316	50			0,8	270	Attivo continuo
10004334	28			0,8	270	Attivo continuo
10004329	78				285	Attivo continuo
10049558	100	18		1	280	Attivo
10004307	48				280	Attivo continuo
10004308	10				280	Inattivo
10004299	30			0,5	280	Attivo continuo
10046363					291	Chiuso
10003664	28				291	Attivo continuo
10001319	30				290	Attivo continuo
10004273	48			0,01	292	Attivo continuo
10004311	11				290	Inattivo
10004312	30			0,2	286	Attivo continuo
10003730	56			90	290	Attivo continuo
10003729	28			90	287	Attivo continuo
10040398	70	15			313	Attivo continuo
10003674	60				314	Inattivo
10003735	55				306	Attivo continuo
10003678	52				324	Attivo continuo
10040394	30				323	Attivo continuo
10045636					301	Attivo continuo
10004394	3				297	Inattivo
10040499	50				380	Attivo continuo
10040550	100	30			533	Attivo continuo
10004730	20			0,5	446	Attivo continuo
10040542					453	Attivo continuo

8.2. MONITORAGGIO PIEZOMETRICO (ULTIMA LETTURA 01-08-203)

I piezometri installati hanno consentito di valutare l'andamento di insieme delle circolazioni idriche sotterranee che, per alcune tratte, mostra una discreta continuità.

Il primo tratto, da inizio lotto fino alla pk. 1+650 circa, mostra la presenza di una falda continua che si sviluppa nell'ambito delle arenarie del Cervarola (ac) per poi raccordarsi con l'acquifero alluvionale della piana del T. Vignone (Piana di Arezzo). La soggiacenza varia tra 1 e 9 m circa.

Intorno alla pk. 2+600 circa sono presenti circolazioni idriche il cui livello piezometrico si attesta intorno ai 14 m dal p.c..

Tra le pk. 3+550 e 5+000 è stata rilevata la presenza di una falda superficiale la cui soggiacenza oscilla tra i 10 ed i 13 m dal p.c..

Tra il km 5+725 e 6+400 circa la piezometrica si attesta tra i 7 ed i 18 m dal p.c. in corrispondenza della carreggiata direzione Grosseto e tra i 7 e gli 11 m nella carreggiata opposta.

Il tratto finale, compreso tra le pk. 7+450 e 8+450, è invece caratterizzato da una falda superficiale la cui piezometrica mostra inizialmente una soggiacenza pari a circa 11,5 m che passa a circa 3.5-4.0 m verso fine lotto.

PROGETTAZIONE ATI:

Sondaggio	Data fine perforazione	EuroGeo										GPI	Pizzi Terra	Pizzi Terra	Pizzi Terra
		17/09/2022	22/09/2022	29/09/2022	20/10/2022	20/10/2022	16/11/2022	23/12/2022	05/01/2023	21/02/2023	27/02/2023	16/03/2023	19/06/2023	04/07/2023	01/08/2023
B_S01	15/09/2022	4,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,31	0,7	1,89
B_S03	20/09/2022	-	3,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,75	2,59	4,06
B_S03Bis	26/01/2023	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,16	-	10,96	11,36	11,60
B_S03Ter	17/02/2023	-	-	-	-	-	-	-	6,52	-	-	-	8,07	8,51	8,88
B_S04	22/09/2022	-	17,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,33	14,37	14,56
B_S06	28/09/2022	-	-	13,41	-	-	-	-	-	-	-	11,75	10,54	12,37	14,51
B_S08	15/10/2022	-	-	-	-	-	-	11,4	-	-	-	10,73	11,67	11,81	11,99
B_S09Bis	05/10/2022	-	-	-	10,75	-	-	-	-	-	-	9,75	9,97	10,6	11,34
B_S10	14/10/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,96	11,1	12,32	12,77
B_S10bis	14/10/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,3	13,1	14,52
B_S12	20/10/2022	-	-	-	-	28,40	-	-	-	-	-	Asciutto*	29,72	29,81	29,86
B_S14	08/11/2022	-	-	-	-	-	4,50	-	-	-	-	3,98	5,7	6,77	7,97
B_S15	19/01/2023	-	-	-	-	-	-	-	-	7,9	-	16,92	17,47	17,84	18,09
B_S15Bis	09/11/2022	-	-	-	-	-	11,40	-	-	-	-	10,47	10,73	11,27	11,99
B_S19	14/11/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,98	9,67	11,34	12,74
B_S19Bis	15/11/2022	-	-	-	-	-	-	0,85	-	-	-	1,94	1,01	0,99	1,36
B_S20Bis	23/11/2022	-	-	-	-	-	-	1,3	-	-	-	1,33	1,15	1,24	1,48
B_S21	14/11/2022	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,49	3,65	3,79	4,10
B_S22	14/11/2022	-	-	-	-	-	5,40	-	-	-	-	4,50	4,77	4,66	5,38

Misure in metri da p.c.

PROGETTAZIONE ATI:

9. INQUADRAMENTO SISMICO

9.1. CLASSIFICAZIONE SISMICA

Per quanto riguarda la Classificazione sismica del territorio della Regione Toscana le Delibere della Giunta regionale Toscana n.431 del 19/06/2006 e n. 841 del 26.11.2007, in attuazione dell'Ordinanza del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20 marzo 2003 e hanno aggiornato la Classificazione sismica del Territorio della Regione Toscana, prevedendo l'istituzione di una nuova zona 3S nella quale progettare tenendo conto delle azioni sismiche come in zona 2 per tutti quei comuni che cambiano zona al variare delle sottozone, cioè quelli che potrebbero andare in zona 3 ma anche restare in zona 2.

ZONA	Accelerazione di ancoraggio dello spettro di risposta elastico(a_g)
2	0.25
3s	0.25
3	0.15
4	0.05

Figura 9-9-1 Valori di accelerazione orizzontale d'ancoraggio e relative zone secondo DGRT n. 431 -2006

Con la Delibera di Giunta Regionale n. 878 dell'8 ottobre 2012 in attuazione dell'O.P.C.M. 3519/2006 ed ai sensi del D.M. 14.01.2008 è stato attuato l'aggiornamento della classificazione sismica con la revoca della DGRT 431/2006" e la cessazione di efficacia dell'elenco dei Comuni a Maggior Rischio Sismico della Toscana (DGRT 841/2007). Secondo tale delibera il comune di Arezzo ricade in zona 2.

Infine con la D.G.R. n. 421 del 26.05.2014 si è proceduto con l'aggiornato dell'Allegato 1 (elenco dei comuni) e dell'Allegato 2 (mappa) della deliberazione GRT n. 878 dell'8 ottobre 2012. Anche secondo tale delibera il comune di Arezzo ricade in zona sismica 2.

Tabella 9-1 Storia della classificazione sismica del comune di Arezzo dal 1927 a oggi

Cod. ISTAT	Comune	CLASSIFICAZIONI SISMICHE PRECEDENTI								ATTUALE
		R. D. 13 03 1927 n°431	R. D. 25 03 1935 n°640	R. D. 22 11 1937 n°2105	Legge 25 11 1962 n°1684	Decreto Ministeriale 19 03 1982	O. P.C.M. n°3274 20 03 2003 Del. G.R.T. n°604 16 06 2003	O.P.C.M. n°3519 28 04,2006 Del. G.R.T. n°431 19 06 2006	Del. G.R.T. n°878 8 10 2012	
051002	AREZZO	2 sola fraz. S.Maria alla Rassinata	2 sola fraz. S.Maria alla Rassinata	n.c.	n.c.	2	2	2	2	2

