



# COMUNE DI DERUTA

Provincia di Perugia

MOVIMENTO FRANOSO DEL VERSANTE COLLINARE IN DERUTA CAPOLUOGO  
COMPRESO TRA VIA EL FRATE E VIA DI CASTELLEONE  
PRIMO INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA FINALIZZATO ALLA  
RIAPERTURA DELLA CIRCOLAZIONE SU VIA DI CASTELLEONE

## PROGETTO ESECUTIVO

Relazione geologica, geotecnica e sismica

COMM. **C04**

DOC. **E012**

REV. **0**

SCALA **-**

FILE **C04E0120**



# Sintagma


Dott. Ing. NANDO GRANIERI

Dott. Geol. GIORGIO CERQUIGLINI



|           |            |           |                                    |                                    |                              |
|-----------|------------|-----------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| 0         | 05/03/2019 | Emissione | G.Cerquiglini <i>G.Cerquiglini</i> | G.Cerquiglini <i>G.Cerquiglini</i> | N.Granieri <i>N.Granieri</i> |
| REVISIONE | DATA       | OGGETTO   | REDATTO                            | APPROVATO                          | AUTORIZZATO                  |

|    |   |    |
|----|---|----|
| 1  | Premessa.....                                       | 2  |
| 2  | Inquadramento Geografico .....                      | 4  |
| 3  | Descrizione Geomorfologica dell'area .....          | 5  |
| 4  | Descrizione Geologica dell'area .....               | 7  |
| 5  | Idrogeologia .....                                  | 8  |
| 6  | Rilevamento geologico area in frana.....            | 8  |
| 7  | Geometria della frana.....                          | 9  |
| 8  | Indagine sismica.....                               | 10 |
| 9  | Indagine geognostica.....                           | 12 |
| 10 | Caratterizzazione geotecnica dei materiali.....     | 15 |
| 11 | Tipologia degli interventi di stabilizzazione ..... | 16 |
| 12 | Allegati .....                                      | 17 |

|  |  |              |
|--|--|--------------|
|  | Movimento franoso del versante collinare in Deruta capoluogo compreso tra via El Frate e via di Castelleone.<br>Primo intervento di messa in sicurezza finalizzato alla riapertura della circolazione su via di Castelleone. |              |
| Cod. C04E0120  | Relazione geologica, geotecnica e sismica  | Pag. 2 di 17 |

## STUDIO GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO RELATIVO AL PROGETTO ESECUTIVO PER IL CONSOLIDAMENTO E LA STABILIZZAZIONE DI UN MOVIMENTO FRANOSO DEL VERSANTE COLLINARE COMPRESO TRA VIA EL FRATE E VIA DI CASTELLEONE PRIMO INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA FINALIZZATO ALLA RIAPERTURA DELLA CIRCOLAZIONE SU VIA DI CASTELLEONE IN DERUTA CAPOLUOGO PER CONTO DEL COMUNE DI DERUTA.

### 1 Premessa

Lo studio geologico - geotecnico è stato effettuato in merito all'area compresa tra via EL FRATE e via Di CASTELLEONE che è stata interessata da un dissesto idrogeologico verificatosi sulla scarpata sottostante un edificio di civile abitazione che ha nel suo sviluppo determinato l'interruzione della circolazione sulla strada di Castelleone.

Il tratto di strada da ripristinare, Via Di Castelleone, di competenza comunale costituisce una delle vie principali di accesso al centro storico.

I fatti ci riportano alla mattina del 01 marzo 2018, quando si è verificato un dissesto della scarpata compresa tra via El Frate e Via Di Castelleone che ha interessato parte di un edificio di civile abitazione e provocato un distacco nella zona sommitale di una porzione di terreni, per lo più sciolti, che hanno scoperto parte delle fondazioni dell'edificio.

I materiali movimentati si sono riversati, sottoforma di colamento, sulla scarpata sottostante fino a interessare e scavalcare il muro di contenimento a lato della strada comunale Di Castelleone; il materiale fluidificato ha occupato la sede stradale ostruendola, fino a raggiungere nella propaggine finale l'abitato di Borgo Garibaldi.


Dopo ripetute e opportune verifiche eseguite da parte dei tecnici dell'Area Opere Pubbliche-Protezione Civile del Comune di Deruta coadiuvati dal corpo dei Vigili del Fuoco è emerso che la causa presumibile del movimento gravitativo possa ricondursi alla rottura di una tubatura idrica.

Tale causa risulta avvalorata dall'analisi dei dati idrometeorologici della Regione dell'Umbria, Servizio Idrologico-Pluviometrico, che nella stazione di misura di Pontenuovo, registra valori di precipitazione piuttosto scarsi, mentre i valori di temperatura per la città di Deruta risultano estremamente bassi.

Il dissesto idrogeologico appare attualmente di limitata ampiezza e nella condizione che potremmo definire "quiescente" se riferito alla tipologia del movimento e al suo stadio evolutivo attuale, ma di equilibrio molto precario.

Infatti contrariamente alle dimensioni e allo stadio evolutivo, il dissesto presenta un'elevata criticità dal punto di vista geomorfologico per la presenza di una scarpata molto ripida a ridosso della sede stradale e per la presenza di terreni di riporto e eluvio-colluviali che poggiano discordanti sul sottostante Bedrock, costituito da sabbie e limi sabbiosi, sovraconsolidati.


L'indagine geognostica eseguita dalla Dott.ssa Michela Timi ha permesso di conoscere nel dettaglio la situazione geologica del sottosuolo della zona interessata che unitamente all'interpretazione e alla correlazione dei dati hanno consentito di individuare l'andamento delle unità litostratigrafiche in profondità e ricostruire la geometria del corpo frana.

|  |  |              |
|--|--|--------------|
|  | Movimento franoso del versante collinare in Deruta capoluogo<br>compreso tra via El Frate e via di Castelleone.<br>Primo intervento di messa in sicurezza finalizzato alla<br>riapertura della circolazione su via di Castelleone. |              |
| Cod. C04E0120  | <b>Relazione geologica, geotecnica e sismica</b>   | Pag. 3 di 17 |

La relazione è comprensiva dei seguenti capitoli:

- 02 - Inquadramento geografico
- 03 - Descrizione geomorfologia dell'area
- 04 - Descrizione geologica generale
- 05 - Idrografia e idrogeologia
- 06 - Rilevamento geologico-tecnico e geomorfologico
- 07 - Geometria della frana
- 08 - Indagini sismica
- 09 - Indagini geognostiche
- 10 - Caratterizzazione geotecnica dei materiali
- 11 - Tipologia degli interventi di stabilizzazione
- 12 - Allegati

*Figura 1 – Corografia IGM generale.*

|  |  |              |
|--|--|--------------|
|  | Movimento franoso del versante collinare in Deruta capoluogo compreso tra via El Frate e via di Castelleone.<br>Primo intervento di messa in sicurezza finalizzato alla riapertura della circolazione su via di Castelleone. |              |
| Cod. C04E0120  | Relazione geologica, geotecnica e sismica  | Pag. 5 di 17 |

### 3 Descrizione Geomorfológica dell'area

Lo studio geomorfologico del dissesto idrogeologico ha evidenziato delle morfosculture tipiche di un'area pedecollinare di raccordo con la superficie valliva aperta ove scorre il fiume Tevere, legata principalmente ad una morfogenesi fluviale.

La morfologia mostra pendenze generalmente blande sulle dorsali dei rilievi collinari (10°-15°) mentre ai lati le scarpate legate all'erosione operata dai collettori risultano ad elevata pendenza (ad elevato angolo di pendenza e/o sub-verticali).

Si notano forme del rilievo arrotondate dovute alla natura litologica dei terreni affioranti e a fenomeni esogeni di modellamento della superficie, inoltre sono presenti su determinate zone del versante contropendenze e ondulazioni con ristagni puntuali di acque favoriti dall'assenza di un'adeguata rete di drenaggio che testimoniano la presenza di locali fenomeni di dissesto.

L'indagine e lo studio eseguiti dalla Dott.ssa Michela Timi, ripresi e rielaborati alla luce delle nuove osservazioni, hanno permesso di accertare l'estensione limitata del fenomeno franoso sub-superficiale che interessa la coltre dei terreni di riporto e parte dei terreni Eluvio-Colluviali che risultano poggianti sui terreni compatti del complesso sabbioso limoso e ghiaioso su cui è fondata la città di Deruta e che costituiscono le scarpate morfologiche (bordi dei terrazzi) dove si rinvencono essenzialmente fenomeni di scivolamento rotazionale, episodi di crollo nei tratti dove la scarpata sub-verticale è costituita da conglomerati e sabbie cementate oltre a frane di colamento che si sviluppano dove sono presenti spessori consistenti delle coltri superficiali, poggianti su substrato sovraconsolidato.

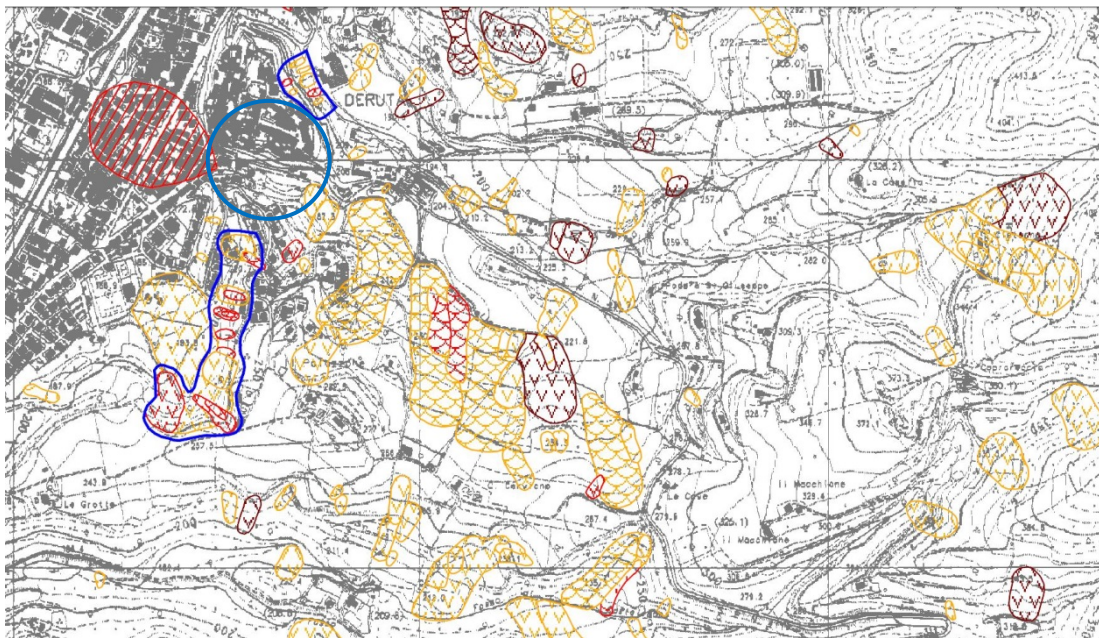



Figura 2 – Carta P.A.I. - Dissesti.


L'osservazione diretta e l'analisi delle foto aeree ha permesso di accertare la presenza di fenomeni di instabilità superficiale che interessano la coltre d'alterazione superficiale dei terreni fluvio-lacustri ed in parte le scarpate morfologiche (bordi dei terrazzi) localizzate ai

|  |  |              |
|--|--|--------------|
|  | Movimento franoso del versante collinare in Deruta capoluogo<br>compreso tra via El Frate e via di Castelleone.<br>Primo intervento di messa in sicurezza finalizzato alla<br>riapertura della circolazione su via di Castelleone. |              |
| Cod. C04E0120  | <b>Relazione geologica, geotecnica e sismica</b>   | Pag. 6 di 17 |

margini esterni del centro storico di Deruta, dove si rinvencono fenomeni di crollo e/o di scivolamento.

I dissesti censiti nel passato si distribuiscono sul versante esposto ad sud-ovest e a nord in una posizione tale da non interessare il sito in oggetto, sono spesso innescati da una scarsa e/o cattiva regimentazione delle acque superficiali, dalle scadenti caratteristiche geomeccaniche dei terreni affioranti a seguito dei fenomeni d'alterazione e dalla morfologia del sito (scarpate ripide).

Il fenomeno franoso che ha interessato la scarpata sottostante a via El Frate è riconducibile a movimenti gravitativi sub-superficiali indotti dalla situazione geologica locale, da un'anomala circolazione idrica sotterranea sul versante ed è strettamente legata alla presenza di una coltre superficiale piuttosto spessa che poggia sul basamento di natura prevalentemente sabbiosa, di elevata consistenza geomeccanica, dalla permeabilità della successione dei materiali presenti sulla scarpata.

|  |  |              |
|--|--|--------------|
|  | Movimento franoso del versante collinare in Deruta capoluogo compreso tra via El Frate e via di Castelleone.<br>Primo intervento di messa in sicurezza finalizzato alla riapertura della circolazione su via di Castelleone. |              |
| Cod. C04E0120  | Relazione geologica, geotecnica e sismica  | Pag. 7 di 17 |

#### 4 Descrizione Geologica dell'area

Lo studio geologico di dettaglio e le risultanze provenienti dalle indagini geognostiche eseguite hanno consentito di accertare la natura e la successione stratigrafica dei terreni presenti nell'area oggetto di studio; tali sedimenti sono riferibili ai Depositi Pleistocenici in facies fluvio-lacustre appartenenti al **SuperSintema Tiberino**, e nel sito rappresentato dal **Subsintema di Santa Maria di Ciciliano** (Litofacies di Madonna dei Bagni - SCF) che affiora tra le località di Deruta, Pontenuovo e Ripabianca.

