



COMUNE di FILETTO

(Provincia di Chieti)



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU

PNRR:

Missione 2 - Componente 4 - Investimento 2.1b



PROGETTO ESECUTIVO

MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO
ALL'INTERNO DEL CENTRO STORICO - VERSANTE OVEST
PNRR - MISSIONE 2 - COMPONENTE 4 - Investimento 2.1b
- C.U.P.: F88H22000610001 -

RELAZIONE GEOLOGICA

**STUDIO DI INGEGNERIA
BONANNI**

STRUTTURE
ACQUE
TERRE
INFRASTRUTTURE

Dott. Ing. Giacinto BONANNI
Loc. Fraia, n° 48 - 66016 GUARDIAGRELE (CH)
Tel.: 0871.396462 - Personal Phone 347.5187018
Tel./Fax: 0871.85167
Website: <http://www.studiobonanni.com>
E-mail: ing.bonanni@studiobonanni.com

Il Geologo

Dott. Geol. Ariana CAPPELLUCCI

ALLEGATO

I

Responsabile Unico del Progetto:
Dott. Arch. Fausto GIAMPIETRO

Consulenza Geologica:
Dott. Geol. Ariana CAPPELLUCCI

Questo elaborato grafico è di proprietà dello Studio di INGEGNERIA BONANNI, pertanto non può essere riprodotto né integralmente, né in parte senza l'autorizzazione scritta della stessa. Da non utilizzare per scopi diversi da quelli per cui è stato fornito.

Cod. LL.PP. 090.10.23

DATA Gennaio 2024

SPAZIO RISERVATO ALL'AMMINISTRAZIONE

DATA DI PRESENTAZIONE	N° DEL PROGETTO	REVISIONE	NOTE

Sommario

1.0 INTRODUZIONE.....	3
2.0 METODOLOGIA DI INDAGINE E DI LAVORO	6
2.1 INDAGINE GEOGNOSTICA	8
2.1.1 SONDAGGIO GEOGNOSTICO A CAROTAGGIO CONTINUO	9
2.1.2 PROVE IN FORO DI TIPO S.P.T. (STANDARD PENETRATION TEST)	13
2.1.3 PRELIEVO DI CAMPIONE INDISTURBATO/RIMANEGGIATO	16
2.2 INDAGINE GEOTECNICA (PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH)	17
2.3 INDAGINI GEOFISICHE (PROVA SISMICA ATTIVA M.A.S.W. E SISMICA A RIFRAZIONE, MISURA DI MICROTREMORE H.V.S.R.)	18
3.0 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	22
4.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	27
4.1 ASSETTO GEOLOGICO GENERALE.....	27
4.2 ASSETTO GEOLOGICO E STRUTTURALE DELL'AREA DI STUDIO	29
4.3 ASSETTO GEOLOGICO E STRATIGRAFICO LOCALE	31
4.3.1 ASSETTO STRATIGRAFICO.....	35
5.0 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	38
5.1 ASSETTO GEOMORFOLOGICO GENERALE.....	38
5.2 ASSETTO GEOMORFOLOGICO LOCALE	40
5.3 VINCOLO IDROGEOLOGICO (R.D. 30 DEL 1923)	44
5.4 PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO PAI (FENOMENI GRAVITATIVI E PROCESSI EROSIVI).....	45
5.5 PROGETTO IFFI.....	52
6.0 IDROLOGIA E IDROGEOLOGIA	56
6.1 IDROLOGIA E IDROGEOLOGIA DEL BACINO IDROGRAFICO DEL F. FORO.....	56
6.2 IDROLOGIA E IDROGEOLOGIA DELL'AREA DI STUDIO.....	60
6.3 PIANO STRALCIO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO PSDA (PIANO STRALCIO DIFESA ALLUVIONI).....	62
7.0 LITOSTRATIGRAFIA DEL SITO E CARATTERIZZAZIONE FISICO - MECCANICA.....	66
7.1 LITOSTRATIGRAFIA DEL SITO E CARATTERIZZAZIONE FISICO - MECCANICA	70
8.0 SISMICITA' DELL'AREA E CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO.....	81
8.1 SISMICITÀ STORICA E RECENTE.....	81
8.2 CLASSIFICAZIONE SISMICA.....	84
8.3 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	88
8.4 MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1	92
9.0 RISULTATI STUDIO GEOLOGICO E CONSIDERAZIONI DI CARATTERE APPLICATIVO	95

10.0 CONCLUSIONI	103
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	109
BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	111

TAVOLE E ALLEGATI

- ✓ TAVOLA 1 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE E COROGRAFIA DELL'AREA DI STUDIO;
- ✓ TAVOLA 2 – INQUADRAMENTO COROGRAFICO;
- ✓ TAVOLA 3 - ORTOFOTOCARTA DELL'AREA DI STUDIO;
- ✓ TAVOLE 4, 5 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO;
- ✓ TAVOLA 6 - INQUADRAMENTO OROGRAFICO (DETTAGLIO DELLA CARTA DELLE PENDENZE);
- ✓ TAVOLA 7 – CARTOGRAFIA DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO (R.D. 30 1923);
- ✓ TAVOLA 8 – CARTOGRAFIA DI PIANO PAI - FENOMENI GRAVITATIVI E PROCESSI EROSIVI (CARTA GEOMORFOLOGICA);
- ✓ TAVOLA 9 – CARTOGRAFIA DI PIANO PAI - FENOMENI GRAVITATIVI E PROCESSI EROSIVI (CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DA FRANA);
- ✓ TAVOLA 10 – CARTOGRAFIA DI PIANO PAI - FENOMENI GRAVITATIVI E PROCESSI EROSIVI (CARTA DEL RISCHIO DA FRANA);
- ✓ TAVOLA 11 – CARTOGRAFIA DI PIANO PSDA - DIFESA ALLUVIONI (CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONE);
- ✓ TAVOLA 12 – CARTOGRAFIA DI PIANO PSDA - DIFESA ALLUVIONI (CARTA DEL RISCHIO DA ALLUVIONE);
- ✓ TAVOLA 13 - CARTOGRAFIA MICROZONAZIONE SISMICA I LIVELLO(CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA MOPS);
- ✓ TAVOLE 14, 15 - UBICAZIONE DELLE INDAGINI;
- ✓ TAVOLA 16 - DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA INDAGINI GEOLOGICHE;
- ✓ TAVOLA 17 - CARTOGRAFIA GEOLOGICA DI DETTAGLIO;
- ✓ TAVOLE 18, 19 - SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA RAPPRESENTATIVA.
- ✓ ALLEGATO 1 - REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE, GEOFISICHE E PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO (TERRA DRILLING TECHNOLOGY S.R.L.);

1.0 INTRODUZIONE

La presente relazione geologica è redatta su incarico DELL'AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI FILETTO a supporto del progetto **"MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ALL'INTERNO DEL CENTRO STORICO - VERSANTE OVEST - PNRR: MISSIONE 2 - COMPONENTE 4 - SUB-INVESTIMENTO 2.1B"**

Obiettivo di tale elaborato sarà la definizione dell'assetto geografico, orografico, idrografico, geologico - stratigrafico, tettonico e morfologico dell'area di studio, nonché l'individuazione di eventuali problematiche geologiche, geomorfologiche ed idrologiche (secondo gli strumenti normativi PAI, PSDA, Microzonazione sismica, etc.), la ricostruzione della litostratigrafia puntuale e la determinazione delle caratteristiche sismiche e topografiche del sito di progetto (NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI, D. M. 17 GENNAIO 2018).

Gli scenari sopra citati saranno delineati attraverso il programma metodologico di seguito descritto:

- ✓ acquisizione del materiale bibliografico e dei dati cartografici dell'area d'indagine (basi topografiche in scala 1:100.000-1:25.000, CTR, carte geologiche, geomorfologiche, strumenti normativi PAI, IFFI, microzonazione sismica ecc.);
- ✓ reperimento lavori tecnici, precedenti relazioni geologiche, studi, rilievi e indagini dirette e indirette svolte in aree prossime a quella di studio e/o appartenenti alla medesima provincia geologica;
- ✓ rilevamento geologico - geomorfologico finalizzato alla caratterizzazione del sito di progetto;
- ✓ definizione ed esecuzione della campagna di indagine geognostica, geotecnica, geofisica e prove di laboratorio;
- ✓ realizzazione di cartografia georeferenziata (attraverso il software GIS);
- ✓ definizione modello geologico, geologico - tecnico, idrogeologico e sismostratigrafico del sito di progetto;
- ✓ elaborazione, interpretazione finale dei dati raccolti e loro sintesi;

- ✓ definizione degli interventi da realizzare per la sistemazione ed il consolidamento dell'area.

L'area di studio è compresa nell'ambito amministrativo del territorio comunale di Filetto (CH).

Orograficamente, quest'ultimo si trova nel settore pedemontano abruzzese, a nordest rispetto alla dorsale montuosa della Montagna della Majella. L'alto morfologico su cui sorge il centro storico di Filetto, la cui quota massima è pari a 415 m s.l.m., è allungato circa in direzione N- S e risulta compreso tra il Fosso Venna (ad est) e il Torrente Dentolo (ad ovest).

Il sito interessato dal progetto si ubica nel centro storico, sul versante occidentale che digrada verso il Torrente Dentolo, ad una quota altimetrica di circa 400 m s.l.m.

Geologicamente, il territorio in esame s'inserisce nel sistema collinare periadriatico prospiciente la dorsale montuosa della Montagna della Majella.

La morfologia deriva dall'interazione di diversi fattori e processi ed è condizionata direttamente dall'assetto geologico-strutturale e dal grado di erodibilità dei litotipi affioranti, caratterizzati da una risposta differente all'azione di modellamento degli agenti esogeni.

Al fine di ricostruire il modello geologico - tecnico, idrogeologico e definire le caratteristiche sismiche del sito d'intervento, è stata programmata ed eseguita una campagna di indagini geognostiche, geotecniche, geofisiche ed idrogeologiche. Durante la campagna d'indagine geognostica sono stati prelevati campioni di terreno indisturbato e rimaneggiato da sottoporre ad analisi di laboratorio geotecnico.

Per la descrizione dettagliata della strumentazione utilizzata, della metodologia d'indagine e per i risultati si rimanda ai capitoli seguenti ed ai certificati e rapporti di indagine allegati in calce alla relazione (Allegato 1 - Report Indagini Geognostiche, Geotecniche, Geofisiche e prove di laboratorio geotecnico fornito dalla ditta esecutrice incaricata dall'Amministrazione Comunale *Terra Drilling Technology s.r.l.*).

A corredo della presente relazione vi sono le tavole e gli allegati di seguito elencati:

TAVOLE E ALLEGATI

- ✓ TAVOLA 1 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE E COROGRAFIA DELL'AREA DI STUDIO;
- ✓ TAVOLA 2 – INQUADRAMENTO COROGRAFICO;

- ✓ TAVOLA 3 - ORTOFOTOCARTA DELL'AREA DI STUDIO;
- ✓ TAVOLE 4, 5 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO;
- ✓ TAVOLA 6 - INQUADRAMENTO OROGRAFICO (DETTAGLIO DELLA CARTA DELLE PENDENZE);
- ✓ TAVOLA 7 – CARTOGRAFIA DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO (R.D. 30 1923);
- ✓ TAVOLA 8 – CARTOGRAFIA DI PIANO PAI - FENOMENI GRAVITATIVI E PROCESSI EROSIVI (CARTA GEOMORFOLOGICA);
- ✓ TAVOLA 9 – CARTOGRAFIA DI PIANO PAI - FENOMENI GRAVITATIVI E PROCESSI EROSIVI (CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DA FRANA);
- ✓ TAVOLA 10 – CARTOGRAFIA DI PIANO PAI - FENOMENI GRAVITATIVI E PROCESSI EROSIVI (CARTA DEL RISCHIO DA FRANA);
- ✓ TAVOLA 11 – CARTOGRAFIA DI PIANO PSDA - DIFESA ALLUVIONI (CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONE);
- ✓ TAVOLA 12 – CARTOGRAFIA DI PIANO PSDA - DIFESA ALLUVIONI (CARTA DEL RISCHIO DA ALLUVIONE);
- ✓ TAVOLA 13 - CARTOGRAFIA MICROZONAZIONE SISMICA I LIVELLO(CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA MOPS);
- ✓ TAVOLE 14, 15 - UBICAZIONE DELLE INDAGINI;
- ✓ TAVOLA 16 - DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA INDAGINI GEOLOGICHE;
- ✓ TAVOLA 17 - CARTOGRAFIA GEOLOGICA DI DETTAGLIO;
- ✓ TAVOLE 18, 19 - SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA RAPPRESENTATIVA.
- ✓ ALLEGATO 1 - REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE, GEOFISICHE E PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO (TERRA DRILLING TECHNOLOGY S.R.L.);

2.0 METODOLOGIA DI INDAGINE E DI LAVORO

Come anticipato nel capitolo precedente, lo studio geologico condotto è finalizzato alla definizione l'assetto geografico, orografico, idrografico, geologico - stratigrafico, tettonico e morfologico dell'area in esame, nonché all'individuazione di eventuali problematiche geologiche, geomorfologiche ed idrologiche, secondo gli strumenti normativi vigenti. Scopo finale delle analisi condotte è quello di ricostruire la litostratigrafia puntuale del sito di progetto, fornire indicazioni sull'eventuale presenza della falda acquifera, determinare le caratteristiche sismiche e topografiche del sito di progetto (NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI, D.M. 17 GENNAIO 2018).

Al fine di ricostruire il modello geologico - tecnico, idrogeologico e definire le caratteristiche sismiche del sito d'intervento, è stata programmata ed eseguita una campagna di indagini geognostiche, geotecniche, geofisiche ed idrogeologiche. Durante la campagna d'indagine geognostica sono stati prelevati campioni di terreno indisturbato e rimaneggiato da sottoporre ad analisi di laboratorio geotecnico.

La campagna d'indagine geognostica e geotecnica ha previsto l'esecuzione di:

- n. 01 sondaggio geognostico a carotaggio continuo, spinto fino alla profondità di -30,00 metri dal p.c., con n. 04 prove penetrometriche in foro S.P.T. (Standard Penetration Test), prelievo di n. 01 campione di terreno rimaneggiato e n. 01 campione di terreno indisturbato da sottoporre ad analisi di laboratorio geotecnico;

- n. 01 prova penetrometrica dinamica superpesante DPSH (Dynamic Probing Super Heavy), spinta fino alla profondità di: -6,00 metri dal p.c. (DPSH_01, profondità rifiuto sistema aste - punta).

La campagna d'indagine geofisica ha previsto lo svolgimento di:

- n. 01 prospezione sismica di superficie attiva MASW (Multichannel Acquisition Surface Wave) e n. 01 sismica a rifrazione con tecnica tomografica SR, di lunghezza pari a 92,00 metri caduna;

- n. 01 misura di microtremore della durata di 30 minuti.

Per la descrizione dettagliata della strumentazione utilizzata, della metodologia d'indagine e per i risultati si rimanda ai capitoli seguenti ed ai certificati e rapporti di indagine allegati in calce alla relazione (Allegato 1 - Report Indagini Geognostiche, Geotecniche, Geofisiche e prove di laboratorio geotecnico fornito dalla ditta esecutrice incaricata dall'Amministrazione Comunale *Terra Drilling Technology s.r.l.*).

Segue una tabella riassuntiva delle attività di indagine geologica svolta nell'ambito del presente progetto e l'ubicazione delle indagini geologiche eseguite.

Si precisa che l'ubicazione delle indagini è stata condizionata dalla presenza di sottoservizi e dalle locali condizioni logistiche. Nello specifico, in fase esecutiva delle indagini non è stato possibile posizionare il sondaggio geognostico ad una quota più elevata, ove sarà eseguito precisamente l'intervento, a causa dell'inaccessibilità dei luoghi

INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOTECNICA					
SONDAGGIO GEOGNOSTICO A CAROTAGGIO CONTINUO					
<u>Sigla</u>	<u>Data esecuzione</u>	<u>Profondità</u>	<u>Prove S.P.T.</u>	<u>Campioni indisturbati</u>	<u>Campioni rimaneggiati</u>
S_01	12.12.2023	-30,00 metri dal p.c.	n. 04 Profondità prove S.P.T. S.P.T. 1 -5,80 m dal p.c. S.P.T. 2 -7,50 m dal p.c. S.P.T. 3 -14,00 m dal p.c. S.P.T. 4 -16,50 m dal p.c.	n. 01 Profondità prelievo C.I. 1 -18,00 ÷ -18,50 m dal p.c.	n. 01 Profondità prelievo C.R. 1 -7,00 ÷ -7,25 m dal p.c.

INDAGINE GEOTECNICA			
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPERPESANTE			
<u>Sigla</u>	<u>Data esecuzione</u>	<u>Profondità</u>	<u>Rilievo falda acquifera</u>
DPSH_01	29.12.2023	-6,00 metri dal p.c. (profondità rifiuto sistema aste - punta)	-

INDAGINE GEOFISICHE		
M.A.S.W., S.R., H.V.S.R.		
<u>Sigla</u>	<u>Data esecuzione</u>	<u>Lunghezza /Durata</u>
Prospezione sismica di superficie attiva M.A.S.W. _01	29.12.2023	92,00 metri
Sismica a rifrazione S.R._01	29.12.2023	92,00 metri
Prova sismica passiva H.V.S.R._01	29.12.2023	30 minuti

RIEPILOGO CAMPIONI INDISTURBATI/RIMANEGGIATI				
<u>Sigla sondaggio</u>	<u>Sigla campione</u>	<u>Data prelievo</u>	<u>Profondità prelievo</u>	<u>Campioni indisturbati</u>
S_01	C.I. 1	12.12.2023	-18,00 ÷ -18,50 m dal p.c.	Peso di volume, contenuto in acqua, limiti di Atterberg, granulometria, taglio diretto, triassiale non consolidata non drenata
S_01	C.R.1	12.12.2023	-7,00 ÷ -7,25 m dal p.c.	Peso di volume, granulometria

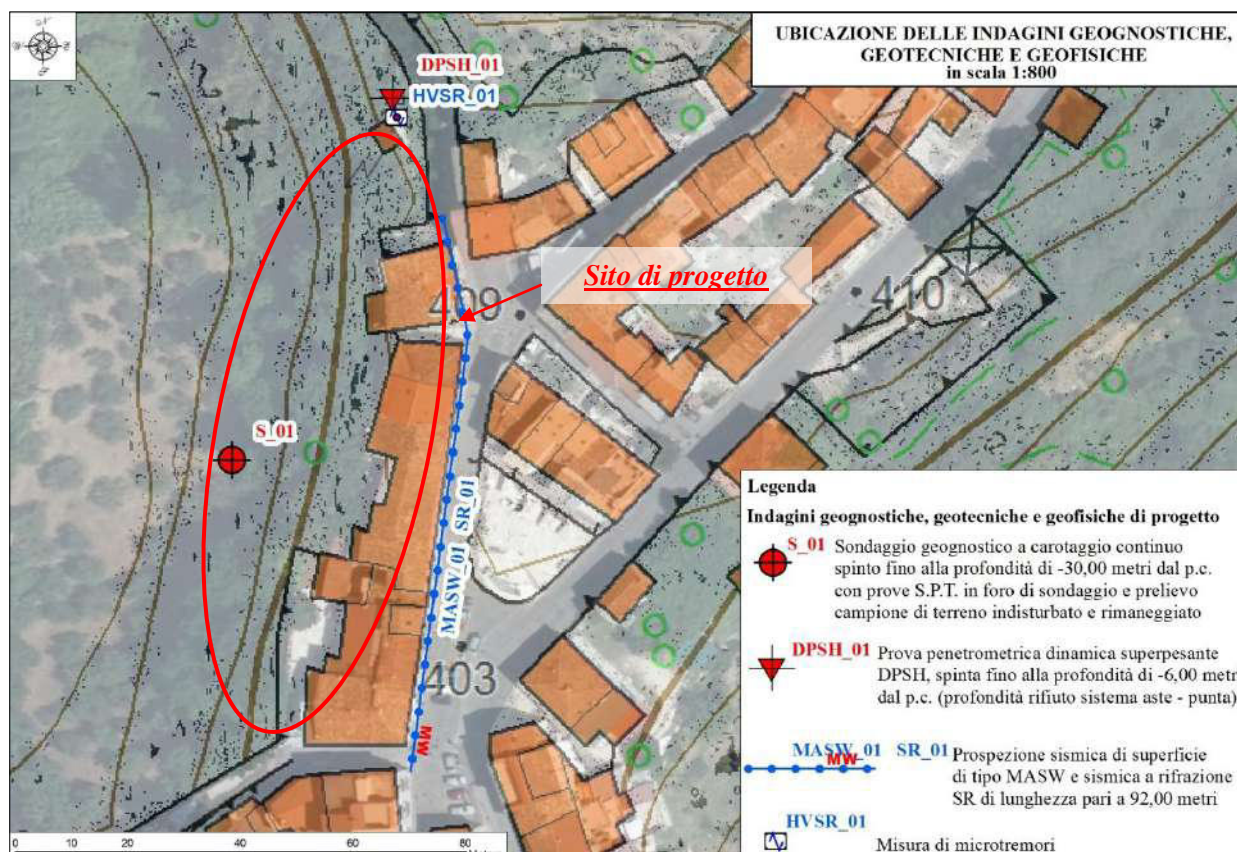


Figura 1 - Ubicazione delle indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche di progetto (riportata fuori scala).

Segue una breve descrizione delle indagini geologiche eseguite.

2.1 INDAGINE GEOGNOSTICA

Come anticipato precedentemente, l'indagine geognostica svolta nel giorno 12 dicembre 2023, è consistita nell'esecuzione di n. 01 sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto fino alla profondità di -30,00 m dal p.c., nel corso del quale sono state eseguite n. 04 prove in foro di tipo S.P.T. (Standard Penetration Test) e sono stati prelevati n. 01 campione indisturbato e n. 01 campione rimaneggiato da sottoporre ad analisi di laboratorio geotecnico.

Di seguito, si riporta la descrizione dettagliata della strumentazione utilizzata e della metodologia d'indagine; mentre, per i risultati si rimanda alla stratigrafia di sondaggio allegata (Allegato 1). Nei successivi paragrafi saranno trattate in dettaglio le singole operazioni eseguite in campagna. Nelle pagine precedenti è riportata una tabella riassuntiva delle attività geognostiche svolte.



Figura 2 - Foto impianto di perforazione, postazione di sondaggio S_01.

2.1.1 SONDAGGIO GEOGNOSTICO A CAROTAGGIO CONTINUO

Per l'esecuzione della perforazione si è fatto uso di un impianto di perforazione cingolato, costituito da una sonda idraulica marca REND 800.

Il carotaggio continuo è stato effettuato, conformemente alla natura dei terreni attraversati, utilizzando un sistema di perforazione tradizionale costituito da batteria di aste e carotiere semplice da 101 mm di diametro, con avanzamento a secco per un miglior recupero dei terreni carotati,

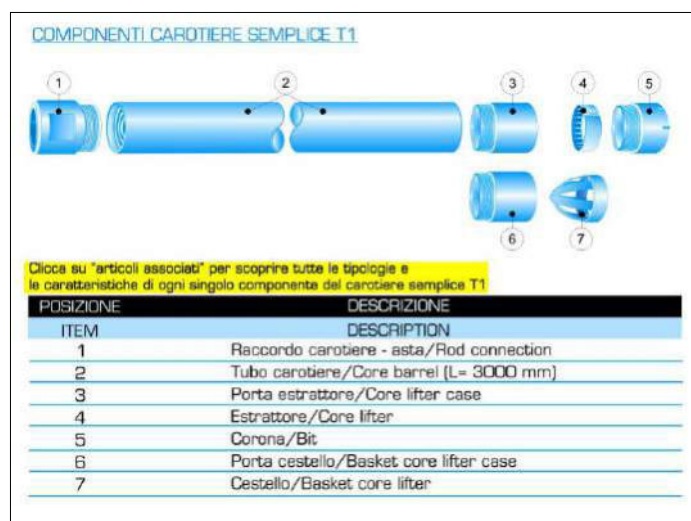


Figura 3 - Carotiere Semplice.

utilizzando, ove necessario, acque chiare come fluido di circolazione. La stabilizzazione del foro è stata ottenuta previo rivestimento mediante tubazioni da 127 mm di diametro e lunghezza di 1.5 m. Il foro è stato rivestito per una profondità di -9,00 metri dal p.c.



Figura 4 - Carotiere semplice impiegato nella perforazione.



Figura 5 - Tubi di rivestimento.

Le carote di terreno estratte nel corso del sondaggio sono state conservate in apposite cassette catalogatrici in PVC, provviste di scomparti da 1.0 m di lunghezza e coperchio apribile.



Figura 6 - Cassette catalogatrici a cinque scomparti sondaggio S_01

Su tali reperti di sondaggio, il geologo presente in cantiere ha provveduto ad eseguire la descrizione stratigrafica, annotando eventuali anomalie. La suddetta descrizione stratigrafica è stata compilata specificando per ogni strato individuato:

- a) tipo di terreno (granulometria e grado di arrotondamento dei clasti);
- b) condizioni di umidità naturale;
- c) compattezza (consistenza o addensamento);
- e) alterazione;
- f) colore;

- g) struttura;
- h) particolarità;
- i) litologia ed origine.

Sui terreni coesivi si sono effettuate prove di consistenza tramite Pocket Penetrometer, descrivendo lo stato di consistenza secondo la seguente tabella:

definizione	resistenza penetrometro tascabile [kg/cm ²]	prove manuali
molto tenero	< 0.25	– espelle acqua quando strizzato fra le dita
tenero	0.25 - 0.5	– si modella fra le dita con poco sforzo – si scava facilmente
mediamente consistente	0.5 - 1.0	– si modella fra le dita con un certo sforzo – offre una certa resistenza allo scavo
consistente	1.0 - 2.0	– non si modella fra le dita – è difficile da scavare
molto consistente	2.0 - 4.0	– è molto resistente fra le dita – si scava con molta difficoltà
duro	> 4.0	

Le misure del pocket sono assimilabili a prove di carico con espansione laterale libera, in questo caso la resistenza al taglio è uguale al doppio della coesione non drenata (C_u).



Figura 7 - Prove di consistenza mediante Pocket Penetrometer.

Il grado di addensamento dei terreni non coesivi è descritto sulla base dei risultati di prove S.P.T., come da tabella seguente:

descrizione	N_{spt} [colpi/30 cm]	prove manuali
sciolto	0-4	– si scava facilmente con un badile
poco addensato	4-10	– si scava abbastanza facilmente con un badile e si penetra con una barra
moderatamente addensato	10-30	– difficile da scavare con un badile o da penetrare con una barra
addensato	30-50	– molto difficile da penetrare; si scava con un piccone
molto addensato	>50	– difficile da scavare con un piccone

2.1.2 PROVE IN FORO DI TIPO S.P.T. (STANDARD PENETRATION TEST)

Le prove S.P.T. (Standard Penetration Test) sono state eseguite in avanzamento all'interno del foro di sondaggio, con la porzione di foro sovrastante opportunamente rivestita. Per l'esecuzione della prova è stata utilizzata un'attrezzatura conforme a quanto stabilito nelle normative di riferimento ASTM D.1586/67 – 74, UNI ENV 1997-3:2002 – Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Progettazione assistita con prove in sito, UNI EN ISO 22476-3:2005; indagini e prove geotecniche – Prove in sito – Parte 3: Prova penetrometrica dinamica tipo SPT (Standard Penetration Test).

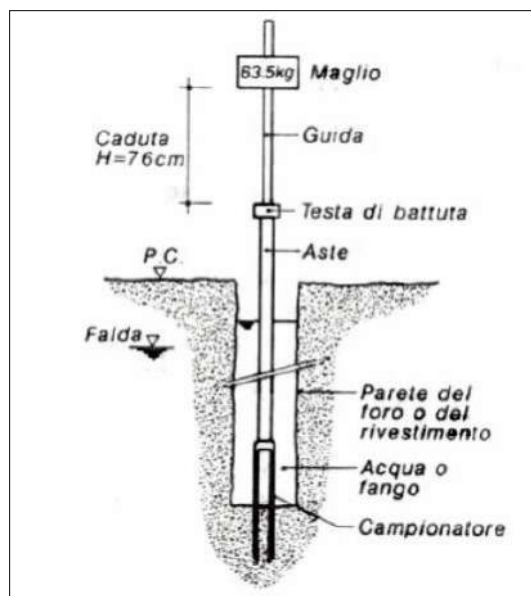


Figura 8 - Schema prova SPT.

La prova consiste nell'infissione a percussione, secondo una procedura standardizzata, di un campionatore a pareti grosse di dimensioni standard (campionatore Raymond) nel fondo di un foro di sondaggio e nella registrazione dei colpi necessari per una penetrazione di tre intervalli da 15 cm caduno.

Il tubo campionatore è collegato alla superficie mediante batteria di aste in testa alle quali agisce un maglio del peso di 63.5 kg che cade liberamente da un'altezza di 0.76 m.

Per la prova sono state utilizzate le seguenti attrezzature standard:

- Aste d'infissione del diametro esterno 50 mm. e peso di 7 kg/m;
- Testa di battuta di acciaio avvitata sulle aste;
- Maglio di acciaio di 63.5 kg;
- Dispositivo automatico che consente la caduta del maglio da un'altezza di 0.76 m;
- Centratore di guida per le aste fra la testa di battuta e il piano campagna.

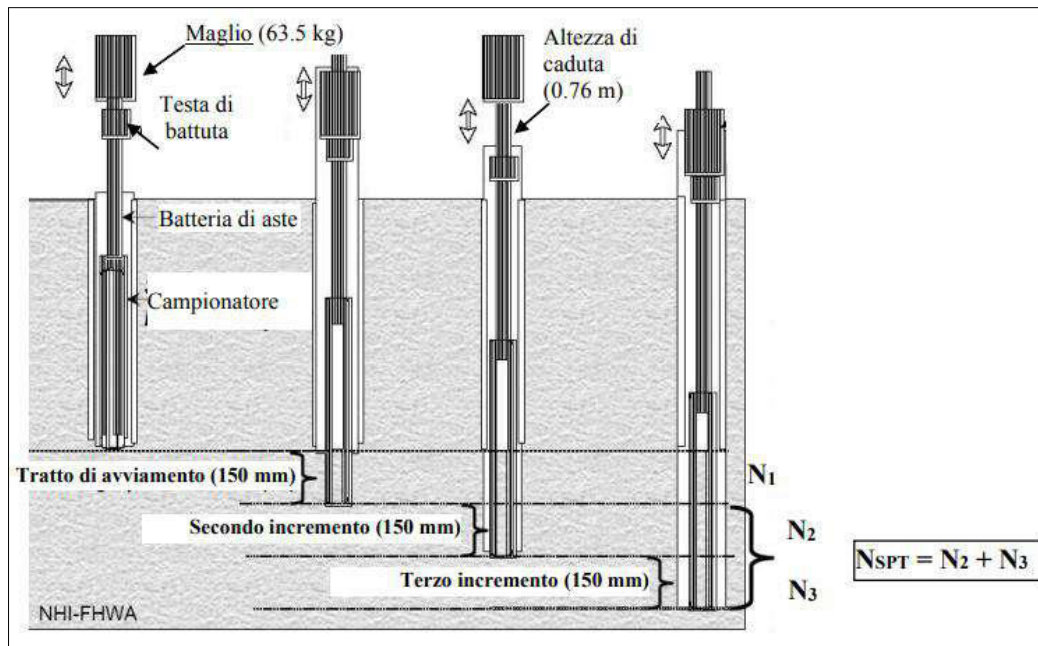


Figura 9 - Schema esecuzione S.P.T.



Figura 10 - Esecuzione prova S.P.T.

Il campionatore Raymond, ha diametro esterno di 51 mm, spessore 16 mm e lunghezza complessiva comprendente scarpa e raccordo alle aste di 813 mm. Esso consta di un tubo diviso longitudinalmente a metà; i due semitubi sono tenuti insieme, durante l'infissione, o da una scarpa tagliente avvitata alla base e da un anello in testa o da una punta conica, a seconda delle litologie interessate dalla prova.

Durante la prova si misura:

N1 = numero di colpi di maglio necessari a provocare l'avanzamento del campionatore per i primi 15 cm, assunti come tratto di "avviamento";

N2 = numero di colpi che provoca la penetrazione del campionatore nei successivi 15 cm;

N3 = numero di colpi necessari per gli ultimi 15 cm di avanzamento.

Si assume come resistenza alla penetrazione il valore:

$$N_{SPT} = N2 + N3$$



Figura 11 - Campionatore Raymond, a) a punta aperta; b) a punta chiusa.



Figura 12 - Campionatore utilizzato a punta aperta.

2.1.3 PRELIEVO DI CAMPIONE INDISTURBATO/RIMANEGGIATO

Nel corso del sondaggio geognostico sono stati prelevati n.02 campioni di terreno, uno rimaneggiato e l'altro indisturbato.

Il prelievo del campione indisturbato è stato eseguito in corrispondenza dei terreni a maggiore componente coesiva con campionatori Shelby. Sono state usate fustelle di acciaio inox, del diametro di 83 mm e lunghezza variabile tra 50 e 60 cm. Prima di procedere al prelievo dei campioni si è proceduto alla pulizia del fondo foro. La fustella è stata infissa nel terreno per tutta la lunghezza utile a bassa velocità evitando rotazioni. I campioni prelevati, sono stati sigillati in sito con paraffina ed etichettati; ogni targhetta riporta le informazioni relative al numero campione, profondità di inizio e fine prelievo. I campioni prelevati sono stati portati al laboratorio geotecnico per le analisi geotecniche.



Figura 13 - Fustella campione indisturbato verticale indagine S_01.



Figura 14 - Campione rimaneggiato verticale indagine S_01.

2.2 INDAGINE GEOTECNICA (PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH)

Come anticipato precedentemente, l'indagine geotecnica, svolta il giorno 29.12.2023, è consistita nell'esecuzione di n. 01 prova penetrometrica dinamica superpesante DPSH (Dynamic Probing Super Heavy), spinta fino alla profondità di: -6,00 metri dal p.c. (DPSH_01, profondità rifiuto sistema aste - punta).

Per la descrizione della strumentazione usata, metodologia adottata nell'ambito dell'indagine, nonché per i risultati delle stesse, si rimanda all'Allegato 1 allegato alla presente relazione.

Nelle pagine precedenti è riportata una tabella riassuntiva delle attività geotecniche svolte.

Di seguito si riporta la documentazione fotografica.



Figura 15 - Postazione prova penetrometrica DPSH_01.



Figura 16 - Postazione prova penetrometrica DPSH_01.

2.3 INDAGINI GEOFISICHE (PROVA SISMICA ATTIVA M.A.S.W. E SISMICA A RIFRAZIONE, MISURA DI MICROTREMORE H.V.S.R.)

Come anticipato precedentemente, l'indagine geofisica, svolta il giorno 29.12.2023, è consistita nell'esecuzione di n. 01 prova sismica attiva di superficie M.A.S.W (Multichannel Acquisition Surface Wave), una sismica a rifrazione con tecnica tomografica S.R. di lunghezza pari a 92,00 metri ed una sismica passiva H.V.S.R. (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) della durata di 30 minuti.

Per la descrizione della strumentazione usata, metodologia adottata nell'ambito dell'indagine, nonché per i risultati delle stesse, si rimanda all'Allegato 1 in calce alla presente relazione.

Nelle pagine precedenti è riportata una tabella riassuntiva delle attività geotecniche svolte.

Di seguito si riporta la documentazione fotografica.



Figura 17 - Postazione prova sismica attiva di superficie M.A.S.W. _01 e Sismica a rifrazione S.R. _01.



Figura 18 - Postazione prova sismica attiva di superficie M.A.S.W. _01 e Sismica a rifrazione S.R. _01.

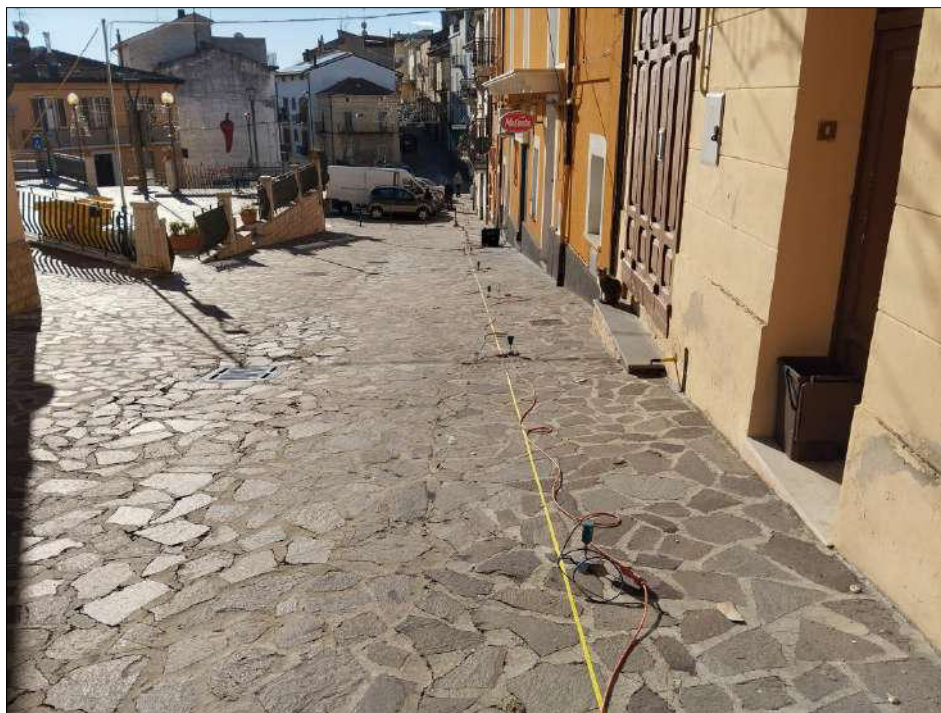


Figura 19 - Postazione prova sismica attiva di superficie M.A.S.W. _01 e Sismica a rifrazione S.R. _01.



Figura 20 - Postazione prova sismica attiva di superficie M.A.S.W. _01 e Sismica a rifrazione S.R. _01.



Figura 21 - Postazione prova sismica passiva H.V.S.R._01.

3.0 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area di studio è compresa nell'ambito amministrativo del territorio comunale di Filetto, nella Provincia di Chieti.

Orograficamente, quest'ultimo si trova nel settore pedemontano abruzzese, a Nordest rispetto alla dorsale montuosa della Montagna della Majella.

L'alto morfologico su cui sorge il centro storico di Filetto, la cui quota massima è pari a 415 m s.l.m., è allungato circa in direzione N- S e risulta compreso tra il Fosso Venna (ad est) e il Torrente Dentolo (ad ovest) (fig. 22).



Figura 22 - Inquadramento geografico del territorio in esame (immagine da Google Earth).

Il sito interessato dal progetto si ubica nel centro storico, sul versante occidentale che digrada verso il Torrente Dentolo, ad una quota altimetrica di circa 400 m s.l.m. (fig. 23, 24).

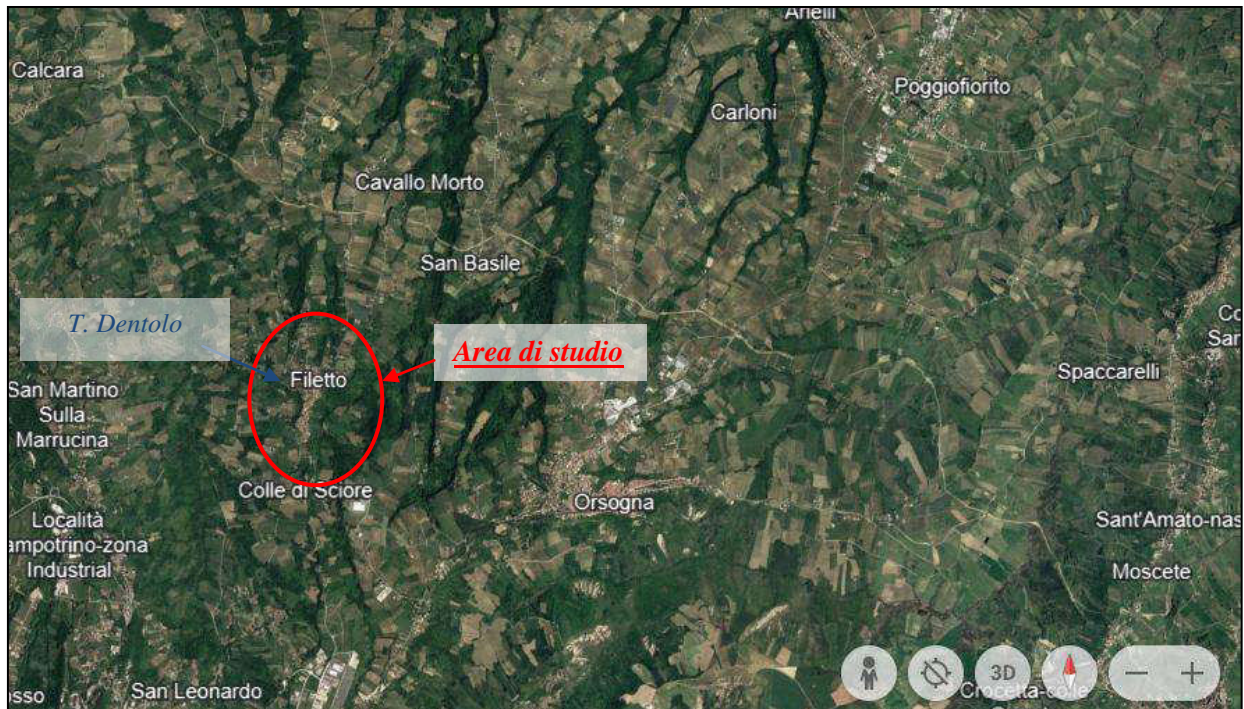


Figura 23 - Inquadramento geografico dell'area di studio (immagine da Google Earth).



Figura 24 - Inquadramento geografico del sito di progetto (immagine da Google Earth).



Figura 25 - Inquadramento geografico del sito di progetto (immagine da Google Earth).

Dal punto di vista amministrativo il territorio comunale di Filetto, in provincia di Chieti, nel settore centrale della Regione Abruzzo, confina a N con il Comune di Vacri (CH) e Ari (CH); ad E con il Comune di Orsogna (CH); a S con il Comune di Guardiagrele (CH); ad W con il Comune di San Martino sulla Marruccina (CH) e Casacanditella (CH) (fig. 26).



Figura 26 - Limiti amministrativi Comune di Filetto (CH) su immagine satellitare (Google Earth).

Topograficamente il territorio comunale di Filetto rientra nel Foglio 361 E della Carta Topografia d'Italia in scala 1:25.000 (Serie ED50). L'area di interesse è rappresentata nel Foglio 361 E della Carta Topografia d'Italia in scala 1:25.000 (Serie ED50) (fig. 27) e nell' Elemento numero 361151 della Carta Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:5.000 (fig. 28).

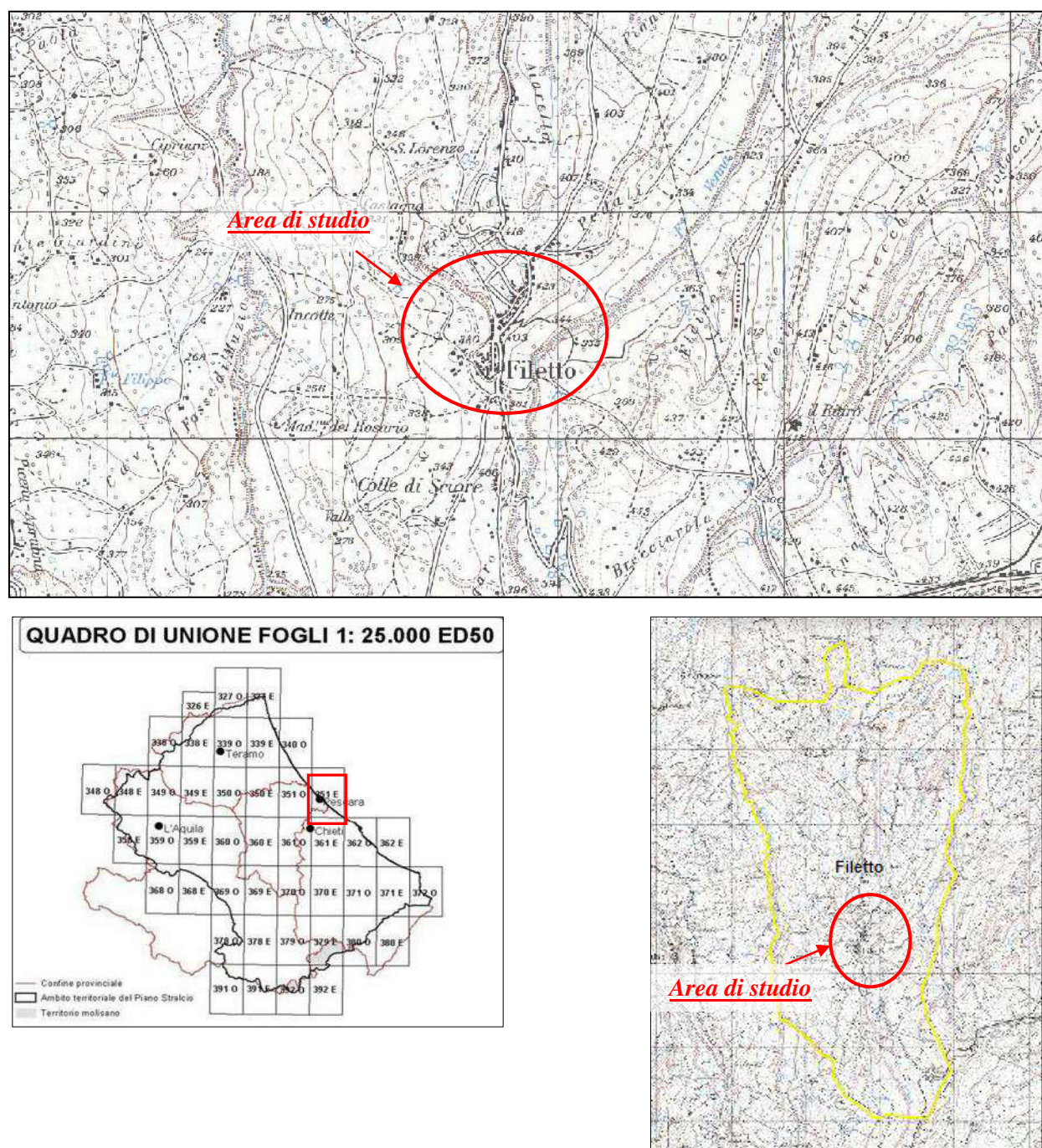


Figura 27 - Stralcio di Carta Topografica d'Italia in scala 1:25.000, Foglio 361E (Serie ED50, Regione Abruzzo 2000). In basso è riportato il quadro di unione dei Fogli 1:25.000 Serie ED50 con indicato nel riquadro rosso il foglio in esame, e i limiti comunali (in giallo) su base topografica in scala 1:25.000).

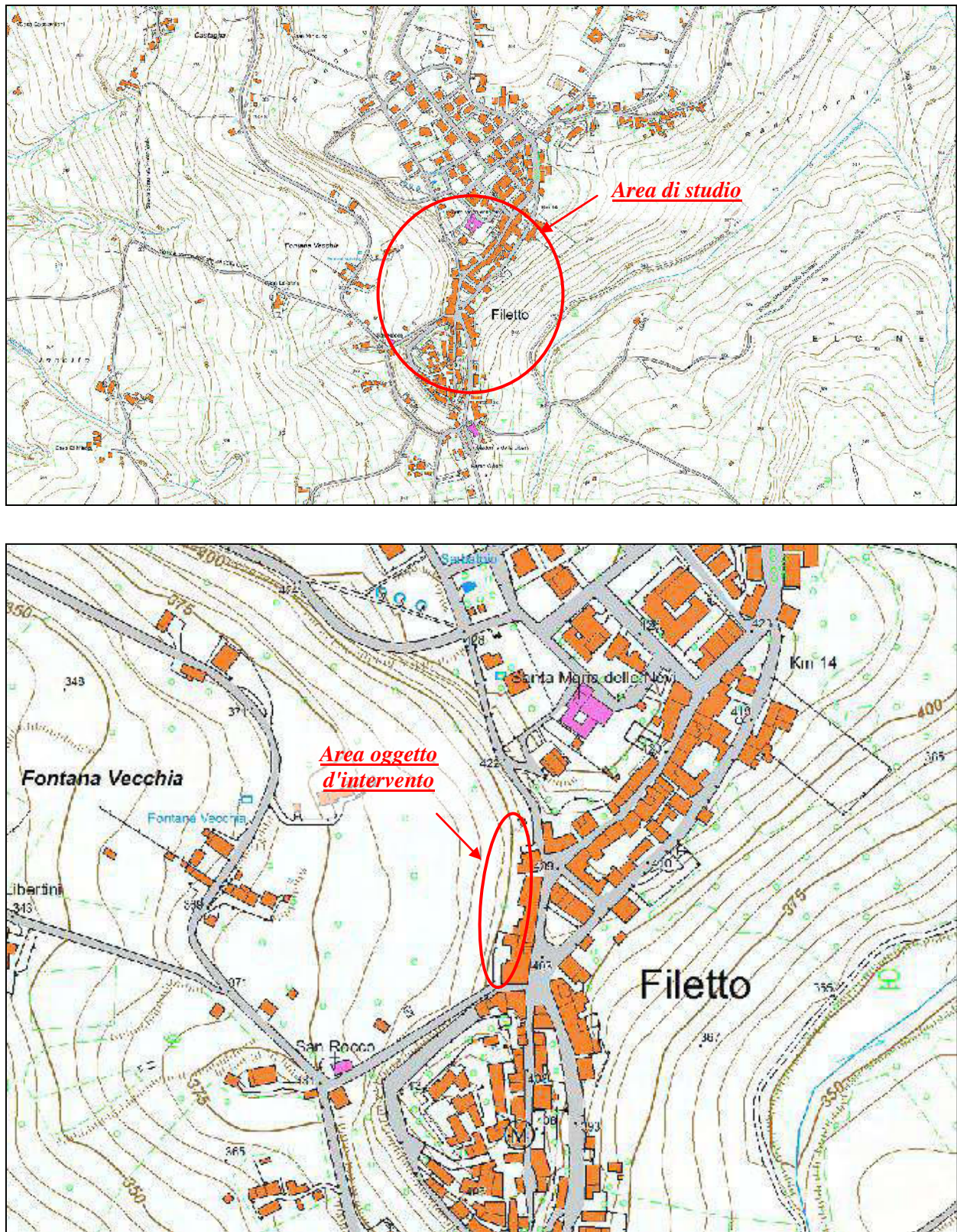


Figura 28 - Stralcio di Carta Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:5.00, elemento n. 361151, in cui si indica l'area di studio ed il sito di progetto.

4.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

4.1 ASSETTO GEOLOGICO GENERALE

L'area abruzzese registra, nella sua struttura vasta e articolata, tutte le fasi della formazione della catena appenninica. A partire da circa 200 milioni di anni fa, nell'area rappresentata oggi da gran parte del territorio abruzzese, si instaura un ambiente deposizionale rappresentato da piattaforme carbonatiche con mare basso, separate da settori più profondi che raggiungono anche migliaia di metri di battente d'acqua. Il quadro descritto, con diverse e numerose fasi di sedimentazione, perdura fino a circa 25 – 30 milioni di anni fa, quando la zona di deposizione è coinvolta nella formazione della catena appenninica, con una migrazione che procede da Ovest verso Est. Tutta la zona abruzzese è interessata da una tettonica compressiva responsabile della formazione dei principali fronti di sovrascorrimento e della formazione di pieghe a scala regionale. Contemporaneamente alla fase deformativa si assiste alla deposizione di spesse successioni argilloso-arenacee, in bacini allungati nel senso della catena ormai incipiente.

A partire dal Miocene superiore (circa 6 milioni di anni fa) si sviluppa la tettonica distensiva, anch'essa in migrazione da Ovest verso Est, i cui effetti sono tutt'ora osservabili nella genesi dei terremoti che caratterizzano buona parte dell'Appennino centrale.

L'emersione graduale della catena in formazione ha creato, infine, nel Plio-Pleistocene le condizioni per l'inizio di un'importante fase erosiva, accompagnata dalla deposizione di potenti coltri di depositi detritici continentali che oggi si ritrovano a colmamento delle aree depresse e in lembi lungo i versanti montuosi, a testimonianza di antiche fasi di erosione e deposizione.

Ha così avuto luogo la strutturazione, prima in ambiente sottomarino e poi subaereo, dell'area abruzzese così come la conosciamo oggi, articolata nelle dorsali carbonatiche Marsica, Gran Sasso e Maiella, i cui rilievi sono intervallati da valli profonde e depressioni intramontane.

Questo settore di orogene appenninico si è strutturato durante il Neogene, secondo una geometria arcuata che riflette una complessa struttura profonda. La strutturazione di tale sistema a falde tettoniche a vergenza nordorientale ha determinato la sovrapposizione di domini paleogeografici meso – cenozoici di piattaforma bacino, articolati longitudinalmente e trasversalmente alla catena, e la formazione di depositi silicoclastici sin – orogenici di avanfossa.

Dal Miocene e per tutto il Pleistocene, l'orogene è stato sottoposto a un processo di sollevamento regionale che ha determinato le fasi più importanti della morfogenesi dal margine tirrenico della catena appenninica fino ai settori pedemontani adriatici.

Questo processo, legato ad una tettonica prevalentemente distensiva, ha determinato lo sprofondamento di interi settori di catena lungo sistemi di faglie dirette, creando, a partire da Pliocene superiore, numerosi bacini intramontani colmati da successioni di depositi continentali (conca dell'Aquilana, piana del Fucino e bacino di Sulmona).

L'area oggetto d'indagine ricade all'interno della fascia pedemontana periadriatica. Il territorio in esame è in corrispondenza del bacino di avanfossa plio-pleistocenica che affiora in continuità dalle pendici della Montagna della Maiella alla costa adriatica. L'avanfossa, da ovest verso est, presenta caratteri diversi in funzione dell'evoluzione strutturale della zona e delle variazioni eustatiche che si sono avute nel periodo compreso dal Pliocene al Pleistocene.

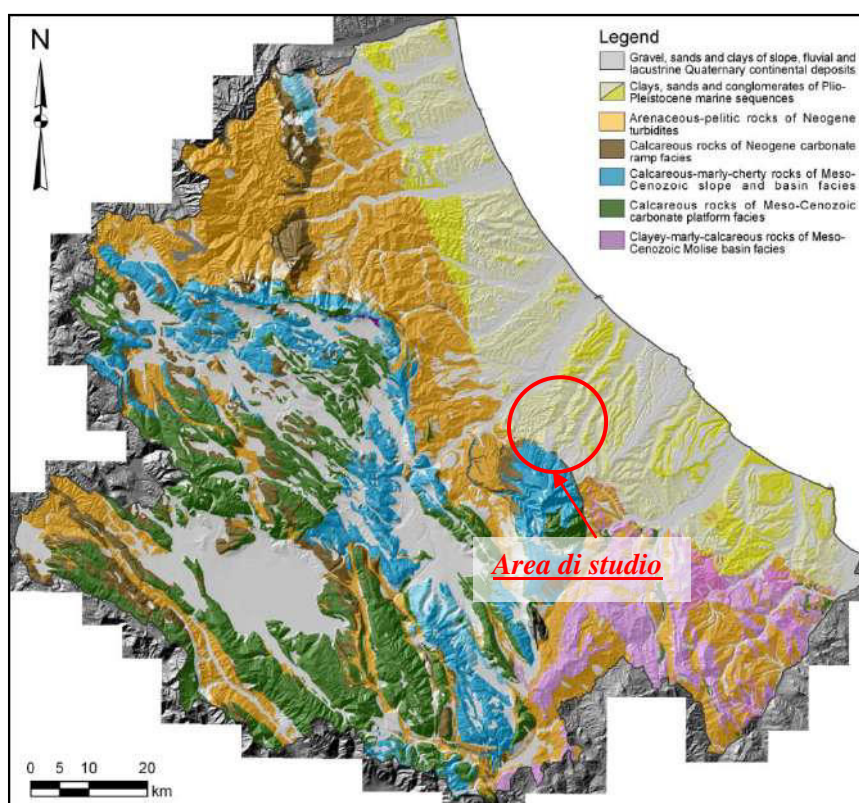


Figura 29 – Schema geologico dell'Abruzzo.

4.2 ASSETTO GEOLOGICO E STRUTTURALE DELL'AREA DI STUDIO

L'area di studio si inserisce nel settore abruzzese esterno che comprende il versante nord-orientale del massiccio carbonatico della Montagna della Maiella e la zona collinare antistante. Tale area è caratterizzata dalla presenza della successione silicoclastica del Pliocene superiore – Pleistocene inferiore (Formazione di Mutignano), discordante sulle strutture della catena nel settore occidentale (Maiella – Casoli) ed in concordanza, nel settore orientale di avampaese, al di sopra dei depositi del Pliocene medio (SCISCIANI *et alii*, 2000; CALAMITA *et alii*, 2002).

Pieghe e sovrascorrimenti (strutture del M. Morrone e della Maiella) coinvolgono, in questo settore frontale della catena centro – appenninica, la successione carbonatica triassico – miocenica di piattaforma – bacino pelagico, i depositi messiniani evaporitici e silicoclastici di avanfossa, quelli silicoclastici del Pliocene inferiore di avanfossa o di bacino pelagico.

L'anticlinale della Maiella costituisce la struttura più esterna affiorante della catena appenninica abruzzese. Tale piega presenta una culminazione assiale in corrispondenza dell'area della Maiella, immerge verso nord e prosegue per altri 30 km al di sotto dei depositi plio – pleistocenici nella contigua struttura di Villadegna – Cellino. Verso sud, la piega è bordata dalla rampa obliqua Sangro Volturno, ad est della quale le strutture della catena che coinvolgono la piattaforma apula si rinvergono al di sotto delle unità alloctone molisane – sannitiche. In particolare, nell'anticlinale della Maiella sono coinvolte le successioni di piattaforma carbonatica e di scarpata/bacino affioranti, rispettivamente, nel tratto meridionale e settentrionale dell'anticlinale e i depositi silicoclastici dell'avanfossa infrapliocenica. La piega mostra un profilo asimmetrico con il fianco orientale molto inclinato ed un marcato andamento arcuato a convessità orientale. Ad ovest è

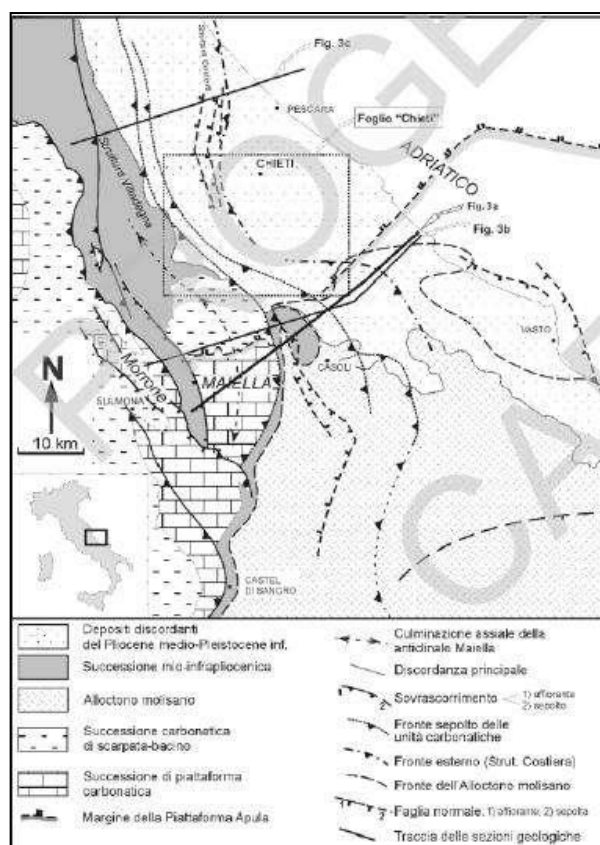


Figura 30 - Schema strutturale del settore esterno abruzzese (da Note Illustrative del Foglio 361 "Chieti").

presente una faglia normale immergente verso ovest con direzione NNO – SSE (faglia di Caramanico) che si estende per una lunghezza di circa 30 km. Il rigetto, lungo questa struttura, raggiunge un valore massimo di circa 3 km nel settore meridionale che si riduce progressivamente verso nord. Nel settore nord – orientale dell'anticlinale della Maiella è presente la discordanza angolare tra la successione carbonatica e i depositi silicoclastici della Formazione di Mutignano. Tale configurazione consente di riferire alla fine del Pliocene inferiore e al Pliocene medio la principale strutturazione dell'anticlinale della Maiella. La netta culminazione assiale della piega segue l'andamento del tetto dei carbonati nell'antistante avanpaese, che risale in senso N – S.

Ai piani di sovrascorrimento della Maiella e a quello di Casoli è associata la “Struttura costiera”, che costituisce la struttura frontale sepolta della catena centro appenninica, ad oriente della quale si rinvengono le avanfosse del Pliocene medio, Pliocene superiore e Quaternario. Faglie normali associate alla flessurazione dell'avanpaese sono state evidenziate in questo settore sia dai dati di superficie che da quelli di sottosuolo. Studi geologici di dettaglio effettuati hanno consentito di caratterizzare il fianco nord – orientale dell'anticlinale della Maiella, le sue relazioni con la Formazione di Mutignano e l'assetto strutturale dell'associazione sabbioso – conglomeratica che chiude la sedimentazione marina del Pleistocene inferiore. I depositi del Pliocene superiore della Formazione di Mutignano hanno sigillato la storia deformativa che ha portato allo sviluppo dell'anticlinale della Maiella. Il tilting che ha coinvolto questa formazione, connesso al sollevamento regionale del settore periadriatico, ha portato allo sviluppo del caratteristico assetto monoclinale con immersione a NE e con pendenza decrescente in senso O – E. Presso la

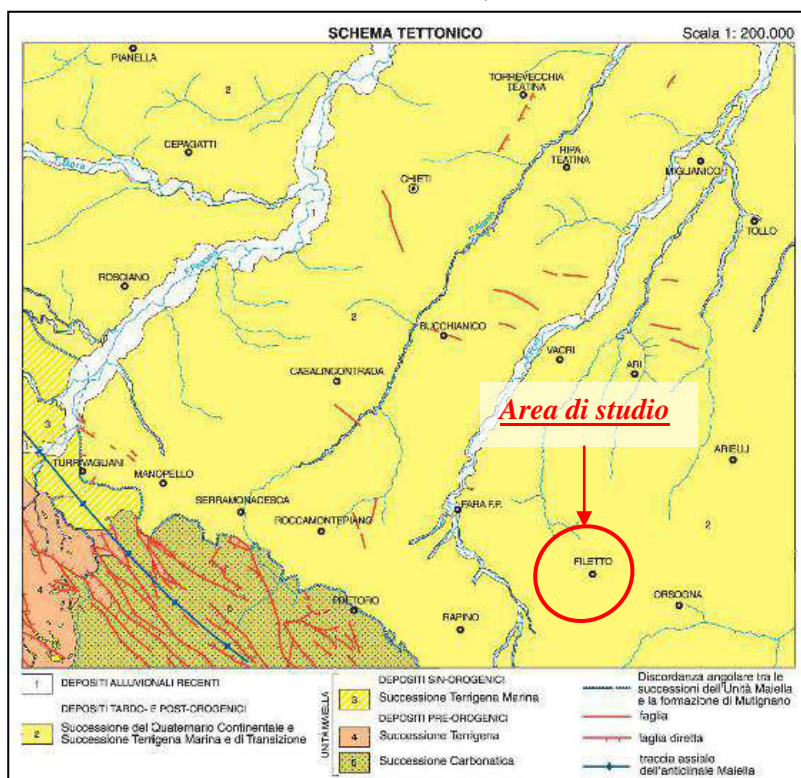


Figura 31 - Schema tettonico (da Carta Geologica Foglio 361 "Chieti").

linea di costa, l'associazione sabbioso – conglomeratica, che chiude la sedimentazione marina, mostra una pendenza di 3° - 5°. Questa associazione della Formazione di Mutignano affiora con continuità e con assetto monoclinale e pendenza di pochi gradi attraverso l'area rilevata, al di sopra delle strutture della catena e dell'antistante avampaese, sigillando e post – datando la struttura compressiva.

4.3 ASSETTO GEOLOGICO E STRATIGRAFICO LOCALE

La zona oggetto di studio s'inserisce nel sistema collinare periadriatico, nella fascia di media collina che si trova fra i rilievi montuosi appenninici e la linea di costa adriatica. Tale fascia è parte integrante di un lungo e stretto bacino marino (Miocene superiore–Pliocene inferiore) messo in posto in seguito alla migrazione, verso est, del sistema catena-avanfossa che ha prodotto la formazione della catena appenninica.

L'avanfossa, in rapida subsidenza ed in costante approfondimento, su un fondo dalla morfologia irregolare, nel Miocene superiore ha avuto la fase più attiva della sedimentazione di materiali torbiditici provenienti dal disfacimento della catena, dando luogo ad una potente successione di terreni flyschoidi.

Successivamente, nel Quaternario più antico, con lo sviluppo della rete idrografica, le formazioni sopra descritte furono ricoperte dai sedimenti fluviali. Questi ultimi, in virtù del bacino idrografico sotteso e della vicinanza dei termini di piattaforma, sono caratterizzati da episodi ghiaiosi e sabbiosi a vario grado di addensamento, che allo stato attuale si rinvencono come lembi sospesi ed isolati nel fianco sinistro dei corsi fluviali.

L'area di studio è compresa all'interno del Foglio 147 "Lanciano" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 e nel foglio 361 "Chieti" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 realizzata nell'ambito del Progetto CARG, di cui si riportano gli stralci (fig. 32 e 33).

Come si osserva nello stralcio di carta geologica (Foglio 147 "Lanciano" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000), nell'area in esame si ha la presenza di detriti di falda lungo il versante (dt), ciottolame poligenico con lenti sabbiose giallastre e argille grigio verdognole (Q_{cg}^c); argille a diverso tenore silteoso con alternanze sabbiose (Q_s^c) in corrispondenza dell'alto morfologico (fig. 32).

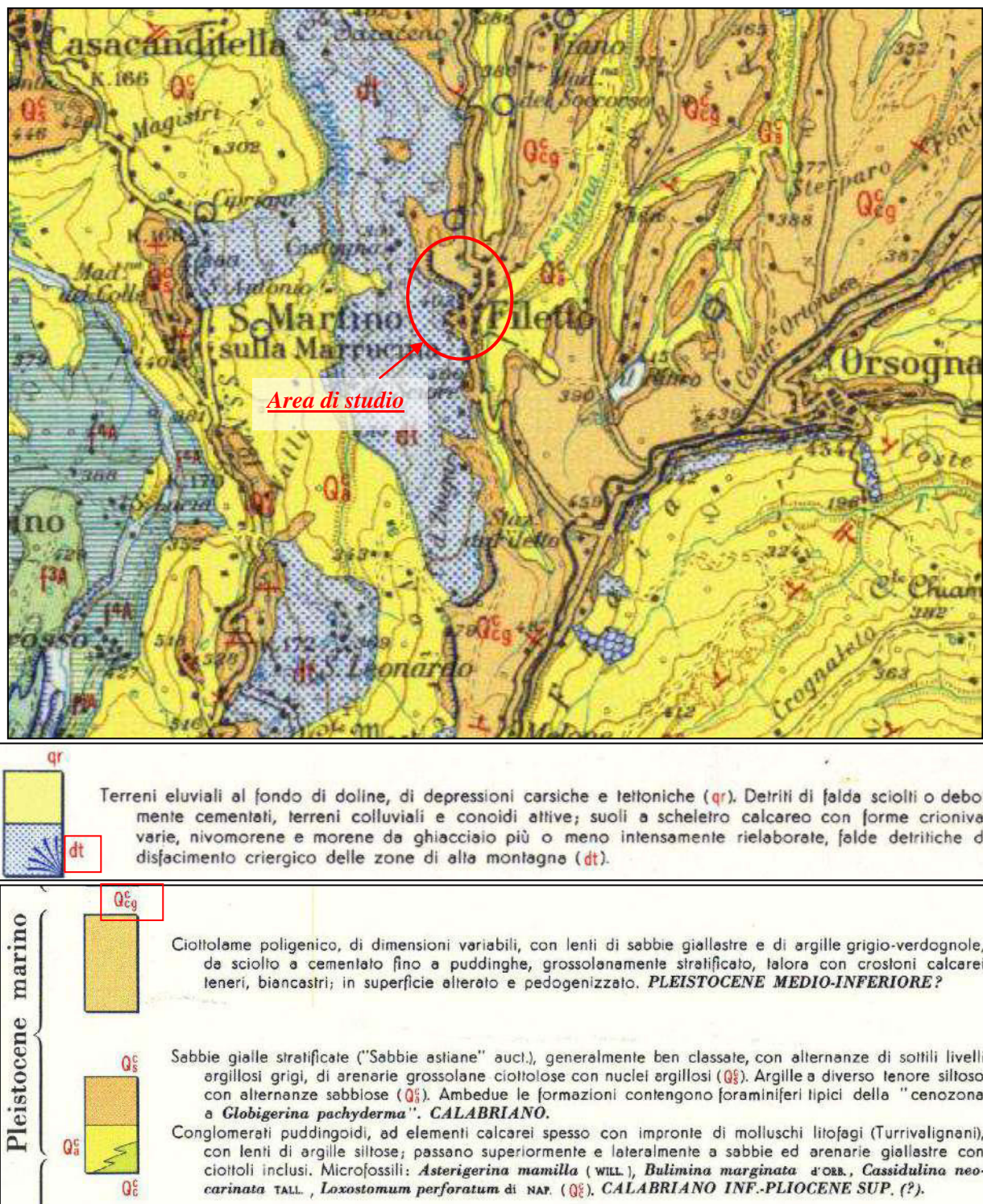
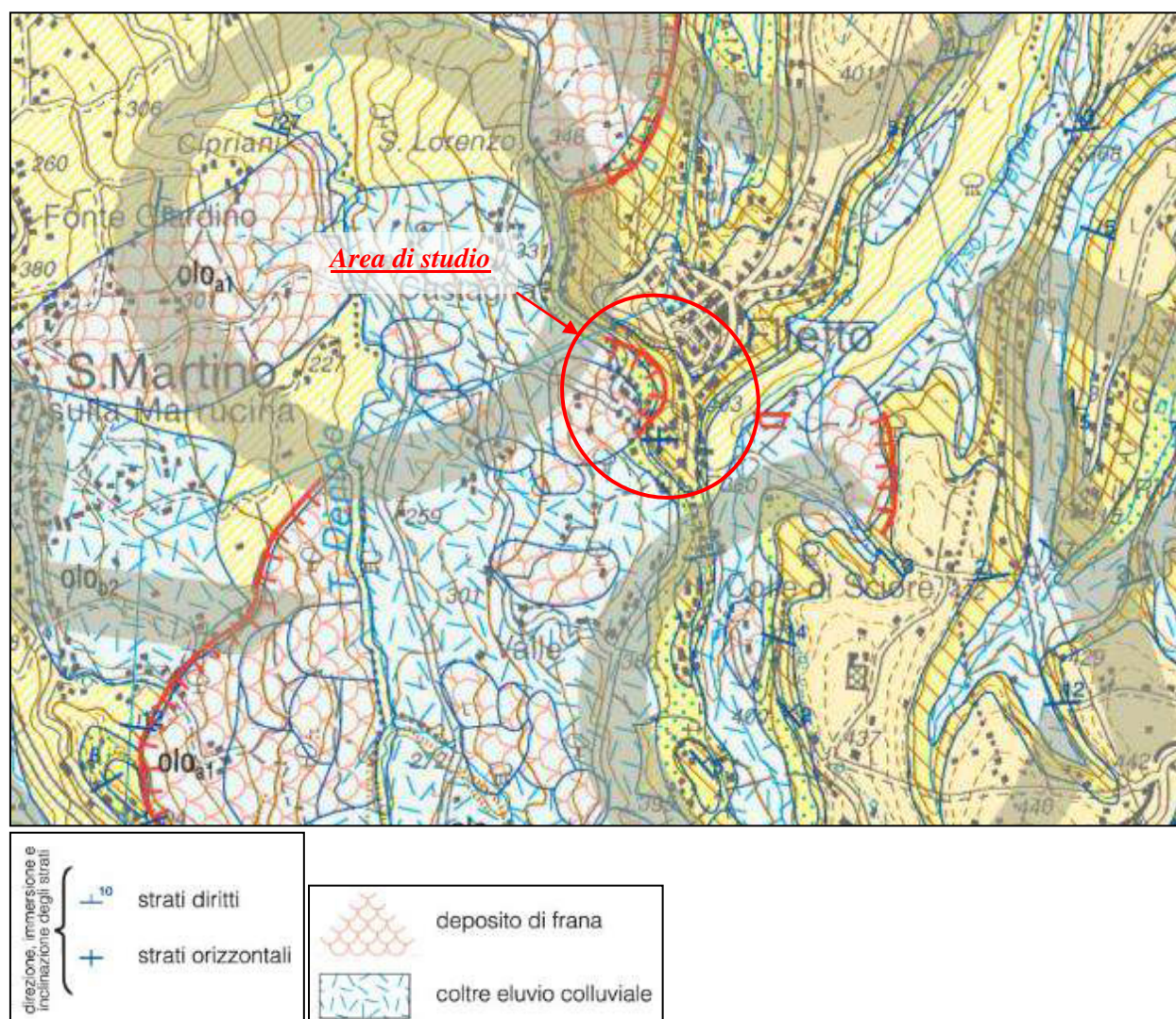


Figura 32 - Stralcio di Foglio Geologico 147 "Lanciano" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, con relativa legenda.

Da recenti rilievi geologici, eseguiti nell'ambito del progetto CARG, (vedi fig. 33, Foglio 361 "Chieti" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000) emerge che nel sito di progetto è presente la Formazione di Mutignano, nella facies pelitico - sabbiosa (FMTa) alla base, ed in facies sabbioso - pelitica (FMTd) e sabbioso - conglomeratica (FMTd) lungo il versante. L'area di interesse è caratterizzata dalla presenza di orlo di scarpata di frana con relativo corpo di accumulo che coinvolge depositi sabbioso - pelitici e sabbioso - conglomeratici. La formazione geologica è in assetto stratigrafico orizzontale.

Il settore nord del centro abitato di Filetto è caratterizzato dalla formazione Argille e conglomerati di Ripa Teatina; mentre, tutto il versante ovest del centro storico, che digrada verso il torrente Dentolo, è coperto da deposito eluvio colluviali a granulometria mista.



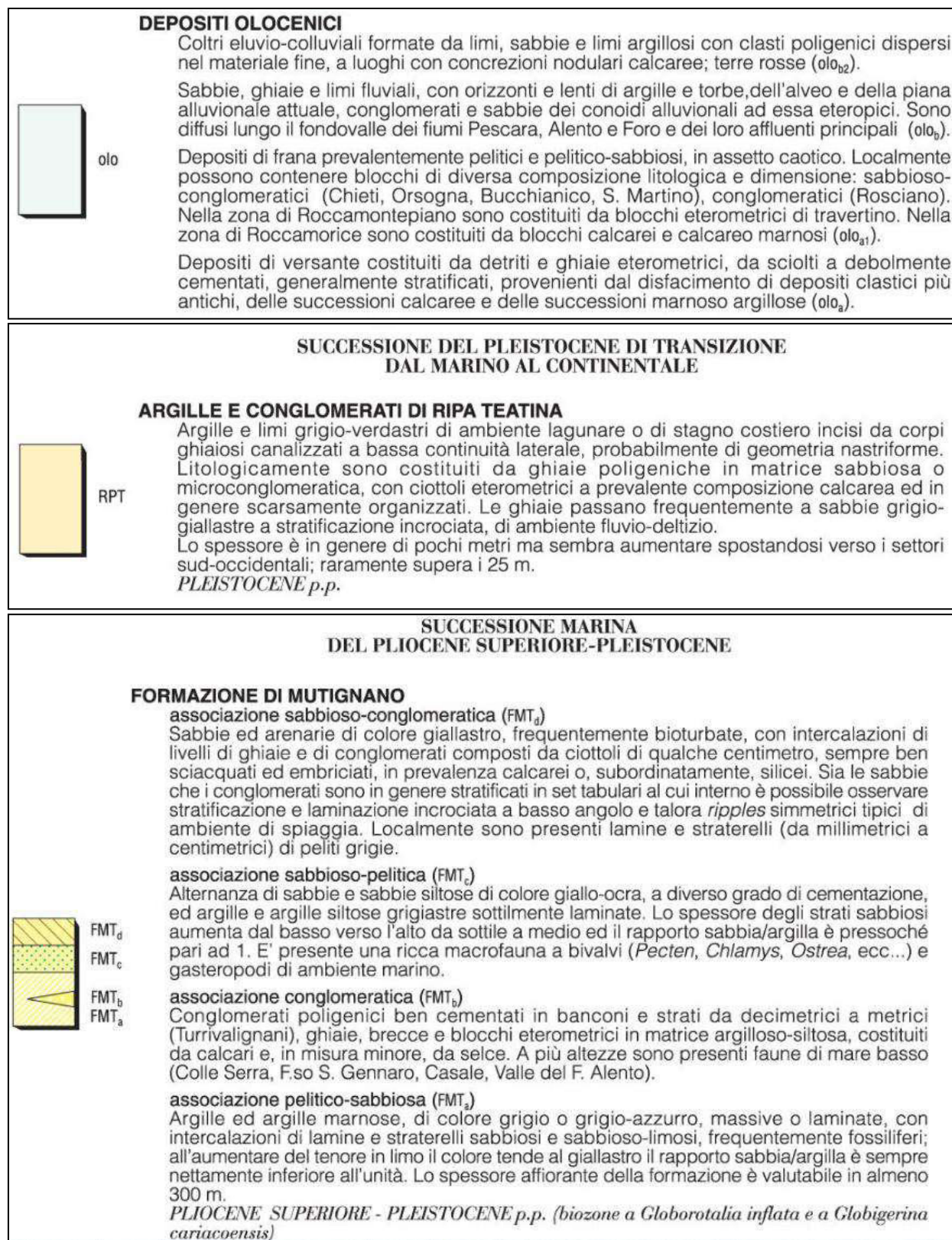


Figura 33 - Stralcio di Foglio 361 "Chieti" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000, con relativa legenda.

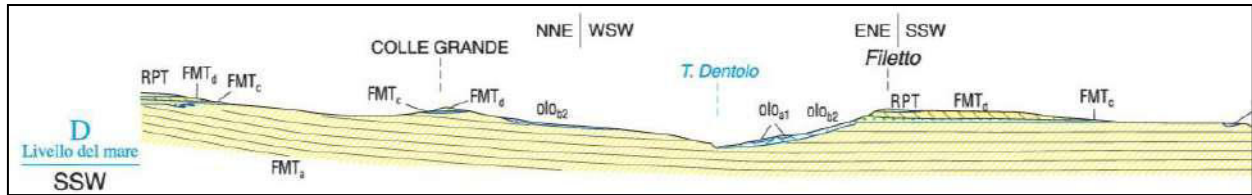


Figura 34 - Stralcio sezione geologica da Foglio 361 "Chieti" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000.

4.3.1 ASSETTO STRATIGRAFICO

Come detto in precedenza, dai recenti rilievi geologici, eseguiti nell'ambito del progetto CARG (vedi fig. 33, Foglio 361 "Chieti" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000), emerge che nel sito di progetto è presente la Formazione di Mutignano, nella facies pelitico - sabbiosa (FMTa) alla base, ed in facies sabbioso - pelitica (FMTd) e sabbioso - conglomeratica (FMTd) lungo il versante. L'area di interesse è caratterizzata dalla presenza di orlo di scarpata di frana con relativo corpo di accumulo che coinvolge depositi sabbioso - pelitici e sabbioso - conglomeratici. La formazione geologica è in assetto stratigrafico orizzontale. Il settore nord del centro abitato di Filetto è caratterizzato dalla formazione Argille e conglomerati di Ripa Teatina; mentre, tutto il versante ovest del centro storico, che digrada verso il torrente Dentolo, è coperto da deposito eluvio colluviali a granulometria mista.

Di seguito si riporta la descrizione stratigrafica solo dei litotipi caratterizzanti il sottosuolo del sito di progetto.

- **Formazione di Mutignano (FMT) (Pliocene sup. - Pliocene)**

Tali depositi di riferiscono ad una successione terrigena marina. La formazione può essere suddivisa, dal basso verso l'alto, in diverse associazioni di facies, di seguito descritte.

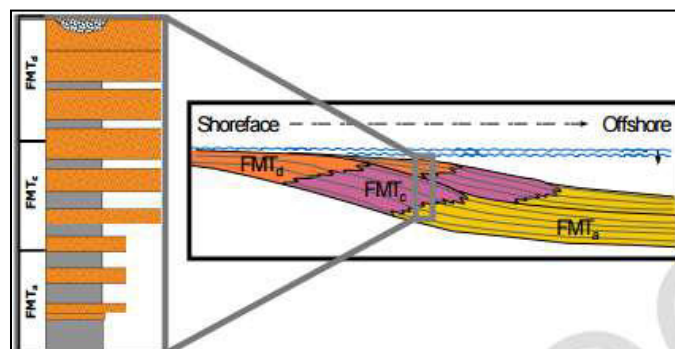


Figura 35 - Organizzazione verticale e spazio-temporale dei depositi della formazione di Mutignano.

La successione marina della Formazione di Mutignano, è caratterizzata da tre principali facies, l'associazione *pelitico-sabbiosa* (FMTa), con a luoghi corpi conglomeratici (FMTb), *associazione sabbioso-pelitica* (FMTc) e *sabbioso-conglomeratica* (FMTd).

L'*associazione pelitico-sabbiosa* (FMTa) è costituita alla base da argille grigio-azzurre argille siltose avana sottilmente stratificate con rari livelli e strati sabbiosi oca caratterizzati da strutture incrociate e ripple, a luoghi con abbondanti macrofossili quali gasteropodi, bivalvi, scafopodi e coralli. Il rapporto sabbia/argilla è nettamente inferiore all'unità.

L'*associazione conglomeratica inferiore* (FMTb) s'intercala alla associazione pelitico - sabbiosa ed è costituita da conglomerati poligenici ben cementati in banconi e strati da decimetrici a metrici, con livelli di ghiaie in matrice argilloso-siltosa alla base e al tetto. Sono presenti livelli di brecce e blocchi eterometrici dispersi in matrice argilloso - siltosa. I clasti sono prevalentemente calcarei e in minor misura selciferi. Tali depositi formano frequentemente rilievi in netto risalto morfologico sulle argille sottostanti.

L'*associazione sabbioso-pelitica* (FMTc) è costituita da un'alternanza di sabbie e sabbie siltose giallo-ocra, a variabile grado di cementazione, ed argille e argille siltose grigiastre sottilmente laminate. Lo spessore degli strati sabbiosi aumenta, dal basso verso l'alto, da sottile a medio ed il rapporto sabbia/argilla è pressoché pari a 1. Gli strati sabbiosi generalmente in rapporto erosivo sulle peliti, possono presentare laminazioni parallele.

L'*associazione sabbioso-conglomeratica* (FMTd) è costituita da una successione di sabbie e arenarie di colore giallastro, frequentemente bioturbate, in strati da medi a

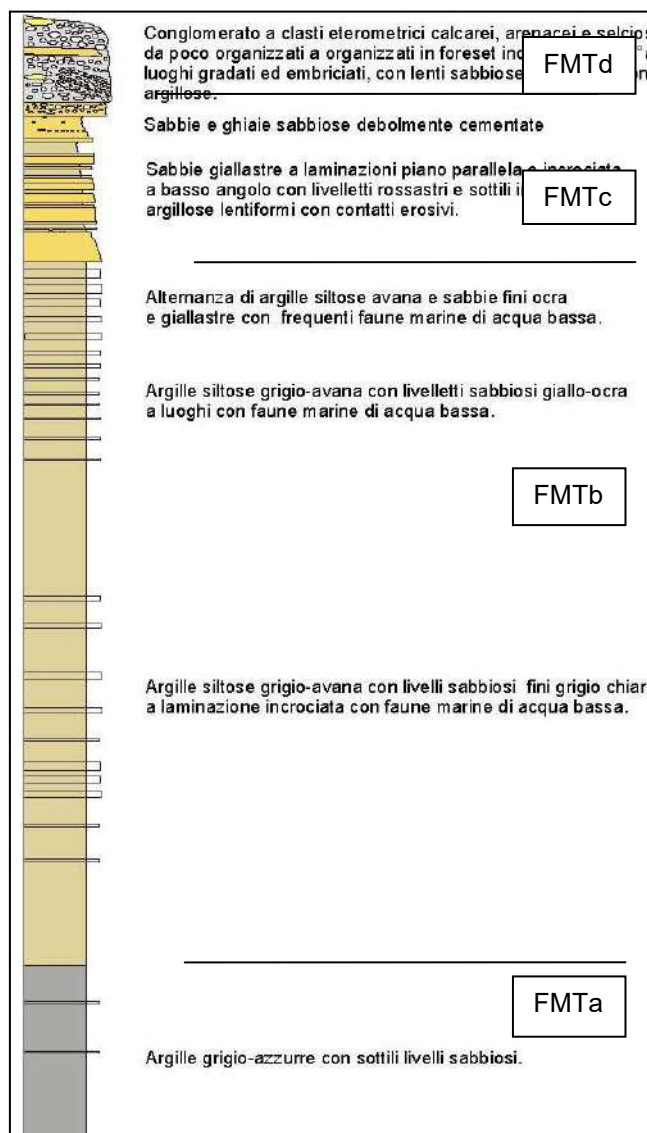


Figura 36 - Log stratigrafico della Formazione di Mutignano.

spessi, alternate a lenti e strati di ghiaie e di conglomerati. Localmente sono presenti livelli, da millimetrici a centimetrici, di peliti grigie.

5.0 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

5.1 ASSETTO GEOMORFOLOGICO GENERALE

La fisiografia del territorio abruzzese è caratterizzata dalla successione di ampie aree orograficamente omogenee: procedendo da oriente verso occidente s'individua dapprima la fascia collinare costiera, quindi la fascia pedemontana ed infine la zona montana.

Dal punto di vista geomorfologico, il modellamento del territorio della fascia pedemontana abruzzese rappresenta il frutto dell'interazione tra diversi fattori e processi fra cui possiamo annoverare: la natura litostrutturale delle diverse successioni marine e continentali affioranti, i fenomeni di sollevamento generalizzato che hanno interessato l'area dopo l'emersione del Pleistocene inferiore, le variazioni climatiche ed eustatiche, il conseguente approfondimento del reticolo idrografico ed, infine, l'intensa morfogenesi di versante.

La forma e la struttura del rilievo, insieme alle caratteristiche dell'idrografia e alla distribuzione dei processi geomorfologici, permettono di definire i principali elementi del rilievo in relazione ai fattori morfogenetici che ne hanno determinato la genesi.

I processi e i tipi di forme che caratterizzano l'area pedemontana sono essenzialmente costituiti da: forme strutturali, forme di versante dovute alla gravità, forme legate alle acque correnti superficiali.

Per quanto riguarda le *forme strutturali*, esse sono prevalentemente dovute alla presenza di disomogeneità litologiche, in particolare riferibili a scarpate influenzate dalla struttura, allineamenti di creste, superfici a influenza strutturale, oltre a forme tipo *cuestas* e *hog-back*. Si individuano in particolare forme tipo *cuesta*, in corrispondenza di intercalazioni arenacee più resistenti all'interno delle successioni torbiditiche mio-plioceniche o forme tipo *mesa*, con la sommità pianeggiante caratterizzata dalla presenza di litologie resistenti all'erosione. In particolare, a rilievi tipo *mesa* sono riferibili le alture alla cui sommità affiorano i depositi sabbioso-conglomeratici della parte alta della successione plio-pleistocenica (CASTIGLIONI, 1935). Altri rilievi tipo *mesa* sono caratterizzati, alla sommità, da piastroni di travertino (D'ALESSANDRO *et alii*, 2003c). Meno evidenti sono le forme legate direttamente all'azione della tettonica, come espressione superficiale del movimento delle faglia, che si individuano essenzialmente nelle caratteristiche e nella geometria del reticolo idrografico (FARABOLLINI *et alii*, 2004).

Le *forme dovute alla gravità* sono riferibili soprattutto a frane, di diversa tipologia, a movimenti lenti di versante e a falde di detrito. Le frane interessano principalmente i versanti più acclivi delle valli fluviali, dove sono diffuse le frane di scorrimento e le colate, con tipologie che spesso coinvolgono aree differenti della stessa frana, dando luogo a forme complesse. Dove i fenomeni franosi arrivano a coinvolgere le litologie sabbioso-conglomeratiche al tetto della successione plio-pleistocenica o, in alcuni casi, i litotipi ghiaiosi riferibili ai terrazzi fluviali, si hanno frane complesse, costituite da ribaltamenti, crolli, scorrimenti e colamenti. I movimenti lenti di versante hanno una grande diffusione in tutta la fascia periadriatica, dove interessano in modo particolare le coltri eluvio-colluviali e i litotipi argillosi. Le falde di detrito sono meno rappresentate rispetto alle frane e ai movimenti lenti di versante, e caratterizzano la base dei versanti di alcuni rilievi impostati su litologie conglomeratico-sabbiose, sia quelle che caratterizzano la parte basale della successione plio-pleistocenica, sia quelle che caratterizzano il tetto di tale successione. Sono presenti, in alcuni casi, alla base delle scarpate di terrazzi fluviali e alla base dei versanti di quei rilievi la cui sommità è caratterizzata da depositi di travertino (D'ALESSANDRO *et alii*, 2003a; Progetto PAI Regione Abruzzo 2005; Progetto IFFI Regione Abruzzo, APAT 2005).

Tra le *forme legate alle acque correnti superficiali*, gli elementi geomorfologici che più marcatamente caratterizzano la fascia pedemontana adriatica sono sicuramente i terrazzi alluvionali che come accennato nel paragrafo precedente si riconoscono in diversi ordini (generalmente quattro) nelle valli dei principali corsi d'acqua. Pure importanti sono le forme riferibili a conoidi alluvionali, a volte di grande estensione, presenti nelle aree di raccordo tra le valli fluviali e le dorsali più esterne della catena (FARABOLLINI, 1995; D'ALESSANDRO *et alii*, 2008; DELLA SETA *et alii*, 2008). Le principali forme dovute alle acque correnti superficiali, di natura erosiva, sono i calanchi, i solchi di ruscellamento concentrato e le aree a ruscellamento diffuso. I calanchi, in particolare, caratterizzano tutto il settore pedemontano e interessano le aree di affioramento dei litotipi argillosi e argilloso-sabbiosi. Prevalgono dove vi sono acclività e energie di rilievo maggiori e la loro distribuzione dipende dall'assetto litostrutturale del substrato, dall'esposizione dei versanti, dalla copertura vegetale e più in generale dall'evoluzione geomorfologica recente. Dove le acclività sono meno accentuate e le condizioni litostrutturali e di esposizione non favorevoli, prevalgono fenomeni di ruscellamento concentrato e diffuso, capaci comunque di determinare importanti fenomeni di degradazione e perdita di suoli.

5.2 ASSETTO GEOMORFOLOGICO LOCALE

La forma e la struttura del rilievo, unitamente alle caratteristiche dell'idrografia e alla distribuzione dei processi geomorfologici, hanno, in sintesi, permesso di definire i principali elementi fisiografici dell'area di studio in relazione ai fattori morfogenetici che ne hanno determinato la genesi.

L'orografia del territorio è quella tipica che caratterizza la fascia pedemontana periadriatica per ampi tratti. Essa è caratterizzata da un paesaggio collinare lentamente digradante verso NE, modellato nelle successioni argilloso-sabbioso-conglomeratiche plio-pleistoceniche; presenta rilievi collinari irregolari allungati generalmente in direzione SO-NE e rilievi tabulari tipo mesa e plateau, e localmente tipo cuesta, di estensione variabile.

L'idrografia è contraddistinta da un reticolo particolarmente sviluppato organizzato in un bacino idrografico principale allungato in direzione SO-NE, a recapito adriatico: F. Foro.

L'area teatina, in particolare, come gran parte della regione abruzzese, è soggetta a dissesti geomorfologici di varia natura, a causa della diffusa presenza di litotipi argillosi e sabbioso-conglomeratici, delle forti acclività e delle condizioni climatiche, caratterizzate da notevoli escursioni termiche e da precipitazioni che si concentrano disomogeneamente nello spazio e nel tempo.

Le forme strutturali sono legate sia alla natura litologica che alla tettonica.

A causa della presenza di litotipi a comportamento rigido (arenarie e conglomerati) sopra altri a comportamento plastico (argille e limi), molto diffuse sono le forme tipo cuesta, tipo mesa e tipo plateau, orlate da scarpate di degradazione e/o di frana ad influenza strutturale. I rilievi collinari sono caratterizzati da sommità subpianeggianti o a debole inclinazione verso NE e le valli fluviali presentano ampie aree di interfluvio subpianeggianti. Tuttavia, nel settore più prevalentemente collinare, le caratteristiche litologiche sono in generale tali da non consentire un'efficace preservazione delle forme strutturali, le quali sono quindi soggette a rapida evoluzione morfogenetica. È da rilevare, inoltre, che la struttura esercita un forte controllo anche sulla geometria e distribuzione di forme legate ad altri tipi di processi (frane, calanchi) e in particolare sull'andamento generale del reticolo idrografico.

Assai diffuse sono le forme dovute alle acque correnti superficiali, d'accumulo e d'erosione.

Diffuse sono le forme legate a erosione accelerata, fra cui in particolare i calanchi, che interessano i versanti argillosi e argilloso-sabbiosi, impostati nella formazione di Mutignano. La loro distribuzione appare condizionata oltre che da fattori litologici, anche da fattori strutturali,

morfologici, micro-climatici e antropici. Sono infatti favoriti da giaciture a reggipoggio, dalla presenza di litotipi resistenti nella parte alta del versante o, ancora, dall'esposizione verso i quadranti meridionali. L'evoluzione di tali forme procede per erosione delle acque incanalate, di frequente in combinazione con processi legati alla gravità; si verificano infatti, movimenti di scorrimento nella coltre di alterazione sulle testate dei calanchi e colate lungo gli impluvi principali, specie a seguito di intense e prolungate precipitazioni piovose.

Le forme dovute alla gravità sono rappresentate principalmente da frane di dimensioni e tipologie molto variabili, che presentano un diverso stato di attività, da attive, quiescenti e a inattive, da movimenti lenti di versante e in misura minore da falde di detrito. Un imponente corteo di dissesti di diverse tipologie e di dimensioni molto variabili si verifica puntualmente in occasione di eventi meteorici molto intensi. Si rileva a tal proposito, che i movimenti franosi si sono accentuati particolarmente negli ultimi decenni a causa dell'intensa attività antropica, dei disboscamenti e della degradazione delle aree a pascolo.

Il settore argilloso è caratterizzato dall'alternanza di materiali con caratteristiche litotecniche ed idrogeologiche diversificate che si riflettono sulla tipologia ed abbondanza dei dissesti osservabili (in prevalenza scorrimenti e colate). I processi di rapida morfogenesi talvolta appaiono condizionati dall'assetto delle discontinuità e dalla facilità con la quale avviene il decadimento della resistenza meccanica dei livelli limoso-argillosi rispetto a quelli più competenti.

Nel settore argilloso-sabbioso-conglomeratico (formazione di Mutignano), lo sviluppo dei dissesti varia in funzione delle condizioni litologico-morfologiche dei versanti. Frane di crollo-ribaltamento interessano le alternanze sabbioso-conglomeratiche laddove esse appaiono esposte in forma di scarpate verticali. Movimenti franosi di tipo complesso con una forte componente rotazionale si osservano lungo i versanti argillo-marnosi dei rilievi costituiti alla sommità da placche sabbioso- conglomeratiche.

L'orografia del territorio comunale di Filetto è caratterizzata da altitudini tipicamente collinari. Le fasce altimetriche che caratterizzano il territorio comunale sono prevalentemente tre, la prima è disposta nel settore meridionale e comprende altitudini comprese tra circa 448 e 597 m s.l.m.; la seconda sottintende la maggior parte del territorio comunale compreso il entro abitato e racchiude quote comprese tra circa 448 e 299 m s.l.m.; la terza presenta quote comprese tra circa 299 e 151 m s.l.m. (fondovalle T. Dentolo, F.sso Venna) (fig. 37).

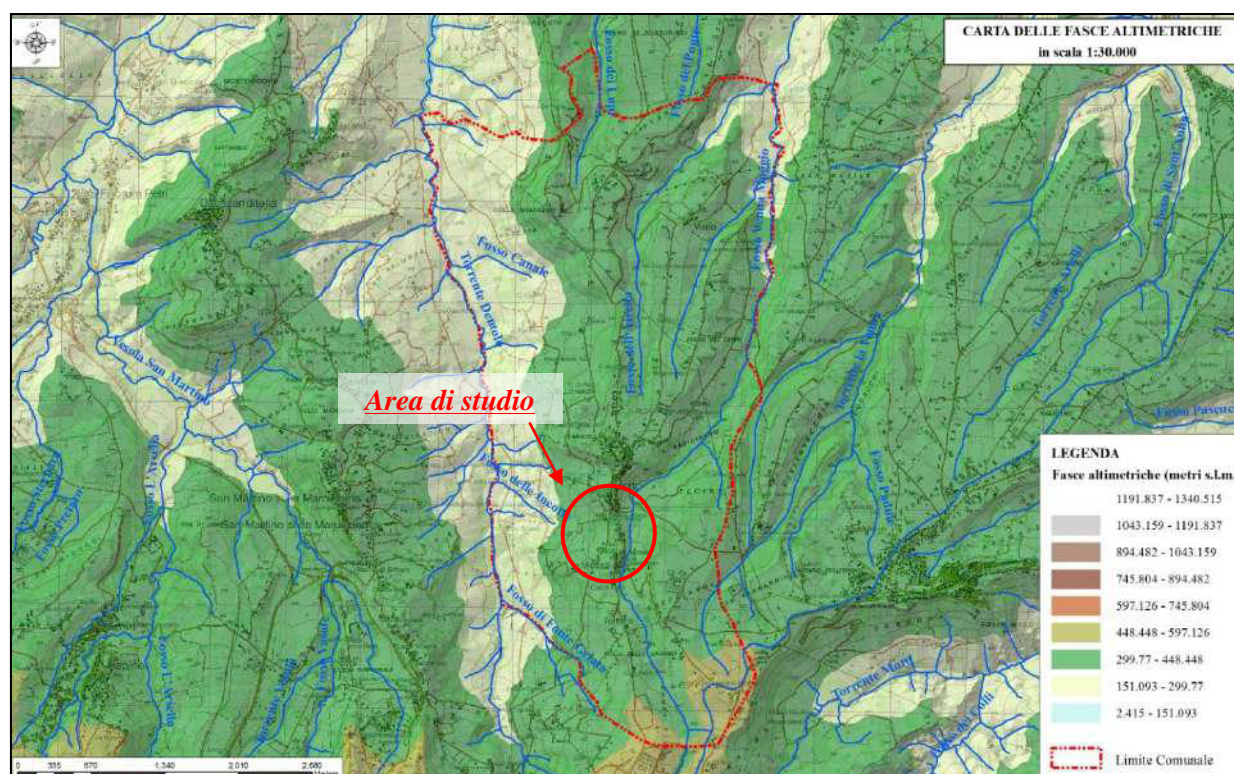


Figura 37 - Carta delle fasce altimetriche del territorio comunale di Filetto (elaborazione mediante software GIS partendo da una cella 5X5), riportato fuori scala.

L'alto morfologico su cui sorge il centro storico di Filetto, la cui quota massima è pari a 415 m s.l.m., è allungato circa in direzione N- S e risulta compreso tra il Fosso Venna (ad est) e il Torrente Dentolo (ad ovest). Le quote altimetriche maggiori si rinvencono in corrispondenza del settore centrale del territorio comunale. Il sito interessato dal progetto si ubica nel centro storico, sul versante orientale che digrada verso il Torrente Dentolo, ad una quota altimetrica di circa 400 m s.l.m.

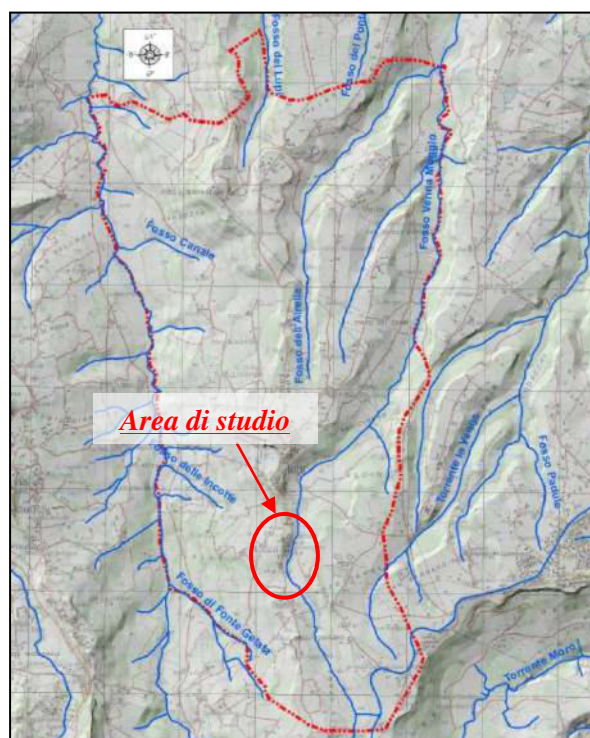


Figura 38 - Modello digitale del terreno del territorio comunale di Filetto (elaborazione mediante software GIS partendo da una cella 5X5), riportato fuori scala.

Le acclività che caratterizzano il territorio comunale di Filetto sono variabili. In corrispondenza dei versanti del rilievo collinare principale le pendenze sono generalmente comprese tra $0^\circ - 30^\circ$.

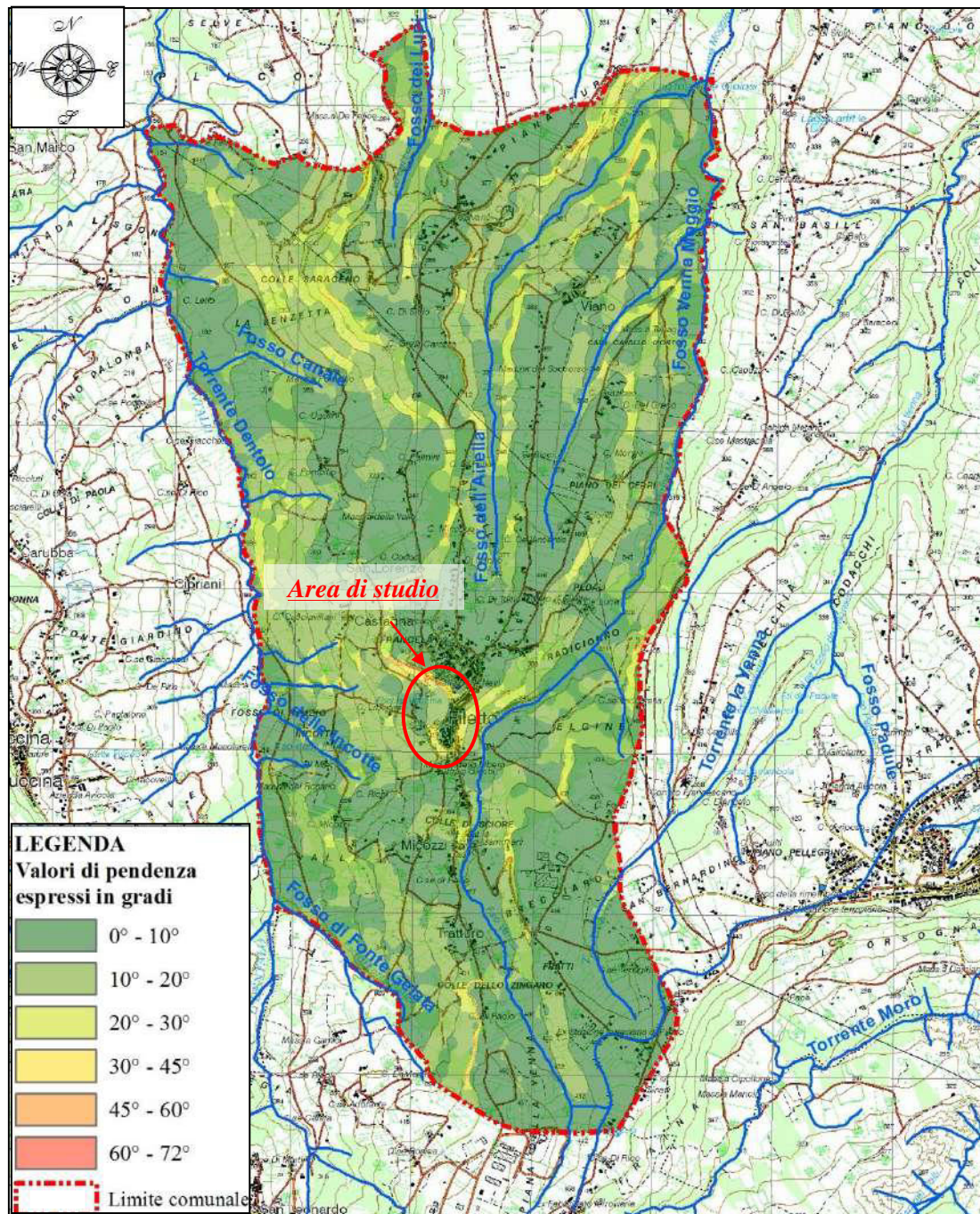


Figura 39 - Carta delle pendenze del territorio comunale di Filetto (elaborazione mediante software GIS partendo da una cella 5X5), riportato fuori scala.

Per una migliore comprensione della morfologia del sito di progetto, mediante l'uso del software GIS, è stata realizzata la carta delle pendenze di dettaglio sul *Digital Elevation Model* costruito con passo della cella 5X5 metri. In questa si osserva che il versante oggetto d'intervento è caratterizzato prevalentemente da acclività comprese tra 15° e 35° (fig. 40).

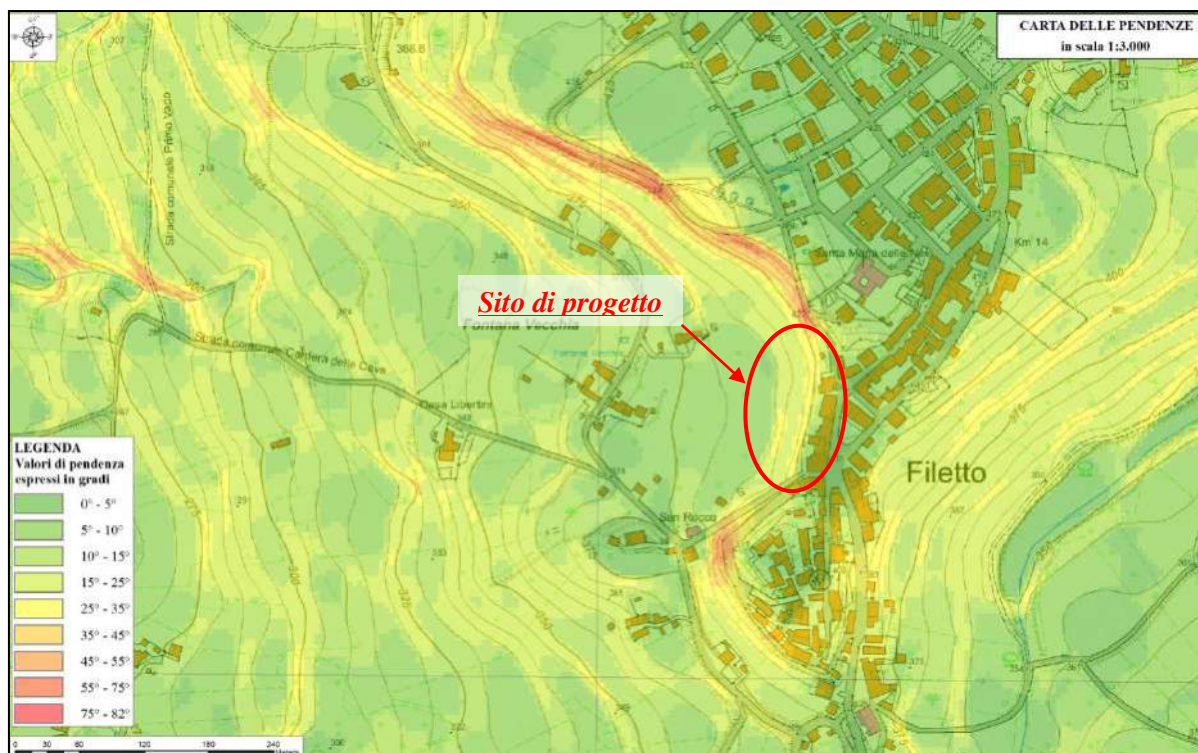


Figura 40 - Carta delle pendenze del terreno realizzata a partire dal DEM (*Digital Elevation Model*) costruito con celle di lato 5X5 metri mediante il software GIS, riportata fuori scala.

5.3 VINCOLO IDROGEOLOGICO (R.D. 30 DEL 1923)

Il vincolo idrogeologico (Regio Decreto Legge n. 3267/1923 "Riordinamento e riforma in materia di boschi e terreni montani"), tuttora in vigore, sottopone a “vincolo per scopi idrogeologici i terreni di qualsiasi natura e destinazione che, per effetto di forme di utilizzazione contrastanti con le norme (dissodamenti, cambiamenti di coltura ed esercizio del pascolo), possono, con danno pubblico, subire denudazioni, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque. Lo scopo principale del vincolo idrogeologico è quello di preservare l'ambiente fisico e quindi di garantire che tutti gli interventi che vanno ad interagire con il territorio non compromettano la stabilità dello stesso, né innescino fenomeni erosivi, ecc., con possibilità di danno pubblico, specialmente nelle aree collinari e montane. Il vincolo idrogeologico, dunque, concerne terreni di qualunque natura e

destinazione, ma è localizzato principalmente nelle zone montane e collinari e può riguardare aree boscate o non boscate. L'area oggetto di intervento è perimetrata tra le zone sottoposte a vincolo idrogeologico (fig. 41).

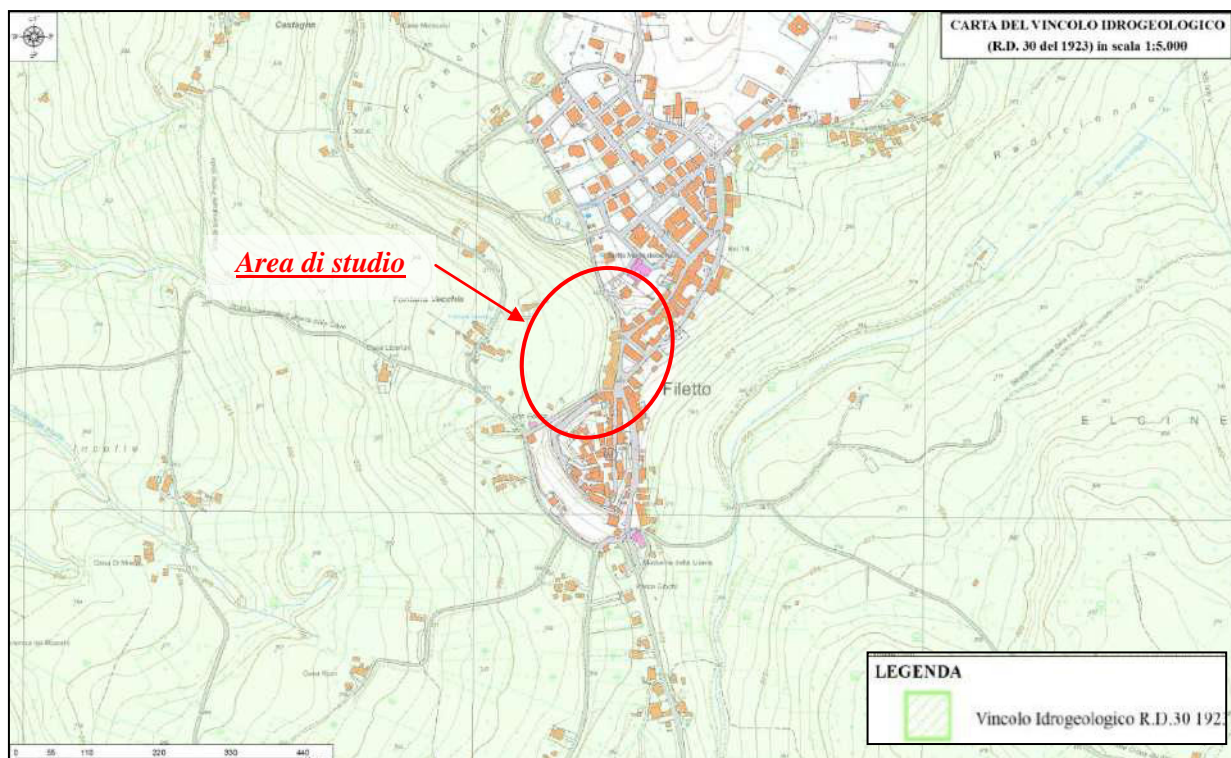


Figura 41 - Carta del Vincolo Idrogeologico, nel cerchio rosso è indicata l'area di studio.

5.4 PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO PAI (FENOMENI GRAVITATIVI E PROCESSI EROSIVI)

Per la caratterizzazione in termini di pericolosità geomorfologica dell'area è stato preso in considerazione il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei Bacini di Rilievo Regionale Abruzzesi "Fenomeni gravitativi e processi erosivi" (di seguito denominato **PAI**), pubblicato sul sito dell'attuale Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato.

L'area di studio rientra nel Foglio 361E della "CARTA GEOMORFOLOGICA", della "CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DA FRANA" e della "CARTA DEL RISCHIO DA FRANA" pubblicate nell'ambito del progetto PAI (PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEI BACINI DI RILIEVO REGIONALE ABRUZZESI E DEL BACINO INTERREGIONALE DEL FIUME SANGRO L.

18.05.1989 n.183 art.17 comma 6 ter. edito dalla REGIONE ABRUZZO DIREZIONE TERRITORIO URBANISTICA, BENI AMBIENTALI, PARCHI, POLITICHE E GESTIONE DEI BACINI IDROGRAFICI – SERVIZIO DIFESA DEL SUOLO – AUTORITÀ DEI BACINI REGIONALI L.R. 16.09.1998 n.81 e L.R. 24.08.2001 n.43; DELIBERA GIUNTA REGIONALE 355 DEL 29.06.2017 ADOZIONE DELLA I VARIANTE PARZIALE DEL PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO, APPROVATA E PUBBLICATA IN GU N. 134 DEL MESE DI AGOSTO 2019, SHAPEFILE AGGIORNATI MARZO 2022, ATTUALE AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO CENTRALE), di cui di seguito si riportano gli stralci (fig. 42 – 43 – 44 - 45 - 46).

Nella cartografia sopra menzionata si osserva che l'area di Filetto è caratterizzata dalla presenza di forme riconducibili principalmente a tre agenti geomorfologici, quali: forme strutturali, forme di versate dovute alla gravità, forme e processi dovuti alle acque correnti superficiali.

Tra le forme strutturali, legate principalmente alle condizioni geologico - strutturali dei litotipi, si menziona la presenza di orli di scarpata con influenza strutturale che bordano i rilievi morfologici.

Le forme dovute alla gravità si distinguono in forme di erosione e di accumulo. Tra le prime si riscontrano prevalentemente orli di scarpata di degradazione e/o di frana in stato attivo, quiescente e inattivo. Tra le seconde, invece, si individua la presenza di corpi di frana di scorrimento rotazionale, traslativo, soliflusso, movimenti complessi e colamenti, nei diversi stati di attività. Tali forme del territorio caratterizzano i versanti collinari.

Le forme dovute alle acque correnti superficiali sono riconducibili ad orli di scarpata fluviale in stato di attività, quiescenza ed inattività. Queste sono tipiche dei corsi d'acqua.

La presenza di tali forme determina la sussistenza di situazioni di pericolosità da scarpata (PS), pericolosità moderata (P1), pericolosità elevata (P2) e pericolosità molto elevata (P3).

Nella Carta Geomorfologica (PAI) si osserva che l'area di progetto è caratterizzata dalla presenza di orlo di scarpata con influenza strutturale interessata da caduta di detrito, orlo di scarpata di degradazione e/o di frana (in stato quiescente) e da un corpo di frana di genesi complessa quiescente.

La Carta della Pericolosità, allegata al PAI, è stata ottenuta dalla sovrapposizione dei dati contenuti nella Carta dell'Acclività, nella Carta Geolitologica, nella Carta Geomorfologica e nella Carta Inventario dei fenomeni Franosi ed Erosivi. Per la sua redazione è stata utilizzata la cartografia in scala 1:25.000. Fornisce una distribuzione territoriale delle aree esposte a processi di dinamica geomorfologica, ordinate secondo classi a gravosità crescente. In particolare, sono state

distinte le seguenti categorie: Pericolosità moderata - P1; Pericolosità elevata - P2; Pericolosità molto elevata - P3. Infine, per i graficismi lineari s'individua la Pericolosità da scarpata - PS.

La Carta delle Aree a Rischio, allegata al PAI, è stata ottenuta dall'intersezione degli strati informativi contenuti nella Carta della Pericolosità con quelli riportati nella Carta degli Insediamenti Urbani e Infrastrutturali. Per la sua redazione è stata utilizzata la cartografia in scala 1:25.000. La valutazione del rischio è stata effettuata adottando una formulazione semplificata che tiene conto della pericolosità e del valore degli elementi a rischio contraddistinti in base al loro valore relativo. Le diverse situazioni di rischio così individuate sono state, pertanto, aggregate in quattro classi di rischio, a gravosità crescente, alle quali sono state attribuite le seguenti definizioni: Rischio Moderato (R1); Rischio Medio (R2); Rischio Elevato (R3); Rischio molto Elevato (R4).

Le forme del territorio perimetrate nell'area di interesse determinano, nel sito di progetto, la presenza di una classe di pericolosità elevata (P2) lungo la scarpata ed una pericolosità da scarpata (PS). L'area a valle della scarpata è perimetrata in una classe di rischio moderato (R1).

Come si evince dalle *Norme di Attuazione del Piano PAI*, le opere di progetto sono consentite, ai sensi dell'*Art. 14 - Disciplina delle aree a pericolosità molto elevata (P3), comma 1 lettera a)*: "*Fermo restando quanto disposto agli art. 9 e 10 del precedente Capo I delle presenti Norme, nelle aree a pericolosità molto elevata sono consentiti esclusivamente: a) opere ed interventi finalizzati alla mitigazione del rischio e della pericolosità gravitativa ed erosiva;*" e non necessitano di studio di compatibilità idrogeologica ai sensi del comma 3 dello stesso articolo: "*3. Lo Studio di compatibilità idrogeologica, di cui all'Allegato E alle presenti norme, non è richiesto per gli interventi di cui al comma 1 lettere a), b), c) e d) del presente articolo; è richiesto per gli interventi di cui al comma 1 lettera e) del presente articolo.*"

Considerato che nel corso del tempo la scarpata ha subito fenomeni di arretramento verso monte, volendo apporre una fascia di rispetto alla suddetta scarpata, i fabbricati a monte del suddetto elemento morfologico sarebbero inglobati all'interno di una classe di pericolosità molto elevata (P3) e di rischio molto elevato per la presenza di edifici privati e pubblici. Per quanto detto, si necessita di interventi di consolidamento al fine di mitigare e/o eliminare le cause del dissesto per la salvaguardia della pubblica e provata incolumità.



		STATO DI ATTIVITA'		
		ATTIVO	QUIESCENTE	NON ATTIVO
FORME, PROCESSI E DEPOSITI GRAVITATIVI DI VERSANTE	Orlo di scarpata di degradazione e/o di frana			
	Trincea o fessura			
	Frattura di trazione			
	Versante interessato da deformazione profonda			
	Versante interessato da deformazioni superficiali lente			
	Corpo di frana di crollo e ribaltamento			
	Corpo di frana di scomimento: (A) Traslativo (B) Rotazionale			
	Corpo di frana di colamento			
	Corpo di frana di genesi complessa (inclusi i fenomeni di trasporto e di massa)			
	Piccola frana o gruppo di piccole frane non classificate			
	Contropendenza significativa nel corpo di frana			
	Orlo di scarpata di erosione fluviale o torrentizia			
FORME, PROCESSI E DEPOSITI PERACQUE CORRENTI SUPERFICIALI	Alveo con erosione laterale o sponda in erosione			
	Alveo con tendenza all'approfondimento			
	Solco da ruscellamento concentrato			
	Superficie a calanchi e forme similari			
	Superficie con forme di dilavamento prevalentemente diffuso			
	Superficie con forme di dilavamento prevalentemente concentrato			
	Conoide alluvionale			
	Cono di origine mista			
	Depressione palustre			
FORME STRUTTURALI	Orlo di scarpata di faglia			
	Orlo di scarpata con influenza strutturale			
	Orlo di scarpata di linea di faglia			
	Orlo di scarpata con influenza strutturale interessata da caduta di detrito			
FORME CARICHE	Dolina			
	Campo di doline			
	Inghiotto			
FORME PROCESSI E DEPOSITI CROLLALI	Forme di erosione			
	Orlo di nicchia di nivazione			
	Canalone di valanga			
	Forme di accumulo			
FORME GLACIALI	Orlo di scarpata			
	Orlo di circo			
FORME E PROCESSI EROSIONI COSTIERE	Orlo di scarpata di erosione marina			
FORME E PROCESSI ANTROPICI	Orlo di scarpata artificiale			
	Terrazzamento agrario			
	Sbarramento			
	Lago artificiale			
Cavità sotterranee naturali e/o antropiche				

Figura 42 - Stralcio del Foglio 361 E della "Carta geomorfologica" (scala 1:25.000) tratta dal Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI), nel cerchio rosso è indicata l'area di studio (<https://webgis.abdac.it/portal/apps/webappviewer/index.html?id=b4f5f37d97e9427c9c2e4ce7e30928f9>).

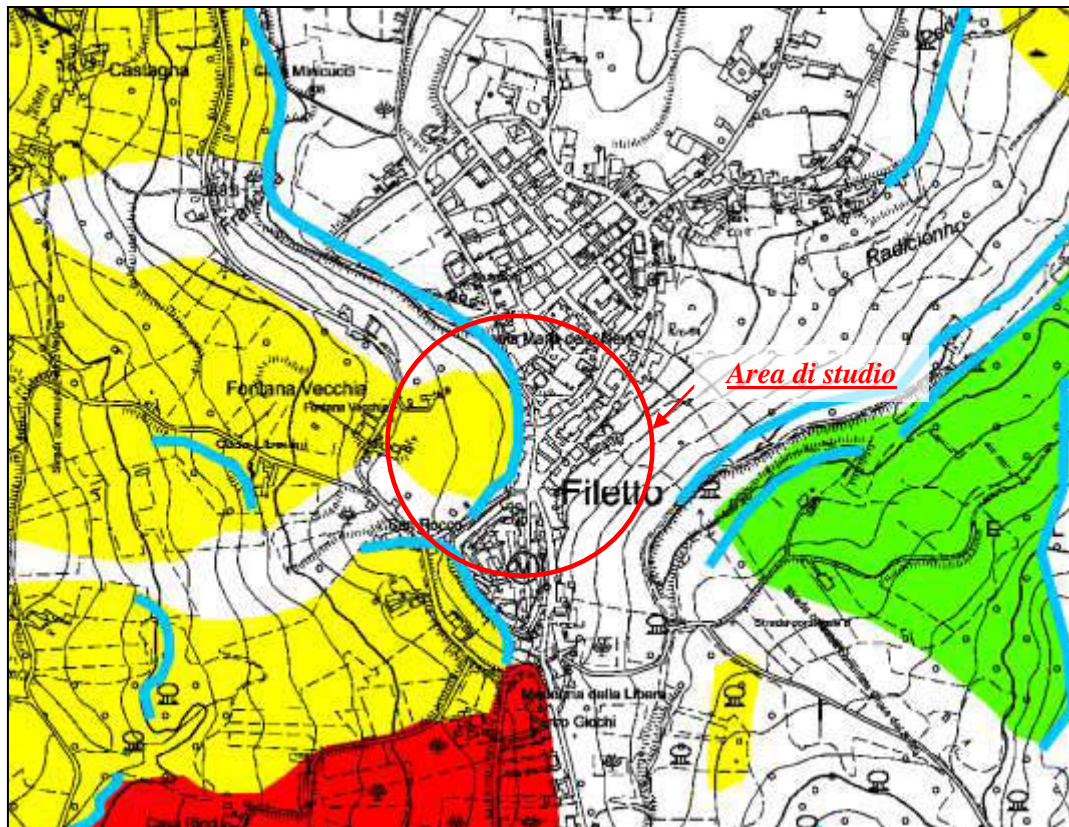


Figura 43 - Stralcio del Foglio 361 E della "Carta della pericolosità da frana" (scala 1:25.000) tratta dal Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI), nel cerchio rosso è indicata l'area di studio (<https://webgis.abdac.it/portal/apps/webappviewer/index.html?id=b4f5f37d97e9427c9c2e4ce7e30928f9>).

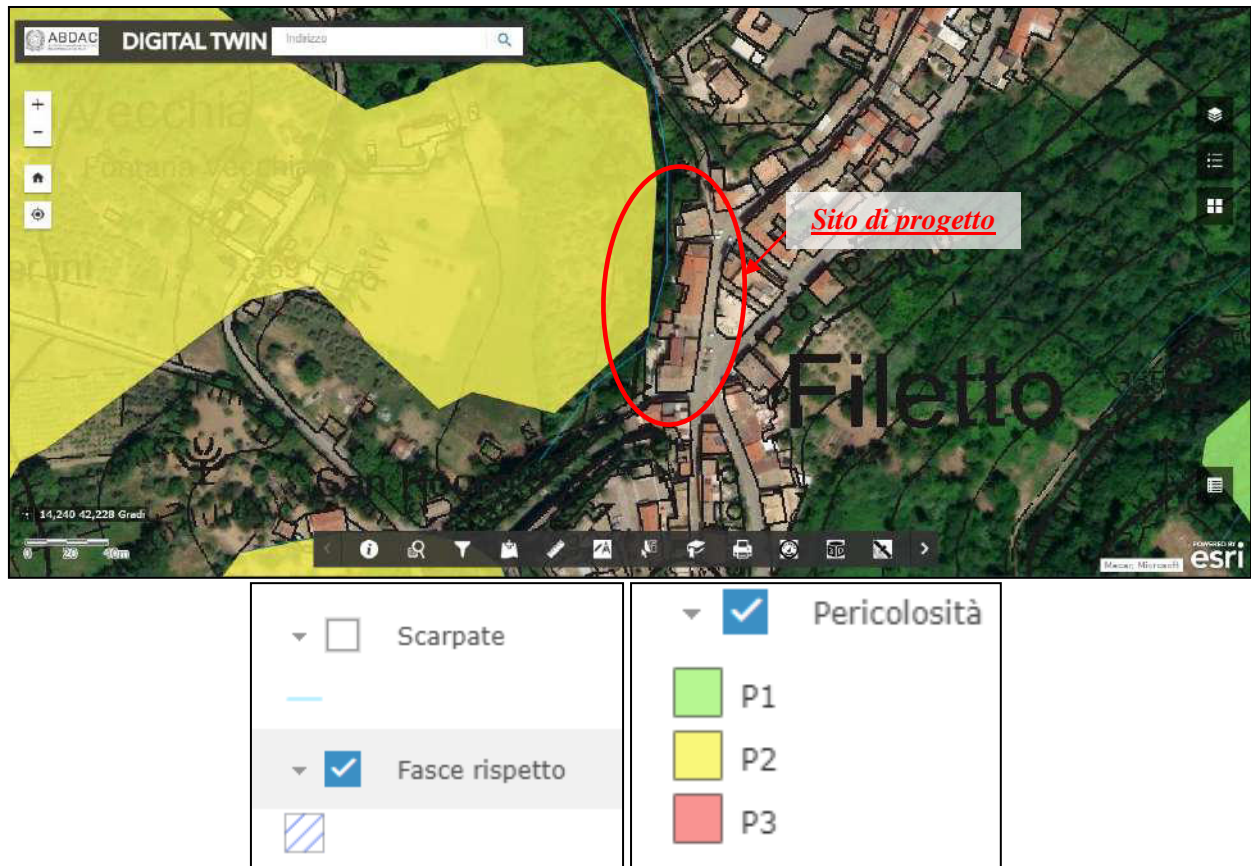


Figura 44 - Stralcio del Foglio 361 E della “Carta della pericolosità da frana” (scala 1:25.000) tratta dal Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico (PAI), nel cerchio rosso è indicata l’area di studio (<https://webgis.abdac.it/portal/apps/webappviewer/index.html?id=b4f5f37d97e9427c9c2e4ce7e30928f9>).

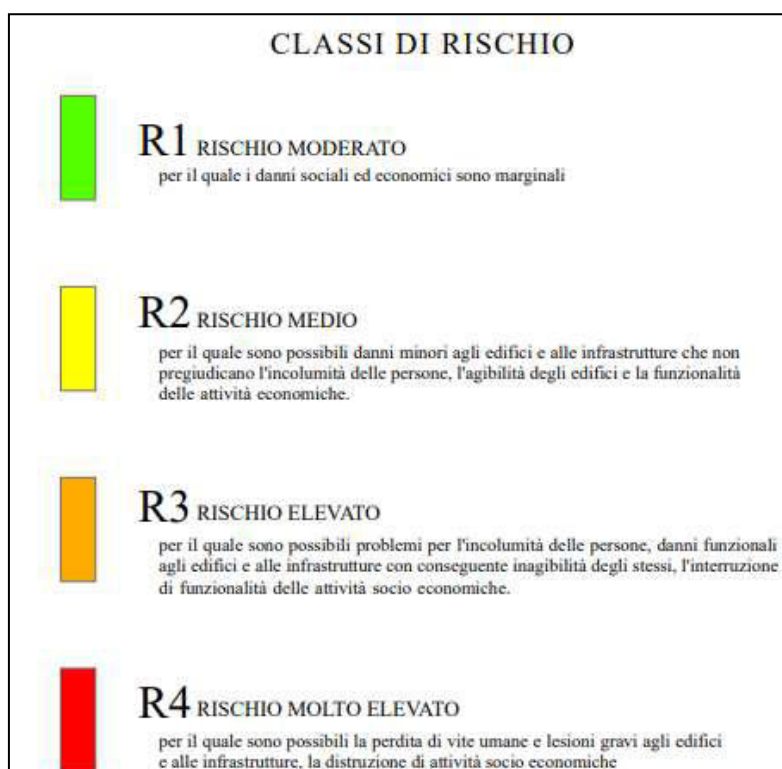
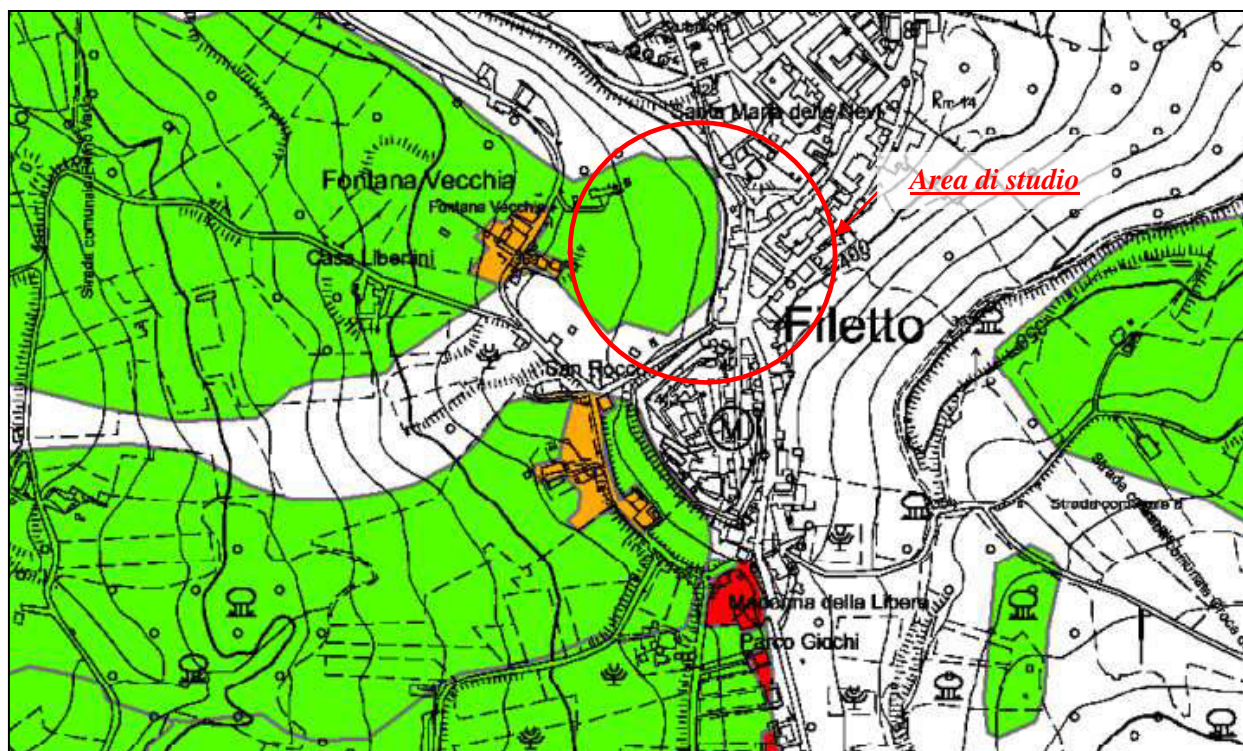


Figura 45 - Stralcio del Foglio 361 E della "Carta del rischio da frana" (scala 1:25.000) tratta dal Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI), nel cerchio rosso è indicata l'area di studio (<https://webgis.abdac.it/portal/apps/webappviewer/index.html?id=b4f5f37d97e9427c9c2e4ce7e30928f9>).



Figura 46 -Stralcio del Foglio 361 E della “Carta del rischio da frana” (scala 1:25.000) tratta dal Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico (PAI), nel cerchio rosso è indicata l’area di studio (<https://webgis.abdac.it/portal/apps/webappviewer/index.html?id=b4f5f37d97e9427c9c2e4ce7e30928f9>).

5.5 PROGETTO IFFI

Ai fini della caratterizzazione in termini di pericolosità geomorfologica dell’area è stato preso in considerazione anche l’ Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia, denominato *Progetto IFFI*. In tale cartografia si osserva che nel sito di intervento è perimetrata una frana complessa (fig. 47).

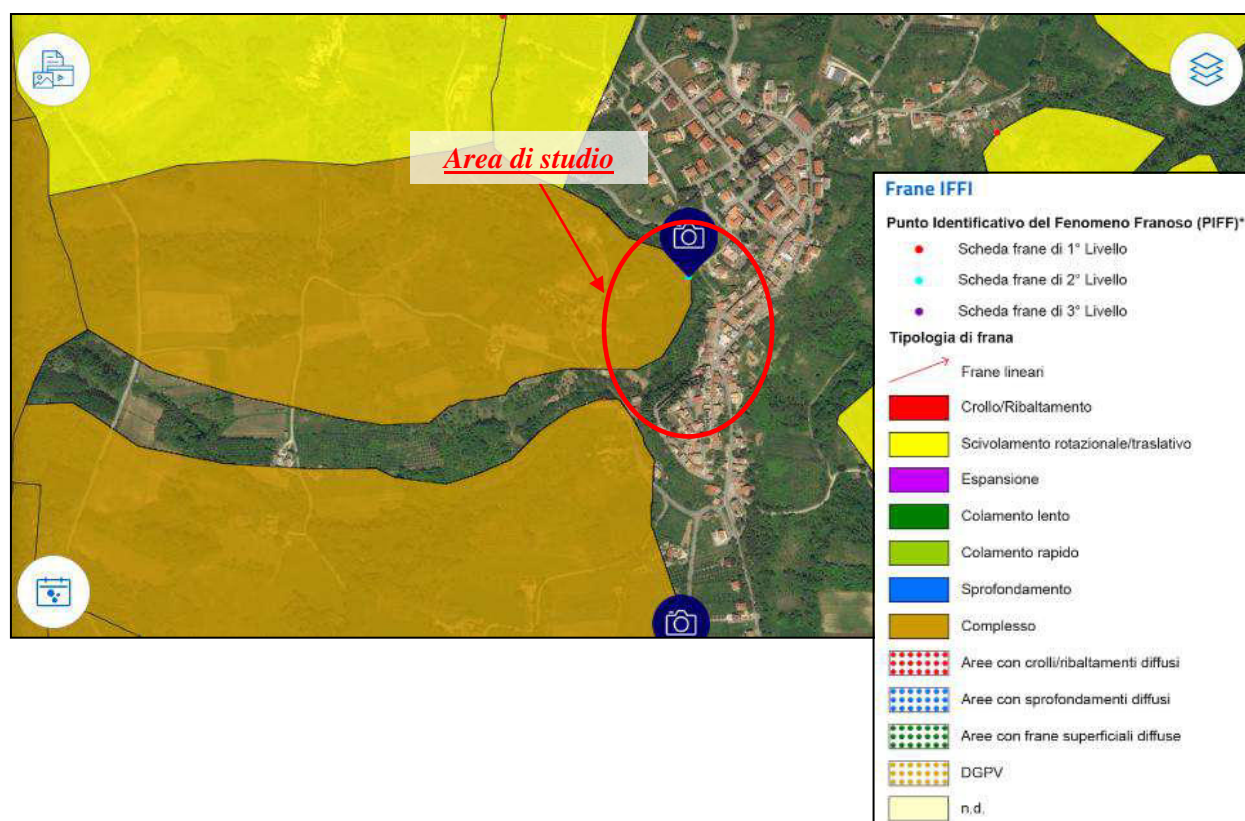


Figura 47 - Carta inventario dei fenomeni franosi - Progetto IFFI (<https://idrogeo.isprambiente.it/app/iffi/c/69030>).

Per completezza, di seguito si riporta lo stralcio della scheda frana di 2° livello.

INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI IN ITALIA				Scheda Frana di 2° livello		ISPRA		REGIONE ABRUZZO	
0690059200									
ISPR - Istituto Superiore Protezione e Ricerca Ambientale https://idrogeo.isprambiente.it									
Generale									
ID Frana:	0690059200	Sigla:	CH592B	Data:	Sopralluogo:	Compilazione:			
						10/08/2005 02:00			
Ente / Istituzione:		UdA							
Regione:		Abruzzo		Provincia:		Provincia di Chieti			
Comune:		Filetto							
Toponimo:		Filetto							
Autorità di Distretto:		Appennino Centrale							
Rif. CTR:	Toponimo CTR:	Filetto		Scala CTR:	5.000	Nr. CTR:		361151	
Posizione PIFF:		Corona		Accuratezza:		Esatta			

Classificazione		
PRIMO LIVELLO		
Tipo Movimento:	Complesso	
SECONDO LIVELLO		
Tipo Movimento:	1° ordine: scivolamento traslativo	2° ordine: colamento lento
Velocità:	1° ordine: moderato (< 1,8 m/h)	2° ordine: lento (< 13 metri/mese)
Materiale:	1° ordine: terra	2° ordine: terra
Acqua:	1° ordine: umido	2° ordine: umido

Attività	
Stato Attività:	PRIMO LIVELLO Quiescente SECONDO LIVELLO n.d.
Data osservazione:	Certa: 2005 Incerta:
Distribuzione:	retrogressivo Stile: multiplo

Morfometria		
Quota corona: 400 m Slm	Larghezza: 450 m	Pendenza: 11 °
Quota unghia: 200 m Slm	Lunghezza: 1000 m	Azimut Movimento: 270 °
Volume: m³	Dislivello: 200 m	Profondità Superficie di Scivolamento Dr. m
Area stimata: 330500 m²	Area Calcolata: 332019 m²	

Posizione Frana, Esposizione Versante e Uso Suolo	
Posizione testata:	Parte alta del versante
Posizione unghia:	Parte bassa del versante
Esposizione versante:	W Uso suolo: aree urbanizzate

Geologia	
Descrizione:	Alternanze di arenarie e sabbie con lenti di conglomerati
Formazione:	SIGLA FORMAZIONE Arenarie e conglomerati
Immersione:	° Inclinazione °
Struttura:	stratificata
Spaziatura:	ampia (60 cm-2 m)
Litotecnica:	roccia debole
Assetto:	orizzontale
Degradazione:	n.d.
Litologia:	arenarie, flysch arenacei
Descrizione:	Alternanze di argille e argille siltose con lenti di sabbie

Formazione:	SIGLA	FORMAZIONE
		Argille
Immersione:	°	Inclinazione °
Struttura:	stratificata	
Spaziatura:	fitta (6 cm-20 cm)	
Litotecnica:	terra coesiva consistente	
Assetto:	n.d.	
Degradazione:	n.d.	
Litologia:	terreni prevalentemente argillosi	

Figura 48 - Stralcio della scheda frana di 2° livello.

6.0 IDROLOGIA E IDROGEOLOGIA

6.1 IDROLOGIA E IDROGEOLOGIA DEL BACINO IDROGRAFICO DEL F. FORO

L'area di studio si trova nel settore di basso corso del Fiume Foro.

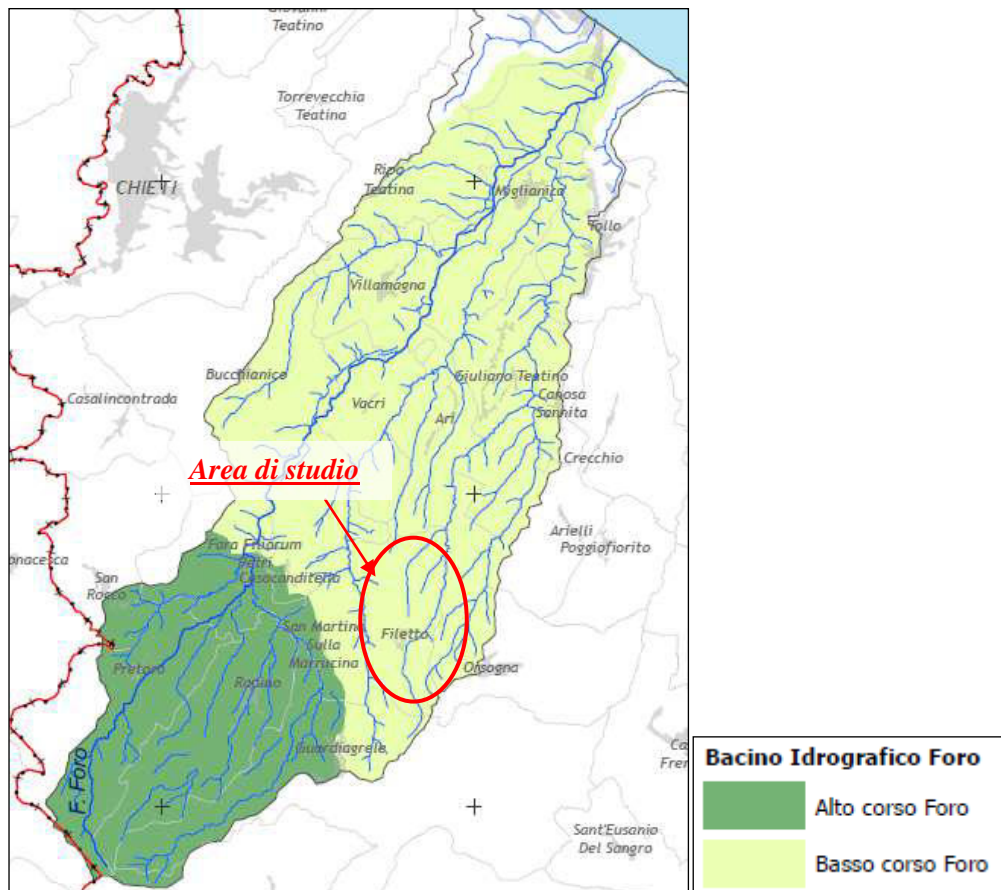


Figura 49 - Bacino idrografico Fiume Foro (da Piano Tutela Acque).

Il bacino imbrifero copre una superficie totale di 234,23 Km² e risulta divisa in due sezioni (alto e basso corso). Il perimetro sotteso misura 82,70 Km. Amministrativamente, l'area ricade prevalentemente nella provincia di Chieti e Pescara.

Caratteristiche del bacino idrografico			
Nome bacino	Area totale (Km ²)	Sezione	Area (Km ²)
Fiume Foro	234,23	Alto corso	66,65
		Basso corso	166,56

Nome	Area (Km ²)	Perimetro (Km)	Estensione latitudinale ¹ (m)		Estensione longitudinale ¹ (m)	
			N min	N max	E min	E max
Fiume Foro	234,23	82,70	4667391	4694620	2446300	2464887

Nome bacino	Province	Numero Comuni	Area del bacino ricadente nella Provincia (Km ²)	% Area totale del bacino ricadente nella Provincia
Fiume Foro	Chieti	22	234,00	99,90
	Pescara	2	0,23	0,10

Il Foro è un fiume abruzzese. Nasce a Pretoro attraverso due rami che poi si andranno a congiungere in un unico ramo nel territorio del comune di Fara Filiorum Petri.

L'asta principale del fiume, con uno sviluppo di 38 km, drena inizialmente il complesso delle alluvioni terrazzate che funge da raccordo fra la struttura della Maiella e i depositi argillo-marnosi del Calabriano. Nella parte bassa del bacino attraversa invece depositi pleistocenici permeabili.

Nella parte più alta del bacino idrografico del Fiume Foro si riconoscono depositi della successione calcareo-clastica in facies di scarpata-bacino prossimale del Lias medio-Oligocene. La parte più alta di questi sedimenti è interessata da marne argillose, marne e marne calcaree emipelagiche, con intercalazioni di calcareniti flussotorbitidiche del Miocene inferiore e prima parte del Miocene superiore. La faglia diretta, presente in questa area, mette a contatto questi depositi con quelli alluvionali terrazzati del Pleistocene medio superiore-Olocene.

La parte media del bacino idrografico è caratterizzata da argille grigio-azzurre di piattaforma con sottili orizzonti sabbioso-conglomeratici del Pliocene superiore e della prima parte del Pleistocene inferiore, il cui tetto, nella parte Ovest, è interessato sia da conglomerati e sabbie gialle del Pleistocene inferiore che da depositi alluvionali e deltizi attuali. Invece, nella zona orientale, questo è ricoperto di nuovo da conglomerati e sabbie gialle, che hanno un tetto caratterizzato da depositi alluvionali terrazzati del Pleistocene medio superiore-Olocene.

L'area ove sorge il centro storico di Filetto si caratterizza per la presenza di conglomerati e sabbie ed argille grigio azzurre con sottili livelli sabbioso - conglomeratici; presenti anche depositi alluvionali terrazzati.

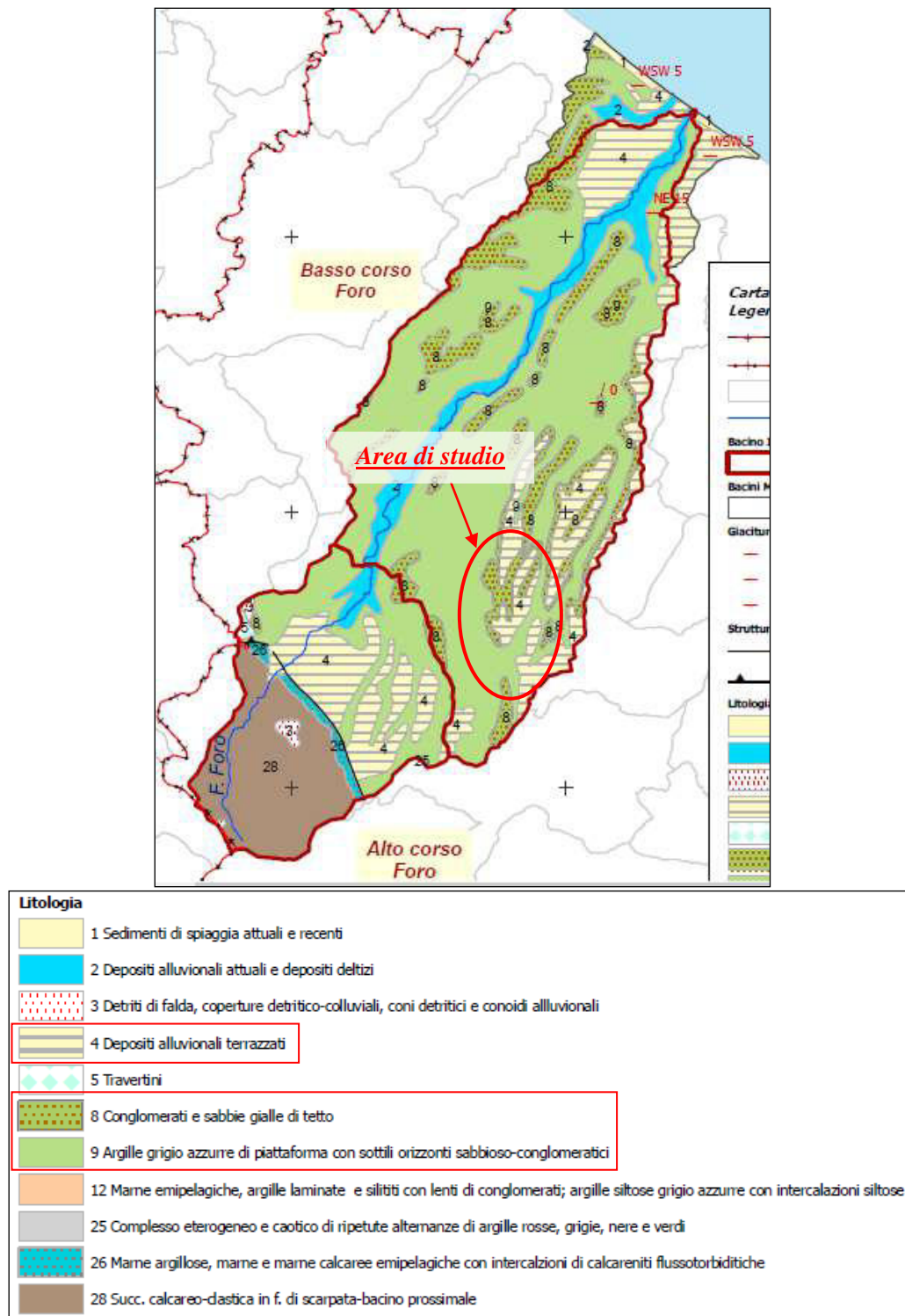


Figura 50 - Carta litologica del F. Foro (da Piano Tutela Acque), nei riquadri rossi sono indicate le litologie presenti nell'area di studio.

Idrogeologicamente, l'area di studio è compresa nel basso corso del F. Foro, ad est del corpo idrico sotterraneo Monte della Maiella (ML).

L'acquifero dei Monti della Maiella è rappresentato da una dorsale carbonatica che si allunga in direzione N-S. L'assetto strutturale interno è quello di una brachianticlinale asimmetrica con asse all'incirca Nord-Sud vergente verso Est. Nella parte settentrionale della depressione di Caramanico essa si immerge sotto la copertura terrigena mentre, più a Sud, è troncata da un importante sistema di faglie dirette di grande rigetto.

I suoi limiti sono rappresentati: a Nord-Est ed ad Est, dai depositi flyschoidi e dai depositi plio-pleistocenici della fascia costiera adriatica, entrambi poco permeabili; detto limite è di tamponamento (ciò indica interscambi idrici sotterranei nulli o trascurabili tra gli acquiferi adiacenti) ad esclusione dell'area in cui i depositi carbonatici sono a contatto con i depositi alluvionale del Foro dove esso risulta di alimentazione (ciò indica interscambi idrici sotterranei tra il massiccio carbonatico e la piana); a Sud-Est, dall'accavallamento tettonico dei depositi carbonatici sui depositi del "Flysch della Maiella" poco permeabili; a Sud, dall'accavallamento tettonico esistente lungo la direttrice Palena - Campo di Giove dei carbonati di Monte Porrara (PR) su quelli dei Monti della Maiella; ad Ovest e a Nord-Ovest, dalla depressione di Caramanico s. l. lungo la quale vergogno a contatto i depositi carbonatici con quelli flyschoidi.

I principali punti di recapito della falda di base dei Monti della Maiella sono ubicati lungo il suo margine settentrionale ed orientale.

L'acquifero della Piana del Fiume Foro è costituito da depositi alluvionali di fondo valle. Essi sono caratterizzati da alternanze irregolari di sabbie, limi e ciottoli aventi generalmente forma lenticolare (Pliocene-Olocene). Ai margini dei depositi alluvionali recenti affiorano quelli antichi terrazzati, costituiti da conglomerati con sabbie e limi. Essi sono posti a quota più elevata dei precedenti. Il substrato "impermeabile" è costituito dai depositi argillosi plio-pleistocenici. L'acquifero è delimitato dai depositi prevalentemente argillosi a luoghi intercalati con sabbie, conglomerati e calcareniti (Pleistocene inf.-Pliocene medio); essi, infatti, hanno un grado di permeabilità relativa basso e, talora, pressoché nullo. A causa della sostanziale eterogeneità che caratterizza la giacitura dei vari litotipi (con lenti più o meno estese e tra loro interdigitate a depositi con differente grado di permeabilità) che costituiscono l'acquifero fluvio-lacustre, la circolazione idrica sotterranea può essere considerata preferenzialmente basale, anche se si esplica secondo "falde sovrapposte" (appartenenti, quasi sempre, ad un'unica circolazione).

L'acquifero del Foro è costituito da depositi alluvionali di spessore relativamente limitato.

La zona più ricca in acque sotterranee è quella adiacente ai Monti della Maiella, dove i depositi alluvionali terrazzati vengono alimentati lateralmente dal massiccio carbonatico dando origine, prima della loro captazione, alle sorgenti del Foro.

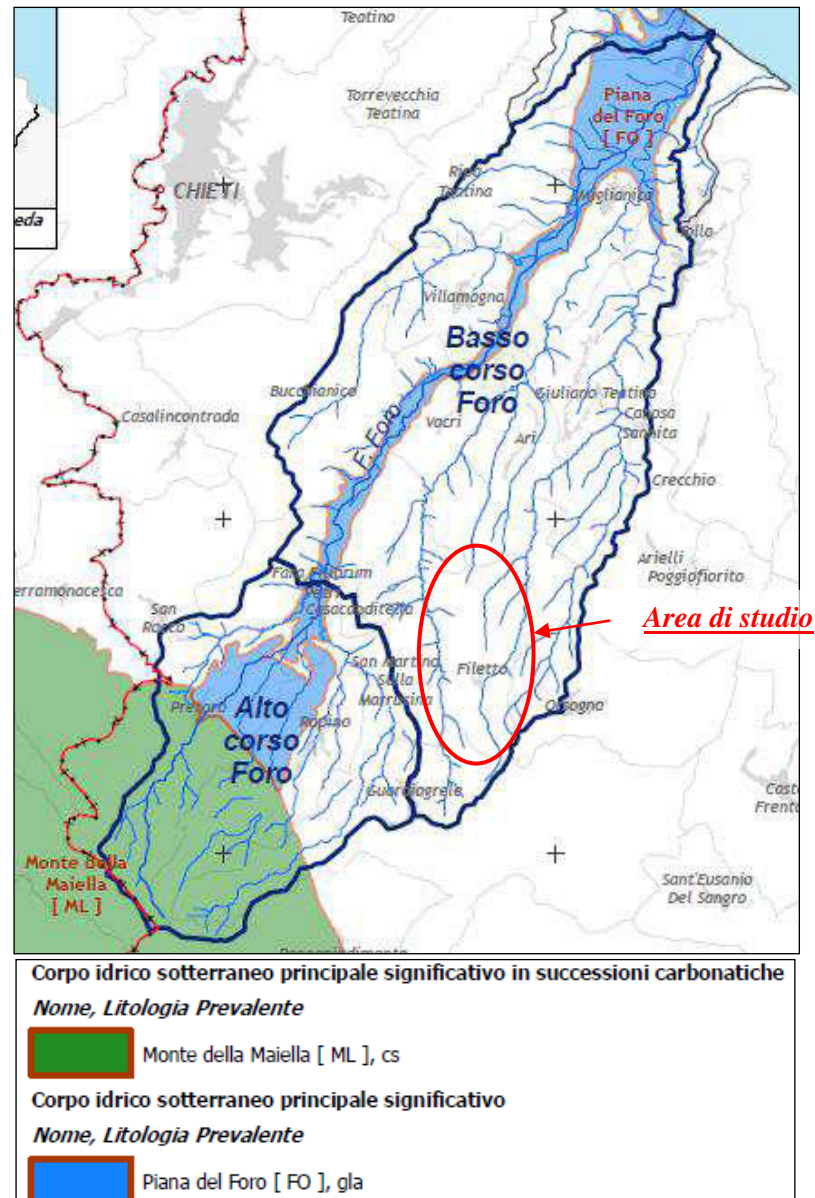


Figura 51 - Carta dei corpi idrici sotterranei (Piano Tutela Acque).

6.2 IDROLOGIA E IDROGEOLOGIA DELL'AREA DI STUDIO

Come detto nei paragrafi precedenti, da un punto di vista idrografico, il centro abitato di Filetto, allungato circa in direzione N - S, risulta compreso tra il Torrente Dentolo (ad ovest) e il F. sso Venna (ad est).

L'idrografia dell'area in esame è fortemente condizionata dal regime pluviometrico e dalla litologia delle formazioni affioranti. Le acque di precipitazione sono drenate prevalentemente superficialmente per ruscellamento.

Lungo le pendici dei rilievi collinari che circondano il crinale su cui si trova il centro storico di Filetto, è un proliferare di piccoli fossi e rii, secchi per la maggior parte dell'anno e attivi solo in coincidenza dei periodi di maggiore piovosità. Il reticolo idrografico superficiale dell'area di studio è caratterizzato dalla presenza del Torrente Dentolo, F.sso Canale, F.sso delle Incotte, F.sso di Fonte Gelata, F.sso dell'Airella e F.sso Venna, che scorrono in direzione circa S - N all'interno di un alveo pressochè debolmente sinuoso. Numerosi sono gli affluenti in destra e sinistra idrografica. I tributari, per lo più di breve e medio sviluppo.

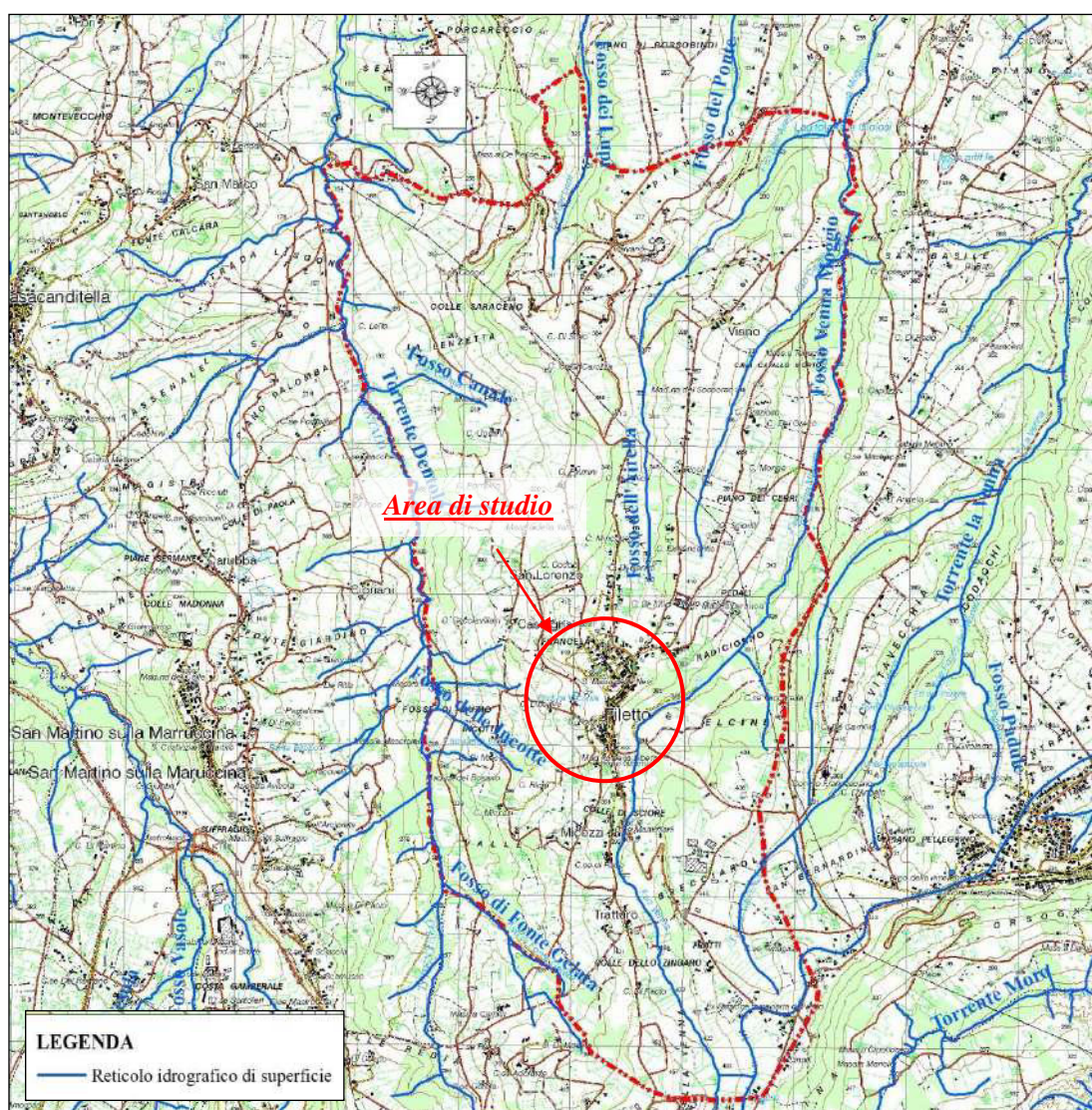


Figura 52 - Carta dell'idrografia superficiale.

Dal punto di vista idrogeologico l'elemento dominante è rappresentato dalla natura prevalentemente sabbiosa dei depositi, con sottili livelli limoso argillosi, che consente circolazione idrica sotterranea prevalentemente per porosità e costituisce un potenziale "acquifero".

La formazione di base, invece, costituisce il *bedrock* della zona; ha prevalente componente pelitica e presenta un basso grado di permeabilità per fratturazione e fessurazione. La formazione si comporta come un "acquicludo", ossia costituisce il substrato impermeabile.

Di seguito si riporta una schematizzazione generale delle caratteristiche di permeabilità dei terreni che costituiscono il sottosuolo dell'area (Castany, 2009).

LITOLOGIA	GRADO DI PERMEABILITA'				PERMEABILITA'
	AP	MP	SP	IM	
Sabbie con livelli limoso argillosi					Mediamente /Semi - permeabile $K 10^{-4} - 10^{-7} \text{ m/s}$
Formazione di base (limi argillosi)					Impermeabile $K 10^{-9} - 10^{-11} \text{ m/s}$

Come si osserva dalla presa visione delle indagini eseguite, si rileva la presenza di acqua all'interno della formazione sabbiosa alla profondità di circa -6,00 metri dal p.c. ove è stato eseguito il sondaggio geognostico. Tale falda acquifera è sorretta dalla formazione di base "impermeabile".

6.3 PIANO STRALCIO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO PSDA (PIANO STRALCIO DIFESA ALLUVIONI)

Relativamente alla pericolosità e al rischio da alluvione, tale aspetto è rappresentato dalla Carta della pericolosità idraulica e dalla Carta del rischio idraulico del Bacino Idrografico del F. Sangro, edite dalla Regione Abruzzo Direzione territorio, Urbanistica, Beni Ambientali, Parchi Politiche e gestione dei Bacini Idrografici – Servizi e Tutela della Risorse Acqua Superficiale e Sotterranea pubblicate sul sito dell'attuale Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale, di cui nelle pagine seguenti si riporta uno stralcio (fig. 53 - 54 - 55).

Come si evince dai documenti di presentazione, esso disciplina le azioni riguardanti la difesa e persegue l'obiettivo di garantire al territorio del bacino del fiume un livello di sicurezza adeguato

rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico e idrogeologico, attraverso il ripristino degli equilibri idrogeologici e ambientali, il recupero degli ambiti fluviali e del sistema delle acque, la programmazione degli usi del suolo ai fini della difesa, della stabilizzazione e del consolidamento dei terreni, il recupero delle aree fluviali ad utilizzi ricreativi.

Dalle carte dello strumento urbanistico regionale risulta che l'area di studio è posta a debita distanza dalle aree a pericolosità idraulica ed a rischio idraulico, per cui il sito di intervento non è esposto a fenomeni di esondazione.

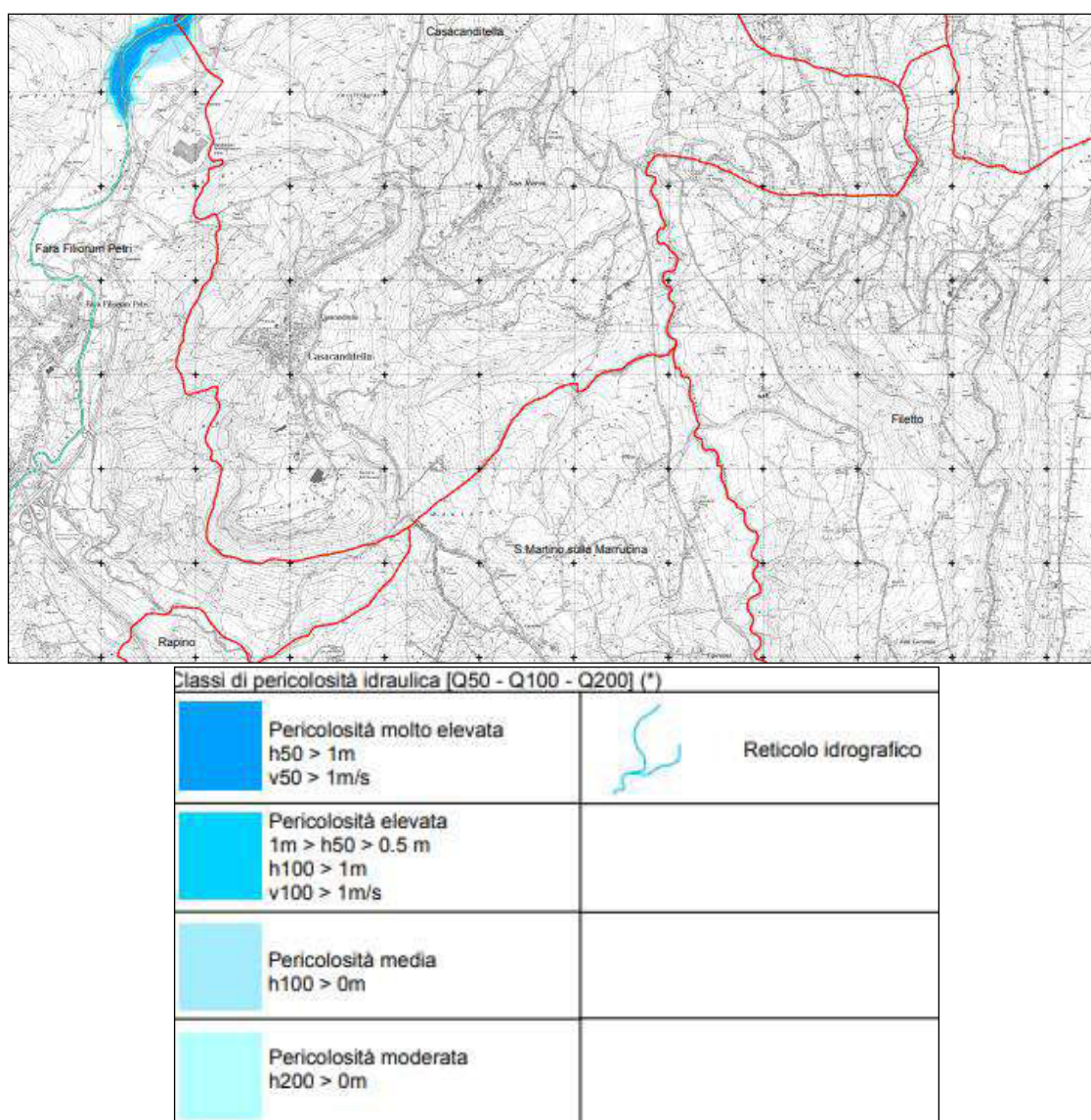


Figura 53 - Stralcio della Carta della Pericolosità Idraulica (Redazione del Piano stralcio difesa alluvioni della Regione Abruzzo - Direzione Territorio Urbanistica, Beni Ambientali, Parchi, Politiche e Gestione dei Bacini Idrografici - Servizio Gestione e Tutela della Risorsa Acqua Superficiale e Sotterranea) (https://www.autoritadistrettoac.it/sites/default/files/pianificazione/pianif_bacino/bac_reg_abruzzesi_inter_sangro/pericolo_sita/ABR_c070209_fr04_00.pdf)

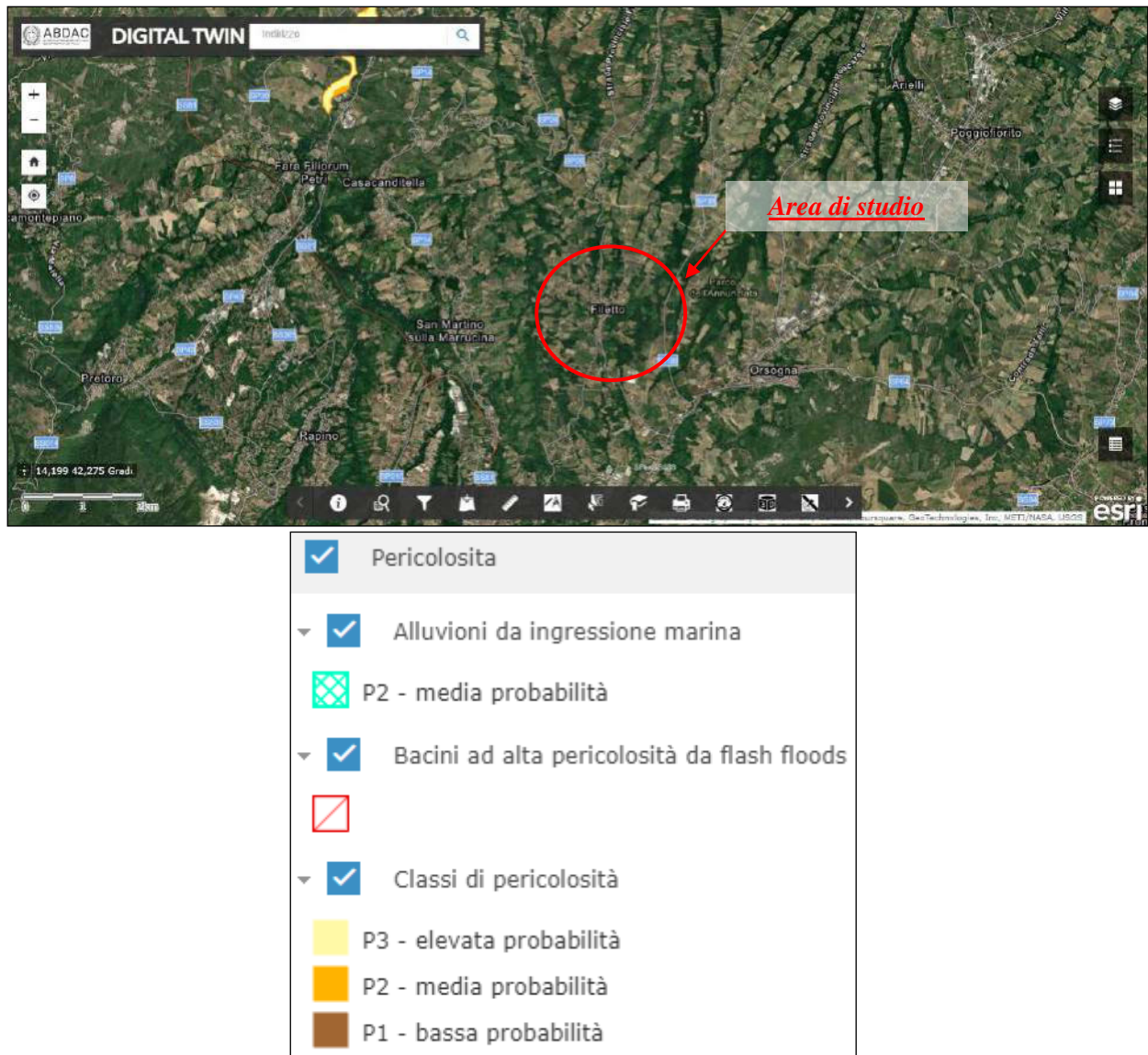


Figura 54 - Stralcio della Carta della Pericolosità Idraulica (Redazione del Piano stralcio difesa alluvioni della Regione Abruzzo - Direzione Territorio Urbanistica, Beni Ambientali, Parchi, Politiche e Gestione dei Bacini Idrografici - Servizio Gestione e Tutela della Risorsa Acqua Superficiale e Sotterranea) (<https://webgis.abdac.it/portal/apps/webappviewer/index.html?id=b4f5f37d97e9427c9c2e4ce7e30928f9>).

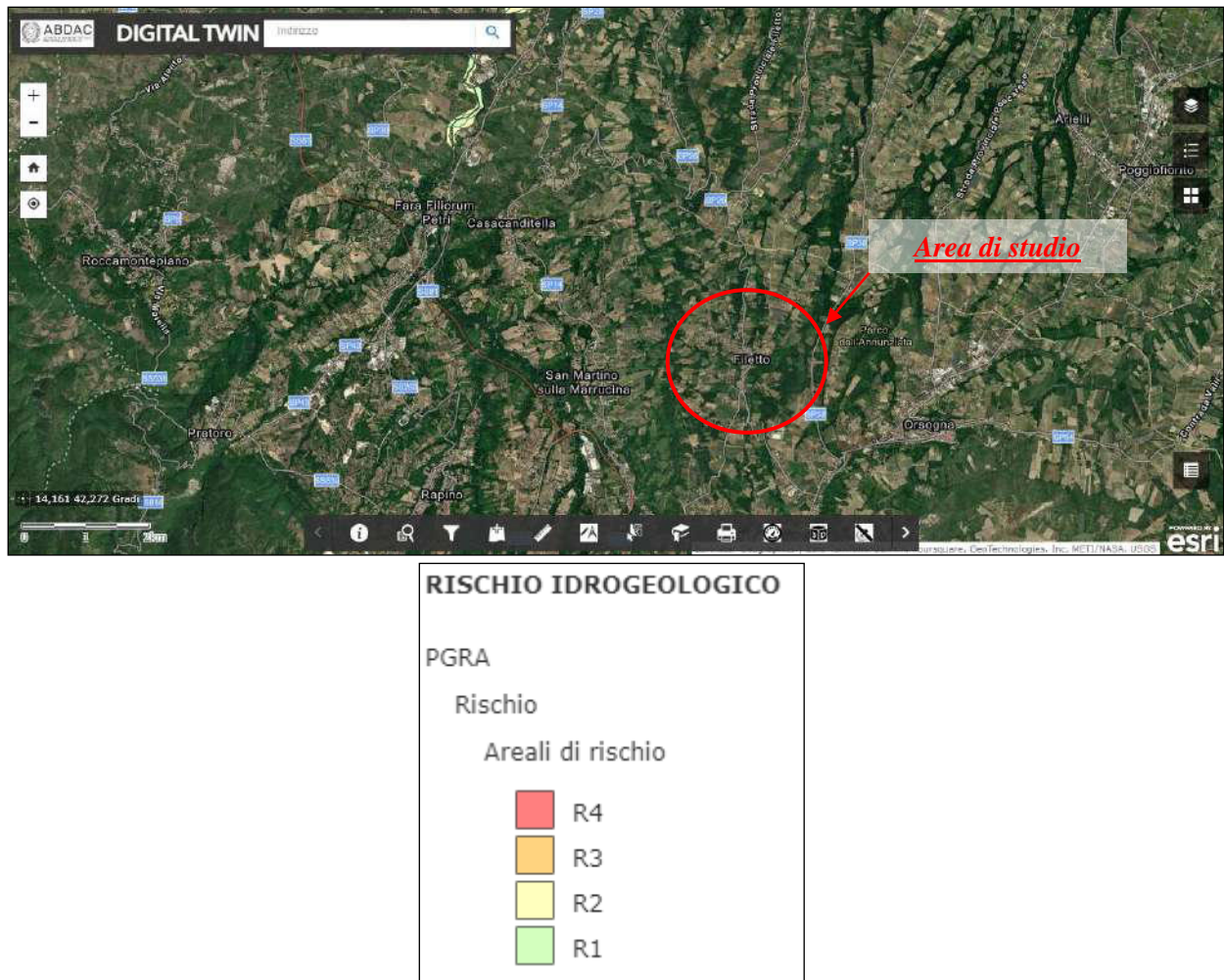


Figura 55 - Stralcio della Carta del Rischio Idraulico (Redazione del Piano stralcio difesa alluvioni della Regione Abruzzo - Direzione Territorio Urbanistica, Beni Ambientali, Parchi, Politiche e Gestione dei Bacini Idrografici - Servizio Gestione e Tutela della Risorsa Acqua Superficiale e Sotterranea) (<https://webgis.abdac.it/portal/apps/webappviewer/index.html?id=b4f5f37d97e9427c9c2e4ce7e30928f9>).

7.0 LITOSTRATIGRAFIA DEL SITO E CARATTERIZZAZIONE FISICO - MECCANICA

Al fine di ricostruire il modello geologico - tecnico, idrogeologico e definire le caratteristiche sismiche del sito d'intervento, è stata programmata ed eseguita una campagna di indagini geognostiche, geotecniche, geofisiche ed idrogeologiche. Durante la campagna d'indagine geognostica sono stati prelevati campioni di terreno indisturbato e rimaneggiato da sottoporre ad analisi di laboratorio geotecnico.

La campagna d'indagine geognostica e geotecnica ha previsto l'esecuzione di:

- n. 01 sondaggio geognostico a carotaggio continuo, spinto fino alla profondità di -30,00 metri dal p.c., con n. 04 prove penetrometriche in foro S.P.T. (Standard Penetration Test), prelievo di n. 01 campione di terreno rimaneggiato e n. 01 campione di terreno indisturbato da sottoporre ad analisi di laboratorio geotecnico;

- n. 01 prova penetrometrica dinamica superpesante DPSH (Dynamic Probing Super Heavy), spinta fino alla profondità di: -6,00 metri dal p.c. (DPSH_01, profondità rifiuto sistema aste - punta).

La campagna d'indagine geofisica ha previsto lo svolgimento di:

- n. 01 prospezione sismica di superficie attiva MASW (Multichannel Acquisition Surface Wave) e n. 01 sismica a rifrazione con tecnica tomografica SR, di lunghezza pari a 92,00 metri caduna;

- n. 01 misura di microtremore della durata di 30 minuti.

Per la descrizione dettagliata della strumentazione utilizzata, della metodologia d'indagine e per i risultati si rimanda ai capitoli seguenti ed ai certificati e rapporti di indagine allegati in calce alla relazione (Allegato 1 - Report Indagini Geognostiche, Geotecniche, Geofisiche e prove di laboratorio geotecnico fornito dalla ditta esecutrice incaricata dall'Amministrazione Comunale *Terra Drilling Technology s.r.l.*).

Segue una tabella riassuntiva delle attività di indagine geologica svolta nell'ambito del presente progetto, l'ubicazione delle indagini geologiche eseguite e tabelle riassuntive dei principali risultati.

Si precisa che l'ubicazione delle indagini è stata condizionata dalla presenza di sottoservizi e dalle locali condizioni logistiche. Nello specifico, in fase esecutiva delle indagini non è stato possibile posizionare il sondaggio geognostico ad una quota più elevata, ove sarà eseguito precisamente l'intervento, a causa dell'inaccessibilità dei luoghi.

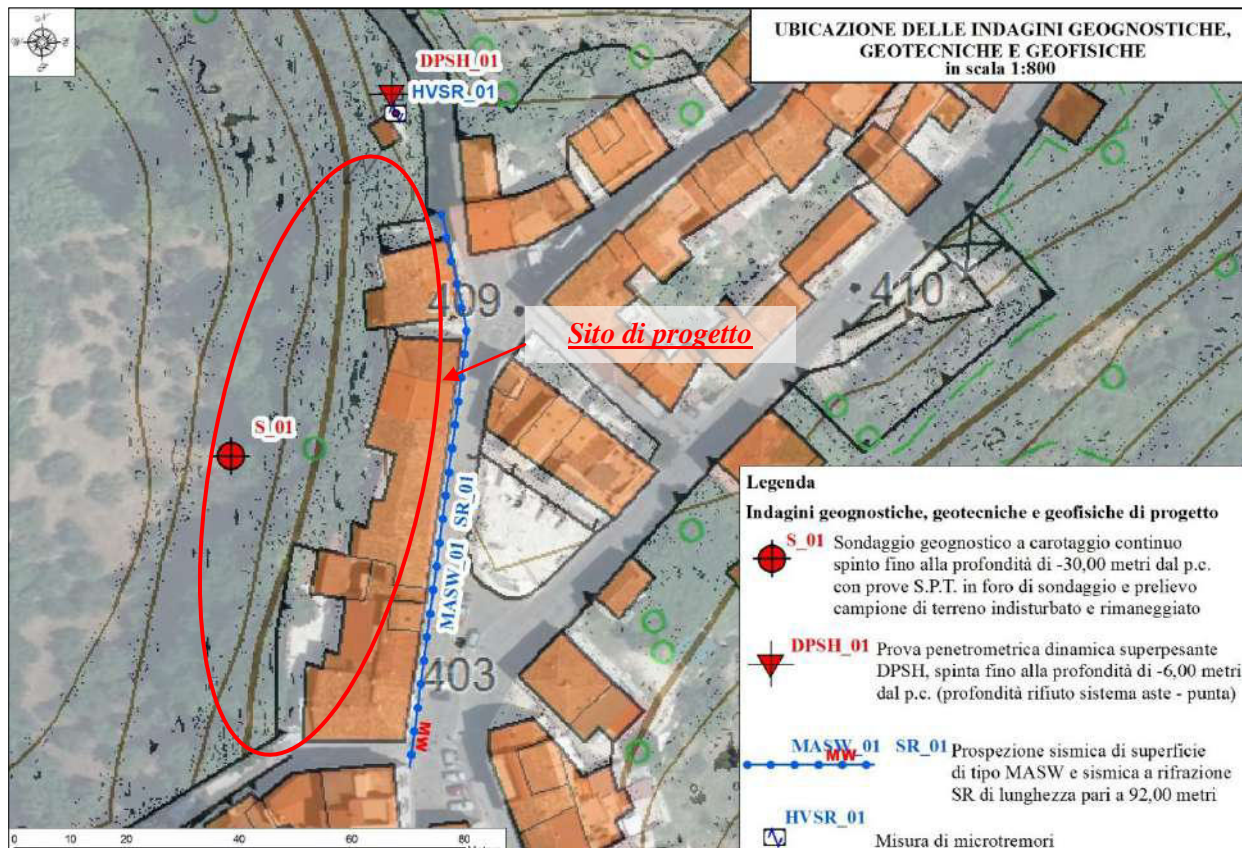


Figura 56 - Ubicazione delle indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche di progetto (riportata fuori scala).

INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOTECNICA					
SONDAGGIO GEOGNOSTICO A CAROTAGGIO CONTINUO					
Sigla	Data esecuzione	Profondità	Prove S.P.T.	Campioni indisturbati	Campioni rimaneggiati
S_01	12.12.2023	-30,00 metri dal p.c.	n. 04 Profondità prove S.P.T. S.P.T. 1 -5,80 m dal p.c. S.P.T. 2 -7,50 m dal p.c. S.P.T. 3 -14,00 m dal p.c. S.P.T. 4 -16,50 m dal p.c.	n. 01 Profondità prelievo C.I. 1 -18,00 ÷ -18,50 m dal p.c.	n. 01 Profondità prelievo C.R. 1 -7,00 ÷ -7,25 m dal p.c.

INDAGINE GEOTECNICA			
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPERPESANTE			
Sigla	Data esecuzione	Profondità	Rilievo falda acquifera
DPSH_01	29.12.2023	-6,00 metri dal p.c. (profondità rifiuto sistema aste - punta)	-

INDAGINE GEOFISICHE		
M.A.S.W., S.R., H.V.S.R.		
Sigla	Data esecuzione	Lunghezza /Durata

Prospezione sismica di superficie attiva M.A.S.W. _01	29.12.2023	92,00 metri
Sismica a rifrazione S.R. _01	29.12.2023	92,00 metri
Prova sismica passiva H.V.S.R. _01	29.12.2023	30 minuti

RIEPILOGO CAMPIONI INDISTURBATI/RIMANEGGIATI				
Sigla sondaggio	Sigla campione	Data prelievo	Profondità prelievo	Campioni indisturbati
S_01	C.I. 1	12.12.2023	-18,00 ÷ -18,50 m dal p.c.	Peso di volume, contenuto in acqua, limiti di Attemberg, granulometria, taglio diretto, triassiale non consolidata non drenata
S_01	C.R.1	12.12.2023	-7,00 ÷ -7,25 m dal p.c.	Peso di volume, granulometria

Segue una tabella riepilogativa delle prove S.P.T. svolte sui litotipi sabbiosi.

RIEPILOGO PROVE PENETROMETRICHE IN FORO DI SONDAGGIO S.P.T.			
Sigla sond.	N. prove S.P.T.	Prove S.P.T.	Grado di addensamento
S_01	n. 04	S.P.T. 1 -5,80 m dal p.c.: 7- 10 - 9 S.P.T. 2 -7,50 m dal p.c.: 10 - 12 - 15 S.P.T. 3 -14,00 m dal p.c.: 21 - 20 - 23 S.P.T. 4 -16,50 m dal p.c.: 13 - 16 - 19	N _{S.P.T.} 19: Moderatamente addensato N _{S.P.T.} 27: Moderatamente addensato N _{S.P.T.} 43: Addensato N _{S.P.T.} 35: Addensato

Segue una tabella riepilogativa dei pocket penetrometer eseguiti sulla formazione limoso argillosa di colore grigio.

RIEPILOGO MISURE POCKET PENETROMETER		
Sigla sond.	Profondità Pocket Penetrometer	Gradi di consistenza
S_01	-17,60 ÷ -20,00 m dal p.c. -20,00 ÷ -25,00 m dal p.c. -25,00 ÷ -30,00 m dal p.c.	2,00 ÷ - 2,50 Kg/cm ² : da consistente a molto consistente 2,50 ÷ - 3,00 ÷ 2,00 Kg/cm ² : da consistente a molto consistente 2,00 ÷ - 2,50 ÷ 3,00 Kg/cm ² : da consistente a molto consistente

INDAGINE GEOTECNICA DPSH_01 ----- DATI RILEVATI				
Sigla	Intervallo	Profondità	n. colpi	N _{SPT} → grado addensamento
DPSH_01	1	-0,80 m dal p.c.	2 - 5	5 → poco addensato
	2	-1,80 m dal p.c.	6 - 13	15 → moderatamente addensato
	3	-6,00 m dal p.c.	38 - 74	>50 → molto addensato

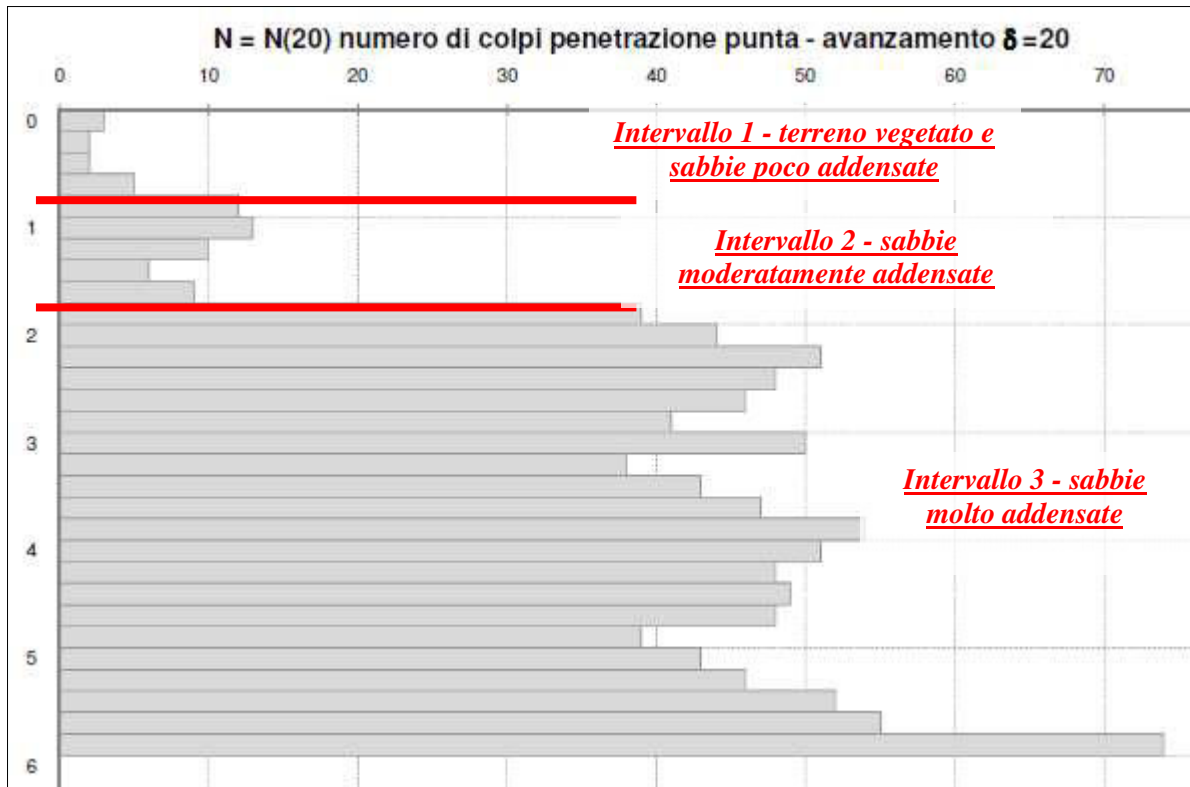


Figura 57 - Diagramma numero di colpi DPSH_01.

PARAMETRI GENERALI												
n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β	Nspt colpi	qcd kg/cm²	qc kg/cm²	Vs m/sec	G kg/cm²	Q kg/cm²	natura	descrizione
1	0.00 : 0.80	Media	3	1.52	5	22	20	83	43	1.12	Coes./Gran.	
2	0.80 : 1.80	Media	10	1.52	15	69	62	125	105	3.45	Coes./Gran.	
3	1.80 : 6.00	Media	48	1.52	73	278	260	222	371	13.89	Coes./Gran.	

NATURA COESIVA							NATURA GRANULARE						
n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm²	Ysat t/m³	W %	e	Mo kg/cm²	Dr %	e	E' kg/cm²	Ysat t/m³	Yd t/m³	Mo kg/cm²
1	0.00 : 0.80	5	0.31	1.83	39	1.06	33	18	25	230	1.88	1.41	41
2	0.80 : 1.80	15	0.94	1.96	29	0.77	59	43	32	307	1.96	1.54	63
3	1.80 : 6.00	73	4.56	2.10	20	0.55	177	94	53	754	2.20	1.93	832

N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) qcd resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta = 1.52$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 20$ cm)
 Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm) MO: MODULO DEFORMAZIONE Coesivo e Granulare

DR % = densità relativa ϕ (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

Figura 58 - Principali risultati DPSH_01.

7.1 LITOSTRATIGRAFIA DEL SITO E CARATTERIZZAZIONE FISICO - MECCANICA

In base a quanto emerge dalla presa visione dei risultati di tutte le indagini in sito e del rilievo geologico, i litotipi presenti in corrispondenza dell'area di progetto sono contraddistinti da una variabilità litologica che si riflette sulle caratteristiche tecniche dei materiali, associabili anche ad un diverso comportamento fisico - meccanico, variabile dal granulare al coesivo. Tali materiali, in letteratura sono riferibili alla Formazione di Mutignano.

Al fine di fornire al Progettista un profilo litotecnico di riferimento da utilizzare per il corretto dimensionamento delle strutture da realizzare, si sono omogeneizzati i dati litostratigrafici e geotecnici rilevati.

Pertanto, si sono raggruppati i terreni a comportamento tecnico simile, fornendo un range di variazione dei parametri di competenza ad ogni singola unità litotecnica definita.

Di seguito si riporta la descrizione della successione dei terreni caratterizzanti il sito di progetto:

✓ ORIZZONTE 1 - TERRENO AGRARIO

Costituito da limo argilloso sabbioso e sabbie limose avana marrone con minuti clasti. Lo spessore intercettato lungo la verticale di indagine S_01 è pari a circa 2,10 metri.

✓ ORIZZONTE 2 - SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE ARGILLOSA DA SCIOLTA A MODERATAMENTE ADDENSATA, DI COLORE OCRA (FORMAZIONE DI MUTIGNANO IN ASSOCIAZIONE SABBIOSO - PELITICA)

Costituito da sabbia medio - fine di colore ocra da sciolta a moderatamente addensata.

La frazione sciolta è rappresentata dal materiale franato ed accumulatosi lungo il versante; mentre la formazione affiorante, intercettata e caratterizzata mediante il sondaggio geognostico e la prova penetrometrica, ha grado di addensamento da poco addensato ad addensato. Il grado di addensamento aumenta con la profondità, ove la formazione risulta meno alterata.

Lungo la verticale di indagine S_01 il litotipo si intercetta fino alla profondità di -7,00 metri dal p.c.; mentre, in affioramento è visibile su tutto il fronte del versante.



Figura 59 - Foto cassetta catalogatrice n. 01 da 0,00 a 5,00 metri, sondaggio S_01 e particolare carota estratta alla quota - 3,60 metri dal p.c.

- ✓ ORIZZONTE 3 - SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE ARGILLOSA DA MODERATAMENTE ADDENSATA AD ADDENSATA, DI COLORE OCRA (FORMAZIONE DI MUTIGNANO IN ASSOCIAZIONE SABBIOSO - PELITICA)

Costituito da sabbia medio - fine di colore ocra da moderatamente addensata ad addensata. Sono presenti clasti arenacei di dimensioni centimetriche, inferiori al decimetro. Talora si intercettano orizzonti centimetrici di limi argillosi di colore grigiastro (es. a quota -12,00 metri dal p.c. e -17,00 metri dal p.c.)

Il grado di addensamento aumenta con la profondità, ove la formazione risulta meno alterata.

Lungo la verticale di indagine S_01 il litotipo si intercetta fino alla profondità di -17,60 metri dal p.c.; mentre, in affioramento è visibile su tutto il fronte del versante.



Figura 60 - Foto cassetta catalogatrice n. 02 da 5,00 a 10,00 metri, sondaggio S_01 e particolare clasti arenacei.



Figura 61 - Foto cassetta catalogatrice n. 03 da 10,00 a 15,00 metri, sondaggio S_01.



Figura 62 - Particolare intercalazioni limoso argillose alle quote - 12,00 e -17,00 metri dal p.c.

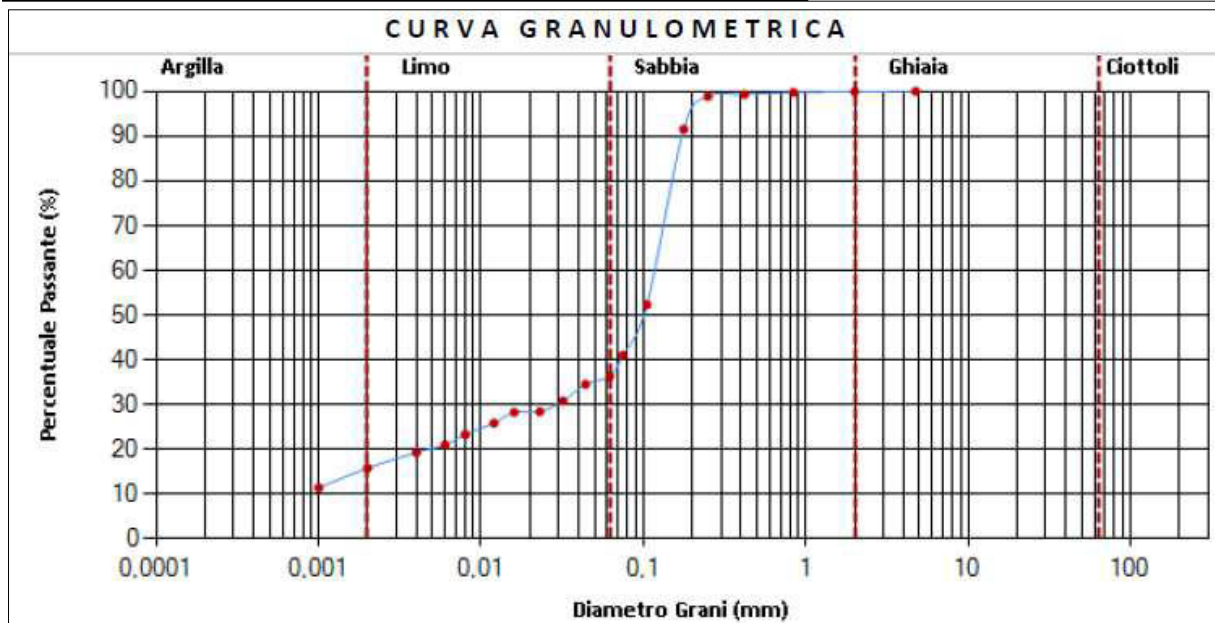
Di seguito si riportano tabelle riassuntive dei certificati di laboratorio geotecnico del campione rimaneggiato C.R.1, prelevato alla profondità di -7,00 ÷ -7,25 m dal p.c. (verticale indagine S_01):

- tabella caratteristiche fisiche

DESCRIZIONE CAMPIONE			
Lunghezza:	- cm.	Diametro:	- cm.
		Classe di Qualità:	Non Dichiarata
Descrizione Macroscopica: Sabbia medio-fine sciolta di colore giallo-ocra (5/4 10YR)			

- caratteristiche granulometriche

Ciottoli %	0	Ghiaia %	0,1	Sabbia %	63,2	Limo %	20,9	Argilla %	15,8	
D10 (mm)	0,0007	D30 (mm)	0,0288	D50 (mm)	0,0988	D60 (mm)	0,1191	Coeffic. di Uniformità	170,1429	
Passante Setaccio 200 (%):			41,060	Peso Netto Totale (g):			255,33	Diametro Max (mm)		2
CLASSIFICAZIONE USCS										
USCS: -					AGI / ASTM: Sabbia Limosa Argillosa					
VAGLIATURA										
Setac. ASTM	Diam. (mm)	Peso (g)	Parz. (%)	P/S Passante (%)	Setac. ASTM	Diam. (mm)	Peso (g)	Parz. (%)	P/S Passante (%)	
4"	101,5				20	0,84	0,49	0,19	99,75	
2"	50,5				35	0,5				
1"	25,4				40	0,42	1,1	0,43	99,32	
1/2"	12,7				60	0,25	1,17	0,46	98,86	
3/8"	9,5				80	0,177	18,75	7,34	91,52	
4	4,76				140	0,105	100	39,17	52,35	
10	2	0,15	0,06	99,94	200	0,075	28,83	11,29	41,06	
18	1				230	0,063				
SEDIMENTAZIONE										
Diametro (mm)		Passante (%)		Diametro (mm)		Passante (%)				
0,062		36,33		0,008		23,33				
0,044		34,58		0,006		21,02				
0,032		30,85		0,004		19,32				
0,023		28,46		0,002		15,83				
0,016		28,3		0,001		11,44				
0,012		25,88								



- ✓ ORIZZONTE 4 - LIMO ARGILLOSO GRIGIO (FORMAZIONE DI MUTIGNANO IN ASSOCIAZIONE PELITICO - SABBIOSA, FORMAZIONE DI BASE)

Costituito da limo argilloso debolmente sabbioso, di colore grigio, da consistente a molto consistente (Pocket Penetrometer 2,00 ÷ 3,00 kg/cmq). A diverse altezze sono presenti livelli da centimetrici a decimetrici di sabbia fine limosa di colore grigio. Il grado di consistenza aumenta con la profondità.

Il top dell'unità si intercetta alla profondità di - 17,60 (S_01) metri dal p.c.



Figura 63 - Foto cassetta catalogatrice n. 04 da 15,00 a 20,00 metri, sondaggio S_01, passaggio stratigrafico alla formazione di base.



Figura 64 - Foto cassetta catalogatrice n. 06 da 25,00 a 30,00 metri, sondaggio S_01, formazione di base.

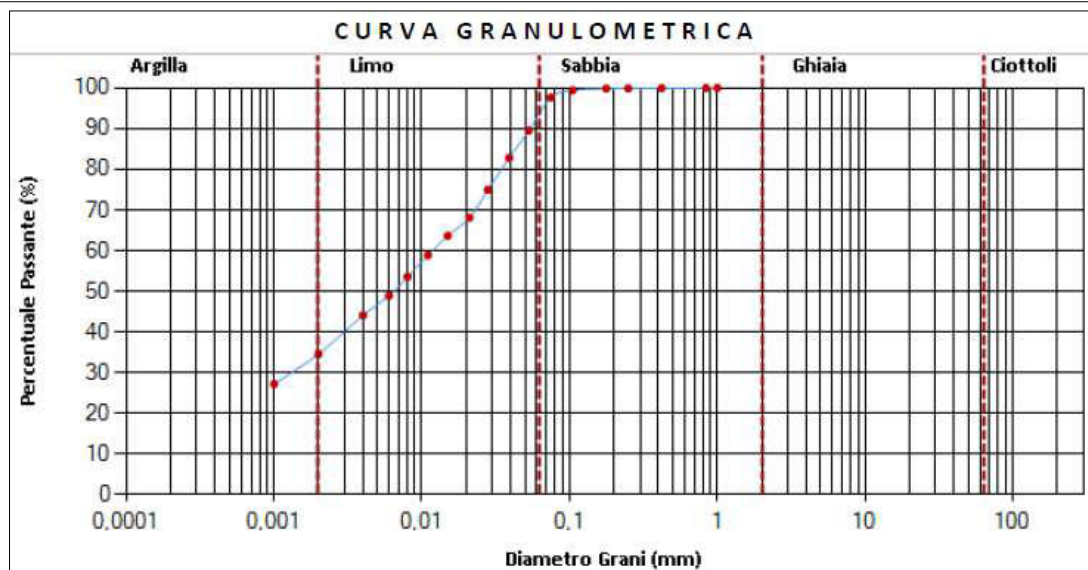
Di seguito si riportano tabelle riassuntive dei certificati di laboratorio geotecnico del campione indisturbato C.I. 1, prelevato alla profondità di $-18,00 \div -18,50$ m dal p.c. (verticale indagine S_01):

- tabella caratteristiche fisiche

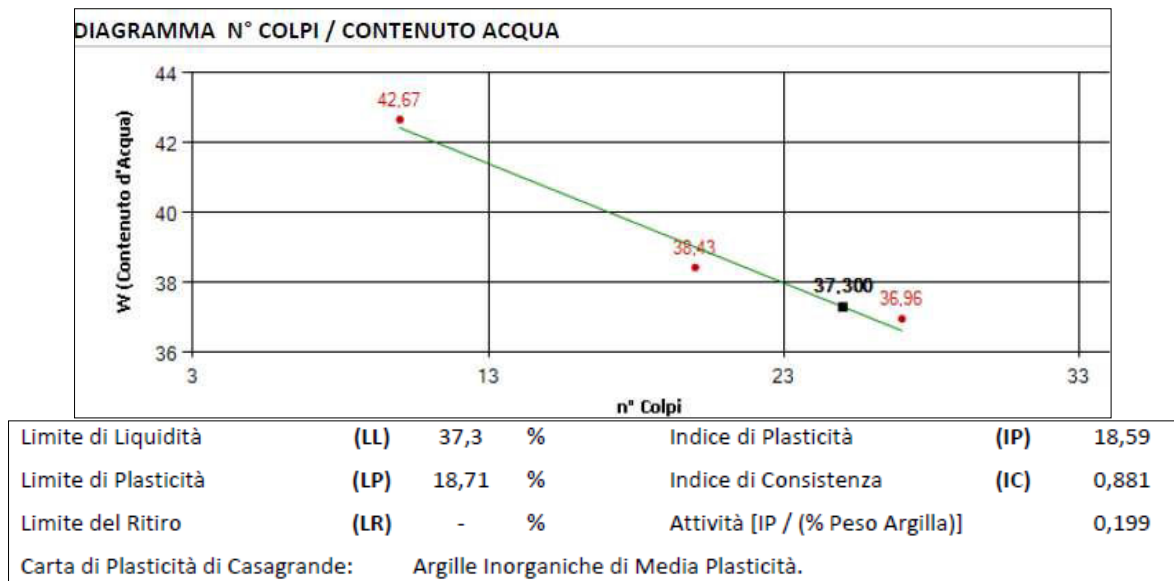
DESCRIZIONE CAMPIONE					
Lunghezza:	45 cm.	Diametro:	8,5 cm.	Classe di Qualità:	Non Dichiarata
Descrizione Macroscopica: Limo argilloso debolmente sabbioso di colore grigio azzurro (5/10GY)					
CARATTERISTICHE FISICHE DEL CAMPIONE ⁽¹⁾					
Peso Specifico ⁽²⁾ :	2,7 g/cm ³	Limite del ritiro:	- %	Contenuto Naturale Acqua:	20,92 %
Densità Naturale:	1,992 g/cm ³	Limite Liquido:	37,30 %	Grado di Saturazione:	88,35 %
Densità secca:	1,647 g/cm ³	Limite Plastico:	18,71 %	Indice di Attività:	0,537
Densità satura:	2,037 g/cm ³	Porosità:	39,00 %	Indice dei Vuoti:	0,639

- caratteristiche granulometriche

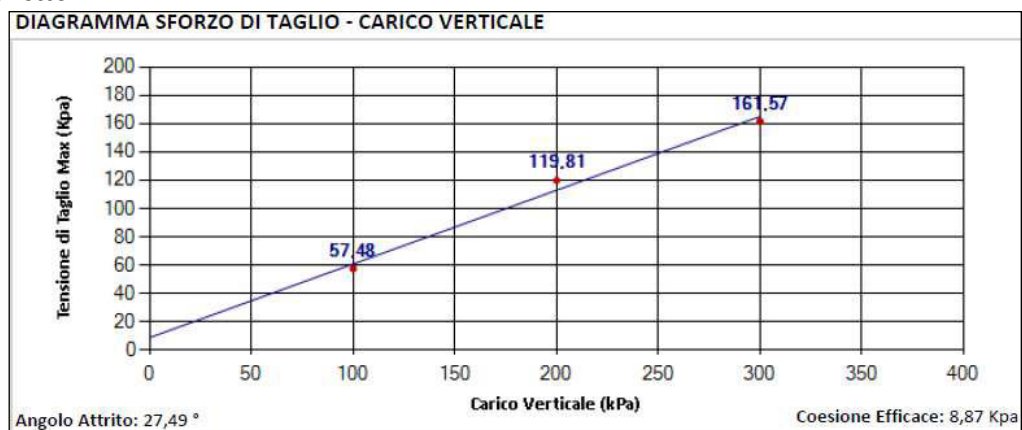
CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE									
Ciottoli %	0	Ghiaia %	0	Sabbia %	6,8	Limo %	58,6	Argilla %	34,6
D10 (mm)	-	D30 (mm)	0,0014	D50 (mm)	0,0065	D60 (mm)	0,0119	Coeffic. di Uniformità	-
Passante Setaccio 200 (%)	97,640			Peso Netto Totale (g):			53,08	Diametro Max (mm)	0,84
CLASSIFICAZIONE USCS									
USCS: CL - Argille inorganiche di media plasticità.					AGI / ASTM: Limo con Argilla debolmente Sabbiosa				
VAGLIATURA									
Setac.	Diam.	Peso	Parz. P/S	Passante	Setac.	Diam.	Peso	Parz. P/S	Passante
ASTM	(mm)	(g)	(%)	(%)	ASTM	(mm)	(g)	(%)	(%)
4"	101,5				20	0,84	0,02	0,04	99,96
2"	50,5				35	0,5			
1"	25,4				40	0,42	0,02	0,04	99,92
1/2"	12,7				60	0,25	0,02	0,04	99,88
3/8"	9,5				80	0,177	0,02	0,04	99,84
4	4,76				140	0,105	0,23	0,43	99,41
10	2				200	0,075	0,94	1,77	97,64
18	1				230	0,063			
SEDIMENTAZIONE									
Diametro		Passante		Diametro		Passante			
(mm)		(%)		(mm)		(%)			
0,053		89,51		0,008		53,6			
0,039		82,79		0,006		48,9			
0,028		74,95		0,004		44,11			
0,021		68,09		0,002		34,58			
0,015		63,67		0,001		27,23			
0,011		58,87							



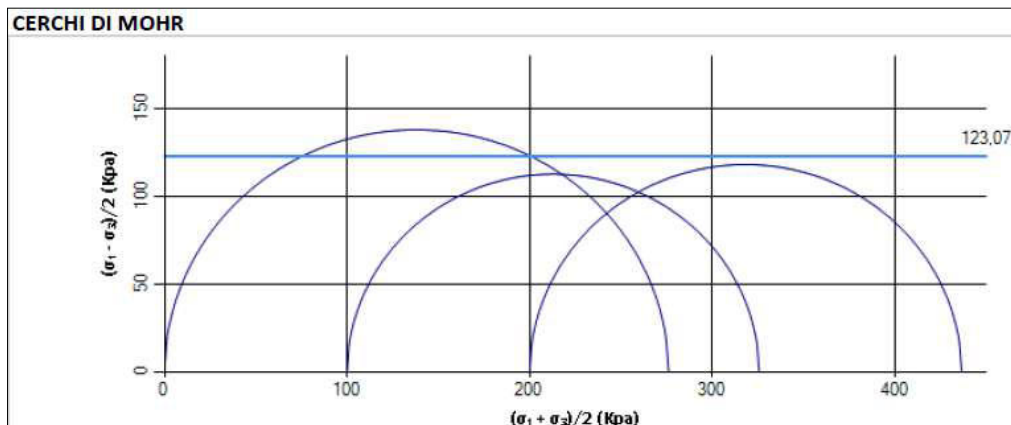
- limiti di Attemberg



- taglio diretto



- triassiale non consolidata non drenata



Per la valutazione dei parametri fisico - meccanici caratterizzanti i litotipi presenti, sono state utilizzati i risultati delle prove di laboratorio geotecnico eseguite sui campioni indisturbati, le correlazioni di seguito riportate e quelle contenute nell'Allegato 1.

- Angolo di attrito interno (ϕ')

$$\phi' = \sqrt{(15 * N')} + 15 \quad (\text{Shioi \& Fukuni, 1983})$$

- Peso dell'unità di volume (γ_{sat} e γ_d , kN/m^3)

Secondo Tabella da Bowles J.E.: Fondazioni-pag.147-1991

Descrizione del terreno	Molto sciolto	Sciolto	Medio	Compatto	Molto compatto
Densità relativa, D_r	0	0.15	0.35	0.65	0.85
SPT N'_{70} : fine	1-2	3-6	7-15	16-30	?
medio	2-3	4-7	8-20	21-40	> 40
grosso	3-6	5-9	10-25	26-45	> 45
ϕ : fine	26-28	28-30	30-34	33-38	
medio	27-28	30-32	32-36	36-42	< 50
grosso	28-30	30-34	33-40	40-50	
γ_{wet} (kN/cm^3)	11-16 ⁽¹⁾	14-18	17-20	17-22	20-23

- Modulo sforzi-deformazioni (E' , kPa)

Secondo le correlazioni di Bowles (Fondazioni, 1991, pag.278):

Terreno	SPT	CPT
Sabbia (normalmente consolidata)	$E_s = 500(N + 15)$ $E_s = (15\,000 \div 22\,000) \ln N$ $E_s^{(3)} = (35\,000 \div 50\,000) \log N$	$E_s = 2 \div 4q_c$ $E_s^{(1)} = (1 + D_r^2)q_c$
Sabbia (satura)	$E_s = 250(N + 15)$	
Sabbia (sovracconsolidata)	$E_s^{(2)} = 18\,000 + 750N$ $E_{s(OCR)} = E_{s(nc)} (OCR)^{1/2}$	$E_s = 6 \div 30q_c$
Sabbia ghiaiosa e ghiaia	$E_s = 1200(N + 6)$ $E_s = 600(N + 6) \quad N \leq 15$ $E_s = 600(N + 6) + 2000 \quad N > 15$	
Sabbia argillosa	$E_s = 320(N + 15)$	$E_s = 3 \div 6q_c$
Sabbia limosa	$E_s = 300(N + 6)$	$E_s = 1 \div 2q_c$
Argilla soffice	—	$E_s = 3 \div 8q_c$
Argilla	Utilizzando resistenza a taglio non drenata s_u , nelle unità di s_u $I_p > 30$ o organica $I_p < 30$ o rigida $E_{s(OCR)} = E_{s(nc)} (OCR)^{1/2}$	$E_s = 100 - 500s_u$ $E_s = 500 - 1500s_u$

a) per sabbia ghiaiosa e ghiaia

$$E' = 600 * (N' + 6) + 2000$$

- per terreni coesivi o prevalentemente coesivi:



<i>stato di consistenza</i>	<i>num. Colpi DPSH (20 cm)</i>	<i>corrispondenti colpi SPT (30 cm)</i>
molle	0 - 1	0 - 2
tenero	1 - 3	2 - 4
plastico	3 - 5	4 - 8
compatto	5 - 10	8 - 15
molto compatto	10 - 20	15 - 30
estrem. Compatto (duro)	>20	>30

da Cestari, corso ONG, Benevento 1986

Dalla sintesi dei dati raccolti in occasione della campagna d'indagine geologica eseguita in sito, nonché dai risultati delle analisi di laboratorio geotecnico, dai valori di pocket penetrometer misurati e dalle prove S.P.T., è stato ricostruito il modello geologico - tecnico del sito di progetto e sono stati definiti i parametri fisico - meccanici dei litotipi presenti (nelle condizioni più cautelative) a cui il Progettista può fare riferimento per le sue considerazioni di carattere tecnico.

Si precisa che il seguente profilo si riferisce alla verticale di indagine S_01; per cui, in fase di progettazione è necessario considerare uno spessore maggiore dell'orizzonte 2, valutato in funzione del posizionamento esatto dell'intervento.

PROFILO LITOSTRATIGRAFICO E MODELLO GEOLOGICO - TECNICO

PROFONDITÀ (DAL P.C.)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	PARAMETRI FISICO - MECCANICI
0,00 metri ~ - 2,10 metri		<u>Terreno agrario</u>	$\gamma = 17,00 \text{ kN/m}^3$ $\phi' = 22^\circ$ $Cu = 0,00 \text{ kPa}$ $c' = 0,00 \text{ kPa}$
~ - 2,10 metri ~ - 7,00 metri		<u>Sabbia limosa debolmente argillosa da sciolta a moderatamente addensata</u>	$\gamma_s = 19,00 \text{ kN/m}^3$ $\gamma = 18,43 \text{ kN/m}^3$ $\phi' = 25^\circ \div 26^\circ$ $Cu = 0,00 \text{ kPa}$ $c' = 2,00 \text{ kPa}$ $Ed = 6.300,00 \div 11.179,58 \text{ kPa}$
~ - 7,00 metri ~ - 17,60 metri		<u>Sabbia limosa debolmente argillosa da moderatamente addensata ad addensata</u>	$\gamma_s = 19,51 \text{ kN/m}^3$ $\gamma = 19,12 \text{ kN/m}^3$ $\phi' = 26^\circ - 29^\circ$ $Cu = 0,00 \text{ kPa}$ $c' = 2,42 \text{ kPa}$ $Ed = 11.179,58 \div 14.611,00 \text{ kPa}$
~ - 17,60 metri ~ - 30,00 metri (profondità di indagine)		<u>Limo argilloso grigio (formazione di base)</u>	$\gamma = 19,53 \text{ kN/m}^3$ $\phi' = 27,49^\circ$ $Cu = 123,00 \text{ kPa}$ $c' = 8,87 \text{ kPa}$ $Ed = 17651,97 \text{ kPa}$

Dove: γ = peso di volume; γ_s = peso di volume saturo; ϕ' = angolo di attrito efficace; c' = coesione efficace; Cu = coesione non drenata; Ed = modulo edometrico.

8.0 SISMICITA' DELL'AREA E CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO

8.1 SISMICITÀ STORICA E RECENTE

La zona oggetto d'interesse, in epoche passate, ha risentito di eventi sismici.

In particolare i principali allineamenti tettonici sono ubicati in corrispondenza della catena e sono stati distinti in base alla loro posizione rispetto alla stessa. Il territorio comunale di Ari (CH) si inquadra all'esterno dell'allineamento: thrust basale dell'Abruzzo.

Il thrust basale dell'Abruzzo costituisce una sorgente composita a cavallo tra il fianco sud-orientale dell'Appennino centro -

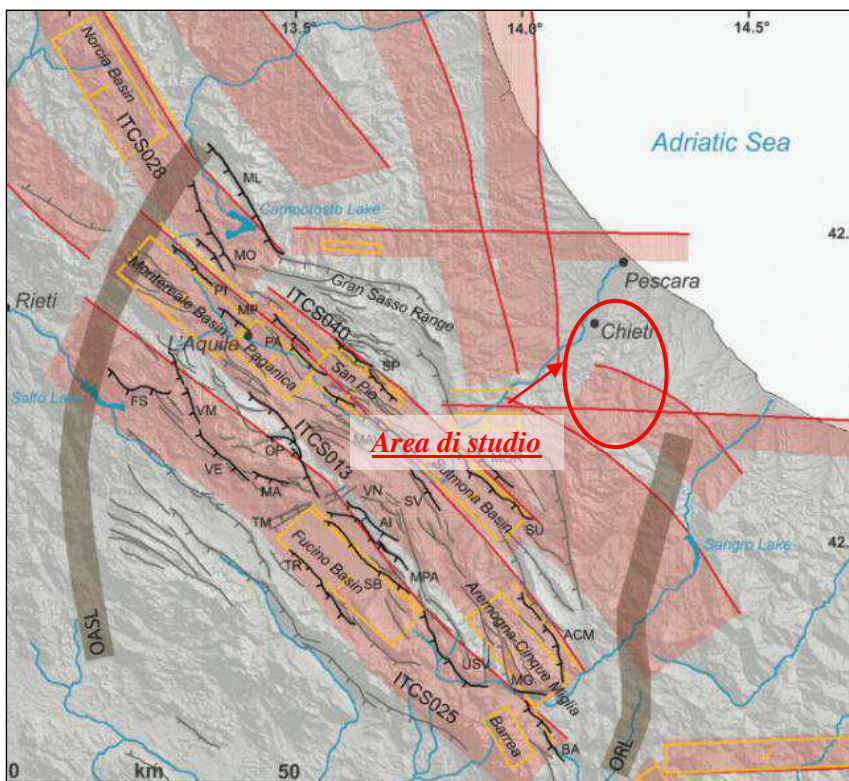


Figura 65 - Database faglie sismogenetiche, nel riquadro rosso è indicata l'area di studio.

meridionale ed il settore costiero abruzzese. Si tratta di una faglia inversa a basso angolo ad immersione sud - ovest. I cataloghi dei terremoti storici (Boschi et al., 2000; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004; Guidoboni et al., 2007; Locati e Camassi, 2010), testimoniano una concentrazione di terremoti importanti nell'area. Tra gli eventi tellurici che hanno colpito la zona si annoverano gli eventi del 101 d.C. (Mw 6.3, San Valentino in A.C.), del 1456 (Mw 6.0, Molise), del 1881 (Mw 5.6, Abruzzo meridionale), 1706 e 1933 (Mw 6.8 e 6.0 Maiella).

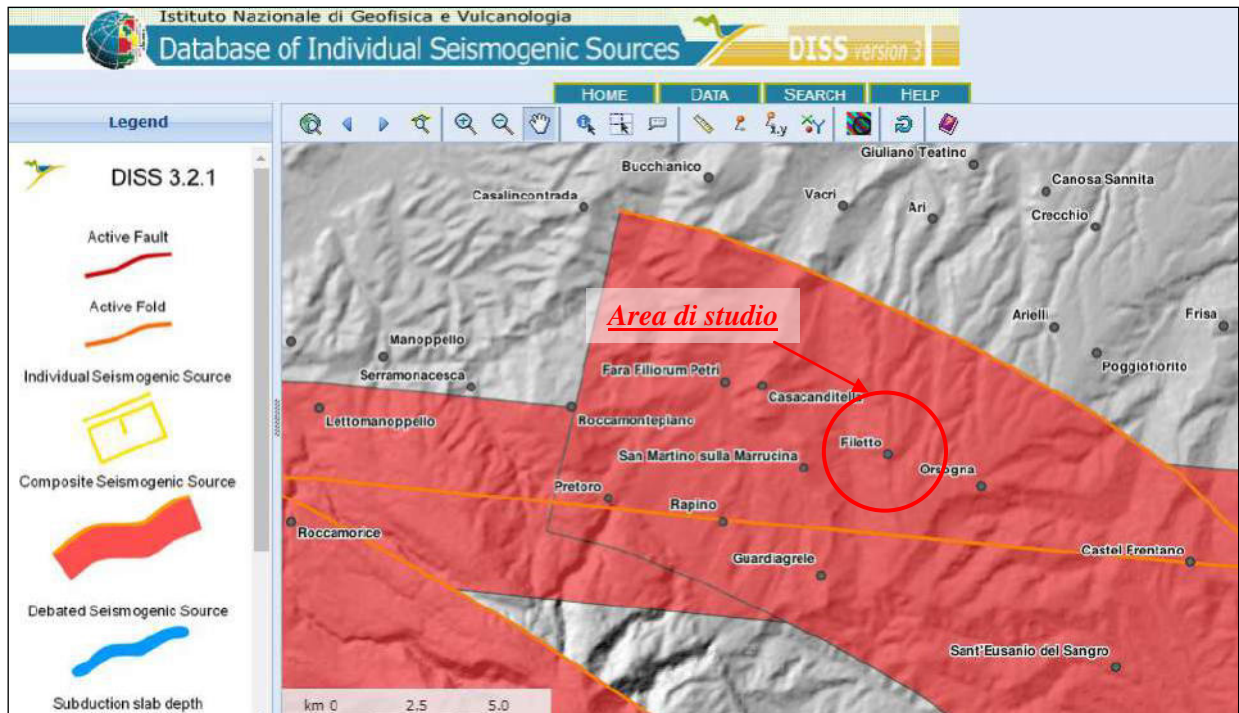


Figura 66 - Database delle faglie sismogenetiche.

Di seguito si riporta uno stralcio del catalogo delle faglie attive e capaci (catalogo ITHACA) in cui si osserva che non sono presenti faglie dirette attive nell'area di studio (fig. 67 - 68).

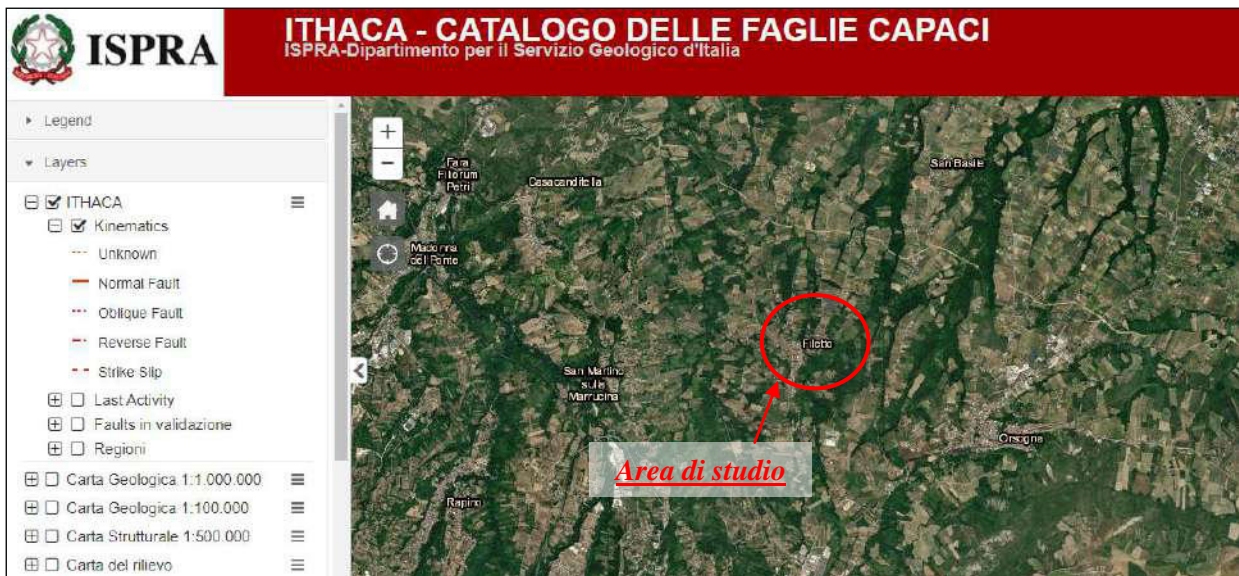


Figura 67 - Catalogo delle faglie capaci (<http://sgi2.isprambiente.it/ithacaveb/viewer/>).

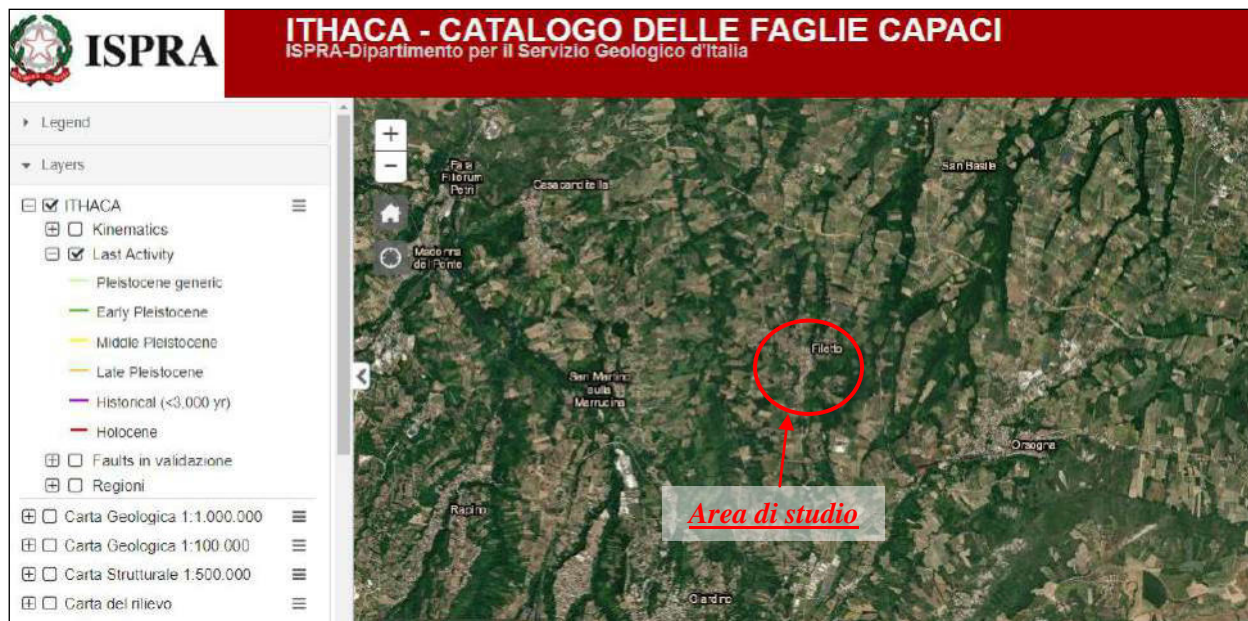


Figura 68 - Catalogo delle faglie capaci, con indicazione della loro ultima attività (<http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/viewer/>).

Nell'ambito di tale studio è stata effettuata, inoltre, una ricerca all'interno del database macrosismico Italiano DBMI15 v.4 dell'INGV in cui, indicando come area di riferimento Filetto, è stata individuata e ricostruita la storia sismica del territorio comunale in esame e delle aree limitrofe ad esso.

Sono stati così identificati terremoti aventi intensità "Is" (effetti) comprese tra 3 e 7. I terremoti storici più significativi di cui ha risentito l'area sono: quello della Maiella del 1933 di intensità 7 MCS e quello del Chietino del 1881 di intensità pari a 6 MCS (fig. 69 - 70).

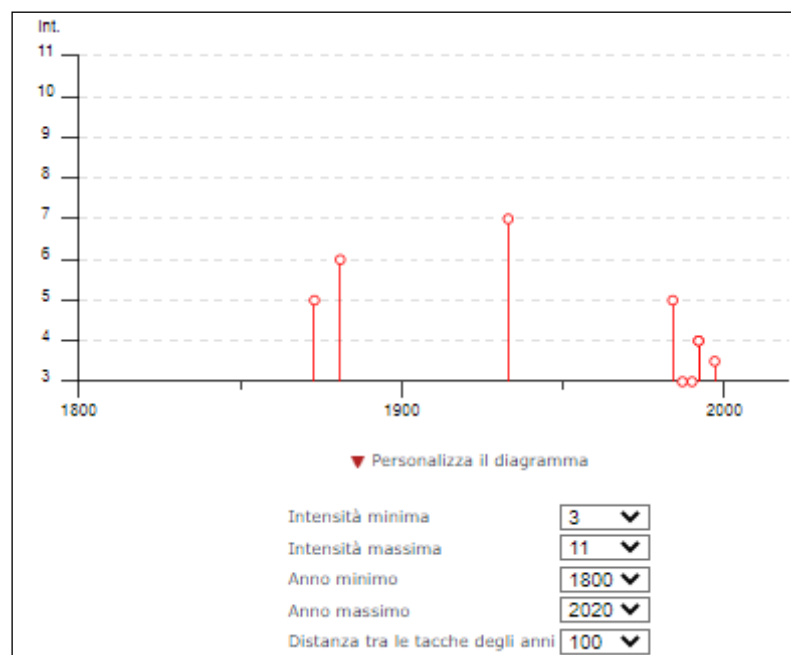


Figura 69 - Grafico illustrante la storia sismica di Filetto. Sulle ascisse sono riportate le intensità sismiche (Is) dei terremoti rilevati, mentre sulle ordinate sono riportati i riferimenti temporali espresso in anni (http://emidius.mi.ingv.it/DBMI15/query_place/).

Effetti	In occasione del terremoto del								
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io Mw
5	1873	03	12	20	04		Appennino marchigiano	196	8 5.85
6	1881	09	10	07			Chietino	43	7-8 5.41
7	1933	09	26	03	33	2	Maiella	325	9 5.90
5	1984	05	07	17	50		Monti della Meta	911	8 5.86
3	1987	07	03	10	21	5	Costa Marchigiana	359	7 5.06
3	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375	5.77
4	1992	02	18	03	30	0	Chietino	73	5-6 4.11
4	1992	07	16	05	38	5	Chietino	107	5-6 4.22
3-4	1997	10	14	15	23	1	Valnerina	786	5.62

Figura 70 - Tabella relativa alla storia sismica di Filetto (http://emidius.mi.ingv.it/DBMI15/query_place/).

8.2 CLASSIFICAZIONE SISMICA

L'attuale classificazione sismica della Regione Abruzzo è legiferata dall' "Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri" n° 3274 del 20/03/2003 (e successive modifiche ed integrazioni) – "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di Normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", per il quale il Comune di Filetto ricade all'interno della ZONA 2 (<http://zonesismiche.mi.ingv.it/pcm3274.html>).

Lo studio è stato realizzato dall'INGV che ha messo a disposizione della comunità nazionale un prodotto che fosse scientificamente valido e avanzato e al tempo stesso immediatamente utilizzabile in provvedimenti normativi. L'importanza di questo provvedimento è legato al superamento del vecchio concetto di classificazione a scala comunale (pericolosità sismica uniforme su tutto il territorio nazionale) e sulla base di 4 zone sismiche.

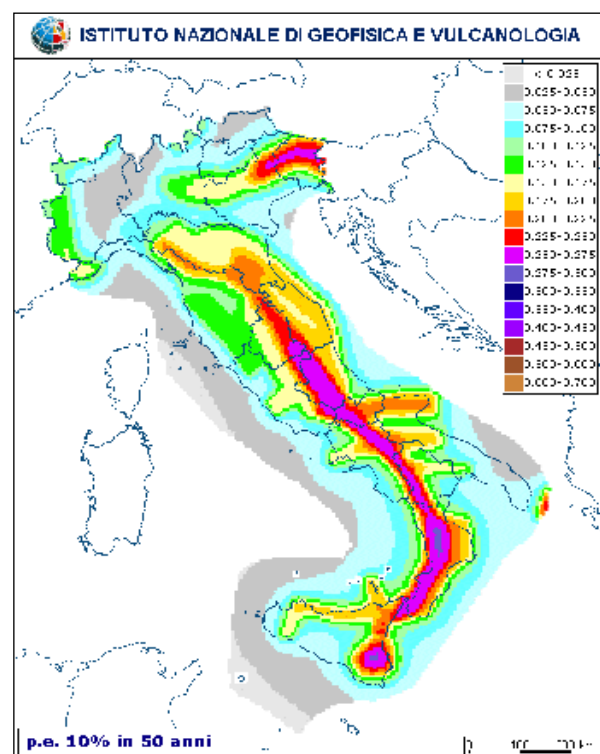


Figura 71 - Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, da Meletti et alii, 2007. Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D2, <http://esse1.mi.ingv.it/d2.html>.

Come detto precedentemente, l'attuale classificazione sismica della Regione Abruzzo è legiferata dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20/03/2003 (e successive modifiche ed integrazioni) – “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”. Questa è stata emanata in seguito al ripetersi di eventi sismici calamitosi che hanno investito anche zone ritenute e classificate con la 64/74 non sismiche, e pubblicata sulla G.U. n. 105 del 8.5.2003. A tale ordinanza è allegata la nuova classificazione sismica del territorio nazionale, articolata in quattro zone, a sismicità alta, media e bassa; mentre per la quarta zona, di nuova introduzione, è data facoltà alla Regione di imporre l'obbligo della progettazione antisismica. In base alla riclassificazione sismica del territorio, il Comune di Filetto è individuato in Zona sismica 2 (fig. 72).

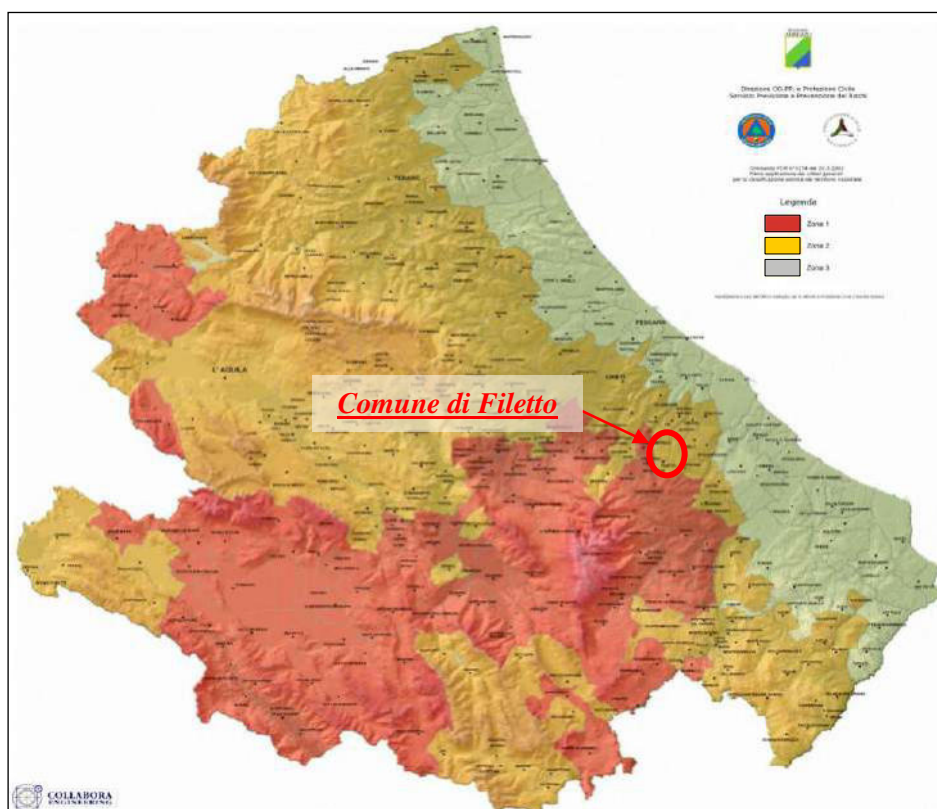


Figura 72 -Carta della classificazione delle zone sismiche della Regione Abruzzo.

Attraverso l'applicazione Webgis è possibile consultare in maniera interattiva le mappe di pericolosità sismica. In accordo con l'Allegato 7 OPCM 3907/2010, questi sono espressi con rettangoli colorati (in corrispondenza dei nodi della maglia di riferimento) in termini di

accelerazione orizzontale massima del terreno (a_g), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi orizzontali ($V_s > 800$ m/s).

In particolare per la zona di Filetto si hanno dei valori di accelerazione al suolo (con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) pari a $0.150 - 0.175 a_g$ (accelerazione massima del suolo) (fig. 73 - 74). L'accelerazione al suolo, così come definita dall'Ordinanza n.3907/2010 Attuazione dell'articolo 11 del decreto legge 28 aprile 2009 n. 39, convertito, con modificazioni, della legge 24 giugno 2009, n. 77, per il comune di Filetto è pari a $a_g = 0,1634690 g$.

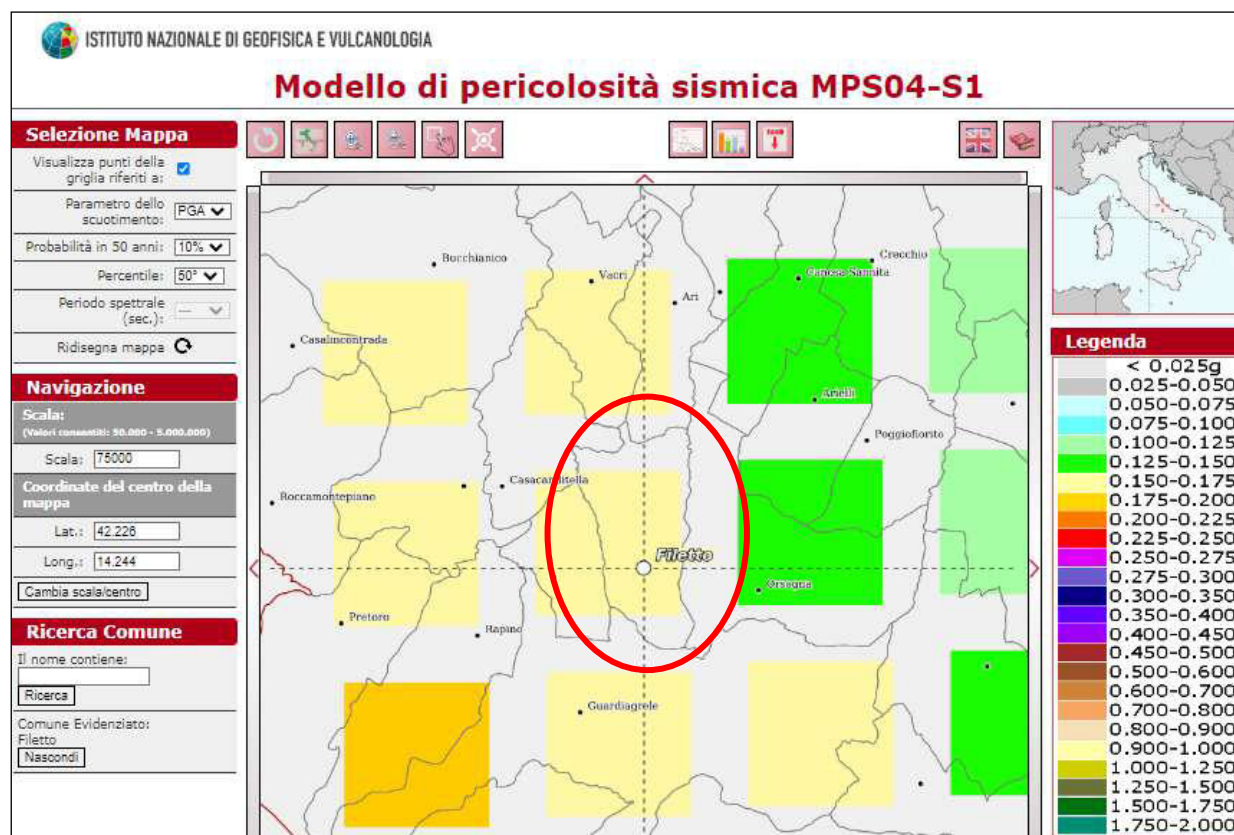
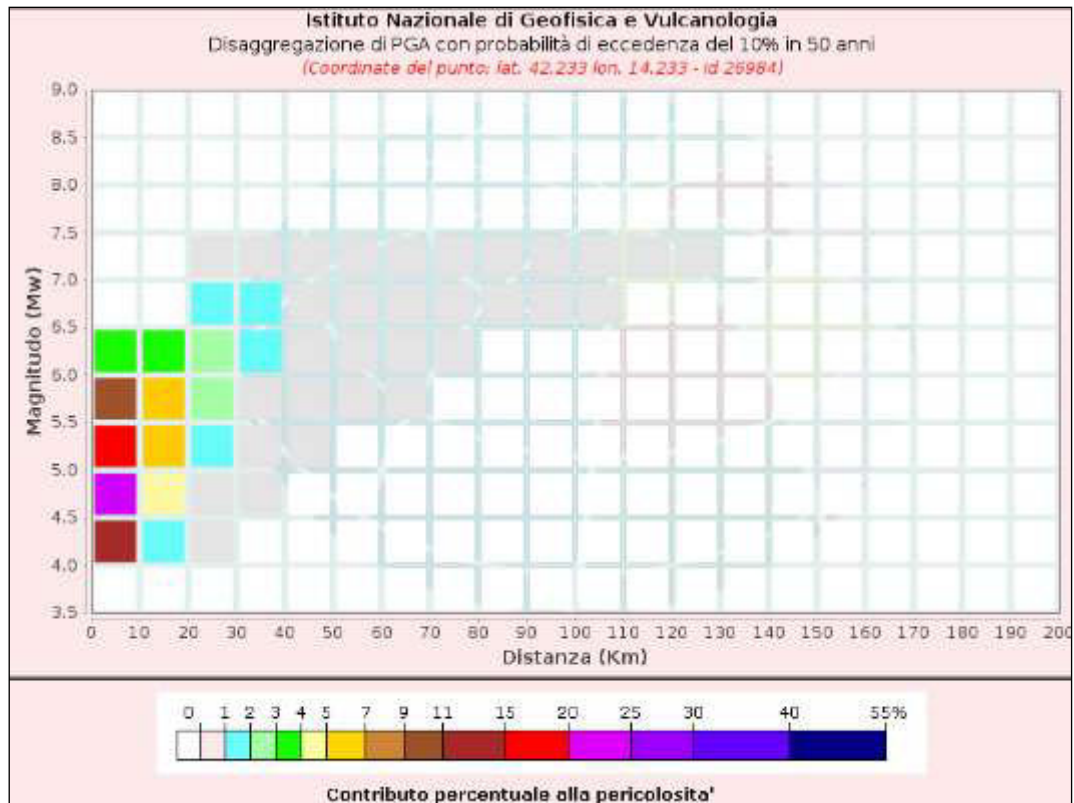


Figura 73 - Mappa interattiva di pericolosità sismica per la zona di Filetto; i colori della legenda indicano le diverse accelerazioni del suolo (<http://esse1-gis.mi.ingv.it>). Nella mappa è indicata (in rosso) l'area di studio.



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 42.233 lon. 14.233 - id 26984)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5- 4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5- 6.0	6.0- 6.5	6.5- 7.0	7.0- 7.5	7.5- 8.0	8.0- 8.5	8.5- 9.0
0-10	0.0000	11.2000	23.5000	15.9000	9.1600	3.9500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	1.3300	4.6200	5.5600	5.2000	3.2700	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0068	0.3110	1.1800	2.0200	2.1700	1.1700	0.7090	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0005	0.1160	0.7030	1.2300	1.2900	0.9240	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0019	0.1260	0.5240	0.7920	0.6730	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0088	0.1850	0.4720	0.4690	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0411	0.2810	0.3400	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0020	0.1240	0.2090	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0367	0.1100	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0058	0.0446	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0168	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0048	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Valori Medi											
Magnitudo				Distanza				Epsilon			
5.32				11.8				0.75			

Figura 74 - Grafico della disaggregazione (<http://esse1-gis.mi.ingv.it>).

8.3 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Il Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 recante “*Norme Tecniche per le Costruzioni*” e Circolare di applicazione del D.M. 21 gennaio 2019, raccoglie in modo unitario le norme nazionali che disciplinano la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle costruzioni al fine di garantire criteri univoci di sicurezza e pubblica incolumità.

In particolare, per quanto di nostra competenza, nel decreto sono definiti i modelli per la descrizione delle azioni agenti sulle strutture con particolare riferimento all’azione sismica. Come indicato nel Decreto, le azioni sismiche di progetto sono definite sulla base della “pericolosità sismica di base”, caratteristica del sito di costruzione. Questa è funzione di diversi parametri:

- ✓ a_g : accelerazione orizzontale massima del sito;
- ✓ 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.

Allo stato attuale ai fini della definizione dell’azione sismica di progetto la normativa definisce le seguenti categorie di sottosuolo a cui si può fare riferimento per valutare la risposta sismica locale:

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l’utilizzo dell’approccio semplificato.	
Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>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.</i>
B	<i>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.</i>
C	<i>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.</i>
D	<i>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.</i>
E	<i>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.</i>

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 V_s non inferiore a 800 m/s.

Come detto nei capitoli precedenti, per la caratterizzazione sismica del sito di progetto, è stata programmata ed eseguita una campagna di indagine geofisica, in occasione della quale è stata svolta n. 01 prospezione sismica attiva di superficie di tipo MASW, n. 01 sismica a rifrazione tomografica e n. 01 misura di microtremori HVSr.

Di seguito si riporta:

1 - Il profilo sismico derivante dalla prospezione sismica a rifrazione tomografica. L'interpretazione dei dati sismici di superficie, ha consentito la ricostruzione di una sezione tomografica che ha raggiunto la profondità di 28.0 m. La sezione tomografica individua un primo sismostrato, fino a circa 7.0 m di profondità dal p.c., con risposta sismica piuttosto omogenea (V_p 1000-1050 m/s). A seguire, fino alla profondità di circa 15.0 m, si individua un secondo sismostrato con isolinee di velocità regolari e parallele collegabili a materiali con buona risposta sismica (V_p 1200-1300 m/s). A maggiori profondità maggiori, il terzo sismostrato risulta con risposta sismica omogenea (V_p 1400-1450 m/s).

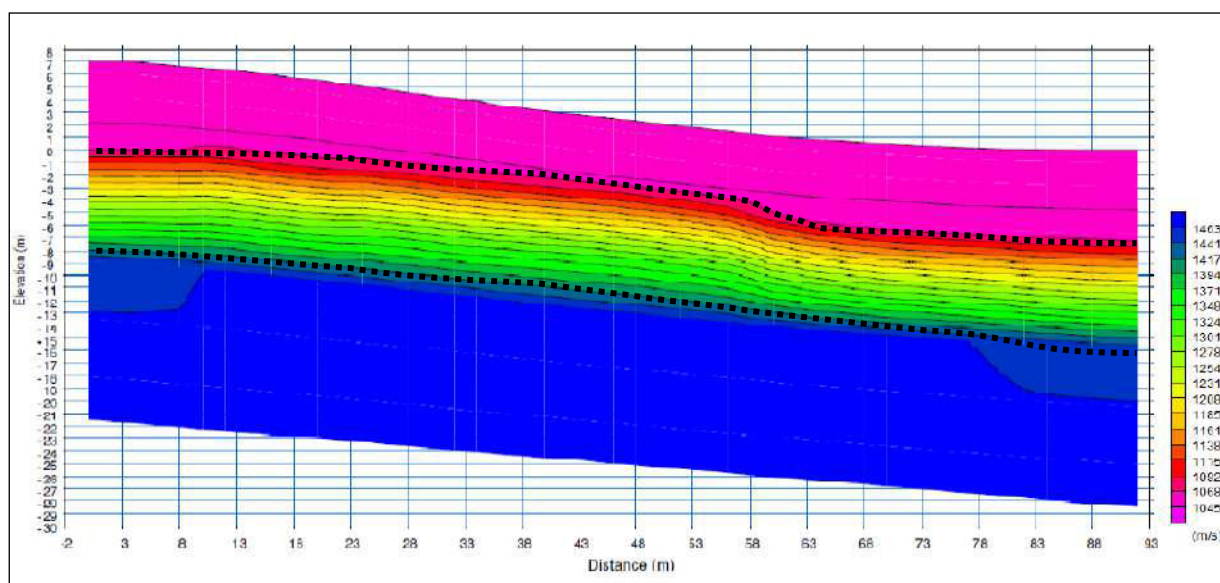


Figura 75 - Sezione tomografica a rifrazione S.R._01.

Sismostrato	Caratteristiche sismostratigrafiche	Spessore m	Velocità rilevate m/s Vp
1	Materiale con media risposta sismica	7.0	1000-1050
2	Materiale con buona risposta sismica	8.0-9.0	1200-1300
3	Materiale con buona rigidezza sismica		1400-1450

Figura 76 - Sezione tomografica a rifrazione S.R._01, caratteristiche sismostratigrafiche.

2 - Il profilo sismico derivante dalla prova MASW, da cui è possibile individuare i diversi sismostrati caratterizzanti il sito di progetto e desumere la categoria di sottosuolo di appartenenza del sito.

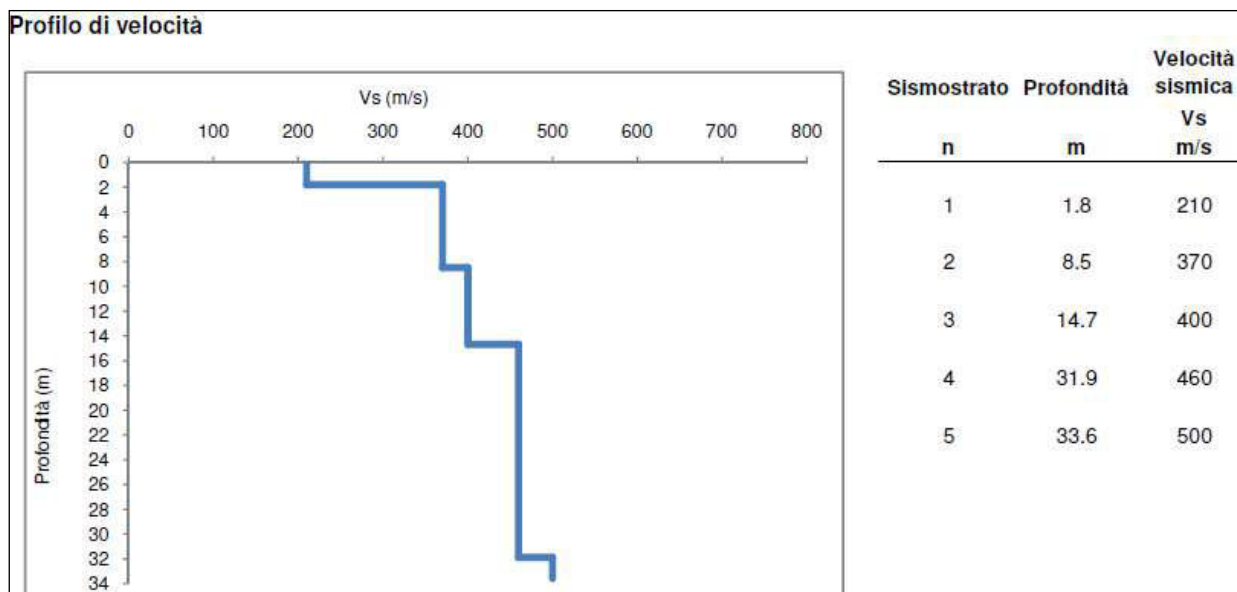


Figura 77 - Profilo sismico velocità onde di taglio S, derivante dalla prova MASW_01 shot 1.

3 - Il rapporto spettrale H/V da cui è possibile ricavare la seguente frequenza di amplificazione al suolo. Il picco principale è a $8,42 \pm 0,38$ Hz.

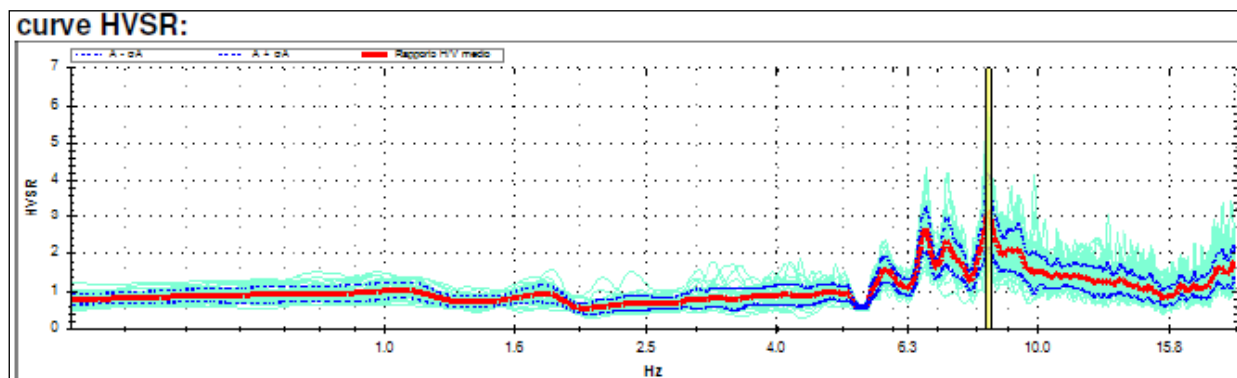


Figura 78 - Rapporto spettrale HV.

Applicando la formula per il calcolo della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s) (NTC 2018) ed utilizzando i valori di V_s ottenuti dalla prospezione sismica MASW, risultano le velocità $V_{s,eq}$ riportate nella tabella seguente, da cui si evince che al sito di progetto può essere ascritta la **categoria di sottosuolo "B"**.

Considerato che l'intervento si posiziona sul versante, vista l'inaccessibilità dei luoghi ai fini dell'esecuzione della prova geofisica sul sito d'intervento specifico, si stima una v_s equivalente partendo da circa 10 metri di profondità dalla quota di esecuzione della stessa MASW.

MASW_01 (shot 1)	
$V_{s,eq}$	m/s
$V_{s,eq}(0.00 \div -30.00)$	397,60 m/s
$V_{s,eq}(-10.00 \div -40.00)$	459 m/s
MASW_01 (shot 2)	
$V_{s,eq}$	m/s
$V_{s,eq}(0.00 \div -30.00)$	399,20 m/s
$V_{s,eq}(-10.00 \div -40.00)$	455 m/s

L'andamento dello spettro di risposta elastico, oltre che dalla litologia, è anche influenzato dalle condizioni topografiche del sito in esame. Queste ultime sono definite e classificate come mostrato nella tabella seguente.

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

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 $i > 30^\circ$

Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Morfologicamente l'area di progetto si ubica su una porzione di pendio le cui acclività sono comprese tra 15° e 35° . Per quanto detto, dall'osservazione della carta delle pendenze e dai sopralluoghi effettuati, si evince che il sito in esame appartiene ad una **categoria topografica "T2"**, per cui il coefficiente di amplificazione topografica S_T è pari a 1,2.

Nell'immagine seguente sono riportati i parametri sismici del sito di progetto (sito internet GeoStru).

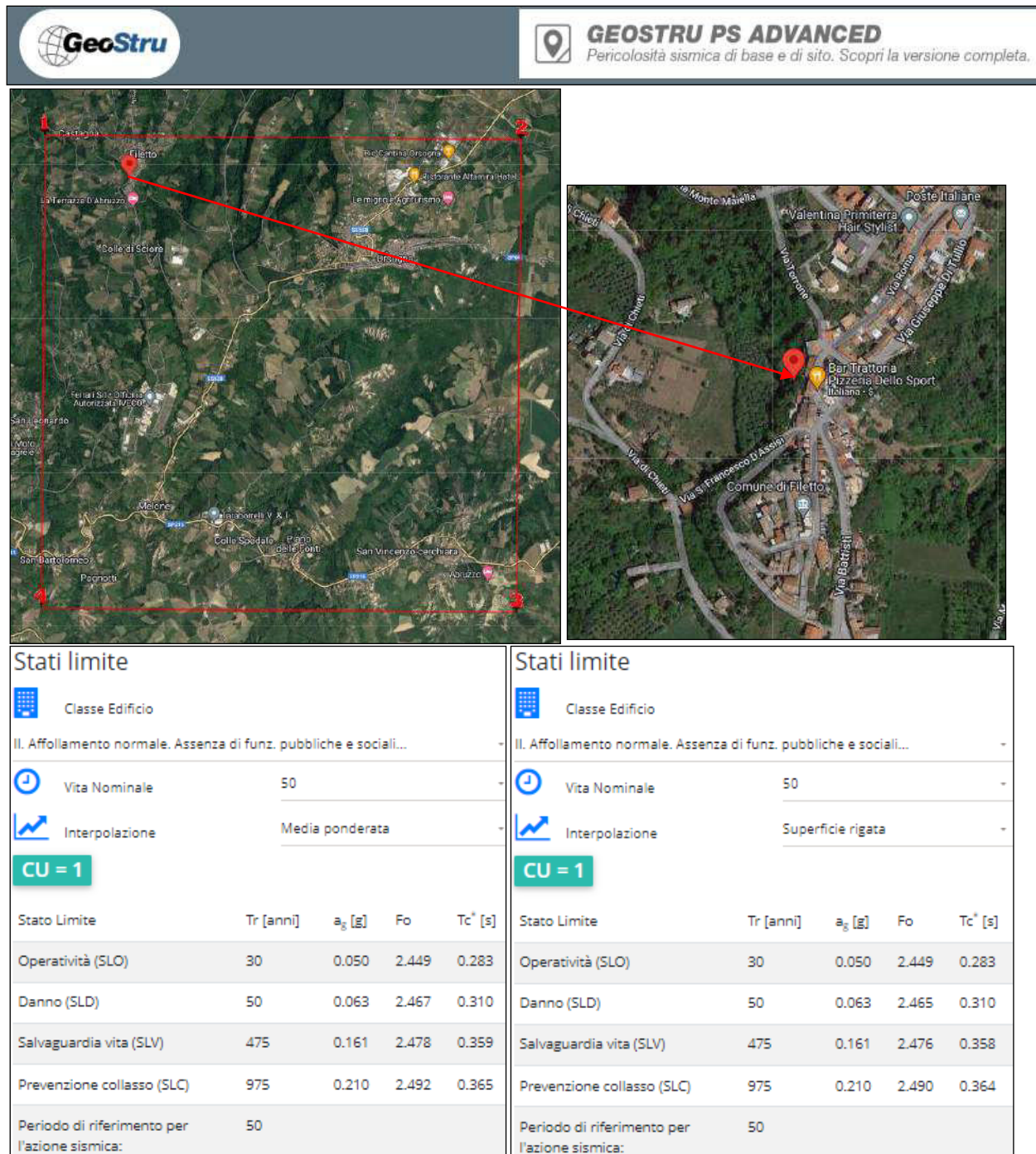


Figura 79 - Parametri sismici del sito (Geostru).

8.4 MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1

Il territorio comunale di Filetto è stato oggetto di microzonazione sismica di livello 1. Nella Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (livello 1), il sito di progetto è perimetrato all'interno della zona stabile suscettibile di amplificazione locale "zona 2001". Quest'ultima risulta

costituita da sabbie ed arenarie con intercalazioni di ghiaie e conglomerati / sabbie argillose appartenenti all'associazione sabbioso pelitica della formazione di Mutignano poggianti su substrato coesivo stratificato sovraconsolidato (fig. 80).

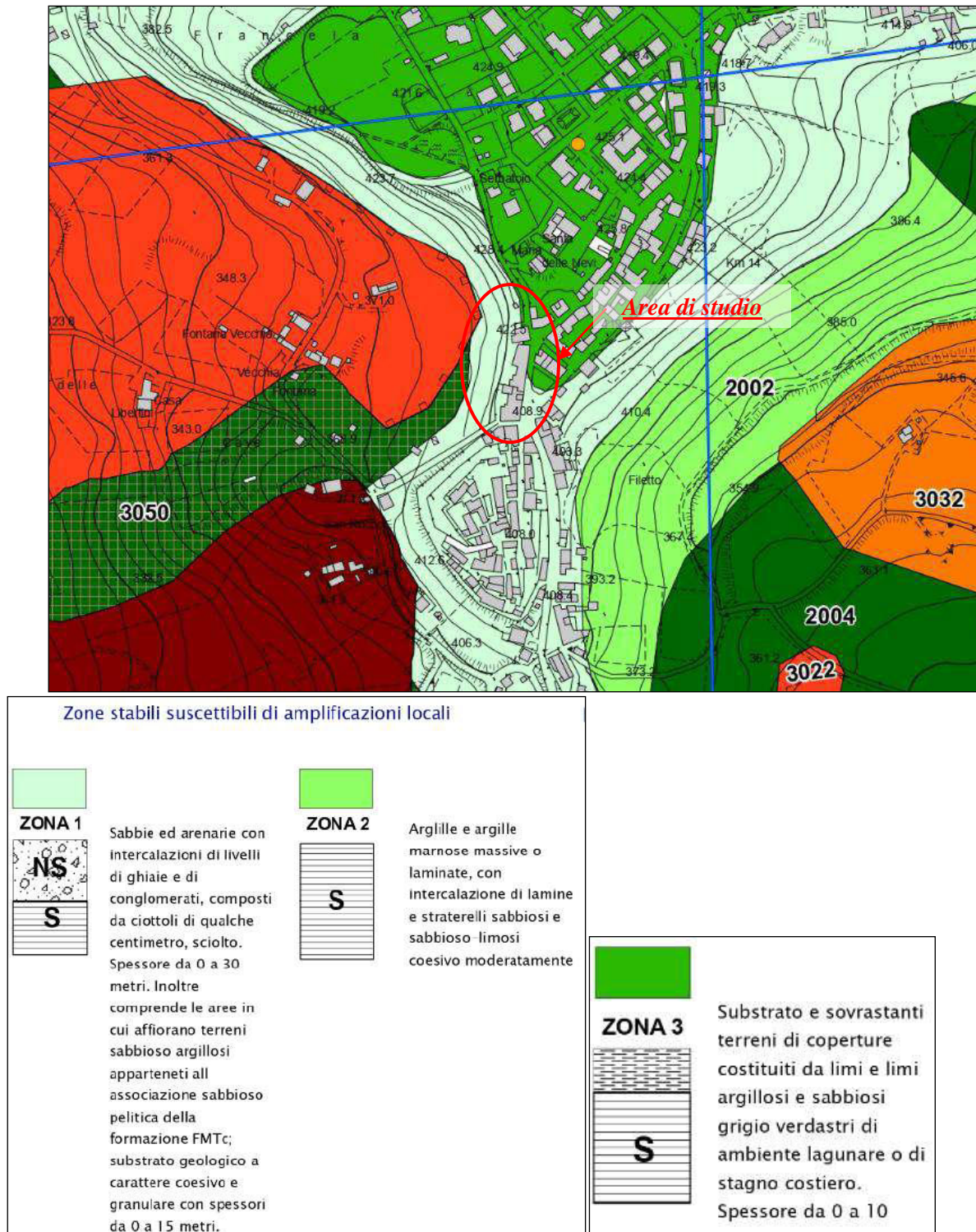




Figura 80 - Stralcio Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (Microzonazione Sismica di livello 1).

9.0 RISULTATI STUDIO GEOLOGICO E CONSIDERAZIONI DI CARATTERE APPLICATIVO

All'interno del capitolo saranno riassunti e descritti i risultati del rilievo geologico - geomorfologico, gli esiti delle indagini geologiche eseguite e saranno fornite indicazioni di carattere applicativo.

Al fine di definire le caratteristiche geologiche e geomorfologiche locali, è stato condotto un rilievo geologico - geomorfologico di superficie in un intorno significativo dell'area di studio. Tale attività ha permesso di definire i caratteri geologici locali ed individuare le problematiche di carattere geomorfologico che affliggono l'area di studio.

Il rilievo geologico - geomorfologico di superficie è stato integrato mediante l'esecuzione di una campagna di indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche eseguite puntualmente nelle aree di intervento. La terebrazione di sondaggio ha permesso la ricostruzione di un modello geologico - tecnico del sottosuolo.

I dati raccolti in fase di rilievo di superficie sono stati sintetizzati nella carta geologica - geomorfologica allegata in calce alla relazione e di seguito riportata fuori scala.

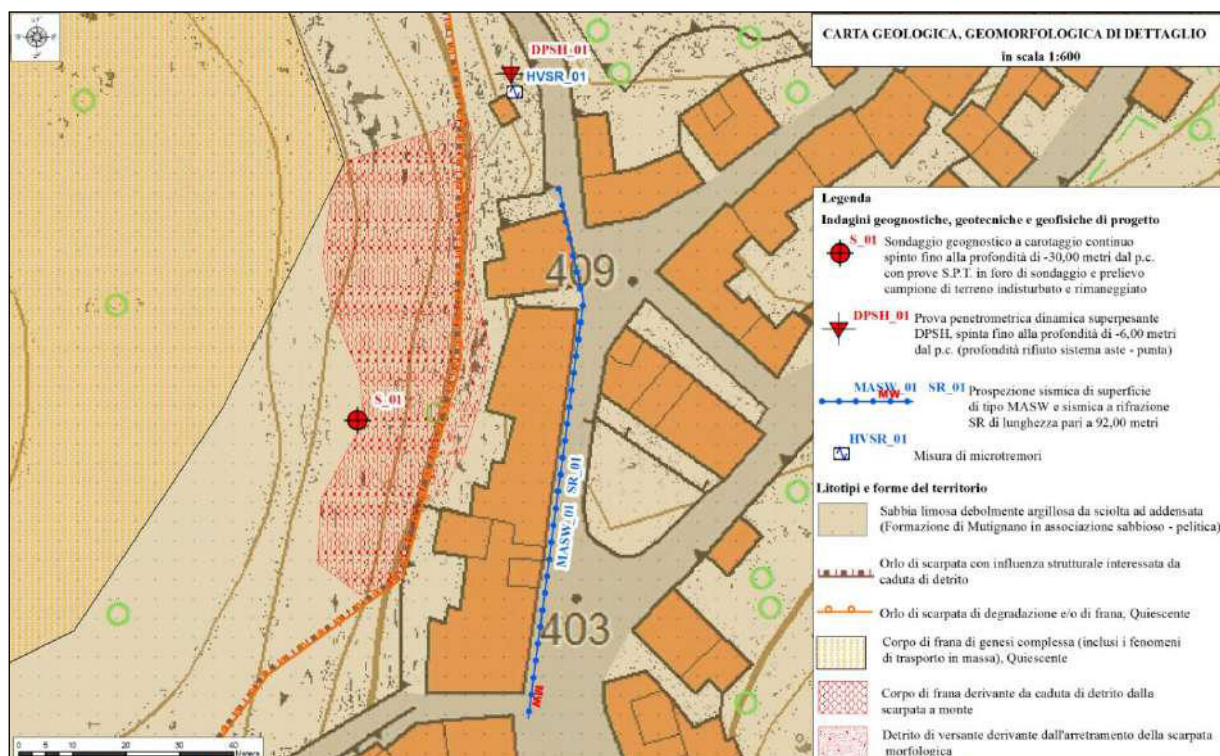


Figura 81 - Carta geologica - geomorfologica (riportata fuori scala).

Dal rilevamento geologico e geomorfologico, esteso su un'area più ampia di quella di diretto interesse, integrato mediante la presa visione dei risultati delle indagini geologiche, è emersa la presenza delle seguenti litologie e forme del territorio:

- *Formazione di Mutignano in associazione pelitico - sabbiosa FMTa*: costituita da limi argillosi di colore grigio - azzurro, con intercalazioni di lamine e strati millimetrici di sabbie dello stesso colore. Il litotipo si trova alla base del versante, sottostante la formazione di Mutignano in associazione sabbioso - pelitica.

- *Formazione di Mutignano in associazione sabbioso - pelitica FMTc*: costituita da sabbie medio fini di colore ocra limose debolmente argillose, da sciolte ad addensate. Il litotipo è rinvenibile sia in affioramento sia nei reperti di carotaggio.



Figura 82 - Versante oggetto d'intervento.



Figura 83 - Versante oggetto d'intervento, particolare base del versante dove è presente una grotta in cui è visibile in affioramento il litotipo sabbiosa.



Figura 84 - Litotipo in affioramento a monte del sito di intervento.

- *Corpo di frana e detrito di versante*: sul versante oggetto di intervento, caratterizzato da elevata energia di rilievo, l'andamento topografico risulta articolato e disomogeneo, caratterizzato da aree a bassa ed alta acclività, avvallamenti, contropendenze, rigonfiamenti e gradini morfologici.

A valle della scarpata di degradazione è visibile l'accumulo del corpo di frana; mentre, immediatamente a monte dell'elemento morfologico sono diffusi depositi detritici di versante derivanti da locali arretramenti della scarpata di degradazione (es zona retrostante l'edificio del bar).



Figura 85 - Versante oggetto d'intervento, scarpata retrostante bar.



Figura 86 - Versante oggetto d'intervento, scarpata retrostante bar.



Figura 87 - Versante oggetto d'intervento.



Figura 88 - Versante oggetto d'intervento.

In occasione di eventi metereologici intensi e prolungati, lungo il versante possono generarsi fenomeni di erosione concentrata e diffusa con asportazione e trasporto di particelle di terreno verso valle. Tale fenomeno ha generato il dissesto che attualmente caratterizza il versante oggetto di consolidamento. Alla data odierna, la scarpata morfologica ha subito fenomeni di retrogressione verso monte, lambendo gli edifici pubblici e privati del nucleo abitato e mettendo a rischio la loro stabilità.

Nell'ambito del presente progetto, al fine di mitigare il fenomeno gravitativo, si consiglia la realizzazione di una paratia di pali di grosso diametro a quinconce, ben ammorsati almeno all'interno della formazione sabbioso limosa debolmente argillosa da moderatamente addensata ad addensata, di colore ocra (Formazione di Mutignano in associazione sabbioso - pelitica), ai quali abbinare opere di ingegneria naturalistica (es. terre armate).

Inoltre, si raccomanda di attuare interventi per la corretta regimentazione delle acque superficiali.

10. 0 CONCLUSIONI

La presente relazione geologica è stata redatta su incarico DELL'AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI FILETTO a supporto del progetto **"MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ALL'INTERNO DEL CENTRO STORICO - VERSANTE OVEST - PNRR: MISSIONE 2 - COMPONENTE 4 - SUB-INVESTIMENTO 2.1B"**

All'interno di tale elaborato sono stati illustrati i caratteri geografico, orografico, idrografico, geologico - stratigrafico, tettonico e morfologico dell'area di studio. Sono state individuate le eventuali problematiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche attraverso sopralluoghi e mediante la presa visione degli strumenti normativi vigenti in materia (*PAI, PSDA, Progetto CARG, Microzonazione sismica, etc.*). Inoltre, è stato ricostruito il modello geologico del sito e ne è stata definita la categoria di sottosuolo e topografica (NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI - D.M. 17 GENNAIO 2018).

Per la descrizione generale dell'assetto geografico, geologico, geomorfologico, idrologico, idrogeologico e sismico dell'area in esame si è fatto riferimento a tutto il materiale bibliografico reperibile. Al fine di ricostruire il modello geologico - tecnico, idrogeologico e definire le caratteristiche sismiche del sito d'intervento, è stata programmata ed eseguita una campagna di indagini geognostiche, geotecniche, geofisiche ed idrogeologiche. Durante la campagna d'indagine geognostica sono stati prelevati campioni di terreno indisturbato e rimaneggiato da sottoporre ad analisi di laboratorio geotecnico.

La campagna d'indagine geognostica e geotecnica ha previsto l'esecuzione di:

- n. 01 sondaggio geognostico a carotaggio continuo, spinto fino alla profondità di -30,00 metri dal p.c., con n. 04 prove penetrometriche in foro S.P.T. (Standard Penetration Test), prelievo di n. 01 campione di terreno rimaneggiato e n. 01 campione di terreno indisturbato da sottoporre ad analisi di laboratorio geotecnico;

- n. 01 prova penetrometrica dinamica superpesante DPSH (Dynamic Probing Super Heavy), spinta fino alla profondità di: -6,00 metri dal p.c. (DPSH_01, profondità rifiuto sistema aste - punta).

La campagna d'indagine geofisica ha previsto lo svolgimento di:

- n. 01 prospezione sismica di superficie attiva MASW (Multichannel Acquisition Surface Wave) e n. 01 sismica a rifrazione con tecnica tomografica SR, di lunghezza pari a 92,00 metri caduna;

- n. 01 misura di microtremore della durata di 30 minuti.

Per la descrizione dettagliata della strumentazione utilizzata, della metodologia d'indagine e per i risultati si rimanda all'Allegato 1 - Report Indagini Geognostiche, Geotecniche, Geofisiche e prove di laboratorio geotecnico fornito dalla ditta esecutrice incaricata dall'Amministrazione Comunale *Terra Drilling Technology s.r.l.*

L'area di studio è compresa nell'ambito amministrativo del territorio comunale di Filetto, nella Provincia di Chieti. Orograficamente, quest'ultimo si trova nel settore pedemontano abruzzese, a nordest rispetto alla dorsale montuosa della Montagna della Majella. L'alto morfologico su cui sorge il centro storico di Filetto, la cui quota massima è pari a 415 m s.l.m., è allungato circa in direzione N- S e risulta compreso tra il Fosso Venna (ad est) e il Torrente Dentolo (ad ovest). Il sito interessato dal progetto si ubica nel centro storico, sul versante occidentale che digrada verso il Torrente Dentolo, ad una quota altimetrica di circa 400 m s.l.m.

Geologicamente, l'area oggetto d'indagine ricade all'interno della fascia pedemontana periadriatica. Il territorio in esame è in corrispondenza del bacino di avanfossa plio-pleistocenica che affiora in continuità dalle pendici della Montagna della Maiella alla costa adriatica. L'avanfossa, da ovest verso est, presenta caratteri diversi in funzione dell'evoluzione strutturale della zona e delle variazioni eustatiche che si sono avute nel periodo compreso dal Pliocene al Pleistocene. Dalla recente carta geologica (Foglio 361 "Chieti" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000, Progetto CARG), emerge che nel sito di progetto è presente la Formazione di Mutignano, nella facies pelitico - sabbiosa (FMTa) alla base, ed in facies sabbioso - pelitica (FMTd) e sabbioso - conglomeratica (FMTd) lungo il versante. L'area di interesse è caratterizzata dalla presenza di orlo di scarpata di frana con relativo corpo di accumulo che coinvolge depositi sabbioso - pelitici e sabbioso - conglomeratici. La formazione geologica è in assetto stratigrafico orizzontale. Il settore nord del centro abitato di Filetto è caratterizzato dalla formazione Argille e conglomerati di Ripa Teatina; mentre, tutto il versante ovest del centro storico, che digrada verso il torrente Dentolo, è coperto da depositi eluvio colluviali a granulometria mista.

L'orografia del territorio comunale di Filetto è caratterizzata da altitudini tipicamente collinari.

L'alto morfologico su cui sorge il centro storico di Filetto, la cui quota massima è pari a 415 m s.l.m., è allungato circa in direzione N- S e risulta compreso tra il Fosso Venna (ad est) e il Torrente Dentolo (ad ovest). Le quote altimetriche maggiori si rinvencono in corrispondenza del settore centrale del territorio comunale. Il sito interessato dal progetto si ubica nel centro storico, sul versante orientale che digrada verso il Torrente Dentolo, ad una quota altimetrica di circa 400 m s.l.m. Le acclività che caratterizzano il territorio comunale di Filetto sono variabili. In corrispondenza dei versanti del rilievo collinare principale le pendenze sono generalmente comprese tra 0° - 30°. Il versante oggetto d'intervento è caratterizzato prevalentemente da acclività comprese tra 15° e 35°.

L'area oggetto di intervento è perimetrata tra le zone sottoposte a vincolo idrogeologico (R.D. 1923).

Per la caratterizzazione in termini di pericolosità geomorfologica dell'area è stato preso in considerazione il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei Bacini di Rilievo Regionale Abruzzesi "Fenomeni gravitativi e processi erosivi" (di seguito denominato **PAI**), pubblicato sul sito dell'attuale Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale. L'area di studio rientra nel Foglio 361E della "CARTA GEOMORFOLOGICA", della "CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DA FRANA" e della "CARTA DEL RISCHIO DA FRANA" pubblicate nell'ambito del progetto PAI (PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEI BACINI DI RILIEVO REGIONALE ABRUZZESI E DEL BACINO INTERREGIONALE DEL FIUME SANGRO L. 18.05.1989 n.183 art.17 comma 6 ter. edito dalla REGIONE ABRUZZO DIREZIONE TERRITORIO URBANISTICA, BENI AMBIENTALI, PARCHI, POLITICHE E GESTIONE DEI BACINI IDROGRAFICI – SERVIZIO DIFESA DEL SUOLO – AUTORITÀ DEI BACINI REGIONALI L.R. 16.09.1998 n.81 e L.R. 24.08.2001 n.43; DELIBERA GIUNTA REGIONALE 355 DEL 29.06.2017 ADOZIONE DELLA I VARIANTE PARZIALE DEL PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO, APPROVATA E PUBBLICATA IN GU N. 134 DEL MESE DI AGOSTO 2019, SHAPEFILE AGGIORNATI MARZO 2022, ATTUALE AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO CENTRALE). Le forme del territorio perimetrato nell'area di interesse determinano, nel sito di progetto, la presenza di una classe di pericolosità elevata (P2) lungo la scarpata ed una pericolosità da scarpata (PS). L'area a valle della scarpata è perimetrata in una classe di rischio moderato (R1). Come si evince dalle *Norme di Attuazione del Piano PAI*, le opere di progetto sono consentite, ai sensi dell'*Art. 14 -*

Disciplina delle aree a pericolosità molto elevata (P3), comma 1 lettera a): "Fermo restando quanto disposto agli art. 9 e 10 del precedente Capo I delle presenti Norme, nelle aree a pericolosità molto elevata sono consentiti esclusivamente: a) opere ed interventi finalizzati alla mitigazione del rischio e della pericolosità gravitativa ed erosiva;" e non necessitano di studio di compatibilità idrogeologica ai sensi del comma 3 dello stesso articolo: "3. Lo Studio di compatibilità idrogeologica, di cui all'Allegato E alle presenti norme, non è richiesto per gli interventi di cui al comma 1 lettere a), b), c) e d) del presente articolo; è richiesto per gli interventi di cui al comma 1 lettera e) del presente articolo."

Considerato che nel corso del tempo la scarpata ha subito fenomeni di arretramento verso monte, volendo apporre una fascia di rispetto alla suddetta scarpata, i fabbricati a monte del suddetto elemento morfologico sarebbero inglobati all'interno di una classe di pericolosità molto elevata (P3) e di rischio molto elevato per la presenza di edifici privati e pubblici. Per quanto detto, si necessita di interventi di consolidamento al fine di mitigare e/o eliminare le cause del dissesto per la salvaguardia della pubblica e privata incolumità.

Idrograficamente, l'area di studio si trova nel settore di basso corso del Fiume Foro. L'idrografia dell'area in esame è fortemente condizionata dal regime pluviometrico e dalla litologia delle formazioni affioranti. Le acque di precipitazione sono drenate superficialmente per ruscellamento. Lungo le pendici dei rilievi che circondano l'area di studio, è un proliferare di piccoli fossi e rii, secchi per la maggior parte dell'anno e attivi solo in coincidenza dei periodi di maggiore piovosità. Dal punto di vista idrogeologico l'elemento dominante è rappresentato dalla natura prevalentemente sabbiosa dei depositi, con sottili livelli limoso argillosi, che consente circolazione idrica sotterranea prevalentemente per porosità e costituisce un potenziale "acquifero". La formazione di base, invece, costituisce il *bedrock* della zona; ha prevalente componente pelitica e presenta un basso grado di permeabilità per fratturazione e fessurazione. La formazione si comporta come un "acquiclude", ossia costituisce il substrato impermeabile. Come si osserva dalla presa visione delle indagini eseguite, si rileva la presenza di acqua all'interno della formazione sabbiosa alla profondità di circa -6,00 metri dal p.c. ove è stato eseguito il sondaggio geognostico. Tale falda acquifera è sorretta dalla formazione di base "impermeabile".

Relativamente alla caratterizzazione in termini di pericolosità da alluvione dell'area è stato preso in considerazione il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei Bacini di Rilievo Regionale Abruzzesi "Difesa alluvioni" (di seguito denominato **PSDA**). Dalla presa visione dello strumento urbanistico regionale, edito dalla REGIONE ABRUZZO DIREZIONE TERRITORIO,

URBANISTICA, BENI AMBIENTALI, PARCHI POLITICHE E GESTIONE DEI BACINI IDROGRAFICI – SERVIZI E TUTELA DELLA RISORSE ACQUA SUPERFICIALE E SOTTERRANEA pubblicate sul sito dell'attuale Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale, risulta che l'area di progetto è posta a debita distanza dalle aree a pericolosità idraulica ed a rischio idraulico, per cui il sito di intervento non è esposto a fenomeni di esondazione.

Come descritto precedentemente, al fine di ricostruire il modello geologico - litostratigrafico e geologico - tecnico, è stata programmata ed eseguita una campagna di indagini geognostiche, geotecniche, geofisiche, idrogeologiche e prove di laboratorio geotecnico. I litotipi presenti in corrispondenza dell'area di progetto sono contraddistinti da una variabilità litologica che si riflette sulle caratteristiche tecniche dei materiali, associabili anche ad un diverso comportamento fisico - meccanico, variabile dal granulare al coesivo. Tali materiali, in letteratura sono riferibili alla Formazione di Mutignano. Il profilo litostratigrafico è costituito dalle seguenti litologie: terreno agrario; sabbia limosa debolmente argillosa da sciolta a moderatamente addensata, di colore ocra (Formazione di Mutignano in associazione sabbioso - pelitica); sabbia limosa debolmente argillosa da moderatamente addensata ad addensata, di colore ocra (Formazione di Mutignano in associazione sabbioso - pelitica); limo argilloso grigio (Formazione di Mutignano in associazione pelitico - sabbiosa, Formazione di base). Si precisa che il seguente profilo si riferisce alla verticale di indagine S_01; per cui, in fase di progettazione è necessario considerare uno spessore maggiore dell'orizzonte 2, valutato in funzione del posizionamento esatto dell'intervento. Per la descrizione dettagliata di quanto esposto sopra e per la caratterizzazione litostratigrafica e geologico - tecnica, si rimanda al capitolo 7.0.

Sismicamente, il territorio comunale di Filetto, in epoche passate, ha risentito di eventi sismici. L'attuale classificazione sismica della Regione Abruzzo è legiferata dall' "ORDINANZA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI" N° 3274 DEL 20/03/2003 (e successive modifiche ed integrazioni) – "PRIMI ELEMENTI IN MATERIA DI CRITERI GENERALI PER LA CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO NAZIONALE E DI NORMATIVE TECNICHE PER LE COSTRUZIONI IN ZONA SISMICA", per la quale il Comune di Filetto ricade all'interno della ZONA 2. Come da ORDINANZA DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI NUMERO 3907 DEL 13 NOVEMBRE 2010, la pericolosità sismica di base, espressa in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno "ag" per il tempo di ritorno di 475 anni, per il territorio comunale di Filetto è pari a ag = 0,1634690 g.

Come detto nei capitoli precedenti, per la caratterizzazione sismica del sito di progetto, è stata programmata ed eseguita una campagna di indagine geofisica, in occasione della quale è stata svolta n. 01 prospezione sismica attiva di superficie di tipo MASW, n. 01 sismica a rifrazione tomografica e n. 01 misura di microtremori HVSr. Applicando la formula per il calcolo della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s) (NTC 2018) ed utilizzando i valori di V_s ottenuti dalla prospezione sismica MASW, risultano le velocità $V_{s,eq}$ riportate nella tabella seguente, da cui si evince che al sito di progetto può essere ascritta la **categoria di sottosuolo "B"**. Il rapporto spettrale H/V, da cui è possibile ricavare la frequenza di amplificazione al suolo, individua un picco principale a $8,42 \pm 0,38$ Hz.

Morfologicamente l'area di progetto si ubica su una porzione di pendio le cui acclività sono comprese tra 15° e 35° . Per quanto detto, dall'osservazione della carta delle pendenze e dai sopralluoghi effettuati, si evince che il sito in esame appartiene ad una **categoria topografica "T2"**, per cui il coefficiente di amplificazione topografica S_T è pari a 1,2.

Per la caratterizzazione in termini di pericolosità sismica dell'area, è stata anche visionata la Carta delle MOPS (Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica - Microzonazione sismica del territorio comunale - livello 1). Nella Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (livello 1), il sito oggetto di studio è perimetrato all'interno della zona stabile suscettibile di amplificazione locale "zona 2001". Quest'ultima risulta costituita da sabbie ed arenarie con intercalazioni di ghiaie e conglomerati / sabbie argillose appartenenti all'associazione sabbioso pelitica della formazione di Mutignano poggiante su substrato coesivo stratificato sovraconsolidato.

Per la trattazione completa di quanto esposto, si rimanda ai capitoli che compongono la relazione; mentre, per la descrizione dello stato dei luoghi e considerazioni di carattere applicativo si deve far riferimento al capitolo 9.0.

Si rimane a disposizione per ulteriori chiarimenti.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- ✓ Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geognostiche e geotecniche (A.G.I., 1977).
- ✓ D.M. 11/03/88 “*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*”.
- ✓ L.R. 26 ottobre 1992 N°93 “*Norme per lo snellimento di procedure per gli interventi di costruzione riparazione, sopraelevazione e ampliamento nelle zone dichiarate sismiche ai sensi della legge 2 febbraio 1974, n.64.*”- Circ. Dir. Centr. Tecn. N° 97/81.
- ✓ Istruzioni concernenti le “*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 delle opere di fondazione*”.
- ✓ O.P.C.M. 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*”. Decreto Ministeriale pubblicato sulla Gazzetta ufficiale n.29 del 04/02/2008.
- ✓ Delibera Regionale 10.07.2006, n. 759 pubblicata sul B.U.R.A. Anno XXXVII, N.44 - Ordinario del 16 agosto 2006.
- ✓ Testo Unitario sulle Norme Tecniche per le Costruzioni come da S.O. n. 159 pubblicato sulla G.U. del 23 settembre 2005, n.222.
- ✓ Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale. Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei bacini di rilievo regionale abruzzesi e del Bacino interregionale del Fiume Sangro L. 18.05.1989 n.183 art.17 comma 6 ter. edito dalla Regione Abruzzo Direzione Territorio Urbanistica, Beni Ambientali, Parchi, Politiche e Gestione dei Bacini Idrografici – Servizio Difesa del Suolo – Autorità dei Bacini Regionali L.R. 16.09.1998 n.81 e L.R. 24.08.2001 n.43; Delibera Giunta Regionale 355 del 29.06.2017 Adozione della I variante parziale del piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico, approvata e pubblicata in GU n. 134 del mese di agosto 2019, shp aggiornati marzo 2022.
- ✓ Decreto 14/01/2008 del Ministero delle Infrastrutture “*Norme tecniche per le costruzioni*” (GU n.29 del 04/02/2008).

- ✓ Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" (Gazzetta Ufficiale del 26.02.2009 n. 47, supplemento ordinario n. 27).
- ✓ Legge Regionale 11 Agosto 2011, n. 28 – Norme per la riduzione del rischio sismico e modalità di vigilanza e controllo su opere e costruzioni in zone sismiche.
- ✓ D.M. 17 gennaio 2018 Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni e Circolare di applicazione del D.M. 21 gennaio 2019.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- ACCORDI B. (1964) - *Lineamenti strutturali del Lazio e dell'Abruzzo meridionale*. Mem. Soc. Geol. It., 1.
- APAT Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici, Dipartimento Difesa del Suolo, Servizio Geologico d'Italia (2005) – *Foglio Geologico 361 "Chieti" della Carta Geologica d'Italia, alla scala 1:50.000 e relative note illustrative*.
- AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO CENTRALE - AUTORITÀ DEI BACINI. BACINI REGIONALI E INTERREGIONALE DEL FIUME SANGRO (2011) -*Stralcio della Carta Geomorfologica in scala 1:25.000, fogli 361W-E*. In Piano Stralcio Assetto Idrogeologico dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro (PAI) Aggiornamento agosto 2019.
- AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO CENTRALE -AUTORITÀ DEI BACINI. BACINI REGIONALI E INTERREGIONALE DEL FIUME SANGRO (2011) -*Stralcio della Carta di Pericolosità da Frana in scala 1:25.000, fogli 361W-E*. In Piano Stralcio Assetto Idrogeologico dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro (PAI) Aggiornamento agosto 2019.
- AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO CENTRALE -AUTORITÀ DEI BACINI. BACINI REGIONALI E INTERREGIONALE DEL FIUME SANGRO (2011) -*Stralcio della Carta del Rischio da Frana in scala 1:25.000, fogli 361W-E*. In Piano Stralcio Assetto Idrogeologico dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro (PAI) Aggiornamento agosto 2019.
- AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO CENTRALE -AUTORITÀ DEI BACINI. BACINI REGIONALI E INTERREGIONALE DEL FIUME SANGRO (2011) -*Stralcio della Carta della Pericolosità da alluvione in scala 1:10.000..* In Piano Stralcio di Difesa dalle Alluvioni (PSDA).
- AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO CENTRALE -AUTORITÀ DEI BACINI. BACINI REGIONALI E INTERREGIONALE DEL FIUME SANGRO (2011) -*Stralcio della Carta del Rischio da alluvione in scala 1:10.000..* In Piano Stralcio di Difesa dalle Alluvioni (PSDA).
- BOSI C.(1975) - *Osservazioni preliminari su faglie probabilmente attive nell'Appennino centrale*. Boll. Soc. Geol. It., 94.
- CASTIGLIONI B. (1935) - *Sulle cause delle deviazioni dei fiumi*. Zeit. Geomorph., 8: 224-253, Leipzig.
- CASNEDI & CRESCENTI (1986) – *Plio-Pleistocene del bacino abruzzese*, Boll. Soc. Geol.
- CELICO P. (1983) - *Idrogeologia dei massicci carsici, delle piane quaternarie e delle aree vulcaniche dell'Italia centro - meridionale*. Quad. Cassa Mezzogiorno, 4.
- CNR-PFG (1985) - *Catalogo dei terremoti in Italia dall'anno 1000 al 1980*. C.N.R. Progetto Finalizzato Geodinamica, Quaderni de "La Ricerca Scientifica", 114.
- D'ALESSANDRO L., MICCADEI E. & PIACENTINI T. (2003) - *Morphostructural elements of central-eastern Abruzzi: contributions to the study of the role of tectonics on the morphogenesis of the Apennine chain*. In: Bartolini C. (ed.): «Uplift and erosion: driving processes and resulting landforms», International

workshop, Siena, September 20 - 21, 2001. Quaternary International, 101-102C: 115-124, Elsevier Science Ltd and INQUA, Oxford U.K.

DELLA SETA M., DEL MONTE M., FREDI P., MICCADEI E., NESCI O., PAMBIANCHI G., PIACENTINI T. & TROIANI F. (2008) - *Morphotectonic evolution of the Adriatic piedmont of the Apennines: an advancement in the knowledge of the Marche-Abruzzo border area*. In: P. G. Silva, F.A. Audemard and A. E. Mather Eds. "Impact of active tectonics and uplift on fluvial landscapes and drainage development". Geomorphology 102, 119–129, Elsevier B.V., doi: 10.1016/j.geomorph.2007.06.018.

GHISETTI F. & VEZZANI L. (1998) - *Carta Geologica dell'Abruzzo. Scala 1:100.000*. S.EL.CA, Firenze.

ISPRA (2007) – PROGETTO IFFI "Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia".

LAVECCHIA G., BONCIO P., BROZZETTI F., DE NARDIS R., PACE B., VISINO F. (2006) - Studio della pericolosità sismica della Regione Abruzzo.

REGIONE ABRUZZO, DIREZIONE LAVORI PUBBLICI, SERVIZIO IDRICO INTEGRATO, GESTIONE INTEGRATA DEI BACINI IDROGRAFICI, DIFESA DEL SUOLO E DELLA COSTA (2006) - *Piano di Tutela delle Acque D.Lgs. Aprile 2006, n. 152 e s.m.i. .Relazione generale - Scheda Monografica del F. Sangro e relativi allegati*.

REGIONE ABRUZZO(2000-2007) - *Carta Tecnica Regionale, scala 1:5.000*.

REGIONE ABRUZZO(2000-2007) - *Carta Topografica d'Italia, Fg. 361 W - E, scala 1:25.000*.

SACCO R., MARRONCELLI A., PALMUCCI W., MICOLUCCI A. - *Microzonazione sismica del territorio comunale di Filetto I livello*.

SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1967) –*Foglio Geologico 147 "Lanciano" della Carta Geologica d'Italia, alla scala 1:100.000 e relative Note Illustrative*.

SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE (1992) - *Guida al rilevamento della Carta geologica d'Italia 1:50.000*. Quaderni Serie III del Servizio Geologico Nazionale, 1: pp. 203, Roma.

SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE (1994) - *Guida al rilevamento della Carta geomorfologica d'Italia, 1:50.000*. Quaderni Serie III del Servizio Geologico Nazionale, 4: pp. 42, Roma.

<http://geoportale.regione.abruzzo.it>

www.sinanet.apat.it/progettoiffi

http://emidius.mi.ingv.it/DBMI15/query_place/

<http://esse1.mi.ingv.it/d2.html>

<http://www.regione.abruzzo.it/xcartografia/>

<http://zonesismiche.mi.ingv.it/pcm3274.html>

<http://sgi2.isprambiente.it/ithacaveb/viewer/>

<https://geoapp.eu/parametrisismici2018/>

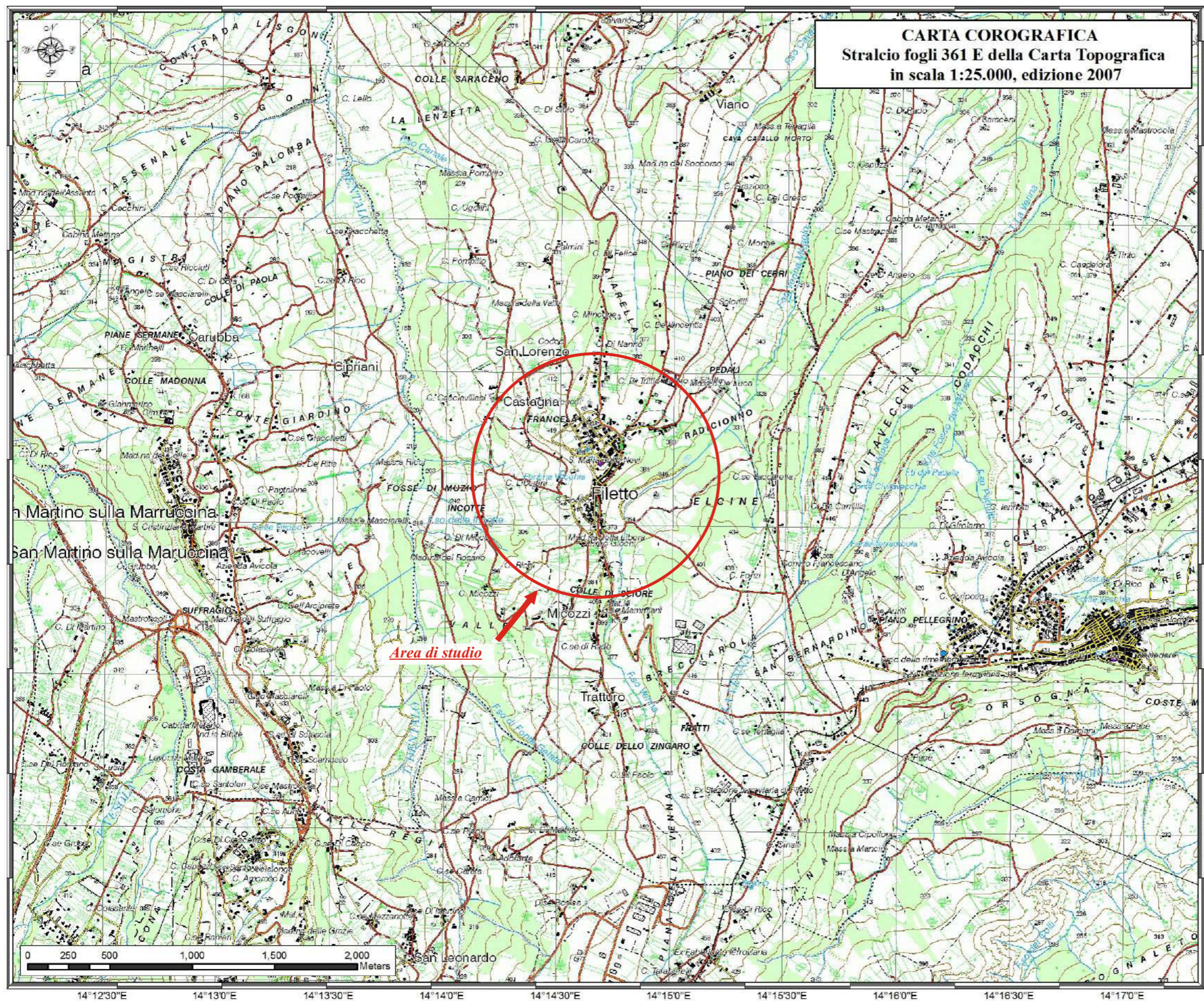
<https://www.autoritadistrettoac.it/>

<http://www.ingv.it/it/>

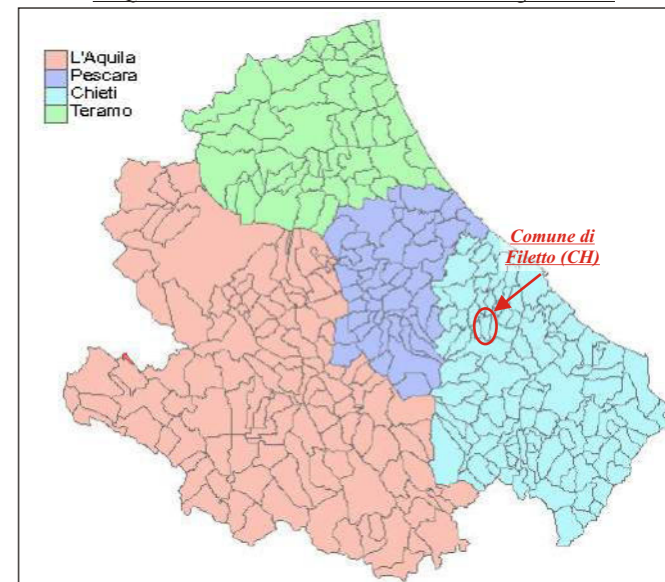
| | *TAVOLE E ALLEGATI*

| | TAVOLE

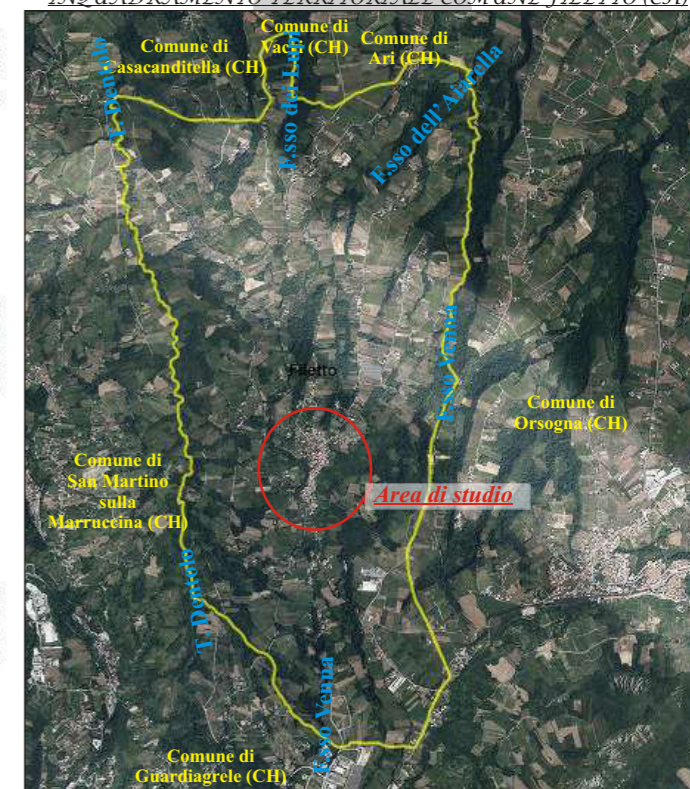
- ✓ TAVOLA 1 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE E COROGRAFIA DELL'AREA DI STUDIO;
- ✓ TAVOLA 2 – INQUADRAMENTO COROGRAFICO;
- ✓ TAVOLA 3 - ORTOFOTOCARTA DELL'AREA DI STUDIO;
- ✓ TAVOLE 4, 5 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO;
- ✓ TAVOLA 6 - INQUADRAMENTO OROGRAFICO (DETTAGLIO DELLA CARTA DELLE PENDENZE);
- ✓ TAVOLA 7 – CARTOGRAFIA DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO (R.D. 30 1923);
- ✓ TAVOLA 8 – CARTOGRAFIA DI PIANO PAI - FENOMENI GRAVITATIVI E PROCESSI EROSIVI
(CARTA GEOMORFOLOGICA);
- ✓ TAVOLA 9 – CARTOGRAFIA DI PIANO PAI - FENOMENI GRAVITATIVI E PROCESSI EROSIVI
(CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DA FRANA);
- ✓ TAVOLA 10 – CARTOGRAFIA DI PIANO PAI - FENOMENI GRAVITATIVI E PROCESSI EROSIVI
(CARTA DEL RISCHIO DA FRANA);
- ✓ TAVOLA 11 – CARTOGRAFIA DI PIANO PSDA - DIFESA ALLUVIONI (CARTA DELLA
PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONE);
- ✓ TAVOLA 12 – CARTOGRAFIA DI PIANO PSDA - DIFESA ALLUVIONI (CARTA DEL RISCHIO
DA ALLUVIONE);
- ✓ TAVOLA 13 - CARTOGRAFIA MICROZONAZIONE SISMICA I LIVELLO(CARTA DELLE MICROZONE
OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA MOPS);
- ✓ TAVOLE 14, 15 - UBICAZIONE DELLE INDAGINI;
- ✓ TAVOLA 16 - DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA INDAGINI GEOLOGICHE;
- ✓ TAVOLA 17 - CARTOGRAFIA GEOLOGICA DI DETTAGLIO;
- ✓ TAVOLE 18, 19 - SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA RAPPRESENTATIVA.



INQUADRAMENTO TERRITORIALE REGIONALE



INQUADRAMENTO TERRITORIALE COMUNE FILETTO (CH)



Committente: Amministrazione Comunale Filetto

Progetto: "Mitigazione del rischio idrogeologico all'interno del centro storico - versante ovest - PNRR: Missione 2 - componente 4 - sub - investimento 2.1B

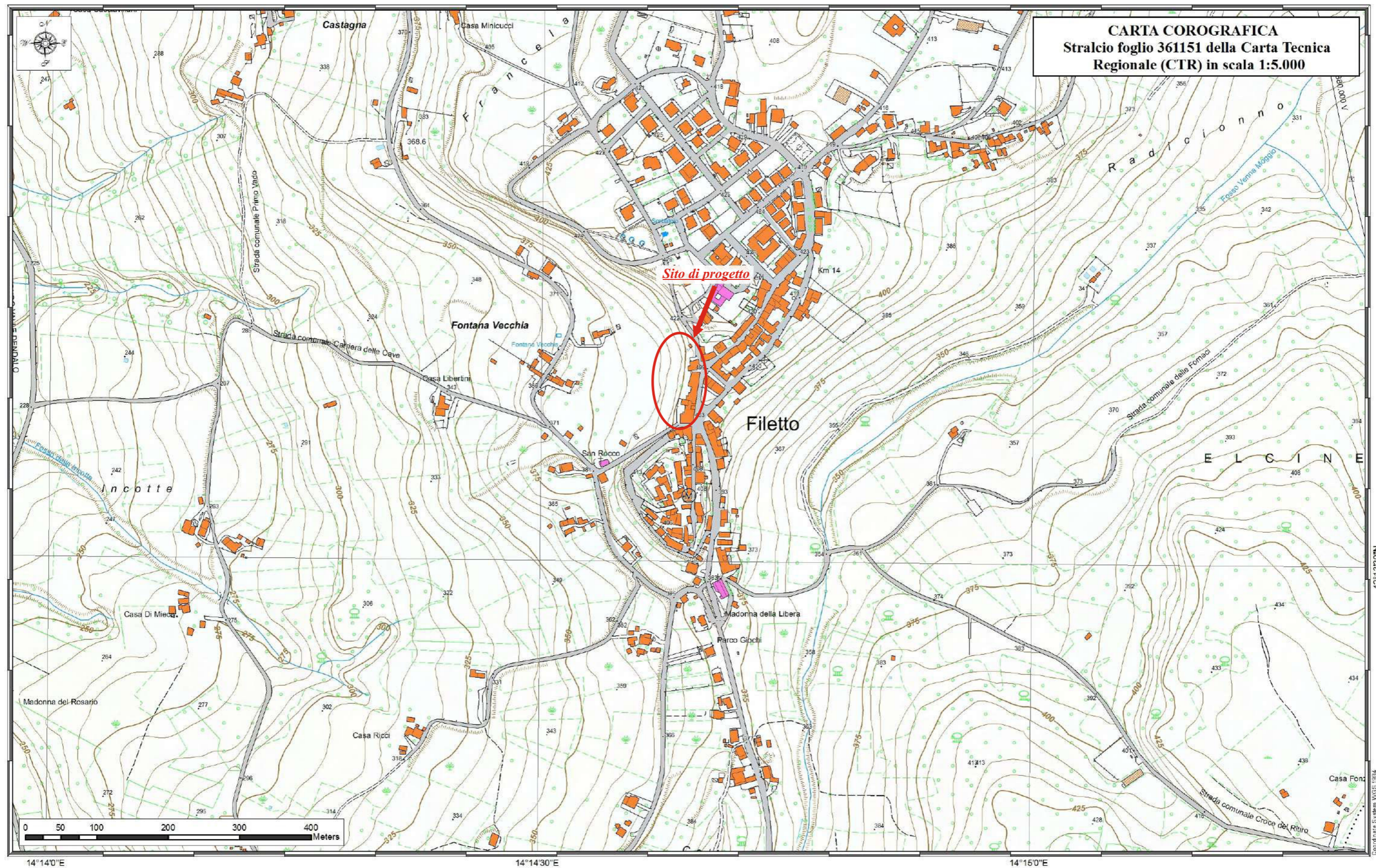
Località: Comune di Filetto (CH)

Contenuto:

- Inquadramento territoriale regionale
- Inquadramento territoriale del Comune di Filetto (CH)
- Carta Corografica (Stralcio foglio 361 E della Carta Topografica d'Italia, scala 1:25.000)

TAVOLA 1

INQUADRAMENTO TERRITORIALE E
COROGRAFIA DELL'AREA DI STUDIO



Committente: Amministrazione Comunale Filetto

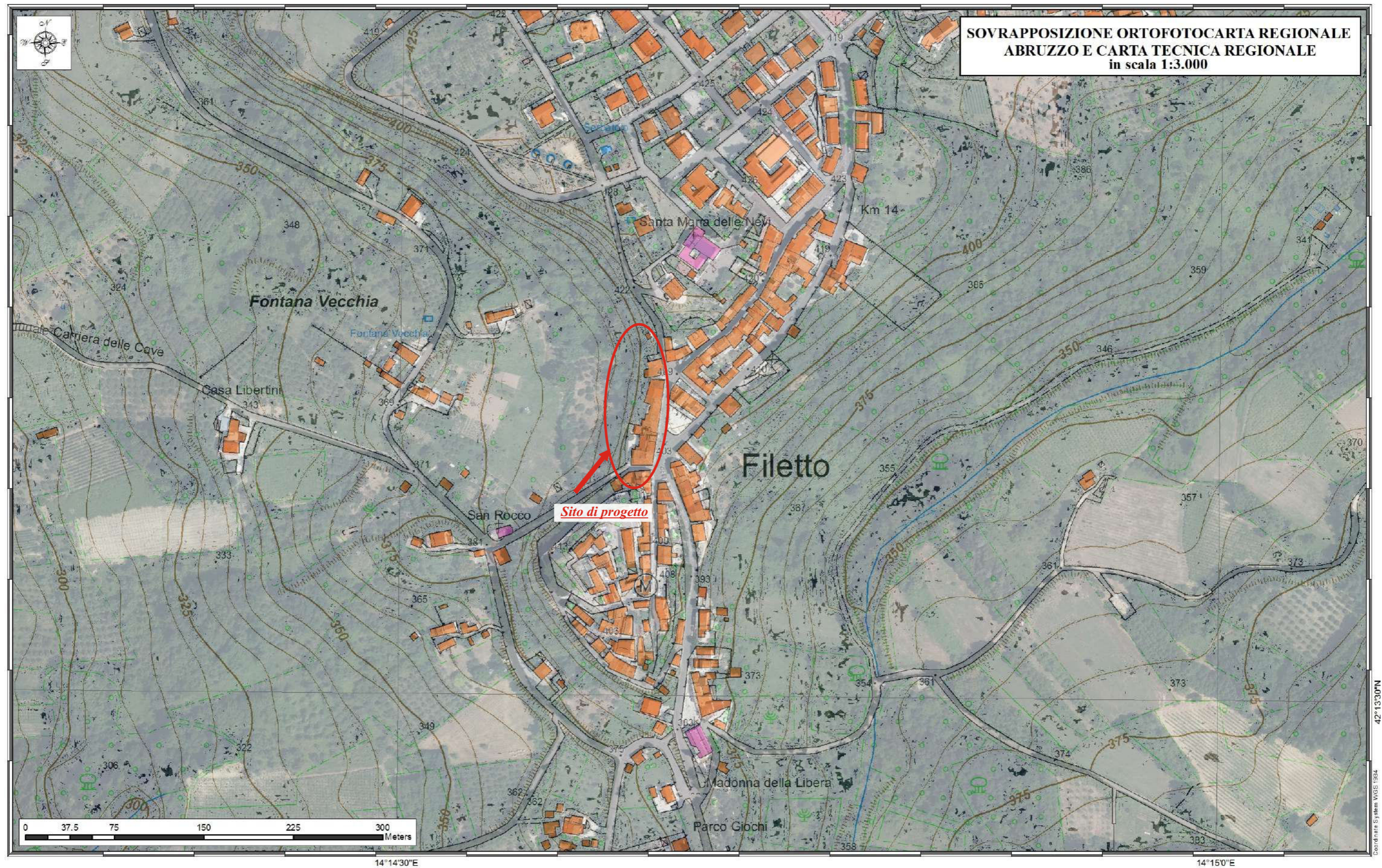
Progetto: "Mitigazione del rischio idrogeologico all'interno del centro storico - versante ovest -
PNRR: Missione 2 - componente 4 - sub - investimento 2.1B

Località: Comune di Filetto (CH)

Contenuto:

- Carta Corografica (Stralcio foglio 361151 della Carta
Tecnica Regionale CTR, scala 1:5.000)

TAVOLA 2
INQUADRAMENTO COROGRAFICO



Committente: Amministrazione Comunale Filetto

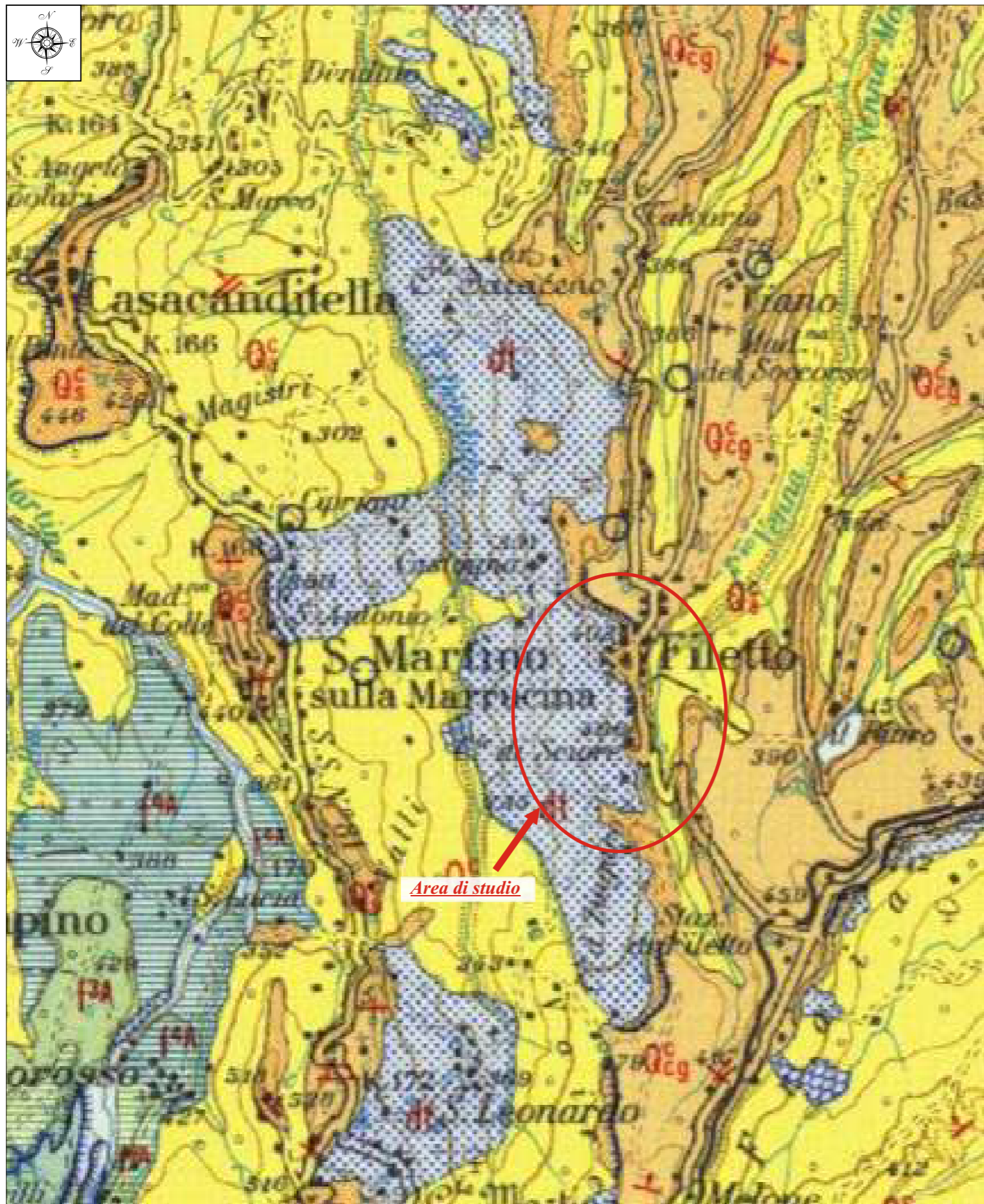
Progetto: "Mitigazione del rischio idrogeologico all'interno del centro storico - versante ovest -
PNRR: Missione 2 - componente 4 - sub - investimento 2.1B

Località: Comune di Filetto (CH)

Contenuto:

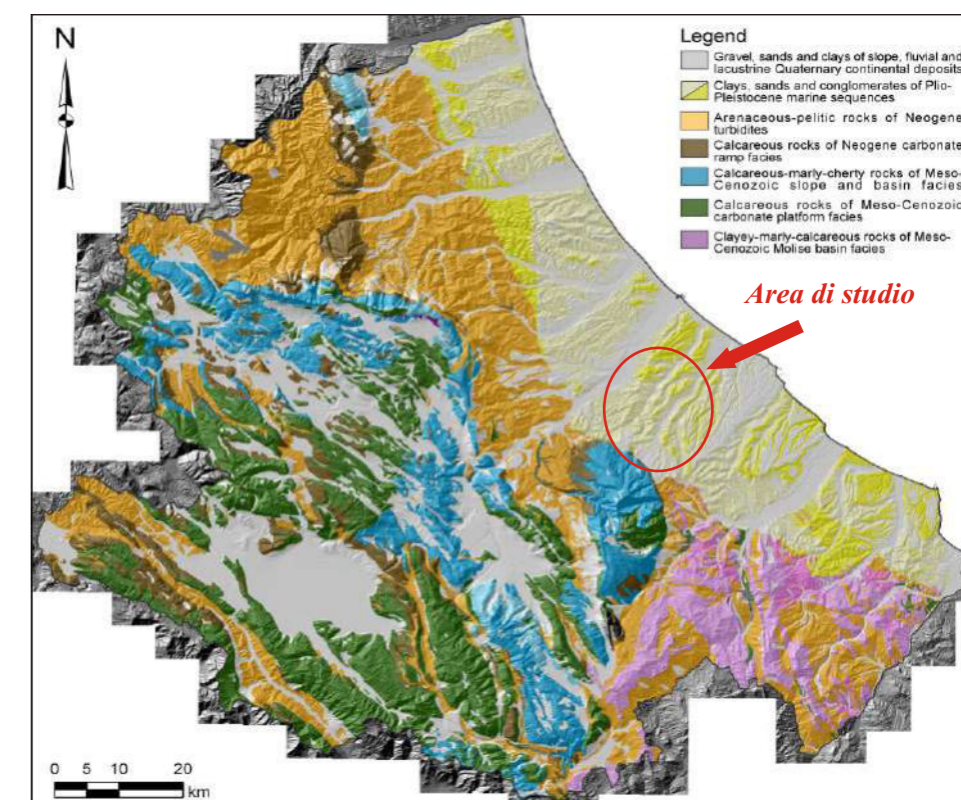
- Sovrapposizione Ortofoto Regionale Abruzzo e Carta Tecnica Regionale
(scala 1:3.000)

TAVOLA 3
ORTOFOTOCARTA DELL'AREA DI STUDIO



Legenda delle formazioni affioranti nell'area di studio

- qr**
Terreni eluviali al fondo di doline, di depressioni carsiche e tettoniche (**qr**). Detriti di falda sciolti o debolmente cementati, terreni colluviali e conoidi attive; suoli a scheletro calcareo con forme crionivali varie, nivomorene e morene da ghiacciaio più o meno intensamente rielaborate, falde detritiche da disfacimento criergico delle zone di alta montagna (**dt**).
- Q^{eg}**
Ciottolame poligenico, di dimensioni variabili, con lenti di sabbie giallastre e di argille grigio-verdognole, da sciolto a cementato fino a puddinghe, grossolanamente stratificato, talora con crostoni calcarei teneri, biancastri; in superficie alterato e pedogenizzato. **PLEISTOCENE MEDIO-INFERIORE?**
- Q^s**
Sabbie gialle stratificate ("Sabbie astiane" aut.), generalmente ben classate, con alternanze di sottili livelli argillosi grigi, di arenarie grossolane ciottolose con nuclei argillosi (**Q^{eg}**). Argille a diverso tenore siltoso con alternanze sabbiose (**Q^s**). Ambedue le formazioni contengono foraminiferi tipici della "cenozona a *Globigerina pachyderma*". **CALABRIANO**.
- Q^{eg}**
Conglomerati puddingoidi, ad elementi calcarei spesso con impronte di molluschi litofagi (Turrisalignani), con lenti di argille siltose; passano superiormente e lateralmente a sabbie ed arenarie giallastre con ciottoli inclusi. Microfossili: *Asterigerina mamilla* (WILL.), *Bulimina marginata* d'ORB., *Cassidulina neocarinata* TALL., *Loxostomum perforatum* di NAP. (**Q^{eg}**). **CALABRIANO INF.-PLIOCENE SUP. (?)**.



Committente: Amministrazione Comunale Filetto

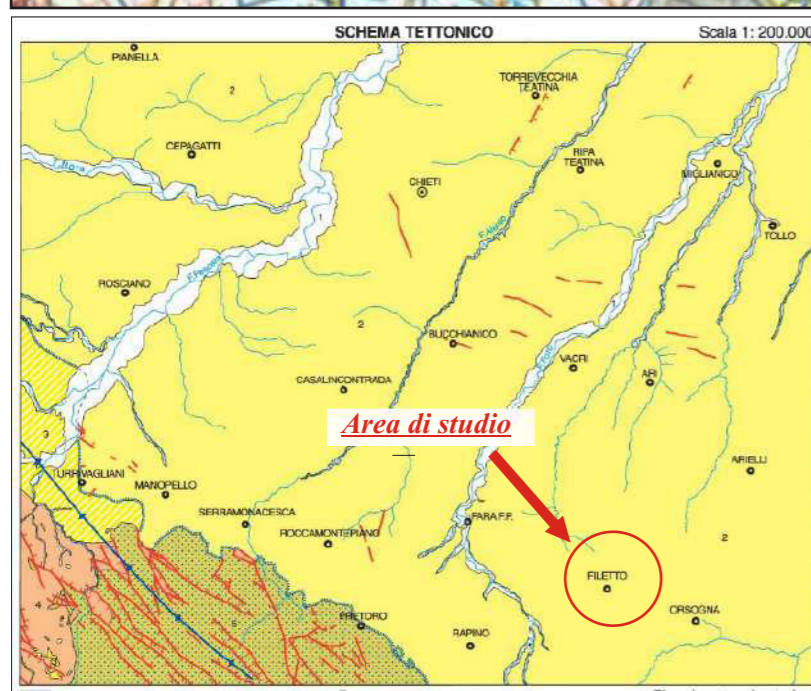
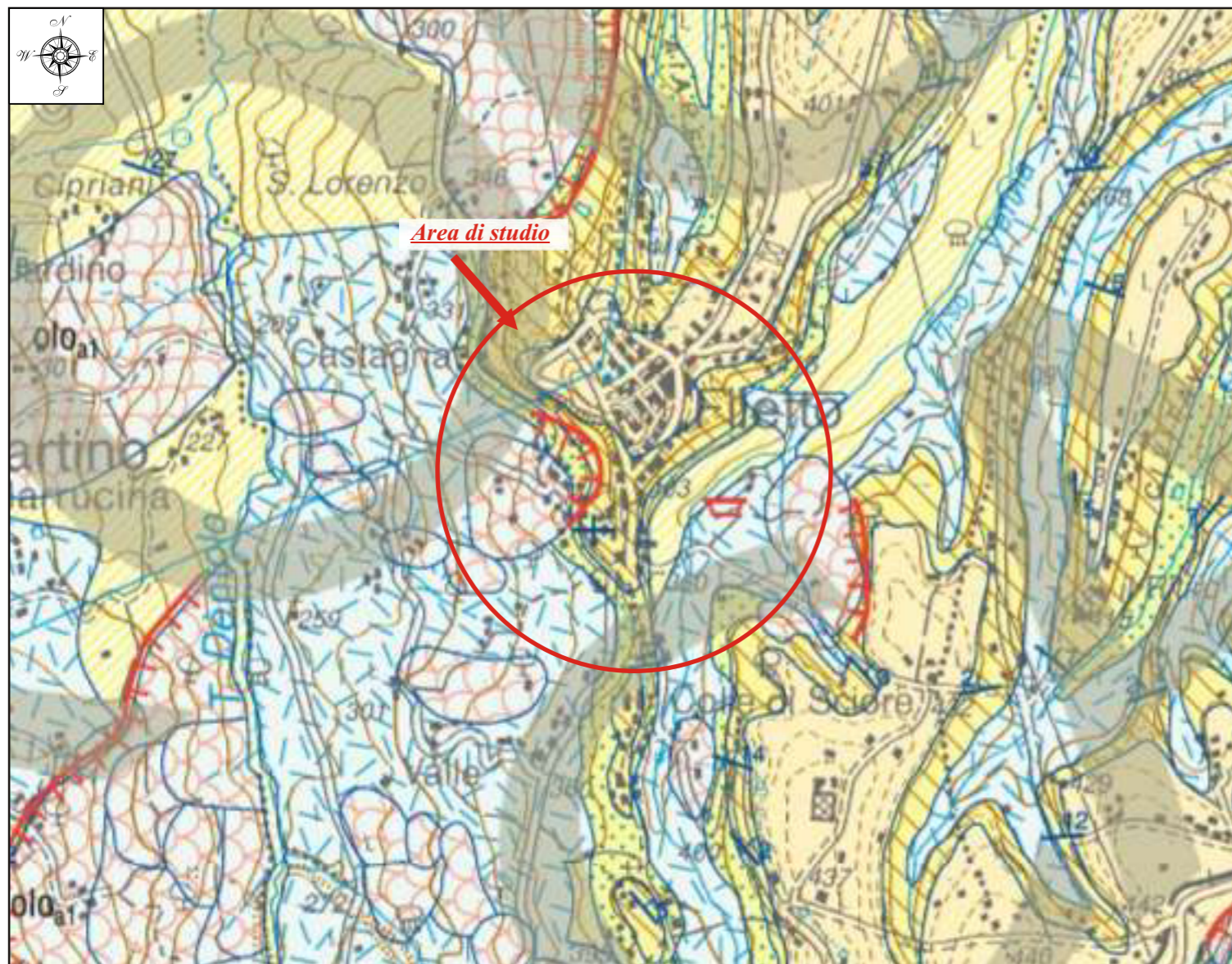
Progetto: "Mitigazione del rischio idrogeologico all'interno del centro storico - versante ovest - PNRR: Missione 2 - componente 4 - sub - investimento 2.1B

Località: Comune di Filetto (CH)

Contenuto:

- Carta Geologica (Stralcio Foglio 147 "Lanciano" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, redatta dal Servizio Geologico d'Italia, riportata non in scala)

TAVOLA 4
INQUADRAMENTO GEOLOGICO



- 1** DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI
- DEPOSITI TARDO- E POST-OROGENICI
- 2** Successione del Quaternario Continentale e Successione Terrigena Marina e di Transizione
- DEPOSITI SIN-OROGENICI
- 3** Successione Terrigena Marina
- DEPOSITI PRE-OROGENICI
- 4** Successione Terrigena
- 5** Successione Carbonatica
- UNITÀ MAIELLA

Legenda delle formazioni affioranti nell'area di studio

DEPOSITI OLOCENICI

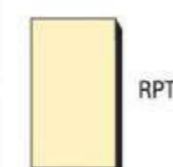
Coltri eluvio-colluviali formate da limi, sabbie e limi argillosi con clasti poligenici dispersi nel materiale fine, a luoghi con concrezioni nodulari calcaree; terre rosse (olo_{b2}).

Sabbie, ghiaie e limi fluviali, con orizzonti e lenti di argille e torbe, dell'alveo e della piana alluvionale attuale, conglomerati e sabbie dei conoidi alluvionali ad essa eteropici. Sono diffusi lungo il fondovalle dei fiumi Pescara, Alento e Foro e dei loro affluenti principali (olo_b).

Depositi di frana prevalentemente pelitici e pelitico-sabbiosi, in assetto caotico. Localmente possono contenere blocchi di diversa composizione litologica e dimensione: sabbioso-conglomeratici (Chieti, Orsogna, Bucchianico, S. Martino), conglomeratici (Rosciano). Nella zona di Roccamontepiano sono costituiti da blocchi eterometrici di travertino. Nella zona di Roccamorice sono costituiti da blocchi calcarei e calcareo marnosi (olo_{a1}).

Depositi di versante costituiti da detriti e ghiaie eterometrici, da sciolti a debolmente cementati, generalmente stratificati, provenienti dal disfacimento di depositi clastici più antichi, delle successioni calcaree e delle successioni marnoso argillose (olo_a).

Pleistocene



ARGILLE E CONGLOMERATI DI RIPA TEATINA

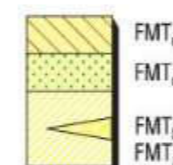
Argille e limi grigio-verdastri di ambiente lagunare o di stagno costiero incisi da corpi ghiaiosi canalizzati a bassa continuità laterale, probabilmente di geometria nastriforme. Litologicamente sono costituiti da ghiaie poligeniche in matrice sabbiosa o microconglomeratica, con ciottoli eterometrici a prevalente composizione calcarea ed in genere scarsamente organizzati. Le ghiaie passano frequentemente a sabbie grigio-giallastre a stratificazione incrociata, di ambiente fluvio-deltizio.

Lo spessore è in genere di pochi metri ma sembra aumentare spostandosi verso i settori sud-occidentali; raramente supera i 25 m.

PLEISTOCENE p.p.

SUCCESSIONE MARINA DEL PLIOCENE SUPERIORE-PLEISTOCENE

Pliocene - Pleistocene



FORMAZIONE DI MUTIGNANO

associazione sabbioso-conglomeratica (FMT_d)

Sabbie ed arenarie di colore giallastro, frequentemente bioturbate, con intercalazioni di livelli di ghiaie e di conglomerati composti da ciottoli di qualche centimetro, sempre ben sciacquati ed embriciati, in prevalenza calcarei o, subordinatamente, silicei. Sia le sabbie che i conglomerati sono in genere stratificati in set tabulari al cui interno è possibile osservare stratificazione e laminazione incrociata a basso angolo e talora *ripples* simmetrici tipici di ambiente di spiaggia. Localmente sono presenti lamine e straterelli (da millimetrici a centimetrici) di peliti grigie.

associazione sabbioso-pelitica (FMT_c)

Alternanza di sabbie e sabbie silteose di colore giallo-ocra, a diverso grado di cementazione, ed argille e argille silteose grigiastre sottilmente laminate. Lo spessore degli strati sabbiosi aumenta dal basso verso l'alto da sottile a medio ed il rapporto sabbia/argilla è pressoché pari ad 1. E' presente una ricca macrofauna a bivalvi (*Pecten*, *Chlamys*, *Ostrea*, ecc...) e gasteropodi di ambiente marino.

associazione conglomeratica (FMT_b)

Conglomerati poligenici ben cementati in banconi e strati da decimetrici a metrici (Turrialgiani), ghiaie, brecce e blocchi eterometrici in matrice argilloso-siltosa, costituiti da calcari e, in misura minore, da selce. A più altezze sono presenti faune di mare basso (Colle Serra, F.so S. Gennaro, Casale, Valle del F. Alento).

associazione pelitico-sabbiosa (FMT_a)

Argille ed argille marnose, di colore grigio o grigio-azzurro, massive o laminate, con intercalazioni di lamine e straterelli sabbiosi e sabbioso-limosi, frequentemente fossiliferi; all'aumentare del tenore in limo il colore tende al giallastro il rapporto sabbia/argilla è sempre nettamente inferiore all'unità. Lo spessore affiorante della formazione è valutabile in almeno 300 m.

PLIOCENE SUPERIORE - PLEISTOCENE p.p. (biozone a Globorotalia inflata e a Globigerina cariacensis)



orlo di scarpata di frana



deposito di frana



coltre eluvio colluviale

Committente: Amministrazione Comunale Filetto

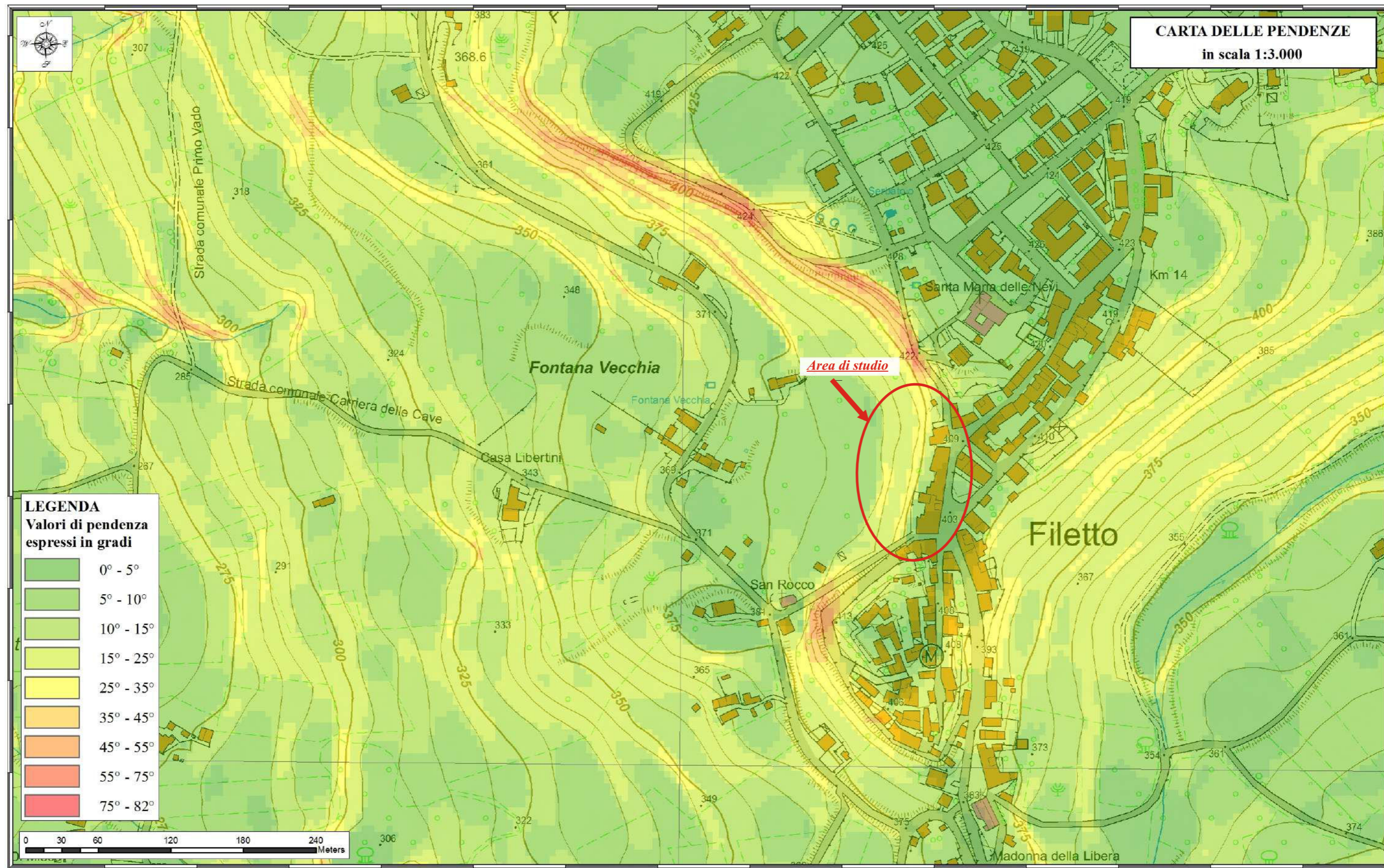
Progetto: "Mitigazione del rischio idrogeologico all'interno del centro storico - versante ovest - PNRR: Missione 2 - componente 4 - sub - investimento 2.1B

Località: Comune di Filetto (CH)

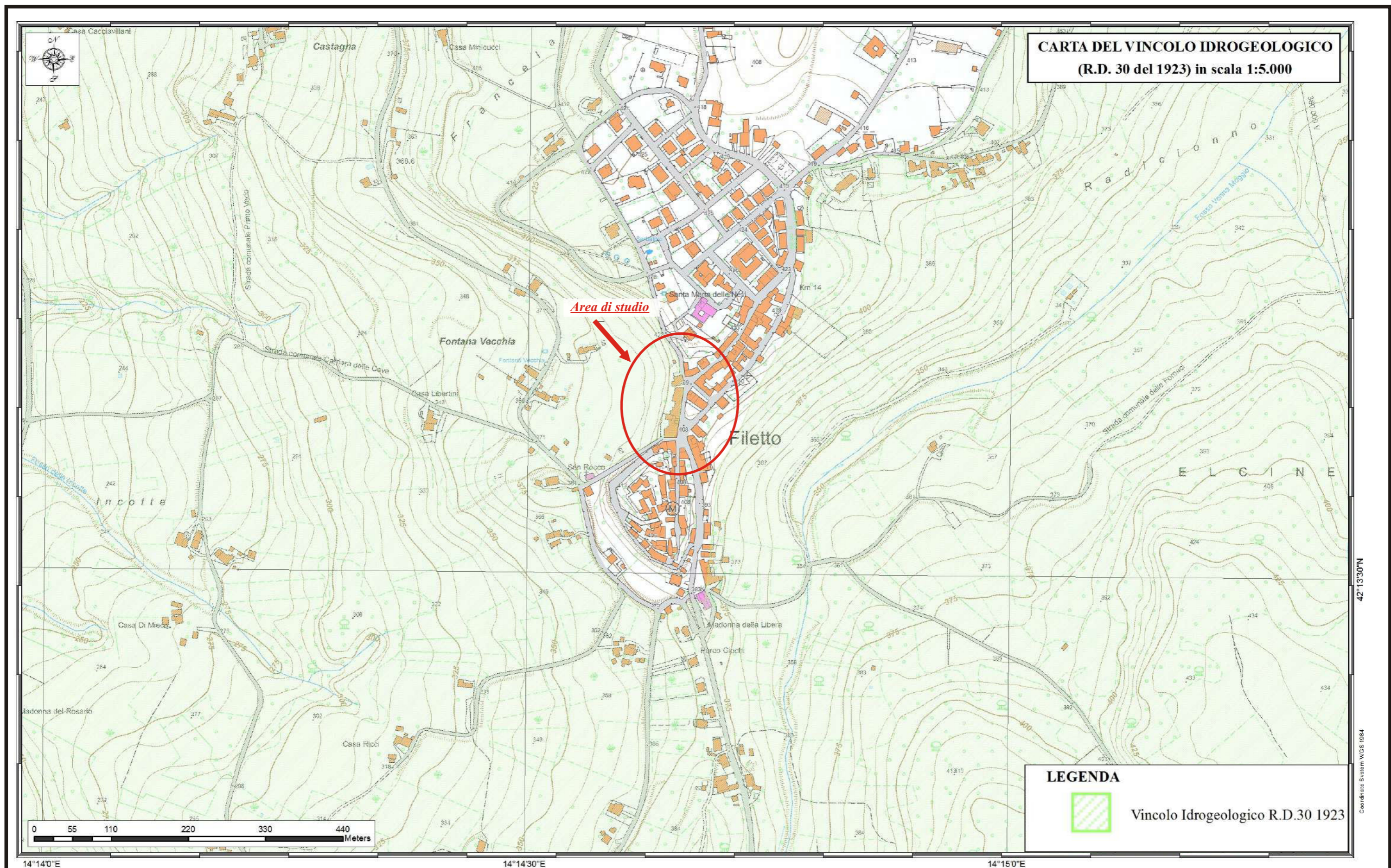
Contenuto:

- Carta Geologica (Stralcio Foglio 361 "Chieti" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000, redatta nell'ambito del progetto CARG, riportata non in scala)

TAVOLA 5
INQUADRAMENTO GEOLOGICO



<p>Committente: Amministrazione Comunale Filetto</p> <p>Progetto: "Mitigazione del rischio idrogeologico all'interno del centro storico - versante ovest - PNRR: Missione 2 - componente 4 - sub - investimento 2.1B</p> <p>Località: Comune di Filetto (CH)</p>	<p>Contenuto:</p> <p>- Carta delle pendenze (scala 1:5.000)</p>	<p><i>TAVOLA 6</i></p> <p><i>INQUADRAMENTO OROGRAFICO (DETTAGLIO DELLA CARTA DELLE PENDENZE)</i></p>
--	---	--



Committente: Amministrazione Comunale Filetto

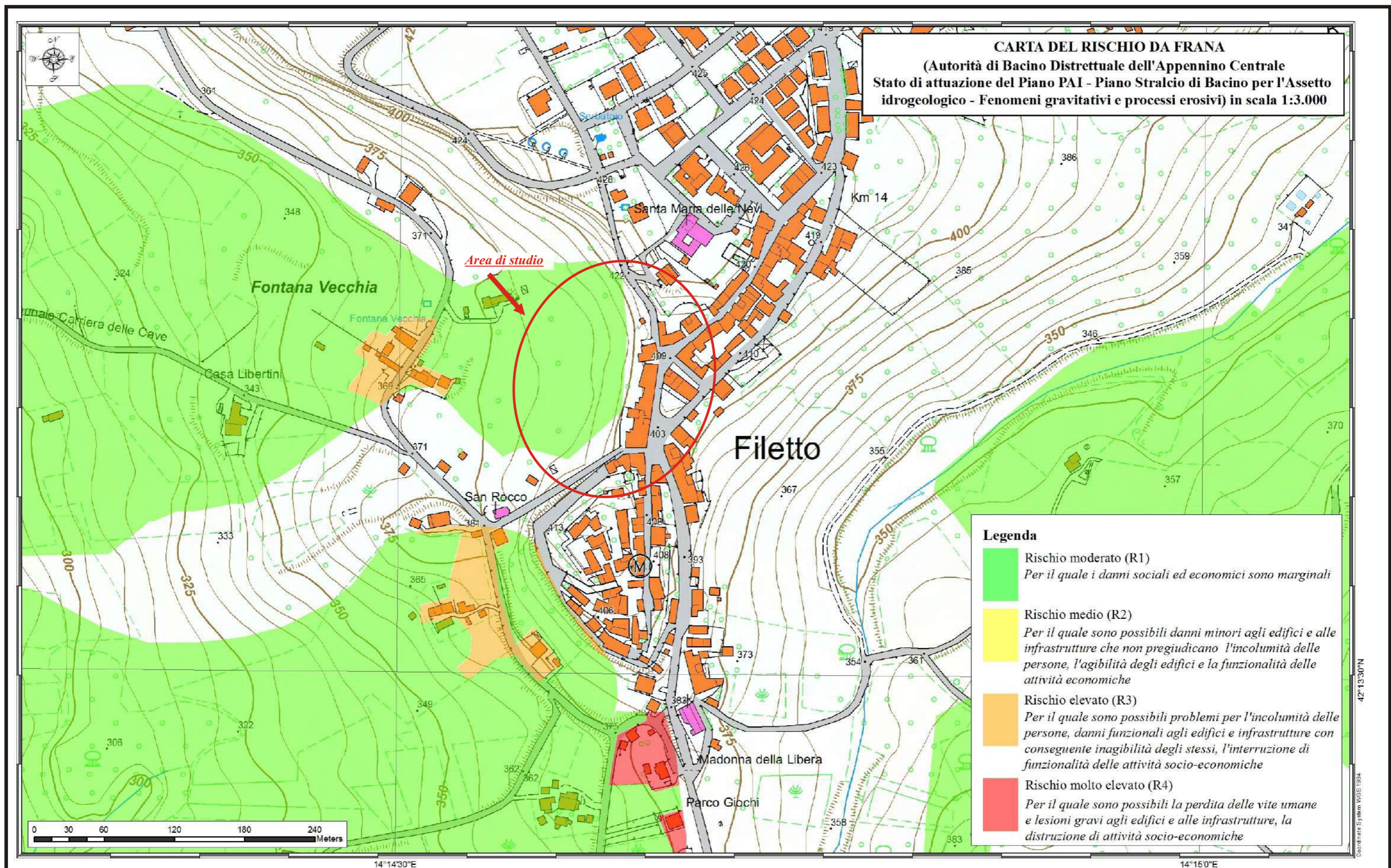
Progetto: "Mitigazione del rischio idrogeologico all'interno del centro storico - versante ovest -
PNRR: Missione 2 - componente 4 - sub - investimento 2.1B

Località: Comune di Filetto (CH)

Contenuto:

- Carta del Vincolo Idrogeologico (R.D. 30 del 1923 - scala 1:5.000)

TAVOLA 7
CARTOGRAFIA DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO
(R.D. 30 DEL 1923)



Committente: Amministrazione Comunale Filetto

Progetto: "Mitigazione del rischio idrogeologico all'interno del centro storico - versante ovest -
PNRR: Missione 2 - componente 4 - sub - investimento 2.1B

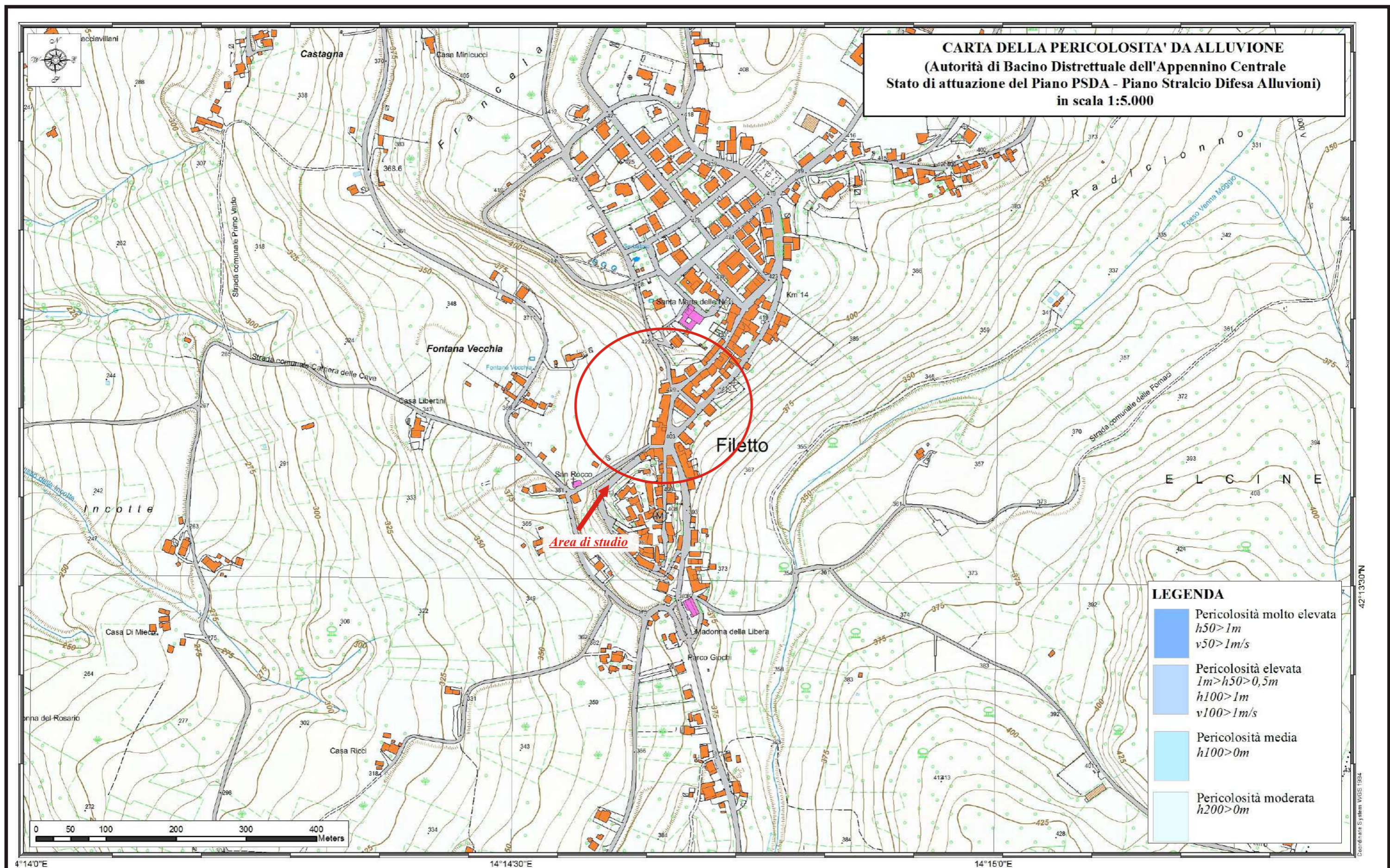
Località: Comune di Filetto (CH)

Contenuto:

- Carta del Rischio da frana (Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale
Piano PAI - Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto
Idrogeologico, scala 1:3.000) - Fenomeni gravitativi e processi erosivi

TAVOLA 10

**CARTOGRAFIA DI PIANO PAI - Fenomeni
gravitativi e processi erosivi
(Carta del Rischio da Frana)**



Committente: Amministrazione Comunale Filetto

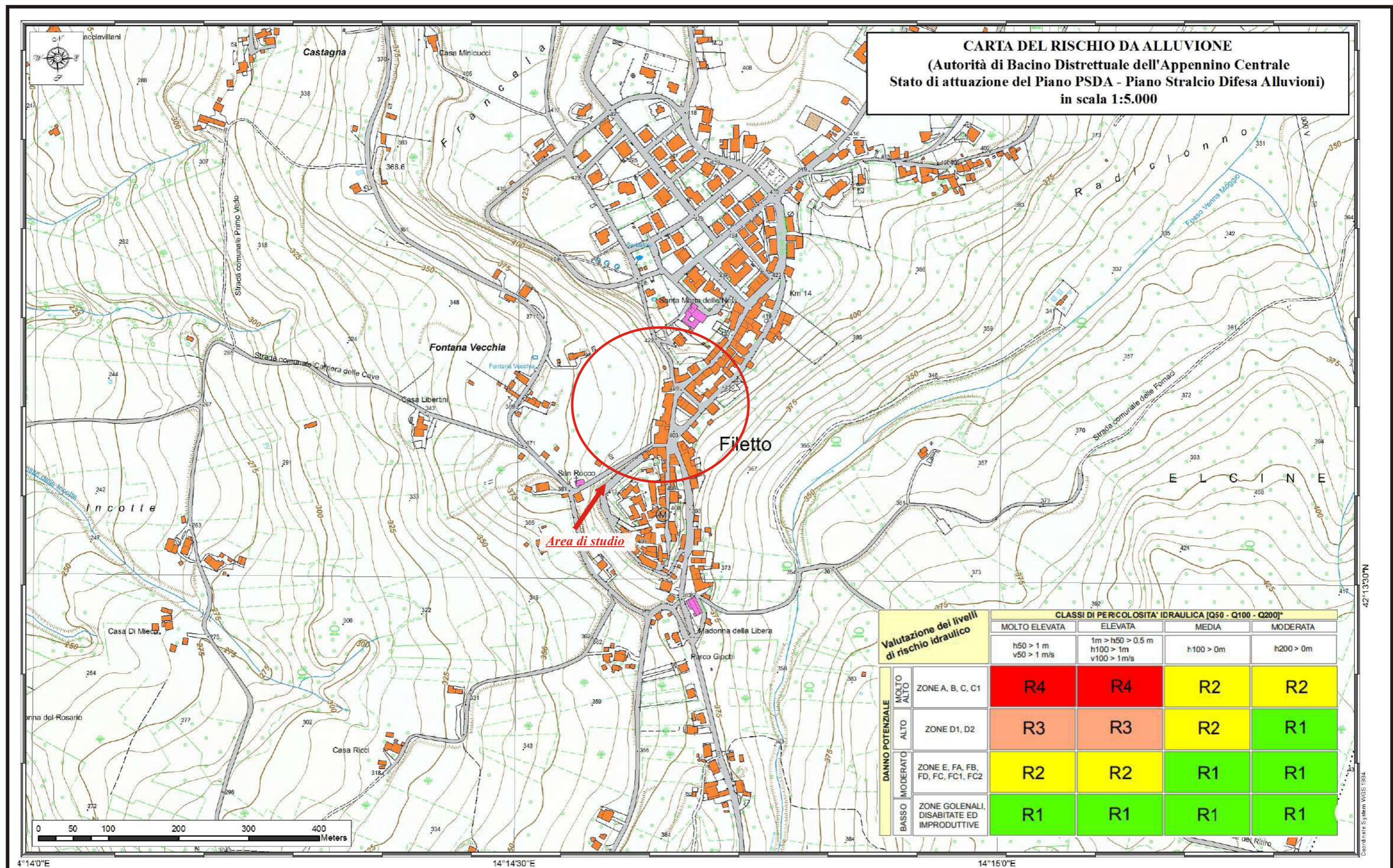
Progetto: "Mitigazione del rischio idrogeologico all'interno del centro storico - versante ovest -
PNRR: Missione 2 - componente 4 - sub - investimento 2.1B

Località: Comune di Filetto (CH)

Contenuto:

- Carta della Pericolosità da alluvione (Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino
Centrale - Piano PSDA - Piano Stralcio Difesa Alluvioni,
scala 1:5.000)

TAVOLA 11
CARTOGRAFIA DI PIANO PSDA -
Difesa Alluvioni
(Carta della Pericolosità da alluvione)



Committente: Amministrazione Comunale Filetto

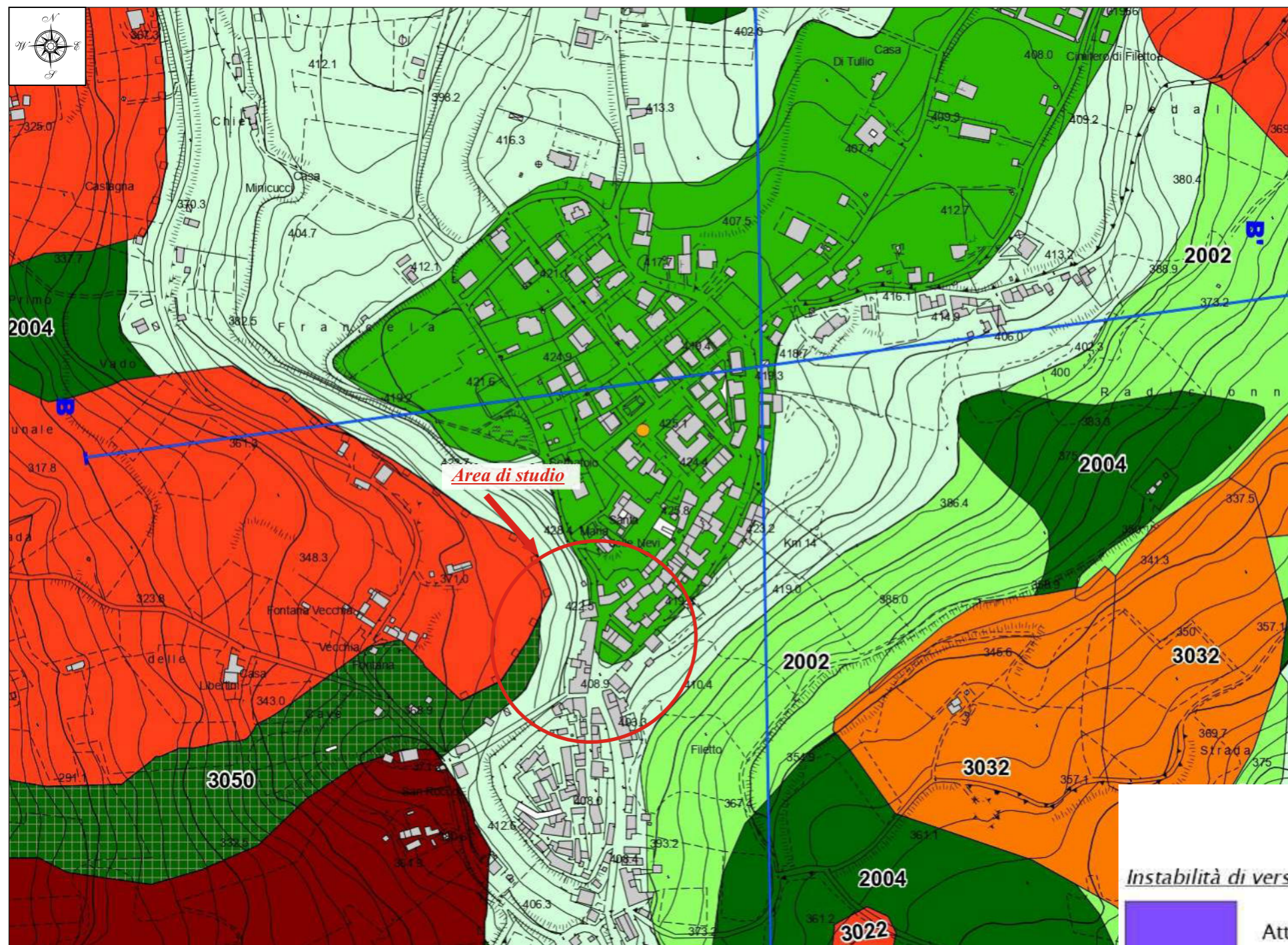
Progetto: "Mitigazione del rischio idrogeologico all'interno del centro storico - versante ovest - PNRR: Missione 2 - componente 4 - sub - investimento 2.1B

Località: Comune di Filetto (CH)

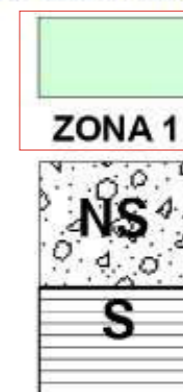
Contenuto:

- Carta del Rischio da alluvione (Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale
- Piano PSDA - Piano Stralcio Difesa Alluvioni, scala 1:5.000)

TAVOLA 12
CARTOGRAFIA DI PIANO PSDA -
Difesa Alluvioni
(Carta del Rischio da alluvione)



Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali



Sabbie ed arenarie con intercalazioni di livelli di ghiaie e di conglomerati, composti da ciottoli di qualche centimetro, sciolto. Spessore da 0 a 30 metri. Inoltre comprende le aree in cui affiorano terreni sabbioso argillosi appartenenti all'associazione sabbioso pelitica della formazione FMTc; substrato geologico a carattere coesivo e granulare con spessori da 0 a 15 metri.



Substrato e sovrastanti terreni di coperture costituiti da limi e limi argillosi e sabbiosi grigio verdastri di ambiente lagunare o di stagno costiero. Spessore da 0 a 10

Zone di attenzione

Instabilità di versante



Attiva (ZAFR_A)



Attiva (ZAFR_Q)

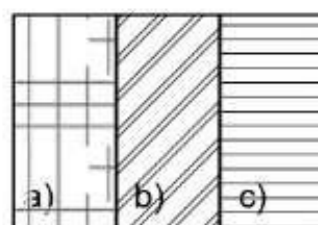


Attiva (ZAFR_I)

Zona di Attenzione per liquefazioni tipo 1 - (ZALQ1)



Sovrapposizione di zone di attenzione per instabilità differenti



a) lapideo;
b) granulare cementato;
c) coesivo sovraconsolidato.



S) stratificato,
NS) non stratificato.

Committente: Amministrazione Comunale Filetto

Progetto: "Mitigazione del rischio idrogeologico all'interno del centro storico - versante ovest - PNRR: Missione 2 - componente 4 - sub - investimento 2.1B

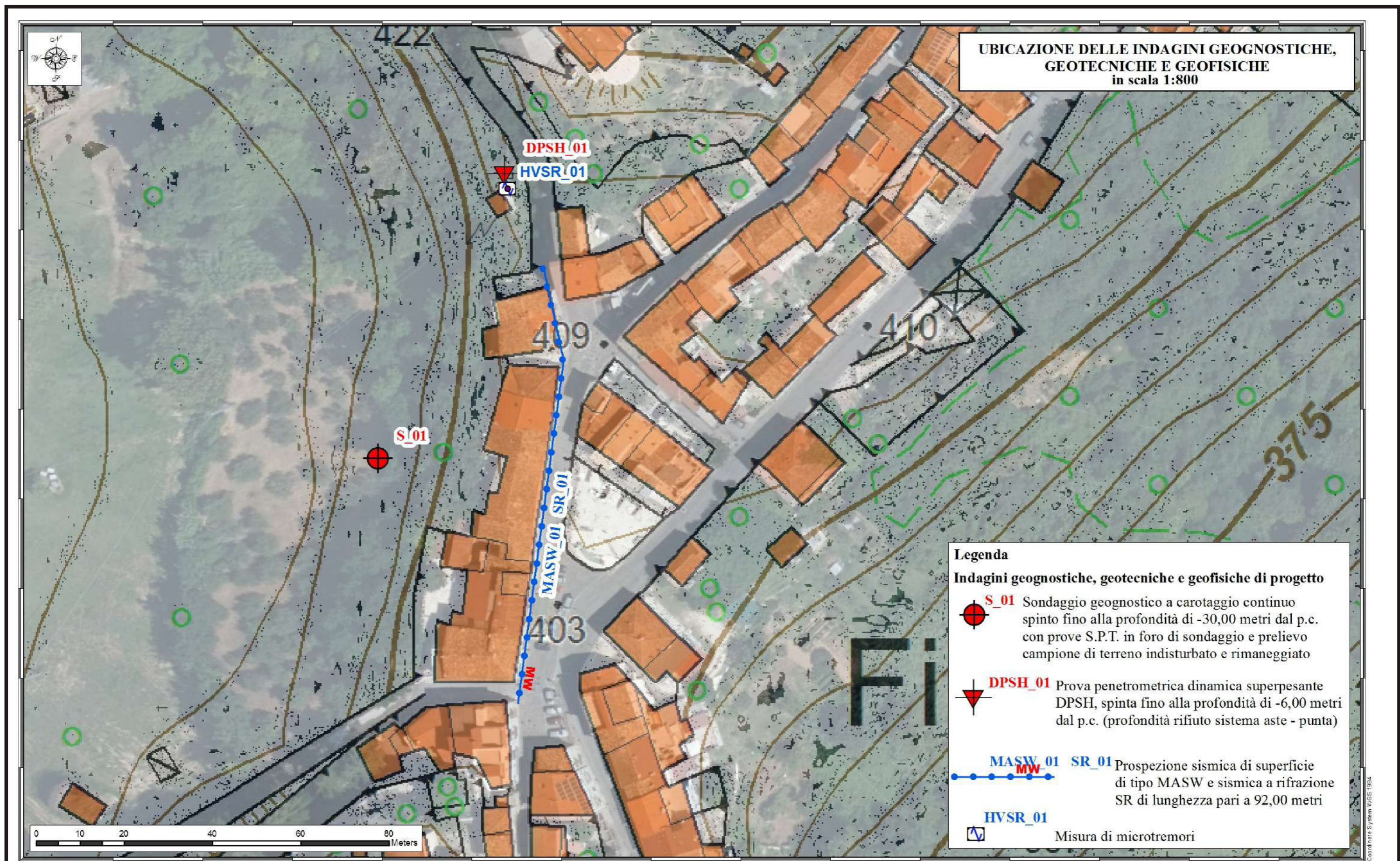
Località: Comune di Filetto (CH)

Contenuto:

- Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS - MZS livello 1, in scala 1:5.000)

TAVOLA 13

CARTOGRAFIA MICROZONAZIONE SISMICA I
LIVELLO (Carta delle Microzone
Omogenee in Prospettiva Sismica)



Committente: Amministrazione Comunale Filetto

Progetto: "Mitigazione del rischio idrogeologico all'interno del centro storico - versante ovest -
PNRR: Missione 2 - componente 4 - sub - investimento 2.1B

Località: Comune di Filetto (CH)

Contenuto:

- Ubicazione delle indagini (in scala 1:800)

TAVOLA 15
UBICAZIONE DELLE INDAGINI

Sondaggio geognostico a carotaggio continuo S_01 e prova S.P.T. in foro di sondaggio



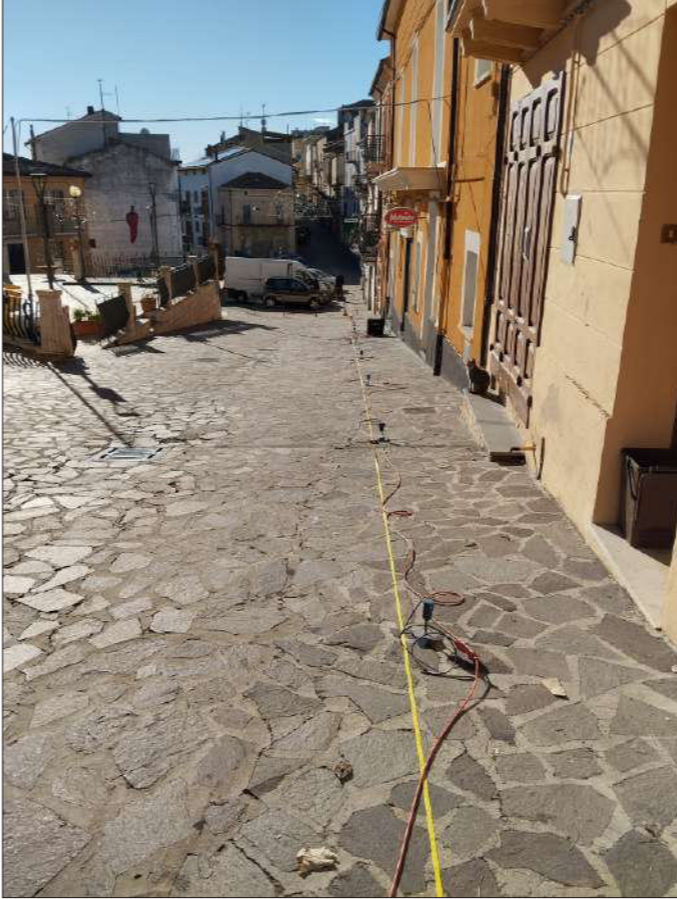
Prova penetrometrica dinamica superpesante DPSH_01



Prova sismica misura di microtrempi HVSr_01



Prospezione sismica a rifrazione SR_01 e MASW_01

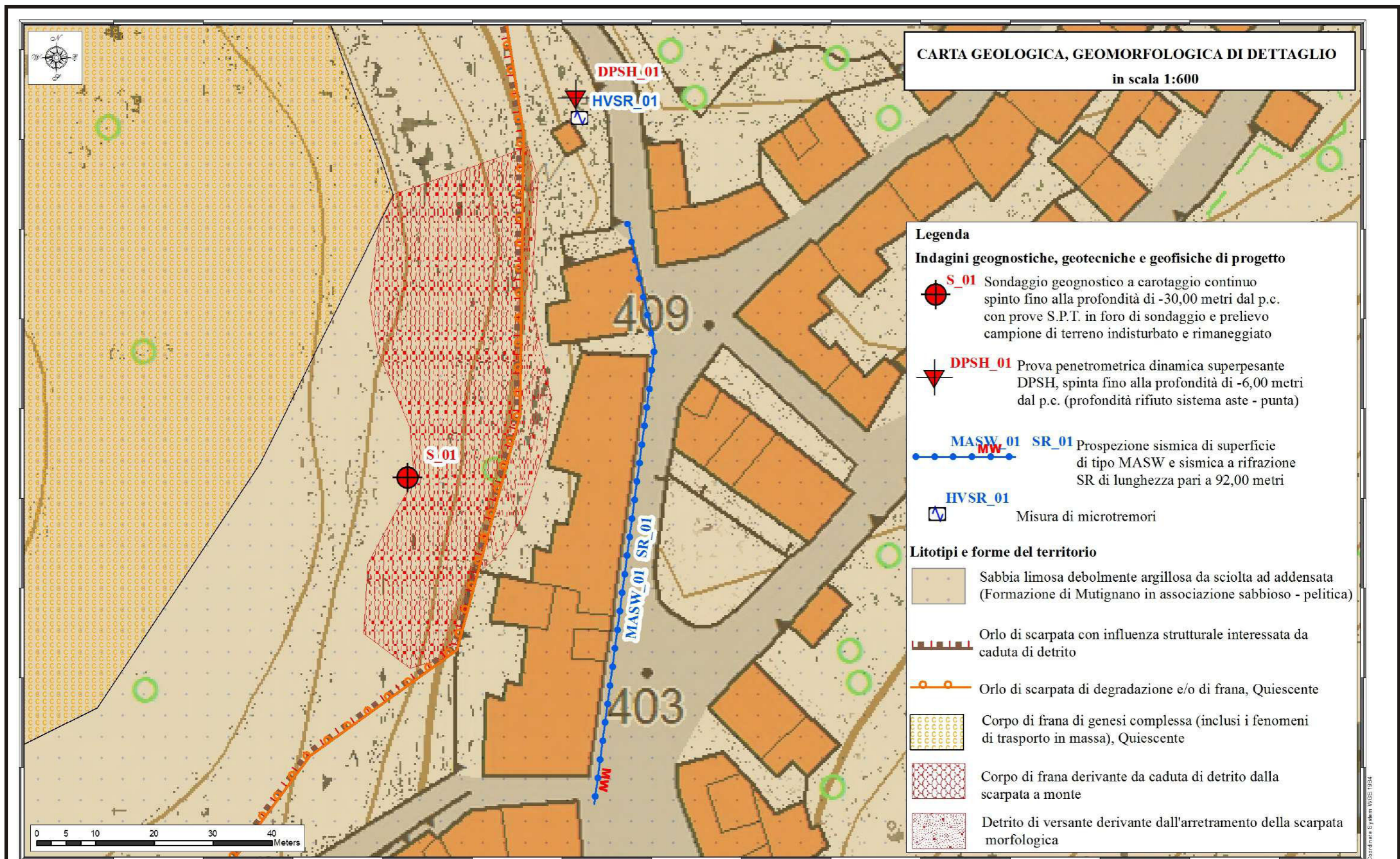


Committente: Amministrazione Comunale Filetto

Progetto: "Mitigazione del rischio idrogeologico all'interno del centro storico - versante ovest - PNRR: Missione 2 - componente 4 - sub - investimento 2.1B

Località: Comune di Filetto (CH)

Contenuto:
- Documentazione fotografica postazione indagini geologiche



Committente: Amministrazione Comunale Filetto

Progetto: "Mitigazione del rischio idrogeologico all'interno del centro storico - versante ovest -
PNRR: Missione 2 - componente 4 - sub - investimento 2.1B

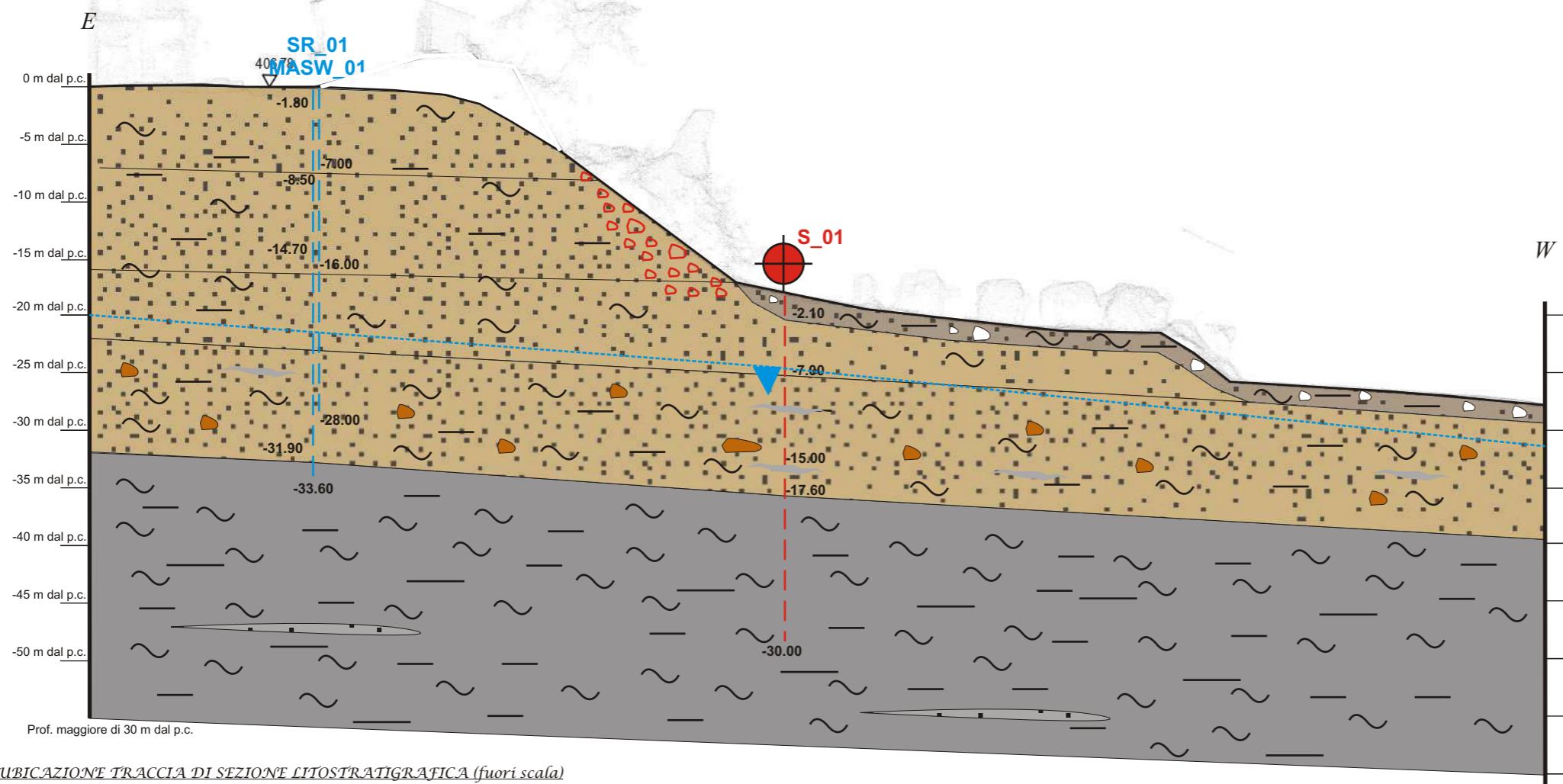
Località: Comune di Filetto (CH)

Contenuto:

- Carta Geologica e Geomorfologica (scala 1:600)

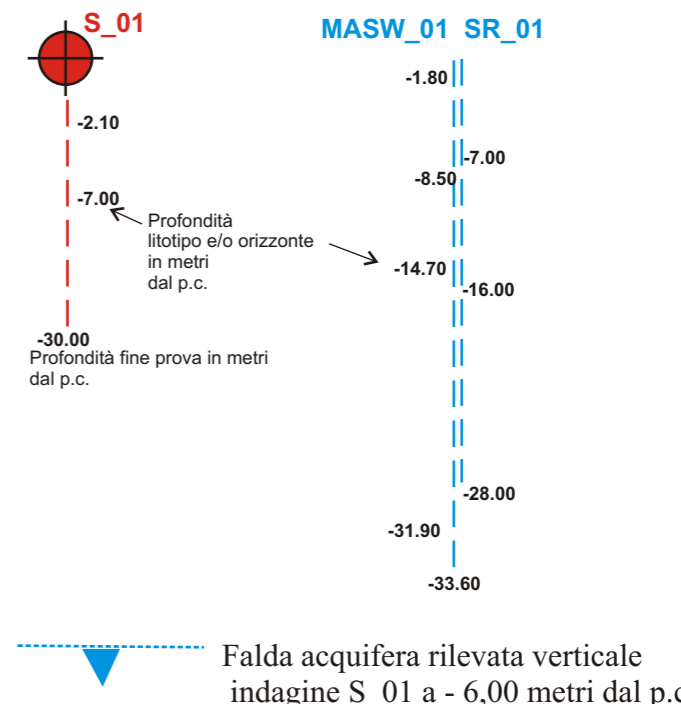
TAVOLA 15
CARTOGRAFIA GEOLOGICA DI DETTAGLIO
(da rilevamento geologico - geomorfologico,
indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche)

SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA SCHEMATICA RAPPRESENTATIVA
(Scala orizzontale 1:500 e verticale 1:500)
Profilo 2 rilievo topografico

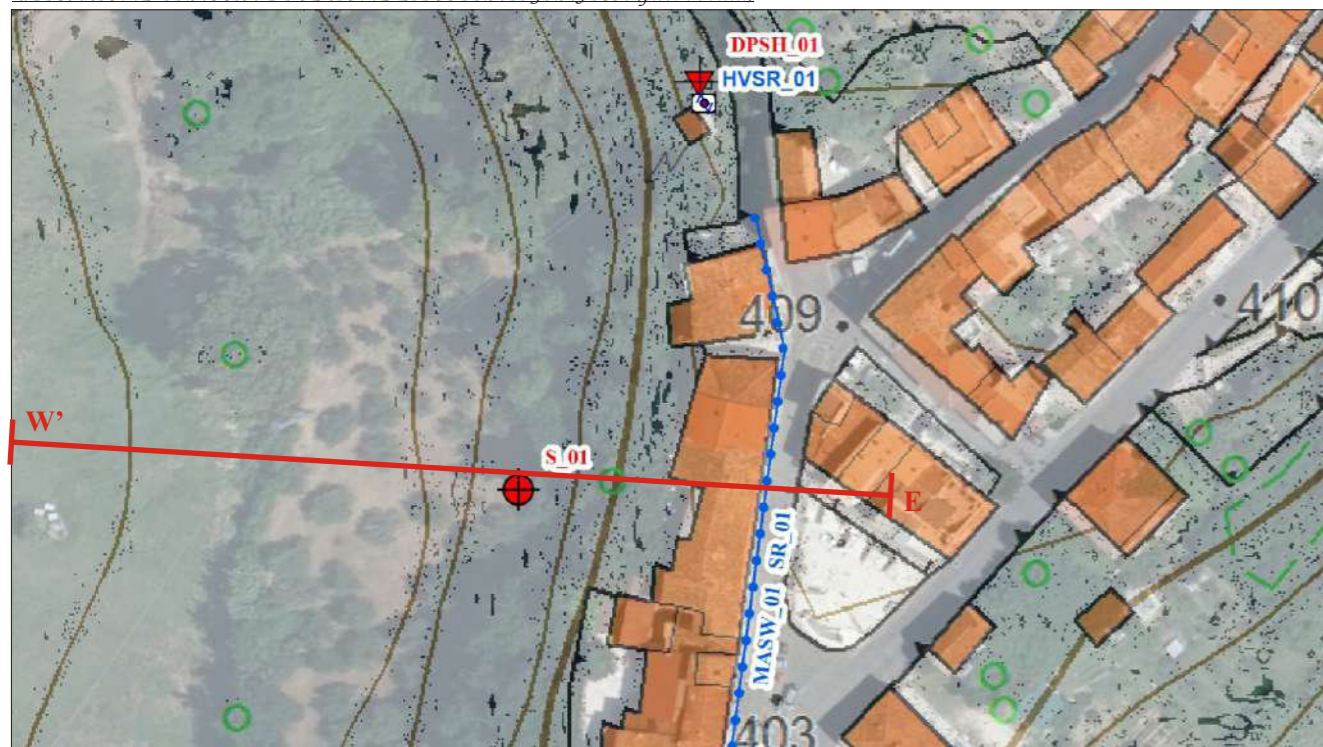


Verticali di indagine geologiche intercettate dalla sezione

Sondaggio geognostico a carotaggio continuo Stesa sismica a rifrazione con tecnica tomografica e MASW



UBICAZIONE TRACCIA DI SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA (fuori scala)



Legenda

Indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche di progetto

- S_01 Sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto fino alla profondità di -30,00 metri dal p.c. con prove S.P.T. in foro di sondaggio e prelievo campione di terreno indisturbato e rimaneggiato
- DPSH_01 Prova penetrometrica dinamica superpesante DPSH, spinta fino alla profondità di -6,00 metri dal p.c. (profondità rifiuto sistema aste - punta)
- MASW_01 SR_01 Prospezione sismica di superficie di tipo MASW e sismica a rifrazione SR di lunghezza pari a 92,00 metri
- HVS_01 Misura di microtremori

LEGENDA E MODELLO GEOLOGICO TECNICO

	Terreno agrario costituito da limi argillosi sabbiosi e sabbie limose avana marrone con clasti	$\gamma = 17,00 \text{ kN/m}^3$ $\phi' = 22^\circ$ $Cu = 0,00 \text{ kPa}$ $c' = 0,00 \text{ kPa}$
	Sabbia limosa debolmente argillosa, di colore oca, da sciolta a moderatamente addensata	$\gamma_s = 19,00 \text{ kN/m}^3$ $\gamma = 18,43 \text{ kN/m}^3$ $\phi' = 25^\circ - 26^\circ$ $Cu = 0,00 \text{ kPa}$ $c' = 2,00 \text{ kPa}$ $Ed = 6.300,00 + 11.179,58 \text{ kPa}$
	Sabbia limosa debolmente argillosa, di colore oca, da moderatamente addensata ad addensata, con clasti arenacei e livelli limosi argillosi	$\gamma_s = 19,51 \text{ kN/m}^3$ $\gamma = 19,12 \text{ kN/m}^3$ $\phi' = 26^\circ - 29^\circ$ $Cu = 0,00 \text{ kPa}$ $c' = 2,42 \text{ kPa}$ $Ed = 11.179,58 + 14.611,00 \text{ kPa}$
	Limo argilloso debolmente sabbioso, di colore grigio, da consistente a molto consistente. Presenti livelli centimetrici di sabbie fini limose dello stesso colore	$\gamma = 19,53 \text{ kN/m}^3$ $\phi' = 27,49^\circ$ $Cu = 123,00 \text{ kPa}$ $c' = 8,87 \text{ kPa}$ $Ed = 17651,97 \text{ kPa}$

Dove: γ = peso di volume; γ_s = peso di volume saturo; ϕ' = angolo di attrito efficace; c' = coesione efficace; Cu = coesione non drenata; Ed = modulo edometrico.

Corpo di frana

Categoria topografica T2
Categoria di sottosuolo B

Committente: Amministrazione Comunale Filetto

Progetto: "Mitigazione del rischio idrogeologico all'interno del centro storico - versante ovest - PNRR: Missione 2 - componente 4 - sub - investimento 2.1B

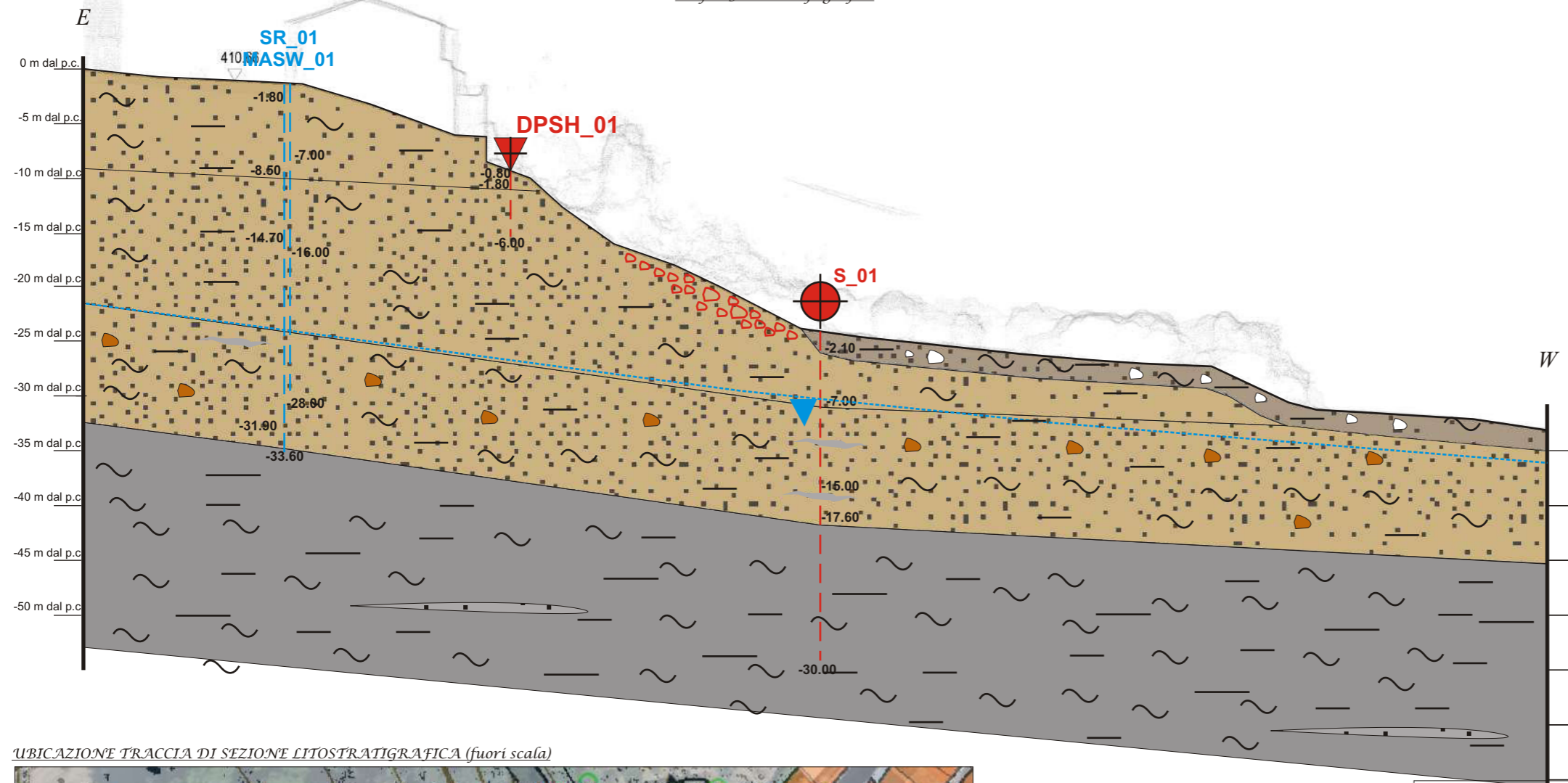
Località: Comune di Filetto (CH)

Contenuto:

- Sezione litostratigrafica schematica rappresentativa Profilo 2
- Ubicazione indagini e traccia di sezione

TAVOLA 18
SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA SCHEMATICA
RAPPRESENTATIVA

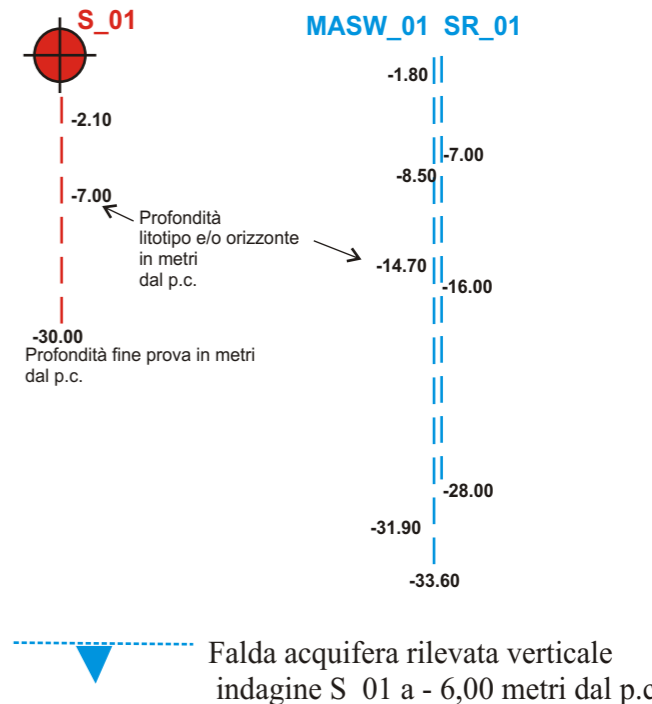
SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA SCHEMATICA RAPPRESENTATIVA
(Scala orizzontale 1:500 e verticale 1:500)
Profilo 3 rilievo topografico



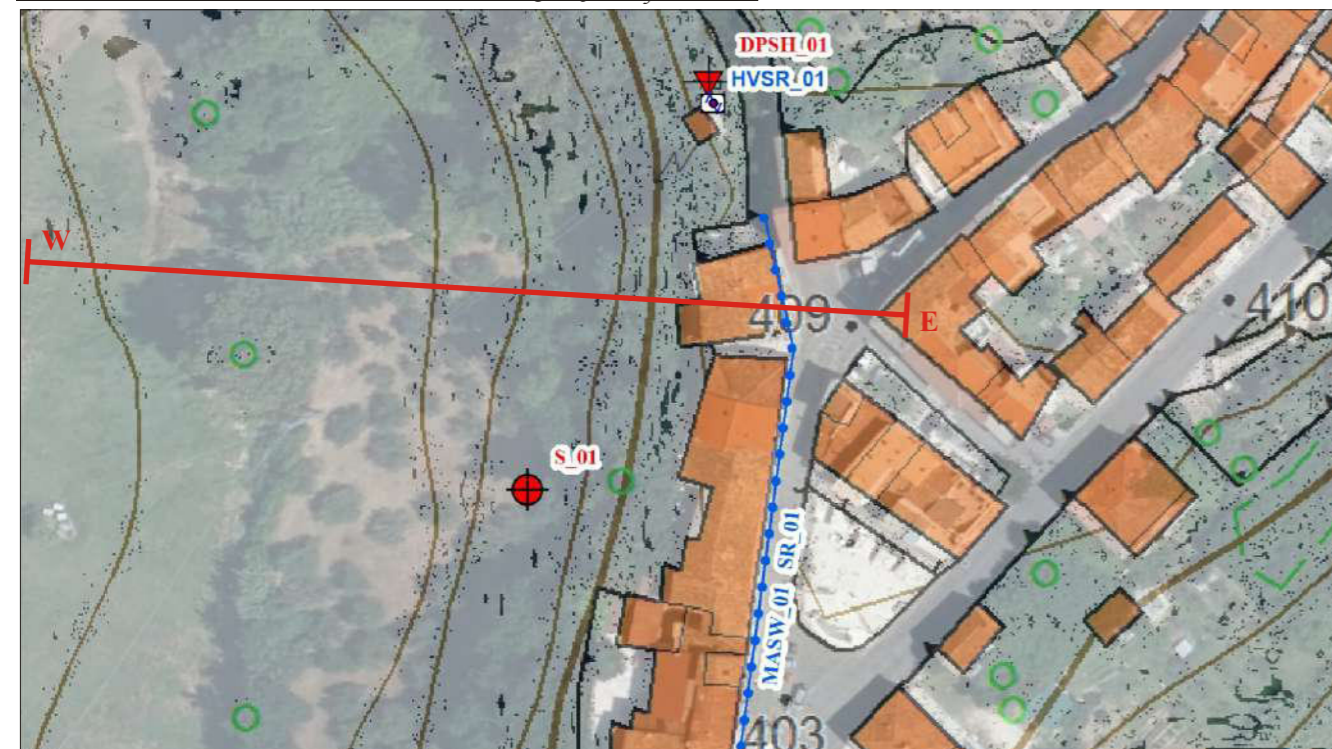
Verticali di indagine geologiche intercettate dalla sezione

Sondaggio geognostico a carotaggio continuo

Stesa sismica a rifrazione con tecnica tomografica e MASW



UBICAZIONE TRACCIA DI SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA (fuori scala)



Legenda

Indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche di progetto

- S_01** Sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto fino alla profondità di -30,00 metri dal p.c. con prove S.P.T. in foro di sondaggio e prelievo campione di terreno indisturbato e rimaneggiato
- DPSH_01** Prova penetrometrica dinamica superpesante DPSH, spinta fino alla profondità di -6,00 metri dal p.c. (profondità rifiuto sistema aste - punta)
- MASW_01 SR_01** Prospezione sismica di superficie di tipo MASW e sismica a rifrazione SR di lunghezza pari a 92,00 metri
- HVS_01** Misura di microtremori

LEGENDA E MODELLO GEOLOGICO TECNICO

	Terreno agrario costituito da limi argillosi sabbiosi e sabbie limose avana marrone con clasti	$\gamma = 17,00 \text{ kN/m}^3$ $\phi' = 22^\circ$ $Cu = 0,00 \text{ kPa}$ $c' = 0,00 \text{ kPa}$
	Sabbia limosa debolmente argillosa, di colore oca, da sciolta a moderatamente addensata	$\gamma_s = 19,00 \text{ kN/m}^3$ $\gamma = 18,43 \text{ kN/m}^3$ $\phi' = 25^\circ - 26^\circ$ $Cu = 0,00 \text{ kPa}$ $c' = 2,00 \text{ kPa}$ $Ed = 6.300,00 + 11.179,58 \text{ kPa}$
	Sabbia limosa debolmente argillosa, di colore oca, da moderatamente addensata ad addensata, con clasti arenacei e livelli limosi argillosi	$\gamma_s = 19,51 \text{ kN/m}^3$ $\gamma = 19,12 \text{ kN/m}^3$ $\phi' = 26^\circ - 29^\circ$ $Cu = 0,00 \text{ kPa}$ $c' = 2,42 \text{ kPa}$ $Ed = 11.179,58 + 14.611,00 \text{ kPa}$
	Limo argilloso debolmente sabbioso, di colore grigio, da consistente a molto consistente. Presenti livelli centimetrici di sabbie fini limose dello stesso colore	$\gamma = 19,53 \text{ kN/m}^3$ $\phi' = 27,49^\circ$ $Cu = 123,00 \text{ kPa}$ $c' = 8,87 \text{ kPa}$ $Ed = 17651,97 \text{ kPa}$

Dove: γ = peso di volume; γ_s = peso di volume saturo; ϕ' = angolo di attrito efficace; c' = coesione efficace; Cu = coesione non drenata; Ed = modulo edometrico.

Corpo di frana

Categoria topografica T2
Categoria di sottosuolo B

Committente: Amministrazione Comunale Filetto

Progetto: "Mitigazione del rischio idrogeologico all'interno del centro storico - versante ovest - PNRR: Missione 2 - componente 4 - sub - investimento 2.1B

Località: Comune di Filetto (CH)

Contenuto:

- Sezione litostratigrafica schematica rappresentativa Profilo 3
- Ubicazione indagini e traccia di sezione

TAVOLA 19
SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA SCHEMATICA
RAPPRESENTATIVA

ALLEGATI

- ✓ ALLEGATO 1 - REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE, GEOFISICHE E PROVE DI
LABORATORIO GEOTECNICO (TERRA DRILLING TECHNOLOGY S.R.L.)

	REGIONE ABRUZZO
	PROVINCIA DI CHIETI
	COMUNE FILETTO
COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE COMUNALE FILETTO MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ALL'INTERNO DEL CENTRO STORICO - VERSANTE OVEST - PNRR: MISSIONE 2 - COMPONENTE 4 - SUB - INVESTIMENTO 2.1B	

REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E GEOFISICHE

PESCARA, GENNAIO 2024

TERRA DRILLING TECHNOLOGY S.R.L.

IL REPORT CONTIENE:

UBICAZIONE DELLE INDAGINI

STRATIGRAFIA E DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DI SONDAGGIO GEOGNOSTICO

CERTIFICATI LABORATORIO GEOTECNICO

REPORT DELLE INDAGINI GEOTECNICHE E GEOFISICHE

Terra Drilling Technology srl - via Genova 45, 65122 PESCARA
 cell.335.725.8128 - tel/fax. 085.240.1187em@il: terra.drilling @gmail.com



Sommario

1.0 PREMESSA	2
2.0 INDAGINE GEOGNOSTICA	3
2.1 Prove in foro di tipo S.P.T. (Standard Penetration Test)	6
2.2 Prelievo di campione indisturbato	8
3.0 INDAGINE GEOTECNICA	9
4.0 INDAGINE GEOFISICA.....	19

Allegati:

- Ubicazione delle indagini
- Stratigrafia e documentazione fotografica di sondaggio geognostico
- Certificati laboratorio geotecnico
- Report delle indagini geotecniche e geofisiche

1.0 PREMESSA

Il presente *Report Indagini Geognostiche, Geotecniche, Geofisiche e prove di laboratorio geotecnico* descrive ed illustra la campagna di indagini geologiche eseguita nel Comune di Filetto (CH) a supporto del Progetto "*Mitigazione del rischio idrogeologico all'interno del centro storico - versante ovest - PNRR: Missione 2 - componente 4 - sub - investimento 2.1B*".

Tale documento costituisce esclusivamente un rapporto tecnico riassuntivo e descrittivo delle indagini geologiche eseguite.

Le prove eseguite sono riassunte nelle tabelle seguenti:

INDAGINE GEOGNOSTICA E GEOTECNICA					
SONDAGGIO GEOGNOSTICO A CAROTAGGIO CONTINUO					
<u>Sigla</u>	<u>Data esecuzione</u>	<u>Profondità</u>	<u>Prove S.P.T.</u>	<u>Prelievo di campioni rimaneggiati</u>	<u>Prelievo di campioni indisturbati</u>
S_01	12.12.2023	-30,00 metri dal p.c.	n. 04	n. 01	n. 01

INDAGINE GEOTECNICA			
PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SUPERPESANTI			
<u>Sigla</u>	<u>Data esecuzione</u>	<u>Profondità</u>	<u>Rilievo falda acquifera</u>
DPSH_01	29.12.2023	-6,00 metri dal p.c. (profondità di rifiuto, avanzamento nullo sistema aste - punta)	-

INDAGINE GEOFISICHE		
M.A.S.W., S.R., H.V.S.R.		
<u>Sigla</u>	<u>Data esecuzione</u>	<u>Lunghezza/durata</u>
Prospezione sismica di superficie attiva M.A.S.W. _01	29.12.2023	92,00 metri
Prospezione sismica a rifrazione S.R. _01	29.12.2023	92,00 metri
Misura di microtremore H.V.S.R. _01	29.12.2023	30 min

In allegato si riporta l'ubicazione delle suddette indagini, la relativa documentazione fotografica ed i certificati.

2.0 INDAGINE GEOGNOSTICA

L'indagine geognostica è consistita nell'esecuzione di n. 01 sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto fino a profondità di -30,00 m dal p.c., nel corso del quale sono state svolte n. 04 prove in foro di tipo S.P.T. (Standard Penetration Test) e sono stati prelevati n. 01 campione di terreno indisturbato e n. 01 campione di terreno rimaneggiato.

Di seguito si riporta la descrizione della strumentazione usata e metodologia adottata nell'ambito dell'indagine geognostica. La stratigrafia di sondaggio è riportata in allegato.

Per maggiori dettagli e per la documentazione fotografica completa, si rimanda alla *Relazione Geologica* allegata alla documentazione progettuale.

Per l'esecuzione della perforazione si è fatto uso di un impianto di perforazione cingolato, costituito da una sonda idraulica marca RENT 800.



Figura 1 - Foto impianto di perforazione, postazione di sondaggio S_01.

Il carotaggio continuo è stato effettuato, conformemente alla natura dei terreni attraversati, utilizzando un sistema di perforazione tradizionale costituito da batteria di aste e carotiere semplice da 101 mm di diametro, con avanzamento a secco per un miglior recupero dei terreni carotati, utilizzando, ove necessario, acque chiare come fluido di circolazione. La stabilizzazione del foro è stata ottenuta previo

rivestimento mediante tubazioni da 127 mm di diametro e lunghezza di 1.5 m.. Il foro è stato rivestito per una profondità di -9,00 metri dal p.c.

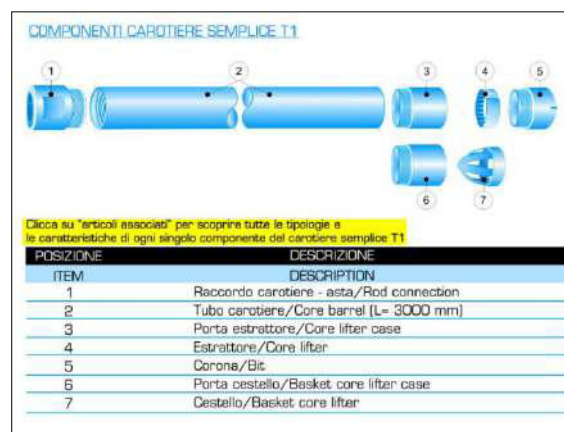


Figura 2 - Carotiere Semplice.



Figura 3 - Tubi di rivestimento.

Le carote di terreno estratte nel corso del sondaggio sono state conservate in apposite cassette catalogatrici in PVC, provviste di scomparti da 1.0 m di lunghezza e coperchio apribile.



Figura 4 - Cassette catalogatrici a cinque scomparti.

Su tali reperti di sondaggio, il geologo presente in cantiere ha provveduto ad eseguire la descrizione stratigrafica, annotando eventuali anomalie. La suddetta descrizione stratigrafica è stata compilata specificando per ogni strato individuato: tipo di terreno (granulometria e grado di arrotondamento dei clasti); condizioni di umidità naturale; compattezza (consistenza o addensamento); alterazione; colore; struttura; particolarità; litologia ed origine.

Sui terreni coesivi si sono effettuate prove di consistenza tramite Pocket Penetrometer, descrivendo lo stato di consistenza.

Il grado di addensamento dei terreni non coesivi è descritto sulla base dei risultati di prove S.P.T.

2.1 Prove in foro di tipo S.P.T. (Standard Penetration Test)

Le prove S.P.T. (Standard Penetration Test) sono state eseguite in avanzamento all'interno del foro di sondaggio, con la porzione di foro sovrastante opportunamente rivestita. Per l'esecuzione della prova è stata utilizzata un'attrezzatura conforme a quanto stabilito nelle normative di riferimento ASTM D.1586/67 – 74, UNI ENV 1997-3:2002 - Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Progettazione assistita con prove in sito, UNI EN ISO 22476-3:2005; indagini e prove geotecniche – Prove in sito – Parte 3: Prova penetrometrica dinamica tipo SPT (Standard Penetration Test).

La prova consiste nell'infissione a percussione, secondo una procedura standardizzata, di un campionatore a pareti grosse di dimensioni standard (campionatore Raymond) nel fondo di un foro di sondaggio e nella registrazione dei colpi necessari per una penetrazione di tre intervalli da 15 cm caduno.

Il tubo campionatore è collegato alla superficie mediante batteria di aste in testa alle quali agisce un maglio del peso di 63.5 kg che cade liberamente da un'altezza di 0.76 m.

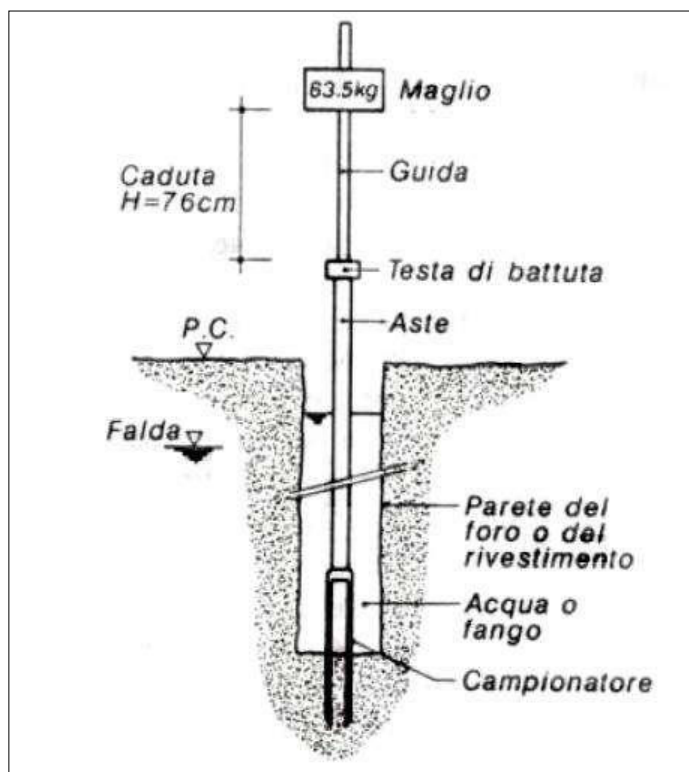


Figura 5 - Schema prova SPT.

Per la prova sono state utilizzate le seguenti attrezzature standard:

- Aste d'infissione del diametro esterno 50 mm. e peso di 7 kg/m;
- Testa di battuta di acciaio avvitata sulle aste;
- Maglio di acciaio di 63.5 kg;
- Dispositivo automatico che consente la caduta del maglio da un'altezza di 0.76 m;
- Centratore di guida per le aste fra la testa di battuta e il piano campagna.



Figura 6 - Esecuzione prova S.P.T.

Il campionatore Raymond, ha diametro esterno di 51 mm, spessore 16 mm e lunghezza complessiva comprendente scarpa e raccordo alle aste di 813 mm. Esso consta di un tubo diviso longitudinalmente a metà; i due semitubi sono tenuti insieme, durante l'infissione, o da una scarpa tagliente avvitata alla base e da un anello in testa o da una punta conica, a seconda delle litologie interessate dalla prova.

Durante la prova si misura:



Figura 7 - Campionatore Raymond, a) a punta aperta; b) a punta chiusa.

N1 = numero di colpi di maglio necessari a provocare l'avanzamento del campionatore per i primi 15 cm, assunti come tratto di "avviamento";

N2 = numero di colpi che provoca la penetrazione del campionatore nei successivi 15 cm;

N3 = numero di colpi necessari per gli ultimi 15 cm di avanzamento.

Si assume come resistenza alla penetrazione il valore:

$$\underline{N \text{ SPT} = N2 + N3}$$

2.2 Prelievo di campione indisturbato

Nel corso del sondaggio geognostico è stato prelevato n.01 campione indisturbato. Il prelievo dei campioni indisturbati è stato eseguito in corrispondenza dei terreni coesivi con campionatori Shelby. Sono state usate fustelle di acciaio inox, del diametro di 83 mm e lunghezza variabile tra 50 e 60 cm. Prima di procedere al prelievo dei campioni si è proceduto alla pulizia del fondo foro. La fustella è stata infissa nel terreno per tutta la lunghezza utile a bassa velocità evitando rotazioni. I campioni prelevati, sono stati sigillati in sito con paraffina ed etichettati; ogni targhetta riporta le informazioni relative al numero campione, profondità di inizio e fine prelievo. I campioni prelevati sono stati portati al laboratorio geotecnico per le analisi geotecniche.

3.0 INDAGINE GEOTECNICA

Come anticipato precedentemente, l'indagine geotecnica è consistita nell'esecuzione di n. 01 prova penetrometrica dinamica superpesante DPSH (Dynamic Probing Super Heavy), spinta fino alla profondità di rifiuto, avanzamento nullo sistema aste - punta.

Per la descrizione della metodologia e strumentazione usata si rimanda all'elaborato *Report delle indagini geotecniche e geofisiche*.

Per maggiori dettagli e per la documentazione fotografica completa, si rimanda alla *Relazione Geologica* allegata alla documentazione progettuale.

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-200 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	0,63 Kg
Diametro punta conica	51,00 mm
Area di base punta	20,43 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,40 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,47
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °



Figura 8 - Foto impianto postazione DPSH_01.

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi d) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M;
- altezza libera caduta H;
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α);
- avanzamento (penetrazione) d ;
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL);
- tipo MEDIO (DPM);
- tipo PESANTE (DPH);
- tipo SUPERPESANTE (DPSH).

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof. max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20–25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	$M \geq 60$	25

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente $M = 30$ kg, altezza di caduta $H = 0.20$ m, avanzamento $d = 10$ cm, punta conica ($\alpha=60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A=10$ cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)

massa battente $M = 20$ kg, altezza di caduta $H=0.20$ m, avanzamento $d = 10$ cm, punta conica ($\alpha= 60-90^\circ$), diametro $D = 35.7$ mm, area base cono $A=10$ cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)

massa battente $M = 73$ kg, altezza di caduta $H=0.75$ m, avanzamento $d=30$ cm, punta conica ($\alpha = 60^\circ$), diametro $D = 50.8$ mm, area base cono $A=20.27$ cm² rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)

massa battente $M=63.5$ kg, altezza caduta $H=0.75$ m, avanzamento $d=20-30$ cm, punta conica conica ($\alpha = 60^\circ-90^\circ$) diametro $D = 50.5$ mm, area base cono $A = 20$ cm², rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

Correlazione con N_{spt}

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt} . Il passaggio viene dato da:

$$NSPT = \beta_t \cdot N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M	peso massa battente.
M'	peso aste.
H	altezza di caduta.
A	area base punta conica.
d	passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

$$Rpd = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

Rpd	resistenza dinamica punta (area A).
e	infissione media per colpo (d/ N).
M	peso massa battente (altezza caduta H).
P	peso totale aste e sistema battuta.

Calcolo di (N₁)₆₀

(N₁)₆₀ è il numero di colpi normalizzato definito come segue:

$$(N_1)_{60} = CN \cdot N_{60} \text{ con } CN = \sqrt{(Pa' \sigma_{v0})} \quad CN < 1.7 \quad Pa = 101.32 \text{ kPa (Liao e Whitman 1986)}$$

$$N_{60} = N_{SPT} \cdot (ER/60) \cdot C_S \cdot C_r \cdot C_d$$

ER/60	rendimento del sistema di infissione normalizzato al 60%.
C _S	parametro funzione della controcamicia (1.2 se assente).
C _d	funzione del diametro del foro (1 se compreso tra 65-115mm).
C _r	parametro di correzione funzione della lunghezza delle aste.

Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini (1983) - Meyerhof (1956) - Desai (1968) - Borowczyk-Frankowsky (1981).

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

Media

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Minimo

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (+ s)

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media (– s)

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Distribuzione normale R.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, secondo la seguente relazione:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

dove $\sigma_{N_{spt}}$ è la deviazione standard di N_{spt}

Distribuzione normale R.N.C.

Il valore di $N_{spt,k}$ viene calcolato sulla base di una distribuzione normale o gaussiana, fissata una probabilità di non superamento del 5%, trattando i valori medi di N_{spt} distribuiti normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) / \sqrt{n}$$

dove n è il numero di letture.

Pressione ammissibile

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 m ed immersione $d = 1$ m.

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati N_{spt} il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING* (1982), applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se N_{spt} dello strato considerato risulta inferiore a N_{spt} critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

Correzione N_{spt} in presenza di falda

$$N_{spt\ corretto} = 15 + 0.5 \cdot (N_{spt} - 15)$$

N_{spt} è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956) - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers (1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 m. sopra falda e < 7 m per terreni in falda) $s > 5$ t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev (1964) - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m e per valori di angolo di attrito < 38°).
- Schmertmann (1977)- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- Shioi-Fukuni (1982) - ROAD BRIDGE SPECIFICATION, Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $s > 15$ t/mq.
- Shioi-Fukuni (1982) - JAPANESE NATIONAL RAILWAY, Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda) $s > 15$ t/mq.
- Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 m e con (%) di limo > 5% a profondità < 3 m.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.

- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC , metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Modulo Di Young (E_y)

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici .
- Schultze-Menzenbach , correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970) , correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia.
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Modulo Edometrico

Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia

- Buismann-Sanglerat , correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Peso di volume saturo

- Terzaghi-Peck (1948-1967)

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)

- Seed-Idriss (1978-1981) . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio t e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

Velocità onde di taglio V_s (m/s)

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio (G)

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

Modulo di reazione (K_o)

- Navfac (1971-1982) - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson (1983) - Q_c

Correlazioni geotecniche terreni coesivi

Coesione non drenata

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA (1983).
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con $N_{spt} < 8$, argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). C_u (min-max).
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5 , per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , (C_u - N_{spt} -grado di plasticità).

- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille e limi argillosi** con $N_c = 20$ e $Q_c/N_{spt} = 2$.
- Schmertmann (1975), Cu (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher (1965), (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata Cu (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità.
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni (1982), valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson (1983) - Q_c

Modulo Edometrico-Confinato (M_o)

- Stroud e Butler (1975),- per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970), correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato - M_o (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto $Q_c/N_{spt}=1.5-2.0$).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte ($N_{spt} < 30$) medie e molli ($N_{spt} < 4$) e argille sabbiose ($N_{spt} = 6-12$).

Modulo Di Young (E_Y)

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con $I.P. > 15$.
- D'Appollonia ed altri (1983), correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977.

Peso di Volume

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

Meyerhof ed altri.

4.0 INDAGINE GEOFISICA

Come anticipato precedentemente, l'indagine geofisica è consistita nell'esecuzione di n. 01 prova sismica attiva di superficie di tipo MASW e n. 01 prova sismica a rifrazione con tecnica tomografica della lunghezza di 92,00 metri; e di una misura di microtremori di durata 30 min.

Per la descrizione della metodologia e strumentazione usata si rimanda all'elaborato *Report delle indagini geotecniche e geofisiche*.

Per maggiori dettagli e per la documentazione fotografica completa, si rimanda alla *Relazione Geologica* allegata alla documentazione progettuale.

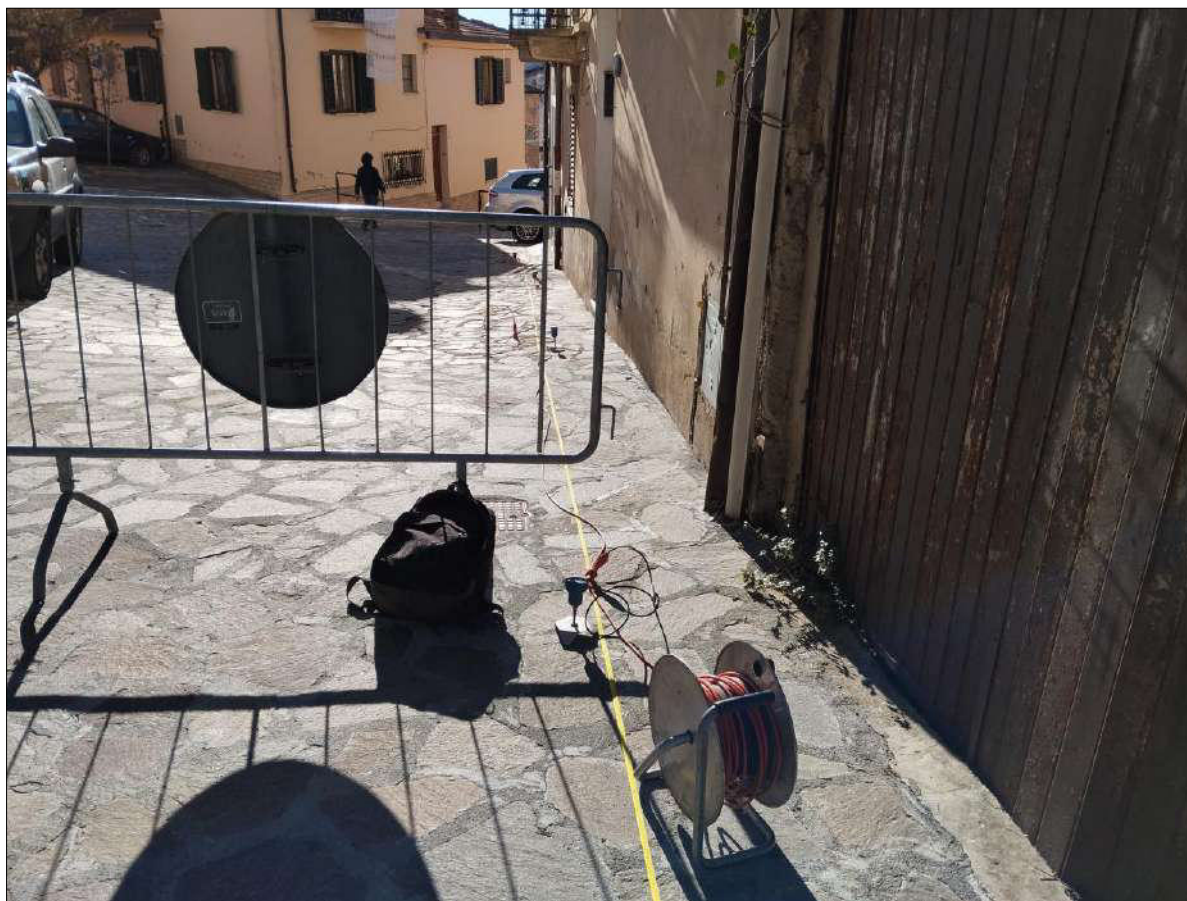


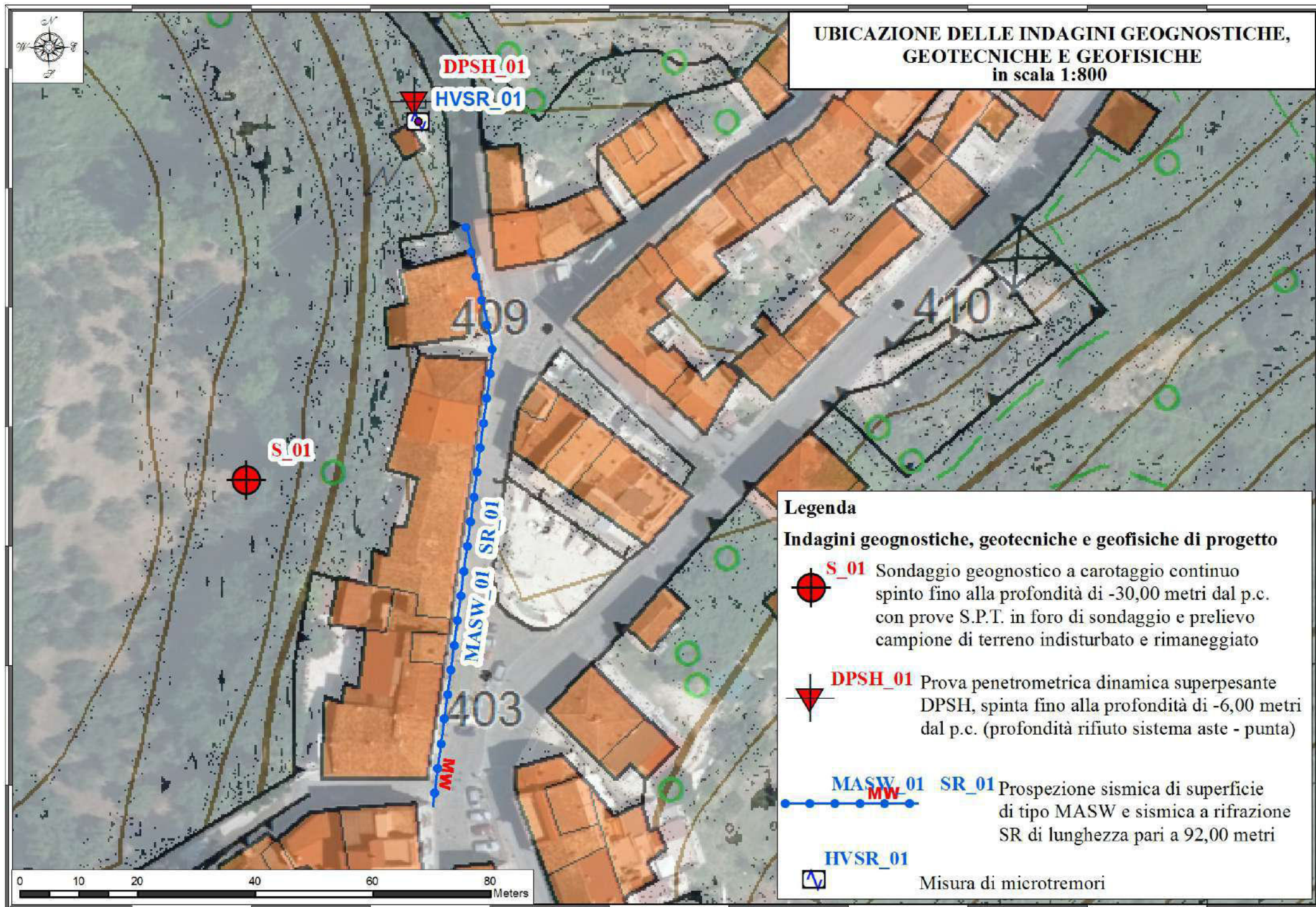
Figura 9 - Stesa sismica a rifrazione e sismica attiva MASW.



Figura 10 - Stesa sismica a rifrazione e sismica attiva MASW.



Figura 11 - Prova sismica passiva misura di microtremore.




Committente: Amministrazione Comunale Filetto		Geologo: Cappellucci	Perforazione: Rotazione	S_01
Opera: Sondaggio geognostico		Operatore: C. De Angelis	Rivestimento: 127 mm	Scala: 1:100
Località: Filetto (CH)		Unità:	Coordinate: 42°13'37"N-14°14'37"E	Data inizio: 12/12/23
Campionatore:	Sh=Shelby; Mz=Mazier; Os=Osterberg; Dn=Denison; T2; T6; T6S		Quota s.l.m.: 393	Data fine: 12/12/23

Profondità(m)	Spessore (m)	Stratigrafia	Descrizione stratigrafica:	Falda (m)	Pocket Penetrometer (Kg/cm ²) 1 2 3 4	tubo in PVC	Rivestimento	S.P.T.	Campioni	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGIO SI_
0.00	2.10		Limi argilloso sabbiosi e sabbie limose avana marrone con minuti clasti. Terreno vegetale							
2.10										
	4.90		Sabbia limosa argillosa, di granulometria medio - fine e colore ocre. Da sciolta a moderatamente addensata							
7.00										
	8.00		Sabbia limosa argillosa, di granulometria medio - fine e colore ocre. Da moderatamente addensata ad addensata. Presenti clasti arenacei di dimensioni centimetriche. Sono presenti anche livelli centimetrici e decimetrici di limi argillosi (es. quota -12,50 metri).							
15.00										
	2.60		Sabbia limosa argillosa, di granulometria medio - fine e colore ocre. Addensata. Presenti clasti arenacei di dimensioni centimetriche. Sono presenti anche livelli centimetrici e decimetrici di limi argillosi (es. quota -17,00 metri).							
17.60										
	2.60		Limo argilloso debolmente sabbioso, di colore grigio azzurro, da consistente a molto consistente. Presenti livelli millimetrici e centimetrici di sabbie fini limose dello stesso colore.							
20.00										



Terra Drilling Technology s.r.l.
via Genova 45, 65122 PESCARA
tel./fax 085.2401187 – cell. 335.7258128
em@il: terra.drilling@gmail.com

Committente: Amministrazione Comunale Filetto		Geologo: Cappellucci	Perforazione: Rotazione	S_01
Opera: Sondaggio geognostico		Operatore: C. De Angelis	Rivestimento: 127 mm	Scala: 1:100
Località: Filetto (CH)		Unità:	Coordinate: 42°13'37"N-14°14'37"E	Data inizio: 12/12/23
Campionatore:	Sh=Shelby; Mz=Mazier; Os=Osterberg; Dn=Denison; T2; T6; T6S		Quota s.l.m.: 393	Data fine: 12/12/23

Profondità(m)	Spessore (m)	Stratigrafia	Descrizione stratigrafica:	Falda (m)	Pocket Penetrometer (Kg/cm ²)				tubo in PVC	Rivestimento	S.P.T.	Campioni	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGIO SI_
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
20.00			Limo argilloso debolmente sabbioso, di colore grigio azzurro, da consistente a molto consistente. Presenti livelli millimetrici e centimetrici di sabbie fini limose dello stesso colore.										
10.00													
30.00													



Terra Drilling Technology s.r.l.
 via Genova 45, 65122 PESCARA
 tel./fax 085.2401187 – cell. 335.7258128
 em@il: terra.drilling@gmail.com

Data: 01/04/2022

Certificato: 1870422

RIFERIMENTI COMMESSA	INFORMAZIONI GENERALI SUL CAMPIONE IN INGRESSO
Il Richiedente: Terra Drilling Technology Srl	Alterazioni Esterne: <input type="checkbox"/> Tipologia Campionatore: SHELBY Data Prelievo: 14/03/2022
Verbale di Accettazione N°: 1020322G3 Data: 14/03/2022	Ditta che ha effettuato il prelievo: Terra Drilling Technology Srl
Riferimento Ordine N°: Data:	

INTESTAZIONE CERTIFICATO ED IDENTIFICAZIONE CAMPIONE			
Committente:	Amm.ne Comunale di Corvara		
Cantiere:	Intervento di messa in sicurezza del versante Nord		
Sondaggio: 1	Campione: 1	Profondità da m: 8,00	a m: 8,40

TRACCIABILITA'	
Codice Campione:	TC11
Consegna Campione:	14/03/2022
Apertura:	29/03/2022
Inizio Prove:	29/03/2022
Fine Prove:	01/04/2022

ESCLUSIONI / ANOMALIE / DIFFORMITA' / NOTE
Non Riscrontrate

PROVE ESEGUITE	ID PROVA	PAG.	NORMATIVE DI RIFERIMENTO
Descrizione Macroscopica e Caratteristiche Fisiche	TC11DeMaCaFi	2	Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio - AGI,1994 Classificazione delle terre: ASTM D 2487-85 D3282-83
Contenuto d'Acqua	TC11W	3	ASTM D2166
Granulometria Secca+Umida	TC11Aeo	4	Raccomandazioni AGI 1997
Limiti di Atterberg	TC11LL/LP	5	ASTM D4318-00
Taglio Diretto	TC11TD	6-7	Raccomandazioni AGI 1997
	Totale Pag.	7	

Lo Sperimentatore
Dott.Geol. Legnini Manila

Il Direttore
Dott. Geol. Luca Di Matteo



N° Certificato: 1870422	Committente: Amm.ne Comunale di Corvara	Consegna: 14/03/2022	Sondaggio: 1
Data: 01/04/2022	Cantiere: Intervento di messa in sicurezza del versante Nord	Apertura: 29/03/2022	Campione: 1
		Inizio Prova: 29/03/2022	da mt: 8,00
		Fine Prova: 01/04/2022	a mt: 8,40

DESCRIZIONE CAMPIONE			
Lunghezza: 26 cm.	Diametro: 8,5 cm.	Classe di Qualità:	Non Dichiarata
Descrizione Macroscopica: Limo argilloso - argillite limosa di colore grigio scuro (4/N GY1) con venature ocracee e alcuni sottili livelli sabbiosi.			

CARATTERISTICHE FISICHE DEL CAMPIONE ⁽¹⁾			
Peso Specifico ⁽²⁾ : 2,7 g/cm ³	Limite del ritiro: - %	Contenuto Naturale Acqua: 15,31 %	
Densità Naturale: 1,936 g/cm ³	Limite Liquido: 43,19 %	Grado di Saturazione: 67,98 %	
Densità secca: 1,679 g/cm ³	Limite Plastico: 24,26 %	Indice di Attività: 0,688	
Densità satura: 2,057 g/cm ³	Porosità: 37,80 %	Indice dei Vuoti: 0,608	

Indice di Plasticità IP:	18,93
Indice di Consistenza IC:	1,473
Grado di Plasticità:	Plastico
Stato:	Solido
Class. Granulometrica (M.I.T.)	Limo con Argilla debolmente Sabbiosa
Class. Granulometrica (USCS):	CL



cm.	Resistenza Pocket Kg/cm ²	Resist. Vanetest Kg/cm ²	Consistenza	Collocazione Prove Meccaniche
10	7,3-7,4		ESTREMAMENTE CONSISTENTE	Taglio Diretto
20	7,5-7,6		ESTREMAMENTE CONSISTENTE	Taglio Diretto
30	-			
40	-			
50	-			
60	-			

(1) Valori Medi dei dati ottenuti nelle singoli prove.
(2) Ove non specificatamente richiesto, viene assegnato un peso specifico di 2,7 g/cm³.

N° Certificato: 1870422	Committente: Amm.ne Comunale di Corvara	Consegna: 14/03/2022	Sondaggio: 1
Data: 01/04/2022	Cantiere: Intervento di messa in sicurezza del versante Nord	Apertura: 29/03/2022	Campione: 1
		Inizio Prova: 29/03/2022	da mt: 8,00
		Fine Prova: 01/04/2022	a mt: 8,40

CONTENUTO NATURALE D'ACQUA ASTM D2166

Contenuto d'Acqua Medio (%): 15,31

Passo N°	Contenitore N°	Tara (g)	Peso Lordo Umido (g)	Peso Lordo Secco (g)	Contenuto Acqua (%)
1	8	36,32	60,26	57,02	15,65
2	43	24,77	45,03	42,39	14,98

ID Prova: W

N° Certificato: 1870422	Committente: Amm.ne Comunale di Corvara	Consegna: 14/03/2022	Sondaggio: 1
Data: 01/04/2022	Cantiere: Intervento di messa in sicurezza del versante Nord	Apertura: 29/03/2022	Campione: 1
		Inizio Prova: 29/03/2022	da mt: 8,00
		Fine Prova: 01/04/2022	a mt: 8,40

ANALISI GRANULOMETRICA

Raccomandazioni AGI 1997

CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE

Ciottoli %	0	Ghiaia %	0	Sabbia %	6,1	Limo %	66,3	Argilla %	27,5
D10 (mm)	0,0011	D30 (mm)	0,0023	D50 (mm)	0,0039	D60 (mm)	0,0047	Coeffic. di Uniformità	4,2727
Passante Setaccio 200 (%)	95,910			Peso Netto Totale (g):	52,05			Diametro Max (mm)	0,84

CLASSIFICAZIONE USCS

USCS: CL - Argille inorganiche di media plasticità. AGI / ASTM: Limo con Argilla debolmente Sabbiosa

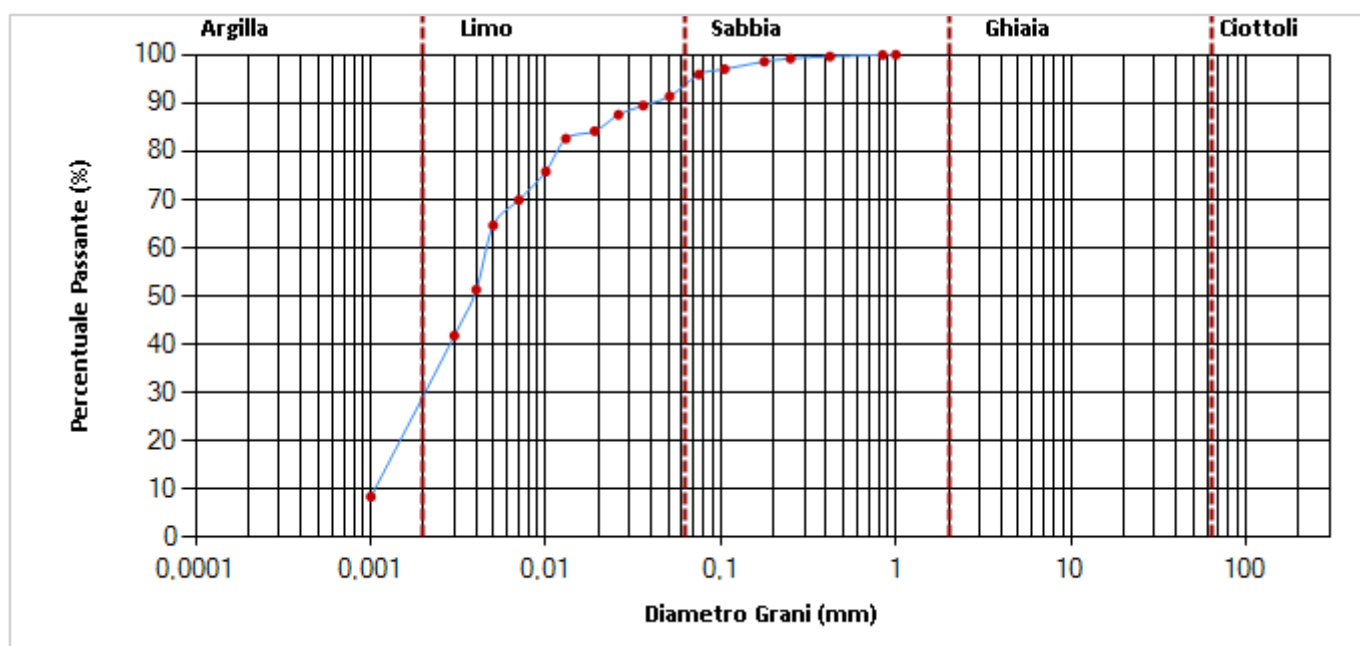
VAGLIATURA

Setac. ASTM	Diam. (mm)	Peso (g)	Parz. P/S (%)	Passante (%)	Setac. ASTM	Diam. (mm)	Peso (g)	Parz. P/S (%)	Passante (%)
4"	101,5				20	0,84	0,02	0,04	99,96
2"	50,5				35	0,5			
1"	25,4				40	0,42	0,17	0,33	99,63
1/2"	12,7				60	0,25	0,22	0,42	99,21
3/8"	9,5				80	0,177	0,33	0,63	98,58
4	4,76				140	0,105	0,81	1,56	97,02
10	2				200	0,075	0,58	1,11	95,91
18	1				230	0,063			

SEDIMENTAZIONE

Diametro (mm)	Passante (%)	Diametro (mm)	Passante (%)
0,051	91,39	0,007	69,91
0,036	89,48	0,005	64,66
0,026	87,58	0,004	51,34
0,019	84,16	0,003	41,82
0,013	82,61	0,001	8,49
0,01	75,82		

CURVA GRANULOMETRICA



N° Certificato: 1870422	Committente: Amm.ne Comunale di Corvara	Consegna: 14/03/2022	Sondaggio: 1
Data: 01/04/2022	Cantiere: Intervento di messa in sicurezza del versante Nord	Apertura: 29/03/2022	Campione: 1
		Inizio Prova: 29/03/2022	da mt: 8,00
		Fine Prova: 01/04/2022	a mt: 8,40

LIMITI DI ATTERBERG

ASTM D4318-00

DATI SPERIMENTALI E RISULTATI (Limite Liquido)

PLU (g)	PLS (g)	TARA (g)	UMIDITA' (%)	N.COLPI
38,5	30,48	13,11	46,17	12
37,56	30,23	13,57	44	21
37,14	30,06	13,16	41,89	31

DATI SPERIMENTALI E RISULTATI (Limite Plastico)

PLU (g)	PLS (g)	TARA (g)	UMIDITA' (%)
16,76	16,02	12,98	24,34
16,15	15,48	12,71	24,19

DIAGRAMMA N° COLPI / CONTENUTO ACQUA

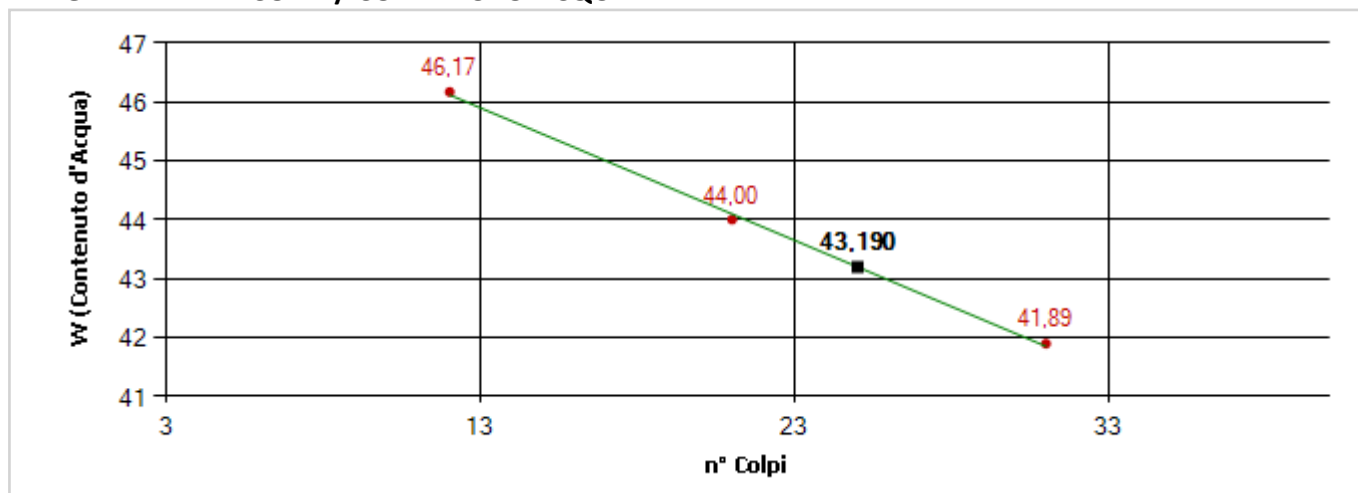
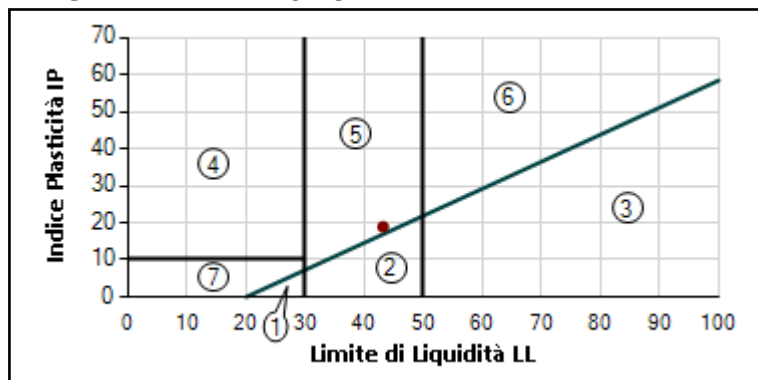


DIAGRAMMA DI PLASTICITA'



1. Limi Inorganici di Bassa Compressibilità
2. Limi Inorganici di Media Compressibilità
3. Limi Inorganici di Alta Compressibilità e Argille Organiche
4. Argille Inorganiche di Bassa Plasticità
5. Argille Inorganiche di Media Plasticità
6. Argille Inorganiche di Alta Plasticità
7. Terreni Incoerenti

Limite di Liquidità	(LL)	43,19	%	Indice di Plasticità	(IP)	18,93
Limite di Plasticità	(LP)	24,26	%	Indice di Consistenza	(IC)	1,473
Limite del Ritiro	(LR)	-	%	Attività [IP / (% Peso Argilla)]		0,688
Carta di Plasticità di Casagrande: Argille Inorganiche di Media Plasticità.						

N° Certificato: 1870422	Committente: Amm.ne Comunale di Corvara	Consegna: 14/03/2022	Sondaggio: 1
Data: 01/04/2022	Cantiere: Intervento di messa in sicurezza del versante Nord	Apertura: 29/03/2022	Campione: 1
		Inizio Prova: 29/03/2022	da mt: 8,00
		Fine Prova: 01/04/2022	a mt: 8,40

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Raccomandazioni AGI 1997

CONDIZIONI INIZIALI E DATI RELATIVI ALLA CONSOLIDAZIONE ED ALLA FASE DI ROTTURA

Prov.	Altezza	Sezione	Cont. Acq.	Densità Nat.	CONSOLIDAZIONE 24H		Velocità Def.	CARATTERISTICHE A ROTTURA			
N.	H (cm)	A (cm²)	W (%)	Yn (g/cm³)	σ_v (Kpa)	δh (mm)	(micron/min)	σ_v (Kpa)	ϵ (mm)	τ (Kpa)	δT (h)
1	2,00	36,45	0,00	1,907	100,00	0,48	4,00	100,00	2,57	49,65	10,72
2	2,00	36,45	0,00	1,960	200,00	0,65	4,00	200,00	2,04	122,48	8,49
3	2,00	36,45	0,00	1,940	300,00	1,08	4,00	300,00	2,11	147,43	8,81

DIAGRAMMA SFORZO DI TAGLIO - SCORRIMENTO ORIZZONTALE

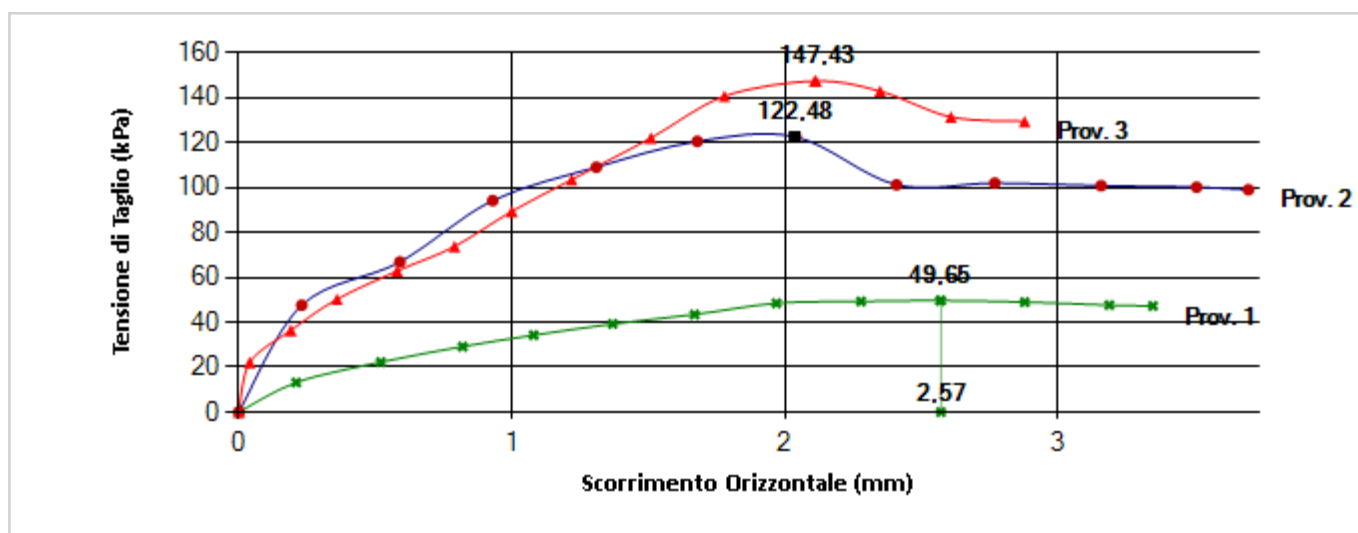
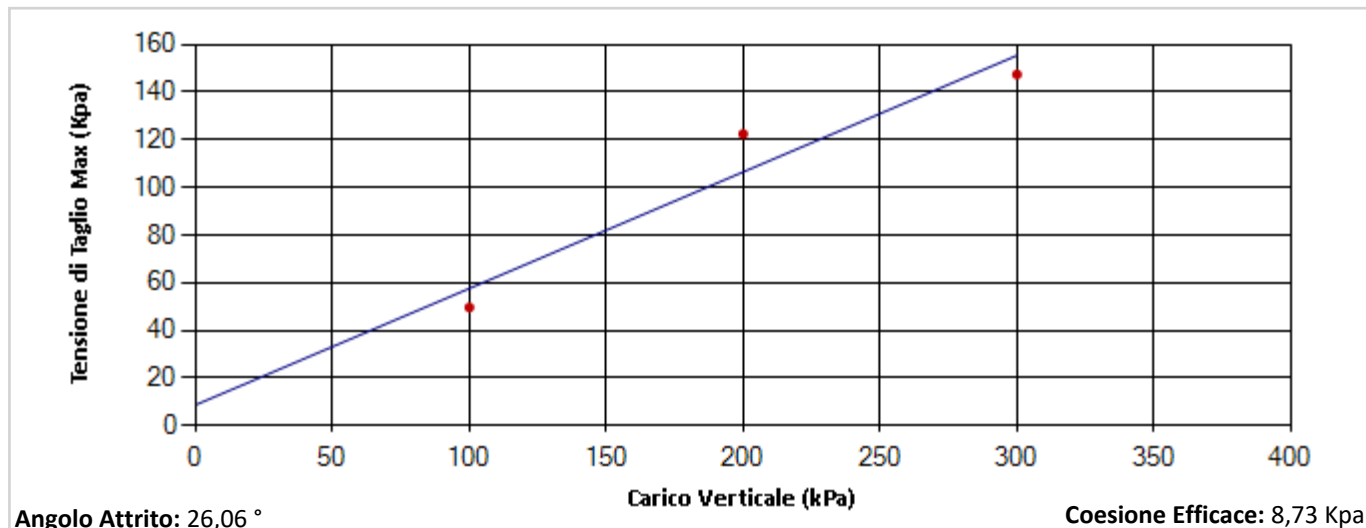


DIAGRAMMA SFORZO DI TAGLIO - CARICO VERTICALE



I valori di prova indicati derivano dall'applicazione di calcoli matematici eseguiti automaticamente dal software di elaborazione delle misure sperimentali

N° Certificato: 1870422	Committente: Amm.ne Comunale di Corvara	Consegna: 14/03/2022	Sondaggio: 1
Data: 01/04/2022	Cantiere: Intervento di messa in sicurezza del versante Nord	Apertura: 29/03/2022	Campione: 1
		Inizio Prova: 29/03/2022	da mt: 8,00
		Fine Prova: 01/04/2022	a mt: 8,40

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Raccomandazioni AGI 1997

DATI SPERIMENTALI

PROVINO 1

Tempo	Deformaz. Verticale	Deformaz. Orizzont.	Sforzo di Taglio
δT (h)	δh (mm)	ϵ (mm)	τ (Kpa)
0,00	0,48	0	0,000
1,00	-	0,21	13,160
2,00	-	0,52	22,230
3,00	-	0,82	29,133
4,00	-	1,08	34,236
5,00	-	1,37	39,237
6,00	-	1,67	43,438
7,00	-	1,97	48,439
8,00	-	2,28	49,240
9,00	-	2,57	49,641
10,00	-	2,88	48,941
11,00	-	3,19	47,641
11,50	-	3,35	47,240

PROVINO 2

Tempo	Deformaz. Verticale	Deformaz. Orizzont.	Sforzo di Taglio
δT (h)	δh (mm)	ϵ (mm)	τ (Kpa)
0,00	0,65	0	0,000
1,00	-	0,23	47,547
2,00	-	0,59	66,845
3,00	-	0,93	94,145
4,00	-	1,31	109,023
5,00	-	1,68	120,508
6,00	-	2,04	122,497
7,00	-	2,41	101,166
8,00	-	2,77	101,942
9,00	-	3,16	100,776
10,00	-	3,51	100,129
10,48	-	3,7	98,963

PROVINO 3

Tempo	Deformaz. Verticale	Deformaz. Orizzont.	Sforzo di Taglio
δT (h)	δh (mm)	ϵ (mm)	τ (Kpa)
0,00	1,08	0	0,000
1,00	-	0,04	22,063
2,00	-	0,19	36,412
3,00	-	0,36	50,261
4,00	-	0,58	62,812
5,00	-	0,79	73,726
6,00	-	1	89,369
7,00	-	1,22	103,481
8,00	-	1,51	122,036
9,00	-	1,78	140,604
10,00	-	2,11	147,325
11,00	-	2,35	142,842
12,00	-	2,61	131,388
13,00	-	2,88	129,399



LABORATORIO GEOTECNICO

Via Cagliari, 3 - 65010 Villa Raspa di Spoltore (PE)
TEL. 085 4155618 Fax 0857993874 gealaboratorio@gmail.com



ISO9001:2015 certificato n° 482343
Autorizzazione Ministeriale n°4536 Settore Terre

Data: 14/03/2022

N. Commessa: 1020322G3

Committente:	Amm.ne Comunale di Corvara
Cantiere:	Intervento di messa in sicurezza del versante Nord

S o n d a g g i o	C a m p i o n e	Profondità m.	POCKET P. Min/ Max Kg/cm² Da / A	W	Yn g/cm³	Ys g/cm³	LIMITI		GRANULOMETRIA				TAGLIO DIRETTO		TAGLIO RESIDUO		E.L.L.	TRX UU	TRX CD / CU			EDO Ed	
							LL	LP	G	S	L	A	C'	φ	C'	φ			Cu	C'	φ		Cu operat.
1	1	8-8,4	7,3-7,6	15,31	1,936	2,7	43,19	24,26		6,1		66,3	27,5	8,73	26,06			Kpa	Kpa				Mpa

REGIONE
ABRUZZO

PROVINCIA
CHIETI

COMUNE
FILETTO

COMMITTENTE

Terra Drilling Technology S.r.l.

OGGETTO

Lavori di “Mitigazione del Rischio Idrogeologico all’Interno del Centro
Storico – Versante Ovest”
– PNRR: Missione 2 – Componente 4 – Sub-Investimento 2.1B

ELABORATO

Report delle indagini geotecniche e geofisiche



Progetto 456_2023
Revisione 0
File G01_R0_Filetto

DATA
Gennaio, 2024

Geo-Land sas
Via Tirino, 82 – 65129 PESCARA
Tel 3395462037 - e-mail paluccidomenico@gmail.com, geolandsas@libero.it



INDICE

1. PREMESSA
2. INDAGINI ESEGUITE
3. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA
4. INDAGINE GEOTECNICA
 - 4.1 Prove penetrometriche dinamiche
5. INDAGINE GEOFISICA
 - 5.1 Sismica a rifrazione
 - 5.2 Sismica Masw attiva
 - 5.3 Misura passiva di microtremore
6. DATI RILEVATI

ALLEGATI

- Ubicazione delle indagini
- Prova penetrometrica dinamica
 - Tabulati
 - Diagrammi
- Prospezione geofisica a rifrazione
 - Sismogrammi
 - Dromocrone
 - Sezione sismostratigrafica
- Sismica MASW
 - Acquisizioni
 - Profilo sismostratigrafico
- Sismica microtremore HVSR
 - Tracce acquisizioni
 - Spettri di risposta



1. PREMESSA

Il rapporto di indagine illustra le modalità e metodologia di esecuzione di una indagine geotecnica e geofisica eseguita nel Comune di Filetto (CH), nell'ambito dei Lavori di "Mitigazione Rischio Idrogeologico all'Interno del Centro Storico – Versante Ovest"- PNRR:Missione 2 – Componente 4 – Sub-Investimento 2.1B.. Nell'indagine sono state effettuate prove penetrometriche dinamiche, prove geofisiche di sismica a rifrazione, masw attiva e microtremore ambientale. La presente relazione è da intendersi esclusivamente come un rapporto tecnico sulle indagini effettuate e costituisce un elaborato specialistico di descrizione delle indagini.

2. INDAGINI ESEGUITE

In relazione al programma d'indagine e alla logistica dei luoghi sono state eseguite le seguenti indagini:

Indagine geotecnica

Prove penetrometriche dinamiche

Codice prova	Profondità m
DPSH_01	6.0

Indagine geofisica

Sismica a rifrazione

Codice prova	Energizzazione	Lunghezza m
SR_01	Onde P	92.0

Masw attiva

Codice prova	Geofoni n	Lunghezza m
M_01	24	92.0

Misura di microtremore

Codice prova	Durata (min)
HVSR_01	30



3. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Per le prove penetrometriche dinamiche è stato utilizzato un penetrometro super pesante della società PAGANI di Calendasco (PC), modello TG 63-200 EML.C., con le seguenti caratteristiche:

Penetrometro utilizzato
Marca Pagani modello TG63-200
Diametro esterno aste 36 mm
Classificazione ISSMFE – DPSH Super Heavy
Peso massa 63.50 kg
Altezza caduta libera 0.75 m
Diametro punta conica 50.50 mm
Area base punta 20.00 cmq
Angolo di apertura punta 90°



Postazione di prova
DPSH_01

Per l'esecuzione delle misure sismiche sperimentali sono state utilizzate le seguenti strumentazione ed attrezzature:

Strumentazione sismica
Sismografo PASI MODELLO 16SG24
Risoluzione di acquisizione: 24 bit con sovra campionamento e post-processing
Formato dati acquisiti: SEG-2 ePASI Standard
24 Geofoni verticali con frequenza 4.5 Hz
1 Energizzatore costituito da massa battente 10 Kg e piastra



Linea sismica
SR 01 – M 01

Per l'esecuzione della misura di microtremore sperimentale sono state utilizzate le seguenti strumentazione ed attrezzature :

Strumentazione sismica passiva microtremori
Tomografo digitale - modello VIBRALOG
Sensore 3D da superficie da 2Hz
Canali acquisibili: da 1 a 4
Risoluzione dei convertitori: 24 bit (tecnologia sigma-delta)
Frequenze di campionamento: 100, 250, 500, 1000, 2000 campioni al secondo
Intervallo di campionamento: 10.0, 2.0, 1.0, 0.5 ms
Amplificazione: 36 dB
Banda passante: 2Hz-30Hz



Base di misura
HVSr 01



4. INDAGINE GEOTECNICA

4.1 Prove penetrometriche dinamiche

Metodologia di prova

La prova penetrometrica è stata effettuata seguendo le procedure ISSMFE – UNI ENV 1997-3 2002 per le prove DPSH. La prova penetrometrica dinamica è stata condotta con l'infissione di una punta d'acciaio nel terreno mediante aste sollecitate in testa da un maglio di 63,5 Kg, in caduta libera da un'altezza di 0,75 m e con frequenza standard. Nel corso dell'avanzamento si sono registrati il numero di colpi per avanzamento di 20 cm della punta ottenendo un profilo continuo di resistenza.

Metodologia interpretativa

Dai dati rilevati dalla prova penetrometrica, utilizzando la formula dinamica degli "Olandesi" si è calcolata la resistenza a rottura R_d (chiamata anche R_{pd}) dinamica della punta nelle prove DPSH, mettendo in relazione, energetica della massa del maglio, la sua altezza di caduta, l'area della punta, l'avanzamento e il peso delle aste. La "Formula Olandese" ha permesso di valutare la resistenza dinamica alla punta (R_{pd}), funzione del numero di colpi N , secondo la relazione di seguito riportata:

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Dove:

R_{pd} = resistenza dinamica punta (Area A)

e = infissione per colpo = δ/N

M = peso massa battente (altezza caduta H)

P = peso totale aste e sistema battuta

In base ai risultati della prova è stata effettuata la suddivisione dell'andamento verticale del terreno investigato, in intervalli caratteristici; ovvero strati con omogenee resistenze geomeccaniche, definiti in base ai corrispondenti intervalli del numero di colpi per avanzamento della punta. I valori della prova, sono stati correlati con le prove SPT (attraverso il coefficiente teorico di energia β_t pari a 1.521) da cui si ricavano, sulla base della ampia produzione bibliografica esistente, i parametri dei terreni.

In particolare le relazioni utilizzate dal programma di elaborazione del numero di colpi misurato sono riportate di seguito:

TERRENI GRANULARI

ϕ' (angolo di attrito efficace):

Nspt -> ϕ' (ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE) (Terreni granulari) - PECK-HANSON-THORBURN

Nspt	ϕ' (°)	Nspt	ϕ' (°)	Nspt	ϕ' (°)	Nspt	ϕ' (°)
5	28,0	30	36,0	55	41,8	80	44,5
10	30,0	35	37,3	60	42,5	85	44,8
15	31,5	40	38,5	65	43,3	90	45,0
20	33,0	45	39,8	70	44,0	95	45,0
25	34,5	50	41,0	75	44,3	100	45,0



Y (peso di volume):

Nspt -> Y (PESO DI VOLUME)
Ysat[t/m³]= peso di volume saturo

TERRENI GRANULARI (Terzaghi-Peck 1948/1967) [e.max = 1 e.min = 1/3 G = 2.65]

Nspt	Ysat	Yd	Nspt	Ysat	Yd	Nspt	Ysat	Yd	Nspt	Ysat	Yd
0	1,83	1,33	25	2,02	1,64	50	2,15	1,85	75	2,20	1,93
5	1,88	1,41	30	2,05	1,69	55	2,16	1,87	80	2,21	1,95
10	1,93	1,50	35	2,08	1,73	60	2,17	1,88	85	2,23	1,97
15	1,96	1,54	40	2,10	1,77	65	2,18	1,90	90	2,24	1,99
20	1,99	1,59	45	2,13	1,81	70	2,19	1,92	95	2,24	1,99

Dr (densità relativa):

Nspt -> Dr DENSITA' RELATIVA (Terreni granulari) - TERZAGHI & PECK (1948-1967) -

Nspt	Dr(%)	Nspt	Dr(%)	Nspt	Dr(%)	Nspt	Dr(%)
5	18	30	65	55	87	80	96
10	35	35	70	60	89	85	98
15	43	40	75	65	91	90	100
20	50	45	80	70	93	95	100
25	58	50	85	75	94	100	100

Nspt = 0 ± 4	sabbia MOLTO SCIOLTA	Dr = 0 ± 15 %
Nspt = 4 ± 10	sabbia SCIOLTA	Dr = 15 ± 35 %
Nspt = 10 ± 30	sabbia MEDIAMENTE ADDENSATA	Dr = 35 ± 65 %
Nspt = 30 ± 50	sabbia ADDENSATA	Dr = 65 ± 85 %
Nspt > 50	sabbia MOLTO ADDENSATA	Dr = 85 ± 100 %

E' (modulo di deformazione drenato):

Nspt -> E' (MODULO DI DEFORMAZIONE DRENATO) (Terreni granulari) - D'APPOLONIA e altri

SABBIE e GHIAIE N.C. (normalmente consolidate)

Nspt	E'(kg/cm²)	Nspt	E'(kg/cm²)	Nspt	E'(kg/cm²)	Nspt	E'(kg/cm²)
5	229,8	30	422,6	55	615,3	80	808,1
10	268,4	35	461,1	60	653,9	85	846,6
15	306,9	40	499,7	65	692,4	90	885,2
20	345,5	45	538,2	70	731,0	95	923,7
25	384,0	50	576,8	75	769,5	100	962,3

SABBIE S.C. (sovra consolidate)

Nspt	E'(kg/cm²)	Nspt	E'(kg/cm²)	Nspt	E'(kg/cm²)	Nspt	E'(kg/cm²)
5	428,5	30	694,5	55	960,5	80	1226,5
10	481,7	35	747,7	60	1013,7	85	1279,7
15	534,9	40	800,9	65	1066,9	90	1332,9
20	588,1	45	854,1	70	1120,1	95	1386,1
25	641,3	50	907,3	75	1173,3	100	1439,3

TERRENI COESIVI

Y (peso di volume), W (umidità), e (indice dei vuoti):

Nspt -> Y (PESO DI VOLUME) (Terreni coesivi)
 $Y_{sat}[t/m^3]$ = peso di volume saturo $Y_d[t/m^3]$ = peso di volume secco W = umidità % e = indice vuoti

TERRENI COESIVI (Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967) [p.specifico G = 2.70]

Nspt	Ysat	W%	e	Nspt	Ysat	W%	e	Nspt	Ysat	W%	e
0	1,60	68	1,833	10	1,90	33	0,892	20	2,02	25	0,667
2	1,75	47	1,267	12	1,92	31	0,842	22	2,04	23	0,628
4	1,80	42	1,125	14	1,95	29	0,795	24	2,07	22	0,591
6	1,85	37	1,000	16	1,97	28	0,750	26	2,09	21	0,556
8	1,87	35	0,945	18	2,00	26	0,708	28	2,10	20	0,545

Cu (Coesione non drenata):

Nspt -> Cu (COESIONE NON DRENATA) (Terreni coesivi) - TERZAGHI & PECK (1948-1967) -

Nspt	Cu(kg/cm ²)	Nspt	Cu(kg/cm ²)	Nspt	Cu(kg/cm ²)	Nspt	Cu(kg/cm ²)
2	0,13	12	0,75	22	1,38	32	2,00
4	0,25	14	0,88	24	1,50	34	2,13
6	0,38	16	1,00	26	1,63	36	2,25
8	0,50	18	1,13	28	1,75	38	2,38
10	0,63	20	1,25	30	1,88	40	2,50

Nspt = 0 ÷ 2	terreno MOLTO MOLLE	Cu = 0.000 ÷ 0.125 kg/cm ²
Nspt = 2 ÷ 4	terreno MOLLE	Cu = 0.125 ÷ 0.250 kg/cm ²
Nspt = 4 ÷ 8	terreno MODERATA CONSISTENZA	Cu = 0.250 ÷ 0.500 kg/cm ²
Nspt = 8 ÷ 15	terreno CONSISTENTE	Cu = 0.500 ÷ 1.000 kg/cm ²
Nspt = 15 ÷ 30	terreno MOLTO CONSIST.	Cu = 1.000 ÷ 2.000 kg/cm ²
Nspt > 30	terreno ESTREMAM.CONSIST.	Cu > 2.000 kg/cm ²

5. INDAGINE GEOFISICA**5.1 Sismica a rifrazione***Metodologia del rilievo*

Il rilievo sismico è consistito nell'acquisizione di un profilo sismico a rifrazione nell'area del progetto. Il profilo sismico è stato eseguito nella posizione planimetrica concordata con la D.L.. Successivamente al tracciamento dell'allineamento sismico, sono stati ancorati i geofoni al terreno e sono stati effettuati gli scoppi; considerate le distanze di energizzazione e la logistica dei luoghi, è stato utilizzato come generatore di onde di taglio, un martello da 10 Kg ed una traversa in legno.

Nello specifico le principali caratteristiche del rilievo sono state le seguenti:

Linea sismica	n.	Geofoni spaziatura (m)	n.	Shot
				geometria
SR_01	24	4.0	9	n. 2 esterni ad una distanza di 1.50 m dal 1° e 24° geofono n. 7 interni tra 3-4°, 6-7°, 9-10°, 12-13°, 15-16°, 18-19°, 21-22° geofono



Eseguito il posizionamento dei geofoni sul terreno, collegati questi tramite morsetti bipolari ai cavi elettrici e questi ultimi al sismografo, sono stati realizzati alcuni *shots* di prova allo scopo di tarare i parametri di acquisizione del sismografo in termini di determinazione del livello del rumore di fondo ed impostazione delle amplificazioni dei canali di registrazione. Effettuata la taratura della strumentazione, si è proceduto all'acquisizione sismica effettuando l'energizzazione (o somma di energizzazioni) su ciascun punto d'impatto (inizio, fine linea e posizioni intermedie).

Metodologia interpretativa

In primo luogo i dati sono stati sottoposti ad una fase di *processing* matematico consistente in filtri, amplificazioni; questa fase è risultata fondamentale per ridurre rumori di fondo e strumentali dai sismogrammi, aumentando il rapporto segnale/rumore ed esaltando i primi arrivi delle onde sismiche. Successivamente si è passati alla fase d'interpretazione consistente, inizialmente, nell'individuazione dei primi arrivi delle onde sulle tracce sismiche (*First Break Point* o *FBP*). I tempi letti sono stati impiegati per ottenere un modello tomografico di velocità. Il metodo tomografico richiede la creazione di un modello iniziale di velocità 1D, attraverso il quale ritracciare i raggi sismici. Dalla elaborazione è stato definito il modello geofisico di riferimento con gli strati di base (*layers*) che definiscono il campo di velocità e interfacce (*interfaces*); all'interno del modello ogni strato è diviso in blocchi nei quali la velocità viene considerata omogenea e isotropa. Dal modello sintetico di riferimento sono state effettuate le inversioni dei tempi di arrivo da cui si è ottenuto la stima del campo di velocità sulla zona attraversata dai corrispondenti raggi delle onde. Dalla comparazione dei tempi calcolati con quelli osservati l'algoritmo modifica il modello iniziale, ripetendo questo processo in maniera iterativa finché l'RMSE (Root Mean Square Error) tra i tempi calcolati e misurati non è minimizzato. Il programma d'inversione utilizzato per ottenere il tomogramma si basa su un algoritmo di tipo iterativo (SIRT: Simultaneous Iteration Reconstruction Technique) il cui scopo è di ricavare il tempo minimo di percorrenza dei raggi tra sorgente e ricevitore per ogni coppia sorgente-ricevitore, attraverso il calcolo del percorso dei raggi e della lentezza (*slowness*). Essendo entrambe le variabili incognite il problema è sottovincolato, l'algoritmo procede con un approccio iterativo ai minimi quadrati. Il risultato finale, rappresenta la capacità dell'inversione tomografica nel risolvere celle di perturbazione e fornisce un'indicazione della risoluzione superficiale del modello. Il risultato è un'immagine bidimensionale che mostra la distribuzione delle velocità sismiche del sottosuolo.



5.2 Sismica Masw attiva

Il metodo MASW (*Multichannel Acquisition Surf Wave*) ha come obiettivo quello di ricostruire il profilo sismostratigrafico di un sito, valutando in particolare la distribuzione della velocità delle onde "S" sia per la ricostruzione tomografica del profilo del sottosuolo che per la definizione *in situ* della Vs30. Il metodo MASW prevede, per ogni verticale di indagine, la costruzione di una curva di dispersione per le onde di superficie, attraverso l'elaborazione di un'immagine di dispersione derivata dall'analisi della propagazione delle onde di Rayleigh. La tecnica di prospezione MASW utilizza quindi un'immagine rappresentativa delle frequenze delle onde superficiali, espressa in funzione della velocità di fase delle stesse. Nell'immagine di dispersione (*Over Tone Image*) viene inoltre enfatizzata cromaticamente l'ampiezza delle vibrazioni evidenziando così le aree corrispondenti al miglior rapporto segnale/disturbo. Una volta individuata la sequenza di frequenze e velocità di fase corrispondenti alla più probabile distribuzione della dispersione nel sottosuolo esaminato (analisi della curva di dispersione) si procede alla ricostruzione delle stratigrafia rappresentativa della distribuzione delle velocità delle onde S tramite l'utilizzo di un algoritmo di inversione.

La tecnica di prospezione MASW può essere così schematizzata:

1. acquisizione delle onde superficiali;
2. costruzione delle curve di dispersione (grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza);
3. inversione delle curve di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs.

Metodologia del rilievo

Il rilievo sismico è consistito nell'acquisizione di un profilo sismico nell'area del progetto. Successivamente al tracciamento dell'allineamento sismico, sono stati ancorati i geofoni al terreno e sono state effettuati gli scoppi; considerate le distanze di energizzazione e la logistica dei luoghi, è stato utilizzato come generatore di onde di compressionali, un martello di 10 kg e una piastra.

Nello specifico le principali caratteristiche dell'array di indagine sono le seguenti:

Linea sismica	n.	Geofoni spaziatura (m)	n.	Shot geometria
M_01	24	4.0	2	esterni ad una distanza di 5.00 m dal 1° e dal 24° geofono

Gli impulsi sismici ricevuti dai geofoni posizionati sulla superficie topografica sono stati acquisiti utilizzando il sismografo con registrazione simultanea, tramite il quale, dopo amplificazione, conversione analogico-digitale e filtraggio, sono stati registrati nell'hard disk di cui il sismografo stesso è dotato. Eseguito il posizionamento dei geofoni sul terreno, collegati questi tramite morsetti bipolari ai cavi elettrici e questi ultimi al sismografo, sono stati realizzati alcuni *shots* di prova allo scopo di tarare i parametri di acquisizione del



sismografo in termini di determinazione del livello del rumore di fondo ed impostazione delle amplificazioni dei canali di registrazione. Effettuata la taratura della strumentazione, si è proceduto all'acquisizione sismica effettuando l'energizzazione. L'istante di tempo zero, ovvero il segnale d'inizio registrazione, è inviato allo strumento da uno *shock-sensor (hammer switch)* posto direttamente sul martello (*trigger*).

Elaborazione dati

Analisi delle immagini di dispersione

Le immagini di dispersione rappresentano, in forma grafica, lo spettro di dispersione delle onde di Rayleigh che si propagano nel sottosuolo dell'area indagata. Le immagini illustrano la dispersione vera e propria intesa come variazione della velocità di fase in funzione delle frequenze dello spettro. Evidenziano inoltre l'ampiezza delle vibrazioni (energia associata) utilizzando variazioni di toni di colori. L'obiettivo dell'analisi dell'immagine di dispersione è l'individuazione del “tono fondamentale” della vibrazione (*fundamental mode*), distinguendolo da tutti gli ipertoni associati (*higher tone*) e dai rumori di fondo (*noise*). L'individuazione del “tono fondamentale” permette di giungere alla principale chiave di lettura della prospezione cioè all'individuazione della “curva di dispersione” e quindi, tramite inversione, alla ricostruzione della sequenza sismostratigrafica del sito indagato.

Elaborazioni delle tracce sismiche

Il profilo delle Vs è determinato sulla base di un algoritmo iterativo di inversione che utilizza i dati ottenuti dallo studio della curva di dispersione.

L'algoritmo si basa sulle seguenti considerazioni:

- 1) la frequenza è direttamente legata alla profondità di indagine (basse frequenze alte profondità);
- 2) la velocità di fase dipende essenzialmente dalle proprietà elastiche dei materiali interessati dal propagarsi della perturbazione.

L'algoritmo di inversione tiene inoltre conto della necessità di soddisfare la seguente relazione:

$$z_f = a \lambda f$$

dove:

z_f = profondità di propagazione della frequenza f ;

a = coefficiente adimensionale;

λf = lunghezza d'onda corrispondente alla frequenza f .

Le iterazioni necessarie per l'elaborazione in precedenza descritta avvengono tramite l'utilizzo di un programma di calcolo specifico.

In allegato sono riportate sia le immagini di dispersione (*Over Tone Image*) relative alla somma di ogni shot effettuato con relative curve di dispersione, che la sezione stratigrafica per velocità di propagazione delle onde S ottenuta tramite inversione.



5.3 Sismica passiva di microtremore

Nel sito oggetto del presente lavoro, è stata realizzata una misura di microtremori che ha perseguito l'obiettivo di individuare la frequenza fondamentale di risonanza del terreno. Lo strumento di registrazione è stato posizionato al di fuori del complesso edilizio. L'indagine di sismica passiva a stazione singola è consistita in una misura in campo libero di durata pari a 30 minuti.

Metodologia di rilievo

Le acquisizioni sono state effettuate in assenza e in sostanziali condizioni di basso rumore ambientale, scegliendo una finestra temporale di acquisizione di 30 minuti per garantire la stabilità del segnale e filtrare eventuali fenomeni transienti. Nella registrazione del rumore sismico al suolo la componente longitudinale N-S dello strumento è stata orientata secondo il N magnetico. I dati così registrati sono stati elaborati mediante il software dedicato che opera il trattamento matematico e l'analisi spettrale del segnale. Per l'elaborazione dei dati è stata seguita la procedura consigliata nelle linee guida del SESAME (Site Effects assessment using Ambient Excitations), un progetto di ricerca europeo condotto nel triennio 2003-2005 al fine di standardizzare e migliorare le tecniche di microzonazione sismica attraverso le misure del rumore ambientale.

Elaborazione dei dati

L'interpretazione consente di correlare il valore di un eventuale picco dello spettro di risposta HVSR con la profondità del substrato roccioso compatto (bedrock geofisico) e di individuare una corrispondenza tra i valori di frequenza relativi alle discontinuità sismiche e i cambi litologici presenti nell'immediato sottosuolo. Interpretando i minimi della componente verticale come risonanza del modo fondamentale dell'onda Rayleigh e i picchi delle componenti orizzontali come contributo delle onde SH, si possono ricavare il valore di frequenza caratteristica del sito. I dati spettrali risultanti dalle elaborazioni numeriche effettuate si analizzano in genere entro l'intervallo 0,1-20,0 Hz, in quanto oltre tale limite si ritiene che non vi siano frequenze significative dal punto di vista geologico e ingegneristico. Nella misura di microtremore HVSR_01, già dalle prime fasi di analisi della registrazione, ovvero durante l'importazione della traccia, si è notata una certa dispersione dei dati intorno al dato medio (Average H/V) che ha reso necessario l'eliminazione dei transienti nel dominio delle frequenze (rumore).



6. DATI RILEVATI

Nel corso della prova penetrometrica dinamica si sono registrate resistenze variabili con la profondità, i dati rilevati sono riportati di seguito.

Prova DPSH1

Intervallo	Profondità m	Resistenze	
		N. colpi	N _{SPT}
1	0.8	2 - 5	5
2	1.8	6 - 13	15
3	6.0	38 - 74	>50 (73)

L'interpretazione dei dati sismici di superficie, ha consentito la ricostruzione di una sezione tomografica che ha raggiunto la profondità di 28.0 m. La sezione tomografica individua un primo sismostrato, fino a circa 7.0 m di profondità dal p.c., con risposta sismica piuttosto omogenea (Vp 1000-1050 m/s). A seguire, fino alla profondità di circa 15.0 m, si individua un secondo sismostrato con isolinee di velocità regolari e parallele collegabili a materiali con buona risposta sismica (Vp 1200-1300 m/s). A maggiori profondità maggiori, il terzo sismostrato risulta con risposta sismica omogenea (Vp 1400-1450 m/s).

Sismostrato	Caratteristiche sismostratigrafiche	Spessore m	Velocità rilevate m/s Vp
1	Materiale con media risposta sismica	7.0	1000-1050
2	Materiale con buona risposta sismica	8.0-9.0	1200-1300
3	Materiale con buona rigidità sismica		1400-1450

L'indagine sismica con metodologia Masw, individua i seguenti profili sismici di sintesi:

Masw1-shot1

Sismostrato	Profondità m	Spessore m	Vs m/s
1	1.8	1.8	210
2	8.5	6.7	370
3	14.7	6.2	400
4	31.9	17.2	460
5	33.6	1.7	500

Masw1-shot2

Sismostrato	Profondità m	Spessore m	Vs m/s
1	1.5	1.5	200
2	8.2	6.7	380
3	15.4	7.2	410
4	32.6	17.2	450
5	34.1	1.5	510

Categoria di suolo

Profondità piano di posa [m] 0.00

Vs,eq(30) [m/sec] 397.6 (Masw1-Shot1) – 399.2 (Masw1-Shot2)

Categoria del suolo B – Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti



Le curve H/V relative alle misura di microtremore condotta in campo libero mostra un picco principale alla frequenza di 8.42 ± 0.38 Hz.

Pescara, Gennaio 2024

A handwritten signature in black ink is written over a red rectangular stamp that contains the text "GEO-LAND S.R.L." in a bold, sans-serif font.

ALLEGATI

UBICAZIONE INDAGINI



LEGENDA

INDAGINE GEOTECNICA

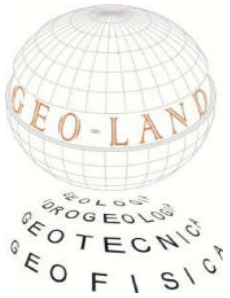
DPSH ▼ Prova penetrometrica dinamica

INDAGINI GEOFISICHE

SR 1 24
Linea sismica a rifrazione in Onde P

M 1 24
Linea sismica Masw

HVSR □ Misura microtremore



GEO-LAND sas di Palucci D. & C.
Via Tirino, 82 65129 PESCARA
tel/fax 08567589 3395462037
geolandsas@libero.it geo-land@pec.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DATI DELLA PROVA

Committente: **Terra Drilling Technology S.r.l.**
Opera: **Lavori di "Mitigazione del Rischio Idrogeologico all'Interno del Centro Storico - Versante Ovest"**
Località: **Filetto (CH)**

Codice prova
DPSH_01

DATI PROVA

NORMATIVA DI RIFERIMENTO : **ISSMFE (1988) - UNI ENV 1997-3 2002**
DATA ESECUZIONE : **29/12/2023**
QUOTA INIZIO PROVA : **piano campagna**
PREFORO : **0.00 m**
PRESENZA DI ACQUA SOTTERRANEA : **non rilevata**
PROFONDITA' PROVA : **6.00 m**
OPERATORI : **dott. G. Smarrelli**

PENETROMETRO UTILIZZATO

PENETROMETRO DINAMICO SUPER PESANTE **COSTRUTTORE : Pagani Geotechnical Equipment**
CLASSIFICAZIONE ISSMFE (1988) - M >60 kg - DPSH Super Heavy **MODELLO : TG 63/200 N**

CARATTERISTICHE TECNICHE

PESO MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg	LUNGHEZZA ASTE	La = 1,00 m
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m	PESO ASTE PER METRO	Ma = 8,00 kg
PESO SISTEMA BATTITURA	Ms = 30,00 kg	PROF. GIUNZIONE 1^ ASTA	P1 = 0,80 m
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 50,50 mm	AVANZAMENTO PUNTA	δ = 0,20 m
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,00 cm ²	NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20)
ANGOLO DI APERTURA PUNTA	α = 90°	RIVESTIMENTO/FANGHI	NO

ENERGIA SPECIFICA PER COLPO $Q = (MH)/(A\delta) = 11,91 \text{ kg/cm}^2$ (prova SPT : $Q_{spt}=7,83 \text{ kg/cm}^2$)
COEFF. TEORICO DI ENERGIA $\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,521$ ($N_{spt} = \beta_t N$)

RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA q_{cd} (Formula Olandese) $q_{cd} = M^2 H / (Ae(M+P)) = M^2 H N / A\delta (M+P)$
A = area M = peso massa battente (altezza caduta H)
e = infissione per colpo = δ/N P = peso totale aste e sistema battuta

NOTE

La prova è stata interrotta per avanzamento nullo del sistema aste-punta



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

TABELLE VALORI DI RESISTENZA

Codice prova **DPSH_01**

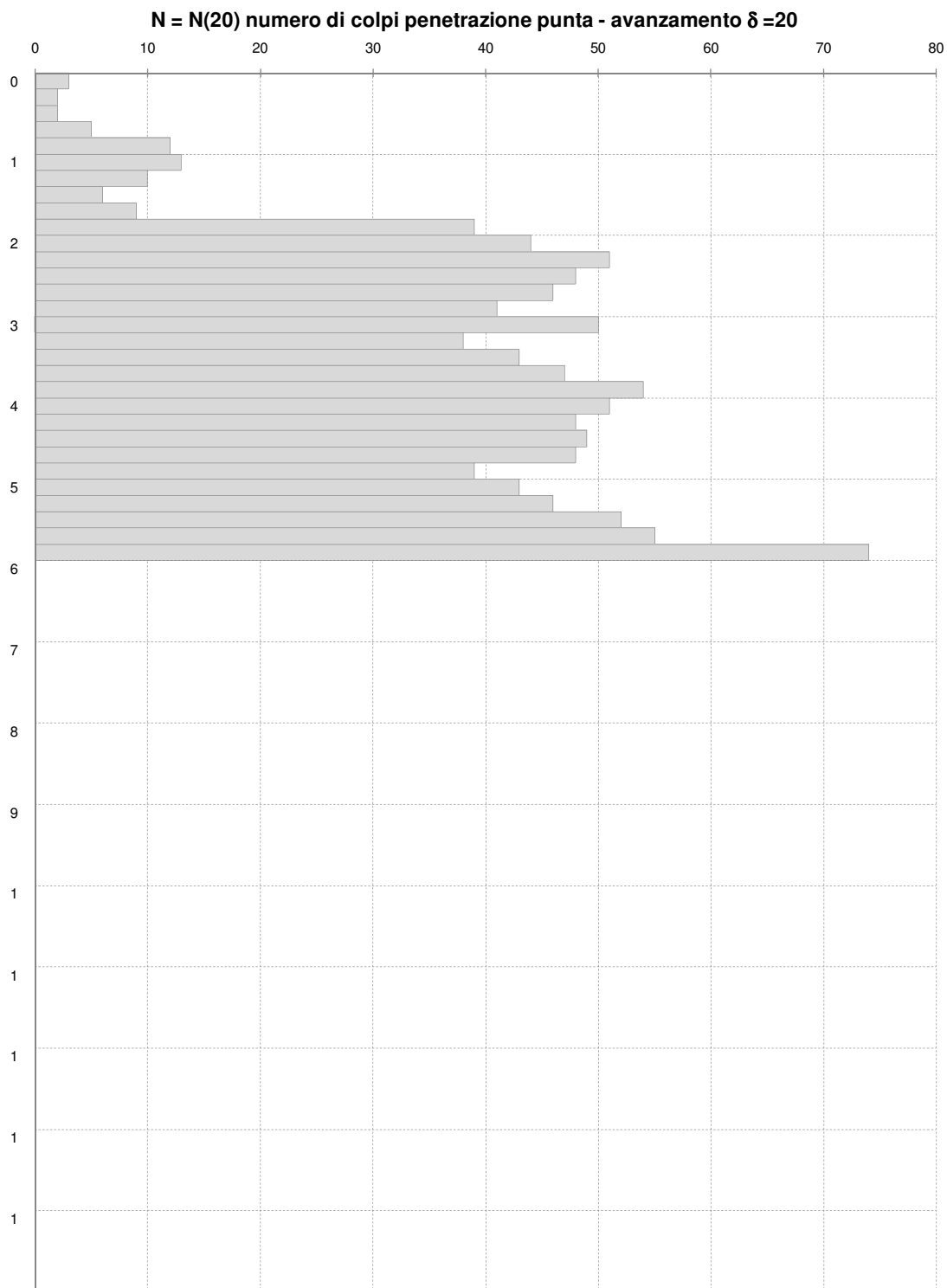
Profondità m	N colpi punta	qcd kg/cm ²	N colpi rivestimento	asta	Profondità m	N colpi punta	qcd kg/cm ²	N colpi rivestimento	asta
0.00 - 0.20	3	22.3	---	1	3.00 - 3.20	50	301.2	---	4
0.20 - 0.40	2	14.9	---	2	3.20 - 3.40	38	228.9	---	5
0.40 - 0.60	2	14.9	---	2	3.40 - 3.60	43	259.0	---	5
0.60 - 0.80	5	37.2	---	2	3.60 - 3.80	47	283.1	---	5
0.80 - 1.00	12	82.9	---	2	3.80 - 4.00	54	305.8	---	5
1.00 - 1.20	13	89.8	---	2	4.00 - 4.20	51	288.8	---	5
1.20 - 1.40	10	69.0	---	3	4.20 - 4.40	48	271.8	---	6
1.40 - 1.60	6	41.4	---	3	4.40 - 4.60	49	277.5	---	6
1.60 - 1.80	9	62.1	---	3	4.60 - 4.80	48	271.8	---	6
1.80 - 2.00	39	250.9	---	3	4.80 - 5.00	39	208.4	---	6
2.00 - 2.20	44	283.1	---	3	5.00 - 5.20	43	229.8	---	6
2.20 - 2.40	51	328.2	---	4	5.20 - 5.40	46	245.8	---	7
2.40 - 2.60	48	308.9	---	4	5.40 - 5.60	52	277.8	---	7
2.60 - 2.80	46	296.0	---	4	5.60 - 5.80	55	293.9	---	7
2.80 - 3.00	41	247.0	---	4	5.80 - 6.00	74	374.2	---	7



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DIAGRAMMA NUMERO DI COLPI

Codice prova **DPSH_01**

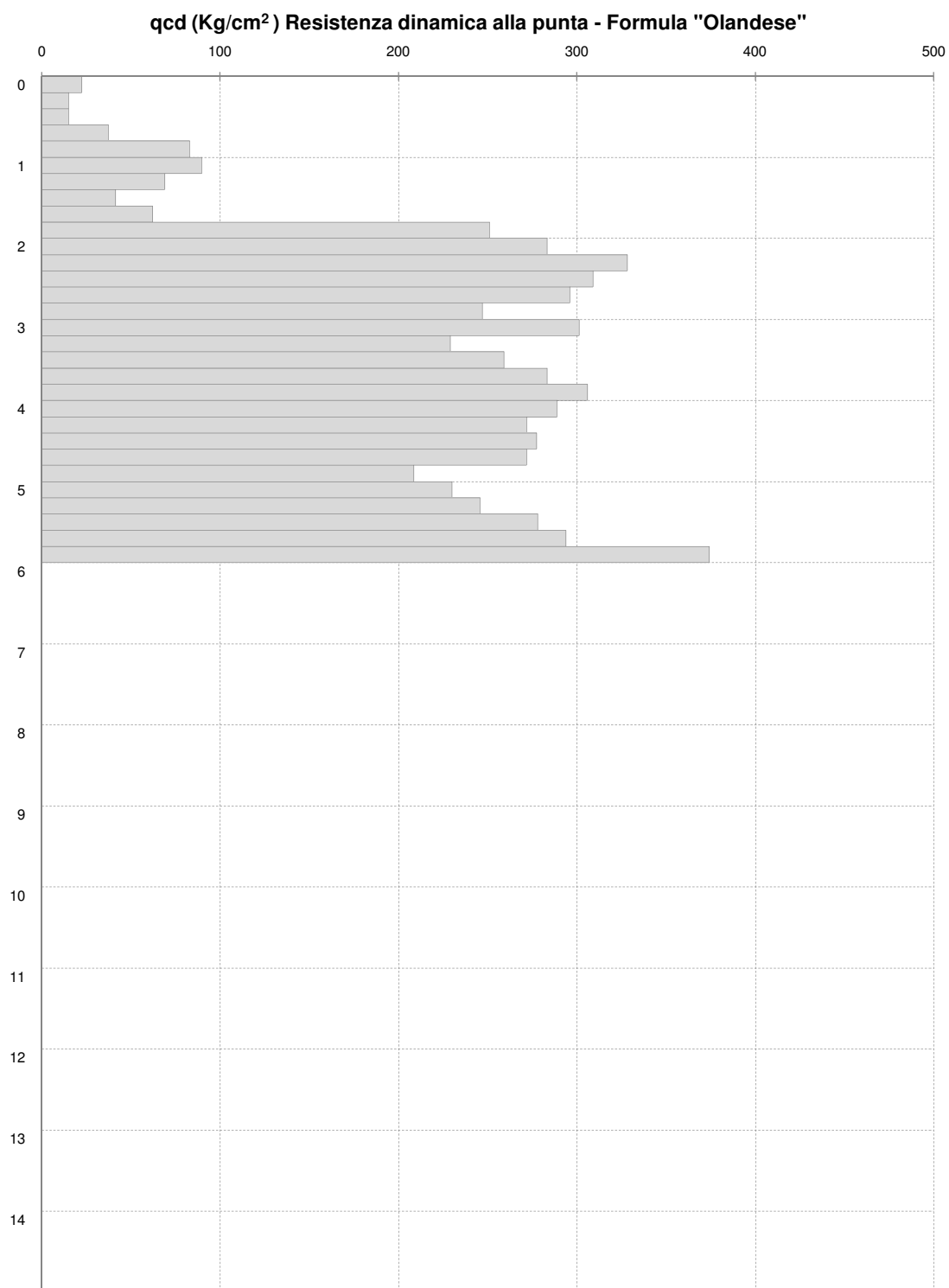




PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

DIAGRAMMA RESISTENZA ALLA PUNTA

Codice prova **DPSH_01**





PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

ELABORAZIONE STATISTICA - N_{SPT} - PARAMETRI GEOTECNICI

Codice prova **DPSH_01**

PARAMETRI GENERALI												
n°	profondità m	statistica	VCA colpi	β	Nspt colpi	qcd kg/cm ²	qc kg/cm ²	Vs m/sec	G kg/cm ²	Q kg/cm ²	natura	descrizione
1	0.00 : 0.80	Media	3	1.52	5	22	20	83	43	1.12	Coes./Gran.	
2	0.80 : 1.80	Media	10	1.52	15	69	62	125	105	3.45	Coes./Gran.	
3	1.80 : 6.00	Media	48	1.52	73	278	260	222	371	13.89	Coes./Gran.	

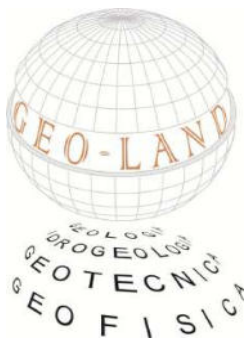
			NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE						
n°	profondità m	Nspt colpi	Cu kg/cm²	Ysat t/m³	W %	ø -	Mo kg/cm²	Dr %	ø °	E' kg/cm²	Ysat t/m³	Yd t/m³	Mo kg/cm²	Liq. -
1	0.00 : 0.80	5	0.31	1.83	39	1.06	33	18	25	230	1.88	1.41	41	---
2	0.80 : 1.80	15	0.94	1.96	29	0.77	59	43	32	307	1.96	1.54	63	---
3	1.80 : 6.00	73	4.56	2.10	20	0.55	177	94	53	754	2.20	1.93	832	---

N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento $\delta = 20$ cm) q_{cd} : resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
 β : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico $\beta_t = 1.52$) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 20$ cm)

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento $\delta = 30$ cm)

MO: MODULO DEFORMAZIONE Coesivo e Granulare

DR % = densità relativa $\phi' (^\circ)$ = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
 $e (-)$ = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno



GEO-LAND sas di Palucci D. & C.
Via Tirino, 82 65129 PESCARA
tel/fax 08567589 3395462037
geolandsas@libero.it geo-land@pec.it

foglio 1 di 5

PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE

DATI DELLA PROVA

Committente: **Terra Drilling Technology S.r.l.**
Opera: **Lavori di "Mitigazione del Rischio Idrogeologico all'Interno del Centro Storico - Versante Ovest"**
Località: **Filetto (CH)**

Codice prova
SR_01

DATI PROVA

DATA ESECUZIONE : **29/12/2023**
LUNGHEZZA LINEA : **92,00 m**
ENERGIZZAZIONE : **Onde P**
N. GEOFONI : **24 (frequenza 4,5 Hz)**
N. SCOPPI : **9**
ENERGIZZAZIONE : **Massa battente 10 Kg, piastra in duralluminio**
OPERATORI : **dott. G. Smarrelli - dott. geol. A. De Carolis**

SISMOGRAFO UTILIZZATO

SISMOGRAFO PASI

MODELLO : 16SG24

CARATTERISTICHE TECNICHE

SUPPORTO MEMORIZZAZIONE	Hard-Disk da 40 Gb	TRATTAMENTO DATI	Float Point 32 bit
RISOLUZIONE ACQUISIZIONE	24 bit	AMBIENTE OPERATIVO	WindowsXP

NOTE

Il responsabile della sperimentazione
dott. geol. Domenicantonio Palucci



PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE

SISMOGRAMMI

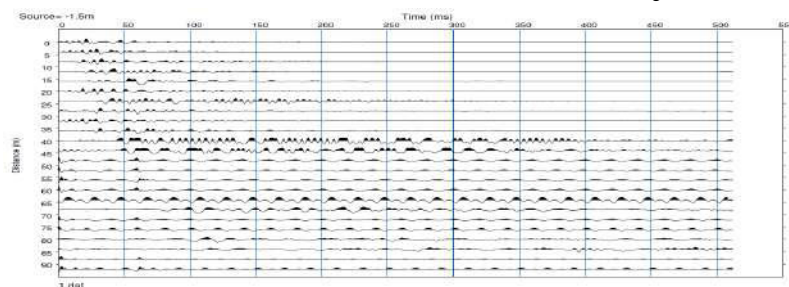
Codice prova **SR_01**

Energizzazione **Onde P**

Shot 1

Posizione energizzazione: -1,50 m
Frequenza campionamento 0,00013 sec
Stack: n. 2

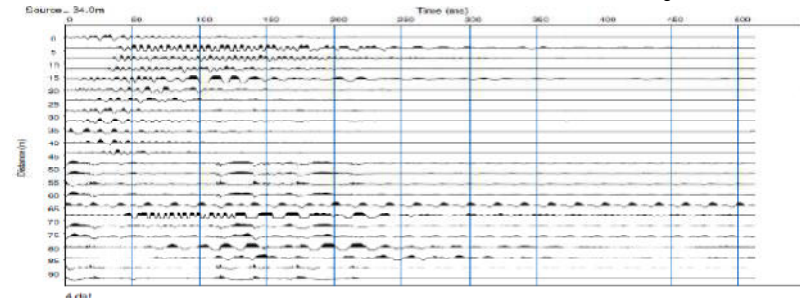
Posizione ricevitori: 1,5 m
Lunghezza registrazione: 0,55 sec
Interdistanza geofoni: 4,00 m



Shot 4

Posizione energizzazione: 34,00 m
Frequenza campionamento 0,00013 sec
Stack: n. 2

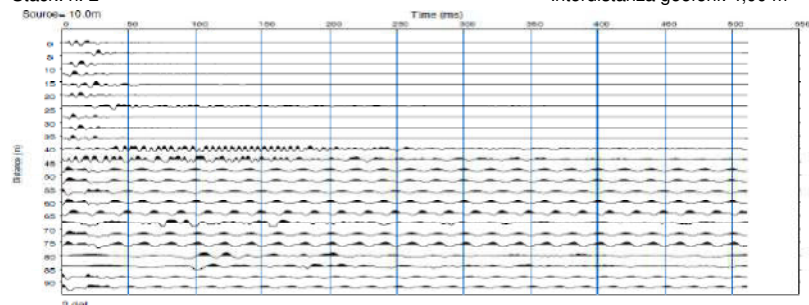
Posizione ricevitori: 2,00 m
Lunghezza registrazione: 0,55 sec
Interdistanza geofoni: 4,00 m



Shot 2

Posizione energizzazione: 10,00 m
Frequenza campionamento 0,00013 sec
Stack: n. 2

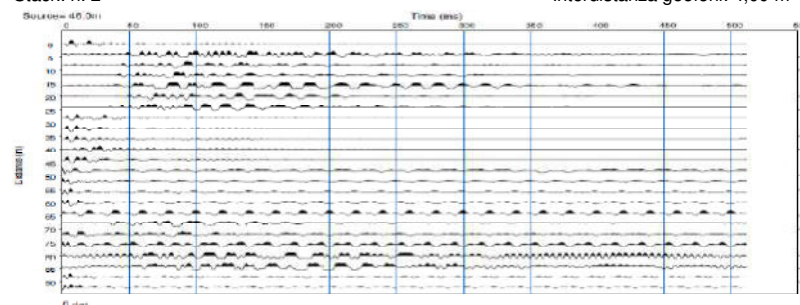
Posizione ricevitori: 2,00 m
Lunghezza registrazione: 0,55 sec
Interdistanza geofoni: 4,00 m



Shot 5

Posizione energizzazione: 46,00 m
Frequenza campionamento 0,00013 sec
Stack: n. 2

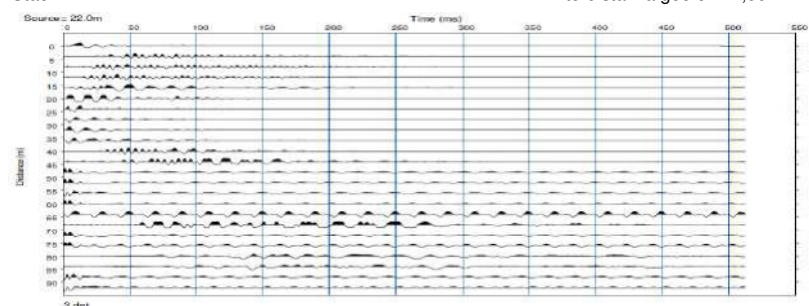
Posizione ricevitori: 2,00 m
Lunghezza registrazione: 0,55 sec
Interdistanza geofoni: 4,00 m



Shot 3

Posizione energizzazione: 22,00 m
Frequenza campionamento 0,00013 sec
Stack: n. 2

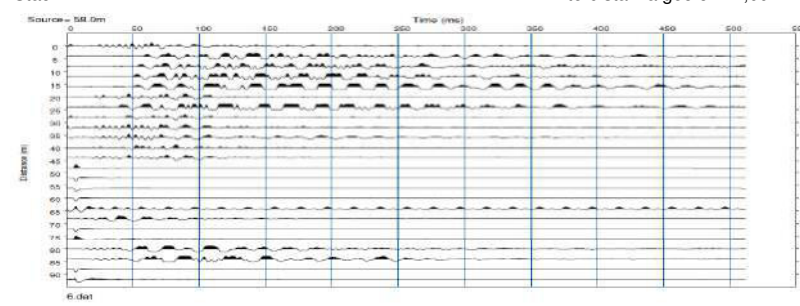
Posizione ricevitori: 2,00 m
Lunghezza registrazione: 0,55 sec
Interdistanza geofoni: 4,00 m



Shot 5

Posizione energizzazione: 58,00 m
Frequenza campionamento 0,00013 sec
Stack: n. 2

Posizione ricevitori: 2,00 m
Lunghezza registrazione: 0,55 sec
Interdistanza geofoni: 4,00 m





PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE

SISMOGRAMMI

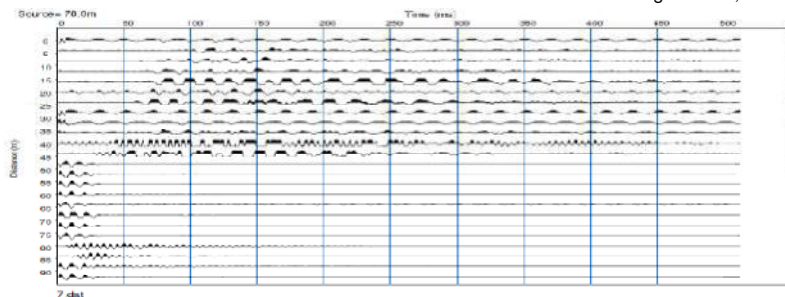
Codice prova **SR_01**

Energizzazione **Onde P**

Shot 7

Posizione energizzazione: 70,00 m
Frequenza campionamento 0,00013 sec
Stack: n. 2

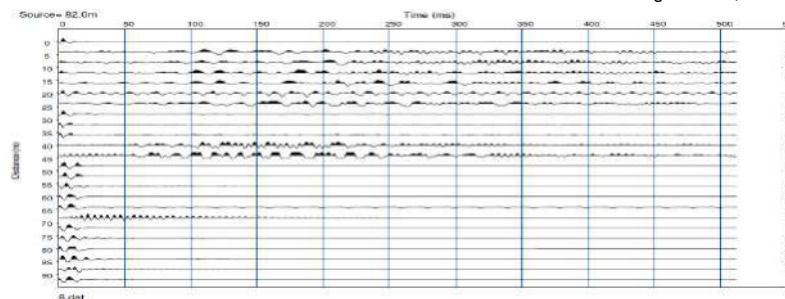
Posizione ricevitori: 2,00 m
Lunghezza registrazione: 0,55 sec
Interdistanza geofoni: 4,00 m



Shot 8

Posizione energizzazione: 82,00 m
Frequenza campionamento 0,00013 sec
Stack: n. 2

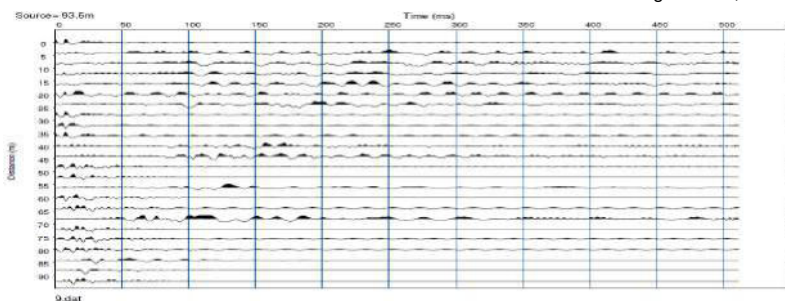
Posizione ricevitori: 2,00 m
Lunghezza registrazione: 0,55 sec
Interdistanza geofoni: 4,00 m



Shot 9

Posizione energizzazione: 93,50 m
Frequenza campionamento 0,00013 sec
Stack: n. 2

Posizione ricevitori: 1,5 m
Lunghezza registrazione: 0,55 sec
Interdistanza geofoni: 4,00 m



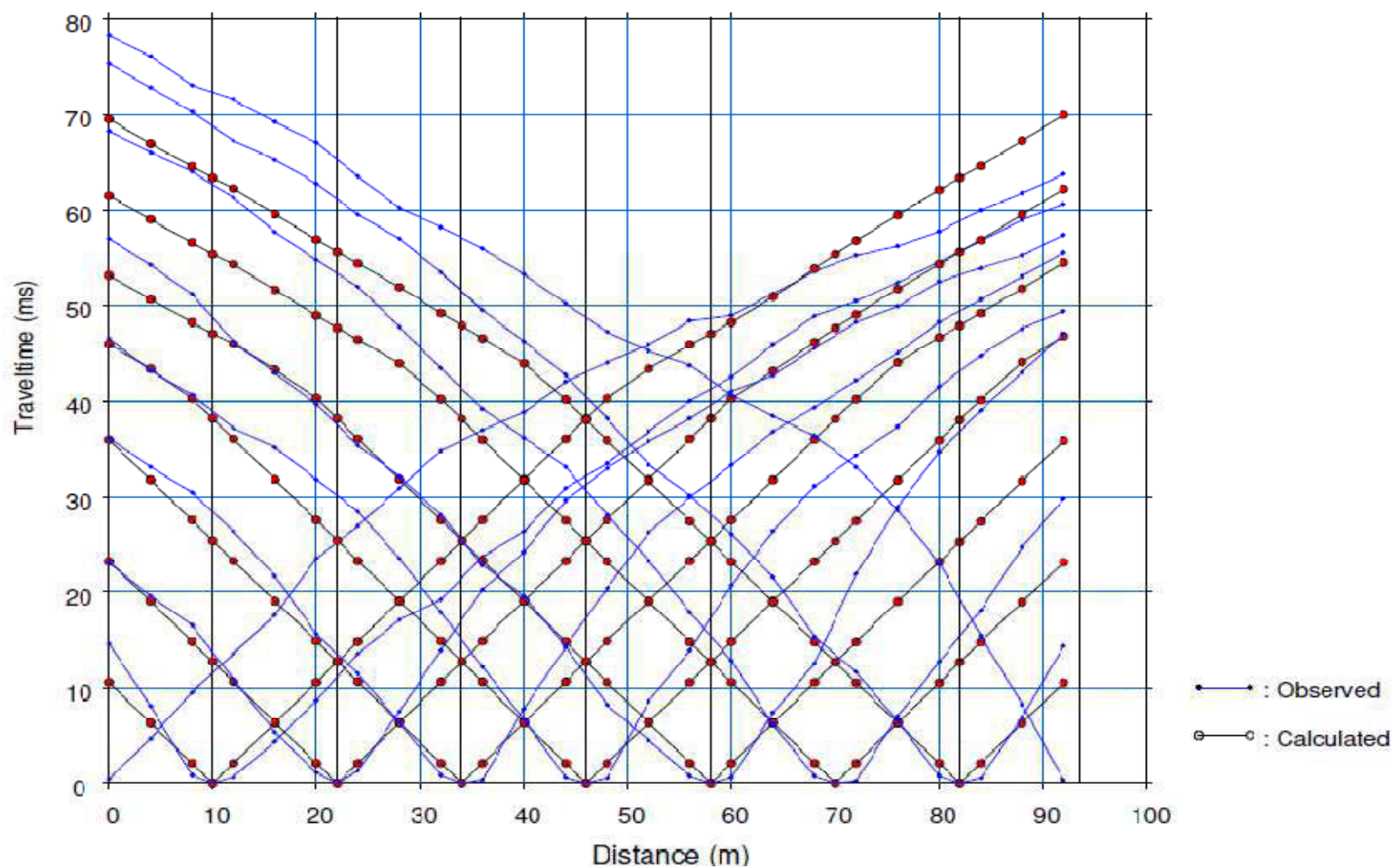


PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE

DROMOCRONE

Codice prova **SR_01**

Energizzazione **Onde P**



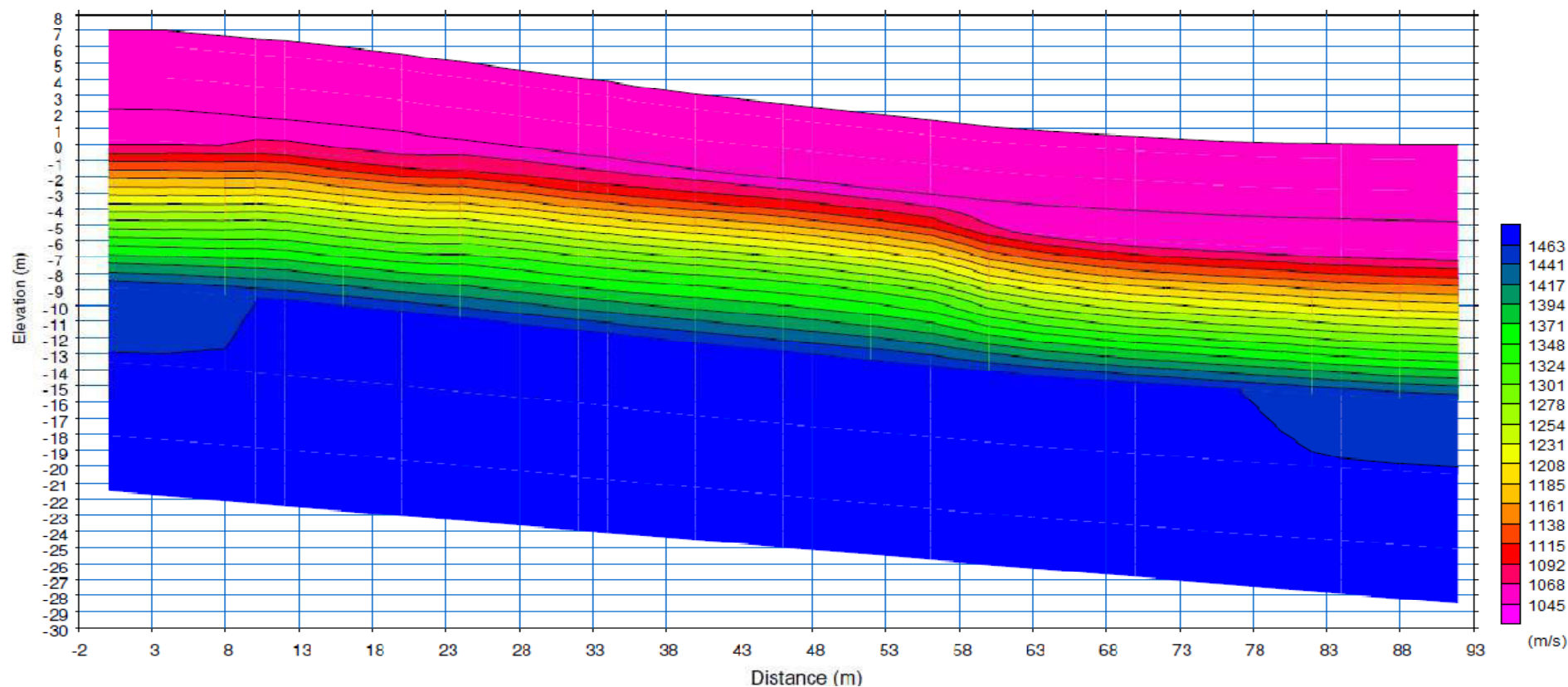


PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE

SEZIONE TOMOGRAFICA

Codice prova **SR_01**

Energizzazione **Onde P**





GEO-LAND sas di Palucci D. & C.
Via Tirino, 82 65129 PESCARA
tel/fax 08567589 3395462037
geolandsas@libero.it geo-land@pec.it

PROSPEZIONE SISMICA ATTIVA (MASW)

DATI DELLA PROVA

Committente: **Terra Drilling Technology S.r.l.**

Opera: **Lavori di "Mitigazione del Rischio Idrogeologico all'Interno del Centro Storico - Versante Ovest"**

Località: **Filetto (CH)**

Codice prova

M_01

DATI PROVA

DATA ESECUZIONE :	29/12/2023
LUNGHEZZA LINEA :	92,00 m
ENERGIZZAZIONE :	ONDE P
N. GEOFONI :	24 (frequenza 4,5 Hz)
N. SCOPPI	2
ENERGIZZAZIONE :	Massa battente 10 Kg, piastra
OPERATORI :	dott. G. Smarrelli - dott. geol. A. De Carolis

SISMOGRAFO UTILIZZATO

SISMOGRAFO PASI

MODELLO : 16SG24

CARATTERISTICHE TECNICHE

SUPPORTO MEMORIZZAZIONE	Hard-Disk da 40 Gb	TRATTAMENTO DATI	Float Point 32 bit
RISOLUZIONE ACQUISIZIONE	24 bit	AMBIENTE OPERATIVO	WindowsXP

NOTE

Il responsabile della sperimentazione
dott. geol. Domenicantonio Palucci



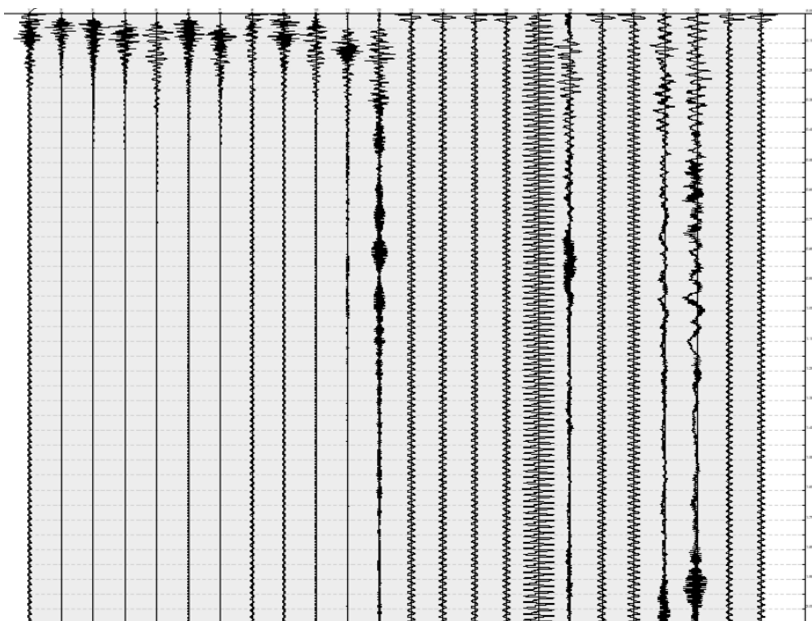
PROSPEZIONE SISMICA ATTIVA (MASW)

ACQUISIZIONI - INVERSIONE - PROFILO SISMOSTRATIGRAFICO

Codice prova **M_01**

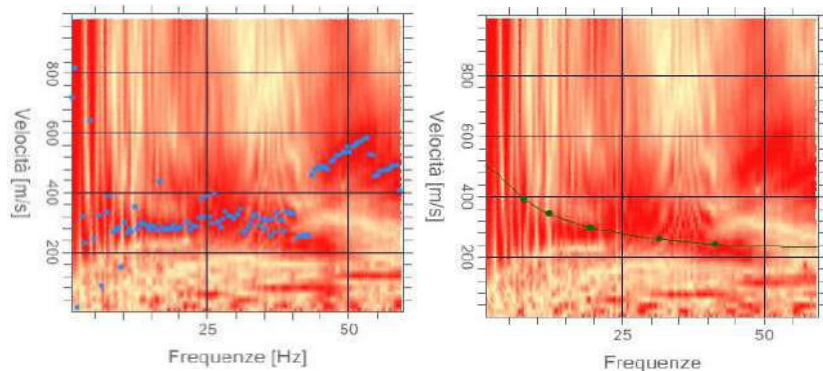
SHOT 1

Tracce acquisizione



Strumento MAE X610-S
Sorgente Martello 10 Kg, piastra alluminio
Frequenza geofoni 4,5 Hz
Spaziatura geofoni 4,00 m
Posizione energizzazione 0,00
Posizione ricevitori 5,00 m
Frequenza campionamento 0,5 msec
Lunghezza registrazione: 2 sec
Stack: n. 2

Spettro velocità inversione



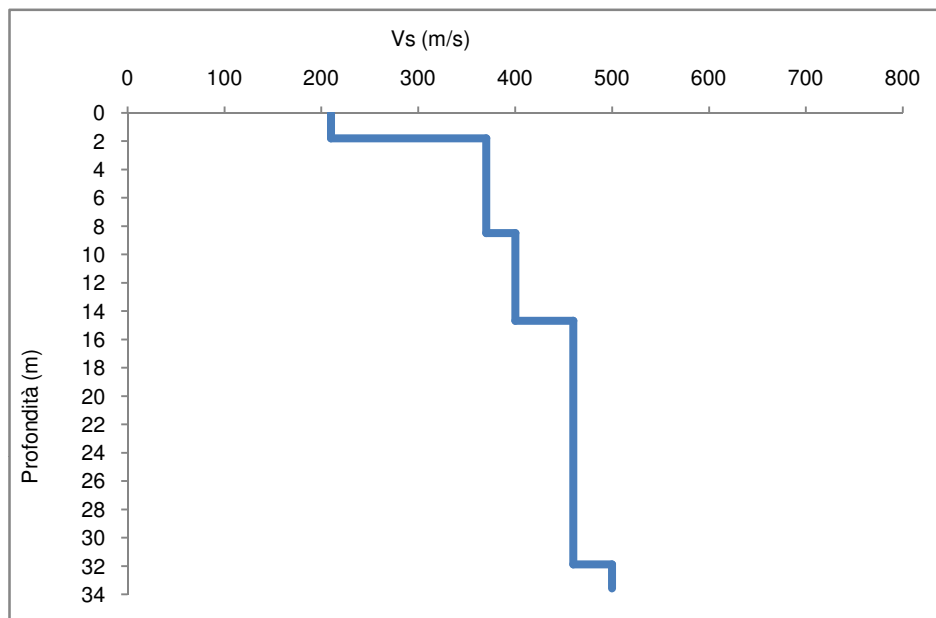
Curva di dispersione

n.	Frequenza	Velocità	Modo
1	13.5	517.2	0
2	18.1	481.1	0
3	32.6	429.5	0
4	38.4	424.3	0

Percentuale di errore 0.003%

Fattore disadattamento soluzione 0.007

Profilo di velocità



Sismostrato	Profondità	Velocità sismica Vs m/s
n	m	
1	1.8	210
2	8.5	370
3	14.7	400
4	31.9	460
5	33.6	500



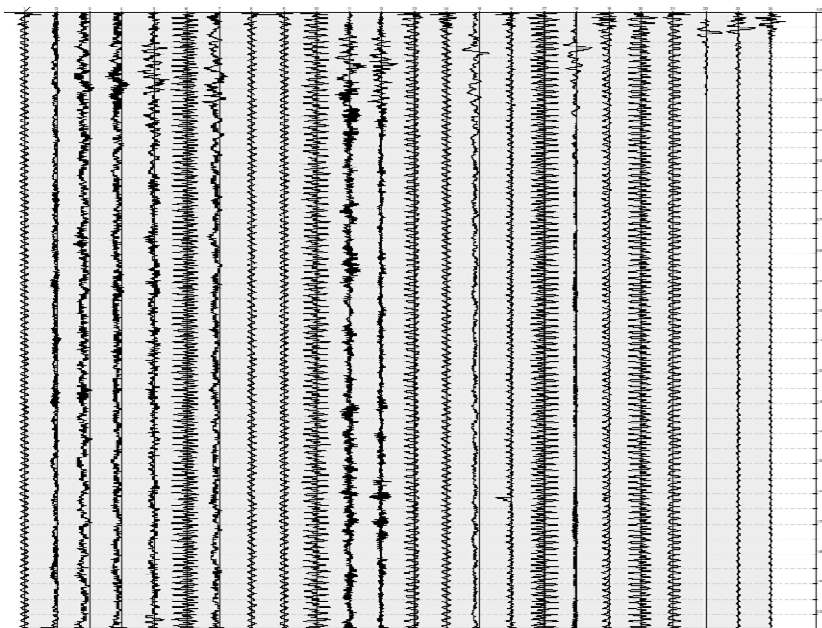
PROSPEZIONE SISMICA ATTIVA (MASW)

ACQUISIZIONI - INVERSIONE - PROFILO SISMOSTRATIGRAFICO

Codice prova **M_01**

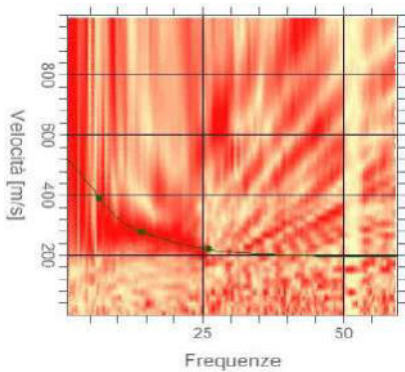
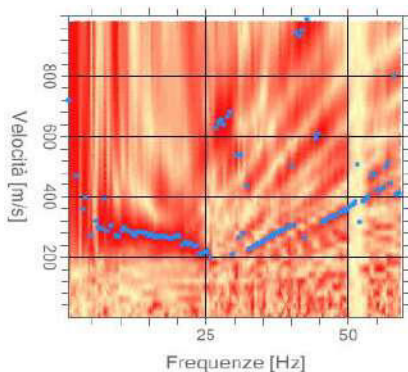
SHOT 2

Tracce acquisizione



Strumento MAE X610-S
Sorgente Martello 10 Kg, piastra alluminio
Frequenza geofoni 4,5 Hz
Spaziatura geofoni 4,00 m
Posizione energizzazione 102,0
Posizione ricevitori 5,00 m
Frequenza campionamento 0,5 msec
Lunghezza registrazione: 2 sec
Stack: n. 2

Spettro velocità inversione

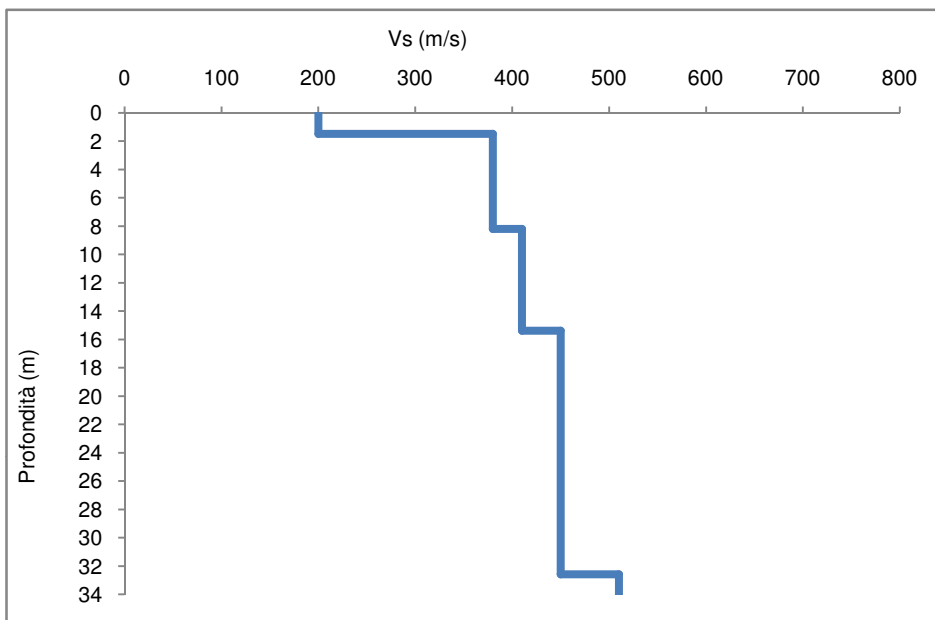


Curva di dispersione

n.	Frequenza	Velocità	Modo
1	6.6	391.8	0
2	14.2	277.5	0
3	26.1	218.5	0

Percentuale di errore 0.004%
Fattore disadattamento soluzione 0.011

Profilo di velocità



Sismostrato	Profondità	Velocità sismica Vs m/s
n	m	
1	1.5	200
2	8.2	380
3	15.4	410
4	32.6	450
5	34.1	510



REGISTRAZIONE MICROTREMORI

Prova HVSR

ACQUISIZIONI ELABORAZIONI

Committente: **Terra Drilling Technology S.r.l.**
Oggetto: **Lavori di "Mitigazione del Rischio Idrogeologico all'Interno
del Centro Storico – Versante Ovest"**
Località: **Filetto (CH)**

Codice prova: **HVSR_01**
foglio 1 di 2

Data: 29/12/2023

Operatore: dott. geol. A. De Carolis

STRUMENTAZIONE

Tromografo M.A.E. Vibralog

Sensore 3D da superficie da 2Hz

Canali acquisibili: da 1 a 4

Risoluzione dei convertitori: 24 bit (tecnologia sigma-delta)

Frequenze di campionamento: 100, 250, 500, 1000, 2000 campioni al secondo

Intervallo di campionamento: 10.0, 2.0, 1.0, 0.5 ms

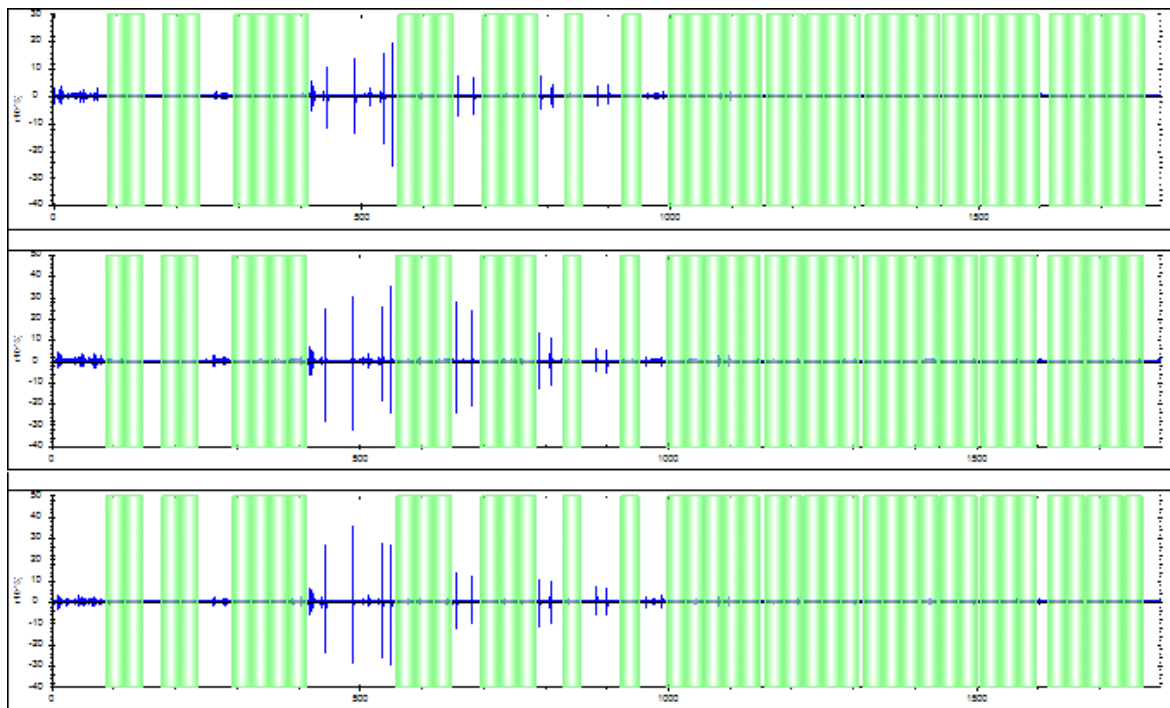
Amplificazione: 36 dB

Banda passante: 2Hz-30Hz

ACQUISIZIONE TRACCE

file: FIL.BIN

durata: 00:30:00



ELABORAZIONE

frequenza di campionamento:	250 Hz
finestre temporali (nw):	40
tempo di ogni finestra (Lw):	30 s
intervallo di ricerca:	0.3-30.0 Hz
costante di liscio:	11



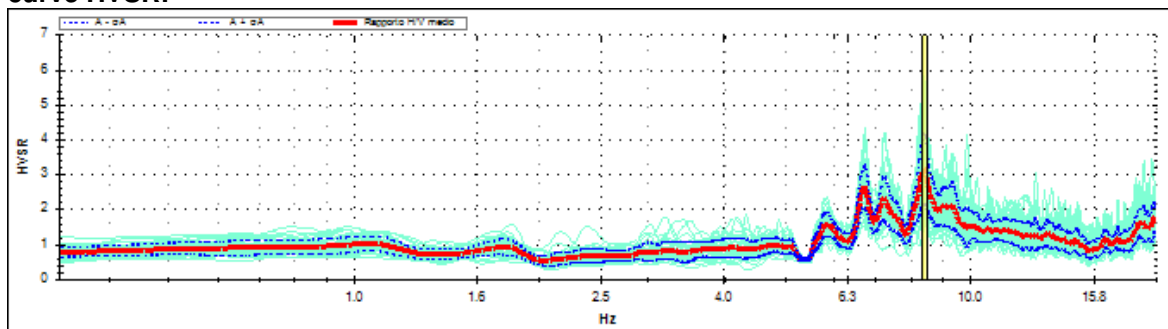
REGISTRAZIONE MICROTREMORI

Prova HVSR
RISULTATI – AFFIDABILITA'

Codice prova **HVSR 1**
foglio 2 di 2

RISULTATI

curve HVSR:



frequenza di picco (fo): 8.42 ± 0.38 Hz
classificazione picco: evidente

AFFIDABILITA' (Criteri SESAME)

dettagli affidabilità:

- | | | | |
|----|--|----|----------------------------|
| 1) | $f_0 > 10/L_w$: | SI | $(8.42 > 0.33)$ |
| 2) | $nc(f_0) > 200$: | SI | $(10107 > 200)$ |
| 3) | per $f_0/2 < f < 2f_0$, $\sigma A(f) < 2$: | SI | $(\max \sigma A(f) = 1.0)$ |

dettagli evidenza:

- | | | | |
|----|---|----|--|
| 1) | $A(f_-) < A_0/2$: | SI | $(f_- = 2.11 \text{ Hz})$ |
| 2) | $A(f_+) < A_0/2$: | SI | $(f_+ = 9.70 \text{ Hz})$ |
| 3) | $A_0 > 2$: | SI | $(A_0 = 3.1)$ |
| 4) | $f_{\text{peak}}[A(f) \pm \sigma A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | NO | $(D_f = 0.92)$ |
| 5) | $\sigma f < \varepsilon(f_0)$ | SI | $(\sigma f = 0.38; \varepsilon(f_0) = 0.42)$ |
| 6) | $\sigma A(f_0) < \theta(f_0)$ | SI | $(\sigma A(f_0) = 0.99; \theta(f_0) = 1.58)$ |

Il responsabile della sperimentazione
dott. geol. Domenicantonio Palucci