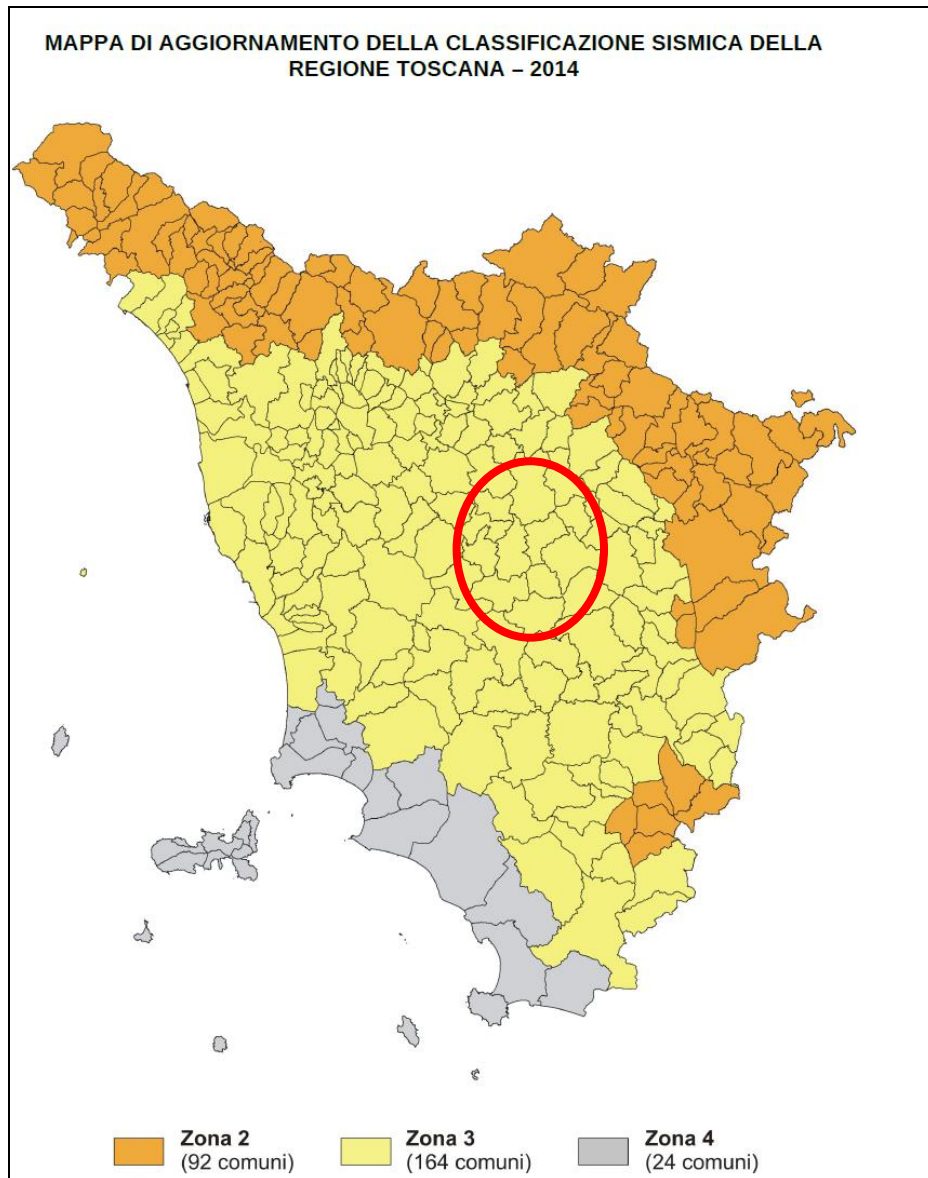


Figura -9.2 Classificazione zone sismiche regione Toscana – Delibera GRT n. 421 del 26/05/2014

9.2. PERICOLOSITÀ SISMICA

L' Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28/04/2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" ha adottato la mappa di pericolosità sismica MPS04 quale riferimento ufficiale e ha definito i criteri che ciascuna Regione deve seguire per l'aggiornamento della classificazione sismica del proprio territorio.

La stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido, viene definita mediante un approccio "sito-dipendente" e non più tramite un criterio "zona-dipendente". In sintesi, non si progetta più stimando l'azione sismica a partire dalla "zona", ma calcolandola ad hoc per il sito di progetto, inserendo la localizzazione nella mappa nazionale di pericolosità. Ne consegue che la classificazione sismica del territorio è scollegata dalla determinazione dell'azione sismica di progetto, mentre rimane il riferimento per la trattazione di problematiche tecnico-amministrative connesse con la stima della pericolosità sismica.

PROGETTAZIONE ATI:

Questo strumento normativo, per la prima volta, ha portato a valutare la classificazione sismica del territorio secondo parametri sismologici svincolati dal solo criterio politico del limite amministrativo utilizzato fino a quel momento.

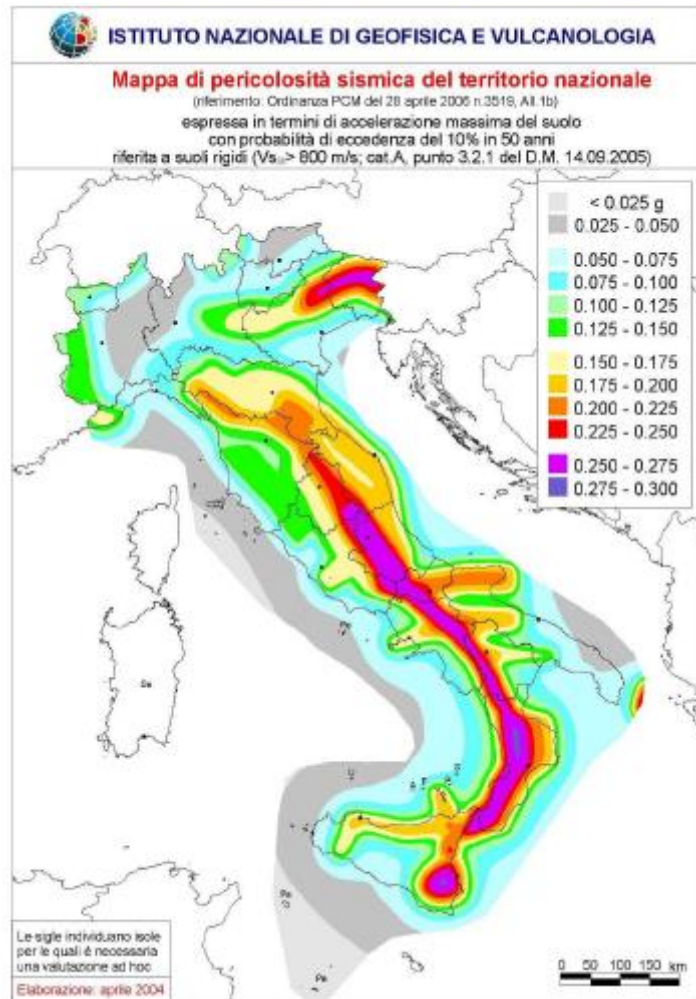


Figura 9-9-2 Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale (OPCM 3519 2006)

PROGETTAZIONE ATI:

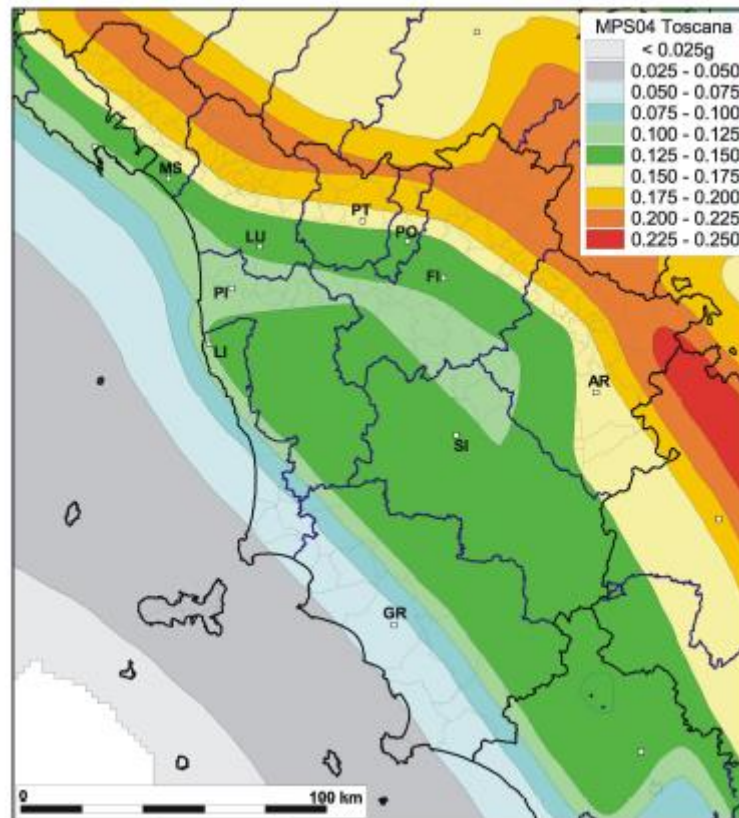


Figura 9-9-3 Mappa della pericolosità Sismica della Toscana

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle N.T.C., dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali. Le forme spettrali previste sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- $-a_g$ accelerazione orizzontale massima del terreno;
- $-F_0$ valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $-T_C$ periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Questi tre parametri sono definiti in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento), i cui nodi non distano fra loro più di 10 km, per diverse probabilità di superamento in 50 anni e per diversi periodi di ritorno (variabili tra 30 e 975 anni).

Nello specifico, tramite applicazione Webgis consultabile on line sul sito dell'I.N.G.V. all'indirizzo <http://esse1-gis.mi.ingv.it>, è possibile in maniera interattiva esaminare le mappe di pericolosità sismica del territorio nazionale. In particolare, come specificato, il territorio del comune di Arezzo si hanno dei valori di accelerazione del suolo, riferiti ai suoli rigidi, (con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) compresi tra $0.125 \div 0.200 a_g$ di accelerazione massima del suolo espressa come accelerazione di gravità.

