

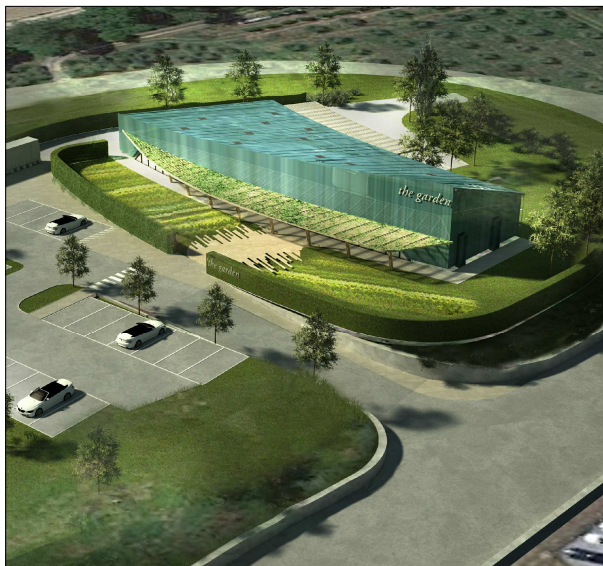
REGIONE UMBRIA



COMUNE DI UMBERTIDE

FRAZIONE PIERANTONIO  
PROVINCIA DI PERUGIA

## NUOVA STRUTTURA COMMERCIALE - M1



### DOMANDA DI PROVVEDIMENTO AUTORIZZATIVO UNICO PER IMPIANTO PRODUTTIVO DI BENI E SERVIZI AI SENSI DELL'ART. 8 DEL D.P.R. 160 DEL 7 Settembre 2010

#### PROPRIETA'

**Pietro Russo**

via Strada per Rancolfo n° 2/H  
06134 - Perugia  
tel +39 345.74.34.156  
mail emilycusman@gmail.com

#### GRUPPO DI PROGETTAZIONE

**Architetto Gabriele Pinca**

via Vincenzo Cuoco n° 4  
50133 - Firenze  
tel +39 340.51.34.992  
mail gabriele.pinca@ubikarch.com

**Sistema Servizi S.r.l.**



via M.Clementi n° 1  
06132 Perugia  
tel +39 335.83.50.293  
mail gblglnl@sistemaservizi srl.com

**Dott.Geol. Francesco Brunelli**



Geologia  
Ambiente  
Paesaggio

Via Andreani n°21  
06019 - Umbertide (PG)  
tel +39 075.94.11.668 - +39 335.80.48.662  
mail brunelli.studiogeo@gmail.com

ELABORATO N°.

**R2**

TITOLO

## RELAZIONE GEOLOGICA



SCALA:

REVISIONE:

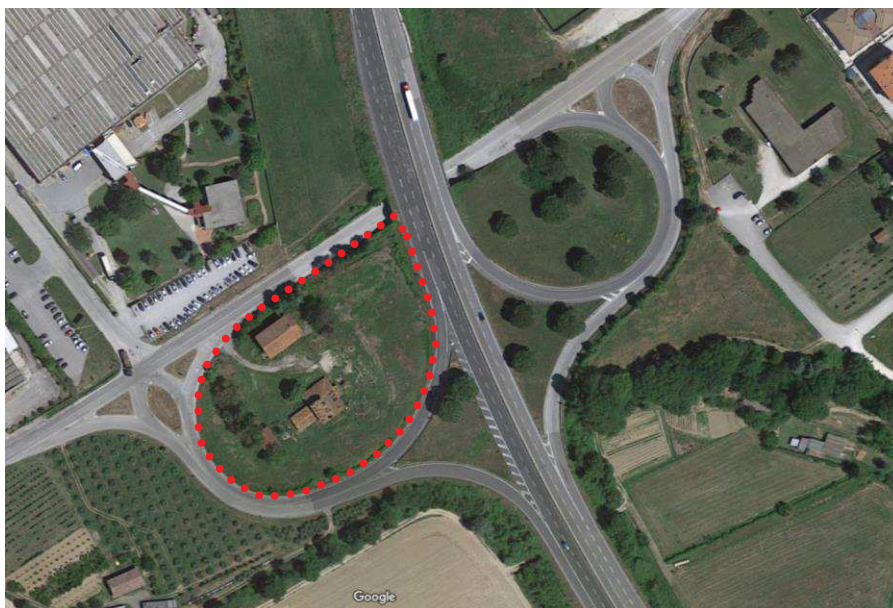
DATA: 26.06.2018

NOME FILE: relgeo\_russo\_022\_18.doc

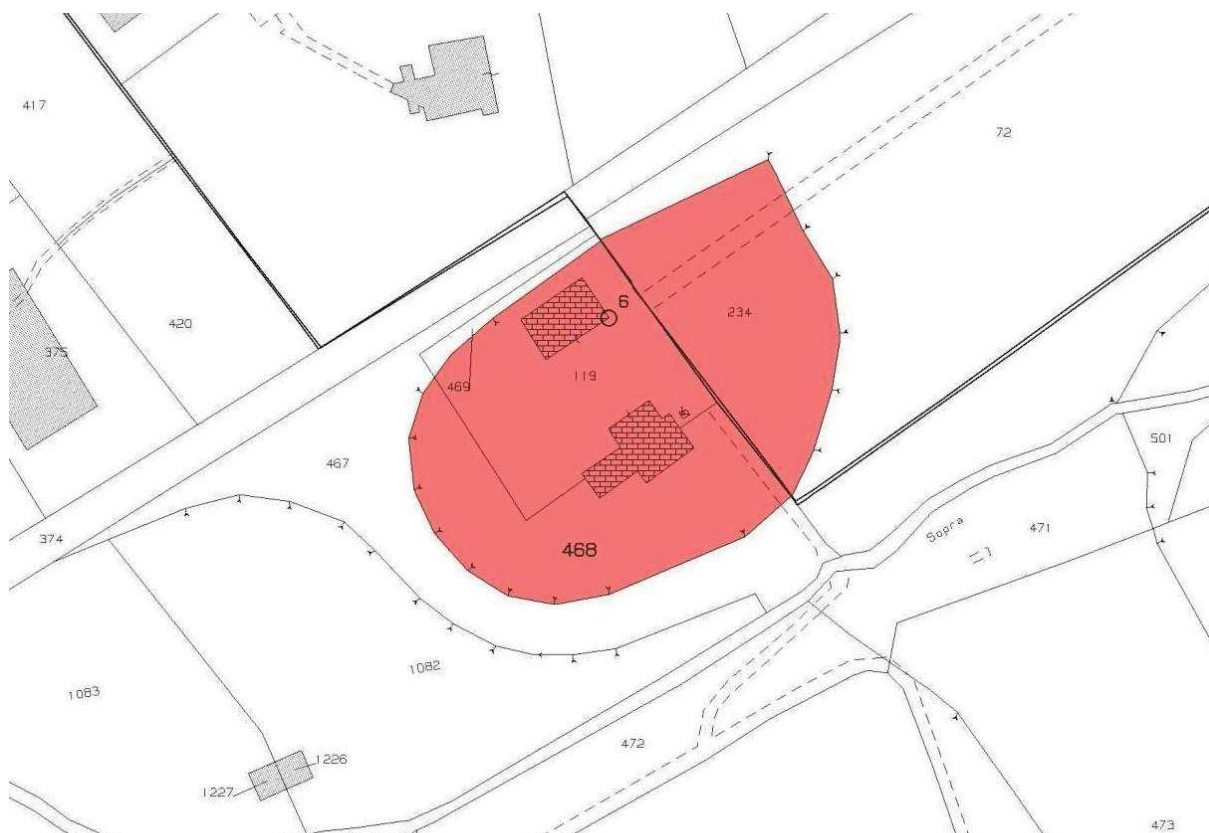
|     |            |           |      |       |       |
|-----|------------|-----------|------|-------|-------|
| E   |            |           |      |       |       |
| D   |            |           |      |       |       |
| C   |            |           |      |       |       |
| B   |            |           |      |       |       |
| A   | 25-06-2018 | EMISSIONE | F.B. | F.B.  | F.B.  |
| REV | DATA       | EMISSIONE | DIS. | CONT. | APPR. |

## PREMESSA

Il Sig. Pietro Russo è proprietario di area comprendente immobili ex rurali in loc. Pierantonio, in ambito circoscritto fra lo svincolo di uscita della E45 (S.S 3bis) e la S.P. n. 169 del Pantano, attualmente occupato da un casale e dai relativi annessi agricoli:



Catastralmente la proprietà comprende i terreni censiti al F. 152 part. 119, 468 e al F. 151 part. 234 del Comune di Umbertide:



Il suddetto committente presenta istanza di attivazione di un Procedimento di variante allo strumento urbanistico (parte operativa) per variare la destinazione d'uso dell'area ad attività commerciale anziché ad attività turistiche, come espresso nel PRG - parte operativa.

Per l'ottenimento del parere di *compatibilità con le condizioni geomorfologiche del territorio* di cui all'art. 56 della L. R. 1/2015, ai sensi del D.P.R. 380/2001 viene prodotta la relazione geologica, con modellazione geotecnica e sismica a supporto del progetto di realizzazione della struttura, ai sensi della normativa seguente:

- D. M. 17 gennaio 2018 *Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni*
- N.T.A. del P.R.G. del Comune di Umbertide – parte strutturale (adeguato al Piano di Assetto Idrogeologico del bacino del Fiume Tevere, al Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, alla L. R. 27/2000 - Piano Urbanistico Territoriale della Regione Umbria)

Lo studio si è articolato nelle seguenti fasi:

**A1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE:**

- acquisizione di elementi bibliografici sulla situazione geologica generale entro cui si inserisce l'area di previsto intervento, osservazione della situazione geomorfica locale e conseguente inquadramento geologico e geomorfologico dell'area in esame
- acquisizione e deduzione di elementi di idrogeologia, inquadramento idrogeologico locale

**A2. MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO dai risultati delle seguenti indagini:**

- sondaggi geognostici di riferimento eseguiti in area limitrofa<sup>1</sup>
- n. 4 prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH)

**B. MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL SITO in base ai risultati delle indagini :**

- definizione dei parametri geotecnici caratteristici della sequenza litostratigrafica interessata dall'intervento, in base all'elaborazione dei dati penetrometrici, confrontati con dati geotecnici rilevati in prove di laboratorio su campioni prelevate negli studi di riferimento
- definizione dei parametri geotecnici di progetto
- considerazioni relative alla progettazione fondale

**C. MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO**

**D. CONSIDERAZIONI RELATIVE ALLA GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO**

come successivamente esposto.

---

<sup>1</sup> 1. rif. Microzonazione sismica dell'abitato di Pierantonio, Regione Umbria - Comune di Umbertide (il sottoscritto è stato D.L. delle indagini)

2. rif. Relazione geologica e geotecnica a supporto del progetto di realizzazione del C.V.A. di Pierantonio, a firma del sottoscritto in data 4.2.1995

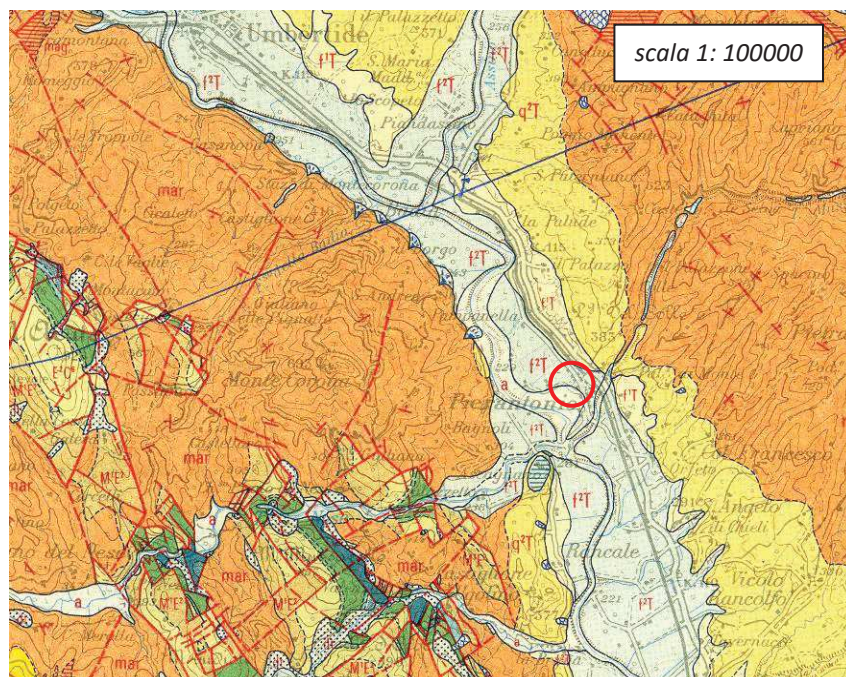


### A.1.1. GEOLOGIA - GEOMORFOLOGIA

L'area studiata è situata ai margini del centro abitato di Pierantonio, in particolare ai margini della zona di più recente espansione edilizia industriale

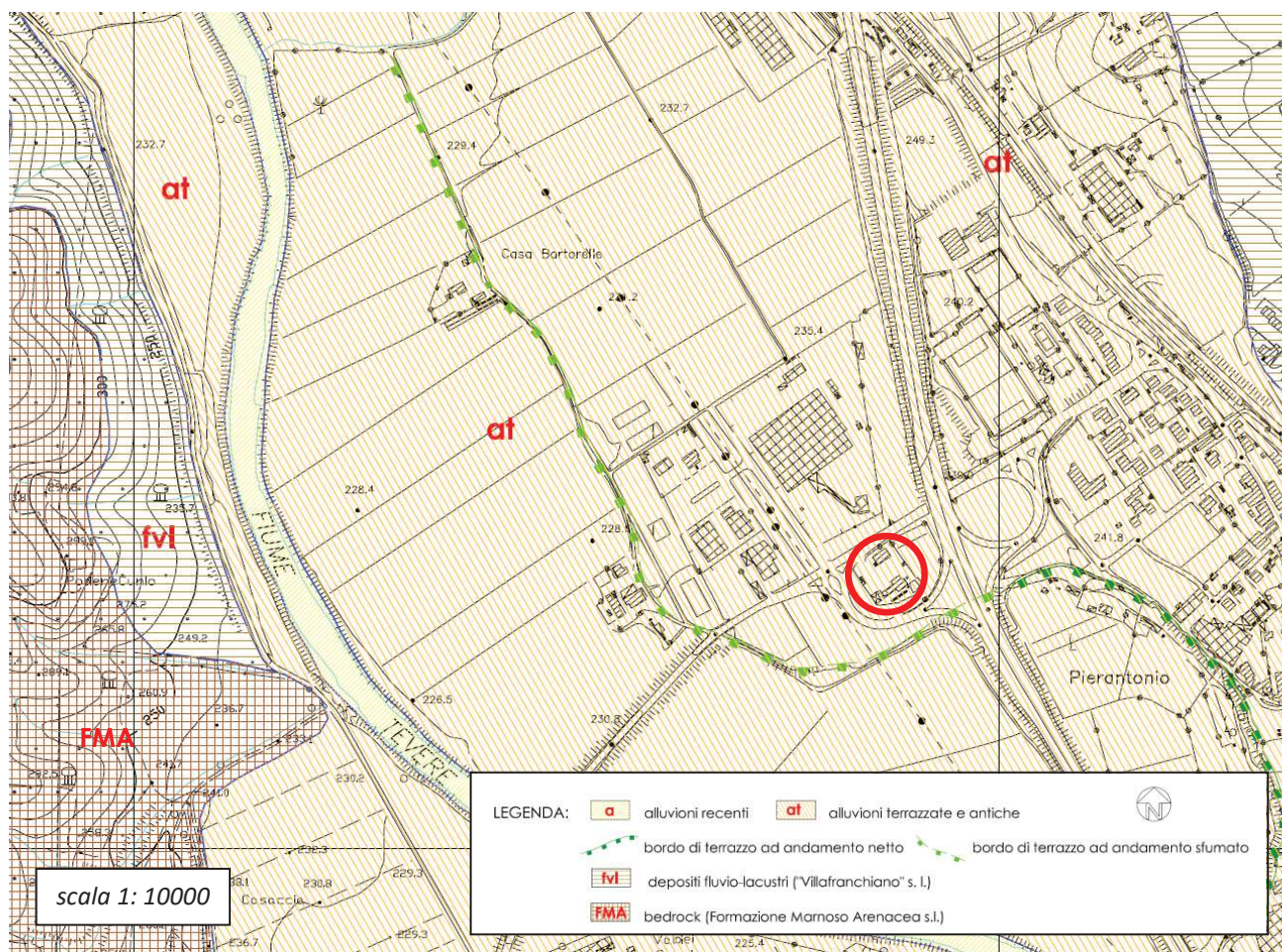


espansione favorita dalla morfologia pianeggiante del terreno, relativa all'origine morfogenetica, entro la piana alluvionale del Fiume Tevere (rif. stralcio C.G.I. F. 122 PERUGIA):



In dettaglio è possibile distinguere tre ordini di terrazzamento, con il bordo del terrazzo di I° ordine ben evidente in corrispondenza della porzione “storica” del centro abitato, quello del II° ordine ancora più evidente (vista ottimale dalla superstrada E 45) che prosegue sfumato delimitando parzialmente l’area in esame (rif. stralcio carta geologica riportato sotto) ed il bordo del terrazzo più recente (di III° ordine) coincidente con l’attuale arginatura del fiume Tevere, come meglio evidenziato nello stralcio cartografico a scala minore:





L'area entro cui si colloca il lotto in esame risulta morfologicamente rialzata, anche per interventi antropici, nella realizzazione della rampa di uscita dalla E45 rimodellata antropicamente per la realizzazione dello svincolo, sia in direzione Perugia, che in direzione Umbertide.



*vista da Nord (area in esame ca. in quota con la E45)*

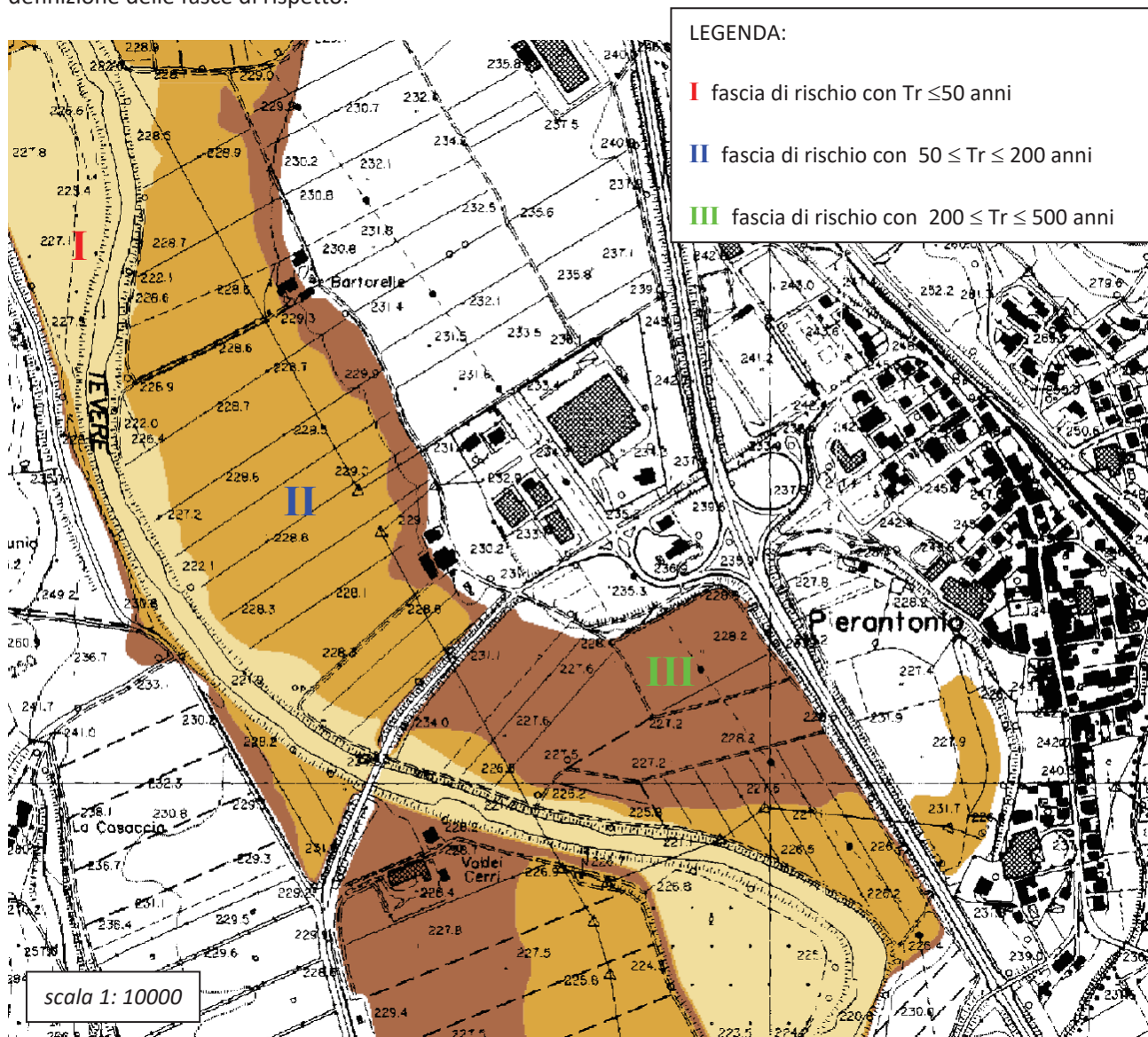


*vista da Sud*



In essa è presente una massicciata (ghiaietto compattato nel tempo) che costituiva la vecchia aia; nelle zone circostanti si osservano all'affioramento limi argillosi/argillosi-sabbiosi, con tenore in sabbia che aumenta verso l'alveo, di colore marrone, con (più o meno rari) ciottoli sparsi, occasionalmente in zonature.

In tali condizioni litologiche e, soprattutto, morfologiche (ci troviamo in area di fondovalle), non si rilevano situazioni di instabilità in atto; in particolare, l'azione erosivo-deposizionale e alluvionale del Tevere non può rappresentare un rischio di apprezzabile entità: l'area è infatti posizionata oltre la zonazione di rischio per tempi di ritorno  $Tr > 500$  anni, come individuato nello stralcio di cartografia del P.A.I. e considerate dal P.R.G. nella definizione delle fasce di rispetto:



Nella zona, globalmente, in riferimento agli stralci cartografici sopra riportati, sono individuabili almeno tre unità litologiche:

- bedrock, costituito dalle formazioni flyschoidi della Marnoso Arenacea e delle Marne Umbre (Schlier), costituite da alternanze di arenarie e marne in variabili rapporti composizionali e stratigrafici; affiorano a ridosso del Fiume Tevere in destra idrografica e hanno costituito un evidente condizionamento litologico/strutturale alla sedimentazione alluvionale, ben maggiore sul lato opposto del corso d'acqua (rif. stralcio C.G.I.)
- depositi fluvio-lacustri del bacino tiberino ("Villafranchiano" s.l.), affioranti diffusamente in sinistra idrografica e presenti in destra (per i citati condizionamenti) solamente come limitate fasce di raccordo fra il bedrock e i sedimenti di fondovalle.



Coerentemente con l'origine sedimentologica, si hanno variazioni litologiche anche marcate, sia in senso areale che volumetrico.

Pur, dunque, in generale situazione di eterogeneità litologica con frequenti interdigitazioni litostratigrafiche, è possibile distinguere -generalmente in sequenza dal basso verso l'alto- 3 unità litologiche principali:

A - sedimenti in facies limo-argillosa

B - sedimenti in facies sabbioso-limosa

C - sedimenti in facies conglomeratica (sabbioso-ghiaiosa).

Ciò, condiziona localmente la situazione geomorfologica, con linee di cresta relative alla presenza dei materiali conglomeratici di "tetto", e zone meno acclivi ove affiorano gli altri materiali, più facilmente modellabili dagli agenti esogeni

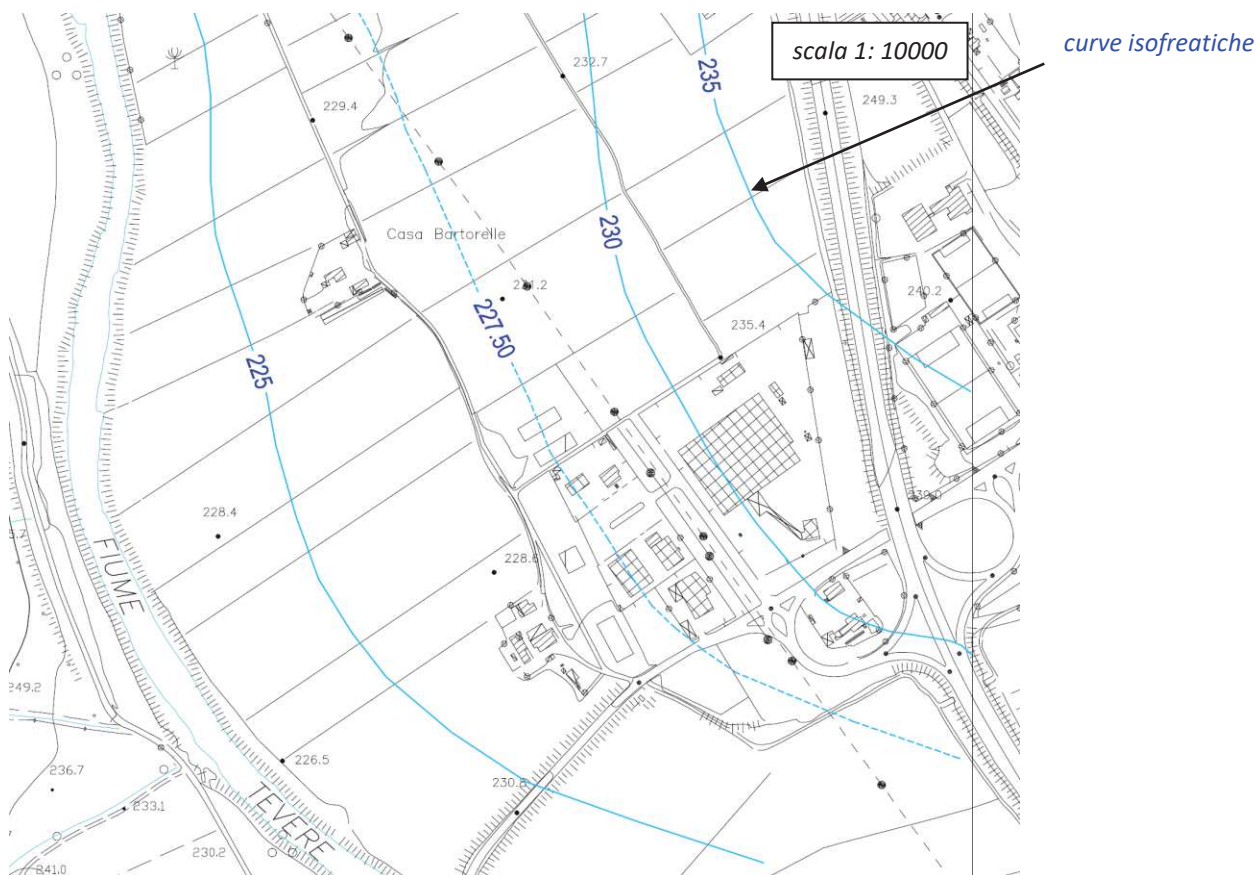
- sedimenti alluvionali affioranti nelle zone di fondovalle del Tevere (e in corrispondenza dei quali si colloca l'intervento in progetto). Numerosi elementi disponibili permettono di schematizzare una successione litostratigrafica sub-superficiale costituita da due unità principali (LIMI argillosi/argillosi-sabbiosi e GHIAIE in matrice a costituzione variabile da limo-sabbioso-argillosa) in variabilissimi rapporti geometrici e composizionali

#### **A.1.2. ELEMENTI DI IDROGEOLOGIA**

Le stesse litologie danno luogo ad altrettante unità idrogeologiche, con permeabilità differenti, per tipo e/o per grado:

- nelle unità flyschoidi, la presenza di consistenti sequenze torbiditiche, permette l'instaurarsi di una circolazione idrica sotterranea in un sistema acquifero di tipo compartimentato, sia per la presenza delle intercalazioni marnose-argillose, sia per il ruolo svolto dai contatti tettonici che possono interrompere la continuità laterale dei vari livelli acquiferi.  
Alle alternanze litologiche e/o ad una fratturazione sub-superficiale (poco estesa in profondità) possono corrispondere soglie di permeabilità, alle quali localmente (pur al di fuori dell'area complessivamente interessata dall'intervento) corrispondono formazioni di piccole sorgenti.  
Più in profondità, a quote di varie decine di metri dal p.c., ad una fratturazione legata alla tettonica può essere correlata la formazione di falde acquifere di entità limitata: anche di recente, alcuni tentativi di ricerca idrica per usi domestici non hanno dato esiti favorevoli.
- i depositi fluvio-lacustri (affioranti nella II<sup>a</sup> sottozona), a costituzione variabile, presentano variabile permeabilità, generalmente modesta anche perché i materiali granulari si presentano spesso addensati e praticamente impermeabili, quasi al livello dei materiali limo-argillosi
- come già indicato, i sedimenti alluvionali presentano una notevole permeabilità, da cui la forte capacità di infiltrazione verso una falda freatica strettamente connessa alla circolazione superficiale.

Dai dati relativi ad alcuni pozzi della zona, è stato possibile ricostruire la piezometria locale, che mostra una stretta correlazione alla circolazione superficiale, ovvero che il Fiume Tevere rappresenta l'asse drenante della falda; la situazione, relativa a condizioni di morbida della falda, può essere associabile anche al regime di magra (con quote dei livelli piezometrici che si abbassano):



Nell'area è presente un antico pozzo, di largo diametro (ca. 2.00 m.) verosimilmente poco profondo, in relazione alla tipologia costruttiva (scavato a mano, con rivestimento in conci di pietra), con livello statico attuale misurato a profondità di 6.70 m. dal p.c., compatibile con la piezometria di riferimento.



## A.2. INDAGINI

### A.2.1. indagini di riferimento

Vengono considerati i sondaggi geognostici individuati in **tav. 1**, ricadenti nello stesso ambito geologico di terrazzo alluvionale (cfr. stralcio cartografico a tav. 4) che vengono di seguito descritti insieme alle prove geotecniche su campioni degli stessi (per il sondaggio della MZS viene riportata anche la prova sismica in foro).

#### A.2.2.1.

A corredo della relazione geologica e geotecnica a supporto del progetto di realizzazione del C.V.A. di Pierantonio furono eseguiti n. 2 sondaggi a rotazione a distruzione di nucleo (con attrezzo terminale cilindrico tipo *bucket* di diametro 420 mm.) interessanti la seguente successione litostratigrafica:



**a1.** limo argilloso, debolmente sabbioso, marroncino, con sfumature organiche e/o ossidate e minuscoli elementi concrezionari sparsi, mediamente compatto, intercettato a profondità variabile nei due fori da 2.80 (S1) a 4.50 m. (S2)

La presenza nel solo sondaggio S1 di uno strato di copertura (ca. 1.00 m.) a costituzione limo-argillosa, marrone, organico, poco compatto, ha portato a pensare che possa essere stato riportato, oppure che in S2 uno strato di terreno analogo possa essere stato asportato. ☐

Nel sondaggio S2 si è rilevata la presenza di un livello limo-argilloso marrone scuro, con zonature grigiastre e ciottoli sparsi; lo spessore esiguo e la modesta differenziazione dal materiale entro cui si trova non permette di considerare una sub-unità litostratigrafica

**a2.** limo argilloso-sabbioso marroncino-grigiastro, compatto, con elementi ghiaiosi sparsi, di spessore variabile da 1.20 (S2) a 1.70 m. (S1).

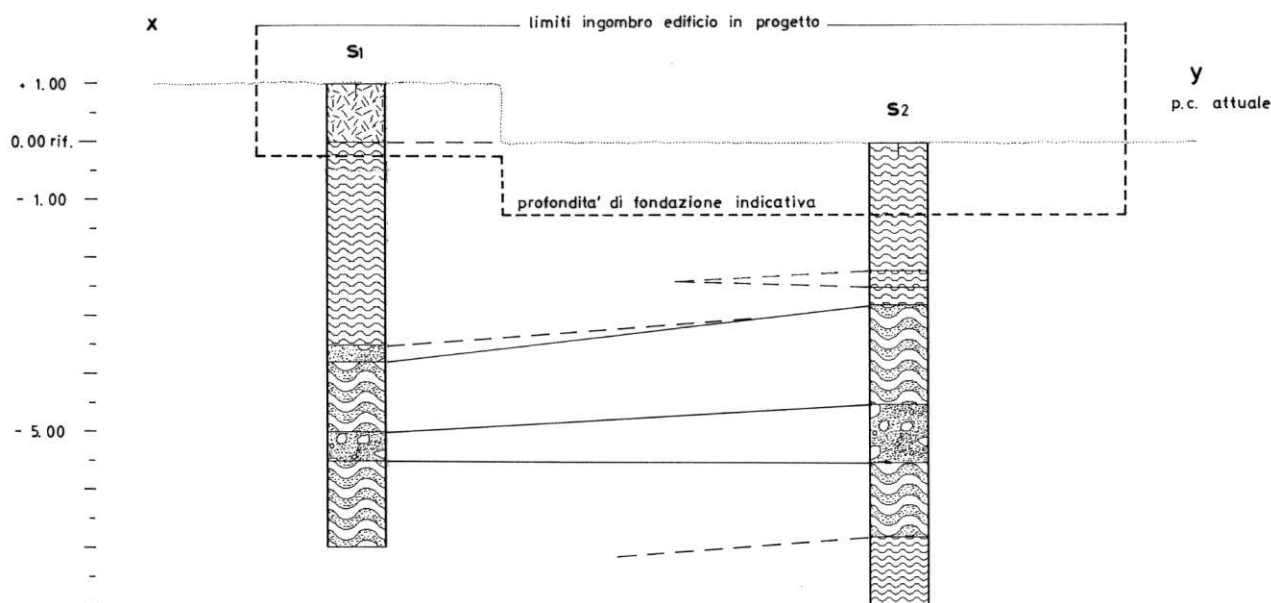
Al tetto del livello, in S2 è stata rilevata la presenza di un livelletto granulare (sabbia fine mista a ghiaia) di 30 cm. di spessore

**b.** ghiaie poligeniche (arenacee, calcarenitiche, marnose, clasti calcitici) eterogranulari (da qualche cm. a una decina circa), arrotondate e/o spigolose, in matrice limo-sabbiosa, umide, di spessore 0.50÷1.00 m.