Il **Subsintema di Santa Maria di Ciciliano** in particolare per quanto riguarda la Litofacies di Madonna dei Bagni – SCF è caratterizzato da litofacies eteropiche all'interno delle quali si rinvencono alternanze sabbioso-ciottolose prevalenti.

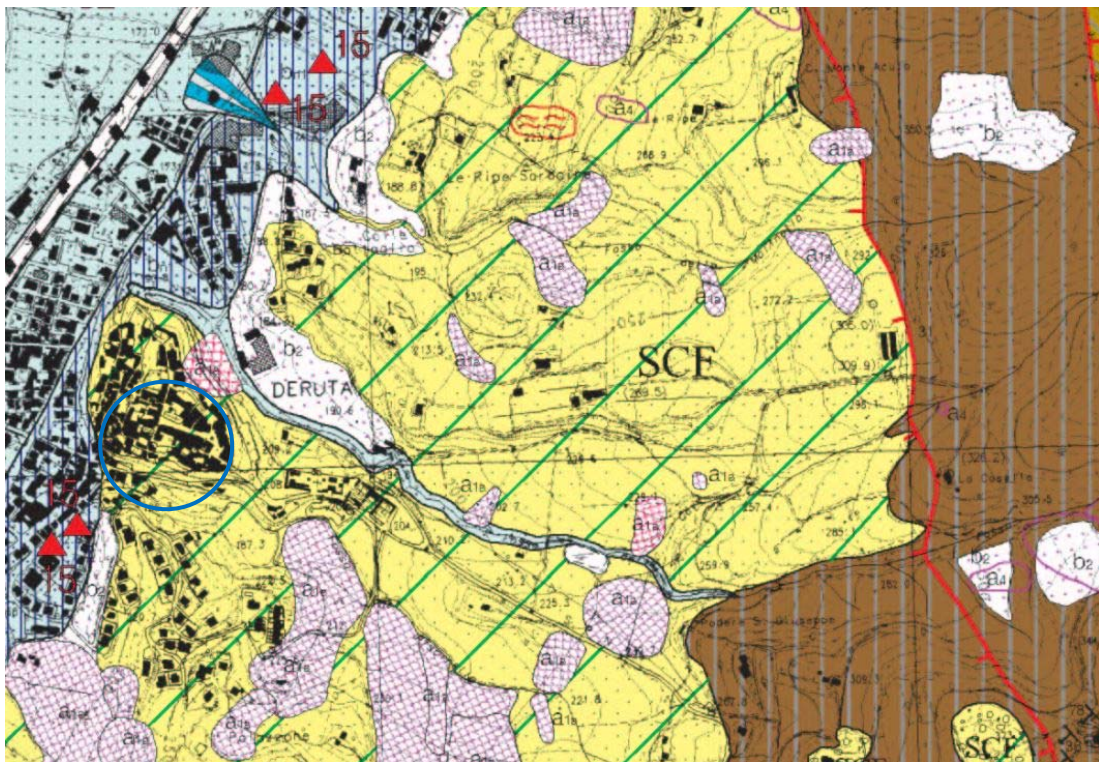



Figura 3 – Stralcio Carta Geologica.

Le sabbie appaiono con disposizione tabulare e a volte presentano laminazioni incrociate, con contatto basale piano. Si rinvencono inoltre intercalati alle sabbie livelli a componente prevalentemente limoso - sabbiosa debolmente argillosa con presenza di ritmiti decimetriche di colore grigio nocciola.

Al di sotto del deposito sabbioso-limoso si passa a sedimenti francamente limoso - argillosi, di colore grigio chiaro e grigio scuro. Le alternanze delle ritmiti nel complesso argilloso presentano dei livelli con sostanza organica e resti vegetali inclusi che conferiscono al deposito la colorazione grigio plumbea.

Il subsintema di S. Maria di Ciciliano affiora estesamente in sinistra idrografia del fiume Tevere, Litofacies Madonna dei Bagni, è costituito prevalentemente da sabbie e ghiaie di colore

|  |  |              |
|--|--|--------------|
|  | Movimento franoso del versante collinare in Deruta capoluogo compreso tra via El Frate e via di Castelleone.<br>Primo intervento di messa in sicurezza finalizzato alla riapertura della circolazione su via di Castelleone. |              |
| Cod. C04E0120  | <b>Relazione geologica, geotecnica e sismica</b>   | Pag. 8 di 17 |

giallastro ocraceo. L'ambiente deposizionale è vario e riferibile a piana alluvionale con apporti ghiaioso sabbiosi da crevasse-splay.

## 5 Idrogeologia

L'indagine geologica effettuata ha consentito di delineare la situazione idrogeologica del sito e di ipotizzare il sistema di circolazione idrica sotterranea.

La situazione idrogeologica dei terreni oggetto di studio si caratterizza per la presenza di modesti corpi idrici (falde pensili) con sede nei livelli ghiaiosi e sabbiosi della formazione fluvio-lacustre Pleistocenica, affiorante in diverse zone sia a monte che a valle dell'area di interesse.

La ricerca dei dati relativi alla situazione idrogeologica dell'area è stata condotta attraverso la misurazione della falda nei rari punti d'acqua esistenti nelle vicinanze.

Dalle misure effettuate in corrispondenza del sondaggio eseguito nella zona adiacente l'edificio è emerso che la superficie freatica è posizionabile a 12.5 m di profondità dal piano campagna.

## 6 Rilevamento geologico area in frana

Un rilevamento geologico di dettaglio ha permesso di accertare che i terreni affioranti nell'area interessata dal dissesto appartengono a depositi in facies fluvio-lacustre Pleistocenica.

Le facies dei depositi Fluvio-lacustri sono costituite in generale da ghiaie e sabbie con intercalazione di limi sabbiosi e/o argillosi di colore variabile dal nocciola fino a toni sul grigio con livelli prettamente grigio azzurri.

Dalle correlazioni stratigrafiche utilizzando le stratigrafie raccolte si evince che i terreni, ghiaioso - sabbiosi presentano una clinostratificazione vergente a franapoggio.


La frana si è sviluppata lungo il versante sud del rilievo collinare della città di Deruta Capoluogo (220 m) che è parte integrante della più ampia struttura anticlinale di Monte Perugia Vecchia (579 m) e Monte le Cinque Querce (636 m) formata da un nucleo di rocce arenacee e calcareo marnose mioceniche della Formazione flyschoidale della Marnoso Arenacea Umbra sulla quale poggiano in discordanza stratigrafica i depositi fluvio-lacustri del Subintema S. Maria di Ciciliano.

Il rilevamento dettagliato di superficie ha evidenziato un assetto strutturale del deposito fluvio-lacustre a traverpoggio, con valori giaciture delle clinostratificazioni di  $270^\circ / 12^\circ$ .

Gli strati sabbiosi e ghiaiosi caratterizzati da una continuità latero-verticale si rinvennero sporadicamente a contatto con terreni a bassa permeabilità di natura limoso argillosa variamente distribuiti sull'intera area; tali modificazioni si sono succedute nel tempo durante le numerose fasi sismogenetiche antiche (neotettonica) determinate da sforzi-deformazioni di elevatissima intensità (stress-strain).

Infatti sul versante studiato si osservano disturbi ed irregolarità strutturali insieme a fattori morfologici particolari (gradini, lineazioni, ecc.) attribuibili ad una tettonica distensiva, testimoniata da sistemi di faglie dirette conformi al pendio che sbloccano i terreni pliocenici e determinano delle depressioni naturali.

Le discontinuità tettoniche presentano una direzione di  $90^\circ/270^\circ$  e parallele al pendio; inoltre dal rilievo di superficie, confortato dall'esame aerofotogrammetrico si evidenziano dei sistemi

|  |  |              |
|--|--|--------------|
|  | Movimento franoso del versante collinare in Deruta capoluogo compreso tra via El Frate e via di Castelleone.<br>Primo intervento di messa in sicurezza finalizzato alla riapertura della circolazione su via di Castelleone. |              |
| Cod. C04E0120  | Relazione geologica, geotecnica e sismica  | Pag. 9 di 17 |

di piani di taglio sub verticali, con direzione rispettivamente di 40° / 220° - 260° / 80° - 110° / 290°.

L'analisi dei morfotipi mostra la presenza di gradini morfologici e scarpate, sono inoltre evidenti morfosculture riferibili ad attività antropica, testimoniate dalla presenza di spesse coltri superficiali di materiali di riporto e Eluvio-Colluviali.

## 7 Geometria della frana

La frana in oggetto si è verificata su una zona limitata della scarpata posta a ridosso della strada di via EL Frate fino a raggiungere la sede della sottostante strada di Castelleone, nel centro storico della città di Deruta.

Il movimento si è sviluppato a partire da un edificio di civile abitazione (lo smottamento ha scoperto parte delle fondazioni), fino a raggiungere la strada di accesso al centro storico di Deruta scavalcando il muro di contenimento posto a lato della strada medesima, interessando una parte piuttosto limitata del versante.

Il movimento franoso si è sviluppato piuttosto velocemente producendo una nicchia di distacco con superficie di rottura sub-circolare e fronte di accumulo ricadente al di sotto della scarpata su un ripiano artificiale (sentiero pedonale).

Dall'analisi morfologica della frana, unita ai dati ricavati dalla campagna geognostica effettuata, si è potuto ricostruire il modello cinematico e la tipologia del movimento.


Per lo studio della frana si è ricorsi alla "classificazione dei movimenti di versante" di Hutchinsons 1988 perché ritenuta maggiormente rappresentativa del movimento in oggetto; tale classificazione si basa principalmente sulla morfologia, prendendo in considerazione anche altri elementi quali i fattori geologici, idrogeologici, i meccanismi cinematici e soprattutto la veolocità del movimento.

Gli aspetti morfologici dell'evento franoso rispecchiano le caratteristiche riportate al punto D [Landslides] - Scorrimenti e scivolamenti di Hutchinson "movimenti rapidi verso valle di masse di terreni e/o rocce che avvengono lungo una o più superfici ben definite, le quali separano in modo netto la massa franata dei materiali in posto".

La morfologia del corpo frana evidenzia la zona di distacco, l'alveo di scorrimento e la zona di accumulo. Si tratta di un chiaro fenomeno di colata testimoniato da un "colamento veloce, o rapido", determinato da una saturazione e fluidificazione dei terreni sciolti superficiali" (soil slips). Si attivano in genere durante eventi piovosi intensi, con altezze di precipitazione consistenti; la massa franata assume un aspetto molto simile a quello di un fluido ad alta viscosità.

Morfologicamente si distingue una corona (crown) che rappresenta la parte alta della frana non mobilizzata evidenziata da un gradino netto dove è posta la nicchia di distacco (main scarp) rappresentata da una superficie di rottura principale di forma subcircolare, ancora leggermente accennata, con profilo arcuato e con ribassamento della parte mobilizzata e inizio di traslazione verso valle.

Dal rilevamento di superficie sono individuabili l'alveo e il piede di frana (foot) che rappresenta la porzione di materiale accumulata a valle della superficie di rottura (rupture surface), quest'ultimo è riconoscibile sul terreno per la presenza di un rigonfiamento indicativo di movimenti compressivi del terreno franato.

|  |  |               |
|--|--|---------------|
|  | Movimento franoso del versante collinare in Deruta capoluogo<br>compreso tra via El Frate e via di Castelleone.<br>Primo intervento di messa in sicurezza finalizzato alla<br>riapertura della circolazione su via di Castelleone. |               |
| Cod. C04E0120  | Relazione geologica, geotecnica e sismica  | Pag. 10 di 17 |

La linea di scivolamento principale si posiziona ad una profondità variabile rispetto all'andamento del piano campagna attuale (circa 2 – 3 m) e su un piano sub-parallelo rispetto al pendio.

Le dimensioni del corpo frana risultano essere limitate:

la larghezza della corona di frana in corrispondenza della nicchia di distacco è di circa 15 m, il dislivello complessivo è di circa 20 m. Il canale di frana si sviluppa per un tratto complessivo pari a 26 m denunciando un comportamento plastico e fluido dei materiali interessati.

La superficie di scivolamento del corpo frana (rupture surface) è stata individuata ad una profondità variabile e legato alla morfologia accidentata dell'area mobilitata (zone di accumulo rialzate e zone di distacco ribassate) ma si mantiene intorno a 2-3 m.