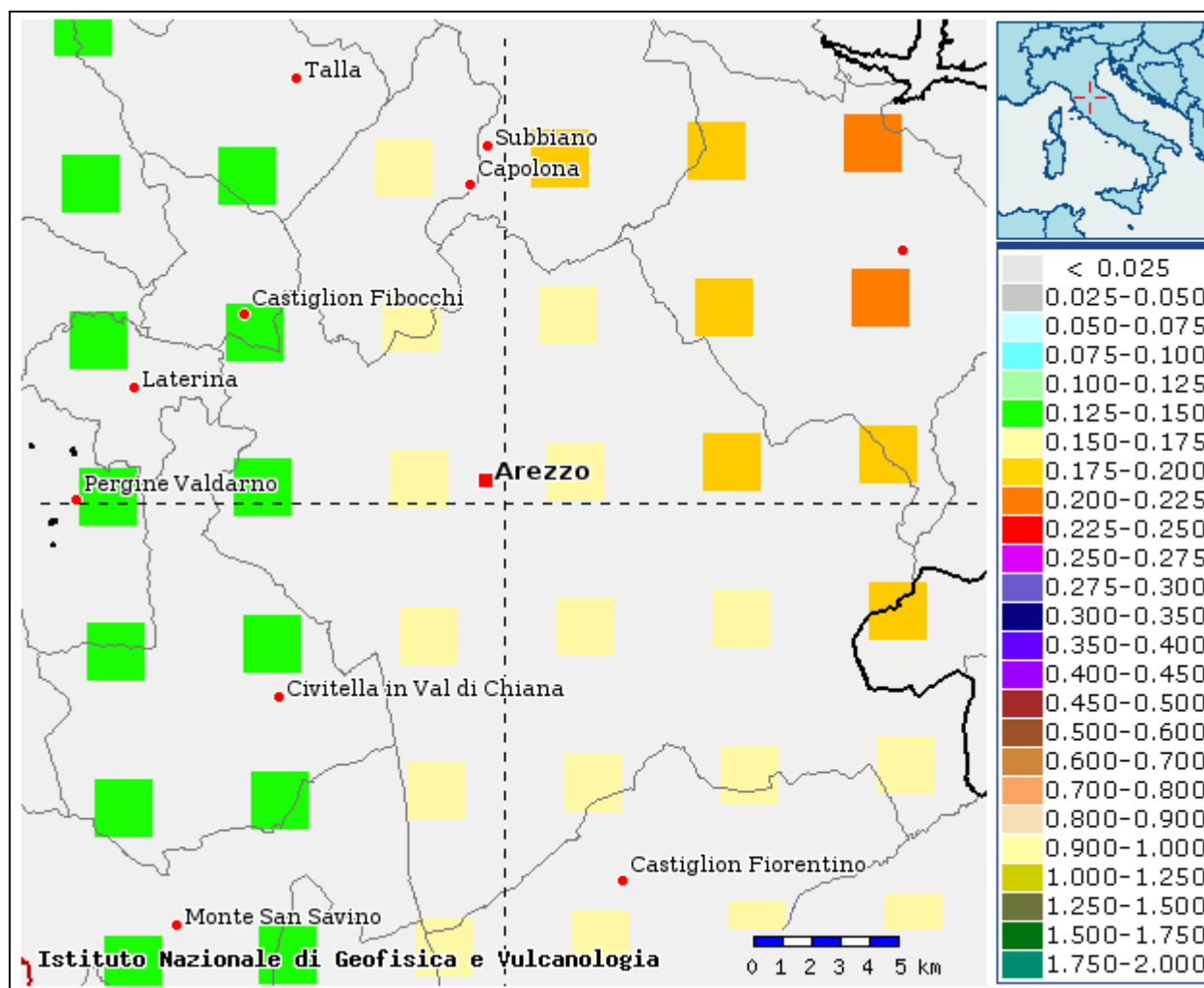


Figura 9.5 Valori di pericolosità sismica (OPCM del 28 aprile 2006 n. 3519, All. 1b) espressi in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat. A, punto A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005).

9.3. SISMICITÀ STORICA

La sismicità storica dell'area interessata dall'opera in progetto è stata analizzata consultando i cataloghi più aggiornati, considerando un intervallo temporale che va dal mondo antico all'epoca attuale. In particolare, sono stati consultati i seguenti database:

- Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 (CPTI15), redatto dal Gruppo di lavoro CPTI 2015 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Questo catalogo fornisce dati parametrici omogenei, sia macrosismici, sia strumentali, relativi ai terremoti con intensità massima ≥ 5 o magnitudo ≥ 4.0 d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2014.
- DataBase Macrosismico Italiano 2015 (DBMI15), realizzato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Fornisce un set omogeneo di intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti relativo ai terremoti con intensità massima ≥ 5 e d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2014.

PROGETTAZIONE ATI:

La finestra cronologica coperta dal catalogo CPTI15 e dal database DBMI15 va dall'anno 1000 d.C. circa a tutto il 2014 d.C., ed offre per ogni terremoto una stima il più possibile omogenea della localizzazione epicentrale (Latitudine, Longitudine), dei valori di Intensità massima ed epicentrale, della magnitudo momento e della magnitudo calcolata dalle onde superficiali.

Per la compilazione del CPTI15 sono stati ritenuti di interesse solo i terremoti avvenuti in Italia e quelli che, pur essendo stati localizzati in aree limitrofe, potrebbero essere stati risentiti con intensità significativa all'interno dei confini dello stato.

Per area interessata dall'opera in progetto sono stati identificati i seguenti eventi ricavabili dal database dell'INGV

:

PlaceID IT_46638										
Coordinate (lat, lon) 43.464, 11.882										
Comune (ISTAT 2015) Arezzo										
Provincia Arezzo										
Regione Toscana										
Numero di eventi riportati 84										
Int.	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
7-8	1005						Arezzo	4	6-7	4,86
7-8	1352	12	25				Alta Valtiberina	7	9	6,31
NC	1542	06	13	02	15		Mugello	46	9	6,02
5	1751	07	27	01			Appennino umbro-marchigiano	66	10	6,38
4-5	1774	01	31	19	30		Alta Valtiberina	3	6	4,63
F	1781	01	11				Crete Senesi	4	6-7	4,86
6	1781	06	03				Cagliese	157	10	6,51
4-5	1787	12	26				Casentino	6	5-6	4,4
6	1796	02	05	02			Aretino	9	7	4,96
4	1798	05	26				Senese	15	6-7	4,85
3	1854	02	12	05			Valle Umbra	21	8	5,57
F	1865	09	21	20	50		Alta Valtiberina	5	7	5,1
3	1869	02	07				Senese	8	6-7	4,81
F	1869	02	07	04	52		Senese	5	5-6	4,4
4	1873	03	12	20	04		Appennino marchigiano	196	8	5,85
3-4	1875	03	17	23	51		Costa romagnola	144	8	5,74
3	1881	09	28				Cesena	24	6-7	4,71
2	1887	11	14	05	48	05.00	Fiorentino	101	6	4,47
NF	1889	12	08				Gargano	122	7	5,47
F	1891	12	08				Alta Valtiberina	24	5	4,34
F	1892	11	21				Alta Valtiberina	22	5-6	4,25
3	1895	05	18	19	55	12.00	Fiorentino	401	8	5,5
2-3	1895	06	06	00	35	05.00	Fiorentino	29	5-6	4,55
F	1895	10	25	00	24	58.00	Chianti	36	5-6	4,51
5-6	1897	12	18	07	24	20.00	Alta Valtiberina	132	7	5,09
4-5	1902	06	27	16	48		Casentino	13	6	4,46

PROGETTAZIONE ATI:

3	1907 12 20 10 29 15.00	Chianti	35	6	4,44
4	1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5,36
5	1909 08 25 00 22	Crete Senesi	259	7-8	5,34
4	1911 02 19 07 18 30.00	Forlivese	181	7	5,26
Int.	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
2	1911 03 20 15 47	Forlivese	25	6	5,09
2	1911 03 26 20 20 50.00	Casentino	8	6	4,54
4-5	1911 09 13 22 29 02.00	Chianti	115	7	5,08
2	1913 07 21 22 35	Appennino romagnolo	43	5-6	4,79
3	1915 01 13 06 52 43.00	Marsica	1041	11	7,08
3-4	1916 05 17 12 50	Riminese	132	8	5,82
6	1917 04 26 09 35 59.00	Alta Valtiberina	134	9-10	5,99
3	1917 12 02 17 39	Appennino forlivese	32	6-7	5,09
4	1918 11 10 15 12 28.00	Appennino forlivese	187	9	5,96
3	1919 02 13 02 20	Lago Trasimeno	18	6	4,64
5	1919 06 29 15 06 13.00	Mugello	565	10	6,38
NF	1919 09 10 16 57	Val di Paglia	67	7-8	5,36
5	1919 10 25 13 51	Alta Valtiberina	30	6	5,03
3	1920 09 07 05 55 40.00	Garfagnana	750	10	6,53
3	1920 11 24 04 20	Senese	15	4-5	4,07
3	1930 10 30 07 13	Senigallia	268	8	5,83
3	1940 10 16 13 17	Val di Paglia	106	7-8	5,29
5	1948 06 13 06 33 36.00	Alta Valtiberina	142	7	5,04
2-3	1949 03 09 04 16 30.00	Mugello	12	5	4,42
3	1951 09 01	Monti Sibillini	80	7	5,25
NF	1952 12 02 06 13 22.00	Appennino forlivese	53	5	4,42
3	1957 04 30 06 05 08.00	Alta Valtiberina	57	5	4,23
NF	1959 03 24 10 24	Fiorentino	28	7	4,85
NF	1960 04 15 02 45 11.00	Montefeltro	30	5-6	4,45
3	1960 10 29 00 08 39.00	Mugello	69	7	4,91
F	1962 09 16 14 49 45.00	Chianti	19	6	4,54
4	1965 08 04 11 49 53.00	Alta Valtiberina	44	5	4,48
3	1969 08 09 09 20 57.00	Appennino tosco-romagnolo	33	5	4,2
3	1969 08 11 13 55	Lago Trasimeno	46	7	4,7
3	1972 10 25 21 56 11.31	Appennino settentrionale	198	5	4,87
5	1979 09 19 21 35 37.00	Valnerina	694	8-9	5,83
2-3	1980 11 23 18 34 52.00	Irpinia-Basilicata	1394	10	6,81
3	1983 11 09 16 29 52.00	Parmense	850	6-7	5,04
4-5	1984 04 29 05 02 59.00	Umbria settentrionale	709	7	5,62
NF	1987 07 05 13 12 37.46	Montefeltro	90	6	4,44
NF	1989 07 09 03 54 37.25	Montefeltro	48	5	4,09
NF	1990 05 08 22 33 15.91	Alta Valtiberina	64	5	3,77

PROGETTAZIONE ATI:

2	1991 01 14 07 38 36.65	Casentino	62	5	4,26
3	1993 01 17 10 51 23.39	Alta Valtiberina	76	5	4,26
NF	1993 06 05 19 16 17.02	Valle del Topino	326	6	4,72
4	1997 09 26 00 33 12.88	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5,66
Int.	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	I _o	Mw
4-5	1997 09 26 09 40 26.60	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5,97
3	1997 10 02 19 38 02.29	Alta Valtiberina	55		4,42
3-4	1997 10 14 15 23 10.64	Valnerina	786		5,62
3	1998 04 05 15 52 21.01	Appennino umbro-marchigiano	395		4,78
4-5	2000 06 22 12 16 35.58	Bacino di Gubbio	107	5	4,47
5	2001 11 26 00 56 55.46	Casentino	211	5-6	4,63
3	2003 12 07 10 20 33.04	Forlivese	165	5	4,18
NF	2006 10 21 07 04 10.01	Anconetano	287	5	4,21
3	2009 12 15 13 11 58.98	Valle del Tevere	26	7	4,23
3-4	2016 08 24 01 36 32.00	Monti della Laga	221	10	6,18
4	2016 10 26 19 18 07.42	Valnerina	77		6,07
4-5	2016 10 30 06 40 17.32	Valnerina	379		6,61
3-4	2017 01 18 10 14 09.90	Aquilano	280		5,7

Tabella 9.2 Catalogo sismico del sito di Arezzo . Dati modificati a partire dal gruppo di Lavoro CPTI2015 (I_o = intensità ipocentrale ; Mw = Magnitudo ; Int.Intensità realmente risentita al sito in scala MCS)

i riporta inoltre l'istogramma della distribuzione degli eventi sismici in funzione dell'intensità e del tempo.

