



PROVINCIA DI TERNI

COMUNE DI BASCHI

LOCALITA':

ACQUALORETO

PROPRIETA':

COMUNE DI BASCHI

OGGETTO:

MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO
CHE INTERESSA LA S.C. N. 31

TAV:

RGE_00

OPERA:

RELAZIONE GEOLOGICA

SCALA: Varie

FILE: 002-2023

DATA: Febbraio 2023



Via XX Settembre, 76
06121 PERUGIA
Tel/Fax 075 5721231
www.studiogeologiassociati.eu
info@studiogeologiassociati.eu
info@pec.studiogeologiassociati.eu

dott. geol. Luciano Faralli
dott. geol. Nello Gasparri
dott. geol. Riccardo Piccioni
dott. geol. Luca D. Venanti



dott. geol. Luciano Faralli

Rif. archivio	Data	Revisione	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
002 - 2023	02 / 2023	00	Relazione geologica - Emissione	LF	LF	LF

INDICE

1. PREMESSA	2
2. DATI BIBLIOGRAFICI ED INDAGINI DI RIFERIMENTO	4
2.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE-GEOTECNICHE E GEOFISICHE REALIZZATE	5
2.1.1 Sondaggio geognostico	5
2.1.2 Indagine sismica tipo MASW	6
2.1.3 Misura di sismica passiva tipo HVSR	8
2.2 INDAGINI GEOGNOSTICHE-GEOTECNICHE REPERITE	10
3. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE DELL'AREA	13
3.1 ANALISI DEL DISSESTO	15
4. CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE	18
4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE	18
4.2 SCENARIO LITOSTRATIGRAFIO LOCALE	18
4.3 SCENARIO IDROGEOLOGICO LOCALE	20
5. CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE E GEOTECNICHE DEI TERRENI	22
5.1 INDICAZIONI PER IL PROGETTO	24
6. MODELLO SISMICO DEL SITO	28
6.1 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA E PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE	28
6.2 AZIONE SISMICA E CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI	34
6.3 VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE	38
ALLEGATI	40

1. PREMESSA

Per incarico del Comune di Baschi (TR), è stato effettuato uno studio geologico per il progetto “Mitigazione del rischio idrogeologico che interessa la S.C. n. 31” (PNRR, Missione 2: Componente 4 Investimento 2.1B, Misure per la gestione del rischio di alluvione e per la riduzione del rischio idrogeologico).

L'indagine svolta ha permesso di verificare ed analizzare sia le caratteristiche morfologiche, geologico-stratigrafiche, idrogeologiche e meccaniche dei terreni interessati dalle opere in progetto, sia le caratteristiche sismiche del sito d'intervento, e di redigere uno studio di sintesi delle risultanze emerse.

Nell'ambito del presente studio sono stati realizzati specifici rilievi di campagna, finalizzati alla definizione delle caratteristiche litologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area d'interesse inoltre, è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche-geotecniche e geofisiche, la quale ha previsto la realizzazione delle seguenti indagini:

- n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo, con esecuzione di prove penetrometriche in foro (SPT), realizzato nell'ambito dello studio geologico-tecnico eseguito dallo scrivente per il progetto di fattibilità degli interventi in oggetto (2018);
- n. 1 indagine geofisica di sismica attiva tipo MASW (2023);
- n. 1 indagine geofisica di sismica passiva mediante misura di microtremore a stazione singola HVSR (2023).

Sono inoltre risultate disponibili le risultanze delle campagne d'indagini (tra le quali n. 4 sondaggi a carotaggio continuo, n. 2 sondaggi a distruzione di nucleo e n. 2 saggi geognostici, realizzati nell'immediato contorno dell'area d'interesse), eseguite tra il 2002-2010 a cura dello scrivente (Dott. L.Faralli – SGA), per incarico del Comune di Baschi, nell'ambito del Progetto preliminare di bonifica del dissesto idrogeologico dell'abitato di Acqualoreto e di vari stralci esecutivi inerenti il medesimo intervento, con riferimento anche alle prove di laboratorio ed alle prove in situ (es. prove di permeabilità), effettuate per la caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni presenti, riferibili al medesimo contesto litostratigrafico d'interesse per il presente studio.

Nell'ambito delle indagini pregresse è inoltre risultata disponibile n. 1 prove penetrometrica dinamica (media), eseguita nel 2008, nell'ambito dello Studio di Microzonazione Sismica (realizzato da Geotecnica studio associato), del P.R.G. del Comune di Baschi (TR).

La presente relazione è stata redatta in ottemperanza alle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018), in considerazione del fatto che la zona di intervento rientra in quelle definite sismiche come zona 2 (D.G.R. del 18 settembre 2012 n. 1111 “Aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria”).

In allegato alla presente relazione:

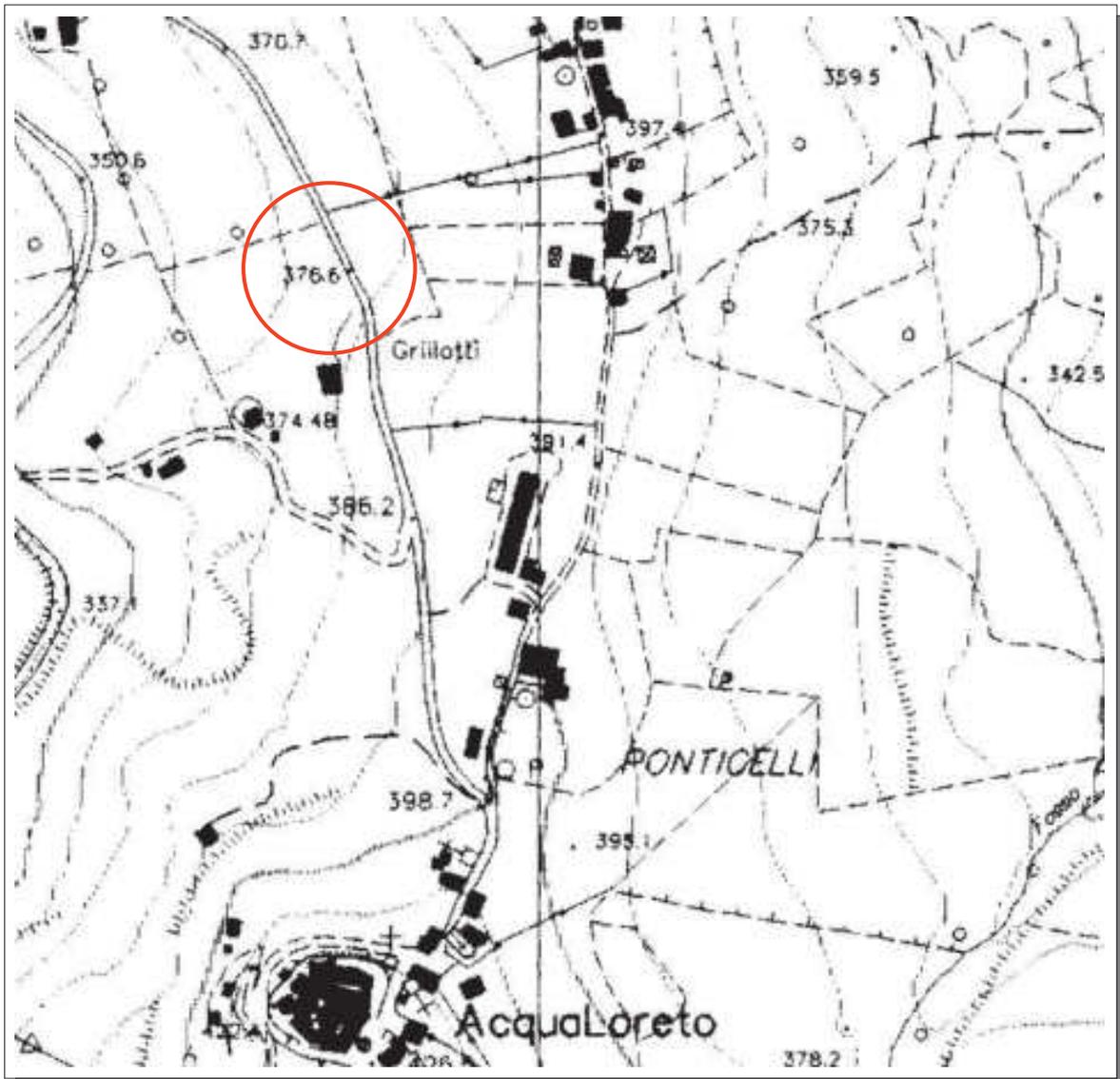
- Corografia dell'area, estratto Tav. I.G.M., in scala 1:25.000 (F° 130 Tav. II S.E. “Izzalini”);
- Corografia dell'area, estratto C.T.R. Regione Umbria, Sezione n. 335.050 “Morre”, ingrandimento in scala 1:5.000;
- Corografia dell'area d'intervento, estratto catastale, F. 3 Comune di Baschi, in scala grafica;
- Planimetria delle indagini, realizzate e pregresse, su estratto C.T.R. Regione Umbria, ingrandimento in scala 1:5.000;
- Carta geomorfologica con ubicazione delle indagini realizzate, su base immagine Google Earth, in scala grafica (c.ca 1:500);
- Corografia geomorfologica, estratto cartografia Progetto IFFI “Inventario fenomeni franosi in Italia” – I.S.P.R.A., Portale Idrogeo, in scala grafica;
- Corografia geomorfologica e idraulica, estratto cartografia Pericolosità – I.S.P.R.A., Portale Idrogeo, in scala grafica;

- Corografia geomorfologica, estratto cartografia Progetto P.A.I. "Inventario dei fenomeni franosi e situazioni a rischio frana - Tav. 161" - Autorità di Bacino Fiume Tevere, in scala 1:10.000;
- Corografia geomorfologica, estratto Carta Geomorfologica Progetto Preliminare "Bonifica dissesto idrogeologico abitato di Acqualoreto" (SGA - 2002), in scala 1:5.000;
- Corografia geomorfologica, estratto Carta Geomorfologica P.R.G. Comune di Baschi (Geotecna - 2006), non in scala;
- Corografia pericolosità geomorfologica, estratto Carta Pericolosità Geomorfologica P.R.G. Comune di Baschi (Geotecna - 2006), non in scala;
- Corografia vulnerabilità componenti ambientali, estratto Carta di Vulnerabilità delle Componenti Ambientali P.R.G. Comune di Baschi (Geotecna - 2006), non in scala;
- Corografia geologica, estratto Carta Geologica Progetto Preliminare "Bonifica dissesto idrogeologico abitato di Acqualoreto" (SGA - 2002), in scala 1:5.000;
- Corografia idrogeologica, estratto Carta Idrogeologica P.R.G. Comune di Baschi (Geotecna - 2006), non in scala;
- Log stratigrafico sondaggio geognostico S1;
- Documentazione fotografica sondaggio geognostico S1;
- Certificato dell'indagine geofisica di sismica attiva tipo MASW (MASW1);
- Certificato dell'indagine geofisica di misura di microtremore tipo HVSR (HV1);
- Logs stratigrafici sondaggi e saggi geognostici di riferimento campagne d'indagini 2002-2010;
- Tabulati e grafici prova penetrometrica dinamica DIN1 (2008);
- Certificati delle prove di laboratorio (2002-2007-2008-2010);
- Documentazione fotografica.

COROGRAFIA DELL'AREA

ESTRATTO C.T.R.

SEZIONE N. 335.050 "MORRE"
INGRANDIMENTO SCALA 1:5.000



INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

COROGRAFIA AREA D'INTERVENTO

ESTRATTO PLANIMETRIA CATASTALE

F. 3 - COMUNE DI BASCHI (TR)
SCALA GRAFICA



INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

2. DATI BIBLIOGRAFICI ED INDAGINI DI RIFERIMENTO

Lo studio in oggetto, presa visione della bibliografia e cartografia di riferimento, ha previsto una prima fase di osservazione di superficie, che ha permesso una caratterizzazione litologica generale dei termini affioranti nell'intorno dell'area d'Interesse, con particolare attenzione alle condizioni morfologiche ed idrogeologiche d'insieme.

In particolare, per quanto concerne i dati fruibili, ci si è avvalsi della consultazione delle cartografie geologiche ufficiali disponibili (Carta Geologica D'Italia, in scala 1:100.000 - F° 130 "Orvieto"; Carta Geologica Regione Umbria, in scala 1:10.000, Sez. 335.050; Carta geologica PRG; Carta Geologica del Progetto Preliminare Bonifica dissesto idrogeologico dell'abitato di Acqualoreto, S.G.A., 2002, scala 1:5.000).

Sotto l'aspetto geomorfologico, ci si è avvalsi della consultazione della cartografia dell'ISPRA, relativa al progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia), delle cartografie dell'assetto geomorfologico, del P.A.I., eseguite dall'Autorità di Bacino del F.Tevere, delle cartografie tematiche del PRG (Geotecna, 2006) e della Carta Geomorfologica del Progetto Preliminare Bonifica dissesto idrogeologico dell'abitato di Acqualoreto (S.G.A., 2002, scala 1:5.000).

Sono inoltre risultate disponibili le risultanze delle campagne d'indagini (tra le quali n. 4 sondaggi a carotaggio continuo, n. 2 sondaggi a distruzione di nucleo e n. 2 saggi geognostici, realizzati nell'immediato contorno dell'area d'interesse), eseguite tra il 2002-2010 a cura dello scrivente per incarico del Comune di Baschi, nell'ambito del Progetto preliminare di bonifica del dissesto idrogeologico dell'abitato di Acqualoreto e di vari stralci esecutivi inerenti il medesimo intervento, con riferimento anche alle prove di laboratorio ed alle prove in situ (es. prove di permeabilità), effettuate per la caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni presenti, riferibili al medesimo contesto litostratigrafico d'interesse per il presente studio.

Nell'ambito delle indagini pregresse, è inoltre risultata disponibile n. 1 prove penetrometrica dinamica (media), eseguita nel 2008, nell'ambito dello Studio di Microzonazione Sismica (eseguito da Geotecna studio associato), del P.R.G. del Comune di Baschi (TR).

Unitamente a ciò, nell'ambito del presente studio e dello studio geologico-tecnico eseguito dallo scrivente per il progetto di fattibilità degli interventi in oggetto (2018), è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche-geotecniche e geofisiche, la quale ha previsto la realizzazione delle seguenti indagini:

- n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo, con esecuzione di prove penetrometriche in foro SPT (S1, 2018);
- n. 1 indagine geofisica di sismica attiva tipo MASW (MASW1, 2023);
- n. 1 indagine geofisica di sismica passiva mediante misura di microtremore a stazione singola HVSR (HV1, 2023).

L'ubicazione delle indagini è riportata nell'allegata Planimetria delle indagini, realizzate e reperite, in scala 1:5.000 inoltre, l'ubicazione delle indagini specificatamente realizzate (S1-MASW1-HV1), è riportata anche nella Carta Geomorfologica (in scala grafica, c.ca 1.500).

2.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE-GEOTECNICHE E GEOFISICHE REALIZZATE

2.1.1 Sondaggio geognostico

La campagna di indagini geognostiche-geotecniche, eseguite nel 2018 per conto dello scrivente dalla ditta Geotecnica Lavori S.r.l., con sede in Ponte S.Giovanni (PG), ha previsto la realizzazione di n. 1 sondaggio a carotaggio continuo con esecuzione di prove SPT in foro.

La seguente tabella illustra le principali caratteristiche della perforazione eseguita:

SONDAGGIO GEOGNOSTICO

SONDAGGIO Sigla	PROFONDITA' FINALE metri da p.c.	PROVE SPT quota metri da p.c., numero colpi e Nspt		
S1	12.0	3.00-3.45	3-6-10	16
		7.00-7.19	35-R	R
		8.70-9.15	23-32-45	77

Per l'esecuzione del sondaggio è stata utilizzata una sonda a rotazione con testa idraulica, CMV MK600F (coppia max 600 kgm).

La perforazione è stata realizzata con l'obiettivo di produrre un carotaggio che permettesse di definire, il più fedelmente possibile, le caratteristiche litologiche e tessiture dei terreni indagati, cercando di raggiungere la maggior percentuale di carotaggio possibile, unita alla massima integrità della carota ottenuta, mediante operazioni di carotaggio che hanno previsto manovre da 0.50 m a 1.50 m di lunghezza.

Sono stati utilizzati i seguenti sistemi di perforazione:

- SISTEMA DI PERFORAZIONE CON ASTE E CAROTIERE
 - o aste con filettatura API
 - diametro \varnothing = 90 mm
 - lunghezza L = 1000-1500-3000 mm
 - o carotiere semplice S con corona di perforazione in widia
 - diametro esterno \varnothing = 127 mm
 - lunghezza utile L = 1700 mm
 - o carotiere semplice S con corona di perforazione in widia
 - diametro esterno \varnothing = 101 mm
 - lunghezza utile L = 3000 mm
 - o carotiere doppio T6 con corona di perforazione in widia
 - diametro esterno \varnothing = 101 mm
 - lunghezza utile L = 3000 mm
 - o tubi di rivestimento provvisorio
 - diametro esterno \varnothing = 127 mm
 - lunghezza L = 1500 mm (1700 camicia con corona in widia)

Le carote di sondaggio, estratte durante le perforazioni, sono state deposte in apposite cassette catalogatrici e quotate; sulle stesse sono state effettuate prove speditive di campagna (prove di resistenza alla rottura con Pocket Penetrometer, valutazione dell'indice RQD), ed è stata effettuata la documentazione fotografica.

Dall'osservazione delle carote di sondaggio è stata redatta la relativa colonna stratigrafica (log stratigrafico), con riportate schematicamente le operazioni effettuate, le relative quote, le caratteristiche dei materiali rilevati,

le quote ed i valori delle prove geotecniche effettuate *in situ*, le quote, il numero di colpi e la tipologia di punta utilizzata per le prove SPT.

Le indagini e le prove effettuate sono state eseguite secondo le prescrizioni riportate nelle “Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche – A.G.I., 1977”.

Nel dettaglio la perforazione è stata condotta con le seguenti modalità:

S1 :

- data inizio: 29.03.2018 data fine: 29.03.2018
- macchina operatrice: CMV MK600F, cingolata;
- perforazione ad andamento verticale spinta fino alla profondità di 12.0 m da p.c.;
- sondaggio eseguito a carotaggio continuo da 0.0 a 12.0 m da p.c.;
- utilizzo di fluido di perforazione (acqua): nessuno in fase di perforazione con carotiere semplice, continuo in fase di perforazione con carotiere doppio ed installazione delle tubazioni di rivestimento provvisorie;
- utilizzato carotiere semplice tipo S, $\varnothing = 127$ mm, lunghezza utile 170 cm, tratti 0.0-1.7 m;
- utilizzato carotiere semplice tipo S, $\varnothing = 101$ mm, lunghezza utile 300 cm, tratti 1.7-10.5 m;
- utilizzato carotiere doppio T6, $\varnothing = 101$ mm, lunghezza utile 300 cm, tratti 10.5-12.0 m;
- utilizzato rivestimento metallico $\varnothing = 127$ mm, lunghezza 150 cm, fino a 7.5 m da p.c.;
- utilizzo di corona in widia nel tratto 0.0 – 12.0 m da p.c.;
- esecuzione di n. 3 prove SPT (Standard Penetration Test) alle seguenti profondità da p.c.:
 - 3.00 – 3.45 m (punta aperta con campione – n° colpi SPT 3-6-10 – **Nspt 16**);
 - 7.00 – 7.19 m (punta aperta con campione – n° colpi SPT 35-R - **Nspt R**);
 - 8.70 – 9.15 m (punta aperta con campione – n° colpi SPT 23-32-45 - **Nspt 77**);
- esecuzione di prove di resistenza con pocket penetrometer (penetrometro tascabile Controls T163), a varie profondità;
- raccolta del cutting in 3 cassette catalogatrici con le seguenti quote (in m da p.c.): C1 (0.0-5.0); C2 (5.0-10.0); C3 (10.0-12.0);
- NOTE: ---.

Allegati alla presente, sono riportati il log stratigrafico del sondaggio a carotaggio continuo e la documentazione fotografica del medesimo.

Modalità di esecuzione delle Prove Penetrometriche in foro tipo S.P.T. (Standard Penetration Test)

Nel corso dell'esecuzione del sondaggio meccanico sono state eseguite Standard Penetration Test (SPT), secondo le prescrizioni riportate nelle “Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche – A.G.I., 1977 e 1994”.

L'attrezzatura utilizzata ha le seguenti caratteristiche:

- maglio di acciaio con peso P = 63.5 Kg;
- dispositivo di guida e di sganciamento automatico con corsa a caduta libera di 0.76 m;
- punta aperta con campionatore tipo Raymond con diametro esterno $\varnothing = 50.8$ mm, angolo al vertice 60°.

2.1.2 Indagine sismica tipo MASW

Durante la campagna d'indagini geofisiche (2023), è stata eseguita n. 1 indagine geofisica di sismica attiva tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves-Analisi Multicanale delle onde Superficiali di Rayleigh), con

lo scopo di individuare i valori della velocità di propagazione delle onde di taglio Vs nel sottosuolo, ai fini della definizione della categoria di sottosuolo, così come indicato dalle N.T.C. 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018).

I sismogrammi sono stati acquisiti con sismografo multicanale DoReMi della SARA s.r.l., con risoluzione di acquisizione 16bit, collegato tramite cavo a 24 geofoni verticali con frequenza propria di 4.5 Hz.

Come sistema di energizzazione e per fornire il tempo zero all'acquisitore, è stato utilizzato un martello energizzante triggerato del peso di 8 kg.

Per il profilo MASW sono state eseguite una serie di energizzazioni (shots), a distanza di 5 m da entrambi gli estremi, selezionando poi, in fase di elaborazione, gli shots che presentavano la migliore qualità del segnale.

La seguente tabella illustra le caratteristiche principali dell'indagine MASW realizzata.

INDAGINE SIMICA TIPO MASW

MASW N.	LUNGHEZZA GEOFONICA E SPAZIATURA GEOFONICA (m)	DISTANZA ENERGIZZAZIONE ESTERNA DA G1 E G24 (m)	ENERGIZZAZIONE	DURATA ACQUISIZIONE (s) FREQUENZA/PASSO CAMPIONAMENTO (Hz) (ms)	ELABORAZIONE	DATA ESECUZIONE
MASW1	46 - 2	5	Verticale, martello triggerato massa 8 kg	2.0 1000 - 1	Modellazione congiunta con HV1 Analisi spettrale (freq. 5-40 Hz vel. 80-1800 m/s)	30.01.2023

Elaborazione: Software di elaborazione WinMASW Academy della ditta Elisoft; Analisi spettrale con frequenza di elaborazione 5 Hz (minima), 40 Hz (massima); velocità di elaborazione 80 m/sec (minima), 1800 m/sec (massima); modellazione congiunta con rapporto spettrale indagine HVSR (HV1)

I grafici di acquisizione ed elaborazione e la documentazione fotografica dell'indagine geofisica, sono riportati in allegato alla presente nel certificato dell'indagine geofisica di sismica attiva tipo MASW.

Cenni teorici sul metodo MASW

La tecnica M.A.S.W. consente una accurata e dettagliata ricostruzione bidimensionale della distribuzione della velocità delle onde S nel sottosuolo. Tale metodologia risulta essere internazionalmente accreditata.

La determinazione della velocità delle onde di taglio VS tramite le misure delle onde superficiali di Rayleigh risulta particolarmente indicata per suoli altamente attenuanti e ambienti rumorosi poiché la percentuale di energia convertita in onde di Rayleigh è di gran lunga predominante (67%) rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P (7%) ed S (26%).

Le prospezioni sismiche M.A.S.W. forniscono una buona risoluzione e non sono limitati, a differenza del metodo a rifrazione, dalla presenza di inversioni di velocità in profondità. Inoltre la propagazione delle onde di Rayleigh, anche se influenzata dalla VP e dalla densità, è funzione innanzitutto della VS, parametro di fondamentale importanza per la caratterizzazione geotecnica di un sito secondo quanto previsto dalle normative antisismiche (D.M. 17 gennaio 2018).

Infatti, mentre la velocità delle onde P misurata in terreni saturi dipende in maniera sostanziale dalle vibrazioni trasmesse dal fluido interstiziale e non dallo scheletro solido del materiale, la velocità delle onde S è caratteristica delle vibrazioni trasmesse dal solo scheletro solido e, pertanto, a differenza delle onde P, risulta rappresentativa delle reali proprietà meccaniche del terreno.

La proprietà fondamentale delle onde superficiali di Rayleigh, sulla quale si basa l'analisi per la determinazione delle VS, è costituita dal fenomeno della dispersione che si manifesta in mezzi stratificati.

Analizzando la curva di dispersione, ossia la variazione della velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della lunghezza d'onda (o della frequenza, che è inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda), è possibile determinare la variazione della velocità delle onde di taglio con la profondità tramite processo di inversione. La velocità delle onde di Rayleigh (VR) è pari a circa il 90% delle onde di taglio (VS).

La metodologia per la realizzazione di una indagine sismica MASW prevede 4 passi fondamentali:

1. Ripetute acquisizioni multicanale dei segnali sismici, generati da una sorgente energizzante artificiale (maglio battente su piastra in alluminio), lungo uno stendimento rettilineo di sorgente-geofoni
2. Estrazione del modo fondamentale dalle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh (una curva per ogni acquisizione);
3. Inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali 1D delle VS
4. Ricostruzione di una sezione delle VS.

Quando vengono generate onde sismiche usando una sorgente impattante come un martello su una piastra vengono generate sia onde di volume (P ed S), sia onde di superficie (Rayleigh e Love), che si propagano in tutte le direzioni.

Alcune di queste onde vengono riflesse e disperse quando incontrano oggetti superficiali o poco profondi (ad esempio, fondazioni di edifici, canali sotterranei, trovanti lapidei, ecc.) e diventano rumore. Inoltre, vengono quasi sempre rilevate vibrazioni da rumore ambientale proveniente dal traffico veicolare, dall'attività industriale e, in generale, dall'attività umana.

Il vantaggio principale dell'approccio multicanale della tecnica MASW sta nella sua intrinseca capacità di distinguere tutte queste onde dovute al rumore e di isolarle dalle onde superficiali di Rayleigh evidenziando solo il modo fondamentale di oscillazione dei terreni.

2.1.3 Misura di sismica passiva tipo HVSR

Durante la campagna d'indagini geofisiche (2023), è stata eseguita n. 1 misura di sismica passiva tipo HVSR.

La misura di sismica passiva mediante misura di microtremore a stazione singola, è stata effettuata con un sismografo digitale triassiale (componenti N-S, E-O e Verticale), a 24 bit SR04-GEOBOX 45 (SARA Electronic instruments s.r.l.), con sensori interni (Velocimetri HS1 - Geospace Technology), da 2 Hz.

L'acquisizione è avvenuta avendo cura di effettuare un adeguato accoppiamento sensore-terreno, con appoggio dei piedi di sostegno sul terreno, previo scotico superficiale, provvedendo al posizionamento con bolla torica alloggiata nella strumentazione.

La registrazione è stata effettuata per una durata di 30', utilizzando un campionamento di 300 Hz ed il software di acquisizione Seismolog-MT - SARA Electronic instruments S.r.l.

L'elaborazione della registrazione è avvenuta con il software GeoexplorerHVSR della SARA Electronic instruments S.r.l., con eliminazione delle sottofinestre di registrazione contenenti transienti, prendendo in

considerazione i rapporti spettrali H/V compresi nelle frequenze tra 0.2-20 Hz.

Tramite l'applicazione delle procedure indicate nelle linee guida nell'ambito del progetto SESAME, 2004, si è proceduto al calcolo della curva H/V-F ed alla determinazione del picco significativo con rapporto $H/V = F_0$, inoltre, è stata definita la classe di qualità dell'indagine, secondo la procedura indicata da D.Albarello & S.Castellaro, 2011 – Appendice 2.

La curva H/V-F dell'indagine è stata utilizzata nella modellazione congiunta con l'indagine sismica tipo MASW realizzata nel medesimo sito (MASW1).

La seguente tabella illustra le caratteristiche principali della misura di sismica passiva HVSR realizzata.

MISURA DI SISMICA PASSIVA TIPO HVSR

HVSR N.	DURATA REGISTRAZIONE (sec)	ACCOPIAMENTO SENSORE/TERRENO	FREQUENZA DI PICCO F_0 (Hz) E AMPIEZZA A_0 (H/V ratio level)	VALIDAZ. PICCO SESAME	CLASSE DI QUALITA'	DATA ESECUZIONE	COORDINATE (WGS84)
HV1	1800	pie di lunghi su terreno previo scotico	F_0 5.70 A_0 3.09	SI	B1	30.01.2023	Lat. 42.732720° Long. 12.335303°

I grafici di acquisizione ed elaborazione, le informazioni di sito e la documentazione fotografica dell'indagine HVSR, sono riportati in allegato alla presente nel certificato dell'indagine geofisica di sismica passiva tipo HVSR.

Cenni teorici sul metodo HVSR

Le vibrazioni sismiche ambientali (chiamate anche rumore sismico), sono onde sismiche di bassa energia con ampiezze dell'ordine di 10^{-4} - 10^{-2} mm. In riferimento al contenuto in frequenza, il rumore sismico è anche chiamato microtremore se contiene alte frequenze (in genere maggiori di 0.5 Hz) e microsisma per basse frequenze.

Per quanto riguarda l'origine del rumore sismico, è certo che le sorgenti dei microsismi sono le perturbazioni atmosferiche sugli oceani che si propagano come onde superficiali sui continenti, mentre le sorgenti dei microtremori sono le attività antropiche come il traffico veicolare, le attività industriali etc. e si propagano come onde superficiali di Rayleigh.

In relazione agli effetti di sito, l'analisi delle misure di rumore sismico può essere condotta con tre metodi:

- Spettri di Fourier; Rapporti spettrali; Rapporti spettrali H/V.

Tra questi, quello che sembra fornire i risultati migliori è quello dei Rapporti spettrali H/V, noto anche come metodo HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio), o metodo di Nakamura.

La tecnica dei rapporti spettrali H/V consiste nel calcolo del rapporto degli spettri di Fourier del rumore nel piano orizzontale H (generalmente lo spettro H viene calcolato come media degli spettri di Fourier delle componenti orizzontali NS ed EW) e della componente verticale V.

Il metodo è applicabile alle misure di rumore registrate in una singola stazione posta su sedimenti. Il metodo è stato introdotto da scienziati giapponesi agli inizi degli anni '70, che indagarono sul significato fisico del rapporto

H/V e mostrarono la sua relazione diretta con la curva di ellitticità delle onde di Rayleigh. Essi conclusero che il picco massimo di ampiezza si verifica alla frequenza di risonanza fondamentale della copertura di terreni.

Nel 1989, Nakamura propose in inglese il rapporto H/V come stima affidabile della funzione di trasferimento delle onde S per un dato sito. Le argomentazioni usate da Nakamura sono qualitative e si basano sull'ipotesi che i microtremori siano originati da sorgenti molto locali, come il traffico vicino al sismometro, e siano onde di Rayleigh che si propagano in un solo strato su un semispazio.

Tale tecnica, ampiamente utilizzata da anni nel settore sismologico, di recente viene sempre più impiegata in campo geotecnico/ingegneristico per derivare i seguenti parametri:

- la frequenza fondamentale di risonanza F_0 dei terreni presenti nel sottosuolo;
- la stima del profilo del terreno in termini delle velocità V_s , attraverso opportuni metodi di inversione.

I pregi fondamentali di tale tecnica di sismica passiva sono:

- possibilità di operare in spazi molto ristretti in quanto i rilievi vengono eseguiti a "stazione singola";
- la presenza di rumore ambientale non disturba il rilievo sismico sempre che questo non sia presente in modo costante e continuo per tutta la durata del singolo rilievo (di durata da 10' a 30');
- non necessita di energizzazioni al di fuori del rumore sismico ambientale sempre presente;
- permette di raggiungere grandi profondità.

La caratterizzazione sismica dei terreni tramite la tecnica di indagine di sismica passiva HVSR, è finalizzata quindi all'individuazione delle frequenze caratteristiche di risonanza di sito, correlabili ai cambi litologici presenti sia all'interno della copertura sia nel substrato.

L'utilizzo di algoritmi di calcolo finalizzati ad una modellazione sintetica dello spettro H/V, permette di correlare ogni picco spettrale con le discontinuità presenti nel sottosuolo.

La tecnica dei rapporti spettrali (HVSR) trova la sua massima applicazione negli studi di microzonazione sismica poiché fornisce un parametro fondamentale (frequenza propria di risonanza di sito).

2.2 INDAGINI GEOGNOSTICHE-GEOTECNICHE REPERITE

Nell'ambito del Progetto preliminare di bonifica del dissesto idrogeologico dell'abitato di Acquafredda e di successivi stralci esecutivi dei suddetti interventi, vennero eseguite, a cura dello scrivente nel periodo 2002-2010, su incarico del Comune di Baschi, una serie di campagne d'indagini, nell'ambito delle quali, relativamente alle porzioni poste nell'immediato contorno dell'area d'interesse ed in condizioni litostratigrafiche analoghe o simili, sono risultate disponibili i dati relativi a n. 4 sondaggi a carotaggio continuo, n. 2 sondaggi a distruzione di nucleo e n. 2 saggi geognostici, con realizzazione di prove SPT in foro, prelievo di campioni di terreno, prove di permeabilità in foro e condizionamento finale con strumentazione geotecnica di tipo piezometrico ed inclinometrico, oltre alle prove di laboratorio geotecnico eseguite sui campioni prelevati durante la realizzazione degli stessi.

Le seguenti tabelle illustrano le caratteristiche principali dei sondaggi e saggi geognostici reperiti, utilizzati.

SONDAGGI GEOGNOSTICI (2002-2010)

SONDAGGIO N.	TIPOLOGIA DI PERFORAZIONE	PROFONDITA' FINALE (m da p.c.)	STRUMENTAZIONE GEOTECNICA INSTALLATA	PROFONDITA' STRUMENTAZIONE (m da p.c.)
S6	CAROTAGGIO CONTINUO	30.0	INCLINOMETRO	30.0

SONDAGGIO N.	TIPOLOGIA DI PERFORAZIONE	PROFONDITA' FINALE (m da p.c.)	STRUMENTAZIONE GEOTECNICA INSTALLATA	PROFONDITA' STRUMENTAZIONE (m da p.c.)
S6D	DISTRUZIONE DI NUCLEO	25.0	PIEZOMETRO TUBO APERTO PIEZOMETRO CELLA CASAGRANDE	10.0 24.5
S20	CAROTAGGIO CONTINUO	20.0	INCLINOMETRO	20.0
S20D	DISTRUZIONE DI NUCLEO	20.0	PIEZOMETRO TUBO APERTO PIEZOMETRO CELLA CASAGRANDE	10.0 20.0
S22	CAROTAGGIO CONTINUO	27.0	INCLINOMETRO	27.0
S34	CAROTAGGIO CONTINUO	30.0	INCLINOMETRO	30.0

SAGGI GEOGNOSTICI (2008)

SAGGIO N.	TIPOLOGIA	PROFONDITA' FINALE (m da p.c.)
SG4	SAGGIO CON ESCAVATORE	0.8
SG5	SAGGIO CON ESCAVATORE	0.8

Allegati alla presente, sono riportati i logs stratigrafici dei sondaggi e dei saggi geognostici.

La seguente tabella illustra le caratteristiche principali dei campioni prelevati ed utilizzati nel presente studio mentre, le risultanze delle prove di laboratorio eseguite (caratteristiche fisiche e meccaniche), sono riportate nel paragrafo delle caratteristiche fisico-meccaniche e geotecniche dei terreni; i certificati di laboratorio (sono allegati alla presente.

CAMPIONI DI TERRENO (2002-2010)

SONDAGGIO/SAGGIO Sigla	CAMPIONE sigla	QUOTA metri da p.c.
S6	C1	2.3-2.7
S6	CD2	12.2-12.6
S6	CD3	26.4-26.8
S20	C1	1.35-1.65
S22	C1	4.1-4.4
S22	C2	15.0-15.3
S34	C1	12.0-12.6
SG4	C4	0.6
SG5	C5	0.75

La seguente tabella illustra le caratteristiche principali delle prove di permeabilità eseguite in foro mentre, le risultanze delle prove sono riportate nel paragrafo inerente le caratteristiche idrogeologiche.

PROVE DI PERMEABILITA' IN FORO (2007)

SONDAGGIO Sigla	PROVA sigla	TIPO PROVA	QUOTA metri da p.c.
S20D	LF1	LEFRANC	7.2-8.0
S22	LF1	LEFRANC	3.2-3.8

Nell'ambito delle indagini pregresse, è inoltre risultata disponibile n. 1 prove penetrometrica dinamica (DPM media), eseguita nel 2008, nell'ambito dello Studio di Microzonazione Sismica (eseguito da Geotecna studio associato), del P.R.G. del Comune di Baschi (TR).

La prova è stata eseguita con un penetrometro con le seguenti caratteristiche:

- Massa battente: M=30.0 Kg
- Altezza caduta libera: H=0,20 m
- Peso sistema battuta: Ms=13,60 Kg
- Diametro punta conica: $\phi = 35.7$ mm;
- Dimensioni punta: area = 10,00 cm² angolo = 60°

E' stata misurata la resistenza dinamica alla punta Rpd con cadenza di 10 cm di avanzamento.

La prova penetrometrica dinamica eseguita ha raggiunto la seguente profondità massima, dovuta a rifiuto all'infissione della punta:

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM

PROVA PENETROMETRICA (N.)	PROFONDITA' FINALE (m da p.c.)
DP1	4.3

I dati di acquisizione sono riportati negli allegati alla presente relazione.

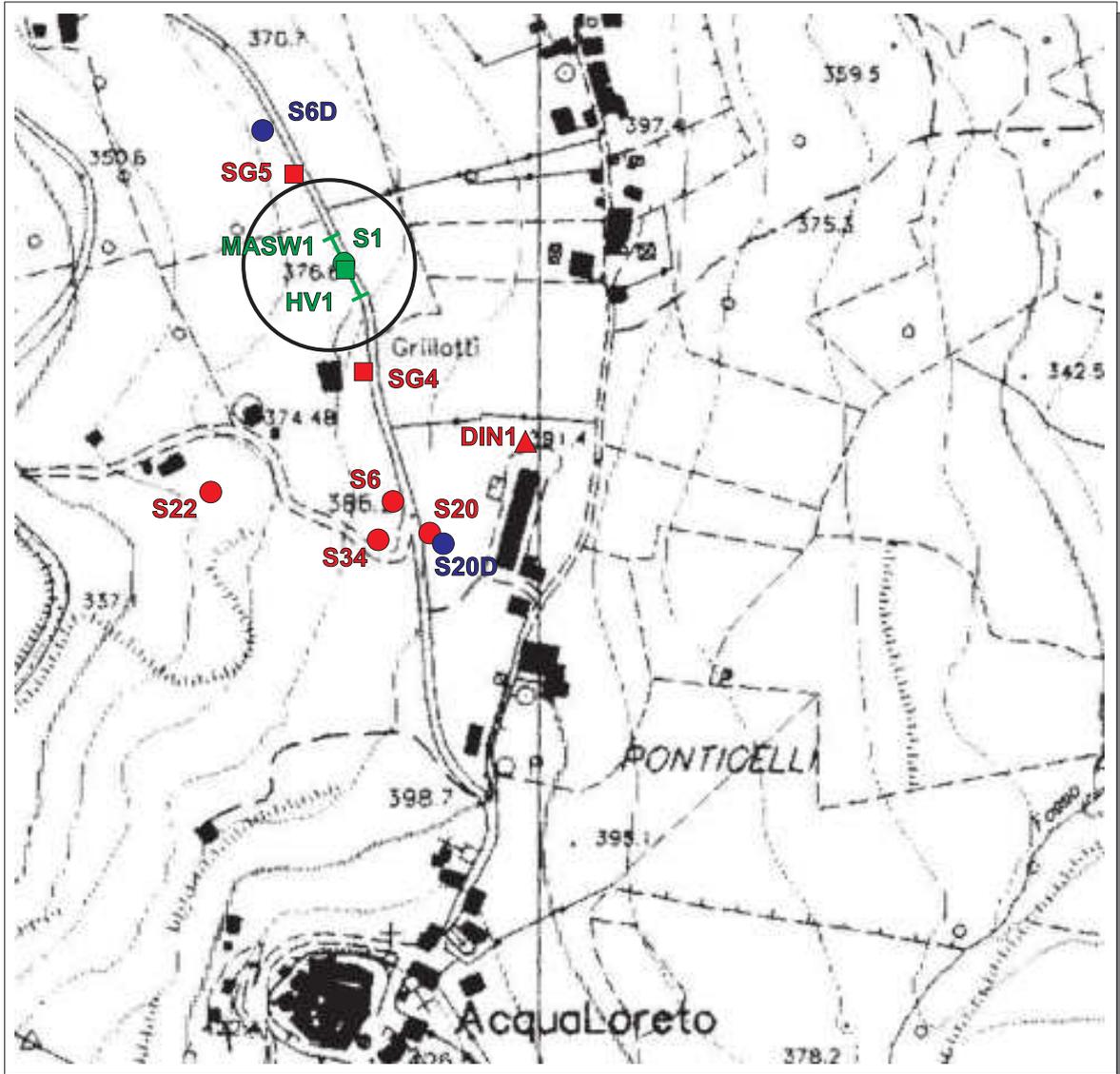
L'ubicazione dei punti d'indagine è riportata nell'allegata Corografia delle indagini, realizzate e reperite, in scala 5.000.

PLANIMETRIA DELLE INDAGINI

REALIZZATE E PREGRESSE

ESTRATTO C.T.R. - SEZIONE N. 335.050 "MORRE"

INGRANDIMENTO SCALA 1:5.000



LEGENDA

- **Sn** Sondaggio geognostico a carotaggio continuo (2018)
- **HVn** Misura di microtremore a stazione singola tipo HVSR (2023)
- ┌─┐ **MASWn** Indagine geofisica di sismica attiva tipo MASW (2023)
- **Sn** Sondaggio geognostico a carotaggio continuo con inclinometro (2002-2010)
- **SnD** Sondaggio geognostico a distruzione di nucleo con piezometro (2002-2007)
- ▲ **DINn** Prova penetrometrica dinamica - media (2007)
- **SGn** Saggio geognostico (2008)



Inquadramento topografico

3. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE DELL'AREA

L'area in esame, localizzata ad una quota media compresa tra circa 365-377 m s.l.m., è ubicata in loc. Acqualoreto, ad una distanza di circa 500 m in direzione N dal nucleo storico dell'abitato, lungo la viabilità comunale denominata S.C. n. 31 "Bivio SS 448-Acqualoreto", nel Comune di Baschi (TR).

In particolare, l'area d'interesse è ubicata nella porzione medio-sommitale di una dorsale orientata mediamente in direzione NNO-SSE lungo la quale risulta ubicato l'abitato di Acqualoreto, caratterizzata da una zona di crinale posta a monte del sito, con quote medie di poco inferiori ai 400 m s.l.m.

Tale struttura si pone come spartiacque tra due bacini secondari, l'uno posto a NNE dell'abitato di Acqualoreto, con elemento idrografico principale rappresentato dal fosso di Chiugena e l'altro posto a ONO, con vari elementi idrografici tra cui il fosso della Cupa ed il fosso Petrusi; tali elementi idrografici sono affluenti in sinistra idrografica del F. Tevere, presente ad una distanza di circa 2 km dall'abitato di Acqualoreto, in direzione NO, con quota media di circa 128 m s.l.m.

Il bacino occidentale dei due menzionati rappresenta l'area occupata da un'ampia "paleofrana", che presenta una lunghezza di circa 3.5 km, definibile come relitta, in quanto occorsa in condizioni climatiche e geomorfologiche diverse dalle attuali e per la quale è improbabile una riattivazione completa nelle attuali condizioni climatiche, sismiche e morfologiche.

Questa struttura risulta suscettibile di numerosi fenomeni di franosità secondaria, diffusi e distribuiti lungo ampie porzioni della stessa, tra i quali quelli che coinvolgono il versante d'interesse, ubicato immediatamente a nord dell'abitato di Acqualoreto ed esposto verso ovest.

La carta geomorfologica allegata (in scala grafica, c.ca 1:500, su base fotografica Google Earth dell'aprile 2021), è stata ottenuta dalle osservazioni effettuate attualmente e dal confronto con i dati bibliografici disponibili, con particolare riferimento allo studio geologico effettuato dallo scrivente per il progetto di fattibilità degli interventi in oggetto, e allo studio geologico di dettaglio effettuato dallo scrivente nell'ambito del Progetto Preliminare di consolidamento dell'Abitato di Acqualoreto (SGA, 2002, ved. stralcio corografia geomorfologica allegata), basato su un approfondito studio geomorfologico che aveva tra l'altro previsto l'analisi multi-temporale delle fotografie aeree dei voli disponibili presso gli uffici della Regione Umbria, compresi tra il 1954 e il 1997.