## 8 Indagine sismica

L'intervento in oggetto è relativo al progetto per la messa in sicurezza e stabilizzazione di un dissesto idrogeologico nella zona compresa tra via El Frate e via di Castelleone situato nella periferia sud della città di Deruta Capoluogo.

Lo studio geologico ha consentito di giungere alla caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni in profondità dal punto di vista geomeccanico sia dal punto di vista geofisico come risposta alle sollecitazioni sismiche indotte mediante l'esecuzione di una campagna geognostica dettagliata; pertanto ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si è proceduto alla esecuzione di specifiche analisi, eseguite con le modalità indicate nel § 7.11.3.

Nella situazione dove le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, 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, di cui al § 6.2.2.

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 per la definizione del sottosuolo tipo ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018 "NTC18 Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni".

Il DECRETO 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni». contempla cinque categorie principali di terreno di fondazione, individuate dai valori della velocità media ( $V_{s30}$ ) delle onde di taglio nei primi 30 m di sottosuolo o dalla resistenza penetrometrica NSPT o dalla coesione non drenata  $C_u$ .

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

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

con:

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

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

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

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite dalla Tab. 3.2.II di seguito riportata:


[A] -Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

[B] -Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.).

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

[D] -Depositì di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.

[E] -Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

|  |  |               |
|--|--|---------------|
|  | Movimento franoso del versante collinare in Deruta capoluogo<br>compreso tra via El Frate e via di Castelleone.<br>Primo intervento di messa in sicurezza finalizzato alla<br>riapertura della circolazione su via di Castelleone. |               |
| Cod. C04E0120  | Relazione geologica, geotecnica e sismica  | Pag. 12 di 17 |

Un'indagine sismica M.A.S.W. (Multichannel Analysys of Surface Waves) è stata eseguita in zone limitrofe, metodo di analisi dei dati sismici che sfrutta alcune proprietà delle componenti superficiali (Rayleigh e di Love) delle onde generate.

L'inversione del modello restituisce un valore  $V_s$  equivalente di **367 m/s**, che permettono di classificare in base alla normativa vigente, secondo l'approccio di tipo semplificato, i terreni in oggetto come **Sottosuolo di Categoria B**.

#### FATTORE TOPOGRAFICO.

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.III):

Le caratteristiche della superficie topografica possono essere assimilate alla seguente categoria:  
T1 - Pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i > 15^\circ$ . = 1.2.

## 9 Indagine geognostica

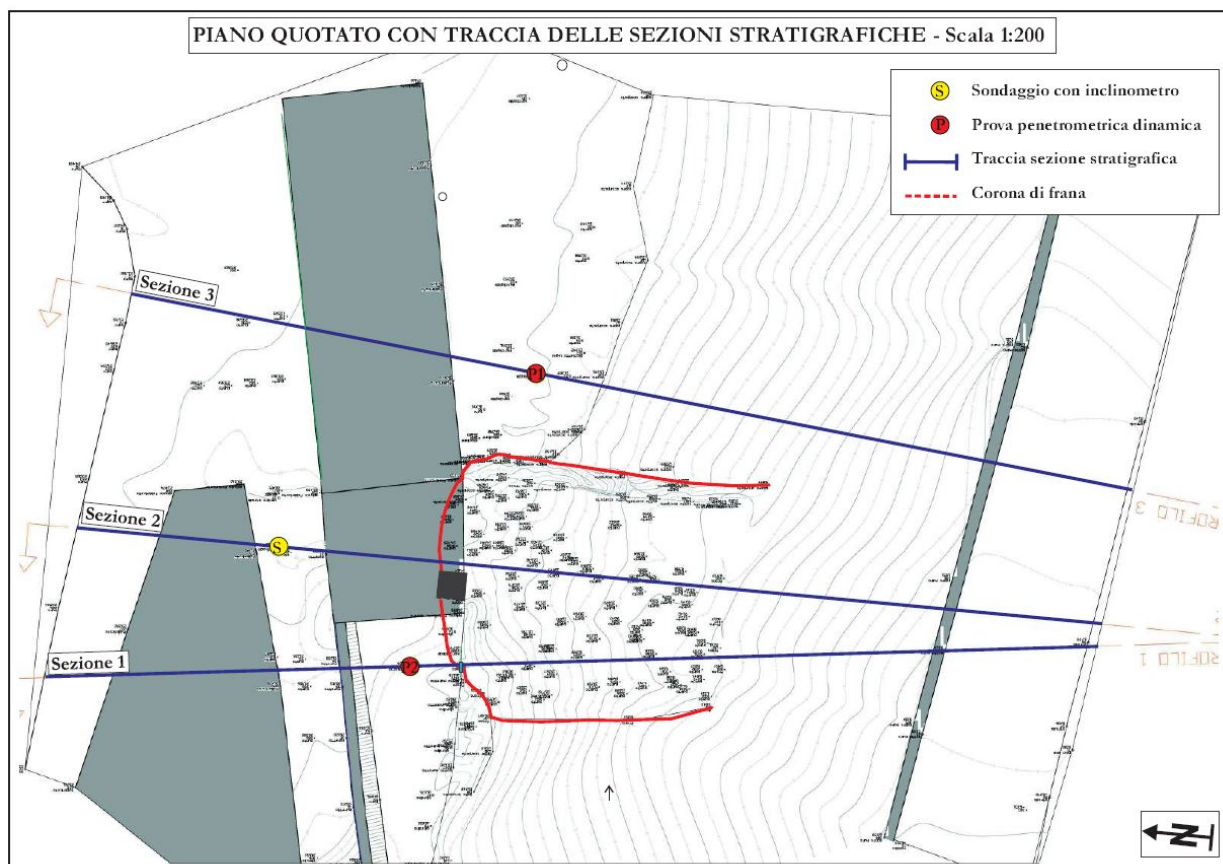
Lo scopo delle indagini geognostiche previsto ha avuto come specifico la ricostruzione della stratigrafia del sottosuolo fino ad una profondità ritenuta significativa ( $H = 19.2$  m). Lo studio è stato condotto attraverso la raccolta di tutte le indagini a disposizione ed attraverso la predisposizione di un piano di indagine e di monitoraggio. In allegato i risultati dettagliati delle indagini e le caratteristiche delle strumentazioni utilizzate.

#### INDAGINI PREGRESSE UTILIZZATE

- n. 4 prove penetrometriche dinamiche;
- n. 2 sondaggi a carotaggio continuo.

#### INDAGINI ESEGUITE

- n. 2 prove penetrometriche dinamiche;
- n. 1 sondaggio a carotaggio continuo attrezzato con sonda inclinometrica;
- prelievo di n. 2 campioni indisturbati per prove di laboratorio;
- esecuzione di n. 2 prove SPT.




Il sondaggio contrassegnato con la sigla S1 eseguito a monte della superficie di distacco ha consentito di ricostruire la stratigrafia dei terreni di imposta sino alla profondità massima di 19.2 m dal piano stradale (via El Frate), di seguito vengono riportati i parametri geotecnici ricavati dalle prove eseguite durante i sondaggi e la successione stratigrafica osservata.

### **SONDAGGIO n° 1**

Il sondaggio è stato effettuato in corrispondenza della zona di distacco della frana nell'intento di verificare la natura dei terreni e i livelli di scivolamento. Il foro di sondaggio è stato strumentato a inclinometro. La prospezione è stata spinta sino alla profondità di 19.2 m ed ha evidenziato dati stratigrafici brevemente riassunti in:

- dal piano campagna sino a circa 1.6 m di profondità, si rinviene terreno di riporto;
- da 1.6 m e sino a 2.8 m di profondità, sono presenti limi sabbiosi con calcinoli e tracce di sostanza organica; scarsamente consistenti;
- da 2.8 m e fino a 3.2 m di profondità sono presenti limi argillosi debolmente sabbiosi di colore nocciola contenente calcinoli millimetrici (C.I. 2.7 m – 3.2 m);
- da 3.2 m e fino a 4.3 m di profondità sono presenti sabbie limose di colore ocre con inclusi millimetrici;
- da 4.3 m fino a 5.4 m si rinvencono limi argillosi debolmente sabbiosi;
- da 5.4 m e sino a 7.7 m di profondità sono presenti limi sabbiosi alternati a livelli sabbioso limosi di colore giallo e nocciola contenenti rari inclusi (C.I. 5.0 m – 5.3 m);

|  |  |               |
|--|--|---------------|
|  | Movimento franoso del versante collinare in Deruta capoluogo<br>compreso tra via El Frate e via di Castelleone.<br>Primo intervento di messa in sicurezza finalizzato alla<br>riapertura della circolazione su via di Castelleone. |               |
| Cod. C04E0120  | Relazione geologica, geotecnica e sismica  | Pag. 14 di 17 |

da 7.7 m fino a 8.3 m si rinvencono limi argillosi debolmente sabbiosi di colore nocciola scuro (N.S.P.T. 7.0 m – 7.45 m = 6–6–9 colpi) ;

da 8.3 m e sino a 13.8 m di profondità, sono presenti sabbie, sabbie limose alternate a livelli sabbiosi ghiaiosi di colore giallo e ocra (N.S.P.T. 4.5 m – 4.95 m = 14-14-11 colpi);

da 13.8m fino a 14.6 m si rinvencono limi argillosi debolmente sabbiosi di colore nocciola scuro;

da 14.6 m e sino a 17.4 m di profondità si rinvencono livelli di sabbie, sabbie limose alternate a livelli sabbiosi limoso sabbiosi di colore nocciola e grigie;

da 17.4 m e fino a 17.8 m di profondità sono presenti limi argillosi debolmente sabbiosi di colore grigio;

da 17.8 m e sino a 19.2 m di profondità sono presenti ghiaie sabbiose alternate a sabbie ghiaiose, da molto addensate a cementate.

Le prove penetrometriche dinamiche eseguite sul terreno in oggetto, contrassegnate con la sigla DPM1, sono state effettuate nella zona della corona di distacco della frana.

#### **PROVA PENETROMETRICA n° 1 (certificato DPM1)**

La prova è stata effettuata a lato del movimento franoso, la posizione e la profondità di investigazione sono state mirate a verificare i litotipi e la resistenza alla compressione dei terreni.

La prospezione è stata spinta sino alla profondità di -11.10 m ed ha evidenziato dati stratigrafici e di resistenza dei materiali che possono essere brevemente riassunti in:

- dal piano campagna sino a 1.0 m di profondità sono presenti depositi scarsamente addensati riferibili riporto;
- da 1.0 m e fino a 4.0 m di profondità sono stati rinvenuti terreni con scarse caratteristiche di resistenza riferibili a limi argillosi debolmente sabbiosi, alterati;
- da 4.0 m e fino a 5.5 m di profondità si rinvencono terreni con medio-elevate caratteristiche di resistenza riferibili a sabbie limose, addensate;
- da 5.5 m e fino a 6.30 m di profondità sono presenti terreni con medie caratteristiche di resistenza riferibili a limi argillosi debolmente sabbiosi;
- da 6.3 m e fino a 7.4 m di profondità si rinvencono terreni con medio-elevate caratteristiche di resistenza riferibili a limi sabbiosi e sabbie limose, addensate;
- da 7.4 m e fino a 9.3 m di profondità sono presenti terreni con medie caratteristiche di resistenza riferibili a limi argillosi debolmente sabbiosi;
- da 9.3 m e fino a 11.10 m di profondità si rinvencono terreni con medio-elevate caratteristiche di resistenza riferibili a limi sabbiosi e sabbie limose, addensate.

#### **PROVA PENETROMETRICA n° 2 (certificato DPM2)**

La prova è stata effettuata a fianco dell'edificio interessato dal dissesto, la posizione e la profondità di investigazione sono state mirate a verificare i litotipi e la resistenza alla compressione dei terreni.

La prospezione è stata spinta sino alla profondità di -9.90 m ed ha evidenziato dati stratigrafici e di resistenza dei materiali che possono essere brevemente riassunti in:


- dal piano campagna sino a 0.5 m di profondità sono presenti depositi scarsamente addensati riferibili riporto;
- da 0.5 m e fino a 3.4 m di profondità sono stati rinvenuti terreni con scarse caratteristiche di resistenza riferibili a limi argillosi debolmente sabbiosi, alterati;
- da 3.4 m e fino a 4.4 m di profondità si rinvergono terreni con medio-elevate caratteristiche di resistenza riferibili a sabbie limose, addensate;
- da 4.4 m e fino a 6.2 m di profondità sono presenti terreni con medie caratteristiche di resistenza riferibili a limi argillosi debolmente sabbiosi;
- da 6.2 m e fino a 7.8 m di profondità si rinvergono terreni con medio-elevate caratteristiche di resistenza riferibili a limi sabbiosi e sabbie limose, addensate;
- da 7.8 m e fino a 9.0 m di profondità sono presenti terreni con medie caratteristiche di resistenza riferibili a limi argillosi debolmente sabbiosi;
- da 9.0 m e fino a 9.8 m di profondità si rinvergono terreni con medio-elevate caratteristiche di resistenza riferibili a limi sabbiosi e sabbie limose, addensate.

## 10 Caratterizzazione geotecnica dei materiali

Durante l'esecuzione dei sondaggi geognostici sono state effettuate prove SPT nel foro di sondaggio e prove con il pocket penetrometer sulle carote estratte. La correlazione dei dati ha consentito di verificare una buona omogeneità nella distribuzione latero-verticale dei litotipi presenti nell'area di frana.

Sono state individuate quattro unità geotecniche di cui si riportano in modo schematico le caratteristiche geotecniche principali:

| Litologia              | N <sub>SPT</sub> | $\varphi$ | C'<br>KPa | $\gamma$<br>KN/m <sup>3</sup> |
|------------------------|------------------|-----------|-----------|-------------------------------|
| Terreni di Riporto     | 5                | 24°       | 2.0       | 17.0                          |
| Limi argillosi         | 12               | 25°       | 20.0      | 19.0                          |
| Limo Sabbioso          | 20               | 33°       | 2.0       | 19.5                          |
| Sabbia limosa e Ghiaia | 36               | 38°       | 0.0       | 20.5                          |

|  |  |               |
|--|--|---------------|
|  | Movimento franoso del versante collinare in Deruta capoluogo compreso tra via El Frate e via di Castelleone.<br>Primo intervento di messa in sicurezza finalizzato alla riapertura della circolazione su via di Castelleone. |               |
| Cod. C04E0120  | Relazione geologica, geotecnica e sismica  | Pag. 16 di 17 |

## 11 Tipologia degli interventi di stabilizzazione

Lo schema interpretativo proposto consente di affermare che l'evento franoso interessa i materiali di riporto e i terreni plio-pleistocenici sottostanti.

La tipologia degli interventi da realizzare tiene conto di diversi fattori:

- la presenza della importante via di comunicazione (Strada DI CASTELLEONE);
- la litologia e lo spessore dei terreni interessati,
- la posizione marginale e le dimensioni contenute dell'area in dissesto,
- anomalie relative alla circolazione idrica superficiale e sotterranea.

Le opere di stabilizzazione previste sono state individuate sulla base dei risultati dell'indagine svolta e in riferimento al meccanismo cinematico della frana (presenza di una scarpata ripida a ridosso della strada posta a valle); in particolare gli interventi previsti riducono la resistenza al taglio della parte mobilizzata (regimazione acque superficiali) e aumentano la resistenza al taglio dei materiali (realizzazione paratia).

Tali interventi consisteranno:


In questo capitolo, in relazione alle criticità illustrate in quello precedente, si elencano gli interventi, le procedure e le cautele per la riapertura al traffico della via di Castelleone.

- Demolizione del secondo piano del corpo B dell'edificio a valle di via El Frate al fine di ridurre di circa il 70% l'energia da assorbire in caso di crollo. La demolizione deve avvenire dall'alto previa puntellazione e installazione di idonea linea guida e deve configurarsi come un vero e proprio smontaggio. La puntellazione deve essere effettuata sia sul piano residuale dell'edificio da demolire parzialmente che sul muretto di sostegno dell'orto a fianco di detto edificio;
- Realizzazione di una gradonatura al piede della frana in terra rinforzata per un tratto di 15 m. Al fine di aumentare la stabilità del tratto di versante interessato dal movimento franoso in prossimità di via di Castelleone il piano di posa della terra rinforzata viene realizzato con una soletta su micropali. Questa attività consente inoltre di realizzare il piano di imposta per la barriera di cui al punto successivo;
- Costruzione di barriera di contenimento di eventuali ulteriori scoscendimenti o crolli (Classe energetica 500 kJ, H= 3 m e L= 24 m);
- Regolizzazione del corpo di frana in modo da consentire tra l'altro un'adeguata regimazione delle acque di ruscellamento e di infiltrazione. Questa attività dovrà essere svolta con piccoli mezzi, i bordi della nicchia di distacco devono essere rimodellati riducendo al minimo l'asportazione di terreno ed evitando l'espianto di alberi o cespugli. Si accetta il rischio di distacco di piccoli volumi a fronte della presenza della barriera.

Per una visione completa dell'intervento di stabilizzazione del fenomeno franoso si rimanda alla visione completa degli elaborati grafici di progetto.

La riduzione dei carichi idraulici porta di conseguenza alla diminuzione dei valori delle pressioni neutre nella porzione interna dell'area di frana, favorendo la fase di consolidazione dei terreni.

La fase finale prevede la regolazione e sistemazione della superficie topografica della scarpata verso valle. Il sistema potrà rimanere efficiente nel tempo se verranno adottati sistemi di controllo periodico e un programma di gestione e manutenzione delle previste.

|  |  |               |
|--|--|---------------|
|  | Movimento franoso del versante collinare in Deruta capoluogo<br>compreso tra via El Frate e via di Castelleone.<br>Primo intervento di messa in sicurezza finalizzato alla<br>riapertura della circolazione su via di Castelleone. |               |
| Cod. C04E0120  | <b>Relazione geologica, geotecnica e sismica</b>   | Pag. 17 di 17 |

## 12 Allegati

peo:michelatimi@libero.it - pec: michelatimi@epap.sicurezzapostale.it

DIRETTORE LAVORI: Dr. Geol. Michela TIMI

**COMMITTENTE:** Privati - Via El Frate - Via N. Baglioni

# SONDAGGIO

## Deruta N. 1

|         |                   |                       |                            |               |   |                             |
|---------|-------------------|-----------------------|----------------------------|---------------|---|-----------------------------|
| COMUNE: | <b>Deruta</b>     | LOCALITA'             |                            | Via El Frate: | ESTREMI CATASTALI: Foglio n.21 / Particella n.247 |                             |
| SONDA:  | <b>CMV MK600D</b> | TIPO DI PERFORAZIONE: | <b>Carotaggio continuo</b> | DIAMETRO:     | <b>101 mm</b>                                     | SCALA GRAFICO: <b>1:100</b> |

[illegible]

NOTE:

IL DIRETTORE DEI LAVORI

*Dr. Geol. Michela TIMI*

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA SONDAGGIO





## Geo Probing

di Francesco Becattini

Telefono cellulare: 347.6434222

Sede: Strada Perugia - Ponte Valleceppi, n° 96

06135 Ponte Valleceppi (PG)

Telefono e Fax: 075.5928321

e-mail: f.becattini@geoprobings.it

PEC: f.becattini@pec.geoprobings.it

sito internet: www.geoprobings.it

### PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

#### CONTINUE

- RAPPORTO ED ELABORAZIONE DEI  
VALORI MISURATI
- DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Committente: Dott. Geol. Michela Timi

Località: Via El Frate - Via Baglioni

Comune: Deruta (PG)

Ponte Valleceppi, 4 maggio 2018



## RAPPORTO TECNICO SULLA CAMPAGNA DI PROVE PENETROMETRICHE

Nelle pagine che seguono sono schematizzati i risultati di due prove penetrometriche dinamiche continue effettuate, per conto del Dott. Geol. Michela Timi, in un'area interessata da un fenomeno franoso ubicata in Via El Frate - Via Baglioni, all'interno del centro abitato di Deruta (PG).

L'attrezzatura impiegata per l'esecuzione delle indagini è un penetrometro dinamico medio prodotto dalla Ditta Pagani e contraddistinto dalla sigla DPM 30-20.

L'impianto consente la realizzazione di prove dinamiche continue secondo lo standard ISSMFE, cioè con la seguente configurazione:

|                                    |      |
|------------------------------------|------|
| - Massa del maglio (kg)            | 30,0 |
| - Altezza caduta (cm)              | 20,0 |
| - Lunghezza aste (m)               | 1,0  |
| - Massa aste (kg/m)                | 2,4  |
| - Diametro aste (mm)               | 20   |
| - Diametro base punta conica (mm)  | 35,7 |
| - Angolo apertura punta conica (°) | 60   |
| - Penetrazione standard (cm)       | 10,0 |

Nelle pagine seguenti si riporta il certificato «Dichiarazione di Conformità» alla Norma Tecnica EN-ISO 22476-2:2005/Amd 1:2011 fornito dal produttore della strumentazione.

Di seguito vengono esposti i risultati delle prove schematizzati secondo il seguente ordine:

**- Ubicazione delle prove penetrometriche eseguite;**

Per ogni prova:

- **Tabella dati della prova penetrometrica dinamica**, contenente i valori, misurati direttamente in campagna, del numero di colpi necessario all'avanzamento di 20 cm e la correlazione con  $N_{SPT}$ ;
- **Tabella e grafico della prova penetrometrica**, contenente i valori, misurati direttamente in campagna, del numero di colpi necessario all'avanzamento di 20 cm ed il relativo grafico;
- **Tabella riassuntiva stratigrafia**, dove è evidenziata la discretizzazione dei valori misurati e le resistenze dinamiche calcolate;
- **Colonna stratigrafica riassuntiva**, dove è evidenziato il grafico con il valore medio di  $N_{SPT}$ ;
- **Tabella riassuntiva dei parametri geotecnici**, sono indicati, per ogni strato i parametri geotecnici calcolati;
- **Tabella riassuntiva dei metodi di calcolo dei parametri geotecnici**, per ciascuno strato viene indicata la formula che ha permesso il calcolo dei singoli parametri;
- **Legenda delle formule utilizzate per il calcolo dei parametri geotecnici.**

In conclusione, infine, viene riportato uno stralcio della documentazione fotografica scattata durante l'esecuzione dell'indagine.

N.B. In relazione alle tabelle di seguito riportate si vuol ricordare quanto segue:

- gli schemi “Tabella dati della prova penetrometrica dinamica” e “Tabella e grafico della prova penetrometrica dinamica” si riferiscono a valori misurati direttamente o, da essi, matematicamente calcolati;
- la stratigrafia della prova si basa su una discretizzazione, soggetta ad interpretazione, di tutte le letture effettuate ed il metodo di classificazione degli strati così suddivisi, nel caso di prove penetrometriche dinamiche continue, deriva da correlazioni empiriche con stratigrafie simili;
- nello schema “Tabella riassuntiva dei metodi di calcolo dei parametri geotecnici” sono riportate le formule utilizzate nelle corrispondenti caselle della pagina precedente relativa alla tabella “Tabella riassuntiva dei parametri geotecnici”;
- la presenza di falda, se indicata nei tabulati, deriva da misurazioni effettuate a fine foro e mai da valutazioni sull’umidità delle aste che, eventualmente, vengono riportate nella sezione dedicata agli appunti sulla campagna d’indagini;

*In base a quanto esposto si ricorda che la validità della stratigrafia proposta e l'accettabilità dei parametri geotecnici ricavati con le formule utilizzate, derivanti dall'uso comune, deve essere attentamente verificata dal professionista che esamina ed utilizza i risultati e conosce appieno le condizioni geologiche locali.*

*Esso, facendone uso, se ne assume la piena responsabilità, limitando alla ditta esecutrice la sola responsabilità inerente la corretta esecuzione in campagna delle prove penetrometriche.*

#### APPUNTI SULLA CAMPAGNA D'INDAGINI

La prova DPM 1 è stata interrotta per il rifiuto all'avanzamento della punta, mentre la prova DPM 2 per raggiungimento della profondità richiesta dalla Committenza.

Al termine dell'indagine è stata effettuata una misura sull'integrità del foro di sondaggio e sull'eventuale presenza di acqua al suo interno, dalla quale è risultato quanto segue:

DPM 1 - Foro integro ed asciutto per tutta la verticale di prova, aste impiegate asciutte;

DPM 2 - Foro integro ed asciutto per tutta la verticale di prova, aste impiegate asciutte.

# Declaration of Compliance



**TUVIT16MAC273501\_DPM30\_00**

Name and address of the manufacturer

*Nome e indirizzo del distributore*

Pagani Geotechnical Equipment  
Loc. Campogrande  
29010 Calendasco - Piacenza  
Italy

Product designation

*Genere prodotto*

**PENETROMETRO**

Series/Type

*Serie/Tipi*

**DPM30**

Legislative Reference Compliance

*Riferimento legislativo soddisfatto*

**2006/42/CE**

- Reference harmonized standard
- *Norme armonizzate di riferimento*
- UNI EN ISO 12100:2010;
- UNI EN ISO 13849-1:2008;
- CEI EN 60204-1:2006;
- UNI EN 16228-1:2014;
- UNI EN 16228-2:2014.

Reference Technical Report of Compliance (TRoC)

*Technical Report of Compliance di riferimento*

**TRoC\_MAC\_273501\_DPM30\_00**

The product is not referred to Annex IV of the Directive 2006/42/EC.

*Il prodotto non è contemplato dall'Allegato IV della Direttiva 2006/42/CE*

Place: Sesto San Giovanni

*Luogo*

**Data emissione / Issue date: 30/05/2016**

**Data 1ª emissione / First issue date: 30/05/2016**

**Data scadenza / Expiry date: 29/05/2021**

**Ispettore verificatore** Tested by

  
Signature & name / Firma e nome

Tested by / Ispettore verificatore

30-05-16

Date / data



## Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321

e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: www.geoprobings.it

pag.1

|                         |                          |                     |               |        |                  |
|-------------------------|--------------------------|---------------------|---------------|--------|------------------|
| Committente:            | Dott. Geol. Michela Timi |                     |               |        |                  |
| Località:               | Deruta (PG)              |                     |               |        | Quota s.l.m.(m): |
| Data inizio cantiere:   | 4 maggio 2018            | Data fine cantiere: | 4 maggio 2018 | Sigla: | DPM 1            |
| Attrezzatura:           | Pagani DPM 20/30         |                     |               |        |                  |
| Coordinate geografiche: |                          |                     |               |        |                  |

### TABELLA DATI PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

| N. | Prof.(m) | N.punta | N.riv.to | Nspt eq. | N.riv.c. | N.  | Prof.(m) | N.punta | N.riv.to | Nspt eq. | N.riv.c. |
|----|----------|---------|----------|----------|----------|-----|----------|---------|----------|----------|----------|
| 1  | 0,40     | 2       |          | 2        |          | 55  | 5,80     | 10      |          | 8        |          |
| 2  | 0,50     | 5       |          | 4        |          | 56  | 5,90     | 9       |          | 7        |          |
| 3  | 0,60     | 4       |          | 3        |          | 57  | 6,00     | 8       |          | 6        |          |
| 4  | 0,70     | 5       |          | 4        |          | 58  | 6,10     | 8       |          | 6        |          |
| 5  | 0,80     | 4       |          | 3        |          | 59  | 6,20     | 8       |          | 6        |          |
| 6  | 0,90     | 4       |          | 3        |          | 60  | 6,30     | 10      |          | 8        |          |
| 7  | 1,00     | 4       |          | 3        |          | 61  | 6,40     | 17      |          | 13       |          |
| 8  | 1,10     | 3       |          | 2        |          | 62  | 6,50     | 19      |          | 14       |          |
| 9  | 1,20     | 4       |          | 3        |          | 63  | 6,60     | 17      |          | 13       |          |
| 10 | 1,30     | 4       |          | 3        |          | 64  | 6,70     | 16      |          | 12       |          |
| 11 | 1,40     | 3       |          | 2        |          | 65  | 6,80     | 15      |          | 11       |          |
| 12 | 1,50     | 4       |          | 3        |          | 66  | 6,90     | 15      |          | 11       |          |
| 13 | 1,60     | 3       |          | 2        |          | 67  | 7,00     | 14      |          | 11       |          |
| 14 | 1,70     | 4       |          | 3        |          | 68  | 7,10     | 12      |          | 9        |          |
| 15 | 1,80     | 4       |          | 3        |          | 69  | 7,20     | 12      |          | 9        |          |
| 16 | 1,90     | 3       |          | 2        |          | 70  | 7,30     | 14      |          | 11       |          |
| 17 | 2,00     | 4       |          | 3        |          | 71  | 7,40     | 13      |          | 10       |          |
| 18 | 2,10     | 7       |          | 5        |          | 72  | 7,50     | 12      |          | 9        |          |
| 19 | 2,20     | 6       |          | 5        |          | 73  | 7,60     | 12      |          | 9        |          |
| 20 | 2,30     | 4       |          | 3        |          | 74  | 7,70     | 12      |          | 9        |          |
| 21 | 2,40     | 4       |          | 3        |          | 75  | 7,80     | 10      |          | 8        |          |
| 22 | 2,50     | 4       |          | 3        |          | 76  | 7,90     | 12      |          | 9        |          |
| 23 | 2,60     | 3       |          | 2        |          | 77  | 8,00     | 10      |          | 8        |          |
| 24 | 2,70     | 3       |          | 2        |          | 78  | 8,10     | 11      |          | 8        |          |
| 25 | 2,80     | 3       |          | 2        |          | 79  | 8,20     | 11      |          | 8        |          |
| 26 | 2,90     | 4       |          | 3        |          | 80  | 8,30     | 11      |          | 8        |          |
| 27 | 3,00     | 9       |          | 7        |          | 81  | 8,40     | 11      |          | 8        |          |
| 28 | 3,10     | 6       |          | 5        |          | 82  | 8,50     | 12      |          | 9        |          |
| 29 | 3,20     | 6       |          | 5        |          | 83  | 8,60     | 10      |          | 8        |          |
| 30 | 3,30     | 5       |          | 4        |          | 84  | 8,70     | 8       |          | 6        |          |
| 31 | 3,40     | 4       |          | 3        |          | 85  | 8,80     | 9       |          | 7        |          |
| 32 | 3,50     | 3       |          | 2        |          | 86  | 8,90     | 10      |          | 8        |          |
| 33 | 3,60     | 5       |          | 4        |          | 87  | 9,00     | 10      |          | 8        |          |
| 34 | 3,70     | 5       |          | 4        |          | 88  | 9,10     | 10      |          | 8        |          |
| 35 | 3,80     | 3       |          | 2        |          | 89  | 9,20     | 12      |          | 9        |          |
| 36 | 3,90     | 3       |          | 2        |          | 90  | 9,30     | 12      |          | 9        |          |
| 37 | 4,00     | 3       |          | 2        |          | 91  | 9,40     | 14      |          | 11       |          |
| 38 | 4,10     | 5       |          | 4        |          | 92  | 9,50     | 14      |          | 11       |          |
| 39 | 4,20     | 13      |          | 10       |          | 93  | 9,60     | 15      |          | 11       |          |
| 40 | 4,30     | 20      |          | 15       |          | 94  | 9,70     | 14      |          | 11       |          |
| 41 | 4,40     | 25      |          | 19       |          | 95  | 9,80     | 12      |          | 9        |          |
| 42 | 4,50     | 19      |          | 14       |          | 96  | 9,90     | 20      |          | 15       |          |
| 43 | 4,60     | 22      |          | 17       |          | 97  | 10,00    | 27      |          | 21       |          |
| 44 | 4,70     | 40      |          | 30       |          | 98  | 10,10    | 18      |          | 14       |          |
| 45 | 4,80     | 28      |          | 21       |          | 99  | 10,20    | 13      |          | 10       |          |
| 46 | 4,90     | 44      |          | 33       |          | 100 | 10,30    | 14      |          | 11       |          |
| 47 | 5,00     | 28      |          | 21       |          | 101 | 10,40    | 18      |          | 14       |          |
| 48 | 5,10     | 19      |          | 14       |          | 102 | 10,50    | 18      |          | 14       |          |
| 49 | 5,20     | 24      |          | 18       |          | 103 | 10,60    | 18      |          | 14       |          |
| 50 | 5,30     | 16      |          | 12       |          | 104 | 10,70    | 17      |          | 13       |          |
| 51 | 5,40     | 20      |          | 15       |          | 105 | 10,80    | 18      |          | 14       |          |
| 52 | 5,50     | 15      |          | 11       |          | 106 | 10,90    | 27      |          | 21       |          |
| 53 | 5,60     | 12      |          | 9        |          | 107 | 11,00    | 79      |          | 60       |          |
| 54 | 5,70     | 12      |          | 9        |          | 108 | 11,10    | 100     |          | 76       |          |



## Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

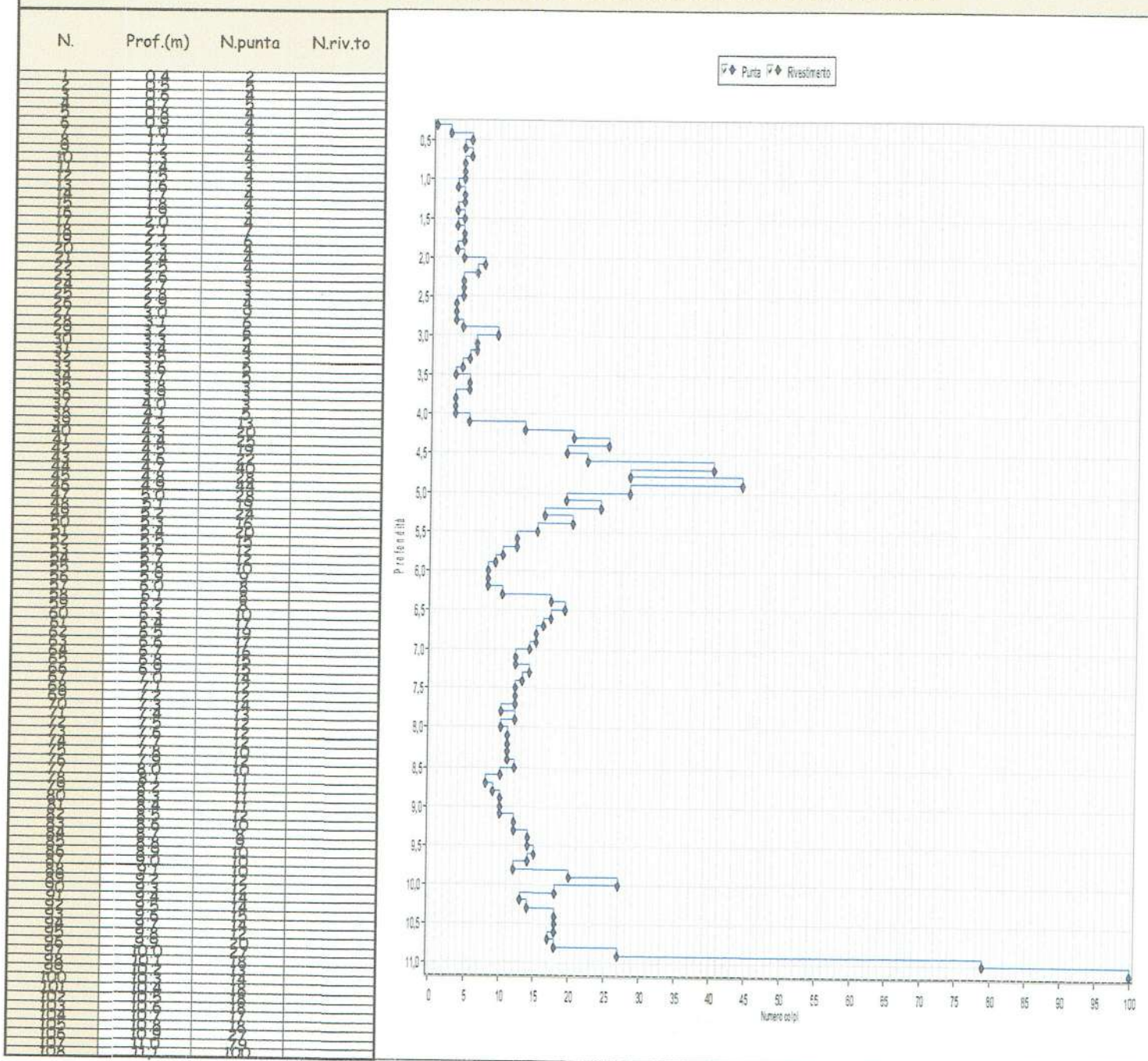
Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321

e-mail: f.becattini@geoprobing.it - sito internet: [www.geoprobing.it](http://www.geoprobing.it)

pag.2

|                         |                          |                     |               |                  |       |
|-------------------------|--------------------------|---------------------|---------------|------------------|-------|
| Committente:            | Dott. Geol. Michela Timi |                     |               |                  |       |
| Località:               | Deruta (PG)              |                     |               | Quota s.l.m.(m): |       |
| Data inizio cantiere:   | 4 maggio 2018            | Data fine cantiere: | 4 maggio 2018 | Sigla:           | DPM 1 |
| Attrezzatura:           | Pagani DPM 20/30         |                     |               |                  |       |
| Coordinate geografiche: |                          |                     |               |                  |       |

### TABELLA E GRAFICO DATI PROVA PENETROMETRICA DINAMICA



### TABELLA RIASSUNTIVA STRATIGRAFIA

[illegible]

# DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



FOTO 1: Strumentazione utilizzata per l'esecuzione della prova DPM 1.



FOTO 2: Un'immagine della piazzola osservata da un'altra angolatura.



## Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321

e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: www.geoprobings.it

pag.1

|                         |                          |                     |               |                  |       |
|-------------------------|--------------------------|---------------------|---------------|------------------|-------|
| Committente:            | Dott. Geol. Michela Timi |                     |               |                  |       |
| Località:               | Deruta (PG)              |                     |               | Quota s.l.m.(m): |       |
| Data inizio cantiere:   | 4 maggio 2018            | Data fine cantiere: | 4 maggio 2018 | Sigla:           | DPM 2 |
| Attrezzatura:           | Pagani DPM 20/30         |                     |               |                  |       |
| Coordinate geografiche: |                          |                     |               |                  |       |

### TABELLA DATI PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

| N. | Prof.(m) | N.punta | N.riv.to | Nspt eq. | N.riv.c. | N. | Prof.(m) | N.punta | N.riv.to | Nspt eq. | N.riv.c. |
|----|----------|---------|----------|----------|----------|----|----------|---------|----------|----------|----------|
| 1  | 0,2      | 4       |          | 3        |          | 51 | 5,2      | 17      |          | 13       |          |
| 2  | 0,3      | 4       |          | 3        |          | 52 | 5,3      | 15      |          | 11       |          |
| 3  | 0,4      | 8       |          | 6        |          | 53 | 5,4      | 15      |          | 11       |          |
| 4  | 0,5      | 5       |          | 4        |          | 54 | 5,5      | 15      |          | 11       |          |
| 5  | 0,6      | 3       |          | 2        |          | 55 | 5,6      | 15      |          | 11       |          |
| 6  | 0,7      | 4       |          | 3        |          | 56 | 5,7      | 15      |          | 11       |          |
| 7  | 0,8      | 3       |          | 2        |          | 57 | 5,8      | 14      |          | 11       |          |
| 8  | 0,9      | 4       |          | 3        |          | 58 | 5,9      | 14      |          | 11       |          |
| 9  | 1,0      | 4       |          | 3        |          | 59 | 6,0      | 16      |          | 12       |          |
| 10 | 1,1      | 4       |          | 3        |          | 60 | 6,1      | 23      |          | 17       |          |
| 11 | 1,2      | 5       |          | 4        |          | 61 | 6,2      | 13      |          | 10       |          |
| 12 | 1,3      | 6       |          | 5        |          | 62 | 6,3      | 14      |          | 11       |          |
| 13 | 1,4      | 6       |          | 5        |          | 63 | 6,4      | 16      |          | 12       |          |
| 14 | 1,5      | 6       |          | 5        |          | 64 | 6,5      | 18      |          | 14       |          |
| 15 | 1,6      | 8       |          | 6        |          | 65 | 6,6      | 16      |          | 12       |          |
| 16 | 1,7      | 7       |          | 5        |          | 66 | 6,7      | 17      |          | 13       |          |
| 17 | 1,8      | 9       |          | 7        |          | 67 | 6,8      | 19      |          | 14       |          |
| 18 | 1,9      | 10      |          | 8        |          | 68 | 6,9      | 27      |          | 21       |          |
| 19 | 2,0      | 9       |          | 7        |          | 69 | 7,0      | 21      |          | 16       |          |
| 20 | 2,1      | 8       |          | 6        |          | 70 | 7,1      | 20      |          | 15       |          |
| 21 | 2,2      | 9       |          | 7        |          | 71 | 7,2      | 22      |          | 17       |          |
| 22 | 2,3      | 9       |          | 7        |          | 72 | 7,3      | 17      |          | 13       |          |
| 23 | 2,4      | 10      |          | 8        |          | 73 | 7,4      | 15      |          | 11       |          |
| 24 | 2,5      | 10      |          | 8        |          | 74 | 7,5      | 28      |          | 21       |          |
| 25 | 2,6      | 10      |          | 8        |          | 75 | 7,6      | 18      |          | 14       |          |
| 26 | 2,7      | 13      |          | 10       |          | 76 | 7,7      | 16      |          | 12       |          |
| 27 | 2,8      | 11      |          | 8        |          | 77 | 7,8      | 30      |          | 23       |          |
| 28 | 2,9      | 10      |          | 8        |          | 78 | 7,9      | 27      |          | 21       |          |
| 29 | 3,0      | 10      |          | 8        |          | 79 | 8,0      | 21      |          | 16       |          |
| 30 | 3,1      | 10      |          | 8        |          | 80 | 8,1      | 20      |          | 15       |          |
| 31 | 3,2      | 12      |          | 9        |          | 81 | 8,2      | 22      |          | 17       |          |
| 32 | 3,3      | 14      |          | 11       |          | 82 | 8,3      | 21      |          | 16       |          |
| 33 | 3,4      | 14      |          | 11       |          | 83 | 8,4      | 17      |          | 13       |          |
| 34 | 3,5      | 26      |          | 20       |          | 84 | 8,5      | 17      |          | 13       |          |
| 35 | 3,6      | 54      |          | 41       |          | 85 | 8,6      | 17      |          | 13       |          |
| 36 | 3,7      | 34      |          | 26       |          | 86 | 8,7      | 17      |          | 13       |          |
| 37 | 3,8      | 24      |          | 18       |          | 87 | 8,8      | 22      |          | 17       |          |
| 38 | 3,9      | 17      |          | 13       |          | 88 | 8,9      | 23      |          | 17       |          |
| 39 | 4,0      | 54      |          | 41       |          | 89 | 9,0      | 26      |          | 20       |          |
| 40 | 4,1      | 100     |          | 76       |          | 90 | 9,1      | 34      |          | 26       |          |
| 41 | 4,2      | 30      |          | 23       |          | 91 | 9,2      | 34      |          | 26       |          |
| 42 | 4,3      | 17      |          | 13       |          | 92 | 9,3      | 32      |          | 24       |          |
| 43 | 4,4      | 15      |          | 11       |          | 93 | 9,4      | 38      |          | 29       |          |
| 44 | 4,5      | 15      |          | 11       |          | 94 | 9,5      | 48      |          | 36       |          |
| 45 | 4,6      | 15      |          | 11       |          | 95 | 9,6      | 48      |          | 36       |          |
| 46 | 4,7      | 15      |          | 11       |          | 96 | 9,7      | 50      |          | 38       |          |
| 47 | 4,8      | 15      |          | 11       |          | 97 | 9,8      | 44      |          | 33       |          |
| 48 | 4,9      | 13      |          | 10       |          | 98 | 9,9      | 45      |          | 34       |          |
| 49 | 5,0      | 16      |          | 12       |          |    |          |         |          |          |          |
| 50 | 5,1      | 16      |          | 12       |          |    |          |         |          |          |          |



# Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)

Cell. 347.6434222 - Tel e Fax: 075.5928321

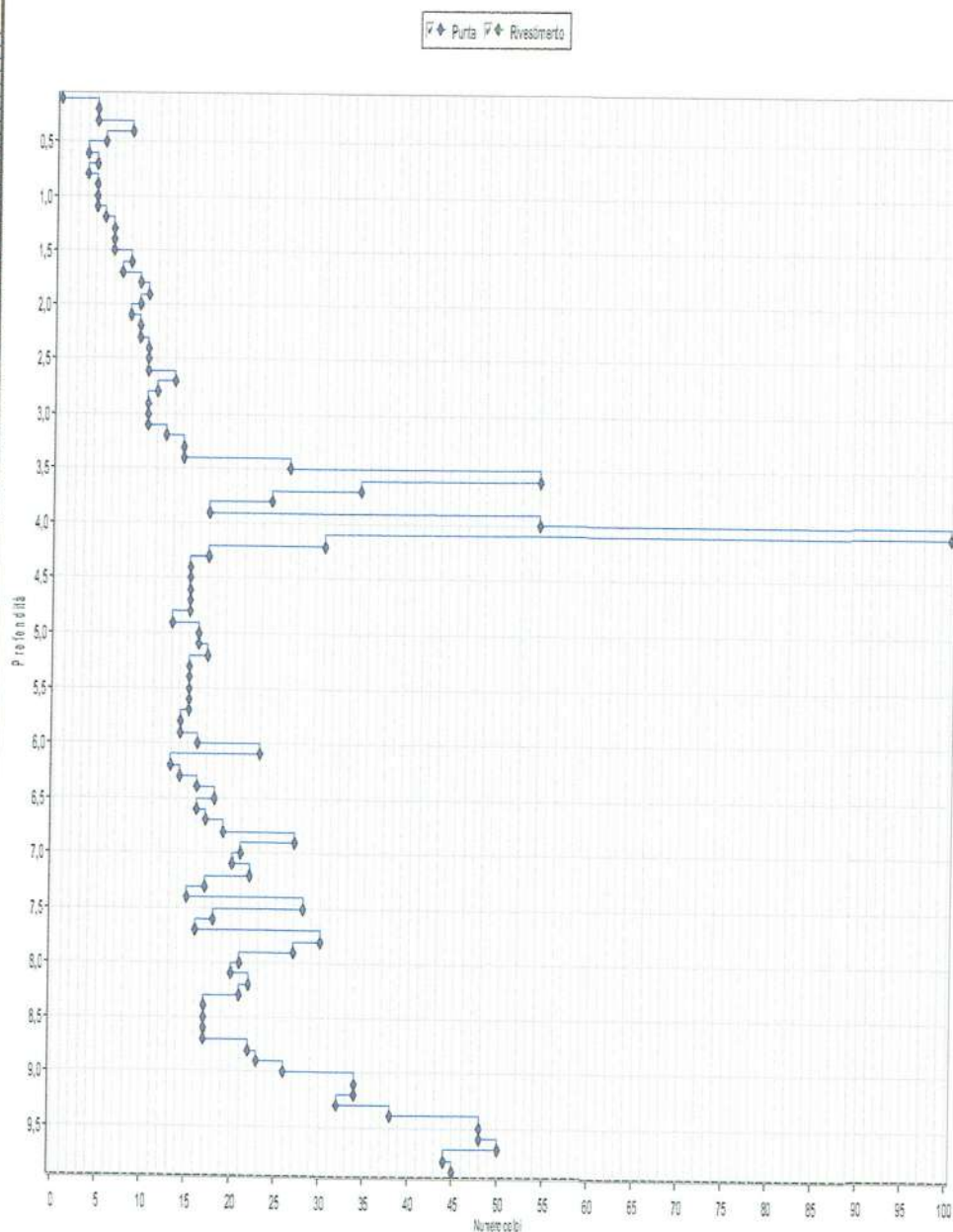
e-mail: f.becattini@geoprobing.it - sito internet: www.geoprobing.it

pag.2

|                         |                          |                     |               |                  |       |
|-------------------------|--------------------------|---------------------|---------------|------------------|-------|
| Committente:            | Dott. Geol. Michela Timi |                     |               |                  |       |
| Località:               | Deruta (PG)              |                     |               | Quota s.l.m.(m): |       |
| Data inizio cantiere:   | 4 maggio 2018            | Data fine cantiere: | 4 maggio 2018 | Sigla:           | DPM 2 |
| Attrezzatura:           | Pagani DPM 20/30         |                     |               |                  |       |
| Coordinate geografiche: |                          |                     |               |                  |       |

## TABELLA E GRAFICO DATI PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

| N. | Prof.(m) | N.punta | N.riv.to |
|----|----------|---------|----------|
| 1  | 0.5      | 10      | 10       |
| 2  | 1.0      | 15      | 15       |
| 3  | 1.5      | 20      | 20       |
| 4  | 2.0      | 25      | 25       |
| 5  | 2.5      | 30      | 30       |
| 6  | 3.0      | 35      | 35       |
| 7  | 3.5      | 40      | 40       |
| 8  | 4.0      | 45      | 45       |
| 9  | 4.5      | 50      | 50       |
| 10 | 5.0      | 55      | 55       |
| 11 | 5.5      | 60      | 60       |
| 12 | 6.0      | 65      | 65       |
| 13 | 6.5      | 70      | 70       |
| 14 | 7.0      | 75      | 75       |
| 15 | 7.5      | 80      | 80       |
| 16 | 8.0      | 85      | 85       |
| 17 | 8.5      | 90      | 90       |
| 18 | 9.0      | 95      | 95       |
| 19 | 9.5      | 100     | 100      |





# DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



FOTO 1: Strumentazione utilizzata per l'esecuzione della prova DPM 2.



FOTO 2: Un'immagine della piazzola osservata da un'altra angolatura.

## SCHEDA RIASSUNTIVA DEL CAMPIONE

**GEO ECO TEST S.r.l.**  
Geologia e Ingegneria Ambientale

Via S. Angelo, 65  
06039 Trevi (PG)  
Tel./Fax 0742/381170  
0742/780584

e-mail: geocotest@gmail.com

**N° D'ORDINE:** 53/18  
**COMMITTENTE:** Geo Umbria Service srl  
Area in frana  
**LOCALITA':** Via del Frate - Deruta (PG)  
**SONDAGGIO:** 1  
**CAMPIONE:** 1  
**PROFONDITA':** 2,7-3,2  
**DATA INIZIO:** 14/06/18  
**DATA FINE:** 20/06/18

| PARAMETRO GEOTECNICO                                 | SIMBOLO        | VALORE    | UNITA' DI MISURA  |
|--|----------------|-----------|-------------------|
| PESO DI VOLUME APPARENTE                             | $\gamma$       | 20,14     | kN/m <sup>3</sup> |
| PESO DI VOLUME SECCO                                 | $\gamma_d$     | 16,35     | kN/m <sup>3</sup> |
| PESO DI VOLUME IMMERSO                               | $\gamma_i$     |           | kN/m <sup>3</sup> |
| PESO DI VOLUME SATURO                                | $\gamma_{sat}$ |           | kN/m <sup>3</sup> |
| PESO SPECIFICO DEI GRANULI                           | $\gamma_s$     |           | kN/m <sup>3</sup> |
| INDICE DEI VUOTI                                     | e              |           |                   |
| POROSITA'  | n              |           | %                 |
| GRADO DI SATURAZIONE INIZIALE                        | Sr             |           | %                 |
| UMIDITA' NATURALE                                    | w              | 23,14     | %                 |
| LIMITE DI LIQUIDITA'                                 | LL             |           | %                 |
| LIMITE DI PLASTICITA'                                | LP             |           | %                 |
| INDICE DI PLASTICITA'                                | IP             |           | %                 |
| LIMITE DI RITIRO                                     | LR             |           | %                 |
| INDICE DI CONSISTENZA                                | lc             |           |                   |
| <b>QUALITA' DEL CAMPIONE</b>                         |                | <b>Q5</b> |                   |
| ANGOLO DI ATTRITO DI PICCO                           | $\phi'$        | 22        | °                 |
| COESIONE DRENATA                                     | c'             | 34,0      | kPa               |
| ANGOLO DI ATTRITO RESIDUO                            | $\phi_{res}$   | -         | °                 |
| COESIONE NON DRENATA                                 | c <sub>u</sub> | -         | kPa               |
| <b>ANALISI GRANULOMETRICA</b>                        |                |           |                   |
| PARTE GROSSOLANA<br>(% trattenuta al setaccio n°200) | GHIAIA         | SABBIA    | LIMO+ARGILLA      |
| PARTE FINA<br>(% passante al setaccio n°200)         | SABBIA         | LIMO      | ARGILLA           |
| GRANULOMETRIA CUMULATIVA                             | GHIAIA         | SABBIA    | LIMO              |
|  |                |           | ARGILLA           |
| CLASSIFICAZIONE CNR UNI 10006                        |                |           |                   |
| INDICE DI GRUPPO                                     |                |           |                   |

DESCRIZIONE: Limo argilloso marrone con concrezioni passante verso l'alto a sabbie grossolane con clasti

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. David Severini  
*David Severini*

Il direttore del Laboratorio  
*Ing. Fabio Bonazzi Bonaca*

Laboratorio con aut. Min. conc. n°10324 del 29/10/2012

**LOCALITA': DERUTA VIA DEL FRATE**

**COMMITTENTE: GEOUMBRIA SERVICE**

**SONDAGGIO: 1**

**CAMPIONE: 1**

**PROFONDITA': 2,7-3,2 m**



**GEO ECO TEST S.r.l.**  
Geologia e Ingegneria Ambientale

Via S. Angelo, 65  
06039 Trevi (Pg)  
Tel./Fax 0742/381190  
0742/780584

e-mail: geocotest@gmail.com

**MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA**  
**MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME**  
**MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANULI SOLIDI**

N° D'Ordine: 53/18

N° Certificato: 448/18

Indagine: Area in frana

Committente: Geo Umbria Service srl

Località: Via del Frate - Deruta (PG)

Sondaggio: 1

Campione: 1

Profondità: 2,7-3,2

Data ricevimento: 14/06/18

Data apertura campione: 14/06/18

Data esecuzione: 14/06/18

Descrizione del campione: Limo argilloso marrone con concrezioni passante verso l'alto a sabbie grossolane con clasti

**MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA**

|  |                |
|--|----------------|
| Tara Contenitore                         | 75,11 g        |
| Massa umida del terreno + Tara           | 253,38 g       |
| Massa secca del terreno + Tara           | 219,88 g       |
| Massa Netta Secca del terreno            | 144,77 g       |
| Massa del contenuto in Acqua nel terreno | 33,50          |
| <b>MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA</b>      | <b>23,14</b> % |

**MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME**

|                                    |                                |
|------------------------------------|--------------------------------|
| Volume Fustella                    | 40,00 cm <sup>3</sup>          |
| Tara Fustella                      | 52,49 g                        |
| Massa del Terreno e della Fustella | 133,04 g                       |
| <b>PESO DELL'UNITA' DI VOLUME</b>  | <b>20,14</b> kN/m <sup>3</sup> |

**MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANULI SOLIDI**

|   | PROVA 1 | PROVA 2              |
|---|---------|----------------------|
| Volume del Picnometro   |         | (cm <sup>3</sup> )   |
| Tara Picnometro   |         | (g)                  |
| Massa secca del terreno + Tara                                      |         | (g)                  |
| Temperatura di prova  |         | (°)                  |
| Peso di volume Acqua T° (γ <sub>w</sub> )                           |         | (kN/m <sup>3</sup> ) |
| Massa Netta Secca del terreno (p)                                   |         | (g)                  |
| Massa acqua e picnometro (p1)                                       |         | (g)                  |
| Massa acqua picnometro e terreno (p2)                               |         | (g)                  |
| <b>Peso dell'unità di volume dei granuli solidi (γ<sub>s</sub>)</b> |         | (kN/m <sup>3</sup> ) |
| <b>Valore medio (γ<sub>s</sub>)</b>                                 |         | (kN/m <sup>3</sup> ) |

Lo sperimentatore  
Dott. Geol. David Severini

Laboratorio con aut. Min. conc. n°10324 del 29/10/2012

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Fabio Bonazzi Bonaca

Pagina 1/1

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO



N. d'Ordine : 53/18

N. Certificato : 449/18

Indagine : Area in frana

Committente : Geo Umbria Service srl

Località : Via del Frate - Deruta (PG)

Sondaggio n° : 1

Campione n° : 1

Profondità di prelievo (m) : 2,7-3,2

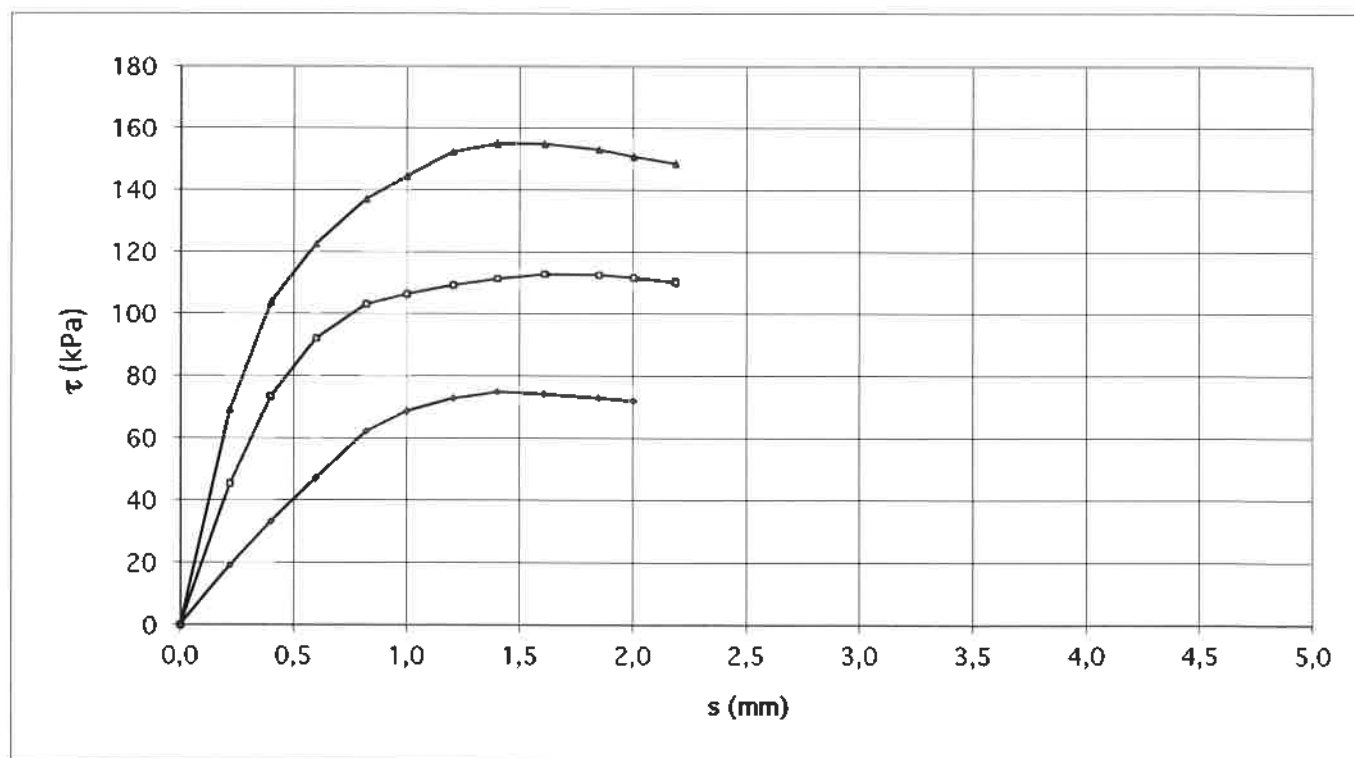
Data ricevimento campione: 14/06/18

Data apertura campione: 14/06/18

Data esecuzione prova: 14/06/18

Descrizione del campione : Limo argilloso marrone con concrezioni passante verso l'alto a sabbie grossolane con clasti

| PROVINO N.                                     | 1           | 2     | 3     |
|--|-------------|-------|-------|
| Peso dell'unità di volume (kN/m <sup>3</sup> ) | 20,14       | 20,21 | 20,21 |
| Contenuto naturale d'acqua (%)                 | 23,14       | 23,14 | 23,14 |
| Pressione verticale (kPa)                      | 100         | 200   | 300   |
| <b>CARATTERISTICHE DELLA PROVA</b>             |             |       |       |
| Velocità di deformazione (mm/min)              | 0,0010      |       |       |
| Dimensione dei provini (cm)                    | 2,00 x 6,00 |       |       |
| Tipo di prova eseguita:                        | CD          |       |       |



Lo Sperimentatore  
 Dott. Geol. David Severini  
*David Severini*

Il Direttore del Laboratorio  
 Ing. Fabio Bonazzi Bonaca  
*Fabio Bonazzi Bonaca*

Laboratorio con aut. Min. conc. n°10324 del 29/10/2012

pagina 1/2

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**GEO ECO TEST** s.r.l.  
Geologia e Ingegneria Ambientale

Via S. Angelo, 65  
06039 Trevi (Pg)  
Tel./Fax. 0742/381170  
0742/780584  
e-mail: geocotest@gmail.com

N. d'Ordine : 53/18

Indagine : Area in frana

Committente : Geo Umbria Service srl

Località : Via del Frate - Deruta (PG)

Sondaggio n° : I

Profondità di prelievo (m) : 2,7-3,2

Data apertura campione: 14/06/18

Descrizione del campione : Limo argilloso marrone con concrezioni passante verso l'alto a sabbie grossolane con clasti

N. Certificato : 449/18

Campione n° : 1

Data ricevimento campione: 14/06/18

Data esecuzione prova: 14/06/18

### VALORI DEGLI SFORZI DI TAGLIO

| Spostamento<br>s (mm) | Provino 1<br>$\tau$ (kPa) | Provino 2<br>$\tau$ (kPa) | Provino 3<br>$\tau$ (kPa) |
|-----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 0,0                   | 0,0                       | 0,0                       | 0,0                       |
| 0,2                   | 19,2                      | 45,3                      | 69,2                      |
| 0,4                   | 33,2                      | 73,4                      | 103,8                     |
| 0,6                   | 47,3                      | 92,1                      | 122,5                     |
| 0,8                   | 62,1                      | 103,1                     | 137,1                     |
| 1,0                   | 68,8                      | 106,5                     | 144,6                     |
| 1,2                   | 72,8                      | 109,3                     | 152,4                     |
| 1,4                   | 74,9                      | 111,4                     | 155,2                     |
| 1,6                   | 74,2                      | 112,7                     | 154,9                     |
| 1,8                   | 73,1                      | 112,5                     | 153,2                     |
| 2,0                   | 71,9                      | 111,7                     | 150,9                     |
| 2,2                   |                           | 110,3                     | 148,6                     |
| 2,4                   |                           |                           |                           |
| 2,6                   |                           |                           |                           |
| 2,8                   |                           |                           |                           |
| 3,0                   |                           |                           |                           |
| 3,3                   |                           |                           |                           |
| 3,4                   |                           |                           |                           |
| 3,6                   |                           |                           |                           |
| 3,8                   |                           |                           |                           |
| 4,0                   |                           |                           |                           |
| 4,2                   |                           |                           |                           |
| 4,4                   |                           |                           |                           |
| 4,6                   |                           |                           |                           |
| 4,8                   |                           |                           |                           |
| 5,0                   |                           |                           |                           |

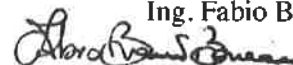
Lo Sperimentatore

Dott. Geol. David Severini



Il Direttore del Laboratorio

Ing. Fabio Bonazzi Bonaca



Laboratorio con aut. Min. conc. n°10324 del 29/10/2012

pagina 2/2

**GEO ECO TEST S.r.l.**  
Geologia e Ingegneria Ambientale

Via S. Angelo, 65  
06039 Trevi (Pg)  
Tel./Fax 0742/381170  
0742/780584  
e-mail: geocotest@gmail.com

## SCHEDA RIASSUNTIVA DEL CAMPIONE

**N° D'ORDINE:** 53/18  
**COMMITTENTE:** Geo Umbria Service srl  
Area in frana  
**LOCALITA':** Via del Frate - Deruta (PG)  
**SONDAGGIO:** 1  
**CAMPIONE:** 2  
**PROFONDITA':** 5,0-5,3  
**DATA INIZIO:** 14/06/18  
**DATA FINE:** 20/06/18

| PARAMETRO GEOTECNICO             | SIMBOLO        | VALORE    | UNITA' DI MISURA  |
|----------------------------------|----------------|-----------|-------------------|
| PESO DI VOLUME APPARENTE         | $\gamma$       | 20,14     | kN/m <sup>3</sup> |
| PESO DI VOLUME SECCO             | $\gamma_d$     | 16,25     | kN/m <sup>3</sup> |
| PESO DI VOLUME IMMERSO           | $\gamma_i$     |           | kN/m <sup>3</sup> |
| PESO DI VOLUME SATURO            | $\gamma_{sat}$ |           | kN/m <sup>3</sup> |
| PESO SPECIFICO DEI GRANULI       | $\gamma_s$     |           | kN/m <sup>3</sup> |
| INDICE DEI VUOTI                 | e              |           |                   |
| POROSITA'                        | n              |           | %                 |
| GRADO DI SATURAZIONE INIZIALE    | Sr             |           | %                 |
| UMIDITA' NATURALE                | w              | 23,91     | %                 |
| LIMITE DI LIQUIDITA'             | LL             |           | %                 |
| LIMITE DI PLASTICITA'            | LP             |           | %                 |
| INDICE DI PLASTICITA'            | IP             |           | %                 |
| LIMITE DI RITIRO                 | LR             |           | %                 |
| INDICE DI CONSISTENZA            | Ic             |           |                   |
| <b>QUALITA' DEL CAMPIONE</b>     |                | <b>Q5</b> |                   |
| ANGOLO DI ATTRITO DI PICCO       | $\phi'$        | 24        | °                 |
| COESIONE DRENATA                 | c'             | 5,0       | kPa               |
| ANGOLO DI ATTRITO RESIDUO        | $\phi_{res}$   | -         | °                 |
| COESIONE NON DRENATA             | Cu             | -         | kPa               |
| <b>ANALISI GRANULOMETRICA</b>    |                |           |                   |
| PARTE GROSSOLANA                 | GHIAIA         | SABBIA    | LIMO+ARGILLA      |
| (% trattenuta al setaccio n°200) |                |           |                   |
| PARTE FINA                       | SABBIA         | LIMO      | ARGILLA           |
| (% passante al setaccio n°200)   |                |           |                   |
| GRANULOMETRIA CUMULATIVA         |                |           |                   |
| GHIAIA                           | SABBIA         | LIMO      | ARGILLA           |
| CLASSIFICAZIONE CNR UNI 10006    |                |           |                   |
| INDICE DI GRUPPO                 |                |           |                   |

DESCRIZIONE: Limo argilloso verdognolo

Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. David Severini

*David Severini*  
Laboratorio con aut. Min. conc. n°10324 del 29/10/2012

Il direttore del Laboratorio  
Ing. Fabio Bonazzi Bonaca

*Fabio Bonazzi Bonaca*

**LOCALITA': DERUTA VIA DEL FRATE**

**COMMITTENTE: GEOUMBRIA SERVICE**

**SONDAGGIO: 1**

**CAMPIONE: 2**

**PROFONDITA': 5,0-5,3 m**





**MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA**  
**MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME**  
**MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANULI SOLIDI**

N° D'Ordine: 53/18 N° Certificato: 450/18  
 Indagine: Area in frana  
 Committente: Geo Umbria Service srl  
 Località: Via del Frate - Deruta (PG)  
 Sondaggio: 1 Campione: 2  
 Profondità: 5,0-5,3 Data ricevimento: 14/06/18  
 Data apertura campione: 14/06/18 Data esecuzione: 14/06/18  
 Descrizione del campione: Limo argilloso verdognolo

**MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA**

|  |                |
|--|----------------|
| Tara Contenitore                         | 77,52 g        |
| Massa umida del terreno + Tara           | 294,20 g       |
| Massa secca del terreno + Tara           | 252,39 g       |
| Massa Netta Secca del terreno            | 174,86 g       |
| Massa del contenuto in Acqua nel terreno | 41,81          |
| <b>MISURA DEL CONTENUTO D'ACQUA</b>      | <b>23,91 %</b> |

**MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME**

|                                    |                               |
|------------------------------------|-------------------------------|
| Volume Fustella                    | 40,00 cm <sup>3</sup>         |
| Tara Fustella                      | 52,49 g                       |
| Massa del Terreno e della Fustella | 133,04 g                      |
| <b>PESO DELL'UNITA' DI VOLUME</b>  | <b>20,14 kN/m<sup>3</sup></b> |

**MISURA DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME DEI GRANULI SOLIDI**

|   | PROVA 1 | PROVA 2                   |
|---|---------|---------------------------|
| Volume del Picnometro   |         | (cm <sup>3</sup> )        |
| Tara Picnometro   |         | (g)                       |
| Massa secca del terreno + Tara                                      |         | (g)                       |
| Temperatura di prova  |         | (°)                       |
| Peso di volume Acqua T° (γ <sub>w</sub> )                           |         | (kN/m <sup>3</sup> )      |
| Massa Netta Secca del terreno (p)                                   |         | (g)                       |
| Massa acqua e picnometro (p1)                                       |         | (g)                       |
| Massa acqua picnometro e terreno (p2)                               |         | (g)                       |
| <b>Peso dell'unità di volume dei granuli solidi (γ<sub>s</sub>)</b> |         | <b>(kN/m<sup>3</sup>)</b> |
| <b>Valore medio (γ<sub>s</sub>)</b>                                 |         | <b>(kN/m<sup>3</sup>)</b> |

L'Esperimentatore  
 Dott. Geol. David Severini  
*David Severini*

Laboratorio con aut. Min. conc. n°10324 del 29/10/2012

Il Direttore del Laboratorio  
 Dott. Fabio Bonazzi Bonaca  
*Fabio Bonazzi Bonaca*

Pagina 1/1

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO



N. d'Ordine : 53/18

N. Certificato : 451/18

Indagine : Area in frana

Committente : Geo Umbria Service srl

Località : Via del Frate - Deruta (PG)

Sondaggio n° : I

Campione n° : 2

Profondità di prelievo (m) : 5,0-5,3

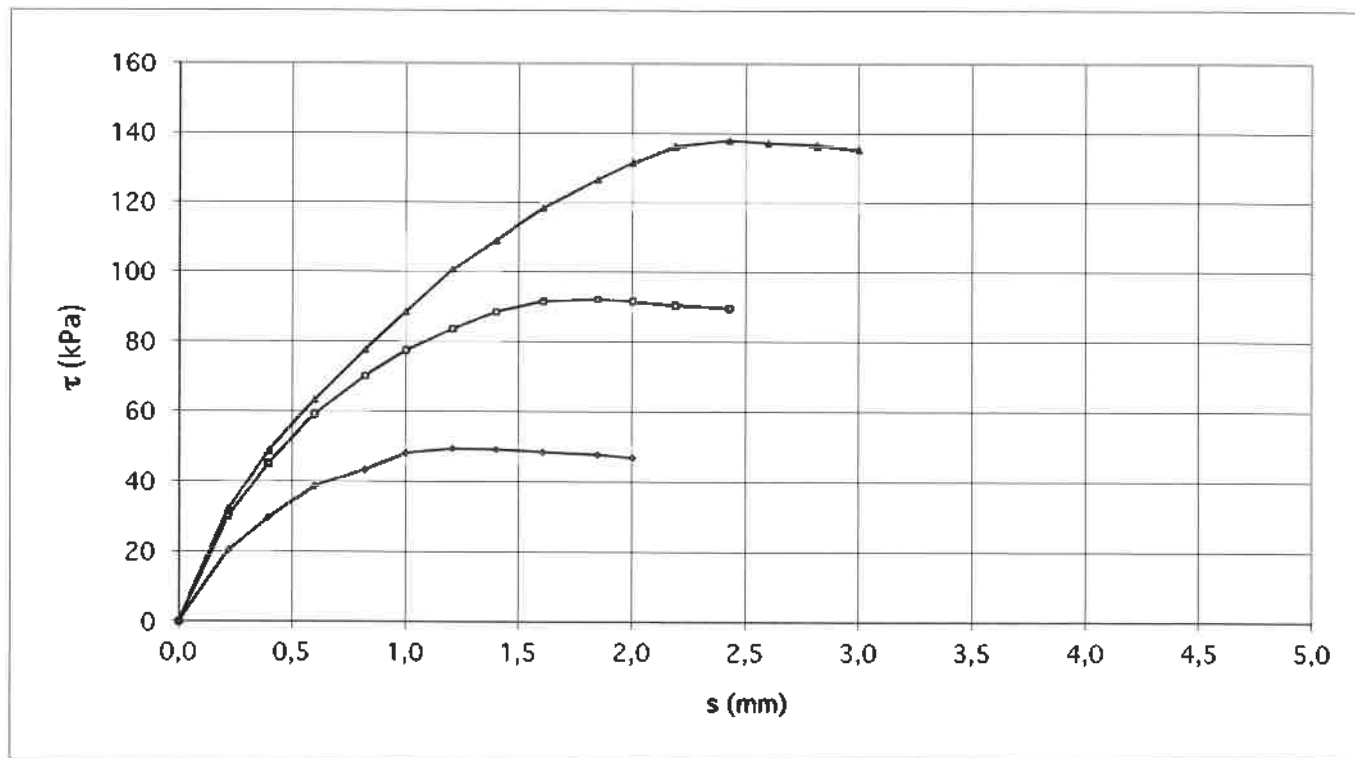
Data ricevimento campione: 14/06/18

Data apertura campione: 14/06/18

Data esecuzione prova: 14/06/18

Descrizione del campione : Limo argilloso verdognolo

| PROVINO N.                                     | 1           | 2     | 3     |
|--|-------------|-------|-------|
| Peso dell'unità di volume (kN/m <sup>3</sup> ) | 20,46       | 20,31 | 20,30 |
| Contenuto naturale d'acqua (%)                 | 23,91       | 23,91 | 23,91 |
| Pressione verticale (kPa)                      | 100         | 200   | 300   |
| <b>CARATTERISTICHE DELLA PROVA</b>             |             |       |       |
| Velocità di deformazione (mm/min)              | 0,0010      |       |       |
| Dimensione dei provini (cm)                    | 2,00 x 6,00 |       |       |
| Tipo di prova eseguita:                        | CD          |       |       |



Lo Sperimentatore  
Dott. Geol. David Severini  
*David Severini*

Il Direttore del Laboratorio  
*Alcide Bonazzi Bonaca*

Laboratorio con aut. Min. conc. n°10324 del 29/10/2012

pagina 1/2

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO



N. d'Ordine : 53/18

N. Certificato : 451/18

Indagine : Area in frana

Committente : Geo Umbria Service srl

Località : Via del Frate - Deruta (PG)

Sondaggio n° : 1

Campione n° : 2

Profondità di prelievo (m) : 5,0-5,3

Data ricevimento campione: 14/06/18

Data apertura campione: 14/06/18

Data esecuzione prova: 14/06/18

Descrizione del campione : Limo argilloso verdognolo

### VALORI DEGLI SFORZI DI TAGLIO

| Spostamento<br>s (mm) | Provino 1<br>$\tau$ (kPa) | Provino 2<br>$\tau$ (kPa) | Provino 3<br>$\tau$ (kPa) |
|-----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 0,0                   | 0,0                       | 0,0                       | 0,0                       |
| 0,2                   | 20,3                      | 30,1                      | 32,1                      |
| 0,4                   | 29,8                      | 45,2                      | 48,8                      |
| 0,6                   | 38,7                      | 59,3                      | 63,2                      |
| 0,8                   | 43,6                      | 70,1                      | 77,7                      |
| 1,0                   | 48,2                      | 77,5                      | 88,6                      |
| 1,2                   | 49,5                      | 83,7                      | 100,7                     |
| 1,4                   | 49,2                      | 88,6                      | 109,3                     |
| 1,6                   | 48,6                      | 91,6                      | 118,5                     |
| 1,8                   | 47,7                      | 92,3                      | 126,7                     |
| 2,0                   | 46,9                      | 91,7                      | 131,6                     |
| 2,2                   |                           | 90,8                      | 136,3                     |
| 2,4                   |                           | 89,8                      | 137,9                     |
| 2,6                   |                           |                           | 137,2                     |
| 2,8                   |                           |                           | 136,6                     |
| 3,0                   |                           |                           | 135,4                     |
| 3,3                   |                           |                           |                           |
| 3,4                   |                           |                           |                           |
| 3,6                   |                           |                           |                           |
| 3,8                   |                           |                           |                           |
| 4,0                   |                           |                           |                           |
| 4,2                   |                           |                           |                           |
| 4,4                   |                           |                           |                           |
| 4,6                   |                           |                           |                           |
| 4,8                   |                           |                           |                           |
| 5,0                   |                           |                           |                           |

Lo Sperimentatore

Dott. Geol. David Severini

Laboratorio con aut. Min. conc. n°10324 del 29/10/2012

Il Direttore del Laboratorio

Ing. Fabio Bonazzi Bonaca

pagina 2/2