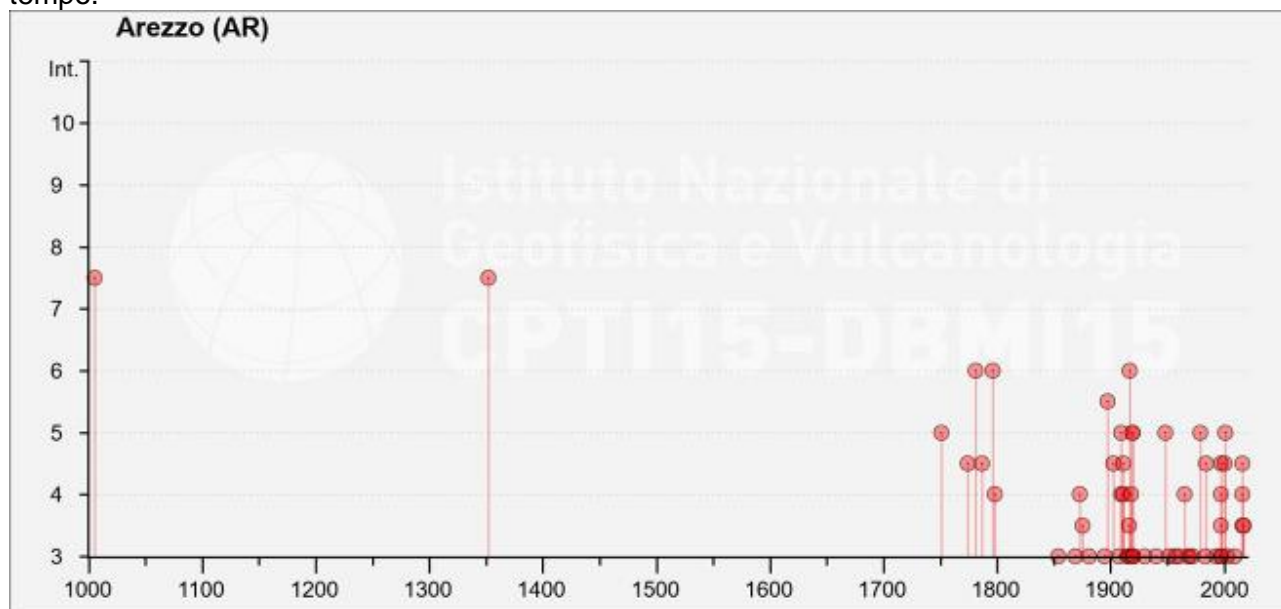


Figura 9.6 Distribuzione delle intensità risentite al sito (I_s) dei terremoti verificatisi nell'area di Arezzo dal 1000 al 2002.

Di seguito si riporta una tabella con le massime intensità macrosismiche osservate nella provincia di Arezzo e una mappa con le stesse massime intensità osservate nella Regione Toscana (Dipartimento della Protezione Civile 1996), in cui si può osservare come la massima intensità macrosismica registrata per il comune di Arezzo sia $I_{max} = 8$. Per intensità macrosismica si intende la misura degli effetti di un terremoto sulle costruzioni, sull'uomo e sull'ambiente, classificandoli in dodici gradi attraverso la scala Mercalli. L'intensità non è quindi una misura dell'energia di un terremoto, ma del grado di danneggiamento, perché le conseguenze dipendono dalla violenza dello scuotimento ma anche da come sono state costruite le case e da quante persone vivono nell'area colpita.

Comune	Re	Pr	Com	Lat	Lon	I_{max}
ANGHIARI	9	51	1	43.54050	12.05450	8
AREZZO	9	51	2	43.46281	11.87932	8
BADIA TEDALDA	9	51	3	43.70670	12.18704	8
BIBBIENA	9	51	4	43.69658	11.81639	7
BUCINE	9	51	5	43.47788	11.61651	7
CAPOLONA	9	51	6	43.56244	11.85960	7
CAPRESE MICHELANGELO	9	51	7	43.64069	11.98555	7
CASTEL FOCOIGNANO	9	51	8	43.65128	11.83626	7
CASTELFRANCO DI SOPRA	9	51	9	43.62092	11.55496	7
CASTEL SAN NICCOLO`	9	51	10	43.74058	11.70381	7
CASTIGLION FIBOCCHI	9	51	11	43.52702	11.76322	7
CASTIGLION FIORENTINO	9	51	12	43.34111	11.92350	7
CAVRIGLIA	9	51	13	43.52116	11.48940	7
CHITIGNANO	9	51	14	43.66051	11.88163	8
CHIUSI DELLA VERNA	9	51	15	43.69491	11.93877	7
CIVITELLA IN VAL DI CHIANA	9	51	16	43.40456	11.76845	7
CORTONA	9	51	17	43.27465	11.98648	7
FOIANO DELLA CHIANA	9	51	18	43.25226	11.81929	7
LATERINA	9	51	19	43.50809	11.71592	7
LORO CIUFFENNA	9	51	20	43.59213	11.63242	7
LUCIGNANO	9	51	21	43.27331	11.74634	7
MARCIANO DELLA CHIANA	9	51	22	43.30446	11.78684	7
MONTEMIGNAIO	9	51	23	43.73934	11.61991	7
MONTERCHI	9	51	24	43.48484	12.11140	≥ 10
MONTE SAN SAVINO	9	51	25	43.33107	11.72506	7
MONTEVARCHI	9	51	26	43.52297	11.56842	7
ORTIGNANO RAGGIOLO	9	51	27	43.67951	11.74681	7
PERGINE VALDARNO	9	51	28	43.46911	11.68586	7
PIAN DI SCO	9	51	29	43.64264	11.54862	7
PIEVE SANTO STEFANO	9	51	30	43.67016	12.04079	8
POPPI	9	51	31	43.72271	11.76711	7
PRATOVECCHIO	9	51	32	43.78803	11.72171	7
SAN GIOVANNI VALDARNO	9	51	33	43.56426	11.53055	7
SANSEPOLCRO	9	51	34	43.56998	12.14130	9
SESTINO	9	51	35	43.70807	12.29702	8
STIA	9	51	36	43.80029	11.70803	8
SUBBIANO	9	51	37	43.57493	11.87042	7
TALLA	9	51	38	43.60112	11.78900	7
TERRANUOVA BRACCIOLINI	9	51	39	43.55041	11.58610	7

Tabella 9.3 Intensità macrosismiche della provincia di Arezzo. (DPC1996)

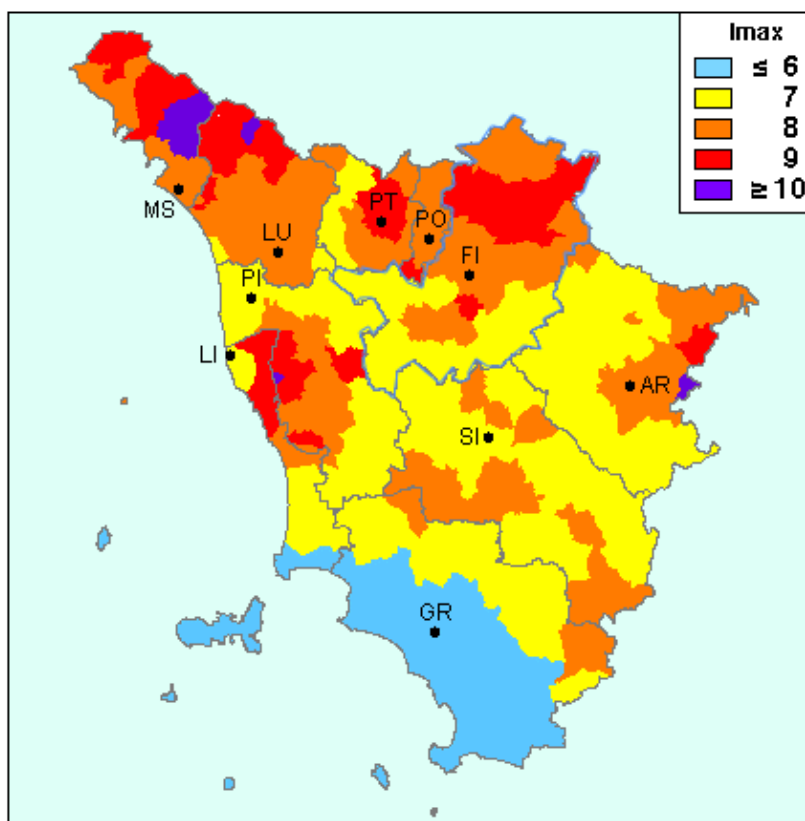


Figure 9-7 Massime intensità macrosismiche della Regione Toscana (INGV2016)

9.4. ASPETTI SISMOGENETICI

A seguito dell'Ordinanza P.C.M. 20 marzo 2003 n.3274, All.1, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, con l'istituzione del Gruppo di Lavoro del 2004, ha provveduto alla produzione di una mappa di pericolosità sismica di riferimento, elaborando una nuova zonazione sismogenetica (ZS9). Questa nuova zonizzazione sismogenetica è stata definita a partire da un sostanziale ripensamento della precedente zonazione ZS4 (Meletti et al., 2000), alla luce delle nuove evidenze di tettonica attiva e delle valutazioni sul potenziale sismogenetico acquisite negli ultimi anni.