**c.** alternanze di livelli limo-sabbiosi-argillosi e limo-argillosi-sabbiosi, di colore marroncino-grigiastro (tendente al grigio con la profondità) mediamente compatti, intercettati fino a 6.80 m. nel sondaggio S2 e fino alla base del sondaggio S1. In S2, dalla profondità di 6.80 m. dal p.c. alla base del foro è stato intercettato limo argilloso marroncino-grigiastro, poi grigio, compatto

I livelli acquiferi intercettati, di modestissima entità sono stati riferiti a limitate filtrazioni idriche verso il foro di sondaggio piuttosto che relativi ad una falda acquifera continua in senso spaziale ed areale.

Dalle stratigrafie riportate in allegato (**all. 2.1.1**) è evidente una limitata eterogeneità litologica, evidenziata nella correlazione litostratigrafica (lievemente ridotta dall'originale per l'adattamento alla pagina), peraltro compatibile con l'ambiente deposizionale alluvionale:



Le prove di laboratorio eseguite sui campioni (a medio grado di disturbo, qualità AGI Q.4) prelevati nei sondaggi hanno evidenziato i seguenti parametri geotecnici principali:

**campione C1** (prelevato in S1 a - 1.20 m.)

caratteristiche volumetriche: umidità naturale  $w_n = 18.3 \%$

peso di volume  $\gamma = 1.957 \text{ g/cm}^3$

Limiti di Atterberg: LIMITE LIQUIDO LL = 48.4 %

LIMITE PLASTICO LP = 18.5 %

da cui: INDICE PLASTICO:  $I_p = LL - LP = 29.9 \%$

INDICE DI CONSISTENZA:  $I_c = (LL - w_n) / I_p = (48.4 - 18.3) / 29.9 = 1.01$ .

Dalla Carta di plasticità di Casagrande, emerge una classificazione (U.S.C.S.) come CL (argille inorganiche di media plasticità, argille sabbiose, argille limose,... da LAMBE-WHITMAN, 1969).

In PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. (picco) sono stati determinati i valori dei parametri di resistenza al taglio:

$c' = 0.09 \text{ Kg/cm}^2$   $\phi' = 25.80^\circ$

Osservando l'andamento del cedimento di consolidazione nell'intervallo di carico  $1 \div 2.00 \text{ Kg/cm}^2$  durante la prova di taglio, si osserva come lo stesso sia piuttosto modesto, abbastanza veloce ( $t_{100} = 44.6$  minuti) e in gran parte costituito dall'aliquota di cedimento primario.

campione C2 (prelevato in S2 a - 1.20 m.)

Su tale campione è stata eseguita una PROVA DI COMPRESSIONE EDOMETRICA, nella quale si sono rilevati i seguenti parametri volumetrici del terreno: umidità naturale  $w_n = 21.7 \%$

peso di volume  $\gamma = 2.019 \text{ g/cm}^3$

Indice dei vuoti  $e = 0.550$

porosità  $n = 35.5 \%$

umidità di saturazione  $w_s = 21.4 \%$

(grado di saturazione  $S_r = 98.7 \%$ )

Dal GRAFICO CEDIMENTI / log PRESSIONE è stato determinato (con il metodo grafico proposto da Casagrande, 1936) un valore della pressione media di consolidazione del materiale di circa  $1.2 \text{ Kg/cm}^2$ .

L'INDICE DI COMPRESSIBILITÀ presenta un valore medio-basso (0.16; in genere il parametro varia fra 0.1 e 0.8) indicando una compressibilità medio-bassa, che può anche essere riferita al basso valore del tempo di consolidazione ( $t_{100} = 45.7$  minuti).

Alla profondità di prelievo del campione la pressione litostatica unitaria è uguale al peso del terreno sovrastante per lo spessore dello stesso:  $\sigma' = \gamma \cdot H = 2.00 \text{ g/cm}^3 \cdot 100 \text{ cm} = 200 \text{ g/cm}^2$

Alla profondità di prelievo il grado di consolidazione OCR (definito dal rapporto fra la pressione di consolidazione media e la pressione litostatica) risulta essere:

$OCR = \sigma_{vm} / \sigma' = 1.2 \text{ Kg/cm}^2 / 0.400 \text{ Kg/cm}^2 = 3.00$

valore relativo ad un terreno modestamente sovraconsolidato.

#### **A.2.2.2.**

Si considera il sondaggio S1 eseguito per lo studio di microzonazione sismica dell'abitato di Pierantonio, presso la Scuola Materna.

Esso ha interessato:

- materiali fini (limi argillosi, localmente argillosi-sabbiosi, pur con locali tenori in ciottoli in percentuale significativa, di colore marroncino) con una significativa intercalazione granulare (sabbie medio-grossolane con minuscoli ciottoli sparsi, addensate, fra 5.00 e 5.60 m. di profondità dal p.c.) fino a 9.90 m. dal p.c.



- sabbia limosa fine, mediamente addensata, fra 9.90 e 10.65 m. passante a ghiaie addensate (stato di addensamento notevole, testimoniato da rifiuto ad infissione in prova SPT in foro a 13.60 m. di profondità) in matrice sabbioso-limosa localmente dominante, estese fino a 14.10 m. di profondità dal p.c.
- limi argillosi, localmente debolmente sabbiosi, di colore grigio/grigio scuro, molto compatti (fra 15.10 e 15.45 m. in prova SPT sono stati rilevati valori di 16 - 29 - 42, con  $N_{SPT} = 71$ )

Durante la perforazione sono stati prelevati n. 3 campioni indisturbati; si riportano i dati relativi al campione prelevato a minore profondità (6.30/6.60 m. dal p.c.), maggiormente confrontabile con gli altri dati geotecnici disponibili:

caratteristiche volumetriche: umidità naturale  $w_n = 21.6 \%$

peso di volume  $\gamma = 20.4 \text{ kN/mc} = 2.08 \text{ g/cmc}$

Indice dei vuoti  $e = 0.602$

porosità  $n = 37.6 \%$

grado di saturazione  $S_r = 98.4 \%$

Limiti di Atterberg: LIMITE LIQUIDO  $LL = 37.1 \%$

LIMITE PLASTICO  $LP = 21.0 \%$

da cui: INDICE PLASTICO:  $I_p = LL - LP = 16.1 \%$

INDICE DI CONSISTENZA:  $I_c = (LL - w_n) / I_p = (37.1 - 21.6) / 16.1 = 0.96$ .

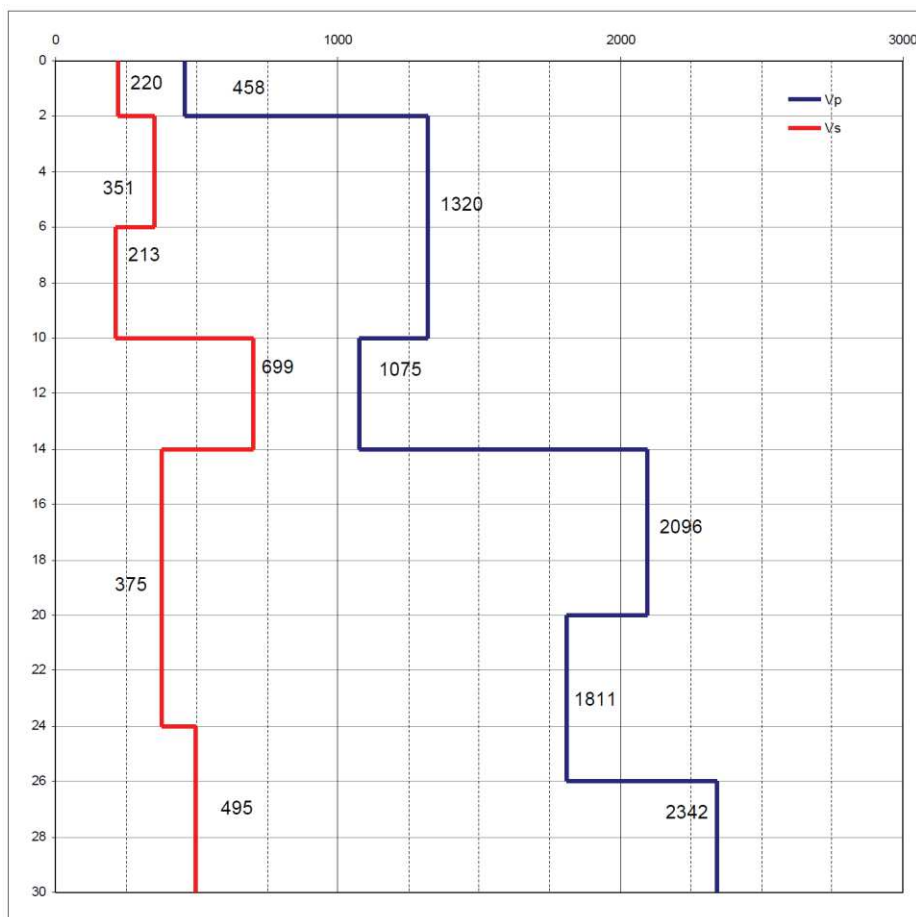
In prova di compressione semplice (E.L.L.) è stato determinato uno sforzo a rottura  $\sigma = 122 \text{ kPa}$ , a cui corrisponde un valore della  $c_u$  di circa  $61 \text{ kPa} = 0.62 \text{ kg/cmq}$ .

In PROVA TRIASSIALE C.I.D. sono stati determinati i valori dei parametri di resistenza al taglio:

$c' = 34 \text{ kPa} = 0.35 \text{ Kg/cmq}$   $\phi' = 25.80^\circ$

[all. 2.1.2]

Nel foro di sondaggio, opportunamente condizionato, è stata eseguita una prova sismica di tipo *down hole*, di cui si riporta il grafico dei profili di velocità:



Nel profilo si rilevano inversioni di velocità, la prima e la terza di modesta entità, la seconda più significativa; tutte, peraltro, possono essere tali da non permettere di considerare importanti effetti di sito.

In proposito, si ricorda quanto riportato negli *INDIRIZZI E CRITERI PER LA MICROZONAZIONE SISMICA* (Conferenza delle Regioni - Presidenza del Consiglio dei Ministri e delle Province autonome - Dipartimento della protezione civile - Commissione protezione civile - Sottocommissione 8 - Attuazione della normativa sismica): *la presenza di una inversione di velocità nel profilo delle Vs di una successione litostratigrafica si intende realizzata quando un terreno rigido sovrasta stratigraficamente un terreno meno rigido (soffice) con rapporto  $V_{s_{rig}}/V_{s_{sof}} > 2$  con la Vs dello strato più rigido  $> 500$  m/s: in tali casi è opportuno passare a un livello di approfondimento superiore.*

Nel caso, la variazione può essere riferibile a locali variazioni litologiche (maggiore compattezza dei terreni fini, presenza del livello ghiaioso molto addensato).

Ai fini della definizione della categoria di sottosuolo, mancando bedrock sismico s.s. entro i 30 m., occorre definire il parametro  $V_{s,30}$ :

$$V_{s_{30}} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

H

Vs

|         |          |        |
|---------|----------|--------|
| 2,0000  | 220,0000 | 0,0091 |
| 4,0000  | 351,0000 | 0,0114 |
| 4,0000  | 213,0000 | 0,0188 |
| 4,0000  | 699,0000 | 0,0057 |
| 10,0000 | 375,0000 | 0,0267 |
| 6,0000  | 495,0000 | 0,0121 |

30,0000                      0,0838       **$V_{s,30} = 358,0952$**

a cui corrisponde una categoria di sottosuolo C (*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s*).

## A.2.2. indagine nel lotto

Nel lotto è stata eseguita una indagine penetrometrica, costituita da n. 4 prove dinamiche superpesanti (DPSH), per verificare la situazione litostratigrafica/meccanica da interessare con l'intervento in progetto.

È stato utilizzato un penetrometro PAGANI TG 63-100 EML.C che può operare sia in modalità dinamica (tipo "Emilia", DPSH secondo la classificazione I.S.S.M.F.E., 1988) con le seguenti caratteristiche tecniche principali:

DPSH (Scpt):      PESO MASSA BATTENTE     $M = 63.50$  Kg/cmq  
                          ALTEZZA CADUTA LIBERA     $H = 0.75$  m.  
                          PESO SISTEMA DI BATTUTA     $M_s = 0.63$  Kg  
                          DIAMETRO PUNTA CONICA     $D = 51.00$  mm  
                          AREA BASE PUNTA CONICA     $A = 20.43$  cmq  
                          ANGOLO APERTURA PUNTA     $\alpha = 60^\circ$   
                          LUNGHEZZA ASTE     $L_a = 1.00$  m.  
                          PESO ASTE PER METRO     $M_a = 6.31$  Kg  
                          AVANZAMENTO PUNTA     $\delta = 0.20$  m. Numero colpi punta    N (N20) avanzamento di 20 cm  
                          Rivestimento NO  
                          ENERGIA SPECIFICA PER COLPO     $Q = (MH)/(A\delta) = 11.66$  Kg/cmq (Q per la prova S.P.T. = 7.83 Kg/cmq)  
                          COEFFICIENTE TEORICO DI ENERGIA     $\beta_t = 1.52$  (teoricamente:  $NSPT = \beta_t \cdot N$ ).



Tali indagini hanno evidenziato una sequenza litostratigrafica abbastanza omogenea nell'area, che può essere sintetizzata e schematizzata nei seguenti livelli:

**A1** - livello presumibilmente corrispondente a terreno di riporto, prevalentemente fino (limo argilloso/argilloso-sabbioso) più compatto dell'analogo terreno sottostante ( $N_{20} = 5 \div 8$ , tranne che in DIN2 in cui risulta più nettamente ghiaioso, con  $N_{20} = 6 \div 28$ ), di spessore variabile da 0.40 a 0.80 m.

**B1** - ghiaie in matrice sabbiosa/sabbioso-argillosa, più o meno addensata ed in percentuale variabile (evidenziata da valori di  $N_{20}$  variabili in maniera piuttosto irregolare fra  $8 \div 20$ ), intercettate nei primi tre punti di indagine (rispettivamente fra 0.80 e 2.00 m., fra 0.40 e 1.80 m., fra 0.80 e 2.60 m. ca.)

**A2** - limi argillosi/argillosi-sabbiosi a media consistenza ( $N_{20}$  omogeneamente variabile fra 3 e 6, con graduale aumento con la profondità), intercettati fino a profondità variabile da 5.20 (DIN1) a 6.80 m. (DIN4)

**B2** - ghiaie in matrice sabbiosa/sabbioso-argillosa addensate/molto addensate ( $N_{20}$  variabile, comunque  $> 18 \div 20$ , fino al rifiuto ottenuto in DIN4 a 7.40 m. in relazione a valori  $\geq 50$ )

Nelle verticali di indagine non è stata intercettata traccia di circolazione acquifera.

Essendo spinte oltre la profondità del livello acquifero rilevata nel pozzo, è verosimile che lo stesso possa costituire una sorta di riserva acquifera intercettante acque di filtrazione sub-superficiale in occasione di precipitazioni meteoriche intense.

### **A.2.3. correlazione – definizione del modello geologico e idrogeologico del sito**

L'indagine penetrometrica, confrontata con gli elementi stratigrafici di riferimento, ha permesso di ricostruire un modello geologico del sito di intervento ampiamente compatibile con la sedimentazione alluvionale impostata sul substrato fluvio-lacustre del sintema tiberino.

Il modello geologico finale, ricostruito in base al confronto fra le prove penetrometriche eseguite nel lotto e la situazione di riferimento, può essere schematizzato con la successione stratigrafica proposta al paragrafo precedente, nella quale i materiali costituenti dei livelli A e B sono relativi alla deposizione alluvionale e si presentano variamente intercalati, pur con contatti stratigrafici sub-paralleli (emerge, peraltro, la geometria lenticolare del livello B1).

I materiali sottostanti (oltre i 14.10 m. del sondaggio S1 MZS) sono verosimilmente riferibili alla deposizione fluvio-lacustre del sintema tiberino ("Villafranchiano" s.l.).

La situazione geologica, geomorfologia e litostratigrafica appena descritta si riflette sull'assetto idrogeologico del sito con infiltrazioni generalmente di modesta entità in quanto limitate dalla bassa conduttività idraulica caratterizzante i materiali affioranti (**unità A1**) e con circolazioni idriche che si determinano esclusivamente entro i livelli a composizione prevalentemente grossolana (**unità B2**) che danno luogo a falde multistrato di tipo semiartesiane confinate dai materiali coesivi costituenti l'**unità A** e il **riporto** e la frazione fine dell'**unità C** (sedimenti fluvio-lacustri).

La presenza di materiali sabbiosi porta a valutare il rischio di liquefazione.

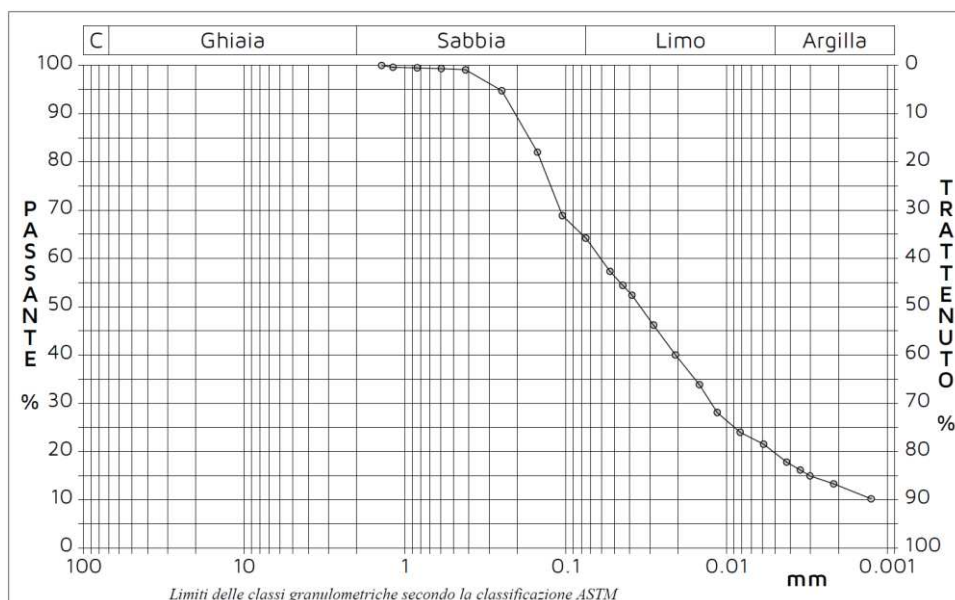
Le NTC 2018, al punto 7.11.3.4.2., stabiliscono che la verifica alla liquefazione di un deposito possa essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. *accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0.1g*
2. *profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna suborizzontale e strutture con fondazioni superficiali*
3. *depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N_1)_{60} > 30$  oppure  $q_{c1N} > 180$ , dove  $(N_1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata a una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $q_{c1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata a una tensione efficace verticale di 100 kPa*

4. *distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura 7.11.1a nel caso di terreni con Coefficiente di Uniformità  $U_c < 3,5$  e in figura 7.11.1b nel caso di terreni con Coefficiente di Uniformità  $U_c > 3,5$ .*

I primi due punti non sono soddisfatti, come desumibile dai dati stratigrafici disponibili, che evidenziano la presenza di una pur minima circolazione acquifera entro i 15 m. di profondità dal p.c. (rif. S1 MZS).

Non sono assolutamente presenti, nel sottosuolo, livelli di sabbie pulite, come evidenzia la granulometria di un campione prelevato nel sondaggio di riferimento (fra 10.30 e 10.60 m.)



Confrontata con i fusi critici di cui alla figura 7.11.1. delle NTC 2018:

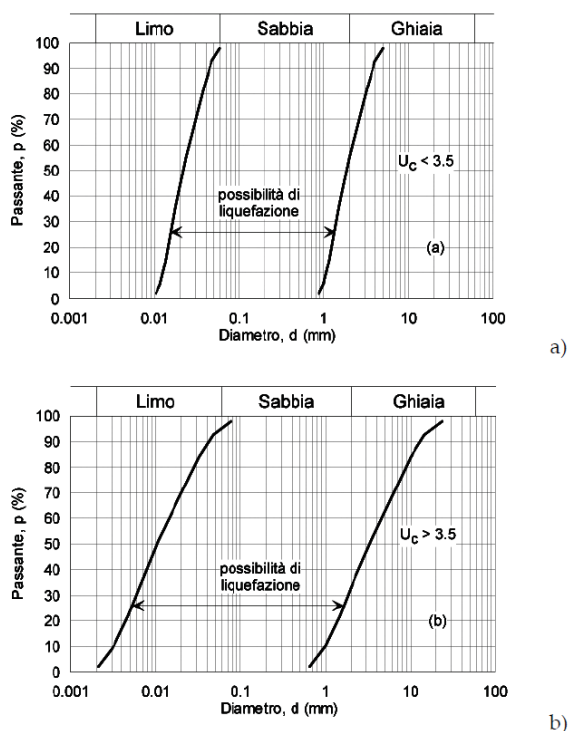


Fig. 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

è chiaramente evidente che la granulometria si estende al di fuori dei fusi critici; ciò, permette di escludere la liquefacibilità dei depositi.

A sostegno di ciò, si evidenzia, inoltre, la mancanza di storicità del fenomeno.

## B. GEOTECNICA

### B.1. definizione dei parametri geotecnici caratteristici

Si riassumono i criteri di determinazione dei parametri geotecnici associati alle sequenze litostratigrafiche individuate nello studio di riferimento:

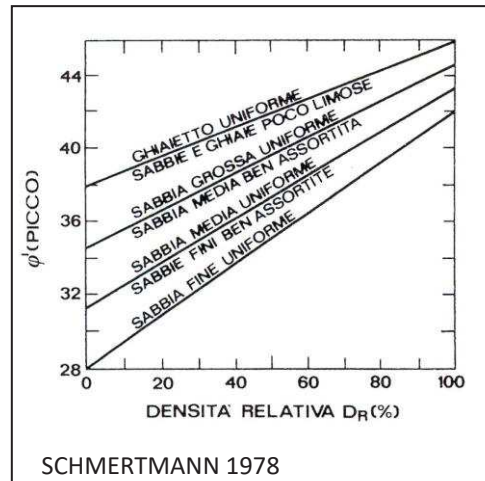
| litotipo  | parametro                                  | prova utilizzata                 |
|-----------|--------------------------------------------|----------------------------------|
| COESIVO   | peso di volume naturale $\gamma$           | prova di laboratorio             |
|           | coesione totale $c_u$                      | elaborazione DPSH                |
|           | coesione efficace $c'$                     | prove di laboratorio             |
|           | angolo di attrito interno efficace $\phi'$ | prove di laboratorio             |
| GRANULARE | peso di volume naturale $\gamma$           | stimato                          |
|           | coesione efficace $c'$                     | stimato                          |
|           | angolo di attrito interno efficace $\phi'$ | DPSH - bibliografia geotecnica * |

\* principali correlazioni considerate

**Table 17.1**  
**Representative Values of  $\phi$  for Sands and Silts**

| Material                          | Degrees |       |
|-----------------------------------|---------|-------|
|                                   | Loose   | Dense |
| Sand, round grains, uniform       | 27-35   | 34-45 |
| Sand, angular grains, well graded | 33-35   | 45-50 |
| Sandy gravels                     | 27-33   | 30-34 |
| Silty sand                        | 27-30   | 30-35 |
| Inorganic silt                    |         |       |

TERZAGHI-PECK 1967



**Table 11.3 Summary of Friction Angle Data for Use in Preliminary Design**

| Classification                 | Friction Angles          |                          |                            |                  |                  |             |                  |             |
|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|------------------|------------------|-------------|------------------|-------------|
|                                | Slope<br>Angle of Repose |                          | At<br>Ultimate<br>Strength |                  | At Peak Strength |             |                  |             |
|                                |                          |                          |                            |                  | Medium Dense     |             | Dense            |             |
|                                | $i(^{\circ})$            | Slope<br>(vert. to hor.) | $\phi_{cv}(^{\circ})$      | $\tan \phi_{cv}$ | $\phi(^{\circ})$ | $\tan \phi$ | $\phi(^{\circ})$ | $\tan \phi$ |
| Silt (nonplastic)              | 26                       | 1 on 2                   | 26                         | 0.488            | 28               | 0.532       | 30               | 0.577       |
|                                | to<br>30                 | 1 on 1.75                | to<br>30                   | to<br>0.577      | to<br>32         | to<br>0.625 | to<br>34         | to<br>0.675 |
| Uniform fine to<br>medium sand | 26                       | 1 on 2                   | 26                         | 0.488            | 30               | 0.577       | 32               | 0.675       |
|                                | to<br>30                 | 1 on 1.75                | to<br>30                   | to<br>0.577      | to<br>34         | to<br>0.675 | to<br>36         | to<br>0.726 |
| Well-graded sand               | 30                       | 1 on 1.75                | 30                         | 0.577            | 34               | 0.675       | 38               | 0.839       |
|                                | to<br>34                 | 1 on 1.50                | to<br>34                   | to<br>0.675      | to<br>40         | to<br>0.839 | to<br>46         | to<br>1.030 |
| Sand and gravel                | 32                       | 1 on 1.60                | 32                         | 0.625            | 36               | 0.726       | 40               | 0.900       |
|                                | to<br>36                 | 1 on 1.40                | to<br>36                   | to<br>0.726      | to<br>42         | to<br>0.900 | to<br>48         | to<br>1.110 |

LAMBE-WHITMAN, 1968-79



L'omogeneizzazione dei dati disponibili ha portato alla definizione dei seguenti parametri caratteristici medi associati ai livelli litologici individuati:

|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>unità A1</b> - limi argillosi/argillosi-sabbiosi a media consistenza            | <b>peso di volume naturale <math>\gamma = 2.00 \text{ g/cmc}</math><br/>coesione non drenata <math>c_u = 0.50 \text{ kg/cm}^2</math><br/>coesione efficace <math>c' = 0.10 \text{ kg/cm}^2</math><br/>angolo di attrito interno efficace <math>\phi' = 25^\circ</math></b>             |
| <b>unità B1</b> - ghiaie in matrice limo-sabbiosa-argillosa (mediamente addensata) | <b>peso di volume naturale <math>\gamma = 2.00 \text{ g/cmc}</math><br/>coesione efficace <math>c' = 0.00 \text{ kg/cm}^2</math><sup>3</sup><br/>angolo di attrito interno efficace <math>\phi' = 30^\circ</math></b>                                                                  |
| <b>unità A2</b> - limi argillosi/argillosi-sabbiosi compatti                       | <b>peso di volume naturale <math>\gamma = 2.10 \text{ g/cmc}</math><br/>coesione non drenata <math>c_u = 0.75 \text{ kg/cm}^2</math><sup>4</sup><br/>coesione efficace <math>c' = 0.10 \text{ kg/cm}^2</math><br/>angolo di attrito interno efficace <math>\phi' = 26^\circ</math></b> |
| <b>unità B2</b> - ghiaie in matrice limo-sabbiosa-argillosa (addensata)            | <b>peso di volume naturale <math>\gamma = 2.00 \text{ g/cmc}</math><br/>coesione efficace <math>c' = 0.00 \text{ kg/cm}^2</math><sup>5</sup><br/>angolo di attrito interno efficace <math>\phi' = 35^\circ</math>.</b>                                                                 |

Non viene fornita la parametrizzazione dell'unità fluvio-lacustre in quanto la distribuzione dei carichi in fondazione difficilmente si estenderà in profondità ad interagire in maniera significativa con tali materiali.

## **B.2. verifica della sicurezza e delle prestazioni attese**

In riferimento al D. M. 14 gennaio 2008 occorre definire **vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento** dell'opera oggetto di intervento:

- in relazione alla tabella 2.4.I. alle opere in oggetto si associa una vita nominale **VN = 50 anni**
- in relazione alla tabella 2.3.II. si associa una classe d'uso II cui corrisponde un coefficiente d'uso **CU = 1.0**
- a tali valori corrisponde un periodo di riferimento per l'azione sismica **VR = VN · CU = 50 anni**

Tali valori saranno successivamente utilizzati per la definizione dell'azione sismica di progetto.

## **B.3. scelta dell'approccio progettuale e definizione dei parametri geotecnici di progetto**

La definizione della portanza del terreno di fondazione è una verifica allo stato limite ultimo (SLU, in particolare ad un SLV). Tale verifica potrà essere effettuata con i vari approcci e combinazioni previste dalla normativa con l'utilizzo dei coefficienti di sicurezza parziali relativi alle tabelle riportate di seguito:

---

<sup>2</sup> valore sottostimato dall'elaborazione delle prove penetrometriche, ma ben confrontabile con il dato di riferimento della prova su campione di S1 della MZS

<sup>3</sup> valore cautelativo per la presenza di matrice coesiva

<sup>4</sup> valore verosimilmente sottostimato dall'elaborazione delle prove penetrometriche

<sup>5</sup> valore cautelativo per la presenza di matrice coesiva

• **tabella 6.2.I. N.T.C. 2018 - Coefficienti parziali per fattori di sicurezza parziali delle azioni  $\gamma_F$**

|                          | Effetto     | Coefficiente parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ ) | EQU | A1 STR | A2 GEO |
|--------------------------|-------------|--------------------------------------------------|-----|--------|--------|
| Carichi permanenti $G_1$ | Favorevole  | $\gamma_{G1}$                                    | 0.9 | 1.0    | 1.0    |
|                          | Sfavorevole |                                                  | 1.1 | 1.3    | 1.0    |
| Carichi permanenti $G_2$ | Favorevole  | $\gamma_{G2}$                                    | 0.8 | 0.8    | 0.8    |
|                          | Sfavorevole |                                                  | 1.5 | 1.5    | 1.3    |
| Azioni variabili Q       | Favorevole  | $\gamma_Q$                                       | 0.0 | 0.0    | 0.0    |
|                          | Sfavorevole |                                                  | 1.5 | 1.5    | 1.3    |

• **tabella 6.2.II. N.T.C. 2008 - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

| Parametro                                    | Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale | Coefficiente parziale $\gamma_M$ | M1  | M2   |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------|-----|------|
| Tangente dell'angolo di resistenza al taglio | $\tan \phi'_k$                                          | $\gamma_{\phi'}$                 | 1.0 | 1.25 |
| Coesione efficace                            | $c'_k$                                                  | $\gamma_{c'}$                    | 1.0 | 1.25 |
| Resistenza non drenata                       | $c_{uk}$                                                | $\gamma_{cu}$                    | 1.0 | 1.40 |
| Peso dell'unità di volume                    | $\gamma_\gamma$                                         | $\gamma_\gamma$                  | 1.0 | 1.0  |

• **tabella 6.4.I. N.T.C. 2018 - coefficienti parziali  $\gamma_R$  per verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali**

| Verifica      | Coefficienti parziali |
|---------------|-----------------------|
|               | <b>R3</b>             |
| Carico limite | 2.3                   |
| Scorrimento   | 1.1                   |

Con riferimento alla tabella 6.2.II. si riportano i valori dei parametri geotecnici di progetto per le combinazioni di calcolo che prevedono l'utilizzo dei fattori di sicurezza parziali rispettivamente M1 ed M2:

|                 | PARAMETRO GEOTECNICO   |                    | M1                  | M2                     |
|-----------------|------------------------|--------------------|---------------------|------------------------|
| unità <b>A1</b> | $\gamma$               | g/cmc              | <b>2.00</b>         | <b>2.00</b>            |
|                 | <b>cu</b>              | Kg/cm <sup>2</sup> | <b>0.50</b>         | <b>0.357</b>           |
|                 | <b>c'</b>              | Kg/cm <sup>2</sup> | <b>0.10</b>         | <b>0.08</b>            |
|                 | tg $\phi'$ ( $\phi'$ ) | - (°)              | 0.466 ( <b>25</b> ) | 0.373 ( <b>20.46</b> ) |
| unità <b>B1</b> | $\gamma$               | g/cmc              | <b>2.00</b>         | <b>2.00</b>            |
|                 | <b>c'</b>              | Kg/cm <sup>2</sup> | <b>0.00</b>         | <b>0.00</b>            |
|                 | tg $\phi'$ ( $\phi'$ ) | - (°)              | 0.577 ( <b>30</b> ) | 0.462 ( <b>24.80</b> ) |
| unità <b>A2</b> | $\gamma$               | g/cmc              | <b>2.10</b>         | <b>2.10</b>            |
|                 | <b>cu</b>              | Kg/cm <sup>2</sup> | <b>0.75</b>         | <b>0.536</b>           |
|                 | <b>c'</b>              | Kg/cm <sup>2</sup> | <b>0.20</b>         | <b>0.16</b>            |
|                 | tg $\phi'$ ( $\phi'$ ) | - (°)              | 0.488 ( <b>26</b> ) | 0.390 ( <b>21.31</b> ) |
| unità <b>B2</b> | $\gamma$               | g/cmc              | <b>2.10</b>         | <b>2.10</b>            |
|                 | <b>c'</b>              | Kg/cm <sup>2</sup> | <b>0.00</b>         | <b>0.00</b>            |
|                 | tg $\phi'$ ( $\phi'$ ) | - (°)              | 0.7 ( <b>35</b> )   | 0.5 ( <b>26.57</b> )   |

## C. MODELLAZIONE SISMICA

### C1. definizione della pericolosità di base e degli eventi di riferimento

La definizione della pericolosità sismica di base è stata oggetto di studio realizzato per l'intero territorio nazionale dall'INGV; tale studio si basa su:

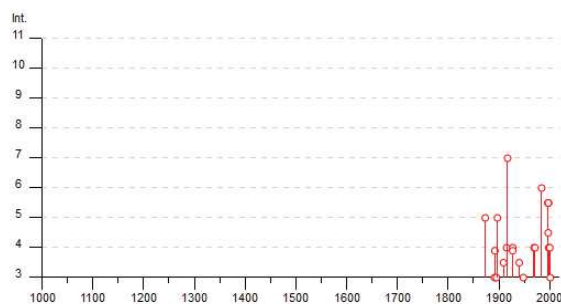
- sismicità storica descritta per mezzo di cataloghi sismici
- definizione del contesto tettonico regionale relativo al sito di interesse, ovvero modello geologico-strutturale e posizione di faglie sismogenetiche
- studio della relazione del moto sismico del suolo al sito al variare della distanza dalla sorgente sismogenetica