Nella carta geomorfologica redatta per il presente studio, i corpi franosi riconosciuti sono stati catalogati, relativamente al grado di attività, utilizzando una classificazione in parte modificata da quella impiegata nel Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) dell'A.B.Tevere, ma che si avvale delle suddivisioni riconosciute nello stesso, ed in particolare:

- *Frana attiva*, continua e stagionale: è utilizzato per classificare i movimenti franosi osservati durante i rilevamenti ed i sopralluoghi in campagna, per i quali si hanno chiare evidenze morfologiche di movimenti in atto.
- *Frana attiva*, sospesa e ricorrente: frane con evidenze di movimenti identificabili dalla lettura delle fotografie aeree più recenti (voli '77 - '87 - '96/'97).
- *Frana quiescente*: frane con indizi incerti di movimenti identificabili dalle fotografie aeree più recenti, frane osservate unicamente nelle fotografie aeree del 1954-55 e che non presentano segni apprezzabili di movimento rilevabili da osservazioni dirette di campagna o dalla lettura delle fotografie aeree più recenti;
- *Frana relitta*: frane occorse in condizioni climatiche e geomorfologiche diverse dalle attuali (frane relitte), per le quali è improbabile una riattivazione completa (totale) nelle attuali condizioni climatiche, sismiche e morfologiche.

La pendenza media del versante è compresa tra il 12-20%, con locali salti morfologici legati prevalentemente alla presenza di nicchie di frana e scarpate antropiche mentre, il tratto d'interesse della viabilità comunale risulta a debole acclività, inferiore al 5%.

L'area suddetta attraversa porzioni attive e quiescenti/relitte dei corpi di frana individuati, per le quali, relativamente alla porzione medio-sommitale del versante, sono state individuate profondità di scorrimento mediamente comprese tra circa 10-20 m per i corpi più profondi e di circa 5-7 m per quelli superficiali, determinate sulla base delle risultanze degli studi e monitoraggio (inclinometri), eseguiti nelle aree limitrofe oggetto di pregressi interventi di consolidamento.

In particolare, si ritiene che tali superfici si sviluppino all'interno dei depositi caotici di frana presenti e nella porzione basale degli stessi, al contatto con i depositi di alterazione del substrato litoide che possono peraltro risultare spesso coinvolti nel fenomeno franoso ed essere sede stessa o preferenziale delle superfici di scivolamento, anche grazie alla presenza di strutture tettoniche residue che li caratterizzano e della natura litologica e granulometrica, prevalentemente fine, degli stessi.

Relativamente al cinematiso dei corpi di frana evidenziati, questi possono essere ricondotti a frane complesse, soprattutto in funzione dell'ampiezza degli stesse, con un modello di superficie generica passante per punti, in cui il fattore determinante per l'equilibrio è il livello piezometrico della falda, unitamente a fattori secondari, predisponenti, quali la locale elevata acclività del pendio coinvolto, il degrado e abbandono della regimazione delle acque superficiali, le caratteristiche geotecniche scadenti dei depositi caotici di frana e dei depositi di alterazione presenti e la natura stessa del basamento litoide, soprattutto relativamente alla porzione di tipo argilloscistoso.

Per quanto concerne i corpi di frana osservati di minori dimensioni, a questi possono essere attribuiti cinematisi del tipo scorrimento s.l., con meccanismi di scivolamento e roto-traslazionali.

Ai suddetti fenomeni gravitativi principali, si affiancano una serie di elementi secondari di dissesto che coinvolgono le strutture ed infrastrutture presenti nell'area.

Gli elementi franosi descritti sono caratterizzati da fenomeni d'evoluzione retrogressiva, ben evidenziabili dall'analisi fotointerpretativa e documentati dal progressivo arretramento verso monte delle nicchie di distacco.

L'evoluzione ed il progredire dei fenomeni gravitativi maggiori determina pertanto un'azione di richiamo sui terreni di monte, già caratterizzati da modeste o scadenti caratteristiche meccaniche, provocando un progressivo allentamento degli stessi e le conseguenti ripercussioni sulle strutture che su questi risultano fondate, anche in funzione del degrado di tali terreni, favorito nel tempo da percolazioni e lente circolazioni delle acque superficiali e delle acque reflue.

In conclusione, da quanto sopra esposto si possono rilevare due prevalenti tipologie di dissesti in atto:

A - la principale, lungo il versante, con frane caratterizzate da superfici di scorrimento a diversa profondità, che interessano il versante stesso fino nella sua porzione sommitale, con comportamento evolutivo di tipo retrogressivo. Tali fenomeni hanno già provocato dissesti evidenti sulle opere viarie (es. viabilità comunale), che li attraversano.

B - Il secondo, non meno importante, ascrivibile a fenomeni di detensionamento dei terreni limitrofi alle aree interessate dai fenomeni franosi attivi, terreni che subiscono continui e lenti fenomeni d'assestamento che si ripercuotono sulle strutture presenti (fabbricati, opere viarie, ...).

L'idrografia superficiale al contorno dell'area d'interesse è caratterizzata da una serie di fossi di ordine minore che incidono perpendicolarmente il versante in esame, talora discontinui in quanto raccordati con le canalette

stradali presenti (in particolare nella zona a monte della viabilità), che recapitano le acque verso valle ai recettori principali, in relazione ai quali si ritiene di potere escludere il rischio idraulico per fenomeni di esondazione a danno dell'area, considerando la morfologia del sito, la distanza e la differenza di quota rispetto all'alveo di tali elementi idrografici.

3.1 ANALISI DEL DISSESTO

Per quanto attiene la presenza del dissesto oggetto del presente studio, questo interessa attualmente la sede stradale alla progressiva chilometrica 4+500 circa, per un tratto di circa 25-27 m di lunghezza, lungo la porzione di valle della stessa, interessando completamente la carreggiata di valle e buona parte di quella di monte.

Tale fenomeno si è sviluppato principalmente nel mese di dicembre 2016, conseguentemente ai periodi di intense precipitazioni che avevano interessato i mesi di ottobre-novembre 2016, determinando il cedimento della sede stradale ed il danneggiamento della rete idrica presente.

A seguito di tale evento, il Comune di Baschi attuò un intervento urgente per il ripristino della viabilità, principalmente consistente nel rimodellamento della scarpata stradale, nella realizzazione/ripristino delle cunette di deflusso delle acque nelle porzioni a monte della viabilità ed al piede della scarpata stradale interessata e nel ripristino della rete idrica, quest'ultimo effettuato a cura del Servizio Idrico Integrato.

Durante il periodo di intense precipitazioni invernali (2017-2018), il fenomeno di dissesto si è nuovamente verificato ed è attualmente in evoluzione; il Comune di Baschi ha nel frattempo ripetutamente realizzato azioni/interventi temporanei minimi di prima mitigazione/segnalazione del fenomeno, consistenti in:

- ripristino del fosso posto a valle della scarpata stradale in dissesto, atto ad allontanare le acque superficiali, evitandone il ruscellamento incontrollato verso valle ed in grado di raccogliere le venute d'acqua osservate lungo la scarpata, raccordato al limitrofo fosso posto a NO dell'area;
- realizzazione di un cordolo a tergo della nicchia principale, finalizzato a prevenire l'infiltrazione diretta delle acque superficiali lungo le fratture principali esistenti;
- sarcitura delle lesioni osservabili lungo la sede stradale a tergo della nicchia principale, atte ad evitare infiltrazioni d'acqua lungo le stesse;
- monitoraggi e controlli visivi frequenti dell'eventuale stato di evoluzione del fenomeno per eventuali opportune azioni di interruzione della viabilità, attuati particolarmente in concomitanza o a tergo di eventi meteorici;
- interdizione pedonale al tratto in dissesto e apposizione di opportuna segnaletica per la circolazione stradale.

Il fenomeno franoso si evidenzia mediante la presenza di una nicchia di distacco che si sviluppa per oltre 22-23 m lungo la sede stradale, la quale ha determinato l'abbassamento di ordine pluridecimetrico (fino oltre 30 cm nel 2018, fino oltre 50 cm nel gennaio 2023), della suddetta porzione stradale, maggiormente evidente nel tratto settentrionale, con formazione di ulteriori varie lesioni osservabili anche sul manto stradale a tergo della lesione principale, le quali si sviluppano con forma arcuata.

In coincidenza del tratto stradale oggetto di cedimento della carreggiata, la scarpata di valle presenta un'altezza compresa tra 3-6 m con pendenze dell'ordine del 60-100%; lungo la stessa si osservano evidenti fenomeni di rigonfiamento e accumulo al piede e traslazione plurimetrica di alcuni alberi presenti.

Il fenomeno ha inoltre provocato ripetutamente l'interruzione del fosso originariamente presente al piede della scarpata, provocando il deflusso incontrollato delle acque lungo il versante e la presenza di zone di ristagno e

impaludamenti; si sono inoltre osservate venute d'acqua nella porzione basale della scarpata, con comportamento persistente, individuabili anche vari giorni successivamente alla presenza di eventi meteorici.

Il tratto di viabilità in oggetto è costituito da una porzione in rilevato di natura antropica, testimoniato, oltre che dalla evidente morfologia del sito, anche dalle osservazioni sui terreni indagati mediante il sondaggio eseguito, che hanno evidenziato la presenza di terreni di riporto ghiaioso-limosi (porzione sommitale) a modesto o nullo grado di addensamento, e limosi argilloso-ghiaiosi a modesto grado di consistenza, plastici, da molto umidi a bagnati, per spessori di almeno 3 m lungo la verticale d'indagine, con spessore presumibilmente in aumento verso la porzione settentrionale.

Il fenomeno suddetto ha avuto la sua principale evoluzione a partire dal dicembre del 2016 ma, dall'osservazione delle fotografie aeree disponibili (es. foto aeree di Google Earth disponibili on-line a partire dal maggio 2012) e dai rilievi ed analisi fotointerpretative multi-temporali condotte dallo scrivente per la redazione del Progetto Preliminare di consolidamento dell'abitato di Acqualoreto (2002), si rilevava la presenza di lesioni sul manto stradale molto antecedenti al 2016.

Lungo il versante a valle del fenomeno principale sopra descritto, si osserva un generale rigonfiamento dei terreni presenti, che interessa il versante per una porzione estesa per circa 60 m e, lateralmente, per un tratto superiore ai 30 m, con la porzione di piede che raggiunge il limitrofo fosso (posto a NO del dissesto principale).

Lungo il tratto sopra descritto, si sono osservati in passato fenomeni di impaludamento e ristagno delle acque di varia entità, nonostante la presenza di un fosso di regimazione delle acque superficiali, disposto circa parallelamente alle curve di livello; tali fenomeni sono attualmente meno evidenti (gennaio 2023)

Tale porzione coincide con un fenomeno franoso per scivolamento riportato nella cartografia del PAI dell'A.B.Tevere (classificato come quiescente, ved. allegato), nella cartografia geomorfologica del PRG del Comune di Baschi (ved. stralcio allegato, del 2007, classificato come attivo, sovrainposto al fenomeno quiescente riportato nel PAI ma più sviluppato a monte dello stesso, a testimonianza del probabile comportamento retrogressivo tipico dei fenomeni presenti nell'area) e nella carta geomorfologica del citato Progetto preliminare di consolidamento dell'abitato (del 2002, classificato come attivo s.s., continuo e stagionale, ved. stralcio allegato).

In base alle osservazioni condotte e ai dati bibliografici, tale corpo franoso è stato riportato anche nella Carta Geomorfologica redatta per il presente studio e classificato come fenomeno per scorrimento s.l., attivo sospeso e ricorrente o quiescente.

La regimazione locale delle acque meteoriche superficiali è affidata alle cunette/canalette laterali alla viabilità, che intercettano i fossi posti nella porzione di monte del versante e successivamente, sottopassando la viabilità comunale mediante due tubazioni in cemento (diametro circa 60 cm cad., presenti immediatamente a N dell'area di principale interesse), recapitano in un fosso orientato mediamente in direzione ENE-OSO, il quale prosegue verso valle con discontinua efficacia.

Il sistema sembrerebbe sufficientemente dimensionato, tuttavia, si osservano dei locali fenomeni di erosione accelerata e ristagno lungo la cunetta stradale nel tratto posto immediatamente a monte dell'area in dissesto.

All'interno di tale cunetta/canaletta sono presenti dei blocchi litoidi di dimensione anche fino al metro, riferibili presumibilmente agli accumuli franosi antichi (frana relitta) che costituiscono i terreni presenti nel versante, osservabili anche in altre porzioni al contorno dell'area, i quali determinano irregolarità nella forma dell'incisa cunetta e fenomeni di ristagno, con conseguenti potenziali infiltrazioni nel sottosuolo delle acque meteoriche altrimenti destinate al deflusso superficiale; sono inoltre osservabili locali modeste parziali occlusioni, che favoriscono i fenomeni di ristagno.

In considerazione di quanto sopra esposto, si ritiene che il dissesto principale osservato sia riconducibile ad un fenomeno franoso (tipo scivolamento s.l.), che ha interessato il rilevato stradale ed i depositi di frana/detritici sottostanti, sicuramente fino a profondità di circa 4.5 m lungo la verticale d'indagine (sondaggio S1) e stimabili in aumento nella porzione residua verso N (5-6 m).

La natura litologica dei terreni presenti (riporto e depositi di frana/detritici, prevalentemente fini, limosi ed argillosi, con frazioni variabili ghiaiose e sabbiose), e le scadenti/mediocri caratteristiche meccaniche degli stessi, ulteriormente aggravate dalla presenza di probabili infiltrazioni/dispersioni dalla rete superficiale di raccolta esistente delle acque meteoriche, e dalla presenza di una falda caratterizzata da livelli piezometrici massimi circa coincidenti con il piano campagna a tergo dei periodi caratterizzati da precipitazioni intense e/o persistenti (ved. paragrafo caratteristiche idrogeologiche), si ritengono essere le cause predisponenti e scatenanti del fenomeno di dissesto.

A tali fattori va probabilmente aggiunta la dispersione della rete idrica presente, conseguente al danneggiamento che la stessa subisce per effetto del fenomeno franoso. Tale fattore dovrà sicuramente essere tenuto in attenta considerazione anche nella possibile evoluzione del fenomeno attualmente in atto in quanto, la linea esistente, pur essendo stata ripristinata a seguito del fenomeno del dicembre 2016, potrebbe risultare nuovamente compromessa a causa dell'evidente evoluzione successiva del fenomeno, o comunque prossima a tale condizione.

In aggiunta a tali fattori/condizioni, si ritiene di non potere escludere (perlomeno allo stato attuale delle conoscenze), il possibile effetto conseguente alla presenza del corpo franoso (attivo/quiescente), indicato nella carta geomorfologica allegata, il quale interessa il versante in oggetto, ed è probabilmente caratterizzato da movimenti lenti, ma in grado di agire sull'opera stradale posta nella porzione di monte del medesimo e sui terreni presenti.

L'indagine eseguita (sondaggio S1), ha mostrato la presenza di tratti caoticizzati e detensionati dei depositi di copertura, presenti fino a circa 8 m di profondità (anche in questo caso probabilmente superiori, fino a 9-10 m da p.c. nella porzione settentrionale, considerando l'aumento del rilevato stradale rispetto all'originario piano campagna), che potrebbero coincidere con superfici di scivolamento del suddetto fenomeno.

Infine, per quanto attiene gli elementi di pericolosità geomorfologica presenti nel PRG del Comune di Baschi, l'area è inserita in classe di Pericolosità geomorfologica alta (A - classe 1) e vulnerabilità idrogeologica bassa (B) da cui deriva una vulnerabilità elevata (A3) delle componenti geologiche-ambientali.

L'area non è sottoposta al vincolo idrogeologico (R.D. 3267/23).

**CARTA GEOMORFOLOGICA
CON UBICAZIONE INDAGINI**
IMMAGINE GOOGLE EARTH 2021
SCALA GRAFICA (c.ca 1:500)



LEGENDA

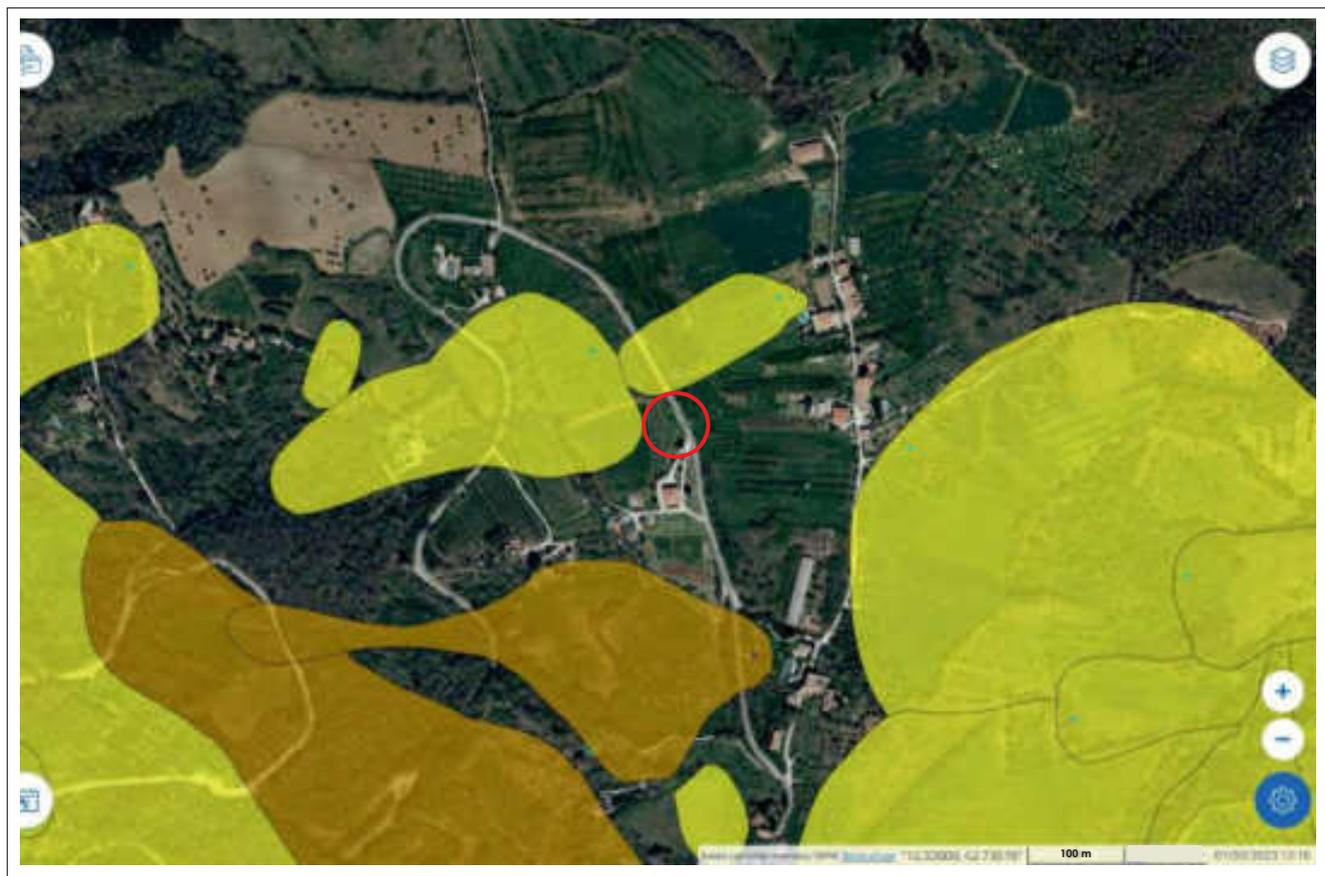
-  **Corpo di frana relitta** - Frana complessa, occorsa in condizioni climatiche o geomorfologiche diverse dalle attuali con improbabile riattivazione completa attuale.
-  **Corpo di frana quiescente** - Frane per scorrimento s.l., osservate unicamente nelle fotografie aeree del 1954-55 e che non presentano segni apprezzabili di movimento rilevabili da osservazioni di campagna o dalle fotografie aeree più recenti.
-  **Corpo di frana attiva s.s., continua e stagionale** - Frana per scorrimento s.l. con evidenze di movimenti in atto.
-  **Corpo di frana attiva sospesa e ricorrente o quiescente** - Frana per scorrimento s.l. con evidenze di movimenti, identificabili dalla lettura delle fotografie aeree più recenti e da evidenze morfologiche pregresse.
-  Area d'impiuvio con fenomeni d'erosione accelerata.
-  Nicchia di distacco di frana attiva.
-  Nicchia di distacco di frana quiescente.
-  Orlo di scarpata antropica.
-  Vallecola a V con direzione di scorrimento (freccia con riempimento).
-  Vallecola a V debolmente definita con direzione di scorrimento (freccia con riempimento).
-  Tratto intubato.
-  Zona di ristagno o acquitrinosa nel 2018, fenomeni attualmente (gennaio 2023), scarsamente osservabili.
-  Venuta d'acqua o sorgente.
-  Sondaggio geognostico (2018).
-  Misura di microtremore a stazione singola tipo HVSR (2023).
- Indagine geofisica di sismica attiva tipo MASW (2023).

COROGRAFIA GEOMORFOLOGICA

ESTRATTO CARTOGRAFIA I.F.F.I.

PORTALE IDROGEO - ISPRA

SCALA GRAFICA



LEGENDA

 INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

Frane (IFFI)

Punti Identificativi del Fenomeno Frane (PIFF)

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

Tipologia di frane

-  Frane lineari
-  Crudi/Ritaccolamenti
-  Scivolamento colossale/instabile
-  Espansione
-  Colamento lento
-  Colamento rapido
-  Spontaneamente
-  Complesso
-  Area con instabilità diffusa
-  Area con approfondimenti diffusi
-  Area con frane superficiali diffuse
-  DGP/1
-  n.d.

Eventi (IFFI)

-  Eventi frane

Segnalazioni (IFFI)

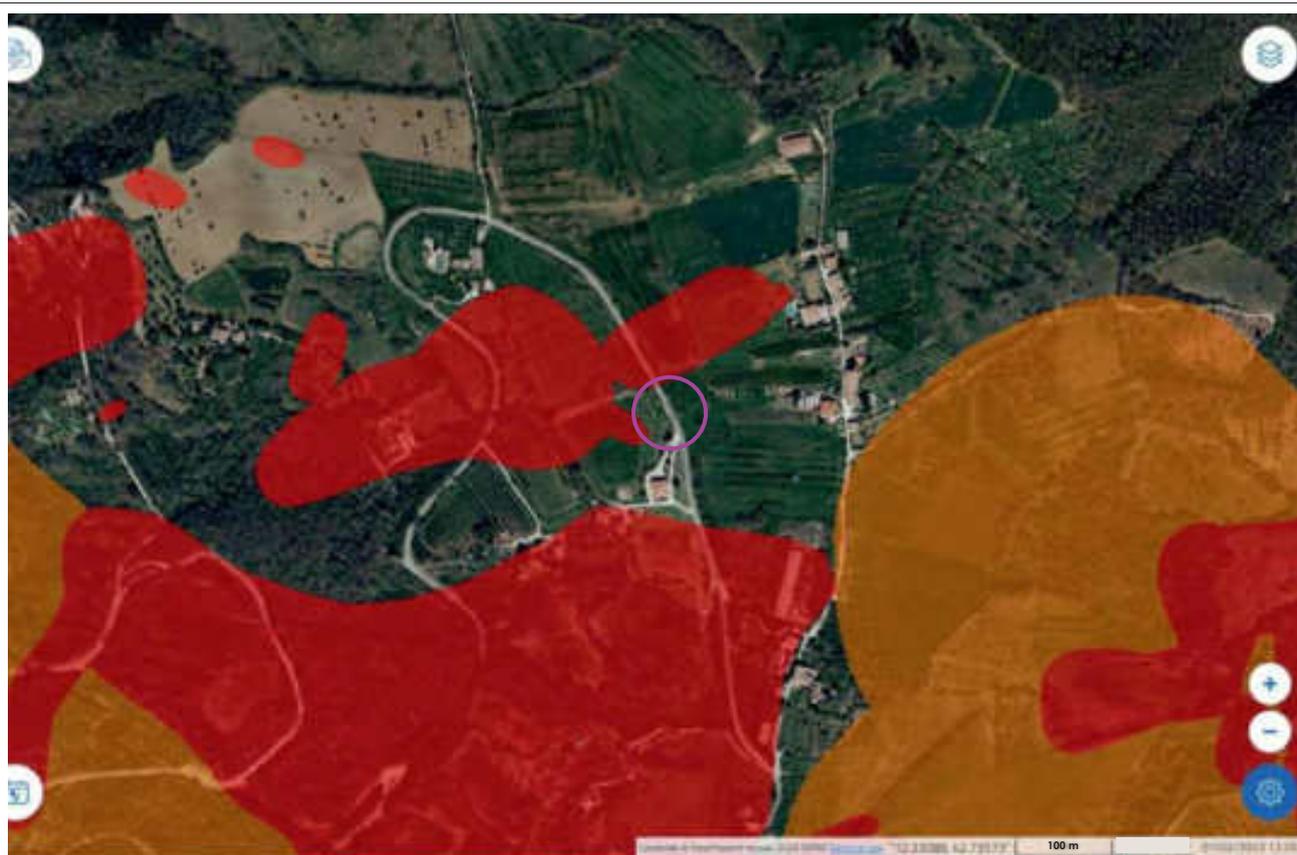
-  Segnalazioni altre

COROGRAFIA GEOMORFOLOGICA E IDRAULICA

ESTRATTO CARTOGRAFIA PERICOLOSITA'

PORTALE IDROGEO - ISPRA

SCALA GRAFICA



LEGENDA

 INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

Pericolosità Idrogeo

Pericolosità Irane

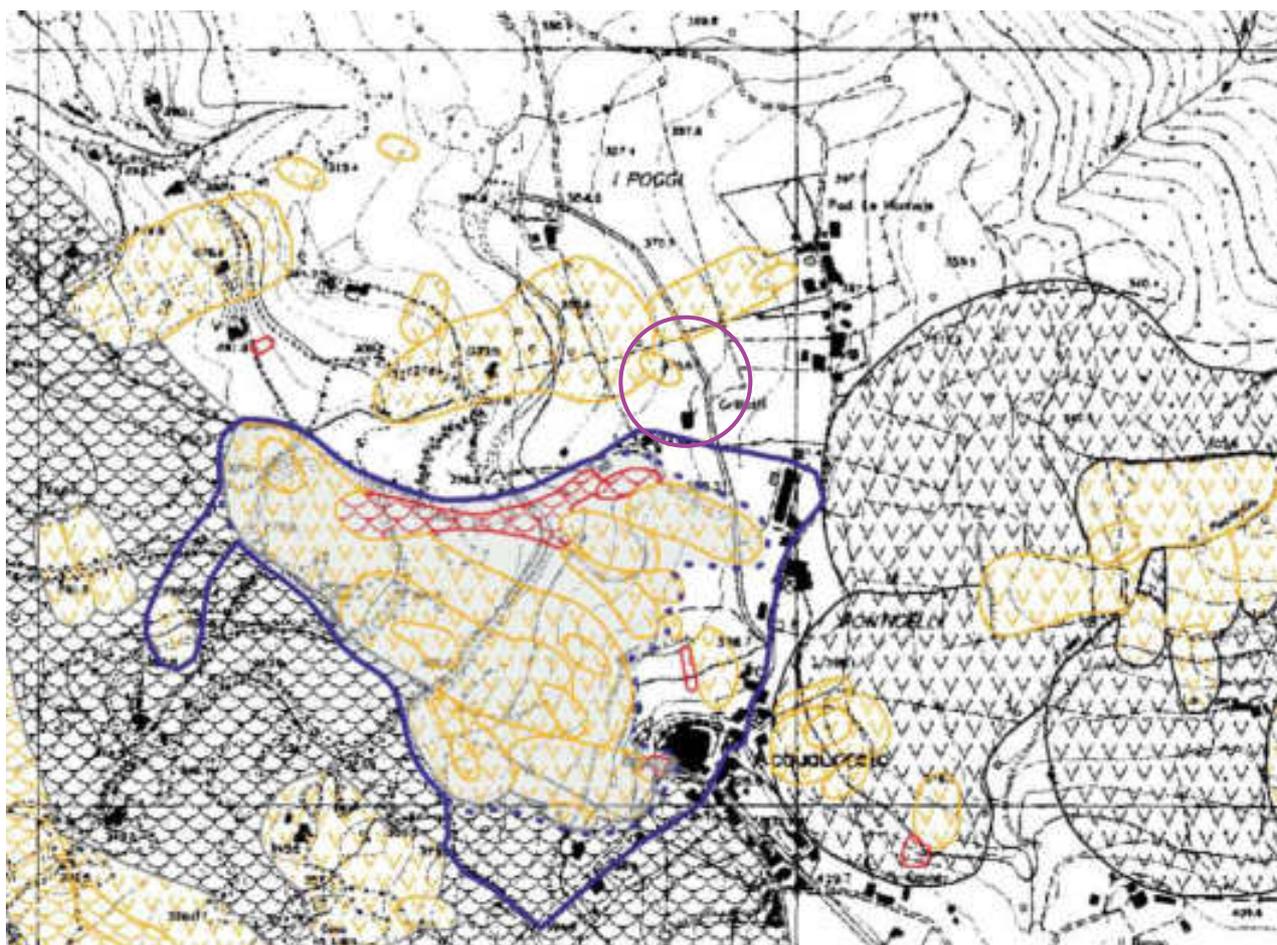
-  Molto elevata P4
-  Elevata P3
-  Media P2
-  Moderata P1
-  Aree di Attenzione AA

Pericolosità idraulica

-  Scenario P3
-  Scenario P2
-  Scenario P1

COROGRAFIA GEOMORFOLOGICA

ESTRATTO CARTOGRAFIA P.A.I. - AUT. BACINO DEL F. TEVERE
 INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI E
 SITUAZIONI A RISCHIO FRANA - TAV. 161
 SCALA 1:10.000



LEGENDA

 INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

Inventario dei fenomeni franosi

fenomeno	fenomeno	fenomeno	fenomeno
altro	scivolo	rotoloni	precipiti

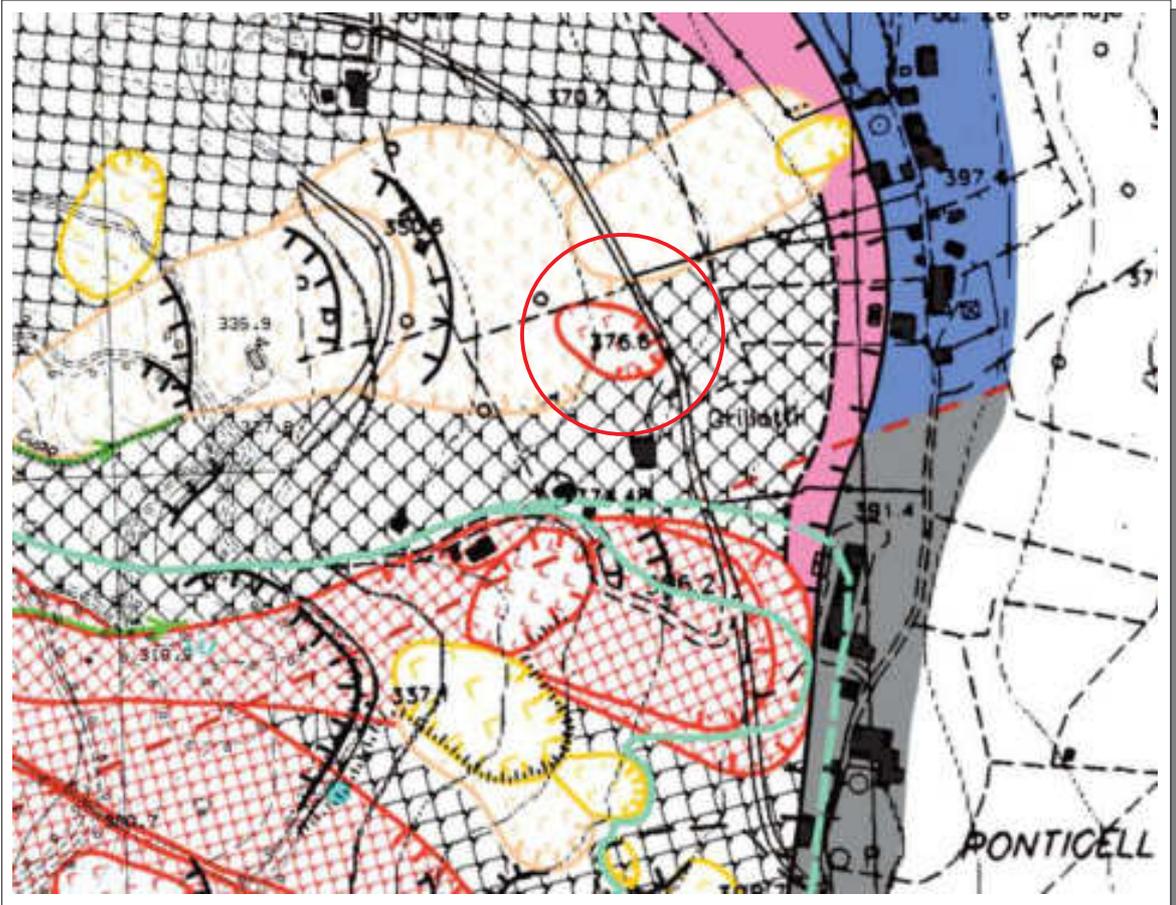
fenomeno	fenomeno	fenomeno	fenomeno
altro	scivolo	rotoloni	precipiti

Situazioni di rischio da frana

	R1 - Medio rischio
	R2 - Basso

COROGRAFIA GEOMORFOLOGICA

ESTRATTO CARTA GEOMORFOLOGICA "PROG. PRELIMINARE
LAVORI DI CONSOLIDAMENTO ABITATO DI ACQUALORETO"
(SGA STUDIO GEOLOGI ASSOCIATI, 2002)
SCALA 1:5.000



LEGENDA



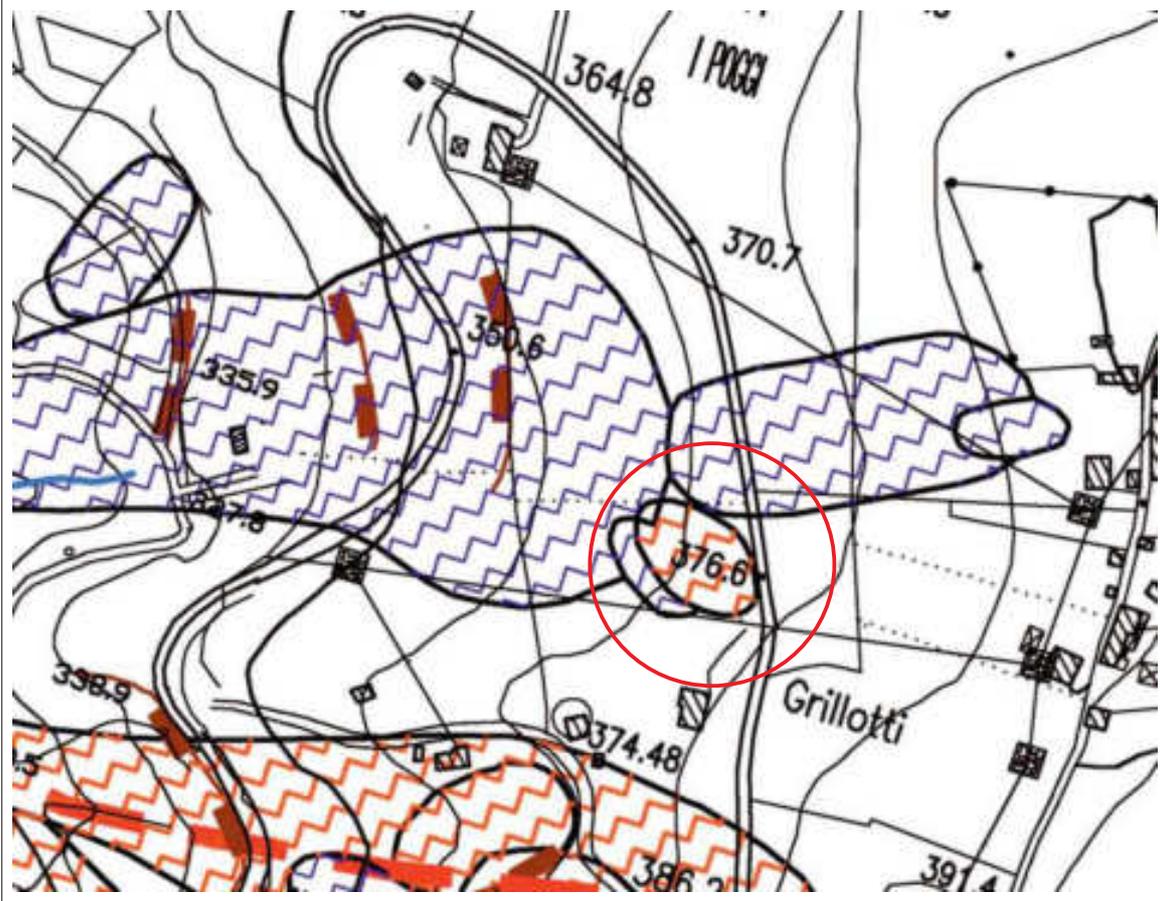
INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

-  Ripiani di frane di accumulo s.l.
-  Ripiani di frane complesse
-  Ripiani di frane s.l. in c.a., con frane e disgregati - Frane con strutture di scorrimento e c.a. morfologiche in movimento
-  Ripiani di frane s.l. in c.a. in c.a. e in c.a. - Frane con strutture di scorrimento s.l. in c.a. e in c.a. morfologiche in movimento
-  Ripiani di frane s.l. in c.a. - Frane con strutture di scorrimento s.l. in c.a. e in c.a. morfologiche in movimento
-  Ripiani di frane s.l. in c.a. - Frane con strutture di scorrimento s.l. in c.a. e in c.a. morfologiche in movimento
-  Ripiani s.l. in c.a. e in c.a. - Ripiani s.l. in c.a. e in c.a. morfologiche in movimento
-  Ripiani s.l. in c.a. e in c.a. - Ripiani s.l. in c.a. e in c.a. morfologiche in movimento
-  Ripiani s.l. in c.a. e in c.a. - Ripiani s.l. in c.a. e in c.a. morfologiche in movimento
-  Ripiani s.l. in c.a. e in c.a. - Ripiani s.l. in c.a. e in c.a. morfologiche in movimento
-  Ripiani s.l. in c.a. e in c.a. - Ripiani s.l. in c.a. e in c.a. morfologiche in movimento

-  Limitazione amministrativa 0' - 0'
-  Limitazione amministrativa 0' - 0'
-  Limitazione amministrativa 0' - 0'
-  Limitazione amministrativa 0' - 0'
-  Limitazione amministrativa 0' - 0'
-  Limitazione amministrativa 0' - 0'
-  Limitazione amministrativa 0' - 0'
-  Limitazione amministrativa 0' - 0'
-  Limitazione amministrativa 0' - 0'
-  Limitazione amministrativa 0' - 0'
-  Limitazione amministrativa 0' - 0'
-  Limitazione amministrativa 0' - 0'
-  Limitazione amministrativa 0' - 0'
-  Limitazione amministrativa 0' - 0'
-  Limitazione amministrativa 0' - 0'
-  Limitazione amministrativa 0' - 0'
-  Limitazione amministrativa 0' - 0'

COROGRAFIA GEOMORFOLOGICA

ESTRATTO CARTA GEOMORFOLOGICA
P.R.G. COMUNE DI BASCHI
NON IN SCALA



LEGENDA

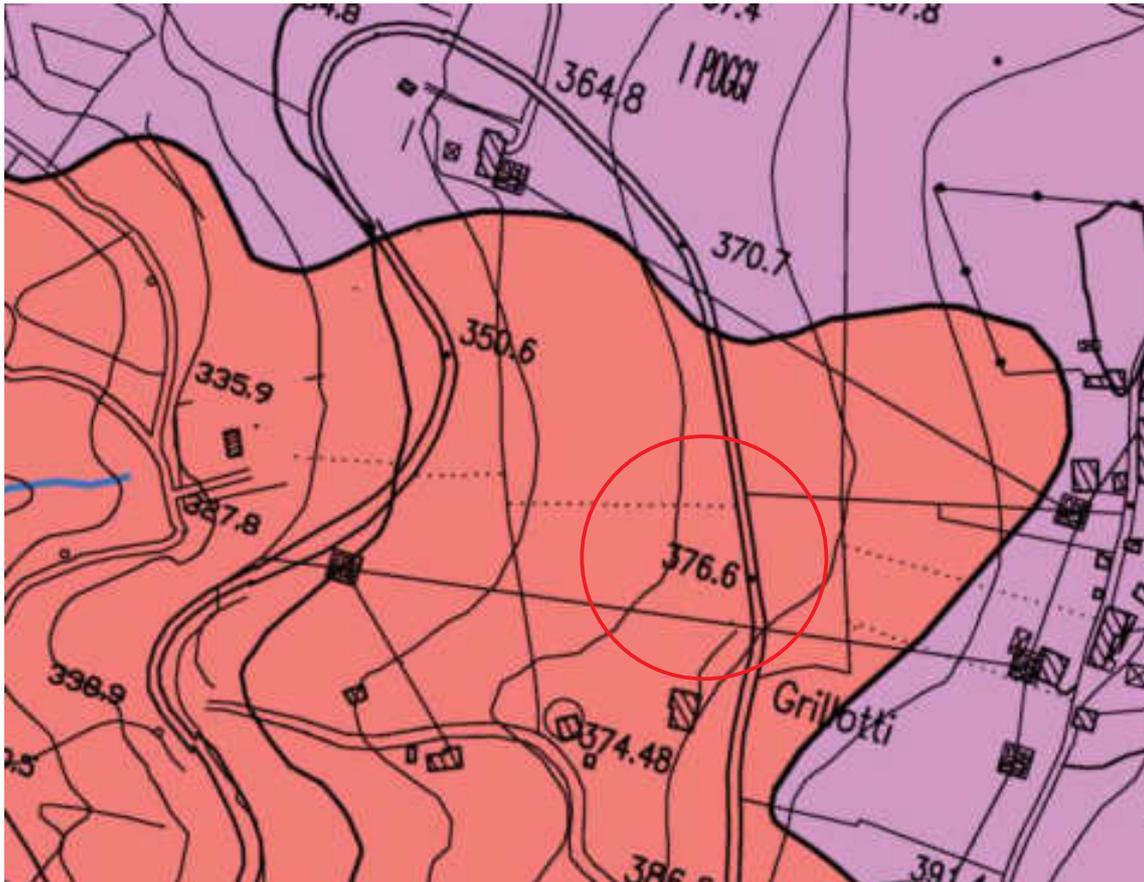
-  INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO
-  Scarpata e/o rottura di pendio
-  Contatto tettonico presunto
- fenomeno attivo**

- fenomeno quiescente**

- Frana per scivolamento

COROGRAFIA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

ESTRATTO CARTA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA
P.R.G. COMUNE DI BASCHI
NON IN SCALA



LEGENDA



INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

ALTA



Area caratterizzata, per una estensione areale prevalente, dalla presenza di frane attive, frane quotate coinvolte da locali dinamiche evolutive ricorrenti o limitatamente sul terreno a fronte di monitoraggio strutturato, fenomeni di subsidenza essenzialmente diffusi nel settore, in parti di versanti ad elevata energia di rilievo che sottendono settori di alta rischio cronostatale sia fenomeno di scioglimento d'argilla, i corsi d'acqua soggetti a smottamenti e in aree dove le caratteristiche morfologiche e quelle idrologiche dei terreni sono tali da indurre una instabilità locale e diffusa.

MEDIO-ALTA



Area caratterizzata, per una estensione areale prevalente, dalla presenza di frane quotate che non presentano segnali apprezzabili di movimento, frane antiche, paleostate, aree in fase di erosione accentuata e tratti di corsi d'acqua. In tal'insieme in ambito le caratteristiche morfologiche dei versanti e idrologiche dei terreni sono tali da favorire situazioni di scarsa instabilità.

4. CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE

Per la ricostruzione dello scenario litostratigrafico dell'area, dopo la consultazione del materiale bibliografico disponibile, si è fatto riferimento a quanto osservato in superficie ed ai risultati delle indagini geognostiche-geotecniche e geofisiche, realizzate e reperite.

4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

L'area oggetto del presente studio appartiene, a scala regionale, alla terminazione settentrionale della dorsale narnese-amerina, caratterizzata in quest'area dalla sovrapposizione tettonica delle successioni affini a quelle del Dominio Toscano, sulle successioni tipiche del Dominio Umbro.

L'abitato di Acqualoreto risulta localizzato lungo l'asse di una lunga struttura sinclinalica, la quale si sviluppa in direzione prevalente N-S e NNE-SSO, all'incirca dall'abitato di Monte Castello di Vibio fino ad E dei monti di Guardea, ed è posta immediatamente ad E della principale anticlinale della dorsale narnese-amerina.