La zonizzazione sismogenetica ZS9 è corredata, per ogni Zona Sismogenetica (ZS), da un meccanismo focale prevalente, da un valore di Magnitudo Momento Massima (M_w), un valore di Magnitudo di Durata massimo (M_d) e da un valore di profondità efficace.



Figure 9-8 Zonazione sismogenetica ZS9 del territorio italiano

PROGETTAZIONE ATI:

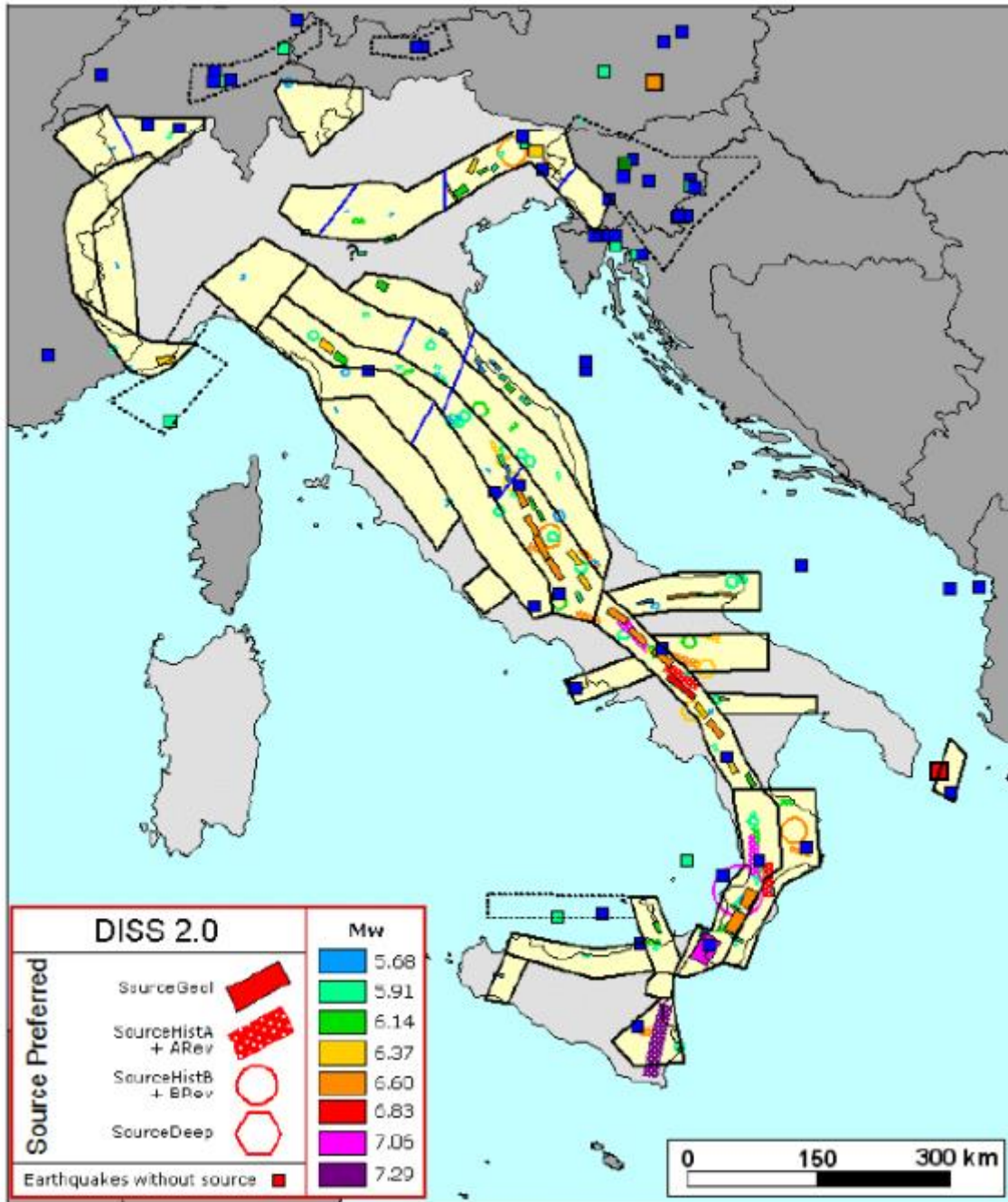


Figura 9-9 Zonazione sismogenetica ZS9 a confronto con la distribuzione delle sorgenti sismogenetiche contenute nel database DISS 2.0. Ogni sorgente è rappresentata utilizzando una scala cromatica che esprime la magnitudo Mw del terremoto atteso per la sorgente stessa. I simboli quadrati indicano terremoti presenti nel catalogo di riferimento (CPTI2) ma non associati ad una specifica sorgente di DISS 2.0. La loro magnitudo viene rappresentata mediante la stessa scala cromatica usata per le sorgenti. Le classi di magnitudo con le quali sono rappresentati i terremoti e le sorgenti sono le stesse utilizzate per il calcolo dei tassi di sismicità.

PROGETTAZIONE ATI:

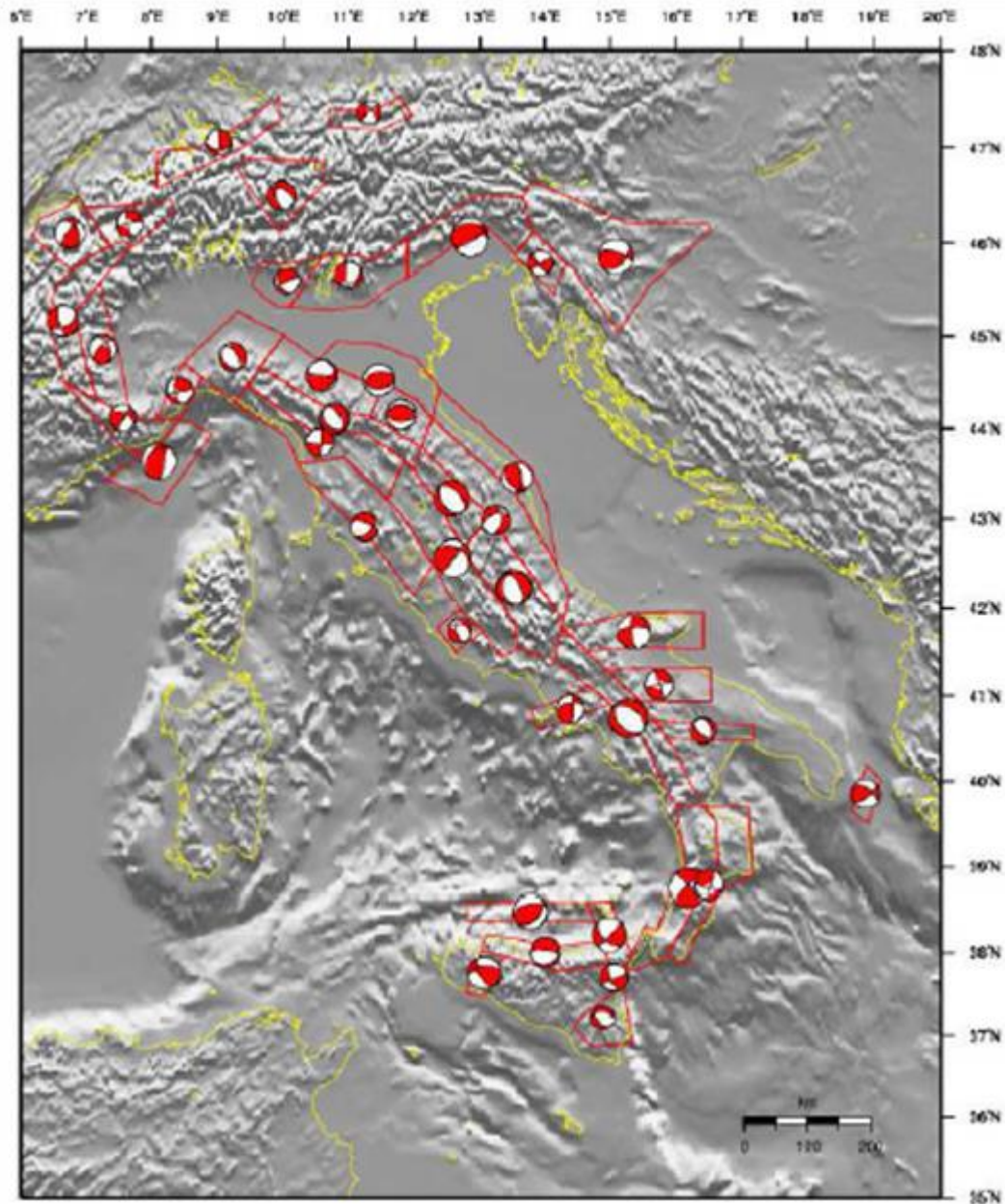


Figure 9-10 Meccanismi focali medi calcolati per tutte le zone sismogenetiche di ZS9 a partire dal database recentemente pubblicato da Vannucci e Gasperini (2003). La dimensione dei simboli è proporzionale al logaritmo del momento sismico complessivo rilasciato all'interno delle singole zone.