#### Sismicità storica dell'area oggetto di studio

In una ricognizione storica degli eventi sismici che hanno fatto risentire i loro effetti nella zona in studio, si è fatto riferimento ai dati sulla distribuzione delle massime intensità macrosismiche nei Comuni italiani, reperibili al sito <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI15>:

| Effetti | In occasione del terremoto del |    |    |    |    |    |                       |      |      |      |
|---------|--------------------------------|----|----|----|----|----|-----------------------|------|------|------|
| Int.    | Anno                           | Me | Gi | Ho | Mi | Se | Area epicentrale      | NMDP | Io   | Mw   |
| 5       | 1873                           | 03 | 12 | 20 | 04 |    | Appennino marchigiano | 196  | 8    | 5.85 |
| 2       | 1875                           | 03 | 17 | 23 | 51 |    | Costa romagnola       | 144  | 8    | 5.74 |
| 3       | 1891                           | 12 | 08 |    |    |    | Alta Valtiberina      | 24   | 5    | 4.34 |
| F       | 1892                           | 11 | 21 |    |    |    | Alta Valtiberina      | 22   | 5-6  | 4.25 |
| 3       | 1895                           | 05 | 18 | 19 | 55 | 1  | Fiorentino            | 401  | 8    | 5.50 |
| 5       | 1897                           | 12 | 18 | 07 | 24 | 2  | Alta Valtiberina      | 132  | 7    | 5.09 |
| NF      | 1902                           | 10 | 23 | 08 | 51 |    | Reatino               | 77   | 6    | 4.74 |
| NF      | 1904                           | 06 | 20 | 01 | 24 |    | Assisi                | 24   | 5    | 4.10 |
| NF      | 1904                           | 11 | 17 | 05 | 02 |    | Pistoiese             | 204  | 7    | 5.10 |
| NF      | 1906                           | 02 | 05 | 16 | 34 |    | Valnerina             | 55   | 5    | 4.41 |
| 3-4     | 1909                           | 08 | 25 | 00 | 22 |    | Crete Senesi          | 259  | 7-8  | 5.34 |
| NF      | 1910                           | 12 | 26 | 16 | 30 |    | Monti della Laga      | 50   | 5-6  | 4.56 |
| NF      | 1911                           | 02 | 19 | 07 | 18 | 3  | Forlivese             | 181  | 7    | 5.26 |
| NF      | 1911                           | 09 | 13 | 22 | 29 | 0  | Chianti               | 115  | 7    | 5.08 |
| NF      | 1913                           | 08 | 09 | 01 | 45 |    | Pietralunga           | 12   | 4-5  | 3.93 |
| 4       | 1915                           | 01 | 13 | 06 | 52 | 4  | Marsica               | 1041 | 11   | 7.08 |
| 2       | 1915                           | 03 | 26 | 23 | 37 |    | Perugino              | 40   | 6    | 4.55 |
| 7       | 1917                           | 04 | 26 | 09 | 35 | 5  | Alta Valtiberina      | 134  | 9-10 | 5.99 |
| 4       | 1927                           | 11 | 30 | 02 | 58 | 2  | Bacino di Gubbio      | 18   | 5    | 4.29 |
| F       | 1927                           | 12 | 01 | 09 | 55 | 3  | Bacino di Gubbio      | 13   | 5-6  | 4.56 |
| NF      | 1930                           | 07 | 23 | 00 | 08 |    | Irpinia               | 547  | 10   | 6.67 |
| SF      | 1930                           | 10 | 30 | 07 | 13 |    | Senigallia            | 268  | 8    | 5.83 |
| 3-4     | 1940                           | 10 | 16 | 13 | 17 |    | Val di Paglia         | 106  | 7-8  | 5.29 |
| 3       | 1948                           | 06 | 13 | 06 | 33 | 3  | Alta Valtiberina      | 142  | 7    | 5.04 |
| 2-3     | 1961                           | 03 | 23 | 01 | 01 |    | Bacino di Gubbio      | 21   | 7    | 4.96 |
| 4       | 1969                           | 08 | 11 | 13 | 55 |    | Lago Trasimeno        | 46   | 7    | 4.70 |
| 4       | 1971                           | 02 | 12 | 04 | 54 | 5  | Valle del Chiascio    | 47   | 7    | 4.89 |
| NF      | 1980                           | 11 | 23 | 18 | 34 | 5  | Irpinia-Basilicata    | 1394 | 10   | 6.81 |
| 6       | 1984                           | 04 | 29 | 05 | 02 | 5  | Umbria settentrionale | 709  | 7    | 5.62 |
| NF      | 1986                           | 10 | 13 | 05 | 10 | 0  | Monti Sibillini       | 322  | 5-6  | 4.46 |
| NF      | 1989                           | 12 | 22 | 06 | 48 | 1  | Valle Umbra           | 114  | 5    | 4.44 |
| NF      | 1990                           | 05 | 08 | 22 | 33 | 1  | Alta Valtiberina      | 64   | 5    | 3.77 |
| 2-3     | 1993                           | 01 | 17 | 10 | 51 | 2  | Alta Valtiberina      | 76   | 5    | 4.26 |

|     |      |    |    |    |    |   |                             |     |     |      |
|-----|------|----|----|----|----|---|-----------------------------|-----|-----|------|
| NF  | 1993 | 06 | 04 | 21 | 36 | 5 | Valle del Topino            | 90  | 5-6 | 4.39 |
| NF  | 1993 | 06 | 05 | 19 | 16 | 1 | Valle del Topino            | 326 | 6   | 4.72 |
| 5-6 | 1997 | 09 | 26 | 00 | 33 | 1 | Appennino umbro-marchigiano | 760 | 7-8 | 5.66 |
| 5-6 | 1997 | 09 | 26 | 09 | 40 | 2 | Appennino umbro-marchigiano | 869 | 8-9 | 5.97 |
| 5-6 | 1997 | 10 | 03 | 08 | 55 | 2 | Appennino umbro-marchigiano | 490 |     | 5.22 |
| 5-6 | 1997 | 10 | 06 | 23 | 24 | 5 | Appennino umbro-marchigiano | 437 |     | 5.47 |
| 4-5 | 1997 | 10 | 14 | 15 | 23 | 1 | Valnerina                   | 786 |     | 5.62 |
| 4   | 1998 | 04 | 05 | 15 | 52 | 2 | Appennino umbro-marchigiano | 395 |     | 4.78 |
| NF  | 1998 | 06 | 02 | 23 | 11 | 2 | Appennino umbro-marchigiano | 83  |     | 4.25 |
| 4   | 2000 | 06 | 22 | 12 | 16 | 3 | Bacino di Gubbio            | 107 | 5   | 4.47 |
| 2-3 | 2000 | 09 | 02 | 05 | 17 | 0 | Appennino umbro-marchigiano | 115 | 5   | 4.40 |
| 3   | 2001 | 11 | 26 | 00 | 56 | 5 | Casentino                   | 211 | 5-6 | 4.63 |
| NF  | 2005 | 12 | 15 | 13 | 28 | 3 | Val Nerina                  | 350 | 5   | 4.14 |
| NF  | 2006 | 10 | 21 | 07 | 04 | 1 | Anconetano                  | 287 | 5   | 4.21 |



dove:

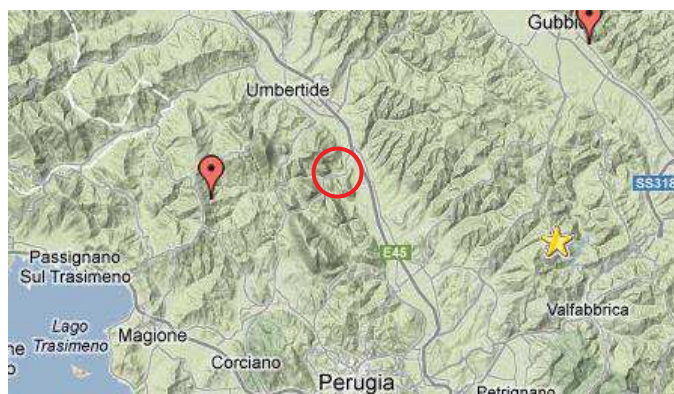
Io = valore di intensità al sito (scala MCS)

Mw = valore della Magnitudo momento

Il quadro complessivo mostra che gli eventi considerati hanno prodotto nel sito intensità macrosismiche (MCS) comprese fra 2 e 7, con una larga prevalenza di valori fra 3 e 6.

In particolare, il sisma del 29 aprile 1984, con epicentro fra Gubbio e Valfabbrica (Lat. 43 208 Long. 12 568, profondità meccanismo focale  $5.97 \pm 0.8$ , rif. ITACA Italian Accelerometric Archive, <http://itaca.mi.ingv.it>):

ha interessato direttamente l'area di Pierantonio, con danneggiamenti diffusi, in particolare nell'area urbana, in corrispondenza di Via Leonardo da Vinci che attraversa il nucleo abitato.

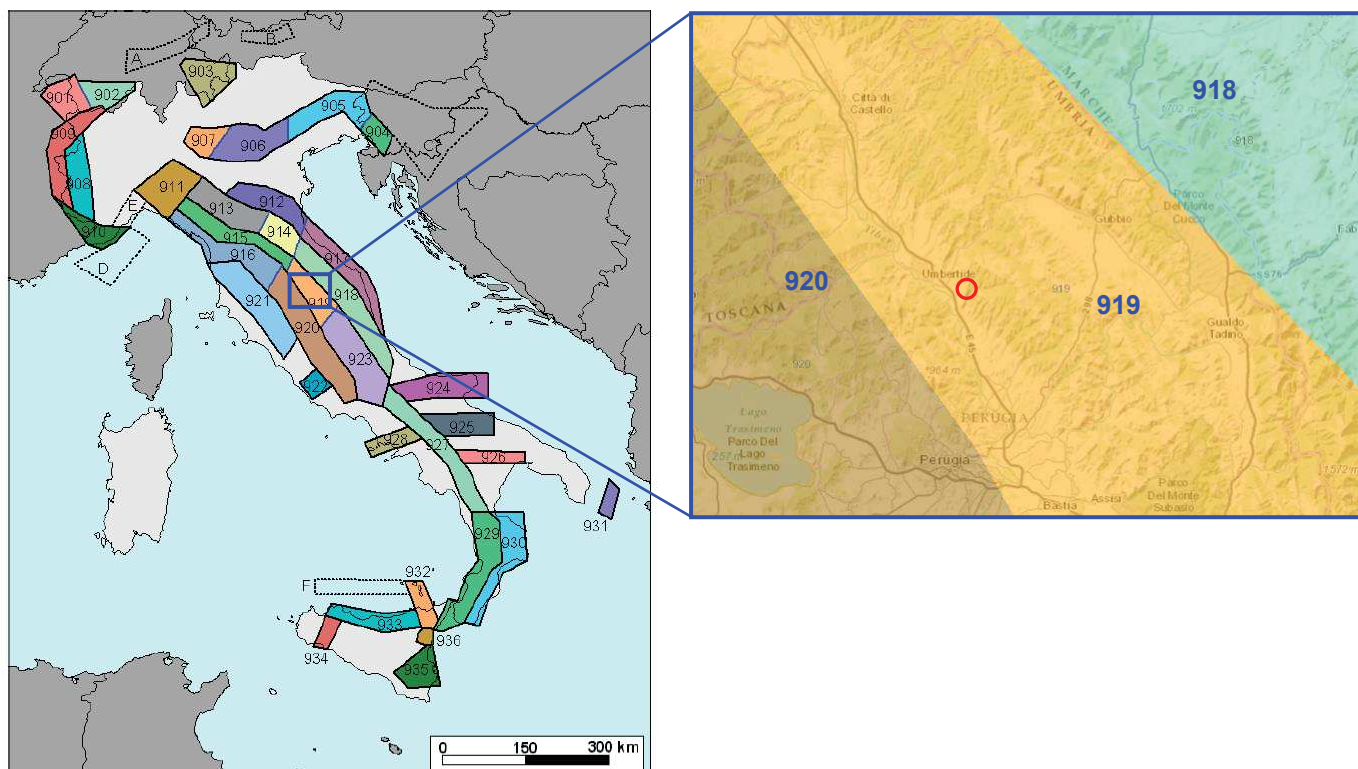




La lunga sequenza sismica che ha interessato l'area appenninica umbro-marchigiana a partire dal 26 settembre 1997 fino alla tarda primavera del 1998 ha prodotto un danneggiamento limitato nell'area; ciò, può essere imputato sia alla maggiore distanza epicentrale sia al fatto che le situazioni di maggiore vulnerabilità edilizia erano state "sanate" con il miglioramento sismico ottenuto a seguito degli interventi legati al precedente sisma. Gli ultimi terremoti che hanno interessato l'Italia centrale dal 24 agosto 2016 non hanno prodotto danni apprezzabili.

#### **Inquadramento sismo-tettonico e individuazione delle sorgenti sismogenetiche interessanti la zona oggetto di studio**

Ai fini della redazione delle carte di pericolosità sismica del territorio nazionale è stata utilizzata la zonazione sismogenetica del progetto del GNDT (Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti) ZS9 di Meletti e Valensise, 2004, secondo cui l'area in oggetto viene a trovarsi entro la zona sismogenetica **919**:



Essa è compresa nel settore in distensione tirrenica ed è caratterizzata mediamente da sismicità a bassa energia che sporadicamente raggiunge valori di magnitudo relativamente elevati. La fascia che comprende le zone 915, 919 e 923, estesa dalla Lunigiana al confine Abruzzo-Molise, è l'area caratterizzata da maggior rilascio di energia dell'Appennino centro-settentrionale e corrisponde al settore più interno della catena appenninica, generalmente interessato da importanti faglie primarie e relative sorgenti sismogenetiche.

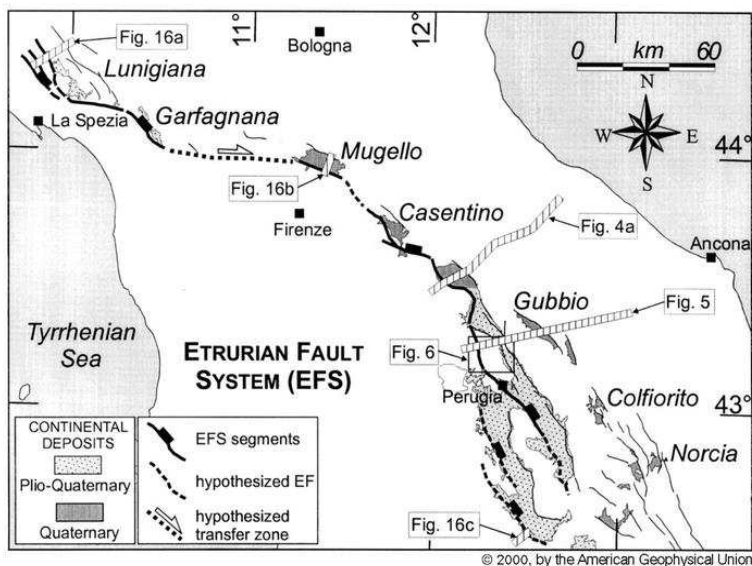
Tali faglie immergono verso NE nel settore compreso tra la Toscana settentrionale e l'Umbria settentrionale, e quindi anche nell'area oggetto di studio, e verso SW nel settore che si estende dall'Umbria centrale fino a tutto l'Abruzzo. La zona 919, in dettaglio, è caratterizzata da un elevato numero di terremoti, molti dei quali di magnitudo maggiore o uguale a 5.

Questo tipo di sorgente è identificato in base a dati geologici e geofisici a livello regionale e caratterizzato da parametri geometrici (direzione, immersione, ampiezza e profondità) e cinematici (*rake*) da semplice identificazione di faglie attive o strutture tettoniche recenti.

La geometria delle deformazioni sismogenetiche attese, tuttavia, è mal definita o sconosciuta, per cui una tipica sorgente sismogenetica composita può comprendere un numero imprecisato di sorgenti individuali.

Se a tali sorgenti composite non può essere associato un terremoto di una specifica magnitudo, il potenziale sismico può essere stimato dai cataloghi sismici esistenti.

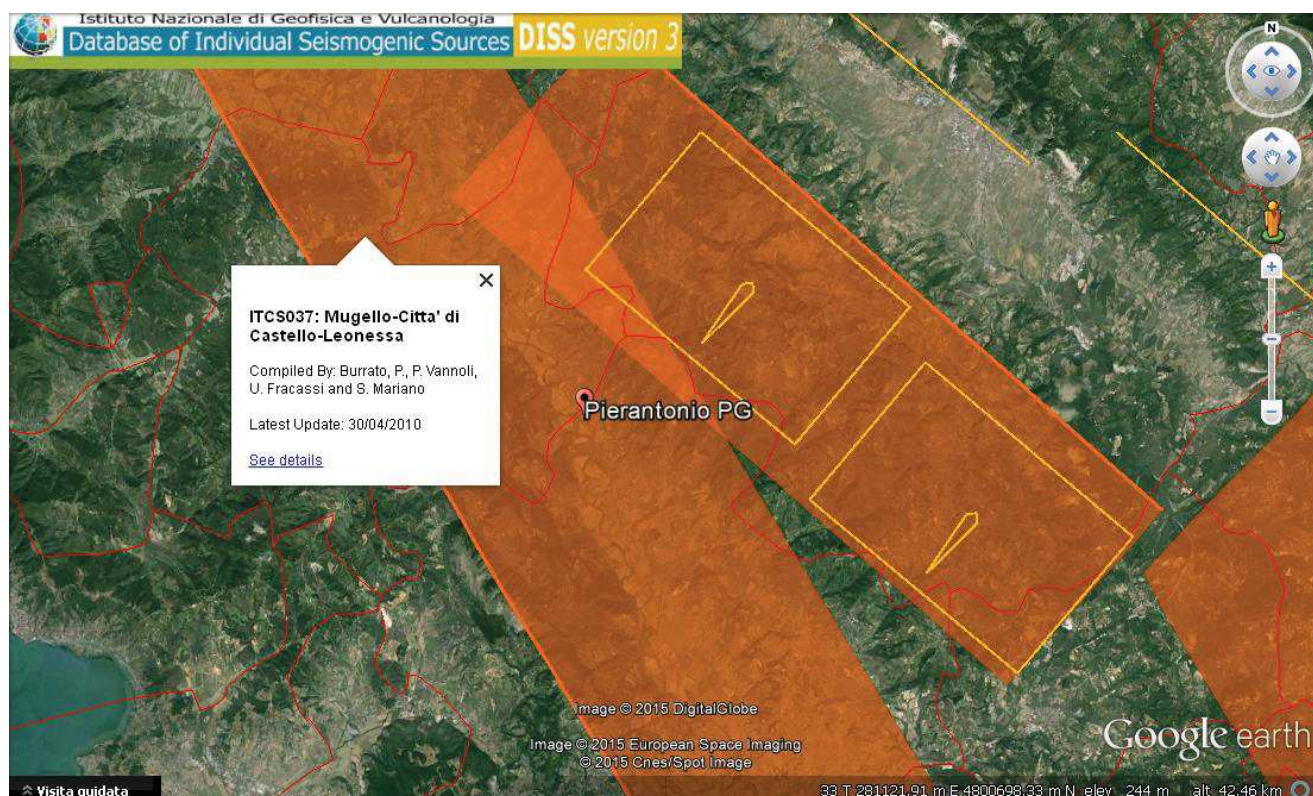
In dettaglio, la sorgente è riferibile alla faglia altotiberina (ITCS037 Mugello-Città di Castello-Leonessa, anche indicata come *Etrurian Fault System*):



che -secondo studi specialistici effettuati nella zona- subisce delle dislocazioni legate per lo più a microsismicità.

Questa sorgente composita si estende per oltre 200 km. lungo la dorsale nord-appenninica dalla lunigiana alla valnerina e consiste di un sistema di faglie dirette, a basso angolo e poco profondo ( $12 \div 14$  km.), che marca il bordo occidentale dell'appennino settentrionale.

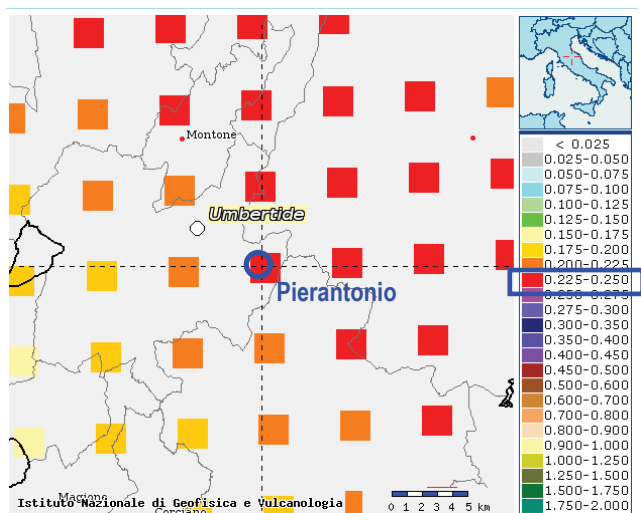
Tale situazione è confermata dalla carta che rappresenta la distribuzione delle sorgenti sismogenetiche contenute nel database DISS 3.2.0, dalla quale emerge la collocazione entro la sorgente ITCS037, pur in prossimità della sovrapposizione con la sorgente relativa al bacino di Gubbio (ITCS056):



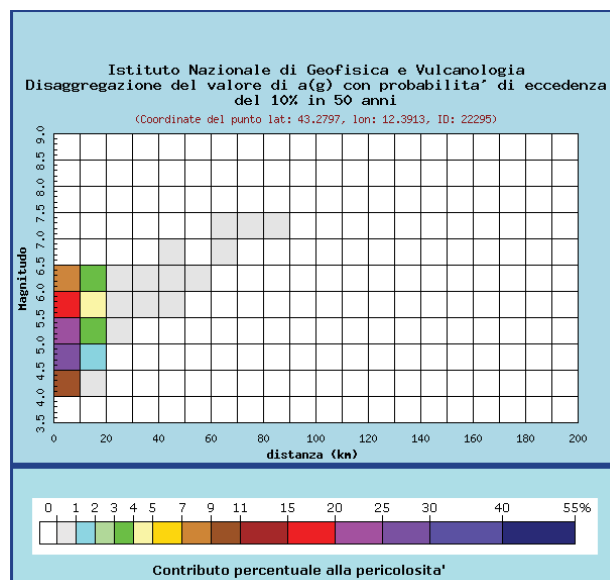
Per quanto riguarda la valutazione della pericolosità sismica di base attesa in condizioni di campo libero, suolo rigido e morfologia pianeggiante, con riferimento al DM 14/01/2008, la consultazione del sito interattivo dell'INGV <http://esse1-gis.mi.ingv.it/> ha permesso di individuare e valutare tale pericolosità in termini di accelerazione orizzontale massima al suolo (PGA) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (ovvero parametri di scuotimento relativi ad eventi sismici con tempi di ritorno di 475 anni).

La stessa è risultata essere compresa nell'intervallo **0,225 – 0,250 g**.





Analizzando i valori del grafico di disaggregazione del valore di  $a(g)$ , con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, al nodo prossimo a Pierantonio si evince come la pericolosità del sito sia in gran parte determinata da eventi sismici di Magnitudo  $M$  compresi tra 4,5 e 6 per una distanza dal nodo inferiore a 10 Km.:



L'analisi di disaggregazione ha inoltre permesso di definire in dettaglio i valori della coppia di magnitudo-distanza media che contribuisce maggiormente alla pericolosità dell'area oggetto di studio che è risultata essere:  $M = 5.240$  e  $D = 6.300$  km.

| Distanza in km | Disaggregazione del valore di $a(g)$ con probabilit  di eccedenza del 10% in 50 anni<br>(Coordinate del punto lat: 43.2797, lon: 12.3913, ID: 22295) |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                | Magnitudo                                                                                                                                            |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|                | 3.5-4.0                                                                                                                                              | 4.0-4.5 | 4.5-5.0 | 5.0-5.5 | 5.5-6.0 | 6.0-6.5 | 6.5-7.0 | 7.0-7.5 | 7.5-8.0 | 8.0-8.5 | 8.5-9.0 |
| 0-10           | 0.000                                                                                                                                                | 10.700  | 26.700  | 22.700  | 16.000  | 8.130   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
| 10-20          | 0.000                                                                                                                                                | 0.198   | 1.710   | 3.640   | 4.570   | 3.720   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
| 20-30          | 0.000                                                                                                                                                | 0.000   | 0.000   | 0.112   | 0.659   | 0.925   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
| 30-40          | 0.000                                                                                                                                                | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.046   | 0.209   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
| 40-50          | 0.000                                                                                                                                                | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.031   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
| 50-60          | 0.000                                                                                                                                                | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.001   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
| 60-70          | 0.000                                                                                                                                                | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.004   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
| 70-80          | 0.000                                                                                                                                                | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.006   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
| 80-90          | 0.000                                                                                                                                                | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.001   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
| 90-100         | 0.000                                                                                                                                                | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
| 100-110        | 0.000                                                                                                                                                | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
| 110-120        | 0.000                                                                                                                                                | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
| 120-130        | 0.000                                                                                                                                                | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
| 130-140        | 0.000                                                                                                                                                | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
| 140-150        | 0.000                                                                                                                                                | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
| 150-160        | 0.000                                                                                                                                                | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
| 160-170        | 0.000                                                                                                                                                | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
| 170-180        | 0.000                                                                                                                                                | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
| 180-190        | 0.000                                                                                                                                                | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
| 190-200        | 0.000                                                                                                                                                | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |

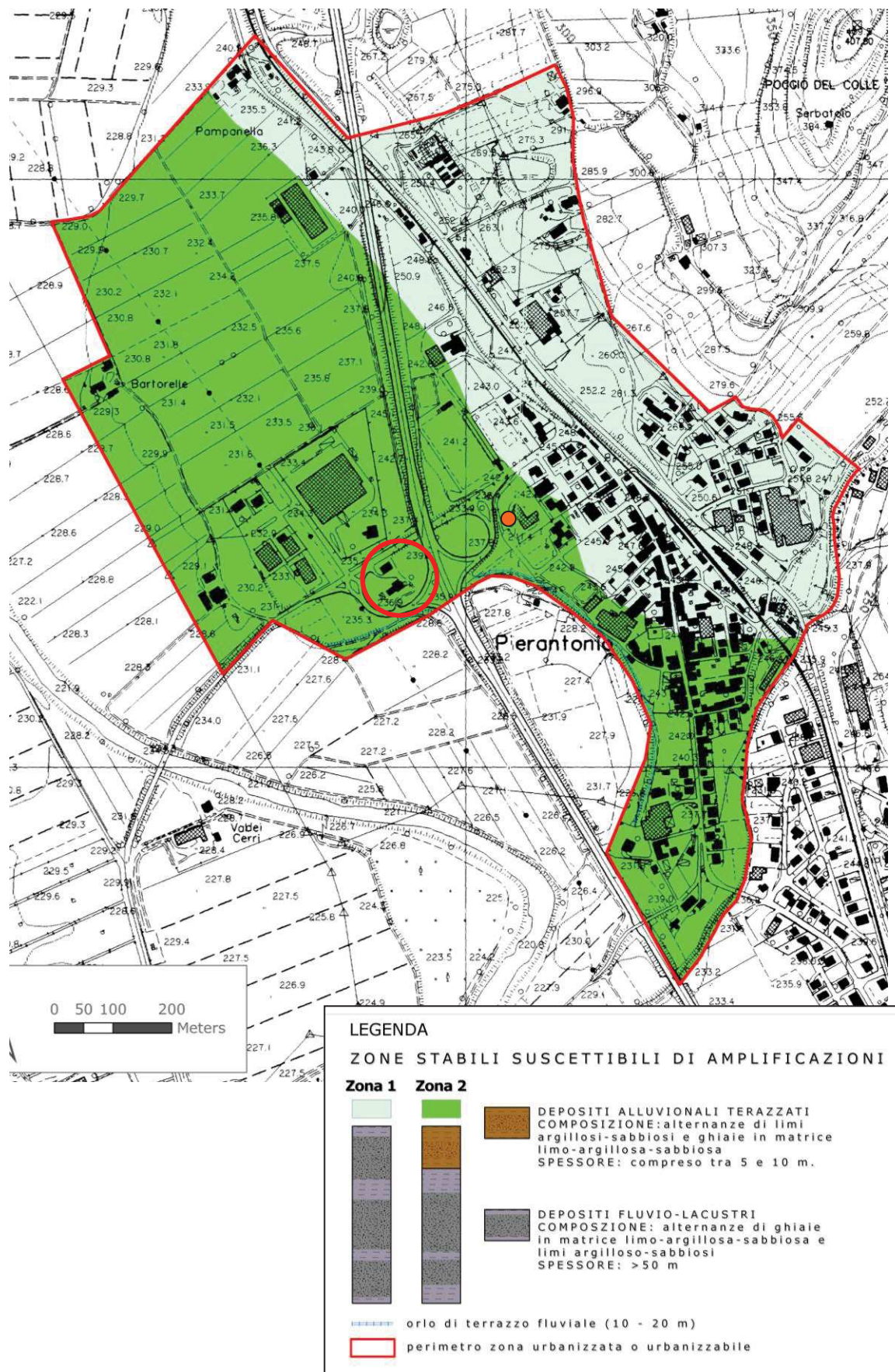
  

| Valori medi |          |         |
|-------------|----------|---------|
| Magnitudo   | Distanza | Epsilon |
| 5.240       | 6.300    | 1.020   |



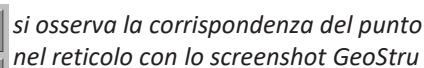
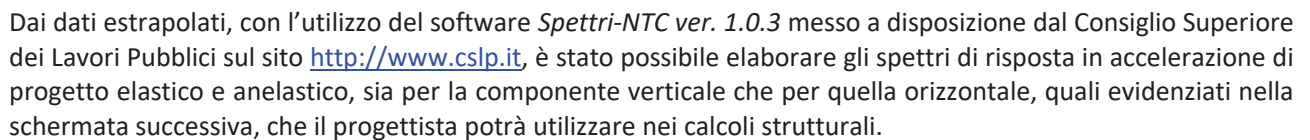
## C.2. definizione dell'azione sismica di progetto

Dai risultati dell'indagine sismica, è emerso che il suolo di fondazione è ascrivibile alla categoria C.  
In base alla carta delle MOPS relativa alla microzonazione sismica dell'abitato di Pierantonio:

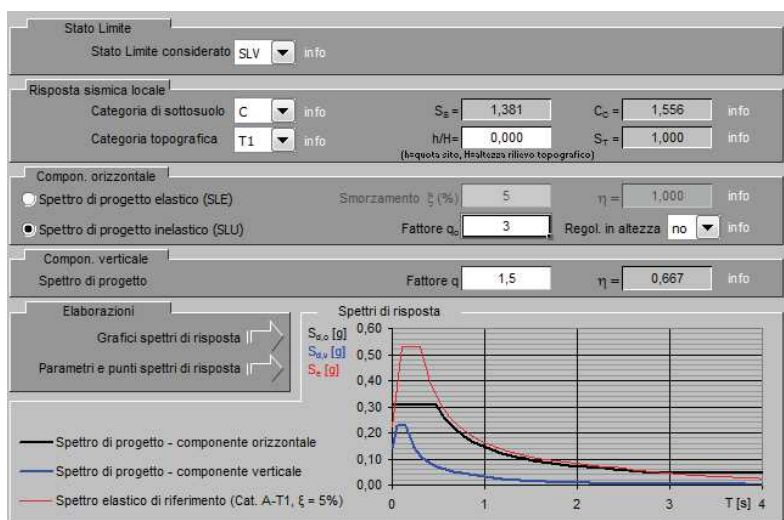
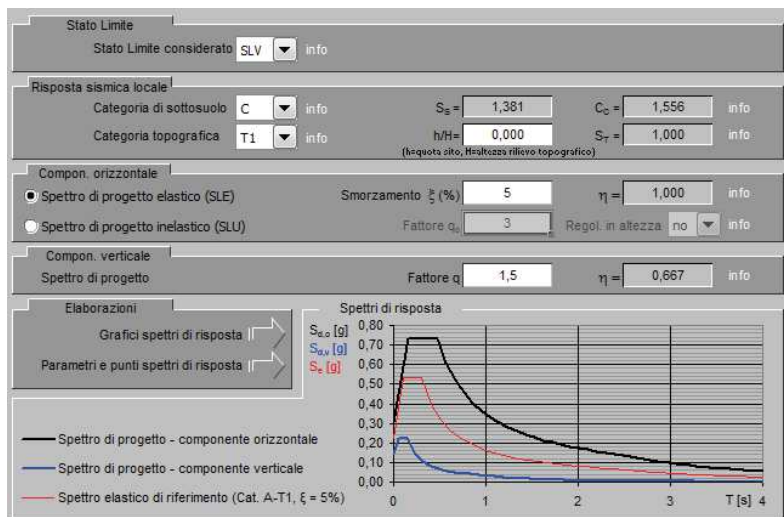


Il sito, inoltre, appartiene alla categoria topografica T1, ovvero a *“superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ”*

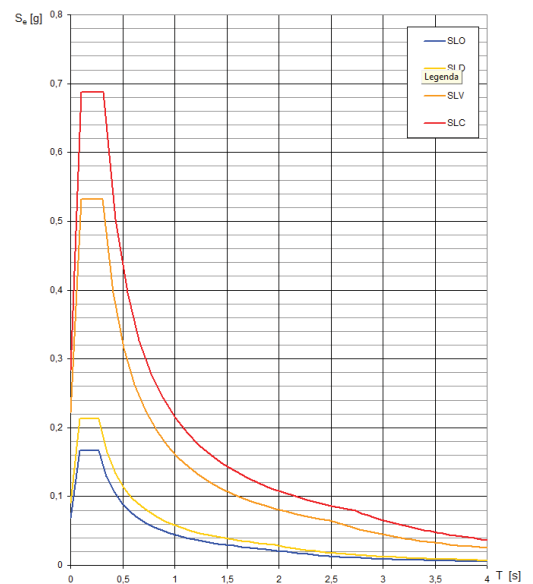
Stati limite Coefficienti sismici







Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



#### D. considerazioni relative alla GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

Saranno prodotte nello scavo per realizzare le strutture di fondazione, di volumetria al momento non stimabile con precisione, comunque intorno a qualche centinaio di mc.

Ai sensi della normativa attualmente vigente (D.P.R. 13 giugno 2017, n. 120 e, in dettaglio al capo III (art. 20 e 21) verosimilmente trattandosi di materiali prodotti in "cantieri di piccole dimensioni" ovvero con volumetria inferiore a 6000 mc.) *almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori di scavo* il produttore attesterà, tramite una dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà la sussistenza delle condizioni previste dall'art. 4 di detto D.P.R., in quanto qualificabili come *sottoprodotti*, al fine di poter essere riutilizzati nel cantiere (se necessario) o altrove.



## CONCLUSIONI - indicazioni per l'intervento

Dallo studio eseguito non emergono controindicazioni alla realizzazione dell'intervento in progetto, che non si pone quale elemento di possibile alterazione dell'assetto geomorfologico e idrogeologico locale.

Per quanto riguarda l'assetto idrogeologico, in particolare, occorre considerare la vulnerabilità dell'acquifero, individuata nel P.R.G. del Comune di Umbertide, relativamente alle indicazioni del P.U.T. e del P.T.C.P., in riferimento alle proposte C.N.R. – G.N.D.C.I. – Linea 4: *Valutazione della vulnerabilità degli acquiferi*.

L'area di previsto intervento ricade in ambito a media vulnerabilità (art. 24 N.T.A. del P.R.G. Parte Strutturale), in relazione alla presenza di falda libera in materiali alluvionali da grossolani a medi (ghiaie e sabbie) protetti in superficie da livelli a permeabilità ridotta, per uno spessore dell'insaturo  $\leq 10$  m. dal p.c. (cfr. relazione geologica e carta degli elementi ambientali allegata al P.R.G.) come peraltro verificato nello svolgimento delle indagini.