I terreni che costituiscono tale struttura sono caratterizzati, nell'area d'interesse, dalla presenza dei depositi marini silico-clastici delle successioni pelagiche e torbiditiche "interne" del Dominio Toscano e, nel dettaglio, l'abitato di Acqualoreto risulta ubicato, almeno prevalentemente, sul basamento litoide attribuibile alla Formazione della Scaglia Toscana - STO (Cretaceo inf. - Oligocene basale).

Esternamente al nucleo storico dell'abitato e specificatamente lungo il versante nord occidentale a valle dello stesso, i sedimenti costituenti il substrato litoide risultano ricoperti da una estesa coltre, caratterizzata da spessori variabili da pochi metri ad alcune decine di metri.

Tale coltre è riferibile ad un'estesa copertura derivante da fenomeni franosi antichi (Accumuli di frana - Cfr – Pleistocene-Olocene), occorsi in condizioni climatiche e geomorfologiche diverse dalle attuali (frane relitte), per le quali è improbabile una riattivazione completa (totale) nelle attuali condizioni climatiche, sismiche e morfologiche, con locali intercalazioni riferibili a depositi detritici di versante.

Tali depositi gravitativi, come già evidenziato nel precedente paragrafo, sono tuttavia caratterizzati da fenomeni franosi derivanti da riattivazioni parziali, con grado di attività variabile, tra i quali sono compresi i fenomeni che si sviluppano lungo il versante d'interesse.

L'analisi di dettaglio del cutting di perforazione eseguita durante il corso delle campagne d'indagini geognostiche di riferimento, ha messo in evidenza che il passaggio tra tale coltre ed il substrato integro è generalmente caratterizzato da una facies di "transizione", riferibile a depositi eluvio-colluviali e di alterazione del substrato (Pleistocene-Olocene), derivanti dal disfacimento delle litologie riferibili al basamento e comprensiva della porzione superficiale del medesimo, a variabile grado di alterazione.

Infine, localmente, sono presenti accumuli antropici e terreni di riporto, i quali risultano distribuiti lungo il versante in prossimità delle aree di pertinenza dei fabbricati presenti, o costituiscono almeno parte della sede viaria della strada comunale che si sviluppa lungo il versante in oggetto.

4.2 SCENARIO LITOSTRATIGRAFIO LOCALE

Nell'area direttamente interessata dall'intervento in progetto, da quanto verificato a scala di rilevamento superficiale, unitamente a quanto riscontrato dalle risultanze delle indagini geognostiche-geotecniche e geofisiche, realizzate e reperite, il modello litostratigrafico di dettaglio risulta costituito da termini litologici eterogenei per la natura granulometrica, tessiturale e deposizionale.

In particolare, relativamente all'area di intervento e all'immediato contorno, s'individuano:

- a) Una coltre di terreno vegetale dello spessore fino a circa 80-100 cm, presente nelle aree agricole del versante.
- b) Una coltre di terreno antropico, di riporto, eterogenea, costituente il rilevato stradale interessato dal fenomeno di dissesto. Relativamente alla zona di diretto interesse, dalle risultanze del sondaggio S1, si individua una prima porzione, fino a profondità di circa 1.2 m da p.c., costituita da ghiaie sabbiose e ghiaie limose, dal marrone al marrone rossastro, con clasti poligenici fino a 7/8 cm, da sciolta a moderatamente addensata.

Al di sotto di questa prima porzione, il rilevato stradale risulta costituito da depositi prevalentemente limosi con abbondante frazione argillosa e frazione ghiaiosa variabile, costituita da clasti poligenici pluricentimetrici. La colorazione prevalente è marrone verdastra ed il grado di consistenza modesto. Tali depositi sono inoltre risultati da molto umidi a bagnati. La profondità indagata dei depositi antropici è risultata di circa 3 m; si ritiene che la stessa possa essere superiore, fino a circa 4.5-5 m, nel tratto settentrionale della viabilità (considerando l'altezza del rilevato stradale) e, per la medesima motivazione, in diminuzione per la porzione di monte della viabilità e verso sud, con spessori fino a circa 2-2.5 m.

Per tali depositi, data la natura antropica degli stessi ed il susseguirsi di interventi di sistemazione della sede viaria nel tempo, non si esclude la probabile presenza di ulteriori eterogeneità laterali e verticali.

- c) Al di sotto dei terreni di natura antropica sono presenti i depositi detritici di versante e frana, di natura estremamente eterogenea. Dalle risultanze dell'indagine eseguita (sondaggio S1), per la zona di interesse, si osserva la presenza di una prima porzione di limi argilloso-sabbioso-ghiaiosi, marroni giallastri, con clasti pluricentimetrici, a moderato grado di consistenza, da molto umidi a bagnati, con un tratto detensionato tra le profondità di 4.0-4.4 m, che si ritiene corrispondere alla superficie di scivolamento del fenomeno franoso che ha coinvolto la sede stradale. Come indicato nel paragrafo geomorfologico, tale superficie dovrebbe approfondirsi fino a massimi di circa 5-6 m nella porzione settentrionale della viabilità in oggetto e diminuire analogamente verso monte e verso sud.

La sottostante porzione indagata di tali depositi, risulta costituita da alternanze sottili ed irregolari, centimetriche, di sabbie fini ed argille limose, con clasti calcarenitici e marnoso argillosi eterometrici, fino a > 10 cm. Il grado di consistenza è, in media, superiore alla porzione soprastante ma, sono presenti tratti detensionati e/o caoticizzati, individuati ad almeno due quote, tra 5.5-5.8 m e 7.5-7.7 m, che si ritiene possano esse riferibili alle superfici di scivolamento dei fenomeni attivi lenti o quiescenti, che interessano il versante.

Complessivamente, all'interno dei depositi detritici e di frana, è possibile individuare la presenza di trovanti litoidi, anche di dimensioni metriche e superiori, osservabili anche lungo i tagli delle scarpate stradali esistenti o nella zona della cunetta/canaletta di scolo stradale, posta nella porzione di monte della viabilità.

- d) Al di sotto di tali terreni (oltre i 7.7 m lungo la verticale d'indagine), è stata individuata una facies di passaggio al substrato geologico, costituita da argille limose e argilliti molto consistenti e sabbie fini molto addensate, grigio scure e grigio azzurre, dello spessore di circa 2 m. Questi terreni, presenti fino a profondità di quasi 10 m sulla verticale d'indagine, sono riferibili sia ad una porzione molto alterata della Formazione della Scaglia Toscana, sia ai depositi detritici di versante e frana. Dalle risultanze delle indagini pregresse disponibili, tale condizione è risultata frequentemente presente lungo il versante in esame ed in generale lungo i versanti posti a valle dell'abitato di Acqualeto.
- e) Infine, oltre la profondità di quasi 10 m lungo la verticale d'indagine, è stato individuato il substrato geologico, costituito da alternanze di argilliti marnose foliettate, grigie e grigio verdi, calcareniti e calcilutiti,

grigio nocciola e grigiastre, in strati da centimetrici fino a circa 10 cm, fratturate e molto fratturate, che si ritiene possano essere riferibili alla litofacies di Poggioni (Eocene medio), del membro delle calcareniti di Dudda della Scaglia Toscana.

4.3 SCENARIO IDROGEOLOGICO LOCALE

Le caratteristiche idrogeologiche del sito sono state indagate sia attraverso la consultazione dei dati bibliografici disponibili, sia dalle risultanze delle campagne d'indagini realizzate e reperite, che dalle condizioni presenti osservate nell'area di studio ed al contorno.

In particolare, relativamente alla porzione d'interesse, sono risultate disponibili le risultanze di alcune prove di permeabilità in foro di tipo Lefranc a carico variabile di seguito riportate.

PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE (CAMPAGNA INDAGINI 2007)

SONDAGGIO N.	PROVA LEFRANC	K (m/s)	LITOTIPO	NOTE
S20D	LF1	2,27E-06	Substrato	
S21	LF1	1,16E-05	Alterazione substrato	sondaggio non indicato tra le indagini di riferimento ma presente lungo il medesimo versante
S22	LF1	4,41E-07	Copertura	
S23	LF1	6,79E-06	Substrato	sondaggio non indicato tra le indagini di riferimento ma presente lungo il medesimo versante

La natura idrogeologica dei terreni presenti risulta a grande scala eterogenea, in funzione prevalentemente della percentuale di frazione fine presente; la permeabilità risulta di tipo primario, per porosità, per i terreni costituenti la copertura antropica, detritica (fransa ed eluvio-colluviale) e di tipo secondario, per fratturazione, per i sedimenti marini costituenti il substrato geologico.

Dal punto di vista idrogeologico abbiamo la presenza di materiali a diversa permeabilità.

Partendo dall'alto, relativamente alla coltre di riporto, a basso grado di addensamento e consistenza, i valori del coefficiente di permeabilità K sono stimabili nell'ordine di $1 \times 10^{-2} \div 1 \times 10^{-5}$ m/sec, per sedimenti di natura prevalentemente ghiaiosa, con frazione variabile sabbiosa e limosa, e nell'ordine di $1 \times 10^{-4} \div 1 \times 10^{-6}$ m/sec, per sedimenti di natura prevalentemente limosa.

Per i depositi di frana e detritici abbiamo diverse tipologia: litofacies prevalentemente "fini" composte da argille limose, limi argillosi e limi sabbiosi, e percentuale variabile, a tratti considerevole, ghiaiosa, e litofacies medie e grossolane, composte da ghiaie argilloso-limoso-sabbiose e sabbioso-argillose e sabbie a variabile contenuto di fine e ghiaioso.

Per la prima litofacies, sono disponibili valori sperimentali ricavati da una prova di permeabilità Lefranc in situ, che indica valori dell'ordine di 1×10^{-7} m/sec; per tali terreni si può pertanto stimare un range compreso tra $1 \times 10^{-6} \div 1 \times 10^{-7}$ m/sec. Per la seconda litofacies, non sono disponibili prove dirette in situ, per cui la stima del coefficiente di permeabilità K è basata sulle prove eseguite in altre aree al contorno, lungo i versanti a valle dell'abitato, considerando una maggiore presenza di frazione fine evidenziata lungo il versante in oggetto e vengono pertanto indicati valori compresi tra $1 \times 10^{-4} \div 1 \times 10^{-5}$ m/sec.

La coltre eluvio-colluviale e di alterazione del substrato, presenta litofacies prevalentemente fini ed è stata indagata mediante la realizzazione di una prove di permeabilità in situ di tipo Lefranc; a tale litofacies sono attribuibili valori compresi tra $1 \times 10^{-5} \div 1 \times 10^{-6}$ m/sec.

Infine, relativamente al basamento litoide, la formazione presente è caratterizzata da una permeabilità di tipo secondario, per fratturazione, indotta e funzione dell'ampiezza del campo di fratture presenti di origine tettonica, della loro diffusione e distribuzione, le quali garantiscono l'eventuale circolazione idraulica.

Tali sedimenti sono comunque caratterizzati da valori bassi e molto bassi del grado di permeabilità, con coefficiente di permeabilità medio derivato dall'esecuzione di n. 2 prove di permeabilità in situ tipo Lefranc, confrontate con le risultanze di prove Lugeon eseguite lungo i versanti a valle dell'abitato di Acqualoreto, che indicano complessivamente valori del coefficiente di permeabilità $K = 1 \times 10^{-6} \div 1 \times 10^{-8}$ m/s.

Per quanto concerne l'altezza della superficie piezometrica di base, dalle risultanze del monitoraggio eseguito dallo scrivente fin dal 2002 sulla strumentazione geotecnica di tipo piezometrico presente lungo il versante, con particolare riferimento alle tubazioni piezometriche presenti nei fori di sondaggio S6D e S20D, si evidenzia come l'area sia interessata dalla presenza di una falda freatica, con livelli massimi, a seguito di periodi di intense e/o persistenti precipitazioni, quasi coincidenti con il piano campagna (S6D-TA, 0.18 m da p.c. – marzo 2006; S20D-TA, 0.18 m da p.c. – dicembre 2014).

Più recentemente, le misurazioni effettuate nel mese di marzo 2018, hanno evidenziato livelli di 0.26 m da p.c. (S6D-TA), 1.07 m da p.c. (S6D-CC), 0.9 m da p.c. (S20D-TA) e 1.0 m da p.c. (S20D-CC), mentre, le misurazioni effettuate nel mese di gennaio 2023, hanno evidenziato livelli di 1.17 m da p.c. (S6D-TA), 1.23 m da p.c. (S6D-CC), 1.85 m da p.c. (S20D-TA) e 1.75 m da p.c. (S20D-CC)

I dati disponibili risultano in accordo con la ricostruzione del modello idrogeologico riportato nella Carta idrogeologica del PRG del Comune di Baschi (ved. stralcio allegato).

L'escursione stagionale di tale falda risulta significativa nell'area sommitale del versante (area d'interesse), e la stessa è caratterizzata da circolazioni che interessano la coltre di copertura e alterazione (accumuli di frana e detriti di versante e depositi di alterazione del substrato), con potenzialità ridotta legata anche alla modesta permeabilità di tali terreni, risultando sostenuta alla base dal substrato, caratterizzato da coefficienti di permeabilità generalmente inferiori alla coltre di copertura e piuttosto ridotti.

Non si esclude la presenza di circolazioni che interessano il substrato, le quali, almeno localmente, possono essere in interconnessione con la falda superficiale che interessa i terreni di copertura.

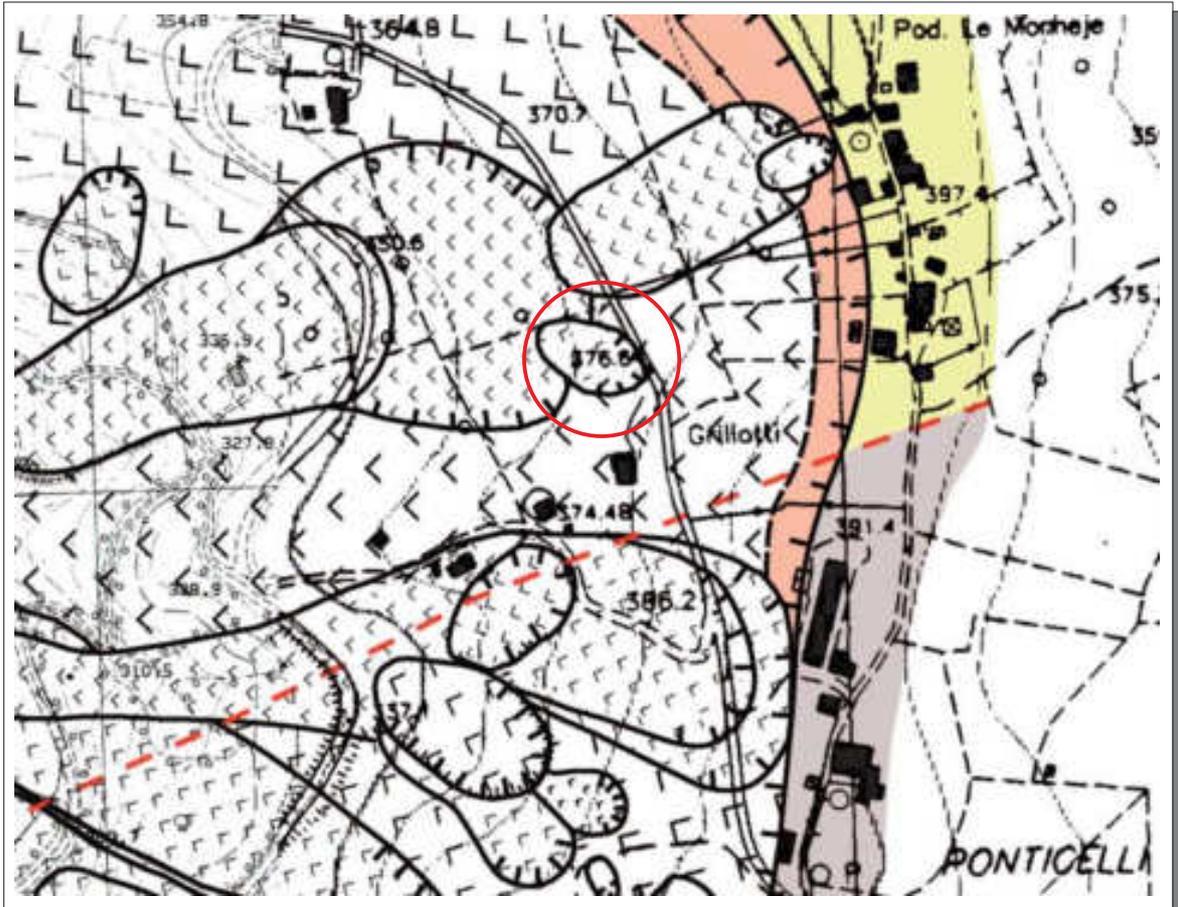
L'alimentazione di tale falda risulta in connessione con il regime meteorico stagionale dell'area inoltre, considerando la modesta ampiezza dell'area sommitale del versante in oggetto (quindi la limitatezza dell'area di diretta alimentazione presente), si ritiene probabile la presenza di flussi che raggiungono l'area principalmente da S e SE, ovvero dalle strutture rilevate presenti oltre la dorsale su cui sorge l'abitato.

Infine, favorite probabilmente anche da dispersioni dal sistema di regimazione superficiale delle acque meteoriche, sono presenti locali e temporanee circolazioni che s'innescano a seguito dei principali eventi meteorologici e dei periodi d'intense e persistenti precipitazioni, circolazioni superficiali che s'innescano nelle coltri di riporto e nelle porzioni sommitali dei depositi di frana e detritici, favorendone il degrado ed il conseguente decadimento delle caratteristiche geomeccaniche.

Tale condizione è risultata confermata durante l'esecuzione del sondaggio geognostico S1, che ha evidenziato la presenza di tratti molto umidi e bagnati nelle porzioni comprese tra circa 1 e 4.4 m da p.c. e durante i rilievi di superficie eseguiti, che hanno evidenziato la presenza di venute d'acqua nella porzione in dissesto, al piede della scarpata.

COROGRAFIA GEOLOGICA

ESTRATTO CARTA GEOLOGICA "PROGETTO PRELIMINARE
LAVORI DI CONSOLIDAMENTO ABITATO DI ACQUALORETO"
(SGA STUDIO GEOLOGI ASSOCIATI, 2002)
SCALA 1:5.000



LEGENDA



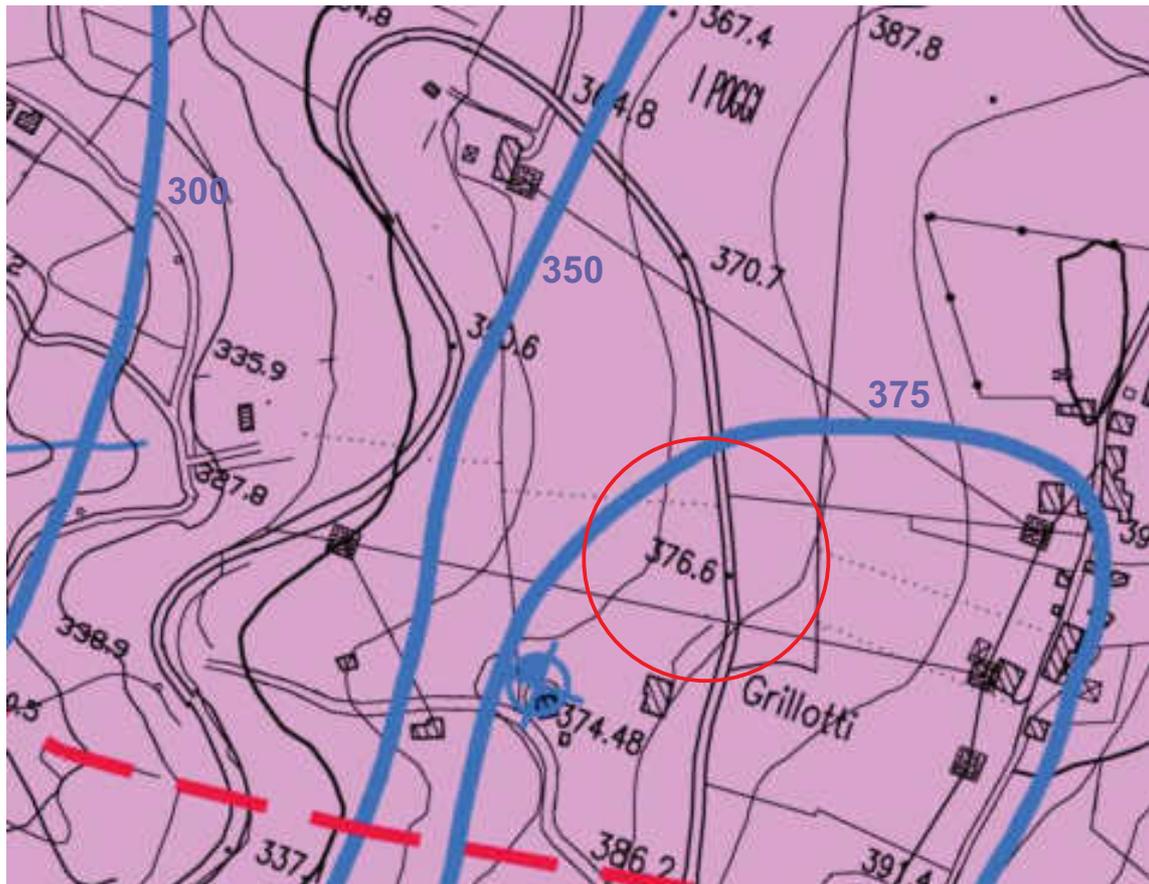
INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

-  **Acquedotto di Fiume** - Depositi calcarei di provenienza dai terreni terziari dai anelli dei versanti. (Fiume - Acquedotto)
-  **Depositi detritici ed eluvio-coluviali** - Depositi detritici a granulometria variabile e depositi coperti dal dissesto delle roccie del substrato, assai cementati tra. (Fiume - Acquedotto)
-  **Alluvioni recenti ed attuali** - Silti e ghiaie sabbie. (Fiume)
- Complesso terrigeno Toscano**
 -  **Formazione del Mugello** - Member arenaceo-argilloso costituito da alternanze di arenarie di arenarie arenarie calcaree arenarie - argillacee, in strati da pochi a molti metri (anche + 100 cm), alternati ad interstrati di torbacci arenosiliceo-sabbia. (Gallotti - Acquedotto)
 -  **Formazione della Sangua Toscana o della palermitana** - Unità argillacee - arenacee - calcaree, sottilmente stratificate, con argilla, sabbie con interstrati di calcaree e torbacci. (Fiume - Acquedotto)
- Complesso carbonatico limoso**
 -  **Formazione della Sangua Verdegata** - Marna e argilla argillacea rossa e grigiastre con interstrati di calcaree marginali. (Stratificazione sotto 2-20 cm). (Fiume med. - Fiume sup.)
 -  **Formazione della Sangua rossa** - Calcarei limosi e calcareo-arenacei da medi a grossi blocchi con noduli e lenti di torbacci rosso e grigio. (Stratificazione 2-20 cm). (Fiume sup. - Fiume med.)

-  **Stratificazione suborizzontale 0° - 10°**
-  **Stratificazione con inclinazione 10° - 30°**
-  **Stratificazione con inclinazione 30° - 60°**
-  **Contatto stratigrafico**
-  **Contatto stratigrafico presunto**
-  **Contatto laterale**
-  **Contatto laterale presunto**
-  **Discontinuità**
-  **Nome di deposito di Fiume**

COROGRAFIA IDROGEOLOGICA

ESTRATTO CARTA IDROGEOLOGICA
P.R.G. COMUNE DI BASCHI
NON IN SCALA



LEGENDA

 INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

 **COMPLESSO ARENACEO MARNOSO E CALCAREO MARNOSO**
depositi fischoidi arenacei e arenaceo-marnosi in strati e banchi; depositi di calcareniti con interstrati marnoso argillosi. Acquifero con circolazione indotta preferenzialmente in corrispondenza dei livelli maggiormente compattati di rilevante spessore, di permeabilità variabile e produttività medio-bassa.

-  Ubicazione punti fognari, pozzi e sorgenti
-  Ubicazione capannoni in esercizio al uso idrogeologico - Art. 21 D.Lgs. 152/99
-  Isopiezometrica, con quote in m. slm.
-  Stratificazione suborizzontale 0° - 10°
-  Stratificazione subverticale 30° - 60°
-  Stratificazione con inclinazione 10° - 30°
-  Sottoscoglimento
-  Contatto laterale
-  Contatto laterale presunto
-  Limite tra i complessi idrogeologici

5. CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE E GEOTECNICHE DEI TERRENI

La caratterizzazione dello scenario geotecnico locale di riferimento è stata effettuata sulla base delle osservazioni tessiturali sui materiali indagati e presenti in affioramento, sulle base delle risultanze delle indagini realizzate e reperite, comparate con gli studi reperiti condotti al contorno in contesti litologici simili o analoghi.

Sono di seguito riportate una serie di tabelle riepilogative delle risultanze delle prove di laboratorio reperite, relative ai sondaggi di riferimento presenti lungo il versante in esame, e una tabella riepilogativa delle prove SPT, eseguite sia nel sondaggio S1 realizzato, che relative alle indagini pregresse.

In tali tabelle vengono indicati i litotipi indagati con le seguenti abbreviazioni: C (terreni di copertura detritici di versante e frana); A (alterazione del substrato); S (substrato).

PROVE DI LABORATORIO (CAMPAGNE 2002-2010)

Campione	quote (m)	Litotipo	W (%)	γ (kN/m ³)	γ_s (kN/m ³)	Sr (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	IC	Ghiaia (%)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)
S6 C1	2,5	C	16,8	19,3	20,2	74,7	52,9	38,7	14,2	2,5	0,0	13,5	43,7	42,8
S6 CD2	12,2	C	22	20,1	20,3	94,8	50,2	34,3	15,9	1,8	0,0	7,4	24	68,6
S6 CD3	26,4	S	19,3	20,0	20,5	87,6	52,2	33,3	18,9	1,7	0,0	4,1	21,5	74,4
S20 C1	1,35	C	23,3	18,5	25,8	83,7	48,8	36,8	12,0	2,1				
S22 C1	4,1	C	17,0	19,6	27,4	63,8	48,8	34,3	14,5	2,2				
S22 C2	15	S	13,7	20,6	26,8	57,0	48,8	32,7	16,1	2,2				
S34 C1	12	A	17,0	19,8	27,3	75,7	58,9	33,4	25,5	1,6	12,8	21,6	59,9	6,7

Campione	quote (m)	Litotipo	ϕ' (°)	c' (kPa)	ϕ_{res} (°)	c' _{res} (kPa)	cu (kPa)
S6 C1*	2,5	C	10,4	32,4	4,1	33,5	
S6 CD2	12,2	C	19,5	25,1	17,2	19,6	
S6 CD3	26,4	S	12,1	35,1			117,65
S20 C1	1,35	C	24	20	10	0	
S22 C1	4,1	C					
S22 C2	15	S					
S34 C1	12	A	20	22			

* valori "anomali" delle prove di taglio di picco e residua

PROVE SPT IN FORO (CAMPAGNE 2010-2018)

SONDAGGIO Sigla	PROVE SPT quota metri da p.c., numero colpi e N _{spt}	LITOTIPO
S1	3.00-3.45 3-6-10 16	C
	7.00-7.19 35-R R	C
	8.70-9.15 23-32-45 77	A
S34	4.00-4.45 5-6-8 14	C
	8.00-8.06 R R	C
	16.00-16.14 R R	A

**ANALISI DELLE RISULTANZE DELLE PROVE PENETROMETRICHE STANDARD (S.P.T.) ESEGUITE
PER LA STIMA DEL VALORE DI ANGOLO DI ATTRITO EFFICACE**

Sond. N.	SPT N.	Prof. (m)	N _{SPT}	Japanese Nat. Railway	Road Bridge Specification	Meyerhof >5% limo	Peck-Hanson Thornburn	Owasaki Iwasaki	Sowers	Media	Litotipo litotecnico
				$\phi = 0,3 N_{SPT} + 27$	$\phi = RDQ(15N_{SPT}) + 15$	$\phi = 0,46 N_{SPT} + 29,47 - 0,004N^2_{SPT}$	$\phi = 0,28 N_{SPT} + 27,2$	$\phi = RDQ(20 N_{SPT}) + 15$	$\phi = 0,28 N_{SPT} + 28$		
S1 2018	1	3,0	16	31,8	30,5	35,8	31,7	32,9	32,5	32,5	C
	2	7,0	R	-	-	-	-	-	-	-	C
	3	8,7	77	50,1	49,0	41,2	48,8	54,2	49,6	48,8	A
S34 2010	1	4,0	14	31,2	29,5	35,1	31,1	31,7	31,9	31,8	C
	2	8,0	R	-	-	-	-	-	-	-	C
	3	16,0	R	-	-	-	-	-	-	-	A
				Sabbie medie-grosse e sabbie ghiaiose prof. > 8-10 m sopra falda	Sabbie fini o limose prof. > 8-10 m sopra falda	Sabbie prof < 5 m sopra falda	Sabbie prof < 5 m sopra falda	Sabbie da medie a grossolane fino a deb. ghiaiose prof. > 8-10 m sopra falda	Sabbie prof < 4 m sopra falda		
Condizione di migliore attendibilità											

Inoltre, dall'analisi delle prove di laboratorio CBR (2008, in allegato) effettuate su campioni prelevati in prossimità del tratto in dissesto, emerge che lo stato di consistenza ed addensamento dei terreni su cui si appoggia l'intero pacchetto stradale, risulta scarso o mediocre, soprattutto in condizioni "bagnate", condizioni nelle quali, come si evince dalle risultanze delle prove, l'indice di portanza CBR risulta estremamente basso, riducendosi da 39 (condizioni "asciutte") a 1 per l (2.5) e da 31 (condizioni "asciutte"), a 2 per l (5.0).

Per quanto concerne le unità litotecniche presenti, viene di seguito riportata una prima parametrizzazione geotecnica degli stessi, escludendo la coltre vegetale sommitale, quale schematizzazione dei campi di variabilità delle principali caratteristiche geomeccaniche.

a) Terreni di riporto

Parametro	Unità di misura	Valori min-med	
γ	peso di volume	kN/m ³	17.0-19.0
ϕ'	angolo di attrito efficace	°	20-24
c'	coesione efficace	kPa	0
C_u	coesione non drenata	kPa	0-3

b) Depositi detritici di versante e frana

Parametro		Unità di misura	Valori min-med
γ	peso di volume	kN/m ³	18.5-19.4
ϕ'	angolo di attrito efficace	°	19.5-22 (coesivi) 32 (granulari)
c'	coesione efficace	kPa	20-23 (coesivi) 0 (granulari)
ϕ'_{RES}	angolo di attrito residuo	°	10-13.5
c'_{RES}	coesione efficace residua	kPa	0-5
Cu	coesione non drenata	kPa	0-100

c) Alterazione del substrato

Parametro		Unità di misura	Valori min-med
γ	peso di volume	kN/m ³	19.0-19.8
ϕ'	angolo di attrito efficace	°	19-20
c'	coesione efficace	kPa	15-22
ϕ'_{RES}	angolo di attrito residuo	°	10-13.5 (da litotipo b)
c'_{RES}	coesione efficace residua	kPa	0-5 (da litotipo b)
Cu	coesione non drenata	kPa	0->100

d) Substrato - Formazione Scaglia Toscana

Parametro		Unità di misura	Valori min-med
γ	peso di volume	kN/m ³	20.0-22.0
ϕ'	angolo di attrito efficace	°	18-25
c'	coesione efficace	kPa	20-50
Cu	coesione non drenata	kPa	60->>100

5.1 INDICAZIONI PER IL PROGETTO

Sulla base delle considerazioni generali del contesto in esame, confermate da quanto si rileva dalla letteratura geologica e dall'esecuzione delle indagini eseguite e reperite, i sedimenti del substrato riferibili alla Formazione della Scaglia Toscana, inalterati, risultano avere buone caratteristiche geotecniche complessive in riferimento alla possibilità di realizzare una opera di sostegno/contenimento della scarpata stradale in oggetto.

E' necessario osservare che il fenomeno principale di dissesto si ritiene riferibile ad uno scivolamento s.l. per il quale, dalle risultanze del sondaggio S1 eseguito, è stata individuata una superficie principale di scorrimento posta a circa 4.5 m di profondità lungo la verticale d'indagine (quasi 5 m dal piano stradale); sono altresì presenti altre probabili superfici di scorrimento legate ai fenomeni franosi che interessano il versante, poste a profondità di circa 5.8 e 7.7 m lungo la verticale d'indagine (oltre circa 6 e 8 m dal piano stradale).

Si osserva inoltre che il substrato inalterato riferibile alla Formazione della Scaglia Toscana, è presente a profondità di circa 10 m sulla verticale d'indagine, ubicata sul rilevato stradale, che presenta una scarpata fino a circa 5-6 m di altezza per il tratto d'interesse; da ciò è ipotizzabile che lo stesso substrato sia posto a profondità di almeno 5 m dal piano campagna nella zona al piede della scarpata in dissesto.

Ciò considerato, la scelta indicata dal progettista di realizzare una paratia di pali lungo il ciglio della viabilità, appare la più idonea, considerando che, una eventuale opera di sostegno/contenimento della scarpata

realizzata al piede della stessa (es. gabbionata), dovrebbe comunque essere dotata di un sistema fondale profondo, in grado di raggiungere il substrato inalterato. Inoltre, il peso della stessa gabbionata, qualora provvista di una fondazione superficiale non in grado di distribuire i carichi sul substrato stabile, potrebbe incrementare le condizioni di instabilità dei fenomeni franosi più profondi, essendo posta nella porzione di testa dei medesimi.

L'opera di sostegno/contenimento dovrà quindi svilupparsi interessando completamente, e possibilmente oltre, l'area attualmente in dissesto (nicchia principale di distacco e lesioni del manto stradale estese oltre il medesimo) ed essere dotata di fondazioni profonde, tali da raggiungere ed interessare il substrato geologico inalterato, per un adeguato spessore.

Gli interventi in progetto dovranno essere dimensionati dal progettista, considerando le caratteristiche stratigrafiche dei terreni presenti, tenendo in debita considerazione la variabilità dei litotipi, ed adottando parametri geotecnici caratteristici compatibili con i parametri, i dati geotecnici disaggregati e i campi di variabilità riportati nella presente; al progettista si rimanda quindi anche la scelta tipologica del sistema fondale da adottare.

Le eventuali opere di fondazione dovranno essere sufficientemente attestate nei terreni naturali inalterati, esenti da interferenze esterne (come previsto dalle NTC 2018 *"Il piano di posa deve essere situato al di sotto della coltre di terreno vegetale, nonché al di sotto dello strato interessato dal gelo e da significative variazioni di umidità stagionali"*).

Il terreno di fondazione non dovrà subire rimaneggiamenti e deterioramenti prima della costruzione delle opere, ed il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione (ad es. nel caso di fondazioni superficiali), dovrà essere eventualmente regolarizzato e protetto con conglomerato magro o altro materiale idoneo, verificando la presenza di eventuali "tasche" d'alterazione.

In corso d'opera sarà da prevedersi ogni accorgimento atto alla sicurezza del luogo di lavoro, con particolare attenzione a ridurre al minimo indispensabile il tempo che intercorre tra l'esecuzione di scavi e la realizzazione di fondazioni superficiali o/e tra l'esecuzione di perforazioni (fondazioni profonde) e l'allestimento delle armature, il getto del calcestruzzo delle stesse ed il loro corretto collegamento; potrà inoltre essere opportuno prevedere l'eventuale copertura con teli impermeabili ed opere di deflusso temporanee, al fine di preservare i terreni di fondazione durante precipitazioni meteoriche ed evitare il loro decadimento meccanico, dovuto ad esempio al persistere di ristagni idrici o ad anomalo essiccamento.

La presenza di circolazioni d'acqua nei terreni costituenti il rilevato stradale e nei terreni di copertura detritica di versante e frana ad essi sottostanti, determinate dalla presenza di una falda spesso coincidente con il piano campagna e da possibili dispersioni dal reticolo di deflusso superficiale, indicano la necessità di interventi di miglioramento delle opere esistenti di raccolta ed allontanamento delle acque meteoriche superficiali, di ripristino per quelle che eventualmente danneggiate dall'evento franoso (es. fosso al piede della scarpata stradale) e di realizzazione di opere di drenaggio delle circolazioni subsuperficiali presenti.

In tal senso si ritiene opportuno il ripristino del fosso posto a valle della scarpata stradale, possibilmente ubicato in porzioni esterne ad aree con fenomeni di dissesto in atto, ed il miglioramento di quello posto a monte della viabilità, mediante pulizia e riprofilatura. Per quest'ultimo si raccomanda l'applicazione di un idoneo rivestimento, ad esempio mediante l'utilizzo di canalette zincate, atto a prevenire i possibili effetti di dispersione, da svilupparsi per un tratto di lunghezza di circa 50 m lineari.

Per l'intercettazione delle acque subsuperficiali è ipotizzabile la realizzazione di una trincea drenante nella zona posta a monte della viabilità, da svilupparsi, anche in questo caso, per una lunghezza di circa 40-50 m, raccordata al reticolo idrografico superficiale esistente. Una prima valutazione della profondità della stessa, basata sulla topografia dei luoghi, le quote di massima del reticolo esistente e l'altezza della falda locale, indica

valori in prima approssimazione di circa 3-4 m; si rimanda al progettista l'eventuale scelta applicativa e il dimensionamento della medesima.

Relativamente alle eventuali opere di scavo, queste dovranno comunque essere dimensionate a cura del progettista, tenendo conto delle locali situazioni stratigrafiche, morfologiche, delle strutture e carichi eventualmente presenti al contorno, e mediante l'utilizzo di parametri geotecnici caratteristici compatibili con i parametri, i dati geotecnici disaggregati e i campi di variabilità riportati nella presente.

Al fine di garantire la stabilità del fronte di scavo, l'apertura degli scavi non dovrà comunque protrarsi per lunghi periodi, derivando da ciò un decadimento delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni esposti, con formazione di probabili movimenti di terreno; si raccomanda inoltre di proteggere gli stessi scavi con telo impermeabile in concomitanza di eventi meteorici, evitando il ruscellamento da monte delle acque meteoriche e l'innescò di fenomeni erosivi diffusi e concentrati e comunque di fenomeni di dissesto.

Il colmamento della porzione di scavo a tergo delle strutture dovrà essere effettuato con materiale arido drenante opportunamente selezionato, escludendo le porzioni ad elevato contenuto di fine granulometrico, prevedendo il compattamento dello stesso in funzione dell'utilizzo dell'area risultante, seguendo inoltre le indicazioni già riportate in precedenza, in merito alla realizzazione di opportune opere di drenaggio.

L'esecuzione degli scavi dovrà naturalmente essere effettuata in osservanza della normativa sulla sicurezza del luogo di lavoro, riferibile ai lavori di sbancamenti o trincee. Pertanto, in riferimento alle già citate NTC 2018, per scavi in prossimità di manufatti esistenti e scavi in trincea a fronte verticale di $h > 2$ m, nei quali sia prevista la permanenza di operai, si dovrà prevedere un'armatura di sostegno delle pareti di scavo.

Per interventi che consistano in opere profonde tipo "paratie", si consiglia, nella scelta della tipologia di opere, di tenere in debito conto che la formazione litoide da attraversare comprende potenzialmente anche sequenze di strati calcarei e calcilutitici e che nei terreni di copertura sono localmente presenti trovanti litoidi, anche di dimensioni metriche e superiori massi.

Nella progettazione delle paratie si dovrà sempre considerare la condizione idrogeologica descritta nei precedenti paragrafi, in modo tale da non alterare significativamente il regime idrogeologico dell'area e non provocare innalzamenti della superfici piezometriche a monte delle paratie progettate.

Infine, la sistemazione terminale della scarpata, allo scopo di aumentare la stabilità della porzione superficiale dei terreni presenti ed evitare fenomeni di erosione e ruscellamento concentrato, potrà prevedere la realizzazione di vimate e fascinate con impianto di specie autoctone.

Gli interventi sopra indicati sono, nel loro insieme, finalizzati a migliorare la stabilità generale e particolare dell'area e mitigare il rischio idrogeologico presente.

Considerando le attuali condizioni di evoluzione del dissesto in atto, nel periodo transitorio antecedente la realizzazione degli interventi progettuali di mitigazione del rischio idrogeologico, si ritiene opportuno continuare ad effettuare azioni/interventi temporanei minimi di prima mitigazione/segnalazione del fenomeno, individuabili come segue:

- manutenzione del fosso posto a valle della scarpata stradale in dissesto, atto ad allontanare le acque superficiali, evitandone il ruscellamento incontrollato verso valle ed in grado di raccogliere le venute d'acqua osservate lungo la scarpata, raccordato opportunamente al limitrofo fosso posto a NO dell'area e possibilmente ubicato in posizione esterna all'area con fenomeni di dissesto in atto;
- manutenzione del cordolo realizzato a tergo della nicchia principale, finalizzato a prevenire l'infiltrazione diretta delle acque superficiali lungo le fratture principali esistenti;

- sarcitura delle lesioni osservabili lungo la sede stradale a tergo della nicchia principale, atte ad evitare infiltrazioni d'acqua lungo le stesse;
- eventuale copertura dell'area in dissesto con telo impermeabile opportunamente ancorato;
- verifica delle condizioni di tenuta della rete idrica presente ed eventuale ripristino della stessa in caso di danneggiamento;
- monitoraggi e controlli visivi frequenti dell'eventuale stato di evoluzione del fenomeno che prevedano eventuali opportune azioni di interruzione della viabilità. Tali controlli andranno particolarmente attuati in concomitanza o a tergo di eventi meteorici;
- interdizione pedonale al tratto in dissesto;
- apposizione di opportuna segnaletica e/o opere di protezione per la circolazione stradale ed eventuali azioni di limitazione della circolazione.

6. MODELLO SISMICO DEL SITO

6.1 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA E PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

Il territorio comunale di Baschi (TR), è classificato come *zona sismica 2*, come evidenziato dalla D.G.R. del 18 settembre 2012 n. 1111 "Aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria".



Classificazione sismica dei comuni della REGIONE UMBRIA (DGR 1111/2012)

La sismicità storica dell'Umbria, con particolare riferimento all'Appennino Umbro Marchigiano, presenta caratteristiche ben conosciute, anche sulla base di ricerche condotte sin dall'inizio del secolo e dai dati del Catalogo dei Terremoti, dalle ricerche sulla zonazione sismogenetica, dagli studi delle relazioni di attenuazione del moto del suolo e dalle valutazioni di a_{max} (accelerazione massima), attesa con determinati tempi di ritorno.

La zonazione sismogenetica del territorio nazionale (Zonazione Sismogenetica ZS9 – INGV, 2004), assegna l'Umbria a più zone sismogenetiche della Catena Appenninica settentrionale e centrale; principalmente sono coinvolte le zone 918, 919 e 920 (Medio-Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Val di Chiana-Ciociaria) che, anche in virtù della loro maggiore estensione in senso NNO-SSE, coprono quasi tutto il territorio regionale in senso appenninico.

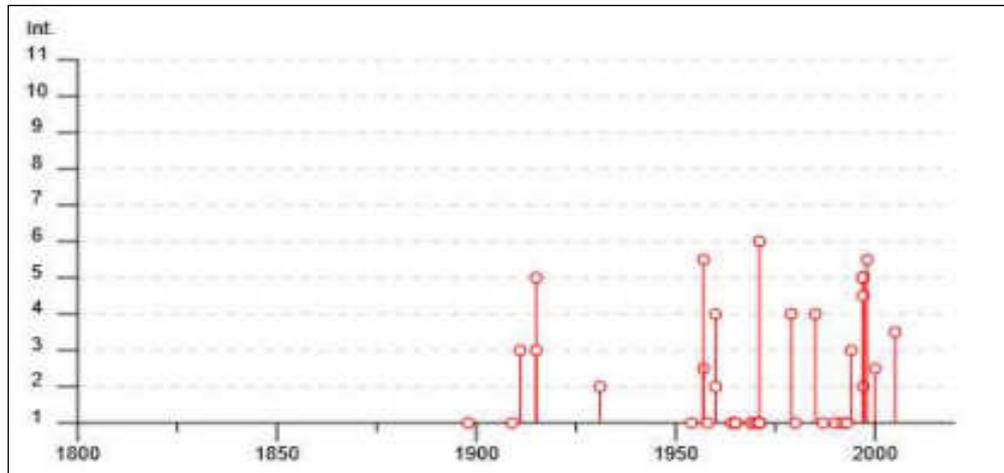
In particolare nella zona 920 (Val di Chiana-Ciociaria), nella quale è inserita l'area d'interesse, sono previste magnitudo (MW [Magnitudo momento sismico]), massime attese (cautelative), pari 6.14.

La massima intensità sismica osservata è d'intensità pari al 10° grado della Scala MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg), mentre la massima magnitudo (Ms) Richter mai registrata, è oltre a circa 6.5, con una frequenza di terremoti al di sopra del 7° grado MCS maggiore od uguale a 20 eventi per secolo negli ultimi tre secoli e, per tale periodo, con più di 15 sismi di intensità maggiore od uguale all'8° grado MCS. Si tratta per lo più di un'attività sismica concentrata nei settori orientali e nord-orientali della regione, entro la crosta terrestre, con il 95% degli eventi con profondità epicentrale inferiore ai 15 Km; la distribuzione dei sismi è conseguente alla disposizione delle zone sismogenetiche ed alle loro caratteristiche geologico-strutturali.