Dalla consultazione della zonizzazione sismogenetica ZS9, emerge che l'area in esame ricade all'interno della zona sismogenetica 920.

La zona 920 (insieme alla zona 916) coincide con il settore in distensione tirrenica definito nel modello sismotettonico di Meletti et al. (2000). Questa zona è caratterizzata da una sismicità di bassa energia che sporadicamente raggiunge valori di magnitudo relativamente elevati.

Nella zona 920 si verificano terremoti prevalentemente con meccanismi di fagliazione distensivi. Le profondità ipocentrali sono mediamente minori in questa fascia di quanto non siano nella fascia più occidentale. Studi paleosismologici lungo le espressioni superficiali delle sorgenti suggeriscono una ripetuta attivazione nel corso dell'Olocene con magnitudo attese che, sulla base della lunghezza

PROGETTAZIONE ATI:

della rottura di superficie, vengono stimate tra 5 e 8 km, con maggior frequenza intorno ai 6 km di profondità. (Galadini e Galli, 2000).

9.5. FAGLIE CAPACI

L'IAEA (Agenzia internazionale per l'energia nucleare) ha, per prima, introdotto nel 1991 la definizione di "faglia capace" (capable fault) per indicare una faglia attiva che può generare spostamenti in superficie, rimobilizzando una superficie esistente o creando una nuova superficie di rottura. In realtà, la definizione viene estesa anche al caso in cui la deformazione avvenga in modo continuo e senza scosse avvertibili (scorrimento asismico).

Verosimilmente, sarebbe più aderente al reale stato delle conoscenze ed in particolare nel caso presente, parlare di "segmenti" capaci, in quanto si tratta di porzioni inserite nelle strutture sismogenetiche di cui al punto precedente (DISS).

Anche in questo caso, come per il DISS, esiste un database denominato ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults), stavolta a cura dell'ISPRA. Esso fornisce lo stato delle conoscenze sulla distribuzione nel territorio nazionale della presenza di faglie attive superficiali, come mostrato in Figura 8 5: informazioni relative a queste faglie, tra cui giacitura, geometria, cinematica, terremoti associati e tasso di deformazione medio, e una cartografia di dettaglio gestita in ambiente webGIS.

Le dislocazioni lungo le faglie capaci sono in grado di produrre danneggiamenti, anche rilevanti, alle strutture antropiche che le attraversano.

L'informazione sull'ubicazione e sulle caratteristiche delle faglie capaci è di grande importanza pratica per la pianificazione territoriale, che ne dovrebbe tenere adeguatamente conto; le strutture antropiche (infrastrutture, costruzioni) dovrebbero essere collocate possibilmente ad adeguata distanza da queste e/o essere progettate con opportuni accorgimenti tecnici.

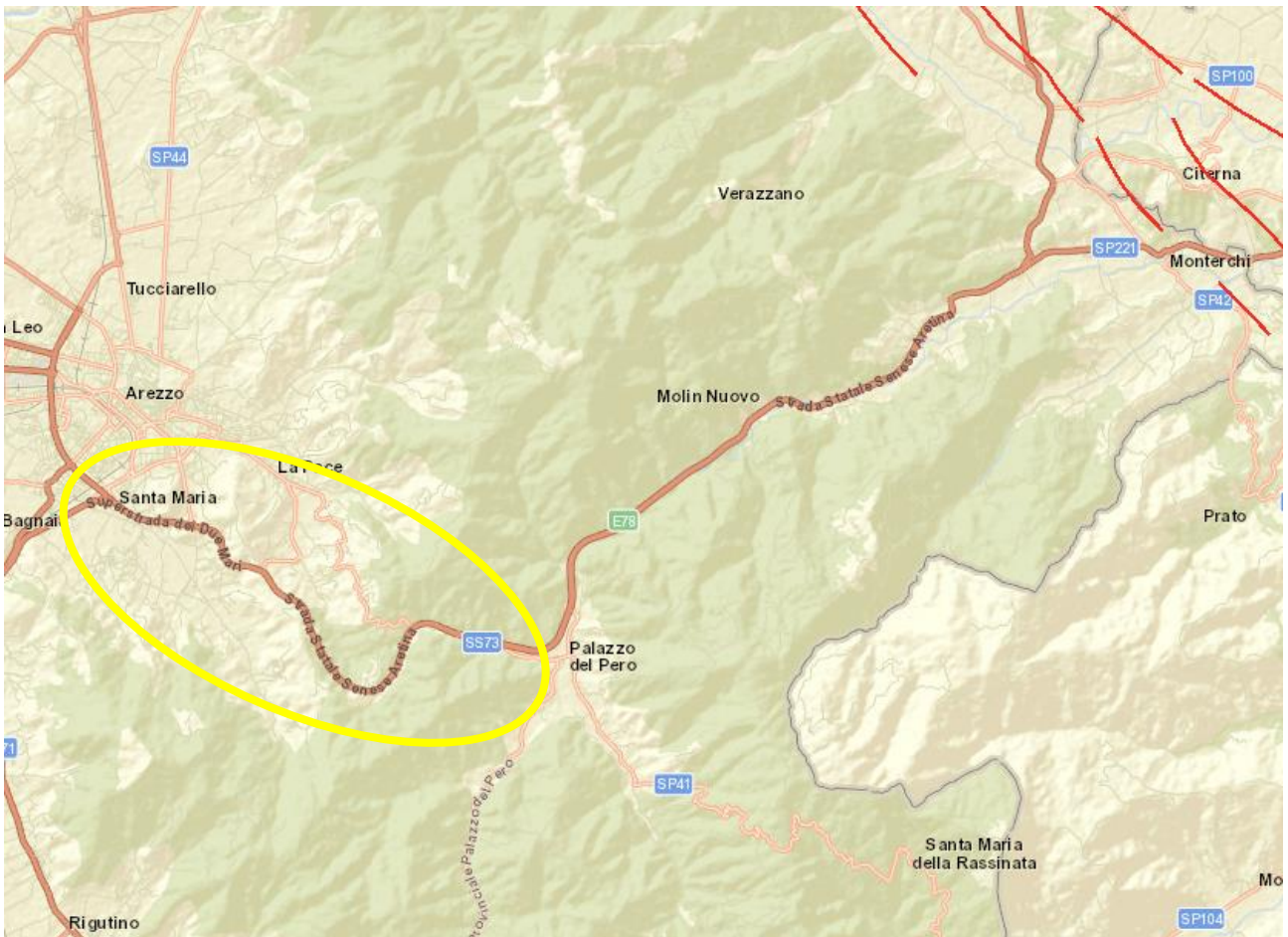
Naturalmente, le informazioni fornite da ITHACA sono complementari a quelle fornite dal DISS trattate nel paragrafo precedente; si tratta, in fondo, di un'articolazione del medesimo quadro sismotettonico, con un'informazione aggiuntiva, molto importante ai fini applicativi.

La figura seguente è tratta dalla cartografia di ITHACA ed inquadra l'area in cui si inserisce il progetto (individuata dall'ellisse a contorno rosso).

Rispetto alla cartografia DISS (che individua le strutture sismogenetiche), quella ITHACA ubica delle strutture lineari, che rappresentano l'andamento in superficie di segmenti di faglia; di conseguenza sono le linee di possibile rottura superficiale, e non corrispondono (se non in caso di faglie verticali) alla localizzazione dei relativi epicentri in caso di eventi sismici; si pensi, ad esempio, alla recente scossa di $M=6.5$ del 30 Ottobre 2016, nei pressi di Norcia: l'epicentro è ubicato a circa 8 km ad Ovest rispetto all'emersione in superficie della faglia, dove si sono avute le manifestazioni più notevoli degli spostamenti.

Pertanto, per quanto riguarda le considerazioni di carattere sismotettonico, l'elemento di maggiore interesse è legato alla presenza dell'area, nella parte centrale della Dorsale Appenninica Umbro Marchigiana, da una prevalente attività tettonica di tipo distensivo. La tettonica estensionale pliocenico-quadernaria trova la sua espressione geologica nella presenza di bacini continentali, allungati in direzione appenninica e bordati da faglie normali.

Dallo stralcio planimetrico allegato di seguito si evince che l'area di progetto non è interessata dalla presenza di faglie "capaci".



Kinematics

- Unknown
- Normal Fault
- ... Oblique Fault
- Reverse Fault
- - Strike Slip

Figura 9-10 :- Stralcio cartografico Progetto ITHACA con indicazione delle faglie capaci (fonte ISPRA-SGI) e con evidenziata in giallo l'area di progetto.

PROGETTAZIONE ATI:

9.6. MICROZONAZIONE SISMICA LOCALE

Il Comune di Arezzo si è dotato di uno studio di microzonazione Sismica di livello 1.

Lo studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 (MS1) rappresenta un livello propedeutico ai successivi studi di MS, che consiste in una raccolta organica e ragionata di dati di natura geologica, geofisica e geotecnica e delle informazioni preesistenti e/o acquisite appositamente al fine di suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS).

La carta delle MOPS è di estrema importanza ai fini delle scelte di pianificazione territoriale, rappresentando uno strumento che consente di dare informazioni sintetiche ottenute dalla sovrapposizione di informazioni di dati geologici, geomorfologici, geotecnici e geofisici attraverso la suddivisione del territorio in zone che presentano un medesimo potenziale di suscettibilità o meno a fenomeni di amplificazione locale indotto dal sisma. La carta evidenzia perciò ambiti omogenei dove si può prevedere l'occorrenza di diversi tipi di effetti prodotti dall'azione sismica come amplificazioni, instabilità e liquefazione. A tal fine, oltre all'acquisizione di ogni informazione esistente finalizzata alla conoscenza del territorio sotto il profilo geologico e geomorfologico, risulta indispensabile acquisire tutti gli elementi per una ricostruzione e successiva rappresentazione del modello geologico-tecnico di sottosuolo, sia in termini di geometrie sepolte e di spessori delle litologie presenti, sia in termini di parametrizzazione dinamica del terreno principalmente in relazione alla misura diretta delle Vsh (velocità di propagazione delle onde di taglio polarizzate orizzontalmente).

