

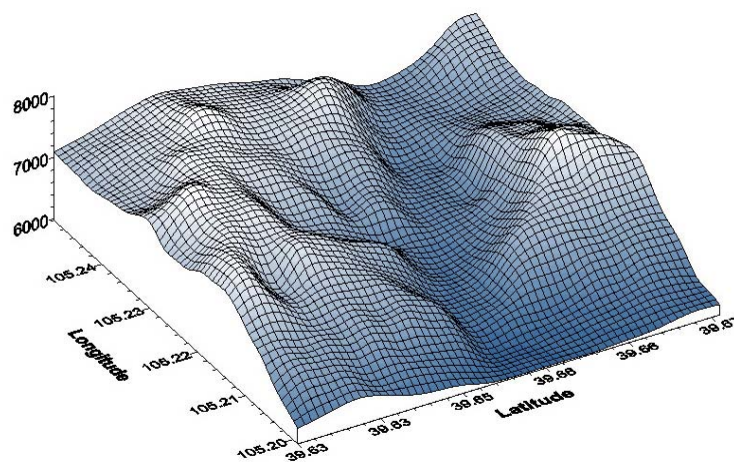
Dott. Geol. Giovanni Barone  
Via Piane, 34 66010 Giuliano Teatino (CH)  
Tel-fax. 0871.718613 mob. 338.7404669  
E-mail: giovannibarone74@yahoo.it

**COMUNE DI MIGLIANICO  
PROVINCIA DI CHIETI**

**COMMITTENTE:  
Morale Franco & Mario s.n.c.  
Via Nevi n. 181 – 66010 Giuliano Teatino (CH)  
P.Iva: 00132890690**

**Verifiche di stabilità del versante area di cava**

**RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA**



**Dott. Geol. Giovanni Barone**

## Sommario

<b>1.0 PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2.0 UBICAZIONE E ACCESSIBILITA' DEL SITO.....</b>	<b>3</b>
<b>3.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....</b>	<b>5</b>
<b>4.0 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO.....</b>	<b>8</b>
<b>4.1 ANALISI CARTOGRAFICA PIANO DI BACINO (P.A.I.), PIANO STRALCIO DIFESA ALLUVIONI (P.S.D.A.) E DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO .....</b>	<b>10</b>
<b>4.2 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE .....</b>	<b>12</b>
<b>5.0 SISMICITA' .....</b>	<b>13</b>
<b>5.1 ZONAZIONE E CLASSIFICAZIONE SISMICA .....</b>	<b>15</b>
<b>5.2 SISMO-TETTONICA E LINEAMENTI SISMICI ATTIVI.....</b>	<b>17</b>
<b>6.0 RISULTATI DELLE INDAGINI E CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE DEL SITO.....</b>	<b>19</b>
<b>6.1 PROVE PENETROMETRICHE .....</b>	<b>20</b>
<b>6.2 PROVA SISMICA PASSIVA TIPO HVSR .....</b>	<b>23</b>
<b>6.3 TRINCEE ESPLORATIVE .....</b>	<b>31</b>
<b>7.0 PROFILO STRATIGRAFICO E INDICAZIONI SULLE CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI DI SITO .....</b>	<b>32</b>
<b>7.1 PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE .....</b>	<b>34</b>
<b>7.2 PERICOLOSITA' SISMICA DI SITO .....</b>	<b>37</b>
<b>8.0 ANALISI DI STABILITA' DEL PENDIO .....</b>	<b>39</b>
<b>8.1 ANALISI DI STABILITA' CON IL METODO DELL'EQUILIBRIO LIMITE.....</b>	<b>40</b>
8.1.1 RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE S1.....	44
8.1.2 RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE S2.....	48
<b>9.0 SINTESI DEI DATI E RACCOMANDAZIONI .....</b>	<b>52</b>

## Allegati

- 1. Elaborati delle indagini condotte*
- 2. Certificati del laboratorio geotecnico*

## 1.0 PREMESSA

Il sottoscritto Dott. Geol. Giovanni Barone, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Abruzzo con il n. 356, ha ricevuto incarico dalla ditta Morale Franco & Mario s.n.c., di redigere una relazione geologica tecnica a corredo del progetto di chiusura della cava di proprietà (concessione n. 67/87), sita nel territorio comunale di Miglianico (CH).

Lo studio è stato redatto in ottemperanza alle disposizioni contenute:

- nella Legge Regionale 11 agosto 2011, n. 28 (*Norme per la riduzione del rischio sismico e modalità di vigilanza e controllo su opere e costruzioni in zone sismiche*);
- nel Decreto Ministeriale delle Infrastrutture 17 gennaio 2018 (*Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni*);
- nell' Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 28 aprile 2006, n. 3519 (*Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*);
- nell' Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274 (*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*).

Esso si propone di fornire indicazioni sulla caratterizzazione e la modellazione geologica e sismica del sito nonché di evidenziare la presenza di eventuali elementi di pericolosità geologica all'interno dello stesso.

Al fine di definire le caratteristiche geologiche e geomorfologiche dell'area di intervento, e caratterizzare dal punto di vista stratigrafico e sismico i terreni ivi presenti, è stata adottata la seguente metodologia di indagine:

1. acquisizione di dati bibliografici e notizie inerenti i terreni dell'area in esame;
2. rilievo geologico-geomorfologico di superficie ed interpretazione degli indizi geomorfici ivi presenti;
3. realizzazione di n. 2 prove penetrometriche dinamiche (DPSH) realizzate con penetrometro statico-dinamico 200 kN;
4. realizzazione di n. 2 trincee di scavo con prelievo di campione di terreno per analisi di laboratorio geotecnico;
5. realizzazione di n. 1 indagine sismica tipo HVSR al fine di valutare il parametro  $V_s$  equivalente;
6. elaborazione ed interpretazione dei dati ottenuti e scrittura della presente relazione.

## 2.0 UBICAZIONE E ACCESSIBILITA' DEL SITO

L'area oggetto d'indagine ricade nel settore Orientale della Regione Abruzzo all'interno del territorio comunale di Miglianico (CH). Nello specifico, il sito d'interesse si ubica ad una latitudine di 42.327771° N e longitudine di 14.281557° E, a Nord del centro abitato di località sita in Via San Rocco.

Cartograficamente risulta compreso all'interno della Tavoletta 361 Tavola Est della Carta Topografica dell'I.G.M. alla scala 1:25.000 (Fig. 2.1), ed identificato in catasto dalle particelle n° 62, 284, 5068, 5069, 5070, 5072, 5073, 5075 – Foglio di Mappa n. 20 del Comune di Miglianico.

L'area di studio è riportata nella foto aerea di figura 2.2.

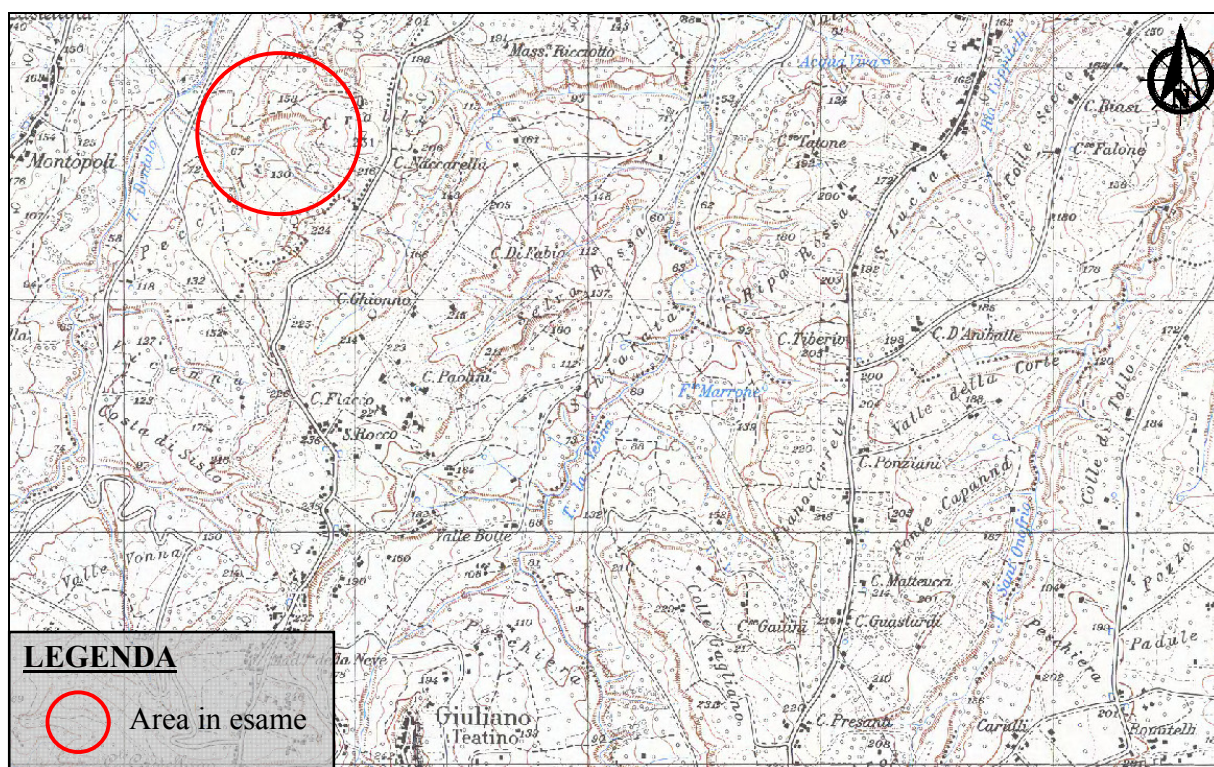


Figura 2.1: – Stralcio della Carta Topografica Regionale alla scala 1:25.000 con ubicazione dell'area di studio cerchiata in rosso



Figura 2.2: – Stralcio di foto aerea non in scala con ubicazione dell'area di studio cerchiata in rosso

### 3.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il territorio comunale di Miglianico, dal punto di vista geologico, risulta compreso all'interno del Foglio Geologico 361 "Chieti" redatta nell'ambito del progetto CARG scala 1:50.000 e ricade geologicamente all'interno del *Dominio di Avanfossa pliocenico – quaternaria*; la successione del Pliocene medio-superiore (3.5 – 1.7 milioni di anni) è costituita da argille più o meno siltose e da episodi sabbiosi costituiti da bancate di sabbia con intercalazioni di livelletti argilloso-siltosi. Tale trend deposizionale prosegue in maniera quasi del tutto identica alla sottostante successione tardo pliocenica, anche nel Pleistocene inferiore (1.7 milioni di anni), con prevalenza di argille grigio-azzurre ed episodi sabbiosi e conglomeratici, con spessori che aumentano procedendo verso le zone più meridionali del bacino (CRESCENTI *et alii* 1980). A partire dalla fine del Pleistocene inferiore (700.000 anni), l'intero bacino periadriatico ha subito gli effetti di un rapido sollevamento generalizzato che ha causato l'interruzione definitiva della sedimentazione marina e la conseguente completa emersione del bacino, producendo inoltre l'attuale assetto monoclinale Est immergente (BIGI *et alii* 1995).

Nello specifico il territorio comunale in oggetto si caratterizza per la presenza di depositi pleistocenici con una struttura monoclinale, debolmente inclinata verso la costa, che sono costituite, dal basso verso l'alto, da argille limose grigio-azzurre, sabbie e lembi di conglomerati. Il passaggio fra le unità risulta sempre graduale. Le argille sono comunque affioranti solo in piccoli lembi perché sovente ricoperte dai depositi di accumulo delle numerose frane e dal detrito di versante. Più in particolare la successione tipo può essere così schematizzata: le argille grigio-azzurre sono seguite, in continuità stratigrafica, da sabbie gialle a granulometria medio-fine, più raramente grossolana, in strati da decimetrici a metrici. Le sabbie contengono, a più livelli stratigrafici, intercalazioni di lenti di ghiaie e conglomerati con ciottoli di medie e grandi dimensioni, prevalentemente di natura calcarea, con presenza di una scarsa matrice arenacea. Lo spessore delle sabbie è dell'ordine della decina di metri. La successione si chiude, verso l'alto, con depositi ghiaiosi e conglomeratici, con caratteristiche simili ai corpi lenticolari posti più in basso nella serie stratigrafica. All'interno delle ghiaie si rinvengono strati, a geometria lenticolare, di sabbie gialle a granulometria medio-fine e arenarie. La successione mostra un trend *shoaling upward* e si è depositata in ambiente marino e di transizione marino-continentale; infatti, i sedimenti argillosi, posti alla base della successione, rappresentano la sedimentazione di piattaforma e della fascia di transizione verso la spiaggia sommersa, mentre le sabbie gialle si sono deposte in ambiente di spiaggia sommersa e di battigia. I depositi ghiaiosi sono invece indicatori di un ambiente fluvio-deltizio, probabilmente connesso ai sistemi canalizzati presenti nell'entroterra ortonese

fino alle falde della Montagna della Majella, e costituiscono la chiusura della successione, come tipico delle successioni plio-pleistoceniche del versante adriatico marchigiano-abruzzese.

Il sito oggetto di studio si colloca ad una quota topografica di circa 218 m s.m.l. ed in particolare la geologia dell'area risulta essere caratterizzata dall'affioramento di depositi appartenenti alla successione del Pleistocene, di transizione dal marino al continentale noti in letteratura con il nome di "Argille e Conglomerati di Ripa Teatina (RPT)" contraddistinti da lenti ghiaioso-sabbiose alternati a orizzonti limoso argillosi, che poggiano sui sottostanti depositi appartenenti alla successione del Pliocene Superiore di origine marina nota in letteratura con il nome di "Formazione di Mutignano – Associazione sabbioso-conglomeratica (FMTd)", contraddistinta da terreni sabbiosi di colore giallastro con intercalazioni di livelli di ghiaie e di conglomerati composti da ciottoli in prevalenza calcarei di dimensioni dal centimetro al decimetro.

Il tutto posto al di sopra del substrato argilloso di età calabriana.

Le figure 3.1, 3.2 di seguito riportate, mostrano uno stralcio della Carta Geologico-Tecnica del sito redatta nell'ambito del progetto in oggetto, la relativa legenda.

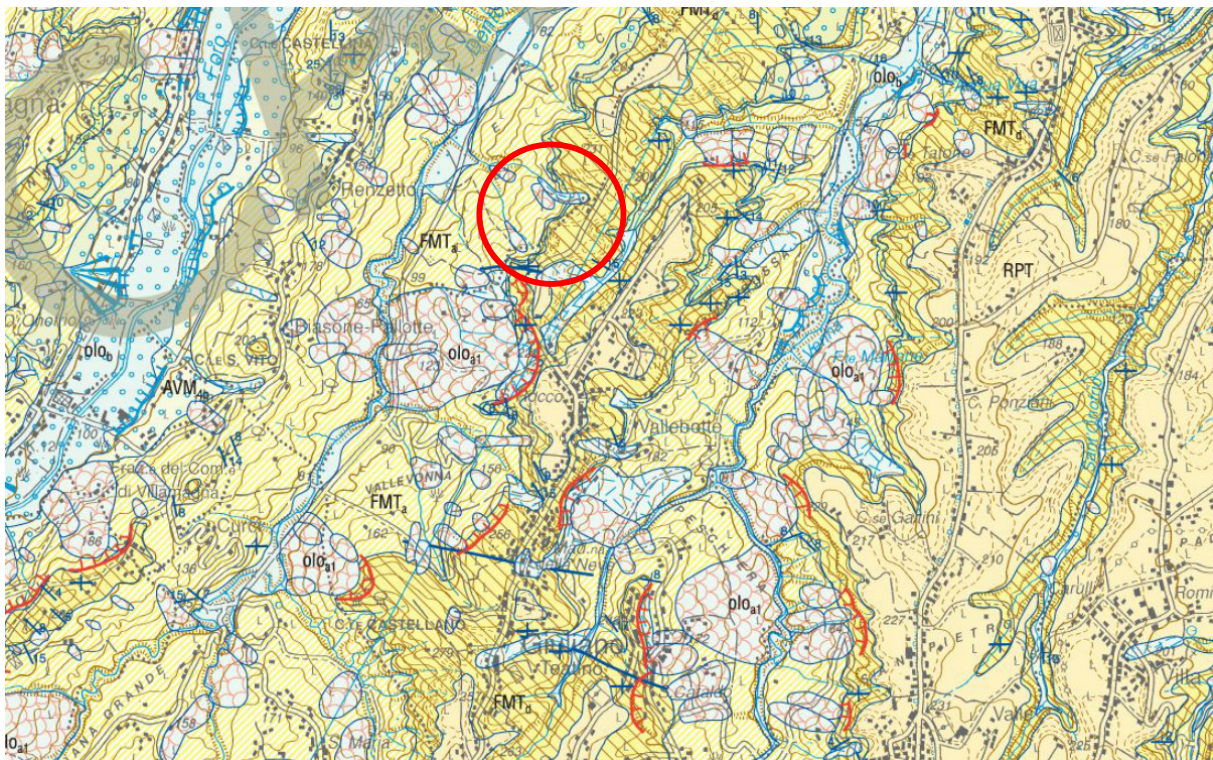


Figura 3.1: – Stralcio della Carta Geologica dell'area non in scala con ubicazione dell'area di studio cerchiata in rosso

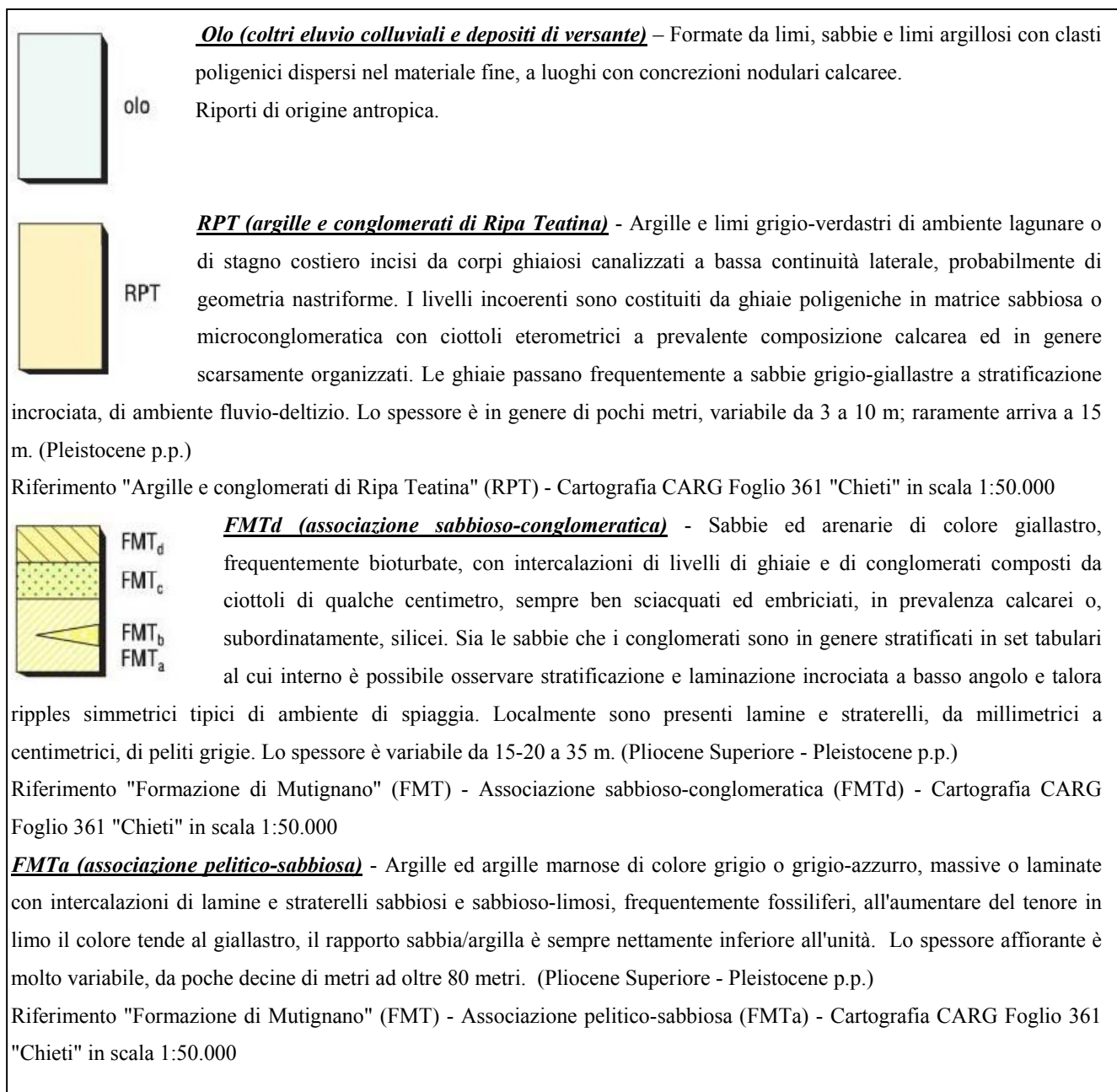


Figura 3.2: – Legenda della Geologico-Tecnica dell'area



#### 4.0 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

Le caratteristiche geomorfiche locali si rifanno a quelle più generali presenti su gran parte della fascia costiera Abruzzese, in quanto l'edificio oggetto della presente si colloca in un'area non urbanizzata a nord del centro abitato di Via San Rocco.