L'intervento non produrrà effetti significativi sulle acque sotterranee, essendo prevedibile l'adozione di fondazioni dirette.

Verifiche geotecniche e sismiche potranno essere effettuate in riferimento ai parametri forniti

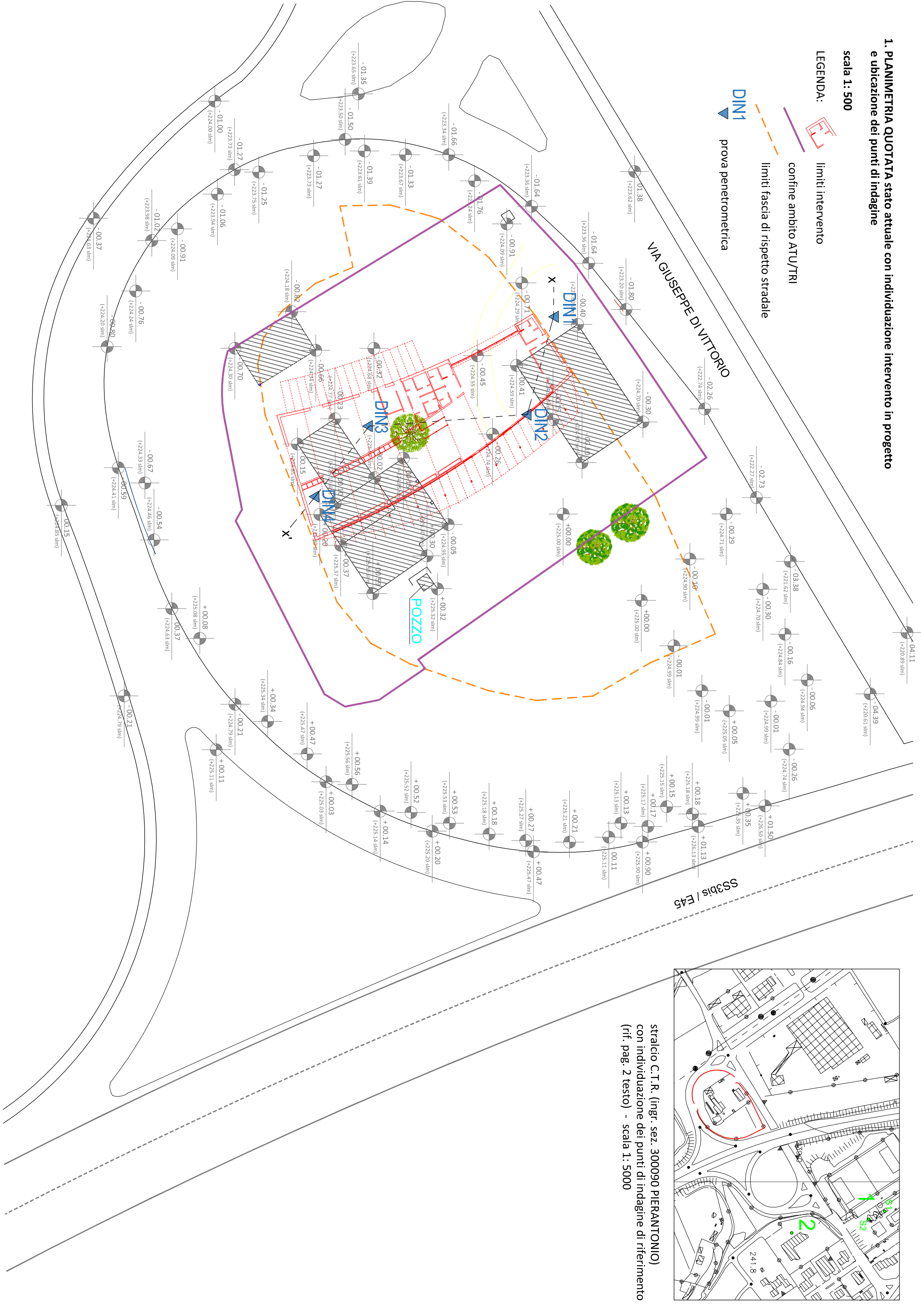
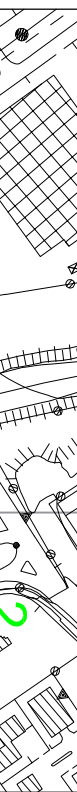
Umbertide, 26.6.2018

geol. Francesco Brunelli



allegati:

1. PLANIMETRIA QUOTATA stato attuale con individuazione intervento in progetto e ubicazione dei punti di indagine
2. ALLEGATI INDAGINI
  - 2.1. sondaggi di riferimento e prove geotecniche di laboratorio
    - 2.1.1. schede descrizione stratigrafica sondaggi CVA Pierantonio  
stralcio certificati prove geotecniche di laboratorio
    - 2.1.2. scheda descrizione stratigrafica e documentazione fotografica sondaggio S1 MZS  
stralcio certificati prove geotecniche di laboratorio (campione C1)
3. CORRELAZIONE LITOSTRATIGRAFICA NELLA SEZIONE DI RIFERIMENTO E RELATIVA MODELLAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA



stralcio C.T.R. (ingr. sez. 300090 PIERANTONIO)  
con individuazione dei punti di indagine di riferimento  
(rif. pag. 2 testo) - scala 1: 5000

## **2. ALLEGATI INDAGINI**

### **2.1. sondaggi di riferimento e prove geotecniche di laboratorio**

**2.1.1. schede descrizione stratigrafica sondaggi CVA Pierantonio  
stralcio certificati prove geotecniche di laboratorio**

**2.1.2. scheda descrizione stratigrafica e documentazione fotografica sondaggio S1 MZS  
stralcio certificati prove geotecniche di laboratorio (campioni C1 - C3)**



# GEOLOGIA

territorio  
& ambiente

dott. geol. Francesco Brunelli

Via Andreani, 21 06019 UMBERTIDE (PG) Tel. 075/9415547  
Via Roma, 66 06019 UMBERTIDE (PG) Tel. 075/9417702

|                                  |                  |
|----------------------------------|------------------|
| COMMITTENTE: COMUNE DI UMBERTIDE | SONDAGGIO: S1    |
| CANTIERE: PIERANTONIO (C.V.A.)   | DATA: 15.12.1994 |
| TIPOLOGIA: distruzione di nucleo | FALDA IDRICA:    |

| spessore (m) | profondita' | falda (m) | stratigrafia | descrizione                                                                                                                                                          | pocket | scala 1:100 | campioni  |
|--------------|-------------|-----------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------|-----------|
| 1            | 1.0         |           |              | terreno di copertura limo-argilloso marrone organico, poco compatto                                                                                                  | 1      | 1           | 1.2       |
| 3.5          |             |           |              | limo argilloso debolmente sabbioso, marroncino, con sfumature organiche e/o ossidate e minuscoli elementi concrezionari sparsi, mediamente compatto                  | 2      | 2           | C1<br>1.4 |
|              | 4.5         |           |              | sabbia fine mista a ghiaia                                                                                                                                           | 3      | 3           |           |
|              | 4.8         |           |              | limo argilloso-sabbioso marroncino-grigiastro, mediamente compatto                                                                                                   | 4      | 4           |           |
| 1.2          |             |           |              | ghiaie in matrice limo-sabbiosa giallastra                                                                                                                           | 5      | 5           |           |
| .5           | 6.0         | 6.3       |              | alternanze di livelli limo-sabbiosi-argillosi e limo-argillosi-sabbiosi, di colore marroncino-grigiastro (tendente al grigio con la profondita') mediamente compatti | 6      | 6           |           |
| 1.5          | 6.5         |           |              |                                                                                                                                                                      | 7      | 7           |           |
|              | 8.0         |           |              |                                                                                                                                                                      | 8      | 8           |           |

# GEOLOGIA

territorio  
& ambiente

dott. geol. Francesco Brunelli

Via Andreani, 21 06019 UMBERTIDE (PG) Tel. 075/9415547  
Via Roma, 66 06019 UMBERTIDE (PG) Tel. 075/9417702

|                                  |                  |
|----------------------------------|------------------|
| COMMITTENTE: COMUNE DI UMBERTIDE | SONDAGGIO: S2    |
| CANTIERE: PIERANTONIO (C.V.A.)   | DATA: 15.12.1994 |
| TIPOLOGIA: distruzione di nucleo | FALDA IDRICA:    |

| spessore (m) | profondita' | falda (m) | stratigrafia | descrizione                                                                                                                                                          | pocket | scala 1:100 | campioni |
|--------------|-------------|-----------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------|----------|
| 2.2          | 2.2         |           |              | limo argilloso debolmente sabbioso, marroncino, con sfumature organiche e/o ossidate e minuscoli elementi concrezionari sparsi, mediamente compatto                  | 1      | 1           | 1        |
|              | 2.5         |           |              | limo argilloso marrone scuro con zonature grigiastre e ciottoli sparsi                                                                                               | 2      | 2           | C2       |
|              | 2.8         |           |              | limo argilloso, debolmente sabbioso... (vedi sopra)                                                                                                                  | 3      | 3           | 1.2      |
| 1.7          | 4.5         |           |              | limo argilloso-sabbioso marroncino-grigiastro, compatto, con elementi ghiaiosi sparsi; a - 4.00 m. livello umido                                                     | 4      | 4           |          |
| 1            | 5.5         | 5.5       |              | ghiaie in matrice limo-sabbiosa marroncino-giallastra                                                                                                                | 5      | 5           |          |
| 1.3          | 6.8         |           |              | alternanze di livelli limo-sabbiosi-argillosi e limo-argillosi-sabbiosi, di colore marroncino-grigiastro (tendente al grigio con la profondita') mediamente compatti | 6      | 6           |          |
| 1.2          | 8.0         |           |              | limo argilloso marroncino-grigiastro, poi grigio, compatto                                                                                                           | 7      | 7           |          |
|              |             |           |              |                                                                                                                                                                      | 8      | 8           |          |

Committente: DOTT. FRANCESCO BRUNELLI

Cantiere : PIERANTONIO [C.V.A.]

T A B E L L A R I A S S U N T I V A

|                                    |                     |       |       |  |  |  |
|------------------------------------|---------------------|-------|-------|--|--|--|
| SONDAGGIO                          | N                   | 1     | 2     |  |  |  |
| CAMPIONE                           | N                   | 1     | 1     |  |  |  |
| PROFONDITA'                        | da METRI<br>a METRI | 1.20  | 1.00  |  |  |  |
| CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE       |                     |       |       |  |  |  |
| Umidità naturale                   | %                   | 18.3  | 21.7  |  |  |  |
| Peso di volume                     | GR/CM3              | 1.957 | 2.019 |  |  |  |
| Peso spec. grani                   | -                   |       | 2.571 |  |  |  |
| Densità secca                      | GR/CM3              | 1.654 | 1.659 |  |  |  |
| Indice dei vuoti                   | -                   |       | 0.550 |  |  |  |
| Porosità                           | %                   |       | 35.5  |  |  |  |
| Umidità saturazione                | %                   |       | 21.4  |  |  |  |
| Grado di saturazione               | %                   |       | 98.7  |  |  |  |
| PROVE DI CLASSIFICAZIONE           |                     |       |       |  |  |  |
| Ghiaia                             | %                   |       |       |  |  |  |
| Sabbia                             | %                   |       |       |  |  |  |
| Limo                               | %                   |       |       |  |  |  |
| Argilla                            | %                   |       |       |  |  |  |
| Passante 0.074 mm.                 | %                   |       |       |  |  |  |
| Limite liquido [LL]                | %                   | 48.4  |       |  |  |  |
| Indice plastico [Ip]               | %                   | 29.9  |       |  |  |  |
| Indice consistenza [Ic]            | -                   | 1.01  |       |  |  |  |
| CLASSIFICAZIONE                    | U. S. C. S.         | CL    |       |  |  |  |
| PROVA COMPRESSIONE AD ELL          |                     |       |       |  |  |  |
| Coesione non drenata               | KG/CM2              |       |       |  |  |  |
| Mod.deformaz. Eu[50]               | KG/CM2              |       |       |  |  |  |
| TAGLIO DIRETTO CD [valori piccolo] |                     |       |       |  |  |  |
| Coesione intercetta                | KG/CM2              | 0.09  |       |  |  |  |
| Angolo resist.taglio               | GRADI               | 25.80 |       |  |  |  |
| Tempo cons.primario                | MIN                 | 44.6  |       |  |  |  |
| Mod.deform. [1-2 kg/cmq]           |                     | 48.9  |       |  |  |  |
| PROVA EDOMETRICA [*]               |                     |       |       |  |  |  |
| Mod.Edometr.[1-2 kg/cmq]           | KG/CM2              |       | 35.3  |  |  |  |

[\*] I valori riportati in tabella sono relativi all'intervallo di carico compreso tra 1.-2. kg/cmq. Per gli altri valori si rimanda ai grafici delle singole prove.



Committente: DOTT. FRANCESCO BRUNELLI

Cantiere : PIERANTONIO [C.V.A.]

T A B E L L A     R I A S S U N T I V A  
[ PROVA EDOMETRICA ]

|             |                     |      |  |  |  |
|-------------|---------------------|------|--|--|--|
| SONDAGGIO   | N                   | 2    |  |  |  |
| CAMPIONE    | N                   | 1    |  |  |  |
| PROFONDITA' | da METRI<br>a METRI | 1.00 |  |  |  |

## 1. CURVA PRESSIONE-DEFORMAZIONE

|                         |        |      |  |  |  |
|-------------------------|--------|------|--|--|--|
| PRESS.CONSOLIDAZIONE    | KG/CM2 | 1.2  |  |  |  |
| MODULO EDOMETRICO       |        |      |  |  |  |
| tra .5-1. kg/cmq        | KG/CMQ | 34.0 |  |  |  |
| tra 1.-2. kg/cmq        | KG/CMQ | 35.3 |  |  |  |
| tra 2.-4. kg/cmq        | KG/CMQ | 59.0 |  |  |  |
| INDICE COMPRESSIBILITA' | -      | 0.16 |  |  |  |

## 2. CURVA CEDIMENTO-TEMPO

|                       |         |         |  |  |  |
|-----------------------|---------|---------|--|--|--|
| PRESSIONE DI PROVA    | KG/CM2  | 0.5-1.  |  |  |  |
| COEF.CONSOLIDAZ.[Cv]  | CM2/SEC | 1.0E-03 |  |  |  |
| COEF.PERMEABILITA'    | CM/SEC  | 2.0E-08 |  |  |  |
| MOD.EDOMETRICO [t100] | KG/CM2  | 45.7    |  |  |  |

|                       |         |  |  |  |  |
|-----------------------|---------|--|--|--|--|
| PRESSIONE DI PROVA    | KG/CM2  |  |  |  |  |
| COEF.CONSOLIDAZ.[Cv]  | CM2/SEC |  |  |  |  |
| COEF.PERMEABILITA'    | CM/SEC  |  |  |  |  |
| MOD.EDOMETRICO [t100] | KG/CMQ  |  |  |  |  |

Nell'elaborazione della prova di compressibilità, i valori del modulo edometrico vengono calcolati in base all' altezza del provino [relativa al livello di tensione] raggiunto dopo un intervallo di 24.ore.

Per la valutazione del coefficiente di consolidazione verticale [Cv] e del modulo edometrico Eed [t100] si considera come altezza finale di calcolo quella corrispondente alla fine del cedimento di consolidazione [t100].

Committente: DOTT. FRANCESCO BRUNELLI

Sond. n.: 1

Cantiere : PIERANTONIO [C.V.A.]

Camp. n.: 1

Prof. M.:

C A R A T T E R I S T I C H E G E N E R A L I  
[Apertura e descrizione visiva dei campioni ASTM 2488-84]

CONTENITORE : Doppio sacchetto

DIMENSIONI CAMPIONE : mm.200 \* mm.180

GRADO DI QUALITA' [AGI 1977] : Q4

REAZIONE HCl : Positiva

PRESSIONE DI ESTRAZIONE (bar):

| Rp     | Tv  | PROGRAMMA PROVE<br>DI LABORATORIO | CM. | AGI<br>1977 | L I T O L O G I A                                                                                                                                                                                   |
|--------|-----|-----------------------------------|-----|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| KG/CM2 |     |                                   |     |             |                                                                                                                                                                                                     |
| 2.0    | 0.7 | LIMITI ATTERBERG                  | -   | ~ ~ ~       | Limo argilloso di colore mar-<br>rone chiaro, compatto, pla-<br>stico, con tracce di materia<br>organica, spalmature d'ossi-<br>dazione rossastre e piccoli<br>inclusi biancastri carbonati-<br>ci. |
| 1.5    | 0.7 | TAGLIO DIRETTO                    | -10 | ~ ~ ~       |                                                                                                                                                                                                     |
| 1.5    | 0.8 |                                   | -   | ~ ~ ~       |                                                                                                                                                                                                     |
| 1.5    |     |                                   | -20 | ~ ~ ~       |                                                                                                                                                                                                     |
|        |     |                                   | -   |             |                                                                                                                                                                                                     |
|        |     |                                   | -30 |             |                                                                                                                                                                                                     |
|        |     |                                   | -   |             |                                                                                                                                                                                                     |
|        |     |                                   | -40 |             |                                                                                                                                                                                                     |
|        |     |                                   | -   |             |                                                                                                                                                                                                     |
|        |     |                                   | -50 |             |                                                                                                                                                                                                     |
|        |     |                                   | -   |             |                                                                                                                                                                                                     |

In attesa di essere analizzati i campioni sono conservati in ca-  
mera umida, seguendo le indicazioni suggerite da HEAD e LAMBE.

LABORATORIO GEOMECCANICO    VIA FAVA    N. 7/9    61100 PESARO

COMMITTENTE : DOTT. FRANCESCO BRUNELLI  
CANTIERE : PIERANTONIO [C.V.A.]

SONDAGGIO : 1  
CAMPIONE : 1  
QUOTA (M) : 1.20

## LIMITI DI ATTERBERG ( ASTM D 4318 )

| Numero Capsula<br>(-) | Peso Capsula<br>(GR) | Peso Capsula +<br>Terra Unida<br>(GR) | Peso Capsula +<br>Terra Secca<br>(GR) | Limite<br>Plastico<br>(%) |
|-----------------------|----------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| 34                    | 8.51                 | 12.64                                 | 11.97                                 | 19.36                     |
| 47                    | 8.64                 | 12.46                                 | 11.87                                 | 18.27                     |
| 43                    | 9.09                 | 13.16                                 | 12.54                                 | 17.97                     |

| Numero Capsula<br>(-) | Peso Capsula<br>(GR) | Peso Capsula +<br>Terra Umida<br>(GR) | Peso Capsula +<br>Terra Secca<br>(GR) | Contenuto<br>in Acqua<br>(%) | Numero Colpi<br>(-) | Limite<br>Liquido<br>(%) |
|-----------------------|----------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|---------------------|--------------------------|
| 37                    | 8.60                 | 14.90                                 | 12.77                                 | 51.08                        | 14                  | 47.51                    |
| 114                   | 14.15                | 20.22                                 | 18.23                                 | 48.77                        | 27                  | 49.25                    |
| 32                    | 8.44                 | 14.58                                 | 12.56                                 | 49.03                        | 23                  | 48.52                    |

LIMITE PLASTICO (LP) : 18.5 (%)

LIMITE LIQUIDO (LL) : 48.4 (%)

INDICE PLASTICO (Ip) : 29.9 (%)

INDICE di CONSISTENZA (Ic) : 1.01 (-)



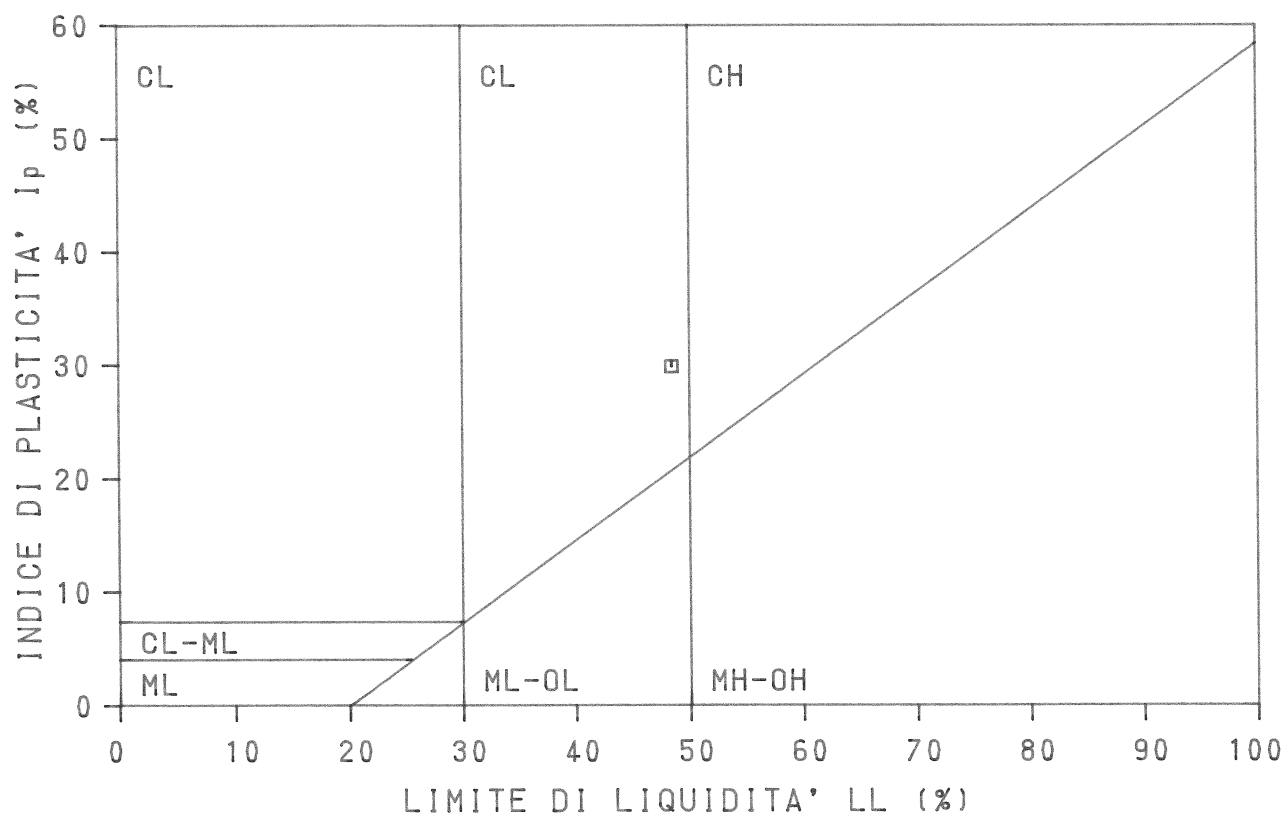
COMMITTENTE : DOTT. FRANCESCO BRUNELLI

CANTIERE : PIERANTONIO (C.V.A.)

# CARTA DI PLASTICITA'

(ASTM D 2487)

| SIMB. | SOND. | CAMP. | QUOTA (M) | LL (%) | I <sub>p</sub> (%) | IC (-) |
|-------|-------|-------|-----------|--------|--------------------|--------|
| □     | 1     | 1     | 1.20      | 48.4   | 29.9               | 1.01   |



LABORATORIO GEOMECCANICO VIA FAVA N. 7/9 61100 PESARO

COMMITTENTE : DOTT. FRANCESCO BRUNELLI      SONDAGGIO : 1  
CANTIERE : PIERANTONIO [C.V.A.]      CAMPIONE : 1  
QUOTA (M) : 1.20

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM 3080)

|                                          |                                              |
|------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Caratteristiche iniziali<br>del campione | Sezione : 28.27 (CM2)<br>Altezza : 2.00 (CM) |
|------------------------------------------|----------------------------------------------|

Tipo di prova : RESISTENZA DI PICCO  
Osservazioni :

Velocità di Deformazione (MM/MIN) : 0.0021  
Pressione di Consolidazione (KG/CM2) : 1-2  
Deformazione Max. Teorica (MM) : 2.5  
Tempo di Consolidazione Primario (MIN) : 44.6  
Velocità di Deformazione Teorica (MM/MIN) : 0.0044

| Provino N.1          |                 | Provino N.2          |                 | Provino N.3          |                 | Provino N.4          |                 |
|----------------------|-----------------|----------------------|-----------------|----------------------|-----------------|----------------------|-----------------|
| Deformazione<br>(MM) | TAU<br>(KG/CM2) | Deformazione<br>(MM) | TAU<br>(KG/CM2) | Deformazione<br>(MM) | TAU<br>(KG/CM2) | Deformazione<br>(MM) | TAU<br>(KG/CM2) |
| 0.05                 | 0.10            | 0.05                 | 0.28            | 0.05                 | 0.11            | 0.00                 | 0.00            |
| 0.10                 | 0.12            | 0.10                 | 0.42            | 0.10                 | 0.42            | 0.00                 | 0.00            |
| 0.20                 | 0.24            | 0.15                 | 0.50            | 0.20                 | 0.64            | 0.00                 | 0.00            |
| 0.40                 | 0.36            | 0.20                 | 0.58            | 0.30                 | 0.77            | 0.00                 | 0.00            |
| 0.60                 | 0.40            | 0.30                 | 0.67            | 0.40                 | 0.91            | 0.00                 | 0.00            |
| 0.80                 | 0.46            | 0.40                 | 0.74            | 0.60                 | 0.98            | 0.00                 | 0.00            |
| 1.00                 | 0.49            | 0.50                 | 0.81            | 0.80                 | 1.02            | 0.00                 | 0.00            |
| 1.20                 | 0.53            | 0.60                 | 0.87            | 1.00                 | 1.14            | 0.00                 | 0.00            |
| 1.40                 | 0.56            | 0.80                 | 0.88            | 1.20                 | 1.27            | 0.00                 | 0.00            |
| 1.60                 | 0.58            | 1.00                 | 0.94            | 1.40                 | 1.36            | 0.00                 | 0.00            |
| 1.80                 | 0.59            | 1.40                 | 0.97            | 1.60                 | 1.43            | 0.00                 | 0.00            |
| 2.00                 | 0.60            | 1.80                 | 1.00            | 1.80                 | 1.45            | 0.00                 | 0.00            |
| 2.20                 | 0.60            | 2.00                 | 1.02            | 2.00                 | 1.51            | 0.00                 | 0.00            |
| 2.40                 | 0.60            | 2.20                 | 1.03            | 2.20                 | 1.54            | 0.00                 | 0.00            |
| 2.60                 | 0.59            | 2.40                 | 1.02            | 2.40                 | 1.52            | 0.00                 | 0.00            |
| 2.80                 | 0.59            | 2.60                 | 1.02            | 2.60                 | 1.50            | 0.00                 | 0.00            |

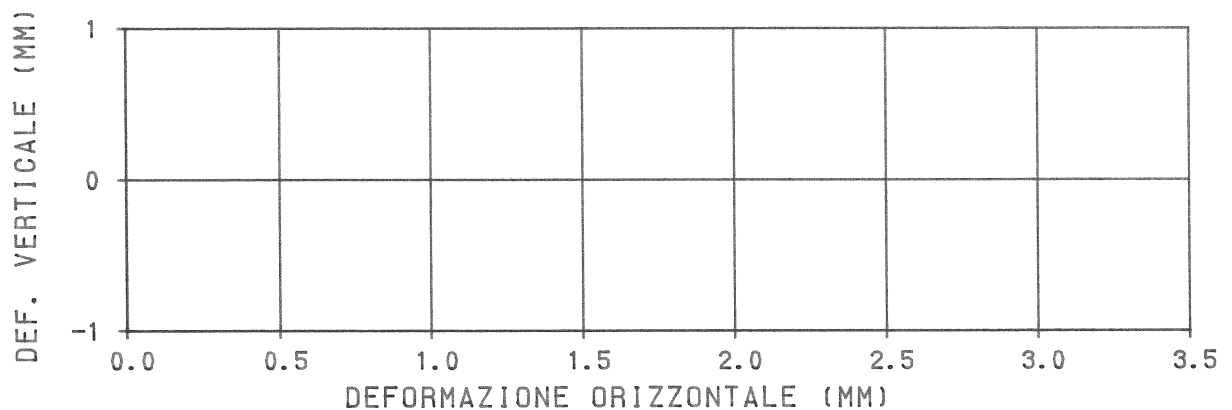
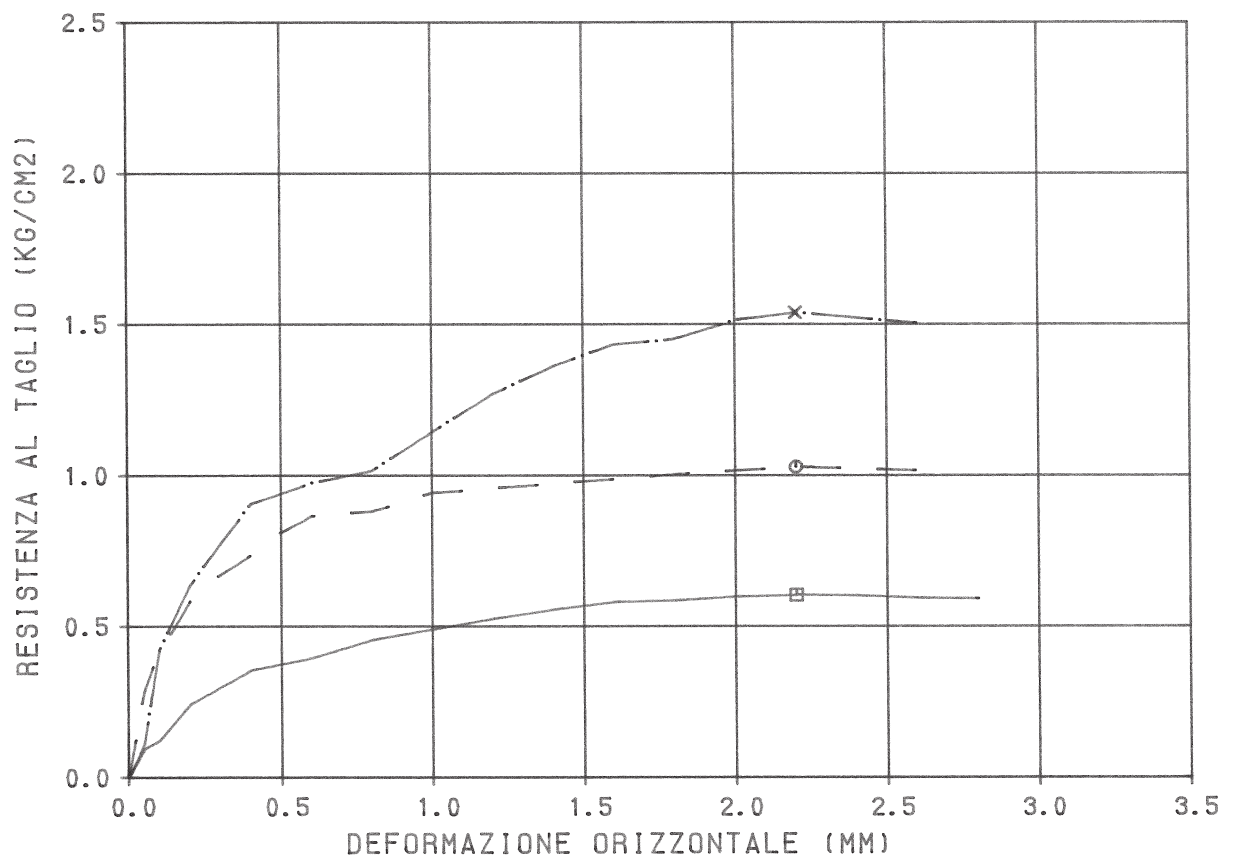
COMMITTENTE : DOTT. FRANCESCO BRUNELLI  
CANTIERE : PIERANTONIO (C.V.A.)

SONDAGGIO : 1  
CAMPIONE : 1  
QUOTA (M) : 1.20

# PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM 3080)

## VALORI DI PICCO

| PROVINO         | CONSOLIDAZIONE    |              | VALORI DI PICCO |                 |             |             |
|-----------------|-------------------|--------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------|
| SIMBOLO<br>TIPO | SIGMA'V<br>KG/CM2 | CED F.<br>MM | SIMBOLO<br>TIPO | TAU P<br>KG/CM2 | DEF H<br>MM | DEF V<br>MM |
| □               | 1.00              | 1.39         | □               | 0.60            | 2.20        | 0.00        |
| ⊙               | 2.00              | 2.26         | ⊙               | 1.03            | 2.20        | 0.00        |
| ×               | 3.00              | 2.85         | ×               | 1.54            | 2.20        | 0.00        |

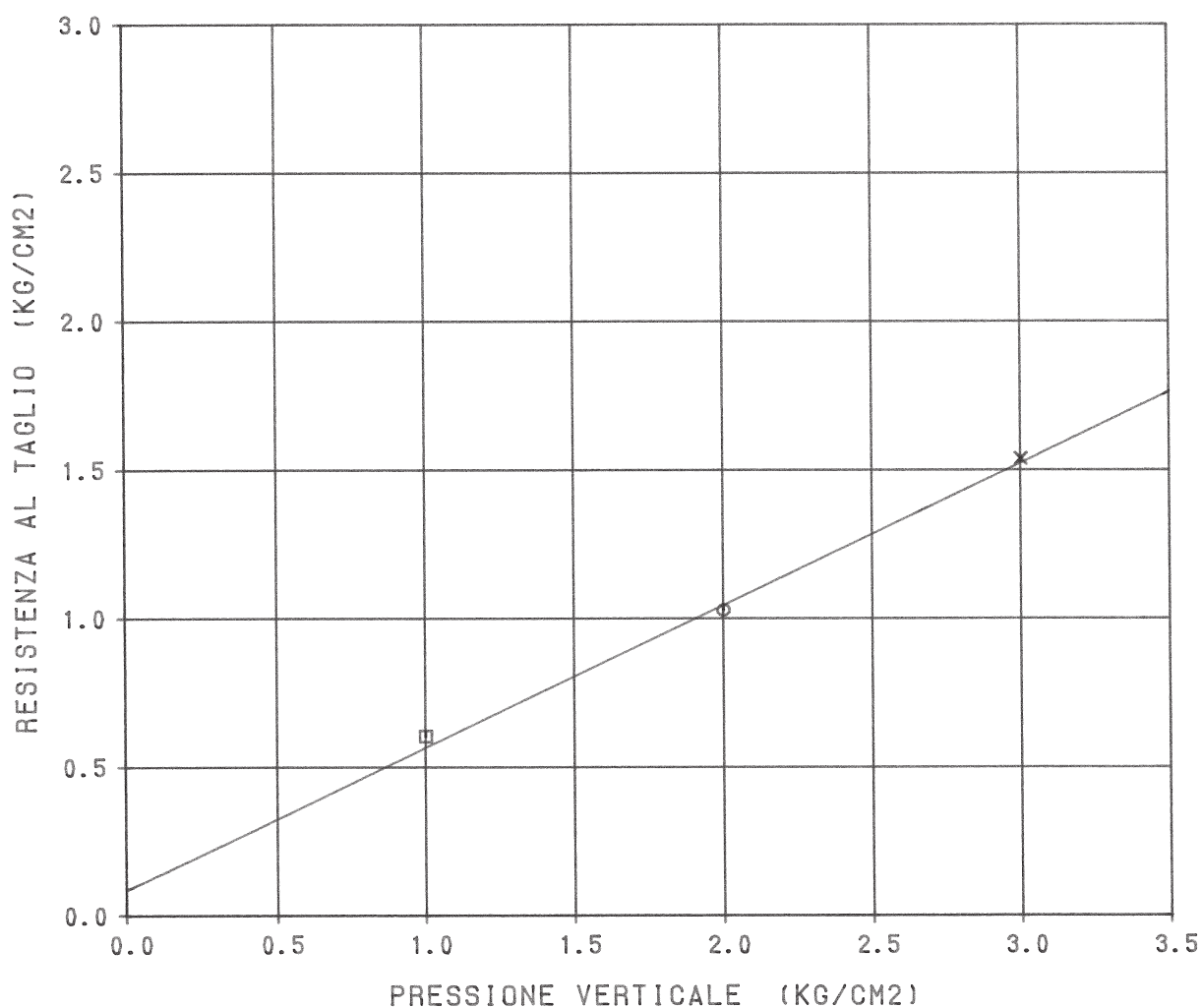


COMMITTENTE : DOTT. FRANCESCO BRUNELLI  
CANTIERE : PIERANTONIO (C.V.A.)