In linea generale si può affermare che la zona ad Est dell'allineamento F. Tevere-Valle Umbra risente di una sismicità medio-alta ed alta mentre, quella ad Ovest, nel quale è compresa l'area del comune di Baschi, è interessata da un più modesto grado di sismicità, da medio-basso a medio.

Dal Database Macrosismico Italiano 2015 (DBMI15) dell'INGV-Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (<http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15>), è consultabile la storia sismica del comune di Baschi, nella quale sono riassunti 37 eventi a partire dall'anno 1898. In particolare si osserva che la massima intensità di sito, **Is**, è di VI gradi della scala Mercalli (MCS), per l'evento di intensità epicentrale, **Io**, del VII grado MCS del terremoto del 1971 dell'Orvietano, con una magnitudo Richter di 4.46.

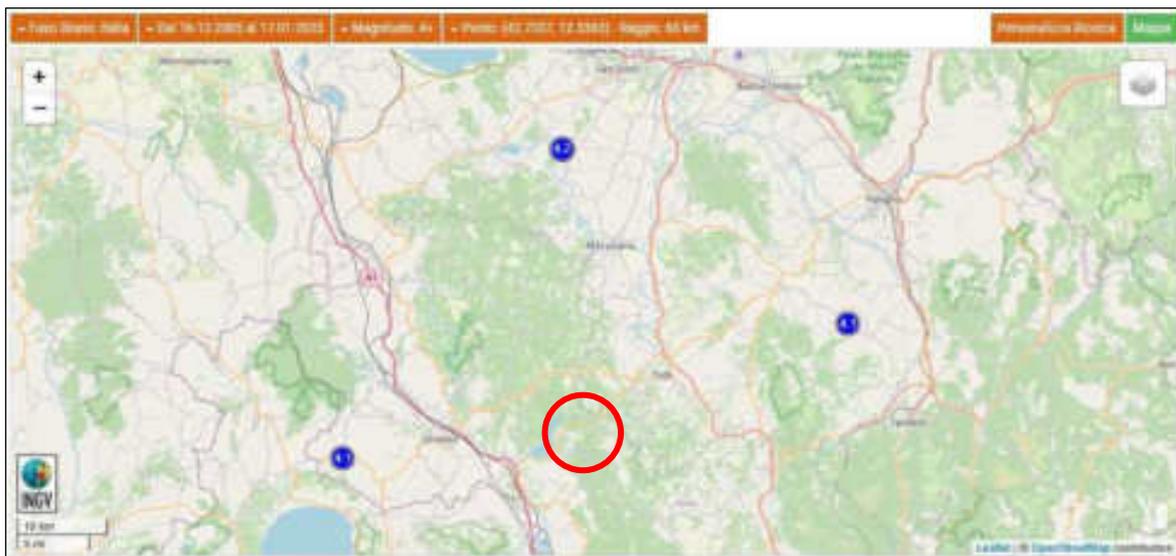
Storia Sismica di Baschi					
[42.669, 12.216]					
Numero totale di terremoti: 37					
Effetti					
Terremoti:					
Is	Data	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
NF	1898 09 12 14 14 10.00	Valnerina	16	8	5,48
NF	1909 08 25 00 22	Crete Senesi	259	7-8	5,34
3	1911 01 18 06 52	Lugnano in Teverina	19	6	4,42
5	1915 01 13 06 52 43.00	Marsica	1041	11	7,08
3	1915 11 11 03 41	Ternano	16	6	4,53
2	1931 05 13 00 26	Alto Viterbese	10	5	4,25
NF	1954 03 23 17 55	Collestatie	20	5	4,16
2-3	1957 04 11 16 19	Valle del Salto	46	6	4,94
5-6	1957 12 06 04 54	Orvietano	63	7	4,97
NF	1958 06 24 06 07	Aquilano	222	7	5,04
4	1960 07 12 14 08	Monti Martani	35	7-8	4,93
2	1960 07 18 04 07	Ternano	32	6-7	4,53
NF	1964 08 02 10 40	Valnerina	25	6	4,53
NF	1965 05 29 13 39 46.00	Valle Umbra	16	6-7	4,32
NF	1965 05 31 09 22 17.00	Valle Umbra	9	5-6	4,48
NF	1969 09 26 23 40 39.00	Teramano	97	5	4,39
NF	1970 05 25 12 56	Ternano	17	5	4,35
NF	1971 02 06 18 09	Tuscania	89	7-8	4,83
NF	1971 02 11 18 49 21.00	Valle del Chiascio	71	6	4,61
6	1971 03 02 18 52 12.00	Orvietano	14	7	4,46
NF	1971 04 02 01 43 54.00	Valnerina	68	6	4,5
4	1979 09 19 21 35 37.00	Valnerina	694	8-9	5,83
NF	1980 11 23 18 34 52.00	Irpina-Basilicata	1394	10	6,81
4	1985 09 09 04 45 24.37	Orvietano	20	4-5	3,81
NF	1987 07 03 10 21 57.64	Costa Marchigiana	359	7	5,06
NF	1990 09 12 02 59 44.87	Valle Umbra	62	5-6	4,12
NF	1992 02 07 23 17 55.66	Monti Volsini	34	5	3,76
NF	1993 06 05 19 16 17.02	Valle del Topino	326	6	4,72
3	1994 02 09 21 49 12.50	Val di Paglia	27	4-5	3,55
5	1997 09 26 00 33 12.88	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5,66
5	1997 09 26 09 40 26.60	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5,97
2	1997 10 03 08 55 22.07	Appennino umbro-marchigiano	490		5,22
5	1997 10 06 23 24 53.29	Appennino umbro-marchigiano	437		5,47
4-5	1997 10 14 15 23 10.64	Valnerina	786		5,62
5-6	1998 04 05 15 52 21.01	Appennino umbro-marchigiano	395		4,78
2-3	2000 12 16 07 31 07.66	Ternano	129	5-6	4,29
3-4	2005 12 15 13 28 39.59	Val Nerina	350	5	4,14



Storia sismica di Baschi – DBMI15 - INGV

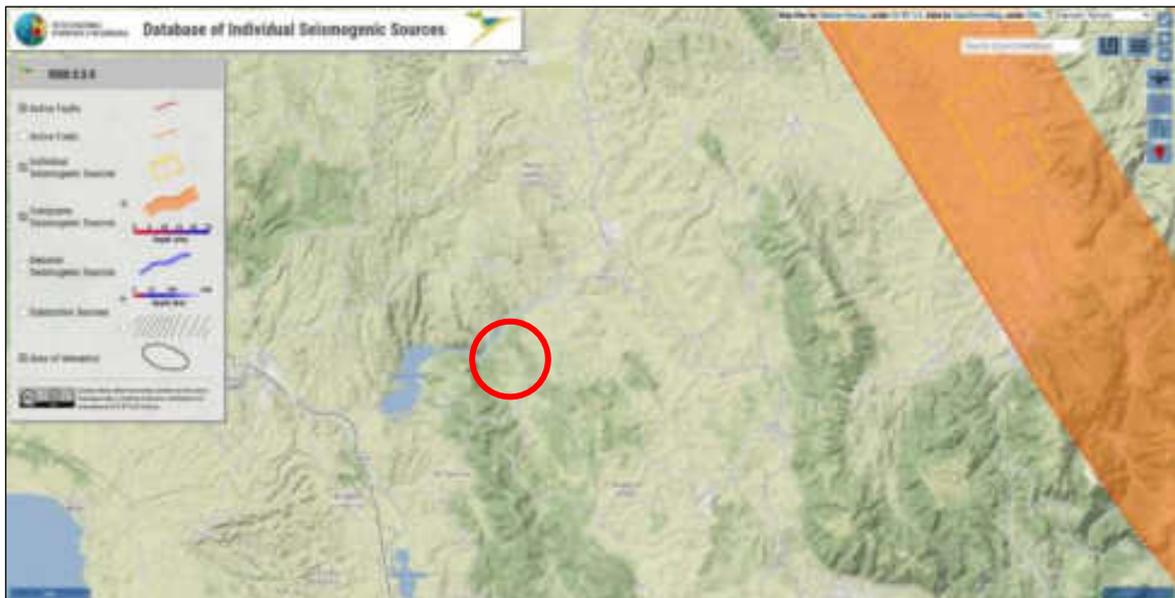
I dati relativi alla sismicità recente sono stati tratti dal database ISIDe (<http://terremoti.ingv.it/>); sono stati ricercati eventi registrati sino al 02/02/2023 con Magnitudo compresa tra 4 e 10 e distanza di 60 Km da Acqualoreto, individuando n. 3 eventi di seguito esplicitati:

Data	Da: 2005/12/16	A: 2023/02/02			
Area	Acqualoreto	Distanza (km): 60.0			
Magnitudo	Min: 4.0	Max: 10.0	Tipo: Mag pref		
Profondità (km)	Min: ND	Max: ND			
Terremoti totali:	17				
Data e Ora (Italia)	Magnitudo	Zona	Profondità	Latitudine	Longitudine
2016-05-30 22:24:20	Mw 4.1	1 km SW Castel Giorgio (TR)	8	42.70	11.98
2010-08-28 09:08:03	Mw 4.1	2 km NW Castel Ritaldi (PG)	7	42.83	12.65
2009-12-15 14:11:58	Mw 4.2	12 km NW Marsciano (PG)	9	43.01	12.27



Mapa di sismicità recente – Acqualoreto – database ISIDe – INGV

Un quadro sintetico delle sorgenti sismogenetiche attive nell'area d'interesse può essere estratto dal "Database off Individual Seismogenic Source" (DISS) versione 3.3.0 (DISS Working Group, 2021. Version 3.3.0: INGV. <https://doi.org/10.13127/diss3.3.0>), dalla cui consultazione si osserva che le Sorgenti Sismogenetiche Composite (SSC) e le Sorgenti Sismogenetiche Individuali (ISS) più prossime, sono la ITCS037 Mugello-Città di Castello-Leonessa, e le ITIS060 Bastia, ITIS061 Foligno e ITIS062 Trevi, dalle quali si generano terremoti a profondità variabili tra 0.5 e 8 Km con massime magnitudo M tra 5.4 e 6.9.



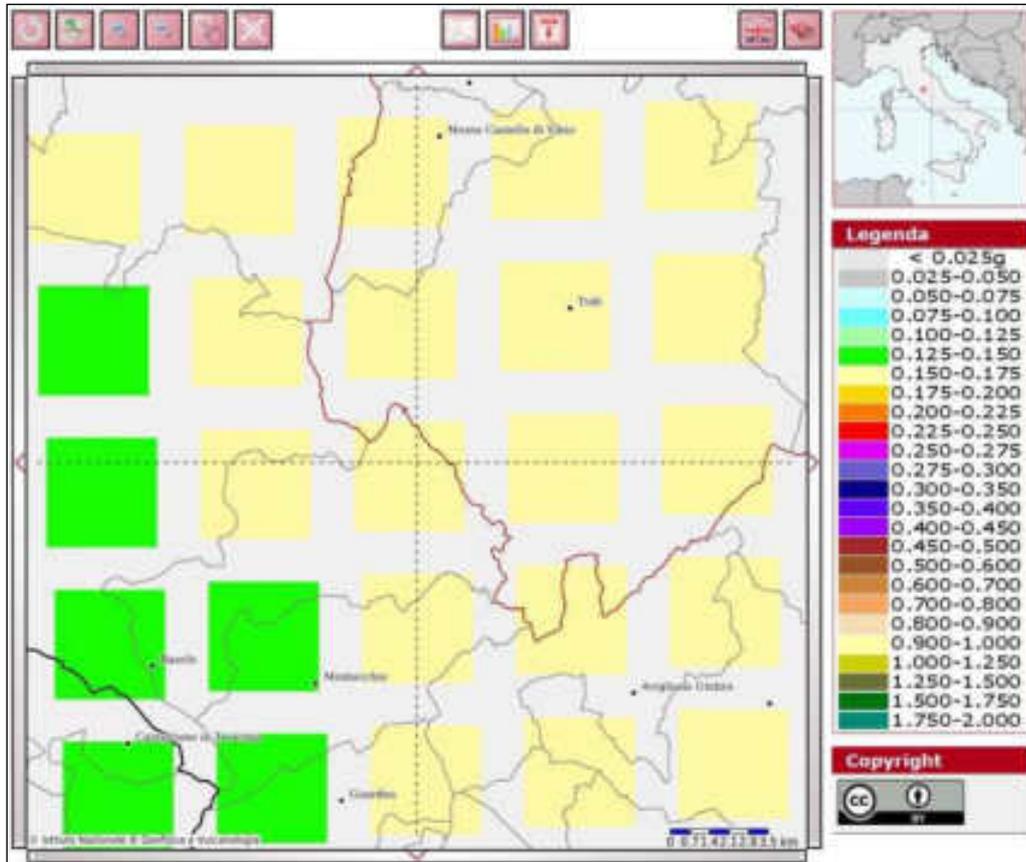
Stralcio cartografico del "Database of Individual Seismogenic Sources" (DISS) interessante il Comune di Baschi

Per quanto riguarda le faglie capaci (capable faults) dal database ITHACA – (ITaly HAZard from CAPable faults), a cura di ISPRA, si può osservare che l'area di intervento non è attraversata da alcuna di queste "faglie capaci" conosciute, e che l'elemento più vicino è rappresentato dalla faglia normale Narni ID63100, posta a SSO ad una distanza > 7 km.



ITHACA – Catalogo delle faglie capaci - ISPRA

Per quanto concerne la Pericolosità sismica di base, si è fatto riferimento alla Mappa interattiva di Pericolosità Sismica del progetto DPC-INGV S1 (consultabili al sito <http://esse-1gis.mi.ingv.it>), dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, espressa in termini di accelerazione massima al suolo (a_{max}), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a sottosuoli molto rigidi ($V_s > 800$ m/s, Cat. A).



Mappa di Pericolosità Sismica del Comune di Baschi - INGV/Istituto Nazionale di geofisica e Vulcanologia

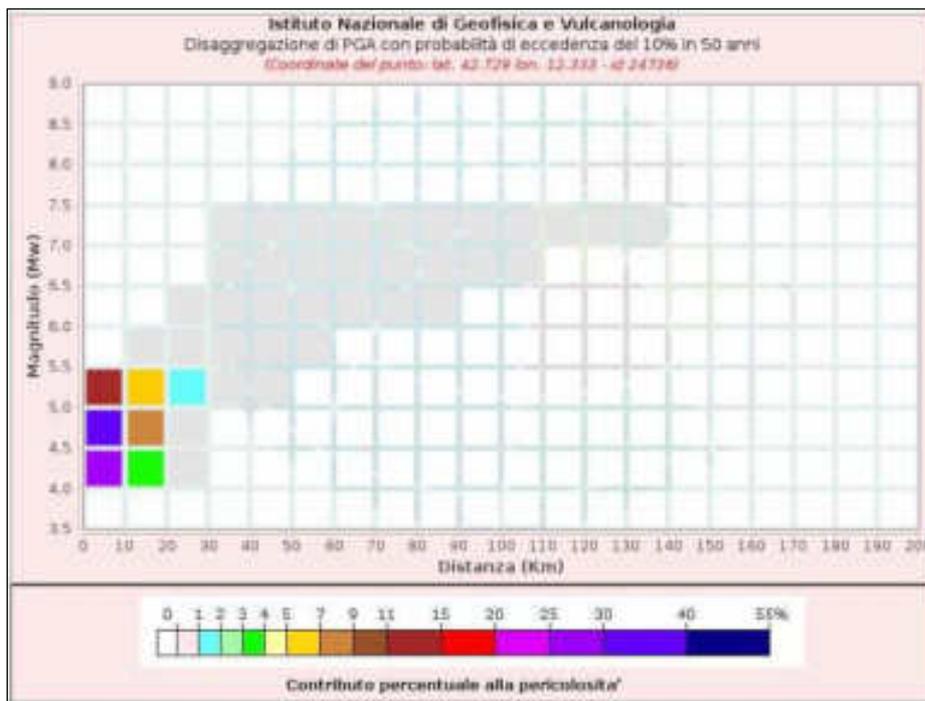
E' stata quindi effettuata una stima della Magnitudo Massima del Sito, a seguito di attività di sorgenti sismogenetiche limitrofe al sito progettuale, utilizzando i dati di disaggregazione del valore di a_g di cui alla Mappa Interattive di Pericolosità Sismica sopra indicata.

La disaggregazione (o deaggregazione) della pericolosità sismica (McGuire, 1995; Bazzurro and Cornell, 1999) è una operazione che consente di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di uno specifico sito.

La disaggregazione del valore di a_g con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (corrispondente ad evento sismico con tempo di ritorno pari a 475 anni – Stato Limite di Vita SLV per verifiche di una struttura standard e di cui al paragrafo 8.1.2) riferita al nodo ID24736 (posto ad una distanza minima di 580 m dal sito indagato), evidenzia un valore medio di M - D (Magnitudo-Distanza) pari a:

- Magnitudo: 4.8
- Distanza sorgente sismica: 8.99 Km

Tale dato, anche in base a quanto valutato con il progetto DISS (Database of Individual Seismogenic Sources) dell'INGV e l'analisi dei terremoti storici, è altamente attendibile entro la finestra temporale considerata.



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni
 (Coordinate del punto: lat. 43.729 lon. 12.333 - id 24736)

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	27.2000	25.9000	11.9000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	3.8800	8.8600	5.3100	0.0208	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0073	0.4900	1.1500	0.3368	0.1340	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.1710	0.5980	0.7000	0.0631	0.0461	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.1800	0.5190	0.2610	0.2940	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0124	0.2450	0.3290	0.2110	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0883	0.2200	0.2470	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2099	0.1170	0.1660	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0171	0.0790	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.0388	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0014	0.0183	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0077	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0023	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	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 Min/Max		
Magnitudo	Distanza	Esponere
4.8	8.99	1.07

Disaggregazione del valore di ag per nodo di riferimento con Mmax - INGV/Istituto Nazionale di geofisica e Vulcanologia

Inoltre, recenti studi sull' "analisi di disaggregazione" (Albarelo, 2012) volta ad identificare gli eventi sismici del passato più rappresentativi della pericolosità locale per ciascuna località capoluogo comunale, indicano per Baschi un valore dell'intensità macrosismica caratterizzata da una fissata probabilità di eccedenza in un fissato tempo di esposizione (*I_{rif}*) pari a 7, per un evento di magnitudo macrosismica di 5.57, con distanza epicentrale di 12 km.

Infine, per quanto attiene l'analisi della cartografia della Regione Umbria, inerente la Pericolosità sismica locale (Sez. 335.050 "Morre"), l'analisi della stessa identifica l'area in oggetto compresa all'interno della Zona 3 – "Potenzialmente franosa o esposta al rischio di frana".

6.2 AZIONE SISMICA E CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI

La caratterizzazione sismica del sottosuolo è stata effettuata sulla base delle caratteristiche litologiche, di resistenza meccanica e sismiche, evidenziate nel corso dello studio effettuato.

In particolare, sulla base dei modelli di velocità del sottosuolo, forniti dai modelli di calcolo derivanti dall'indagine geofisica di sismica attiva di tipo MASW (MASW1), elaborata congiuntamente con l'indagine geofisica di sismica passiva tipo HVSR (HV1), è stato possibile ricavare dati del parametro V_s fino all'individuazione del substrato sismico ($V_s \geq 800$ m/s), (ved. diagrammi e tabelle seguenti).

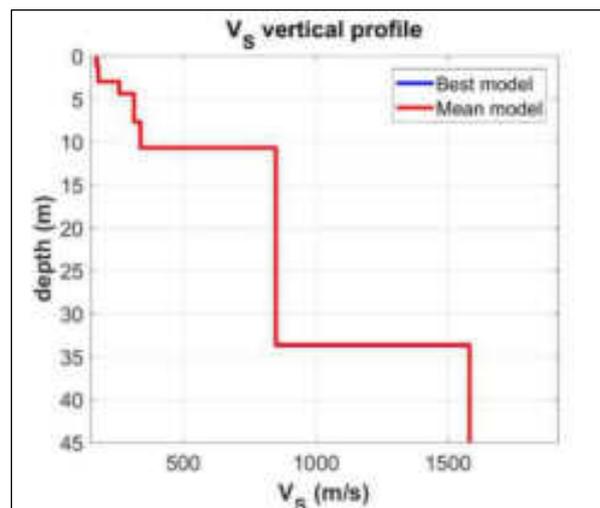


Diagramma Profondità(m)/Vs(m/s) MASW1+HV1

MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO INDAGINI MASW1+HV1

Profondità (m da p.c.)	V_s (m/s)
1.2	175
3.0	180
4.4	260
7.7	315
10.7	340
33.7	850
-	1580

Il valore di V_{seq} (velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio), per il sito d'intervento, considerando che il substrato caratterizzato da valori di $V_s > 800$ m/s è stato individuato alla profondità di 10.7 m da p.c., risulta quindi pari a $V_{s10.7}$ **258 m/s**.

Per la caratterizzazione sismica del sottosuolo, secondo quanto previsto dal D.M. del 17 gennaio 2018 (Tab. 3.2.II), adottando l'approccio semplificato, si assegna la categoria di sottosuolo **"E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m"**.

NTC 2018 - Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato

Categoria di sottosuolo	Descrizione
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 di 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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 fine 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 fine 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 m/s 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>

Per la categoria di sottosuolo individuata, le espressioni relative alla determinazione dei parametri sismici S_s e C_c derivano dall'allegata Tab. 3.2.IV delle NTC 2018.

NTC 2018 - Tab. 3.2.IV – Espressioni di S_s e C_c

Categoria di sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T^*_c)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T^*_c)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T^*_c)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot a_g / g \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T^*_c)^{-0,40}$

Non si evidenziano elementi di amplificazione topografica locale, pertanto, la categoria topografica di riferimento da assegnarsi è **T1 (Superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$)**.

Per la determinazione dei parametri sismici di riferimento, è stato utilizzato il software Geostru PS, considerando quanto segue (N.B. tutte le coordinate sono in ED50, Classe d'uso e vita nominale sono stati indicati dal progettista):

SITO IN ESAME

Latitudine: 42.733685° Longitudine: 12.336259°
 42.732712° (WGS84) 12.335317° (WGS84)
 Classe d'uso costruzione: 2 (II) Vita nominale: 50 anni

SITI DI RIFERIMENTO

	ID	Latitudine (°)	Longitudine (°)	Distanza (m)
Sito 1	24736	42.729080	12.332970	578.2
Sito 2	24737	42.729750	12,401020	5307.6
Sito 3	24515	42.779740	12.400100	7307.0
Sito 4	24514	42.779080	12.332040	5059.4

PARAMETRI SISMICI

Categoria sottosuolo: E
 Categoria topografica: T1
 Periodo di riferimento: 50 anni
 Coefficiente cu: 1

	Probabilità di superamento (%)	Tr (anni)	ag (g)	Fo	Tc* (s)
Operatività (SLO)	81	30	0,053	2,529	0,261
Danno (SLD)	63	50	0,065	2,542	0,274
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,153	2,464	0,296
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,192	2,457	0,309

COEFFICIENTI SISMICI

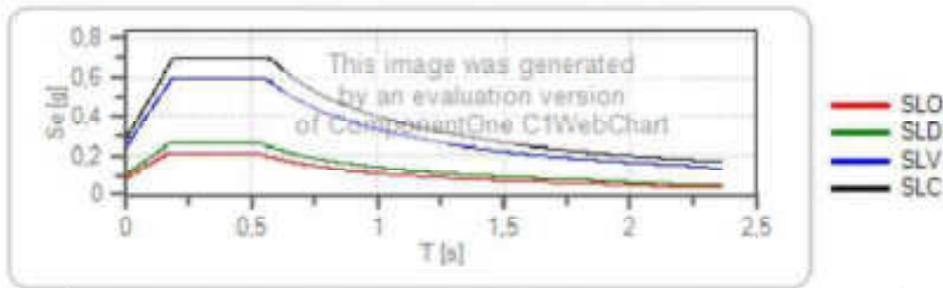
FONDAZIONI - STABILITA' DEI PENDII

	Ss	Cc	St	Kh	Kv	Amax (m/s ²)	Beta
SLO	1,600	1,970	1,000	0,017	0,009	0,834	0,200
SLD	1,600	1,930	1,000	0,021	0,010	1,018	0,200
SLV	1,580	1,870	1,000	0,058	0,029	2,374	0,240
SLC	1,480	1,840	1,000	0,068	0,034	2,790	0,240

Si rimanda al progettista la definizione dei coefficienti sismici per paratie in funzione dell'altezza e us di progetto.

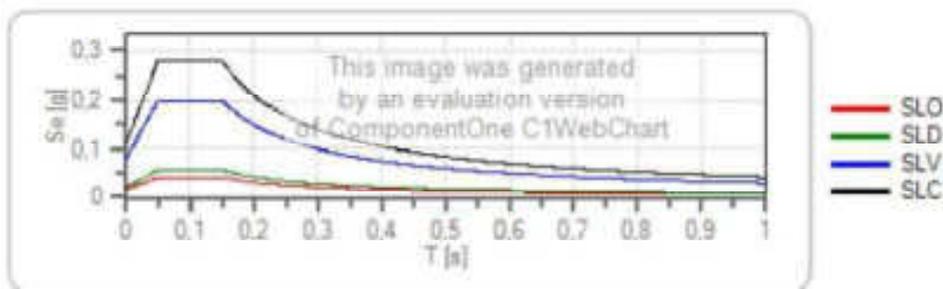
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali e verticali
 Coefficiente di smorzamento viscoso = 5 %
 Fattore che altera lo spettro elastico = 1,000

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	ou	ag [g]	Fo	To* [s]	Se	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1	0.053	2.529	0.261	1.000	1.970	1.000	1.000	1.000	0.171	0.513	1.813
SLD	1	0.065	2.542	0.274	1.000	1.930	1.000	1.000	1.000	0.176	0.529	1.659
SLV	1	0.153	2.464	0.296	1.580	1.870	1.000	1.580	1.000	0.184	0.553	2.213
SLC	1	0.182	2.457	0.309	1.480	1.840	1.000	1.480	1.000	0.189	0.568	2.393

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	ou	ag [g]	Fo	To* [s]	Se	Cc	St	S		TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1	0.053	2.529	0.261	1.000	1.970	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000
SLD	1	0.065	2.542	0.274	1.000	1.930	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000
SLV	1	0.153	2.464	0.296	1.000	1.870	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000
SLC	1	0.182	2.457	0.309	1.000	1.840	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000

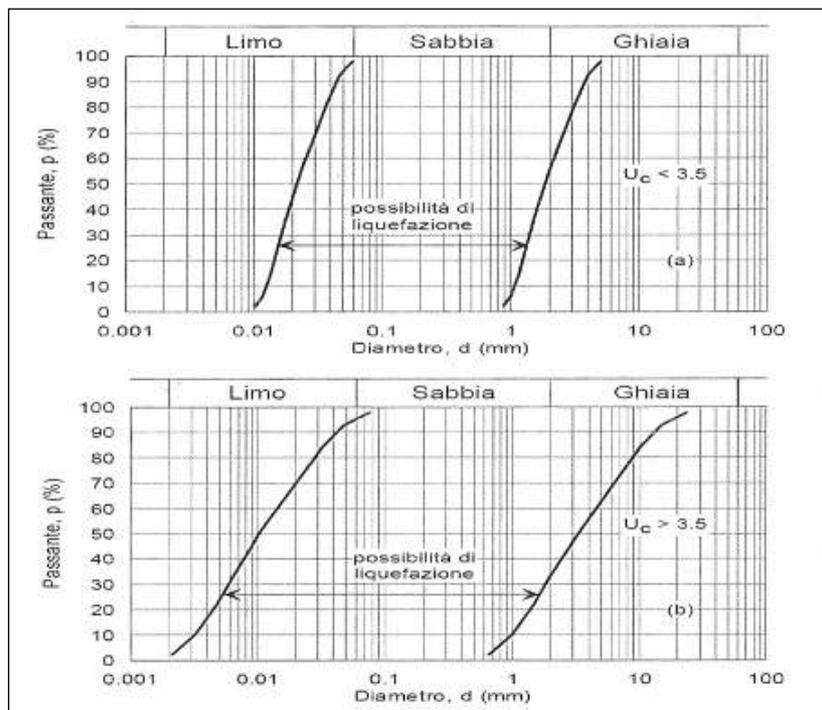
Spettri di risposta elastici in accelerazione delle componenti orizzontale e verticale (da GeoStru PS)

Per quanto attiene la frequenza fondamentale di risonanza dei terreni del sito in esame, dalle risultanze dell'indagine HVSR eseguita (HV1), questa risulta caratterizzata da una frequenza $F_0 = 5.70$ Hz (con ampiezza del rapporto H/V, $A_0 = 3.09$), verificata secondo i criteri SESAME, identificabile alla profondità di 11 m circa da p.c., al passaggio al substrato sismico ($V_s > 800$ m/s).

6.3 VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

Relativamente alla verifica nei confronti della liquefazione dei terreni di fondazione presenti, le NTC 2018 (Par. 7.11.3.4), stabiliscono che tale verifica possa essere omessa qualora si verifichi una delle seguenti condizioni:

- Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0.1g;
- Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura sottostante (fig. superiore - terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ e fig. inferiore - terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$).

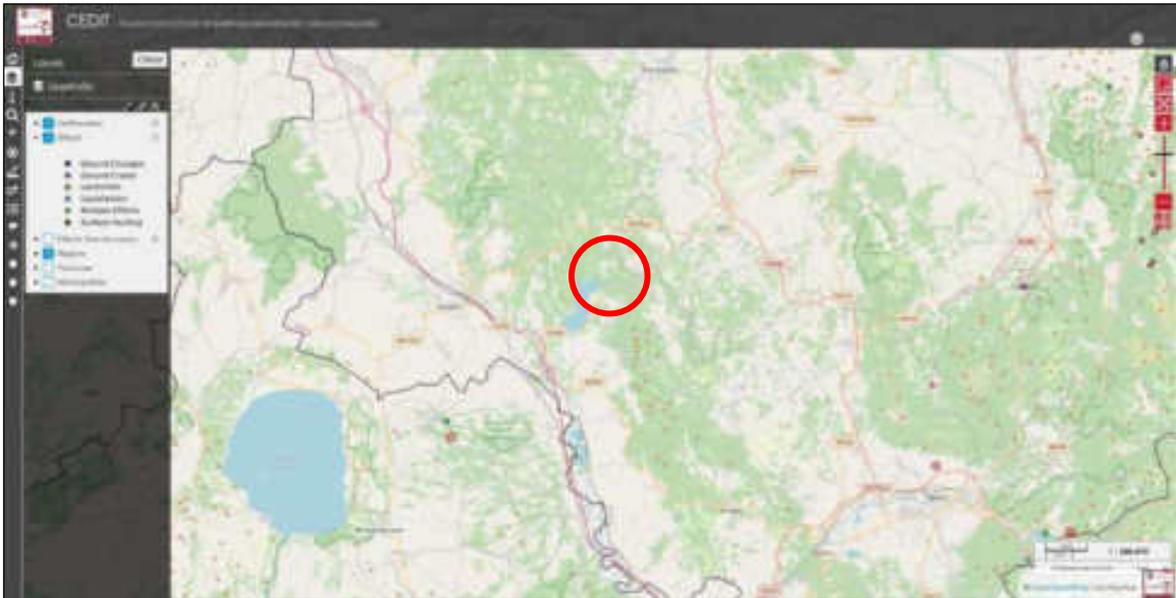


Distribuzione granulometrica per terreni soggetti a possibile liquefazione

Le risultanze delle indagini disponibili, con particolare riferimento alle analisi granulometriche (ved. par. 5), hanno evidenziato la presenza di frazioni argillose da prevalenti, a comunque comprese tra 7-74%, e di frazioni limose da prevalenti, a comunque comprese tra 21-60%, condizioni alle quali corrispondono fusi granulometrici esterni alle fasce di terreni soggetti a possibile liquefazione

In funzione di quanto sopra riportato, si ritiene che i terreni presenti possono essere classificati come non liquefacibili in fase sismica in riferimento alla normativa vigente, omettendo peraltro la verifica alla liquefazione in quanto si manifesta almeno una delle condizioni indicate nelle NTC 2018.

A supporto di tale valutazione vi è inoltre l'assenza di informazioni sui cataloghi ufficiali consultabili, inerenti pregressi fenomeni di liquefazione per il contesto in esame (es. catalogo CEDIT).



CEDIT- Italian catalogue of earthquake-induced ground failures

Perugia, Febbraio 2023

Dott. Geologo Luciano Faralli



ALLEGATI

LOG STRATIGRAFICO SONDAGGIO GEOGNOSTICO S1

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGIO GEOGNOSTICO S1

CERTIFICATO DELL'INDAGINE GEOFISICA DI SISMICA ATTIVA TIPO MASW (MASW1)

CERTIFICATO DELL'INDAGINE GEOFISICA DI MISURA DI MICROTREMORE TIPO HVSR (HV1)

LOGS STRATIGRAFICI SONDAGGI E SAGGI GEOGNOSTICI DI RIFERIMENTO CAMPAGNE D'INDAGINI
2002-2010

TABULATI E GRAFICI PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN1 (2008)

CERTIFICATI DELLEPROVE DI LABORATORIO (2002-2007-2008-2010)

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA.

Committente	Comune di Baschi (TR)		SONDAGGIO	FOGLIO
Cantiere	Dissesto S.C. n. 31 "Bivio 448-Acqualoreto" - Loc. Acqualoreto		S1	1/1
Ditta esec.	Geotecnica Lavori S.r.l.		Il geologo	
Data Inizio	29 marzo 2018	Data Fine	29 marzo 2018	
			SGA - L.Faralli	

Scala 1:100	Profondita'	Potenza	Stratigrafia	Descrizione	Pocket [kg/cm2]	Numero colpi S.P.T.	R.Q.D.	Carotaggio	Carotiere e diametro perf.	Rivestimento	Cassetta
	0.60	0.60		Terreno di riporto - Ghiaia sabbiosa e deb. sabbiosa marrone chiaro. Clasti poligenici prev. calcarei, angolosi e subangolosi da mm a max 2/3 cm. Sciolta.							
1	1.20	0.60		Terreno di riporto - Ghiaia limosa marrone rossastra. Clasti poligenici angolosi e subangolosi, da mm a 7/8 cm, con frammenti di bitume. Da sciolta a moderatamente addensata.					S(W) - 127 mm		
2	1.80	1.80		Terreno di riporto - Limi con argille, deb. ghiaiosi e ghiaiosi, marroni verdastri. Clasti poligenici, da calcarei ad arenacei, angolosi e subangolosi, da mm a 3/4 cm. Poco consistenti, plastici, da molto umidi a bagnati.	0.3 0.3 0.3 0.6						1
3	3.00	1.40		Depositi detritici di versante e frana - Limi argilloso-sabbiosi, ghiaiosi, marroni giallastri. Clasti subangolosi e angolosi, prev. arenacei e calcarei, da mm a 3/4 cm. Moderatamente consistenti, da molto umidi a bagnati. Tratto molto detensionato tra 4.0-4.4 m.	1.5 1.5	3-6-10 (a)				127	
4	4.40	3.30		Depositi detritici di versante e frana - Alternanze sottili ed irregolari, da mm a 2/3 cm, di sabbie fini e argille limose, da verdastre a rosso vinaccia, con sporadici clasti marnoso argillitici e calcarenitici, subangolosi, da mm a >10 cm. Consistenti e molto consistenti. Trattati detensionati tra 5.5-5.8 m e 7.5-7.7 m (quest'ultimo anche caoticizzato).	2.5				S(W) - 101 mm		
5	7.70	2.10		Depositi detritici di versante e frana o Formazione Scaglia Toscana molto alterata - Argille limose molto consistenti, argilliti e sabbie fini molto addensate, grigio scure e grigio azzurre.	0.7 0.7 4.5 4.0 4.2	7-19 (a)					2
6	9.80	2.20		Formazione Scaglia Toscana - Alternanze di argilliti marnose, grigie e grigio verdi, calcareniti e calcilutiti, grigio nocciola e grigie, in strati cm fino a 10 cm, le prime folietate. Stratificazione in assetto non valutabile. Fratturate e molto fratturate.		8-15 (a)			T6(D)-101 mm		
7	12.00										3

Macchina operatrice: CMV MK600F.
Carotiere: S-semplce; T6-carotiere doppio; T2-carotiere doppio.
Corona: W-widia; D-diamantata.
Campioni: C-indisturbato; CD-rimaneggiato/spezzone di carota.
Campionatori: S-Shelby; O-Osterberg; D-Denison; M-Mazier.
SPT: c - punta chiusa, a - p. aperta, an - p. aperta senza campione.
Fluido di perforazione: nessuno in fase di perforazione con c.semplce, continuo con c.doppio;
(acqua) utilizzo continuo per infissione rivestimento provvisorio.
Perforazione non condizionata.
Note:---



- Sondaggio S1, posizionamento macchina operatrice



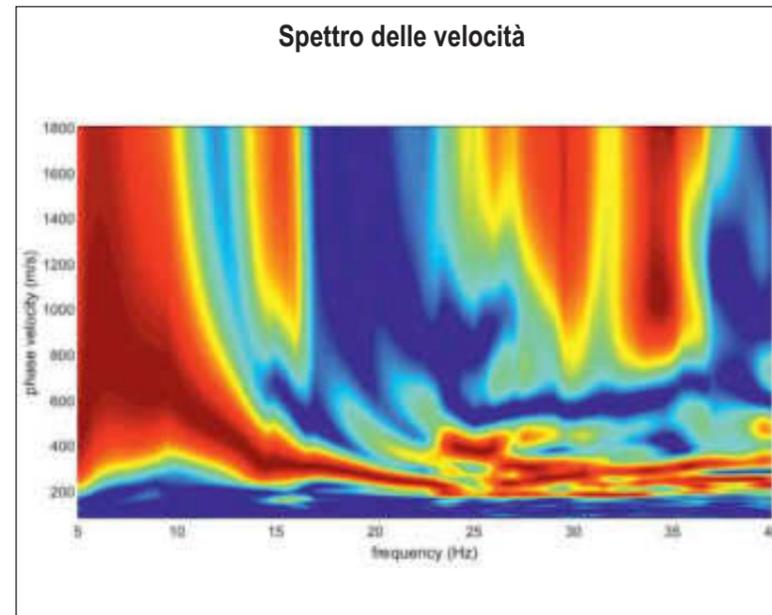
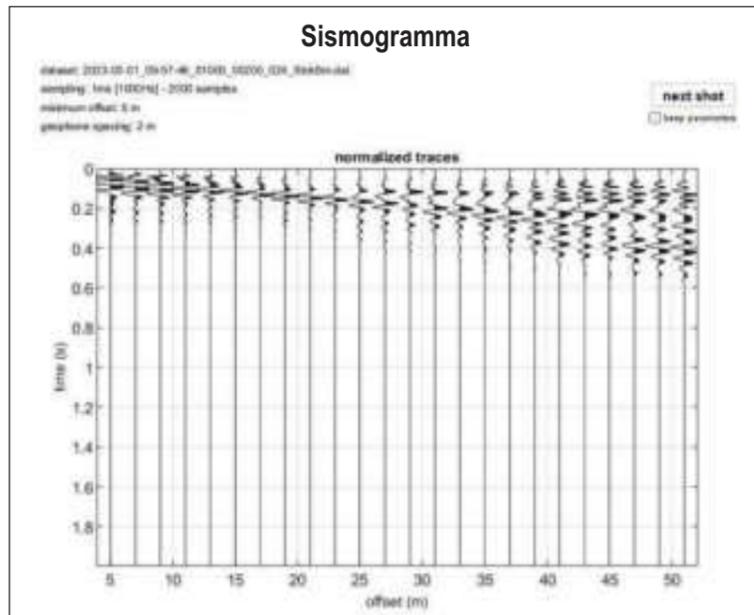
- Sondaggio S1, cassetta catalogatrice n. 1 (da 0.0 m a 5.0 m)



- Sondaggio S1, cassetta catalogatrice n. 2 (da 5.0 m a 10.0 m)



- Sondaggio S1, cassetta catalogatrice n. 3 (da 10.0 m a 12.0 m)



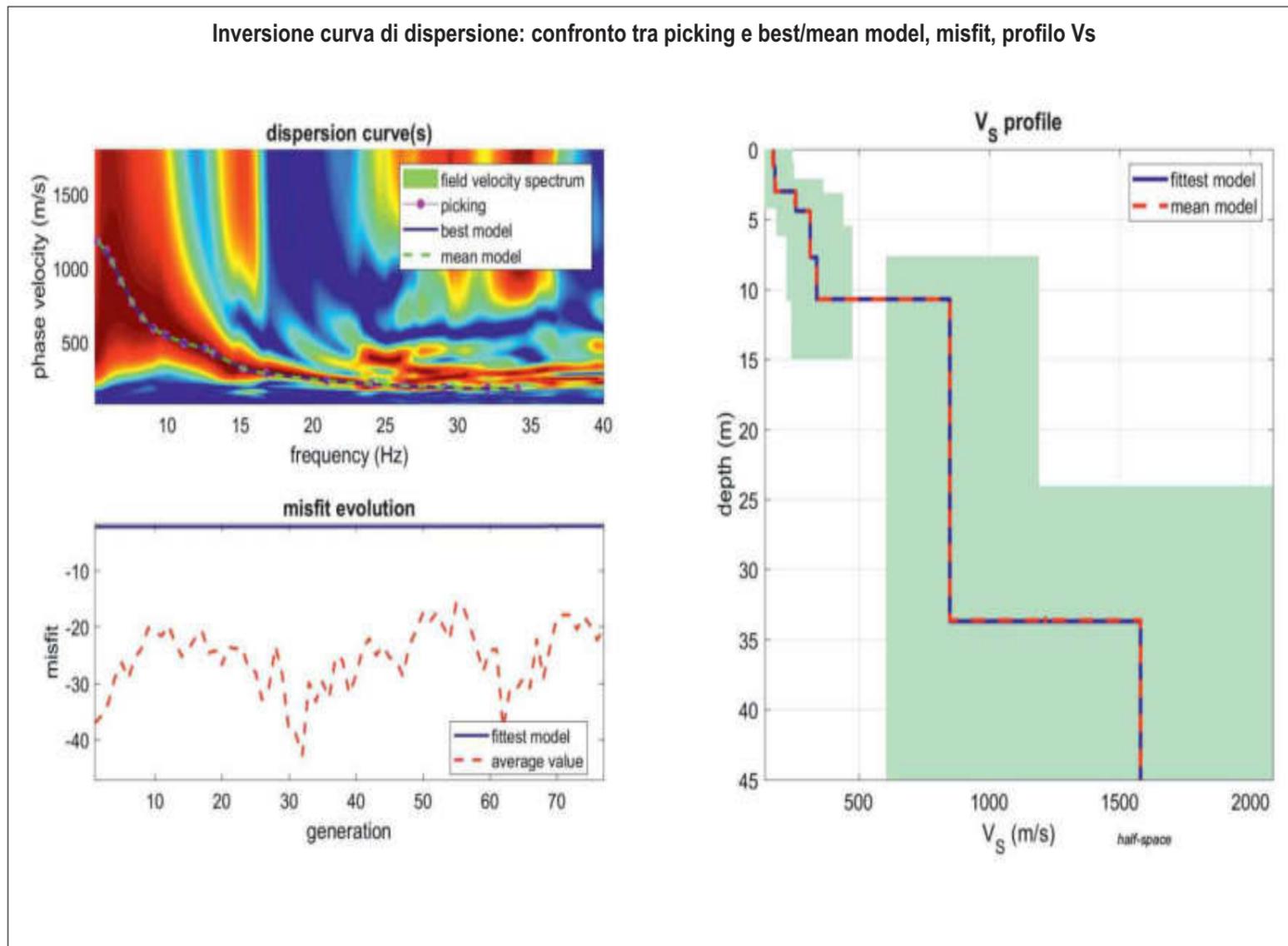
S.G.A. STUDIO GEOLOGI ASSOCIATI

Via XX Settembre, 76 - Perugia (PG)
 P.IVA e C.F. 02276000540
 Tel./Fax 075 5721231 e-mail info@studiogeologiassociati.eu
 www.studiogeologiassociati.eu