L'area oggetto di intervento risulta inserita in destra idrografica del Torrente Dentalo ad una quota topografica compresa tra circa 180 e 210 metri s.l., ed è caratterizzata da un piano campagna modellato secondo gradonature eterometriche.

Il sito di intervento risulta privo di elementi morfologici degni di rilievo che possano avere, dunque, implicazioni nella stabilità globale del territorio.

Ciò trova conferma nella lettura della Carta Geomorfológica del P.A.I. (Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico "Fenomeni Gravitativi e Processi Erosivi" (L. 18.05.1989 n. 183, art. 17, comma 6 ter) della Regione Abruzzo, Foglio 362 Tavola Ovest, scala 1:25.000), all'interno della quale l'area è ricompresa tra quelle in cui "non sono stati rilevati dissesti" (Fig. 4.1).

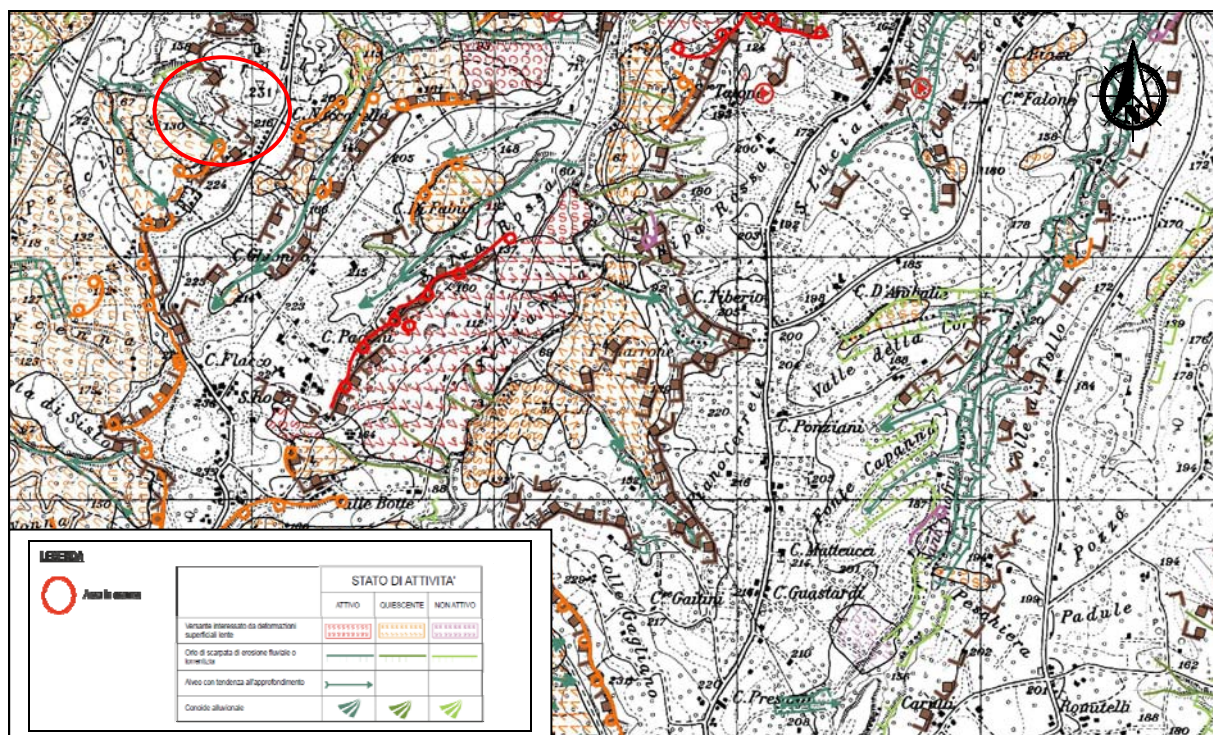


Fig. 4.1 – Stralcio della Carta Geomorfológica del "Piano di Assetto Idrogeologico" (P.A.I.) della Regione Abruzzo, edita scala 1:25.000.

La conformazione dell'idrografia e dell'idrogeologia del territorio sono molto mutevoli in rapporto alla variabilità delle caratteristiche litologiche, geomeccaniche e strutturali delle principali unità sedimentologiche affioranti.

L'insieme dei dati litostratigrafici ricavati nel corso delle indagini effettuate in loco, unitamente alle conoscenze di geologia generale ed alle ricostruzioni paleoambientali delle facies deposizionali presenti all'interno del bacino preso in esame, permettono di elaborare un modello idrogeologico dell'area nella quale le argille possono considerarsi come il limite di permeabilità inferiore della successione, che fa da "letto" alle acque di infiltrazione circolanti nelle unità stratigrafiche sovrastanti dotate di un grado di permeabilità relativo "medio-alto".

Nelle aree sommitali, l'infiltrazione e quindi la circolazione idrica sotterranea, è buona vista la natura sabbioso-ciottolosa dei terreni; lungo i versanti, si ha un'infiltrazione limitata in genere alla "coltre" di alterazione ed il "letto" argilloso ne regola la circolazione.

Lo spartiacque profondo coincide a grandi linee con quello superficiale, infatti le acque freatiche sommitali sono rappresentate da falde collocate all'interno dei livelli sabbiosi e isolate dalle argille di base.

All'interno dell'area di studio, durante la campagna di indagini, non è stata riscontrata la presenza di una falda freatica.

Relativamente alla circolazione idrica superficiale dell'area studiata, dalle indagini acquisite e realizzate, non è stato identificato un livello piezometrico fino alla profondità di circa 12,00 m dal locale piano campagna.

Non si esclude in ogni caso la presenza di livelli idrici più superficiali, confinati all'interno degli orizzonti permeabili ivi presenti.

#### 4.1 ANALISI CARTOGRAFICA PIANO DI BACINO (P.A.I.), PIANO STRALCIO DIFESA ALLUVIONI (P.S.D.A.) E DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO

La consultazione della Carta della Pericolosità da Frana del P.A.I. (Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico "Fenomeni Gravitativi e Processi Erosivi" - L. 18.05.1989 n. 183, art. 17, comma 6 ter, della Regione Abruzzo, Foglio 362 Tavola Ovest, scala 1:25.000) mostra come l'area in esame non sia perimetrata tra quelle definite pericolose (Fig. 4.2).

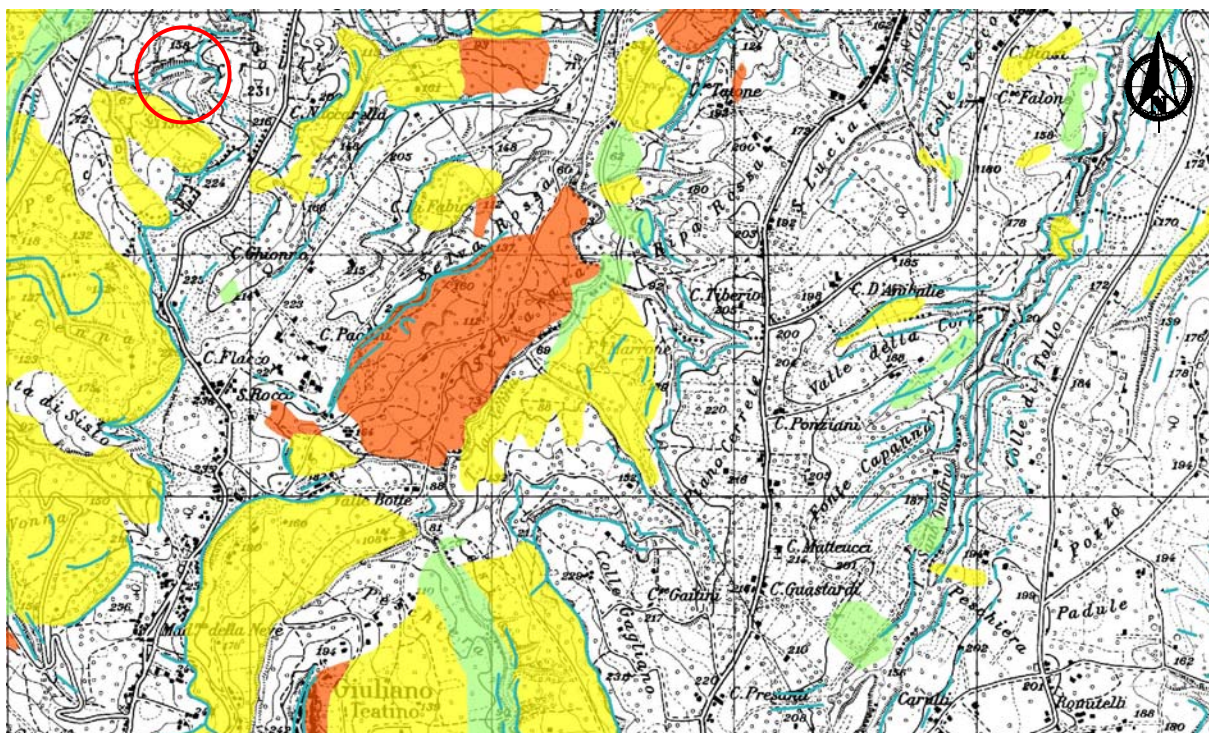


Fig. 4.2

– Stralcio della Carta della Pericolosità da Frana del “Piano di assetto idrogeologico” (P.A.I.) della Regione Abruzzo, scala 1:25.000.

Per quanto riguarda la pericolosità da inondazione, la lettura della Carta della Pericolosità Idraulica del Piano Stralcio Difesa Alluvioni (Bacino del Sagittario, Fiume Foro – reperita da Geoportale Regione Abruzzo, Servizio per l'Informazione Territoriale e la Telematica - Regione Abruzzo) non evidenzia, allo stesso modo, pericolosità alcuna (Fig. 4.2).

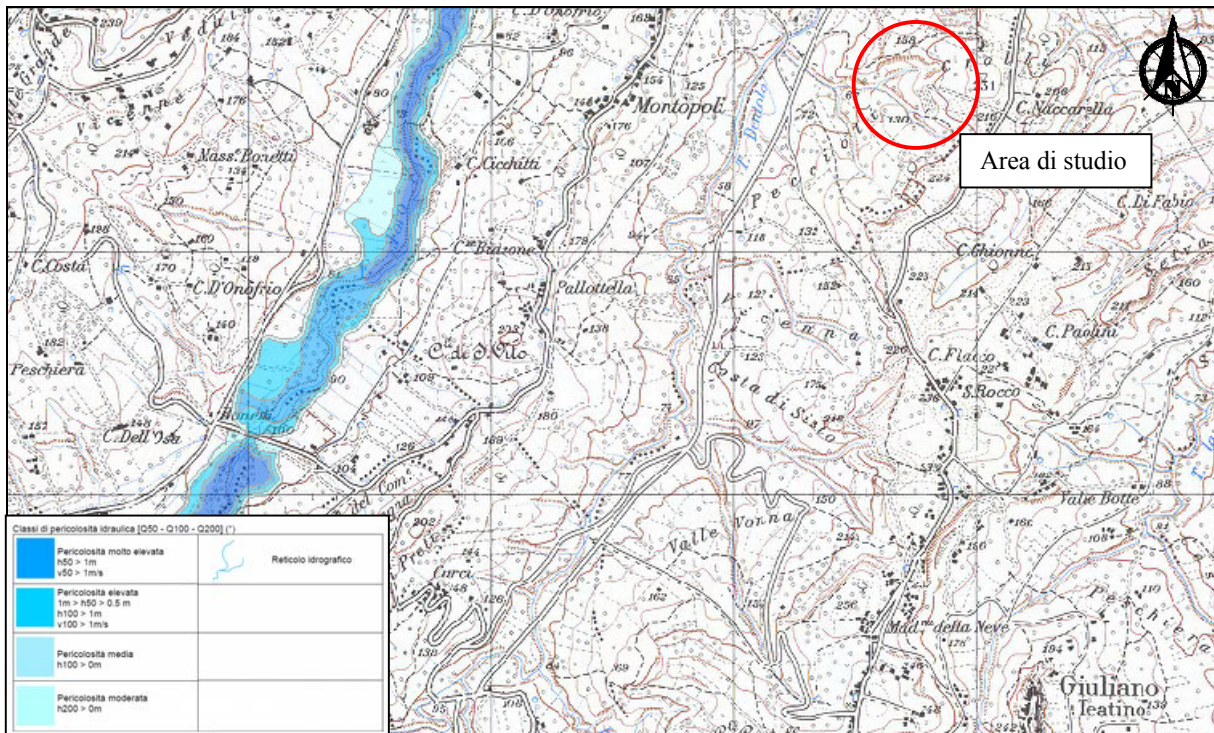


Fig. 4.2 – Stralcio Carta della Pericolosità Idraulica del “Bacino del Fiume Foro” del Piano Stralcio Difesa Alluvioni (P.S.D.A.). Base cartografica 1:25.000 – (immagine non in scala).

#### 4.2 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Per la determinazione dell'azione sismica occorre considerare anche il contributo derivante dalla morfologia superficiale. Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

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

Le supposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 mt.

Nello specifico l'area di studio ricade alla base di un rilievo collinare riferibile ad una categoria topografica T2, che rientra nella dicitura di tab. 3.2.1.IV della Normativa di riferimento - “*Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $> 15^\circ$* ”.

## 5.0 SISMICITA'

La Regione Abruzzo è stata storicamente interessata da numerosi e spesso intensi fenomeni sismici, interconnessi con l'assetto geologico e l'evoluzione geodinamica del sistema appenninico in distensione, e la fascia costiera adriatica in compressione sulla piattaforma apulo-adriatica. Pertanto, dal punto di vista sismico, la regione è caratterizzata da una serie di distretti sismogenetici distribuiti su più fasce parallele procedendo dai rilievi interni alla catena appenninica verso la costa adriatica. I più importanti sono rappresentati dall'Alta Valle del Fiume Aterno, dalla Piana del Fucino e dalla zona del Parco Nazionale d'Abruzzo, per il settore più interno; verso l'esterno invece emergono il fronte del Gran Sasso d'Italia, i Monti della Laga e la struttura della Maiella.

### *Sismicità storica*

I seguenti dati di sismicità storica per il territorio comunale di Miglianico sono stati desunti dal database dell'I.N.G.V. DBMI15 (*Database Macrosismico Italiano utilizzato per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15*).

Storia Sismica di Giuliano Teatino [42.305 ; 14.278] Numero di eventi: 15					
Intensità	Anno Me Gi	Area Epicentrale	NMDP	Io	Mw
6-7	1881 09 10	Chietino	43	7-8	5,41
6	1933 09 26	Maiella	325	9	5,9
3	1962 08 21	Irpinia	562	9	6,15
4	1980 11 23	Irpinia-Basilicata	1394	10	6,81
5	1984 05 07	Monti della Meta	912	8	5,86
3	1987 07 03	Costa Marchigiana	359	7	5,06
NF	1990 05 05	Potentino	1375		5,77
5	1992 02 18	Chietino	73	5-6	4,11
4-5	1992 07 16	Chietino	107	5-6	4,22
3	1997 09 26	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5,97
3	1997 10 14	Valnerina	786		5,62
3-4	2002 11 01	Molise	638	7	5,72
2	2003 03 29	Adriatico centrale	68		5,43
2-3	2003 06 01	Molise	501	5	4,44
NF	2004 12 09	Teramano	213	5	4,09

*Me: mese; Gi: giorno; NMDP: numero di osservazioni macroscopiche.*

*Io: intensità epicentrale; Mw: magnitudo momento.*

Sempre con riferimento al territorio comunale di Miglianico il successivo diagramma di figura 5.1, illustra le intensità documentate e/o ricostruite per gli eventi sismici di maggior rilievo dall'anno 1000 all'anno 2000.

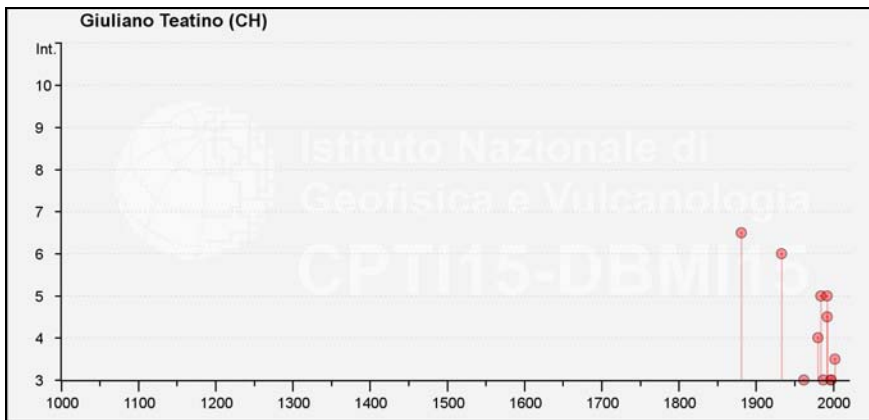


Fig. 5.1 – Massime intensità sismiche del Comune di Giuliano Teatino.