SONDAGGIO : 1  
CAMPIONE : 1  
QUOTA (M) : 1.20

## PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM 3080)

| PROVINO                 | 1     | 2     | 3     |  |
|-------------------------|-------|-------|-------|--|
| PESO DI VOLUME (GR/CM3) | 1.985 | 1.986 | 1.899 |  |
| UMIDITA' INIZIALE (%)   | 17.4  | 17.9  | 19.5  |  |
| UMIDITA' FINALE (%)     | 23.4  | 23.4  | 19.6  |  |



|                                        | PICCO | RESIDUO |
|----------------------------------------|-------|---------|
| COESIONE INTERCETTA (KG/CM2)           | 0.09  |         |
| ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO (GRADI) | 25.80 |         |



LABORATORIO GEOMECCANICO    VIA FAVA    N. 7/9    61100 PESARO

COMMITTENTE : DOTT. FRANCESCO BRUNELLI    SONDAGGIO : 1  
CANTIERE : PIERANTONIO [C.V.A.]    CAMPIONE : 1  
QUOTA (M) : 1.20

**CEDIMENTO DI CONSOLIDAZIONE**

Intervallo di Pressione (KG/CM<sup>2</sup>) : 1-2

Osservazioni :

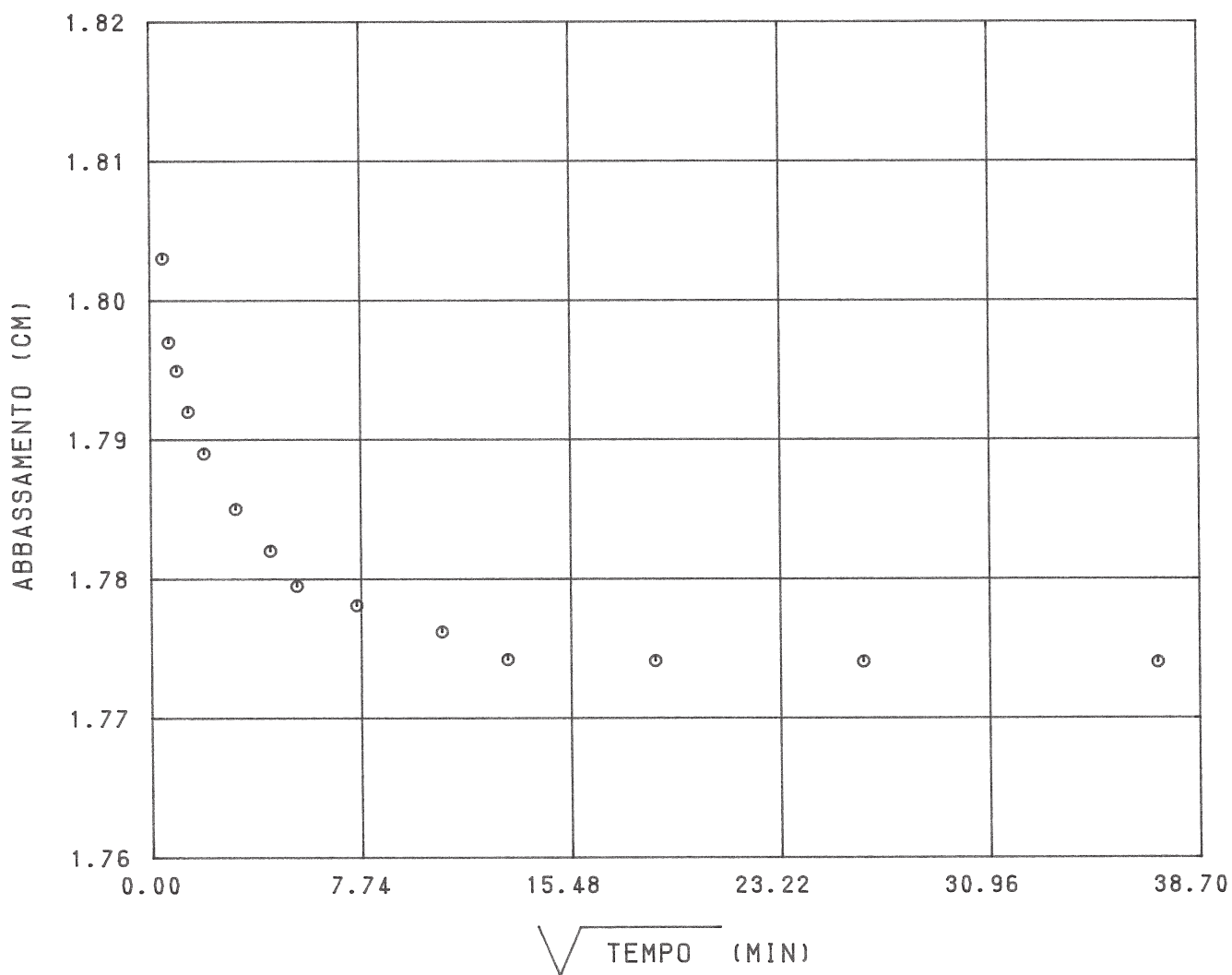
| Tempo    | Abbassamento | Altezza finale del provino |
|----------|--------------|----------------------------|
| (MIN)    | (CM)         | (CM)                       |
| 0.250    | 0.1970       | 1.803                      |
| 0.500    | 0.2030       | 1.797                      |
| 1.000    | 0.2050       | 1.795                      |
| 2.000    | 0.2080       | 1.792                      |
| 4.000    | 0.2110       | 1.789                      |
| 10.000   | 0.2150       | 1.785                      |
| 20.000   | 0.2180       | 1.782                      |
| 30.000   | 0.2205       | 1.780                      |
| 60.000   | 0.2219       | 1.778                      |
| 120.000  | 0.2238       | 1.776                      |
| 180.000  | 0.2258       | 1.774                      |
| 360.000  | 0.2259       | 1.774                      |
| 720.000  | 0.2260       | 1.774                      |
| 1440.000 | 0.2260       | 1.774                      |

COMMITTENTE : DOTT. FRANCESCO BRUNELLI  
CANTIERE : PIERANTONIO (C.V.A.)

SONDAGGIO : 1  
CAMPIONE : 1  
QUOTA (M) : 1.20

## CEDIMENTO DI CONSOLIDAZIONE

INTERVALLO DI PRESSIONE (KG/CM<sup>2</sup>) : 1-2



t<sub>100</sub>..... (MIN) = 44.6

LABORATORIO GEOMECCANICO VIA FAVA N. 7/9 61100 PESARO

Committente: DOTT. FRANCESCO BRUNELLI

Sond. n.: 2

Cantiere : PIERANTONIO [C.V.A.]

Camp. n.: 1

Prof. M.: 1.00

C A R A T T E R I S T I C H E G E N E R A L I  
[Apertura e descrizione visiva dei campioni ASTM 2488-84]

CONTENITORE : Doppio sacchetto

DIMENSIONI CAMPIONE : mm.200 \* mm.170

GRADO DI QUALITA' [AGI 1977] : Q4

REAZIONE HCl : Positiva

PRESSIONE DI ESTRAZIONE (bar):

| Rp     | Tv  | PROGRAMMA PROVE<br>DI LABORATORIO | CM. | AGI<br>1977                                                                         | L I T O L O G I A                                                                                                                |
|--------|-----|-----------------------------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| KG/CM2 |     |                                   |     |                                                                                     |                                                                                                                                  |
| 1.0    | 0.6 | EDOMETRICA                        | -   |  | Limo argilloso marrone chiaro<br>con parti leggermente sabbio-<br>se, a media plasticità, friabile,<br>con punti scuri organici. |
| 1.0    | 0.7 |                                   | -10 |  |                                                                                                                                  |
| 0.8    | 0.7 |                                   | -   |  |                                                                                                                                  |
| 1.0    |     |                                   | -20 |  |                                                                                                                                  |
|        |     |                                   | -   |                                                                                     |                                                                                                                                  |
|        |     |                                   | -30 |                                                                                     |                                                                                                                                  |
|        |     |                                   | -   |                                                                                     |                                                                                                                                  |
|        |     |                                   | -40 |                                                                                     |                                                                                                                                  |
|        |     |                                   | -   |                                                                                     |                                                                                                                                  |
|        |     |                                   | -50 |                                                                                     |                                                                                                                                  |
|        |     |                                   | -   |                                                                                     |                                                                                                                                  |

In attesa di essere analizzati i campioni sono conservati in camera umida, seguendo le indicazioni suggerite da HEAD e LAMBE.

COMMITTENTE : DOTT. FRANCESCO BRUNELLI  
CANTIERE : PIERANTONIO [C.V.A.]

SONDAGGIO : 2  
CAMPIONE : 1  
QUOTA (M) : 1.00

**PROVA EDOMETRICA (ASTM D 2435)**

|                                          |                                              |
|------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Caratteristiche iniziali<br>del campione | Sezione : 20.00 (CM2)<br>Altezza : 2.00 (CM) |
|------------------------------------------|----------------------------------------------|

Indice dei vuoti : 0.550

Osservazioni :

| Pressione | Abbassamenti |           | Indice dei vuoti | mv       | Modulo Ed. |
|-----------|--------------|-----------|------------------|----------|------------|
| (KG/CM2)  | DH (CM)      | DH/Ho (%) | (e)              | (CM2/KG) | (KG/CM2)   |
| 0.125     | 0.0050       | 0.250     | 0.546            |          |            |
|           |              |           |                  | 0.02807  | 35.6       |
| 0.250     | 0.0120       | 0.600     | 0.541            |          |            |
|           |              |           |                  | 0.03219  | 31.1       |
| 0.500     | 0.0280       | 1.400     | 0.528            |          |            |
|           |              |           |                  | 0.02941  | 34.0       |
| 1.000     | 0.0570       | 2.850     | 0.506            |          |            |
|           |              |           |                  | 0.02831  | 35.3       |
| 2.000     | 0.1120       | 5.600     | 0.463            |          |            |
|           |              |           |                  | 0.01695  | 59.0       |
| 4.000     | 0.1760       | 8.800     | 0.414            |          |            |
|           |              |           |                  | 0.00891  | 112.2      |
| 8.000     | 0.2410       | 12.050    | 0.363            |          |            |
|           |              |           |                  | 0.00462  | 216.5      |
| 16.000    | 0.3060       | 15.300    | 0.313            |          |            |
|           |              |           |                  | 0.00225  | 444.3      |
| 32.000    | 0.3670       | 18.350    | 0.266            |          |            |
|           |              |           |                  | 0.00000  | 0.0        |
| 8.000     | 0.3510       | 17.550    | 0.278            |          |            |
|           |              |           |                  | 0.00000  | 0.0        |
| 2.000     | 0.3270       | 16.350    | 0.297            |          |            |
|           |              |           |                  | 0.00000  | 0.0        |
| 0.500     | 0.3070       | 15.350    | 0.312            |          |            |
|           |              |           |                  | 0.00000  | 0.0        |
| 0.125     | 0.2915       | 14.575    | 0.324            |          |            |
|           |              |           |                  | 0.00000  | 0.0        |



COMMITTENTE : DOTT. FRANCESCO BRUNELLI SONDAGGIO : 2

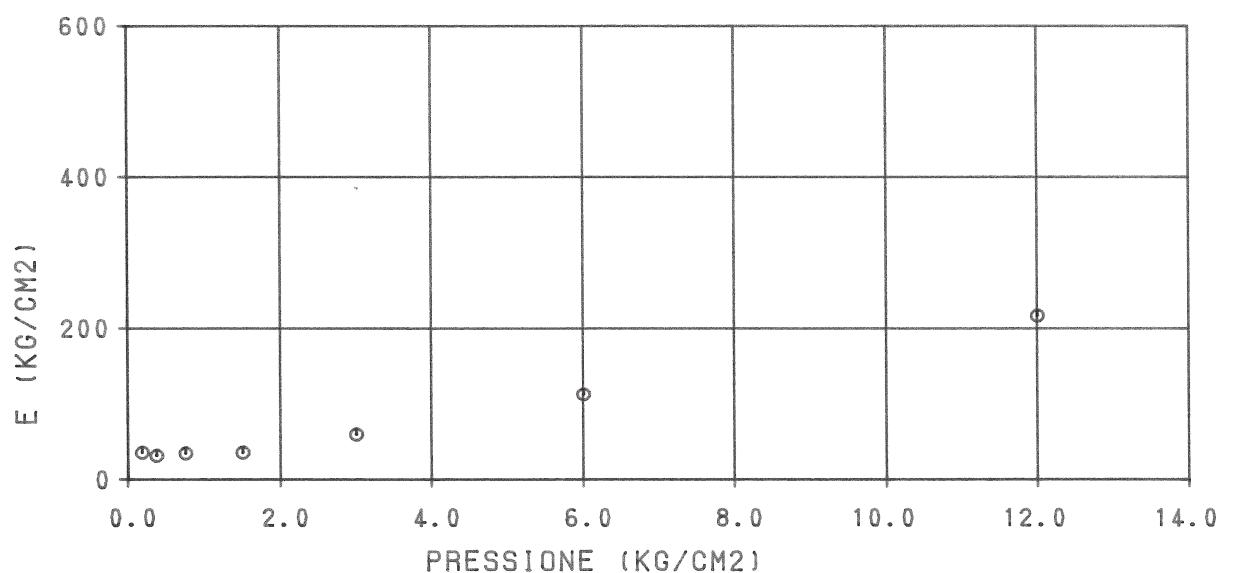
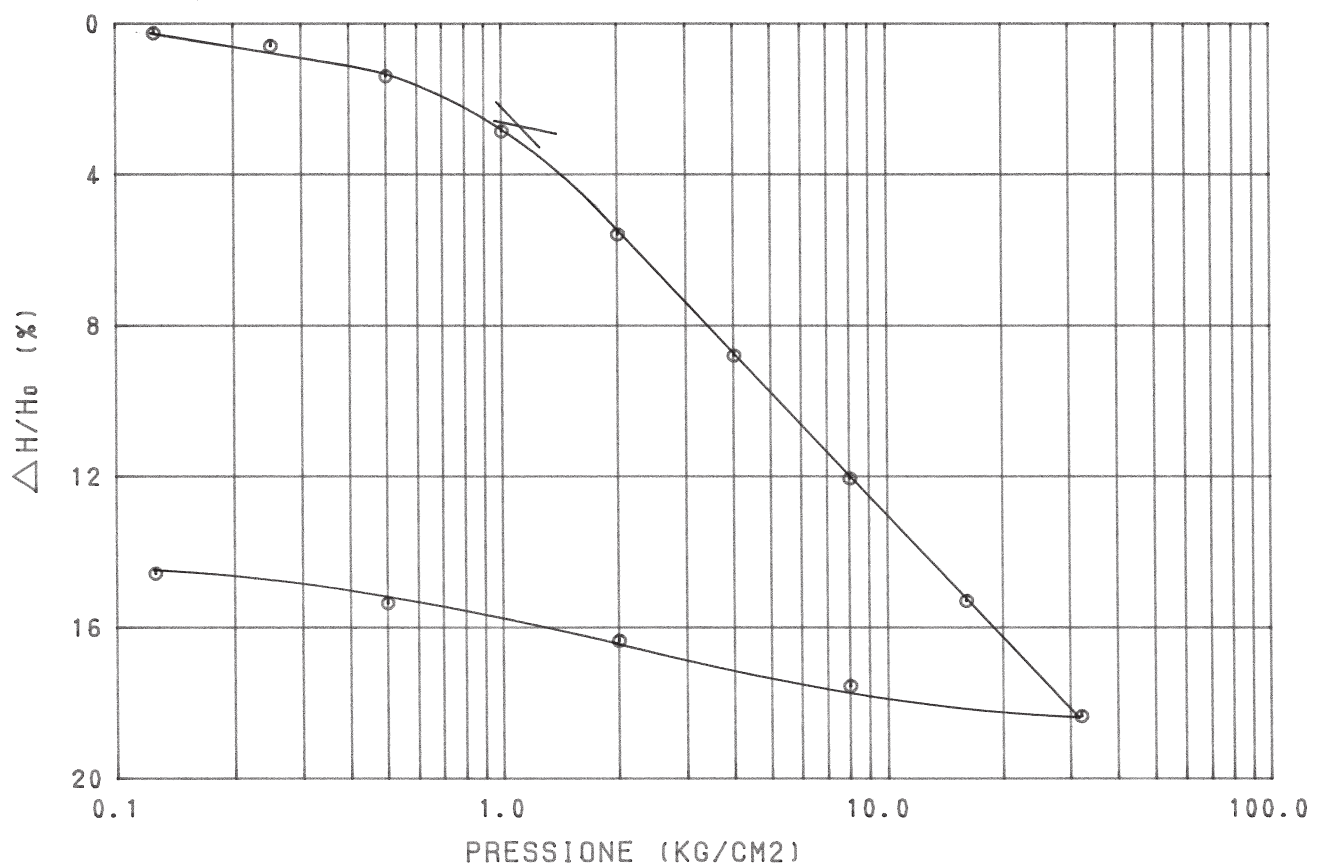
CANTIERE : PIERANTONIO (C.V.A.)

CAMPIONE : 1

QUOTA (M) : 1.00

# PROVA EDOMETRICA (ASTM D 2435)

|                               |       |                               |       |
|-------------------------------|-------|-------------------------------|-------|
| INTERVALLO DI CARICO... (ORE) | 24.0  | INTERVALLO DI SCARICO.. (ORE) | 12.0  |
| UMIDITA' INIZIALE..... (%)    | 21.7  | UMIDITA' FINALE..... (%)      | 15.9  |
| PESO DI VOLUME INIZ. (GR/CM3) | 2.019 | PESO DI VOLUME FIN. (GR/CM3)  | 2.363 |
| POROSITA'..... (%)            | 35.5  | PESO SPECIFICO DEI GRANI (-)  | 2.571 |



LABORATORIO GEOMECCANICO    VIA FAVA    N. 7/9    61100 PESARO

COMMITTENTE : DOTT. FRANCESCO BRUNELLI  
CANTIERE : PIERANTONIO [C.V.A.]

SONDAGGIO : 2  
CAMPIONE : 1  
QUOTA (M) : 1.00

**CEDIMENTO DI CONSOLIDAZIONE (ASTM D 2435)**

|                                          |                                              |
|------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Caratteristiche iniziali<br>del campione | Sezione : 20.00 (CM2)<br>Altezza : 2.00 (CM) |
|------------------------------------------|----------------------------------------------|

Intervallo di Pressione (KG/CM2) : 0.500 - 1.000

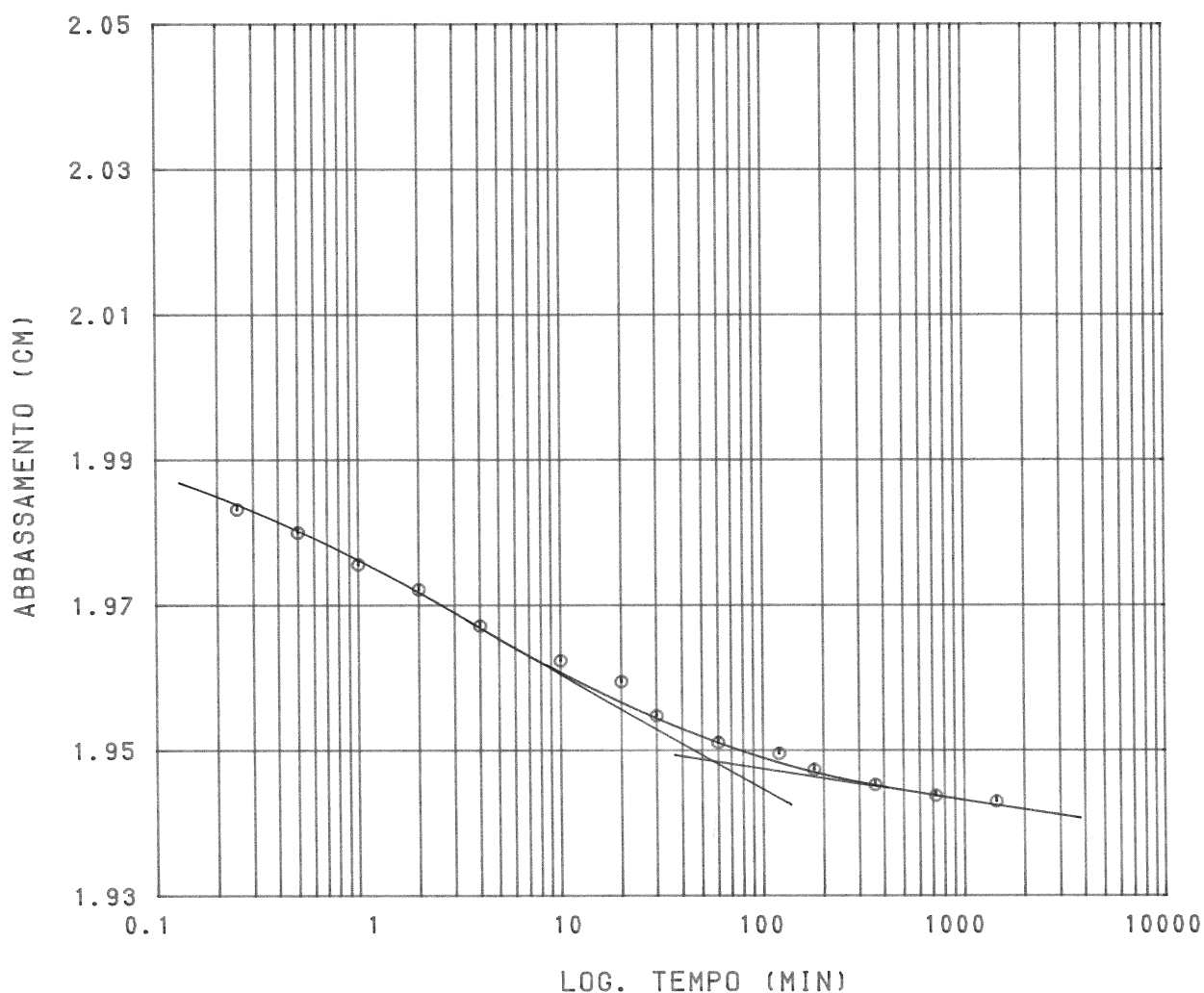
Osservazioni :

| Tempo    | Abbassamento | Altezza finale del provino |
|----------|--------------|----------------------------|
| (MIN)    | (CM)         | (CM)                       |
| 0.250    | 0.0168       | 1.983                      |
| 0.500    | 0.0199       | 1.980                      |
| 1.000    | 0.0244       | 1.976                      |
| 2.000    | 0.0278       | 1.972                      |
| 4.000    | 0.0328       | 1.967                      |
| 10.000   | 0.0376       | 1.962                      |
| 20.000   | 0.0405       | 1.959                      |
| 30.000   | 0.0452       | 1.955                      |
| 60.000   | 0.0489       | 1.951                      |
| 120.000  | 0.0504       | 1.950                      |
| 180.000  | 0.0526       | 1.947                      |
| 360.000  | 0.0547       | 1.945                      |
| 720.000  | 0.0562       | 1.944                      |
| 1440.000 | 0.0570       | 1.943                      |

COMMITTENTE : DOTT. FRANCESCO BRUNELLI      SONDAGGIO : 2  
 CANTIERE : PIERANTONIO (C.V.A.)      CAMPIONE : 1  
 QUOTA (M) : 1.00

# CEDIMENTO DI CONSOLIDAZIONE (ASTM D 2435)

INTERVALLO DI PRESSIONE (KG/CM2) : 0.500 - 1.000



|                    |           |                   |           |
|--------------------|-----------|-------------------|-----------|
| t100..... (MIN)    | 45.7      | t50..... (MIN)    | 3.2       |
| E(t100).. (KG/CM2) | 49.9      | Tv..... (-)       | 0.197     |
| K..... (CM/SEC)    | 0.201E-07 | Cv..... (CM2/SEC) | 0.100E-02 |



|                                   |                                   |                      |
|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| Data: luglio 2012                 | Committente: Comune di Umbertide  | Rif.:                |
| Località: Pierantonio             | Cantiere: Scuola Materna          | Sondaggio: S1        |
| Perforazione: carotaggio continuo | Ditta esecutrice: SO.TE.C. S.r.l. |                      |
| Quota: 242.50 m. s.l.m.           | Scala: 1: 100                     | Geologo: F. Brunelli |

| Profondita' | Perforazione | Rivestimento | Spessore | Falda | Stratigrafia | Descrizione                                                                                                                  | S.P.T.               | Carotaggio  | Pocket          | Cassetta | Campioni       |
|-------------|--------------|--------------|----------|-------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------|-----------------|----------|----------------|
|             |              |              | 0.95     |       |              | limo argilloso marrone/marroncino organico al tetto, friabile                                                                | 10 20 30 40          | 20 40 60 80 | 0,8 1,6 2,4 3,2 |          |                |
| 0.95        |              |              | 4.05     |       |              | limi argillosi di colore marroncino, con ciottoli (dimensioni 1-3 cm.) e clasti (millimetrici) sparsi in zonature , compatto | 4.00<br>4.11<br>4.45 |             |                 | 1        |                |
| 5.00        |              | 127.00       | 0.60     |       |              | sabbia a granulometria medio-grossolana, limosa, marroncina, con minuscoli ciottoli sparsi mediamente addensata              |                      |             |                 |          |                |
| 5.60        |              |              | 0.40     |       |              | limo argilloso marroncino con venature grigiastre e/o ossidate, a media consistenza                                          |                      |             |                 |          |                |
| 6.00        |              |              | 2.05     |       |              | limo argilloso-sabbioso marroncino, con occasionali ciottoli sparsi, a bassa consistenza                                     | 7.60<br>8.05         |             |                 | 2        | 6.30<br>6.60   |
| 8.05        |              |              | 0.95     |       |              | limo a variabile tenore in sabbie e/o argilla marroncino con venature grigie e ossidate, compatto                            |                      |             |                 |          |                |
| 9.00        |              |              | 0.40     |       |              | limo argilloso marroncino-grigiastro (sfumature cromatiche) compatto                                                         |                      |             |                 |          |                |
| 9.40        |              |              | 0.50     |       |              | limo sabbioso marroncino con venature ossidate e grigio scuro, compatto                                                      |                      |             |                 |          |                |
| 9.90        |              |              | 0.75     |       |              | sabbia limosa marroncina con sfumature grigiastre, mediamente addensata                                                      |                      |             |                 |          | 10.30<br>10.60 |
| 10.65       |              |              | 3.45     |       |              | ghiaie in matrice sabbioso-limosa marroncino-giallastra, localmente dominante                                                | 13.60<br>13.74       |             |                 | 3        |                |
| 14.10       | 101.00       |              | 1.40     |       |              | limo argilloso-sabbioso (sabbia finissima) grigio scuro molto compatto                                                       | 15.10<br>15.45       |             |                 |          |                |
| 15.50       |              |              | 0.80     |       |              | limo argilloso grigio scuro molto compatto                                                                                   |                      |             |                 |          |                |
| 16.30       |              |              | 3.70     |       |              | limo argilloso grigio-nerastro molto compatto                                                                                |                      |             |                 | 4        |                |
| 20.00       |              |              | 7.85     |       |              | limo argilloso debolmente sabbioso, a luoghi più evidentemente sabbioso, grigio scuro molto compatto                         |                      |             |                 | 5        | 21.00<br>21.49 |
| 27.85       |              |              | 2.15     |       |              | limo argilloso localmente debolmente sabbioso grigio scuro-nerastro molto compatto                                           |                      |             |                 | 6        |                |
| 30.00       |              |              |          |       |              |                                                                                                                              |                      |             |                 |          |                |

NOTA: è stata rilevata una debolissima circolazione acquifera tra 11.00 e 13.00 m. dal p.c.



**SONDAGGIO N. 1 PIERANTONIO – Scuola Materna**



piazzola sondaggio



CASSETTA n. 1 0.00 – 5.00 m.





CASSETTA n. 2 5.00 – 10.00 m.



CASSETTA n. 3 10.00 – 15.00 m.





CASSETTA n. 4 15.00 – 20.00 m.



CASSETTA n. 5 20.00 – 25.00 m.





CASSETTA n. 6 25.00 – 30.00 m.



**COMMITTENTE:** Comune di Umbertide

**RIFERIMENTO:** Microzonazione Sismica Comune di Umbertide - Fraz. Pierantonio

**SONDAGGIO:** S1

**CAMPIONE:** C1

**PROFONDITA':** m 6.3-6.6

### MODULO RIASSUNTIVO

#### CARATTERISTICHE FISICHE

|                        |       |                   |
|------------------------|-------|-------------------|
| Umidità naturale       | 21.6  | %                 |
| Peso di volume         | 20.4  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso di volume secco   | 16.8  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso di volume saturo  | 20.5  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso specifico         | 2.74  |                   |
| Indice dei vuoti       | 0.602 |                   |
| Porosità               | 37.6  | %                 |
| Grado di saturazione   | 98.4  | %                 |
| Limite di liquidità    | 37.1  | %                 |
| Limite di plasticità   | 21.0  | %                 |
| Indice di plasticità   | 16.1  | %                 |
| Indice di consistenza  | 0.96  |                   |
| Passante al set. n° 40 | SI    |                   |
| Limite di ritiro       |       | %                 |
| Classif. CNR-UNI       |       |                   |

#### ANALISI GRANULOMETRICA

|                   |     |    |
|-------------------|-----|----|
| Ghiaia            |     | %  |
| Sabbia            |     | %  |
| Limo              |     | %  |
| Argilla           |     | %  |
| D 10              |     | mm |
| D 50              |     | mm |
| D 60              |     | mm |
| D 90              |     | mm |
| Passante set. 10  | 0.0 | %  |
| Passante set. 40  | 0.0 | %  |
| Passante set. 200 | 0.0 | %  |

#### PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

#### COMPRESSIONE

|          |     |     |                |     |
|----------|-----|-----|----------------|-----|
| $\sigma$ | 122 | kPa | $\sigma_{Rim}$ | kPa |
|----------|-----|-----|----------------|-----|

#### SCISSOMETRO

|        |     |        |     |
|--------|-----|--------|-----|
| $\tau$ | kPa | $\tau$ | kPa |
|--------|-----|--------|-----|

#### TAGLIO DIRETTO

|                         |     |              |   |
|-------------------------|-----|--------------|---|
| Prova consolidata-lenta |     |              |   |
| c                       | kPa | $\phi$       | ° |
| c Res                   | kPa | $\phi_{Res}$ | ° |

#### COMPRESSIONE TRIASSIALE

|      |           |    |     |              |      |   |
|------|-----------|----|-----|--------------|------|---|
| C.D. | $C_d$     | 34 | kPa | $\phi_d$     | 30.1 | ° |
| C.U. | $C'_{cu}$ |    | kPa | $\phi'_{cu}$ |      | ° |
|      | $C_{cu}$  |    | kPa | $\phi_{cu}$  |      | ° |
| U.U. | $C_u$     |    | kPa | $\phi_u$     |      | ° |

#### PROVA EDOMETRICA

| $\sigma$<br>kPa | E<br>kPa | $C_v$<br>cm <sup>2</sup> /sec | k<br>cm/sec |
|-----------------|----------|-------------------------------|-------------|
| 12.5 ÷ 25.0     | 2174     | ---                           | ---         |
| 25.0 ÷ 50.0     | 2857     | ---                           | ---         |
| 50.0 ÷ 100.0    | 3534     | ---                           | ---         |
| 100.0 ÷ 200.0   | 4975     | ---                           | ---         |
| 200.0 ÷ 400.0   | 8081     | ---                           | ---         |
| 400.0 ÷ 800.0   | 14134    | ---                           | ---         |
| 800.0 ÷ 1600.0  | 23256    | ---                           | ---         |

Limo argilloso di colore marrone chiaro ( $R_p = 130-170$  kPa)

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone  
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685  
laboratorio@geores.itAZIENDA CON  
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'  
UNI EN ISO 9001:2008  
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
Decreto 160/19-04-2011 - DPR 246/1993 - Circolare 7618/STC/2010

|                                              |            |                             |                          |
|----------------------------------------------|------------|-----------------------------|--------------------------|
| CERTIFICATO DI PROVA N°: 03836               | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 20/09/12 | Inizio analisi: 04/09/12 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263 del 04/09/12 |            | Apertura campione: 04/09/12 | Fine analisi: 05/09/12   |

|                                                                             |              |                |         |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------|---------|
| COMMITTENTE: Comune di Umbertide                                            |              |                |         |
| RIFERIMENTO: Microzonazione Sismica Comune di Umbertide - Fraz. Pierantonio |              |                |         |
| SONDAGGIO: S1                                                               | CAMPIONE: C1 | PROFONDITA': m | 6.3-6.6 |

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

**Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale (media delle tre misure) = 21.6 %**

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo  
☐ Stratificato  
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Limo argilloso di colore marrone chiaro (Rp = 130-170 kPa)

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone  
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685  
laboratorio@geores.itAZIENDA CON  
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'  
UNI EN ISO 9001:2008  
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni  
**AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI**  
Decreto 160/19-04-2011 - DPR 246/1993 - Circolare 7618/STC/2010

|                                                     |            |                                    |                          |
|-----------------------------------------------------|------------|------------------------------------|--------------------------|
| <b>CERTIFICATO DI PROVA N°:</b> 03837               | Pagina 1/1 | <b>DATA DI EMISSIONE:</b> 20/09/12 | Inizio analisi: 04/09/12 |
| <b>VERBALE DI ACCETTAZIONE N°:</b> 263 del 04/09/12 |            | <b>Apertura campione:</b> 04/09/12 | Fine analisi: 04/09/12   |

|                                                                             |              |                |         |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------|---------|
| COMMITTENTE: Comune di Umbertide                                            |              |                |         |
| RIFERIMENTO: Microzonazione Sismica Comune di Umbertide - Fraz. Pierantonio |              |                |         |
| SONDAGGIO: S1                                                               | CAMPIONE: C1 | PROFONDITA': m | 6.3-6.6 |

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

**Peso di volume allo stato naturale (media delle due misure) = 20.4 kN/m<sup>3</sup>**

Limo argilloso di colore marrone chiaro (Rp = 130-170 kPa)



**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone  
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685  
laboratorio@geores.itAZIENDA CON  
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'  
UNI EN ISO 9001:2008  
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
Decreto 160/19-04-2011 - DPR 246/1993 - Circolare 7618/STC/2010

|                                              |            |                             |                          |
|----------------------------------------------|------------|-----------------------------|--------------------------|
| CERTIFICATO DI PROVA N°: 03838               | Pagina 1/1 | DATA DI EMISSIONE: 20/09/12 | Inizio analisi: 05/09/12 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263 del 04/09/12 |            | Apertura campione: 04/09/12 | Fine analisi: 06/09/12   |

|                                                                             |              |                |         |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------|---------|
| COMMITTENTE: Comune di Umbertide                                            |              |                |         |
| RIFERIMENTO: Microzonazione Sismica Comune di Umbertide - Fraz. Pierantonio |              |                |         |
| SONDAGGIO: S1                                                               | CAMPIONE: C1 | PROFONDITA': m | 6.3-6.6 |

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

 $\gamma_s$  = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.74 $\gamma_{sc}$  = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2.74Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 25.0 °C

Disaerazione eseguita per bollitura

Limo argilloso di colore marrone chiaro (Rp = 130-170 kPa)

**CERTIFICATO DI PROVA N°: 03839** Pagina 1/1

**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263** del 04/09/12

**DATA DI EMISSIONE:** 20/09/12

**Inizio analisi:** 12/09/12

**Apertura campione:** 04/09/12

**Fine analisi:** 13/09/12

**COMMITTENTE:** Comune di Umbertide

**RIFERIMENTO:** Microzonazione Sismica Comune di Umbertide - Fraz. Pierantonio

**SONDAGGIO:** S1

**CAMPIONE:** C1

**PROFONDITA':** m 6.3-6.6

### LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

**Limite di liquidità** 37.1 %

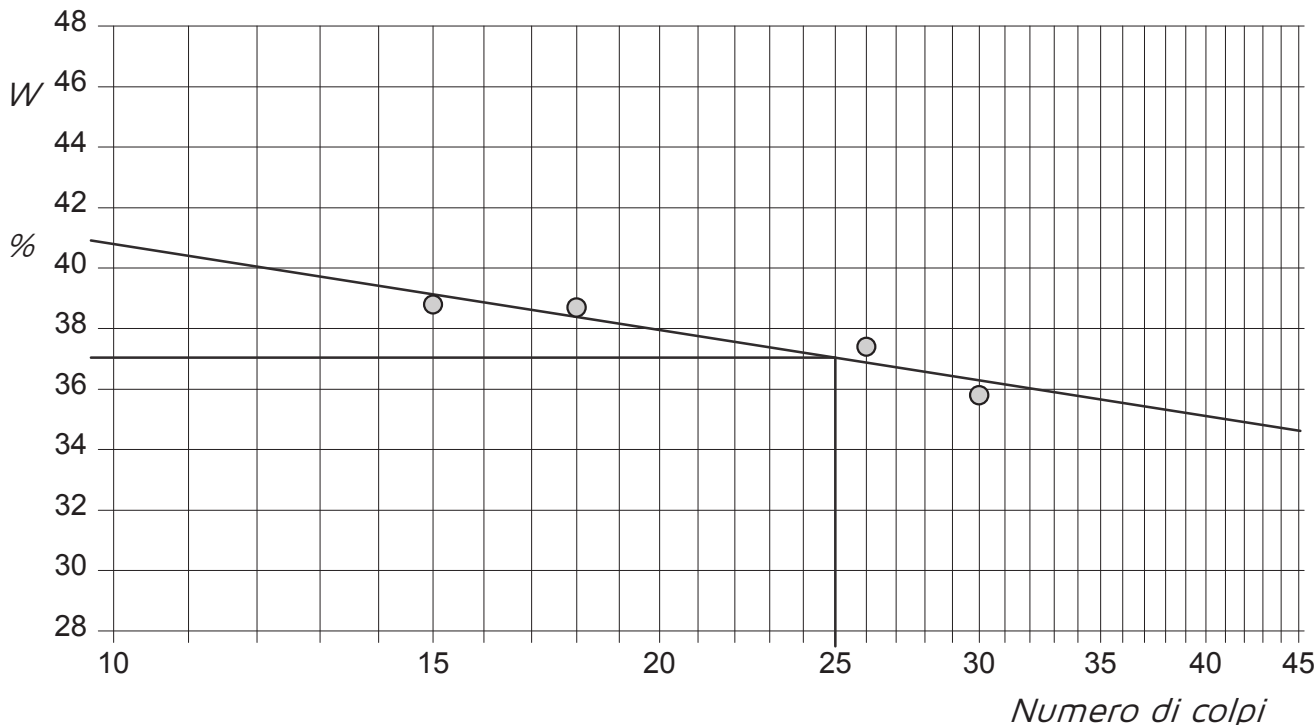
**Limite di plasticità** 21.0 %

**Indice di plasticità** 16.1 %

La prova è stata eseguita sulla frazione  
granulometrica passante al setaccio  
n° 40 (0.42 mm)

| LIMITE DI LIQUIDITA' |      |      |      |      | LIMITE DI PLASTICITA' |      |      |
|----------------------|------|------|------|------|-----------------------|------|------|
| Numero di colpi      | 15   | 18   | 26   | 30   | Umidità (%)           | 20.0 | 22.0 |
| Umidità (%)          | 38.8 | 38.7 | 37.4 | 35.8 | Umidità media (%)     | 21.0 |      |

### Determinazione del Limite di liquidità


Limo argilloso di colore marrone chiaro ( $R_p = 130-170$  kPa)

**CERTIFICATO DI PROVA N°: 03840** Pagina 1/2

**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263** del 04/09/12

**DATA DI EMISSIONE: 20/09/12**
**Inizio analisi: 04/09/12**
**Apertura campione: 04/09/12**
**Fine analisi: 14/09/12**
**COMMITTENTE:** Comune di Umbertide

**RIFERIMENTO:** Microzonazione Sismica Comune di Umbertide - Fraz. Pierantonio

**SONDAGGIO:** S1

**CAMPIONE:** C1

**PROFONDITA': m** 6.3-6.6

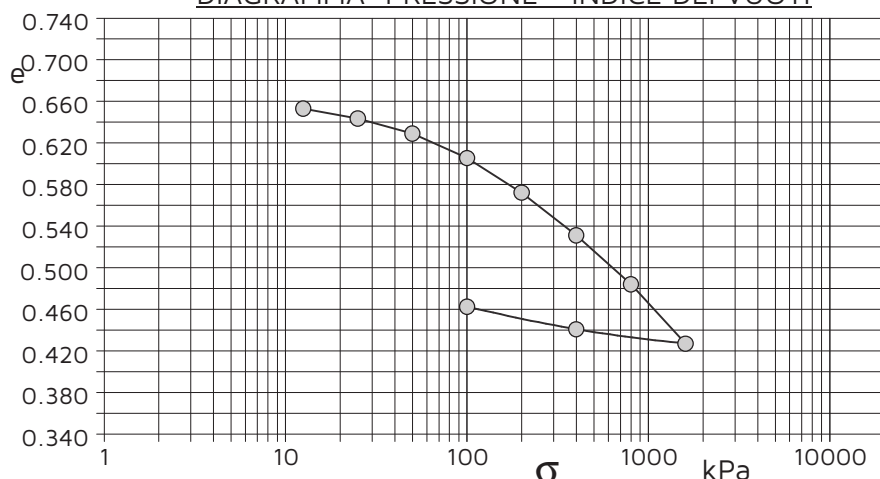
### PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

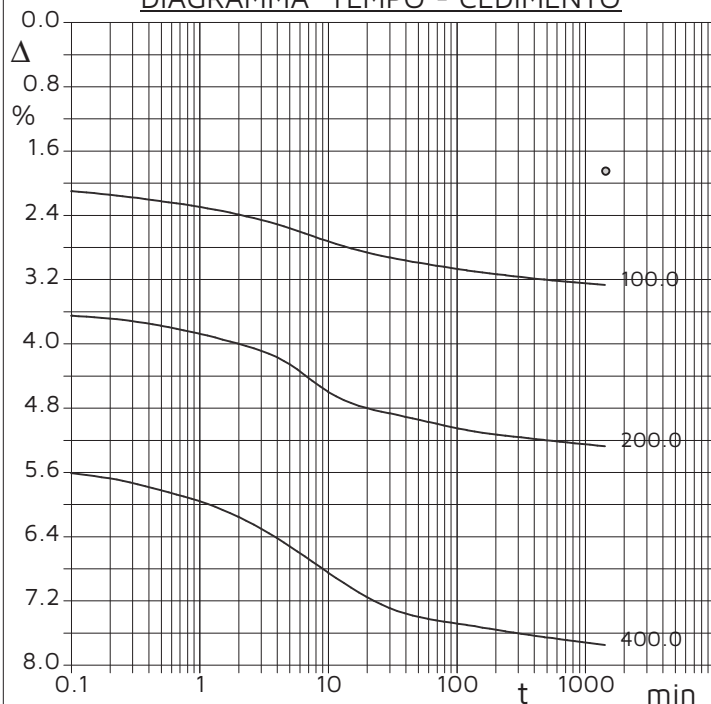
#### Caratteristiche del campione

|                                     |       |
|-------------------------------------|-------|
| Peso di volume (kN/m <sup>3</sup> ) | 19.81 |
| Umidità (%)                         | 22.3  |
| Peso specifico                      | 2.74  |
| Altezza provino (cm)                | 2.00  |
| Diametro provino (cm)               | 5.05  |
| Sezione provino (cm <sup>2</sup> )  | 20.00 |
| Volume provino (cm <sup>3</sup> )   | 40.00 |
| Volume dei vuoti (cm <sup>3</sup> ) | 15.90 |
| Indice dei vuoti                    | 0.66  |
| Porosità (%)                        | 39.75 |
| Saturazione (%)                     | 92.6  |

#### DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



#### DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



| Pressione kPa | Cedim. mm/100 | Indice Vuoti | Cc    |
|---------------|---------------|--------------|-------|
| 12.5          | 8.0           | 0.653        |       |
| 25.0          | 19.5          | 0.643        | 0.032 |
| 50.0          | 37.0          | 0.629        | 0.048 |
| 100.0         | 65.3          | 0.605        | 0.078 |
| 200.0         | 105.5         | 0.572        | 0.111 |
| 400.0         | 155.0         | 0.531        | 0.136 |
| 800.0         | 211.6         | 0.484        | 0.156 |
| 1600.0        | 280.4         | 0.427        | 0.190 |
| 400.0         | 263.7         | 0.441        |       |
| 100.0         | 237.7         | 0.462        |       |

Limo argilloso di colore marrone chiaro (Rp = 130-170 kPa)

**CERTIFICATO DI PROVA N°: 03840** Pagina 2/2

**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263** del 04/09/12

**DATA DI EMISSIONE:** 20/09/12

**Inizio analisi:** 04/09/12

**Apertura campione:** 04/09/12

**Fine analisi:** 14/09/12

**COMMITTENTE:** Comune di Umbertide

**RIFERIMENTO:** Microzonazione Sismica Comune di Umbertide - Fraz. Pierantonio

**SONDAGGIO:** S1

**CAMPIONE:** C1

**PROFONDITA':** m 6.3-6.6

### PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

### LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

| Pressione 100.0 kPa |                  | Pressione 200.0 kPa |                  | Pressione 400.0 kPa |                  | Pressione -- kPa |                  |
|---------------------|------------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|------------------|------------------|
| Tempo minuti        | Cedimento mm/100 | Tempo minuti        | Cedimento mm/100 | Tempo minuti        | Cedimento mm/100 | Tempo minuti     | Cedimento mm/100 |
| 0.00                | 37.0             | 0.00                | 65.3             | 0.00                | 105.5            |                  |                  |
| 0.10                | 42.0             | 0.10                | 73.0             | 0.10                | 112.2            |                  |                  |
| 0.25                | 43.2             | 0.25                | 74.0             | 0.25                | 114.1            |                  |                  |
| 0.50                | 44.5             | 0.50                | 75.5             | 0.50                | 116.5            |                  |                  |
| 1.00                | 45.9             | 1.00                | 77.5             | 1.00                | 119.2            |                  |                  |
| 2.00                | 47.8             | 2.00                | 80.0             | 2.00                | 123.1            |                  |                  |
| 5.00                | 51.2             | 5.00                | 85.1             | 5.00                | 130.4            |                  |                  |
| 10.00               | 54.5             | 10.00               | 92.0             | 10.00               | 137.0            |                  |                  |
| 30.00               | 58.5             | 30.00               | 97.3             | 30.00               | 145.8            |                  |                  |
| 60.00               | 60.2             | 60.00               | 99.4             | 60.00               | 148.5            |                  |                  |
| 120.00              | 61.7             | 120.00              | 101.5            | 120.00              | 150.0            |                  |                  |
| 240.00              | 62.9             | 240.00              | 102.9            | 240.00              | 151.6            |                  |                  |
| 480.00              | 64.0             | 480.00              | 103.9            | 480.00              | 153.0            |                  |                  |
| 1440.00             | 65.3             | 1440.00             | 105.5            | 1440.00             | 155.0            |                  |                  |
|                     |                  |                     |                  |                     |                  |                  |                  |
|                     |                  |                     |                  |                     |                  |                  |                  |
|                     |                  |                     |                  |                     |                  |                  |                  |

| Pressione -- kPa |                  | Pressione -- kPa |                  | Pressione -- kPa |                  | Pressione -- kPa |                  |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Tempo minuti     | Cedimento mm/100 | Tempo minuti     | Cedimento mm/100 | Tempo minuti     | Cedimento mm/100 | Tempo minuti     | Cedimento mm/100 |
|                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |



**CERTIFICATO DI PROVA N°: 03841** Pagina 1/1

**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263** del 04/09/12

**DATA DI EMISSIONE:** 20/09/12

**Inizio analisi:** 14/09/12

**Apertura campione:** 04/09/12

**Fine analisi:** 15/09/12

**COMMITTENTE:** Comune di Umbertide

**RIFERIMENTO:** Microzonazione Sismica Comune di Umbertide - Fraz. Pierantonio

**SONDAGGIO:** S1

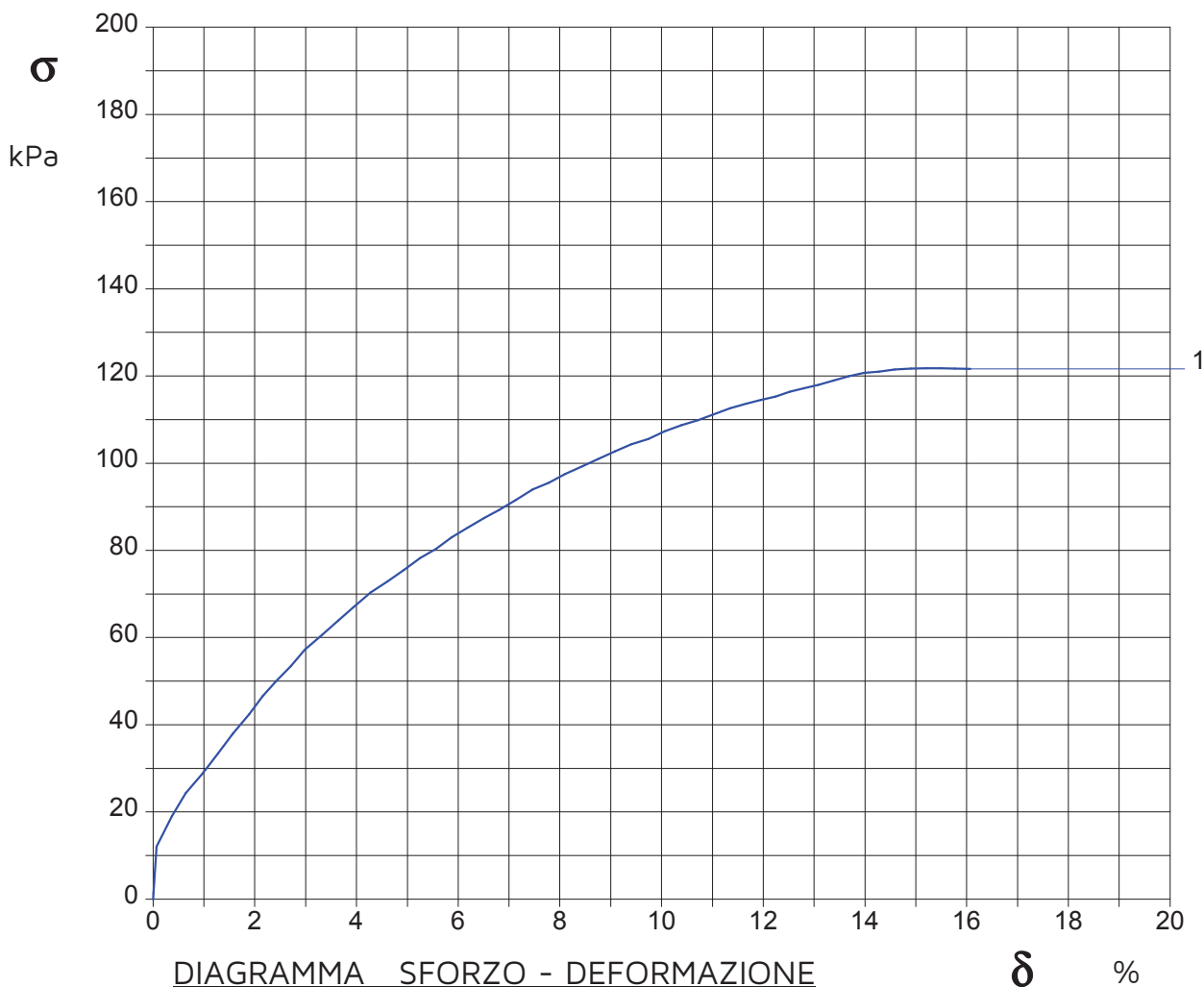
**CAMPIONE:** C1

**PROFONDITA':** m 6.3-6.6

### PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166

| Provino n°:                        | 1            | 2     | 3     |
|------------------------------------|--------------|-------|-------|
| Condizione del provino:            | Indisturbato | ----- | ----- |
| Velocità di deformazione (mm/min): | 0.900        | ----- | ----- |
| Peso di volume (kN/m³):            | 20.4         | ----- | ----- |
| Umidità naturale (%):              | 21.1         | ----- | ----- |



Limo argilloso di colore marrone chiaro (Rp = 130-170 kPa)

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone  
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685  
laboratorio@geores.itAZIENDA CON  
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'  
UNI EN ISO 9001:2008  
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
Decreto 160/19-04-2011 - DPR 246/1993 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 03841** Pagina 0/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263 del 04/09/12

DATA DI EMISSIONE: 20/09/12

Inizio analisi: 14/09/12

Apertura campione: 04/09/12

Fine analisi: 15/09/12

COMMITTENTE: Comune di Umbertide

RIFERIMENTO: Microzonazione Sismica Comune di Umbertide - Fraz. Pierantonio

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 6.3-6.6

**PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA**

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166

| Provino 1 |          |         |          | Provino 2 |          |         |          | Provino 3 |          |         |          |
|-----------|----------|---------|----------|-----------|----------|---------|----------|-----------|----------|---------|----------|
| Deform.   | Tensione | Deform. | Tensione | Deform.   | Tensione | Deform. | Tensione | Deform.   | Tensione | Deform. | Tensione |
| %         | kPa      | %       | kPa      | %         | kPa      | %       | kPa      | %         | kPa      | %       | kPa      |
| 0.01      | 1.3      | 11.67   | 113.7    |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 0.07      | 12.1     | 11.95   | 114.5    |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 0.37      | 19.0     | 12.24   | 115.3    |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 0.64      | 24.3     | 12.53   | 116.4    |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 0.97      | 28.9     | 12.80   | 117.2    |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 1.28      | 33.4     | 13.08   | 118.0    |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 1.57      | 37.9     | 13.38   | 119.0    |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 1.89      | 42.4     | 13.69   | 120.0    |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 2.15      | 46.6     | 13.98   | 120.7    |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 2.42      | 50.0     | 14.27   | 121.0    |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 2.71      | 53.5     | 14.58   | 121.5    |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 2.98      | 57.2     | 14.90   | 121.7    |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 3.32      | 60.6     | 15.21   | 121.8    |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 3.65      | 63.9     | 15.49   | 121.8    |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 3.94      | 67.0     | 15.76   | 121.7    |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 4.28      | 70.3     | 16.07   | 121.6    |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 4.61      | 72.9     |         |          |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 4.93      | 75.5     |         |          |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 5.25      | 78.3     |         |          |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 5.57      | 80.4     |         |          |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 5.87      | 83.0     |         |          |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 6.19      | 85.2     |         |          |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 6.51      | 87.4     |         |          |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 6.81      | 89.3     |         |          |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 7.13      | 91.5     |         |          |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 7.47      | 94.0     |         |          |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 7.79      | 95.5     |         |          |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 8.10      | 97.5     |         |          |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 8.45      | 99.3     |         |          |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 8.75      | 100.9    |         |          |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 9.08      | 102.7    |         |          |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 9.41      | 104.3    |         |          |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 9.74      | 105.6    |         |          |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 10.06     | 107.3    |         |          |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 10.39     | 108.7    |         |          |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 10.71     | 109.8    |         |          |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 11.02     | 111.2    |         |          |           |          |         |          |           |          |         |          |
| 11.35     | 112.6    |         |          |           |          |         |          |           |          |         |          |

Sperimentatore  
Roberto BraccagliaDirettore  
Enrico Tallini

**CERTIFICATO DI PROVA N°: 03842** Pagina 1/2

**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263** del 04/09/12

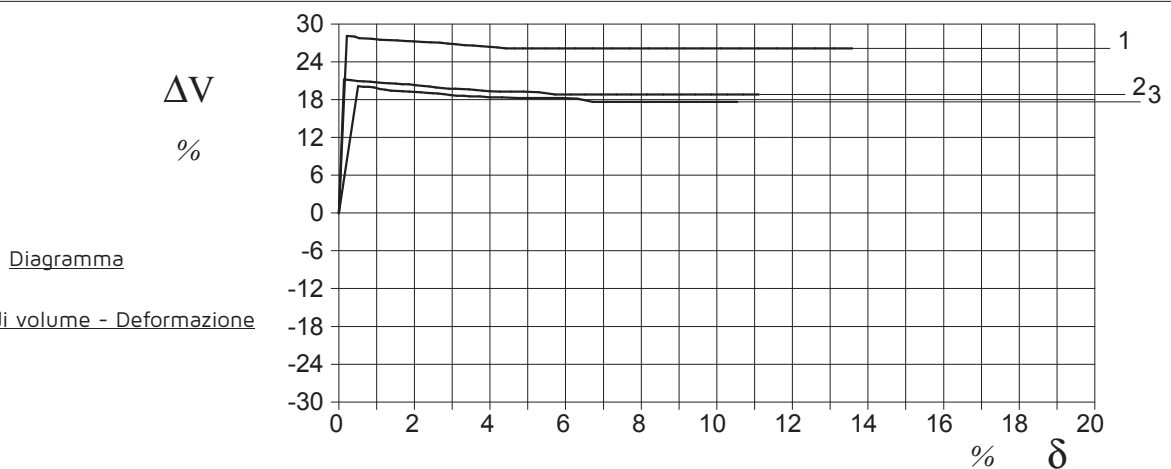
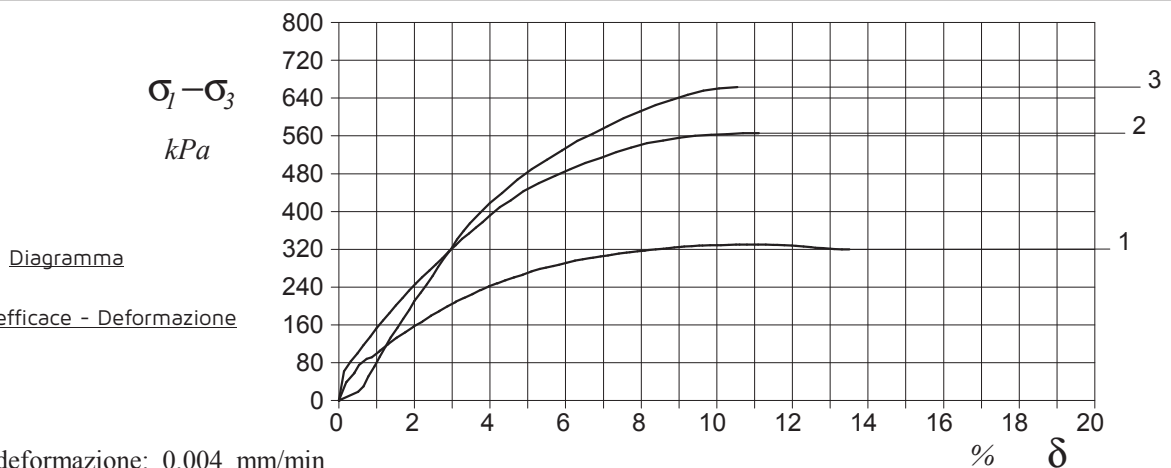
**DATA DI EMISSIONE: 20/09/12**
**Inizio analisi: 04/09/12**
**Apertura campione: 04/09/12**
**Fine analisi: 10/09/12**
**COMMITTENTE: Comune di Umbertide**
**RIFERIMENTO: Microzonazione Sismica Comune di Umbertide - Fraz. Pierantonio**
**SONDAGGIO: S1**
**CAMPIONE: C1**
**PROFONDITA': m 6.3-6.6**
**PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE C.I.D.**
**Modalità di prova: Norma Racc. AGI 1994**

| P | Dimensioni     |      | Caratteristiche fisiche |                |                |                | Consolidazione |                |                 |      |      | Valori finali o a rottura |                |                                |                                 |                                 |
|---|----------------|------|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|------|------|---------------------------|----------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| n | H <sub>o</sub> | φ    | γ                       | γ <sub>s</sub> | w <sub>o</sub> | S <sub>o</sub> | σ <sub>3</sub> | u <sub>o</sub> | σ' <sub>3</sub> | ΔV/V | ΔH/H | w <sub>f</sub>            | δ <sub>f</sub> | σ <sub>l</sub> -σ <sub>3</sub> | $\frac{\sigma_l + \sigma_3}{2}$ | $\frac{\sigma_l - \sigma_3}{2}$ |
|   | cm             | cm   | kN/m <sup>3</sup>       |                | %              | %              | kPa            | kPa            | kPa             | %    | %    | %                         | %              | kPa                            | kPa                             | kPa                             |
| 1 | 6.90           | 3.80 | 20.5                    | 2.74           | 20.6           | 96.5           | 330            | 230            | 100             | -2.7 | 0.0  | 19.1                      | 11.1           | 330                            | 265                             | 165                             |
| 2 | 7.40           | 3.80 | 20.9                    | 2.74           | 21.1           | 100.0          | 430            | 230            | 200             | -5.7 | 0.0  | 17.2                      | 11.1           | 566                            | 483                             | 283                             |
| 3 | 7.00           | 3.80 | 21.8                    | 2.74           | 21.0           | 100.0          | 530            | 230            | 300             | -6.3 | 0.0  | 16.7                      | 10.5           | 663                            | 632                             | 332                             |

H<sub>o</sub> φ - Altezza e diametro dei provini  
w<sub>o</sub> w<sub>f</sub> - Umidità iniziale e finale

γ γ<sub>s</sub> - Peso di volume e peso specifico  
S<sub>o</sub> - Grado di saturazione iniziale

ΔH ΔV - Variaz. di altezza e volume  
σ<sub>3</sub>/u<sub>o</sub> - Press. di cella/Back pressure

δ<sub>f</sub> - Deformazione a rottura  
σ<sub>l</sub> σ<sub>3</sub> - Tensioni totali

**Limo argilloso di colore marrone chiaro (Rp = 130-170 kPa)**

**CERTIFICATO DI PROVA N°: 03842** Pagina 2/2

**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263** del 04/09/12

**DATA DI EMISSIONE:** 20/09/12

**Inizio analisi:** 04/09/12

**Apertura campione:** 04/09/12

**Fine analisi:** 10/09/12

**COMMITTENTE:** Comune di Umbertide

**RIFERIMENTO:** Microzonazione Sismica Comune di Umbertide - Fraz. Pierantonio

**SONDAGGIO:** S1

**CAMPIONE:** C1

**PROFONDITA':** m 6.3-6.6

### PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE C.I.D.

Modalità di prova: Norma Racc. AGI 1994

| PROVINO 1      |               |                              |                 | PROVINO 2      |               |                              |                 | PROVINO 3      |               |                              |                 |
|----------------|---------------|------------------------------|-----------------|----------------|---------------|------------------------------|-----------------|----------------|---------------|------------------------------|-----------------|
| $\delta$<br>mm | $\delta$<br>% | $\sigma_1 - \sigma_3$<br>kPa | $\Delta V$<br>% | $\delta$<br>mm | $\delta$<br>% | $\sigma_1 - \sigma_3$<br>kPa | $\Delta V$<br>% | $\delta$<br>mm | $\delta$<br>% | $\sigma_1 - \sigma_3$<br>kPa | $\Delta V$<br>% |
| 0.14           | 0.21          | 39.9                         | 28.13           | 0.10           | 0.13          | 61.8                         | 21.19           | 0.35           | 0.51          | 18.2                         | 20.15           |
| 0.29           | 0.42          | 58.7                         | 28.00           | 0.23           | 0.31          | 82.4                         | 21.08           | 0.46           | 0.65          | 29.8                         | 20.03           |
| 0.37           | 0.54          | 75.3                         | 27.75           | 0.37           | 0.49          | 99.9                         | 20.96           | 0.55           | 0.78          | 50.7                         | 20.03           |
| 0.60           | 0.87          | 91.6                         | 27.63           | 0.48           | 0.65          | 117.5                        | 20.91           | 0.66           | 0.94          | 72.0                         | 19.91           |
| 0.76           | 1.09          | 105.9                        | 27.50           | 0.62           | 0.83          | 134.8                        | 20.85           | 0.76           | 1.08          | 92.6                         | 19.67           |
| 0.91           | 1.32          | 120.1                        | 27.44           | 0.74           | 0.99          | 152.2                        | 20.74           | 0.86           | 1.23          | 113.3                        | 19.55           |
| 1.07           | 1.54          | 133.5                        | 27.38           | 0.86           | 1.17          | 169.5                        | 20.63           | 0.96           | 1.37          | 133.8                        | 19.43           |
| 1.22           | 1.77          | 145.2                        | 27.32           | 0.99           | 1.34          | 185.4                        | 20.57           | 1.08           | 1.55          | 153.8                        | 19.37           |
| 1.38           | 1.99          | 157.5                        | 27.25           | 1.12           | 1.51          | 201.7                        | 20.51           | 1.19           | 1.70          | 173.3                        | 19.32           |
| 1.54           | 2.23          | 168.0                        | 27.13           | 1.25           | 1.68          | 217.2                        | 20.46           | 1.30           | 1.86          | 192.2                        | 19.26           |
| 1.69           | 2.44          | 179.6                        | 27.07           | 1.37           | 1.86          | 232.4                        | 20.40           | 1.40           | 2.00          | 210.6                        | 19.20           |
| 1.84           | 2.67          | 189.7                        | 27.01           | 1.51           | 2.04          | 247.3                        | 20.29           | 1.52           | 2.17          | 228.3                        | 19.14           |
| 1.99           | 2.89          | 199.9                        | 26.88           | 1.63           | 2.21          | 261.3                        | 20.17           | 1.63           | 2.33          | 246.0                        | 19.08           |
| 2.14           | 3.10          | 209.2                        | 26.76           | 1.78           | 2.40          | 275.1                        | 20.06           | 1.74           | 2.48          | 263.7                        | 19.02           |
| 2.30           | 3.33          | 217.4                        | 26.63           | 1.90           | 2.57          | 288.1                        | 19.95           | 1.84           | 2.63          | 282.3                        | 18.96           |
| 2.45           | 3.55          | 225.6                        | 26.57           | 2.03           | 2.75          | 301.9                        | 19.84           | 1.95           | 2.79          | 301.6                        | 18.84           |
| 2.60           | 3.76          | 234.1                        | 26.48           | 2.15           | 2.90          | 315.3                        | 19.72           | 2.08           | 2.97          | 320.0                        | 18.72           |
| 2.75           | 3.98          | 242.0                        | 26.38           | 2.29           | 3.09          | 329.0                        | 19.70           | 2.19           | 3.13          | 341.0                        | 18.60           |
| 2.90           | 4.20          | 248.3                        | 26.26           | 2.41           | 3.26          | 341.8                        | 19.67           | 2.31           | 3.30          | 359.2                        | 18.60           |
| 3.05           | 4.42          | 254.7                        | 26.13           | 2.55           | 3.45          | 354.2                        | 19.61           | 2.43           | 3.46          | 374.6                        | 18.49           |
| 3.21           | 4.65          | 260.8                        | 26.13           | 2.69           | 3.63          | 366.0                        | 19.50           | 2.61           | 3.73          | 397.2                        | 18.49           |
| 3.36           | 4.87          | 266.6                        | 26.13           | 2.81           | 3.80          | 377.4                        | 19.39           | 2.80           | 4.00          | 418.2                        | 18.37           |
| 3.53           | 5.11          | 273.9                        | 26.13           | 2.96           | 4.00          | 392.0                        | 19.33           | 3.03           | 4.32          | 438.9                        | 18.37           |
| 3.78           | 5.48          | 281.0                        | 26.13           | 3.16           | 4.26          | 409.2                        | 19.27           | 3.31           | 4.72          | 467.6                        | 18.25           |
| 4.02           | 5.82          | 287.3                        | 26.13           | 3.37           | 4.55          | 423.3                        | 19.27           | 3.57           | 5.10          | 490.0                        | 18.25           |
| 4.31           | 6.25          | 295.9                        | 26.13           | 3.62           | 4.89          | 443.1                        | 19.27           | 3.86           | 5.51          | 509.8                        | 18.25           |
| 4.64           | 6.72          | 302.1                        | 26.13           | 3.92           | 5.30          | 460.1                        | 19.16           | 4.13           | 5.90          | 529.0                        | 18.25           |
| 4.98           | 7.21          | 308.4                        | 26.13           | 4.24           | 5.72          | 476.0                        | 18.82           | 4.42           | 6.31          | 549.3                        | 18.13           |
| 5.31           | 7.70          | 313.8                        | 26.13           | 4.54           | 6.13          | 490.0                        | 18.82           | 4.70           | 6.71          | 564.4                        | 17.66           |
| 5.65           | 8.19          | 318.2                        | 26.13           | 4.83           | 6.52          | 503.1                        | 18.82           | 4.98           | 7.11          | 580.4                        | 17.66           |
| 5.98           | 8.67          | 322.1                        | 26.13           | 5.13           | 6.94          | 513.5                        | 18.82           | 5.27           | 7.53          | 597.9                        | 17.66           |
| 6.30           | 9.14          | 326.0                        | 26.13           | 5.43           | 7.34          | 525.7                        | 18.82           | 5.58           | 7.97          | 612.0                        | 17.66           |
| 6.64           | 9.62          | 327.9                        | 26.13           | 5.73           | 7.74          | 535.3                        | 18.82           | 5.87           | 8.38          | 625.7                        | 17.66           |
| 6.98           | 10.11         | 328.8                        | 26.13           | 6.04           | 8.16          | 544.5                        | 18.82           | 6.16           | 8.81          | 635.9                        | 17.66           |
| 7.31           | 10.60         | 330.1                        | 26.13           | 6.35           | 8.58          | 550.2                        | 18.82           | 6.46           | 9.23          | 647.0                        | 17.66           |
| 7.66           | 11.10         | 330.1                        | 26.13           | 6.67           | 9.02          | 556.5                        | 18.82           | 6.75           | 9.65          | 655.6                        | 17.66           |
| 8.00           | 11.59         | 329.4                        | 26.13           | 6.97           | 9.42          | 560.5                        | 18.82           | 7.04           | 10.06         | 660.6                        | 17.66           |
| 8.35           | 12.10         | 327.6                        | 26.13           | 7.29           | 9.85          | 562.6                        | 18.82           | 7.38           | 10.54         | 663.1                        | 17.66           |
| 8.70           | 12.61         | 323.7                        | 26.13           | 7.60           | 10.27         | 564.1                        | 18.82           |                |               |                              |                 |
| 9.05           | 13.11         | 320.9                        | 26.13           | 7.91           | 10.69         | 565.6                        | 18.82           |                |               |                              |                 |
| 9.37           | 13.58         | 319.8                        | 26.13           | 8.22           | 11.11         | 566.1                        | 18.82           |                |               |                              |                 |



**ALLEGATO PROVA TRIASSIALE C.I.D.** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263 del 04/09/12

DATA DI EMISSIONE: 20/09/12

Inizio analisi: 04/09/12

Apertura campione: 04/09/12

Fine analisi: 10/09/12

**COMMITTENTE:** Comune di Umbertide

**RIFERIMENTO:** Microzonazione Sismica Comune di Umbertide - Fraz. Pierantonio

**SONDAGGIO:** S1

**CAMPIONE:** C1

**PROFONDITA':** m 6.3-6.6

### PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE C.I.D.

Modalità di prova: Norma Racc. AGI 1994

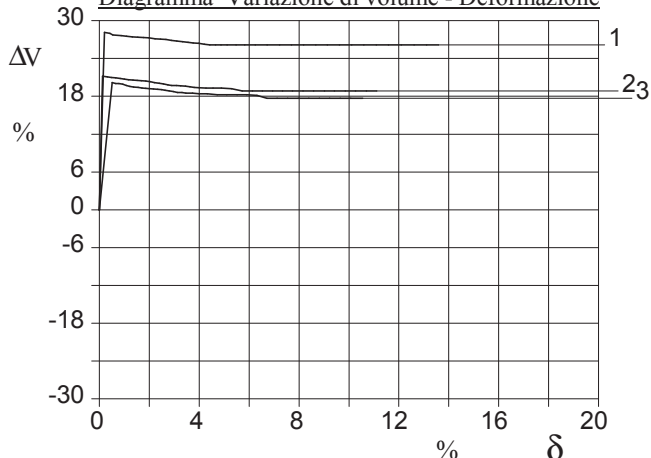
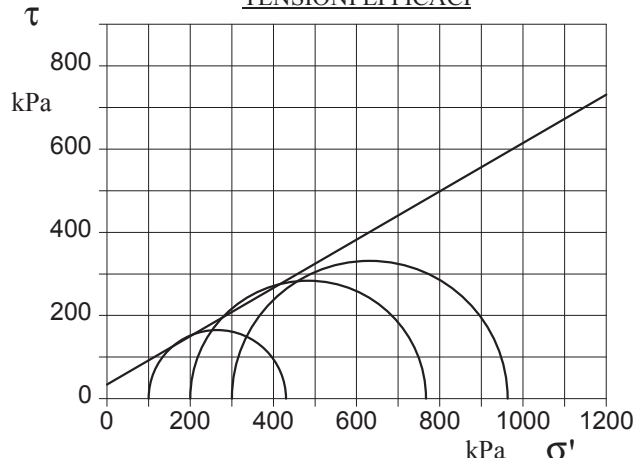
| Pr. | Dimensioni           |         | Caratteristiche fisiche |                |                     |                     | Consolidazione        |                       |                        |           |           | Valori finali o a rottura |                     |                                       |                                        |                                        |
|-----|----------------------|---------|-------------------------|----------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------|-----------|---------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| n°  | H <sub>o</sub><br>cm | φ<br>cm | γ<br>kN/m³              | γ <sub>s</sub> | w <sub>o</sub><br>% | S <sub>o</sub><br>% | σ <sub>3</sub><br>kPa | u <sub>o</sub><br>kPa | σ' <sub>3</sub><br>kPa | ΔV/V<br>% | ΔH/H<br>% | w <sub>f</sub><br>%       | δ <sub>f</sub><br>% | σ <sub>l</sub> -σ <sub>3</sub><br>kPa | $\frac{\sigma_l + \sigma_3}{2}$<br>kPa | $\frac{\sigma_l - \sigma_3}{2}$<br>kPa |
| 1   | 6.90                 | 3.80    | 20.5                    | 2.74           | 20.6                | 96.5                | 330                   | 230                   | 100                    | -2.7      | 0.0       | 19.1                      | 11.1                | 330                                   | 265                                    | 165                                    |
| 2   | 7.40                 | 3.80    | 20.9                    | 2.74           | 21.1                | 100.0               | 430                   | 230                   | 200                    | -5.7      | 0.0       | 17.2                      | 11.1                | 566                                   | 483                                    | 283                                    |
| 3   | 7.00                 | 3.80    | 21.8                    | 2.74           | 21.0                | 100.0               | 530                   | 230                   | 300                    | -6.3      | 0.0       | 16.7                      | 10.5                | 663                                   | 632                                    | 332                                    |

H<sub>o</sub> φ - Altezza e diametro provini  
w<sub>o</sub> w<sub>f</sub> - Umidità iniziale e finale

γ γ<sub>s</sub> - Peso di volume e peso specifico  
S - Grado di saturazione

ΔH ΔV - Variaz. di altezza e volume  
σ<sub>3</sub>/u<sub>o</sub> - Press. di cella/Back pressure

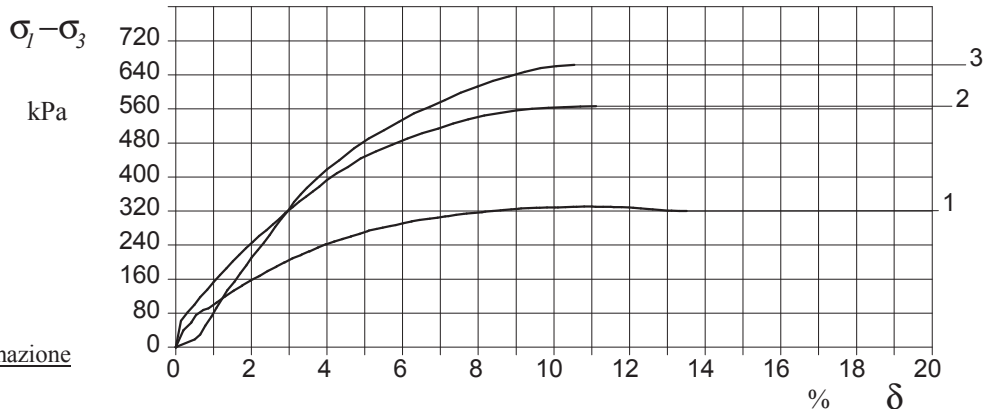
δ<sub>f</sub> - Deformazione a rottura  
σ<sub>l</sub> σ<sub>3</sub> - Tensioni totali

**Diagramma Variazione di volume - Deformazione**

**TENSIONI EFFICACI**

Velocità di deformazione:  
0.004 mm/min

c' = 34 kPa  
φ' = 30.1 °

**Diagramma**

Tensione efficace - Deformazione


Limo argilloso di colore marrone chiaro (R<sub>p</sub> = 130-170 kPa)

COMMITTENTE: Comune di Umbertide

RIFERIMENTO: Microzonazione Sismica Comune di Umbertide - Fraz. Pierantonio

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 10.3-10.6

### MODULO RIASSUNTIVO

#### CARATTERISTICHE FISICHE

|                        |                   |
|------------------------|-------------------|
| Umidità naturale       | %                 |
| Peso di volume         | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso di volume secco   | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso di volume saturo  | kN/m <sup>3</sup> |
| Peso specifico         | 2.75              |
| Indice dei vuoti       |                   |
| Porosità               | %                 |
| Grado di saturazione   | %                 |
| Limite di liquidità    | %                 |
| Limite di plasticità   | %                 |
| Indice di plasticità   | %                 |
| Indice di consistenza  |                   |
| Passante al set. n° 40 |                   |
| Limite di ritiro       | %                 |
| Classif. CNR-UNI       |                   |

#### ANALISI GRANULOMETRICA

|                   |             |
|-------------------|-------------|
| Ghiaia            | %           |
| Sabbia            | 35.8 %      |
| Limo              | 44.5 %      |
| Argilla           | 19.7 %      |
| D 10              | mm          |
| D 50              | 0.034371 mm |
| D 60              | 0.060725 mm |
| D 90              | 0.206650 mm |
| Passante set. 10  | 100.0 %     |
| Passante set. 40  | 99.1 %      |
| Passante set. 200 | 64.2 %      |

#### PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

#### COMPRESSIONE

|          |     |                       |     |
|----------|-----|-----------------------|-----|
| $\sigma$ | kPa | $\sigma_{\text{Rim}}$ | kPa |
|----------|-----|-----------------------|-----|

#### SCISSOMETRO

|        |     |        |     |
|--------|-----|--------|-----|
| $\tau$ | kPa | $\tau$ | kPa |
|--------|-----|--------|-----|

#### TAGLIO DIRETTO

|                         |     |                     |   |
|-------------------------|-----|---------------------|---|
| Prova consolidata-lenta |     |                     |   |
| c                       | kPa | $\phi$              | ° |
| c Res                   | kPa | $\phi_{\text{Res}}$ | ° |

#### COMPRESSIONE TRIASSIALE

|      |           |     |              |   |
|------|-----------|-----|--------------|---|
| C.D. | $C_d$     | kPa | $\phi_d$     | ° |
| C.U. | $C'_{cu}$ | kPa | $\phi'_{cu}$ | ° |
|      | $C_{cu}$  | kPa | $\phi_{cu}$  | ° |
| U.U. | $C_u$     | kPa | $\phi_u$     | ° |

#### PROVA EDOMETRICA

| $\sigma$<br>kPa | E<br>kPa | $C_v$<br>cm <sup>2</sup> /sec | k<br>cm/sec |
|-----------------|----------|-------------------------------|-------------|
|                 |          |                               |             |

Limo con sabbia argilloso di colore marrone chiaro con venature grigiastre

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone  
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685  
laboratorio@geores.itAZIENDA CON  
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'  
UNI EN ISO 9001:2008  
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale - Settore « A » - Prove di laboratorio sui terreni  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI  
Decreto 160/19-04-2011 - DPR 246/1993 - Circolare 7618/STC/2010

|                                       |              |                             |                          |
|---------------------------------------|--------------|-----------------------------|--------------------------|
| CERTIFICATO DI PROVA N°: <b>03849</b> | Pagina 1/1   | DATA DI EMISSIONE: 20/09/12 | Inizio analisi: 05/09/12 |
| VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263       | del 04/09/12 | Apertura campione: 04/09/12 | Fine analisi: 06/09/12   |

|                                                                             |              |                |           |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------|-----------|
| COMMITTENTE: Comune di Umbertide                                            |              |                |           |
| RIFERIMENTO: Microzonazione Sismica Comune di Umbertide - Fraz. Pierantonio |              |                |           |
| SONDAGGIO: S1                                                               | CAMPIONE: C3 | PROFONDITA': m | 10.3-10.6 |

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

 $\gamma_s$  = Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = **2.75** $\gamma_{sc}$  = Peso specifico dei granuli corretto a 20° = **2.74**Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 25.0 °C

Disaerazione eseguita per bollitura

Limo con sabbia argilloso di colore marrone chiaro con venature grigiastre

**CERTIFICATO DI PROVA N°: 03850** Pagina 1/1

**VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 263** del 04/09/12

**DATA DI EMISSIONE:** 20/09/12

**Inizio analisi:** 06/09/12

**Apertura campione:** 04/09/12

**Fine analisi:** 11/09/12

**COMMITTENTE:** Comune di Umbertide

**RIFERIMENTO:** Microzonazione Sismica Comune di Umbertide - Fraz. Pierantonio

**SONDAGGIO:** S1

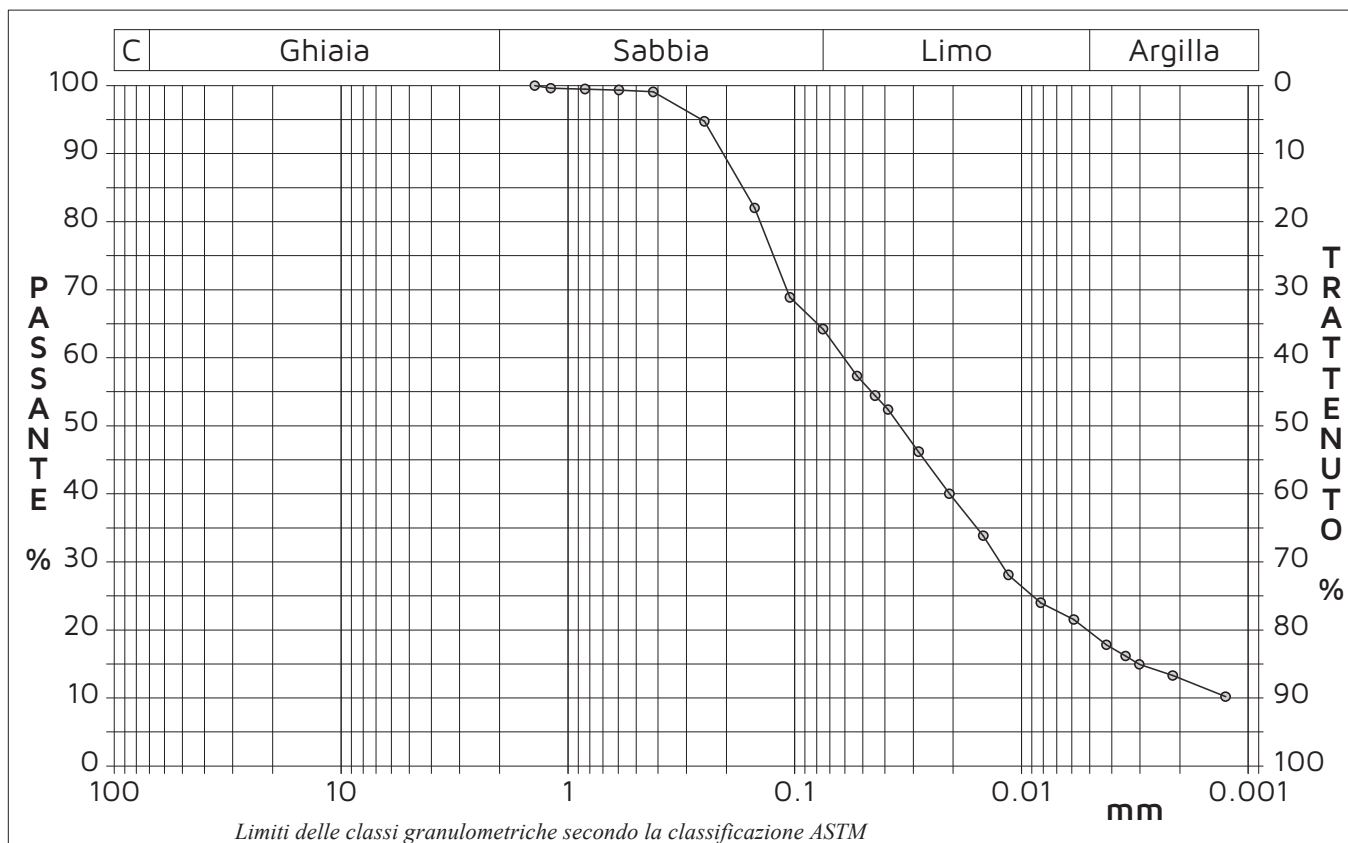
**CAMPIONE:** C3

**PROFONDITA':** m 10.3-10.6

### ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

|                            |        |                                  |                           |     |         |    |
|----------------------------|--------|----------------------------------|---------------------------|-----|---------|----|
| Ghiaia                     | 0.0 %  | Passante setaccio 10 (2 mm)      | 100.0 %                   | D10 | ---     | mm |
| Sabbia                     | 35.8 % | Passante setaccio 40 (0.42 mm)   | 99.1 %                    | D30 | 0.01240 | mm |
| Limo                       | 44.5 % | Passante setaccio 200 (0.075 mm) | 64.2 %                    | D50 | 0.03437 | mm |
| Argilla                    | 19.7 % |                                  |                           | D60 | 0.06073 | mm |
|                            |        |                                  |                           | D90 | 0.20665 | mm |
| Coefficiente di uniformità |        | ---                              | Coefficiente di curvatura |     | ---     |    |



| Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % | Diametro mm | Passante % |
|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| 1.4000      | 100.00     | 0.2500      | 94.74      | 0.0441      | 54.43      | 0.0114      | 28.10      | 0.0030      | 14.94      |
| 1.1900      | 99.63      | 0.1500      | 82.02      | 0.0387      | 52.38      | 0.0082      | 23.99      | 0.0022      | 13.29      |
| 0.8410      | 99.49      | 0.1050      | 68.89      | 0.0284      | 46.20      | 0.0059      | 21.52      | 0.0013      | 10.21      |
| 0.5950      | 99.35      | 0.0750      | 64.21      | 0.0208      | 40.03      | 0.0042      | 17.82      |             |            |
| 0.4200      | 99.09      | 0.0531      | 57.31      | 0.0147      | 33.86      | 0.0035      | 16.17      |             |            |

Limo con sabbia argilloso di colore marrone chiaro con venature grigiastre



## 2.2. prove penetrometriche eseguite nel lotto



*piazzola DIN1*



*piazzola DIN2*



*piazzola DIN3*



*piazzola DIN4*

**PENETROMETRO DINAMICO IN USO : TG 63-100 EML.C**

| Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici |                    |                          |
|---------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------|
| TIPO                                                    | Sigla Certificato  | Massa Battente<br>M (kg) |
| Leggero                                                 | DPL (Light)        | $M \leq 10$              |
| Medio                                                   | DPM (Medium)       | $10 < M < 40$            |
| Pesante                                                 | DPH (Heavy)        | $40 \leq M < 60$         |
| Super pesante                                           | DPSH (Super Heavy) | $M \geq 60$              |

**CARATTERISTICHE TECNICHE : TG 63-100 EML.C**

|                                     |                                                             |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| MASSA BATTENTE                      | M = 63,50 kg                                                |
| ALTEZZA CADUTA LIBERA               | H = 0,75 m                                                  |
| MASSA SISTEMA BATTUTA               | Ms = 0,63 kg                                                |
| DIAMETRO PUNTA CONICA               | D = 50,50 mm                                                |
| AREA BASE PUNTA CONICA              | A = 20,0000 cm <sup>2</sup>                                 |
| ANGOLO APERTURA PUNTA               | $\alpha = 90^\circ$                                         |
| LUNGHEZZA DELLE ASTE                | La = 1,00 m                                                 |
| MASSA ASTE PER METRO                | Ma = 6,31 kg                                                |
| PROF. GIUNZIONE 1 <sup>a</sup> ASTA | P1 = 0,20 m                                                 |
| AVANZAMENTO PUNTA                   | $\delta = 0,20$ m                                           |
| NUMERO DI COLPI PUNTA               | N = N(20) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 20 cm |
| RIVESTIMENTO / FANGHI               | NO                                                          |

RENDIMENTO SPECIFICO x COLPOQ = (MH)/(A $\delta$ ) = 11,91 kg/cm<sup>2</sup> ( prova SPT : Qspt = 7,83 kg/cm<sup>2</sup> )

COEFF.TEORICO RENDIMENTO  $\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,521$  ( teoricamente : Nspt =  $\beta_t N$  )

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$Rpd = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [ area A]

e = infissione per colpo =  $\delta / N$

M = massa battente (altezza caduta H)

P = massa totale aste e sistema battuta

## UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm<sup>2</sup> = 0.098067 MPa  $\approx$  0,1 MPa

1 MPa = 1 MN/m<sup>2</sup> = 10.197 kg/cm<sup>2</sup>

1 bar = 1.0197 kg/cm<sup>2</sup> = 0.1 MPa

1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA****DIN 1**

- committente : Sig. Pietro Russo  
- lavoro : Costruzione struttura commerciale  
- località : Pierantonio - Umbertide (PG)

- data prova : 19/06/2018  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata

- note :

| Prof.(m)    | N(colpi p) | Rpd(kg/cm <sup>2</sup> ) | asta | Prof.(m)    | N(colpi p) | Rpd(kg/cm <sup>2</sup> ) | asta |
|-------------|------------|--------------------------|------|-------------|------------|--------------------------|------|
| 0,00 - 0,20 | 6          | 64,4                     | 1    | 4,20 - 4,40 | 6          | 44,5                     | 6    |
| 0,20 - 0,40 | 6          | 59,1                     | 2    | 4,40 - 4,60 | 5          | 37,1                     | 6    |
| 0,40 - 0,60 | 5          | 49,3                     | 2    | 4,60 - 4,80 | 4          | 29,7                     | 6    |
| 0,60 - 0,80 | 8          | 78,8                     | 2    | 4,80 - 5,00 | 4          | 29,7                     | 6    |
| 0,80 - 1,00 | 20         | 197,0                    | 2    | 5,00 - 5,20 | 6          | 44,5                     | 6    |
| 1,00 - 1,20 | 14         | 137,9                    | 2    | 5,20 - 5,40 | 21         | 146,6                    | 7    |
| 1,20 - 1,40 | 14         | 127,4                    | 3    | 5,40 - 5,60 | 23         | 160,6                    | 7    |
| 1,40 - 1,60 | 10         | 91,0                     | 3    | 5,60 - 5,80 | 26         | 181,5                    | 7    |
| 1,60 - 1,80 | 8          | 72,8                     | 3    | 5,80 - 6,00 | 31         | 216,4                    | 7    |
| 1,80 - 2,00 | 12         | 109,2                    | 3    | 6,00 - 6,20 | 27         | 188,5                    | 7    |
| 2,00 - 2,20 | 6          | 54,6                     | 3    | 6,20 - 6,40 | 19         | 125,3                    | 8    |
| 2,20 - 2,40 | 3          | 25,4                     | 4    | 6,40 - 6,60 | 17         | 112,1                    | 8    |
| 2,40 - 2,60 | 4          | 33,8                     | 4    | 6,60 - 6,80 | 13         | 85,8                     | 8    |
| 2,60 - 2,80 | 3          | 25,4                     | 4    | 6,80 - 7,00 | 9          | 59,4                     | 8    |
| 2,80 - 3,00 | 4          | 33,8                     | 4    | 7,00 - 7,20 | 3          | 19,8                     | 8    |
| 3,00 - 3,20 | 5          | 42,3                     | 4    | 7,20 - 7,40 | 12         | 75,0                     | 9    |
| 3,20 - 3,40 | 3          | 23,7                     | 5    | 7,40 - 7,60 | 24         | 150,1                    | 9    |
| 3,40 - 3,60 | 4          | 31,6                     | 5    | 7,60 - 7,80 | 35         | 218,8                    | 9    |
| 3,60 - 3,80 | 5          | 39,5                     | 5    | 7,80 - 8,00 | 30         | 187,6                    | 9    |
| 3,80 - 4,00 | 5          | 39,5                     | 5    | 8,00 - 8,20 | 35         | 218,8                    | 9    |
| 4,00 - 4,20 | 6          | 47,4                     | 5    |             |            |                          |      |

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,0000** cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= **50,50** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [  $\delta$  = 20 cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

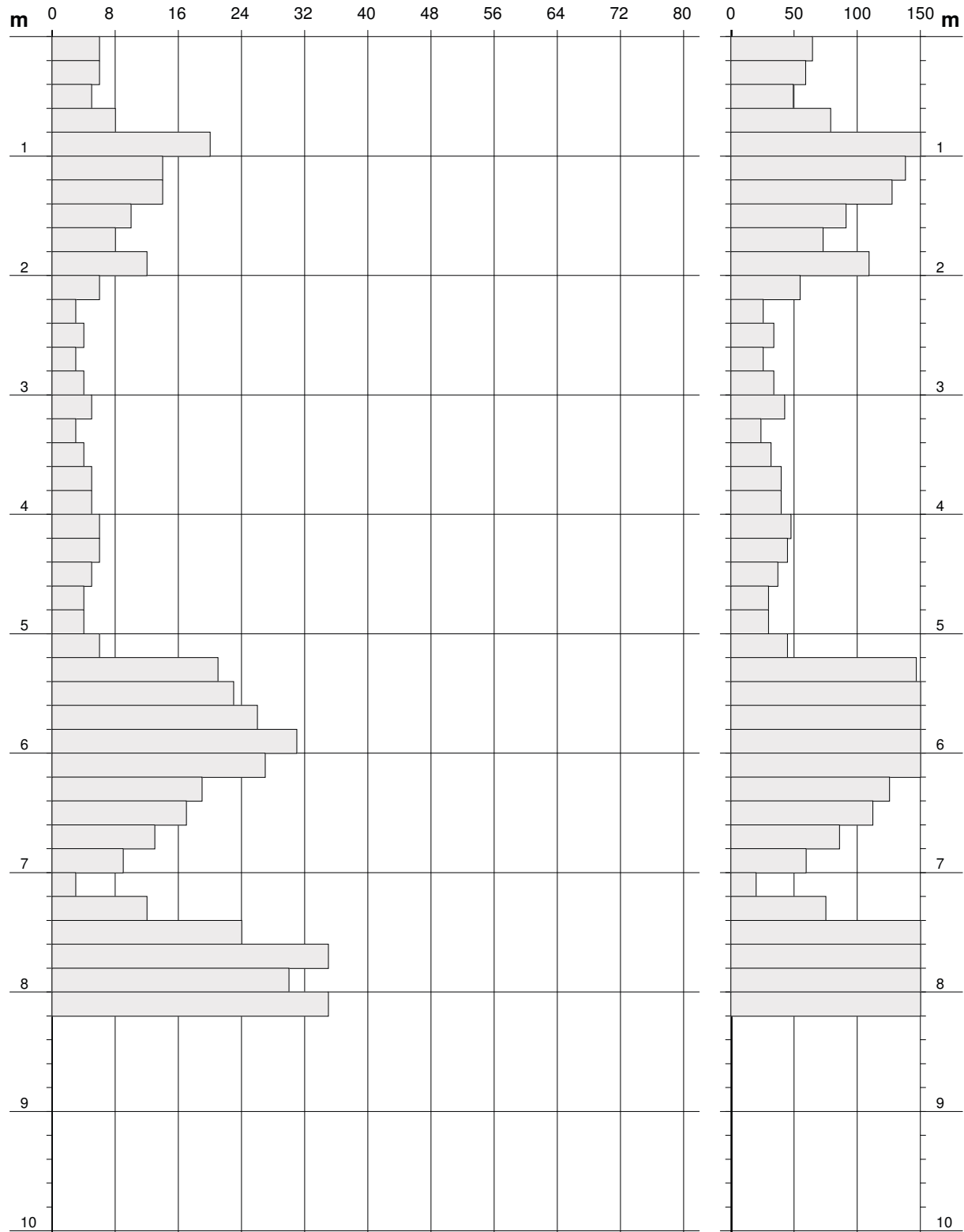
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd****DIN 1**

Scala 1: 50

- committente : Sig. Pietro Russo  
- lavoro : Costruzione struttura commerciale  
- località : Pierantonio - Umbertide (PG)

- data prova : 19/06/2018  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata

- note :

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 20,00$  cmRpd (kg/cm<sup>2</sup>)



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA****DIN 1**

- committente : Sig. Pietro Russo  
 - lavoro : Costruzione struttura commerciale  
 - località : Pierantonio - Umbertide (PG)

- data prova : 19/06/2018  
 - quota inizio : piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata

- note :

| n° | Profondità (m) |      | PARAMETRO | ELABORAZIONE STATISTICA |           |           |               |              |               | VCA           | β         | Nspt |     |
|----|----------------|------|-----------|-------------------------|-----------|-----------|---------------|--------------|---------------|---------------|-----------|------|-----|
|    |                |      |           | M                       | min       | Max       | ½(M+min)      | s            | M-s           |               |           |      | M+s |
| 1  | 0,00           | 0,80 | N<br>Rpd  | 6,3<br>62,9             | 5<br>49   | 8<br>79   | 5,6<br>56,1   | ----<br>---- | ----<br>----  | ----<br>----  | 6<br>60   | 1,52 | 9   |
| 2  | 0,80           | 2,00 | N<br>Rpd  | 13,0<br>122,6           | 8<br>73   | 20<br>197 | 10,5<br>97,7  | 4,1<br>43,5  | 8,9<br>79,1   | 17,1<br>166,0 | 13<br>123 | 1,52 | 20  |
| 3  | 2,00           | 5,20 | N<br>Rpd  | 4,6<br>36,4             | 3<br>24   | 6<br>55   | 3,8<br>30,1   | 1,1<br>8,8   | 3,5<br>27,6   | 5,7<br>45,2   | 5<br>40   | 1,52 | 8   |
| 4  | 5,20           | 6,60 | N<br>Rpd  | 23,4<br>161,6           | 17<br>112 | 31<br>216 | 20,2<br>136,9 | 4,9<br>36,8  | 18,5<br>124,8 | 28,3<br>198,3 | 23<br>159 | 1,52 | 35  |
| 5  | 6,60           | 7,40 | N<br>Rpd  | 9,3<br>60,0             | 3<br>20   | 13<br>86  | 6,1<br>39,9   | ----<br>---- | ----<br>----  | ----<br>----  | 9<br>58   | 1,52 | 14  |
| 6  | 7,40           | 8,20 | N<br>Rpd  | 31,0<br>193,8           | 24<br>150 | 35<br>219 | 27,5<br>171,9 | ----<br>---- | ----<br>----  | ----<br>----  | 31<br>194 | 1,52 | 47  |

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto  
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 20$  cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 1,52$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI****DIN 1**

|    |      |      |      |     |     | NATURA GRANULARE |         |     |      |      | NATURA COESIVA |     |      |      |       |      |           |
|----|------|------|------|-----|-----|------------------|---------|-----|------|------|----------------|-----|------|------|-------|------|-----------|
| n° | H1   | H2   | Nspt | Vs  | G   | Dr               | $\phi'$ | E'  | Ysat | Yd   | Cu             | Ed  | Ysat | W    | e     | Q    | Litologia |
| 1  | 0,00 | 0,80 | 9    | 84  | 67  | 31               | 29      | 108 | 1,92 | 1,48 | 0,56           | 54  | 1,89 | 34,0 | 0,918 | 3,00 |           |
| 2  | 0,80 | 2,00 | 20   | 123 | 121 | 50               | 33      | 240 | 1,99 | 1,59 | 1,25           | 120 | 2,02 | 24,7 | 0,667 | 6,13 |           |
| 3  | 2,00 | 5,20 | 8    | 126 | 61  | 28               | 29      | 96  | 1,91 | 1,46 | 0,50           | 48  | 1,87 | 35,0 | 0,945 | 1,98 |           |
| 4  | 5,20 | 6,60 | 35   | 178 | 183 | 70               | 37      | 420 | 2,08 | 1,73 | 2,19           | 210 | 2,20 | 15,4 | 0,415 | 7,94 |           |
| 5  | 6,60 | 7,40 | 14   | 157 | 93  | 41               | 31      | 168 | 1,96 | 1,53 | 0,88           | 84  | 1,95 | 29,5 | 0,795 | 2,91 |           |
| 6  | 7,40 | 8,20 | 47   | 198 | 228 | 82               | 40      | 564 | 2,14 | 1,82 | 2,94           | 282 | 2,35 | 9,7  | 0,262 | 9,69 |           |

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

DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno  
 Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm<sup>2</sup>) = Modulo di taglio dinamico Q (kg/cm<sup>2</sup>) = [Rpd/Chi] [15>=Chi>=20] capacità portante Sanglerat 1972

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA****DIN 2**

- committente : Sig. Pietro Russo  
- lavoro : Costruzione struttura commerciale  
- località : Pierantonio - Umbertide (PG)

- data prova : 13/06/2018  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata

- note :

| Prof.(m)    | N(colpi p) | Rpd(kg/cm <sup>2</sup> ) | asta | Prof.(m)    | N(colpi p) | Rpd(kg/cm <sup>2</sup> ) | asta |
|-------------|------------|--------------------------|------|-------------|------------|--------------------------|------|
| 0,00 - 0,20 | 6          | 64,4                     | 1    | 3,60 - 3,80 | 4          | 31,6                     | 5    |
| 0,20 - 0,40 | 28         | 275,8                    | 2    | 3,80 - 4,00 | 4          | 31,6                     | 5    |
| 0,40 - 0,60 | 18         | 177,3                    | 2    | 4,00 - 4,20 | 5          | 39,5                     | 5    |
| 0,60 - 0,80 | 10         | 98,5                     | 2    | 4,20 - 4,40 | 5          | 37,1                     | 6    |
| 0,80 - 1,00 | 18         | 177,3                    | 2    | 4,40 - 4,60 | 6          | 44,5                     | 6    |
| 1,00 - 1,20 | 13         | 128,1                    | 2    | 4,60 - 4,80 | 4          | 29,7                     | 6    |
| 1,20 - 1,40 | 14         | 127,4                    | 3    | 4,80 - 5,00 | 4          | 29,7                     | 6    |
| 1,40 - 1,60 | 12         | 109,2                    | 3    | 5,00 - 5,20 | 5          | 37,1                     | 6    |
| 1,60 - 1,80 | 10         | 91,0                     | 3    | 5,20 - 5,40 | 4          | 27,9                     | 7    |
| 1,80 - 2,00 | 4          | 36,4                     | 3    | 5,40 - 5,60 | 10         | 69,8                     | 7    |
| 2,00 - 2,20 | 3          | 27,3                     | 3    | 5,60 - 5,80 | 15         | 104,7                    | 7    |
| 2,20 - 2,40 | 3          | 25,4                     | 4    | 5,80 - 6,00 | 18         | 125,7                    | 7    |
| 2,40 - 2,60 | 4          | 33,8                     | 4    | 6,00 - 6,20 | 23         | 160,6                    | 7    |
| 2,60 - 2,80 | 5          | 42,3                     | 4    | 6,20 - 6,40 | 20         | 131,9                    | 8    |
| 2,80 - 3,00 | 4          | 33,8                     | 4    | 6,40 - 6,60 | 16         | 105,5                    | 8    |
| 3,00 - 3,20 | 5          | 42,3                     | 4    | 6,60 - 6,80 | 23         | 151,7                    | 8    |
| 3,20 - 3,40 | 3          | 23,7                     | 5    | 6,80 - 7,00 | 28         | 184,7                    | 8    |
| 3,40 - 3,60 | 5          | 39,5                     | 5    | 7,00 - 7,20 | 24         | 158,3                    | 8    |

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,0000** cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= **50,50** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [  $\delta$  = 20 cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

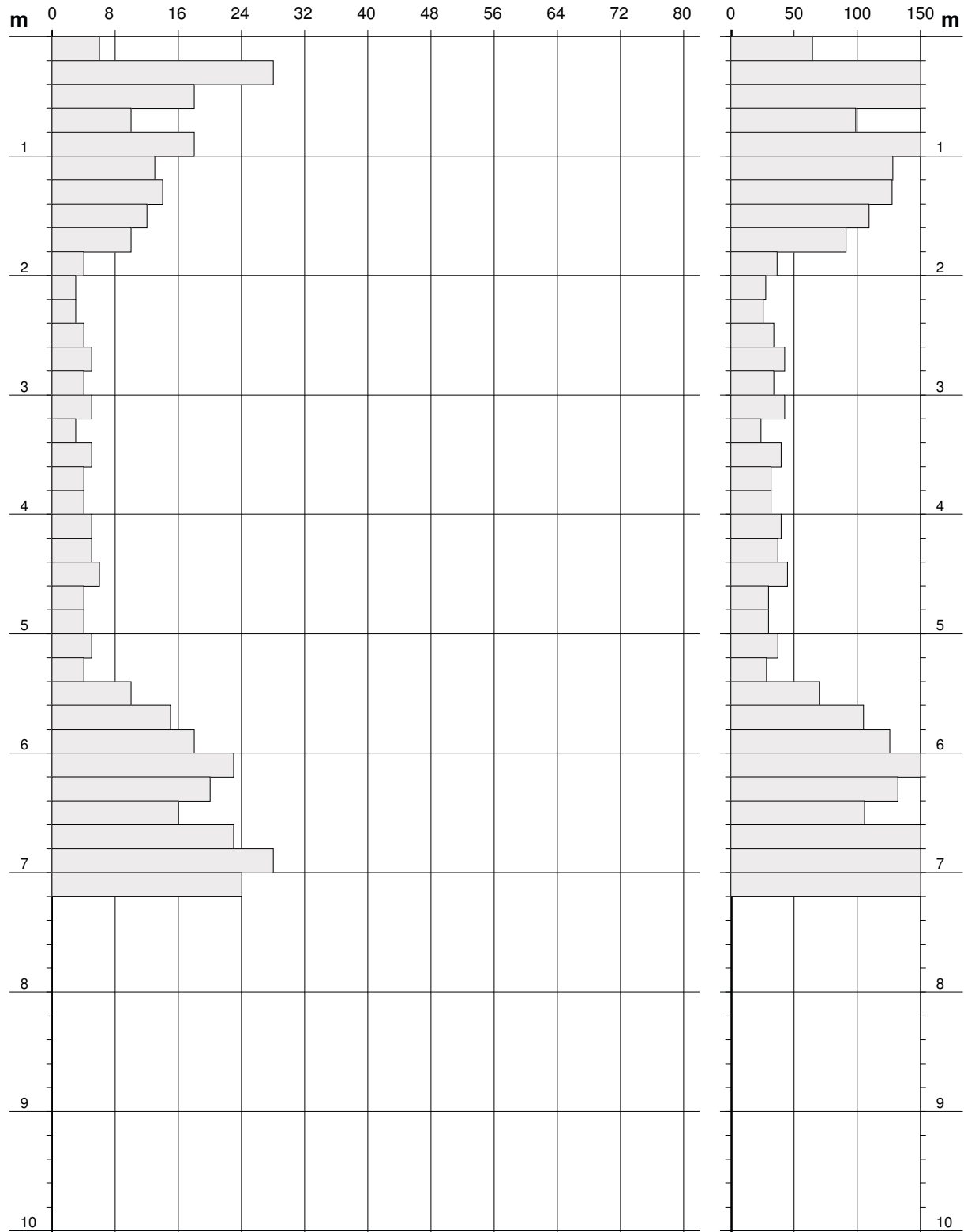
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd****DIN 2**

Scala 1: 50

- committente : Sig. Pietro Russo  
- lavoro : Costruzione struttura commerciale  
- località : Pierantonio - Umbertide (PG)

- data prova : 13/06/2018  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata

- note :

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 20,00$  cmRpd (kg/cm<sup>2</sup>)

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA****DIN 2**

- committente : Sig. Pietro Russo  
 - lavoro : Costruzione struttura commerciale  
 - località : Pierantonio - Umbertide (PG)

- data prova : 13/06/2018  
 - quota inizio : piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata

- note :

| n° | Profondità (m) |      | PARAMETRO | ELABORAZIONE STATISTICA |          |           |                      |             |              | VCA           | $\beta$   | Nspt              |
|----|----------------|------|-----------|-------------------------|----------|-----------|----------------------|-------------|--------------|---------------|-----------|-------------------|
|    |                |      |           | M                       | min      | Max       | $\frac{1}{2}(M+min)$ | s           | M-s          | M+s           |           |                   |
| 1  | 0,00           | 1,80 | N<br>Rpd  | 14,3<br>138,8           | 6<br>64  | 28<br>276 | 10,2<br>101,6        | 6,4<br>63,5 | 7,9<br>75,2  | 20,7<br>202,3 | 14<br>136 | 1,52<br><b>21</b> |
| 2  | 1,80           | 5,40 | N<br>Rpd  | 4,3<br>34,1             | 3<br>24  | 6<br>45   | 3,6<br>28,9          | ----<br>6,2 | 3,5<br>27,9  | 5,1<br>40,2   | 4<br>32   | 1,52<br><b>6</b>  |
| 3  | 5,40           | 7,20 | N<br>Rpd  | 19,7<br>132,6           | 10<br>70 | 28<br>185 | 14,8<br>101,2        | 5,5<br>35,4 | 14,2<br>97,2 | 25,2<br>168,0 | 20<br>135 | 1,52<br><b>30</b> |

M: valore medio    min: valore minimo    Max: valore massimo    s: scarto quadratico medio    VCA: valore caratteristico assunto  
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 20$  cm )    Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 1,52$ )    Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm )

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI****DIN 2**

|    |      |      |      |     |     | NATURA GRANULARE |    |     |      |      | NATURA COESIVA |     |      |      |       |      |           |
|----|------|------|------|-----|-----|------------------|----|-----|------|------|----------------|-----|------|------|-------|------|-----------|
| n° | H1   | H2   | Nspt | Vs  | G   | Dr               | ø' | E'  | Ysat | Yd   | Cu             | Ed  | Ysat | W    | e     | Q    | Litologia |
| 1  | 0,00 | 1,80 | 21   | 114 | 126 | 51               | 33 | 252 | 2,00 | 1,60 | 1,31           | 126 | 2,03 | 24,0 | 0,648 | 6,80 |           |
| 2  | 1,80 | 5,40 | 6    | 119 | 50  | 21               | 28 | 72  | 1,89 | 1,43 | 0,38           | 36  | 1,85 | 37,0 | 1,000 | 1,59 |           |
| 3  | 5,40 | 7,20 | 30   | 176 | 164 | 65               | 36 | 360 | 2,05 | 1,69 | 1,88           | 180 | 2,14 | 18,1 | 0,490 | 6,73 |           |

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

DR % = densità relativa     $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace    E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato    W% = contenuto d'acqua  
 e (-) = indice dei vuoti    Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata    Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno  
 Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio    G (kg/cm<sup>2</sup>) = Modulo di taglio dinamico    Q (kg/cm<sup>2</sup>) = [Rpd/Chi] [15>=Chi>=20] capacità portante Sanglerat 1972



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA****DIN 3**

- committente : Sig. Pietro Russo  
- lavoro : Costruzione struttura commerciale  
- località : Pierantonio (Perugia)

- data prova : 13/06/2018  
- quota inizio : Piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata

- note : Rif.: Dott.Geol. Brunelli Francesco

| Prof.(m)    | N(colpi p) | Rpd(kg/cm <sup>2</sup> ) | asta | Prof.(m)    | N(colpi p) | Rpd(kg/cm <sup>2</sup> ) | asta |
|-------------|------------|--------------------------|------|-------------|------------|--------------------------|------|
| 0,00 - 0,20 | 7          | 75,6                     | 1    | 3,60 - 3,80 | 3          | 23,8                     | 5    |
| 0,20 - 0,40 | 6          | 59,5                     | 2    | 3,80 - 4,00 | 5          | 39,7                     | 5    |
| 0,40 - 0,60 | 6          | 59,5                     | 2    | 4,00 - 4,20 | 4          | 31,8                     | 5    |
| 0,60 - 0,80 | 8          | 79,3                     | 2    | 4,20 - 4,40 | 3          | 22,3                     | 6    |
| 0,80 - 1,00 | 11         | 109,0                    | 2    | 4,40 - 4,60 | 4          | 29,8                     | 6    |
| 1,00 - 1,20 | 17         | 168,5                    | 2    | 4,60 - 4,80 | 5          | 37,2                     | 6    |
| 1,20 - 1,40 | 12         | 109,8                    | 3    | 4,80 - 5,00 | 4          | 29,8                     | 6    |
| 1,40 - 1,60 | 11         | 100,7                    | 3    | 5,00 - 5,20 | 5          | 37,2                     | 6    |
| 1,60 - 1,80 | 11         | 100,7                    | 3    | 5,20 - 5,40 | 4          | 28,1                     | 7    |
| 1,80 - 2,00 | 16         | 146,4                    | 3    | 5,40 - 5,60 | 3          | 21,0                     | 7    |
| 2,00 - 2,20 | 18         | 164,8                    | 3    | 5,60 - 5,80 | 6          | 42,1                     | 7    |
| 2,20 - 2,40 | 12         | 102,1                    | 4    | 5,80 - 6,00 | 12         | 84,2                     | 7    |
| 2,40 - 2,60 | 9          | 76,5                     | 4    | 6,00 - 6,20 | 16         | 112,2                    | 7    |
| 2,60 - 2,80 | 5          | 42,5                     | 4    | 6,20 - 6,40 | 20         | 132,5                    | 8    |
| 2,80 - 3,00 | 3          | 25,5                     | 4    | 6,40 - 6,60 | 18         | 119,3                    | 8    |
| 3,00 - 3,20 | 4          | 34,0                     | 4    | 6,60 - 6,80 | 24         | 159,0                    | 8    |
| 3,20 - 3,40 | 4          | 31,8                     | 5    | 6,80 - 7,00 | 24         | 159,0                    | 8    |
| 3,40 - 3,60 | 4          | 31,8                     | 5    | 7,00 - 7,20 | 32         | 212,0                    | 8    |

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **EMILIA (20)**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,0000** cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= **50,50** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [  $\delta$  = 20 cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd****DIN 3**

Scala 1: 50

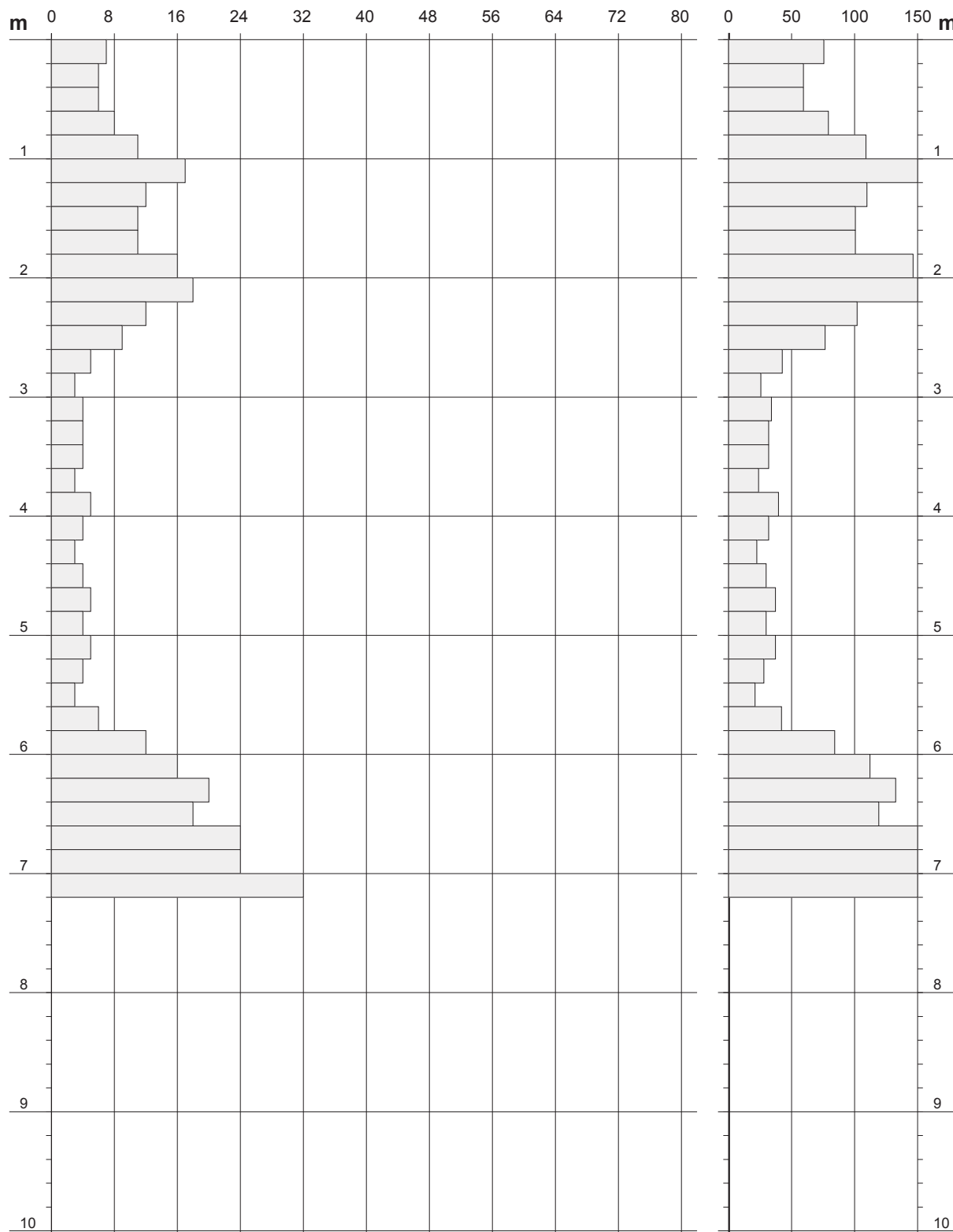
- committente : Sig. Pietro Russo  
- lavoro : Costruzione struttura commerciale  
- località : Pierantonio (Perugia)

- data prova : 13/06/2018  
- quota inizio : Piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata

- note : Rif.: Dott.Geol. Brunelli Francesco

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 20,00$  cm

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA****DIN 3**

- committente : Sig. Pietro Russo  
 - lavoro : Costruzione struttura commerciale  
 - località : Pierantonio (Perugia)

- data prova : 13/06/2018  
 - quota inizio : Piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata

- note : Rif.: Dott.Geol. Brunelli Francesco

| n° | Profondità (m) |      | PARAMETRO | ELABORAZIONE STATISTICA |     |     |          |      |      |       | VC A | β    | Nspt |
|----|----------------|------|-----------|-------------------------|-----|-----|----------|------|------|-------|------|------|------|
|    |                |      |           | M                       | min | Max | ½(M+min) | s    | M-s  | M+s   |      |      |      |
| 1  | 0,00           | 0,80 | N         | 6,8                     | 6   | 8   | 6,4      | ---- | ---- | ----  | 7    | 1,52 | 11   |
|    |                |      | Rpd       | 68,4                    | 60  | 79  | 63,9     | ---- | ---- | ----  | 70   |      |      |
| 2  | 0,80           | 2,60 | N         | 13,0                    | 9   | 18  | 11,0     | 3,2  | 9,8  | 16,2  | 13   | 1,52 | 20   |
|    |                |      | Rpd       | 119,8                   | 77  | 169 | 98,2     | 32,1 | 87,8 | 151,9 | 120  |      |      |
| 3  | 2,60           | 5,80 | N         | 4,1                     | 3   | 6   | 3,6      | ---- | 3,2  | 5,0   | 4    | 1,52 | 6    |
|    |                |      | Rpd       | 31,8                    | 21  | 43  | 26,4     | 6,7  | 25,1 | 38,5  | 31   |      |      |
| 4  | 5,80           | 6,60 | N         | 16,5                    | 12  | 20  | 14,3     | ---- | ---- | ----  | 16   | 1,52 | 24   |
|    |                |      | Rpd       | 112,0                   | 84  | 133 | 98,1     | ---- | ---- | ----  | 109  |      |      |
| 5  | 6,60           | 7,20 | N         | 26,7                    | 24  | 32  | 25,3     | ---- | ---- | ----  | 27   | 1,52 | 41   |
|    |                |      | Rpd       | 176,7                   | 159 | 212 | 167,9    | ---- | ---- | ----  | 179  |      |      |

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto  
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 20$  cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 1,52$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI****DIN 3**

|    |      |      | NATURA GRANULARE |     |     |    |         |     |      | NATURA COESIVA |      |     |      |      |       |      |           |
|----|------|------|------------------|-----|-----|----|---------|-----|------|----------------|------|-----|------|------|-------|------|-----------|
| n° | H1   | H2   | Nspt             | Vs  | G   | Dr | $\phi'$ | E'  | Ysat | Yd             | Cu   | Ed  | Ysat | W    | e     | Q    | Litologia |
| 1  | 0,00 | 0,80 | 11               | 87  | 78  | 36 | 30      | 132 | 1,94 | 1,51           | 0,69 | 66  | 1,91 | 32,1 | 0,867 | 3,52 |           |
| 2  | 0,80 | 2,60 | 20               | 127 | 121 | 50 | 33      | 240 | 1,99 | 1,59           | 1,25 | 120 | 2,02 | 24,7 | 0,667 | 5,99 |           |
| 3  | 2,60 | 5,80 | 6                | 123 | 50  | 21 | 28      | 72  | 1,89 | 1,43           | 0,38 | 36  | 1,85 | 37,0 | 1,000 | 1,55 |           |
| 4  | 5,80 | 6,60 | 24               | 169 | 139 | 56 | 34      | 288 | 2,01 | 1,63           | 1,50 | 144 | 2,07 | 21,9 | 0,591 | 5,43 |           |
| 5  | 6,60 | 7,20 | 41               | 189 | 206 | 76 | 38      | 492 | 2,10 | 1,77           | 2,56 | 246 | 2,27 | 12,4 | 0,334 | 8,93 |           |

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

DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm<sup>2</sup>) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno  
 Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm<sup>2</sup>) = Modulo di taglio dinamico Q (kg/cm<sup>2</sup>) = [Rpd/Chi] [15>=Chi>=20] capacità portante Sanglerat 1972

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA****DIN 4**

- committente : Sig. Pietro Russo  
- lavoro : Costruzione struttura commerciale  
- località : Pierantonio (Perugia)

- data prova : 13/06/2018  
- quota inizio : è piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata

- note : Rif.:Dott. geol. Brunelli Francesco

| Prof.(m)    | N(colpi p) | Rpd(kg/cm²) | asta | Prof.(m)    | N(colpi p) | Rpd(kg/cm²) | asta |
|-------------|------------|-------------|------|-------------|------------|-------------|------|
| 0,00 - 0,20 | 7          | 75,6        | 1    | 3,80 - 4,00 | 5          | 39,7        | 5    |
| 0,20 - 0,40 | 7          | 69,4        | 2    | 4,00 - 4,20 | 4          | 31,8        | 5    |
| 0,40 - 0,60 | 6          | 59,5        | 2    | 4,20 - 4,40 | 4          | 29,8        | 6    |
| 0,60 - 0,80 | 5          | 49,5        | 2    | 4,40 - 4,60 | 4          | 29,8        | 6    |
| 0,80 - 1,00 | 5          | 49,5        | 2    | 4,60 - 4,80 | 5          | 37,2        | 6    |
| 1,00 - 1,20 | 4          | 39,6        | 2    | 4,80 - 5,00 | 5          | 37,2        | 6    |
| 1,20 - 1,40 | 4          | 36,6        | 3    | 5,00 - 5,20 | 5          | 37,2        | 6    |
| 1,40 - 1,60 | 5          | 45,8        | 3    | 5,20 - 5,40 | 6          | 42,1        | 7    |
| 1,60 - 1,80 | 4          | 36,6        | 3    | 5,40 - 5,60 | 6          | 42,1        | 7    |
| 1,80 - 2,00 | 5          | 45,8        | 3    | 5,60 - 5,80 | 6          | 42,1        | 7    |
| 2,00 - 2,20 | 6          | 54,9        | 3    | 5,80 - 6,00 | 6          | 42,1        | 7    |
| 2,20 - 2,40 | 6          | 51,0        | 4    | 6,00 - 6,20 | 6          | 42,1        | 7    |
| 2,40 - 2,60 | 3          | 25,5        | 4    | 6,20 - 6,40 | 6          | 39,8        | 8    |
| 2,60 - 2,80 | 4          | 34,0        | 4    | 6,40 - 6,60 | 5          | 33,1        | 8    |
| 2,80 - 3,00 | 4          | 34,0        | 4    | 6,60 - 6,80 | 5          | 33,1        | 8    |
| 3,00 - 3,20 | 3          | 25,5        | 4    | 6,80 - 7,00 | 15         | 99,4        | 8    |
| 3,20 - 3,40 | 4          | 31,8        | 5    | 7,00 - 7,20 | 36         | 238,5       | 8    |
| 3,40 - 3,60 | 4          | 31,8        | 5    | 7,20 - 7,40 | 50         | 314,0       | 9    |
| 3,60 - 3,80 | 5          | 39,7        | 5    |             |            |             |      |

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **EMILIA (20)**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,0000** cm² - D(diam. punta)= **50,50** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [  $\delta$  = 20 cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd****DIN 4**

Scala 1: 50

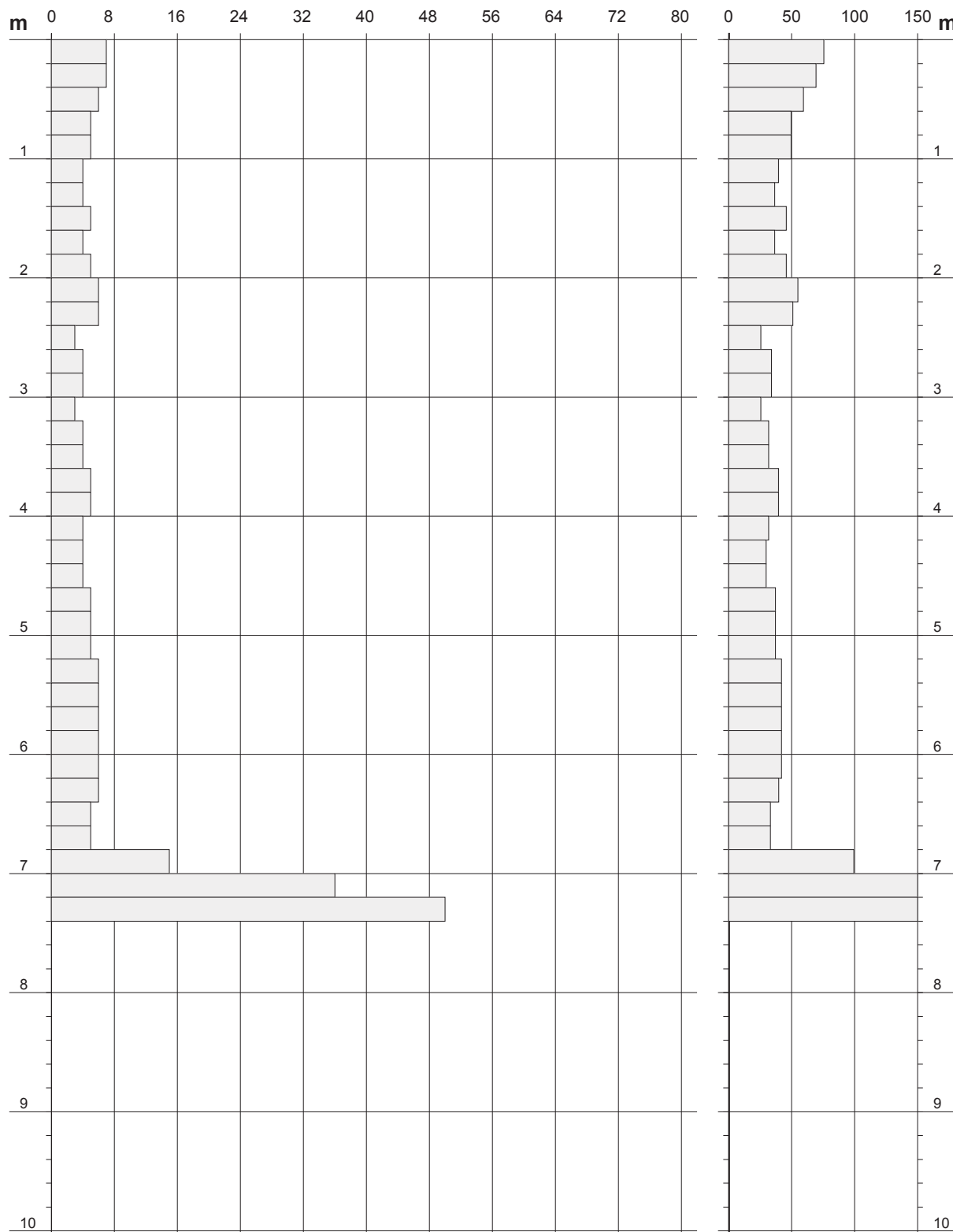
- committente : Sig. Pietro Russo  
- lavoro : Costruzione struttura commerciale  
- località : Pierantonio (Perugia)

- data prova : 13/06/2018  
- quota inizio : è piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata

- note : Rif.:Dott. geol. Brunelli Francesco

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento  $\delta = 20,00$  cm

Rpd (kg/cm<sup>2</sup>)



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
ELABORAZIONE STATISTICA****DIN 4**

- committente : Sig. Pietro Russo  
 - lavoro : Costruzione struttura commerciale  
 - località : Pierantonio (Perugia)

- data prova : 13/06/2018  
 - quota inizio : è piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata

- note : Rif.:Dott. geol. Brunelli Francesco

| n° | Profondità (m) |      | PARAMETRO | ELABORAZIONE STATISTICA |     |     |          |      |      | VC A | β   | Nspt |     |
|----|----------------|------|-----------|-------------------------|-----|-----|----------|------|------|------|-----|------|-----|
|    |                |      |           | M                       | min | Max | ½(M+min) | s    | M-s  |      |     |      | M+s |
| 1  | 0,00           | 0,60 | N         | 6,7                     | 6   | 7   | 6,3      | ---- | ---- | ---- | 7   | 1,52 | 11  |
|    |                |      | Rpd       | 68,1                    | 60  | 76  | 63,8     | ---- | ---- | ---- | 71  |      |     |
| 2  | 0,60           | 2,40 | N         | 4,9                     | 4   | 6   | 4,4      | ---- | 4,1  | 5,7  | 5   | 1,52 | 8   |
|    |                |      | Rpd       | 45,5                    | 37  | 55  | 41,1     | 6,6  | 38,9 | 52,1 | 46  |      |     |
| 3  | 2,40           | 3,60 | N         | 3,7                     | 3   | 4   | 3,3      | ---- | 3,2  | 4,2  | 4   | 1,52 | 6   |
|    |                |      | Rpd       | 30,4                    | 26  | 34  | 28,0     | 3,9  | 26,5 | 34,4 | 33  |      |     |
| 4  | 3,60           | 6,80 | N         | 5,2                     | 4   | 6   | 4,6      | ---- | 4,4  | 5,9  | 5   | 1,52 | 8   |
|    |                |      | Rpd       | 37,4                    | 30  | 42  | 33,6     | 4,5  | 32,9 | 42,0 | 36  |      |     |
| 5  | 6,80           | 7,40 | N         | 33,7                    | 15  | 50  | 24,3     | ---- | ---- | ---- | 34  | 1,52 | 52  |
|    |                |      | Rpd       | 217,3                   | 99  | 314 | 158,3    | ---- | ---- | ---- | 219 |      |     |

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto  
 N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento  $\delta = 20$  cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)  
 $\beta$ : Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico  $\beta_t = 1,52$ ) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento  $\delta = 30$  cm)

**Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI****DIN 4**

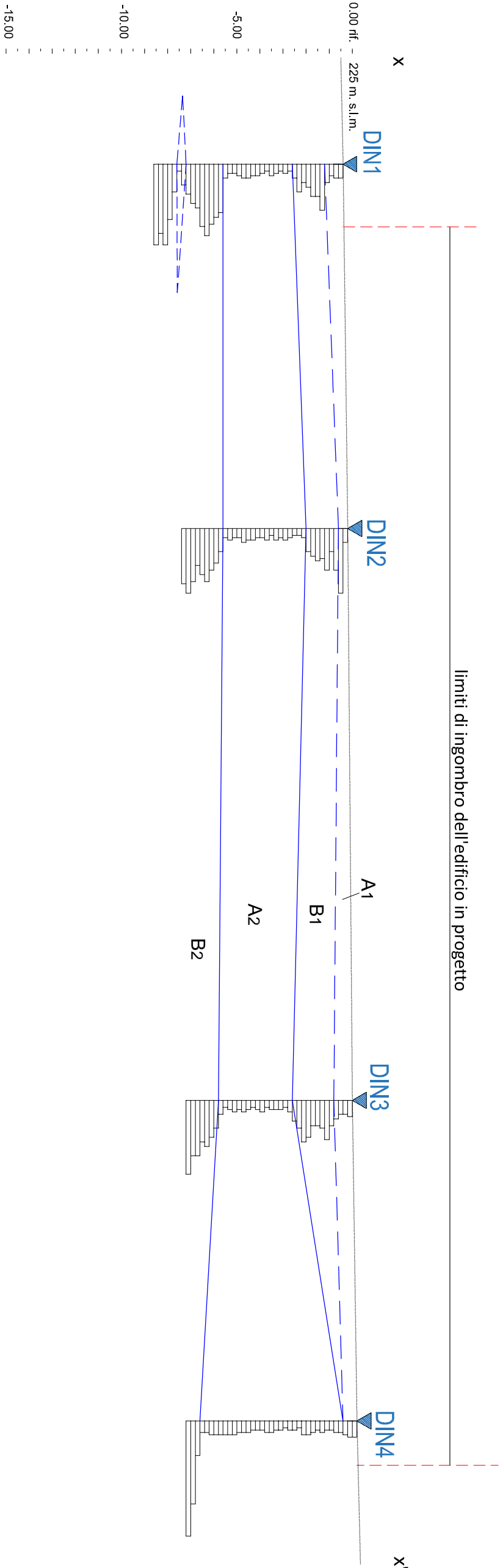
|    |      |      | NATURA GRANULARE |     |     |    |         |     |      | NATURA COESIVA |      |     |      |      |       |       |           |
|----|------|------|------------------|-----|-----|----|---------|-----|------|----------------|------|-----|------|------|-------|-------|-----------|
| n° | H1   | H2   | Nspt             | Vs  | G   | Dr | $\phi'$ | E'  | Ysat | Yd             | Cu   | Ed  | Ysat | W    | e     | Q     | Litologia |
| 1  | 0,00 | 0,60 | 11               | 82  | 78  | 36 | 30      | 132 | 1,94 | 1,51           | 0,69 | 66  | 1,91 | 32,1 | 0,867 | 3,56  |           |
| 2  | 0,60 | 2,40 | 8                | 106 | 61  | 28 | 29      | 96  | 1,91 | 1,46           | 0,50 | 48  | 1,87 | 35,0 | 0,945 | 2,32  |           |
| 3  | 2,40 | 3,60 | 6                | 115 | 50  | 21 | 28      | 72  | 1,89 | 1,43           | 0,38 | 36  | 1,85 | 37,0 | 1,000 | 1,65  |           |
| 4  | 3,60 | 6,80 | 8                | 135 | 61  | 28 | 29      | 96  | 1,91 | 1,46           | 0,50 | 48  | 1,87 | 35,0 | 0,945 | 1,80  |           |
| 5  | 6,80 | 7,40 | 52               | 198 | 246 | 85 | 41      | 624 | 2,16 | 1,86           | 3,25 | 312 | 2,41 | 7,7  | 0,208 | 10,96 |           |

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

DR % = densità relativa  $\phi'$  (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua  
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno  
 Vs (m/sec) = Velocità onde di taglio G (kg/cm²) = Modulo di taglio dinamico Q (kg/cm²) = [Rpd/Chi] [15>=Chi>=20] capacità portante Sanglerat 1972

3. CORRELAZIONE LITOSTRATIGRAFICA NELLA SEZIONE DI RIFERIMENTO E RELATIVA MODELLAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA

scala 1 : 200



PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA (parametri significativi caratteristici):

unità A1: copertura/riporto compattato (*limi argillosi/argillosi-sabbiosi a media consistenza*):  $\gamma = 2.00 \text{ g/cm}^3$   
 $c_u = 0.50 \text{ kg/cm}^2$   
 $c' = 0.10 \text{ kPa}$   $\phi' = 25^\circ$

unità B1: *ghiaie in matrice limo-sabbiosa-argillosa mediamente addensata*:  $\gamma = 2.00 \text{ g/cm}^3$   
 $c' = 0.00 \text{ kg/cm}^2$   $\phi' = 30^\circ$

unità A2: *limi argillosi/argillosi-sabbiosi compatti*:  $\gamma = 2.00 \text{ g/cm}^3$   
 $c_u = 0.75 \text{ kg/cm}^2$   
 $c' = 0.20 \text{ kg/cm}^2$   $\phi' = 26^\circ$

unità B1: *ghiaie in matrice limo-sabbiosa-argillosa addensata*:  $\gamma = 2.10 \text{ g/cm}^3$   
 $c' = 20 \text{ kg/cm}^2$   $\phi' = 35^\circ$