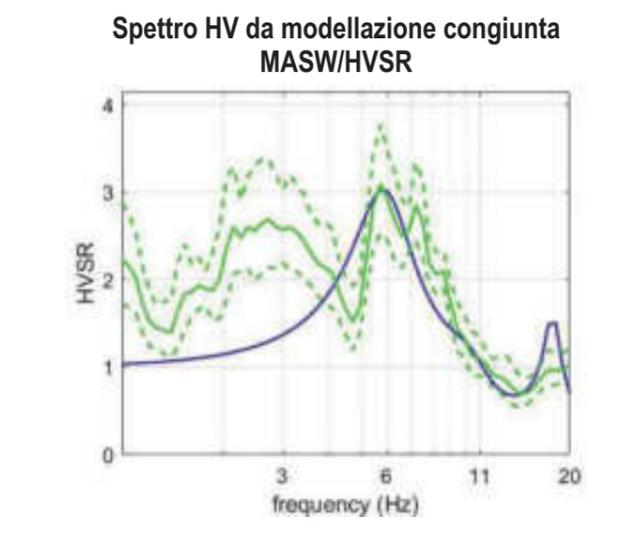
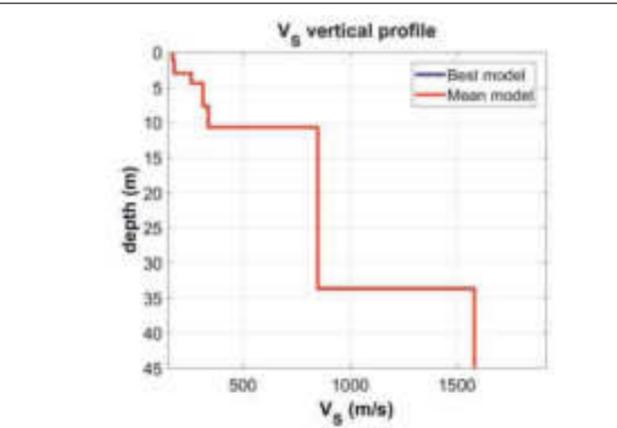
CERTIFICATO DI PROVA INDAGINE SISMICA MASW MASW1

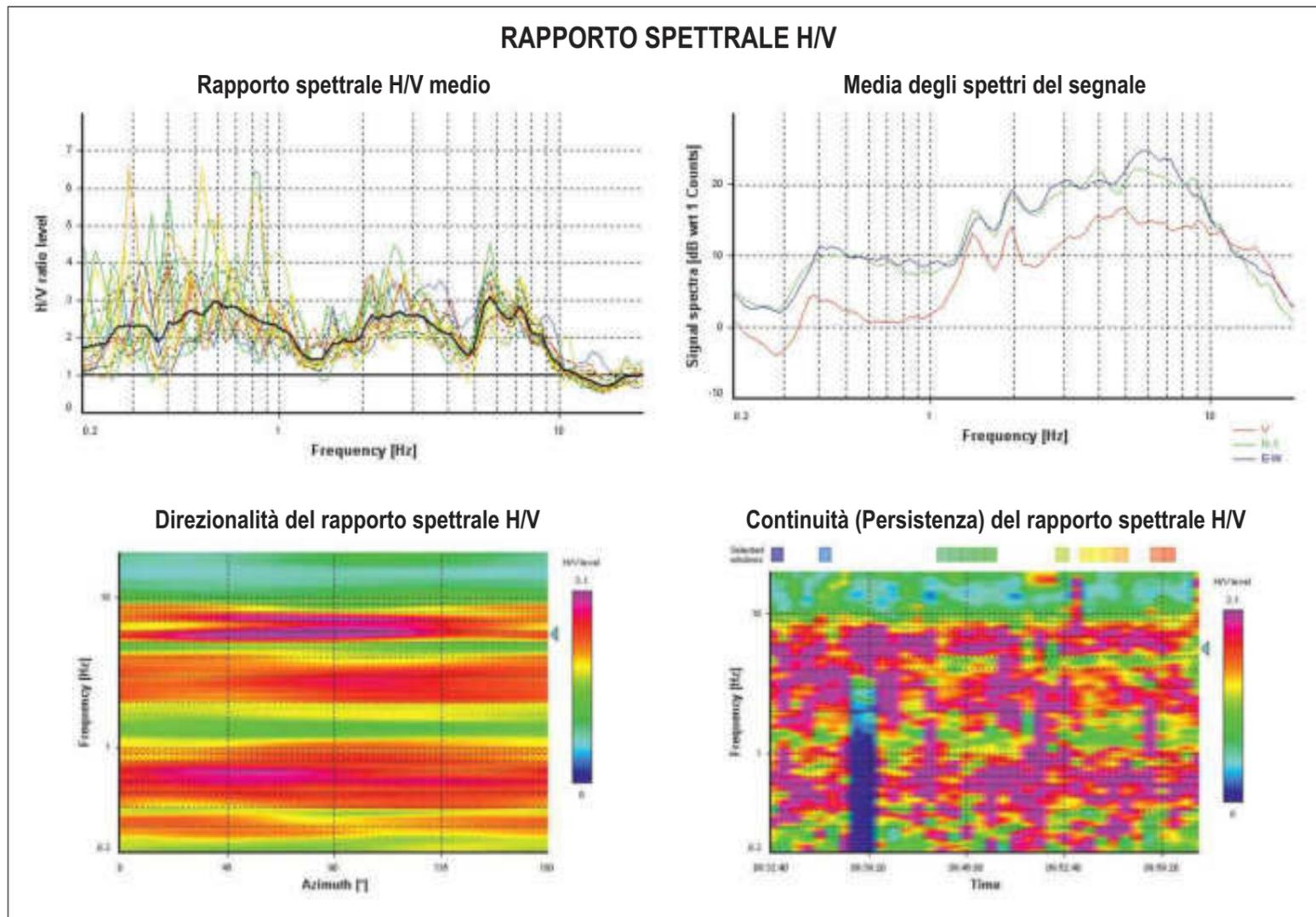
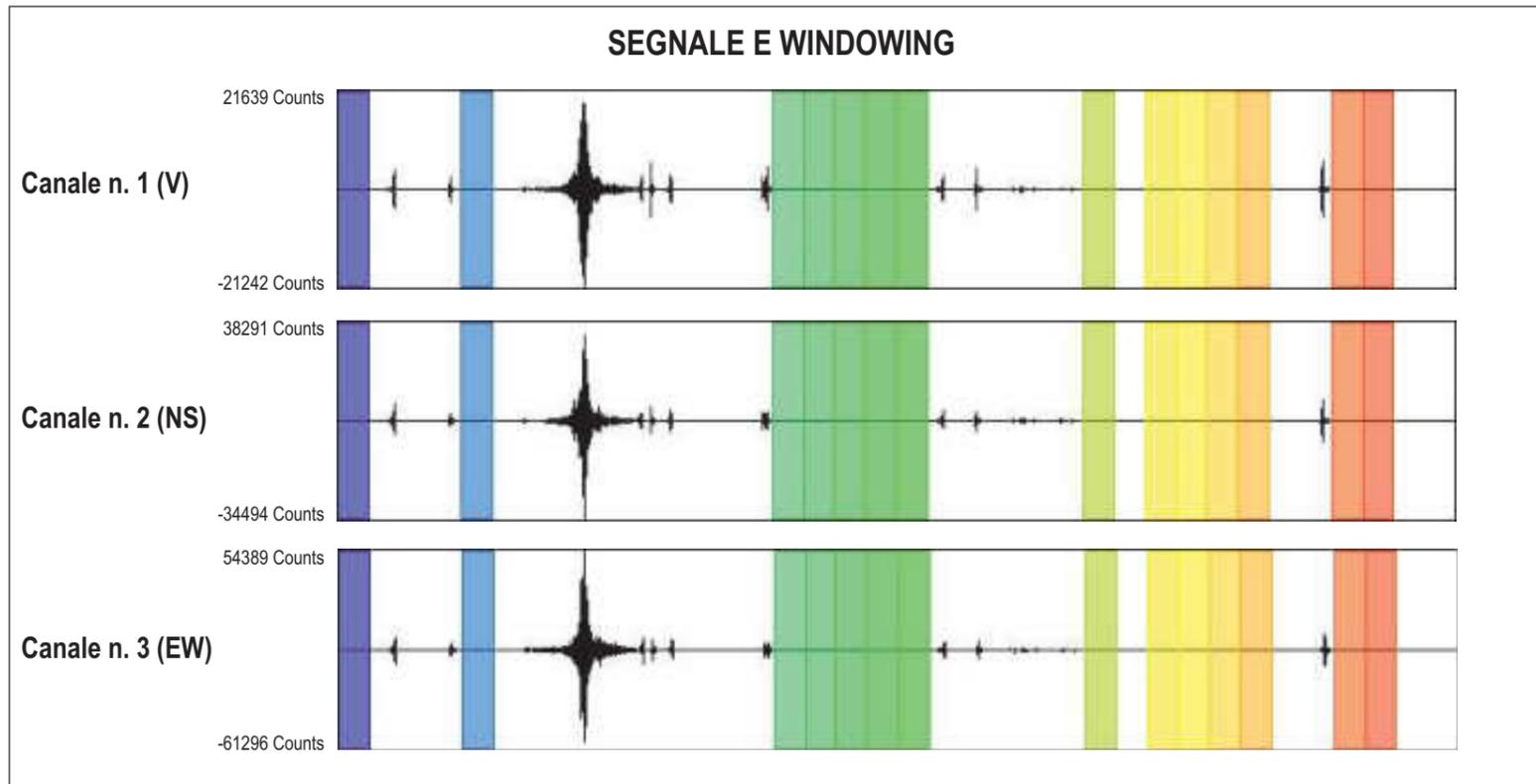
Codice Certificato di prova: MASW1
 Committente: Comune di Baschi (TR)
 Oggetto: Mitigazione rischio idrogeologico SC n. 31
 Località: Acqualoretto - Comune di Baschi (TR)

Specifiche tecniche di acquisizione ed elaborazione
 Sigla Prova: **MASW1**
 Data: 30.01.2023
 Tipo acquirente: Sismografo multicanale DoReMi - Sara El. Instr. S.r.l.
 Geofoni: n. 24 verticali da 4.5 Hz
 Geometria: Distanza geofonica 2 m - Lunghezza profilo geofonico 46 m
 Durata acquisizione e frequenza di campionamento: 2 sec - 1000 Hz
 Energizzazione: Martello triggerato 8 kg - dist. 5 m da G1 e G24
 Software acquisizione: Geoplotter DoReMi - Sara El. Instr. S.r.l.
 Elaborazione: Analisi spettrale in modellazione congiunta con indagine HVSR
 Elaborazione frequenza e velocità: 5-40 Hz - 80-1800 m/sec
 Software elaborazione: WinMASW Academy - Eliosoft



SISOSTRATIGRAFIA			
SISOSTRATO	PROFONDITA'	SPESORE	Vs
n.	m	m	m/s
1	1,2	2,8	175
2	3	1,8	180
3	4,4	1,4	260
4	7,7	3,3	315
5	10,7	3,0	340
6	33,7	23,0	850
7	-	-	1580







S.G.A. STUDIO GEOLOGI ASSOCIATI
Via XX Settembre, 76 - Perugia (PG)
P.IVA e C.F. 0227600540
Tel./Fax 075 5721231 e-mail info@studiogeologiassociati.eu
www.studiogeologiassociati.eu

CERTIFICATO DI PROVA INDAGINE SISMICA HVSR HV1

Codice Certificato di prova: HV1
 Committente: Comune di Baschi (TR)
 Oggetto: Mitigazione rischio idrogeologico SC 31
 Località: Acqualoreto

Specifiche tecniche di acquisizione
 Sigla Prova: HV1
 Data: 30.01.2023 inizio rec. 09:32:40
 Tipo acquirente: Geobox - Sara El. Instr. S.r.l.
 Sensore: Sara SS20PACK 2.0 Hz
 Durata acquisizione: 30 min
 Frequenza di campionamento: 300 Hz
 Appoggio: infissione su terreno previo scotico
 Software: Geoplotter Log-MT - Sara El. Instr. S.r.l.

Specifiche tecniche di elaborazione
 Software: Geoplotter HVSR - Sara El. Instr. S.r.l.
 Lunghezza finestre: 50 sec
 Finestre utilizzate: 14
 Copertura del segnale: 38.89%
 Tapering: 5%
 Smoothing: Proportional triangular 7%

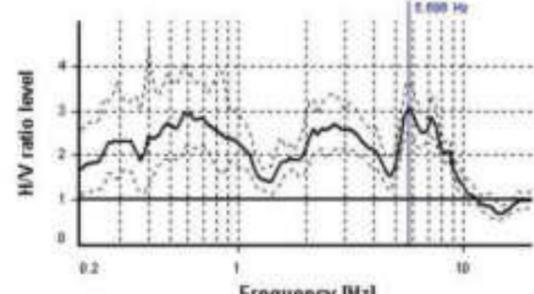


Dati di sito
 Coordinate (WGS84): Lat. 42.732720° Long. 12.335303°
 Meteo: Sereno - Temp. -1° C - Vento debole/assente - Pioggia assente
 Pedoni: pochi 5-10 m
 Auto: poche/moderate 5-7 m
 Mezzi pesanti: pochi 5-7 m
 Note: Alberi, alt. 5-6 m; dist. 5-6 m - Strutture, edifici sparsi 2p a dist. >50 m

SESAME Criteria

Selected f_0 frequency
5.696 Hz

A_0 amplitude = 3.091
Average $f_0 = 5.990 \pm 0.882$



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	14 valid windows (length > 1.76 s) out of 14	OK
$n_0(f_0) > 200$	3987.25 > 200	OK
$\sigma_x(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 29	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] A_{HV}(f) < A_0/2$	4.72898 Hz	OK
$\exists f$ in $[f_0, 4f_0] A_{HV}(f) < A_0/2$	9.50162 Hz	OK
$A_0 > 2$	3.09 > 2	OK
$f_{peak}(A_{HV}(f) \pm \sigma_x(f)) = f_0 \pm 5\%$	0% <= 5%	OK
$\sigma_x < \sigma(f_0)$	0.88229 >= 0.2848	NO
$\sigma_x(f_0) < 0(f_0)$	1.22018 < 1.58	OK
Overall criteria fulfilment		OK

Committente	Comune di Baschi (TR)		SONDAGGIO	FOGLIO
Cantiere	Interventi di riduzione del rischio idrogeologico nel Comune di Baschi (TR)		S6	1/3
Località	Bonifica dissesti strada Acqualoreto - bivio S.S. 448		Il geologo	
Data Inizio	13.09.2002	Data Fine	17.09.2002	
			SGA - Dr.L.Faralli	

Scala 1:50	Profondità'	Cassetta	Carotaggio	Stratigrafia	Descrizione	Campioni	Inclinometro
			20406080		(Terreno vegetale e Corpo di frana - Cfr) - Limi sabbiosi e deb.sabbiosi, marroni, con clasti calcarei e mamosi, subangolosi max 3 cm, presenti fustoli e resti vegetali, med.plastici, deb.consistenti.		
1	1.30						
2		1			(Cfr) - Ghiaie limoso-argillose e limoso-sabbiose, con matrice da localmente assente a tratti prevalente, marroni e grigio verdastri; clasti e abbondanti trovanti calcarenitici e calcarei, angolosi e subangolosi (0.2->10 cm, spezzoni max 14 cm), presenti trovanti argilloso-mamosi fortemente alterati e caotici. Ghiaie med-deb.addensate, matrice med.plastica, deb.consistente. Nei tratti 1.40-1.90; 2.70-3.20; 2.90-4.70; 5.00-7.00; 8.70-9.90 m, debole presenza di matrice..	- 2.30 C1 - 2.70	
3							
4							
5							
6		2					
7							
8							
9							
10	9.90	3			(Cfr) - Argille limose deb.ghiaiose, grigio azzurre con fiamme e bande grigio bluastre, clasti calcarei e calcarenitici angolosi e subangolosi prevalentemente mm e max 2 cm, rari max 6-8 cm, caotiche, plastiche, med-deb. e deb.consistenti.		

Committente **Comune di Baschi (TR)**

SONDAGGIO FOGLIO

Cantiere **Interventi di riduzione del rischio idrogeologico nel Comune di Baschi (TR)**

S6

2/3

Località **Bonifica dissesti strada Acqualoreto - bivio S.S. 448**

Data Inizio **13.09.2002**

Data Fine **17.09.2002**

**Il geologo
SGA - Dr.L.Faralli**

Scala 1:50	Profondita'	Cassetta	Carotaggio	Stratigrafia	Descrizione	Campioni	Inclinometro
			20406080				
11		3			(Cfr) - Argille limose deb.ghiaiose, grigio azzurre con fiamme e bande grigio bluastre, clasti calcarei e calcarenitici angolosi e subangolosi prevalentemente mm e max 2 cm, rari max 6-8 cm, caotiche, plastiche, med-deb. e deb.consistenti.		
12							
13							
14		4					
15							
16							
16.20					(Cfr) - Argille limose deb.ghiaiose, rossastre, clasti calcarei angolosi max 1 cm, plastiche e med.plastiche, med-deb.consistenti.		
16.70							
17					(Cfr?) - Arenarie marroni verdastre e grigiastre, in trovanti max 30 cm, fratturate, con scarse argilliti deb.marnose, grigie; arenarie da compatte a deb.compacte, med.resistenti e resistenti.		
18		5					
18.00					(Unità degli Scisti Varicolori - Svr) - Argilloscisti deb.marnosi e marnosi, grigi, localmente rossastri (21.5-23.0 m), fogliettati con tracce di strutture ad assetto variabile spesso foliate e cataclasate, presenza di calcite biancastra a tratti abbondante. Teneri e molto teneri, localmente plastici e med.plastici.		
19					Nei tratti 21.50-22.30; 24.60-25.10 m, presenti abbondanti piani inclinati da circa 50° a 60°, ondulati, traslucidi.		
20		6					
21							

12.20
CD1
12.50

Committente	Comune di Baschi (TR)		SONDAGGIO	FOGLIO
Cantiere	Interventi di riduzione del rischio idrogeologico nel Comune di Baschi (TR)		S6	3/3
Località	Bonifica dissesti strada Acqualoreto - bivio S.S. 448		Il geologo	
Data Inizio	13.09.2002	Data Fine	17.09.2002	
			SGA - Dr.L.Faralli	

Scala 1:50	Profondita'	Cassetta	Carotaggio	Stratigrafia	Descrizione	Campioni	Inclinometro
		6	20406080		(Unità degli Scisti Varicolori - Svr) - Argilloscisti deb.marnosi e marnosi, grigi, localmente rossastri (21.5-23.0 m), fogliettati con tracce di strutture ad assetto variabile spesso foliate e cataclasate, presenza di calcite biancastra a tratti abbondante. Teneri e molto teneri, localmente plastici e med.plastici.		
	21.50						
	22				Nei tratti 21.50-22.30; 24.60-25.10 m, presenti abbondanti piani inclinati da circa 50° a 60°, ondulati, traslucidi.		
	22.30						
	23	7					
	24						
	24.60						
	25						
	25.10						
	26	8					
	26.40					26.40	
	27					CD2	
	27.80					26.80	
	28	9					
	29						
	30	10					
	30.00						

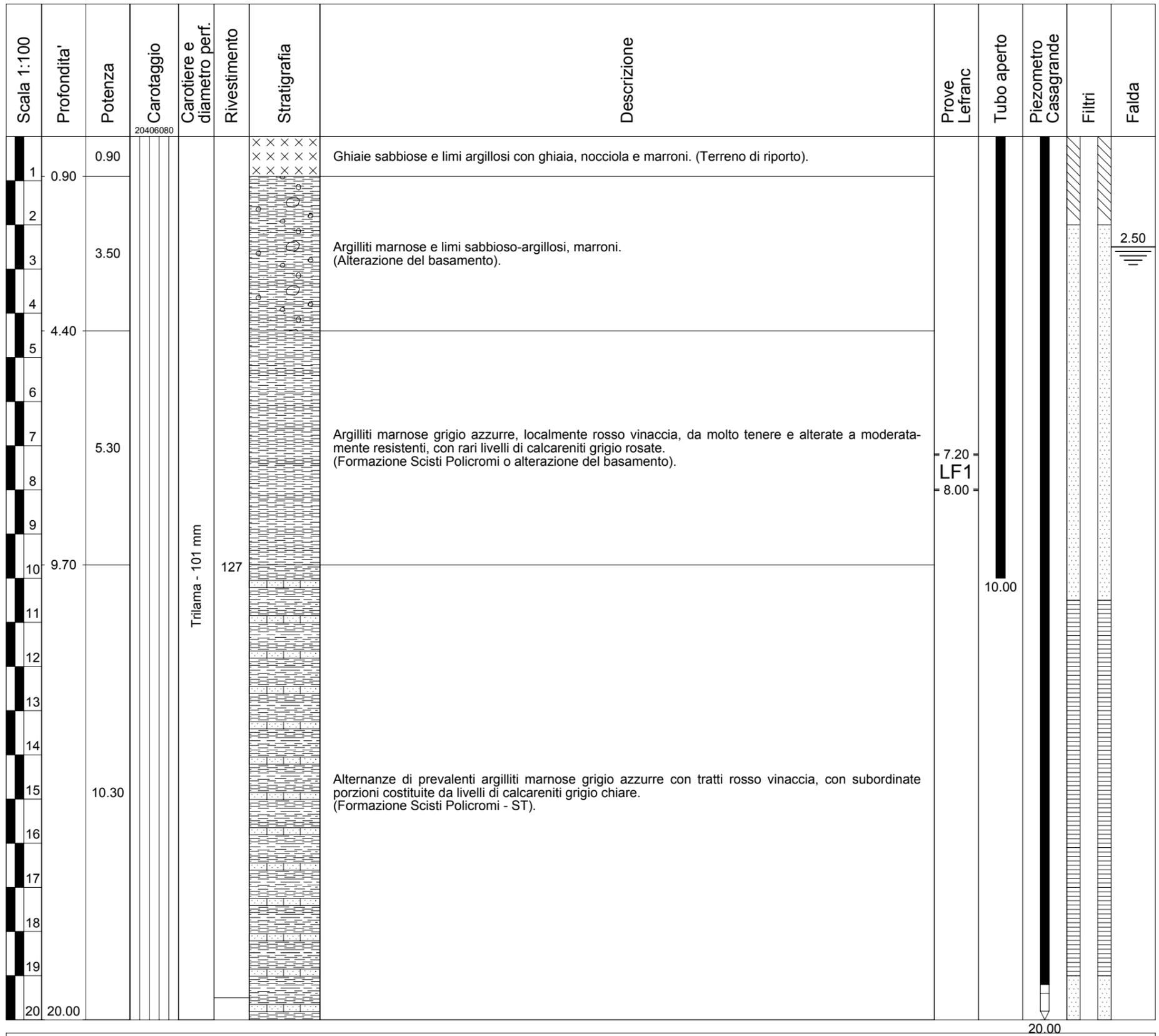
NOTE: Macchina operatrice NENZI mod Gelma.
 Metodo di perforazione: Carotaggio continuo.
 Fluido di perforazione: acqua, uso da 4.10 m.
 Carotiere semplice phi 101 mm (0.00-4.10; 16.60-30.00 m).
 Carotiere doppio T6 phi 101 mm (4.10-16.60 m).
 Rivestimento phi 146 mm (0.00-30.00 m).
 Campione C1: campionatore Shelby;
 Campioni CD1 e CD2: campionatore carotiere.

CANTIERE: Consolidamento dissesto idrogeologico loc.Acqualoreto		COMMITTENTE: Comune di Baschi (TR)		SONDAGGIO	FOGLIO
DITTA ESECUTRICE: Geotecnica Lavori S.r.l. - Perugia		OPERA PREVISTA: --		S20	1
DATA INIZIO: 01 giugno 2007	DATA FINE: 06 giugno 2007	MACCHINA OPER.: Soil Mec SM400	TIPO PERFOR.: carotaggio continuo	GEOLOGO SGA - Dott.L.Faralli	
QUOTA: 384.9 m s.l.m.	PROGRESSIVA: --	INCLINAZIONE: verticale	LUNGHEZZA: 20.0 m		

Scala 1:100	Profondita'	Potenza	Cassetta	Carotaggio	Carotiere e diametro perf.	Rivestimento	Stratigrafia	Descrizione	Pocket [kg/cm2]	R.Q.D.	Campioni	Prove Lefranc	Inclinometro	Falda
	0.40	0.40					XXXXXX	Ghiaia sabbiosa, nocciola; clasti calcarei angolosi da mm a > 10 cm, sciolti. (Terreno di riporto).	2.5					
	0.90	0.50					XXXXXX	Limo argilloso marrone scuro con fiamme brunastre e ocracee, con clasti calcarei max 2 cm e frammenti di cotto, moderatamente plastico, consistente. (Terreno di riporto).	2.5					
1			1					Argilliti marnose marroni chiare, fortemente alterate e fogliettate, con tratti di limi sabbioso-argillosi da moderatamente consistenti a consistenti. Presenti livelli calcarenitici centimetrici (max 5 cm), intensamente fratturati. Localmente sono osservabili tracce di stratificazione debolmente inclinata. Tra 4.0-4.4 m tratto fortemente detensionato, plastico. (Alterazione del basamento).	2.0					
2									2.5					
3		3.50							5.5					
4									0.7					
5	4.40													
6								Argilliti marnose grigio azzurre, localmente rosso vinaccia, intensamente fogliettate ed alterate, da molto tenere a moderatamente resistenti, con rari livelli di calcareniti grigio rosate, fratturate, in strati di 5-7 cm di spessore. La stratificazione è debolmente inclinata (10-15°), con tratti caoticizzati. Fino alla profondità di 6.0 m e tra 7.4-7.9 m, tratti molto detensionati ed alterati. (Formazione Scisti Policromi o alterazione del basamento).						
7		5.30	2											
8														
9														
10	9.70					127		Calcareniti grigio chiare, in strati 5-7 cm, fratturate, con riempimento calcitico con subordinate argilliti marnose grigie. La stratificazione è inclinata circa 40-45°. (Formazione Scisti Policromi - ST).						
11	11.00	1.30												
12								Argilliti marnose grigie e grigio azzurre, localmente rosso vinaccia, fogliettate, con presenza di subordinati livelli di calcareniti grigio chiare, in strati di spessore 3-5 cm, fratturate. (Formazione Scisti Policromi - ST).						
13		3.00	3											
14	14.00							Calcareniti grigio rosate e grigio avana, in strati 5-7 cm, fratturate con abbondante riempimento calcitico. (Formazione Scisti Policromi - ST).						
15	14.70	0.70												
16		2.30						Argilliti marnose grigio azzurre con sottili tratti rosso vinaccia, fogliettate, con subordinati livelli di calcareniti grigio chiare, fratturate, in strati di spessore 3-5 cm. (Formazione Scisti Policromi - ST).						
17	17.00													
18		1.70	4					Calcareniti grigio chiare, grigio rosate, in strati 5-9 cm, fratturate, con riempimento calcitico con subordinate argilliti marnose grigio azzurre, fogliettate. (Formazione Scisti Policromi - ST).						
19	18.70													
20	20.00	1.30						Argilliti marnose grigio azzurre con sottili tratti rosso vinaccia, fogliettate, con subordinati livelli di calcareniti grigio chiare, fratturate, in strati di spessore 5-7 cm. (Formazione Scisti Policromi - ST).						

NOTE:
Utilizzo di corona al widia nel tratto 0.0-20.0 m.
Tipo carotiere: S - carotiere semplice; T6 - carotiere doppio.
Campionatore: S - Shelby.
Perforazione eseguita con circolazione di fluidi (acqua+polimeri): 13.50-20.00 m.

CANTIERE: Consolidamento dissesto idrogeologico loc.Acqualoreto		COMMITTENTE: Comune di Baschi (TR)		SONDAGGIO	FOGLIO
DITTA ESECUTRICE: Geotecnica Lavori S.r.l. - Perugia		OPERA PREVISTA: --		S20D	1
DATA INIZIO: 06 giugno 2007	DATA FINE: 07 giugno 2007	MACCHINA OPER.: Soil Mec SM400	TIPO PERFOR.: distruzione di nucleo		
QUOTA: 385.4 m s.l.m.	PROGRESSIVA: --	INCLINAZIONE: verticale	LUNGHEZZA: 20.0 m	GEOLOGO SGA - Dott.L.Faralli	



NOTE:
 Utilizzo di distruttore trilama PCD nel tratto 0.0-20.0 m.
 Perforazione eseguita con circolazione di fluidi (acqua+polimeri): 0.00-20.00 m.

CANTIERE: Consolidamento dissesto idrogeologico loc.Acqualoreto		COMMITTENTE: Comune di Baschi (TR)		SONDAGGIO	FOGLIO
DITTA ESECUTRICE: Geotecnica Lavori S.r.l. - Perugia		OPERA PREVISTA: --		S22	1
DATA INIZIO: 18 giugno 2007	DATA FINE: 19 giugno 2007	MACCHINA OPER.: Soil Mec SM400	TIPO PERFOR.: carotaggio continuo	GEOLOGO	
QUOTA: 353.0 m s.l.m.	PROGRESSIVA: --	INCLINAZIONE: verticale	LUNGHEZZA: 27.0 m	SGA - Dott.L.Faralli	

Scala 1:100	Profondita'	Potenza	Cassetta	Carotaggio	Carotiere e diametro perf.	Rivestimento	Stratigrafia	Descrizione	Pocket [kg/cm2]	R.Q.D.	Campioni	Prove Lefranc	Inclinometro	Falda
										20406080				
1	0.80	0.80						Limi sabbiosi debolmente argillosi, marroni, con presenza di apparati radicali, moderatamente consistenti. (Terreno vegetale).	1.0					
2	1.70	0.90						Limi argillosi debolmente ghiaiosi, marroni e marroni chiari con fiamme ocracee, clasti calcarei e calcarenitici subangolosi e subarrotondati, presenti frammenti di cotto, moderatamente consistenti. (Terreno di riporto).	1.2 1.2					
3	2.50 2.80	0.80 0.30	1					Limi argillosi ed argille limose, con ghiaie, nocciola, clasti calcarei, calcarenitici, subangolosi max 2 cm, con frammenti argillitici fogliettati, consistenti. (depositi detritici di versante e frana).	2.5 2.2			3.20 LF1 3.80		3.50
4		2.20						Ghiaia calcarenitica subangolosa ed angolosa, clasti max 10 cm. (Depositii detritici dei versante e frana).						
5	5.00					S - 101 mm		Limi argillosi ed argille limose, con ghiaie, nocciola, con struttura caotica, consistenti; clasti calcarenitici e frammenti di argilliti e marne fogliettate, subangolosi; tratto ghiaioso tra 3.4-3.6 m. (Depositii detritici di versante e frana).				4.10 C1(s) 4.40		
6	5.90	0.90						Limi argillosi ed argille limose, con ghiaie, nocciola e oca; clasti argillitici e marnosi fogliettati, moderatamente consistenti. (Depositii detritici di versante e frana).	2.0 1.8					
7														
8		3.10	2					Argilliti debolmente marnose, grigio chiare e grigio nocciola, con fiamme oca e vinaccia, intensamente alterate, caoticizzate ed intensamente fogliettate, da moderatamente a poco compatte. (Alterazione del substrato).						
9	9.00													
10		2.30						Argilliti marnose grigio chiare, intensamente alterate e fogliettate, alternate a livelli di calcareniti grigio chiare, intensamente fratturate in strati max 5 cm. (Alterazione del substrato).						
11	11.30					T6 - 101 mm								
12														
13			3											
14														
15														
16														
17														
18			4											
19		15.70						Argilliti marnose grigio azzurre, grigio chiare e rosso vinaccia, fogliettate, con sporadici livelli di calcareniti grigio chiare e nocciola, in strati sottili centimetrici, fratturate, presenti in particolare tra 19.0-19.5 m, 23.4-23.8 m e tra 25.4-25.7 m. Inclinazione della stratificazione circa 10-15°, presenti livelli moderatamente teneri tra 15.8-16.4 m, 21.2-21.8 m e tra 22.1-22.3 m. (Formazione Scisti policromi - ST).						
20						S - 101 mm								
21														
22														
23			5											
24														
25														
26														
27	27.00		6											

NOTE:
 Utilizzo di corona al widia nel tratto 0.0-27.0 m.
 Tipo carotiere: S - carotiere semplice; T6 - carotiere doppio.
 Campionatore: s - Shelby; m - Mazier.
 Perforazione eseguita con circolazione di fluidi (acqua+polimeri): 10.50-27.00 m.

CANTIERE: Dissesto idrogeologico loc. Acqualoreto - I°str.esec.Min.Ambiente		COMMITTENTE: Comune di Baschi (TR)		SONDAGGIO	FOGLIO
DITTA ESECUTRICE: Geotecnica Lavori s.r.l. (PG)		OPERA PREVISTA: Consolidamento dissesto idrogeologico		S34	1/1
DATA INIZIO: 22 novembre 2010	DATA FINE: 02 dicembre 2010	MACCHINA OPER.:SOIL MEC SM400	TIPO PERFOR.:Carotaggio continuo	GEOLOGO SGA - L.Faralli	
QUOTA: ---	PROGRESSIVA: ---	INCLINAZIONE:Verticale	LUNGHEZZA:30 m		

Scala 1:100	Profondita'	Potenza	Stratigrafia	Descrizione	Pocket [kg/cm2]	Numero colpi S.P.T.	R.Q.D.	Campioni	Carotiere e diametro perf.	Rivestimento	Carotaggio	Cassetta	Inclinometro
	0.40	0.40	× × × × ×	Ghiaia calcarea angolosa, sciolta o poco addensata. Clasti 0.5-2. cm. (Terreno di riporto).			20406080				20406080		
1	0.80	0.80		Limi debolmente ghiaiosi, marroni scuro. Clasti calcarei e calcarenitici max 2 cm, angolosi e subangolosi. Moderatamente consistenti. (Depositi detritici di versante e frana).	1.2								
2	1.20	1.40		Limi argilloso sabbiosi debolmente ghiaiosi, marroni, Clasti calcarenitici e calcilutitici angolosi max 7 cm. Da moderatamente consistenti a consistenti. (Depositi detritici di versante e frana).	1.2								
3	2.60				2.0							1	
4					2.2								
5					2.5	4.00							
6		6.10		Limi argillosi ghiaiosi, marroni con screziature ocracee. Presenti clasti calcarenitici subangolosi max 7 cm e clasti e porzioni di argilliti marnose estremamente alterate, tenere con tracce di fogliettatura. (Depositi detritici di versante e frana o alterazione del basamento).	2.0	5-6-8(a)							
7					2.5								
8					3.0								
9	8.70				1.9								
10	9.90	1.20		Argilliti marnose estremamente alterate, grigie e localmente marroni, con tracce di fogliettatura e calcareniti in clasti angolosi max 7 cm. (Depositi detritici di versante e frana o alterazione del basamento).		8.00							
11						50(an)							
12						8.06							
13					3.5								
14								12.00					
15								C1(s)					
16		10.90		Argilliti marnose grigie e grigio azzurre con lamine rosso vinaccia, fogliettate e spesso alterate, in banchi fino a 1.5-2.0 m, alternate a subordinati strati di calcareniti e scarse calcilutiti, nocciola, rosate e grigio chiare, molto ed estremamente fratturate, in strati di spessore max 20 cm. Presenti sporadici livelli argilloso limosi molto consistenti grigi e grigio scuri. Passaggio graduale al letto ed al tetto. (Formazione Scisti Policromi molto ed estremamente alterata - ST).					SW - 101 mm	127			
17						16.00							
18						50(c)							
19						16.14							
20													
21	20.80												
22													
23													
24													
25													
26		9.20		Argilliti marnose grigie e grigio azzurre con lamine rosso vinaccia, fogliettate, in banchi fino a 1.5-2.0 m, alternate a subordinati strati di calcareniti e scarse calcilutiti, nocciola, rosate e grigio chiare, molto ed estremamente fratturate, in strati di spessore max 20 cm. (Formazione Scisti Policromi - ST).									
27													
28													
29													
30	30.00												

Macchina operatrice: SOIL MEC SM400.
Metodo perforazione: Carotaggio continuo.
Carotiere: S - semplice; T2-T6-T6S - doppio
Corona: W - widia; D - diamantata
Rivestimento provvisorio phi 127 mm: 0.0-30.0 m.
Fluido di perforazione (acqua): utilizzo sporadico in fase di perforazione oltre 12.0 m, continuo in fase di rivestimento.
SPT: a (p.aperta); an (p.aperta senza campione); c (p.chiusa).
Campionatori: s (Shelby); m (Mazier); d (Denison); o (Osterberg); r (disturbato); a (ambientale).

Installato inclinometro
in alluminio, prof. 30.0 m

Committente: Comune di Baschi (TR)

Cantiere: Lavori di consolidamento III° str. esecutivo

Località: Acqualoreto - Strada Comunale

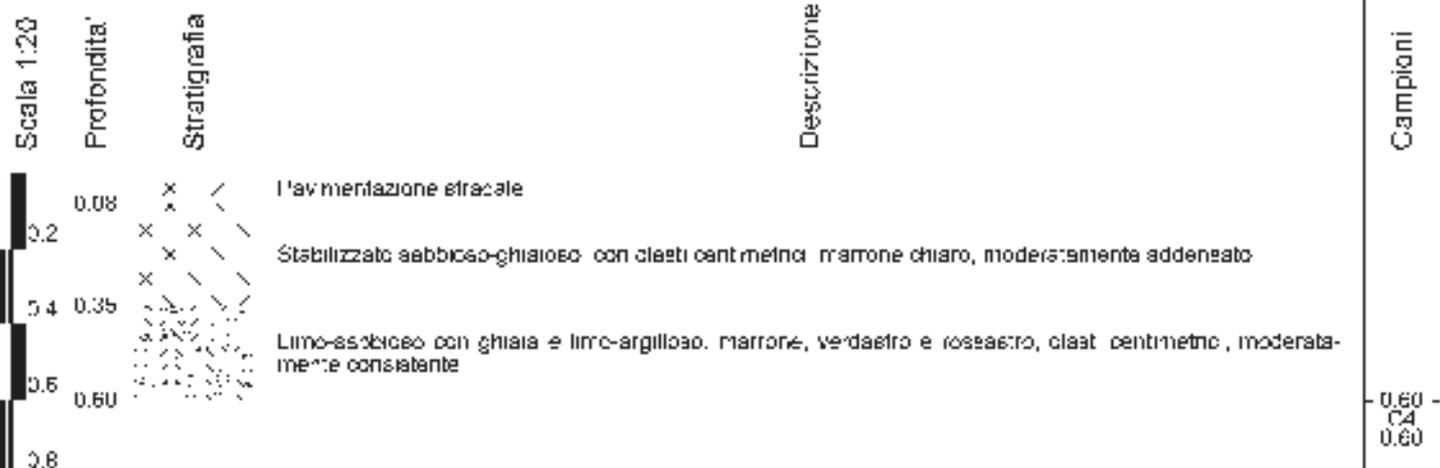
Data Inizio: 30 settembre 2008

Data Fine: 30 settembre 2008

PROGETTO FOGLIO

SG4 1

Il geologo
SGA



Committente: Comune di Baschi (TR)

Cantiere: Lavori di consolidamento III° str. esecutivo

Località: Acqualoreto - Strada Comunale

Data Inizio: 30 settembre 2008

Data Fine: 30 settembre 2008

PROGETTO FOGLIO

SG5 1

Il geologo
SGA

Scala 1:20	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Campioni
	0.08	x /	L'avvennatazione stracale	
0.2		x /	Stabilizzato sabbioso ghiaioso con clasti centimetrici, moderatamente addensato	
0.4				
0.6			L'imo-argilloso con ghiais, massimo centim, clasti centimetrici, moderatamente e poco consistente, bagnato	
0.8	0.80			0.75 CE



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 1

- cantiere : Microzonazione Sismica
 - lavoro : PRG Baschi
 - località : Acqualoreto (Ponticelli)

- data prova : 20/03/2007
 - quota inizio :
 - prof. falda : 2.00 m da quota inizio
 - data emiss. : 03/10/2007

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	asta
0.00 - 0.10	46	180.0	1	2.20 - 2.30	8	28.3	3
0.10 - 0.20	90	352.2	1	2.30 - 2.40	10	35.4	3
0.20 - 0.30	26	101.7	1	2.40 - 2.50	10	35.4	3
0.30 - 0.40	7	27.4	1	2.50 - 2.60	7	24.8	3
0.40 - 0.50	7	27.4	1	2.60 - 2.70	5	17.7	3
0.50 - 0.60	5	19.6	1	2.70 - 2.80	6	21.3	3
0.60 - 0.70	15	58.7	1	2.80 - 2.90	6	20.3	4
0.70 - 0.80	21	82.2	1	2.90 - 3.00	7	23.7	4
0.80 - 0.90	21	78.1	2	3.00 - 3.10	9	30.5	4
0.90 - 1.00	7	26.0	2	3.10 - 3.20	6	20.3	4
1.00 - 1.10	7	26.0	2	3.20 - 3.30	8	27.1	4
1.10 - 1.20	52	193.4	2	3.30 - 3.40	10	33.8	4
1.20 - 1.30	9	33.5	2	3.40 - 3.50	8	27.1	4
1.30 - 1.40	3	11.2	2	3.50 - 3.60	6	20.3	4
1.40 - 1.50	2	7.4	2	3.60 - 3.70	8	27.1	4
1.50 - 1.60	3	11.2	2	3.70 - 3.80	9	30.5	4
1.60 - 1.70	1	3.7	2	3.80 - 3.90	8	25.9	5
1.70 - 1.80	1	3.7	2	3.90 - 4.00	11	35.6	5
1.80 - 1.90	2	7.1	3	4.00 - 4.10	11	35.6	5
1.90 - 2.00	3	10.6	3	4.10 - 4.20	10	32.4	5
2.00 - 2.10	4	14.2	3	4.20 - 4.30	80	259.0	5
2.10 - 2.20	7	24.8	3				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DM-30 (60°)**- M (massa battente)= **30.00** kg - H (altezza caduta)= **0.20** m - A (area punta)= **10.00** cm² - D(diam. punta)= **35.70** mm- Numero Colpi Punta N = N(**10**) [δ = 10 cm]- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

DIN 1

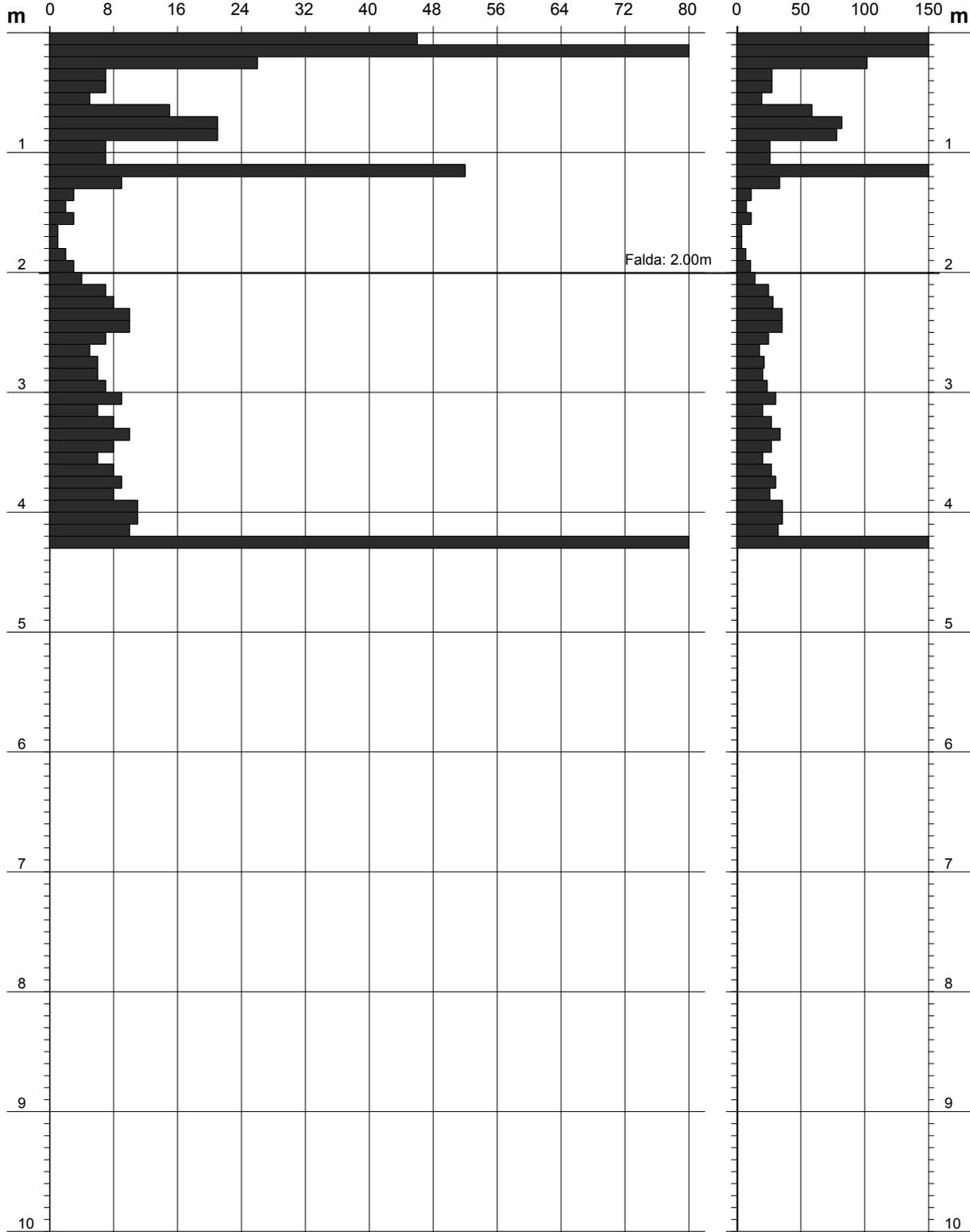
Scala 1: 50

- cantiere : Microzonazione Sismica
- lavoro : PRG Baschi
- località : Acqualoreto (Ponticelli)

- data prova : 20/03/2007
- quota inizio :
- prof. falda : 2.00 m da quota inizio
- data emiss. : 03/10/2007

- note :

N = N(10) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento $\delta = 10$ cm



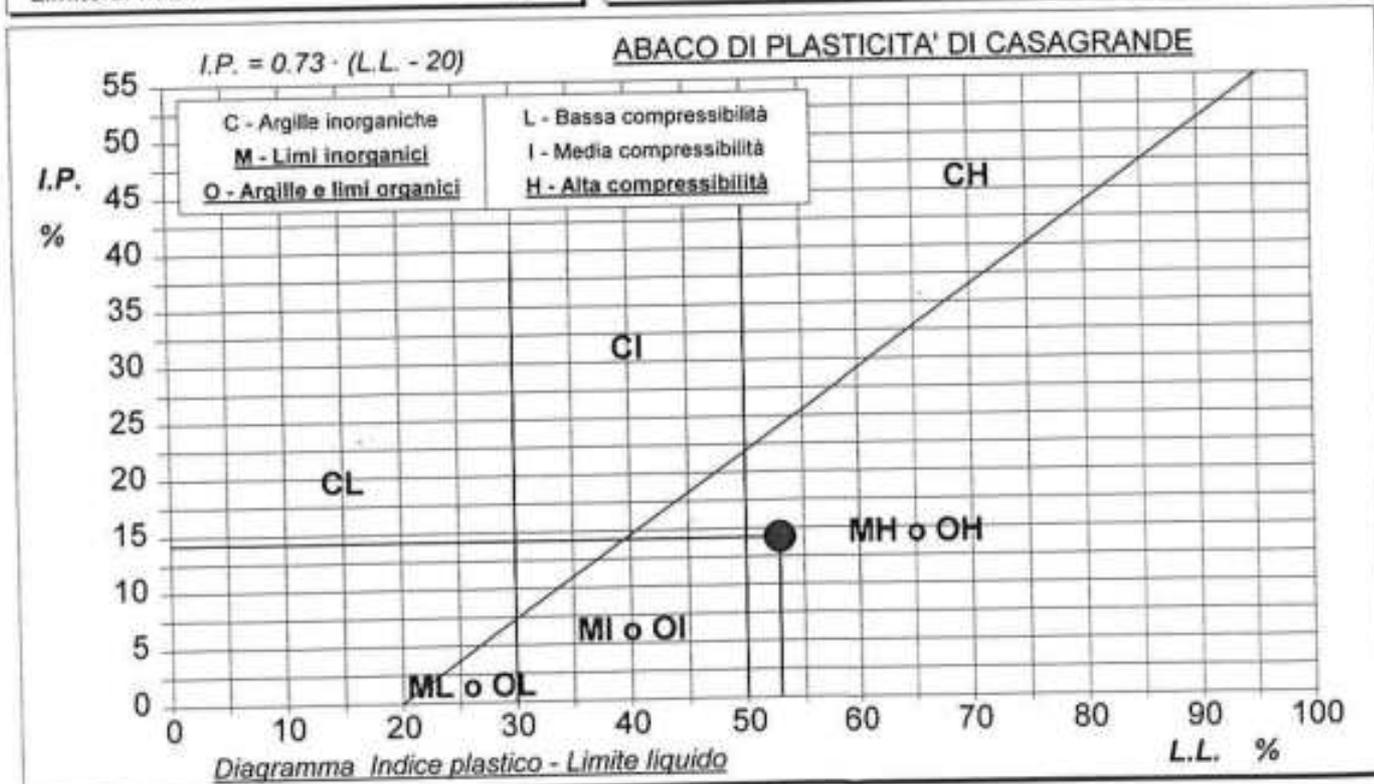
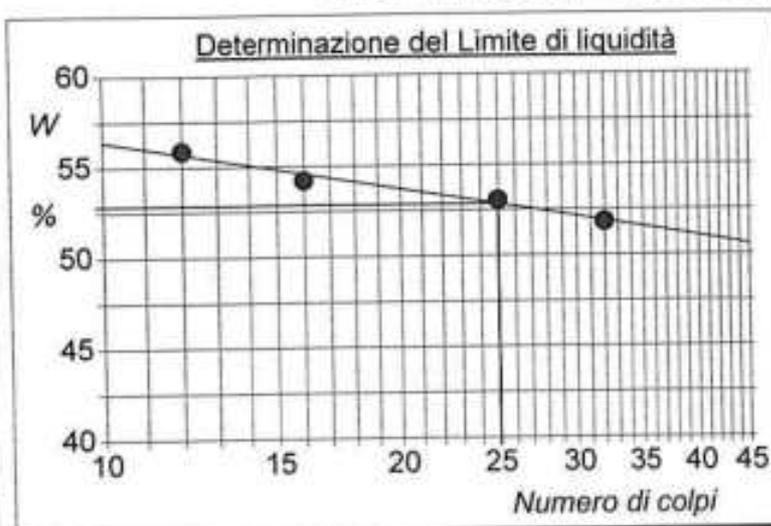
Certificato n°: 1540-8	Verbale accettazione n°:	Inizio analisi:
Emissione: 04/12/02	Data accettazione:	Fine analisi:

CARATTERISTICHE FISICHE

COMMITTENTE: COMUNE DI BASCHI (TR)		
RIFERIMENTO: BONIFICA DISSESTI STRADA ACQUALORETO - BIVIO S.S. 448		
SONDAGGIO: 6	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 2.30-2.70

RISULTATO DELLA PROVA

Umidità (%)	16,8	%
Peso di volume	19,3	kN/m ³
Peso di volume secco	16,5	kN/m ³
Peso di volume saturo	20,2	kN/m ³
Peso specifico	26,6	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,610	
Porosità	37,9	%
Grado di saturazione	74,7	%
Limite di liquidità	52,9	%
Limite di plasticità	38,7	%
Indice di plasticità	14,2	%
Indice di consistenza	2,54	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%



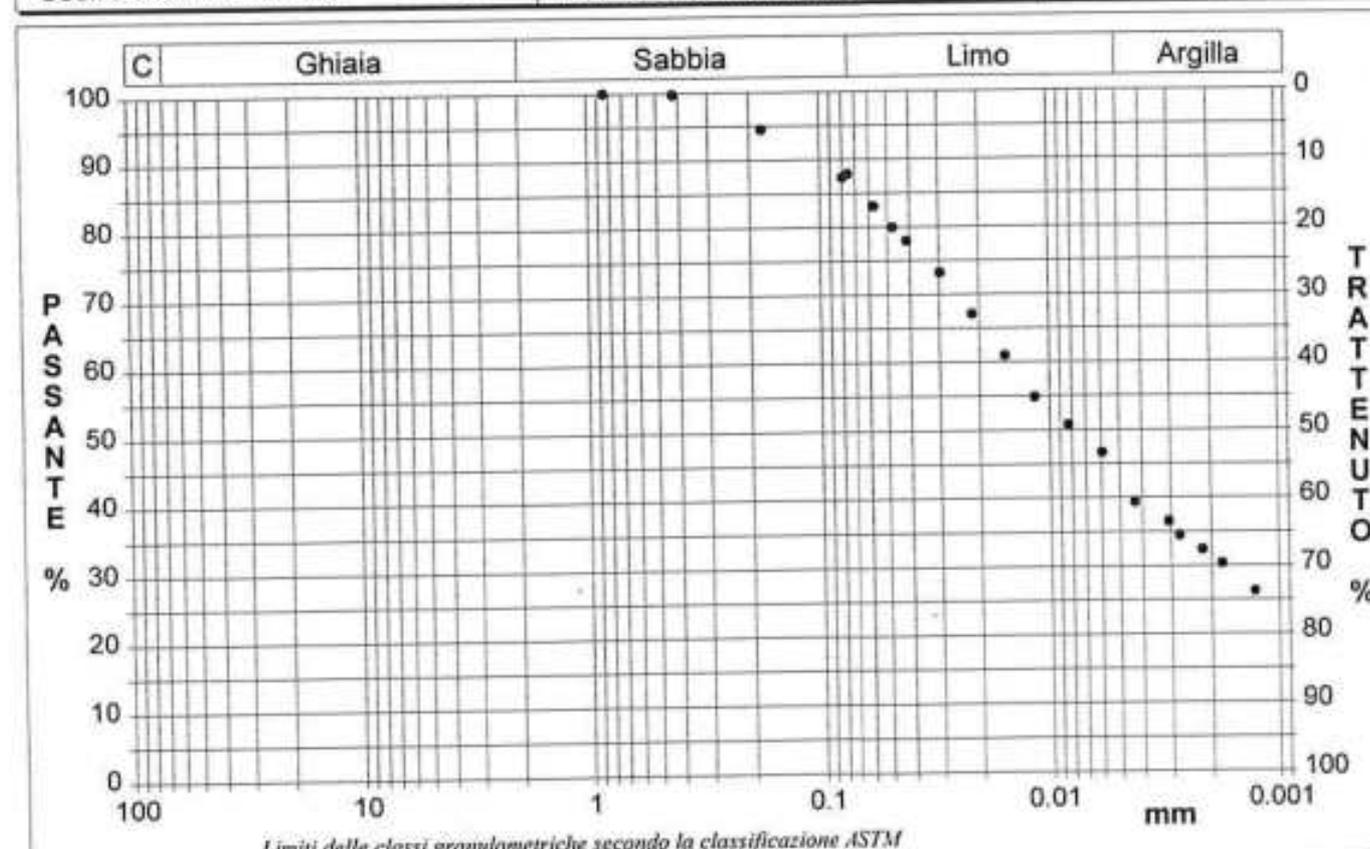
Certificato n°: 1540-8	Verbale accettazione n°:	Inizio analisi:
Emissione: 04/12/02	Data accettazione:	Fine analisi:

ANALISI GRANULOMETRICA

COMMITTENTE: COMUNE DI BASCHI (TR)
RIFERIMENTO: BONIFICA DISSESTI STRADA ACQUALORETO - BIVIO S.S. 448
SONDAGGIO: 6 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.30-2.70

Modalità di prova: Norma ASTM D 422	RISULTATO DELLA PROVA
-------------------------------------	-----------------------

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D10	---	mm
Sabbia	13,5 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99,7 %	D30	0,00175	mm
Limo	43,7 %	Passante setaccio 200 (0.074 mm)	86,3 %	D50	0,00779	mm
Argilla	42,8 %			D60	0,01480	mm
				D90	0,09928	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	



Diametro mm	Passante %								
0,8400	100,00	0,0573	83,00	0,0155	60,93	0,0031	36,45		
0,4200	99,73	0,0472	79,92	0,0115	54,81	0,0028	34,41		
0,1770	94,47	0,0412	77,88	0,0083	50,73	0,0022	32,37		
0,0797	87,29	0,0296	73,17	0,0059	46,65	0,0018	30,33		
0,0750	87,83	0,0214	67,05	0,0043	39,31	0,0013	26,25		

S6C1

Certificato n°: 1540-8	Verbale accettazione n°:	Inizio analisi:
Emissione: 04/12/02	Data accettazione:	Fine analisi:

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

COMMITTENTE: COMUNE DI BASCHI (TR)
RIFERIMENTO: BONIFICA DISSESTI STRADA ACQUALORETO - BIVIO S.S. 448
SONDAGGIO: 6 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.30-2.70

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080	RISULTATO DELLA PROVA
--------------------------------------	------------------------------

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	64	55	99
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,00	-0,03	-0,15
Umidità iniziale e umidità finale (%):	16,8 36,1	16,8 33,1	16,8 34,2
Peso di volume (kN/m³):	19,2	19,7	19,0

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Coesione:	32,4 kPa
Angolo di attrito interno:	10,4 °
Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,020 mm / min

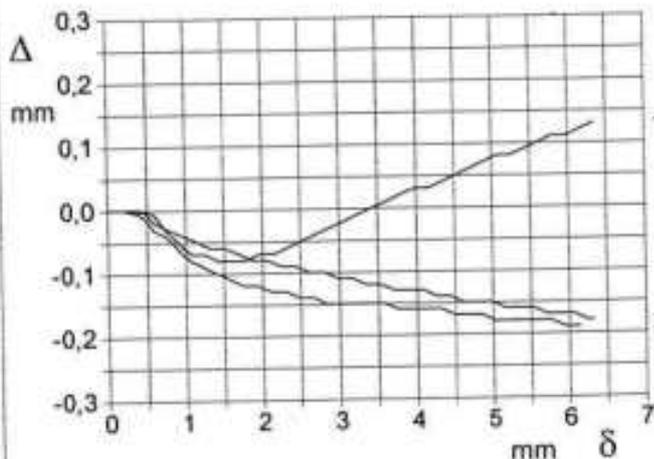
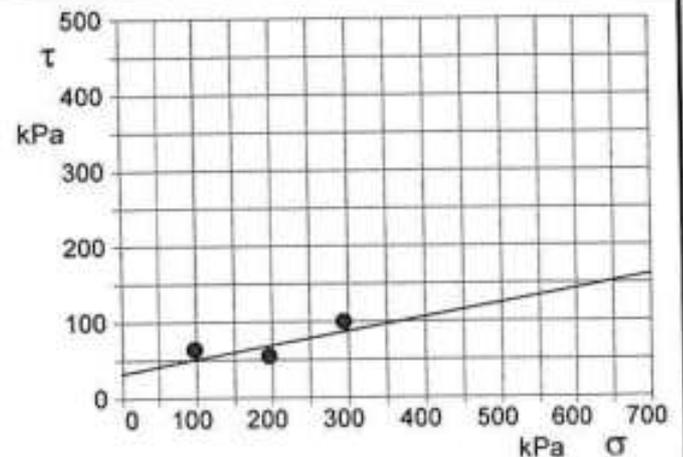


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

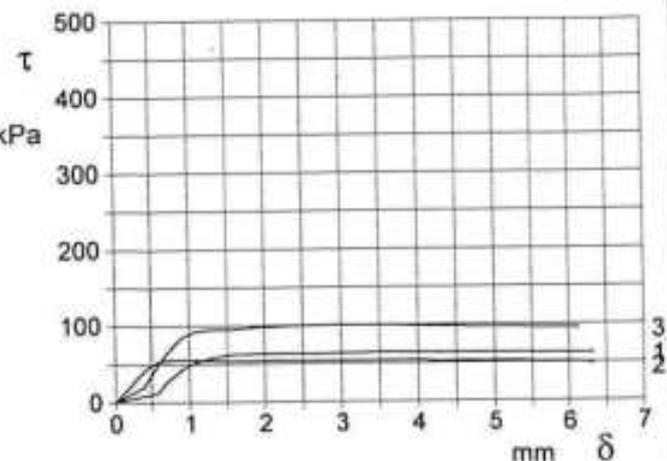


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Certificato n°: 1540-8	Verbale accettazione n°:	Inizio analisi:
Emissione: 04/12/02	Data accettazione:	Fine analisi:

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - RESISTENZA RESIDUA

COMMITTENTE: COMUNE DI BASCHI (TR)
RIFERIMENTO: BONIFICA DISSESTI STRADA ACQUALORETO - BIVIO S.S. 448
SONDAGGIO: 6 CAMPIONE: 1 PROFONDITA': m 2.30-2.70

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	49	39	63
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,09	-0,06	-0,08
Umidità iniziale e umidità finale (%):	16,8 36,1	16,8 33,1	16,8 34,2
Peso di volume (kN/m³):	19,2	19,7	19,0

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Coesione:	33,5 kPa
Angolo di attrito interno:	4,1 °

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,020 mm / min

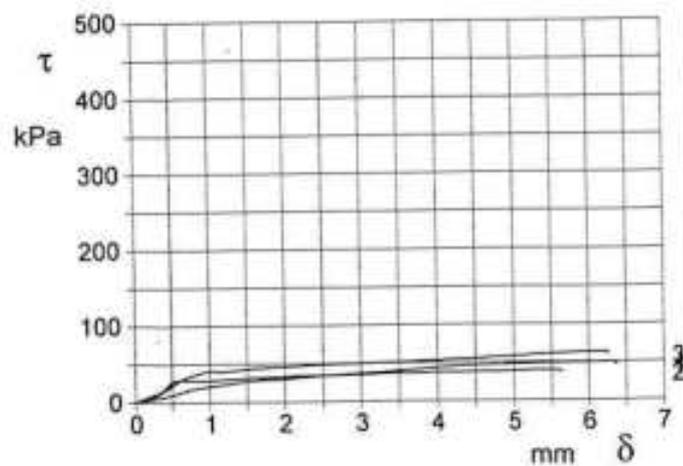
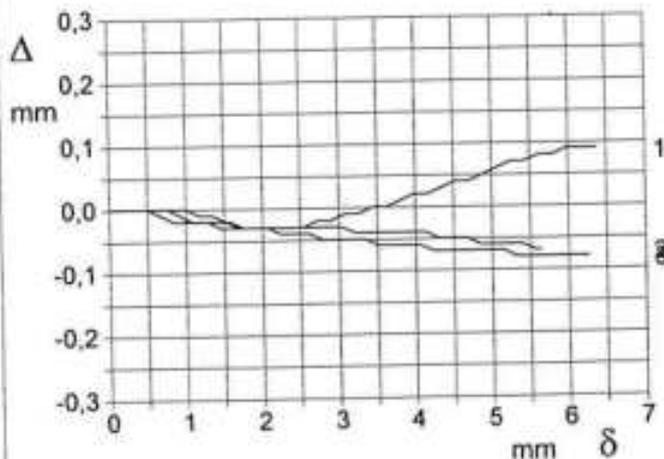
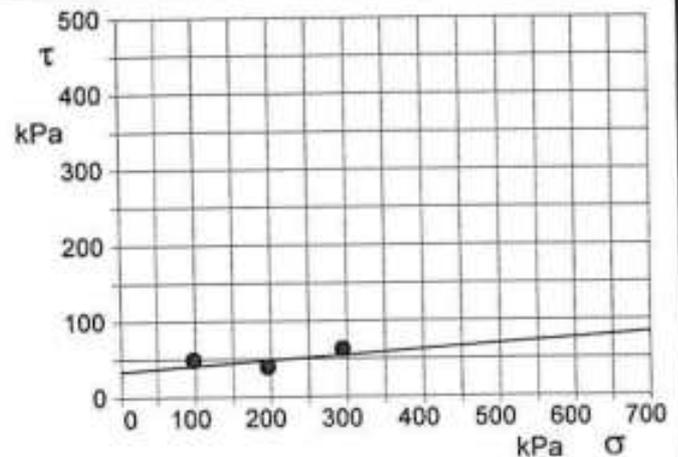


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Handwritten signature of Remo Ricco

Handwritten signature of Enrica Capponi

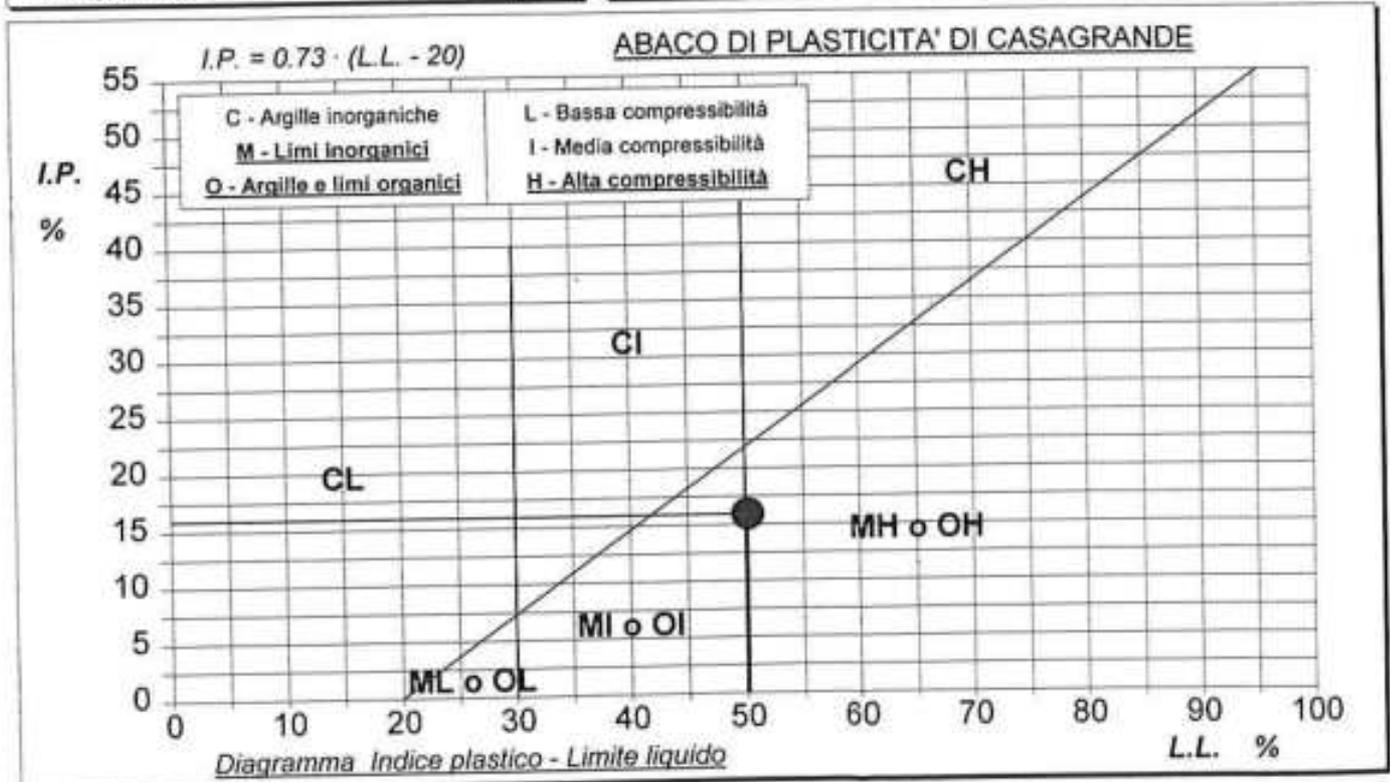
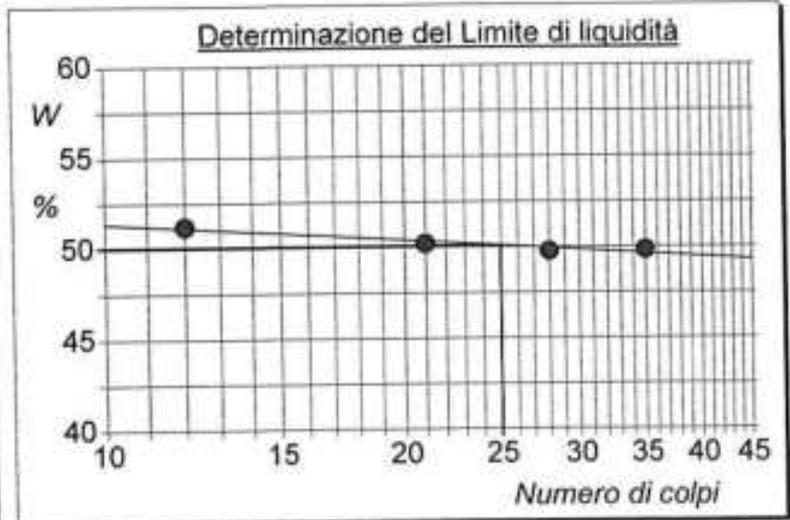
Certificato n°: 1540-9	Verbale accettazione n°:	Inizio analisi:
Emissione: 04/12/02	Data accettazione:	Fine analisi:

CARATTERISTICHE FISICHE

COMMITTENTE: COMUNE DI BASCHI (TR)
RIFERIMENTO: BONIFICA DISSESTI STRADA ACQUALORETO - BIVIO S.S. 448
SONDAGGIO: 6 CAMPIONE: D2 PROFONDITA': m 12.20-12.60

RISULTATO DELLA PROVA

Umidità (%)	22,0	%
Peso di volume	20,1	kN/m ³
Peso di volume secco	16,5	kN/m ³
Peso di volume saturo	20,3	kN/m ³
Peso specifico	27,0	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,639	
Porosità	39,0	%
Grado di saturazione	94,8	%
Limite di liquidità	50,2	%
Limite di plasticità	34,3	%
Indice di plasticità	15,9	%
Indice di consistenza	1,77	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%



Certificato n°: 1540-9	Verbale accettazione n°:	Inizio analisi:
Emissione: 04/12/02	Data accettazione:	Fine analisi:

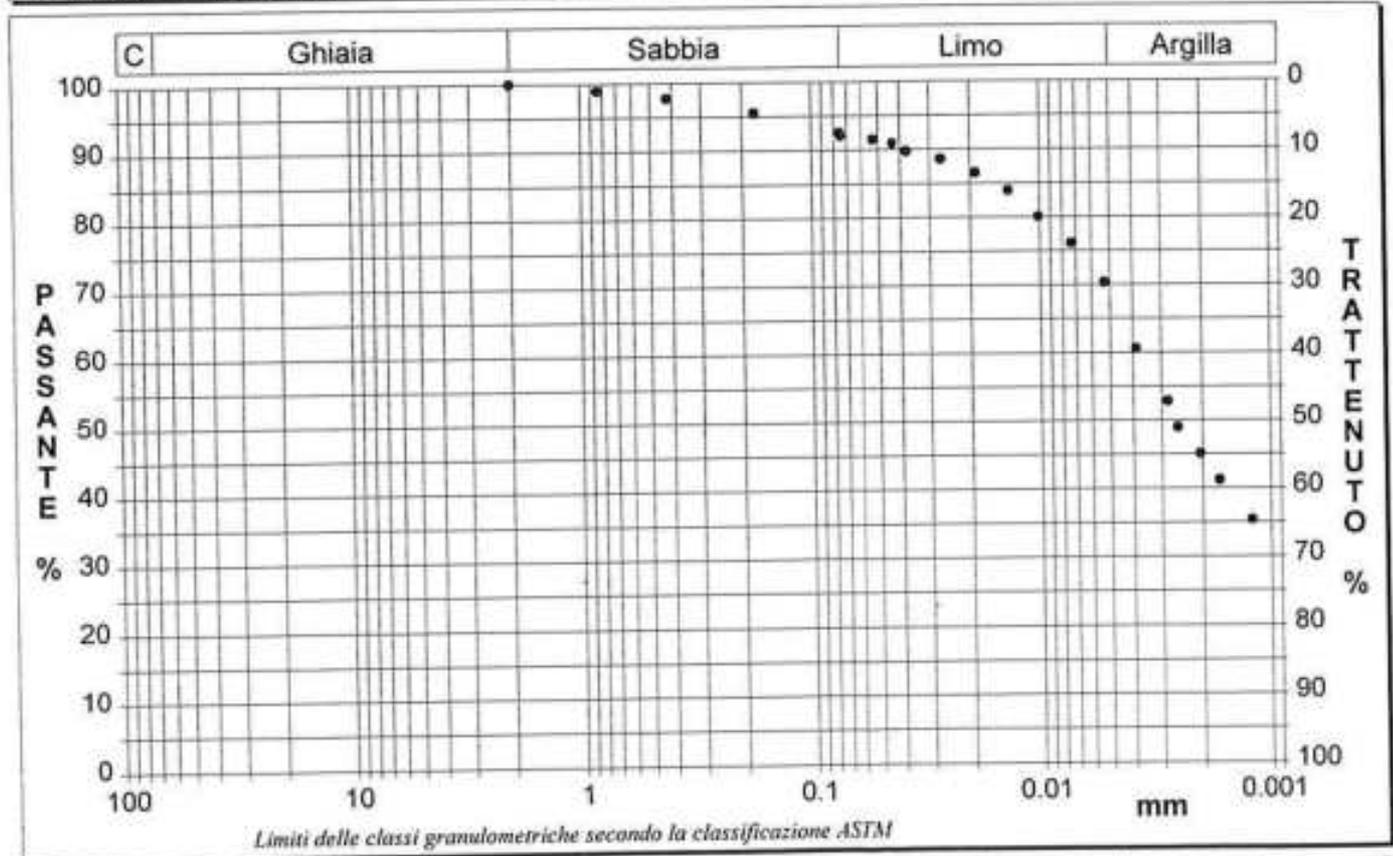
ANALISI GRANULOMETRICA

COMMITTENTE: COMUNE DI BASCHI (TR)
RIFERIMENTO: BONIFICA DISSESTI STRADA ACQUALORETO - BIVIO S.S. 448
SONDAGGIO: 6 CAMPIONE: D2 PROFONDITA': m 12.20-12.60

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

RISULTATO DELLA PROVA

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D10	---	mm
Sabbia	7,4 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	97,7 %	D30	---	mm
Limo	24,0 %	Passante setaccio 200 (0.074 mm)	92,1 %	D50	0,00262	mm
Argilla	68,6 %			D60	0,00378	mm
				D90	0,03884	mm
Coefficiente di uniformità		---		Coefficiente di curvatura		---



Diametro mm	Passante %								
2,0000	100,00	0,0744	92,07	0,0189	86,52	0,0039	60,58	0,0012	35,33
0,8410	98,90	0,0527	91,48	0,0136	83,89	0,0028	52,81		
0,4200	97,74	0,0431	90,88	0,0101	80,00	0,0026	48,93		
0,1770	95,50	0,0375	89,71	0,0073	76,12	0,0020	45,04		
0,0750	92,57	0,0267	88,55	0,0053	70,29	0,0017	41,16		

S6CD2

Certificato n°: 1540-9	Verbale accettazione n°:	Inizio analisi:
Emissione: 04/12/02	Data accettazione:	Fine analisi:

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

COMMITTENTE: COMUNE DI BASCHI (TR)
RIFERIMENTO: BONIFICA DISSESTI STRADA ACQUALORETO - BIVIO S.S. 448
SONDAGGIO: 6 CAMPIONE: D2 PROFONDITA': m 12.20-12.60

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080	RISULTATO DELLA PROVA
--------------------------------------	-----------------------

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	58	96	128
Deformazione verticale a rottura (mm):	-0,23	-0,12	-0,35
Umidità iniziale e umidità finale (%):	22,0 25,2	22,0 22,3	22,0 22,0
Peso di volume (kN/m³):	19,9	20,2	20,3

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Coesione:	25,1 kPa
Angolo di attrito interno:	19,5 °

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,020 mm / min

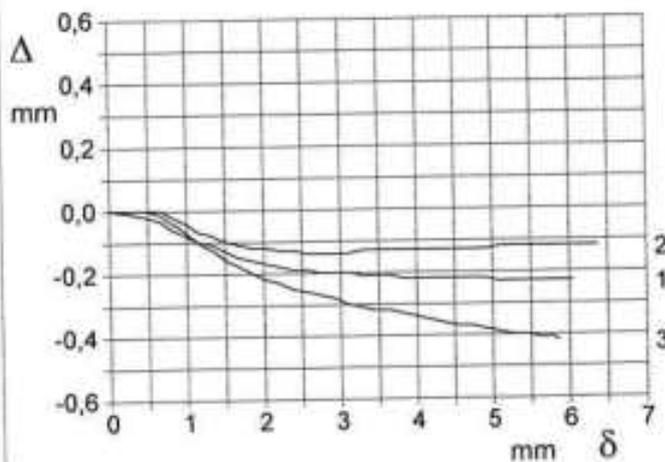
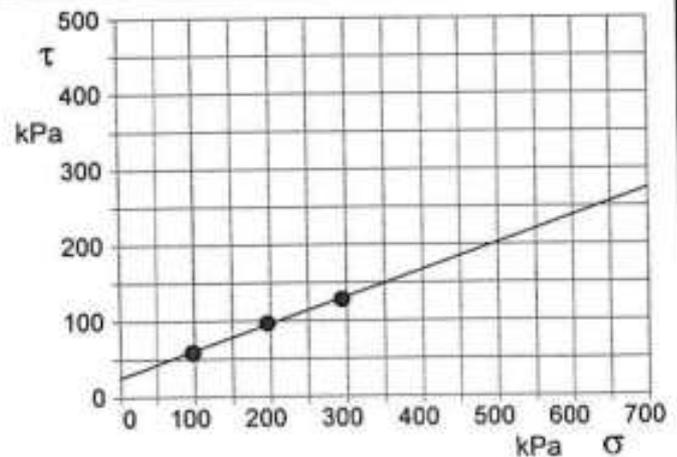


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

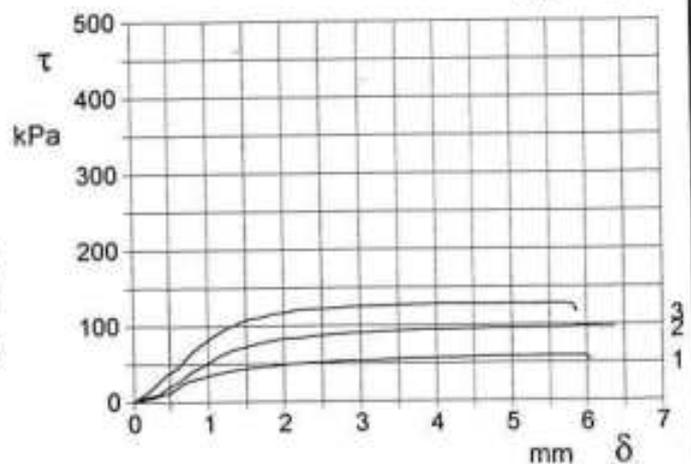


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Certificato n°: 1540-9	Verbale accettazione n°:	Inizio analisi:
Emissione: 04/12/02	Data accettazione:	Fine analisi:

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - RESISTENZA RESIDUA

COMMITTENTE: COMUNE DI BASCHI (TR)
RIFERIMENTO: BONIFICA DISSESTI STRADA ACQUALORETO - BIVIO S.S. 448
SONDAGGIO: 6 CAMPIONE: D2 PROFONDITA': m 12.20-12.60

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	50	80	111
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,00	0,04	-0,07
Umidità iniziale e umidità finale (%):	22,0 25,2	22,0 22,3	22,0 22,0
Peso di volume (kN/m³):	19,9	20,2	20,3

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Coesione: 19,6 kPa
Angolo di attrito interno: 17,2 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
Velocità di deformazione: 0,020 mm / min

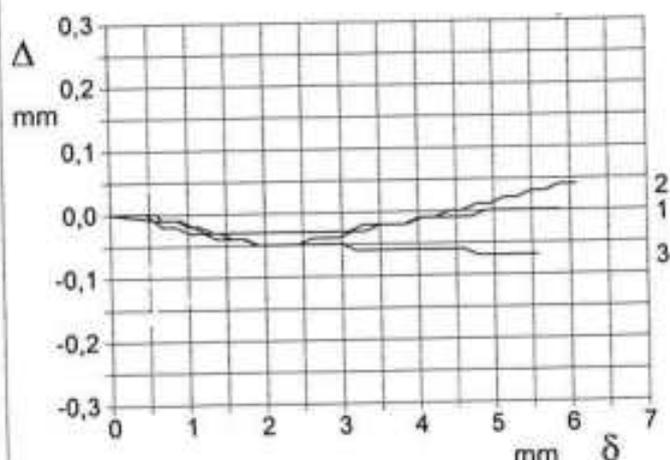
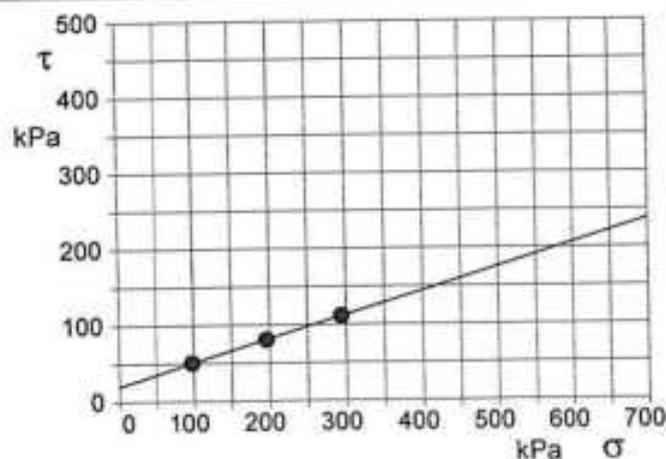


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

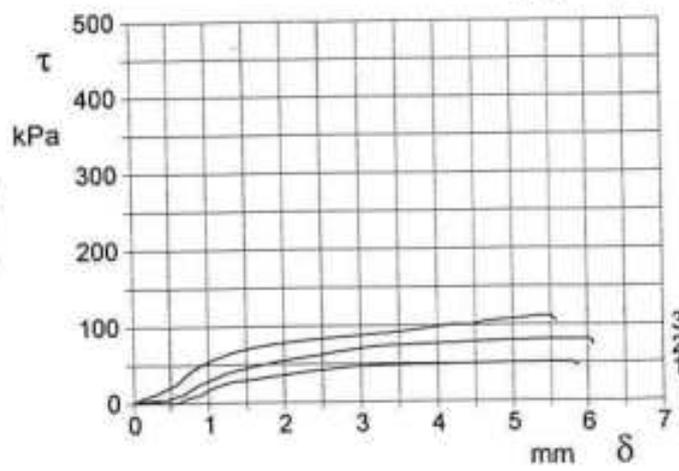


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

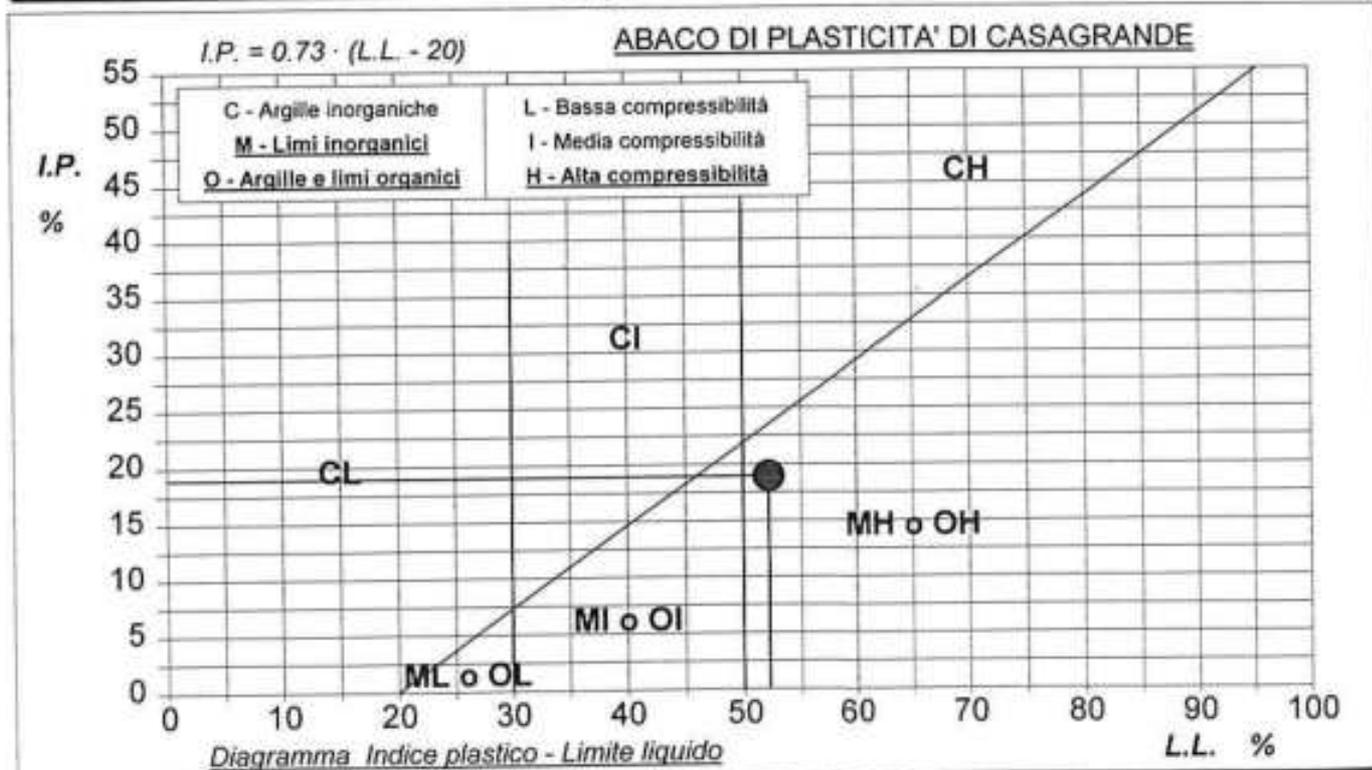
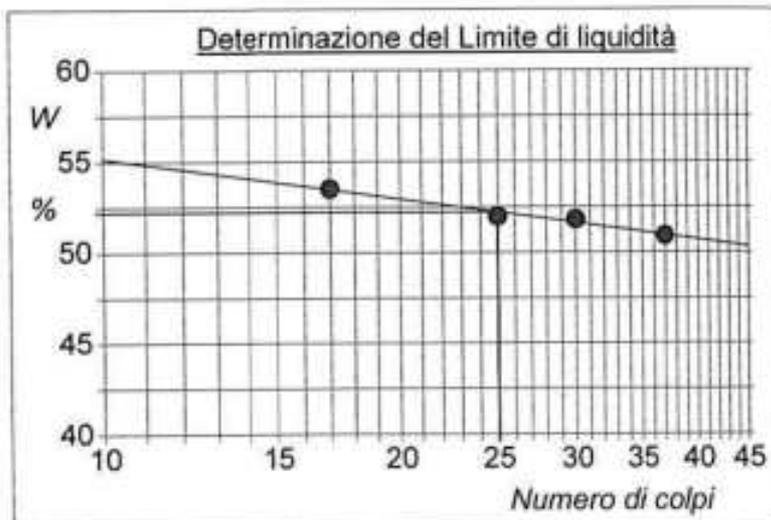
Certificato n°: 1540-10	Verbale accettazione n°:	Inizio analisi:
Emissione: 04/12/02	Data accettazione:	Fine analisi:

CARATTERISTICHE FISICHE

COMMITTENTE: COMUNE DI BASCHI (TR)
RIFERIMENTO: BONIFICA DISSESTI STRADA ACQUALORETO - BIVIO S.S. 448
SONDAGGIO: 6 CAMPIONE: D3 PROFONDITA': m 26.40-26.80

RISULTATO DELLA PROVA

Umidità (%)	19,3	%
Peso di volume	20,0	kN/m ³
Peso di volume secco	16,8	kN/m ³
Peso di volume saturo	20,5	kN/m ³
Peso specifico	26,9	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,605	
Porosità	37,7	%
Grado di saturazione	87,6	%
Limite di liquidità	52,2	%
Limite di plasticità	33,3	%
Indice di plasticità	18,9	%
Indice di consistenza	1,74	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro		%



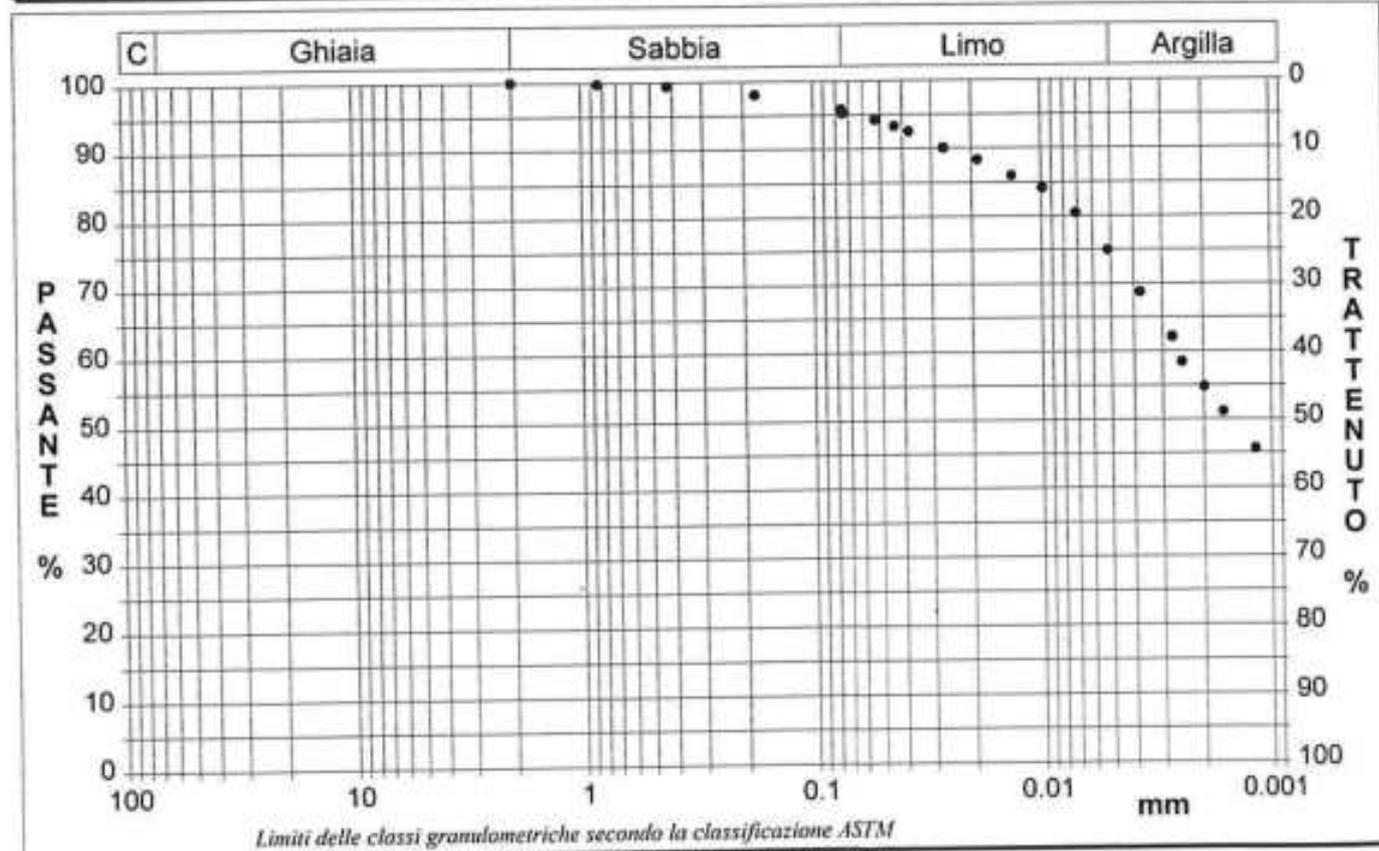
Certificato n°: 1540-10	Verbale accettazione n°:	Inizio analisi:
Emissione: 04/12/02	Data accettazione:	Fine analisi:

ANALISI GRANULOMETRICA

COMMITTENTE: COMUNE DI BASCHI (TR)
RIFERIMENTO: BONIFICA DISSESTI STRADA ACQUALORETO - BIVIO S.S. 448
SONDAGGIO: 6 CAMPIONE: D3 PROFONDITA': m 26.4-26.8

Modalità di prova: Norma ASTM D 422	RISULTATO DELLA PROVA
-------------------------------------	------------------------------

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D10	---	mm
Sabbia	4,1 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99,4 %	D30	---	mm
Limo	21,5 %	Passante setaccio 200 (0.074 mm)	95,2 %	D50	0,00154	mm
Argilla	74,4 %			D60	0,00257	mm
				D90	0,02620	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	



Diametro mm	Passante %								
2,0000	100,00	0,0741	95,22	0,0188	88,27	0,0037	68,69	0,0012	45,59
0,8410	99,72	0,0525	94,22	0,0134	85,92	0,0027	62,09		
0,4200	99,35	0,0430	93,28	0,0098	84,09	0,0025	58,42		
0,1770	98,00	0,0373	92,50	0,0071	80,42	0,0020	54,76		
0,0750	95,86	0,0265	90,05	0,0051	74,92	0,0016	51,09		

S6CD3

Certificato n°: 1540-10	Verbale accettazione n°:	Inizio analisi:
Emissione: 04/12/02	Data accettazione:	Fine analisi:

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

COMMITTENTE: COMUNE DI BASCHI (TR)		
RIFERIMENTO: BONIFICA DISSESTI STRADA ACQUALORETO - BIVIO S.S. 448		
SONDAGGIO: 6	CAMPIONE: D3	PROFONDITA': m 26.40-26.80

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080	RISULTATO DELLA PROVA
--------------------------------------	------------------------------

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	196	392	589
Tensione a rottura (kPa):	79	118	163
Deformazione verticale a rottura (mm):	-0,05	-0,04	-0,01
Umidità iniziale e umidità finale (%):	19,3 23,3	19,3 22,7	19,3 21,3
Peso di volume (kN/m³):	26,9	26,9	26,9

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Coesione:	35,1 kPa
Angolo di attrito interno:	12,1 °
Tipo di prova: Consolidata - lenta	
Velocità di deformazione: 0,020 mm / min	

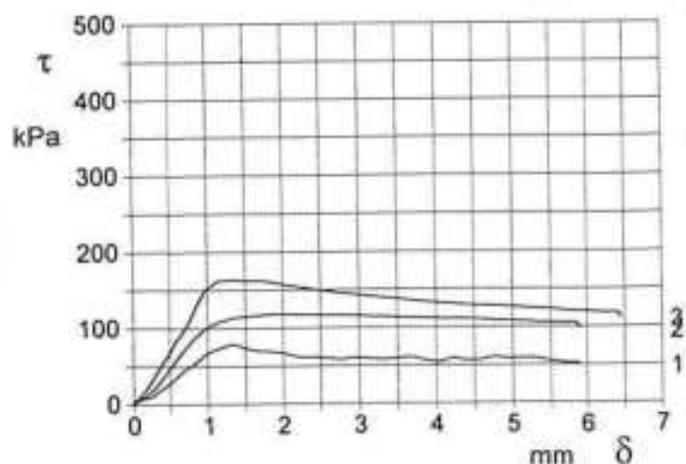
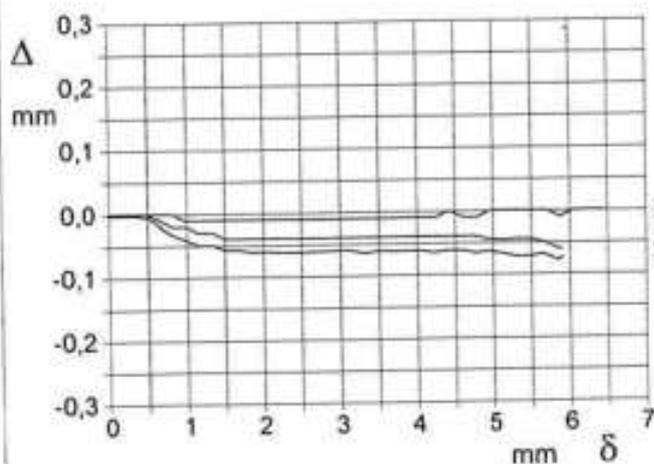
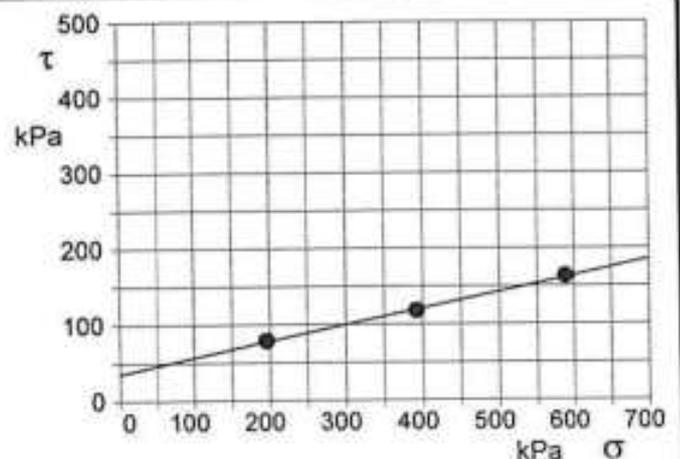


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

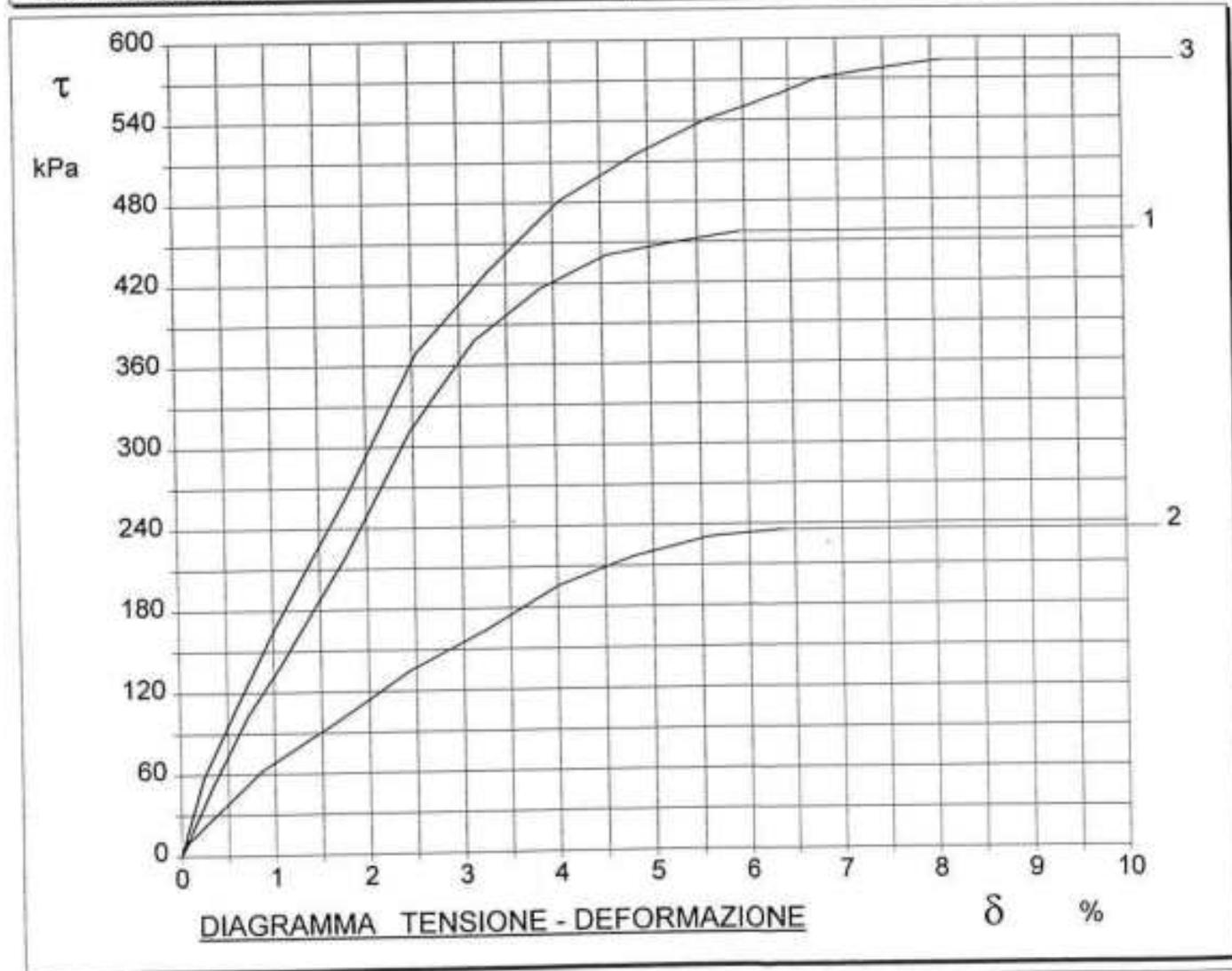
Certificato n°: 1540-10	Verbale accettazione n°:	Inizio analisi:
Emissione: 04/12/02	Data accettazione:	Fine analisi:

PROVA DI COMPRESIONE - AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

COMMITTENTE: COMUNE DI BASCHI - TERNI
RIFERIMENTO: BONIFICA DISSESTI STRADA ACQUALORETO - BIVIO S.S.448
SONDAGGIO: 6 CAMPIONE: CD3 PROFONDITA': m 26.40-26.80

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166 RISULTATO DELLA PROVA

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Velocità di deformazione (mm/min):	0,400	0,400	0,400
Peso di volume (kN/m³):	19,9	20,0	20,3
Deformazione a rottura (%):	5,95	6,37	8,11
Tensione a rottura (kPa):	456,9	235,3	583,1



SCHEDA RIASSUNTIVA DEL CAMPIONE



N° D'ORDINE: 20/07

COMMITTENTE: Geotecnica Lavori

LOCALITA': Acqualoreto di Baschi (TR)

SONDAGGIO: 20

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': 1,35-1,65 m

DATA INIZIO: 28/06/2007

DATA FINE: 09/07/2007

PARAMETRO GEOTECNICO	SIMBOLO	VALORE	UNITA' DI MISURA
DENSITA'	γ	18,5	kN/m ³
DENSITA' SECCA	γ_d	15,0	kN/m ³
DENSITA' IMMERSA	γ_i	8,5	kN/m ³
PESO SPECIFICO DEI GRANULI	γ_s	25,8	kN/m ³
INDICE DEI VUOTI	e	0,717	
POROSITA'	n	41,8	%
GRADO DI SATURAZIONE INIZIALE	Sr	83,7	%
UMIDITA' NATURALE	w	23,3	%
LIMITE DI LIQUIDITA'	LL	48,8	%
LIMITE DI PLASTICITA'	LP	36,8	%
INDICE DI PLASTICITA'	IP	12,0	%
LIMITE DI RITIRO	LR	-	%
INDICE DI CONSISTENZA	lc	2,1	
QUALITA' DEL CAMPIONE		Q3	
ANGOLO DI ATTRITO DI PICCO	ϕ'	24	°
COESIONE DRENATA	c'	20	kPa
ANGOLO DI ATTRITO RESIDUO	ϕ_{res}	10	°
COESIONE NON DRENATA	cu	-	kPa
ANALISI GRANULOMETRICA			
PARTE GROSSOLANA	GHIAIA	SABBIA	LIMO+ARGILLA
(% trattenuta al setaccio n°200)	67,79	22,06	10,15
PARTE FINA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
(% passante al setaccio n°200)	0,74	68,74	30,52

DESCRIZIONE: Limi debolmente sabbiosi precompressi, fragili. Numerosi inclusi marnosi marrone chiaro e noduletti sabbiosi giallastri

David Severini
Lo Sperimentatore





ANALISI GRANULOMETRICA

N. d'Ordine : 20/07

N. Certificato : 100/07

Indagine : Dissesto idrogeologico

Committente : Geotecnica Lavori srl

Località : Acqualoreto di Baschi (TR)

Sondaggio n° : 20

Campione n° : 1

Profondità di prelievo (m) : 1,35-1,65

Data ricevimento campione : 28-06-2007

Data esecuzione prova : 2-07-2007

Descrizione del campione : Limi debolmente sabbiosi con inclusi marnosi

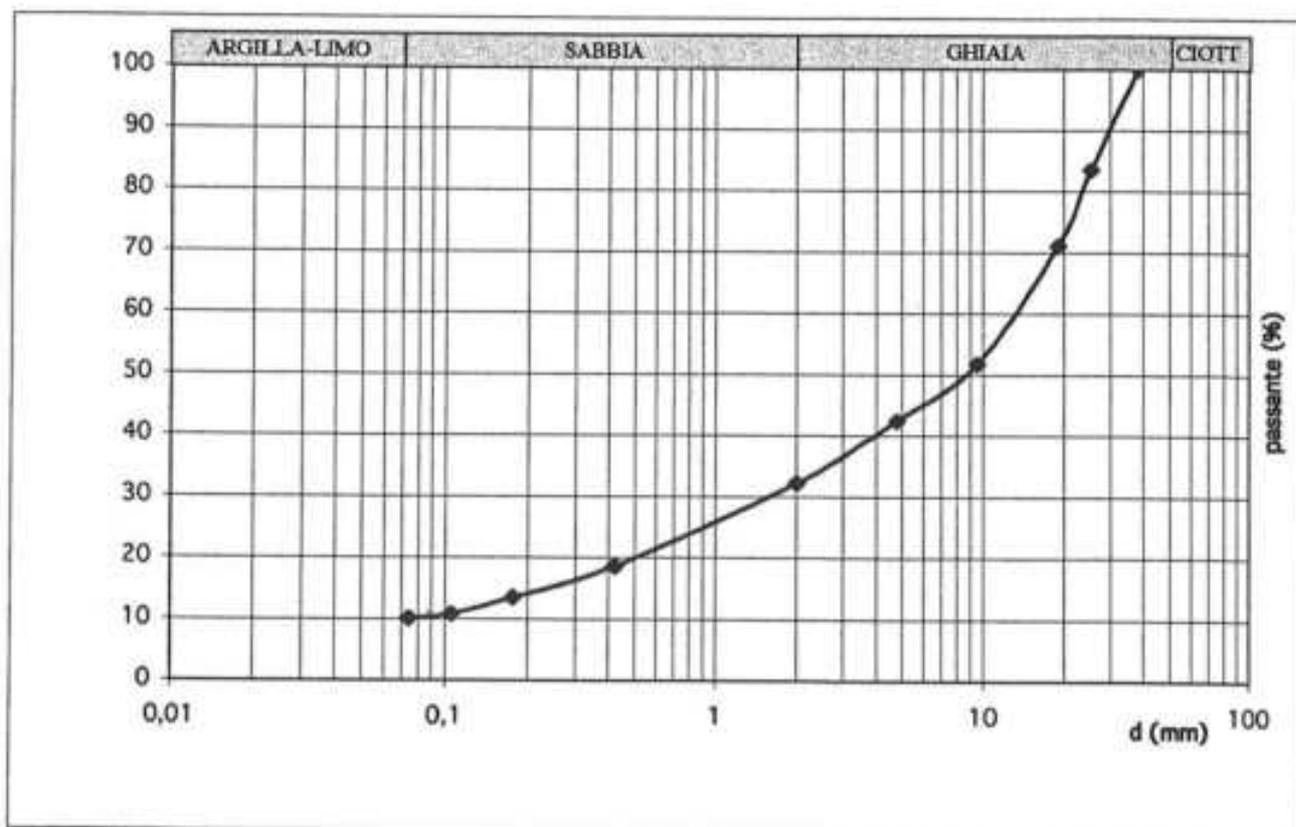
Tipo di prova : per via umida

Umidità (%) : 23,3

Peso totale del campione (g) : 542

Peso secco (g) : 440

Setacci (Serie ASTM)	Apertura d (mm)	Peso netto trattenuto (g)	Trattenuto (%)	Passante (%)
1	25,4	72	16,38	83,62
3/4	19,05	127	28,89	71,11
3/8	9,53	212	48,22	51,78
N4	4,76	253	57,55	42,45
N10	2,00	298	67,79	32,21
N40	0,42	358	81,44	18,56
N80	0,177	380	86,44	13,56
N140	0,105	392	89,17	10,83
N200	0,074	395	89,85	10,15



Lo sperim...

Dott. Geologo
 DAVID SEVERINI
 REGIONE UMBRA

INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PERUGIA
 Sezione A
 N° A1649
 DOCTORE INGEGNERE
 FABIO BONACCI BONACCI
 SETTORE CIVILE E AMBIENTALE

Settore del Laboratorio

Laboratorio con aut. Min.LL.PP. conc. n°54918 del 29/05/2006

Procedura CNR-UNI n°23/71

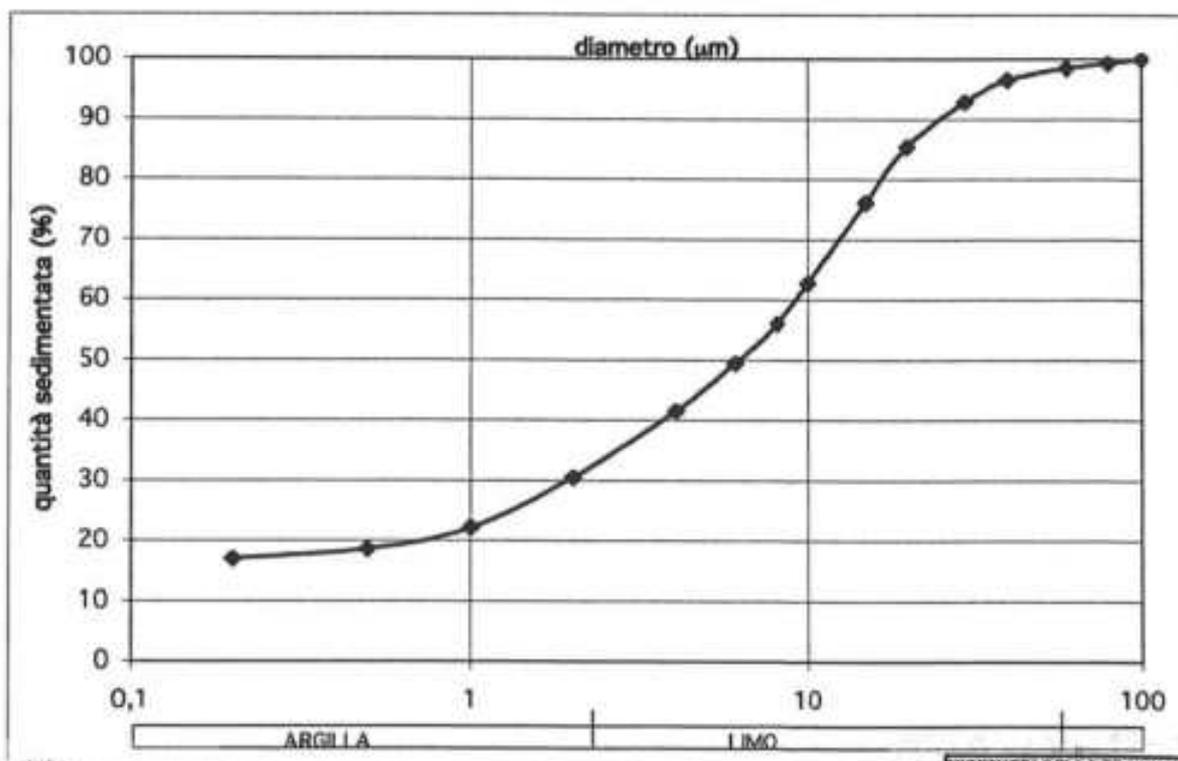


ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

N. d'Ordine : 20/07
 Indagine : Dissesto idrogeologico
 Committente : Geotecnica Lavori srl
 Località : Acqualoreto di Baschi (TR)
 Sondaggio n°: 20
 Profondità di prelievo (m) : 1,35-1,65
 Data ricevimento campione: 28-06-2007
 Descrizione del campione : Limi debolmente sabbiosi marrone chiaro
 Peso totale del campione (g): 41

N. Certificato : 101/07
 Campione n° : 1
 Data esecuzione prova: 5-07-2007
 Temperatura di prova: 25°

DIAMETRO (μm)		QUANTITA' %
0,2	Argilla	17,00
0,5		18,60
1		22,10
2		30,52
4	Limo	41,50
6		49,40
8		56,04
10		62,74
15		76,22
20		85,46
30		92,91
40		96,55
60	98,47	
80	Sabbia	99,26
100		100,00



Stampa circolare: UNIVERSITÀ DEL BRIGANDI, dott. ing. SEVERINO DAVID, Laboratorio di Spettrometria, SEZIONE UNIVERSITÀ.

INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PERUGIA, Sezione A, N° A1649, DOTT. INGEGNERE FABIO BONAZZI-BONACA, SETTORE CIVILE E AMBIENTALE.

PROVA DI TAGLIO DIRETTO



N. d'Ordine : 20/07

N. Certificato : 102/07

Indagine : Dissesto idrogeologico

Committente : Geotecnica Lavori srl

Località : Acqualoreto di Baschi (TR)

Sondaggio n° : 20

Campione n° : 1

Profondità di prelievo (m) : 1,35-1,65

Data ricevimento campione: 28-06-2007

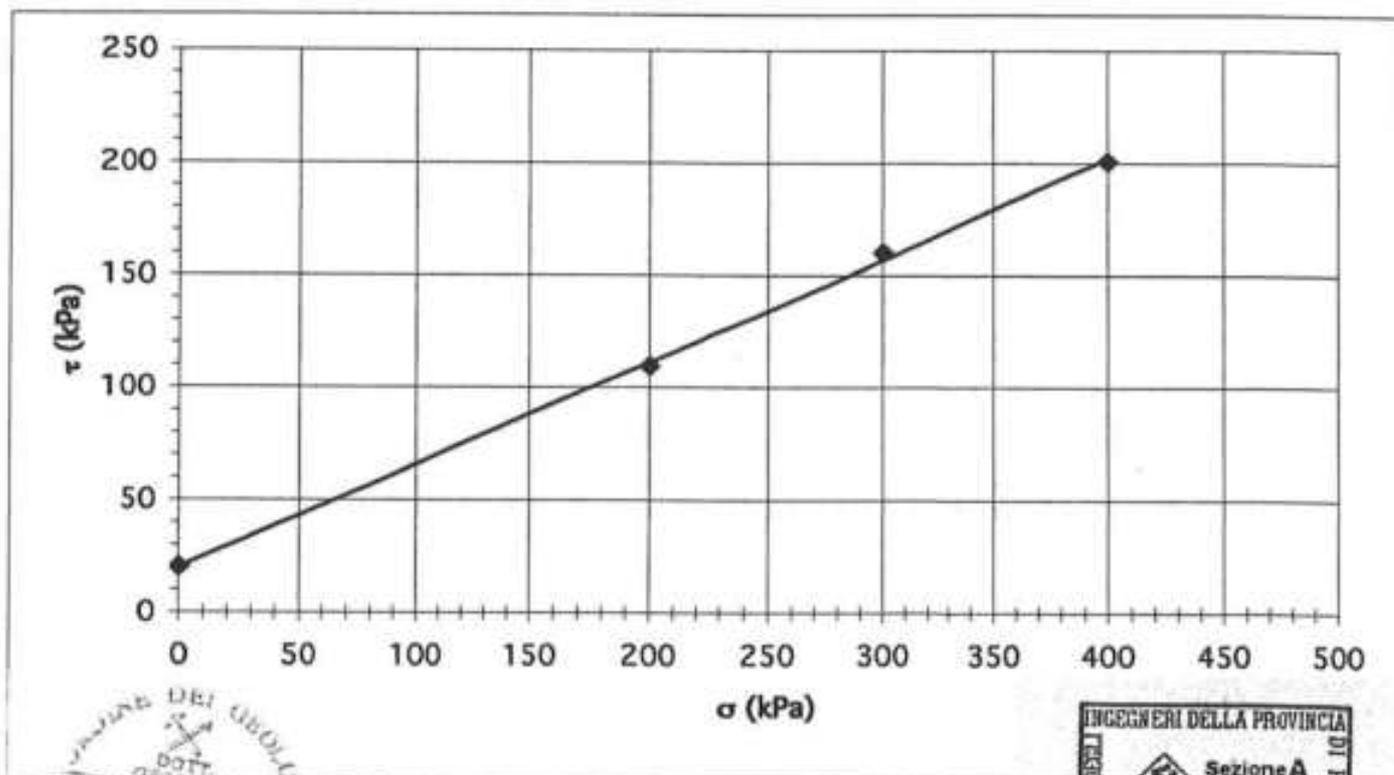
Data esecuzione prova: 2-07-2007

Descrizione del campione : Limi debolmente sabbiosi marrone chiaro

PROVINO N.	1	2	3
Peso dell'unità di volume (kN/m ³)	18,71	18,34	18,46
Contenuto naturale d'acqua (%)	23,29	23,29	23,29
Pressione verticale (kPa)	200	300	400
Sollecitazione di taglio a rottura (kPa)	109,6	159,9	200,6

CARATTERISTICHE DELLA PROVA	
Velocità di deformazione (mm/min)	0,0034
Dimensione dei provini (cm)	2,00 x 6,00
Tipo di prova eseguita:	CD

Angolo d'attrito interno (°)	24°
Coesione (kPa)	20



INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PERUGIA
 Sezione A
 N° A1649
 Il Direttore del Laboratorio
 DOTT. ING. FABIO BONAZZI-BONACA
 SETTORE CIVILE E AMBIENTALE

Laboratorio con aut. Min.LL.PP. conc. n°54918 del 29/05/2006

INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PERUGIA
 Sezione A
 N° A1649
 Il Direttore del Laboratorio
 DOTT. ING. FABIO BONAZZI-BONACA
 SETTORE CIVILE E AMBIENTALE

pagina 1/3



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

N. d'Ordine : 20/07

N. Certificato : 102/07

Indagine : Dissesto idrogeologico

Committente : Geotecnica Lavori srl

Località : Acqualoreto di Baschi (TR)

Sondaggio n° : 20

Campione n° : 1

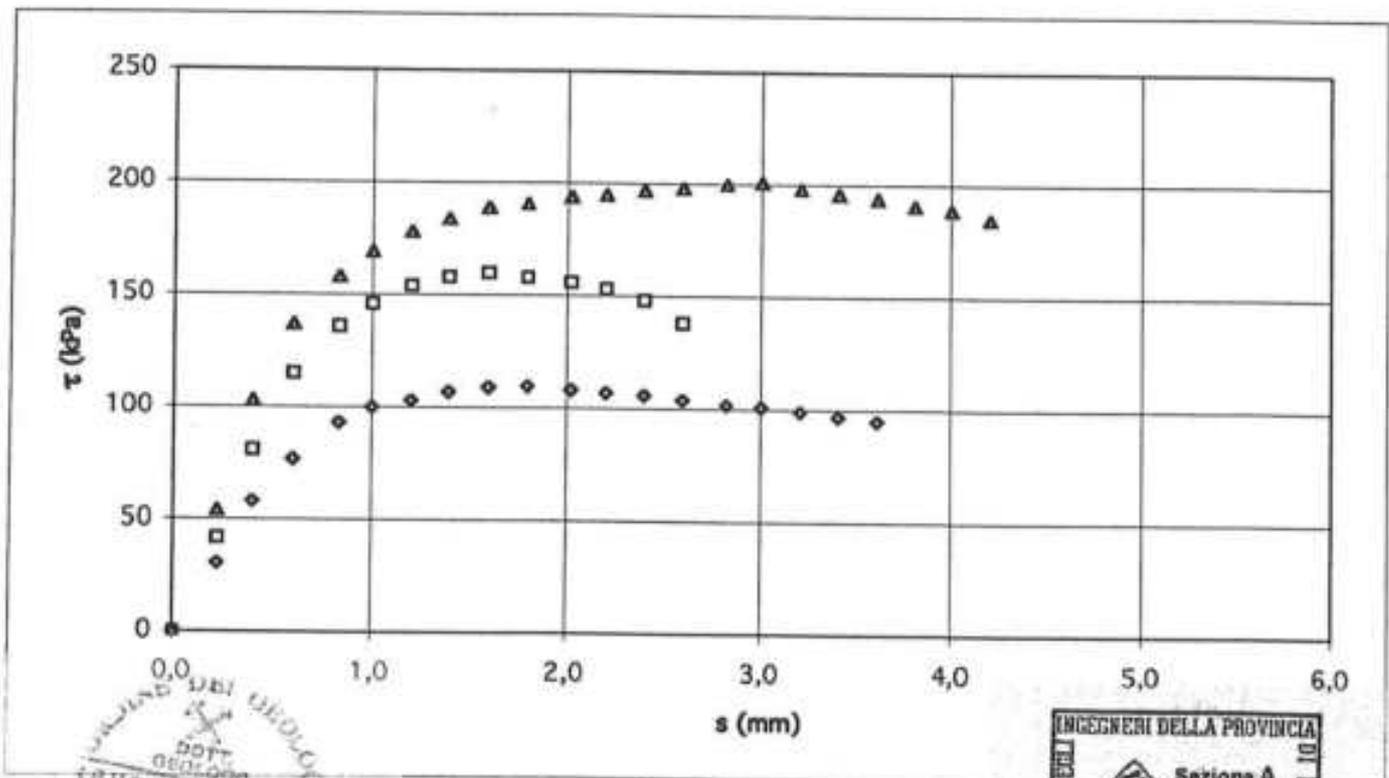
Profondità di prelievo (m) : 1,35-1,65

Data ricevimento campione: 28-6-2007

Data esecuzione prova: 2-07-2007

Descrizione del campione : Limi debolmente sabbiosi marrone chiaro

PROVINO N.	1	2	3
Peso dell'unità di volume (kN/m ³)	18,71	18,34	18,46
Contenuto naturale d'acqua (%)	23,29	23,29	23,29
Pressione verticale (kPa)	200	300	400
CARATTERISTICHE DELLA PROVA			
Velocità di deformazione (mm/min)	0,0034		
Dimensione dei provini (cm)	2,00 x 6,00		
Tipo di prova eseguita:	CD		



Lo sperimentatore
 David Severini

INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PERUGIA
 Sezione A
 N° A1649
 il Direttore del laboratorio
 DOTT. INGEGNERE
 FABIO BONAZZI BONACA
 SETTORE CIVILE E AMBIENTALE

Laboratorio con aut. Min.LL.PP. conc. n°54918 del 29/05/2006

pagina 2/3

PROVA DI TAGLIO DIRETTO RESIDUO



N. d'Ordine : 20/07

N. Certificato : 103/07

Indagine : Dissesto idrogeologico

Committente : Geotecnica Lavori srl

Località : Acqualoreto di Baschi (TR)

Sondaggio n° : 20

Campione n° : 1

Profondità di prelievo (m) : 1,35-1,65

Data ricevimento campione: 28-06-2007

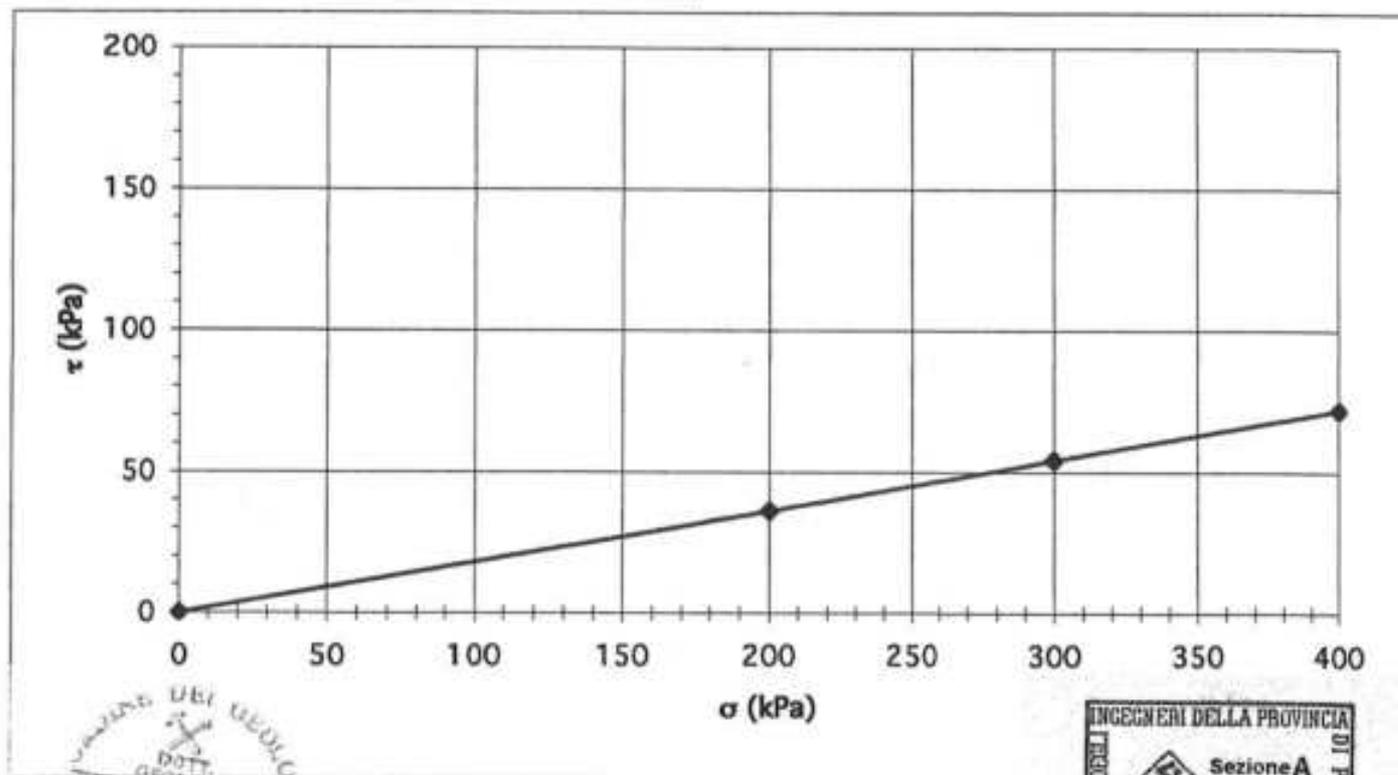
Data esecuzione prova: 4-07-2007

Descrizione del campione : Limi debolmente sabbiosi marrone chiaro

PROVINO N.	1	2	3
Peso dell'unità di volume (kN/m ³)	1,87	18,34	18,46
Contenuto naturale d'acqua (%)	23,29	23,29	23,29
Pressione verticale (kPa)	200	300	400
Sollecitazione di taglio a rottura (kPa)	36,0	54,0	72,0

CARATTERISTICHE DELLA PROVA	
Velocità di deformazione (mm/min)	0,0400
Dimensione dei provini (cm)	2,00 x 6,00
Tipo di prova eseguita:	Residuo

Angolo d'attrito interno (°)	10°
Coesione (kPa)	0,0



Lo sperimentatore

David Severini



Laboratorio con aut. Min.LL.PP. conc. n°54918 del 29/05/2006

pagina 1/1



SCHEDA RIASSUNTIVA DEL CAMPIONE

N° D'ORDINE: 20/07

COMMITTENTE: Geotecnica Lavori

LOCALITA': Acquafreddo di Baschi (TR)

SONDAGGIO: 22

CAMPIONE: 1

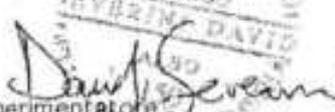
PROFONDITA': 4,1-4,4 m

DATA INIZIO: 28/06/2007

DATA FINE: 09/07/2007

PARAMETRO GEOTECNICO	SIMBOLO	VALORE	UNITA' DI MISURA
DENSITA'	γ	19,6	kN/m ³
DENSITA' SECCA	γ_d	15,8	kN/m ³
DENSITA' IMMERSA	γ_i	9,6	kN/m ³
PESO SPECIFICO DEI GRANULI	γ_s	27,4	kN/m ³
INDICE DEI VUOTI	e	0,733	
POROSITA'	n	42,3	%
GRADO DI SATURAZIONE INIZIALE	Sr	63,5	%
UMIDITA' NATURALE	w	17,0	%
LIMITE DI LIQUIDITA'	LL	48,8	%
LIMITE DI PLASTICITA'	LP	34,3	%
INDICE DI PLASTICITA'	IP	14,5	%
LIMITE DI RITIRO	LR	-	%
INDICE DI CONSISTENZA	Ic	2,2	
QUALITA' DEL CAMPIONE		Q2	
ANGOLO DI ATTRITO DI PICCO	ϕ'	-	°
COESIONE DRENATA	c'	-	kPa
ANGOLO DI ATTRITO RESIDUO	ϕ_{res}	-	°
COESIONE NON DRENATA	c _u	-	kPa
ANALISI GRANULOMETRICA			
PARTE GROSSOLANA	GHIAIA	SABBIA	LIMO+ARGILLA
(% trattenuta al setaccio n°200)	60,56	10,64	28,80
PARTE FINA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
(% passante al setaccio n°200)	2,40	56,22	41,38

DESCRIZIONE: Limi argillosi avana plastici, presenza di numerosi inclusi ghiaiosi calcarei a spigoli vivi e frammenti marnosi


 Lo Sperimentatore



ANALISI GRANULOMETRICA



N. d'Ordine : 20/07

N. Certificato : 110/07

Indagine : Dissesto idrogeologico

Committente : Geotecnica Lavori srl

Località : Acqualoreto di Baschi (TR)

Sondaggio n° : 22

Campione n° : 1

Profondità di prelievo (m) : 4,1-4,4

Data ricevimento campione : 28-06-2007

Data esecuzione prova : 4-07-2007

Descrizione del campione : Limi argillosi con numerosi inclusi ghiaiosi e marnosi

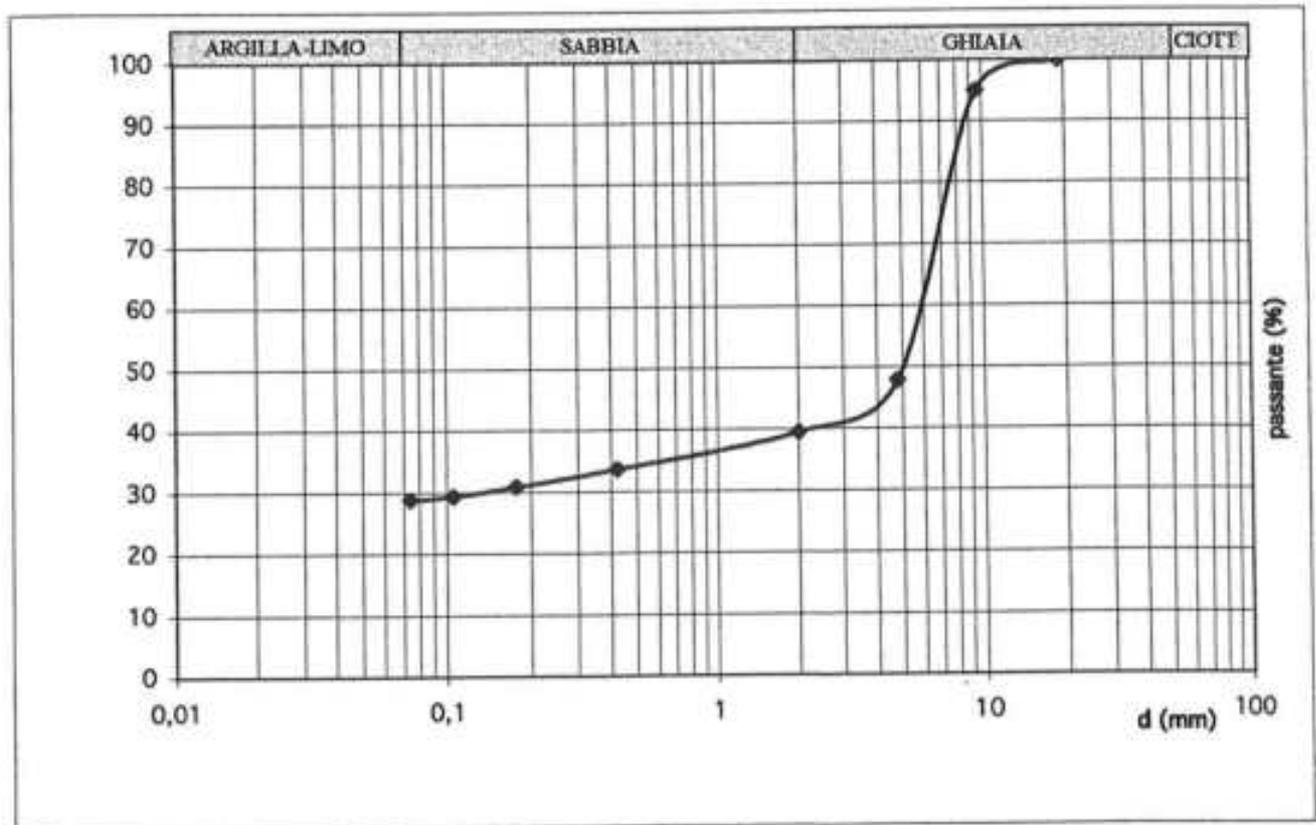
Tipo di prova : per via umida

Umidità (%) : 17,0

Peso totale del campione (g) : 935

Peso secco (g) : 799

Setacci (Serie ASTM)	Apertura d (mm)	Peso netto trattenuto (g)	Trattenuto (%)	Passante (%)
3/8	9,53	40	5,01	94,99
N4	4,76	417	52,18	47,82
N10	2,00	484	60,56	39,44
N40	0,42	530	66,32	33,68
N80	0,177	552	69,07	30,93
N140	0,105	565	70,70	29,30
N200	0,074	569	71,20	28,80



Lo sperim. è stato eseguito da
DAVID SERVIN
 INGEGNERE
 REGIONE LIGURIA

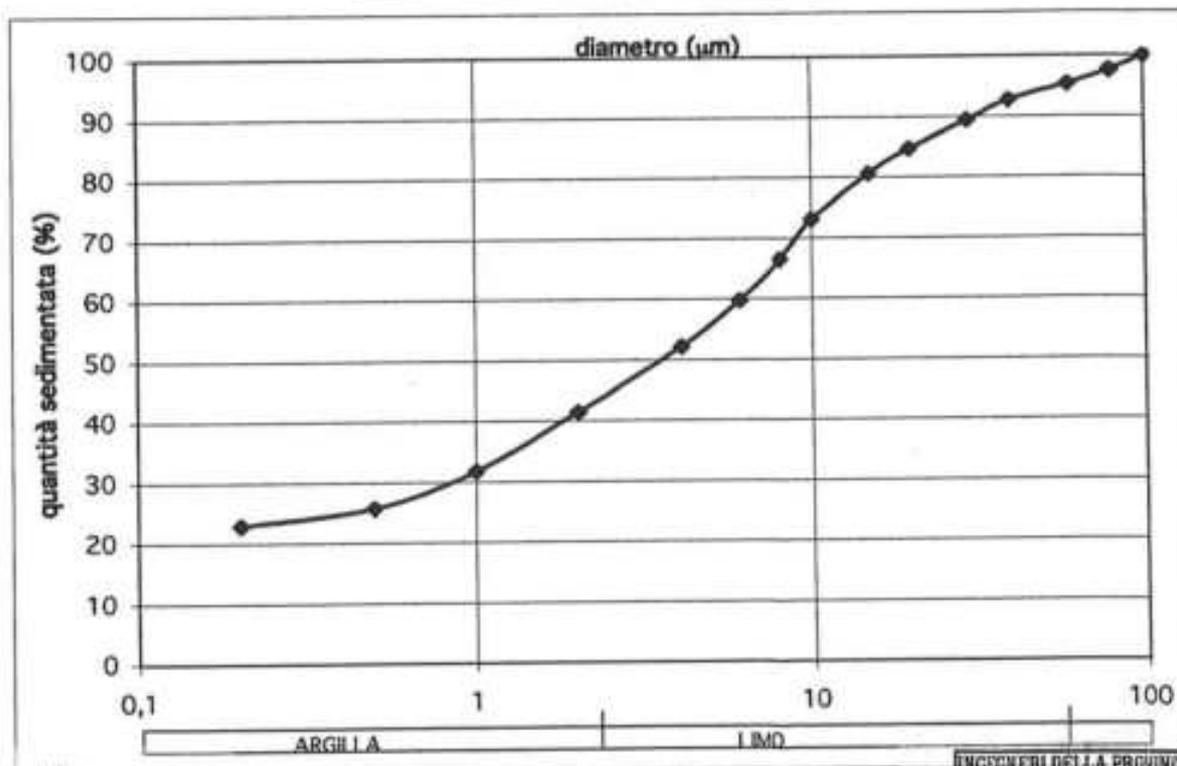
INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PERUGIA
 Sezione A
 N° A1449
 SETTORE CIVILE E AMBIENTALE
FABIO BONAZZI-BONACA
 INGEGNERE



ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

N. d'Ordine : 20/07 N. Certificato : 111/07
 Indagine : Dissesto idrogeologico
 Committente : Geotecnica Lavori srl
 Località : Acqualoreto di Baschi (TR)
 Sondaggio n° : 22 Campione n° : 1
 Profondità di prelievo (m) : 4,1-4,4
 Data ricevimento campione : 28-06-2007 Data esecuzione prova : 5-07-2007
 Descrizione del campione : Limi Argillosi plastici
 Peso totale del campione (g) : 40 Temperatura di prova : 25°

DIAMETRO (μm)		QUANTITA' %	
0,2	Argilla	22,90	
0,5		25,70	
1		31,74	
2		41,38	
4		52,19	
6	Limo	59,70	
8		66,50	
10		73,10	
15		80,60	
20		84,73	
30		89,38	
40		92,67	
60		95,39	
80		Sabbia	97,60
100			100,00



Laboratorio con aut. Min.LL.PP. conc. n°54918 del 29/05/2006
 Procedura ASTM D 422

INGEGNERI DELLA PROVINCIA
 DI PERUGIA
 Sezione A
 N° A1649
 DOTT. INGEGNERE
FABIO BONAZZI BONICA
 SETTORE CIVILE E AMBIENTALE

SCHEDA RIASSUNTIVA DEL CAMPIONE



N° D'ORDINE: 20/07

COMMITTENTE: Geotecnica Lavori

LOCALITA': Acqualoreto di Baschi (TR)

SONDAGGIO: 22

CAMPIONE: 2

PROFONDITA': 15,0-15,3 m

DATA INIZIO: 28/06/2007

DATA FINE: 09/07/2007

PARAMETRO GEOTECNICO	SIMBOLO	VALORE	UNITA' DI MISURA
DENSITA'	γ	20,6	kN/m ³
DENSITA' SECCA	γ_d	16,3	kN/m ³
DENSITA' IMMERSA	γ_i	10,6	kN/m ³
PESO SPECIFICO DEI GRANULI	γ_s	26,8	kN/m ³
INDICE DEI VUOTI	e	0,645	
POROSITA'	n	39,2	%
GRADO DI SATURAZIONE INIZIALE	Sr	57,0	%
UMIDITA' NATURALE	w	13,7	%
LIMITE DI LIQUIDITA'	LL	48,8	%
LIMITE DI PLASTICITA'	LP	32,7	%
INDICE DI PLASTICITA'	IP	16,1	%
LIMITE DI RITIRO	LR	-	%
INDICE DI CONSISTENZA	Ic	2,2	
QUALITA' DEL CAMPIONE		Q3	
ANGOLO DI ATTRITO DI PICCO	ϕ'	-	°
COESIONE DRENATA	c'	-	kPa
ANGOLO DI ATTRITO RESIDUO	ϕ_{res}	-	°
COESIONE NON DRENATA	cu	-	kPa
ANALISI GRANULOMETRICA			
PARTE GROSSOLANA (% trattenuta al setaccio n°200)	GHIAIA	SABBIA	LIMO+ARGILLA
PARTE FINA (% passante al setaccio n°200)	SABBIA	LIMO	ARGILLA
	0,82	63,41	35,77

DESCRIZIONE: Limi argillosi grigi a consistenza marnosa , molto fragili

David Severini
 Lo Sperimentatore

Fabio Bonazzi Bonaca
 Il direttore del Laboratorio
 SETTORE CIVILE E AMBIENTALE



ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

N. d'Ordine : 20/07

N. Certificato : 113/07

Indagine : Dissesto idrogeologico

Committente : Geotecnica Lavori srl

Località : Acqualoreto di Baschi (TR)

Sondaggio n° : 22

Campione n° : 2

Profondità di prelievo (m) : 15,0-15,3

Data ricevimento campione : 28-06-2007

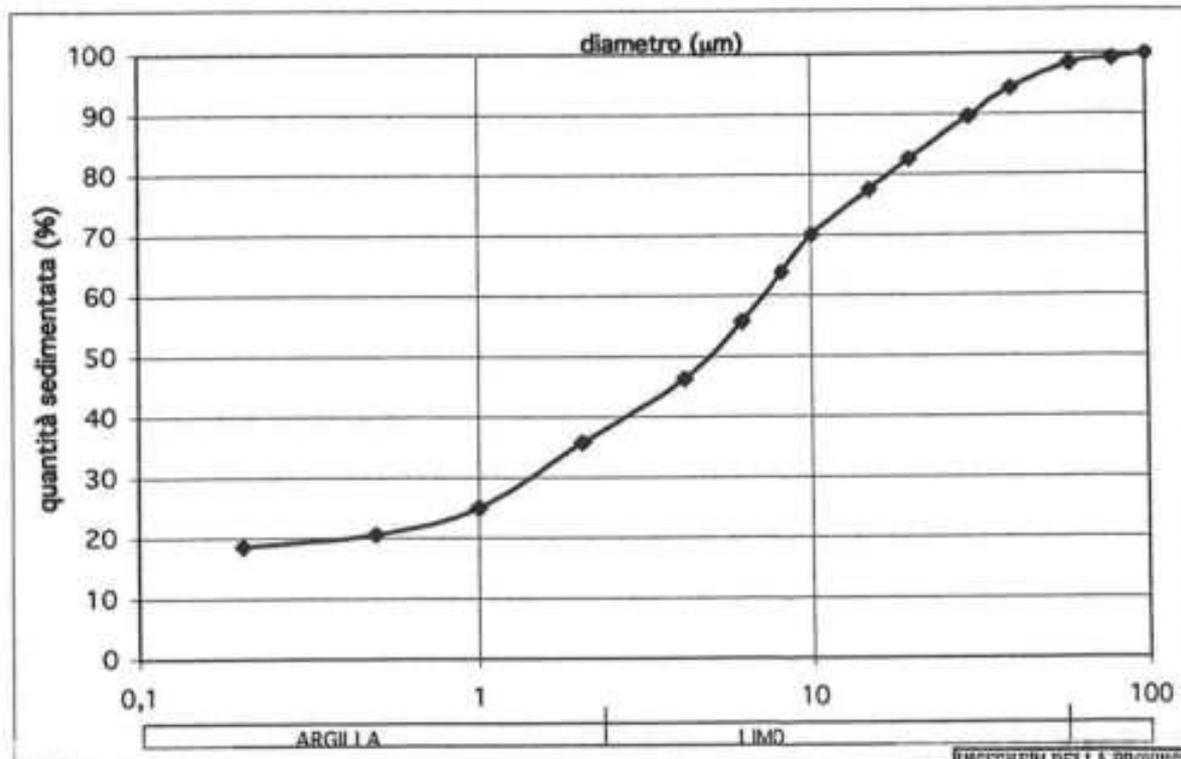
Data esecuzione prova : 5-07-2007

Descrizione del campione : Limi Argillosi grigi

Peso totale del campione (g) : 40

Temperatura di prova : 25°

DIAMETRO (μm)		QUANTITA' %
0,2	Argilla	18,60
0,5		20,62
1		25,01
2		35,77
4	Limo	46,23
6		55,70
8		63,92
10		70,05
15		77,54
20		82,60
30		89,56
40		94,28
60	98,44	
80	Sabbia	99,18
100		100,00



Laboratorio con aut. Min.LL.PP. conc. n°54918 del 29/05/2006

INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PERUGIA
 Sezione A
 N° A1649
 DOTT. INGEGNERE
 FABIO BONAZZO BONICA
 SETTORE CIVILE E AMBIENTALE



PROVA PER LA DETERMINAZIONE DELL'INDICE DI PORTANZA CBR

N° D'ordine: 33/08

N° Certificato: 198/08

Indagine: Strada

Committente: Mantelli Estero

Località: Baschi (TR)

Sondaggio n°

Campione n° C4

Profondità:

Data ricezione campione: 2-10-2008

Data di prova: 3-10-2008

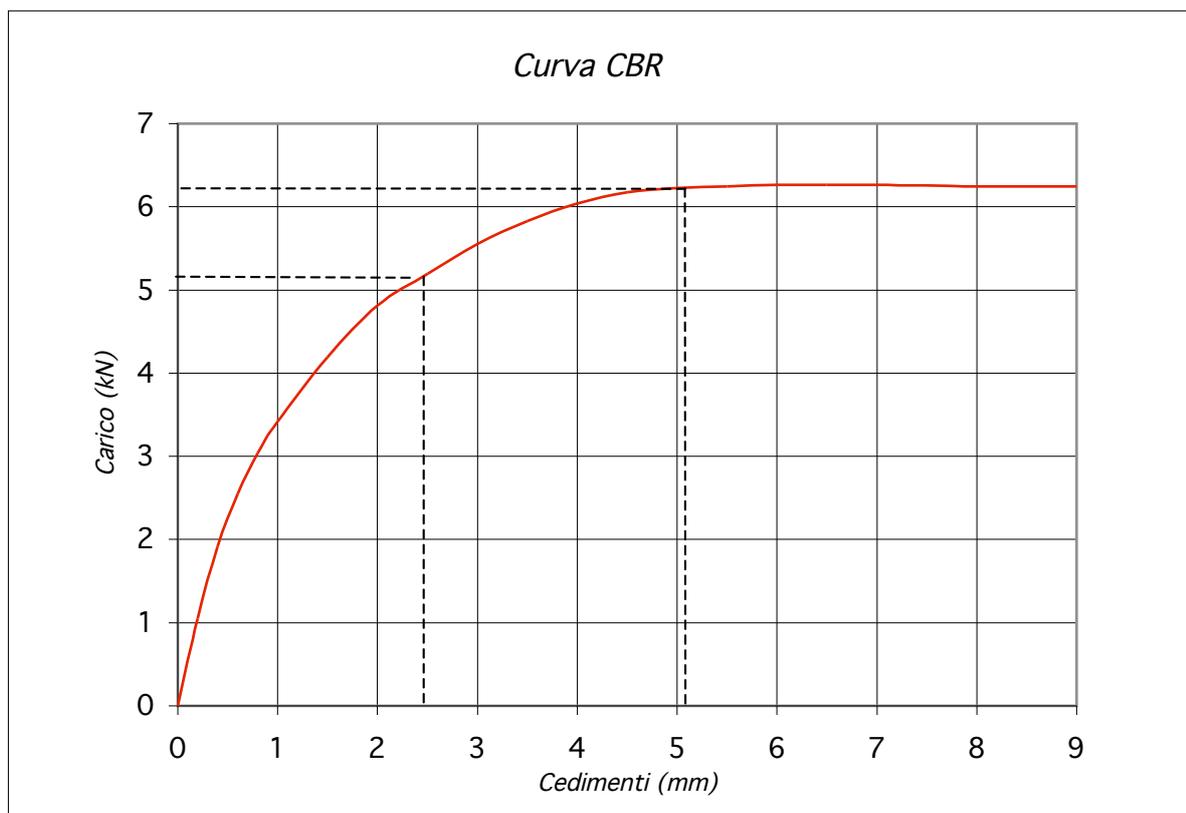
Tipo prova: compattato in laboratorio

Descrizione campione: terreno naturale

Sovraccarico: 4,54 Kg

Vel. di prova: 1,27 mm/min

Carico di contatto: 44 N



RIGONFIAMENTO PERCENTUALE:	-	%
CONTENUTO D'ACQUA INIZIALE:	19,3	%
CONTENUTO D'ACQUA SOTTO IL PISTONE:	-	%
CONTENUTO D'ACQUA POST SATURAZIONE:	-	%
DENSITA' SECCA DOPO LA COMPATTAZIONE	18,5	kN/m ³

INDICE CBR: I (2,5)= $\frac{L(2,5)}{13,24} \times 100=$ **39**

I (5,0)= $\frac{L(5,0)}{19,96} \times 100=$ **31**





PROVA PER LA DETERMINAZIONE DELL'INDICE DI PORTANZA CBR

N° D'ordine: 33/08

N° Certificato: 197/08

Indagine: Strada

Committente: Mantelli Estero

Località: Baschi (TR)

Sondaggio n°

Campione n° C5

Profondità:

Data ricezione campione: 2-10-2008

Data di prova: 3-10-2008

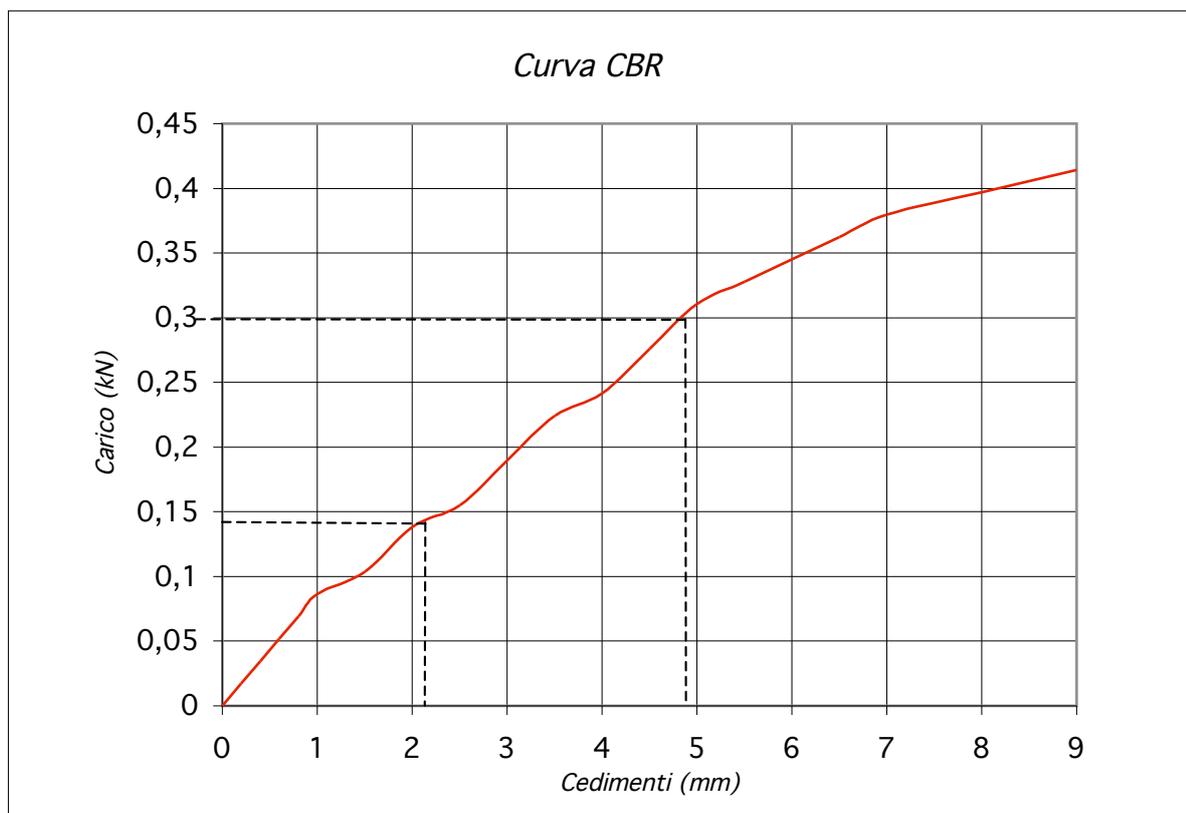
Tipo prova: compattato in laboratorio

Descrizione campione: terreno naturale

Sovraccarico: 4,54 Kg

Vel. di prova: 1,27 mm/min

Carico di contatto: 44 N



RIGONFIAMENTO PERCENTUALE:

- %

CONTENUTO D'ACQUA INIZIALE:

29,1 %

CONTENUTO D'ACQUA SOTTO IL PISTONE:

- %

CONTENUTO D'ACQUA POST SATURAZIONE:

- %

DENSITA' SECCA DOPO LA COMPATTAZIONE

16,7 kN/m³

INDICE CBR:

$$I(2,5) = \frac{L(2,5)}{13,24} \times 100 =$$

1

$$I(5,0) = \frac{L(5,0)}{19,96} \times 100 =$$

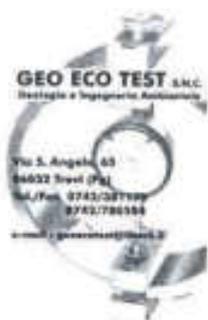
2



Il Direttore del Laboratorio



Lo Sperimentatore



SCHEDA RIASSUNTIVA DEL CAMPIONE

N° D'ORDINE: 79/10
COMMITTENTE: Geotecnica Lavori per conto Comune di Baschi (TR)
LOCALITA': Acqualoreto (TR)
SONDAGGIO: 34
CAMPIONE: 1
PROFONDITA': 12,0-12,6
DATA INIZIO: 1-12-2010
DATA FINE: 9-12-2010

PARAMETRO GEOTECNICO	SIMBOLO	VALORE	UNITA' DI MISURA
DENSITA'	γ	19,82	kN/m ³
DENSITA' SECCA	γ_d	16,94	kN/m ³
DENSITA' IMMERSA	γ_i	9,82	kN/m ³
PESO SPECIFICO DEI GRANULI	γ_s	27,32	kN/m ³
INDICE DEI VUOTI	e	0,612	
POROSITA'	n	37,98	%
GRADO DI SATURAZIONE INIZIALE	Sr	75,71	%
UMIDITA' NATURALE	w	17,0	%
LIMITE DI LIQUIDITA'	LL	58,9	%
LIMITE DI PLASTICITA'	LP	33,4	%
INDICE DI PLASTICITA'	IP	25,5	%
LIMITE DI RITIRO	LR	-	%
INDICE DI CONSISTENZA	Ic	1,64	
QUALITA' DEL CAMPIONE		Q4	
ANGOLO DI ATTRITO DI PICCO	ϕ'	20	°
COESIONE DRENATA	c'	22,0	kPa
ANGOLO DI ATTRITO RESIDUO	ϕ_{res}	-	°
COESIONE NON DRENATA	c _u	-	kPa
ANALISI GRANULOMETRICA			
PARTE GROSSOLANA	GHIAIA	SABBIA	LIMO+ARGILLA
(% trattenuta al setaccio n°200)	12,82	17,33	69,85
PARTE FINA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
(% passante al setaccio n°200)	4,62	85,83	9,55

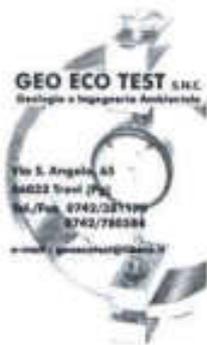
DESCRIZIONE: Argille limose grigio scuro sovraconsolidate

Lo Sperimentatore



Il direttore del Laboratorio

Laboratorio con aut. Min. conc. n°54918 del 29/05/2006



DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG

N. d'Ordine : 79/10

N. Certificato : 930/10

Indagine : Consolidamento dissesto idrogeologico

Committente : Geotecnica Lavori per conto Com. Baschi (TR)

Località : Acquafreddo (TR)

Sondaggio n°: 34

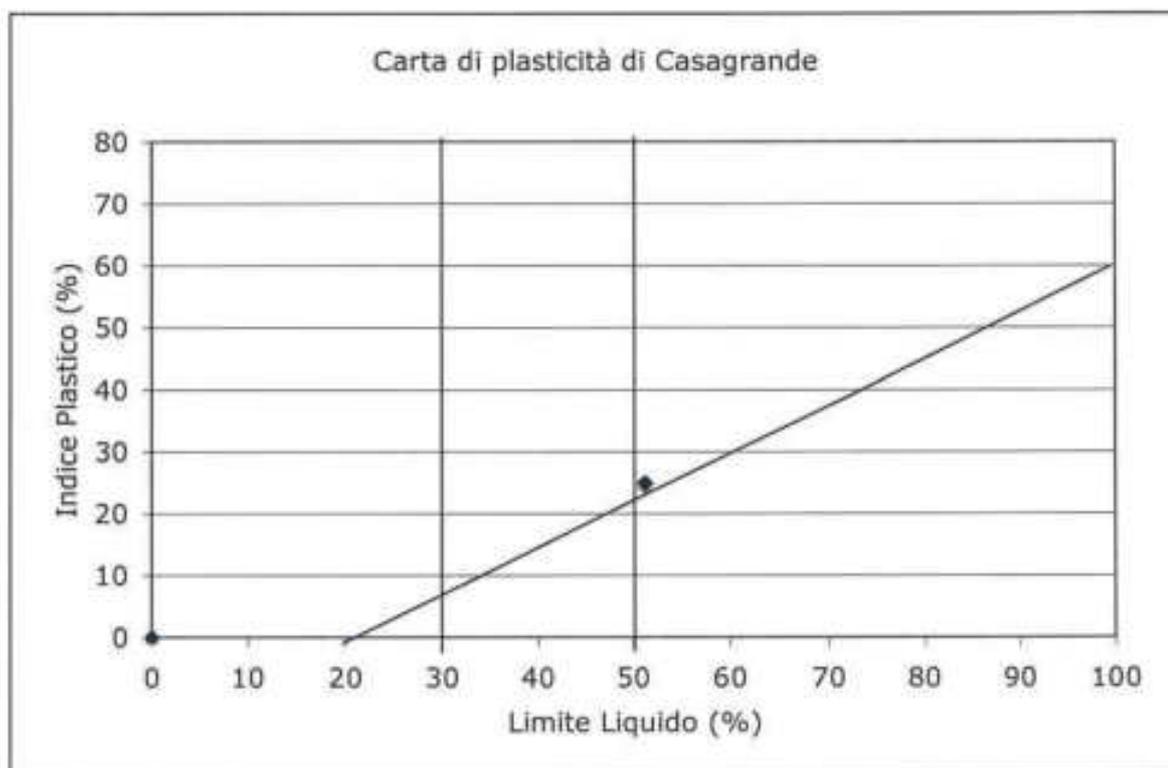
Campione n° : 1

Profondità di prelievo (m) : 12,0-12,6

Data ricevimento campione: 1-12-2010

Data esecuzione prova: 2-12-2010

Descrizione del campione : Argille limose grigio scuro sovraconsolidate



Contenuto naturale d'acqua	17,0	%
Limite Liquido	51,2	%
Limite Plastico	26,2	%
Indice Plastico	25,0	%
Limite di Ritiro	-	%
Indice di consistenza	1,37	
Classificazione del Materiale:	Argilla limosa ad alta plasticità	

L'ispezionatore



Laboratorio con aut. Min. conc. n°54918 del 29/05/2006

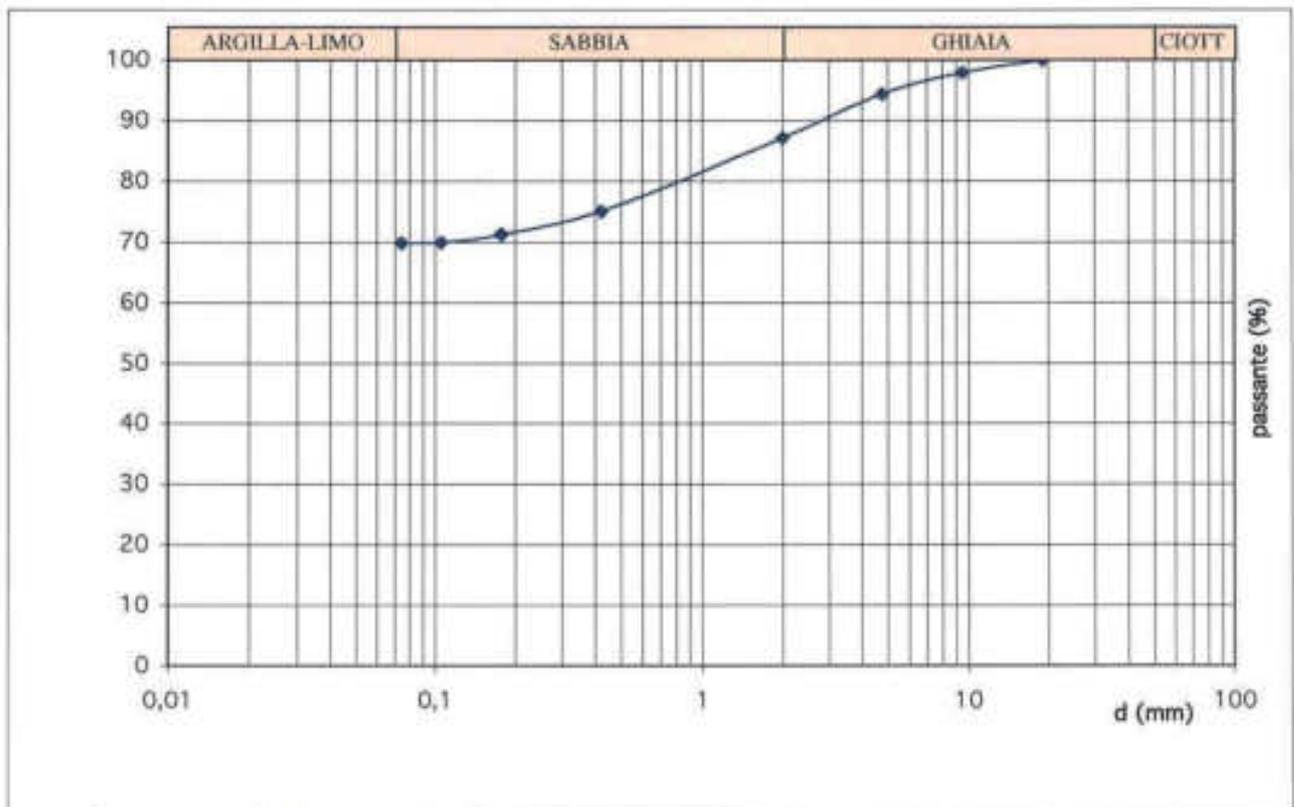
Pagina 1/1



ANALISI GRANULOMETRICA

N. d'Ordine : 79/10 N. Certificato : 931/10
 Indagine : Consolidamento dissesto idrogeologico
 Committente : Geotecnica Lavori per conto Comune Baschi (TR)
 Località : Acqualoreto (TR)
 Sondaggio n° : 34 Campione n° : 1
 Profondità di prelievo (m) : 12,0-12,6
 Data ricevimento campione : 1-12-2010 Data esecuzione prova : 3-12-2010
 Descrizione del campione : Argille limose grigio scuro sovraconsolidate
 Tipo di prova : per via umida Umidità (%) : 17,0
 Peso totale del campione (g) : 675 Peso secco (g) : 577

Setacci (Serie ASTM)	Apertura d (mm)	Peso netto trattenuto (g)	Trattenuto (%)	Passante (%)
3/4	19,05	0	0,00	100,00
3/8	9,53	12	2,08	97,92
N4	4,76	32	5,55	94,45
N10	2,00	74	12,82	87,18
N40	0,42	144	24,95	75,05
N80	0,177	166	28,77	71,23
N140	0,105	173	29,98	70,02
N200	0,074	174	30,15	69,85



Lo sperimentato:

David Severini



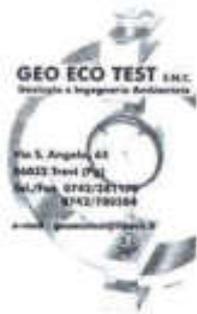
Il Direttore del Laboratorio

Laboratorio con aut. Min. conc. n°54918 del 29/05/2006

Procedura CNR-UNI n°23/71

Pagina 1/1

Mod.0901-06a

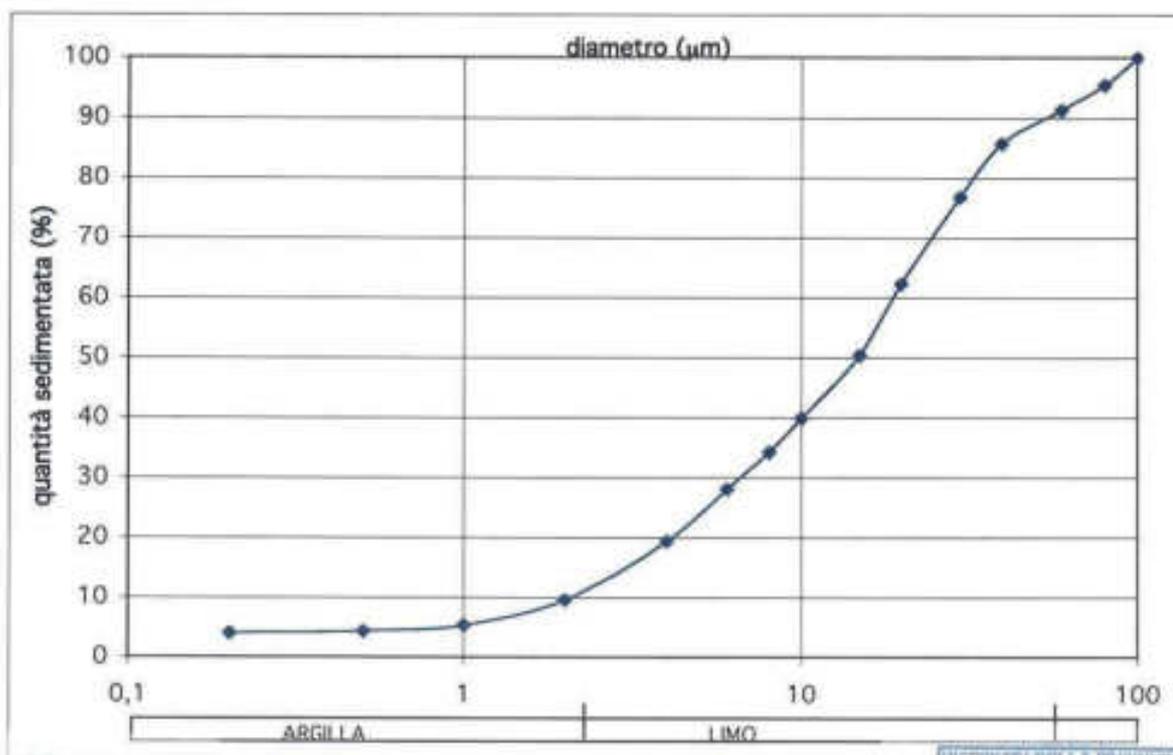


ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

N. d'Ordine : 79/10 N. Certificato : 932/10
 Indagine : Consolidamento dissesto idrogeologico
 Committente : Geotecnica Lavori per conto Comune di Baschi (TR)
 Località : Acqualoreto (TR)
 Sondaggio n°: 34 Campione n° : 1

Profondità di prelievo (m) : 12,0-12,6
 Data ricevimento campione: 1-12-2010 Data esecuzione prova: 6-12-2010
 Descrizione del campione : Argille limose grigio scuro sovraconsolidate
 Peso totale del campione (g): 40 Temperatura di prova: 21
 Peso specifico dei granuli (kN/m³): 27,32

DIAMETRO (μm)		QUANTITA' %
0,2	Argilla	4,08
0,5		4,32
1		5,36
2		9,55
4	Limo	19,38
6		28,09
8		34,30
10		39,88
15		50,45
20		62,29
30		76,80
40		85,77
60		91,30
80	Sabbia	95,38
100		100,00



Lo Spettatore





PROVA DI TAGLIO DIRETTO

N. d'Ordine : 79/10

N. Certificato : 933/10

Indagine : Consolidamento dissesto idrogeologico

Committente : Geotecnica Lavori per conto Com. Baschi (TR)

Località : Acqualoreto (TR)

Sondaggio n° : 34

Campione n° : 1

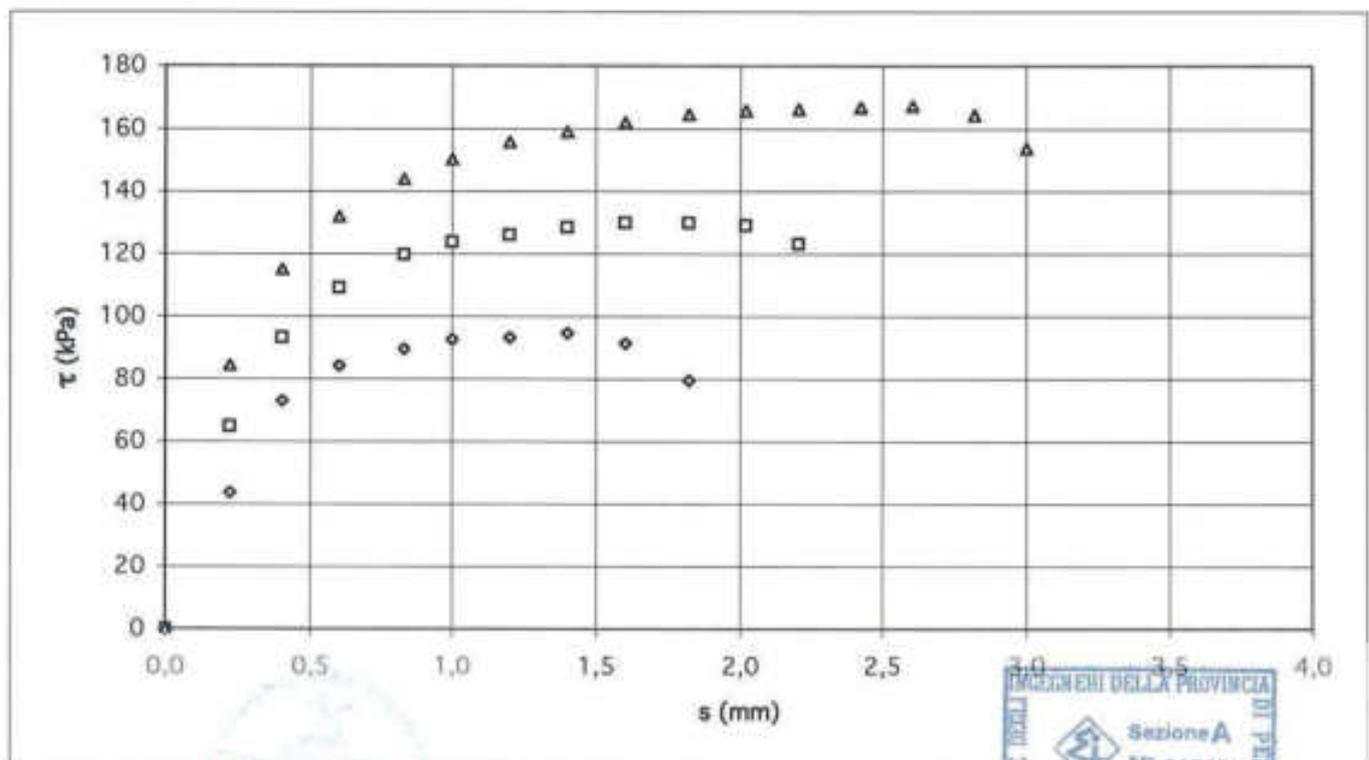
Profondità di prelievo (m) : 12,0-12,6

Data ricevimento campione : 1-12-2010

Data esecuzione prova : 1-12-2010

Descrizione del campione : Argille limose grigio scuro sovraconsolidate

PROVINO N.	1	2	3
Peso dell'unità di volume (kN/m ³)	20,08	19,48	19,90
Contenuto naturale d'acqua (%)	16,97	16,97	16,97
Pressione verticale (kPa)	200	300	400
CARATTERISTICHE DELLA PROVA			
Velocità di deformazione (mm/min)	0,0010		
Dimensione dei provini (cm)	2,00 x 6,00		
Tipo di prova eseguita:	CD		



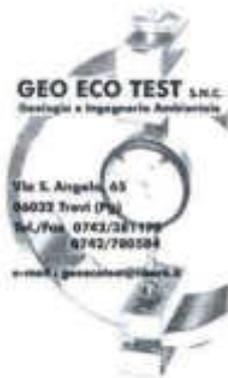
Lo Sperimentatore

David Scrimin



Laboratorio con aut. Min. conc. n°54918 del 29/05/2006

Laboratorio
pagina 1/2



PROVA DI TAGLIO DIRETTO

N. d'Ordine : 79/10

N. Certificato : 933/10

Indagine : Consolidamento dissesto idrogeologico

Committente : Geotecnica Lavori per conto Com. Baschi (TR)

Località : Acquaforetto (TR)

Sondaggio n° : 34

Campione n° : 1

Profondità di prelievo (m) : 12,0-12,6

Data ricevimento campione: 1-12-2010

Data esecuzione prova: 1-12-2010

Descrizione del campione : Argille limose grigio scuro sovraconsolidate

VALORI DEGLI SFORZI DI TAGLIO

Spostamento s (mm)	Provino 1 τ (kPa)	Provino 2 τ (kPa)	Provino 3 τ (kPa)
0,0	0,0	0,0	0,0
0,2	43,6	64,9	84,4
0,4	73,1	93,2	115,1
0,6	84,3	109,1	132,0
0,8	89,6	119,7	144,0
1,0	92,6	123,8	150,5
1,2	93,2	126,2	156,0
1,4	94,6	128,5	159,2
1,6	91,4	130,0	162,2
1,8	79,6	130,1	164,7
2,0		129,1	166,0
2,2		123,2	166,3
2,4			166,9
2,6			167,4
2,8			164,5
3,0			153,9
3,2			
3,4			
3,6			
3,8			
4,0			
4,2			
4,4			
4,6			
4,8			
5,0			

Lo Sperimentatore

David Severini

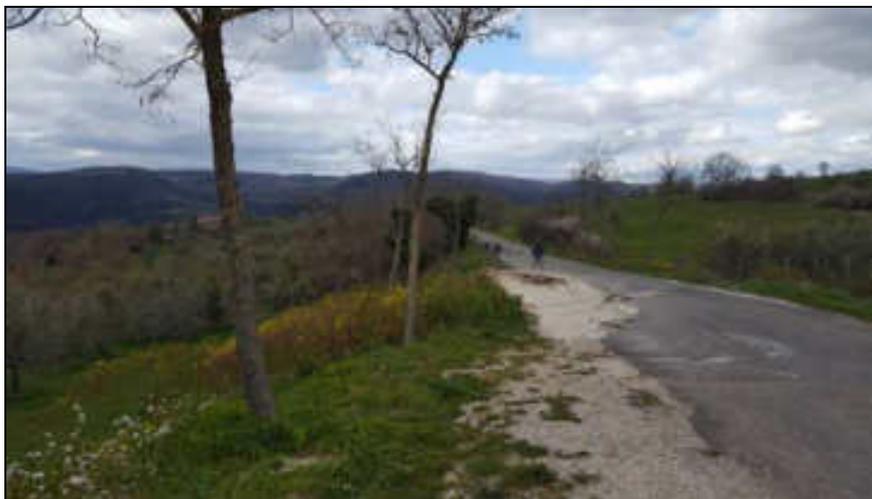


Direttore del Laboratorio

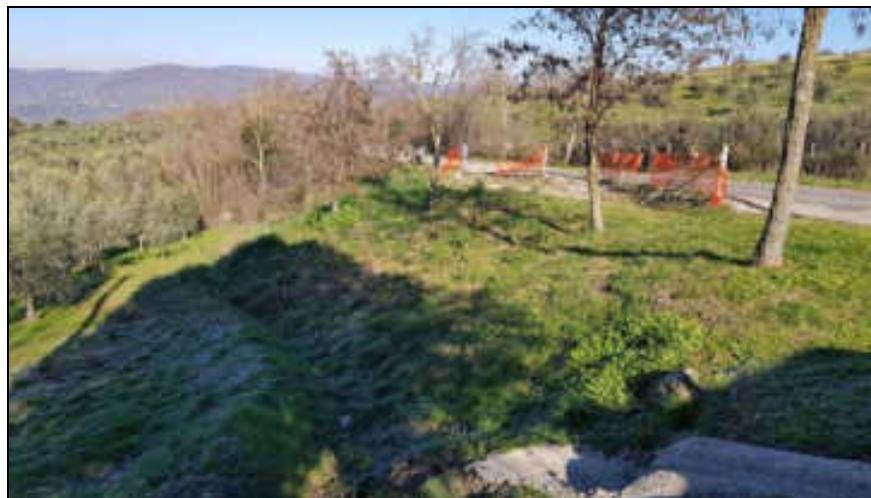
Laboratorio con aut. conc. n°54918 del 29/05/2006

pagina 2/2

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Fenomeno franoso, vista da sede stradale 2018



Fenomeno franoso, vista da sede stradale 2023



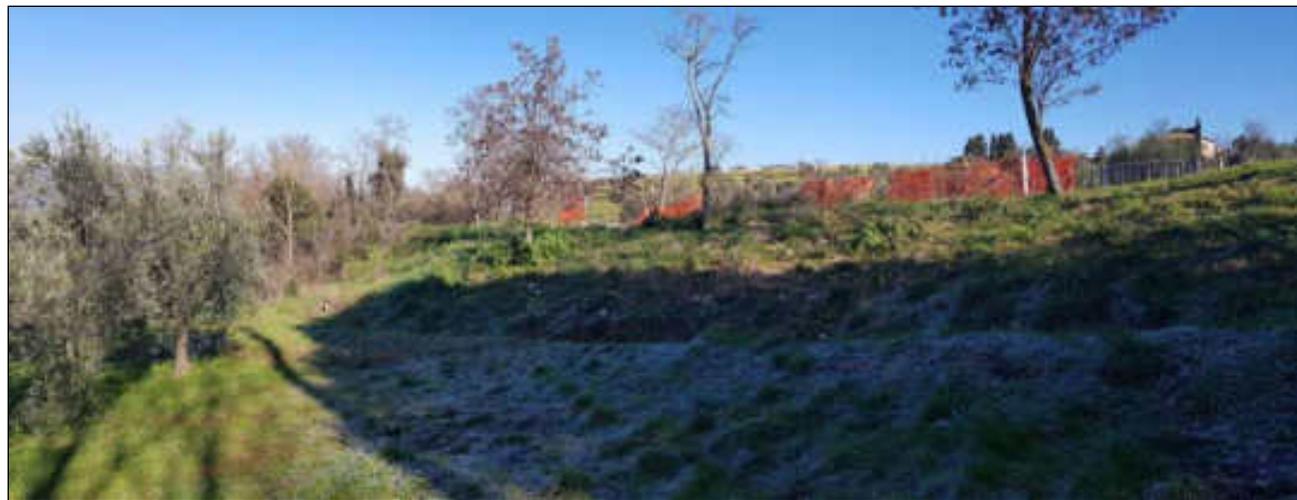
Fenomeno franoso, vista da sede stradale 2018



Fenomeno franoso, vista da sede stradale, nella foto a destra vista della nicchia principale 2023



Fenomeno franoso, vista da valle 2018



Fenomeno franoso, vista da valle 2023



Rigonfiamenti zona di piede 2018



Rigonfiamenti zona di piede 2023



Lesioni sul manto stradale (2018 a sinistra, 2023 a destra)



Interruzione fosso al piede della scarpata (a sin), venute d'acqua (al centro), fosso presente a nord-ovest del dissesto (a destra) - 2018



Fosso al piede della scarpata (a sinistra), fosso presente a nord-ovest del dissesto (al centro e a destra) – 2023



Zona con ruscellamento diffuso e ristagni d'acqua 2018



Zona che nel 2018 presentava ruscellamento diffuso e ristagni d'acqua, immagine 2023



Tubazioni di attraversamento del rilevato stradale



Canaletta/impluvio a monte della viabilità, con massi (a destra), 2018



Canaletta/impluvio a monte della viabilità, con ristagni (a sinistra 2018), con ristagni e parziali occlusioni (al centro e a destra 2023)