La sismicità storica non tiene conto di una serie di eventi sismici, iniziati nel 2008, con epicentri nell'intera area della città dell'Aquila, nella conca aquilana e di parte della provincia dell'Aquila. La scossa principale, verificatasi il 6 aprile 2009 ha avuto una magnitudo momento ( $M_w$ ) pari a 6,3 con epicentro nella zona dell'Aquila compresa tra le località Roio Colle, Genzano e Collefracido, interessando in misura variabile buona parte dell'Italia Centrale.

## 5.1 ZONAZIONE E CLASSIFICAZIONE SISMICA

La definizione della pericolosità sismica di base del territorio nazionale trae le sue origini dalla Carta delle Zone Sismogenetiche denominata ZS9 (Gruppo di Lavoro, 2004), nella quale sono individuate 36 zone caratterizzate da diversi valori della Magnitudo momento massima ( $M_w \text{ max}$ ).

La zonazione è stata effettuata tramite l'analisi cinematica degli elementi geologici cenozoici e quaternari coinvolti nella dinamica delle strutture litosferiche profonde e della crosta superficiale. Il confronto tra le informazioni che hanno portato alla costruzione del modello geodinamico e la sismicità osservata ha permesso di costruire la Carta Nazionale delle Zone Sismogenetiche.

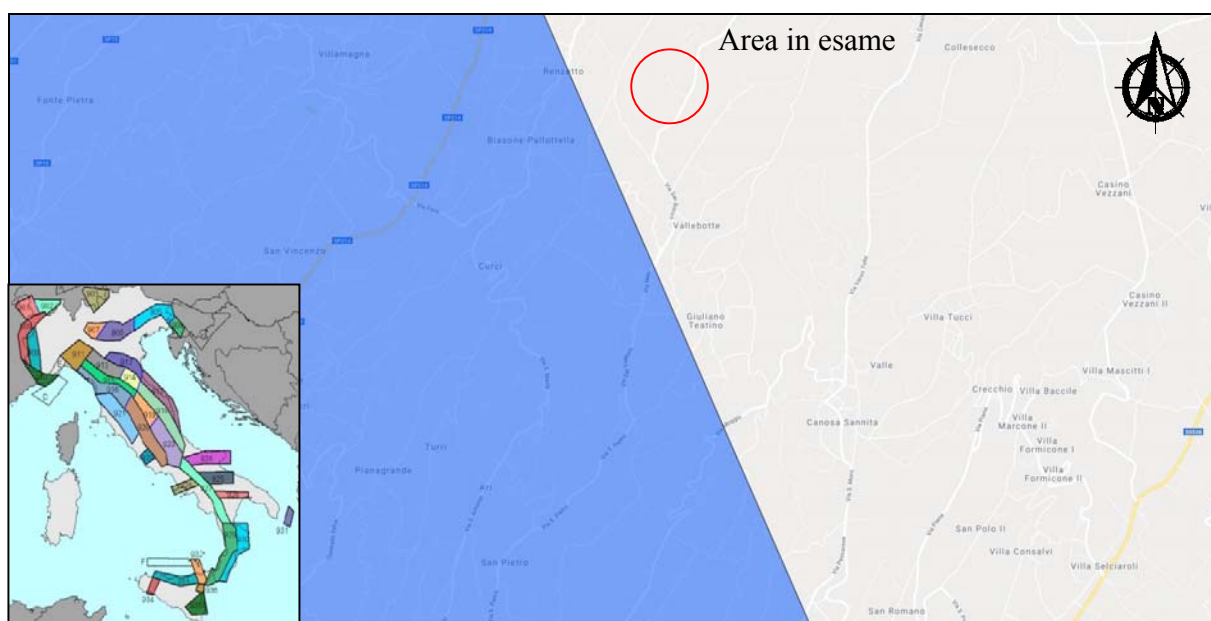


Fig. 5.2 – Zone Sismogenetiche ZS9

Nello specifico, l'area in esame si ubica in adiacenza della Zona Sismogenetica 918 “Medio-Marchigiana/Abruzzese” alla quale viene attribuita una Magnitudo momento massima  $M_w = 6,37$  (figura 5.2).

Sulla base del modello suddetto è stata elaborata la Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale approvata dalla Commissione Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile nella seduta del 6 aprile 2004, recepita dall' Ordinanza P.C.M. 3519 del 28 aprile 2006 (*Criteria generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*) in cui, il territorio nazionale viene suddiviso in 4 zone ciascuna individuata in base ai valori dell'accelerazione massima del suolo ( $a_g$ ) con probabilità di superamento del 10 % in 50 anni, riferiti a suoli rigidi caratterizzati da  $V_{s30} > 800$  m/sec, secondo la tabella seguente:



Zona	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [ag]	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico[ag]
1	$0,25 < ag \leq 0,35g$	0,35 g
2	$0,15 < ag \leq 0,25g$	0,25 g
3	$0,05 < ag \leq 0,15g$	0,15 g
4	$\leq 0,05g$	0,05 g

Le zone 1,2 e 3 possono essere suddivise in sottozone caratterizzate da valori di  $ag$  intermedi rispetto a quelli riportati in tabella e intervallati da valori non minori di 0,025 g.

Nello specifico, il Comune di Giuliano Teatino ricade in zona 2, anche in base all'ultimo aggiornamento del 2015. La permanenza nella suddetta categoria è riepilogata nella tabella seguente.

Codice ISTAT 2001	Denominazione	Categoria secondo la classificazione precedente (Decreti fino al 1984)	Categoria secondo la proposta del GdL del 1998	Zona ai sensi dell'OPCM 3274 (2003)	Classificazione sismica comuni italiani (2012)
13069050	Miglianico	4	3	3	3

Per quanto riguarda la “pericolosità sismica di base” su *reticolo di riferimento* nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (<http://esse1.mi.ingv.it/>). In particolare, il sito in esame è ricompreso nel territorio dei Giuliano Teatino è presenta valori di pericolosità sismica, espressi in termini di accelerazione massima del suolo ( $ag$ ), compresi tra 0,100 g e 0,150 g con probabilità di eccedenza dello scuotimento del 10 % in 50 anni (figura 5.3).

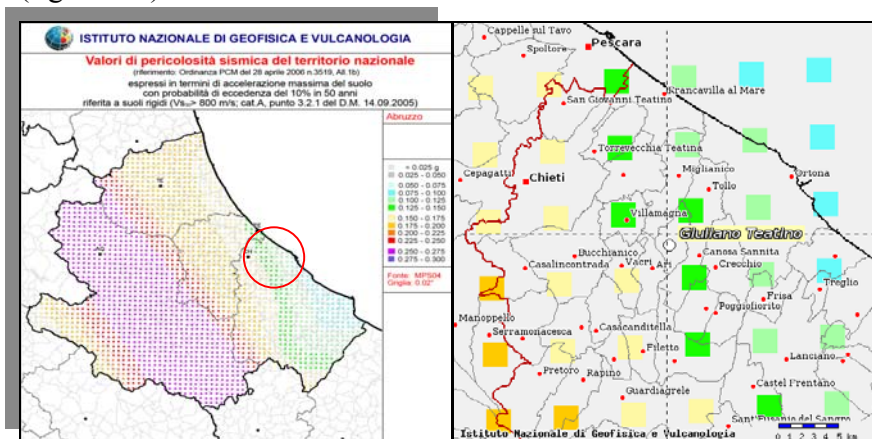


Figura 5.3: Valori di pericolosità sismica espressi in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi di Categoria A (riferimento O.P.C.M. 3519 del 2006, All. 1b).

Fonte: [www.ingv.it](http://www.ingv.it).

## 5.2 SISMO-TETTONICA E LINEAMENTI SISMICI ATTIVI

I terremoti dell'area appenninica abruzzese sono associabili a faglie quaternarie, normali o trasversive, osservabili in superficie, ben definibili in termini di lunghezza, giacitura e cinematica e spesso caratterizzate da evidenze di attività nel Pleistocene superiore – Olocene, talvolta con evidenze dirette di dislocazione co-sismica superficiale in occasione di forti terremoti (es. Avezzano 1915).

Dalla consultazione del database dell' I.N.G.V. DISS 3.2.0 (*Database of Individual Seismogenic Sources*), che fornisce un'istantanea della presenza di faglie considerate attive allo stato attuale, si evince che il lotto oggetto d'intervento si ubica a circa 4,90 Km dalla "fascia" sismogenetica ITCS079 "Shallow Abruzzo Citeriore Basal Thrust" verso SW, mentre verso W a circa 17,95 Km dalla "fascia" sismogenetica ITCS054 "Southern Marche offshore", alle quali vengono attribuite valori di massima magnitudo, rispettivamente di 5,6 Mw e 5,5 Mw (figura 5.4).

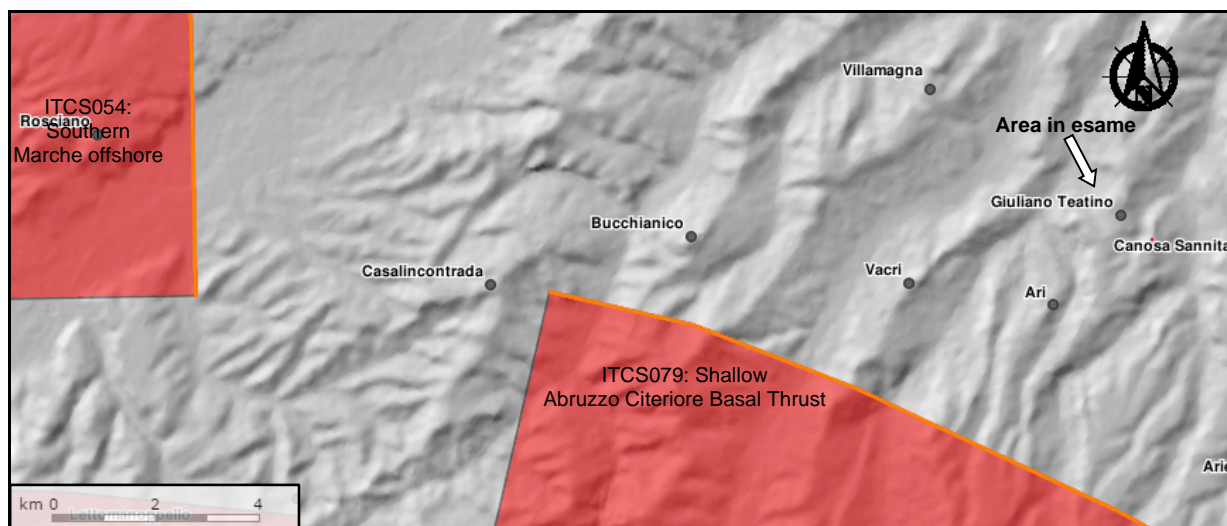


Fig. 5.4 – Distribuzione delle sorgenti sismogenetiche ITCS054 e ITCS079. Fonte DISS 3.2.0.

Per quanto attiene alle faglie attive e capaci, che per definizione sono faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie, dall'interrogazione del database bibliografico del Servizio Geologico Italiano ITHACA (*Italy HAZARD from CAPLE faults*), risulta che l'area in esame si ubica a circa 35 km di distanza dalle strutture attive presenti nella regione Abruzzo (figura 5.5).



**Fig. 5.5 – Distribuzione delle faglie capaci, linee in rosso.**  
**Fonte: Servizio Geologico Italiano ITHACA - Italy HAZard from CAple faults.**

## 6.0 RISULTATI DELLE INDAGINI E CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE DEL SITO

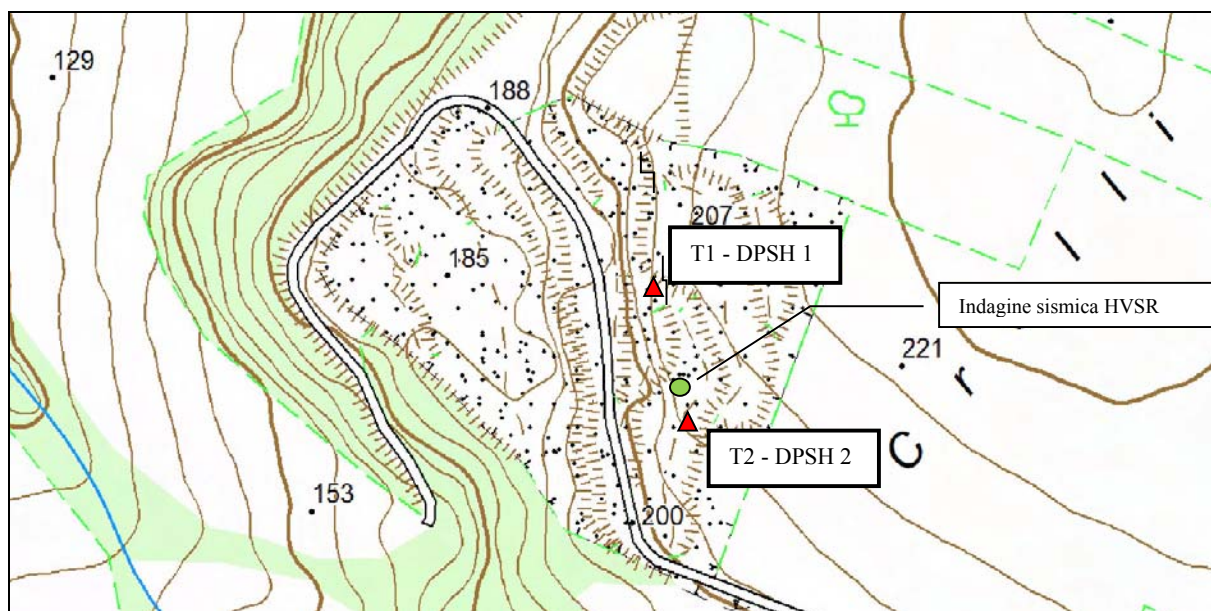
Il piano di indagine adottato nel presente studio, è stato definito in accordo con il progettista ed attuato sulla base delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche dell'area oggetto di studio.

Di fatti, vista la natura dei terreni da investigare, al fine di valutare l'assetto geologico e caratterizzare dal punto di vista sismico l'area sulla quale insiste la struttura oggetto di intervento si è optato per la realizzazione delle seguenti indagini in sito.

- ✓ n. 2 prove penetrometriche dinamiche continue tipo DPSH;
- ✓ n. 2 trincee di scavo esplorative con prelievo di campione di terreno;
- ✓ n. 1 indagine sismica HVSR al fine di valutare il parametro  $V_{s_{eq}}$ .

Le indagini condotte, unitamente all'acquisizione di dati di carattere bibliografico inerenti l'area di studio, hanno permesso di ottenere indicazioni utili per la caratterizzazione e la modellazione geologica del sottosuolo.

La corretta ubicazione delle indagini realizzate è visionabile nell'immagine di figura 6.1.



●	HVSR	Indagine sismica tipo HVSR	<b>REALIZZATA</b>
▲	T -DPSH	Prova penetrometrica dinamica pesante e trincea di scavo	<b>REALIZZATA</b>

Fig. 6.1 – Stralcio della Carta della Carta tecnica Regionale redatta scala 1:5.000 con ubicazione delle indagini condotte in sito (scala 1:1.000)

## 6.1 PROVE PENETROMETRICHE

Al fine di acquisire informazioni puntuali sulla natura litostratigrafica dei terreni presenti in sito, ed ottenere indicazioni per la caratterizzazione e la modellazione geologica del sottosuolo, sono inoltre state eseguite n. 2 prove penetrometriche dinamiche.

La seguente tabella mostra le profondità investigate nelle singole verticali, e alcune note utili in fase di progettazione.

<i>Tipo di prova penetrometrica</i>	<i>Profondità in metri dal piano di campagna</i>	<i>Quota dal piano di campagna</i>	<i>Note</i>
<b>DPSH 1</b>	12,20 metri	p.c.	Rifiuto strumentale: N colpi $\geq$ 50 per avanzamento punta di 20 cm.
<b>DPSH 2</b>	10,40 metri	p.c.	Rifiuto strumentale: N colpi $\geq$ 50 per avanzamento punta di 20 cm.

Le prove penetrometriche DPSH 1 e DPSH 2 sono state interrotte alla profondità sopra riportate, poiché a tale profondità nella verticale di indagine, è stato riscontrato un rifiuto strumentale dato da, N colpi  $\geq$  50 per un avanzamento della punta di 20 cm.

Entrambe le prove penetrometriche, sono state ubicate lungo il perimetro che caratterizza l'area oggetto di intervento.

### *Prove penetrometriche dinamiche (DPSH)*

Di seguito si riportano alcune indicazioni sulla strumentazione utilizzata nelle indagini e le metodiche di elaborazione delle stesse.

Le caratteristiche tecniche strumentali del penetrometro, e le metodologie di analisi utilizzate per la prova DPSH sono di seguito riassunte:

<b>Rif. Norme</b>	DIN 4094	<b>Peso aste a metro</b>	6.31 Kg/m
<b>Peso Massa battente</b>	63.5 Kg	<b>Profondità giunzione prima asta</b>	0,40 m
<b>Altezza di caduta libera</b>	0.75 m	<b>Avanzamento punta</b>	0,20 m
<b>Peso sistema di battuta</b>	0.63 Kg	<b>Numero colpi per punta</b>	N(20)
<b>Diametro punta conica</b>	51.00 mm	<b>Coeff. Correlazione</b>	1.48
<b>Area di base punta</b>	20.43 cm <sup>2</sup>	<b>Rivestimento/fanghi</b>	No
<b>Lunghezza delle aste</b>	1 m	<b>Angolo di apertura punta</b>	90°

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

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

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

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

#### Metodologia di elaborazione delle prove penetrometriche dinamiche (DPSH)

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*. Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

#### • **Correlazione prove DPSH con $N_{SPT}$**

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

$$N_{spt} = \delta_t N$$

dove:

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

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

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

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

in cui:

M = peso massa battente;

$M'$  = peso aste;

$H$  = altezza di caduta;

$A$  = area base punta conica;

$\delta$  = passo di avanzamento.

Le immagini di seguito riportate mostrano l'esatta ubicazione in sito delle indagini realizzate.



**Figura 6.2:** – Ubicazione della prova penetrometrica dinamica DPSH 1



**Figura 6.3:** – Ubicazione della prova penetrometrica dinamica DPSH 2

L'allegato n. 1 alla presente riporta i dati di campagna delle indagini realizzate e i relativi grafici ottenuti dall'elaborazione delle stess

## 6.2 PROVA SISMICA PASSIVA TIPO HVSR

La valutazione del rischio sismico dell'area in esame è finalizzata ad assicurare che in caso di evento sismico sia protetta la vita umana, siano limitati i danni e rimangano funzionanti le strutture essenziali agli interventi di protezione civile.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3 "D.M. del 17 Gennaio 2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»". In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella tabella 6.1, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_s$ .

I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità  $V_s$  per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo.

<b>A</b> - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
<b>B</b> - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
<b>C</b> - Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
<b>D</b> - Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
<b>E</b> - 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.

**Tab. 6.1: Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.**

I valori di  $V_s$  sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

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



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

con:

**h<sub>i</sub>**: spessore dell'*i*-esimo strato;

**V<sub>S,i</sub>**: velocità delle onde di taglio nell'*i*-esimo strato;

**N**: numero di strati;

**H**: profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

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

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio V<sub>s</sub> equivalente è definita dal parametro V<sub>S30</sub>, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Nel caso oggetto di studio, per la valutazione del parametro V<sub>s</sub> equivalente è stata acquisita una indagine sismica passiva tipo HVSr realizzata sull'area oggetto di intervento, la cui ubicazione in sito, è riportata nell'immagine visionabile alla figura 6.4.