Lo studio di MS ha permesso l'individuazione delle seguenti zone omogenee:

- Le zone suscettibili di instabilità cartografate nell'area oggetto di studio sono riferibili a fenomeni di instabilità gravitativa. Tali aree sono state classificate come zone di attenzione per instabilità in quanto, in occasione di eventi sismici di rilevante importanza, tali fenomeni potrebbero riattivarsi. Le diverse fenomenologie che hanno evidenziato indizi di attività durante gli ultimi cicli stagionali sono raggruppate entro la categoria (FR_a) e determinano una Pericolosità Sismica S4. Alle zone interessate da fenomeni gravitativi quiescenti (FR_Q), è stata attribuita la Pericolosità sismica locale S3 (elevata) ai sensi DPGR 53/r/2011 che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici. Alle zone interessate da fenomeni gravitativi inattivi (FR_I) è stata attribuita la Pericolosità sismica locale S2 (media);
- Le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali così come codificate nelle MOPS, corrispondono per la maggior parte a classi di Pericolosità sismica locale S3 (elevata). Sono ricomprese nella classe di Pericolosità sismica S3 le zone caratterizzate da un significativo contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri". Nel territorio di Arezzo, ad eccezione delle aree con substrato sub-affiorante, si rilevano condizioni di significativo contrasto impedenza sismica entro i primi 30 metri di profondità;
- Le zone stabili sono quelle dove affiora il substrato roccioso e dove non si abbiano differenze marcate di impedenza acustica tra la copertura alterata e il substrato integro, ovvero in presenza di un passaggio graduale tra fascia di alterazione e la roccia sana . Tali zone vengono inserite all'interno della classe "Pericolosità sismica locale media (S.2)", fatta salva la eventuale presenza concomitante di settori in pericolosità geomorfologica G4 che comportano un pari aumento di grado di pericolosità sismica.

Le microzone individuate hanno permesso la suddivisione del territorio comunale in aree con diverso grado di pericolosità sismica locale:

- Pericolosità sismica locale molto elevata (S.4): zone suscettibili di instabilità di versante attiva che pertanto potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali

PROGETTAZIONE ATI:

possono verificarsi in occasione di eventi sismici; terreni suscettibili di liquefazione dinamica in comuni classificati in zona sismica 2;

- Pericolosità sismica locale elevata (S.3): zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica (per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 2); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e faglie capaci (faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie); zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri;
- Pericolosità sismica locale media (S.2): zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3);

L'area interessata dal progetto ricade in classi di pericolosità S3 ed S2.

Per quanto riguarda la suscettibilità alla liquefazione dei terreni le NTC18, al §7.11.3.4.2 contengono una lista delle condizioni di esclusione di tale verifica:

1. Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

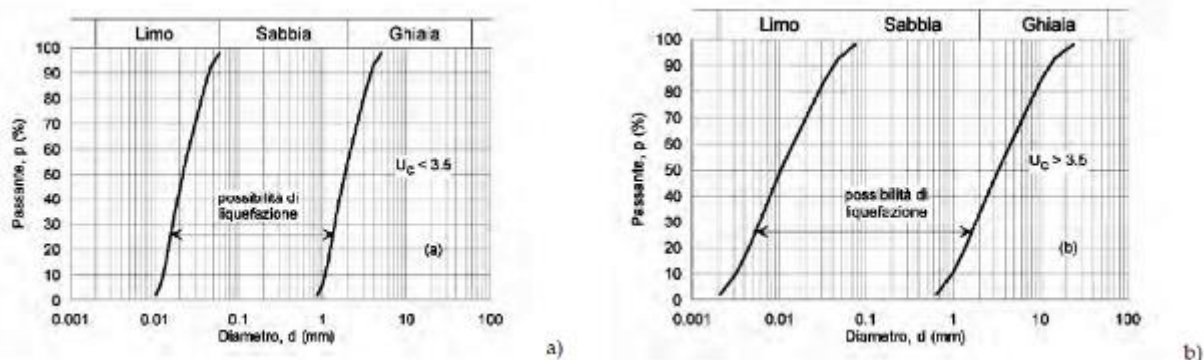


Fig. 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

Per quanto riguarda i terreni di fondazione dell'unità LS, essi risultano caratterizzati da un elevato contenuto di fine ($FC > 50\%$), che comporta una significativa riduzione dell'insorgenza del pericolo di liquefazione. Tuttavia, in accordo con la vigente normativa, non risulta possibile escludere a priori l'insorgere di fenomeni legati alla liquefazione dei terreni di fondazione dei rilevati.

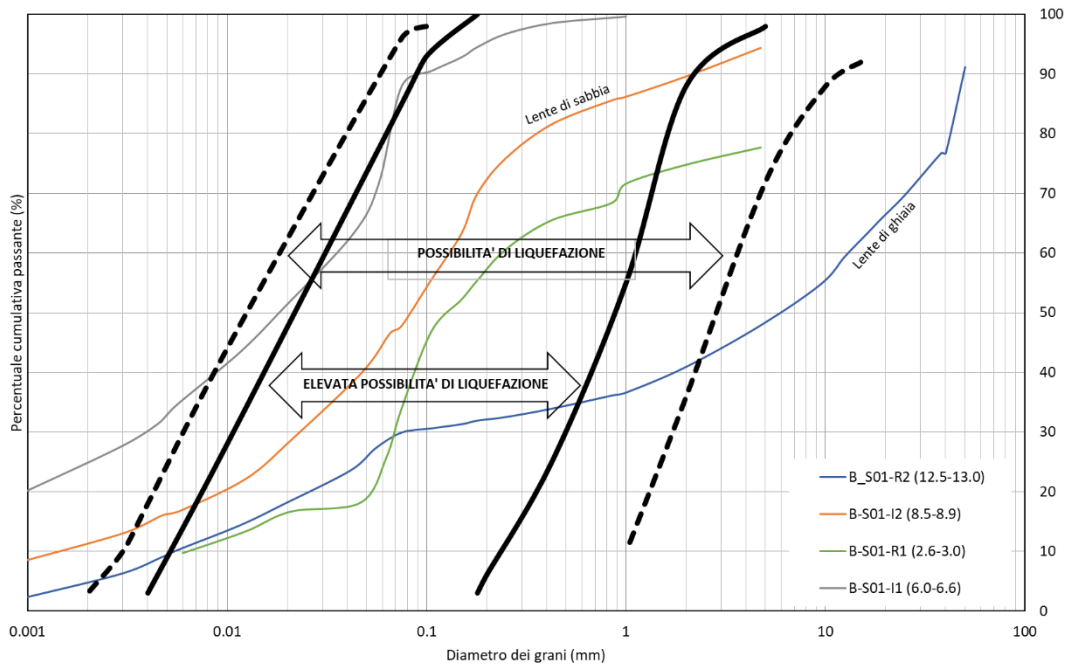


Figura 9.4 Fusi granulometrici dei campioni del sondaggio B_S01 dell'unità geotecnica LS

Dal momento che nessuna delle condizioni del par. 7.11.3.4.2 “Esclusione della verifica a liquefazione” delle NTC 2018 è pienamente verificata, è necessario svolgere la verifica di liquefazione. Per maggiori dettagli sulla verifica a liquefazione è possibile fare riferimento alla relazione geotecnica, dalla quale risulta che sebbene limitatamente alle prove SPT disponibili, è possibile escludere il pericolo di liquefazione, anche in ragione delle caratteristiche stratigrafiche dei terreni di fondazione così come emerso dal sondaggio BS01.

9.7. SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE LOCALE

Per la valutazione dello spettro di risposta elastico (componente orizzontale e componente verticale) dell'area investigata si è fatto riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018).

9.8. AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

Per tener conto delle condizioni topografiche si utilizzano i valori del coefficiente topografico S riportati nella tabella seguente in funzione delle categorie topografiche e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento. La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base, dove ST assume valore unitario.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 8.2 – Categorie topografiche

Categoria Topografica	Ubicazione dell'opera	ST
-----------------------	-----------------------	----

PROGETTAZIONE ATI:

T1	-	1.0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.4

Tabella 9.4 - Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica ST (la variazione spaziale di ST è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo dalla sommità fino alla base dove ST=1,0).

Per l'opera in oggetto a scelta della categoria topografica viene demandata alle considerazioni per le singole opere d'arte.

9.9. AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA

Per sottosuolo di categoria **A** i coefficienti S_S e C_C valgono 1. Per le categorie di sottosuolo **B, C, D** ed **E** i coefficienti S_S e C_C possono essere calcolati, in funzione dei valori di F_0 e T_C^* relativi al sottosuolo di categoria **A**, mediante le espressioni fornite nella tabella seguente, nelle quali $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ è l'accelerazione di gravità e T_C^* è espresso in secondi.

Categoria di sottosuolo	SS	CC
A	1.00	1.00
B	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.20$	$1.10 \cdot (T_C^*)^{-0.20}$
C	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.50$	$1.05 \cdot (T_C^*)^{-0.33}$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.80$	$1.25 \cdot (T_C^*)^{-0.5}$
E	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.60$	$1.15 \cdot (T_C^*)^{-0.40}$

Tabella 9.5 - Valori dei coefficienti SS e Cc, per ciascuna categoria di sottosuolo

9.10. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

9.10.1. INTERPRETAZIONE INDAGINI SISMICHE

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, la Normativa Italiana (D.M. 17/01/2018), prevede la valutazione della risposta sismica locale mediante specifiche analisi come definite al §7.11.3 del D.M. 17/01/2018, oppure in assenza di tali analisi, attraverso un approccio semplificato che si basa sulla individuazione di categorie di sottosuolo, come riportato nella tabella 9.6.