Figura 6.4: – Ubicazione dell'indagine sismica HVSr

Tale tecnica di indagine che si basa sulla misurazione e sull'analisi del rumore ambientale, non ha messo in evidenza valori significativi del picco del rapporto H/V.

La tecnica HVSR permette in primo luogo di valutare la frequenza di vibrazione naturale di un sito. Successivamente, come ulteriore sviluppo, la stima del parametro normativo  $V_{Seq}$  attraverso un processo di inversione del problema iniziale.

Le ipotesi alla base della tecnica sono: una concentrazione del contenuto in frequenza localizzato maggiormente in quelle basse (tipicamente al di sotto dei 20 Hz); assenza di sorgenti periodiche e/o con contenuto in alte frequenze; le sorgenti di rumore sono uniformemente distribuite intorno alla stazione di registrazione. Se queste sono soddisfatte, la tecnica può essere suddivisa nelle fasi che vengono di seguito illustrate. Si esegue una registrazione del rumore ambientale lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x,y,z) con una singola stazione.

Si esegue un'operazione detta di windowing, in cui le tre tracce registrate vengono suddivise in finestre temporali di prefissata durata. Secondo le indicazioni del succitato progetto SESAME tale dimensione, detta Long Period, deve essere almeno pari ai 20 secondi. Si ottiene così un insieme di finestre "long", che sono sincronizzate fra le tracce.

Queste finestre vengono filtrate in base a dei criteri che permettono di individuare l'eventuale presenza di transienti (disturbi temporanei con grandi contributi nelle frequenze alte) o di fenomeni di saturazione.

Per ciascuna delle finestre rimanenti, quindi ritenute valide, viene valutato lo spettro di Fourier. Quest'ultimo viene sottoposto a tapering e/o lisciamento secondo una delle varie tecniche note in letteratura e ritenute all'uopo idonee.

Successivamente si prendono in considerazione gli spettri delle finestre relative alle tracce orizzontali in coppia. Ovvero, ogni spettro di una finestra per esempio della direzione X, ha il suo corrispettivo per le finestre nella direzione Y, vale a dire che sono relative a finestre temporali sincrone. Per ognuna di queste coppie viene eseguita una somma tra le componenti in frequenza secondo un determinato criterio che può essere, ad esempio, una semplice media aritmetica o una somma euclidea.

Per ciascuna coppia di cui sopra, esiste lo spettro nella direzione verticale Z, ovvero relativo alla finestra temporale sincrona a quelle della coppia. Ogni componente in frequenza di questo spettro viene usato come denominatore nel rapporto con quello della suddetta coppia. Questo permette quindi di ottenere il ricercato rapporto spettrale H/V per tutti gli intervalli temporali in cui viene suddivisa la registrazione durante l'operazione di windowing.

Eseguendo per ciascuna frequenza di tali rapporti spettrali una media sulle varie finestre, si ottiene il rapporto spettrale H/V medio, la cui frequenza di picco (frequenza in cui è localizzato il massimo valore assunto dal rapporto medio stesso) rappresenta la deducibile stima della frequenza naturale di vibrazione del sito.

Di seguito si riporta il report completo dell'indagine condotta.

## 1 - Dati sperimentali

### Dati riepilogativi:

Numero tracce: 3

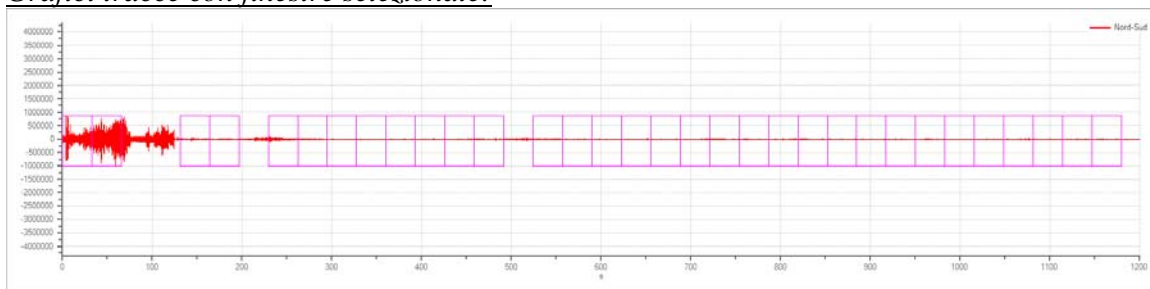
Durata registrazione: 1500 s

Frequenza di campionamento: 250.00 Hz

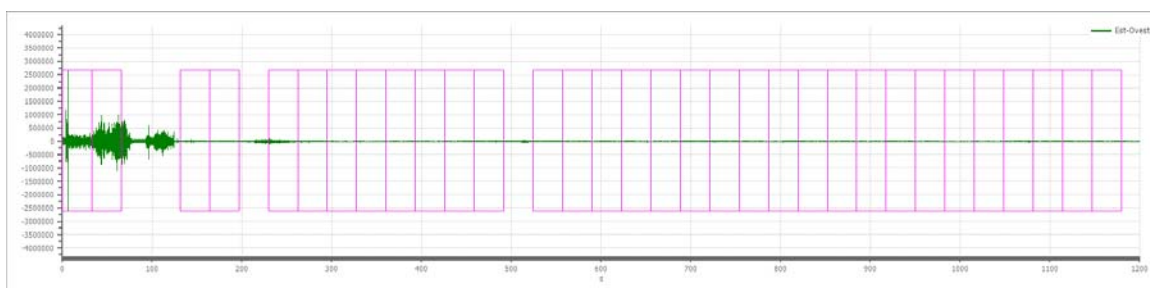
Numero campioni: 375001

Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.

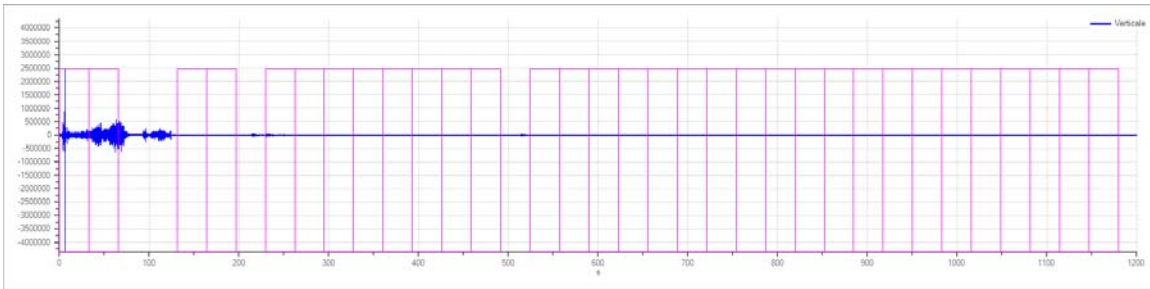
### Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest



Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

### Finestre selezionate

Dati riepilogativi:

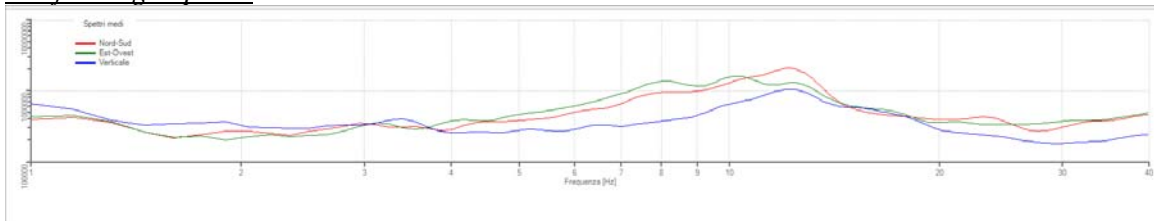
Numero totale finestre selezionate: 32  
 Numero finestre incluse nel calcolo: 30  
 Dimensione temporale finestre: 32.768 s  
 Tipo di lisciamiento: Konno & Ohmachi  
 Percentuale di lisciamiento: 10.00 %  
 Coefficiente di banda: 40.00

Tabella finestre:

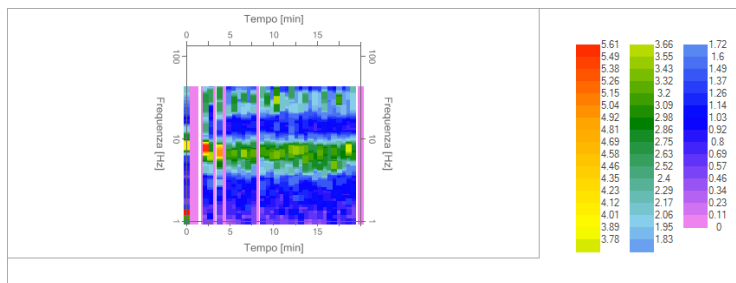
Numero finestra	Istante iniziale	Istante finale	Selezione
1	0	32.768	Inclusa
2	32.768	65.536	Esclusa
3	131.072	163.84	Inclusa
4	163.84	196.608	Inclusa
5	229.376	262.144	Inclusa
6	262.144	294.912	Esclusa
7	294.912	327.68	Inclusa
8	327.68	360.448	Inclusa
9	360.448	393.216	Inclusa
10	393.216	425.984	Inclusa
11	425.984	458.752	Inclusa
12	458.752	491.52	Inclusa
13	524.288	557.056	Inclusa
14	557.056	589.824	Inclusa
15	589.824	622.592	Inclusa
16	622.592	655.36	Inclusa
17	655.36	688.128	Inclusa
18	688.128	720.896	Inclusa
19	720.896	753.664	Inclusa
20	753.664	786.432	Inclusa
21	786.432	819.2	Inclusa
22	819.2	851.968	Inclusa
23	851.968	884.736	Inclusa
24	884.736	917.504	Inclusa
25	917.504	950.272	Inclusa
26	950.272	983.04	Inclusa
27	983.04	1015.808	Inclusa

28	1015.808	1048.576	Inclusa
29	1048.576	1081.344	Inclusa
30	1081.344	1114.112	Inclusa
31	1114.112	1146.88	Inclusa
32	1146.88	1179.648	Inclusa

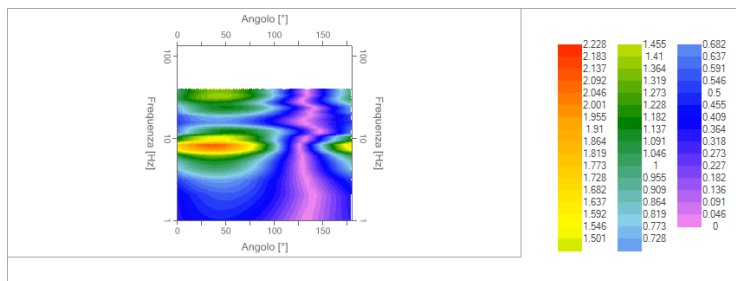
### Grafici degli spettri



Spettri medi nelle tre direzioni



Mappa della stazionarietà degli spettri



Mappa della direzionalità degli spettri

### Rapporto spettrale H/V

#### Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 40.00 Hz

Frequenza minima: 1.00 Hz

Passo frequenze: 0.15 Hz

Tipo lisciamento: Konno & Ohmachi

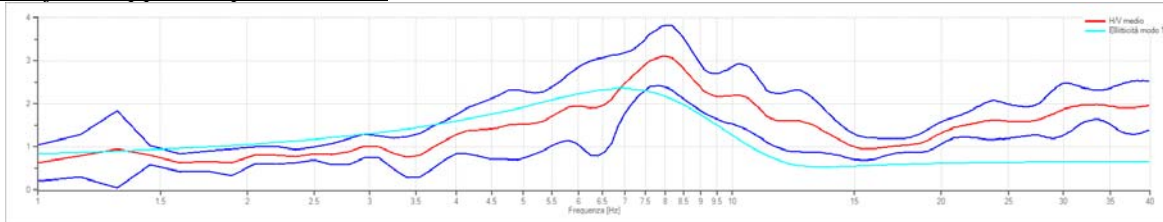
Percentuale di lisciamento: 10.00 %

Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

#### Risultati:

**Frequenza del picco del rapporto H/V: 8.05 Hz ±0.23 Hz**

**Grafico rapporto spettrale H/V**



Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Verifiche SESAME:

**Verifica**

**Esito**

$f_0 > 10/l_w$

Ok

$n_c(f_0) > 200$

Ok

$\sigma_A(f) < 2$  per  $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$  se  $f_0 > 0.5H$ .

Ok

$\sigma_A(f) < 3$  per  $0.5 \cdot f_0 < f < 2 \cdot f_0$  se  $f_0 < 0.5H$ .

Ok

$\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$

Ok

$\exists f^+ \in [f_0, 4 \cdot f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$

Ok

$A_0 > 2$

Ok

$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$

Ok

$\sigma_f < \varepsilon(f)$

Ok

$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$

Ok

**Modello stratigrafico**

Dati riepilogativi:

Numero strati: 4

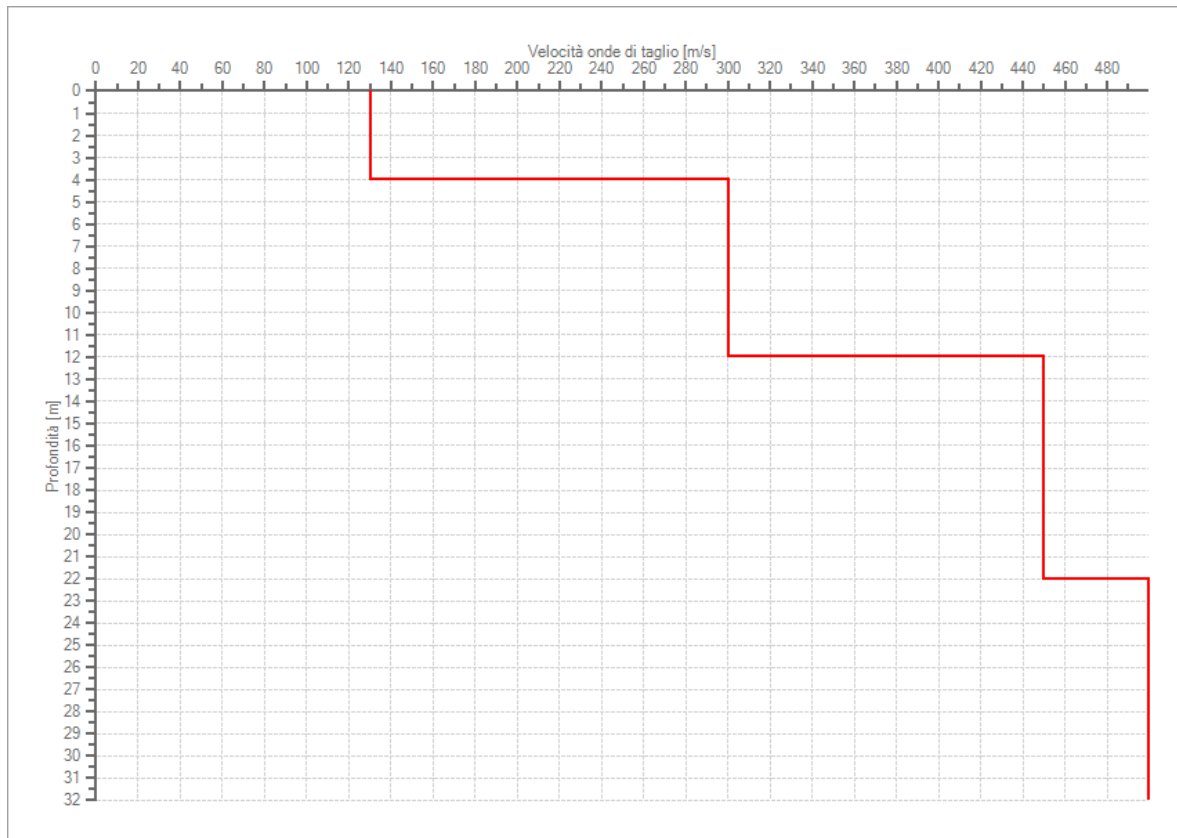
Frequenza del picco dell'ellitticità: 7.00Hz

Valore di disadattamento: -1.00

**Valore Vs equivalente: 313.62 m/s**

Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m <sup>3</sup> ]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	4	18	0.3	130
2	4	8	18	0.3	300
3	12	10	19	0.3	450
4	22	10	20	0.3	500



Profilo delle velocità delle onde di taglio.

### **Risultati finali**

Classificazione della categoria di sottosuolo secondo quanto previsto nella tabella delle NTC: il sottosuolo, a partire dal livello del piano di posa delle fondazioni, può essere assimilato alla **categoria si sottosuolo 'C': con valore di  $V_{s30}$  pari a circa 336,39 [m/s]**

*“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s”.*

### **6.3 TRINCEE ESPLORATIVE**

Al fine di ricostruire l'assetto litostratigrafico locale e verificare lo spessore dei terreni di copertura posti al di sopra dei litotipi sabbiosi è stato programmato ed eseguito uno scavo esplorativo con mezzo escavatore meccanico. La trincea realizzata, larga circa 1.0 metri e profonda circa 4.0 metri ha permesso di ottenere una stratigrafia dei primi metri di terreno e ottenere un idoneo campione di terreno da sottoporre ad analisi di laboratorio geotecnico.

A profondità comprese tra 1,00÷2,00 metri dal locale piano di campagna sono stati prelevati mediante una fustella metallica tipo Shelby, n. 2 campioni di terreno sui quali sono state effettuate alcune tipologie di analisi di laboratorio di carattere geotecnico.

I certificati di laboratorio ottenuti sono visionabili all'allegato n. 2 della presente.

L'immagine di figura 6.5 mostra la corretta ubicazione in sito degli scavi realizzati.



**Figura 6.5:** –Trincee esplorative TR2 e TR1 condotte all'interno dell'area di cava



## **7.0 PROFILO STRATIGRAFICO E INDICAZIONI SULLE CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI DI SITO**

Le indagini condotte ed i dati acquisiti, hanno avuto il compito di fornire informazioni puntuali sulla natura litostratigrafica dei terreni presenti in sito, ed ottenere dei dati adeguati ed utili per fornire indicazioni sulla caratterizzazione e modellazione geologica del sottosuolo.

Infatti, la correlazione tra l'interpretazione delle indagini condotte, i dati di carattere bibliografico, unitamente al rilevamento geologico e geomorfologico di dettagliato ha permesso la ricostruzione di un modello geologico a più ampia scala dalla quale è possibile valutare la distribuzione spaziale dei depositi studiati e, fornire delle indicazioni sui valori dei principali parametri fisico-meccanici dei litotipi presenti in sito.

Un accorgimento di carattere stratigrafico e quindi geotecnico, consiste nel fatto che la natura deposizionale dei terreni presenti nell'area di studio, fa ritenere possibile la tendenza degli strati a presentarsi secondo geometrie lenticolari, caratterizzati da possibili/probabili discontinuità laterali e verticali di facies, che si traduce, in una variabilità degli spessori dei litotipi investigati.

Di seguito verrà quindi delineata una stratigrafia semplificata, utilizzata nelle verifiche di stabilità di versante di seguito riportate, che tenga debitamente conto di quanto sopra esposto.

- **Stratigrafia semplificata**

<b>Descrizione Litologica</b>	<b>Unità litotecnica</b>
<b>Terreno limoso argilloso a diverso tenore sabbioso</b>	A
<b>Sabbia con limo e lenti ciottolose</b>	B

I parametri geotecnici forniti in questo studio sono da intendersi, calcolati in media per ogni singolo orizzonte individuato nella stratigrafia di sito, ed ottenuti sulla base di dati diretti e bibliografici.

La successione stratigrafica schematica del sito, a partire dal piano campagna dell'area oggetto di intervento, con indicazioni sui valori dei relativi parametri fisico-meccanici, è così rappresentata a partire dall'alto verso il basso:

Unità litotecnica	Profondità dal p.c. (m)	(Yn) (t/m <sup>3</sup> )	(Ys) (t/m <sup>3</sup> )	(Cu) (Kg/cm <sup>2</sup> )	(c') (Kg/cm <sup>2</sup> )	(Φ') (°)	(Ed) (Kg/cm <sup>2</sup> )
A	10,00÷11,00	1,82÷1,86	1,95÷1,98	0,25÷0,30	0,015÷0,06	23÷26	15÷20
B	20,00÷25,00	1,85÷1,95	1,93÷2,03	--	--	29÷31	80÷100

**Dove:**

**(Yn)** = Peso di volume naturale del terreno

**(Ys)** = Peso di volume saturo del terreno

**(Cu)** = Coesione non drenata

**(c')** = Coesione efficace (drenata)

**(Φ')** = Angolo di attrito interno

**(Ed)** = Modulo edometrico

\*\* profondità dello strato desunto da indagini geofisiche e informazioni di carattere bibliografico

Relativamente alla circolazione idrica superficiale dell'area studiata, dalle indagini acquisite e realizzate, non è stato identificato un livello piezometrico sul sito di studio.

Non si esclude in ogni caso la presenza di livelli idrici più superficiali, confinati all'interno degli orizzonti permeabili ivi presenti, influenzati peraltro dalle precipitazioni e soggetto ad oscillazioni di carattere stagionale.

## 7.1 PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

L'azione sismica di progetto, in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definisce a partire dalla “*pericolosità sismica di base*” del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

La pericolosità sismica di base viene definita come la componente della pericolosità sismica dovuta alle caratteristiche sismologiche dell'area (tipo, dimensioni e profondità delle sorgenti sismiche, energia e frequenza dei terremoti). Essa calcola (generalmente in maniera probabilistica), per una certa regione e in un determinato periodo di tempo, i valori di parametri corrispondenti a prefissate probabilità di eccedenza. La scala di studio è solitamente regionale. Una delle finalità di questi studi è la classificazione sismica a vasta scala del territorio, finalizzata alla programmazione delle attività di prevenzione e alla pianificazione dell'emergenza. Costituisce una base per la definizione del terremoto di riferimento per studi di microzonazione sismica.

La pericolosità sismica del territorio nazionale è definita convenzionalmente, nei modi previsti dalle NTC, in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  su sito di riferimento rigido (di categoria A) con superficie topografica orizzontale (di categoria T1), in condizioni di campo libero (assenza di manufatti), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, nel periodo di riferimento VR.

Le forme spettrali sono definite, per la generica PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima al sito;

$F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_C^*$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

$a_g$ , il valore previsto dalla pericolosità sismica S1

$F_0$  e  $T_C^*$  i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC08 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

Vita nominale (Vn): 50 [anni]  
Classe d'uso: II  
Coefficiente d'uso (Cu): 1  
Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]  
Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]  
Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]  
Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto  
Latitudine (WGS84): 42,3277702 [°]  
Longitudine (WGS84): 14,2815571 [°]  
Latitudine (ED50): 42,3287392 [°]  
Longitudine (ED50): 14,2824488 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	26540	42,332620	14,234170	3992,09
2	26541	42,332170	14,301800	1635,88
3	26763	42,282170	14,301170	5402,08
4	26762	42,282620	14,233600	6514,13

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

#### Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	Ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,047	2,449	0,285
SLD	50	0,058	2,488	0,310
	72	0,069	2,477	0,325
	101	0,079	2,492	0,334
	140	0,091	2,475	0,343
	201	0,106	2,483	0,350
SLV	475	0,149	2,489	0,361
SLC	975	0,194	2,501	0,365
	2475	0,269	2,529	0,371

#### Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	Ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,043	2,484	0,285
SLD	50	0,054	2,485	0,314
	72	0,062	2,529	0,330
	101	0,071	2,514	0,341
	140	0,080	2,555	0,351
	201	0,092	2,539	0,362
SLV	475	0,126	2,513	0,405
SLC	975	0,162	2,539	0,409

	2475	0,220	2,571	0,409
--	------	-------	-------	-------

**Punto 3**

Stato limite	Tr [anni]	Ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,045	2,463	0,286
SLD	50	0,056	2,491	0,314
	72	0,065	2,508	0,329
	101	0,075	2,509	0,339
	140	0,085	2,520	0,349
	201	0,098	2,526	0,357
SLV	475	0,136	2,527	0,373
SLC	975	0,177	2,535	0,378
	2475	0,243	2,561	0,383

**Punto 4**

Stato limite	Tr [anni]	Ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,049	2,449	0,283
SLD	50	0,061	2,482	0,309
	72	0,072	2,469	0,324
	101	0,083	2,480	0,333
	140	0,096	2,469	0,341
	201	0,112	2,467	0,348
SLV	475	0,157	2,477	0,358
SLC	975	0,205	2,489	0,363
	2475	0,284	2,523	0,369

**Punto d'indagine**

Stato limite	Tr [anni]	Ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,045	2,469	0,285
SLD	50	0,056	2,486	0,312
SLV	475	0,136	2,505	0,385
SLC	975	0,176	2,524	0,389

## 7.2 PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1,000

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica T2: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media maggiore di 15°

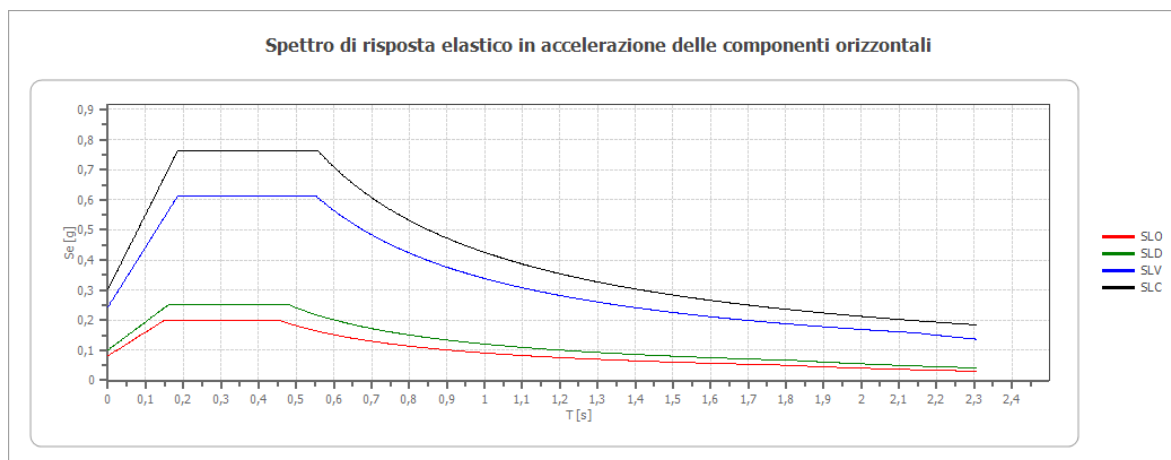
### Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,016	0,020	0,059	0,073
kv	0,008	0,010	0,029	0,036
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,797	0,989	2,392	2,969
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

### Fronti di cavo e rilevati

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0,047	0,093	--
kv	--	0,024	0,046	--
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,797	0,989	2,392	2,969
Beta	--	0,470	0,380	--

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

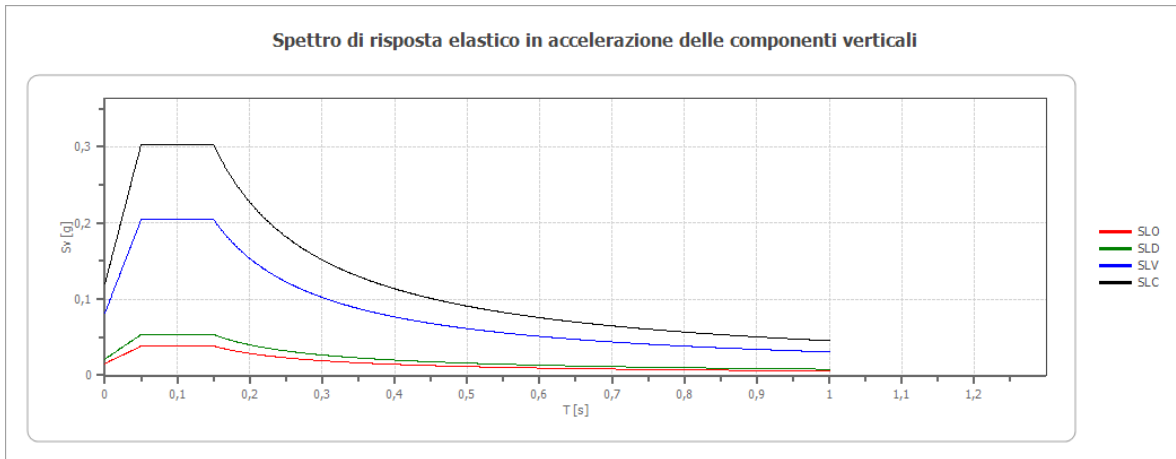


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,045	2,469	0,285	1,500	1,590	1,200	1,800	1,000	0,151	0,453	1,781	0,081	0,201
SLD	1,0	0,056	2,486	0,312	1,500	1,540	1,200	1,800	1,000	0,160	0,481	1,824	0,101	0,251
SLV	1,0	0,136	2,505	0,385	1,490	1,440	1,200	1,788	1,000	0,185	0,554	2,146	0,244	0,611
SLC	1,0	0,176	2,524	0,389	1,430	1,430	1,200	1,716	1,000	0,186	0,557	2,306	0,303	0,764

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1,000



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,045	2,469	0,285	1	1,590	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000	0,016	0,038
SLD	1,0	0,056	2,486	0,312	1	1,540	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000	0,021	0,053
SLV	1,0	0,136	2,505	0,385	1	1,440	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000	0,082	0,205
SLC	1,0	0,176	2,524	0,389	1	1,430	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000	0,120	0,303

## **8.0 ANALISI DI STABILITA' DEL PENDIO**

Visto che l'area oggetto di studio si colloca in una porzione di versante dove è stata svolta una attività di tipo estrattiva, allo stato attuale dei luoghi, si è optato per effettuare l'analisi di stabilità volta a verificare i coefficienti di sicurezza minimi per le porzioni di versante dell'area di studio.

La ricostruzione della morfometria dei luoghi è stata ottenuta, realizzando in sito un rilievo topografico di dettaglio, effettuato da personale specializzato che si identifica nella figura professionale del Geometra David Costantini, per mezzo di apposita apparecchiatura topografica dedicata.

Lo stesso ha provveduto a fornire allo scrivente n. 2 profili topografici sui quali sono state condotte le verifiche di stabilità di seguito riportate (vedi tavole allegate alla relazione tecnica).



### 8.1 ANALISI DI STABILITA' CON IL METODO DELL'EQUILIBRIO LIMITE

Sul tratto di versante interessato sono state condotte le verifiche di stabilità, con il metodo dell'equilibrio limite su n. 2 sezioni topografiche, al fine di verificarne il coefficiente di sicurezza minimo.

Le analisi sono state realizzate per il sistema di gradonature presenti in sito, verificandone la stabilità complessiva su molteplici superfici di scorrimento calcolate.

Le sezioni sono state ubicate come da planimetrie di figura 8.1 (sezione 1 e sezione 2).



Figura 8.1: Stralcio di foto aerea non in scala con ubicazione delle tracce delle sezioni topografiche.

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio ( $\tau$ ) e confrontate con la resistenza disponibile ( $\tau_f$ ), valutata secondo il criterio di rottura di Coulomb, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza:

$$F = \tau_f / \tau$$

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (Culman), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (Fellenius, Bishop, Janbu ecc.).

Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.

### **Metodo dei conci**

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di conci. Se il numero dei conci è pari a  $n$ , il problema presenta le seguenti incognite:

- a)  $n$  valori delle forze normali  $N_i$  agenti sulla base di ciascun concio;
- b)  $n$  valori delle forze di taglio alla base del concio  $T_i$ ;
- c)  $(n-1)$  forze normali  $E_i$  agenti sull'interfaccia dei conci;
- d)  $(n-1)$  forze tangenziali  $X_i$  agenti sull'interfaccia dei conci;
- e)  $n$  valori della coordinata  $a$  che individua il punto di applicazione delle  $E_i$ ;
- f)  $(n-1)$  valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle  $X_i$ ;
- g) una incognita costituita dal fattore di sicurezza  $F$ .

Complessivamente le incognite sono  $(6n-2)$ .

Mentre le equazioni a disposizione sono:

- h) equazioni di equilibrio dei momenti  $n$ ;
- i) equazioni di equilibrio alla traslazione verticale  $n$ ;
- j) equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale  $n$ ;
- k) equazioni relative al criterio di rottura  $n$ .

Totale numero di equazioni  $4n$ .

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a :

$$i = (6n - 2) - (4n) = 2n - 2$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a  $(n-2)$  in quanto si fa l'assunzione che  $N_i$  sia applicato nel punto medio della striscia. Ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

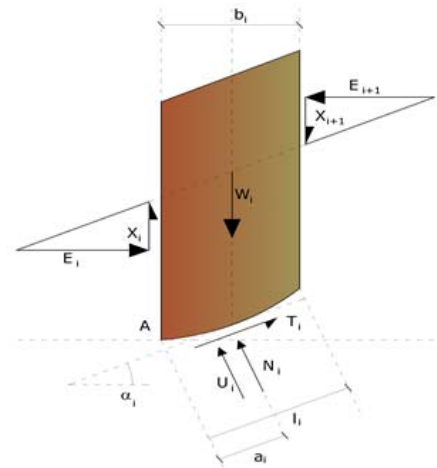
I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le (n-2) indeterminazioni.

Le verifiche di stabilità sono state condotte utilizzando il **Metodo di Bishop** in cui la superficie di scorrimento è supposta circolare.

Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali. Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$$\sum F_y = 0, \quad \sum M_0 = 0 \quad \text{Criterio di rottura}$$

$$F = \frac{\sum \{c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i\} \times \frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$



I valori di F e di  $\Delta X$  per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre  $\Delta X = 0$  ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di **Bishop ordinario**, gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1 %.

### Valutazione dell'azione sismica

La stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene verificata con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica vengono considerate le seguenti forze:

$$F_H = K_x W$$

$$F_V = K_y W$$

Essendo:

- $F_H$  e  $F_V$  rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;
- $W$  peso concio;
- $K_x$  coefficiente sismico orizzontale;
- $K_y$  coefficiente sismico verticale.

### **Ricerca della superficie di scorrimento critica**

In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminarne un numero elevato di potenziali superfici.

Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da  $m$  righe e  $n$  colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia  $m \times n$  e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

Nei paragrafi seguenti si riportano i report delle verifiche di stabilità realizzate.

### 8.1.1 RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE S1

#### Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Lat./Long.	42,3277702331543/14,2815570831299
Calcolo eseguito secondo	[A2+M2+R2]
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,0
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

#### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	1,45 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	45,48 m
Ascissa vertice destro superiore xs	54,28 m
Ordinata vertice destro superiore ys	61,83 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

#### Sisma

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,058
Coefficiente azione sismica verticale	0,029

#### Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,78	30,38
2	0,84	30,38
3	5,62	25,88
4	8,61	25,86
5	12,84	22,93
6	17,13	22,76
7	20,72	20,47
8	26,69	19,88
9	30,83	19,28
10	41,01	19,18
11	45,83	17,09
12	51,33	16,27

### Vertici strato .....1

N	X (m)	y (m)
1	0,78	23,75
2	3,25	21,8
3	8,62	16,75
4	14,4	13,31
5	26,69	11,53
6	38,51	11,53
7	51,33	8,68

### Coefficienti parziali azioni

---



---

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,3
Favorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0

---



---

### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

---



---

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

---



---

### Stratigrafia

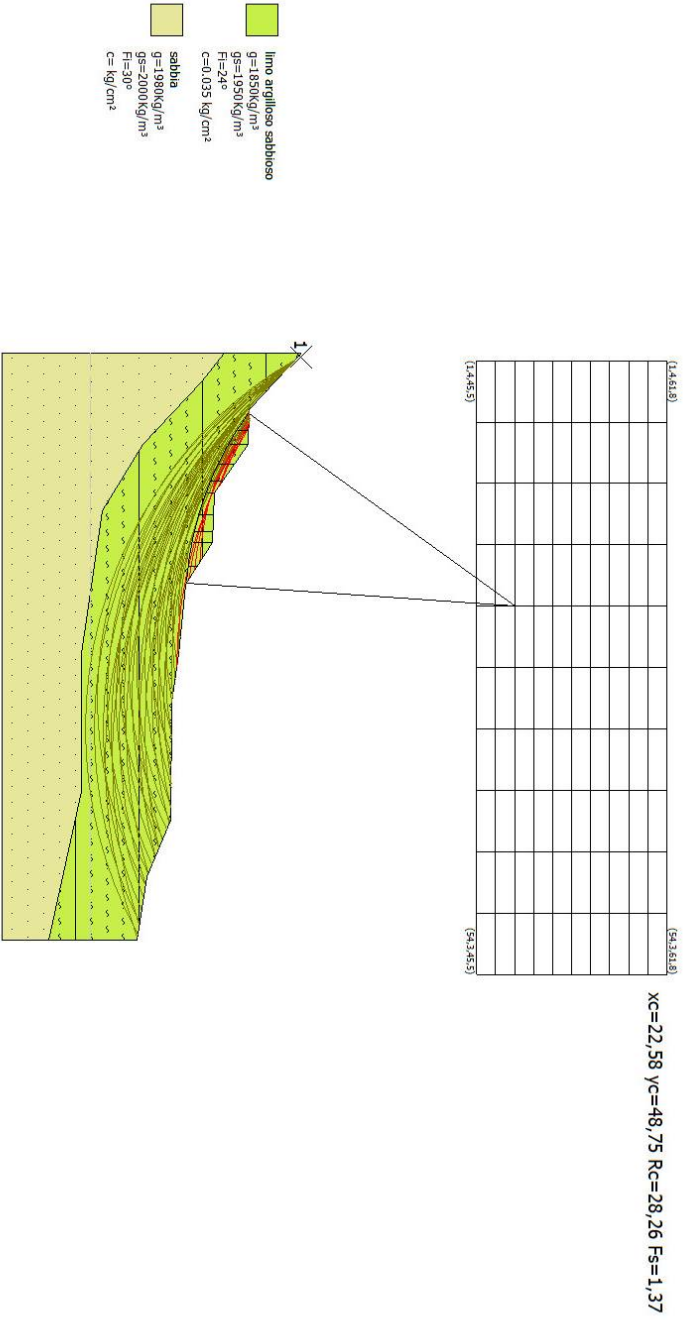
Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia	
1	0.035	24	1850	1950	limo argilloso debolmente sabbioso	
2	--	30	1980	2000	sabbia	

### Risultati analisi pendio [[A2+M2+R2]]

<b><i>Fs minimo individuato</i></b>	<b><i>1,37</i></b>
Ascissa centro superficie	22,58 m
Ordinata centro superficie	48,75 m
Raggio superficie	28,26 m

### Numero di superfici esaminate....(43)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	19,9	46,3	24,7	1,61
2	22,6	45,5	26,3	18,18
3	25,2	46,3	28,9	18,18
4	27,9	45,5	30,7	18,18
5	30,5	46,3	33,4	18,18
6	19,9	47,9	25,7	1,43
7	22,6	47,1	27,2	18,18
8	25,2	47,9	29,8	18,18
9	27,9	47,1	31,6	18,18
10	30,5	47,9	34,2	18,18
11	22,6	48,7	28,3	1,37
12	25,2	49,6	30,8	18,18
13	27,9	48,7	32,5	18,18
14	30,5	49,6	35,1	18,18
15	33,1	48,7	36,9	18,18
16	22,6	50,4	29,4	1,58
17	25,2	51,2	31,9	18,18
18	27,9	50,4	33,4	18,18
19	30,5	51,2	36,0	18,18
20	33,1	50,4	37,8	18,18
21	22,6	52,0	30,5	1,45
22	25,2	52,8	33,0	18,18
23	27,9	52,0	34,4	18,18
24	30,5	52,8	37,0	18,18
25	33,1	52,0	38,7	18,18
26	25,2	54,5	34,1	1,52
27	27,9	53,7	35,5	18,18
28	30,5	54,5	38,0	18,18
29	33,1	53,7	39,6	18,18
30	25,2	56,1	35,3	1,48
31	27,9	55,3	36,6	18,18
32	33,1	55,3	40,6	18,18
33	27,9	56,9	37,7	18,18
34	30,5	57,7	40,2	18,18
35	33,1	56,9	41,6	18,18
36	35,8	57,7	44,2	18,18
37	27,9	58,6	38,9	1,79
38	30,5	59,4	41,3	18,18
39	35,8	59,4	45,2	18,18
40	27,9	60,2	40,1	1,51
41	30,5	61,0	42,5	18,18
42	33,1	60,2	43,8	18,18
43	33,1	61,8	44,9	18,18





### 8.1.2 RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE S2

#### Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Lat./Long.	42,3277702331543/14,2815570831299
Calcolo eseguito secondo	[A2+M2+R2]
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,0
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

#### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	10,4 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	58,3 m
Ascissa vertice destro superiore xs	69,89 m
Ordinata vertice destro superiore ys	77,46 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

#### Sisma

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,058
Coefficiente azione sismica verticale	0,029

#### Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	1,91	35,74
2	8,28	31,41
3	8,86	31,12
4	13,38	31,08
5	16,13	29,38
6	23,33	25,31
7	27,77	25,22
8	33,42	22,56
9	38,75	20,41
10	44,42	20,26
11	55,79	14,3
12	59,4	14,02

### Vertici strato .....1

N	X (m)	y (m)
1	1,91	28,63
2	17,12	17,06
3	29,56	13,31
4	42,32	10,37
5	53,82	7,61
6	59,4	7,14

### Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,3
Favorevoli: Permanenti, variabili	1,0	1,0

### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

### Stratigrafia

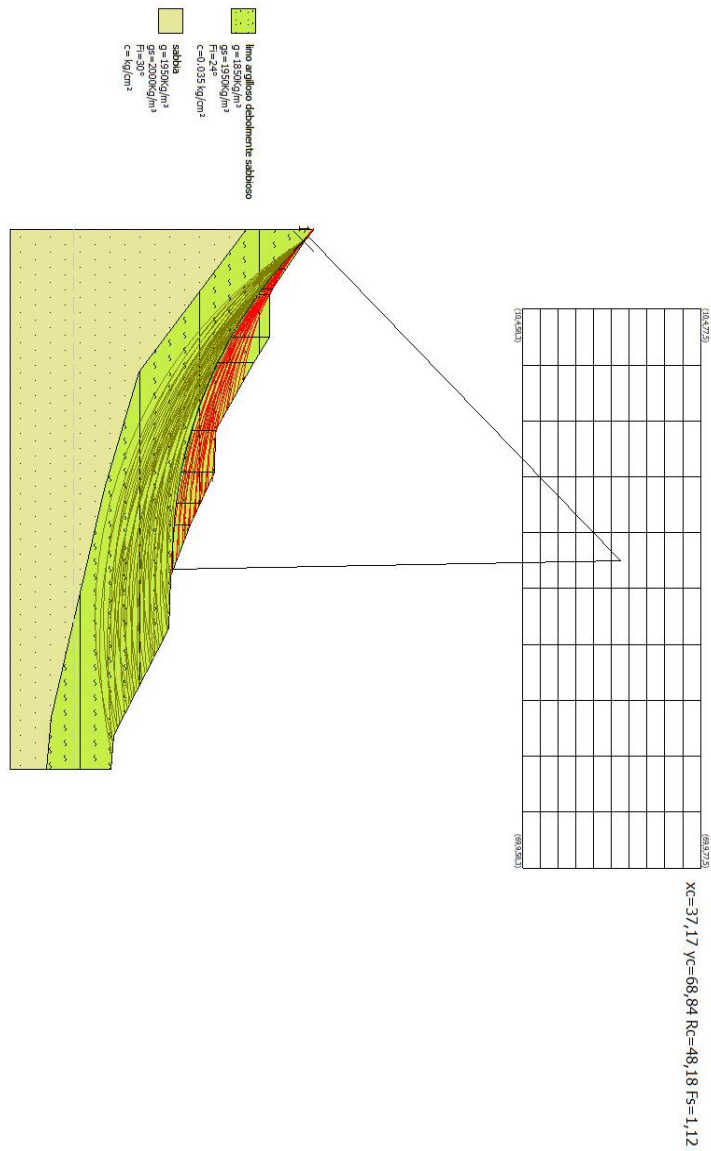
Strato	Coesione (kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso saturo (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0.035	24	1850	1950	limo argilloso debolmente sabbioso
2	--	30	1950	2000	sabbia

**Risultati analisi pendio [[A2+M2+R2]]**

<b><i>Fs minimo individuato</i></b>		<b><i>1,12</i></b>
Ascissa centro superficie		37,17 m
Ordinata centro superficie		68,84 m
Raggio superficie		48,18 m

**Numero di superfici esaminate....(64)**

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	22,3	58,3	30,4	1,68
2	25,3	59,3	33,0	1,26
3	28,3	58,3	34,4	18,18
4	31,2	59,3	37,3	18,18
5	34,2	58,3	39,0	18,18
6	37,2	59,3	42,0	18,18
7	40,1	58,3	43,9	18,18
8	43,1	59,3	46,9	18,18
9	25,3	61,2	34,5	1,39
10	28,3	60,2	35,8	1,20
11	31,2	61,2	38,6	18,18
12	34,2	60,2	40,2	18,18
13	37,2	61,2	43,1	18,18
14	40,1	60,2	44,9	18,18
15	43,1	61,2	47,9	18,18
16	25,3	63,1	36,0	1,57
17	28,3	62,1	37,2	1,23
18	31,2	63,1	39,9	1,18
19	34,2	62,1	41,4	18,18
20	37,2	63,1	44,3	18,18
21	40,1	62,1	46,1	18,18
22	43,1	63,1	49,0	18,18
23	28,3	64,0	38,6	1,22
24	31,2	65,0	41,3	1,21
25	34,2	64,0	42,7	18,18
26	37,2	65,0	45,6	18,18
27	40,1	64,0	47,2	18,18
28	43,1	65,0	50,2	18,18
29	28,3	66,0	40,1	1,34
30	31,2	66,9	42,7	1,26
31	34,2	66,0	44,0	1,15
32	37,2	66,9	46,8	18,18
33	40,1	66,0	48,4	18,18
34	43,1	66,9	51,3	18,18
35	46,1	66,0	53,1	18,18
36	31,2	68,8	44,2	1,18
37	34,2	67,9	45,4	1,17
38	37,2	68,8	48,2	1,12
39	40,1	67,9	49,7	18,18
40	43,1	68,8	52,6	18,18
41	46,1	67,9	54,3	18,18
42	34,2	69,8	46,8	1,20
43	37,2	70,8	49,6	1,14
44	40,1	69,8	51,0	18,18
45	43,1	70,8	53,8	18,18
46	46,1	69,8	55,5	18,18
47	34,2	71,7	48,3	1,26
48	37,2	72,7	51,0	1,17
49	40,1	71,7	52,3	18,18
50	43,1	72,7	55,1	18,18
51	46,1	71,7	56,7	18,18
52	34,2	73,6	49,8	1,32
53	37,2	74,6	52,4	1,20
54	40,1	73,6	53,7	18,18
55	43,1	74,6	56,5	18,18
56	46,1	73,6	58,0	18,18
57	49,1	74,6	60,8	18,18
58	37,2	76,5	53,9	1,25
59	40,1	75,5	55,1	1,14
60	43,1	76,5	57,8	18,18
61	46,1	75,5	59,3	18,18
62	49,1	76,5	62,1	18,18
63	40,1	77,5	56,5	1,16
64	46,1	77,5	60,6	18,18



Sono state quindi analizzate molteplici di scorrimento presenti sul versante analizzato, al fine di ricercare quella con il minore fattore di sicurezza e, dai risultati esposti, si nota che il versante nelle attuali condizioni risulta stabile con un valore del FS <sub>minimo</sub> compresp tra 1,37 e 1,12.

## 9.0 SINTESI DEI DATI E RACCOMANDAZIONI

Scopo del presente studio è stato quello di fornire indicazioni sulla caratterizzazione, la modellazione geologica e sismica del lotto di terreno su cui sono previsti gli interventi inerenti la chiusura della cava di proprietà della ditta Morale Franco & Mario s.n.c, nonché di evidenziare la presenza di eventuali elementi di pericolosità di natura geologica all'interno dello stesso

*Sulla base delle indicazioni di carattere sismico, geologico, stratigrafico e geomorfologico inerenti i terreni interessati dalle opere in progetto, si è ricavato quanto segue:*

- La successione stratigrafica schematica del sito, consultabile nel capitolo dedicato, risulta essere caratterizzata da diversi orizzonti aventi diverse caratteristiche litotecniche e/o geotecniche. Un accorgimento di carattere stratigrafico e quindi geotecnico, consiste nel fatto che la natura deposizionale dei terreni presenti in sito, fa ritenere possibile la tendenza degli strati a presentarsi secondo geometrie lenticolari, caratterizzati da possibili discontinuità laterali e verticali di facies, che si traduce, in una variabilità degli spessori dei litotipi investigati.
- Relativamente alla circolazione idrica superficiale dell'area studiata, al momento del rilevamento e delle indagini, non è stata identificata la presenza di un livello piezometrico; non si esclude in ogni caso la presenza di piccoli livelli idrici superficiali confinati all'interno degli orizzonti permeabili ivi presenti, influenzati peraltro dalle precipitazioni e soggetto ad oscillazioni di carattere stagionale
- Dal punto di vista sismico, è stata condotta sul sito un'indagine sismica passiva tipo HVSR, che ha permesso classificare il suolo di fondazione del sito in oggetto, assegnando allo stesso la categoria di sottosuolo "C".
- Il sito ricade in un'area caratterizzato da una categoria topografica equivalente a T2.

Alla luce dei risultati ottenuti dalle indagini effettuate e dalle analisi condotte successivamente, si ritiene che con le attuali condizioni di carattere morfologico, idrogeologico e stratigrafico a contorno, il valore del fattore di sicurezza ( $F_s$ ) sia superiore a 1 e quindi a favore dell'equilibrio dei versanti oggetto di studio.

Si raccomanda comunque di:

- 1) realizzare un adeguato sistema di drenaggio e raccolta delle acque superficiali (sia perimetrale che interno al sito), al fine di evitare infiltrazioni delle stesse e la degradazione delle caratteristiche meccaniche che costituiscono i terreni presenti nell'area di studio.

2) mantenere la pendenza delle gradonature attualmente presenti nell'area di cava con angoli di inclinazione non superiori ai  $25^{\circ}\div 30^{\circ}$ , al fine di mantenere l'equilibrio odierno che caratterizza l'area di studio.

Qualora in fase esecutiva si rilevi che la situazione stratigrafica differisca da quanto descritto nella presente relazione, e/o per ogni eventuale problema, si raccomanda di interpellare per tempo il sottoscritto al fine di ricercare, anche mediante la predisposizione di ulteriori indagini atte a definire il modello geotecnico, soluzioni mirate ad ottimizzare in ogni caso le scelte tecniche.

Si rimane a disposizione per eventuali chiarimenti.

Tanto si doveva in adempimento dell'incarico ricevuto.

Giuliano Teatino, Aprile 2019

il tecnico incaricato  
**(Dott. Geol. Giovanni Barone)**

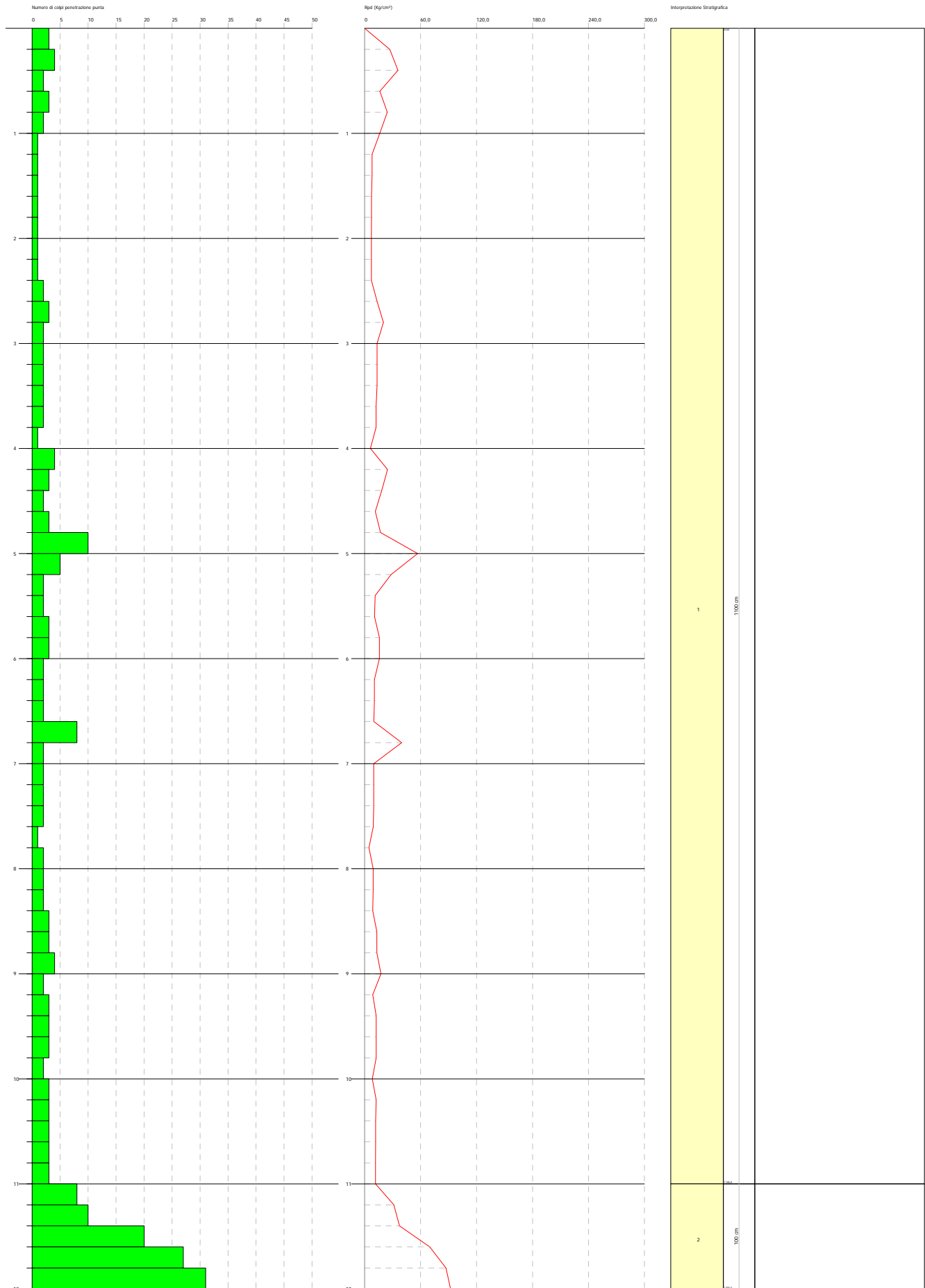
# ALLEGATI

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 1 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Comitente: Ditta Gioi Barone Giovanni  
Deduzione: Casa  
Località: Giuliano Teulino (CH)

Data: 20/03/2019

Scala: 1:50



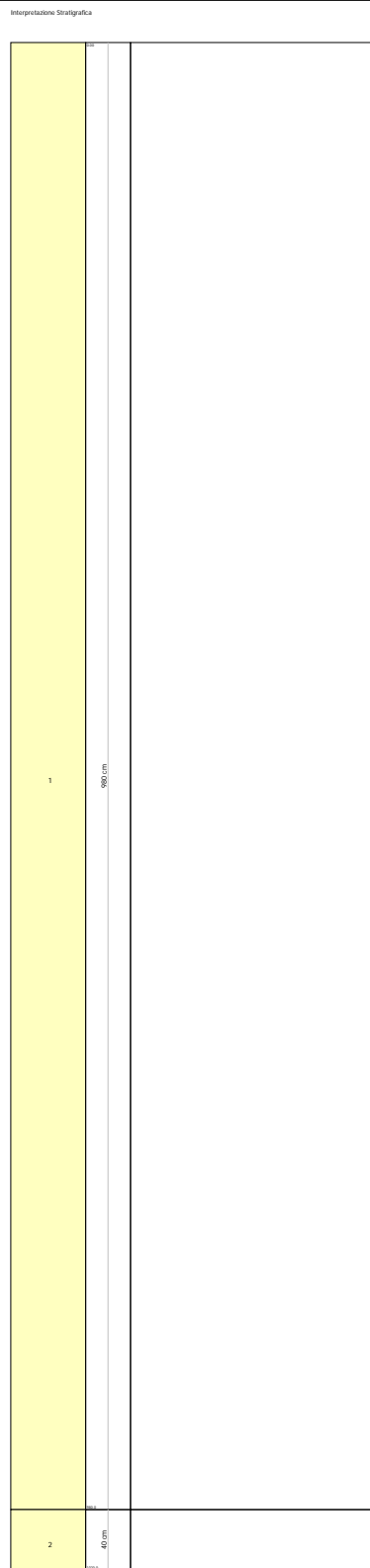
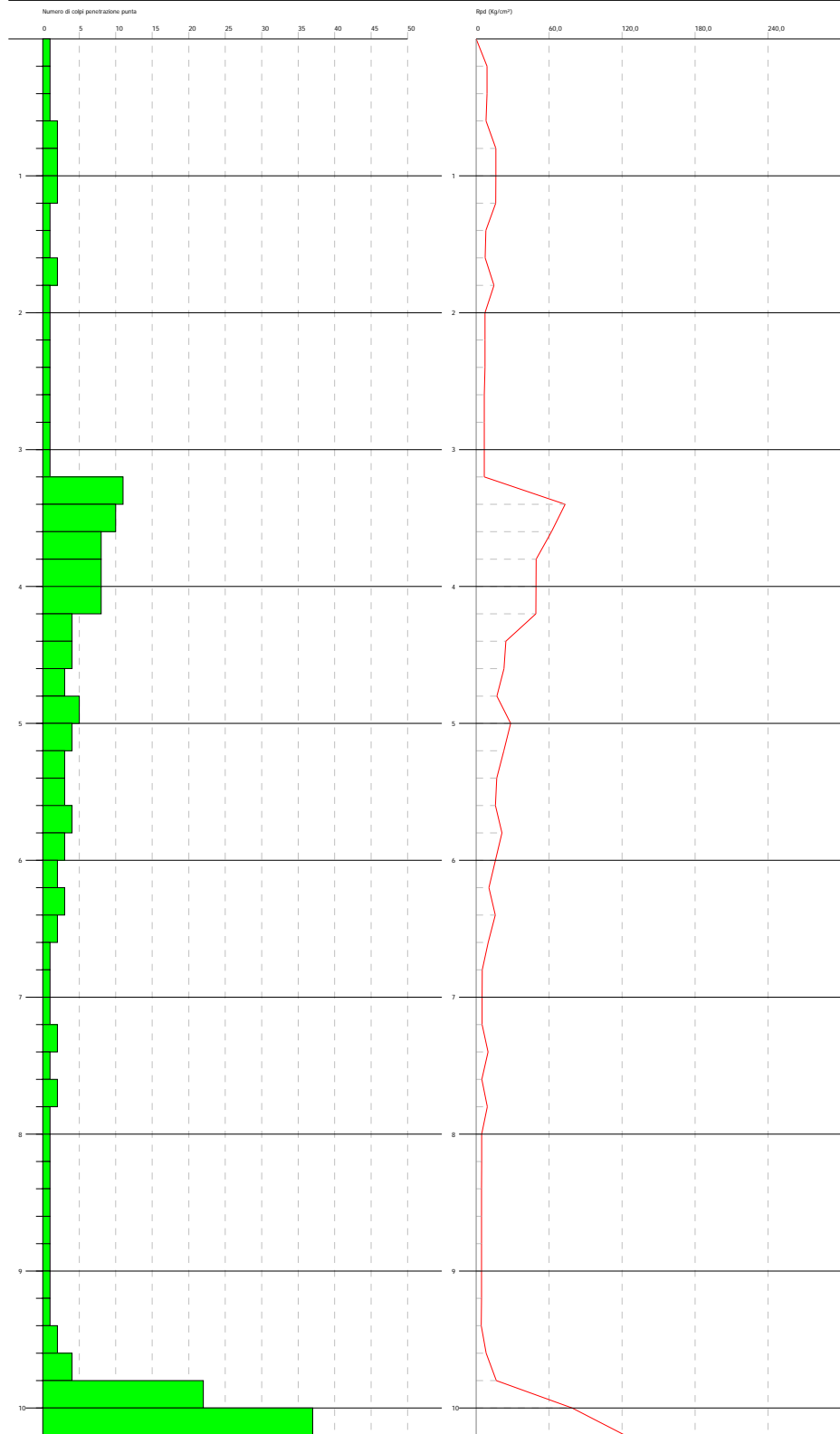


**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 2**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**

Committente: Dist. Cost. Baroni Giovanni  
 Direzione: Cava  
 Località: Giuliano Terno (CN)

Data: 20/03/2019

Scala 1:50



---

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

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

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

---

PROVA ...DPSH 1

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 20/03/2019

Profondità prova 12,00 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	3	0,855	26,94	31,52	1,35	1,58
0,40	4	0,851	35,76	42,03	1,79	2,10
0,60	2	0,847	16,34	19,29	0,82	0,96
0,80	3	0,843	24,40	28,93	1,22	1,45
1,00	2	0,840	16,20	19,29	0,81	0,96
1,20	1	0,836	8,06	9,64	0,40	0,48
1,40	1	0,833	8,03	9,64	0,40	0,48
1,60	1	0,830	7,39	8,91	0,37	0,45
1,80	1	0,826	7,36	8,91	0,37	0,45
2,00	1	0,823	7,34	8,91	0,37	0,45
2,20	1	0,820	7,31	8,91	0,37	0,45
2,40	1	0,817	7,28	8,91	0,36	0,45
2,60	2	0,814	13,49	16,56	0,67	0,83
2,80	3	0,811	20,16	24,85	1,01	1,24
3,00	2	0,809	13,39	16,56	0,67	0,83
3,20	2	0,806	13,35	16,56	0,67	0,83
3,40	2	0,803	13,31	16,56	0,67	0,83
3,60	2	0,801	12,39	15,47	0,62	0,77
3,80	2	0,798	12,35	15,47	0,62	0,77
4,00	1	0,796	6,16	7,74	0,31	0,39
4,20	4	0,794	24,56	30,94	1,23	1,55
4,40	3	0,791	18,37	23,21	0,92	1,16
4,60	2	0,789	11,45	14,51	0,57	0,73
4,80	3	0,787	17,14	21,77	0,86	1,09
5,00	10	0,785	56,97	72,57	2,85	3,63
5,20	5	0,783	28,41	36,28	1,42	1,81
5,40	2	0,781	11,34	14,51	0,57	0,73
5,60	2	0,779	10,65	13,67	0,53	0,68
5,80	3	0,777	15,94	20,50	0,80	1,03
6,00	3	0,775	15,90	20,50	0,79	1,03
6,20	2	0,774	10,58	13,67	0,53	0,68
6,40	2	0,772	10,55	13,67	0,53	0,68
6,60	2	0,770	9,95	12,92	0,50	0,65
6,80	8	0,769	39,72	51,66	1,99	2,58
7,00	2	0,767	9,91	12,92	0,50	0,65
7,20	2	0,766	9,89	12,92	0,49	0,65
7,40	2	0,764	9,87	12,92	0,49	0,65
7,60	2	0,763	9,34	12,24	0,47	0,61
7,80	1	0,761	4,66	6,12	0,23	0,31
8,00	2	0,760	9,30	12,24	0,47	0,61

8,20	2	0,759	9,29	12,24	0,46	0,61
8,40	2	0,757	9,27	12,24	0,46	0,61
8,60	3	0,756	13,19	17,45	0,66	0,87
8,80	3	0,755	13,17	17,45	0,66	0,87
9,00	4	0,753	17,53	23,27	0,88	1,16
9,20	2	0,752	8,75	11,63	0,44	0,58
9,40	3	0,751	13,11	17,45	0,66	0,87
9,60	3	0,750	12,47	16,63	0,62	0,83
9,80	3	0,749	12,45	16,63	0,62	0,83
10,00	2	0,748	8,29	11,08	0,41	0,55
10,20	3	0,747	12,41	16,63	0,62	0,83
10,40	3	0,746	12,40	16,63	0,62	0,83
10,60	3	0,744	11,82	15,88	0,59	0,79
10,80	3	0,743	11,80	15,88	0,59	0,79
11,00	3	0,742	11,79	15,88	0,59	0,79
11,20	8	0,741	31,39	42,34	1,57	2,12
11,40	10	0,740	39,18	52,92	1,96	2,65
11,60	20	0,689	69,81	101,28	3,49	5,06
11,80	27	0,638	87,26	136,72	4,36	6,84
12,00	31	0,587	92,18	156,98	4,61	7,85

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	NSPT
11	2,56	18,21	3,76
12	19,2	98,05	28,22

PROVA ...DPSH 2

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 20/03/2019

Profondità prova 10,20 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	1	0,855	8,98	10,51	0,45	0,53
0,40	1	0,851	8,94	10,51	0,45	0,53
0,60	1	0,847	8,17	9,64	0,41	0,48
0,80	2	0,843	16,27	19,29	0,81	0,96
1,00	2	0,840	16,20	19,29	0,81	0,96
1,20	2	0,836	16,13	19,29	0,81	0,96
1,40	1	0,833	8,03	9,64	0,40	0,48
1,60	1	0,830	7,39	8,91	0,37	0,45
1,80	2	0,826	14,73	17,82	0,74	0,89
2,00	1	0,823	7,34	8,91	0,37	0,45
2,20	1	0,820	7,31	8,91	0,37	0,45
2,40	1	0,817	7,28	8,91	0,36	0,45
2,60	1	0,814	6,74	8,28	0,34	0,41
2,80	1	0,811	6,72	8,28	0,34	0,41
3,00	1	0,809	6,70	8,28	0,33	0,41
3,20	1	0,806	6,68	8,28	0,33	0,41
3,40	11	0,803	73,19	91,10	3,66	4,55
3,60	10	0,801	61,95	77,36	3,10	3,87
3,80	8	0,798	49,41	61,88	2,47	3,09
4,00	8	0,796	49,26	61,88	2,46	3,09
4,20	8	0,794	49,12	61,88	2,46	3,09
4,40	4	0,791	24,49	30,94	1,22	1,55
4,60	4	0,789	22,91	29,03	1,15	1,45
4,80	3	0,787	17,14	21,77	0,86	1,09
5,00	5	0,785	28,48	36,28	1,42	1,81
5,20	4	0,783	22,73	29,03	1,14	1,45
5,40	3	0,781	17,00	21,77	0,85	1,09
5,60	3	0,779	15,97	20,50	0,80	1,03
5,80	4	0,777	21,25	27,34	1,06	1,37
6,00	3	0,775	15,90	20,50	0,79	1,03
6,20	2	0,774	10,58	13,67	0,53	0,68
6,40	3	0,772	15,83	20,50	0,79	1,03
6,60	2	0,770	9,95	12,92	0,50	0,65
6,80	1	0,769	4,96	6,46	0,25	0,32
7,00	1	0,767	4,95	6,46	0,25	0,32
7,20	1	0,766	4,94	6,46	0,25	0,32
7,40	2	0,764	9,87	12,92	0,49	0,65
7,60	1	0,763	4,67	6,12	0,23	0,31
7,80	2	0,761	9,32	12,24	0,47	0,61
8,00	1	0,760	4,65	6,12	0,23	0,31
8,20	1	0,759	4,64	6,12	0,23	0,31

8,40	1	0,757	4,64	6,12	0,23	0,31
8,60	1	0,756	4,40	5,82	0,22	0,29
8,80	1	0,755	4,39	5,82	0,22	0,29
9,00	1	0,753	4,38	5,82	0,22	0,29
9,20	1	0,752	4,38	5,82	0,22	0,29
9,40	1	0,751	4,37	5,82	0,22	0,29
9,60	2	0,750	8,31	11,08	0,42	0,55
9,80	4	0,749	16,60	22,17	0,83	1,11
10,00	22	0,648	78,98	121,93	3,95	6,10
10,20	37	0,597	122,34	205,07	6,12	10,25

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	NSPT
9,8	2,59	19,48	3,81
10,2	29,5	163,5	43,37



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



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

Data: 29/11/2018

Certificato: 281118

RIFERIMENTI COMMESSA		INFORMAZIONI GENERALI SUL CAMPIONE IN INGRESSO			
Il Richiedente:	Dott. Geol. Barone Giovanni	Alterazioni Esterne:	<input type="checkbox"/>	Tipologia Campionatore SHELBY	Data Prelievo 16/11/2018
Verbale di Accettazione N°:	541118	Data:	16/11/2018		
Riferimento Ordine N°:		Data:			
		Ditta che ha effettuato il prelievo Non Dichiarato			

INTESTAZIONE CERTIFICATO ED IDENTIFICAZIONE CAMPIONE				
Committente:	Ditta Morale Snc			
Cantiere:	Verifica di stabilità fronti di ripristino			
Sondaggio:	T1	Campione:	1	Profondità da m: 1,00 a m: 1,50

TRACCIABILITA'	
Codice Campione:	GBT1
Consegna Campione:	16/11/2018
Apertura:	26/11/2018
Inizio Prove:	26/11/2018
Fine Prove:	29/11/2018

ESCLUSIONI / ANOMALIE / DIFFORMITA' / NOTE
Non Riscrontrate

PROVE ESEGUITE	ID PROVA	PAG.	NORMATIVE DI RIFERIMENTO
Descrizione Macroscopica e Caratteristiche Fisiche	GBT1DeMaCaFi	2	Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio - AGI,1994 Classificazione delle terre: ASTM D 2487-85 D3282-83
Contenuto d'Acqua	GBT1W	3	ASTM D2166
Taglio Diretto	GBT1TD	4-5	Raccomandazioni AGI 1997
	<b>Totale Pag.</b>	5	

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. Legnini Manila

Il Direttore  
Dott. Geol. Luca Di Matteo



N° Certificato: 2811118	Committente: Ditta Morale Snc	Consegna: 16/11/2018	Sondaggio: T1
Data: 29/11/2018	Cantiere: Verifica di stabilità fronti di ripristino	Apertura: 26/11/2018	Campione: 1
		Inizio Prova: 26/11/2018	da mt: 1,00
		Fine Prova: 29/11/2018	a mt: 1,50

### DESCRIZIONE CAMPIONE

Lunghezza: 28 cm.      Diametro: 8,5 cm.      Classe di Qualità: Non Dichiarata

Descrizione Macroscopica: Limo argilloso sabbioso avana chiaro giallastro con diffuse venature ocracee. Presesnta diffuse concrezioni carbonatiche, clasti eterometrici e grumi carboniosi.

### CARATTERISTICHE FISICHE DEL CAMPIONE

Peso Specifico (*):	2,7 g/cm <sup>3</sup>	Limite del ritiro:	%	Contenuto Naturale Acqua:	23,51 %
Densità Naturale:	1,864 g/cm <sup>3</sup>	Limite Liquido:	- %	Grado di Saturazione:	80,43 %
Densità secca:	1,509 g/cm <sup>3</sup>	Limite Plastico:	- %	Indice di Attività:	-
Densità satura:	1,950 g/cm <sup>3</sup>	Porosità:	0,44 %	Indice dei Vuoti:	0,789

Indice di Plasticità IP: -

Indice di Consistenza IC: -

Grado di Plasticità: -

Stato:

Class. Granulometrica (M.I.T.)

Class. Granulometrica (USCS):

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



cm.	Resistenza Pocket Kg/cm <sup>2</sup>	Resist. Vanetest Kg/cm <sup>2</sup>	Consistenza	Collocazione Prove Meccaniche
10	1-1,1		CONSISTENTE	
20	1,3-1,5		CONSISTENTE	Taglio Diretto
30	1,4-1,6		CONSISTENTE	Taglio Diretto
40	-			
50	-			
60	-			

(\*):Ove non specificatamente richiesto, viene assegnato un peso specifico di 2,7 g/cm<sup>3</sup>



N° Certificato: 2811118	Committente: Ditta Morale Snc	Consegna: 16/11/2018	Sondaggio: T1
Data: 29/11/2018	Cantiere: Verifica di stabilità fronti di ripristino	Apertura: 26/11/2018	Campione: 1
		Inizio Prova: 26/11/2018	da mt: 1,00
		Fine Prova: 29/11/2018	a mt: 1,50

## CONTENUTO NATURALE D'ACQUA ASTM D2166

Contenuto d'Acqua Medio (%): 23,56

Passo N°	Contenitore N°	Tara (g)	Peso Lordo Umido (g)	Peso Lordo Secco (g)	Contenuto Acqua (%)
1	34	12,71	33,5	29,54	23,53
2	40	13,57	30,6	27,35	23,58

ID Prova: W

N° Certificato: 2811118	Committente: Ditta Morale Snc	Consegna: 16/11/2018	Sondaggio: T1
Data: 29/11/2018	Cantiere: Verifica di stabilità fronti di ripristino	Apertura: 26/11/2018	Campione: 1
		Inizio Prova: 26/11/2018	da mt: 1,00
		Fine Prova: 29/11/2018	a mt: 1,50

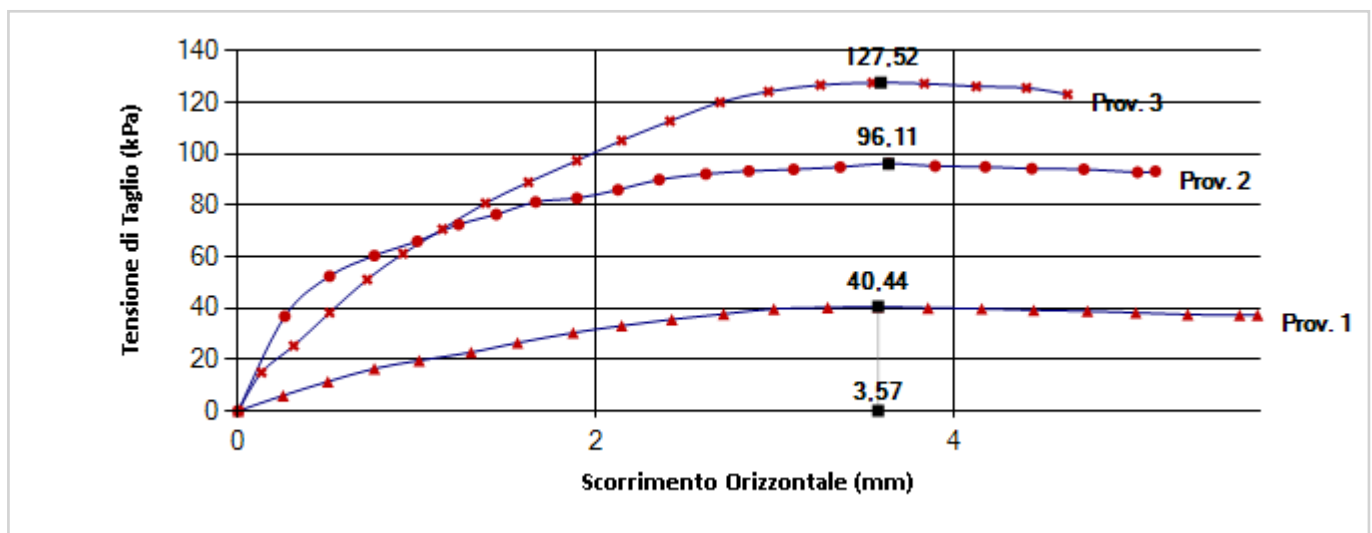
## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

*Raccomandazioni AGI 1997*

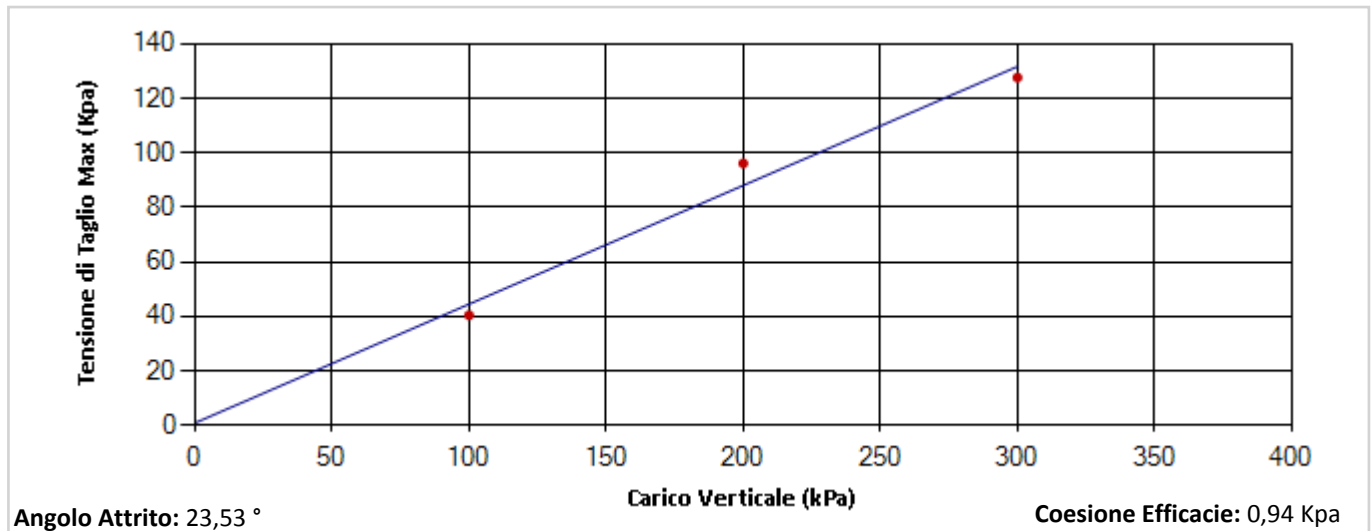
### CONDIZIONI INIZIALI E DATI RELATIVI ALLA CONSOLIDAZIONE ED ALLA FASE DI ROTTURA

Prov. N.	Altezza H (cm)	Sezione A (cm <sup>2</sup> )	Cont. Acq. W (%)	Densità Nat. Yn (g/cm <sup>3</sup> )	CONSOLIDAZIONE 24H		Velocità Def. (micron/min)	CARATTERISTICHE A ROTTURA			
					$\sigma_v$ (Kpa)	$\delta h$ (mm)		$\sigma_v$ (Kpa)	$\epsilon$ (mm)	$\tau$ (Kpa)	$\delta T$ (h)
1	2,00	36,45	23,56	1,852	100,00	0,75	4,00	100,00	3,57	40,44	14,89
2	1,78	36,06	21,92	1,901	200,00	1,52	4,00	200,00	3,63	96,11	15,13
3	2,00	36,51	24,88	1,838	300,00	1,74	4,00	300,00	3,59	127,52	14,95

### DIAGRAMMA SFORZO DI TAGLIO - SCORRIMENTO ORIZZONTALE



### DIAGRAMMA SFORZO DI TAGLIO - CARICO VERTICALE



N° Certificato: 2811118	Committente: Ditta Morale Snc	Consegna: 16/11/2018	Sondaggio: T1
Data: 29/11/2018	Cantiere: Verifica di stabilità fronti di ripristino	Apertura: 26/11/2018	Campione: 1
		Inizio Prova: 26/11/2018	da mt: 1,00
		Fine Prova: 29/11/2018	a mt: 1,50

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Raccomandazioni AGI 1997

### DATI SPERIMENTALI

#### PROVINO 1

Tempo $\delta T$ (h)	Deformaz. Verticale $\delta h$ (mm)	Deformaz. Orizzont. $\epsilon$ (mm)	Sforzo di Taglio $\tau$ (Kpa)
0,00	0,75	0	0,000
1,00	-	0,25	5,926
2,00	-	0,5	11,328
3,00	-	0,76	16,428
4,00	-	1,01	19,531
5,00	-	1,3	22,733
6,00	-	1,56	26,433
7,00	-	1,87	30,335
8,00	-	2,14	33,034
9,00	-	2,42	35,536
10,00	-	2,71	37,635
11,00	-	2,99	39,638
12,00	-	3,29	40,137
13,00	-	3,57	40,436
14,00	-	3,85	40,038
15,00	-	4,15	39,737
16,00	-	4,44	39,136
17,00	-	4,74	38,738
18,00	-	5,01	38,137
19,00	-	5,3	37,438
20,00	-	5,59	37,136
20,37	-	5,69	37,237

#### PROVINO 2

Tempo $\delta T$ (h)	Deformaz. Verticale $\delta h$ (mm)	Deformaz. Orizzont. $\epsilon$ (mm)	Sforzo di Taglio $\tau$ (Kpa)
0,00	1,52	0	0,000
1,00	-	0,26	36,750
2,00	-	0,51	52,354
3,00	-	0,76	60,341
4,00	-	1	65,918
5,00	-	1,23	72,438
6,00	-	1,44	76,339
7,00	-	1,66	81,209
8,00	-	1,89	82,673
9,00	-	2,12	85,948
10,00	-	2,35	89,900
11,00	-	2,61	92,047
12,00	-	2,85	93,225
13,00	-	3,1	93,855
14,00	-	3,36	94,770
15,00	-	3,63	96,106
16,00	-	3,89	95,139
17,00	-	4,17	94,823
18,00	-	4,43	94,143
19,00	-	4,72	93,932
20,00	-	5,02	92,729
20,35	-	5,12	93,123

#### PROVINO 3

Tempo $\delta T$ (h)	Deformaz. Verticale $\delta h$ (mm)	Deformaz. Orizzont. $\epsilon$ (mm)	Sforzo di Taglio $\tau$ (Kpa)
0,00	1,74	0	0,000
1,00	-	0,13	14,933
2,00	-	0,31	25,275
3,00	-	0,51	38,159
4,00	-	0,72	51,044
5,00	-	0,92	61,126
6,00	-	1,14	70,649
7,00	-	1,38	80,734
8,00	-	1,62	88,855
9,00	-	1,89	97,258
10,00	-	2,14	105,103
11,00	-	2,41	112,665
12,00	-	2,69	119,945
13,00	-	2,96	124,147
14,00	-	3,25	126,669
15,00	-	3,54	127,510
16,00	-	3,83	127,228
17,00	-	4,12	126,108
18,00	-	4,4	125,549
19,00	-	4,63	123,027

**Data: 29/11/2018**
**Certificato: 2821118**

RIFERIMENTI COMMESSA		INFORMAZIONI GENERALI SUL CAMPIONE IN INGRESSO			
Il Richiedente:	Dott. Geol. Barone Giovanni	Alterazioni Esterne:	<input type="checkbox"/>	Tipologia Campionatore SHELBY	Data Prelievo 16/11/2018
Verbale di Accettazione N°:	541118	Data:	16/11/2018		
Riferimento Ordine N°:		Data:			
		Ditta che ha effettuato il prelievo Non Dichiarato			

INTESTAZIONE CERTIFICATO ED IDENTIFICAZIONE CAMPIONE				
Committente:	Ditta Morale Snc			
Cantiere:	Verifica di stabilità fronti di ripristino			
Sondaggio:	T2	Campione:	1	Profondità da m: 1,50 a m: 2,00

TRACCIABILITA'	
Codice Campione:	BGT2
Consegna Campione:	16/11/2018
Apertura:	26/11/2018
Inizio Prove:	26/11/2018
Fine Prove:	29/11/2018

ESCLUSIONI / ANOMALIE / DIFFORMITA' / NOTE
Presenza di concrezioni carbonatiche hanno condizionato la preparazione dei provini del taglio diretto.

PROVE ESEGUITE	ID PROVA	PAG.	NORMATIVE DI RIFERIMENTO
Descrizione Macroscopica e Caratteristiche Fisiche	BGT2DeMaCaFi	2	Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio - AGI,1994 Classificazione delle terre: ASTM D 2487-85 D3282-83
Contenuto d'Acqua	BGT2W	3	ASTM D2166
Taglio Diretto	BGT2TD	4-5	Raccomandazioni AGI 1997
	<b>Totale Pag.</b>	5	

 Lo Sperimentatore  
 Dott. Geol. Legnini Manila



 Il Direttore  
 Dott. Geol. Luca Di Matteo




N° Certificato: 2821118	Committente: Ditta Morale Snc	Consegna: 16/11/2018	Sondaggio: T2
Data: 29/11/2018	Cantiere: Verifica di stabilità fronti di ripristino	Apertura: 26/11/2018	Campione: 1
		Inizio Prova: 26/11/2018	da mt: 1,50
		Fine Prova: 29/11/2018	a mt: 2,00

### DESCRIZIONE CAMPIONE

Lunghezza: 20 cm.	Diametro: 8,5 cm.	Classe di Qualità: Non Dichiarata
Descrizione Macroscopica: Limo argilloso marrone brunastro con diffuse grumi e lenti di concrezioni carbonatiche		

### CARATTERISTICHE FISICHE DEL CAMPIONE

Peso Specifico (*): 2,7 g/cm <sup>3</sup>	Limite del ritiro: - %	Contenuto Naturale Acqua: 15,99 %
Densità Naturale: 1,821 g/cm <sup>3</sup>	Limite Liquido: - %	Grado di Saturazione: 59,98 %
Densità secca: 1,570 g/cm <sup>3</sup>	Limite Plastico: - %	Indice di Attività: -
Densità satura: 1,988 g/cm <sup>3</sup>	Porosità: 0,42 %	Indice dei Vuoti: 0,720

Indice di Plasticità IP:	-
Indice di Consistenza IC:	-
Grado di Plasticità:	-
Stato:	
Class. Granulometrica (M.I.T.):	
Class. Granulometrica (USCS):	

### DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



cm.	Resistenza Pocket Kg/cm <sup>2</sup>	Resist. Vanetest Kg/cm <sup>2</sup>	Consistenza	Collocazione Prove Meccaniche
10	5,8-6		ESTREMAMENTE CONSISTENTE	Taglio Diretto
20	5,5-6		ESTREMAMENTE CONSISTENTE	Taglio Diretto
30	-			
40	-			
50	-			
60	-			

(\*):Ove non specificatamente richiesto, viene assegnato un peso specifico di 2,7 g/cm<sup>3</sup>

N° Certificato: 2821118	Committente: Ditta Morale Snc	Consegna: 16/11/2018	Sondaggio: T2
Data: 29/11/2018	Cantiere: Verifica di stabilità fronti di ripristino	Apertura: 26/11/2018	Campione: 1
		Inizio Prova: 26/11/2018	da mt: 1,50
		Fine Prova: 29/11/2018	a mt: 2,00

## CONTENUTO NATURALE D'ACQUA ASTM D2166

Contenuto d'Acqua Medio (%): 16,01

Passo N°	Contenitore N°	Tara (g)	Peso Lordo Umido (g)	Peso Lordo Secco (g)	Contenuto Acqua (%)
1	15	13,38	34,04	31,06	16,86
2	49	13,07	31,61	29,17	15,16

ID Prova: W

N° Certificato: 2821118	Committente: Ditta Morale Snc	Consegna: 16/11/2018	Sondaggio: T2
Data: 29/11/2018	Cantiere: Verifica di stabilità fronti di ripristino	Apertura: 26/11/2018	Campione: 1
		Inizio Prova: 26/11/2018	da mt: 1,50
		Fine Prova: 29/11/2018	a mt: 2,00

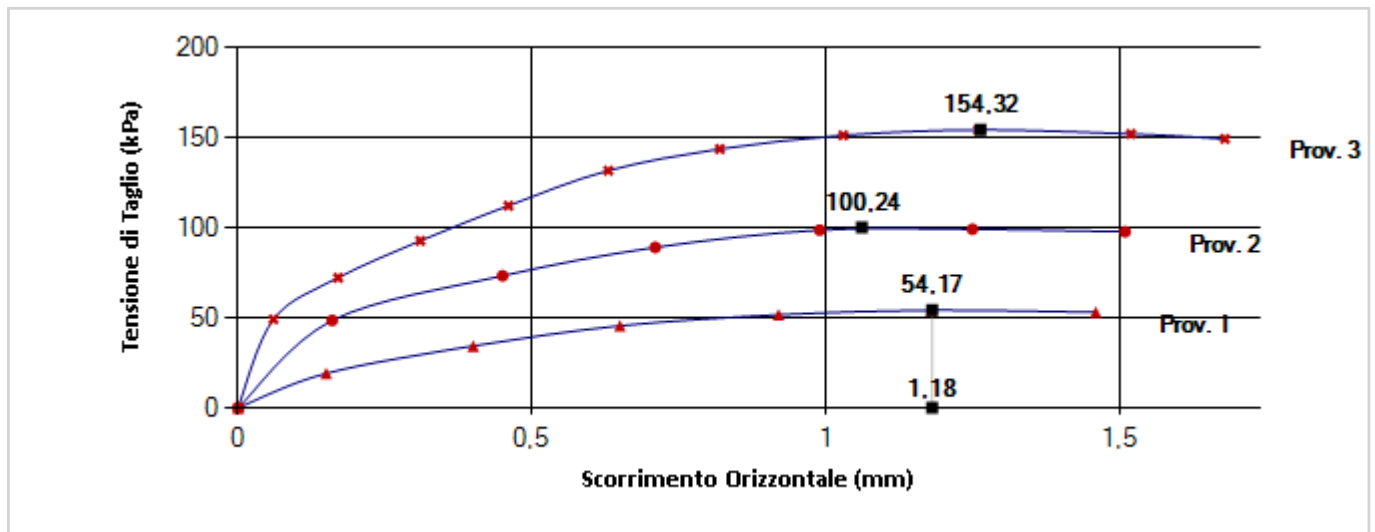
## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

*Raccomandazioni AGI 1997*

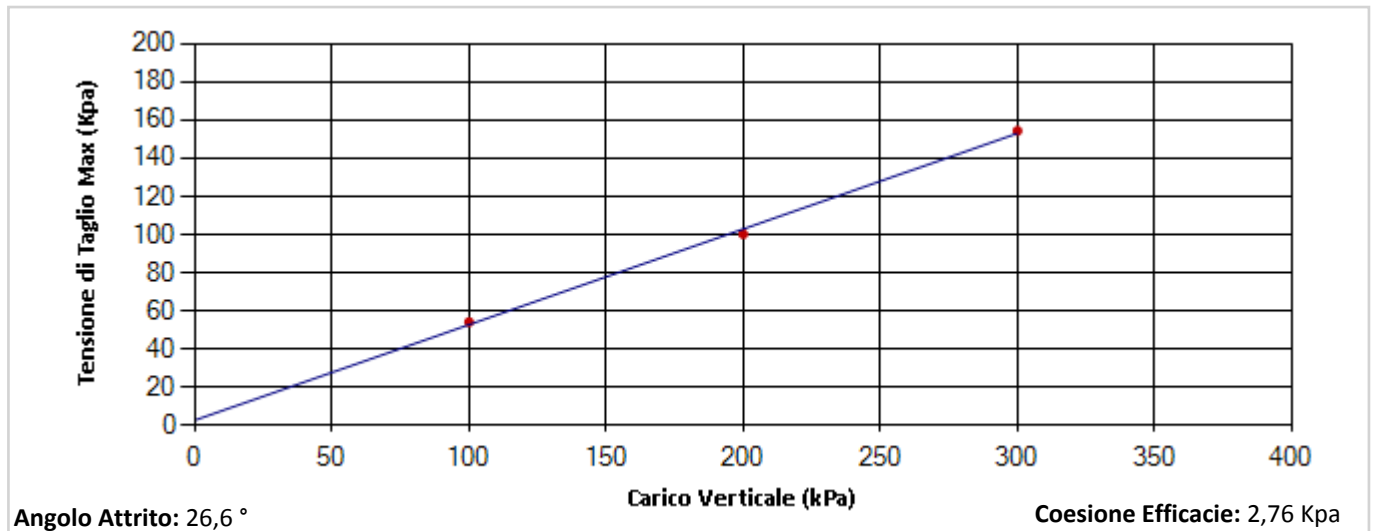
### CONDIZIONI INIZIALI E DATI RELATIVI ALLA CONSOLIDAZIONE ED ALLA FASE DI ROTTURA

Prov. N.	Altezza H (cm)	Sezione A (cm <sup>2</sup> )	Cont. Acq. W (%)	Densità Nat. Yn (g/cm <sup>3</sup> )	CONSOLIDAZIONE 24H		Velocità Def. (micron/min)	CARATTERISTICHE A ROTTURA			
					$\sigma_v$ (Kpa)	$\delta h$ (mm)		$\sigma_v$ (Kpa)	$\epsilon$ (mm)	$\tau$ (Kpa)	$\delta T$ (h)
1	2,00	36,51	14,09	1,849	100,00	0,59	4,00	100,00	1,18	54,17	4,92
2	2,00	36,51	16,59	1,716	200,00	1,45	4,00	200,00	1,06	100,24	4,42
3	2,00	36,51	17,22	1,898	300,00	0,96	4,00	300,00	1,26	154,32	5,26

### DIAGRAMMA SFORZO DI TAGLIO - SCORRIMENTO ORIZZONTALE



### DIAGRAMMA SFORZO DI TAGLIO - CARICO VERTICALE



N° Certificato: 2821118	Committente: Ditta Morale Snc	Consegna: 16/11/2018	Sondaggio: T2
Data: 29/11/2018	Cantiere: Verifica di stabilità fronti di ripristino	Apertura: 26/11/2018	Campione: 1
		Inizio Prova: 26/11/2018	da mt: 1,50
		Fine Prova: 29/11/2018	a mt: 2,00

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Raccomandazioni AGI 1997

### DATI SPERIMENTALI

#### PROVINO 1

Tempo $\delta T$ (h)	Deformaz. Verticale $\delta h$ (mm)	Deformaz. Orizzont. $\epsilon$ (mm)	Sforzo di Taglio $\tau$ (Kpa)
0,00	0,59	0	0,000
1,00	-	0,15	19,132
2,00	-	0,4	34,336
3,00	-	0,65	45,525
4,00	-	0,92	51,646
5,00	-	1,18	54,166
6,00	-	1,46	53,087

#### PROVINO 2

Tempo $\delta T$ (h)	Deformaz. Verticale $\delta h$ (mm)	Deformaz. Orizzont. $\epsilon$ (mm)	Sforzo di Taglio $\tau$ (Kpa)
0,00	1,45	0	0,000
1,00	-	0,16	48,554
2,00	-	0,45	73,281
3,00	-	0,71	89,126
4,00	-	0,99	98,729
5,00	-	1,25	99,211
6,00	-	1,51	97,770

#### PROVINO 3

Tempo $\delta T$ (h)	Deformaz. Verticale $\delta h$ (mm)	Deformaz. Orizzont. $\epsilon$ (mm)	Sforzo di Taglio $\tau$ (Kpa)
0,00	0,96	0	0,000
2,00	-	0,06	49,148
3,00	-	0,17	72,232
4,00	-	0,31	92,758
5,00	-	0,46	112,230
6,00	-	0,63	131,739
7,00	-	0,82	143,744
8,00	-	1,03	151,345
9,00	-	1,26	154,369
10,00	-	1,52	152,145
10,56	-	1,68	149,345
0,00	0,96	0	0,000