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella 9.6 Categorie sismiche dei terreni per le quali è utilizzabile la procedura semplificata

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

- h_i spessore dell'i-esimo strato;
- $v_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

PROGETTAZIONE ATI:

9.10.1.1. Attribuzione delle categorie di sottosuolo

L'attribuzione delle categorie di sottosuolo è stata definita in funzione della velocità equivalente V_{seq} di propagazione delle onde di taglio S dall'esecuzione delle prospezioni sismiche di tipo MASW e Down-Hole, così distribuite lungo il lotto 1 (Tratto B):

- N°4 indagini MASW (**B_MASW1, B_MASW2, B_MASW3, B_MASW4**);
- N°4 prove DOWN-HOLE nei fori di sondaggio (**B_S07, B_S11, B_S13, B_S20**);

Nell'attribuzione delle categorie si è tenuto conto della possibile presenza di inversioni di velocità nel profilo delle V_s nella successione litostratigrafica, che secondo i criteri per la Microzonazione Sismica si intendono realizzate quando un terreno rigido sovrasta stratigraficamente un terreno meno rigido (soffice) con spessore > 5 m, un rapporto $V_{srig}/V_{ssof} > 1,5$, una differenza $V_{srig}-V_{ssof} > 200$ m/s e $V_{srig} \geq 500$ m/s.

Dall'analisi svolta non si sono osservate inversioni che verifichino contemporaneamente le suddette proprietà.

Le indagini eseguite e la relativa categoria sismica sono riportate nella Tabella 9.7 (per le MASW) e nella tabella 9.8 (per le Down-Hole)

Tabella 9.7 Tabella riassuntiva delle MASW eseguite e categoria sismica secondo le NTC/18

IDENTIFICATIVO	Vseq (m/s)	Classe di Suolo NTC/18
A_MASW1	755	B
A_MASW2	770	B
A_MASW3	743	B
A_MASW4	484	B

Tabella 9.8 Tabella riassuntiva delle Down-Hole eseguite e categoria sismica secondo le NTC/18

IDENTIFICATIVO	Vseq (m/s)	Classe di Suolo NTC/18
B_S07	378	B
B_S11	559	B
B_S13	341	E
B_S20	280	E

9.11. VITA NOMINALE

La vita nominale di progetto V_N di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici

PROGETTAZIONE ATI:

livelli prestazionali. I valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella tabella seguente; tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

TIPI DI COSTRUZIONI	Valori minimi di V_N (anni)
Costruzioni temporanee e provvisorie	10
Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Tabella 9.9 - Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

Nel caso del presente intervento si considera “*Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari*”;
 $V_N = 50$ anni.

9.12. CLASSE D’USO

In presenza di azioni sismiche, con lo scopo di valutare le conseguenze di una interruzione di operatività assegnata o di un eventuale collasso della struttura, le costruzioni sono catalogate in 4 classi d’uso a cui corrisponde un valore del coefficiente d’uso C_u per la definizione dell’azione sismica; in particolare, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise nelle classi d’uso così definite:

- *Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.*
- *Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l’ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l’ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d’uso III o in Classe d’uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.*
- *Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l’ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d’uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.*
- *Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l’ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.*

CLASSE D’USO				
Classe	I	II	III	IV
Coefficiente C_u	0.7	1	1.5	2

Tabella 9.10 - Parametri per il calcolo del coefficiente d’uso (C_u).

All’opera in oggetto viene assegnato una Classe d’uso IV “*Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l’ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di*

cui al DM 5/11/2001, n. 6792, “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica”, a cui corrisponde un coefficiente d'uso:

$$\underline{C_u = 2.0}$$

9.13. PERIODO DI RIFERIMENTO PER L’AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche sulle costruzioni vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale di progetto V_N per il coefficiente d'uso C_U ; pertanto, con riferimento a quanto esposto ai paragrafi precedenti risulta che:

$$\underline{V_R = V_n \text{ (Vita nominale)} \times C_u \text{ (Classe d'uso)} = 50 \times 2.0 = 100 \text{ anni}}$$

10. ANALISI DEL TRACCIATO LUNGO LA CARREGGIATA DIREZIONE GROSSETO

Progressive	Opera	Litologia	Note	Indagini
0+000/0+450	Rilevato	Depositi alluvionali recenti (spessori maggiori 50 mt) della Piana di Arezzo - Torrente Vingone)		B_PZ01/B_S01/ B_Sism01
0+450/0+775	Trincea a monte rilevato a valle	Arenarie del cervarola		B_Masw1/ SG1
0+775/1+150	Rilevato	Depositi alluvionali recenti (spessori 20-30 mt) di una vallecola laterale che confluisce nella piana di Arezzo		B_S02/B/S03/B/PZ02/ B/Sism02
1+150/1+200	Rilevato	Arenarie del Cervarola		B_S03bis
1+200/1+600	Trincea	Marne di San Polo		B_03ter/B_S04/ B_sism02bis/ SG03
1+600/2+480	Trincee/modesti rilevati	Arenarie di Cervarola	Lembi di terreni di riporto fra le Pk 1+670/1+710, 2+000/2+100, 2+300/2+360	B_S05/B_PZ03/B_PZ1a mb B_sism03/B_Sism03bis/ B_Sism04/ B_Sism04bis SG04
2+480/2+520	Rilevato/viadotto VI02	il tracciato attraversa il dissesto F2 costituito da un fenomeno attualmente quiescente e che in asse tracciato risulta nascosto da una coltre di terreni di riporto costituenti il corpo del rilevato stradale.	Il dissesto intercetta il viadotto VI02. Per evitare la regressione del fenomeno ed il possibile coinvolgimento degli elementi del Viadotto, sono stati previsti interventi di ingegneria naturalistica e fondazioni profonde su micropali che superano lo spessore del corpo di frana che peraltro attualmente non evidenzia movimenti in atto. Da evidenziare in ogni caso che il corpo di frana in asse stradale risulta quasi integralmente asportato e sostituito da un corpo stradale che non evidenzia alcune movimento.	B_Sism05
2+520/2+650	Rilevato/viadotto VI02	Arenarie del Cervarola		B_Sism05
2+650/2+830	Trincea	Il tracciato costeggia, il dissesto F2bis costituito da una area, pericolosità P4, interessata dal distacco di cunei litoidi (frana di crollo),	Presenti rete metallica, funi e chiodi	B_S06/ SG5

PROGETTAZIONE ATI:

2+830/4+175	Tracciato a mezza costa con scarpate lato monte e rilevato lato valle	Arenarie del Cervarola interessate da una serie di dissesti in parte lambiti (dissesto F3 intorno alle pk 2+950) ed in parte intercettati in rilevato: dissesto F 4 fra le pk 3+050 e 3+130 ; dissesto F5 fra le pk 3+375 e 3+450, dissesto F6 fra le pk 3+750 e 3+925 , dissesto F7 fra le pk 4+125 e 4+175	Per evitare l'arretramento delle frane 3, 4, 5, 6 e 7 è stato previsto un intervento di messa in sicurezza della piattaforma mediante una paratia tirantata.	B_S07/B_PZ04/B_PZ05/ B_S08 B_S08bis/B_S08ter/B_S09/ B_S09bis/B_PZ06 B_Sism05quater/B_sism05ter B_sism05bis/B_Sism06 SG6/ SG7
4+175/5+500	Trincea/Rilevato	Arenarie del Cervarola	Lembi di terreni di riporto fra le pk 4+175/4+340, 4+575/4+700 e 5+360/5+450	B_S010/B_PZ07/B_S10 bis/ B_S11/B_S127/B_S13 B_Sism06bis/B_sism07 SG8/SG9 B_Masw2
5+540/5+675	Rilevato/viadotto VI08	Il tracciato attraversa due lembi del dissesto F11 censito dal PAI come una area a franosità diffusa a elevata pericolosità.	Il dissesto intercetta il viadotto VI08. Per evitare la regressione del fenomeno ed il possibile coinvolgimento degli elementi del Viadotto, sono stati previsti interventi di ingegneria naturalistica e fondazioni profonde su micropali che superano lo spessore del corpo di frana che peraltro attualmente non evidenzia movimenti in atto. Da evidenziare in ogni caso che il corpo di frana in asse stradale risulta quasi integralmente asportato e sostituito da un corpo stradale che non evidenzia alcune movimento.	
5+675/7+000	Trincea/rilevato	Il tracciato si affianca ad una incisione fluviale , camminando nelle arenarie del cervarola	lembi di terreni di riporto fra pk 6+180- 6+260 e pk 6+610-6+660). Fra le pk 5+725 e 6+425 le due canne si separano.	B_S14/B_S15/B_S15bis/ B_PZ08/ B_sism07quater7 B_sism08/ B_Sism08bis B_masw3 SG10/SG11
7+000/7+400	Trincea/Rilevato	Fascia di contatto fra arenarie del Cervarola e alluvioni recenti	Coltri di riporto fra pk 7+000 e 7+375	B_PZ09/B_S19 B_Sism10 B_Masw4

PROGETTAZIONE ATI:

7+400/8+125	Trincea/rilevato	Arenarie del Cervarola		B_S21/ B_sism 08ter/ B_Sism08quater B_sism09 SG12/SG13
8+125/8+476	Rilevato	Alluvioni recenti (svariati metri) su arenarie del Cervarola		B_S22/B_Pz10

PROGETTAZIONE ATI: